

## Environmental engineering Aplinkos inžinerija

### ADMINISTRACINIO PASTATO SISTEMŲ VALDYMO EFEKTYVUMO VERTINIMAS REMIANTIS ILGALAIKE STEBĖSENA

Violeta MOTUZIENĖ \*

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva*

Gauta 2022 m. birželio 22 d.; priimta 2022 m. liepos 4 d.

**Santrauka.** Klimato kaita ir su tuo susiję padariniai kelia egzistencinę grėsmę Europai ir pasauliui, o daugiau kaip 75 % Europos Sąjungoje išmetamo šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekio susidaro gaminant ir naudojant energiją. Dėl šios priežasties labai svarbu didinti energijos vartojimo efektyvumą pastatuose, nes pastatų sektorius yra vienas iš didžiausių energijos vartotojų ir turi didelį vis dar neišnaudotą energijos taupymo potencialą. Nors pastatai statomi ir sertifikuojami kaip energiška efektyvūs, dažnai eksploatacijos metu suvartojimai būna daug didesni, nei prognozuota. Dideliais energijos suvartojimo skirtumais, lyginant su projektiniais, ypač išsiskiria administracinės paskirties pastatai. Didesnį energijos vartojimą lemia įvairūs veiksniai, apimantys projektavimo, statybos ir eksploataavimo etapus. Mokslininkai dažnai išskiria pastato inžinerinių sistemų valdymą kaip vieną iš pagrindinių veiksnių, darančių įtaką pastato energijos suvartojimui. Straipsnyje analizuojamas realus administracinis pastatas ir vertinamas jo valdymo efektyvumas, remiantis ilgalaikės stebėsenos duomenimis. Identifikavus, kurios sistemos yra valdomos neefektyviai, buvo pasiūlytos ir įvertintos kelios valdymo strategijos, kurios leistų sutaupyti apie 20 % šilumos per metus.

**Reikšminiai žodžiai:** mikroklimatas, stebėseną, administracinis pastatas, energinis efektyvumas, pastato valdymas.

#### Įvadas

Klimato kaita ir su tuo susiję padariniai kelia egzistencinę grėsmę Europai ir pasauliui. Reaguodama į klimato šilumą, Europos Sąjunga (ES) išsikėlė tikslus iki 2050 m. užtikrinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) poveikio neutralizavimą įgyvendinant socialiai teisingą ir ekonomiškai efektyvią pertvarką (Europos Komisija, 2021). Kadangi daugiau kaip 75 % ES išmetamo šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekio susidaro gaminant ir naudojant energiją, šis sprendimas neabejotinai paveiks ir pastatų statybos, eksploataavimo ir priežiūros sektorių, kuris tiek Lietuvoje, tiek kitose ES šalyse yra vienas iš pagrindinių, lemiančių ŠESD išsiskyrimą. ES pastatų sektorius atsakingas už 40 % galutinės energijos suvartojimo ir 36 % išmetamo anglies dioksido (Alazazmeh & Asif, 2021).

Lietuva savo ruožtu yra parengusi Nacionalinį energetikos ir klimato srities veiksmų planą 2021–2030 metams (Lietuvos Respublikos energetikos ministerija, 2021), kuriame nurodyta, kad didžiausias energijos vartojimo efektyvumo didinimo potencialas, įvertinus efektyvumo

priemonių ekonominį pagrįstumą, yra pramonės, pastatų ir transporto sektoriuose. Oficialios statistikos portalo duomenimis, 2019 m. Lietuvoje pastatai suvartojo 37,1 % energijos. Todėl yra iškeltas strateginis tikslas – užtikrinti, kad iki 2030 m. pirminės ir galutinės energijos vartojimo intensyvumas būtų 1,5 karto mažesnis negu 2017 m., o iki 2050 m. – apie 2,4 karto mažesnis negu 2017 m.

ES šalys narės jau daug metų įgyvendina Pastatų energetinio naudingumo direktyvos (2010/31/ES) nuostatas ir vykdo pastatų energinio naudingumo sertifikavimo (PES) (STR 2.01.02:2016). Pastatų sertifikavimas yra efektyvi priemonė, siekiant mažinti energijos vartojimą ir ŠESD išsiskyrimą (Li et al., 2019), tačiau projektuojami, statomi ir sertifikuojami pagal nustatytus energinio naudingumo reikalavimus pastatai dažnai nepasiekia sertifikatuose nurodytų energijos vartojimo verčių (Zou & Alam, 2020), t. y. jos yra viršijamos. Pavyzdžiui, kaip rodo *CarbonBuzz* duomenų bazė, ypač dideli skirtumai tarp projektinių ir faktinių energijos suvartojimų yra negyvenamosios paskirties pastatuose, tarp kurių yra ir administraciniai pastatai. Toks energijos nesutapimas tarp projektinio ir faktinio energijos vartojimo

\*Autorius susirašinėti. El. paštas [violeta.motuziene@vlniustech.lt](mailto:violeta.motuziene@vlniustech.lt)

vadinamas energinio efektyvumo spraga (angl. *Energy Performance Gap*). Išskiriamos trys pagrindinės priežastys, lemiančios didesnę, nei prognozuota, energijos suvartojimą pastatuose: 1) vartotojai vartoja daugiau energijos, nei numatyta; 2) patalpose daugiau žmonių, nei buvo projektuota; 3) netinkamas energiją vartojančių sistemų veikimas (Zou et al., 2018).

Straipsnio tikslas – atlikus realaus administracinio pastato mikroklimato ir užimtumo stebėseną, įvertinti galimą energijos taupymo potencialą didinant sistemų valdymo efektyvumą.

## 1. Metodika

Darbe yra atliekama ilgalaikė administracinio pastato reprezentacinės patalpos stebėseną, ja remiantis yra identifikuojama, kaip palaikomos mikroklimato sąlygos patalpose bei koks yra faktinis patalpos užimtumas. Atlikus matavimo rezultatų analizę, yra įvertinamos pastato mikroklimato sistemų valdymo spragos, pasiūlomi ir įvertinami galimi sprendimai, nereikalaujantys investicijų ar reikalaujantys sąlygiškai mažų investicijų. Nagrinėjami tik metiniai šilumos sutaupymai. Esminiai tyrimo etapai pateikti 1 paveiksle ir toliau aprašomi detaliau.

Tiriamasis administracinės paskirties pastatas, kuriame atliekama stebėseną, pagal energinio naudingumo sertifikata yra B energinio efektyvumo klasės, pastatytas Vilniaus mieste. Sertifikate deklaruojamas šilumos suvartojimas yra 43,1 kWh/m<sup>2</sup>. Faktinis normalizuotas (perskaičiuotas esant projektinėms vidaus ir lauko sąlygoms) pastato šilumos suvartojimas, 2019 metų duomenimis, buvo 44,5 kWh/m<sup>2</sup>. Taigi, energinio naudingumo spraga šiuo atveju yra nedidelė, tačiau yra neapibrėžtumų, susijusių su prielaidomis, priimtomis sertifikavimo metu dėl vidaus oro temperatūros, nes sistemos buvo projektuojamos numatant palaikyti 22 °C patalpos oro temperatūrą, o sertifikuojant reikia pasirinkti 20 °C. Taigi spraga pasirenkant 20 °C temperatūrą normalizavimo metu būtų didesnė – 59 kWh/m<sup>2</sup> (32 %).

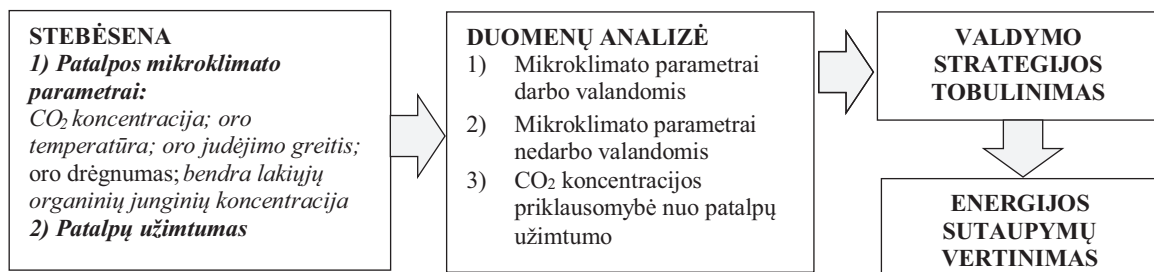
Stebėsenai pasirenkama reprezentatyvi pastate esanti patalpa – atviro tipo darbo kabinetas antrame aukšte (2 pav.). Kabinete, kuriame yra 15 darbo vietų, vienai

darbo vietai tenka 8,24 m<sup>2</sup> patalpos ploto. Tačiau tik 13–14 darbo vietų yra nuolat naudojamos, t. y. jų yra daugiau nei darbuotojų. Patalpos stebėseną buvo vykdoma nuo 2021 01 06 iki 2021 11 27, iš viso 325 dienas. Stebėsenos tikslas nustatyti pagrindinius mikroklimato parametrus ir patalpose vyraujančią oro kokybę. Tiriamojo darbo metu matuojama: temperatūra, CO<sub>2</sub> koncentracija, oro judėjimo greitis, santykinė drėgmė, bendra lakiųjų organinių junginių koncentracija.

Taip pat vienas iš matavimo tikslų – sudaryti tikslius žmonių buvimo patalpose grafikus. Tuo tikslu kiekvienoje darbo vietoje sumontuoti būvio padėties davikliai, kurie skaičiuoja, kiek laiko žmogus praleidžia savo darbo vietoje ir kiek žmonių analizuojamu laikotarpiu yra patalpoje. Daviklio lazeris užfiksuoja judesį, o temperatūrinis jutiklis patvirtina, kad esamoje darbo vietoje sėdi darbuotojas. Daviklis fiksuoja aktyvumą darbo vietoje ir pateikia darbo vietos užimtumo grafiką. Gauti duomenys yra apdorojami ir pateikiami 1 valandos intervalu. Analizuojant patalpos mikroklimato parametrų grafikus, patalpų užimtumą ir oro kokybę, yra pateikiamos išvagos ir pasiūlymai siekiant efektyvesnio patalpų valdymo. Daviklių išdėstymo planas parodytas 2 paveiksle, taip pat jame pavaizduota mikroklimato matavimo stotelės vieta skirtingu matavimo laikotarpiu. Stotelė kaupė duomenis sėdinčio žmogaus 1,2 m darbo zonos aukštyje. Naudojamos matavimo įrangos specifikacijos pateikiamos 1 lentelėje.



2 paveikslas. Tyrimo metu analizuojamas pastatas ir daviklių išdėstymas stebėtoje patalpoje  
Figure 2. Monitored building and sensors location in the room



1 paveikslas. Tyrimo etapai  
Figure 1. Stages of the research

1 lentelė. Mikroklimato ir oro kokybės matavimo įrangos suvestinė  
Table 1. Properties of the equipment used for indoor climate and air quality measurements

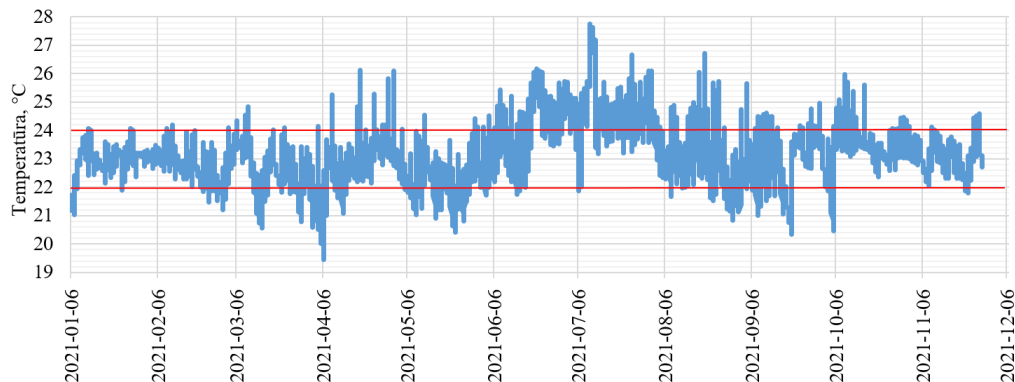
Prietaisai	Matuojamas parametras	Charakteristikos
Duomenų kaupiklis – ALMEMO 2960-8A	Oro judėjimo greitis	• Duomenų nuskaitymas iki 50 kartų per sekundę • Darbo aplinka: nuo -20 °C iki +70 °C, 95 % RH • Tikslumas ±2,5 %
Oro judėjimo jutiklis – ALMEMO FV A605 TA1/TA50		• Matavimo diapazonas 0,1–1,0 m/s • Paklaida ±1,0 % • Darbo aplinka nuo 0 °C iki +40 °C, 0–90 % RH
TableAir daviklis	Darbo vietos užimtumas	• Judesio daviklis (PIR) • Šilumos daviklis • Duomenų perdavimas 4.0LE • WiFi 2.4 Ghz
Lakiųjų organinių junginių koncentracijos jutiklis – AERASGARD RLQ-W	Bendra lakiųjų organinių junginių koncentracija	• Matuoja 26 teršalus • Darbo aplinka nuo 0 °C iki +50 °C
Duomenų kaupiklis – COMET U6841		• Duomenų kaupimas diapazone nuo 1 s iki 24 h • Darbo aplinka nuo -20 °C iki +60 °C
Meteorologinė stotelė – HOBO MX1102A	Oro temperatūra, santykinė drėgmė ir CO <sub>2</sub> koncentracija	Oro temperatūra: • Matavimo diapazonas nuo 0 °C iki +50 °C • Paklaida ±0,21 °C Santykinė drėgmė: • Matavimo diapazonas nuo 1 iki +90 % • Paklaida ±2 % CO <sub>2</sub> koncentracija: • Matavimo diapazonas nuo 0 iki 5000 ppm • Paklaida ±50 ppm

## 2. Rezultatai

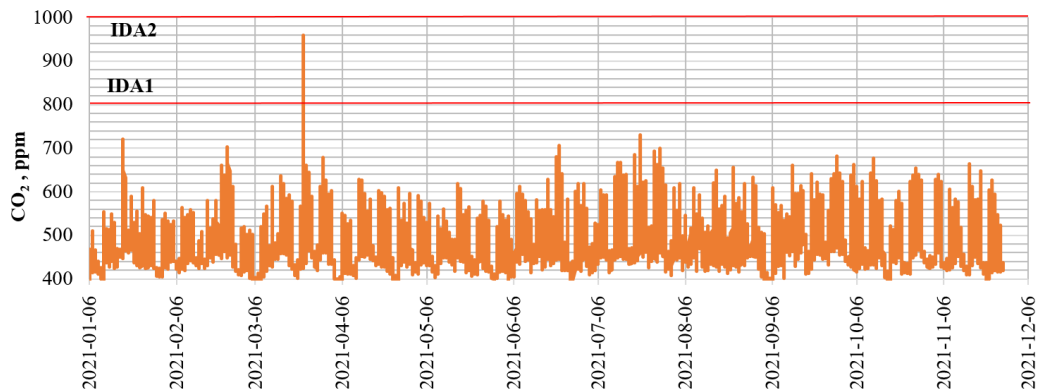
Apdorojus patalpų užimtumo stebėsenos rezultatus, buvo sudarytas vidutinis patalpų užimtumo grafikas tipinei darbo dienai. Jis buvo naudojamas įvertinti, kaip patalpos oro parametrai kinta priklausomai nuo žmonių buvimo patalpoje. Santykinis oro drėgnumas, užterštumas lakiosiomis medžiagomis bei oro judrumas patalpoje atitiko higienos normų keliamus reikalavimus. Toliau šie parametrai nėra analizuojami. Išsamiau analizuojami tie parametrai, kurie nukrypsta nuo norminių ar projektinių verčių ir yra susiję su energijos taupymo potencialo didinimu – patalpų vidaus temperatūra ir patalpos oro CO<sub>2</sub> koncentracija. 3 paveiksle yra pateiktas patalpos oro temperatūros svyravimas per visą matuotą laikotarpį, pažymėta projektinė 22 °C temperatūra šildymo sezonui bei 24 °C – vėsinimo sezonui. Tai yra projekte numatytos vertės, kurios

akivaizdžiai nėra tinkamai palaikomos, o patalpos šildymo sezono metu yra nuolat peršildomos, nes didžiąją laiko dalį temperatūra jose yra daugiau nei 23 °C. Be to, nei darbo dienomis, nei savaitgaliais netaikomas temperatūros pažeminimas (3 pav. ir 4 pav., a). Vėsinimo metu temperatūros kartais viršija projektines, tačiau niekada neviršija leidžiamosios 28 °C temperatūros (net ir nedarbo valandomis). Todėl akivaizdu, kad pažeminus darbo valandomis temperatūrą iki projektinės ir taikant temperatūros žeminimą ne darbo valandomis, galimi sutaupymai, kurie nereikalauja papildomų investicijų. Siūloma temperatūrą žeminti bent iki minimalios leidžiamosios 18 °C temperatūros nuo 18:00 val. iki 6:00 val. bei savaitgaliais.

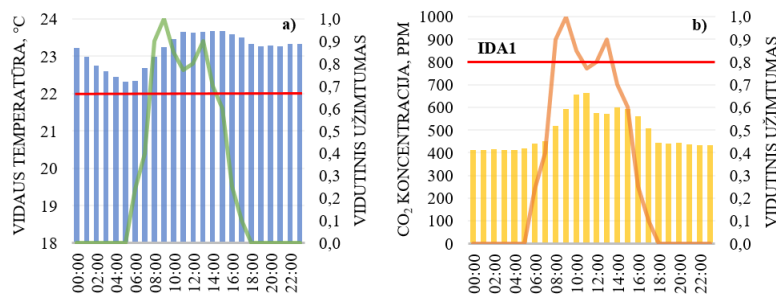
Analizuojant patalpų CO<sub>2</sub> koncentracijos kitimą (4 pav. ir 5 pav., b) buvo pastebėta, kad per visą matavimo laikotarpį darbo patalpose buvo palaikomas aukštas (IDA 1) arba



3 paveikslas. Temperatūros kitimo grafikas per visą stebėsenos laikotarpį  
Figure 3. Temperature variation through the whole monitored period



4 paveikslas. CO<sub>2</sub> koncentracijos kitimo grafikas per visą stebėsenos laikotarpį  
Figure 4. CO<sub>2</sub> variation through the whole monitored period



5 paveikslas. Tipinės šildymo sezono darbo dienos oro: a) temperatūros kitimas; b) CO<sub>2</sub> koncentracijos kitimas  
Figure 5. Variation of air: a) temperature; b) CO<sub>2</sub> concentration during the typical working day of the heating season

vidutinis (IDA 2) oro kokybės lygis. Lauko oro CO<sub>2</sub> koncentraciją laikant lygia 400 ppm, IDA 1 kategorijai yra priskiriamas oras, kuriame yra ne daugiau nei 800 ppm CO<sub>2</sub>. Yra žinoma, ir tai akivaizdu iš atliktų matavimų (5 pav., b), kad koncentracijos kitimas priklauso nuo patalpų užimtumo. Tyrimas rodo, kad darbo valandomis koncentracija svyruoja tik iki 700 ppm, todėl, net norint palaikyti aukščiausią oro kokybės kategoriją, nebūtina tiek vėdinti, t. y. patalpos didžiąją laiko dalį yra pervėdinamos. Čia taip pat slypi neišnaudotas energijos (tiek šilumos, tiek elektros) taupymo potencialas. Sumažinus tiekiamo oro kiekius patalpoje ir valdant sistemą atsižvelgiant į jos užimtumą, taip pat galima sutaupyti energijos, neaukojant komforto.

Siekiant sumažinti energijos vartojimą pastate, labai svarbu turėti atitinkamą pastato automatizavimo sistemą. Esama pastato ŠVOK (šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas) automatizavimo ir valdymo sistema (angl. BACS), remiantis EN 15232-1:2017 standartu, priskirtina C klasei. Siūloma naudoti aukštesnės B klasės valdymo sprendimus. B klasės valdymo sprendimai yra pranašesni nei C klasės, nes orientuojamasi į patalpų ar zonų valdymą, o ne į viso pastato valdymą. B klasės apraše akcentuojamas efektyvus energijos srautų stebėjimas ir valdymas. Pagal automatizavimo klasės nustatymo metodiką kiekvienai sistemai yra nurodomos konkrečios

būtinios valdymo ir automatizavimo priemonės. Siekiant B klasės, pagal metodikoje pateiktą lentelę yra nustatomas reikalingas automatizacijos lygis. Siūlomi valdymo sprendimai (Siemens, 2018):

- 1) **Patalpų šildymo temperatūros reguliavimas.** Siūloma vietoje įrengtų šildymo sistemos termostatinų vožtuvų patalpose naudoti elektroninę valdymo įrangą su tarpusavio ryšiu. Tokia įranga užtikrina didesnę valdymo tikslumą, koordinuotą visų patalpų valdymą ir aukštesnį efektyvumą. Nustatant individualius kiekvienos patalpos žmonių apkrovimo grafikus, galima sumažinti energijos vartojimą, kai patalpose nėra žmonių.
- 2) **Šildymo sistemos valdymas.** Siūloma vietoje šilumnešio parametrų valdymo pagal lauko oro temperatūrą naudoti valdymą pagal patalpose nustatytą poreikį, kurį lemia patalpose nustatytų komfortinių sąlygų parametrai.
- 3) **Vėdinimo sistemos valdymas.** Siūloma vietoje naudojamos pastovaus nustatyto oro srauto palaikymo programos naudoti daugiapakopį valdymą. Toks valdymas galėtų keisti vėdinimo sistemos tiekiamo oro kiekį priklausomai nuo poreikio (patalpų užimtumo).
- 4) **Patalpų vėsinimo temperatūros reguliavimas.** Siūloma vietoje įrengtų vėsinimo sistemos valdymo

pultelių patalpose naudoti elektroninę valdymo įrangą su tarpusavio ryšiu. Tokia įranga užtikrina didesnę valdymo tikslumą, koordinuotą visų patalpų valdymą ir aukštesnę efektyvumą. Nustatant individualius kiekvienos patalpos žmonių apkrovimo grafikus, galima sumažinti energijos vartojimą, kai patalpose nėra žmonių.

- 5) **Vėsinimo sistemos valdymas.** Siūloma vietoje naudojamos nustatytos sistemos veikimo programos naudoti optimalią pradžios / pabaigos programą. Tokia programa galėtų keisti vėsinimo sistemos darbo laiką stebint ir analizuojant patalpose esantį žmonių apkrovimą.

BACS metodologija leidžia gauti apytikrą energijos sutaupymą, kuris būtų gautas keičiant valdymo sistemas. Analizuojamas pastatas yra C valdymo klasės, o, atlikus siūlomus valdymo pakeitimus, pastatas taptų B valdymo klasės.

Norint įvertinti, kiek bus sutaupoma energijos įdiegus aukštesnės energinio naudingumo klasės PAVS ir PTV sistemas, pagal standartą EN 15232-1:2017 gali būti atliekamas preliminarus vertinimas. Tam reikia žinoti, kiek per metus energijos suvartotos standartinę automatizavimą turintis pastatas, ir pritaikyti formulę:

$$Sutaupymai = 100 \cdot E_{PAVS_C} \cdot (1 - f_{PAVS_B}), \%$$

čia  $E_{PAVS_C}$  – metiniai energijos poreikiai PAVS C klasei (esama), kWh;  $f_{PAVS_B}$  – planuojamos klasės PAVS sistemos efektyvumo rodiklis, kuris randamas metodikos lentelėse ir šiluminei energijai yra 0,8. Tokiu atveju šilumos sutaupymai sudarytų 20 %, t. y. vartojimas vietoje 44,5 kWh/m<sup>2</sup> sumažėtų iki 34,48 kWh/m<sup>2</sup>. Analogiškai galima preliminariai nustatyti ir elektros energijos sutaupymus. Kadangi koeficientas  $f_{PAVS_B}$  būtų lygus 0,93, galima būtų sutaupyti ir papildomus 7 % elektros energijos. Papildomų investicijų atsipirkimo laikus galima būtų įvertinti naudojant konkrečių gamintojų skaičiavimo įrankius, pavyzdžiui, EPC-Tool.

## Išvados ir apibendrinimas

Analizuotas pastatas yra B energinio naudingumo klasės ir, palyginus energijos naudingumo sertifikate nurodytus šilumos suvartojimus su normalizuotais faktiniais, gauta sąlygiškai nedidelė (lyginant pavyzdžiui su *CarboBuzz* bazėje pateiktais duomenimis) energinio naudingumo spraga (pasirenkant projekcinę vidaus oro temperatūrą 20 °C, ji siekia 32 %). Visgi atlikti atviro tipo biuro patalpos matavimai rodo, kad: 1) patalpų ŠVOK sistemų valdymas nėra pakankamai efektyvus, patalpos yra peršildomos šildymo sezono metu tiek darbo, tiek nedarbo valandomis; 2) neišnaudojamas temperatūrinio pažeminimo energijos taupymo potencialas; 3) patalpos yra pervėdinamos, t. y. vėdinama daugiau nei reikia užtikrinti aukštą oro kokybės kategoriją ir čia taip pat yra galimybė tobulinti sistemos valdymą, orientuojantis į žmonių buvimo grafikus patalpose.

Atlikus preliminarūs skaičiavimus, padidinus pastato valdymo ir automatizavimo klasę iš esamos C į B, galima

sutaupyti 20 % šilumos ir 7 % elektros energijos per metus. Tikslus energijos taupymo potencialas gali būti įvertintas atliekant dinaminę energinį modeliavimą, tai planuojama atlikti tęsiant tyrimus.

## Padėkos

Padėka skiriama Vydmantui Dragūnui už pagalbą atliekant matavimus ir renkant duomenis.

## Finansavimo šaltinis

Finansavimą skyrė Lietuvos mokslo taryba (LMTLT), sutarties Nr. S-MIP-20-62.

## Literatūra

- Alazazmeh, A., & Asif, M. (2021). Commercial building retrofitting: Assessment of improvements in energy performance and indoor air quality. *Case Studies in Thermal Engineering*, 26, 100946. <https://doi.org/10.1016/J.CSITE.2021.100946>
- CarbonBuzz, RIBA CIBSE platform. (2022). <https://www.carbonbuzz.org/casestudiestab.jsp>
- EPC-Tool, & Siemens. (n.d.). <https://epc.bt.siemens.com/epc/>
- Europos Komisija. (2021). *Bendras komunikatas Europos Parlamentui, Tarybai, Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui, Regionų komitetui ir Europos investicijų bankui Strategija „Global Gateway“*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX:52021JC0030>
- Europos Parlamentas ir Europos Sąjungos Taryba. (2010). *Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2010/31/ES dėl pastatų energinio naudingumo*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX:3A32010L0031>
- Li, Y., Kubicki, S., Guerriero, A., & Rezgui, Y. (2019). Review of building energy performance certification schemes towards future improvement. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 113, 109244. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109244>
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2016). *Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas (STR 2.01.02:2016)*. Vilnius.
- Lietuvos Respublikos energetikos ministerija. (2021). *Lietuvos Respublikos nacionalinis energetikos ir klimato srities veiksmų planas 2021-2030 m*. [https://enmin.lrv.lt/uploads/enmin/documents/files/Teisin%C4%97%20informacija/Teis%C4%97s%20aktai/Bendrieji%20energetikos%20strateginiai%20dokumentai/NECP/Lietuvos\\_Respublikos\\_nacionalinis\\_energetikos\\_ir\\_klimato\\_srities\\_veiksmu\\_planas.pdf](https://enmin.lrv.lt/uploads/enmin/documents/files/Teisin%C4%97%20informacija/Teis%C4%97s%20aktai/Bendrieji%20energetikos%20strateginiai%20dokumentai/NECP/Lietuvos_Respublikos_nacionalinis_energetikos_ir_klimato_srities_veiksmu_planas.pdf)
- Lietuvos standartizacijos departamentas. (2017). *Energinės pastatų charakteristikos. Pastato automatizavimo, jo įrenginių reguliavimo ir techninio valdymo poveikis. M10-4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 moduliai (LST EN 15232-1:2017)*. Vilnius.
- Siemens. (2018). *Building automation – Impact on energy efficiency (EN 15232-1:2017)*. Siemens Switzerland.
- Zou, P. X. W., & Alam, M. (2020). Closing the building energy performance gap through component level analysis and stakeholder collaborations. *Energy and Buildings*, 224, 110276. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110276>
- Zou, P. X. W., Xu, X., Sanjayan, J., & Wang, J. (2018). Review of 10 years research on building energy performance gap: Lifecycle and stakeholder perspectives. *Energy and Buildings*, 178, 165–181. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.08.040>

**EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF THE OFFICE BUILDING SYSTEMS' MANAGEMENT BASED ON THE LONG-TERM MONITORING DATA**

**V. Motuzienė**

**Abstract**

Climate change and its consequences pose an existential threat to Europe and the world, where more than 75% of the European Union's greenhouse gas emissions come from energy production. For this reason, it is very important to increase the energy efficiency of buildings, as the building sector is one of the biggest energy consumers with an impact on the still untapped potential for energy savings. Although buildings are constructed and certified as energy efficient, their in-use consumption is often significantly higher than expected. Especially significant in energy consumption between design and actual consumption are found in office buildings. The higher energy consumption is due to factors related to the design and operation phases. Researchers often emphasize the management of a building's engineering systems as one of the key factors influencing a building's energy consumption. The article analyses the existing office building and evaluates the efficiency of its energy using systems' management based on long-term monitoring data. After identifying which systems are managed inefficiently, several management strategies have been proposed and evaluated. It was found that with simple management strategies heating energy reduction is about 20% per year.

**Keywords:** indoor climate, monitoring, office building, energy efficiency, building management system.