

Civil engineering
Statybos inžinerija

**BIM TECHNOLOGIJŲ TAIKymo ANALIZĖ SERTIFIKUOJANT
PAGAL BREEAM**

Martynas PAUŽA*

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva

Gauta 2022 m. gruodžio 29 d.; priimta 2023 m. sausio 27 d.

Santrauka. Siekiant sumažinti išteklių naudojimo mastą viso pastato gyvavimo ciklo metu, pasaulyje plačiai nagrinėjama energijos vartojimo tema – energijos vartojimas, susijęs su anglies dvideginio (CO₂) išmetimu į orą. BREEAM (angl. *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*), yra tarp plačiausiai pasaulyje paplitusių nekilnojamojo turto poveikio vertinimo metodų ir sertifikavimo standartų. Sertifikuojant pagal BREEAM būtina vertinti sveikatą ir gyvenimo kokybę pastatuose, statybines medžiagas, inovacijas, ekonominę ir socialinę atsakomybę, energiją, vandentvarką, ekologiją ir taršą. Statinio informacinis modeliavimas (angl. *Building Information Modelling*, BIM) vis plačiau pasaulyje naudojamas ne tik projektams rengti, bet ir visam pastato gyvavimo ciklo valdyti. Taikant BIM, efektyviau naudojami išteklių ir užtikrinamas sklandesnis statybų valdymas. Šiame straipsnyje tiriamos BIM technologijų taikymo galimybės sertifikuojant pagal BREEAM, nustatomos galimos naudos ir apribojimai.

Reikšminiai žodžiai: BIM, BREEAM, LEED, CDE, tvarumas.

Įvadas

Visame pasaulyje statybos sektorius atsakingas už didelį išteklių naudojimą pastatų statybos, eksploatavimo ir nugriovimo metu. Išteklių naudojimo ir vertinimo sistemos tokios kaip BREEAM arba LEED (angl. *Leadership in Energy and Environment Design*) padeda įvertinti aplinkosaugos parametrus įgyvendinant projektą. BREEAM pradėta naudoti kaip tvarumo vertinimo sistema, suteikiama naujiems biurų pastatams, tačiau dabar jau yra išplėsta ir statybos bei naudojimo stadijoms. BREEAM sistemos vertinimo kreditai suskirstyti į dešimt kategorijų: energija, sveikata ir gerovė, inovacijos, žemės naudojimas, medžiagos, valdymas, tarša, transportas, atliekos, vanduo (Carvalho et al., 2020). Šioms kategorijoms įvertinti reikalingi įrankiai, kurie ne tik padeda nustatyti duomenų reikšmes bet ir valdyti vertinimo bei naudojimo procesą. Todėl išteklių naudojimo valdymas yra labai svarbus ir yra tiesiogiai susijęs su efektyviai taikomomis inovatyviomis technologijomis. Statinio informacinis modeliavimas laikomas sprendimu, padedančiu įveikti šiuos iššūkius, su kuriais susiduriama įgyvendinant tradicinę darbo praktiką statybos pramonėje. BIM palengvina planavimo, projektavimo, statybos, gamybos ir naudojimo procesus, tiksliau

apibrėžia medžiagų kieki ir jų reikalavimus, o tai leidžia išvengti klaidų užsakant medžiagas (Zanni et al., 2014), mažina atliekų, susidarantių statybos metu, kieki (Abanda & Byers, 2016). Tiksliai šios analizės duomenims surinkti naudojami BIM metodologijos įrankiai, kurie kaip pažangūs sprendiniai padeda sėkmingai įgyvendinti BREEAM vertinimo tikslus.

1. Literatūros analizė

LEED ir BREEAM – dvi seniausios ir plačiausiai tarptautiniu mastu pripažintos tvarumo vertinimo sistemos, turinčios daugiausia sertifikuotų pastatų / akredituotų specialistų, atsižvelgiant į jų pripažinimą. Jos yra ne tik plačiausiai pripažintos pasaulyje, bet yra pirmosios pripažintos tarptautinės tvarių pastatų sertifikavimo sistemos (Rivera, 2009).

LEED – žaliųjų pastatų vertinimo sistema, kuri gali būti pritaikyta bet kuriam pastato gyvavimo ciklo etape. LEED sertifikatas nuolat atnaujinamas ir tobulinamas JAV Žaliųjų pastatų tarybos USGBC (Cole & Valdebenito, 2013). Tačiau ekologiškų pastatų statybos paklausai stipriai didėjant ir atsirandant naujoms technologijoms, keičiasi ir

*Autorius susirašinėti. El. paštas pau.martynas@gmail.com

sertifikavimo reikalavimai. Pavyzdžiui, 2013 m. išleistoje LEED V4 versijoje pridėti nauji kriterijai, siekiantys tvaresnės aplinkos pastate gyvenančiam žmogui (Choi et al., 2015), šie kriterijai yra nuolat tobulinami ir atnaujinami.

BREEAM – vienas plačiausiai pasaulyje paplitusių nekilnojamojo turto poveikio vertinimo metodų ir sertifikavimo standartų. BREEAM, kaip pastatų aplinkos tvarumo vertinimo sistema, sukurta 1990 m., pastatų tyrimo organizacijos (angl. BRE) Jungtinėje Karalystėje. Vertinimas susideda iš trijų pastato gyvavimo ciklų: projektavimo ir statybų, pastato eksploatavimo ir perdirbimo bei utilizavimo. Šiuo metu organizacija yra įvertinusi apie 550 tūkst. pastatų, o apie milijonas pastatų yra įregistruota siekiant gauti sertifikatą.

Tvarumo vertinimo sistemose apibrėžiami kriterijai ir kiekvienas vertinimo kriterijus turi savo svorį, o pagal surinktą taškų skaičių suteikiamas sertifikato tipas (Serrano-Baena et al., 2020). Sertifikatų tipai ir sertifikuotų projektų skaičius Lietuvoje pateikti 1 lentelėje.

Naujos projektavimo praktikos parodė, kad pastatų valdymo, priežiūros bei tvarumo vertinimo sistemos LEED ir BREEAM yra svarbūs veiksniai, lemiantys BIM įsitvirtinimą (Romano & Riediger, 2019) projektavimo ir statybos procesuose (Carvalho et al., 2020). Šie veiksniai labai padeda tapyti išteklius ir geriau valdyti projekto kokybę (Carvalho et al., 2021).

Siekiant gauti BREEAM sertifikatą, svarbu per BIM modelio rengimo etapus laikytis reikalavimų, kurie užtikrintų, kad pastatas atitiktų keliamus reikalavimus visą savo gyvavimo ciklą. Tai priklauso nuo architekto, konstruktoriaus, inžinieriaus ir statybos vadovo bendradarbiavimo bei kartu naudojamų BIM įrankių taikymo tvarioje statyboje. Nustatyta, kad BIM technologijų taikymo projekto dalyvių bendradarbiavimo galimybės yra plačios ir BIM dažnai naudojamas siekiant atlikti vidaus apšvietos ir inžinerinių sistemų analizes. Mokslininkų išnagrinėtas sėkmingas taikymas parodo, kaip BIM padeda įgyvendinti tvarios ir žaliosios statybos reikalavimus (Harding et al.,

2014). BIM vis plačiau diegiamas ir naudojamas visame pasaulyje ne tik statybos, bet ir pastato eksploatavimo metu, t. y. būtina pabrėžti, kad BIM metodologijos taikymas visą statinių gyvavimo laikotarpį suteikia naudą, išreikštą kokybės, ekonominių rodiklių, laiko ir kitais projekto parametrais (Pavlovskis et al., 2017). Išanalizavus literatūrą ir pateiktus BIM taikymus tvarioje statyboje, toliau analizuojamos BIM technologijų taikymo galimybės sertifikuojant pagal BREEAM, nustatomos naudos ir apribojimai.

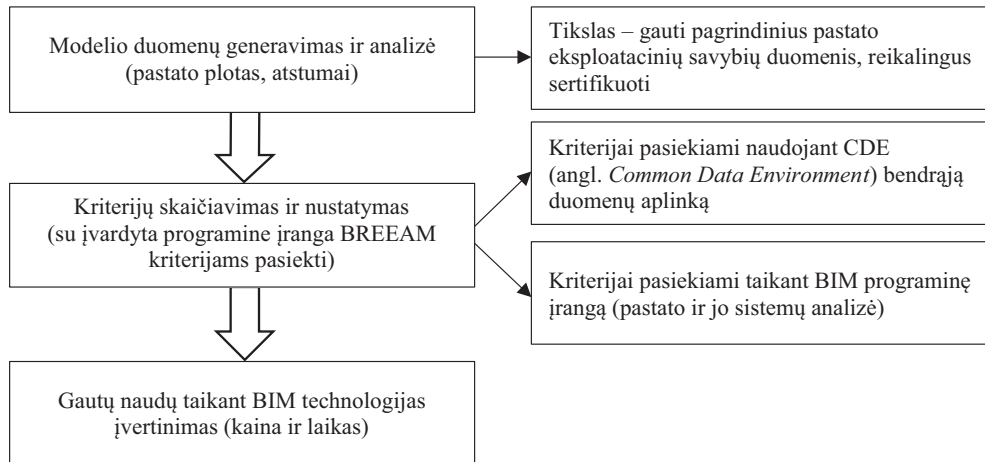
2. Tyrimo metodologija

Tyrime nagrinėjamas BREEAM sertifikavimo procesas papildomai naudojant BIM programinę įrangą pagal geriausių taikymo praktiką siekiant įvertinti laiko ir pinigines sąnaudas. Pagal BIM metodologijos taikymo galimybes ir BREEAM reikalavimus atliekami matavimai, duomenų generavimas ir simuliacijos, reikalingos pastato sertifikatui pasiekti abiem atvejais. Gauti rezultatai lyginami norint pasiekti tuos pačius ar geresnius BREEAM sertifikato kriterijus, analizuojant su įprasta sertifikavimo metodologija lyginamas laikas, programinės įrangos išlaidos. Tyrimas atliekamas pagal tyrimo algoritmą, kuriame, surenkant informaciją iš viešai prieinamų duomenų, pagal turimus BREEAM kriterijus ir jų įgyvendinimo galimybes, išskiriami du pagrindiniai BREEAM kriterijų įgyvendinimo būdai (1 pav.):

1. BREEAM sertifikavimo kriterijai įgyvendinami analizuojant projektinius sprendinius, pagal projekto duomenis nustatant rezultatus ir projekto informaciją įkeliant į bendrąją duomenų aplinką CDE.
2. Kriterijai įgyvendinami naudojant BIM programinę įrangą. Su BIM programine įranga atliekami matavimai ir imitacijos, reikalingos pastato sertifikatui pasiekti. Gauti rezultatai lyginami su BREEAM reikalavimais ir jų taikymu sertifikato kriterijams pasiekti.

1 lentelė. BREEAM / LEED vertinimo kriterijai ir sertifikuoti projektai Lietuvoje
Table 1. Criteria for BREEAM / LEED evaluation and certified projects in Lithuania

Pavadinimas	Vertinimo sistemos	
	BREEAM	LEED
Kriterijų skaičius	76	43
Privalomų kriterijų skaičius	27	28
Galimas gauti sertifikato lygmuo	Nevertinamas (<i>Unclassified</i>) Patenkinamai (<i>Pass</i>) Gerai (<i>Good</i>) Labai gerai (<i>Very good</i>) Puikiai (<i>Excellent</i>) Nepriekaištingai (<i>Outstanding</i>)	Sertifikuotas (<i>Certified</i>) Silver (Sidabras) Gold (Auksas) Platinum (Platina)
Sertifikuotų pastatų skaičius Lietuvoje	47 vnt.	20 vnt.



1 paveikslas. Tyrimo metodologija
Figure 1. Methodology of the research

3. BIM technologijų taikymas sertifikuojant pagal BREEAM

Tyrimo taikant BIM, siekiama sklandžiai dalytis informacija tarp visų projekto dalyvių ir sukuriama bendroji duomenų aplinka, kurioje skiriamos užduotys projekto dalyviams, valdoma informacija, projekto pakeitimai, fiksuojamas BREEAM kriterijų įgyvendinimas. Atrinkus BREEAM kriterijus pagal jų įgyvendinimo galimybes, DALUX BOX sukuriamas CDE katalogų medis BREEAM dokumentacijai (2 pav.). Toliau tyrime pristatomi keli BIM taikymo būdų sertifikuojant pagal BREEAM pavyzdžiai.

BREEAM kriterijais siekiama, kad vidaus patalpų apšvieta, tolygumas, akinimo indeksas ir spalvos atkūrimo indeksas atitiktų normines BREEAM vertes. Autoriui norint suprojektuoti pastato vidaus apšvietimą, pastato aukšto planas iškeliama į „DIALux evo“ programinę įrangą, darbo vietos zonuojamos kas 40 m², pasirenkami švies-tuvai, generuojamos analizės ir žiniaraščiai (3 pav.).

Kitas BIM taikymas, įgyvendinant BREEAM reikalavimus, yra siekis skatinti statyti pastatus, aplink kuriuos būtų ir kitų vietinių patogumų, taip mažinant automobilių naudojimo mastą. Pagal BREEAM keliamas reikalavimas,

kad bent dvi iš šių paslaugų vietų turi būti 500 m atstumu nuo pastato:

- maisto parduotuvė;
- bankomatas ar bankas;
- sporto ar laisvalaikio vieta.

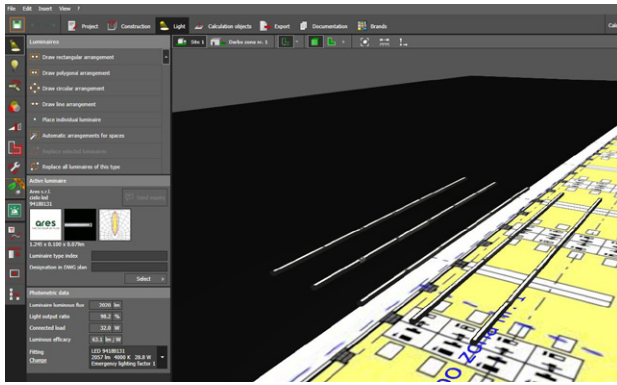
Šiam kriterijui įgyvendinti reikia pastato modelį iškelti į realų miesto modelį ir pagal jį apžiūrėti reikiamus atstumus. Aplinkos modeliui gauti naudojamas <https://cadmapper.com>. Iš jo sugeneruojamas DXF failas ir iškeliama į bendrą objekto modelį naudojantis „Revit 2021“ programine įranga bei surenkami duomenys (4 pav.).

Pagal BREEAM reikalavimus bent 3 % nuo visų pastatų skirtų automobilių statymo vietų turi būti pritaikytos elektromobiliams, įrengiant elektromobilių įkrovimo stoteles. Naudojant „Revit 2021“ programinę įrangą iš žiniaraščių generuojama informacija – statymo vietų skaičius – ir atitinkamai nustatomas elektromobilių vietų skaičius (5 pav.).

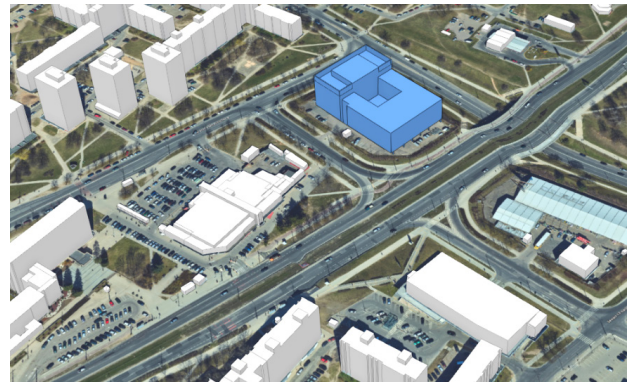
Išanalizavus straipsnyje pateiktus BIM taikymo būdus, sertifikuoti pagal BREEAM ir jų įgyvendinimo galimybes, matyti, kad, pakartotinai naudojant tą pačią programinę

Failo pavadinimas	Versija	Turinio aprašymas	Įkelta	Įkėlė	Direktorija	Numeris	Pavadinimas
01. Akmens vatos EPD.pdf	1		2022-01-23, 20:53	Martynas Pauza	Faila/V01_BREEAM dokumentacija/06. M A T E ...	01	Akmens vatos EPD
02. Sienu dažu EPD.pdf	1		2022-01-23, 20:53	Martynas Pauza	Faila/V01_BREEAM dokumentacija/06. M A T E ...	02	Sienu dažu EPD
03. Šilko EPD.pdf	1		2022-01-23, 20:53	Martynas Pauza	Faila/V01_BREEAM dokumentacija/06. M A T E ...	03	Šilko EPD
04. GB kolonos EPD.pdf	1		2022-01-23, 20:53	Martynas Pauza	Faila/V01_BREEAM dokumentacija/06. M A T E ...	04	GB kolonos EPD
05. Durų rėnkėnų EPD.pdf	1		2022-01-23, 20:53	Martynas Pauza	Faila/V01_BREEAM dokumentacija/06. M A T E ...	05	Durų rėnkėnų EPD
06. San. Mazgų plytelių EPD.pdf	1		2022-01-23, 20:53	Martynas Pauza	Faila/V01_BREEAM dokumentacija/06. M A T E ...	06	San. Mazgų plytelių EPD
07. GB perdangos EPD.pdf	1		2022-01-23, 20:53	Martynas Pauza	Faila/V01_BREEAM dokumentacija/06. M A T E ...	07	GB perdangos EPD
08. GK (baltas) EPD.pdf	1		2022-01-23, 20:53	Martynas Pauza	Faila/V01_BREEAM dokumentacija/06. M A T E ...	08	GK (baltas) EPD
09. GK (raudonas) EPD.pdf	1		2022-01-23, 20:53	Martynas Pauza	Faila/V01_BREEAM dokumentacija/06. M A T E ...	09	GK (raudonas) EPD
10. Pakabinamų lubų EPD.pdf	1		2022-01-23, 20:53	Martynas Pauza	Faila/V01_BREEAM dokumentacija/06. M A T E ...	10	Pakabinamų lubų EPD

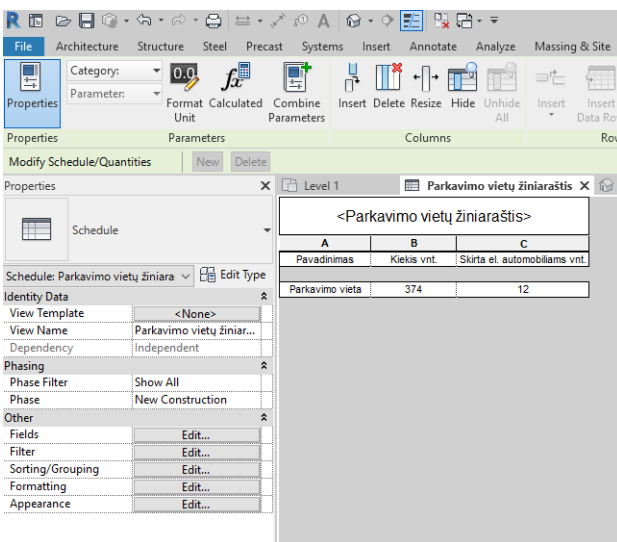
2 paveikslas. Bendroji duomenų aplinka (CDE) DALUX aplinkoje
Figure 2. Common Data Environment (CDE) in DALUX application



3 paveikslas. Pastato vidaus apšvietimo projektavimas
Figure 3. Building's internal lighting design



4 paveikslas. Pastato modelis realioje aplinkoje
Figure 4. Model of the building in real view



5 paveikslas. Elektromobilių vietų apskaičiavimas pastate
Figure 5. Calculation of electrocar places in building

įrangą, galima gauti papildomus BREEAM kriterijus. Tyrimo rezultatai matomi 2 lentelėje. Čia pateikiamas BREEAM vertinimas sertifikuojant tradiciniu būdu ir kriterijų pasiekimo galimybės taikant BIM metodologiją – bendroji duomenų aplinka (CDE) ir BIM programinė įranga.

Sumines laiko sąnaudas, naudojant CDE ir BIM, gauname atsižvelgdami į šiuos dalykus:

- Informacijos valdymo kriterijus yra vykdomas visą statybos / projektavimo laikotarpį.
- Pastato pakeitimai neskaiciuojami, todėl reikalingos pakartotinės pastato analizės.
- Skaiciuojant laiką nevertinamas papildomas projektavimo laikas, galintis atsirasti dėl duomenų mainų metu atsirandančio informacijos praradimo.

Analizuojant 2 lentelės duomenis, būtina akcentuoti, kad, siekiant aukštesnio įvertinimo ir naudojant CDE, užtrunkama 725 h, taikant BIM programinę įrangą – 698 h. Tai papildomai kainuoja 6080 Eur. Tradiciniu būdu sertifikuojant pagal BREEAM sugaištama apie 1008 h darbo laiko (skirtumas – apie 41 %). Į bendrą pinigų sumą neįtraukta darbo užmokesčio ir įrangos (kompiuterio) kaina.

2 lentelė. BREEAM kriterijų įvertinimas taikant BIM
Table 2. Evaluation of BREEAM criteria using BIM

Vertinimo kriterijus	Sertifikavimas tradiciniu būdu	Sertifikavimas taikant BIM	
		Pasiekta per CDE	Pasiekta taikant BIM programinę įrangą
Valdymas	14	14	(+2 BIM)
Sveikata ir gerovė	7	2	5
Energija	17	4 (+1 BIM)	13 (+4 BIM)
Transportas	7	1	6
Vanduo	6	6	–
Medžiagos	3	3 (+5 BIM)	–
Atliekos	5	3	2
Žemės naudojimas ir ekologija	4	1 (+1 BIM)	3 (+3 BIM)
Tarša	4	3	1 (+3 BIM)
Inovacijos	3	3	–
IŠ VISO	70	40 (+7 BIM)	30 (+12 BIM)

Išvados

Iš BIM technologijų taikymo analizės matome, kad BIM programinė įranga padeda efektyviau naudoti resursus ir užtikrina sklandesnę statybų valdymą, gaunamos akivaizdžios naudos atliekant tikslesnius matavimus ir rengiant imitaciją pastato BREEAM sertifikatai pasiekti. Tyrimo rezultatai taikant BIM lyginami su įprastu BREEAM vertinimu sertifikato kriterijams pasiekti ir formuojamos tokios išvados:

1. Taikant BIM technologijas BREEAM sertifikatai gauti iš 70 taškų 40 pasiekiami duomenis įkeliant į bendrąją duomenų aplinką, 30 taškų gaunama efektyviai atliekant pastato analizės ir generuojant duomenis iš turimo modelio.
2. Papildomai naudojant programinę įrangą, su kuria įvykdomi kiti BREEAM reikalavimai, galima gauti aukštesnį BREEAM įvertinimą (surenkant net iki 19 papildomų balų), tačiau tai reikalauja apie 41 % daugiau laiko ir papildomai kainuoja 6080 Eur.

Literatūra

- Abanda, F. H., & Byers, L. (2016). An investigation of the impact of building orientation on energy consumption in a domestic building using emerging BIM (Building Information Modelling). *Energy*, 97, 517–527. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.12.135>
- Carvalho, J. P., Almeida, M., Bragança, L., & Mateus, R. (2021). BIM-based energy analysis and sustainability assessment–application to Portuguese buildings. *Buildings*, 11(6), 246. <https://doi.org/10.3390/buildings11060246>
- Carvalho, J. P., Bragança, L., & Mateus, R. (2020). A systematic review of the role of BIM in building sustainability assessment methods. *Applied Sciences*, 10(13), 4444. <https://doi.org/10.3390/app10134444>
- Choi, J. O., Bhatla, A., Stoppel, C. M., & Shane, J. S. (2015). LEED credit review system and optimization model for pursuing LEED certification. *Sustainability*, 7, 13351–13377. <https://doi.org/10.3390/su71013351>
- Cole, R. J., & Valdebenito, M. J. (2013). The importation of building environmental certification systems: International usages of BREEAM and LEED. *Building Research & Information*, 41, 662–676. <https://doi.org/10.1080/09613218.2013.802115>
- Harding, J., Suresh, S., Renukappa, S., & Mushatat, S. (2014). Do building information modelling applications benefit design teams in achieving BREEAM accreditation? *Journal of Construction Engineering*, 2014, 390158. <https://doi.org/10.1155/2014/390158>

- Pavlovskis, M., Antucheviciene, J., & Migilinskas, D. (2017). Assessment of buildings redevelopment possibilities using MCDM and BIM techniques. *Procedia Engineering*, 172, 846–850. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.083>
- Rivera, A. (2009, June 22–24). *International applications of building certification methods: A comparison of BREEAM and LEED* [Conference presentation]. Conference on Passive and Low Energy Architecture, Quebec City, Canada. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.562.6354>
- Romano, S., & Riediger, N. (2019). BIM as a tool for Green Building Certifications: An evaluation of the energy category of LEED, BREEAM and DGNB. *Journal of Physics: Conference Series*, 1425, 012162. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1425/1/012162>
- Serrano-Baena, M. M., Triviño-Tarradas, P., Ruiz-Díaz, C., & Hidalgo Fernández, R. E. (2020). Implications of BREEAM sustainability assessment on the design of hotels. *Sustainability*, 12(16), 6550. <https://doi.org/10.3390/su12166550>
- Zanni, M.-A., Soetanto, R., & Ruikar, K. (2014). Defining the sustainable building design process: Methods for BIM execution planning in the UK. *International Journal of Energy Sector Management*, 8(4), 562–587. <https://doi.org/10.1108/IJESM-04-2014-0005>

APPLICATION OF BIM TECHNOLOGY IN BREEAM CERTIFICATION

M. Pauža

Abstract

Energy consumption is widely studied in the world together with the topic of how to reduce the use of resources during the entire life cycle of the building – energy consumption is related to the emission of carbon dioxide (CO₂) into the air. BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) is the world's most widespread real estate impact assessment method and certification standard. In BREEAM certification the evaluation of health and quality of life in buildings, construction materials, innovation, economic and social responsibility, energy, water management, ecology, and pollution must be done. For collection of the precise data the Building Information Modelling (BIM) was used as a tool. BIM is increasingly used in the world not only for design but also for the entire life cycle management of the building. The BIM application ensures efficient use of resources and smoother construction management. This article explores the application of BIM technologies in BREEAM certification, identifying potential benefits and limitations.

Keywords: BIM, BREEAM, LEED, CDE, sustainability.