

## ŠILUMOS IR ŠALČIO POREIKIŲ ANALIZĖ ADMINISTRACINIAME DIDELIŲ STIKLO FASADŲ PASTATE

Vilūnė Pikelytė<sup>1</sup>, Sabina Paulauskaitė<sup>2</sup>

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: <sup>2</sup>sabina.paulauskaite@vgtu.lt

**Santrauka.** Straipsnyje nagrinėjama didelių įstiklintų atitvarų plotų įtaka šildymo ir vėsinimo energijos sąnaudoms. Administraciniam pastatui pasirinkti trys energijos poreikių analizės variantai. Nustatyta, kaip pastato didžiausio įstiklinto fasado orientacija pasaulio šalių atžvilgiu ir skirtingos stiklo paketų optinės ir šiluminės savybės gali veikti pastato šilumos ir šalčio poreikius. Parodyta pasyvių, energiją taupančių priemonių įtaka energijos poreikiams. Palyginti vėsinimo poreikių analitinių ir kompiuterinės programos *ProClim* skaičiavimo rezultatai, taip pat faktinės ir norminės šilumos sąnaudos.

**Reikšminiai žodžiai:** šildymo, vėsinimo poreikiai, stiklo fasadai, energijos sąnaudos, *ProClim*.

### Įvadas

Lietuvoje, kaip ir visame pasaulyje, ypatingas dėmesys skiriamas energetinių išteklių naudojimui, nes didelė energetinio balanso dalis sunaudojama pastatų mikroklimatui palaikyti. Šiuolaikiniai pastatai beveik neįsivaizduojami be didelių langų ar tiesiog išpūdingų stiklinių fasadų, tačiau dėl specifinių stiklo šilumos ir šviesos laidumo savybių, norint vasarą ir žiemą patalpose palaikyti tinkamą mikroklimatą, reikia didelių energijos sąnaudų, o tai gerokai sumažina tokių pastatų ekonomišką eksploatavimo galimybes. Lietuvoje efektyviam pastatų šildymui skiriama daug dėmesio. Įvairiuose techniniuose statybos reglamentuose nustatyti šilumos energijos gamybos ir naudojimo reikalavimai, taip pat pastatų atitvarų šiluminių techninių rodiklių reikšmės. Tuo tarpu pastatų vėsinimą reglamentuoja tik vienas standartas (STR 2.09.02:2005). Todėl, nustatant vėsinimo galią ir poreikius, tenka pasitelkti kituose literatūros šaltiniuose aprašytą metodiką arba kompiuterines programas.

Įstiklintų paviršių įtaką energijos poreikiams nagrinėjo ne vienas autorius. Buvo tirtas optimalus įstiklinimo plotas, pastato formos, orientacijos ir kitų veiksnių įtaka energijos poreikiams (Perednis *et al.* 2007; Саснаускайте 2009; Šėža 2010).

Analizuoti veiksniai, kurie turi didžiausią įtaką šildymo ir vėsinimo poreikiams pastate, jų jautrumo indeksai (Capozzoli *et al.* 2009), atliktos šilumos suvartojimų pastatuose analizės (Stankevičius *et al.* 2002). Taip pat tirtos šilumos nuostolių per langus mažinimo galimybės (Isevičius *et al.* 2005). Atliktas administracinių patalpų

mikroklimato ir energijos sąnaudų įvertinimas naudojant ECO veiksnį (Bjørn *et al.* 2006).

### Tyrimo objektas

Nagrinėjamas objektas – administracinio pastato Vilniuje penktasis aukštas. Bendras patalpų plotas sudaro 2042 m<sup>2</sup>, didžiausio įstiklintojo ploto fasadas orientuotas į rytus. Skaidrių atitvarų plotas sudaro 508 m<sup>2</sup>, t. y. 47 % visų išorinių sienų ploto. Apsaugai nuo saulės naudojamos patalpos viduje esančios žaliuzės. Sumontuoti stiklo paketai *Sun Guard HP Silver 43*, kurių šilumos perdavimo koeficientas  $U = 1,2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , o visuminės saulės energijos praleisties faktorius  $g = 0,31$ . Aliuminio profilių šilumos perdavimo koeficientas yra  $1,9 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , langų ir profilio santykis 90 % ir 10 %. Kitų pastato elementų šilumos perdavimo koeficientai atitinka normines vertes. Patalpose palaikoma 20 °C temperatūra šildymo sezono metu ir 24 °C vėsinimo sezono metu.

Šiame straipsnyje siekiama išanalizuoti metinius aptartojo objekto šilumos ir šalčio poreikius, nustatyti, kaip įvairių faktorių modeliavimas gali paveikti rezultatus, palyginti analitinio ir kompiuterinės programos *ProClim* vėsinimo poreikių skaičiavimo metodikų rezultatus, taip pat faktines ir normines šilumos sąnaudas.

### Tyrimo metodika

Pastato projektiniams šildymo poreikiams apskaičiuoti buvo remtasi šiuo metu Lietuvoje galiojančiu standartu (STR 2.09.04:2008). Nagrinėjamojo objekto vėsinimo galia nustatoma sudarant šilumos pritekėjimų balansą, o

metiniai vėsinimo poreikiai analizuojami numčius tam tikras prielaidas – nagrinėjamojo objekto darbo laikas nustatytas 10–19 h šešias dienas per savaitę. Skaičiavimams pasitelkta LSPI kompiuterinė skaičiavimo programa.

Nustatant vėsinimo galią, sudaromas šilumos pritekų balansas – įvertinami visi šilumos pritekiai į patalpas:

$$\Phi_{\text{šil}} = \Phi_{\text{vid}} + \Phi_{\text{rad}} + \Phi_{\text{ved}}, \quad (1)$$

čia  $\Phi_{\text{vid}}$  – į patalpą patekusi šiluma nuo dirbtinio apšvietimo, buitinių prietaisų ir žmonių metabolizmo išspinduliuotas šilumos srautas, kW;  $\Phi_{\text{rad}}$  – dėl saulės radiacijos į patalpą patekusi šiluma, kW; (skaičiavimams naudojama maksimali šilumos srauto reikšmė kiekvienai orientacijai per vieną darbo pamainą, t. y. 9–18 h);  $\Phi_{\text{ved}}$  – į patalpą patekusi šiluma su tiekiamu šviežiu oru, kW.

$$\Phi_{\text{ved}} = L \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t, \quad (2)$$

čia  $L$  – į patalpą tiekiamas oro kiekis, m<sup>3</sup>/h;  $c$  – savitoji oro šiluma, Wh /m<sup>3</sup> K;  $\rho$  – oro tankis, kg/m<sup>3</sup>;  $\Delta t$  – išorės ir vidaus oro temperatūrų skirtumas, °C;

Didžiausią šilumos balanso dalį sudaro šilumos pritekiai dėl saulės spinduliuotės per įstiklintus paviršius. Šiluma į patalpą pro langus patenka tiesiogiai saulei šviečiant ir kartu su išsklaidytais, Žemės ir pastatų atspindėtais spinduliais, taip pat kaip ir pro masyvias atitvaras – dėl lauko ir vidinės temperatūros skirtumo.

Šilumos srautas, patekęs pro įstiklintus paviršius, skaičiuojamas pagal formulę

$$\Phi_{\text{ist}} = (q'_{\text{ist}} \cdot A'_{\text{ist}} + q''_{\text{ist}} \cdot A''_{\text{ist}}) \cdot K + \frac{(t_{\text{iš}} - t_{\text{pat}})}{R_{\text{ist}}} \cdot A_{\text{ist}}, \quad (3)$$

čia  $q'_{\text{ist}}, q''_{\text{ist}}$  – atitinkamai tiesioginio ir išsklaidytojo spinduliavimo pro įstiklintą paviršių šilumos srautų tankis, W/m<sup>2</sup>;  $A'_{\text{ist}}, A''_{\text{ist}}$  – atitinkamai tiesioginio ir išsklaidytojo spinduliavimo veikiamas paviršius, m<sup>2</sup>;  $K$  – pataisos koeficientas, pagal kurį įvertinamos kliūtys, esančios Saulės spindulių kelyje;  $R_{\text{ist}}, A_{\text{ist}}$  – atitinkamai įstiklintojo paviršiaus šiluminė varža, m<sup>2</sup>K/W ir plotas, m<sup>2</sup>;  $t_{\text{iš}}$  – vidutinė lauko oro temperatūra liepos mėnesį;  $t_{\text{pat}}$  – patalpos oro temperatūra.

Tiesioginio ir išsklaidytojo Saulės spinduliavimo intensyvumas nustatomas atsižvelgiant į atitvaros padėtį, geografinę platumą, paros ir metų laiką.

Šilumos srauto, patenkančio pro tiesioginių spindulių veikiamą paviršių, tankis:

$$q'_{\text{ist}} = (q_t + q_{\text{išsk}}) \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (4)$$

$$q''_{\text{ist}} = q_{\text{išsk}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (5)$$

čia  $q_t$  – tiesioginių saulės spindulių šilumos srauto tankis, W/m<sup>2</sup>;  $q_{\text{išsk}}$  – išsklaidytųjų saulės spindulių šilumos srauto tankis, W/m<sup>2</sup>;  $K_1$  – koeficientas, pagal kurį įvertinamas langų rėmų šešėlis;  $K_2$  – koeficientas, pagal kurį įvertinama stiklo nešvaros lygis.

Lietuvos klimato sąlygomis pro sienas patenkantis šilumos srautas yra nereikšmingas. Masyvių atitvarų šiluminė varža ir šiluminė inercija yra daug didesnė už langų. Dėl atitvarų šiluminės inercijos atitvarų sukaupta šiluma patenka į patalpą pavėluotai – šilumos srautas atsilieka nuo Saulės spinduliavimo srauto.

Atliekant skaičiavimus pagal pateiktą metodiką, buvo nevertinami šilumos pritekiai per sienas, tačiau, naudojantis LSPI programa, apskaičiuoti pritekiai per sutapdintą stogą. Analitiškai nustatyti šilumos pritekiai nuo žmonių, apšvietimo ir techninių įrenginių. Buvo laikoma, kad objekte dirba 180 žmonių. Kadangi monitorius gali išspinduliuoti nuo 20 W iki 110 W šilumos, kompiuterio procesorius – nuo 60 W iki 230 W šilumos, žmonių metabolizmo išspinduliuotas šilumos kiekis lengvam darbui kompiuteriu – 120 W, todėl buvo nustatyta 220 W vienai darbo vietai. Į patalpą patekusi šiluma nuo dirbtinio apšvietimo – 40 W vienam šviestuvui.

Nagrinėti 3 šilumos ir šalčio poreikių analizės variantai:

- nagrinėjamojo objekto šilumos ir šalčio poreikių analizė, esant skirtingoms apsaugos nuo saulės priemonėms;
- šilumos ir šalčio poreikių analizė, keičiant didžiausio įstiklinto fasado orientaciją pasaulio šalių atžvilgiu;
- šilumos ir šalčio poreikių analizė, keičiant šiluminės ir optines stiklo paketų savybes.

### Šilumos ir šalčio poreikių analizė, esant skirtingoms apsaugos nuo saulės priemonėms

Norint išlaikyti optimalią patalpų oro temperatūrą, tenka patalpų orą vėsinti. Todėl analizuojamosios apsaugos nuo saulės priemonės nagrinėjamajame objekte aktualesnės ir naudingos tik šiltuoju periodu, kai reikalingas patalpų vėsinimas. Projektuodami pastatus Lietuvos architektai dažnai nuvertina apsaugos nuo saulės priemonių sutauptomą energiją, o Vakarų pasaulyje apie jas žino ir sėkmingai taiko didžioji dalis vartotojų.

Nagrinėjamajam objektui buvo sumodeliuoti 4 galimi variantai (1 lentelė):

- kai nenaudojamos apsaugos nuo saulės priemonės;
- kai pastato išorėje sumontuotos išorinės žaliuzės;

- kai naudojami stogeliai, lodžijos, markizės;
- kai naudojamos kitos patalpos viduje arba tarp stiklų esančios priemonės.

Modeliuojant nustatyta, kad efektyviausia apsaugos nuo saulės priemonė – išorinės žaliuzės, kurios leidžia sutaupyti iki 20 % vėsinimo poreikių, bet rezultatas gali būti atvirkščias šildymo poreikiams – išorinės žaliuzės sumažina saulės pritekį į patalpą žiemą ir iki 11 % padidina projektinius šilumos poreikius šildymui. Tačiau išorines žaliuzes galima automatizuoti ir per jas pagal poreikį reguliuoti į pastatą patenkančius šilumos pritekį. Sumontuotos lodžijos, stogeliai ir markizės 4 % padidina projektinius šildymo poreikius šildymui ir 16 % sumažina vėsos poreikius. Naudojant apsaugos nuo saulės priemones patalpos viduje ar tarp stiklų, šilumos poreikis padidėja 9 %, o vėsos poreikis sumažėja 6 %.

**1 lentelė.** Metiniai šildymo ir vėsinimo poreikiai, naudojant skirtingas apsaugos nuo saulės priemones

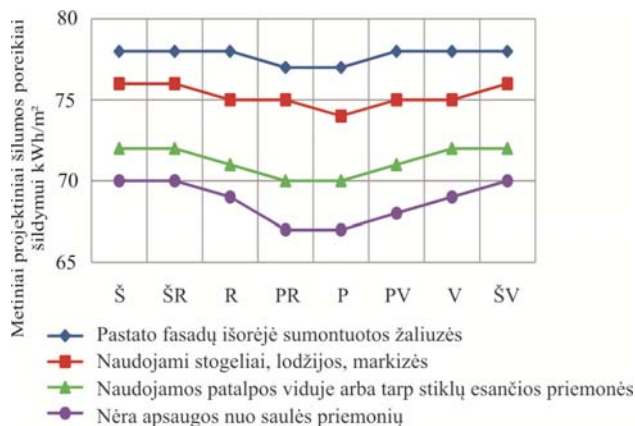
**Table 1.** Annual heating and cooling needs, using different sunscreen measures

Variantas	Aprašymas	$Q_{šild}, kWh/m^2$		$Q_{vės}, kWh/m^2$	
1 variantas	Pastato išorėje sumontuotos apsauginės žaliuzės	78	100 %	51	80 %
2 variantas	Naudojami stogeliai, lodžijos, markizės	75	96 %	54	84 %
3 variantas	Naudojamos patalpos viduje arba tarp stiklų esančios priemonės	71	91 %	60	94 %
4 variantas	Nėra jokių apsaugos nuo saulės priemonių	69	89 %	64	100 %

### Šilumos ir šalčio poreikių analizė, keičiant pagrindinio įstiklintojo fasado orientaciją

Optimali didžiausio įstiklinto fasado orientacija pasaulio šalių atžvilgiu gali būti traktuojama kaip pasyvusis saulės energijos panaudojimas arba pasyvioji energijos taupymo priemonė. Modeliuojant 8 skirtingas nagrinėjamojo objekto didžiausio įstiklintojo fasado orientacijas pasaulio šalių atžvilgiu ir atsižvelgiant į naudojamą apsaugos nuo saulės priemones, gautieji rezultatai rodo, kad mažiausi šilumos poreikiai bus pasirinkus pietinę ir pietrytinę pagrindinio fasado orientacijas ir nenaudojant jokių apsaugos nuo saulės priemonių. Akivaizdu, kad šilumos poreikiai laipsniškai didėja, naudojant efektyvesnes apsaugos nuo saulės priemones (1 pav.).

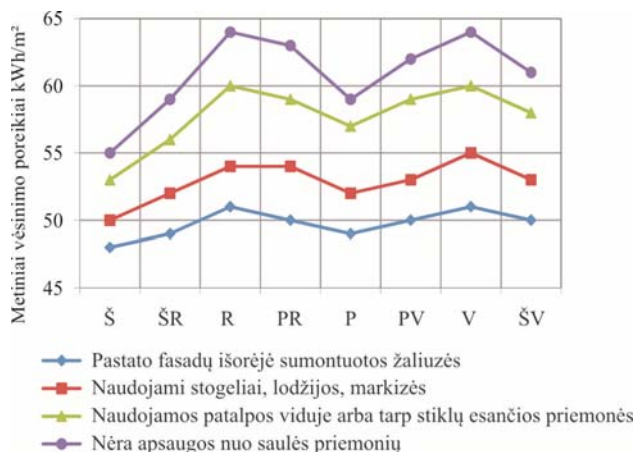
Kuo efektyvesnės priemonės naudojamos, tuo mažesnė fasado orientacijos įtaka, nes būna vis mažesni šilumos pritekiai, kurių intensyvumas šaltuoju metų periodu ir taip nedidelis. Todėl jei fasado išorėje yra sumontuotos išorinės žaliuzės, keisdami fasado orientaciją sutaupyti tik 1 % šilumos energijos.



**1 pav.** Projektinių šilumos poreikių šildymui priklausomybė nuo pastato pagrindinio fasado orientacijos ir naudojamų apsaugos nuo saulės priemonių

**Fig. 1.** The dependence of project heating needs from the orientation of the main facade of the building and sunscreen measures

Analizuojant objekto vėsinimo poreikius (2 pav.), matyti, kad keičiant didžiausio įstiklintojo fasado orientaciją pasaulio šalių atžvilgiu, galima sutaupyti iki 14 %, atsižvelgiant į tai, kokia naudojama apsaugos nuo saulės priemonė. Kai pastato išorėje sumontuotos išorinės žaliuzės, tada mažiausi yra ne tik vėsinimo poreikiai, bet ir mažiausia pastato pagrindinio fasado orientacijos įtaka.



**2 pav.** Metinių vėsinimo poreikių priklausomybė nuo pastato pagrindinio fasado orientacijos ir naudojamų apsaugos nuo saulės priemonių

**Fig. 2.** The dependence of project cooling needs from the orientation of the main facade of the building and sunscreen measures

Iš metinių vėsinimo poreikių kitimo (2 pav.) matyti, kad minimalus ekstremumas pasiekiamas šiaurinėje, o maksimalus – rytinėje orientacijose. Galima teigti, kad, siekiant optimalių energijos sąnaudų šiame objekte tiek vasaros, tiek žiemos sezono metu, skaičiuojant pagal pasirinktą metodiką, didžiausio ištiklintojo fasado orientacija turėtų būti nukreipta pietų kryptimi.

### Šilumos ir šalčio poreikių analizė, keičiant stiklo paketų šiluminės ir optines savybes

Pagrindiniai stiklo paketus apibūdinantys rodikliai yra šilumos perdavimo koeficientas  $U$  ir visuminės saulės energijos praleisties faktorius  $g$ . Todėl esant 4 skirtingiems apsaugos nuo saulės priemonių variantams (1 lentelė), 5 skirtingiems stiklo paketams (2 lentelė), buvo atlikti energijos poreikių skaičiavimai.

Šiluminės stiklo paketų savybės šildymo sezono metu yra labai aktualios, nes per stiklą prarandama daugiausia šilumos. Atliktų skaičiavimų rezultatai (3, 4 lentelės) rodo, kad lyginant du stiklo paketus, kurių visuminės saulės energijos praleisties faktorius  $g = 0,52$ , o šilumos perdavimo koeficientas lygus  $0,7 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  ir  $1,1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , projektiniai šilumos poreikiai šildymui skiriasi 15–20 %, o vėsinimo poreikiai tarpusavyje skiriasi tik iki 1 %, atsižvelgiant, kokia naudojama apsaugos nuo saulės priemonė. Mažėjant šilumos perdavimo koeficientui, šilumos poreikiai šildymui mažėja, o vėsinimo poreikiai mažėja labai nereikšmingai.

**2 lentelė.** Nagrinėjamųjų stiklo paketų šiluminės-optinės savybės

**Table 2.** The thermal-optical properties of concerned glazings

Stiklo paketai	$U, \text{ W/m}^2\text{K}$	$g, \%$
1. IPLUS NEUTRAL A+Ar+Skaidrus+Ar+IPLUS NEUTRALS S	0,7	52
2. IPASOL Blau 40/23+Ar+Skaidrus	1,1	52
3. ANTELIO Green+Ar+IPLUS NEUTRAL S	1,1	28
4. Sun Guard HP Silver 43	1,2	31
5. Skaidrus+PLUS NEUTRAL S	1,4	61

Lyginant stiklo paketus, kurių šilumos perdavimo koeficientas yra  $1,1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , tačiau skirtingi visuminės saulės energijos praleisties faktoriai ( $g = 0,52$  ir  $g = 0,28$ ), vėsinimo poreikiai skiriasi 7–19 %, o projektiniai šilumos poreikiai šildymui skiriasi iki 15 %, atsižvelgiant į naudojamą apsaugos nuo saulės priemones. Mažėjant stiklo paketų visuminės saulės energijos praleisties faktoriui, šildymo poreikiai didėja, o vėsinimo poreikiai mažėja. Maksimalūs šildymo poreikių skirtumai yra tarp pirmojo

ir penktojo analizuojamųjų stiklo paketų, šilumos perdavimo koeficientui didėjant nuo  $0,7-1,4 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ . Maksimalūs vėsinimo poreikių skirtumai yra tarp trečiojo ir penktojo stiklo paketų, visuminės saulės energijos praleisties faktoriui didėjant nuo 31–61 %.

Todėl galima daryti išvadą, kad siekiant optimalių šildymo ir vėsinimo sąnaudų nagrinėjamajame objekte, rekomenduojama sumontuoti ANTELIO Green+Ar+IPLUS NEUTRAL S stiklo paketus.

**3 lentelė.** Metiniai projektiniai šilumos poreikiai šildymui nagrinėjamiems stiklo paketams naudojant skirtingas apsaugos nuo saulės priemones

**Table 3.** Annual project heating needs, for concerned glazings, using different sunscreen measures

Aprašymas	$Q_{sild.}, \text{ kWh/m}^2$			
	1 var.	2 var.	3 var.	4 var.
1. IPLUS NEUTRAL A+Ar+Skaidrus+Ar+IPLUS NEUTRALS S	61	57	50	46
2. IPASOL Blau 40/23+Ar+Skaidrus	72	68	61	57
3. ANTELIO Green+Ar+IPLUS NEUTRAL S	75	73	69	67
4. Sun Guard HP Silver 43	78	75	71	69
5. Skaidrus+PLUS NEUTRAL S	82	80	76	73

**4 lentelė.** Metiniai vėsinimo poreikiai šildymui nagrinėjamiems stiklo paketams naudojant skirtingas apsaugos nuo saulės priemones

**Table 4.** Annual project cooling needs, for concerned glazings, using different sunscreen measures

Aprašymas	$Q_{vės.}, \text{ kWh/m}^2$			
	1 var.	2 var.	3 var.	4 var.
1. IPLUS NEUTRAL A+Ar+Skaidrus+Ar+IPLUS NEUTRALS S	54	60	70	76
2. IPASOL Blau 40/23+Ar+Skaidrus	54	61	70	77
3. ANTELIO Green+Ar+IPLUS NEUTRAL S	50	53	58	62
4. Sun Guard HP Silver 43	51	54	60	64
5. Skaidrus+PLUS NEUTRAL S	56	64	75	82

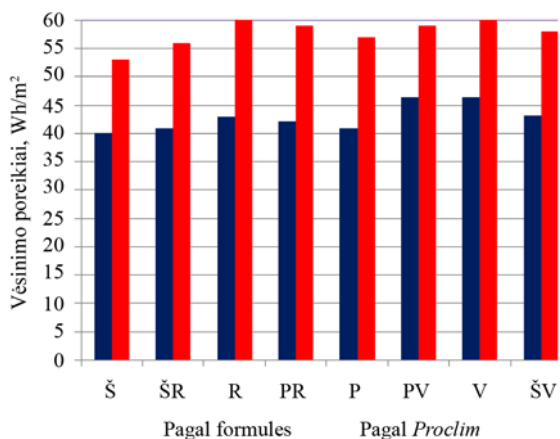
### Vėsinimo poreikių skaičiavimų, atliktų kompiuterine programa ProClim, rezultatų analizė

Kompiuterinė programa *ProClim* – tai švedų kompanijos *Swegon* sukurta programa patalpos vėsinimo galiai skaičiuoti. Formuojant pirminį patalpos vaizdą ir duomenis, buvo pasirinkta objekto vietovė – Vilniaus miestas. Šioje programoje yra duomenų bibliotekos, todėl galima pasi-

rinkti įvairių papildomų duomenų. Pagal pasirinktą vietovę programa parinko skaičiuojamas temperatūras. Taip pat galima modeliuoti objekto orientacijas pasaulio šalių atžvilgiu, formuoti stiklinių atitvarų plotus, stiklo paketų rūšis, jų šilumos perdavimo koeficientus ir visuminės saulės energijos praleisties faktorius. Galima įvesti duomenis, reikalingus vidiniams šilumos pritekams skaičiuoti.

Norint patikrinti pasirinktos analitinės vėsinimo poreikių skaičiavimo metodikos rezultatus, buvo naudojama kompiuterine programa *ProClim*. Buvo sumodeliuotas nagrinėjamas objektas esant aprašytoms charakteristikoms ir naudojamoms apsaugos nuo saulės priemonėms.

Gautąją vėsinimo galią perskaičiavus į vėsinimo poreikius, kWh/m<sup>2</sup> ir palyginus juos su pagal analitinio skaičiavimo formules apskaičiuotais vėsinimo poreikiais, gauti rezultatai pateikti 3 pav.



3 pav. Vėsinimo poreikių skaičiavimų rezultatų palyginimas  
Fig. 3. The comparison of calculation results of cooling needs

Matome, kad rezultatai skiriasi nuo 21 % iki 28 %, atsižvelgiant į skirtingas orientacijas pasaulio šalių atžvilgiu. Šis nesutapimas pastebimas dėl programos gebėjimo įvertinti šilumą arba vėšą, akumuliuojamą patalpos vidinėse atitvarose, ir vėluojantį šilumos srautą per išorines atitvaras. Tą padaryti taikant formules būtų gana sudėtinga. Taip pat, pasirinkus skaičiavimo metodiką pagal formules, didelę įtaką skaičiavimo rezultatams turi prielaidos, pvz.: numatomos vidutinės vidinių pritekų reikšmės, gebėjimas jas kuo tiksliau numatyti ir įvertinti. Tačiau pastebimos vienodos skaičiavimo metodikų tendencijos: maksimalios energijos sąnaudos yra esant vakarinei ir pietvakarinei orientacijoms, minimalios – šiaurinei orientacijai.

Galima daryti išvadą, kad skaičiuojant pagal dažniausiai taikomą metodiką ir priimant prielaidas, vėsinimo galia ir poreikiai būna maždaug penktadaliu padidinti,

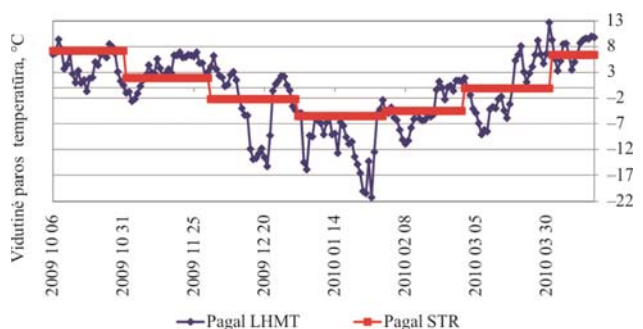
kadangi vėsinimo galia skaičiuojama pagal maksimalias galimas šilumos pritekėjimų reikšmes, neįvertinant vėluojančių srautų.

### Administracinių patalpų faktinių šilumos sąnaudų palyginimas su analitinio skaičiavimo rezultatais

Nagrinėjamajame objekte projektiniai šilumos poreikiai šildymui buvo apskaičiuoti pagal (STR 2.09.04:2008). Norint juos palyginti su faktiniais šilumos suvartojimais, pastarieji perskaičiuoti pagal dienolaipsnių metodą.

Nagrinėjamajame objekte kiekvienam biurui atskirai sumontuoti energijos apskaitos prietaisai. Jie sujungti į vietinį duomenų surinkimo tinklą, todėl mėnesio pabaigoje visų biurų skaitikliai nuskaityti.

Iš Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos (LHMT) gauti duomenys apie kiekvienos šildymo sezono paros vidutines temperatūras. Šie duomenys palyginti su skaičiuotinomis temperatūromis, kurios pateikiamos tik kas mėnesį (4 pav.). Pagal (RSN 156-94) duomenis šildymo sezonas trunka nuo rugsėjo 20 d. iki gegužės 3 d., o realus šildymo sezonas truko nuo spalio 6 d. iki balandžio 16 d.



4 pav. 2009–2010 m. šildymo sezono vidutinės paros temperatūros

Fig. 4. The average daily temperatures of 2009–2010 heating season

Iš 4 pav. matyti, kad didžiausi temperatūrų skirtumai buvo šalčiausią šildymo sezono mėnesį – sausį. Minimali šio mėnesio paros temperatūra buvo –21,2 °C. Vidutinė sausio mėnesio temperatūra buvo –10,3 °C, o skaičiuojamoji vidutinė temperatūra yra –5,5 °C.

Kadangi pagal (STR 2.09.04:2008) apskaičiuotas projektinis šilumos poreikis šildymui sudaro 148883 kWh, o faktinis, perskaičiuotas esant norminėms sąlygoms, yra 171990 kWh, tuomet faktinių ir projektinių šilumos poreikių skirtumas sudaro 15 %. To priežastis gali būti faktinių temperatūrų neatitikimas lyginant su norminėmis, taip pat skaičiuotinių ir realių atitvarų šiluminių charakteristikų neatitikimas, statybos darbų brokas.

## Išvados

1. Nustatyta, kad įvairių energiją taupančių priemonių įtaka priklauso nuo naudojamų apsaugos nuo saulės priemonių ir nuo įstiklinimo ploto. Kuo efektyvesnė apsaugos nuo saulės priemonė naudojama, arba kuo mažesnis yra įstiklinimo plotas, tuo mažesnė pastato orientacijos ar naudojamų stiklo paketų šiluminių ir optinių savybių įtaka.
2. Nustatyta, kad iš nagrinėjamųjų apsaugos nuo saulės priemonių efektyviausia yra išorėje sumontuotos žaliuzės. Jos iki 20 % sumažina vėsinimo poreikius ir iki 11 % padidina šilumos poreikius šildymui. Išorines žaliuzes galima automatizuoti ir per jas pagal poreikį reguliuoti į pastatą patenkančius šilumos pritekėjimus.
3. Išnagrinėjus pastato pagrindinio įstiklintojo fasado orientacijos įtaką energijos poreikiams matyti, kad mažiausi projektiniai šilumos poreikiai šildymui būna esant pietinei ir pietrytinei orientacijai. Maksimalūs vėsinimo poreikiai yra esant rytinei orientacijai.
4. Kai pastato viduje sumontuotos žaliuzės, galima teigti, kad, siekiant optimalių energijos sąnaudų tiek vasaros, tiek žiemos sezono metu, didžiausio įstiklintojo atitvarų ploto orientacija turėtų būti nukreipta pietų kryptimi ir naudojami ANTELIO Green+Ar+IPLUS NEUTRAL S stiklo paketai.
5. Galima daryti išvadą, kad skaičiuojant pagal dažniausiai taikomą metodiką, vėsinimo galia ir poreikiai yra maždaug penktadaliu padidinami, kadangi vėsinimo galia skaičiuojama pagal maksimalias galimas šilumos pritekėjimų reikšmes, neįvertinant vėluojančių srautų.

## Literatūra

- Bjørn, E.; Brohus, H. 2006. Bendrasis administracinių patalpų mikroklimato ir energijos sąnaudų įvertinimas naudojant ECO veiksnį, *Journal of Civil Engineering and Management* 12(1):43–49.
- Capozzoli, A.; Houcem Eddine Mechri, H. E.; Corrado, V. 2009. Impacts of architectural design choices on building energy performance applications of uncertainty and sensitivity

techniques, in *Eleventh International IBPSA Conference. Glasgow, Scotland July 27–30*.

- Isevičius, E.; Staponkus, V.; Jurelionis, A. 2005. Šilumos nuostolių per langus mažinimo analizė, *Energetika* 4: 46–48.
- Lietuvos statybų projektavimo instituto (LSPI) vėsinimo galios skaičiuotė. Vilnius, 2009.
- Perednis, E.; Katinas, V.; Tumosa, A. 2007. Pastatų vėsinimo tyrimai, *Energetika* 53(2): 57–60.
- ProClim* kompiuterinė programa.
- RSN 156-94 Statybinė klimatologija. Vilnius, LR AM, 1995. 137 p.
- Stankevičius, V.; Karbauskaitė, J.; Bliūdžius, R. 2002. Šilumos suvartojimo pastatuose analizė, *Energetika* 4: 57–61.
- STR 2.05.01:2005 *Pastatų atitvarų šiluminė technika*. Vilnius, 2005. 133 p.
- STR 2.09.02:2005 *Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas*. Vilnius: Aplinkos ministerija, 2005.
- STR 2.09.04:2008 *Pastato šildymo sistemos galia. Šilumos poreikis šildymui*. Vilnius, 2008. 41 p.
- Šeža, G. 2010. *Skaidriųjų atitvarų užtemdymo įtaka vėsinimo sistemos galingumui*: magistro darbas.
- Саснаускайте, В.; Паулаускайте, С.; Валанчюс, К. Затраты энергии систем отопления и охлаждения в зависимости от характеристик остекления здания, in *The 3<sup>rd</sup> International Scientific and Technical Forum „Theoretical foundations of heat and gas supply and ventilation“*: Papers, Ed. by V. Prochorov, J. Kuvšinov, L. Machov. November 11–13, 2009, Moscow. Moscow: MGSU, 58–62.

## THE ANALYSIS OF NEEDS FOR HEATING AND COOLING ENERGY IN THE ADMINISTRATIVE BUILDING WITH BIG GLAZING FACADES

V. Pikelytė, S. Paulauskaitė

Abstract

The article discusses the influence of big glazing facades on the needs for heating and cooling energy.

Three ways of modelling the needs for energy were chosen. The influence of the orientation of the glazing facade and different heat – optical features of glazing on energy needs was established. The paper analyzed the influence of the measures of passive energy saving on the needs for heating and cooling.

A comparison of calculation results applying two methods suggesting the needs for cooling energy was made and energy costs of actual and normal heating were examined.

**Keywords:** needs for heating and cooling, glass facades, energy costs, *ProClim*.