



Kauno technologijos universitetas
Statybos ir architektūros fakultetas

Pastatų statybos etapo vertinimas taikant tvarumo sistemas

Baigiamasis magistro projektas

Karolis Maliejus
Projekto autorius

Doc. Rasa Apanavičienė
Vadovė

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas

Statybos ir architektūros fakultetas

Pastatų statybos etapo vertinimas taikant tvarumo sistemas

Baigiamasis magistro projektas

Statybos valdymas (6211EX007)

Karolis Maliejus
Projekto autorius

Doc. Rasa Apanavičienė
Vadovė

Eugenijus Šapel
Konsultantas

Doc. Lina Šeduikytė
Recenzentas

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas

Statybos ir architektūros fakultetas

Karolis Maliejus

Pastatų statybos etapo vertinimas taikant tvarumo sistemas

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Karolio Maliejaus, baigiamasis projektas tema „Pastatų statybos etapo vertinimas taikant tvarumo sistemas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Turinys

Įvadas.....	9
1. Pastatų tvarumo vertinimo aktualumas.....	10
1.1 Praktinis problemos aktualumas pasauliniu mastu ir Lietuvoje.....	10
1.2 Literatūros analizė	12
1.3 Literatūros analizės apibendrinimas ir vertinimas.....	17
2. Pastatų tvarumo vertinimo metodika.....	19
2.1 BREEAM tvarumo sistemos vertinimo analizė	19
2.2 LEED tvarumo sistemos vertinimo analizė.....	24
2.3 WELL tvarumo sistemos vertinimo analizė.....	28
2.4 BREEAM, LEED ir WELL tvarumo vertinimo sistemų palyginimas	33
2.5 Tyrimo metodologija ir teoriniai sprendiniai	37
3. Pastatų tvarumo vertinimo Lietuvoje tyrimas.	39
3.1 Tyrimo objektų atranka	39
3.2 Tyrimui reikalingų duomenų rinkimas	41
3.3 Rezultatai ir diskusijos.....	53
Išvados	59
Literatūros sąrašas.....	61

Lentelių sąrašas

1.lentelė.BREEAM 2016 ir LEED v4 BDC 2018 kategorijų grupės ir jų reikšmingumas	33
2.lentelė.BREEAM ir LEED sertifikavimo procesai	34
3.lentelė.BREEAM, LEED ir WELL vertinimų ribos	36
4.lentelė.Lietuvoje įvertintų pastatų sąrašas	39
5.lentelė.Pastatai tinkantys tyrimui.....	40
6.lentelė.Statybos etapo kriterijai <i>BREEAM International New Construction</i>	41
7.lentelė.Statybos etapo kriterijai <i>LEED v4 for Building Design and Construction 04.06 2018</i>	42
8.lentelė.BREEAM New Construction (Final) projektų Lietuvoje, pasirinktų kriterijų įvertinimai ...	43
9.lentelė.LEED v for Building Design and Construction 04.06 2018. Projektų Lietuvoje, pasirinktų kriterijų įvertinimai.....	49
10.lentelė.BREEAM statybos etape siektų rezultatų įvertinimas.....	53
11.lentelė.BREEAM rezultatų palyginimas su užsienio pasiekimais.....	55
12.lentelė.LEED statybos etape siektų rezultatų įvertinimas.. ..	55
13.lentelė.LEED rezultatų palyginimas su užsienio pasiekimais.....	56

Paveikslų sąrašas

1 pav. BREEAM statybos etape siektų rezultatų įtaka.....	54
2 pav. LEED statybos etape siektų rezultatų įtaka.....	56

Maliejus, Karolis. Pastatų statybos etapo vertinimas taikant tvarumo sistemas. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Rasa Apanavičienė; Kauno technologijos universitetas, statybos ir architektūros fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis: Statybos inžinerija

Reikšminiai žodžiai: *Pastatų tvarumas, žalieji statiniai, BREEAM, LEED, WELL, poveikis aplinkai, statybos etapas.*

Kaunas, 2019 sausio 05 d.

Santrauka

Pastatų tvarumo sistemos vertina statinio poveikį aplinkai visuose jo gyvavimo etapuose. Geriausiai žinomos statinių tvarumo vertinimo sistemos yra BREEAM ir LEED. Išsivysčiusiose šalyse žaliųjų pastatų statoma vis daugiau ir šios vertinimo sistemos įgyja didelę reikšmę šiandieninėje statyboje. Šis tyrimas yra susijęs nustatytų tvarumo sistemų taikymu statybos etape Lietuvoje. Šiame darbe aptariami pagrindiniai pastatų tvarumo vertinimo aspektai statybos etape. Lyginama su jau pastatytais statiniais, kurių tvarumas buvo vertinamas šiomis sistemomis, formuluojamos bendros išvados apie statinių tvarumą Lietuvoje. Šis tyrimas analizuoja tvarumo vertinimo aspektus statybos etape ir gali būti rekomendacija organizacijoms, kurios dalyvauja „žaliųjų pastatų“ statyboje.

Maliejus, Karolis. Assessment of Buildings Construction Stage Using Sustainability Schemes: Master's thesis in construction management/ supervisor assoc. prof. Rasa Apanavičienė. The Faculty of Architecture and Civil engineering, Kaunas University of Technology.

Study field and area: Civil engineering

Key words: *Sustainability, Green building, BREEAM, LEED, WELL, environmental impact, construction stage.*

Kaunas, 2019. January 05d.

Summary

The environmental impacts of building are assessed by sustainability schemes almost in all building's cycles. The best known and most commonly used systems are BREEAM and LEED.

More and more green structures are being built in developed countries these days and green building rating systems are gaining more influence in a modern construction. This study is about the assessment of a construction stage using green building rating systems in Lithuania. Main aspects of thesis are the assessment of buildings construction stage and comparison of most commonly used green building rating systems in Lithuania. Research and its results can be used as a consultative or a recommendation for contractor organizations who are planning to work with green building projects.

Įvadas

Temos aktualumas. Klimato kaita ir jos poveikis šiomis dienomis tampa vis labiau pastebimas. Vienuolika iš pastarųjų dvylikos metų (1995-2006 m.) buvo vieni karščiausių nuo tada, kai buvo pradėta matuoti oro temperatūra [1]. Nors klimato kaitos pokyčiai yra negrįštami ir ne visada matome tiesioginį ryšį tarp savo veiklų ir neigiamų mus supančios aplinkos padarinių vis dėlto privalome išmokti gyventi įvertindami ir globalias problemas. Atlikti moksliniai tyrimai parodė, kad net 40 proc. pasaulinės CO₂ emisijos sudaro pastatai [2]. Daugiau nei pusė statybai naudojamų medžiagų yra gaunamos iš neatsinaujinančių šaltinių. Taip pat apie 45 proc. visos pasaulyje sunaudojamos energijos tenka pastatams. Tai padaro statybą mažiausiai tvaria industrija pasaulyje [2] ir verčia keisti per paskutinius dešimtmečius nusistovėjusius pastatų projektavimo, statybos ir eksplotavimo standartus.

Mokslinė problema. Yra žinoma, kad turime mažinti pastatų poveikį aplinkai. Tai apima visus pastato gyvavimo ciklus: projektavimą, statybą, eksplotacijos laikotarpį ir griovimą. Kiekvienoje išsivysčiusioje pasaulio valstybėje yra taikomos jai labiausiai priimtinos pastatų tvarumo sistemos. Lietuvoje dažniausiai naudojamos BREEAM ir LEED pastatų tvarumo vertinimo sistemos. Iš pradžių susipažinus su pastatų tvarumų ir jo siekimu galime pastebėti, jog statinio įvertinimas labiausiai priklauso nuo užsakovo užsibrėžto tikslo, tačiau įsigilinus į tai galime pamatyti, jog tvarumo rezultatas priklauso nuo visų statinio projekto dalyvių kompetencijos ir patirties šių rezultatų siekime [3]. Šio tyrimo metu stengsimės išsiaiškinti, koks yra pastatų tvarumas statybos etape Lietuvoje. Tokio tyrimo rezultatai būtų reikšmingi statybos įmonėms, kurios siekia dalyvauti žaliųjų pastatų statyboje. Keliamą problemą – kaip galime sumažinti neigiamą poveikį aplinkai statybos procese Lietuvoje taikant pastatų tvarumo sistemas.

Tyrimo objektas. Statybos proceso poveikis aplinkai taikant tvarumo sistemas.

Tyrimo tikslas. Sužinoti apie pastatų tvarumo sistemų vertinimą statybos etape, įgauti naujų žinių apie šių sistemų panaudojimą, vertinimą ir plėtojimą.

Tyrimo uždaviniai:

1. Pagrįsti problemos aktualumą ir svarbumą;
2. Nustatyti tvarumo vertinimo ypatumus statybos etape;
3. Atlikti tvarumo vertinimo statybos etape tyrimą;
4. Pateikti išvadas ir rekomendacijas;

1. Pastatų tvarumo vertinimo aktualumas.

1.1 Praktinis problemos aktualumas pasauliniu mastu ir Lietuvoje.

Pasaulinė Žaliųjų pastatų taryba (*ang. World Green Building Council*) savo 2017-ųjų metiniame pranešime pateikė, kad šiuo metu pasaulyje jau yra sertifikuota 1,24 mlrd m² „žaliųjų pastatų“ erdvių [17]. Tai atrodo įspūdingi skaičiai, tačiau remiantis rinkos tyrimų agentūros *Navigant research* [19] pranešimu šiuo metu pasaulyje yra 162,8 mlrd m² statinių ploto ir šis skaičius iki 2026 m. turėtų išaugti iki 183,5 mlrd m². Galime pastebėti, kad sertifikuotų pastatų yra mažiau nei 1 proc., o bendras pastatų plotas per ateinančius 8 metus išaugs daugiau nei 11 proc. Žinodami, kad pasaulinė pastatų emisiją sudaro 40 proc. viso CO₂ matome, kiek nedaug „žaliųjų pastatų“ šiuo metu yra ir kaip greitai statomi nauji pastatai.

Jungtinių tautų aplinkos programos (*United Nations Environment Programme*) [20]. išleistame pranešime teigiama, kad CO₂ išmetimo didėjimas yra laikinai sustojęs 2013 m. – 9,5 Gt CO₂ (gigatonos) ir 9,0 Gt CO₂ 2016 m. Tačiau, tai yra dėl pagerėjusios elektros energijos gamybos aplinkosauginiu požiūriu. Deja pastatų ir su statybos industrija susijusių veiksnių sukeltos emisijos tik didėja nuo 3,1 Gt CO₂ 2013 m. iki 3,7 Gt CO₂ 2016 m. Vienam LEED sertifikuotam pastatui vidutiniškai reikia 32 proc. mažiau energijos ir jis „sutaupo“ 350 t CO₂ per metus nei įprastas statinys [21]. Didėjantis CO₂ kiekis atmosferoje reiškia, kad vis daugiau šilumos mūsų planetos atmosfera sulaiko savyje ir vidutinė temperatūra didėja [26].

„Žalioji pastatas“ –, tai sveikas, komfortiškas, ilgaamžis, ekonomiškasis, energetiškai efektyvus pastatas, racionaliai vartojantis gamtos išteklius visuose pastato gyvavimo ciklo etapuose: nuo vietovės parinkimo, projektavimo, statybos iki eksploatavimo, bei atnaujinimo ar gyvavimo pabaigos ir darantis itin mažą poveikį aplinkai“ taip jį apibrėžia Lietuvos Žaliųjų Pastatų taryba [36]. Kodėl žalieji pastatai yra svarbūs ekonominiu ir visuomeniniu požiūriu? Kroatijos Žaliųjų pastatų taryba įvardina tokius aspektus [40]:

1. Generuojamas tvarių pastatų augimas. Statybos sektorius sudaro didelę dalį bet kurios pasaulio valstybės BVP, žalieji pastatai leidžia sumažinti pastatui reikalingų resursų kiekį).
2. Naujų darbo vietų kūrimas. Europos statybos sektoriuje dirba dešimtys milijonų žmonių, tačiau yra susiduriama su specialistų, turinčių reikiamų įgūdžių stoka. Žaliųjų pastatų statyboje naudojamos naujausios technologijos ir susiduriama su vis kitokiais iššūkiais, tai gali padėti pritraukti naujų talentų į statybos sritį.
3. Didinamas energetinis saugumas. Mažesnis energijos poreikis leidžia atsisakyti dalies brangių, iš kitų šalių importuojamų dujų, naftos, elektros energijos ir kitų išteklių.

4. Gerinama viešųjų paslaugų kokybė. Taikant žaliųjų pastatų statybos principus visuomeniniuose pastatuose galima užtikrinti švaresnę ir kokybiškesnę aplinką. Tai padeda inovatyvių idėjų vystymuisi ir jų pritaikymui praktikoje.
5. Pridėtinė finansinė vertė. Žalieji pastatai gali užtikrinti didesnes nuomos ir pardavimo pajamas, taip pat sumažinama rizika dėl naujų statybos normų įgyvendinimo. Investuotojams ir nuomininkams sukuriama papildoma vertė dėl geresnio įvaizdžio rinkoje.

Vertindami paskutines pasaulines „žaliųjų pastatų“ tendencijas galime paminėti:

1. Vis daugiau darbdavių siekia pagerinti savo darbuotojų darbo vietos oro kokybę. Remiantis vidaus oro kokybės ir darbuotojų produktyvumo vertinimo atliktais tyrimais [22] teigiama, kad tarp šių dviejų aspektų yra ryšys. Išlaidos vieno darbuotojo geresnei oro kokybei palaikyti svyruoja nuo 14 iki 40 USD, tačiau produktyvumas gali pagerėti net 6500 USD per metus vienam darbuotojui.
2. Didėjantis skaidrumas tarp statybinių medžiagų gamintojų. Šiomis dienomis gamintojai, kurie taiko savo produktams tvarios gamybos procesus, siekia būti pastebėti. Dėl pasaulyje egzistuojančių daugybės skirtingų statybinių medžiagų duomenų bazių sunku atskirti ar palyginti, kurio gamintojo medžiagos yra geresnės tvarumo atžvilgiu. Šiuo metu jau yra sukurtas įrankis „Portico“, kuris leidžia architektams ir projektų valdytojams matyti ir palyginti įvairias medžiagas ir jų sudėtį.
3. Sveikas gyvenimo būdas diktuoja pastatų tvarumo tendencijas. Buvo apklausta 140 biurų darbuotojų ir 92 proc. atsakė, kad su sveikata susijusios pastato funkcijos yra didžiausias prioritetas [23].

Apibendrinant galime teigti – pasauliniu mastu yra siekiama suvaldyti didėjantį CO₂ išmetimą statybos industrijoje ir pagerinti pastatų vidaus aplinkos kokybę. Visi šie veiksniai yra susiję su pastato statybos ir statybos etapo tvarumu.

Toliau trumpai apžvelgsime geriausius pasaulyje „žaliuosius pastatus“. Šie statiniai pasižymi net tik tvarumo įvertinimais, bet ir inovatyviais sprendimais kurie padaro šiuos statinius išskirtiniais.

Vankuverio konvencijų centras (ang. *Vancouver Convention center*). 2010 m. buvo įvertintas LEED *Platinum New Construction* [41]. Turi beveik 24 000 m² apželdintą stogą, kuriame yra 400 000 skirtingų augalų rūšių, gyvena smulkūs gyvūnai ir vabzdžiai.

Bahreino pasaulio prekybos centras (ang. *Bahrein World Trade Center*). 50 aukštų dviejų dangoraižių statinys [42]. Du prizmės formos bokštai sujungti atramomis ant kurių yra įrengtos vėjo jėgainės. Šių vėjo jėgainių pagalba pastatas gauna 11-15 proc. jam reikalingos elektros energijos.

Bloomberg Europos būstinė Londone. (*ang. Bloomberg European headquarters, London*). Energetiškai efektyvus pastatas, buvo įvertintas 98,5 proc. BREEAM *design stage*. Tai didžiausias kada nors pasiektas BREEAM įvertinimas. Lietaus vanduo surenkamas ir naudojamas tualetuose, grindys apšviestos 500 000 LED lempomis, lubos įrengtos iš specialių aliuminio kompozito panielių, kurios atlieka šviesos išsklaidymo, patalpų vėsinimo ir akustines funkcijas.

Londono 2012 m. Olimpiada. Šis atvejis ypatingas tuo, kad tvarumo siekimas neapsiribojo ties konkrečiu pastatu, o buvo taikoma visam olimpiados pasiruošimui. Buvo naudojama daug perdirbto plieno, surinkta 97 proc. statybinių atliekų, 2 milijonai tonų grunto pašalinta, išvalyta ir perdirbta, išvalyta Lėjos upė (*ang. River Lea*), užterštas Temzės upės vanduo buvo valomas ir naudojamas tualetuose, didieji šventės mecenatai buvo skatinami demonstruoti atsinaujinančios energijos pavyzdžius, CO₂ išmetimą pavyko sumažinti net 47 proc. lyginant su tradiciniais statybos ir šventės organizavimo metodais [43]. Transporto srityje buvo siekiama, kad šventės svečiai atvyktų dviračiais ar viešuoju transportu, olimpiniam miestelyje viską būtų galima pasiekti pėsčiomis, visi maitinimo paslaugų teikėjai buvo priversti naudoti vietinės kilmės maisto produktus. Tačiau svarbiausiais ir geriausias rezultatas – parodytas pavyzdinis elgesys kaip reikia rengti tvarias Olimpines žaidynes.

1.2 Literatūros analizė

Daugelyje išsivysčiusių pasaulio šalių yra standartai, normos, įstatymai ir kiti teisiniai dokumentai, kurie reglamentuoja pastatų projektavimo, statybos, eksploatavimo ir griovimo ciklus. Šiuose dokumentuose dažnai yra vertinami siauri aplinkos apsaugos ir socialinės gerovės aspektai, susiję su statinių statyba, tačiau nėra išsamiai vertinama, kokią bendrą rezultatą šios normos ir įstatymai turi bendram pastato tvarumui. Demokratinės santvarkos valstybėse įstatymai ar draudimai susiję su statybos normų reguliavimu dažniausiai yra priimami ar keičiami: atsitikus įvykiui (pvz: statinio griūtis, gaisras, kultūros paveldo niokojimas ir t.t.), visuomenėje atsiradus nuomonei, jog gali atsirasti grėsmė dėl vienokių ar kitokių veiksnių, taip pat perimant pavyzdžius iš užsienio valstybių [39]. Kaip buvo paminėta įvadinėje dalyje: klimato kaitos poveikis nėra jaučiamas tiesiogiai ir iškart, todėl daugelyje pasaulio valstybių trūksta politinės valios reguliuoti šias normas ir įstatymus, taip kad būtų galima užtikrinti maksimalų pastatų tvarumą. Tai reikalauja atsakingo požiūrio į aplinką, problemos suvokimo ir bendro visuomenės supratimo apie pastatų poveikį aplinkai. Ir, deja, tik pastaruosius dešimt metų buvo atlikta daug reikšmingų tyrimų šia tema. Tai leido pamatyti, kuria kryptimi turime eiti ir kokių rezultatų galime pasiekti siekdami sumažinti neigiamą pastatų poveikį aplinkai.

Atlikus mokslinės literatūros analizę šia tema buvo pastebėta, kad šiuo metu yra parašyta daug literatūros pastatų tvarumo ir jų vertinimo tematika. Daug straipsnių yra parašyta pastaraisiais (2016-

2017m.) ir juose yra tarpusavyje lyginamos tvarumo sistemos, taip pat yra lyginamos populiariausios *BREEAM* ir *LEED* su vietinėmis, konkrečios šalies rinkai pritaikytomis sistemomis.

Moksliniame straipsnyje „Pastatų tvarumo technologijų įtaka šiltnamio efektą sukeliančių dujų išsiskyrimo sumažinimui“ (*angl. A Study on the Sustainable Building Technologies considering to Performance of Greenhouse Gas Emission Reduction*) [4]. Straipsnyje nagrinėjamos populiariausių pasaulyje tvarumo sistemų G-SEED, BREEAM, LEED ir CASBEE kategorijos, susijusios su CO₂ dujų mažinimu. Iš šių kategorijų (ekologinė aplinka, statybinės medžiagos ir resursai, energetika) buvo surinkti ir susisteminti duomenys, kuriais remiantis galima nustatyti, kurią sistemą naudojant ir kokius veiksnius taikant galima pasiekti geriausią CO₂ mažinimo praktiką. Tai padeda tiek valstybėms, tiek įmonėms, siekiančioms mažinti šiltnamio dujų išsiskyrimą.

Straipsnyje „Žaliųjų pastatų sistemų vertinimų įgyvendinimas“ (*angl. Green building evaluation system implementation*) [12] nagrinėjama, kaip populiariausios BREEAM, LEED ir „Green star“ sistemos vertina pastato tvarumą jo eksploatavimo periodu. Atlikus tyrimų studiją buvo sužinota, kad daugiausia dėmesio yra skiriama projektavimo ir statybos ciklams, tačiau pastato eksplotavimui skirta nepakankamai. Toks mokslinių tyrimų trūkumas neišpildo pastatų tvarumo idėjos. Šių sistemų vertinimas buvo palygintas su realių *Shenzen Vanke* projektu Kinijoje, kuris buvo orientuotas į pastato tvarumą jo eksploatacijos laikotarpiu.

Kitame moksliniame darbe „Tvarūs miestai ir visuomenė“ (*ang. Sustainable cities and society*) [13] buvo nagrinėjamas pastatų tvarumo suvokimas ir sąmoningumas statybos industrijoje Singapūre. Šio miesto valdžia per pastaruosius kelis dešimtmečius dėjo pastangas, siekdama reguliuoti statybos industriją taip, kad miestas turėtų tvarią ateities perspektyvą. Tyrimo metu buvo apklausiami visos rangos įmonės, kurios turėjo *ISO 14001 EMS* aplinkos apsaugos standartą arba buvo bent penkis kartus susidūrusios su „žaliųjų pastatų“ statyba. Joms buvo pateikti teiginiai, į kuriuos turėjo atsakyti teigiamai arba neigiamai. Iš šių teiginių buvo suformuotos lentelės su statistiniais nuokrypiais ir koreliacijomis. Toliau buvo atliekami nparametriniai tyrimai, siekiant išsiaiškinti tiriamosios grupės suvokimą ir požiūrį. Rezultatai parodė, kad tarp statybos rinkos dalyvių egzistuoja išankstiniai įsitikinimai, vis dėlto didžiausią poveikį siekiant pastatų tvarumo turėtų statybinių medžiagų specifikavimas ir nustatytos valstybės normos bei standartai. Užsakovo tvarumo supratimas ir bendras suvokimas yra įvardinama, kaip viena iš didžiausių kliūčių, siekiant įsisavinti „žaliosios statybos“ praktikas.

Moksliniame darbe „Žaliųjų pastatų statybos technologijų pritaikymas. JAV žaliųjų pastatų ekspertų perspektyva“ (*angl. Examining issues influencing green building technologies adoption: The United States green building experts' perspectives*) [5] buvo nagrinėjama, kokie pagrindiniai veiksniai

trukdo ir skatina įsisavinti žaliųjų pastatų technologijas. Šiame tyrime buvo atliekama literatūros analizė ir respondentų apklausa. Nustatytos pagrindinės kliūtys: padidėjusi pastato kaina, ilgesnė statybos trukmė, kompetencijos trūkumas, tiek statybos dalyvių, tiek klientų gretose. Veiksniai kurie verčia naudoti šias technologijas: didesnės nuomos ir pardavimo pajamos, geresnė vidaus aplinkos kokybė, sumažėjusios eksploatacijos išlaidos, prestižas ir žinomumas. Šis tyrimas buvo skirtas JAV įstatymų leidėjams, tačiau gali būti pritaikytas visur. Šio tyrimo rezultatai leido geriau suprasti kokie veiksniai padeda gyvuoti „žaliosioms pastatų technologijoms“ ir kas stabdo jų įsisavinimą.

Kitas analizuotas mokslinis straipsnis yra apie tai, kaip pasirinkti žaliųjų pastatų vertinimo kriterijus pagal tai, kokia yra projekto vykdymo ir valdymo komanda. (*angl. A decision making support tool for selecting green building certification credits based on project delivery attributes*) [3]. Šio tyrimo tikslas buvo sukurti įrankį, kuris padėtų pasirinkti žaliųjų pastatų tvarumo kriterijus vertinant projekto komandos dalyvių išsilavinimą, patirtį, dalyvavimo galimybę, dalyvavimą pradiniam projekto rengime, dalyvavimą pagrindiniame projekto rengime ir dalyvavimą statybos procese taip pat kiekvieno dalyvio įsitraukimo į projektą pradžia. Įvertinus šių kriterijų įtaką buvo sukurtas vertinimo įrankis (*ang. MADM-multi attribute decision making support tool*). Šiuo įrankiu gali naudotis žaliųjų pastatų vertinimo ir konsultavimo ekspertai. Programos rezultatų patikimumas buvo patikrintas vertinant realius jau įvykdytus projektus, taip pat vertinant, kokius kriterijus pasirinko vertintojai. Projekto esmė – parinkti tinkamus žaliųjų pastatų vertinimo kriterijus pagal tai, kokia yra suformuota projekto dalyvių komanda, to reikia siekiant išvengti padidėjusių išlaidų ir laiko švaistymo.

Dar vienas nagrinėtas straipsnis yra apie žaliųjų pastatų tvarumo vertinimo palyginimą tarp skirtingų sistemų (*ang. A review of studies on green building assessment methods by comparative analysis.*) [10]. Moksliniame darbe įvertinama, kiek buvo išleista mokslinių straipsnių susijusių su žaliaisiais statiniais nuo tada, kai buvo pradėta taikyti šios tvarumo sistemos. Darbe atliekama literatūros ir palyginamoji analizė. Taip pat siūlomas keturių lygių tarp sisteminių vertinimas (bendras palyginimas, kategorijų palyginimas, kriterijų palyginimas ir indikatorių palyginimas). Padaryta išvada, kad šios pastatų tvarumo sistemos ir jų vertinimas išliks populiari mokslinių straipsnių tema ir ateityje.

Moksliniame darbe „Pagrindinių kriterijų vertinimas tarptautinėse tvarumo sistemose“ (*ang. Key credit criteria among international green building rating tools*) [6] nagrinėjamas populiariausių pasaulyje (BREEAM, LEED, Green star, CASBEE, GBI, Green Mark, BEAM Plus ir IGBC) tarpusavyje palyginimas. Nors visos šios sistemos vertina labai panašius pastatų tvarumo aspektus, tačiau yra sudėtinga palyginti jų įvertinimus tarpusavyje. Darbe atliktame tyrime, pagal literatūros šaltinius buvo išrinkti „žaliųjų pastatų“ vertinimo kriterijai. Palyginus visus kriterijus matematinio aspektu buvo pastebėta, kad didžiausias dėmesys yra skiriamas energijos, statybinių medžiagų, vandens panaudojimui,

projekto valdymui, atliekų tvarkymui. Tai buvo nustatyta pagal kriterijų svorį galutiniuose šių sistemų vertinimuose. Kai kurios sistemos (CASBEE ir IGBC) išsiskyrė savo rezultatais, nes yra pritaikytos prie Japonijos ir Indijos aplinkosauginių problemų ir statybos normų.

Kitas nagrinėtas mokslinis straipsnis buvo apie pastatų tvarumo vertinimą Estijoje, palyginant esamus pastatų reikalavimus su BREEAM ir LEED sertifikavimo sistemomis (*ang. Building sustainability objective assessment in Estonian context and a comparative evaluation with LEED and BREEAM*) [7]. Naudojami metodai – palyginamoji analizė. Šiam tyrimui atlikti buvo pasirinkti penki, geriausiai esamas Estijos statybos normas atitinkantys pastatai. Didžiausias dėmesys kreipiamas į vidaus aplinką, energijos naudojimą ir susiekimą bei transportą. Tada šie penki pastatai buvo vertinti pagal LEED ir BREEAM sistemas. Gauti rezultatai parodė, jog esamos normos, kuriomis yra vertinama vidaus aplinka, energijos naudojimas ir susiekimas gali būti geras pagrindas siekiant gauti gerą LEED ar BREEAM įvertinimą. Gauti skirtumai šiose kategorijose buvo nedideli. Tyrimas taip pat buvo naudingas siekiant sukurti Estijos žaliųjų pastatų vertinimo sistemą.

Straipsnyje „Tvari statyba – aplinkos vertinimo sistemų svarbumas“ (*ang. Sustainable construction—The role of environmental assessment tools*) [25] nagrinėjamas visų tvarumo vertinimo sistemų įtaka darant prieš projektinius sprendimus. Dažnai tokie sprendimai būna sudėtingi ir labai kompleksiški, ypač kai tokių sprendimų vertė yra milijoninė, todėl tvarumo sistemų taikymas dideliuose projektuose yra labai svarbus. Atlikus tyrimą buvo išsiaiškintos pagrindinės priežastys, kodėl tvarumo sistemų taikymas nėra toks patogus. Tai – nelankstumas, kompleksškumas, vertinimo sistemų svarstymo trūkumas yra pagrindinės priežastys kurios trukdo įsisavinti šias sistemas. Buvo sukurtas tvarumo indeksas, kurio pagalba vystytojas gali priimti sprendimus dėl vertinimo sistemos pasirinkimo, svarbiausių kriterijų siekimo.

Šis indeksas padaro pastato tvarumo siekimą paprastesniu.

Moksliniame tiriamajame darbe (*ang. Feasibility Study and Economic Assessment in Green Building Projects*) [8]. žaliųjų pastatų galimybių studija ir ekonominis vertinimas tyrinėjamos bendros galimybės užsakovui/investuotojui imtis žaliojo pastato statybos. Darbe vertinama: vietovės, demografinė analizė. Taip pat apžiūrima statybos aikštelė, atliekamas išsamus NT rinkos vertinimas, ruošiamosi statyti pastato paskirties, finansinė ir vertės palyginimo analizės. Tai leidžia susidaryti bendrą vaizdą ir atsakyti į klausimą ar žaliojo pastato statyba bus ekonomiškai pagrįsta.

Pietų Korėjoje buvo sukurta programinė įranga, leidžianti palengvinti pagrindinių statybos dalyvių darbą, siekiant pastato tvarumo tikslų. (*ang. Integrated Construction Process for Green Building*) [9]. Šiame tyrime atliekama literatūros analizė. Pagrindinė problema – sudėtingas ir ilgas būtinis

statybinės dokumentacijos ruošimas. Parengta programa leidžia greičiau ir daug paprasčiau parengti reikiamą dokumentaciją siekiamam sertifikatui gauti.

Kitame nagrinėtame tyrime „Kaip tiksliai BREEAM sistema vertina tvarumą“ (*ang. How accurately does BREEAM measure sustainability*) [29] buvo iškeltas klausimas apie BREEAM atitikimą statybos tvarumo paradigmoms t.y. socialinė, ekonominė ir aplinkosauginė. Buvo atlikta apklausa, respondentai – su BREEAM dirbantys statybos profesionalai. Jie sutiko atsakyti į 16 klausimų kurie buvo suformuluoti siekiant išsiaiškinti esamą situaciją ir respondentų nuomonę šia tema. Rezultatai parodė, kad BREEAM yra labai naudingas įrankis siekiant įvertinti pastato tvarumą, tačiau statybos tvarumas turi būti orientuotas ne tik į aplinkos, ekologinius bet ir į visuomeninius, ir ekonominius aspektus. Respondentų nuomone vertinimo sistemos techniniai žinytai yra labai subjektyvūs ir dviprasmiški. Tai gali reikšti, kad skirtingų projektų įvertinimai gali būti nevienodai reikšmingi nepaisant matematinio kriterijaus. Tačiau reikia suprasti, kad šių dienų statyboje BREEAM yra labai svarbus įrankis vertinant statybos projektų tvarumą ir ekspertų nuomone pritaikius tam tikrus nedidelius, tačiau reikšmingus pakitimus galima užtikrinti gerą statybos tvarumo vertinimą su BREEAM sistema.

Straipsnyje „Žaliųjų pastatų vertinimo sistemos: Pasaulinių tvarumo sistemų palyginimas ir jų tyrimų kryptys“ (*ang. Global building rating systems: Global reviews of practices and research efforts*) [14]. nagrinėjamos populiariausios pasaulyje pastatų tvarumo vertinimo sistemos. Buvo atliktas 15 skirtingų sistemų palyginimas pagal tai, kokius pastatus jos vertina, kokius kriterijus jų vertinimai aprėpia, koks yra kriterijų matematinis svoris bendroje vertinimo skalėje ir galutiniai įvertinimai. Rezultatai parodė, kad daugiausia dėmesio tarp pasaulyje populiariausių sistemų skiriama tokioms tvarumo kryptims : energijos vartojimas/panaudojimas, objekto vieta, vidaus aplinka, sklypo ir išorės aplinka, statybinės medžiagos, vandens vartojimas/panaudojimas ir inovacijos. Taip pat buvo pasiūlytos trys kryptys, kuriomis turėtų būti atliekami tolesni tvarumo sistemų tyrimai : populiariausių tvarumo sistemų įgyvendinimas, projekto dalyvių analizė ir korporatyvinės tvarumo sistemos sukūrimas.

Paskutinis nagrinėtas mokslinis straipsnis yra apie LEED, BREEAM, GSAS ir Estidama kritinę analizę (*ang. Sustainability and green building rating systems: LEED, BREEAM, GSAS and Estidama critical analysis*) [10]. Buvo atliekama literatūros ir skaičiuojamoji analizė. Problema – pagrindiniai trys žaliojo pastato aspektai yra: aplinkosauginis, socialinis ir ekonominis. Gavus šių tvarumo sistemų sertifikatą/us nebūtinai bus pasiektos šios trys pagrindinės tvarumo paradigmos. BREEAM, GSAS ir Estidama sistemų didžiausi prioritetai yra energijos suvartojimas, o LEED – vidaus aplinkos kokybė. Visos šios sistemos yra susikoncentravusios ties aplinkosauginiais aspektais ir mažiausiai dėmesio skiria socialiniams problemoms.

1.3 Literatūros analizės apibendrinimas ir vertinimas

Atlikus mokslinės literatūros analizę šia tema mes susipažiname su „žaliųjų pastatų“ vertinimo mokslinėmis problemomis ir sužinojome, kad šiuo metu yra ištirta:

- Tvarumo sistemų taikymas siekiant sumažinti CO₂ išmetimą;
- Pastato tvarumo vertinimas eksploatacijos laikotarpiu;
- Kaip statybos rangos įmonės supranta „žaliųjų pastatų“ statybą;
- Kokie pagrindiniai veiksniai skatina ir trukdo įsisavinti „žaliųjų pastatų“ technologijas;
- Kaip pasirinkti projekto komandą „žaliojo statinio“ projekto vystymui;
- Pastatų tvarumo vertinimo palyginimas tarp skirtingų sistemų;
- Pastatų tvarumo vertinimas lyginant su valstybinėmis normomis;
- Galimybės vystyti „žaliojo statinio“ projektą;
- „Žaliųjų pastatų“ statybinės dokumentacijos ruošimas;
- Išsamus pasaulinių tvarumo sistemų palyginimas;
- Tvarumo sistemų kritinė analizė;

Pasaulyje dažniausiai naudojamos BREEAM, LEED vertinimo sistemos vertina panašius pastato tvarumo kriterijus (energijos naudojimas, vidaus aplinka, statybinės medžiagos, vanduo, projekto valdymas ir atliekų tvarkymas). Nors šios sistemos aprėpia visus tvarumo aspektus, tačiau daugelis išsivysčiusių pasaulio valstybių turi savo rinkai pritaikyta vertinimo sistemą (*DGNB*-Vokietija, *LPTVS*-Lietuva, *CASBEE*-Japonija ir t.t) [6]. Tai leidžia paprasčiau ir dažniausiai mažesnėmis investicijomis siekti pastato tvarumo įvertinimo.

Siekiant statinio tvarumo vertinimo dažniausiai viskas priklauso nuo užsakovo. Jo sprendimu yra pasirenkama vertinimo sistema, siekiamas galutinis įvertinimas, tačiau taip pat didelė dalis atsakomybės tenka visiems to projekto statybos dalyviams. Jei kiti projekto dalyviai nėra suinteresuoti tvarumo siekimu yra didelė tikimybė, kad projektas nepasieks iškeltų aplinkos poveikio mažinimo tikslų [5]. Labai svarbu išsrinkti tinkamus projekto dalyvius tai yra tokius, kurie turi patirties su „žaliųjų pastatų“ statyba. Tačiau yra labai dažnas ir atvirkštinis variantas – užsakovas nori savo vystomam projektui gauti *BREEAM* ar *LEED* sertifikatą, tačiau pats nėra suinteresuotas pastatų poveikio aplinkai mažinimu ar šiuo klausimu visai neturi kompetencijos. Būtent tai, gali būti viena iš didžiausių rizikų susijusių su numatytu sertifikato įvertinimo gavimu [13].

Tačiau į viską turime pažvelgti ir iš užsakovo pusės. Žaliųjų pastatų statyba turi būti ekonomiškai pagrįsta, įvertinant ilgesnį statybos laikotarpį ir papildomas išlaidas [37]. Didesnės nuomos ar pardavimo pajamos taip pat mažesnės eksploatacijos išlaidos atperka papildomas investicijas [8]. Projektas, kuris gauna

LEED ar BREEAM įvertinimą turi daugiau žinomumo rinkoje, taip pat tampa prestižiniu lyginant su projektais, kurie nėra vertinami [5]. Išsivysčiusiose šalyse pirkėjai ir nuomininkai vertina tvarius pastatus. „Žaliųjų statinių“ populiarumą lemia rinkos dalyvių kompetencija ir suvokimas, kad turime gyventi tausodami aplinką. Taip pat dažniausiai sertifikato įvertinimo siekia užsienio investuotojai norėdami savo vystomam projektui suteikti likvidumo ir taip geriau apsaugodami savo investicijas svetimose NT rinkoje.

Pasirinkus savo projektui siekti tvarumo įvertinimo yra sumažinimos projekto statybos rizikos susijusios su darbų saugos, aplinkos apsaugos, socialinės gerovės reikalavimų laikymusi lyginant su konvenciniais statybos projekto vystymo būdais, kuriuos nustato normos, reglamentai ir įstatymai [7]. Užsakovui apsisprendus dėl sertifikato siekimo turi būti parenkama projekto vystymo komanda. Teisingas komandos pasirinkimas gali lemti projekto sėkmę ir galutinį vertinimo rezultatą [5].

Užsakovui priėmus sprendimą, kokią sistema bus vertinamas jo vystomas projektas [6], atliekamas prieš projektinį vertinimą, kuriame dažniausiai, pagal pasirinktus architektūrinius sprendinius, pritaikytas technologijas numatoma, kokio įvertinimo galima siekti. Parengtas projektas yra galutinai įvertinamas ir tai turi didelę įtaką galutiniam statinio tvarumo rezultatui.

Renkantis projekto statybos rangovą reikia įvertinti tai ar statybos įmonė yra sėkmingai įgyvendinusi bent penkis „žaliųjų statinių“ projektus [13]. Patikimi rangovai dirba efektyviau, profesionaliau ir šiuo atveju, kai yra siekiama net tik kokybiškai ir laiku įgyvendinti projektą, bet ir sugeba pasiekti užsibrėžtą tvarumo įvertinimą statybos etape. Kai kurios vertinimo sistemos pavyzdžiui BREEAM numato, kad turi būti paskirtas atskiras tvarumo stebėtojas, kuris vykstant statybos etapui vertina, kaip yra įgyvendinami numatyti tvarumo kriterijai. Statybos ir projekto valdymo etape dažniausiai yra siekiama:

1. Naudoti kuo daugiau perdirbtų statybinių medžiagų;
2. Naudoti statybines medžiagas, kurios yra perkamos iš tvarių gamintojų;
3. Atsakingo atliekų valdymo;
4. Tarptautinių ir valstybinių darbo kokybės ir saugos užtikrinimo reikalavimų įgyvendinimas ir geriausių praktikų taikymas;
5. Žalingo statybos poveikio aplinkai mažinimo.

Pabaigus pastato statybos ciklą yra atliekama sertifikacija. Vertinama kokius tvarumo kriterijus pastatas įgyvendino, sumuojami surinkti taškai/balai ir gaunamas galutinis įvertinimas. Šis projekto ir statybos ciklą vertinimas BREEAM sistemoje vadinasi *New construction*, LEED – *Core and shell*. Tai yra įgyvendinto projekto tvarumo ir darnumo rezultatas.

2. Pastatų tvarumo vertinimo metodika.

Šioje darbo dalyje nagrinėsime pastatų vertinimo teorinius modelius, kurie yra paremti pasaulyje plačiausiai naudojamomis tvarumo sistemomis. Tai BREEAM, LEED, DGNB, „Green mark“, „Green star“, IGBC, BEAM Plus, CASBEE ir kt. Visos šios sistemos vertina pastatų statybos, projektavimo ir eksploatacijos darnumą su aplinka, kurioje jie bus vystomi. Mums įdomūs tik Lietuvoje esantys „žalieji pastatai“, kurie turi įvertinimus.

2013 m. Lietuvoje buvo įkurta „Lietuvos Žaliųjų Pastatų Taryba“. Jos pagrindiniai tikslai yra skatinti tvarios aplinkos kūrimą, pristatyti visuomenei tvarių pastatų privalumus remiantis realiais pavyzdžiais [15]. LZPT internetinėje svetainėje galima pamatyti jų sukurtą „Lietuvos Žaliųjų pastatų žemėlapi“, kuriame puikiai išdėstyti visi Lietuvoje esantys „žalieji pastatai“. Pažvelgę į šį žemėlapi iškart galime pastebėti kelias tendencijas:

1. Iš 60 pastatų, kurie turi įvertinimus – 49 yra įvertinti BREEAM, 10 – LEED ir vienas LPTVS (Lietuvoje sukurta tvarumo sistema, apie ją šiek tiek vėliau);
2. Didžioji dalis pastatų yra pastatyta pagrindiniuose šalies didmiesčiuose;
3. Žvelgiant giliau galima pastebėti jog daugelis pastatų turi eksploataavimo ciklo įvertinimus ir tik keletas projektų, kuriuose buvo vertintas tvarumas statybos etape;
4. Projektai, kuriuose buvo vertintas statybos etapas yra administracinės paskirties pastatai (verslo centrai, ofisai);

Įvertinę šias įžvalgas galime teigti jog mūsų analizė turi susidėti iš BREEAM ir LEED tvarumo schemų, pastatų paskirtis – administracinė. Sekančiuose skyreliuose nagrinėsime šias sistemas, jų pagrindinius kriterijus, vertinimo metodiką, schemų tvarumo galimybes ir veikimo principus.

2.1 BREEAM tvarumo sistemos vertinimo analizė

BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*). Pastatų tvarumo vertinimo sistema sukurta 1990 m. Watford mieste Jungtinėje Karalystėje priklausanti BRE (*Building research establishment*) JK statinių tyrimų įstaigai. Tai yra plačiausiai ir seniausiai naudojama pastatų tvarumo vertinimo sistema pasaulyje. Daugiau nei 250 tūkst. statinių pasaulyje yra įvertina naudojantis šią schema ir daugiau nei milijonas šiuo metu yra sertifikuojama 50 skirtingų pasaulio valstybių.

Pagrindiniai šios sistemos tikslai yra vertinti statinių tvarumą naudojantis kokrečiais metriniais duomenimis. Schema yra išskirstyta į kategorijas, kurios yra tiesiogiai susijusios su pastatų aplinkosauginėmis problemomis. Tai yra energijos ir vandens vartojimas, užterštumas, sveikata ir

gerbūvis, transportas, statybinės medžiagos, atliekų tvarkymas, ekologija, inovacijos ir projekto valdymas.

Sistema gavo pripažinimą pasaulio mastu dėl santykinai nedaug padidėjančių statinio išlaidų siekiant gauti gerą tvarumo įvertinimą. BREEAM padeda pirkėjui, nuominkui ar vystytojui lengvai palyginti statinį su kitais „žaliaisiais pastatais“. Pastatų vertinimą atlieką licenzijuotos įmonės ar akredituoti individualūs vertintojai. BREEAM sistema yra pritaikyta visiems pastato gyvavimo ciklams, kuri schema yra tinkama vystomam projektui lemia esamos aplinkybės ir užsakovas.

BREEAM New Construction – tai schema, kuri yra sukurta vertinti pastato poveikį aplinkai projektavimo ir statybos etapuose.

BREEAM International New Construction – schema, kuri yra taikoma visose pasaulio valstybėse išskyrus tas, kurios turi savo BREEAM sistemų specifikacijas pagal vietinius projektavimo ir statybos reglamentus, normas ir standartus. Tai yra Vokietija, Nyderlandai, Švedija, Norvegija ir Ispanija.

BREEAM In-use – schema skirta pastato eksploatavimo ciklui. Joje vertinama pagrindiniai trys kriterijai : statinio turtas, statinio valdymas ir staitinio rezidentų valdymas.

BREEAM Refurbishment – skirta statinio renovacijos ciklui.

BREEAM Communities – schema, kuria vadovaujantis yra kuriamos, vetinamos ir plėtojamos bendruomenės.

Taip pat yra gyvenamųjų namų vertinimo schema, kurios pagrindiniai kriterijai yra namo išlaidų valdymas, sveikata, aplinkotvarka ir aplinkosauginis poveikis. Visos šios schemos bendrai apima visus pastato gyvavimo ciklus išskyrus griovimą [32].

Norėdami geriau suvokti kas yra pastato tvarumas turime nagrinėti visus pagrindinius vertinimo kriterijus ir aspektus įvardinamus BREEAM techniniame vadove.

Projekto valdymas. Ši kategorija vertina tvarias projekto valdymo praktikas, kurios yra susijusios su projektavimu, statybos etapu, statinio registravimu, perdavimu ir statinio priežiūra po jo užbagimo. Projekto valdymo kategorija susideda iš tokių kriterijų:

- Užsakovo konsultacijos su projekto dalyviais ir atitinkamomis trečiosiomis šalimis;
- Tvarumo stebėtojo paskyrimas;
- Statinio gyvavimo ciklo priežiūros ir valdymo ekonominė analizė;
- Generalinis rangovas laikosi geriausių statybos praktikų susijusių su aplinkiniais gyventojais;
- Stebimas energijos, vandens ir transporto įtakos poveikis;

- Savalaikis ir suplanuotas visų pastato sistemų testavimas ir pridavimas;
- Tinkamas atsiradusių defektų šalinimas;
- Personalo, nesusijusio su statyba apmokymas perduodant pastatą naudotojui.

Sveikata ir vidaus aplinka. Šioje kategorijoje yra skaitinamas pastato rezidentų ir svečių komfortas bei sveikata.

- Eleminuoti visi potencialūs neigiami saulės šviesos srautai pastato patalpose;
- Pakankamas dienos šviesos srautas;
- Pakankamas matomumas per langus siekiant išvengti akių nuovargio;
- Vidaus ir išorės apšvietimas suprojektuotas taip, kad būtų išvengta mirgėjimo taip pat būtų pakankamas šviesos srautas;
- Zoninis vidaus apšvietimas;
- Minimalizuotas vidaus oro užterštumas;
- Pastato ventiliacijos sistema prisitaiko prie besikeičiančių metų laikų ir pastato rezidentų kiekio;
- Laboratorijų veiklos rizikos vertinimas;
- Laboratorijų traukos spintų įrengimas pagal geriausias praktikas;
- Pastatas atitinka geriausius terminius modelius;
- Įvertinta klimato kaitos įtaka pastato terminiam modeliui;
- Terminis modelis numato temperatūros valdymo strategiją pagal pastato ir rezidentų poreikius;
- Pastatas atitinka reikiamus akustinius standartus;
- Saugus patekimas į ir iš pastato;
- Įvertintas apsaugos poreikis;
- Rizikos susijusios su gamtos katastrofomis įvertinimas;
- Pastate yra numatyta nevieša erdvė, kurioje galima išeiti į lauką;
- Vandens užterštumo mažinimas ir švaraus vandens užtikrinimas;

Energija. Šioje kategorijoje yra vertinama tvarus energijos naudojimas, skatinami energetiškai efektyvūs sprendimai, sistemos ir įranga. Pagrindiniai aspektai yra efektyvus pagamintos energijos naudojimas ir CO₂ mažinimas.

- Pripažinti energijos panaudojimo sprendimai kuriais yra viršijami standartiniai energijos naudojimo reikalavimai;
- Sumažintas pastato energijos poreikis;
- Energijos suvartojimo stebėjimas;

- Efektyvus išorinis apšvietimas, kuris gali prisitaikyti pagal šviesos poreikį;
- Pasyvaus projekto sprendimai siekiant sumažinti CO₂ kiekį;
- Pasirenkami CO₂ nenaudojantys ar mažai naudojantys energijos šaltiniai;
- Šaldymo sistemos ir jų elementai sukurti, įdiegti ir naudojami taip kad CO₂ išsiskyrimas būtų kuo mažesnis.
- Optimalus liftų, eskalatorių skaičius paremtas žmonių judėjimo pavyzdžiais;
- Optimizuotas laboratorijų energijos suvartojimas;
- Energetiškai efektyvi laboratorijose naudojama įranga;
- Nereguliuojamos energijos nustatymas;
- Reikšmingas nereguliuojamos energijos vartojimo sumažinimas;

Transportas. Šioje kategorijoje yra vertinami visi tvarūs transporto būdai, kuriais naudosis pastato rezidentai. Tai yra viešojo transporto pasiekiamumas taip pat alternatyvaus transporto priemonių sprendimai (dviračių transportas).

- Geras viešojo transporto pasiekiamumas;
- Lengvas priėjimas prie netoliese esančių traukos centrų;
- Galimybė naudotis mažai ar visai CO₂ neišmetančiomis transporto priemonėmis;
- Atitinkamas parkavimo vietų skaičius siekiant sumažinti individualių kelionių skaičių;
- Parengtas specialus kelionės planas siekiant sumažinti transporto judėjimą;

Vanduo. Ši kategorija vertina tvarų vandens panaudojimą.

- Vanduo skirtas augalų laistymui turi būti surinktas ir išvalytas lietaus vandeniu;
- Stebimi vandens srautai pagrindinėse vandentiekio magistralėse;
- Vandens nutekėjimo stebėjimo sistemos pagrindinėse vandentiekio magistralėse;
- Vandens srovės reguliavimas kiekviename tualete;
- Dažni ir lengvai pasiekiami vandens uždarymo vožtuvai siekiant greičiau sutvarkyti atsiradusį vandens nuotekį;

Statybinės medžiagos. Ši kategorija vertina statybinių medžiagų daromą poveikį aplinkai.

- Pagrindinių pastato konstrukcijų tvarumas ir ekonominis vertinimas atžvelgiant į pastato gyvavimo ciklą.
- Statybinių medžiagų pirkimas pagal patvirtintą tvarių medžiagų pirkimo planą;
- Pagrindinės pastatui naudojamos statybinės medžiagos yra perkamos iš tvarių gamintojų.

- Pastate taikomos priemonės siekiant sumažinti pastato nusidėvėjimą ir pažaidas;
- Pastatas suprojektuotas taip, kad būtų sumažintas statybinių medžiagų nusidėvėjimas;
- Nustatytos galimybės, kaip sumažinti statybinių medžiagų sunaudojimą;

Atliekos. Šioje kategorijoje yra vertinamas atliekų valdymas visose statinio gyvavimo cikluose, todėl jis turi būti suprojektuotas ir pastatytas taip, kad statybos, eksploatacijos ir renovacijos cikluose atsirastų, kuo mažiau atliekų ir kuo daugiau jų būtų perdirbama.

- Paruoštas statybinių atliekų tvarkymo planas;
- Sumažintas statybvietės atliekų kiekis apdirbant medžiagas ar gaminius gamykloje;
- Apsaugoti aplinką nuo nepavojingų statybinių atliekų užteršimo (statybinis laužas);
- Perdirbtų statybinių medžiagų numatytas panaudojimas;
- Numatyta vieta sandėliuoti perdirbamas statybines atliekas;
- Jei nėra sutarta su nuominku ar pirkėju dėl konkrečios apdailos detalių naudoti tik kilimines dangas;
- Įvertinti galimą klimato kaitos poveikį pastato sistemoms visam jo gyvavimo ciklui;

Sklypo panaudojimas ir ekologija. Šiame skirsnyje yra aptariamas tvarus žemės sklypo panaudojimas, aplinkos apsauga, bioįvairovės esančios sklype gerinimas.

- Pastato vietai pasirinktas sklypas buvo anksčiau naudotas ar kaip nors užterštas. Vengti užstatyti naujas teritorijas;
- Užstatyti tas teritorijas, kurios turi ribotą ar menką vertę laukiniai gyvūnijai;
- Projekto numatyti, kaip galima pagerinti esamo sklypo ekologiją;
- Sumažinti ilgalaikę neigiamą įtaką aplinkiniai bioįvairovei.

Užterštumas. Šis skyrius skirtas užteršimo ir paviršinio vandens nubėgimo kontrolei ir prevencijai. Tikslas sumažinti oro, triukšmo ir potvynių sukeltus padarinius aplinkai.

- Šaldymui skirtų skyščių patekimo į aplinką prevencija ir išvengiamumas;
- Azoto išsiskyrimo į aplinką sumažinimas, kurį išskiria pastato šildymo sistemos;
- Sklypo formavimas siekiant išvengti užtvindymo;
- Nuo pastato paviršiaus nubėgantis vanduo neturi pabloginti su užtvindymu susijusios situacijos nei buvo prieš pastato statybą;
- Įdiegtos vandens užterštumo prevencijos priemonės;
- Sumažintas išorinis apšvietimo užterštumas;
- Priemonės sumažinti pastato skleidžiamą triukšmą jei toks yra;

Inovacijos. Šis kriterijus vertina visus aptartus tvarumo egzempliorius jei jie pranoksta pavyzdinius įvertinimus. Tai reiškia buvo pasiekta gerokai daugiau nei galimas maksimalus įvertinimas.

Taigi aptarėme visas BREEAM tvarumo kategorijas ir pagrindinius šiose kategorijose vertinamus kriterijus. Galime pastebėti keletą dalykų: seikiant įgyvendinti daugelį kriterijų (sveikata ir vidaus aplinka, energija, transportas, sklypo panaudojimas ir ekologija, užteršumas ir inovacijos) juos reikia numatyti dar projektavimo cikle, todėl būtinas užsakovo ir visų kitų projekto dalyvių glaudus bendradarbiavimas ir patirtis tokių projektų vystyme [5]. Papildomi apribojimai vystant projektą tik dar labiau apsunkina ir taip nelengvą projektavimo ir statybos procesą. Todėl kaip ir bet kurioje kitoje statybos srityje „žaliųjų pastatų“ statyboje reikalinga dalyvių patirtis.

Toliau aptarsime atskirų kategorijų įtaką bendram rezultatui ir vertinimo sistemą: *Projekto valdymas* -12,00%, *Sveikata ir vidaus aplinka* – 14,00%, *Pavojai* – 1,00% *Energija* – 19,00%, *Transportas* – 8,00%, *Vanduo* – 6,00%, *Statybinės medžiagos* – 12,5%, *Atliekos* – 7,500%, *Sklypo panaudojimas ir ekologija* – 10,00%, *Užterštumas* – 10,00%, *Inovacijos* – 10,00%. Bendra suma -110%, įvertinimai inovacijų srityje vertinami papildomais kreditais, teoriškai neįgyvendinus jokių inovacijų galima gauti maksimalų įvertinimą. Galutinis įvertinimas skaičiuojamas dauginant kiekvienos kategorijos įtaką su surinktų taškų procentiniu įvertinimu ir taip sudedant visas kategorijas. Pavyzdžiui projekto valdymas – maksimali galima taškų suma yra 20, o buvo surinkta 10 – tai yra 50 proc. Šios kategorijos svoris yra 0,12 ir kategorijos įvertinimas apskaičiuojamas $50\% * 0,12 = 6\%$. Taip sudedami visų kategorijų įvertinimai ir gaunamas bendras galutinis įvertinimas ir suteikiamas BREEAM reitingas. $\geq 85\%$ *OUTSTANDING*, $\geq 70\%$ *EXCELLENT*, $\geq 55\%$ *VERY GOOD*, $\geq 45\%$ *GOOD*, $\geq 30\%$ *PASS*, $< 30\%$ *UNCLASSIFIED*. Šiuo metu geriausią įvertinimą pasaulyje yra gavęs BLOOMBERG pastatas Londone – 98,5 %.

Išlaidos susijusios su sertifikavimu ir tvarumo siekimu BREEAM sistemoje priklauso nuo siekiamo rezultato įvertinimo ir pasirinktos vietos vystomam projektui. Pasirinkta vieta gali lemti, kad norint gauti *Excellent* įvertinimą, projekto papildomos išlaidos svyruoja nuo 0,5 iki 10 proc.[34]. Kai kuriems pastatams, kurie pasiekia *Outstanding* įvertinimą, papildomos išlaidos gali sudaryti net iki 20 proc. projekto vertės, tačiau vidutiniškai tai sudaro 2 proc. siekiant gauti labai gerą įvertinimą.

2.2 LEED tvarumo sistemos vertinimo analizė

LEED (*Leadership in energy and enviromental design*) yra viena iš populiariausių pasaulyje „žaliųjų pastatų“ vertinimo sistemų. Šią sistemą 1993m JAV pradėjo rengti ir kurti nepelno siekianti Jungtinių Valstijų Žaliųjų Pastatų Taryba (ang. *U.S. Green Building Council arba USGBC*). Ši sistema kaip ir BREEAM atskirai vertina pastato, gyvenamųjų namų ir kvartalo projektą, statybos etapą ir

eksploatacijos ciklą. Pagrindiniai siekiai yra padėti pastatų savininkams ir valdytojams būti kuo draugiškesniems aplinkai ir efektyviai naudoti esamus resursus.

Sistema po truputį tobulinama kiekvienais metais, reikšmingi pakitimai atlikti 2005 m (LEED NCv2.2), 2009 m (LEED v3) ir 2016 m (LEED v4). Visa sistema turi skirtingas schemas, kurios yra pritaikytos konkrečiam pastatų tipui ar statinio ciklui:

Green Building Design and Construction

- *LEED for New Construction* – taikoma naujai statybai taip pat ir tuo atveju kai šia sistema yra vertinama daugiau nei 50 % nuomai skirto ploto;
- *LEED for Core and Shell* – užsakovas taiko šią sistemą, kai kontroliuojamos tik bendros pastato erdvės ir mažiau nei 50 % nuomai skirti ploto;
- *LEED for Schools* – naujiems ir renovuojamiems mokyklų pastatams;
- *LEED for Retail: New Construction and Major Renovations* – mažmeninės prekybos patalpoms skirta sistema;
- *LEED for Healthcare* – skirta sveikatos apsaugos ir gydymo įstaigoms, kurios veikia 24 val. per parą.

Green Interior Design and Construction

- *LEED for commercial interiors* – naudojama, kai pastatas yra vertinamas LEED ir taip pat siekiama įvertinti nuomininkų erdves;
- *LEED for Retail: Commercial interiors* – taikoma individualiam pastato ploto nuomininkui net jei pastatas nėra vertinamas LEED;

Green building Operations and Maintenance

- *LEED for Existing Buildings: Operations and Maintenance* – skirta pastato eksploatacijai;

Green Neighborhood Development

- *LEED for Neighborhood Development* – skirta įvertinti plėtojamo kvartalo tvarumą;

Green Home Design and Construction

- *LEED for Homes* – taikoma gyvenamiesiems namams.

Tai yra pagrindinės schemas skirtos vertinti skirtingus pastatus ir skirtingus jų gyvavimo ciklus. Iškart galime pastebėti skirtumą lyginant su BREEAM dėl nuomininkų patalpų individualaus vertinimo

galimybės ir specializuotų statinių. Pagrindinės kategorijos, kurios galioja beveik visose išvardintose schemose yra: statinio vieta ir susisiekimas, tvarus sklypas, efektyvus vandens naudojimas, energija ir atmosfera, statybinės medžiagos ir resursai, vidaus aplinkos kokybė, inovacijos ir regioniniai prioritetai. Norėdami geriau suvokti, kaip veikia šios sistemos vertinimas turime nagrinėti LEED v4 *for building desing and construction 2018* techninį vadovą.

Integruotas projekto vystymo procesas. Jo tikslas yra išsiaiškinti galutinius siekiamus projekto rezultatus atliekant išankstinę visų susijusių su projektų procesų analizę.

Statinio vieta ir susiekimas. Šios kategorijos tikslas yra paskatinti išvengti pastatų statybos jiems netinkančiose vietose taip siekiant sutrumpinti keliones automobiliu ir paskatinti gyventojus daugiau fiziškai judėti.

- Pažeidžiamų teritorijų apsauga;
- Projektų vytymas ten kur jie turėtų prioritetinę svarbą;
- Projektų vystymas vietose, kur yra išplėtota infrastruktūra;
- Projekto vystymas vietose kur yra išplėtos įvairios transporto galimybės;
- Galimybės patogiai naudotis dviračių transportu;
- Automobilių parkingo žalos aplinkai mažinimas;
- Skatinti naudoti alternatyvias energijos rūšis naudojančias transporto priemones;

Tvarus sklypas. Tikslai yra sumažinti aplinkos užterštumą statybos metu kontroliuojant dirvožemio eroziją, upių ar kitų vandens kelių nusėdimą ir dulkių atsiradimą.

- Sklypo įvertinimas aplinkosauginiu požiūriu;
- Sklypo tvarumo kompleksinis įvertinimas;
- Aplinkos apsauga ir pažeistų vietovių atkūrimas;
- Atviros erdvės;
- Lietaus kanalizacijos neigiamo poveikio aplinkai sumažinimas;
- Karščio salų sumažinimas;
- Apšvietimo taršos sumažinimas;
- Nuominkų edukacija pastatų tvarumu dar prieš pradėdant šiems įsikurdinėti;

Efektyvus vandens naudojimas. Tikslas – sumažinti pastatui reikalingo vandens sunaudojimą.

- Sumažinti pastato vidaus naudojimui reikalingą vandens kiekį;
- Vandens valdymas ir būdai jį sutaupyti;
- Sumažinti pastato išorės naudojimui reikalingą vandens kiekį;
- Sumažinti ir kontroliuoti aušinimo bokštų sunaudojamą vandens kiekį;

- Stebėti vandens sunaudojimą ir ieškoti būdų kaip jį sumažinti;

Energija ir atmosfera. Skirta projektavimo, statybos ir eksploatacijos ciklams siekiant užtikrinti užsakovo pageidaujamus vandens, energijos, vidaus aplinkos ir patikimumo reikalavimus.

- Minimalios energijos poreikio nustatymas;
- Pastato energijos sunaudojimo stebėjimas;
- Šaldymo skysčių valdymas;
- Sustiprinta energetinių sistemų apžiūra;
- Energijos naudojimo optimizavimas;
- Pažangus energijos suvartojimo stebėjimas;
- Energijos pagal poreikį technologijų taikymas;
- Energijos iš atsinaujiančių šaltinių gamyba;
- Šaldymo skysčių valdymas;
- Žaliosios energijos naudojimas ir CO₂ mažinimas;

Statybinės medžiagos ir resursai. Šios kategorijos tikslas yra sumažinti atliekų kiekį susidarantį pastato statybos ir eksploatacijos metu.

- Statybos ir griovimo atliekų valdymo planas;
- Statinio gyvavimo ciklo poveikio aplinkai mažinimas;
- Tvarių statybinių medžiagų naudojimas;
- Statybinių medžiagų pirkimas iš tvarių šaltinių;
- Atsakingas statybinių medžiagų pirkimas;
- Statybos ir griovimo atliekų valdymas;

Vidaus aplinkos kokybė. Ši kategorija skirta minimalių standartų vidaus oro kokybės užtikrinimui.

- Tabako dūmų nepatekimo į vidaus aplinką užtikrinimas;
- Padidintos vidaus oro kokybės strategijos;
- Oro kokybei nedarančių įtakos statybinių medžiagų naudojimas;
- Vidaus oro kokybės valdymo planas;
- Vidaus oro kokybės vertinimas;
- Terminis komfortas;
- Aukštos kokybės vidaus apšvietimas;
- Dienos šviesos srauto padidinimas;
- Gražus vaizdas per langus;
- Geros akustinės patalpų savybės;

Inovacijos. Skatinti, kad projektuose būtų siekiama išskirtinių ir inovatyvių rezultatų.

Regioninis prioritetas. Geografinės ir socialinės aplinkos prioritetų taikymas.

Taigi aptarėme visas LEED vertinimo sistemos kategorijas ir galime pamatyti panašias vertinimo kategorijas į BREEAM, tai tik patvirtina, kad šios sistemos nagrinėja svarbiausius aplinkos poveikio aspektus, kurie yra orientuoti į gamtos apsaugą, žmogaus aplinką ir tvarų resursų naudojimą.

Toliau aptarsime LEED sistemos vertinimą. Už kiekvieną įgyvendintą kriterijų skiriami taškai, skaičiuojant vertinimo rezultataus taškai sumuojami ir sužinomas bendras galutinis rezultatas. Kiekvienos kategorijos maksimalūs galimi taškai: *Statinio vieta ir susisiekimas – 20 tašk., Tvarus sklypas – 8 tašk., Efektyvus vandens naudojimas – 10 tašk., Energija ir atmosfera – 37 tašk., Statybinės medžiagos ir resursai – 13 tašk., Vidaus aplinkos kokybė – 12 tašk., Inovacijos – 6 tašk., Regioniniai prioritetai – 4 tašk. Viso 110 taškų. Įvertinimai: ≥ 80 tašk. – Platinum, 79-60 tašk. – Gold, 59-50 tašk. – Silver, 49-40 tašk. – Certified. Aukščiausią įvertinimą iki šiol yra gavęs renovuotas pastatas Atlantoje, Džordžijos valstijoje – 95 taškai.*

Turime nagrinėti ir papildomas išlaidas, kurios susideda iš „lengvųjų“ mokesčių (*ang. Soft cost*) ir išlaidų statybinėms medžiagoms ir įrengimams (*ang. Greening cost*) [34]. „Lengvieji“ mokesčiai susideda iš projektavimo, komisinių, dokumentacijos ir energinio modeliavimo išlaidų. Tai sudaro nuo 1,5 iki 3,1 proc. nuo visos statybos projekto kainos. Išlaidos statybinėms medžiagoms ir įrengimams gali labai svyruoti, tačiau bendras vidurkis yra nuo 5,0 iki 8,0 proc.

2.3 WELL tvarumo sistemos vertinimo analizė

WELL pastatų tvarumo vertinimo sistema buvo sukurta 2013 m. Jos pagrindinė idėja - sveikata ir gera savijauta yra pagrindiniai tikslai kuriant pastato vidaus ir išorės aplinką [24]. Sistemos vertinimo sprendimai buvo priimti atlikus mokslinius tyrimus, konsultacijas, įvertinus vystytojų nuomonę ir siūlant inovatyvius sprendimus. Tai pirmasis pasaulyje pastatų vertinimo standartas parengtas remiantis medicininiais ir moksliniais tyrimais siekiant sukurti sveiką ir nekenksmingą aplinką žmogui.

Vertinimo sistemos *WELL v2*. koncepcija [18] – 10 kategorijų: Oras, vanduo, mityba, šviesa, judėjimas, terminis komfortas, garsas, medžiagos, psichika ir bendruomenė. Kiekviena iš šių kategorijų turi savitus sveikatos apsaugos siekius, kurie yra pasiekiami per išankstines projekto sąlygas ir optimizacijas. Visos išankstinės sąlygos yra privalomos siekiant gauti įvertinimą. Optimizacijos – tai pasirinkti projekto sprendiniai siekiant gauti geresnį įvertinimą. Sistema neturi atskirų vertinimo schemų, yra universali ir tinka visiems statybos projektams. Toliau apžvelgsime visas šios sistemos vertinimo kategorijas išsamiau.

Oras. Ši kategorija siekia užtikrinti aukščiausią vidaus oro patalpų kokybę per visą pastato egzistavimo laikotarpį.

- Standartinės vidaus oro patalpų kokybės užtikrinimas (projektinė sąlyga);
- Statinio rezidentų apsaugojimas nuo tabako dūmų (projektinė sąlyga);
- Ventiliacinės sistemos efektyvumas (projektinė sąlyga);
- Statytos darbų metu atsirandančio oro užterštumo valdymas (projektinė sąlyga);
- Vidaus oro kokybės pagerinimas (optimizacija);
- Ventiliacinės sistemos pagerinimas (optimizacija);
- Galimybė atverti langus (optimizacija);
- Vidaus oro kokybės stebėjimas (optimizacija);
- Užteršto oro patekimo į vidaus patalpas prevencija (optimizacija);
- Vidaus degimo variklių sukuriamų dujų patekimo prevencija (optimizacija);
- Vidaus oro kokybės apsaugojimas išskiriant taršos šaltinius (optimizacija);
- Oro filtracija (optimizacija);
- Nepastovių organinių mišinių kiekio stebėjimas ir užteršto oro valymas (optimizacija);
- Mikrobu ir pelėsiu atsiradimo kontrolė (optimizacija);

Vanduo. Šios kategorijos aspektai yra pastato vandens kokybė, paskirstymas ir kontrolė. Taip įvertinama ir vandens užsiteršimo galimybė.

- Fundamentali vandens kokybė. (projektinė sąlyga);
- Galimybė naudotis geriamuoju vandeniu (projektinė sąlyga);
- Legionelės bakterijų atsiradimo prevencija ir kontrolė (projektinė sąlyga);
- Pagerinta geriamojo vandens kokybė (optimizacija);
- Geriamojo vandens kokybės palaikymas (optimizacija);
- Geriamojo vandens vartojimo skatinimas (optimizacija);
- Drėgmės valdymas (optimizacija);
- Rankų plovimas ir saugus džiovinimas (optimizacija);

Mityba. Šios kategorijos tikslas yra skatinti sveikos mitybos pavyzdžius padarant ją labiau prieinamą ir apsunkinant galimybes vartoti perdirbtą maistą.

- Vaisių ir daržovių pasiekiamumas (projektinė sąlyga);
- Išsamus mitybos pasirinkimo aprašymas ir informaciją (projektinė sąlyga);
- Padėti rezidentams vengti labai perdirbto maisto (optimizacija);
- Sveiko maisto reklama ir tikslinis jo išdėstymas (optimizacija);

- Dirbtinių maisto priedų vengimas (optimizacija);
- Normalizuoti porcijų dydžiai (optimizacija);
- Sveikos mitybos edukacija (optimizacija);
- Bendruomeninis valgymas (optimizacija);
- Galimybė rinkis maistą žmonėms, kurie turi laikytis specialių dietų (optimizacija);
- Vietoje gaminamas maistas (optimizacija);
- Atsakingas maisto įsigyjimas (optimizacija);
- Galimybė naudoti šviežius maisto produktus (optimizacija);
- Vietino maisto aplinka (optimizacija);

Šviesa. Šios kategorijos tikslas yra tokias apšvietimo aplinkas, kurios yra nekenksmingos vizualinės, psichologinės ir fizinės sveikatos požiūriu.

- Galimybė turėti dienos šviesos ir šviesos edukacija (projektinė sąlyga);
- Dirbtinės šviesos vizualinis komfortas (projektinės sąlyga);
- Apšvietimo pritaikymas siekiant paskatinti natūralius žmogaus biociklus (optimizacija);
- Šviesos atspindžių kontrolė (optimizacija);
- Galimybė matyti kuo daugiau dienos šviesos (optimizacija);
- Sustiprinti vizualinį komfortą ir sumažinti šviesų mirgėjimą (optimizacija);
- Rezidentų galimybė reguliuoti apšvietimą pagal savo poreikius (optimizacija);

Judėjimas. Šios kategorijos tikslas yra paskatinti žmonių fizinį aktyvumą ir mažinti nejudrių veiklų kiekį.

- Pastato ervės ir judėjimo maršrutai sukurti skaitinanat žmogaus fizinį aktyvumą (projektinė sąlyga);
- Pastato ergonomika ir darbo vietos saugumas (projektinė sąlyga);
- Pastatas suprojektuotas ir pastatytas taip, kad būtų patogų naudotis dvirčiais ar atvykti pėsčiomis (optimizacija);
- Projekto vietos parinkimas siekiant paskatinti rezidentų fizinį aktyvumą (optimizacija);
- Nemokamų fizinių užsiėmimų galimybės (optimizacija);
- Aktyvių darbo vietų kūrimas siekiant sumažinti sėdėjimą (optimizacija);
- Patogus patekimas į pastatą pėsčiomis (optimizacija);
- Sustiprinta pastato ergonomika (optimizacija);
- Fizinio aktyvumo skatinimas pasitelkiant finansinius ribojimus (optimizacija);

- Skatinti fizinio aktyvumo stebėjimą (optimizacija);

Terminis komfortas. Šios kategorijos tikslas yra skatinti žmogaus produktyvumą užtikrinant terminį komfortą.

- Terminės aplinkos užtikrinimas (projektinė sąlyga);
- Terminės aplinkos pagerinimas (optimizacija);
- Terminio reguliavimo atskirose zonose galimybė (optimizacija);
- Individualaus terminio reguliavimo galimybė (optimizacija);
- Spindulinių šildymo ir vėsinimo sistemų integravimas (optimizacija);
- Terminio diskomforto stebėjimas (optimizacija);
- Drėgmės kontrolė (optimizacija);

Garsas. Šios kategorijos siekis yra užtikrinti pastato vidaus aplinkos akustinį komfortą.

- Išorinio ir vidinio triukšmo planavimas ir valdymas (projektinė sąlyga);
- Maksimalaus triukšmo lygio nustatymas uždaroje patalpoje (optimizacija);
- Garso sklidimo barjerai siekiant pokalbių privatumo (optimizacija);
- Vidaus erdvių pritaikymas garso sugėrimui (optimizacija);
- Akustinis privatumas atvirose darbo vietose (optimizacija);

Medžiagos. Kategorija numato pavojingų žmogaus sveikatai statybinių medžiagų ir junginių eliminavimą.

- Nenaudoti žmogaus sveikatai pavojingų medžiagų (projektinė sąlyga);
- Apsaugoti žmonės nuo statybos metu susidarančių pavojingų medžiagų ir šalutinių statybos produktų renovacijos, remonto ar griovimo metu (projektinė sąlyga);
- Sumažinti vidaus aplinkos užterštumą susijusį su išoriniais pastatais bei plastiko-medžio medžiagomis (projektinė sąlyga);
- Atliekų valdymas (optimizacija);
- Nenaudoti statybinių medžiagų kurios turi pavojingų priedų (optimizacija);
- Sumažinti pavojingus užteršto grunto veiksnius (optimizacija);
- Kenkėjų mažinimas pagal numatytą planą (optimizacija);
- Pavojingų medžiagų ribojimas statybinėse medžiagose, įrangoje ir apdailoje (optimizacija);
- Nenaudoti sveikatai pavojingų valymo priemonių (optimizacija);
- Minimalus nepastovių organinių junginių poveikis vidaus oro kokybei (optimizacija);

- Minimlaus į aplinką išskiriančių dalelių statybinių medžiagų naudojimas (optimizacija);
- Atsargus darbas su statybinėmis medžiagomis (optimizacija);
- Naudoti medžiagas, kurios turi sveikatos deklaraciją (optimizacija);

Psichologinė sveikata. Psichologinės sveikatos užtikrinimas taikant numatytas vidaus tvarkas ir projektavimo pasirinkimus.

- Psichologinės sveikatos skaitinimas per atitinkamas programas, švietimą ir iniciatyvas (projektinė sąlyga);
- Pastato vidus ir išorė suprojektuoti taip kad būtų galima lengvai pasiekti gamtą (projektinė sąlyga);
- Psichinės sveikatos skaitinimo paslaugos ir priežiūra (optimizacija);
- Psichinės sveikatos švietimas (optimizacija);
- Streso valdymas (optimizacija);
- Galimybė daryti mikro ir makro pertraukas (optimizacija);
- Poilsui skirtos erdvės (optimizacija);
- Poilsui skirtų programų sudarymas (optimizacija);
- Natūralios gamtos elementų įdiegimas pastato išorėje ir viduje (optimizacija);
- Dėmesį blaškančių veiksnių sumažinimas (optimizacija);
- Sveiko ir pastovaus miego skatinimas (optimizacija);
- Stresą mažinančios ir miego ritmų netrikdančios verslo kelionių politikos (optimizacija);
- Tabako vartojimo prevencija ir jo vartojimo nutraukimo skatinimas (optimizacija);
- Žmonių priklausomų nuo priklausomybę sukeliančių medžiagų pagalbos galimybės paslaugos, švietimas. (optimizacija);

Apžvelgę visus WELL v2. vertinimo sistemos kriterijus matome, kad yra tų pačių vertinimo grupių, kaip BREEAM ir LEED, tačiau yra ir naujos (Mityba, psichologinė sveikata, garsas ir judėjimas). Galutinis įvertinimas skaičiuojamas tik iš optimizacijos kriterijų surinktų taškų, kurių maksimaliai galima gauti 100. Kiekvienas kriterijus turi savo svorį iš kurių susideda galutinis įvertinimas. Jei nėra įvykdoma bent viena projektinė sąlyga – pastatas nėra sertifikuojamas, taip pat už projektines sąlygas nėra skiriami taškai.

Vertinimo skalė: Sertifikuota (*WELL Core Certification*) ≥ 40 taškų, Sidabras (*WELL core Silver Certification*) ≥ 50 taškų, Auksas (*WELL core Gold Certification*) ≥ 60 taškų, Platina (*WELL Core*

Platinum Certification) ≥ 80 taškų. Šiuo metu šia sistema yra sertifikuota beveik 1000 pastatų, 12 iš jų turi Platinum įvertinimą.

WELL vertinimo kaina priklauso nuo vertinamo pastato ploto. Kaina – 5.000,00 USD kai pastato plotas iki 4 645 kv. m. ir gali siekti 116.250,00 USD jei pastato plotas yra nuo 70 000 kv. m.

2.4 BREEAM, LEED ir WELL tvarumo vertinimo sistemų palyginimas

Praeituose skyriuose susipažinome su BREEAM, LEED ir WELL sistemų vertinimų, kategorijomis ir kriterijais. Kadangi BREEAM ir LEED yra dvi plačiausiai Lietuvoje taikomos pastatų tvarumo vertinimo sistemos yra tikslinga palyginti jas tarpusavyje t.y. išryškinti skirtumus ir panašumus. WELL sistema įvertintų pastatų Lietuvoje šiuo metu dar nėra, tačiau įtrauksime, kaip alternatyvią ir dar niekada nelygintą su šiomis sistemomis.

Pagrindiniai BREEAM ir LEED panašumai yra tai, kad abi šios sistemos veikia taip pat ir turi bendrus tikslus dėl pastatų poveikio aplinkai mažinimo, taip pat yra kilusios iš siekio pranokti esamas normas ir reglamentus. WELL veikia taip pat, tačiau jos tikslai yra sukurti žmogaus sveikatai draugišką ir ją gerinančią aplinką. Visos šios sistemos yra reguliariai atnaujinamos ir tobulinamos, tai suteikia reikšmę jas palyginti net ir po daugelio metų. Nors BREEAM ir LEED sistemos susideda iš skirtingų kategorijų, jos vertina tuos pačius statinių tvarumo aspektus: sklypo naudojimas, vandens naudojimas, energijos naudojimas, vidaus aplinkos kokybė, statybinės medžiagos ir taršos mažinimas. WELL sistema: oras, vanduo, medžiagos ir inovacijos. Paskutiniaisiais dešimtmečiais išaugus šių sistemų poreikiui atsirado daugiau tyrimų susietų su šių sistemų palyginimu. Kaip jau išsiaiškinome sistemų vertinimo analizėje kiekviena kategorija turi savo reikšmingumą, taškus ir konkrečius įvertinimo rinkinius, kurių yra privalu laikytis [1 lentelė].

1.lentelė. BREEAM 2016 ir LEED v4 BDC 2018 kategorijų grupės ir jų reikšmingumas [17].

BREEAM			LEED			WELL		
Kategorijų grupės	Reikšmingumas %	Kreditai	Kategorijų grupės	Reikšmingumas %	Kreditai	Kategorijų grupės	Reikšmingumas %	Kreditai
Sklypo panaudojimas ir ekologija	10	10	Statinio vieta ir susisiekimas	23,6	26			
Transportas	8	9				Judėjimas	11,2	20
Vanduo	6	9	Efektyvus vandens naudojimas	9,1	10	Vanduo	5,0	9
Energija	19	30	Energija ir atmosfera	31,9	37			

Statybinės medžiagos	12,5	12	Statybinės medžiagos ir resursai	12,7	13	Medžiagos	12,3	22
Sveikata ir vidaus aplinka	14	10	Vidaus aplinkos kokybė	13,6	12	Mityba	9,5	17
						Šviesa	7,8	14
						Bendruomenė	17,4	31
						Terminis komfortas	6,7	12
						Garsas	6,1	11
						Psichologinė sveikata	13,4	24
Atliekos	7,5	7						
Užterštumas	10	13						
Projekto valdymas	12	22	Regioniniai prioritetai	3,6	4			
Inovacijos	10	10	Inovacijos	5,5	6	Inovacijos	10,1	18
Viso	110	134	Viso	100	110	Viso	100	178

Taigi šioje lentelėje matome, kad vertinamos kategorijos yra panašios išskyrus BREEAM atskirai vertina užterštumą, atliekas ir projekto valdymą, o LEED – regioninius prioritetus. WELL sistema yra koncentruota ties pastato vidaus aplinkos kokybe, taip pat svarbūs medžiagų ir vandens kriterijai.

Tiek BREEAM, tiek LEED vertina statinio projektą, pastatytą statinį ir jo eksploatavimą. Abi sistemos vertina platų pastatų spektrą: nauja statyba, esamas pastatas, renovacija, gyvenamasis daugiabutis, gyvenamasis viešbutis, biurai, mokyklos, sveikatos įstaigos, mažmeninės prekyvietės, pramoniniai ir kiti statiniai [16]. WELL įvertinimą gali gauti visi pastatai, kuriuose gyvens ar dirbs žmonės. Nėra galimybės atskirai vertinti projektavimo, statybos ar eksploatacijos ciklą.

Visos sistemos suteikia nepriklausomą trečiosios šalies sertifikavimą, kuris yra nustatomas pagal pripažintus standartus ir reglamentus [2 lentelė]

2.lentelė. BREEAM ir LEED sertifikavimo procesai [16].

BREEAM trečiosios šalies sertifikavimo procesas		LEED trečiosios šalies sertifikavimo procesas		WELL trečiosios šalies sertifikavimo procesas	
1.	Registracija	Pateikti registraciją galima per ektranetą arba paštu. „Žalių“ namų ir nebutinių pastatų vertinimo terminas 5 metai.	Registracija		Registracija. Reikiamų dokumentų WELL projekto komandai parengimas ir perdavimas.

2.	Vertinimui suteikiamas numeris		CIR pateikimas	Sutikimas išsiaiškinti prašymą reikalingas, jei projektas apima funkcijas, kurios nesutampa su LEED kriterijais, mokama 220 dolerių	Prieš sertifikacinę fazę (neprivaloma). Projekto komanda įvertina galimybes pasiekti norimą rezultatą.
3.	Informacijos rinkimas	Vertintojas lygina informaciją, reikalingą įrodyti, kad laikomasi BREEAM kriterijų.	Dokumentų priėmimas	Ataskaita pateikiama internete arba popieriniame variante	Projekto tinkamumo vertinimui patvirtinimas (pateikti reikiami dokumentai, baigti statybos darbai ir daugeliu atveju patalpos pradėtos eksploatuoti)
4.	Nepriklausomo BREEAM vertintojo vertinimas	Vertintojas užbaigia visos surinktos informacijos vertinimą, apskaičiuoja BREEAM reitingą. Vertintojui paramą teikia BREEAM klientų palaikymo komanda	Išankstinių apžvalgų – rezultatų gavimas	Egzempliorių pateikimas popieriniame variante trunka 25 darbo dienas, internete - 12 darbo dienų	Projekto numatytiems kriterijams atitikimo vertinimas.
5.	Vertinimo ataskaitos pateikimas	Vertintojas kaupia informaciją apie visus svarbius BREEAM vertinimo ataskaitos šaltinius ir pateikia BREEAM biurui	Projekto komandos atsakymai	Gavus peržiūrą projekto komanda turi 25 darbo dienas pateikti informaciją, kuri yra reikalinga	Per 45 dienas pateikiamas pilnas įvertinimas.
6.	Kokybės užtikrinimo procesas	Pateikiamas pranešimas kokybės užtikrinimui. Standartinė BREEAM biuro pateikiamos ataskaitos kaina svyruoja nuo 720 iki 1500 svarų. Ilgiausias laikas, nuo ataskaitos pateikimo sertifikavimo klausimui, darant prielaidą, kad ataskaita praeina kokybės užtikrinimo procesą per pirmą kartą, trunka 3 savaites.	Galutinis persvarstymas	USGBC apdoroja informaciją ir pateikia galutinį įvertinimą, per 15 darbo dienų nuo papildomos informacijos gavimo	
7.	Sertifikavimas	Po sėkmingo kokybės užtikrinimo proceso, sertifikatas išduodamas klientui	Galutinio įvertinimo gavimas	Jeigu projekto vertinimas netenkina, per 25 darbo dienas nuo galutinės ataskaitos gavimo dienos, galima duoti apeliacinį skundą	Sertifikato įteikimas ir viešas publikavimas.

				(kaina 500 dolerių), Gaunami apžvalginiai rezultatai	
8.			Jei projektas gauna sertifikatą, Jis perduodamas USGBC	Kai projekto komanda priima USGBC įvertinimą, gaunamas sertifikatas	Kas metinių ataskaitų pateikimas siekiant neprarasti įvertinimo.

Visi metodai naudoja įvertinimų ribas, kurios yra išskirstomos ir įvardinamos. Tai padeda klientui paprasčiau orientuotis ir vertinti statinį [3 lentelė].

3 lentelė. BREEAM, LEED ir WELL vertinimų ribos [16].

BREEAM	Procentai	LEED	Taškai	WELL	Taškai
Nepakartojamas	≥ 85%	Platina	≥ 80	Platina	≥ 80
Puikus	≥ 70%	Auksas	60-79	Auksas	60-79
Labai geras	≥ 55%	Sidabras	50-59	Sidabras	50-59
Geras	≥ 45%	Klasifikuota	40-49	Klasifikuota	40-49
Išlaikyta	≥ 30%	Neklasifikuota	< 40	Neklasifikuota	< 40
Neklasifikuota	< 30%				

Įvertinę ir palyginę LEED, WELL ir BREEAM sistemų kategorijas, sertifikavimo procesus ir vertinimus galime pastebėti, kad vertinamos panašios kategorijos ir tarp jų nėra reikšminių skirtumų, kurie galėtų iškreipti pastatų tvarumo vertinimo paradigmą. LEED ir WELL vertinimo reikšmės yra identiškos. Taip yra dėl to, kad šią sistemą valdo atsakinga institucija (USGBC) kaip ir LEED.

Sertifikavimo procesas ir taikomos metodikos taip pat yra panašios. Paskirtas vertintojas BREEAM, LEED ir WELL programose parengia vertinimo ataskaitą, kurią priima arba atmeta pagrindinis vertinimo sistemos padalinys. Tada suteikiamas sertifikatas. Sertifikato įvertinimai taip pat yra panašūs, aukščiausias vardinis įvertinimas pasiekiamas viršijus 85% (BREEAM) ir 80 taškų (LEED, WELL). Įvertinimai keičiasi kas 10-15 procentinių (BREEAM) ir 10 skaitinių punktų (LEED, WELL). Pagrindinė vertinimo skalė yra sutelkta nuo 30 iki 80 taškų/procentų iš 110 galimų. Toki sistemų vertinimo skalės išsidėstyma galima vertinti taip: skalės galima išskirti į tris dalis ≤30 proc/40 taškų – nesertifikuojama, ≤85 proc/80 taškų – įvertinta ir ≥85 proc/80 taškų išskirtinai geras rezultatas.

Kalbėdami apie skirtumus turime grįžti prie sertifikavimo proceso. LEED reikalauja pilno projektavimo ir statybos ciklo užbaigimo siekiant gauti sertifikatą, BREEAM galima vertinti kiekvieną ciklą atskirai. Tai nėra gera praktika, nes apriboja projekto dalyvių atsakomybę ties kiekvienu ciklu [15]. WELL registracijai būtina pilna projekto architektūrinė ir techninė informacija. Siekiant gauti įvertinimą reikalingas statybos etapo užbaigtumas, taip pat ir dalies nuomininkų ar rezidentų buvimas.

Taip pat yra skirtumai tarp vertintojų. BREEAM apmoko savo vertintojus ir jokie kiti neakredituotų vertintojų rezultatai nėra priimamai. LEED ir WELL nereikalauja, kad vertintojas būtų akredituotas, tačiau yra skiriami papildomi taškai projekto įvertinimui jei taip yra.

Vertinant LEED ir WELL sistema atsižvelgiama į JAV reglamentus ir geriausios praktikos pavyzdžius, o BREEAM – į vietos reglamentus ir taip pat geriausios praktikos pavyzdžius [1].

Apibendrinant galime teigti, kad tiek BREEAM tiek LEED ir WELL sistemos yra panašios ir esminių skirtumų nėra, tačiau kiekviena projekto komanda turi įvertinti šių sistemų galimybes ir pritaikymą savo projektams.

2.5 Tyrimo metodologija ir teoriniai sprendiniai

Atlikę literatūros analizę ir išnagrinėję 15 mokslinės literatūros šaltinių taip pat atlikus teorinę pastatų tvarumo vertinimo analizę galime suformuoti teorinius sprendinius kuriuos vėliau sieksime pagrįsti atliekant tyrimą.

TS1: Pastato tvarumas statybos etape turi reikšmingą įtaką galutiniam sertifikato įvertinimui;

TS2: Pastato tvarumo įvertinimas statybos etape yra susijęs su konkrečiais statybos rangos darbus atliekančios įmonės sprendimais ir rezultatais projekte;

TS3: Pastato tvarumo tikslai Lietuvoje yra įgyvendinami;

TS4: Statybos etapo kriterijų sritys nėra išskirtos bendruose vertinimo kriterijuose;

Siekiant pagrįsti šiame darbe suformuotus teorinius sprendinius turime atlikti pastatų tvarumo vertinimo Lietuvoje tyrimą.

Tyrimo objektas. Statybos procesas vykstantis Lietuvoje.

Tyrimo tikslas. Ištirti pastatų tvarumą ir vertinimą statybos etape Lietuvoje.

Tyrimo metodas. Siekiant ištirti pastatų tvarumą Lietuvoje turime remtis realiais pavyzdžiais šiuo atveju jau įvykdytais projektais, kurie turi įvertinimus pagal tvarumo sistemas. Turime žinoti apie visus statinius Lietuvoje, kurie yra gavę įvertinimus pagal šiam tyrimui tinkamas tvarumo sistemų

schemas. Sekantis žingsnis yra išsamiai išnagrinėti šių sistemų vertinimo instrukcijas/vadovus/techninius žinynus. Tai padės geriau suvokti, kokios yra tvarumo sistemų vertinimo dalys, kriterijai, vertinimo sistemos sandara ir pagrindiniai principai. Iš šių techninių žinynų turime išrinkti kriterijus, kurie yra susiję su statybos etapu. Tai padės geriau suvokti, kokių tvarumo kriterijų reikia siekti statybos metu, taip pat kaip jie yra vertinami.

Tolimesnis žingsnis yra duomenų rinkimas ir susistemimas. Žinodami, kokie pastatai turi šiam tyrimui tinkamus įvertinimus, sieksime gauti mus dominančius duomenis. Kaip buvo paminėta anksčiau mus domina tik statybos etapo kriterijai ir jų vertinimai. Šie duomenys yra sertifikato įvertinimuose. Siekiant gauti šiuos duomenis reikia kreiptis į projektų vystytojus ir tvarumo vertintojus. Gavus reikiamus duomenis reikia parengti susistemintą analizę apie šių duomenų reikšmingumą, teorinę ir praktinę įtaką galutiniam rezultatui. Padaryti išvadas ir pagrįsti teorinius sprendinius.

3. Pastatų tvarumo vertinimo Lietuvoje tyrimas.

3.1 Tyrimo objektų atranka

Pirmiausia turime pradėti nuo esamos situacijos įvertinimo t.y. kiek ir kokių statinių turi „žaliųjų statinių“ sertifikatus, kokiomis sistemomis jie įvertinti. Tada turime pasirinkti iš visų įvertintų statinių tuos kurie turi įvertinimus pagal reikiamą schemą.[4 lentelė].

4 lentelė. Lietuvoje įvertintų pastatų sąrašas.

Pastatas/Pavadinimas	Užsakovas	Sistema/Schema	Rezultatas	Miestas	Tinkamumas
Logistikos centras	UAB „Lidl Lietuva“	BREEAM In-use	Excellent	Kauno r.	Ne
Parduotuvė	UAB „Lidl Lietuva“	BREEAM In-use	Very good	Mažeikiai	Ne
Parduotuvė	UAB „Lidl Lietuva“	BREEAM In-use	Very good	Kėdainiai	Ne
Parduotuvė	UAB „Lidl Lietuva“	BREEAM In-use	Excellent	Vilnius, Fabijoniškės	Ne
Parduotuvė	UAB „Lidl Lietuva“	BREEAM In-use	Excellent	Šiauliai	Ne
Parduotuvė	UAB „Lidl Lietuva“	BREEAM In-use	Excellent	Kaunas, Kalniečiai	Ne
Parduotuvė	UAB „Lidl Lietuva“	BREEAM In-use	Very good	Jonava	Ne
Parduotuvė	UAB „Lidl Lietuva“	BREEAM In-use	Excellent	Klaipėda	Ne
Parduotuvė	UAB „Lidl Lietuva“	BREEAM In-use	Excellent	Tauragė	Ne
Parduotuvė	UAB „Lidl Lietuva“	BREEAM In-use	Excellent	Vilnius, Karoliniškės	Ne
Parduotuvė	UAB „Lidl Lietuva“	BREEAM In-use	Excellent	Vilnius, Naujamiestis	Ne
Parduotuvė	UAB „Lidl Lietuva“	BREEAM In-use	Excellent	Marijampolė	Ne
„Žalgirio arena“	UAB „Kauno Arena“	BREEAM In-use	Excellent	Kaunas	Ne
PC Akropolis	UAB „Kauno audinių projektas“	BREEAM In-use	Very good/Good	Kaunas	Ne
Verslo centras „Vertas“	BPT Real estate	BREEAM In-use	Very good/good	Vilnius	Ne
Veslo centras 2000	UAB „Vastint Lietuva“	BREEAM In-use	Very good/Good	Vilnius	Ne
Verslo centras „QUADRUM“	UAB „Schage real estate“	BREEAM New construction (Final)	Very good	Vilnius	Taip
Gamykla „August ir ko“	UAB „August ir ko“	BREEAM New construction (Interim)	Very good	Širvintų raj.	Ne
Parduotuvė	UAB „Lidl Lietuva“	BREEAM In-use	Excellent	Panevėžys	Ne
Parduotuvė	UAB „Lidl Lietuva“	BREEAM In-use	Very good	Vilnius, Rasų g.	Ne
Parduotuvė	UAB „Lidl Lietuva“	BREEAM In-use	Excellent	Vilnius, Justiniškių g.	Ne
Parduotuvė	UAB „Lidl Lietuva“	BREEAM In-use	Very good	Kaunas, Veiverių g.	Ne
Verslo centras „Saltoniškių 7“	M.M.M. Projektai	BREEAM New construction	Excellent	Vilnius	Taip

Verslo centras „Premium“	UAB „Sporto 18“	BREEAM In-use	Outstanding	Vilnius	Ne
Verslo centras „K29“	UAB „K29“	BREEAM In-use	Excellent	Vilnius	Ne
Ulonų verslo centras	UAB“ Verkių projektas“	BREEAM In-use	Excellent	Vilnius	Ne
Verslo centras „Domus Pro“		BREEAM New construction	Excellent (Interim)	Vilnius	Ne
Verslo centras „Duetto A“	YIT Kausta būstas	BREEAM New construction (Interim)	Very good	Vilnius	Ne
Verslo centras „Narbuto 5“	E.L.L. Nekilnojamas turtas	BREEAM New construction (Final)	Very good	Vilnius	Taip
Viešbutis „Radisson Blue hotel“	Linstow AS	BREEAM New construction (Interim)	Very good	Vilnius	Ne
Verslo centras „Sporto g.7A“	UAB „Evolis“	BREEAM In-use	Excellent	Vilnius	Ne
Technopolis Alfa, Beta, Gama biurų pastatai	UAB „Domestas“	LEED operations and maintenance	Gold	Vilnius	Ne
Technopolis Delta biurų pastatas	UAB „Domestas“	LEED Core and shell	Gold	Vilnius	Taip
Verslo centras UNIQ	UAB „Vastint Lithuania“	LEED Core and shell	Platinum	Vilnius	Taip
Verslo centras „Trys burės“	AB „Eastnine“	LEED Core and shell	Platinum	Vilnius	Taip
Verslo centras „PENTA“	UAB „Domestas“	LEED Core and shell		Vilnius	Taip
Gamykla „August ir ko“	UAB „August ir ko“	LPTVS	Labai gerai	Širvintų raj.	Ne

Taigi iš 37 pastatų esančių Lietuvoje, kurie turi sertifikato įvertinimą mums tinka tik 7 statiniai [5 lentelė]. Dar 23 statiniai šiuo metu yra sertifikuojami ir bendrai Lietuvoje šiuo metu yra apie 60 pastatų, kurie yra arba sertifikuojami, kaip „žalieji pastatai“

5 lentelė. Pastatai tinkantys tyrimui.

Pastato pavadinimas	Plotas m ²	Metai	Vertinimo sistema ir schema	Įvertinimas %	Vystytojas
Biurių miestelio pastatas „DC Pier“	15 000	2018	BREEAM New-construction.	73,09 % Excellent	„M.M.M. projektai“
Biurų kompleksas „QUADRUM“	70 000	2016	BREEAM New-construction.	55,5 % Very good	„Schage Real Estate“

Verslo centras „NARBUTO 5“	4620	2017	BREEAM New-construction.	62,59 % Very good	„E.L.L. Nekilnojamas turtas“
Verslo kompleksas „Trys burės“	18 458	18 458	LEED Core and shell.	32/110	„Eastnine AB“.
Biurų miestelis „Technopolis Ozas“	64 000	2013	LEED Core and shell.	66/110 GOLD	„Technopolis Plc AS“.
Verslo centras „UNIQ“	10 363	2015	LEED Core and shell	86/110. PLATINUM	„UAB Vastint Lithuania“.
Verslo centras „PENTA“	13 600	2017	LEED Core and shell	74/110 GOLD	„Technopolis Plc AS“
Verslo centras „Place Eleven“ Ryga	15 000	2017	BREEAM New-construction.	72,4 % Excellent	AB „Hanner“

Prie šios lentelės buvo pridėtas vienas projektas iš Rygos, verslo centras „Place eleven“. Tai padės padidinant duomenų kiekį ir tikslumą taip pat padės šiek tiek susipažinti su pasiekimais kaimyninėje šalyje.

Kai jau žinome, kokie projektai mums reikalingi galime matyti savo duomenų imtį, nors ji nėra didelė (tik 8 projektų duomenys) tačiau padės atsakyti ir pagrįsti teorinės analizės pabaigoje iškeltus teorinius sprendinius.

3.2 Tyrimui reikalingų duomenų rinkimas

Žinodami, kokie yra mus dominantys projektai turime išsiaiškinti, kokių duomenų mums reikia. Kadangi mūsų tyrimas apima tik statybos etapą mums rūpi tik tai į kokius kriterijus reikia atkreipti dėmesį statybos metu. Taigi ši tyrimo dalis prasideda nuo atskirų kriterijų paieškos tvarumo vertinimo sistemų vadovuose. Informaciją rinksime iš *BREEAM International New construction 2016* ir *LEED v4 for Building Design and Construction 04.06 2018*.

6 lentelė. Statybos etapo kriterijai *BREEAM International New construction 2016*.

Eil. Nr.	Kriterijus/Kategorija	Kreditai
1.	Generalinis rangovas laikosi ISO 14001/EMAS ar ekvivalentaus jam aplinkos apsaugos standarto. [Projekto valdymas]	1
2.	Tvarumo stebėtojo aikštelėje paskyrimas (<i>Sustainability Champion</i>). [Projekto valdymas]	1

3.	Generalinis rangovas ne tik laikosi vietinių ar šalyje nustatytų apgalvotos statybos praktikų, bet ir gerokai pranoksta rekomenduojamus standartus. [Projekto valdymas]	2
4.	Statybos metu yra stebimas vandens, elektros energijos, atliekų išvežimo, viso transporto judėjimo, kuris yra susijęs su statomu objektu. Tai gali atlikti paskirtas tvarumo stebėtojas. [Projekto valdymas]	2
5.	Efektyvus statybinių medžiagų panaudojimas stengiantis išvengti jų švaistymo. [Statybinės medžiagos]	1
6.	Atsakingas statybinių medžiagų įsigijimas (<i>Responsible sourcing of materials</i>). [Statybinės medžiagos]	3
7.	Visa statybos procesui reikalinga mediena yra įsigyta iš tiekėjų, kurie turi teisę legaliai kirsti ir parduoti šias medžiagas. [Statybinės medžiagos]	1
8.	Statybinės medžiagos yra perkamos pagal sudarytą tvarių statybinių medžiagų pirkimo planą (<i>Sustainable Procurement Plan</i>). [Statybinės medžiagos]	1
9.	Atsakingas statybinių medžiagų įsigijimas. Vertinama pagal tai, kokį kiekį statybinių medžiagų pagal numatytą pirkimo planą pavyko įsigyti. [Statybinės medžiagos]	3
10.	Nedidelis statybinių atliekų kiekis t/100m ² . [Atliekos]	3
11.	Nepavojingos statybinės atliekos, kuriomis nebuvo užteršta aplinka. Taškai duodami už kuo didesnį perdirbtų/antrą kartą panaudotų atliekų kiekį skaičiuojant nuo viso bendro atliekų kiekio. [Atliekos]	1
12.	Perdirbtos inertinės ir kitos statybinės medžiagos. Taškai skiriami už antrą kartą panaudotas tame pačiame statybos objekte medžiagų kiekį. [Atliekos]	1

Išrinkome visus BREEAM kriterijus kurie yra susiję su statybos etapu. Galime pastebėti, kad tvarumas statybos etape yra susijęs su statybietės priežiūra, projekto valdymu, statybinių medžiagų įsigijimu ir atliekų valdymu.

Toliau nagrinėsime LEED sistemą.

7 lentelė. Statybos etapo kriterijai *LEED v4 for Building Design and Construction 04.06 2018*.

Eil. Nr.	Kriterijus/Kategorija	Taškai
1.	Statybinių atliekų valdymas. Daugiau nei pusė statybinių atliekų turi būti perdirbta [Statybinės medžiagos ir resursai]	2
2.	Statybinių medžiagų antrinis panaudojimas. Daugiau nei 5 % nuo visos statybos kainos [Statybinės medžiagos ir resursai]	1
3.	Perdirbtos statybinės medžiagos. Statybos objekte naudojama nuo 10 % ir 20 % perdirbtų medžiagų. [Statybinės medžiagos ir resursai]	2
4.	Regione pagamintos statybinės medžiagos (iki 800 km spinduliu). Nuo 10 % ir 20 %. [Statybinės medžiagos ir resursai]	2
5.	Sertifikuotos medienos naudojimas. [Statybinės medžiagos ir resursai]	1
6.	Viduje atleikamų statybos darbų oro kokybės valdymo planas. [Vidaus oro kokybė]	1

Išrinkome visus LEED kriterijus, kurie yra susiję su statybos etapu. Galime matyti, kad tvarumas statybos etape LEED sistemoje yra pagrindė yra susijęs su statybinėmis medžiagomis ir su vidaus oro kokybe.

Sekantis žingsnis yra gauti šių kriterijų įvertinimus mūsų dominačiuose projektuose. BREEAM duomenys nėra viešai prieinami ir platinami. BREEAM duomenų bazėje *Green book live: Certified assessments* galime rasti visus pasaulyje turinčius BREEAM įvertinimą objektus, jų įvertinimo rezultatus, vertintoją, sertifikato numerį, taikomą schemą ir papildomą informaciją. Tačiau detali informacija apie tai, kokius kriterijus gavo kreditus nėra pateikiama, todėl reikia kreiptis į teisiškai įvertintojus. Šiuo metu Lietuvoje yra 7 akredituoti fiziniai asmenys, kurie turi teisę vertinti BREEAM sertifikato siekiančius pastatus. Šie duomenys yra konfidencialūs ir teisę jais disponuoti turi tik BRE (*Building research establishment*) ir akredituoti vertintojai, visi susiję tretieji asmenys įskaitant užsakovą neturi šių duomenų. Tyrimui reikalingus duomenis suteikė „žaliųjų pastatų“ vertinimo ir konsultavimo bendrovė UAB „Vesta Consulting“.

LEED taip pat turi savo duomenų bazę. Joje yra pateikiami detalūs duomenys apie įvertinimo rezultatus kiekvienoje kategorijoje, galutinis įvertinimas, naudota schema. Šiuo metu Lietuvoje yra 4 fiziniai asmenys kurie yra akredituoti LEED vertintojai. Kiekvieno objekto duomenys yra viešai prieinami.

BREEAM ir LEED projektų duomenys pateikiami [8 lentelėje] ir [9 lentelėje].

8 lentelė. BREEAM New construction (Final) projektų Lietuvoje, pasirinktų kriterijų įvertinimai.

Eil. Nr.	Kriterijus	Maksimalus galimas įvertinimas	Biurių miestelio pastatas „DC Pier“	Biurų kompleksas „QUADRU M“	Verslo centras „NARBUTO 5“	Verslo centras „Place Elven“
1.1	Aplinkosaugos valdymas	1	1	1	1	0
1.2	Tvarumo stebėtojas	2	2	1	1	1
1.3	Apgalvota statyba	2	2	1	1	1
1.4	Poveikio aplinkai stebėjimas	2	2	2	2	2
2.	Efektyvus medžiagų panaudojimas	1	0	0	0	0

3.1	Legalios medienos naudojimas	1	1	1	1	0
3.2	Statybinių medžiagų įsigyjimo planas	1	1	1	0	1
3.3	Atsakingas statybinių medžiagų įsigyjimas	3	0	0	0	0
4.1	Statybinių atliekų kiekis	3	3	3	3	2
4.2	Apsauga nuo aplinkos užteršimo	1	1	1	1	0
5.	Perdirbtos statybinės medžiagos	1	0	0	0	0

Toliau nagrinėsime už kokius konkrečius veiksmus ir rezultatus skiriami įvertinimai statybos etape BREEAM pastatų tvarumo vertinimo sistemoje.

Aplinkosaugos valdymas. 1 kreditas. Generalinis rangovas atlieka darbus pagal aplinkos valymo sistema (*ang. environmental management system*). Ši sistema turi atitikti ISO 14001/EMAS standartą. Taip pat turi būti įgyvendinamos geriausios užterštumo prevencijos praktikos:

- Didžiausią triukšmą sukeliančios veiklos vykdymas tokiu metu, kad būtų kuo mažiau trikdoma aplinkinė visuomenė;
- Naudotis triukšmo matavimo prietaisais;
- Naudoti užtvaras ar deflektorius vykdant sprogdinimo, griovimo ar veiklas kurių metu galimi dideli smūgiai ir atsirandanti vibracija;
- Išvengti ar bent minimalizuoti transporto judėjimą per visuomenines vietas;
- Sumažinti dulkių kiekį atsirandantį ant statybinių medžiagų naudojant uždangalus, sandėliavimo įrangą ir didinant aplinkos drėgnumą;
- Papildomai laistyti pravažiavimo kelius, kuriais juda transportas;
- Nedeginti medžiagų statybvietyje;
- Parengti statybvietyje drenažo planą ir pažymėti vietinius drenažo šulinius ar vandens surinkimo vietas siekiant pabrėžti rizikingas vietas;
- Jei įmanoma nevykdyti tam tikrų darbų per itin dideles liūtis (pvz.: liūčių sezonas);
- Kiek įmanoma sumažinti šlaitų nuolydžius;

- Mulčiuoti atidengtas vietas, sutvirtinti stačius kanalus ar šlaitus natūralaus pluošto prieš erozinius paklotais (pvz.: džiuo dembliai);
- Laiku atsodinti pažeistas vietas;
- Apsaugoti švaraus lietaus vandens maišymąsi su užterštu gruntiniu vandeniu (tokia būdu sumažinant vandens, kurį reikia valyti kiekį);
- Įrengti tinkamą drenažo sistemą siekiant sumažinti ir kontroliuoti lietaus vandens infiltraciją;
- Nevykdyti jokių veiklų kurios sukelia užterštumą šalia upių, ežerų ar kitų vandens telkinių;
- Įrengti tinkamą kuro, tepalo ar hidraulinių skysčių saugyklą;
- Apmokyti darbininkus, kaip teisingai reikia atlikti degalų ir kitų aplinkai pavojingų skysčių pylimą, perpylimą ir kaip išvengti išsipyrimo ant grunto;
- Degalų perpylimus vykdyti tam tikrose vietose, kurių paviršius yra nepralaidus;
- Aprūpinti darbininkus visomis reikalingomis medžiagomis ir priemonėmis, kurios skirtos pavojingų skysčių išsipyrimo ant grunto pasekmėms šalinti;
- Aprūpinti darbininkus visomis reikalingomis sanitarinėmis priemonėmis;

Ne visos šios praktikos turi būti įgyvendintos siekiant gauti kreditą, tačiau rangovas turi įrodyti, kad aplinka buvo apsaugota.

Tvarumo stebėtojas. 2 kreditai. Paskirtas tvarumo stebėtojas, kuris iš anksto vertina veiklų atitikimą BREEAM sistemai. Reguliariai ar nuolatos statybvietyje dirbantis stebėtojas susirinkimų metu praneša apie einamuosius rezultatus, nurodo kokių kriterijų projekto komanda gali neįvykdyti ir pasiūlo sprendimus.

Apgalvota statyba. 2 kreditai. Rangovas įvykdo visus žemiau išvardintus reikalavimus:

- Tinkamas ir saugus patekimas į statybvietyje.
 1. Reikiamų parkavimo vietų įrengimas statybvietyje ar netoli jos. Taip pat esamas viešojo transporto tinklas yra arčiau nei 500 m. ar 30 min. pėsčiomis arba rangovo paskirtas transportas, kuris gabena darbininkus iki stambaus viešojo transporto tinklo pradžios.
 2. Geras išorės statybvietyje zonų apšvietimas, tinkami aptvėrimai ir vienodas vaikščiojimo paviršius (pvz.: neatsiranda pavojingas darbininkų judėjimas už statybvietyje ribų).
 3. Visi patekimai į statybvietyje yra švarūs ir nepurvini;
 4. Laikinos tvoros ar pastoliai, kurie suformuoja statybvietyje ribas turi būti apšviesti, pastolių tinklai turi būti tvarkingi;
- Saugus patekimas į pastatą statybvietyje:
 1. Vaikščiojimo takai pažymėti ženklais;
 2. Vaikščiojimo takai yra pakankamai platūs neįgaliųjų vežimėliams;

3. Žmonių turinčių regėjimo ir klausos sutrikimų galimybė saugiai patekti į visas statybvietės vietas;
4. Visi statybvietėje esantys pavojai yra įvardinti ir paaiškinti (stendas) prie patekimo į statybvietę;
 - Įvažiavimai/ įėjimai ir išvažiavimai/išėjimai yra aiškiai pažymėti ir lengvai suprantami lankytojams ir pristatantiems vairuotojams;
 - Statybvietės recepcija yra aiškiai matoma ir pasiekiamo, jei to neįmanoma padaryti, lankytojai yra palydimi jos link;
 - Statybvietės pašto dėžutė yra už statybvietės ribų/ant jų. Tokiu būdu laiškanėšiu nereikia eiti į statybvietę;
 - Jei statybvietėje yra darbininkų socialinės mažumos, nešnekančios pagrindine kalba, reikalinga, kad visi įspėjamieji ženklai būtų spausdinti ir mažumos kalba;
 - Visi kelio ženklai turi būti neuždengti ir lengvai matomi, jei padaryti neišeina – pastatyti atsarginius laikinus ženklus;
 - Jei statybvietė yra smarkiai transporto mokesčiais apmokestintoje vietoje ir yra įrengtas siuntinių atsiėmimo postas, reikalinga, kad siuntos būtų paimamos mažomis transporto priemonėmis ir sukeltu kuo mažiau trikdžių ir nepatogumų;
 - Aplinkiniams gyventojams yra išsiunčiami prisistatymo laišakai skelbiantys statybos pradžią, laiškuose yra padėkojama už kantrybę ir paliekami atsakingų asmenų kontaktai;
 - Įvedamos statybvietės valandos t.y. didelį garsą, dulkes ir pan. sukeltantys darbai gali būti vykdomi tik darbo dienos metu, jei statybvietė yra netoli: gyvenamų namų, mokyklų, ligoninių, pramoninių statinių, stambių viešojo transporto tinklų, miesto centrų ir prekyviečių;
 - Statybvietės riba (ir aplinkinės vietos, kurios yra paveiktos statybos darbų) yra saugiai ir aiškiai pažymėta. Tai susideda iš:
 1. Statybinių užtvartų spalva yra parinkta atsižvelgiant į esamą aplinką;
 2. Pėstieji gali saugiai ir patogiai apeiti statybvietės ribas;
 3. Įspėjamieji statybvietės ženklai yra gerai apšviesti ir matomi pėstiesiems ir vairuotojams;
 4. Visuomenės akyse statybvietė yra tvarkinga ir švari;
 - Yra nusiskundimų knyga ir matomi įrodymai, kad su nusiskundimais tvarkomasi nedelsiant;
 - Skelbimų lenta yra informatyvi. Skelbiama apie statybos progresą, yra aiškūs įmonės kontaktai, tel.nr, el. paštas ir t.t
 - Statybvietės šviestuvai nešviečia aplinkiniams gyventojams;
 - Statybininkai nevaikšto ir nesinaudoja aplinkinėmis parduotuvėmis ir kitomis paslaugomis, kol yra apsirengę darbo drabužiais. Tai gali būti pasiekama:
 1. Įrengta darbininkų virtuvėlė;
 2. Pamaininės pertraukos tarp skirtingų darbininkų grupių;
 3. Įrengti dušai ir prausimosi kambariai;

4. Įrengtos rakinamos spintelės;
5. Įsakymas palikti asmens apsaugos priemonės statybvietyje;
 - Muzikos ir radijo grotuvų garso ribojimas ar visiškas draudimas;
 - Nustatytas šviesos ir šviesos efektų (suvirinimo aparato šviesa) užterštumas ir vykdoma jo prevencija;
 - Energiją taupančios priemonės yra taikomos statybvietyje. Tai susideda iš:
 1. Mažai energijos naudojantis apšvietimas;
 2. Nenaudojama įranga ir įrankiai yra išjungiami;
 3. Įrengti termostatai;
 4. Įrengti laikmačiai;
 5. Pasirenkami energiją taupantys įrengimai/įrankiai;
 - Statybos darbų poveikio aplinkai strategija ir jos peržiūra statybos objekte;
 - Taikomos vandens taupymo ir taupymo stebėjimo priemonės;
 - Yra įvertinami alternatyvūs energijos šaltiniai;
 - Degalų ir tepalų išsipylikimo likvidavimo priemonės yra statybvietyje;
 - Didelių liūčių metu susidarantis perteklinis vandens kiekis turi būti surenkamas;
 - Medžiagos ir įrankiai yra tvarkingai sandėliuojami, uždengti ir apsaugoti oro sąlygų, vagysčių. Taip pat yra vietos naujoms medžiagoms;
 - Yra sudarytos geros darbo sąlygos objekto darbuotojams ir svečiams. Tai susideda iš:
 1. Skirtingas vyrų, moterų ir neįgaliųjų tualetas;
 2. Veikiantys dušai ir tinkamos persirengimo patalpos;
 3. Rakinamos spintelės džiovavimo patalpose;
 4. Paskirta rūkymo vieta;
 5. Tinkamas ir saugus apgyvendinimas (kur taikoma);
 - Darbuotojų patalpos tinkamai ir pakankamai valomos. Tai priklauso ir: valgyklėlė, administracinės patalpos, tualetai, persirengimo patalpos ir rūkymo vieta;
 - Visos darbuotojų patalpos turi būti uždengtos jei matomos už statybvietyės ribų;
 - Švarios asmens apsaugos priemonės objekto svečiams;
 - Taikomos sveikatos ir saugos užtikrinimo procedūros. Tai susideda iš:
 1. Tinkamas darbuotojų apmokymas įskaitant tuos kurie nešneka pagrindine kalba;
 2. Darbuotojų darbas saulėje, atitinkamos priemonės;
 3. Darbuotojų indentifikavimas kortelėmis su veido nuotraukomis;
 4. Pranešimas apie visus nelaimingus atsitikimus (net ir mažus ar tuos kurie vos ne atsitiko);
 5. Užtikrinama, kad yra reikiamas kiekis pirmos pagalbos rinkinių;

- Statybvietėje (recepcija, valgykla ir administracinės patalpos) yra ženklai nurodantys kur yra artimiausia ligoninė, pirmos pagalbos skyrius, policijos nuovada.

Poveikio aplinkai stebėjimas. 2 kreditai. Atsakomybė stebėti ir fiksuoti energijos, vandens suvartojimą ir transporto judėjimą (ten kur įmanoma). Tai turi atlikti tvarumo stebėtojas arba paskirtas atsakingas asmuo.

- Energijos stebėjimas. Fiksuoti energijos sunaudojimą kWh (ir kur tikslinga, degalų litrais). Parengti ataskaitą apie į aplinką išmestą CO₂/kg palyginant su planuotomis projekcinėmis reikšmėmis;

- Vandens suvartojimo stebėjimas. Fiksuoti vandens suvartojimą m³, į tai įskaičiuojamas vanduo reikalingas gamybai ir geriamas vanduo. Parengti ataskaitą apie suvartotą vandenį ir palyginti kiek perdirbto/antrą kartą panaudoto vandens buvo sunaudota su visu bendru kiekiu;

- Transporto judėjimas. Stebėti ir rinkti visą įmanomą informaciją apie pagrindinių statybinių medžiagų transportavimą pradedant nuo gamyklos, tarpinio sandėliavimo ir pristatymo į statybos aikštelę, taip pat skaičiuojamos ir išvežamos atliekos. Surinkti duomenys susisteminti ir išvedamas bendras CO₂ kiekis.

Efektyvus medžiagų panaudojimas. 1 kreditas. Šis kriterijus numato, kad turi būti naudojamas kuo mažesnis statybinių medžiagų kiekis nepakenkiant pastato konstrukcijų mechaniniam atsparumui ir taip pat mažinant susidarantį atliekų kiekį. Tai nereiškia, kad medžiagos ir pasirinkti sprendiniai visada bus ekonomiškesni finansiniu požiūriu. Kiekvienas projekto dalyvis privalo pateikti pasiūlymus ir galimybes, kaip galima sumažinti panaudojamų medžiagų kiekį.

- Pasiruošimo stadija. Užsakovas nustato medžiagų panaudojimo sumažinimo tikslus projektavimo ir statybos ciklams.

- Architektūrinės dalies komanda dirba siekdama nustatyti galimybes, kaip galima sumažinti medžiagų kiekį.

- Projektavimo dalies komanda taip pat dirba siekdama nustatyti, kaip galima sumažinti statybinių medžiagų kiekį, taip pat reikalinga palyginti su ankstesniais projektais.

- Statybos dalies komanda įgyvendina šiuos siekius ir teikia pasiūlymus sekantiems objektams. Generalinio rangovo užduotis šiame kriterijuje yra imtis visų įmanomų priemonių siekiant išvengti medžiagų švaistymo. Taip pat reikia stebėti ir lyginti su buvusiais projektais ar nėra didelių medžiagų panaudojimo nukrypimų.

Legalios medienos naudojimas. 1 kreditas. Visa statybos procese naudojama mediena yra gauta iš šaltinių kurie turi teisę ją kirsti, perdirbti ir parduoti.

Statybinių medžiagų įsigijimo planas. 1 kreditas. Užsakovas turi parengtą tvarių statybinių medžiagų įsigijimo planą ir dokumentuotas medžiagų įsigijimo procedūras. Rangovas turi užtikrinti, kad įsigytos medžiagos turėtų reikiamus tvarumo sertifikatus.

Atsakingas statybinių medžiagų įsigijimas. 3 kreditai. Šis kriterijus numato statybinių medžiagų įsigijimą iš tvarių šaltinių (gamintojų). Pastatas išskaidomas į atskirus segmentus pagal medžiagas ir produktus t.y. pamatai, sienos, stogas, langai, durys ir t.t. Kiekvienas iš šių segmentų turi atskirą svorį, kurį nustato BREEAM. 3 kreditai yra skiriami jei pasiekama bent 36 % numatyto medžiagų kiekio pagal šį planą. 2 kreditai už 20 % ir 1 kreditas už 10 %.

Statybinių atliekų kiekis. 1 kreditas. Nustatomi tinkami statybinių atliekų kiekiai t/100m² arba m³/100m² statomo ploto. Vykdomos procedūros, kurios užtikrina atliekų mažinimo funkcijas. Atsiradusios atliekos yra fiksuojamos ir kiekiai yra lyginami su numatytais. Jei vykdoma rekonstrukcija reikia įvertinti visas galimybes antrą kartą panaudoti senas statybines medžiagas, griovimo atliekas. Jei nėra galimybių panaudoti medžiagų antrą kartą, reikia šias medžiagas rūšiuoti bent į penkias paskirtas kategorijas (plytos, betonai, šiluminės medžiagos, įpakavimai, mediena, elektros prietaisai, buitinės atliekos, tepalai, asfaltas ir derva, keramika, iškastinės medžiagos, dirvožemis, stiklas, metalai, gipsas, plastikas, baldai, gruntas, skysčiai, pavojingos atliekos, grindų dangos, architektūriniai elementai ir mišrios atliekos).

Apsauga nuo aplinkos užteršimo. 1 kreditas. Didelis pavojingų ir nepavojingų statybinių atliekų kiekis yra apsaugotas nuo aplinkos užteršimo. Statybinės atliekos – daugiau nei 60 proc., griovimo atliekos daugiau nei 70 proc. Taip pat renkama informacija apie tai kur atliekos yra išvežamos ir skaičiuojamas koks kiekis m³/100m² statomo ploto buvo apsaugotas nuo aplinkos užteršimo.

Perdirbtos statybinės medžiagos. 1 kreditas. Tikslas panaudoti daugiau nei 25 % perdirbtų arba antrą kartą panaudotų medžiagų. Tai gali būti: Pamatinės sijos, pastato karkaso elementai, požeminių inžinerinių tinklų pagrindui naudojamos medžiagos, smulkintas asfaltas, gruntas skirtas aplinkotvarkos įrengimui, smulkintas mūras ir betonai.

9 lentelė. LEED v4 for Building Design and Construction 04.06 2018. Projektų Lietuvoje, pasirinktų kriterijų įvertinimai.

Eil. Nr.	Kriterijus	Maksimalus galimas įvertinimas	Verslo kompleksas „Trys burės“	Biurų miestelis „Technopolis Ozas“	Verslo centras „UNIQU“	Verslo centras „Penta“
1.	Statybinių atliekų valdymas	2	0	0	2	2
2.	Antrą kartą panaudotos statybinės medžiagos	1	0	0	0	0
3.	Perdirbtos medžiagos	2	0	0	1	0
4.	Regione pagamintos	2	0	2	2	0

	statybinės medžiagos					
5.	Sertifikuotos medienos naudojimas	1	0	0	0	0
6.	Viduje atliekamų statybos darbų oro kokybės valdymo planas.	1	0	1	1	1

Toliau nagrinėsime už kokius konkrečius veiksmus ir rezultatus skiriami įvertinimai statybos etape LEED pastatų tvarumo vertinimo sistemoje.

Statybinių atliekų valdymas. 2 taškai.

Pirma opcija 1 taškas: Perdirbti ar perduoti perdirbimui daugiau nei 50 proc. statybos ar griovimo atliekų. Turi būti mažiausiai trys skirtingos atliekų rūšys perduotos perdirbimui.

Antra opcija 2 taškai: Perdirbti ar perduoti perdirbimui daugiau nei 75 proc. statybos ar griovimo atliekų. Turi būti mažiausiai keturios skirtingos atliekų rūšys atiduotos perdirbimui.

Antrą kartą panaudotos statybinės medžiagos. 1 taškas. Antrą kartą panaudoti statybines medžiagas siekiant sumažinti naujų medžiagų poreikį. Taškas skiriamas, jei antrinių medžiagų yra panaudota daugiau nei 5 proc. nuo visos medžiagų vertės.

Perdirbtos medžiagos. 2 taškai. Naudoti perdirbtas medžiagas, gaminius (kurių perdirbimo dalis yra ne mažiau kaip 50 proc.). 1 taškas skiriamas už daugiau nei 10 proc. 2 taškai skiriami už daugiau nei 20 proc. visos panaudotų medžiagų ir gaminių kainos.

Regione pagamintos statybinės medžiagos. 2 taškai. Naudoti regione pagamintas medžiagas (arčiau nei 800 km spinduliu). 1 taškas skiriamas už daugiau nei 10 proc. 2 taškai skiriami už daugiau nei 20 proc. visos panaudotų medžiagų ir gaminių kainos. Į šią sumą neįeina: elektronikos prietaisai, liftai ir kita įranga.

Sertifikuotos medienos naudojimas. 1 taškas. Daugiau nei 50 proc. medienos ir jos gaminių, kurie naudojami statybai, apdailai ir baldams turi būti sertifikuota FSC (*ang. Forest Stewardship Council's principles and criteria*).

Viduje atliekamų darbų oro kokybės valdymo planas. 1 taškas. Tikslas – apsaugoti darbininkų sveikatą statybos ar renovacijos metu užtikrinant gerą oro kokybę.

Drėgmė. Parengti ir įgyvendinti drėgmės kontroliavimo planą. Naudoti drėgmę sugeriančius produktus. Medžiagas, kurios yra pažeistos drėgmės pašalinti ir pakeisti naujomis.

- *Kietosios dalelės.* Nenaudoti oro ventiliacijos sistemos jei ji nėra pilnai įrengta ir užsandarinta, taip pat turi būti įdiegti visi oro filtrai.

- *Nestabilūs organiniai junginiai.* Jei bus dirbama su medžiagomis, kurios į aplinką išskiria nuodingas daleles (pvz.: dažai, tirpikliai, skiedikliai) vengti kontakto su medžiagomis, kurios sugeria į save šias daleles ir po to paleidžia atgal į aplinką (pvz.: medienos gaminiai).

- *Išorės emisijos.* Atliekant statybos ar renovacijos darbus lauke (pvz.: asfalto dangos klojimas, hidroizoliacijos įrengimas ir pan.) į aplinką yra išskiriami nestabilūs organiniai junginiai. Reikia užtikrinti, kad šios dalelės nepatektų į patalpų vidų kol atliekami darbai.

- *Tabakas.* Draudžiama rūkyti viduje ir arčiau kaip 8 m. nuo įėjimo į pastatą.

- *Triukšmas ir vibracija.* Užtikrinti, kiek įmanomą mažesnę vibracijos ir triukšmo lygį pasirenkant atitinkamus įrengimus ir dėvint reikiamas apsaugos priemones.

- *Infekcijos pavojus.* Atliekant renovacijos ar statybos darbus medicinos įstaigose, užtikrinti infekcijos pavojaus prevenciją. Tai atliekama derinant kartu su atitinkamomis sveikatos apsaugos struktūromis.

Turime susistemintus mus dominančių projektų duomenis, sekantis žingsnis yra jų apdorojimas. Siekdami pagrįsti statybos etapo reikšmingumą pastatų tvarumo vertinime turime rasti, kokį teorinį svorį sudaro pasirinktų kriterijų maksimalus galimas įvertinimas lyginant su galutiniu maksimaliu įvertinimu.

$$P_{BREEAM} = P_t / P_{max} * 100 \% ; \quad (3.1)$$

Čia: P_{BREEAM} , P_{LEED} – statybos etapo kriterijų svoris;

P_t – statybos etapo teorinė kriterijų suma;

P_{max} – maksimalus galimas taškų skaičius;

$$P_{BREEAM} = (18/134) * 100 \% = 13,43 \% ;$$

$$P_{LEED} = (9/110) * 100 \% = 8,18 \% ;$$

Tai bus procentinė išraiška (teorinis reikšmingumas), tačiau mus domina ir reali įtaka galutiniam rezultatui, todėl turime palyginti ir realiai surinktų taškų kiekį su galutiniu įvertinimu kiekvienam objektui.

$$P_{Bn} = P_{tr}/P_g * 100\%; \quad (3.2)$$

Čia: P_{Bn} , P_{Ln} – statybos etapo kriterijų svoris kiekviename objekte;

P_{tr} – kiekvieno objekto statybos etapo reali kriterijų suma;

P_g – reali surinkta taškų/kreditų suma;

$$P_{B1} = (13/89) * 100\% = 14,60 \% \text{ (DC Pier);}$$

$$P_{B2} = (11/67) * 100\% = 16,42 \% \text{ (QUADRUM) ;}$$

$$P_{B3} = (10/76) * 100\% = 13,16 \% \text{ (Narbuto 5);}$$

$$P_{B3} = (7/88) * 100\% = 7,95 \% \text{ (Place Eleven);}$$

$$P_{L1} = (0/32) * 100\% = 0,00 \% \text{ (Trys burės);}$$

$$P_{L2} = (3/66) * 100\% = 4,54 \% \text{ (Technopolis Ozas);}$$

$$P_{L3} = (6/86) * 100\% = 6,97 \% \text{ (UNIQ);}$$

$$P_{L4} = (3/74) * 100\% = 4,05 \% \text{ (Penta);}$$

Toliau vertinsime ar turi įtakos šių kriterijų įgyvendinimas galutiniam rezultatui pagal mūsų realius projektus ir jų įvertinimus.

$$P_{BRn} = P_{tr}/P_{max} * 100\%; \quad (3.3)$$

Čia: P_{BRn} , P_{LRn} – statybos etapo kriterijų svoris kiekviename objekte;

P_{tr} – kiekvieno objekto statybos etapo reali kriterijų suma;

$$P_{BR1} = (13/134) * 100\% = 9,70 \% \text{ (DC Pier);}$$

$$P_{BR2} = (11/134) * 100\% = 8,20 \% \text{ (QUADRUM) ;}$$

$$P_{BR3} = (10/134) * 100\% = 7,46 \% \text{ (Narbuto 5);}$$

$$P_{BR3} = (7/134) * 100\% = 5,22 \% \text{ (Place Eleven);}$$

$$P_{LR1} = (0/32) * 100\% = 0,00 \% \text{ (Trys burės);}$$

$$P_{LR2} = (3/110) * 100\% = 2,72\% \text{ (Technopolis Ozas);}$$

$$P_{LR3} = (6/110) * 100\% = 5,45\% \text{ (UNIQ);}$$

$$P_{LR4} = (3/110) * 100\% = 2,72\% \text{ (Penta);}$$

Dabar turime sužinoti ar šie įvertinimai galėjo turėti įtakos galutiniam įvertinimui. Priminsime kad BREEAM vertinimo sistemoje žingsnis yra kas 15 %, o LEED kas 10 taškų. Atimdami iš gauto galutinio įvertinimo statybos etapo kriterijų svorį sužinosime ar pasikeistų rezultato žingsnis.

$$P_{Bfn} - P_{BRn} = A_n \leq \{ 30\%, 45\%, 55\%, 70\%, 85\% \}; \quad (3.4)$$

$$P_{Lfn} - P_{LRn} = B_n \leq \{ 40, 49, 59, 79, \geq 80 \}; \quad (3.5)$$

Čia: P_{Bfn} , P_{Lfn} – galutinis projekto įvertinimas;

P_{tr} – kiekvieno objekto statybos etapo reali kriterijų suma;

A_n , B_n – pasikeitimas kurį palyginame su BREEAM ir LEED sistemų žingsniais;

$$A_1 = 73,09 - 9,70 = 63,39\% \{ \leq 70\% \} \text{ Taip (DC Pier);}$$

$$A_2 = 55,50 - 8,20 = 47,3\% \{ \leq 55\% \} \text{ Taip (QUADRUM);}$$

$$A_3 = 62,59 - 7,46 = 55,13\% \{ \leq 70\% \} \text{ Ne (Narbuto 5);}$$

$$A_4 = 72,4 - 5,22 = 67,18\% \{ \leq 70\% \} \text{ Taip (Place Eleven);}$$

$$B_1 = 32 - 0 = 32 \{ \leq 45 \text{ tašk.} \} \text{ Ne (Trys burės);}$$

$$B_2 = 66 - 3 = 63 \{ \leq 79 \text{ tašk.} \} \text{ Ne (Technopolis Ozas);}$$

$$B_3 = 86 - 6 = 80 \{ \leq 80 \text{ tašk.} \} \text{ Ne (UNIQ);}$$

$$B_3 = 74 - 3 = 71 \{ \leq 79 \text{ tašk.} \} \text{ Ne (Penta);}$$

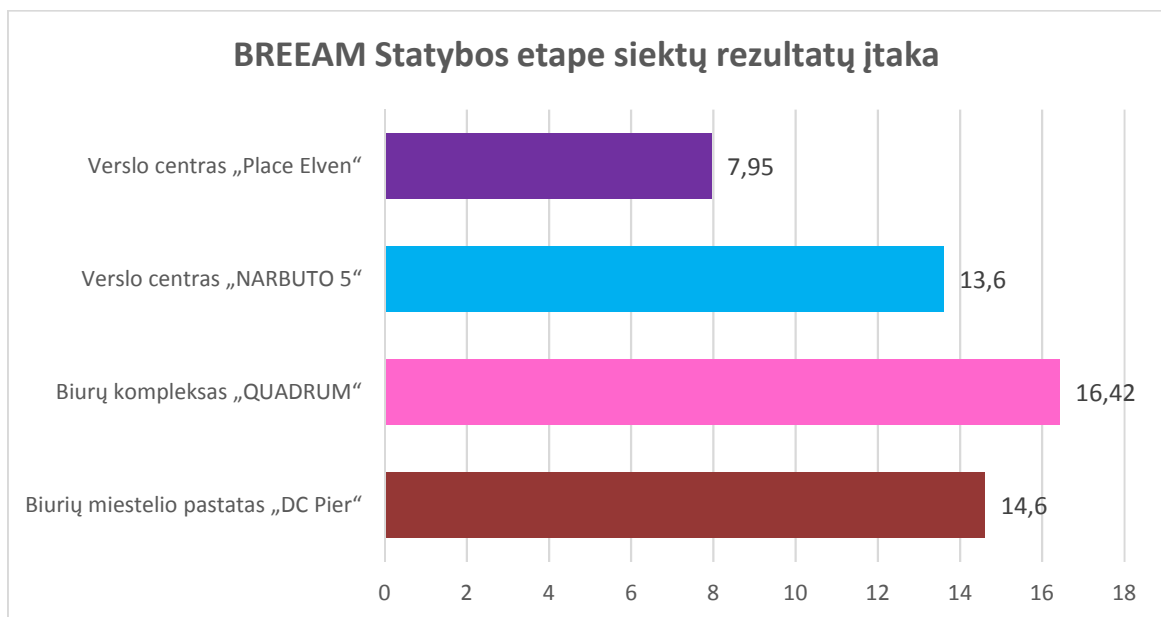
3.3 Rezultatai ir diskusijos

Suvedame rezultatus į lenteles [10 lentelė] ir [11 lentelė].

10 lentelė. BREEAM statybos etape siektų rezultatų įvertinimas.

Eil. Nr.	Rezultatas	Maksimalus galimas įvertinimas	Biurių miestelio pastatas „DC Pier“	Biurų kompleksas „QUADRUM“	Verslo centras „NARBUTO 5“	Verslo centras „Place Elven“
1	Pasiekta maksimalaus galimo rezultato [%]	100 %	72,2%	61,1%	55,5%	38,0 %
2	Įtaka galutiniam įvertinimui [%]	13,63 %	14,60 %	16,42 %	13,60 %	7,95 %
3	Galutinis bendras įvertinimas [%]	100 %	73,09 %	55,50 %	62,59 %	72,40 %
4	Ar turėjo reikšmingos įtakos rezultato žingsniui?	Taip	Taip	Taip	Ne	Taip

Suvedę rezultatus į galutinę lentelę matome, kad statybos etape pasiekti rezultatai turėjo 7,95% – 16,42% įtaką [1 pav.] ir tai nėra taip mažai kaip atrodė iš pradžių. Vertinant pačių projektų tvarumo pasiekimus statybos etape galime pastebėti tendenciją – kuo naujesnis projektas, tuo geresnis rezultatas. Vertinant svarbiausią aspektą (ar turėjo įtakos rezultato žingsniui) galime teigti kad taip. Beveik visi projektai išskyrus „Narbuto 5“ butų gavę žemesnius įvertinimus, nei gavo dabar jei būtų nepasiekti tvarumo kriterijai statybos etape.



1 pav. BREEAM statybos etape siektų rezultatų įtaka.

Verta paminėti, kad dažniausiai buvo siekiama poveikio aplinkai stebėjimo, tvarumo stebėjo paskyrimo, aplinkosaugos valdymo, legalios medienos naudojimo ir nedidelio statybinių atliekų kiekio. Rečiausiai – efektyvaus medžiagų panaudojimo, atsakingo statybinių medžiagų išigyjimo ir perdirbtų medžiagų naudojimo.

Sekantis žingsnis yra palyginti Lietuvoje vertintų pastatų rezultatus su užsienio patirtimi. Pasauliniu mastu plačiausiai BREEAM sistemą taikančios šalys yra: Švedija, Prancūzija ir Belgija [30]. Bendroje statistikoje vertinamos tik kategorijų grupės, kadangi šioje sistemoje statybos etapo kriterijai yra projekto valdymo, statybinių medžiagų ir užterštumo kategorijose, palyginsime gautus rezultatus su šių šalių vidutiniais statistiniais įvertinimais.

11 lentelė. BREEAM rezultatų palyginimas su užsienio pasiekimais.

Šalis	Prancūzija %	Švedija %	Belgija %	Lietuva %
Statybos etapo kriterijų įvertinimai	51,46	25,80	57,22	56,7

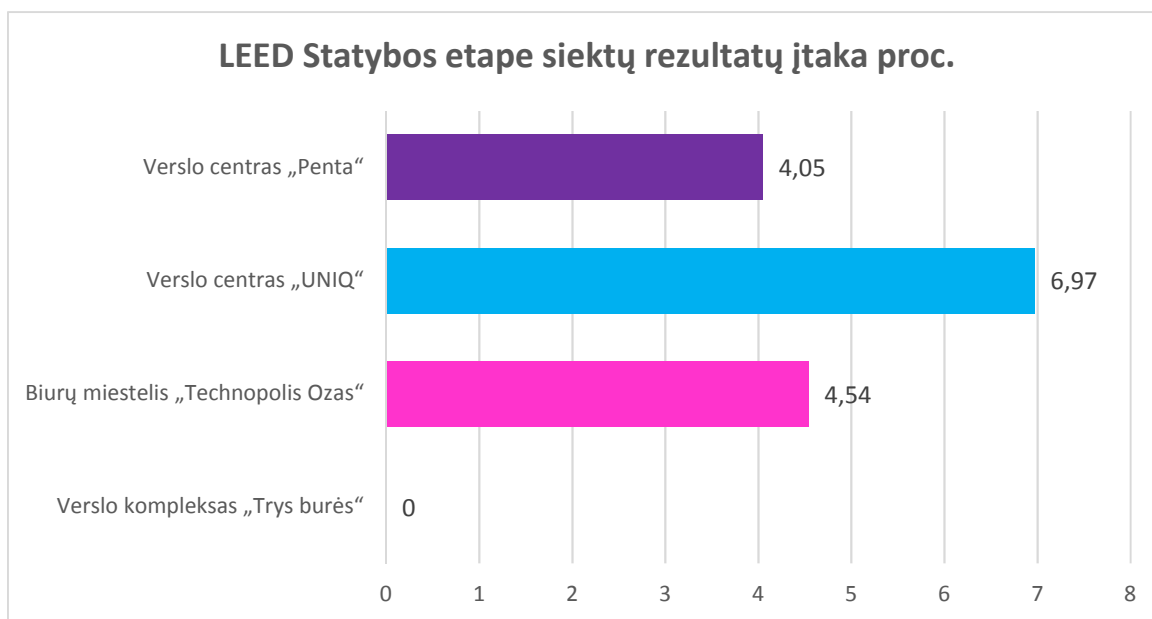
Šioje lentelėje matome, kad Lietuvos pasiekimai šioje srityje yra geri lyginant su pasirinktomis valstybėmis, tačiau turime pastebėti, kad mūsų tyrime buvo tik keturi projektai. Prancūzijoje šiuo metu įvertinimą turi 1660, Švedijoje – 668, Belgija – 359 pastatai. Šių šalių duomenis galime laikyti tiksliais, tačiau mūsų tyrime buvo tik keturi projektai ir duomenų aibė yra maža, rezultatų tikslumas yra mažas.

12 lentelė. LEED statybos etape siektų rezultatų įvertinimas.

Eil. Nr.	Rezultatas	Maksimalus galimas įvertinimas	Verslo kompleksas „Trys burės“	Biurų miestelis „Technopolis Ozas“	Verslo centras „UNIQ“	Verslo centras „Penta“
1	Pasiekta maksimalus galimo rezultato [%]	100 %	0	33,0 %	66,6 %	33,0 %
2	Įtaka galutiniam įvertinimui [%]	8,18 %	0	4,54 %	6,97 %	4,05 %
3	Galutinis bendras įvertinimas [%]	110	32/110	66/110	86/110	74 /110
4	Ar turėjo reikšmingos įtakos	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne

	rezultato žingsniui?					
--	----------------------	--	--	--	--	--

Suvedę LEED rezultatus į galutinę lentelę matome, kad statybos etape pasiekti rezultatai turėjo 0% - 6,97 % įtaką, tačiau tai nėra reikšminga įtaka [2 pav.]. Kaip išsiaiškinome, kad nei vienas iš nagrinėtų objektų nebūtų gavęs prastesnio įvertimo (vienu žingsniu) nei gavo dabar. Tai susiję su santykinai nedidelė įtaka galutiniam rezultatui 8,18 %.



2 pav. LEED statybos etape siektų rezultatų įtaka.

Dažniausiai buvo siekiama regione pagamintų statybinių medžiagų pirkimo ir viduje atliekamų darbų oro kokybės valdymo. Rečiausiai – sertifikuotos medienos naudojimo ir antrą kartą perdirbtų statybinių medžiagų.

Toliau palyginsime gautus rezultatus su pasiekimais užsienyje. Pasauliniu mastu plačiausiai LEED vertinimo sistemą taikančios šalys yra JAV, Kinija, Turkija ir Brazilija [31]. JAV šiuo metu yra įvertinta – 3694, Kinijoje – 172, Turkijoje – 86. Bendroje statistikoje vertinamos tik kategorijų grupės, šioje sistemoje mus domina statybinės medžiagos, vidaus oro kokybė ir atliekų valdymas, palyginsime gautus rezultatus su pasirinktų šalių įvertinimais

13 lentelė. LEED rezultatų palyginimas su užsienio pasiekimais.

Šalis	JAV %	Kinija %	Turkija %	Brazilija %	Lietuva %
Statybos etapo kriterijų įvertinimai	78,6	93,0	89,30	89,60	44,20

Matome, kad Lietuvoje pasiekti rezultatai nėra geri lyginant su užsienio valstybėmis, kurios plačiai taiko LEED sistemą. Tačiau turėdami mažą duomenų imtį negalime daryti reikšmingų išvadų dėl šių kriterijų siekimo Lietuvoje.

Turėdami visus rezultatus galime aptarti ir pagrįsti tyrimo pradžioje iškeltus teorinius sprendinius.

TS1: *Pastato tvarumas statybos etape turi reikšmingą įtaką galutiniam sertifikato įvertinimui.* Taip, BREEAM sistemoje 13,63%, o LEED 8,18% įtaką bendram rezultatui. Atlikdami tyrimus pamatėme, kad kuo didesniu rezultatu įvertinti projektai tuo geresni pasiekimai statybos etape, taip pat matoma tendencija, kad projektų rezultatai gerėja lyginant su ankstesniais metais. Nors LEED sistemoje tvarumas statybos etape nėra taip vertinamas, kaip BREEAM.

TS2: *Pastato tvarumo įvertinimas statybos etape yra susijęs su konkrečiais statybos rangos darbais atliekančios įmonės sprendimais ir rezultatais projekte.* Visi, tiek BREEAM, tiek LEED kriterijai statybos etape yra susiję su projekto valdymu, atliekų tvarkymu, atsakingu statybinių medžiagų įsigijimu. Tai yra statybos rangovo atsakomybė ir jis savo veiksmais turi užtikrinti, kad šie kriterijai būtų įgyvendinti.

TS3: *Pastato tvarumo tikslai Lietuvoje yra įgyvendinami.* Visi įvardinti kriterijai abiejose sistemose yra įgyvendinami ir jiems nėra įvykdymo apribojimų Lietuvoje.

TS4: *Statybos etapo kriterijų sritys nėra išskirtos bendruose vertinimo kriterijuose.* Taip kaip matome, kad techniniuose vadovuose nėra išskiriami statybos etapo kriterijai. Rangovas turi būti susipažinęs su šių kriterijų įgyvendimu BREEAM ir LEED sistemose.

Mažesnis įvertinimas gali lemti mažesnę nei numatytą iš pradžių nuomos kainą, lėtesnį nei tikėtasi investicijų atsipirkimą, mažesnę pastato žinomumą ar prestižą. Statinio generalinis rangovas turi būti suinteresuotas šių rezultatų siekimu. Užsakovas savo ruožtu turi iškelti labai aiškius tikslus rangovui dėl šių kriterijų įgyvendinimo, jei tikimasi gauti kuo aukštesnį įvertinimą. Visa tai turi būti formaliai įteisinta statybos sutartyje su rangovu.

Rangovas taip pat privalo įvertinti papildomas išlaidas, kurios atsiranda dėl padidėjusių administracijos išlaidų, atsakingo statybinių medžiagų įsigijimo, atliekų valdymo ir perdirbtų statybinių medžiagų. Tai reikia įvertinti sudarant sąmatas ir teikiant konkursinius pasiūlymus. Bendroji praktika parodo, kad daugelis įmonių kurios pirmą kartą dirba su „žaliaisiais pastatais“ dažniausiai patiria nuostolių dėl to, kad pervertina savo jėgas. Taip pat yra svarbios projekto vadovo savybės: analitinis, kritinis mąstymas, komunikacija ir vizija yra įvardijamos kaip didžiausią įtaką turinčios dirbant su „žaliaisiais statiniais“ [38]. Užsakovui patariama rinktis tas įmones, kurios turi patirties su „žaliųjų“ statinių statyba siekiant geresnio rezultato ir mažiau problemų projekto eigoje.

Galime pastebėti, kad šiuo metu formuojasi „žaliųjų pastatų“ nekilnojamo turto rinka. Numatoma, kad ši rinka ateityje plėsis ir siekiant patenkinti jos poreikius reikės vis daugiau įmonių kurios galės sėkmingai dirbti su šiais statiniais [27]. Statybinių medžiagų rinkoje pastebima, kad medžiagų skirtų „žaliesiems statiniams“ poreikis per numatytą 2012-2022 m. laikotarpį augs 11,4 proc. vien JAV [28].

Išvados

1. Žinodami, kad net 40 proc. pasaulinės CO₂ emisijos sudaro pastatai ir jų statyba susijusios sritys, turime ieškoti būdų, kaip galima sumažinti „šiltnamio dujų“ išsiskyrimą pastatų. „Žalieji pastatai“ gali net 30 proc. sumažinti CO₂ išsiskyrimą, o statybos etape pasiekti rezultatai reikšmingai prisideda siekiant galutinių tvarumo įvertinimų. Pasauliniu mastu statinių plotas nuosekliai didėja, tuo tarpu „žaliųjų pastatų“ – neproporcingai lėtai. Lietuvoje tik paskutinį dešimtmetį buvo pradėti statyti pirmieji tvarūs pastatai. Atlikus literatūros analizę ir vertinimą šia tema galime teigti, kad daugelis mokslinių straipsnių: lygina BREEAM ir LEED sistemas ir jų praktinį pritaikymą, CO₂ emisijų mažinimas naudojant pastatų tvarumo vertinimo sistemas, nagrinėja problemas ir veiksnius kurie trukdo įsisavinti tvarių statinių technologijas. Tačiau nėra atlikta tyrimų, kurie būtų susiję su statybos etapo tvarumo vertinimu.

2. Siekiant iširti statybos etapo tvarumo vertinimo ypatumus reikėjo išnagrinėti pasirinktų BREEAM, LEED ir WELL sistemų techninius vadovus. BREEAM ir LEED vertinimo kategorijos: Sklypo panaudojimas, transportas, vanduo, energija, statybinės medžiagos, sveikata ir vidaus aplinka, atliekos, užterštumas ir inovacijos. WELL sistema sukurta vertinti vidaus aplinkos kokybę, jos kriterijai: judėjimas, vanduo, medžiagos, mityba, šviesa, terminis komfortas, garsas, psichologinė sveikata ir inovacijos. Visų šių sistemų kategorijos turi savo vertinimo „svorį“ ir juos sudėjus gaunamas galutinis įvertinimas. Statybos etapo vertinimo kriterijai nėra išskiriami bendruose kriterijų vertinimuose.

3. Tyrimui atlikti buvo tinkami 7 administracinės paskirties pastatai Lietuvoje ir 1 esantis Latvijoje. Šie pastatai buvo vertinti BREEAM (DC Pier, QUADRUM, Narbuto 5, Place eleven) arba LEED (Trys burės, Technopolis Ozas, UNIQ, Penta) sistemomis. Pagal atitinkamas sistemų techninius vadovus buvo išskirti su statybos etapu susiję veiksniai. Pagrindiniai abiejų sistemų statybos etapo vertinimo kriterijai: projekto valdymas, atsakingas statybinių medžiagų įsigijimas, legalios medienos naudojimas, statybinės atliekos, apsauga nuo aplinkos užteršimo. Buvo gauti pasirinktų statinių įvertinimai šiose kategorijose ir apskaičiuota: statybos etapo kriterijų svoris, sistemų įvertinimų žingsniai, statybos etapo kriterijų įtaka galutiniam įvertinimui ir reikšmingumas galutiniam rezultatui. Skaičiavimai parodė, jog įtaka galutiniam rezultatui BREEAM sistemoje svyruoja nuo 7,95 – 16,42 proc. kai įvertinimo žingsnis yra 10 proc. Tai galėjo lemti galutinio įvertinimo rezultatą vienu žingsniu. LEED sistemoje įtaka svyruoja nuo 0 - 6,97 proc. ir visais atvejais neturėjo reikšmingos įtakos galutiniam rezultatui dėl nedidelių šių projektų pasiekimų. Galime teigti, kad pastato tvarumas statybos etape yra susijęs su konkrečiais statybos rangos darbus atliekančios įmonės sprendimais ir rezultatais objekte, taip pat pastato tvarumo tikslai Lietuvoje yra įgyvendinami ir statybos etapo tvarumas turi reikšmingą įtaką galutiniam sertifikato įvertinimui. Statant tvarius pastatus statybos etape Lietuvoje dažniausiai siekiama: atsakingos statybos praktikos, regione pagamintų statybinių medžiagų pirkimo, statybinių atliekų valdymo. Rečiausiai – perdirbtų ir

antrą kartą panaudojamų statybinių medžiagų, taip pat medžiagų pirkimo iš tvarių statybinių medžiagų gamintojų.

4. Daugėjant „žaliųjų pastatų“ atitinkamai atsiranda geresnį įvertinimą turinčių projektų. Tai skatina „žaliosios statybos“ konkurenciją, mažesnius įvertinimus turintys pastatai jau nebeatrodo tokie patrauklūs lyginant su geresnį įvertinimą turinčiais projektais. Tai verčia vystytojus siekti geresnių rezultatų ir taip kurti kokybiškus, darnius aplinkai ir žmogui pastatus. Visi projekto dalyviai turi būti suinteresuoti tvarumo sistemos kriterijų įgyvendinimu. Užsakovas privalo reikalauti iš architektų, projektuotojų, rangovų ir kitų dalyvių kad būtų įgyvendinti numatyti tvarumo kriterijai. Rangovas privalo įvertinti papildomas išlaidas ketinant dirbti su „žaliaisiais statiniais“.

Literatūros saraksts

1. *Europos aplinkos agentūra. Apie klimato kaitu* [interaktyvus]. 2016 [žiūrēta 2018-09-20]. Prieiga per: <https://www.eea.europa.eu/lt/themes/climate/about-climate-change>
2. DIXON Wilmott. *The Impacts of Construction and the Built Environment* [interaktyvus]. 2010. [žiūrēta 2018-09-20]. Prieiga per: <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/33%20-%20Impacts%20of%20Construction.pdf>
3. SENEM Seyis, Esin Ergen. *A decision - making support tool for selecting green building certification credits based on project delivery attributes*. Building and Environment 2017. vol.126, pp 107-118. ISSN 0360-1323.
4. MIYEON Park, Sungho Tae, Sungjoon Suk, George Ford, Michael E. Smith, Robert Steffen. *A Study on the Sustainable Building Technologies considering to Performance of Greenhouse Gas Emission Reduction*. Procedia engineering 2015. vol.118, pp 1305-1308. ISSN 1877-7058.
5. DARKO Amos, Albert Ping Chuen Chan, Ernest Effah Ameyaw, Bao-Jie He, Ayokunle Olubunmi Olanipekun. *Examining issues influencing green building technologies adoption: The United States green building experts' perspectives*. Energy and buildings 2017. vol.144, pp 320-332. ISSN 0378-7788.
6. CHETHANA M.I. S.Illankoon, Vivian W.Y. Tam, Khoa N. Le, Liyin Shen. *Key credit criteria among international green building rating tools*. Journal of cleaner production. 2017. vol.164, pp 209-220. ISSN 0959-6526.
7. SEINRE Erkki, Jarek Kurnitski, Hendrik Voll. *Building sustainability objective assessment in Estonian context and a comparative evaluation with LEED and BREEAM*. Building and Environment 2014. vol.82, pp 110-120. ISSN 0360-1323.
8. HALIL Muhamad Faridah, Nasyairi Mat Nasir, Ahmad Azlee Hassan, Ani Saifuza Shukur. *Feasibility Study and Economic Assessment in Green Building Projects*. Procedia engineering 2016. vol.222, pp 56-64. ISSN 1877-7058.
9. AHN Han Yong, Chan Woo Jung, Minjae Suh, Myung Hwa Jeon. *Integrated Construction Process for Green Building*. Procedia Engineering 2016.vol. 145, pp 670-676. ISSN 1877-7058.
10. AWADH Omair. *Sustainability and green building rating systems: LEED, BREEAM, GSAS and Estidama critical analysis*. Journal of Building Engineering 2017.vol. 11, pp 25-29. ISSN 2352-7102.

11. YUANYUAN Li, Xiaochen Chen, Xiaoyu Wang, Youquan Xu, Po-Han Chen. *A review of studies on green building assessment methods by comparative analysis*. Energy and buildings 2017.vol. 146, pp 152-159. ISSN 0378-7788.
12. ZHIKUN Ding, Ze Fan, Vivian W.Y. Tam, Yu Bian, Shenghan Li, I.M. Chethana S.Illankoon, Sungkon Moon. *Green building evaluation system implementation*. Building and Environment 2018.vol. 133, pp 32-40. ISSN 0360-1323.
13. BELLE Chua Lee Yin, , Richard Laing, Marianthi Leon, Leslie Mabon. *An evaluation of sustainable construction perceptions and practices in Singapore*. Sustainable Cities and Society 2018. vol. 39, pp 613-620. ISSN 2210-6707.
14. SHAN Ming, Bon-gang Hwang. *Green building rating systems: Global reviews of practices and research efforts*. Sustainable Cities and Society 2018.vol. 39, pp 172-180. ISSN 2210-6707.
15. Lietuvos Žaliųjų Pastatų Taryba [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2018-03-25]. Prieiga per: <http://lzpt.lt/>
16. BINKYTĖ Arūnė. „Žaliųjų“ pastatų sertifikavimo sistemų (LEED ir BREEAM) palyginimas. Statyba. Vilnius: Vilniaus Gedimino Technikos Universitetas 2013. ISBN 978-609-457-536-5.
17. World Green building council. *Green building & the Sustainable Development Goals*. [interaktyvus] 2018. [žiūrėta 2018-10-06]. Prieiga per: <https://www.worldgbc.org/green-building-sustainable-development-goals>
18. International WELL Building Institute pbc. *WELL Building Standard version 2 pilot* [interaktyvus] 2016. [žiūrėta 2018-10-28]. Prieiga per: <https://v2.wellcertified.com/v2.2/en/overview>
19. Global Building Stock Database. *Commercial and Residential Building Floor Space by Country and Building Type: 2017-2026* [interaktyvus] 2018. [žiūrėta 2018-10-06]. Prieiga per internetą: <https://www.navigantresearch.com/reports/global-building-stock-database>
20. UN environment. *Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector. GLOBAL STATUS REPORT* [interaktyvus] 2017. [žiūrėta 2018-10-08]. Prieiga per : <https://globalabc.org/uploads/media/default/0001/01/35860b0b1bb31a8bcf2f6b0acd18841d8d00e1f6.pdf>
21. USGB. *Buildings and climate change*. [interaktyvus] 2015. [žiūrėta 2018-10-08]. Prieiga per: <https://www.eesi.org/files/climate.pdf>

22. MACNAUGHTON P, Pegues J, Satish U, Santanam S, Spengler JD, Allen JG *Economic, Environmental and Health Implications of Enhanced Ventilation in Office Buildings*. International Journal of Environmental Research and Public Health 2015. vol. 12, pp 14709–14722. ISSN 1661-7827.
23. *Structure tone organisation* [interaktyvus] 2017. [žiūrėta 2018-10-26]. Prieiga per: <https://structuretone.com/green-building-survey/>
24. *WELL Building Standard*. [interaktyvus] 2018. [žiūrėta 2018-10-26]. Prieiga per: https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/WELL_Building_Standard
25. GRACE K.C. Ding. *Sustainable construction—The role of environmental assessment tools*. Journal of Environmental Management 2008.vol. 86, pp 451-464. ISSN 0301-4797.
26. HEIGHT Marc. *Climate change science*. Journal of Energy Institute 2018.vol.1. ISSN 1743-9671
27. KOUTSOGIANNIS Anastasios. *Ten Benefits of Sustainable Construction*. Construction executive. [interaktyvus] 2018. [žiūrėta 2018 10-26]. Prieiga per: <http://constructionexec.com/article/ten-benefits-of-sustainable-construction>
28. *Green Building Materials Market Size, Share & Trend Analysis Report by Product, By Application (Framing, Insulation, Roofing, Exterior Siding, Interior Finishing), And Segment Forecasts, 2012 – 2022*. Grand view research. ID: 978-1-68038-551-9 [interaktyvus] 2018. [žiūrėta 2018-11-07]. Prieiga per: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/green-building-materials-market>
29. ASPINALL Sarah, Begum Sertyesilisik, Amr Sourani , Ashley Tunstall. *How Accurately Does BREEAM Measure Sustainability?* Creative Education 2012.vol.3, pp 1-8. ISSN 2151-4771.
30. BREEAM In-use Factfile [interaktyvus] 2017. [žiūrėta 2018-11-07]. Prieiga per: <https://files.bregroup.com/breem/briefingpapers/BREEAM-In-Use-FactFile-2017--93507-.pdf>
31. PENG Wu, Yongze Song, Jun Wang, Xiangyu Wang, Xianbo Zhao, Qinghua He. *Regional Variations of Credits Obtained by LEED 2009 Certified Green Buildings—A Country Level Analysis*. Sustainability 2017.vol.10, pp 1-18. ISSN 2071-1050.
32. GALLAGHER Amanda. *Certification Tools for Green Building BREEAM International New Construction* [interaktyvus] 2013. Prieiga per: <https://www.engineersireland.ie/EngineersIreland/media/SiteMedia/groups/regions/west-region/3-Amanda-Gallagher-BREEAM.pdf?ext=.pdf>

33. *Analyzing the Cost of Obtaining LEED Certification*. Northbridge Environmental Management Consultants [interaktyvus] 2003. [žiūrėta 2018-11-07] Prieiga per: <https://www.greenbuildingsolutions.org/wp-content/uploads/2016/05/LEED-Cost-Analysis-Report.pdf>
34. ROBINSON David. *BREEAM: Why We Need to Change our Perception of What it Costs* [interaktyvus] 2015. [žiūrėta 2018-11-07] Prieiga per: <https://www.fgould.com/uk-europe/articles/breem-why-we-need-change-our-perception/>
35. The WELL investment [interaktyvus] 2018. [žiūrėta 2018-11-07] Prieiga per: <https://v2.wellcertified.com/pricing>
36. Žaliasis pastatas. Lietuvos Žaliųjų Pastatų Taryba [interaktyvus] 2017. [žiūrėta 2018-11-08]. Prieiga per: <http://lzpt.lt/zalieji-pastatai/>
37. SALEM Dina, Ali Bakr, Zeyad Sayad. *Post-construction stages cost management: Sustainable design approach*. Alexandria Engineering Journal 2018.vol.1, pp 1-7. ISSN 1110-0168.
38. AKHAVAN Armin Tabassi, Kamand M. Roufechaei, Mahyuddin Ramli, Abu Hassan Abu Bakar, Radzi Ismail, A. Hamid KadirPakir. *Leadership competences of sustainable construction project managers*. Cleaner Production 2016.vol.124, pp 339-349. ISSN 0959-6526.
39. RAFINDADIA Aminu Darda, Miljan Mikiü, Iva Kovapiü, Zoran Cekiü *Global Perception of Sustainable Construction Project Risks*. Procedia – Social and Behavioral Sciences 2014.vol.119, pp 456-465. ISSN 1877-0428.
40. The importance of green building. Croatia Green building council [interaktyvus] 2017. [žiūrėta 2018-12-23]. Prieiga per: <http://www.gbccroatia.org/stranice/The%20importance%20of%20green%20building/49/en.html>
41. Vancouver Convention Centre: The world's first double LEED Platinum convention Centre [interaktyvus] 2017. [žiūrėta 2018-12-23]. Prieiga per: <https://www.corporatemeetingsnetwork.ca/2017/10/12/vancouver-convention-centre-worlds-first-double-leed-platinum-convention-centre/>
42. Four Green Buildings from Around the World [interaktyvus] 2017. [žiūrėta 2018-12-23]. Prieiga per: <https://www.zingyhomes.com/latest-trends/four-green-buildings-around-world/>
43. London 2012 Olympics: How green is the 'most sustainable Olympics ever?' [interaktyvus] 2012. [žiūrėta 2018-12-23]. Prieiga per:

<https://www.telegraph.co.uk/news/earth/earthnews/9447915/London-2012-Olympics-How-green-are-the-most-sustainable-Olympics-ever.html>