

Environmental engineering Aplinkos inžinerija

BIURO PATALPOS ŠILUMOS PRITEKIŲ TYRIMAS

Laura JURŠĖNAITĖ, Violeta MOTUZIENĖ*

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva

Gauta 2018 m. birželio 18 d.; priimta 2018 m. birželio 25 d.

Santrauka. Didinant pastatų energinį naudingumą, šilumos nuostoliai per atitvaras ir dėl infiltracijos tampa nykstanti maži, todėl pastato šilumos balanse didėja vidiniams šilumos pritekams tenkanti dalis. Dideliais vidiniais šilumos pritekais pasižymi informacinių technologijų (IT) personalo biurai dėl juose gausiai naudojamos kompiuterinės įrangos, intensyvaus apšvietimo bei darbuotojų gausos. Formaliai tokie biurai, projektuojant pastatą ir jo energinį naudingumą, nėra išskiriami, jiems taikomos tokios pačios vidinių pritekų vertės kaip ir įprastiems biurams. Nepakankamas dėmesys išsamesniam šilumos pritekų diferencijavimui gali lemti tai, kad pastato naudingumas bus įvertintas netinkamai, vėsinimo sistemos bus suprojektuotos nepakankamos galios (projektinei šildymo galiai šilumos pritekiai įtakos neturi). Šio darbo tikslas yra nustatyti vidinių šilumos pritekų įtaką realaus IT biuro patalpos šilumos balansui. Šilumos pritekiai pradžioje nustatomi eksperimentiniu būdu ir lyginami su dydžiais, apskaičiuotais pagal STR 2.01.02:2016 standartą, patalpos modelis kalibruojamas IDA ICE programoje, kurioje atliekama pastato metinių energijos poreikių priklausomybės nuo vidinių šilumos pritekų parametrinė analizė. Nustatyta, kad maksimalūs paros eksperimentiniai vidiniai pritekiai yra 63–81 % didesni nei apskaičiuoti pagal reglamentą, metiniai šildymo poreikiai pagal eksperimentinius duomenis yra 31 % mažesni, o vėsinimo poreikiai 56 % didesni lyginant su gautais taikant normines pritekų vertes.

Reikšminiai žodžiai: IT biuras, vidiniai šilumos pritekiai, eksperimentinis tyrimas, modeliavimas, IDA ICE.

Įvadas

Pastatai suvartoja 32 % galutinės ir 40 % pirminės pasaulio energijos (Lee, Jeonggook, Doosam, Jonghun ir Cheolyong, 2017). Siekiant įgyvendinti Europos Sąjungos (ES) energijos vartojimo efektyvumo didinimo tikslus, pastatai turi būti tobulinami, tapti beveik nulinės arba nulinės energijos. Tam labai svarbus pastato projektavimo etapas. Kuo tiksliau nustatomi pastato šilumos balanso komponentai ankstyvajame pastato gyvavimo etape, tuo efektyvesnė pastato eksploatacija tiek energetiniu, tiek ekonominiu požiūriais.

Energetiškai efektyvių pastatų itin didelis sandarumas ir gera atitvarų šiluminė izoliacija beveik atskiria juos nuo aplinkos, tai sumažina išorinių veiksnių, priklausančių nuo vietovės klimato bei oro sąlygų, poveikį, tačiau sustiprina viduje vykstančių procesų įtaką (Ding, Zhang, Wang, Liu ir He, 2016). Yra tam tikrų tipų patalpų, kuriose vidinių pritekų dalis šilumos balanse itin didelė. Šios patalpos pasižymi dideliu žmonių bei kompiuterinės ar kitokios įrangos, vartojančios elektros energiją, tankiu. Pavyzdžiui, informacinių technologijų personalo kabinetai, atvirojo tipo biurai, skambučių centrai ir kt.

Vidiniams šilumos pritekams nustatyti ir įvertinti buvo atliktas tyrimas (Colombo, Lucking ir McInnes, 2011), kuriame nagrinėjama šiuolaikinių technologijų, informacijos bei bendravimo priemonių įtaka biuro paskirties pastato vėsos ir šilumos poreikiams. Jame numatyti keli scenarijai: kai įranga paskirstyta ir išsiskyręs šilumos kiekis nėra didelis ir kai šiuolaikinės technologijos sukelia didelius šilumos pritekus, įranga tankiai išdėliota patalpoje. Scenarijai modeliuojami skirtingos energetinės klasės pastatams. Tyrimas parodė, kad vidiniai šilumos pritekiai yra dominuojantis veiksnys nustatant pastato vėsos ir šilumos poreikius. Taip pat pagal šį tyrimą nustatyta, kad sandariame pastate vidinių šilumos pritekų įtaka šilumos balansui buvo 94 % didesnė lyginant su nesandariu. Autoriai nustatė kiekvieno mėnesio energijos balansus, gautas skirtumas tarp pritekų ir šilumos poreikių nedidelis, todėl teoriškai žiemos mėnesiais padidėjus vidinių pritekų daliai pastatą gali tekti net vėsinti.

Nustatant pastato apvalkalo konstrukcijų įtaką jo energiniam efektyvumui taip pat pastebėta vidinių šilumos pritekų svarba. Krstić-Furundžić ir Kosić (2016) tyrime modeliavo trijų tipų fasadus: masyvus fasadas ir dviejų

*Autorius susirašinėti. El. paštas violeta.motuziene@vgtu.lt

tipų fasadai iš skirtingos rūšies stiklo. Modeliuojant įvertinama skaidrių atitvarų šešėliavimo įranga. Tyrimo metu nustatyta, kad nagrinėjama atvejais vidiniai šilumos pritekiai priklausomai nuo fasado tipo kompensuoja 39–75 % šilumos nuostolių.

Pastato šilumos ir vėsos galios projektuojamos pagal normines vidinių šilumos pritekų vertes, pateiktas standartuose. Tačiau šie dydžiai dažnai neatspindi realybės patalpose, kur didelis įrangos išsidėstymo tankis. Vidinius šilumos priteklius nuo prietaisų tyrė Mahdavi, Tahmasebi ir Kayalar (2016). Autoriai palygino tikimybinus skaičiavimo modelius, ASHRAE 90.1 normose (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2013) pateikiamus dydžius bei vidinius priteklius pagal realiai išmatuotas elektros sąnaudas. Lyginant skaičiavimus pagal standartinius ir realius metinius duomenis, pritekiai, skaičiuojant pagal normas, buvo pervertinami 106,7 %. Realiai susidarantys pritekiai gali skirtis taip pat ir dėl skirtingos įrangos naudojimo. Suvartojamos energijos kiekis priklauso nuo įrangos tipo bei pagaminimo metų. Menezes, Cripps, Buswell, Wright ir Bouchlaghem (2014) nustatė, kad naujesni kompiuteriai, veikdami energijos taupymo režimu (angl. *low-power mode*), suvartoja mažiau energijos nei senesni, tačiau palyginti su senesniais jie suvartoja daugiau energijos būdami aktyvūs.

Šio tyrimo tikslas – nustatyti informacinių technologijų biuro patalpos realių vidinių šilumos pritekų įtaką patalpos šilumos režimui, komfortui bei energijos poreikiui, įvertinti norminių ir realių duomenų skirtumus.

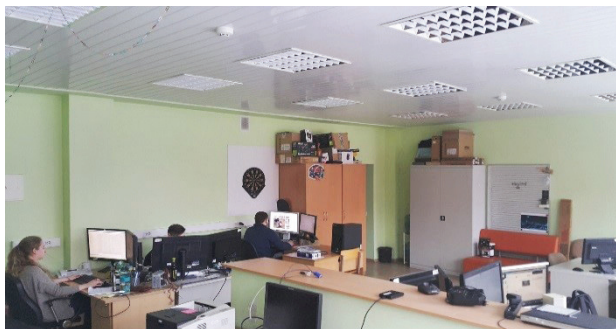
1. Metodika

Vilniaus Gedimino technikos universiteto informacinių technologijų (IT) darbuotojų kabinete atliekamas eksperimentinis tyrimas. Pagal išmatuotus parametrus įvertinamas komforto lygis patalpoje bei apskaičiuojami vidiniai šilumos pritekiai. Tuomet modeliavimo programoje IDA ICE sukuriama patalpos modelis ir skaičiuojami metiniai energijos poreikiai, įvertinama vidinių šilumos pritekų įtaka pastato šilumos balansui.

1.1. Eksperimentinis tyrimas

Pastatas, kuriame yra nagrinėjama patalpa, yra 1978 m. statybos, nerenovuotas, jo sienų šilumos perdavimo koeficientas $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tyrimo objektas yra IT personalo biuras (1 pav.). Ši patalpa pasižymi tankiai išdėliota kompiuterine įranga bei dideliu žmonių skaičiumi vienoje erdvėje. Patalpos langai orientuoti į vakarus, bendras langų plotas – $10,9 \text{ m}^2$, grindų plotas – $57,6 \text{ m}^2$.

Patalpoje yra 11 stacionarių darbo vietų, tačiau realiai patalpoje būna nuo 5 iki 9 žmonių. Kiekvienas darbuotojas turi po kompiuterį. Taip pat į patalpą atnešami kompiuteriai taisyti. Kita patalpoje esanti įranga yra elektrinis virduklis ir mikrobangų krosnelė. Kabineto darbo laikas 08:00–17:00 val. (9 valandos su pietų pertrauka). Darbuotojai patalpoje būna nepastoviai, prirėkus dirba kitose universiteto patalpose, todėl kartais valandai ar kelioms palieka patalpą, taip pat skirtingu laiku eina pietauti.



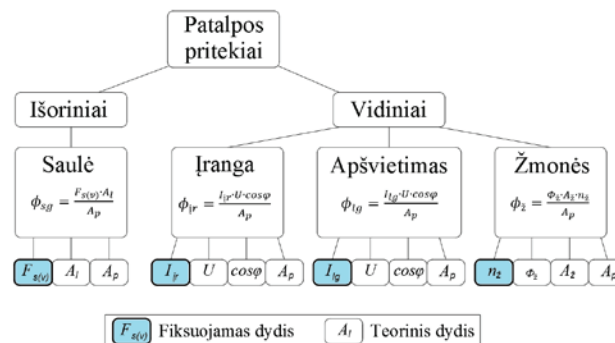
1 paveikslas. Tiriama patalpa
Figure 1. Analysed room

Eksperimentinis tyrimas atliktas vasaros laikotarpiu – liepos ir rugpjūčio mėnesiais. Tyrimo metu buvo nagrinėjami ir matuojami vidinius šilumos priteklius lemiantys veiksniai, taip pat fiksuojami parametrai, padedantys įvertinti patalpos užimtumą, šilumos priteklius nuo žmonių. Matavimo prietaisai, naudoti eksperimento metu, bei matuojami parametrai pateikiami 1 lentelėje.

Šilumos pritekiai apskaičiuojami pagal schemeje (2 pav.) nurodytas formules, naudojant fiksuotus ir teorinius dydžius.

1 lentelė. Matavimo prietaisai
Table 1. Measurement equipment

Matuojamas dydis	Prietaiso pavadinimas	Tikslumas
Saulės spinduliuotė	Piranometras <i>Silicon Pyranometer Smart Sensor (S-LIB-M003)</i>	$\pm 10 \text{ W/m}^2$
Temperatūra, drėgmė	Duomenų kaupiklis <i>HOBO U12</i>	$\pm 0,35 \text{ }^\circ\text{C}$ $\pm 2,5 \text{ \% RH}$
CO ₂	Duomenų kaupiklis <i>Telaire T17000 Series</i>	$\pm 50 \text{ ppm}$ $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$
Apšvietimas	Duomenų kaupiklis <i>HOBO U12</i>	$\pm 2,5 \text{ \%}$
Srovės stipris	Kintamosios srovės (AC) transformatorius <i>Onset CTV-A</i>	$\pm 4,5 \text{ \%}$



2 paveikslas. Išmatuoti ir pasirinkti parametrai, skaičiavimo formulės
Figure 2. Measured and assumed parameters, calculation equations

2 paveiksle paryškinti dydžiai eksperimentiškai matuojami, o kiti pasirenkami teoriškai. Patalpoje įrengta atskira elektros apskaita, matuojamas srovės stipris. Pagal tai apskaičiuojamas šilumos kiekis nuo įrangos. Apšvietimui matuoti prie kiekvienos eilės šviestuvų buvo pritvirtinti apšvietos matavimo prietaisai, taip nustatyta, kuriuo metu buvo jungiamas apšvietimas, vėliau pagal elektros srovės stiprį apšvietimui nustatomi šilumos pritekiai. Darbuotojai pildė žurnalus, kuriuose registruojamas atėjimo ir išėjimo iš patalpos laikas, taip nustatomas žmonių skaičius tam tikru metu ir taikant Fangerio metodiką pagal (5) formulę apskaičiuoti pritekiai. Saulės spinduliuotė matuojama siekiant nustatyti, kuriuo metu šilumos pritekiai yra didžiausi.

Išmatavus patalpos parametrus, šilumos pritekiai kvadratiniam patalpos ploto metrui apskaičiuojami pagal formulę:

$$\phi_g = \phi_{sg} + \phi_{ir} + \phi_{lg} + \phi_z, \quad (1)$$

čia ϕ_g – bendri patalpos šilumos pritekiai, W/m^2 ; ϕ_{sg} – šilumos srautas, patenkantis į patalpą pro langus nuo saulės, priklausantis nuo saulės spinduliuotės intensyvumo bei lango pralaidumo (apskaičiuojamas pagal (2) formulę), W/m^2 ; ϕ_{ir} – šilumos srautas, išsiskiriantis nuo patalpoje esančios ir veikiančios įrangos (apskaičiuojamas pagal (3) formulę), W/m^2 ; ϕ_{lg} – šilumos srautas nuo dirbtinio apšvietimo (apskaičiuojamas pagal (4) formulę), W/m^2 ; ϕ_z – šilumos srautas, išsiskiriantis nuo patalpoje būnančių žmonių (apskaičiuojamas pagal (5) formulę), W/m^2 .

Vidinių pritekų nuo saulės kiekis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\phi_{sg} = \frac{F_{s(v)} \cdot A_l}{A_p}, \quad (2)$$

čia $F_{s(v)}$ – saulės spinduliuotė pro langus į patalpą, $W/m^2/min$; A_l – langų plotas, m^2 ; A_p – patalpos grindų plotas, m^2 .

Patalpa turi atskirą elektros apskaitą. Elektros srovei matuoti elektros skydelyje pritvirtinamas srovės transformatorius su duomenų kaupikliu. Vidiniai pritekiai nuo kompiuterinės įrangos skaičiuojami pagal formulę:

$$\phi_{ir} = \frac{I_{ir} \cdot U \cdot \cos \varphi}{A_p}, \quad (3)$$

čia ϕ_{ir} – šilumos pritekiai nuo įrangos, W/m^2 ; I_{ir} – elektros energijos, skirtos įrangai, srovės stipris, A; U – elektros tinklo įtampa, V, $U = 230$ V; $\cos \varphi$ – galios koeficientas, jei nėra žinomas, pasirenkama $\cos \varphi = 0,9$ (Zaveckas, 2012); A_p – patalpos grindų plotas, m^2 .

Patalpą apšviečia keturios eilės fluorescencinių šviestuvų. Kiekviena eilė gali būti jungiama atskirai, todėl kiekvienoje įrengiama po vieną apšvietos matavimo prietaisą norint nustatyti, kada patalpoje buvo įjungiamas apšvietimas. Tuomet pagal šį laikotarpį, naudojant elektros suvartojimo apšvietimui duomenis, šilumos kiekis nuo dirbtinio apšvietimo nustatomas pagal formulę:

$$\phi_{lg} = \frac{I_{lg} \cdot U \cdot \cos \varphi}{A_p}, \quad (4)$$

čia ϕ_{lg} – šilumos kiekis, išsiskiriantis dėl dirbtinio apšvietimo, W/m^2 ; I_{lg} – elektros energijos, skirtos apšvietimui, srovės stipris, A.

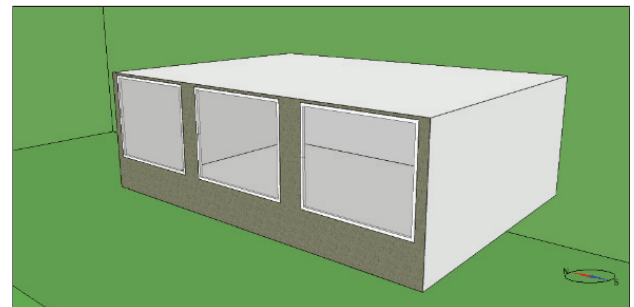
Nagrinėjamą dieną (liepos 27 d.) patalpoje dirbo 7 žmonės. Pagal higienos normose HN 69:2003 (Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija, 2003) pateiktą Fangerio metodiką žmonėms dirbant sėdimą darbą įstai-gose, mokyklose ir panašiose patalpose šilumos pritekiai lygūs:

$$\phi_z = \frac{\Phi_z \cdot A_z \cdot n_z}{A_p}, \quad (5)$$

čia n_z – žmonių, esančių patalpoje, skaičius; Φ_z – žmogaus spinduliuojama šiluma, $\Phi_z = 70$ W/m^2 ; – žmogaus odos paviršiaus plotas, m^2 , $A_z = 1,6$ m^2 .

1.2. Patalpos modeliavimas IDA ICE programa

Patalpos modeliavimas atliekamas dinaminio energinio modeliavimo programa IDA ICE. Nagrinėjamos patalpos 3D modelis bei pastato įvesties duomenys pateikiami 3 paveiksle.



Plotas – 57,6 m^2
Aukštis – 2,78 m
Langų bendras plotas – 10,9 m^2
Lauko sienos šilumos perdavimo koeficientas – 1,2 W/m^2K
Vidinės sienos šilumos perdavimo koeficientas – 2,1 W/m^2K
Perdangų šilumos perdavimo koeficientas – 0,57 W/m^2K
Langų šilumos perdavimo koeficientas – 1,9 W/m^2K
Langų visuminės saulės energijos praleisties koeficientas g – 0,73

3 paveikslas. Patalpos 3D modelis ir informacija apie jį IDA ICE programoje
Figure 3. 3D model of the room in IDA ICE software and input data

Nagrinėjama patalpa yra antrame aukšte, jos padėtis pasaulio šalių atžvilgiu – langai ir išorinė lauko siena vakarų pusėje. Pastato sandarumas esant 50 Pa slėgių skirtumui tarp pastato vidaus ir išorės yra 2 (1/h). Vėdinimas patalpoje – natūralus, vidinėje sienoje įrengiamos grotelės į natūralaus vėdinimo šachtą. Programoje įvedus minėtus duomenis apie patalpą, atliktas vienos darbo savaitės modeliavimas pritaikant iš pradžių normines, o vėliau eksperimentines vidinių šilumos pritekų vertes bei eksperimentinius vidinių šilumos pritekų intensyvumo grafikus.

2. Tyrimo rezultatai

2.1. Komforto vertinimas

Patalpos komfortui įvertinti pasirenkamas laikotarpis nuo liepos 11 d. iki 19 d., nes šiuo laikotarpiu buvo pradėti rinkti duomenys apie patalpos užimtumą – darbuotojai pradėjo pildyti žurnalus, kuriuose žymėjo atėjimo į patalpą ir išėjimo laikus. Nagrinėjamame kabinete dirbantys žmonės pirmąją savaitę darbo pradžioje stengėsi kuo ilgiau neatidaryti langų, siekiant išmatuoti CO₂ lygį, taip pat nustatyti, kiek pakyla temperatūra ir kaip greitai patalpoje pradedamas jausti diskomfortas. Pateikiami liepos 13 d. ir 18 d. matavimų rezultatai (4 paveikslas). Pagal HN 69:2003: IDA1 – aukšta patalpos oro kokybė (<400 ppm), IDA2 – vidutinė oro kokybė (400–600 ppm), IDA3 – patenkinama oro kokybė (600–1000 ppm), IDA4 – žema oro kokybė (>1000 ppm), komfortinės temperatūros: 22–24 °C.

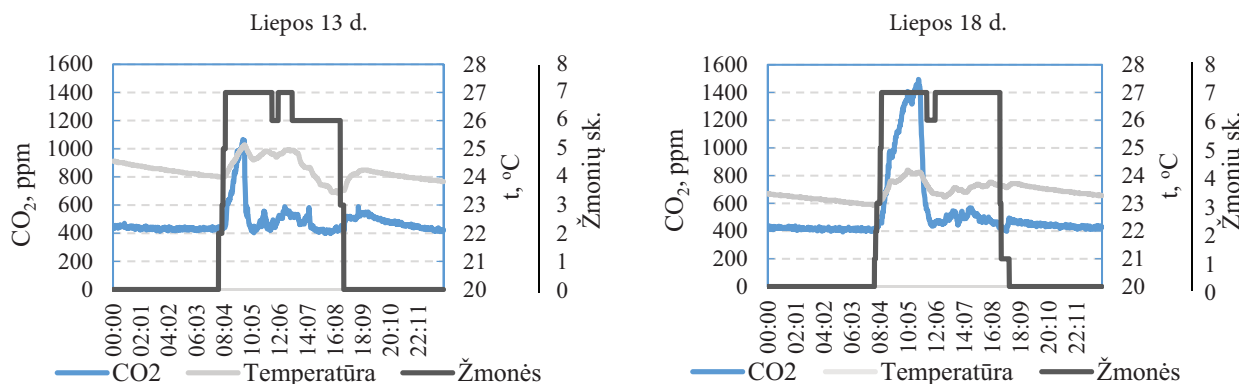
Liepos 13 d. diskomfortas pajaučiamas dėl padidėjusios temperatūros, ji viršija 25 °C. CO₂ koncentracija neatidarius langų pasiekia 1000 ppm, patalpos oras tuo metu atitinka žemos oro kokybės kategoriją – IDA4. Kreivių kritimas grafike rodo, kad langas šią dieną atidaromas apie 9:30 val. Likusiu darbo dienos laiku patalpos oro kokybė vidutinė

(IDA 2). Patalpoje nagrinėtą dieną buvo 7 žmonės, jų buvimas patalpoje gana pastovus. IT kabineto oro kokybė liepos 18 d. pirmoje dienos pusėje neatidarius langų pakilo iki 1400 ppm. Oras tuo metu atitinka IDA 4 žemos oro kokybės kategoriją. Didesnė nei 1000 ppm koncentracija gali sukelti galvos skausmus, mieguistumą, dėmesio išlaikymo sutrikimus. Matyti, kad diskomfortas liepos 18 d. pajuntamas dėl per didelės CO₂ koncentracijos, nes temperatūra atitinka komfortinę. Neatidarius langų visą dieną koncentracijos lygis dar itin išaugtų. Akivaizdu, kad, nesant mechaninio vėdinimo, žiemos metu langai bus atidaromi rečiau dėl šaltų srovių sukeliama diskomforto, oro kokybė bus dar prastesnė, todėl patalpoje būtinas mechaninis vėdinimas.

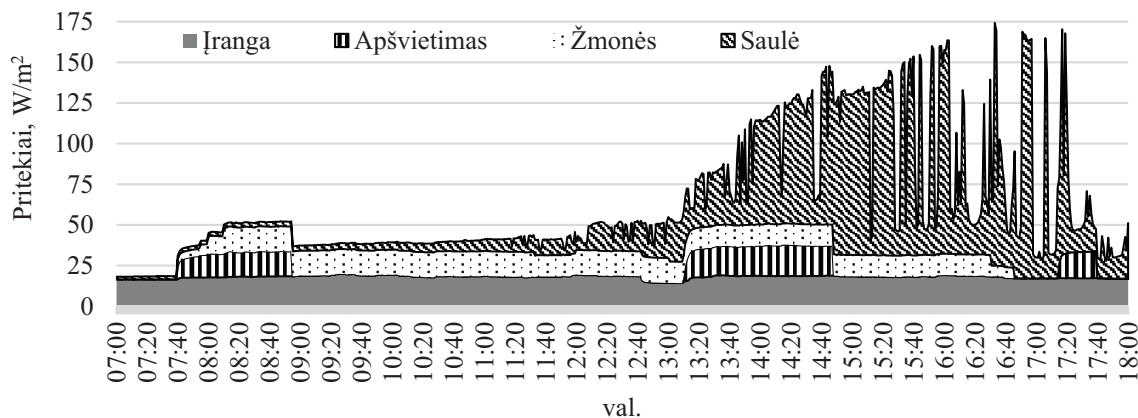
2.2. Pritekių analizė

Išmatavus reikalingus parametrus apskaičiuojami bendri liepos 24–28 d. patalpos šilumos priteikiai. Nustatyta, kad per šią savaitę didžiausi suminiai šilumos priteikiai pasiekiami ketvirtadienį (liepos 27 d.), jie 16:33 val. lygūs 174,2 W/m². Šios dienos IT patalpos šilumos pritekių grafikas pateikiamas 5 paveiksle.

Tuo metu, kai priteikiai maksimalūs (16:33 val.), vidiniai šilumos priteikiai sudaro 25 W/m², iš kurių 18,5 W/m² nuo



4 paveikslas. Liepos 13 d. ir 18 d. komforto parametrų matavimų rezultatai
Figure 4. Measurement data of the comfort parameters of 13th and 18th of July



5 paveikslas. Bendras išmatuotų vidinių šilumos pritekių grafikas liepos 27 d.
Figure 5. Graph of total internal heat gains of July 27th

2 lentelė. Reglamente pateikiamų vidinių šilumos pritekių verčių (STR 2.01.02:2016) palyginimas su tyrimo rezultatais
Table 2. Comparison of normative (STR 2.01.02:2016) and experimental internal heat gains

Pritekiai	Maksimalūs, W/m ²	Vidutiniai, W/m ²	Dienos maksimumas (16:33 val.), W/m ²	STR 2.01.02:2016 vertės, W/m ²
Įranga, W/m ²	19,9	18,0	18,5	4,1
Apšvietimas, W/m ²	19,4	16,5	0,0	1,2
Žmonės, W/m ²	15,3	13,7	6,6	4,0
		Σ	25,0	9,3

įrangos ir 6,6 W/m² nuo žmonių, apšvietimas tuo metu nebuvo naudojamas. Šios dienos šilumos pritekių rezultatai bei jų palyginimas su norminėmis vertėmis pateikiami 2 lentelėje.

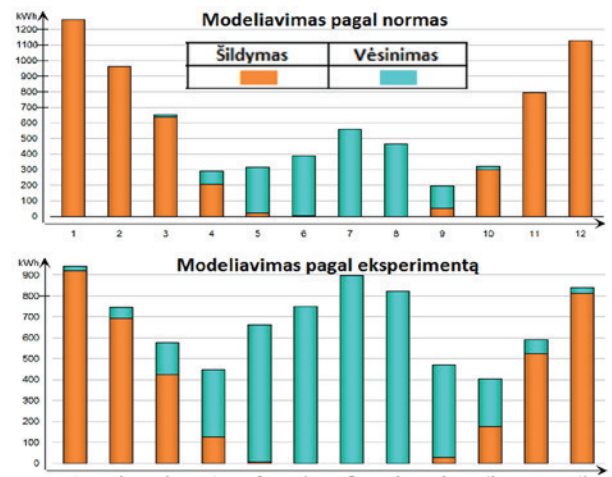
Lyginant rezultatus su dydžiais, pateiktais STR 2.01.02:2016 reglamente (Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, 2016), gautas vidinių šilumos pritekių dydis 63 % viršija apskaičiuotą pagal normas. Kitomis nagrinėtomis darbo savaitės dienomis skirtumas lyginant eksperimentinius ir norminius duomenis buvo 63–81 %. Reglamente pateikiamos vertės yra bendros visų tipų biurams, tačiau realybėje esama skirtingų tipų biurų, kur susidaranti pritekių kiekis yra daug didesnis, tai įrodo atliktas tyrimas.

3. Modeliavimo rezultatai

3.1. Metinių šilumos poreikių modeliavimas

Modeliavimo programoje IDA ICE buvo sukurtas tyrimo objekto modelis, pritaikant esamo pastato charakteristikas. Atliktas vienos savaitės modeliavimas esant skirtingoms vidinių šilumos pritekių vertėms, kai modeliuojama taikant STR 2.01.02:2016 reglamento vertes ir pagal eksperimento metu gautus duomenis bei grafikus (6 paveikslas).

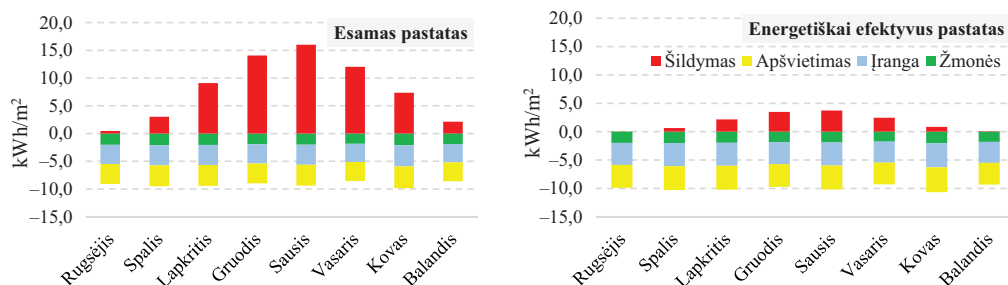
Rezultatų skirtumai modeliuojant pagal norminius ir eksperimentinius duomenis pateikiami 3 lentelėje.



6 paveikslas. Metiniai energijos poreikiai (taikant norminių ir eksperimentinių vidinių pritekių vertes)
Figure 6. Annual energy demand (for standard and experimental internal heat gains values)

3 lentelė. Metinių energijos poreikių, skaičiuotų pagal normas (STR 2.01.02:2016) ir pagal eksperimentą, palyginimas
Table 3. Simulated annual energy demand for standard (STR 2.01.02:2016) and experimental internal heat gains values

Patalpos metiniai energijos poreikiai	Vidiniai pritekiai, W/m ²	Šildymas, kWh/m ²	Šildymo galia, W/m ²	Vėsinimas, kWh/m ²	Vėsinimo galia, W/m ²
Pagal STR normas	20,6	93,1	38,2	34,1	76,4
Pagal eksperimentą	52,8	64,3	38,2	77,1	97,2
Skirtumas, %	+61,0	-31,0	0	+55,8	+21,4



7 paveikslas. Energetiškai efektyvaus ir esamo pastato patalpos vidinių šilumos pritekių įtaka šildymo poreikiams
Figure 7. Energy efficient and existing buildings' heating energy demand dependency on internal heat gains

Šildymo metiniai poreikiai, modeliuojant pagal eksperimentinius duomenis, sumažėja 31 %, lyginant su variantu, kai modeliuojama pagal normas. O vėsinimo poreikiai padidėja 56 %. Šildymo galiai vidiniai pritekiai įtakos neturi, tačiau vėsinimo galia taikant modeliavimui eksperimentinius duomenis gauta 21 % didesnė.

3.2. Vidinių šilumos pritekų vertė pastato šilumos balanse

Vidinių šilumos pritekų įtaka skirtingos energetinės klasės pastatams – skirtinga. Pastatas, kuriame yra tiriamas IT kabinetas, nėra energetiškai efektyvus, todėl ir pritekų vertė jame ne tokia didelė kaip energetiškai efektyviame. IDA ICE programoje atliktas metinių energijos poreikių modeliavimas dviem atvejais: 1) pagal esamo pastato charakteristikas ir 2) pagal A+ energetinės klasės pastatams keliamus reikalavimus. Atliktas metinių energijos poreikių šildymui palyginimas (7 paveikslas).

Rezultatai parodė, kad lyginant metinius energijos poreikius šildymui esamame pastate vidiniai šilumos pritekiai sudaro 37–42 %, o energetiškai efektyviame 73–79 % patalpos šilumos poreikio. Taip pat nustatyta, kad šildymo sezonas energetiškai efektyviame pastate apytiksliai mėnesiu trumpesnis.

Išvados ir rekomendacijos

Komforto tyrimai parodė, kad nagrinėjamoje IT patalpoje, kurioje nėra mechaninio vėdinimo, CO₂ koncentracija jau darbo dienos pradžioje pakyla tiek, kad viršija IDA4 patalpų oro kokybės kategorijai keliamus reikalavimus. Todėl patalpai būtina įrengti mechaninį vėdinimą. Patalpos vidaus temperatūros matavimo laikotarpiu neviršija leistinų ribų.

Vertinant maksimalius šilumos pritekus, eksperimentiškai nustatyti vidiniai pritekiai 63–81 % skyrėsi nuo apskaičiuotų pagal STR 2.01.02:2016 reglamentą.

IT patalpos šildymo metiniai poreikiai modeliuojant IDA ACE programa pagal eksperimentinius duomenis gauti 31 % mažesni, lyginant su atveju, kai modeliuoti taikomos norminės vertės. Vėsinimo poreikiai padidėja apie 56 %.

Vėsinimo galia modeliuojant pagal eksperimentinius vidinius pritekus gauta 21 % didesnė.

Esamo pastato patalpos vidiniai šilumos pritekiai sudaro 37–42 %, o energetiškai efektyviame 73–79 % patalpos šilumos poreikio. Šildymo sezonas energetiškai efektyviame pastate būtų apytiksliai mėnesiu trumpesnis.

Remiantis atliktu tyrimu, rekomenduojama tokio tipo biurams kaip IT patalpos, kuriose gausiai naudojama kompiuterinė įranga, norminiuose grafikuose įvertinti šilumos pritekus papildomai ne darbo metu bei vidinių pritekų projektines vertes reglamentuose klasifikuoti pagal plotą, tenkantį vienam žmogui ir įvertinant patalpoje naudojamos įrangos kiekį.

Literatūra

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. (2013). *Energy standard for buildings except low-rise residential buildings* (ASHRAE 90.1-2013). Atlanta.

Colombo, C., Lucking, C., & McInnes, C. (2011). Trends in office internal gains and the impact on space heating and cooling demands.

In *CIBSE Technical Symposium 2011, de Montfort University, Leicester UK 6th and 7th September 2011* (pp. 12-22). UK: Leicester.

Ding, Y., Zhang, Q., Wang, Z., Liu, M., & He, Q. (2016). A simplified model of dynamic interior cooling load evaluation for office buildings. *Applied Thermal Engineering*, 108, 1190-1199. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.07.191>

Krstić-Furundžić, A., & Kosić, T. (2016). Assessment of energy and environmental performance of office building models: a case study. *Energy and Buildings*, 115, 11-22. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.06.050>

Lee, J., Jeonggook, K., Doosam, S., Jonghun, K., & Cheolyong, J. (2017). Impact of external insulation and internal thermal density upon energy consumption of buildings in a temperate climate with four distinct seasons. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 1081-1088. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.087>

Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija (2016). *Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas* (STR 2.01.02:2016). Vilnius.

Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija (2003). *Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai* (HN 69:2003). Vilnius.

Mahdavi, A., Tahmasebi, F., & Kayalar, M. (2016). Prediction of plug loads in office buildings: simplified and probabilistic methods. *Energy and Buildings*, 129, 322-329. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.08.022>

Menezes, A. C., Cripps, A., Buswell, R. A., Wright, J., & Bouchlaghem, D. (2014). Estimating the energy consumption and power demand of small power equipment in office buildings. *Energy and Buildings*, 75, 199-209. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.02.011>

Zaveckas, V. (2012). *Elektrotechnikos pagrindai: mokomoji knyga*. Vilnius: Technika. <https://doi.org/10.3846/1383-S>

INVESTIGATION OF HEAT GAINS IN AN OFFICE

L. Juršėnaitė, V. Motuzienė

Abstract

Increasing the energy efficiency of buildings, heat losses through envelope and infiltration become very low, therefore, the proportion of the heat gains in the heat balance of the building increases. Due to their abundance of computer equipment, intensive lighting and the abundance of employees the information technologies' (IT) staff offices are characterized by high internal heat gains. Formally, such offices are not distinguished when designing the building and its energy performance, values of internal heat gains are the same as for usual offices. Insufficient attention to the detailed differentiation of the heat gains may lead to the inadequate assessment of the energy performance of the building, insufficient design power of the cooling system. The aim of this work is to determine the influence of internal heat gains on the heat balance of a existing IT office. The heat gains are initially determined experimentally and compared with the values calculated in accordance with STR 2.01.02:2016, the room model is calibrated in the IDA ICE software, which is used to analyze building's annual energy demand sensitivity to internal heat gains. It was defined that in the case of maximum heat gains, the experimental internal heat gain are 63–81% higher than the ones, calculated in accordance with norms. The annual heating demand is 31% lower, and the cooling demand is 56% higher according to the experimental simulation compared to standardized simulation results.

Keywords: IT office, internal heat gains, experiment, simulation, IDA ICE.