

ĮVAIRIŲ FAKTORIŲ ĮTAKOS MIKROKLIMATUI PATALPOJE TYRIMAI

Audrius Čereška

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Mechanikos fakultetas,
Mechanikos ir medžiagų inžinerijos katedra*

Anotacija Gyvenamųjų ir viešojo naudojimo pastatų patalpų šiluminio komforto ir pakankamos šiluminės aplinkos pagrindiniai parametrai yra oro temperatūra, jaučiama temperatūra, oro judėjimo greitis, santykinė oro drėgmė bei atitvarų paviršiaus ir patalpos temperatūrų skirtumas. Pastatuose kokybiškam mikroklimatui užtikrinti, naudojamos vėdinimo, šildymo ir vėsinimo sistemos. Pastato vėdinimo sistemos gali būti kelių tipų: natūralaus vėdinimo; mechaninio vėdinimo be šilumogražos; mechaninio vėdinimo su šilumograža. Straipsnyje pateiktas tyrimo objektas, aprašytas veikimo principas. Sudarytas tyrimų modelis, tyrimų metodika, atlikti teoriniai tyrimai. Rezultatai apibendrinti atlikta jų analizė. Remiantis analizės rezultatais suformuluotos išvados.

Reikšminiai žodžiai: mikroklimatas, patalpa, temperatūra, oro greitis, faktoriai.

Įvadas

Nuo 2016 m. lapkričio 1 d. visi naujai projektuojami gyvenamieji pastatai turi atitikti A energetinio naudingumo klasės reikalavimus (www.architektura-konstrukcijos.lt). Todėl būtina naudoti efektyviausią pastato šildymo sistemą. Gali būti naudojamos ventiliacinės sistemos su rekuperacija. Naudojant tokią sistema ne tik geresnis patalpų mikroklimatas, bet ir mažesni šilumos nuostoliai.

Pagal STR 2.09.02:2005 pastate turi būti suprojektuotos ir įrengtos mikroklimato bei oro kokybės parametrus palaikančios ir reguliuojančios šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemos. Normaliai eksploatuojant patalpas normaliomis lauko sąlygomis visose to pastato patalpų veiklos zonose, arba tik numatytose vietose, optimaliai naudojant energiją būtų galima palaikyti norminius mikroklimato bei oro kokybės parametrus (www.e-seimas.lrs.lt).

Europos parlamentas įpareigojo šalis nares mažinti pastatuose suvartojamos energijos kiekį (Venckus V. 2010).

Lietuvoje yra virš 2,3 mln. pastatų. Apie 20 % visų pastatų bendro užimamo ploto sudaro visuomeninės paskirties pastatai, iš kurių net 63 % pastatyti 1961–1990 metais. Dauguma minėto laikotarpio pastatų iki šiol nėra renuovuoti, energijos sąnaudų požiūriu jie yra neefektyvūs. Šių pastatų atitvaros neatitinka dabartinių reikalavimų (Valstybės įmonė Registrų centras, 2011).

Pastatuose kokybiškam mikroklimatui užtikrinti, turi būti naudojamos vėdinimo, šildymo ir vėsinimo sistemos.

Šilumos kiekis, sunaudotas pastatui šildyti, proporcingas šildymo sezono trukmei ir jos vidutinei lauko oro temperatūrai. Pagal stebėtus daugiamečius suvartojamus šilumos kiekius, sudaromi skaitiniai rodiklių duomenys. Šie rodikliai ir juos atitinkančios sąlygos šildymo technikoje vadinamos norminėmis sąlygomis. Kiekvieną šildymo sezoną šie rodikliai būna šiek tiek skirtingi ir tame pačiame pastate, esant skirtingoms metinėms temperatūroms, šilumos sąnaudos skiriasi. Todėl inžineriniai skaičiavimai siejami su pastatų ilgalaikiais šilumos poreikiais ir atliekami esant norminėms sąlygoms (Martinaitis V. 2012).

Gyvenamųjų ir viešojo naudojimo pastatų patalpų šiluminio komforto pagrindiniai parametrai yra oro temperatūra, jaučiama temperatūra, oro judėjimo greitis, santykinė oro drėgmė bei atitvarų paviršiaus ir patalpos temperatūrų skirtumas.

Išanalizavus pastatą galima parinkti mikroklimatui užtikrinti reikalingas sistemas. Svarbiausias mikroklimato užtikrinimo elementas yra šildymas.

Populiariausia šildymo sistema Lietuvoje yra radiatorinis šildymas. Toks šildymas įrengtas 83 % apklaustųjų gyvenamosiose patalpose (www.veidas.lt).

Energetikos sistemos plėtra yra didelis šiuolaikinės rizikos šaltinis. Pasak U. Becko (Beck U. 1998), energetikos sistema turi būti suprantama kaip neišvengiama industrinės visuomenės plėtros dalis, kuri gali būti grėsminga (pvz., branduolinės katastrofos, ekologinės nelaimės ir t.t.). Energetinis saugumas bei energetikos sistemos plėtros rizika yra susiję ne tik su būtinybe apsirūpinti pigiais ir ekologiškais energetiniais resursais, bet ir energetikos sistemoje glūdinčiais pavojais (pvz., priklausymas centralizuotai šildymo sistemai; branduolinės avarijos pavojus ir t.t.), kurie gali paliesti kiekvieną žmogų. Nepaisant spartaus technologijų vystymosi, energetikos sistemų saugumo problema bei rizika vis dar išlieka didelė (Augutis J. 2012). Mikroklimato parametrams užtikrinti reikalinga vėdinimo sistema.

Pastato vėdinimo sistemos gali būti kelių tipų: natūralaus vėdinimo; mechaninio vėdinimo be šilumogražos; mechaninio vėdinimo su šilumograža.

Natūralaus vėdinimo sistema – naudojama, kai tiekiamo ar šalinamo oro nereikia valyti, o naudotojas, nekenkdamas kitiems, gali užtikrinti norminį mikroklimatą ir švarų orą. Pasak E. Juodžio (Juodis E. 2008)

natūralus patalpų vėdinimas nepatikimas, todėl projektuojant natūralią vėdinimo sistemą rekomenduojama padidinti oro apykaitą gyvenamosiose patalpose bent iki 0,7 karto per valandą.

Mechaninis vėdinimas - taikomas, kai nėra natūralaus vėdinimo arba jo nepakanka. Mechaninio vėdinimo sistema su šilumos atgavimo funkcija ir galimybe reguliuoti oro srautus pagal poreikį. Naudojant šią sistemą galimos mažesnės patalpų šildymo išlaidos.

Šaltuoju metų laiku žmonės vidutiniškai iki 90 % viso savo laiko praleidžia uždaroje patalpose, savo namuose, todėl, norint išvengti negalavimų, turi būti sumontuota kokybiška vėdinimo sistema, užtikrinanti oro kokybės parametrus. Visuose Lietuvoje esančiuose senos statybos bei 95 % renovuotuose ir beveik visuose naujai pastatytuose daugiabučiuose pastatuose yra įrengta natūrali vėdinimo sistema (Dargis G. 2009).

C. Dimitroulopoulou straipsnyje (Dimitroulopoulou C. 2012) akcentuojama, kad esamai blogai patalpų oro kokybei jautriausi yra vaikai ir senyvo amžiaus žmonės. Apžvelgęs įvairių šalių norminius dokumentus, apie patalpų mikroklimato parametrus, pastebėjo, kad daugelyje šiaurės bei vakarų Europos valstybių teisės aktuose nurodoma minimali būtina oro apykaita yra 0,5 karto per valandą. Tokia pati oro apykaitos norma ir Lietuvoje.

Bet kokį, o ypač – gerai apšiltintą ir sandarų pastatą, būtina vėdinti, nes blogai vėdinamose patalpose kaupiasi anglies dioksidas, drėgmė ir teršalai, didėja mikrobiologinis užterštumas, veisiasi pelėsis. Vėdinimo sistema dar naudojama tam kad užtikrintu šildymo katilų darbo saugumą bei, kad išskaidytu kvapus ir susikaupusius teršalus (www.smlpc.lt).

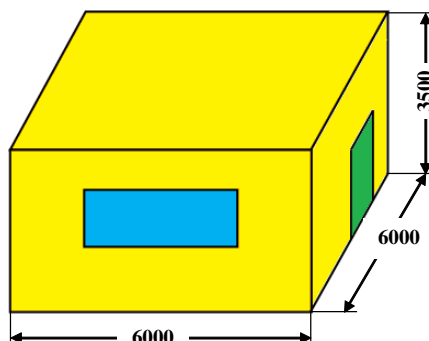
Iš patalpų šalinamo oro šilumą gali perduoti tiekiamam į patalpas orui, šiam tikslu naudojami šilumokaičiai. Vėdinimo sistema su šilumokaičiu gali apšildyti patalpas ir tuo pačiu mažinti prarandamos šilumos kiekį per natūralią ventiliaciją.

Darbo tikslas - nustatyti oro srauto judėjimo patalpoje priklausomybę nuo oro tiektuvo padėties.

Tyrimų objektas

Tiriamasis objektas – patalpos bendras plotas – 36 m², tūris 126,0 m³. Per oro tiekimo – šalinimo sistemas bendrai tiekiamas 360 m³/h ir šalinamas 360 m³/h. Projektinė galia patalpoms šildyti 6,86 kW. Patalpose įrengtos inžinerinės sistemos: grindinio šildymo bei priverstinio vėdinimo sistemos.

Patalpos gabaritai: ilgis 6 m, plotis 6 m ir aukštis 3,5 m. Patalpos 3D vaizdas pateiktas (1 pav.).

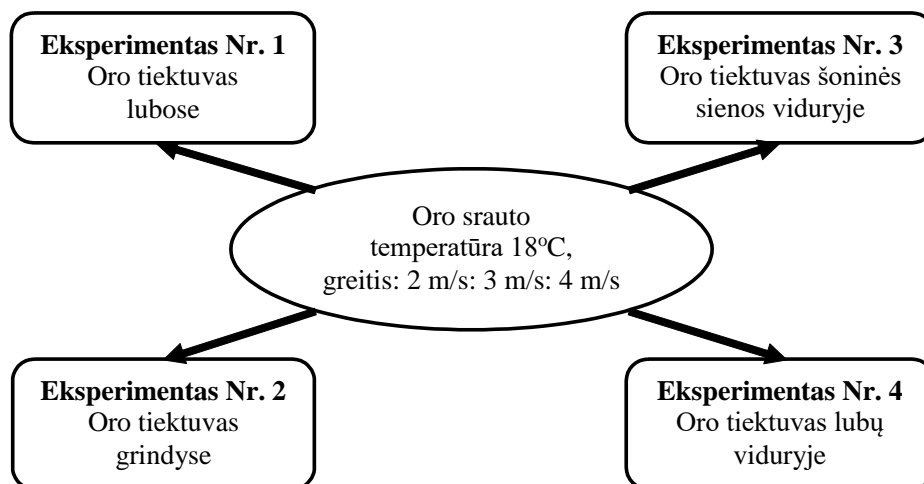


1 pav. Patalpos 3D vaizdas

Tyrimų metodika

Tyrimams atlikti buvo sudaryta tyrimų metodika (2 pav.), kuria vadovaujantis buvo atlikti tyrimai. Sumodeliuota patalpa su keturiomis skirtingomis oro tiektuvo padėtimis (5, 6, 7, 8 pav.).

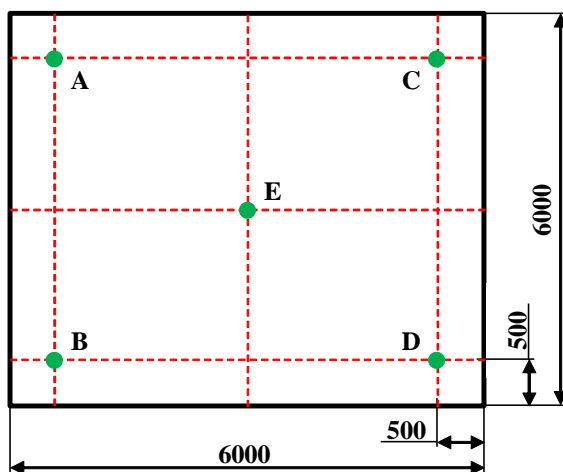
Eksperimentiniai duomenys: į patalpą tiekiamo oro temperatūra (18 °C), greitis (2 m/s, 3 m/s, 4 m/s). Penkiuose patalpos taškuose (3 pav.) ir trijuose aukščiuose (0,1 m, 1,1 m, 1,7 m) buvo išmatuotas patalpos greitis ir temperatūra.



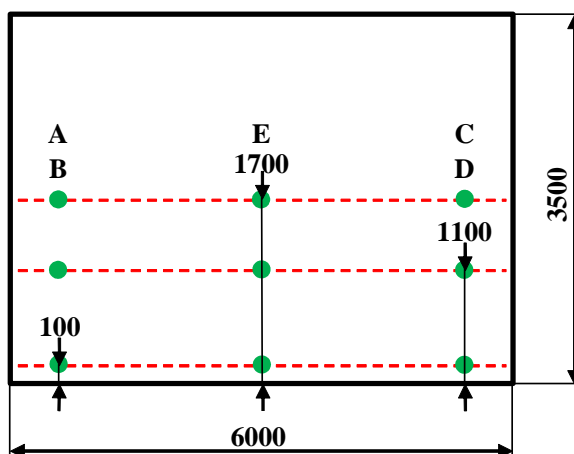
2 pav. Schematinė tyrimų metodika

Matavimo taškai išdėstyti penkiose patalpos vietose: viduryje (taškas E) ir visuose keturiuose kampuose (taškai: A, B, C ir D), (3 pav.).

Pagal Lietuvoje galiojančiose higienos normas HN 42:2009 “Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas” patalpos oro temperatūra ir oro judėjimo greitis turi būti matuojami teisės aktų nustatyta tvarka 0,1 m, 1,1 m, aukštyje nuo grindų patalpos viduryje bei kampuose 0,5 m atstumu nuo sienų ir langų. Be šių norminių reikalavimų patalpos mikroklimato parametrai taip pat buvo išmatuoti ir 1,7 m aukštyje nuo grindų (4 pav.).

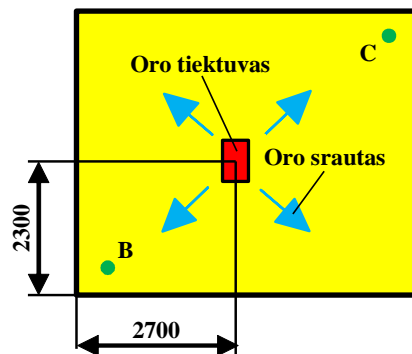


3 pav. Matavimo taškų išdėstymo patalpoje, principinė schema



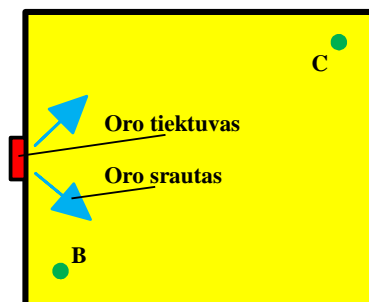
4 pav. Matavimo skirtinguose aukščiuose nuo grindų principinė schema

Eksperimentas Nr. 1. Oro tiektuvų lubose (5 pav.).



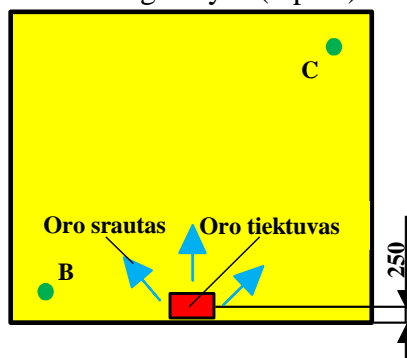
5 pav. Eksperimentas Nr. 1. Patalpos schema iš viršaus su oro tiektuvo padėtimi

Eksperimentas Nr. 2. Oro tiektuvų šoninės sienos viduryje (6 pav.).



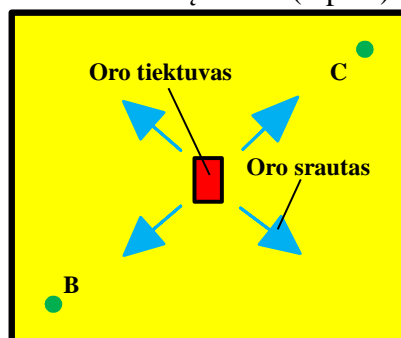
6 pav. Eksperimentas Nr. 2. Patalpos schema iš viršaus su oro tiektuvo padėtimi

Eksperimentas Nr. 3. Oro tiektuvų grindyse (7 pav.).



7 pav. Eksperimentas Nr. 3. Patalpos schema iš viršaus su oro tiektuvo padėtimi

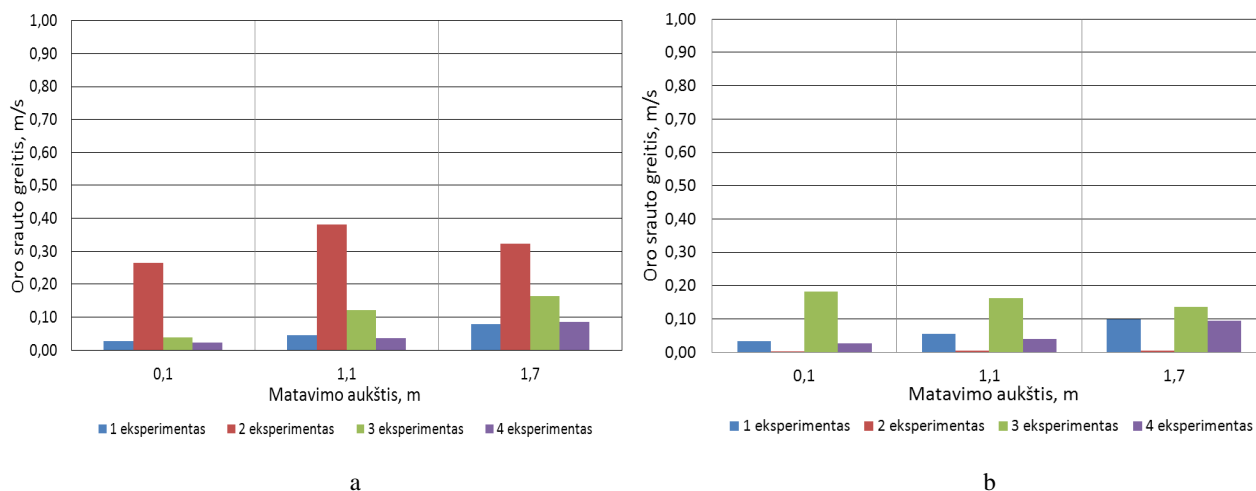
Eksperimentas Nr. 4. Oro tiektuvų lubų centre (8 pav.).



8 pav. Eksperimentas Nr. 4. Patalpos schema iš viršaus su oro tiektuvo padėtimi

Tyrimų rezultatai ir jų analizė

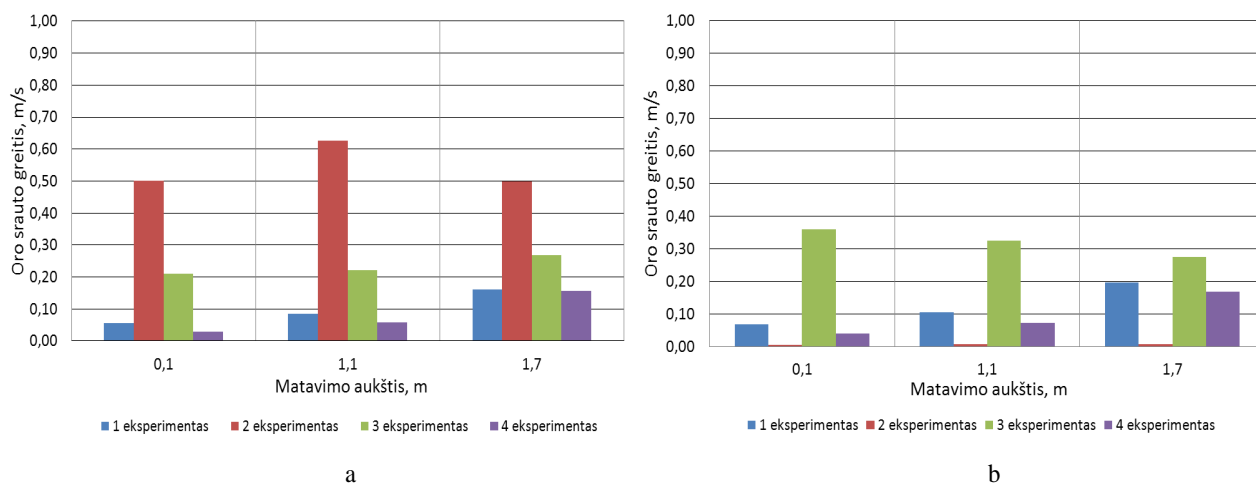
Atlikus eksperimentus gauti rezultatai. Rezultatai gauti taškuose B ir C, pateikti grafiškai (9, 10, 11 pav.). Grafikuose matomos visų 4 eksperimentų oro srauto greičio priklausomybės nuo: tiriamojo taško padėties bei aukščio patalpoje ir tiekiamo oro srauto greičio.



9 pav. Oro srauto greičio grafikai, kai 18 °C ir tiekiamo oro srauto greitis 2 m/s: a – taške B, b – taške C

Grafike (9 pav.) matoma, kad eksperimentų Nr. 1 ir Nr. 4 oro srauto greičiai yra labai panašūs, o eksperimento Nr. 2 oro srauto greitis yra apie 9 kartus didesnis už eksperimentų Nr. 1 ir Nr. 4 ir taip pat apie 1,3 karto didesnis už eksperimento Nr. 3 oro srauto greitį.

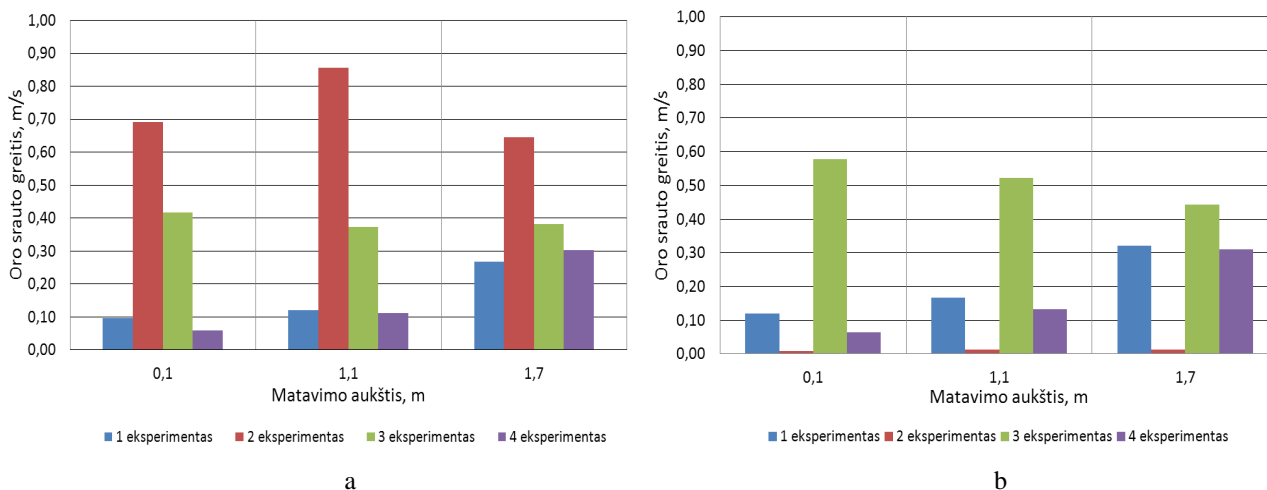
Palyginus grafikus (9a pav.) ir (9b pav.), gautus taškuose B ir C matomas akivaizdus skirtumas tarp visu eksperimentų rezultatų. Tarp eksperimentų Nr. 2 ir Nr. 3 rezultatų skirtumas labai didelis. Panašūs rezultatai gauti tarp eksperimentų Nr. 1 ir Nr. 4.



10 pav. Oro srauto greičio grafikai, kai 18 °C ir tiekiamo oro srauto greitis 3 m/s: a – taške B, b – taške C

Grafike (10 pav.) matoma panaši situacija kaip ir grafike (9 pav.). Eksperimento Nr. 2 atveju oro srauto greitis aukštyje 1,1 m nuo grindų yra didžiausias kadangi, tiekiamo oro srautas yra tiekiamas iš vidurio sienos. Šio eksperimento rezultatai 2 kartus geresni už eksperimento Nr. 3 rezultatus. Eksperimentų Nr. 1 ir Nr. 4 rezultatai panašūs, kadangi šių eksperimentų metu oro srautas tiekiamas iš viršaus. Šio eksperimento rezultatai yra apie 7 kartus mažesni už eksperimento Nr. 3 rezultatus.

Palyginus (10a pav.) ir (10b pav.) grafikus gautus pamatavus taškuose B ir C, matomas akivaizdus eksperimentų Nr. 1, Nr. 2 ir Nr. 3 rezultatų skirtumas. Panašūs rezultatai tikrai eksperimento Nr. 4.



11 pav. Oro srauto greičio grafikai, kai 18 °C ir tiekiamo oro srauto greitis 4 m/s: a – taške B, b – taške C

Grafike (11 pav.) matoma, kad situacija yra panaši į prieš tai buvusius variantus. Nekeičiant temperatūros o keičiant tik oro srauto greitį, pastebėta, kad eksperimento Nr. 2 metu (9, 10 pav.) grafikų oro srauto greičio skirtumas yra dvigubas, nors tiekiamo oro srauto greičio skirtumas yra 1 m/s. Taip pat šiuose grafikuose matoma, kad eksperimentų Nr. 1 ir Nr. 4 atvejais greitis pakito nežymiai. Palyginus 9 ir 11 pav. matomi didesni skirtumai. Eksperimentų Nr. 1 ir Nr. 4 metu pastebėta, kad oro srauto greitį padidinus 2 m/s oro srauto greitis (9 pav.) ties 1,7 m aukščio nuo grindų padidėja daugiau nei 3 kartus, o ties 1,1 m daugiau nei 2,5 karto. Eksperimento Nr. 2 atveju oro srauto greitis ties 0,1 m aukščio nuo žemės padidėja daugiau nei 2,5 karto, o kituose aukščiuose truputį daugiau nei 2 kartus. Eksperimento Nr. 3 atveju, kai aukštis 0,1 m oro srauto greitis padidėja net 10 kartų, 1,1 m aukštyje 3 kartus, o 1,7 m aukštyje nuo žemės oro srauto greitis padidėja daugiau nei 2 kartus. Taip yra todėl, kad šio eksperimento metu oras yra tiekiamas iš apačios.

Palyginus (11a pav.) ir (11b pav.) grafikus taškuose B ir C, matomas didelis skirtumas eksperimentų Nr. 2 ir Nr. 3. Eksperimentų Nr. 1 ir Nr. 4 rezultatai, atvirkščiai, labai panašūs.

Kai tiektuvas grindyse galima tiekti orą 2 m/s greičiu ir gauti norimą rezultatą. Esant mažesniai tiekiamo oro greičiui taupoma energija. Rekomenduojama oro tiektuvą įrengti grindyse.

Išvados

1. Pagal tyrimų rezultatus matoma, kad mikroklimatas patalpoje labai priklauso nuo oro tiektuvo montavimo padėties.

2. Kai oro tiektuvas yra grindyse temperatūriniai duomenys yra efektyviausi, visuose patalpos taškuose. Rekomenduojama oro tiektuvą įrengti grindyse, bet patalpos kampuose gali būti blogos oro cirkuliacijos zonos.

3. Kai tiekiamo oro greitis mažiausias patalpos temperatūra pasiekia tiekiamo oro temperatūrą. Taip yra todėl, kad šiltas oras kyla į viršų. Kai tiektuvas įrengtas grindyse galima tiekti orą tik 2 m/s greičiu ir gauti siekiamus rezultatus. Didesnis oro srauto greitis neužtikrina žymiai geresniu rezultatų. Esant mažesniai tiekiamo oro greičiui taupoma energija.

4. Geriausias patalpos mikroklimatas užtikrinamas arčiausiai oro tiektuvo, kuo toliau, tuo ilgiau reikia laukti, arba norminio mikroklimato sąlygos gali būti visai neužtikrinamos.

Literatūra

1. Pastatų energetinės klasės reikalavimai. [žiūrėta: 2018-02-28]. Prieiga per internetą: <http://www.architektura-konstrukcijos.lt/nuo-2016-metu-projektavimo-ir-statybos-paslaugos-smarkiai-brangs/> [žiūrėta: 2018-02-28].
2. Lietuvos respublikos aplinkos ministras įsakymas dėl statybos techninio reglamento str 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“ Prieiga per internetą: <https://www.e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.257930> [žiūrėta: 2017-02-28].
3. Venckus V., Bliūdžius R., Endriukaiytė A., Parasonis J. Research of low energy house design and construction opportunities in Lithuania, Technological and Economic Development of Economy, 2010. 16:3, 541-554.
4. Valstybės įmonė Registrų centras. „Lietuvos Respublikos nekilnojamojo turto registre įregistruotų statinių apskaitos duomenys“. Vilnius 2011.
5. Martinaitis V., Rogoža A., Šiupšinskas G. Energijos vartojimo pastatuose auditas, Vilnius: Technika, 2012, 124 p.
6. Veidas. Prieiga per internetą: <http://www.veidas.lt/isigydami-busta-lietuviai-nesidomi-kokia-sildymo-sistema-jame-irengta> [žiūrėta 2018-04-18].
7. Beck U. The Politics of Risk Society in The Politics of Risk Society, ed. J.Franklin. Cambridge: Polity Press. 1998.

8. Augutis J. Energetinio saugumo lygio vertinimas – metodologiniai siūlymai. 2012.
9. Juodis E. Vėdinimas: vadovėlis. Vilnius: Technika, 2008. p. 400.
10. Dargis G. Hibridinis vėdinimas – optimalus energijos išteklių tausojimo būdas. UAB „Aereco vėdinimo sistemos“, 2009.
11. Dimitroulopoulou C. Ventilation in European dwellings: a review, Building and Environment. 2012. Vol. 47 109-125.
12. [Smlpc.lt/media/file/Skyriu_info/Naudingi_patarimai/Gyvenamoji_aplinka_ir_sveikata.pdf](http://www.smlpc.lt/media/file/Skyriu_info/Naudingi_patarimai/Gyvenamoji_aplinka_ir_sveikata.pdf) [interaktyvus], Prieiga per internetą: http://www.smlpc.lt/media/file/Skyriu_info/Naudingi_patarimai/Gyvenamoji_aplinka_ir_sveikata.pdf [žiūrėta: 2018-03-11].

INVESTIGATIONS OF THE INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS ON THE MICROCLIMATE IN THE ROOM

Summary

The basic parameters of the thermal comfort and adequate thermal environment of residential and public buildings are the air temperature, the temperature, the air speed, the relative humidity and the difference between the surface of the partitions and the room temperature. Ventilation, heating and cooling systems are used to ensure a high quality microclimate in buildings. Building ventilation systems can have several types: natural ventilation; mechanical ventilation without heat transfer; mechanical ventilation with heat transfer. The article presents the object of research, describes the principle of operation. The research model, research methodology, theoretical investigations were made. The results are summarized, their analysis was carried out. Based on the results of the analysis, are formulated conclusions.

Key words: mikroklimatas, room, temperature, air speed, factors.

AUTORIAUS LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Audrius, Čereška

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, profesorius

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Mechanikos fakulteto, Mechanikos ir medžiagų inžinerijos katedros profesorius

Autoriaus mokslinių interesų sritys: mechaninių statinių ir dinaminių sistemų diagnostika ir monitoringas

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 606 90514, audrius.cereska@vgtu.lt

A COVER LETTER OF AUTHOR

Author name, surname: Audrius, Čereška

Science degree and name: doctor, professor

Workplace and position: Vilnius Gediminas Technical University, Mechanics faculty, Mechanical and material engineering department professor

Author's research interests: diagnostics and monitoring of static and dynamic mechanical systems

Telephone and e-mail address: +370 606 90514, audrius.cereska@vgtu.lt