

---

# Pastatų šilumos, patenkančios į aplinką, nuostolių minimizavimo galimybės

---

**Jonas Juodvalkis,  
Egidijus Blaževičius,  
Ramūnas Albertas Vipartas**

*Architektūros ir statybos institutas,  
Tunelio g. 60, LT-3035 Kaunas*

Dideli energijos kiekiai yra sunaudojami pastatams šildyti, todėl įvairiais būdais didinamas šildymo sistemų efektyvumas ir mažinami pastatų šilumos nuostoliai. Viena perspektyviausių krypčių yra mažo potencialo ar atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimas šilumos siurbliuose. Tačiau netikslinga laukti, kol atidirbęs šilumos nešėjas pasklis aplinkoje, ir po to bandyti jį surinkti. Pastatų išskiriama šiluma turėtų būti panaudojama tiesiog prie pastato, kur didžiausia energetinė vertė ir techninė pažanga sudaro realią galimybę surinkti šią šilumą.

Išorinėse atitvarose įrengus šilumos kolektorius siekiant surinkti mažo potencialo šilumą, išsiskiriančią iš pastato, šilumos nuostoliai į aplinką pasidaro minimalūs arba galima jų visai išvengti ir pastatas šiuo atveju taptų adiabatiniu.

Surinkta nuo atitvarų mažo potencialo šiluma šilumos siurbliu vėl grąžinama į pastatą. Straipsnyje pateikiami tokio tipo pastatų teoriniai pagrindai.

**Raktažodžiai:** šilumos nuostoliai, aplinka, pastatas

---

## 1. ĮVADAS

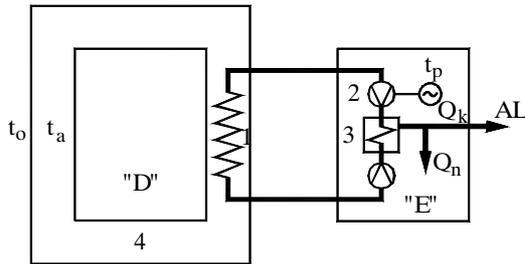
Atsižvelgiant į tai, kad kuro atvežimas į Lietuvą susiduria su vis didesnėmis politinio ir ekonominio pobūdžio problemomis, ūkio vadovai energetikus ragina vis daugiau dėmesio skirti vietinių ir atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimui. Šiuo metu ypač akcentuojamas alternatyvių arba atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimo aktualumas. Iš visų žinomų atsinaujinančių energijos šaltinių didesnes perspektyvas turi saulės energijos stambių masyvų šilumos akumuliacijos sistemų komponavimas su šilumos siurbliais, saulės energijos panaudojimas vandenilinės energetikos tikslams, biomasės platesnis panaudojimas skysto kuro bei biodujų gamybai ir kt. Specialistų skaičiavimais alternatyvių energijos šaltinių (vėjo, saulės, vandens bei vietinio kuro) atsargos irgi yra ribotos, tai galėtų sudaryti iki 15% šalies kuro balanso. Remiantis tuo, reikia ieškoti taip pat racionalesnių ir efektyvesnių energijos naudojimo galimybių. Viena didžiausių (nors ir sezoninių) energijos vartotojų kategorijų yra pastatų šildymo sistemos. Pastatų šilumos nuostoliai yra mažinami pasyviomis priemonėmis – tobulinant pastatų atitvarines konstrukcijas (didinant jų šiluminę varžą), taikant tobulesnes šiluminio režimo patalpose reguliavimo sistemas. Artimiausioje perspektyvoje realiau-

šias yra platesnis šiluminių siurblių panaudojimas šildymo tikslams [1]. Daugelyje pasaulio šalių šilumos siurbliai turi platų pritaikymą: Suomijoje, Kanadoje, JAV, Skandinavijos šalyse, Vokietijoje ir kitur. Nusi-stovėjusi tradicinė nuomonė, kad šilumos siurbliui reikalingas išorinis žemos temperatūros šilumos šaltinis (vanduo, oras, gruntas, nutekamieji vandenys, technologinės atliekos ir t. t.) [2, 3]. Tačiau žinoma, kad daugelyje technologinių įrengimų, taip pat pastatams šildyti panaudota šiluma yra ir mažo potencialo šilumos šaltinis. Visiškai nebūtina, kad atidirbęs šilumos nešėjas atsidurtų ore, upėje, nutekamųjų vandenų kanale, kur žematemperatūris darbo agentas praranda didelę energijos dalį. Labai svarbu išnaudoti išmetamo darbo agento darbingumo likutį čia pat – vietoje, kurioje jo energetinė savybė – eksergija – yra aukščiausia.

## 2. ADIABATINIO PASTATO IDĖJOS PAGRINDIMAS

Šildomą pastatą paliekanti šiluma, kuri išsiskiria nuo atitvarinių konstrukcijų į lauko orą bei gruntą, irgi yra mažo potencialo šilumos šaltinis. Kyla klausimas – ar negalima jo surinkti nuo pastato atitvarų išorinio paviršiaus ir panaudoti šaldymo mašinos darbo agentui išgarinti.

Panagrinėkime tokią situaciją, kai greta vienas kito pastatyti du vienodo tipo pastatai, turintys vienodus šilumos nuostolius. Vienas jų D šildomas dujomis, kitas E – elektra, t. y. iš nepriklausomų energijos šaltinių (1 pav.). Įrengus pastatui D gaubtą 4 ir po šiuo gaubtu – šaldymo mašinos garintuvą 1, bus surenkama nuo pastato D išorinių atitvarų paviršių išsiskyrusi šiluma. Jei po gaubtu bus palaikoma oro temperatūra  $t_a$ , lygi lauko oro temperatūrai  $t_o$ , tai nuo pastato visa išsiskyrusi šiluma bus surinkta (utilizuota). Pastate E kompresoriumi 2 išgarintas darbo agentas suspaudžiamas – jo entalpija padidėja, ir kondensatoriuje 3 šiluma atiduodama į pastato E šildymo sistemą



1 pav. Principinė pastato šilumos nuostolių utilizavimo schema

Pastato E viduje nuo kondensatoriaus 3 gauta šiluma bus:

$$Q_k = Q_n + AL; \quad (1)$$

čia  $Q_k$  – kondensatoriuje gaunama energija;  $Q_n$  – pastato šilumos nuostoliai;  $AL$  – energija, sunaudota kompresoriaus darbui.

Šiuo atveju pastatui E šildyti bus sunaudota energija  $AL$ , kuri yra mažesnė negu patalpoms tiesiogiai šildyti sunaudota energija  $Q_n$ , t. y.  $AL < Q_n$ .

Kadangi pastatui E šildyti iki pageidaujamos patalpų oro temperatūros reikalinga šiluma  $Q_n$  (kWh), tai šilumos perteklius  $AL$  turi būti iš pastato E nukreipiamas už pastato ribų, arba panaudotas kitiems tikslams (karštam vandeniui paruošti). Analogišką gaubtą galima įrengti ir pastatui E, tuomet pastato E šilumos nuostoliai gali būti panaudoti pastate D. Iš to išplaukia, kad surenkamą nuo pastato išorinių atitvarų šilumą galima panaudoti ir tame pačiame pastate, t. y. galima priversti šilumą cirkuliuoti pastato ribose ir dar gauti perteklinę šilumą, kuri gali būti panaudota kitiems reikalams. Tačiau adiabatini pastato idėjos įgyvendinimas reikalauja radikalių pertvarkymų pastatų statybos bei inžinierinės įrangos praktikoje.

Kai kurie specialistai tokią idėją atmets, motyvuodami tuo, kad neverta komplikuoti pastato atitvarinių konstrukcijų bei pastato šildymo sistemos, nes

yra pakankamai išorinių mažo potencialo šilumos šaltinių: lauko oras, gruntas, nutekamieji vandenys ir kt. Be abejonės, jei tokie šilumos šaltiniai yra arti ir techninės galimybės leidžia juos efektyviai panaudoti – niekas jų neatmeta. Tačiau daugeliu atvejų, ypač panaudojant lauko orą kaip mažo potencialo šilumos šaltinį, termodinaminiu vertinimu, yra naudingiau panaudoti nuo pastato išsiskiriančią šilumą.

Šaldymo mašinos, veikiančios pagal idealų atvirkštinį ciklą, efektyvumas yra apibrėžiamas energijos transformavimo koeficientu  $\varepsilon$ , kurio išraiška yra:

$$\varepsilon = \frac{Q_z + AL}{AL} = \frac{T_o}{T - T_o}; \quad (2)$$

čia  $T_o$  – darbo agento išgarinimo temperatūra esant pastoviam spaudimui,  $T$  – darbo agento kondensacijos temperatūra taip pat esant pastoviam spaudimui,  $Q_z$  – šilumos kiekis, absorbuotas iš mažo potencialo šilumos šaltinio [4, 5].

Savaime aišku, kad kuo aukštesnė darbo agento išgarinimo temperatūra  $T_o$ , tuo šaldymo mašina (šilumos siurblys) dirbs efektyviau.

Pakėlus mažo potencialo šilumos nešėjo temperatūrą tik 1 K, šilumos transformavimo koeficientas  $\varepsilon$  padidėja maždaug 2%, o pakėlus mažo potencialo šilumos šaltinio temperatūrą 5 laipsniais – beveik iki 10%. Todėl utilizuoti nuo pastato išsiskiriančią šilumą yra naudingiau negu išorės oro mažo potencialo šilumą.

### 3. ADIABATINIO PASTATO ENERGIJOS BALANSO ANALIZĖ

Adiabatini pastatas yra traktuojamas kaip heterogeninis objektas, kuriame šilumos mainai vyksta tik objekto ribose, t. y. be šilumos mainų su supančia aplinka. Pagal tradicinę schemą patalpų šildymas yra šilumos nuostolių per pastato atitvarines konstrukcijas kompensavimas. Pastatų šildymo išlaidų sumažinimo buvo siekiama pasyviomis priemonėmis, t. y. didinant atitvarinių konstrukcijų šiluminę varžą, tobulinant šildymo sistemas, įrengiant šilumos režimo reguliavimo (valdymo) sistemas. Tačiau energijos sąnaudų išlaidas, skiriamas pastatų šilumos nuostoliams kompensuoti, galima mažinti ir aktyviomis priemonėmis – įrengiant nepralaidžias šilumai išorines pastato atitvaras, t. y. sukurti adiabatini pastatą. Aišku, toks pastatas naudos energiją iš išorės tam, kad priverstų šilumą cirkuliuoti pastato ribose, t. y. pasitelkiant termodinaminį šaldymo mašinos ciklą.

Adiabatini pastato šilumos balansas sudaromas nustačius šias sąlygas:

- utilizuojama visa nuo pastato atitvarų išsiskirianti šiluma;
- tarp pastato sienos ir papildomos atitvaros palaikoma temperatūra  $t_a = t_o$ ;



ne sunaudotos pavarai energijos, o tiekiamos į pastatą energijos atžvilgiu. Pastato viduje gautos energijos santykis su į pastatą patenkančia energija:

$$\varepsilon_p = \frac{AL + Q_a + Q_{id} + \Delta Q_{id} + Q_n}{Q_d}, \quad (5)$$

arba

$$\varepsilon_p = (\varepsilon - 1) \cdot \eta + 1; \quad (6)$$

čia  $\varepsilon_p$  – pastato energijos transformavimo koeficientas;  $Q_d$  – tiekiamų į variklį dujų energija, įvertinta pagal žemutinę dujų kaloringumo vertę;  $Q_a$  – energija, pašalinama variklio aušinimo sistemoje;  $Q_{id}$  – energija, pašalinama su išskiriamomis dujomis;  $\Delta Q_{id}$  – papildomos šilumos kiekis, gautas utilizavus išskiriamų dujų drėgmės kondensacijos ir fizinę išskiriamų dujų šilumą;  $\eta$  – vidaus degimo variklio naudingumo koeficientas.

Nesant pastate arba greta pastato perteklinės šilumos vartotojo, galimas variantas su nevisiška šilumos nuostolių utilizacija, t. y. nuo pastato išorinių paviršių surenkama tik tiek šilumos, kad jos pakaktų pageidaujamai temperatūrai palaikyti patalpose. Nuo pastato atitvarų būtų atiduodama į aplinką šiluma, ekvivalentiška kompresoriaus darbui sunaudotai energijai  $AL$ . Tokiu būdu energijos sąnaudos pastatui šildyti sumažėtų  $\frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}$  karto kompresoriui su elektros variklio pavara. Šilumos siurblio esant

kompresoriaus pavarai nuo dujinio vidaus degimo variklio bei dalinei utilizacijai, kurią apibūdina išskiriamų dujų fizinės šilumos panaudojimo koeficientas

$$\varphi, \text{ dujų sąnaudos sumažėtų } \frac{(\varepsilon - 1) \cdot \eta + 1}{(\varepsilon - 1) \cdot \eta - \varphi} \text{ karto.}$$

Abiem atvejais prarandama didelio potencialo perteklinė šiluma  $AL$ .

Galimas pastato įrengimas ir su išoriniu mažo potencialo šilumos šaltiniu, kai dalis mažo potencialo šilumos paimama nuo pastato išorinių paviršių, o dalis – iš išorinio mažo potencialo šilumos šaltinio. Šiuo atveju šilumos siurblio panaudojimo tikslingumas gali būti pagrįstas tik ekonominiais skaičiavimais.

Lentelėje pateikiami teoriniai palyginimai įvairiems pastato įrengimo atvejams energijos sąnaudų atžvilgiu, esant kompresoriaus pavarai nuo elektros arba dujinio vidaus degimo variklio.

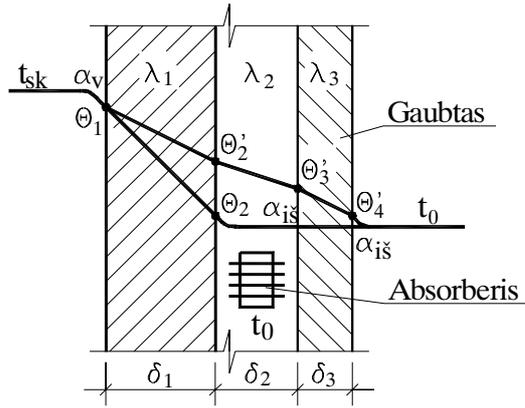
#### 4. ADIABATINIO PASTATO ŠILUMOS BALANSAS ESANT KINTAMAM ŠILUMOS MAINŲ BALANSUI

Adiabatiniame pastate vidiniai šilumos mainai vyksta analogiškai kaip ir tradiciniame pastate. Tik adiabatiniame pastate per išorines atitvaras išėjusi šiluma nepasklinda į aplinką, bet surenkama ir vėl gražinama į pastatą. Imkime atitvarinę pastato sieną ribiniam šilumos perdavimo per sieną atvejui – nusistovėjusiam režime (4 pav.).

Lentelė. Adiabatinio pastato šildymo sistemos būdingų variantų energijos sąnaudos

Šildymo sistemos tipas	Pastato skaičiuotini šilumos nuostoliai $Q_n$ (kW)	Į pastatą tiekiamos energijos galia $Q_d$ (kW)	Pastato šilumos nuostolių utilizuotos energijos galia $Q_{ur}$ (kW)	Pastate pagaminamos aukšto pot. energijos galia $Q_p$ (kW)	Pastato energijos transformavimo koef. $\varepsilon_p$	Pastato šilumos nuostoliai kW	Didelio potencialo šilumos perteklius pastate kW
1. Pastatas su tradicine el.šildymo sistema	10,0	10,0	–	10,0	1,0	10,0	–
2. Pastatas su tradicine dujinio šildymo sistema	10,0	14,3	–	10,0	0,7	10,0	–4,3
3. Adiabatinio pastato variantas su visa nuostolių šilumos utilizacija:							
a) elektros energija	10,0	5,0	10,0	15,0	3,0	–	5,0
b) dujos	10,0	25,0	10,0	40,0	1,6	–	30,0
4. T.p. su daline utilizacija:							
a) elektros energija	10,0	3,33	6,67	10,0	3,0	3,33	–
b) dujos	10,0	6,25	2,5	10,0	1,6	7,5	–

Pastaba: 3b poz. 8 grafoje perteklinė šiluma gaunama įvertinus išskiriamų dujų utilizuotą šilumą  $Q_{pert} = (1 + \varphi) Q_d = (1 + 0,2) 25 = 30$  kW.



4 pav. Sienų sluoksnių paviršių temperatūros

Šilumos kiekis, perduodamas per sieną nesant gaubto, bus:

$$q_1 = U_1 (t_p - t_0); \quad (7)$$

čia

$$U_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_v} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_{i\acute{s}}}}. \quad (8)$$

Įrengus sienai gaubtą:

$$q_2 = U_2 (t_p - t_0); \quad (9)$$

čia

$$U_2 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_v} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{i\acute{s}}}}; \quad (10)$$

čia  $q_1, q_2$  – atitvaros šilumos srauto tankis;  $U_1, U_2$  – atitvaros šilumos perdavimo koeficientas;  $\alpha_v$  – atitvaros vidinio paviršiaus šilumos atidavimo koeficientas;  $\alpha_{i\acute{s}}$  – atitvaros išorinio paviršiaus šilumos atidavimo koeficientas;  $\delta_1, \dots, \delta_3$  – atitvaros storis m;  $\lambda_1, \dots, \lambda_3$  – medžiagos šilumos laidumo koeficientas;  $t_0$  – lauko oro temperatūra;  $t_p$  – patalpos oro temperatūra.

Aišku, kad įrengus atitvarinei sienai gaubtą, šilumos nuostoliai per sieną sumažės ( $U_1 > U_2$ ), tačiau bet kuriuo atveju  $q_2 > 0$ ; t. y. didinant atitvaros piluminę varžą šilumos nuostoliai vis dėlto neišvengiami. Įrengus tarp sienos ir gaubto absorberį, galima pasiekti pirmo atvejo šilumos perdavimo per sieną režimą, grąžinant absorbuotą šilumą atgal į pastatą.

Tokiu atveju adiabatiniame pastate šilumos perdavimo per sieną režimas iš esmės niekuo nesiskiria nuo šilumos perdavimo per išorinę sieną be gaubto.

Vidinių pastato šilumos mainų vyksmą esant kintamam režimui (šilumos balansą) galima išreikšti diferencialinių lygčių sistema:

$$\begin{cases} \frac{dT}{d\tau} = \pm k - m_a(T - \vartheta) \\ \frac{d\vartheta}{d\tau} = \frac{1}{\mu_s} [m_a(T - \vartheta) - \mu_1 m_1(\vartheta - t_1)]; \\ \frac{dt_1}{d\tau} = m_1(\vartheta - t_1) - m_u(t_1 - t_0) \\ t_0 = A \sin \frac{\pi}{n} \tau \end{cases} \quad (11)$$

čia  $T$  – apibendrinta šilumos šaltinio temperatūra;  $\vartheta$  – apibendrinta patalpos oro temperatūra;  $t_1$  – apibendrinta atitvarų temperatūra;  $t_0$  – lauko oro temperatūra;  $\tau$  – laikas;  $k$  – šilumos šaltinio kaitimo tempas (intensyvumas) K/s;  $m_a$  – šilumos šaltinio nuosavo aušimo tempas 1/s;  $\mu_s$  – nedimensinis vidaus oro ir vidaus įrangos masyvumas;  $\mu_1$  – nedimensinis atitvarinių pastato konstrukcijų masyvumas;  $m_1$  – šilumos šaltinio aušimo tempas, jei jo šilumos atidavimo intensyvumas būtų lygus nagrinėjamo kūno (išorinių sienų) šilumos sugėrimo intensyvumui 1/s;  $m_u$  – šilumos šaltinio aušimo tempas, jei jo šilumos atidavimo tempas būtų lygus šilumos atidavimo nuo išorinių sienų lauko orui intensyvumui 1/s;  $A$  – lauko oro paros temperatūros svyravimo amplitudė;  $n$  – svyravimo periodo trukmė.

Šildymo prietaisų (šilumos šaltinio) nuosavas kaitimo greitis

$$k = \frac{N_p}{V_a \rho_a c_a}; \quad (12)$$

čia  $N_p$  – šildymo prietaisų galia;  $V_a \rho_a c_a$  – šilumos šaltinio šilumos talpa.

Tačiau skaičiuojant energijos sąnaudas reikia įvertinti šilumos siurblio efektyvumą:

$$E = \frac{N_k \cdot \Sigma \Delta \tau}{\varepsilon - 1}; \quad (13)$$

čia  $N_k$  – kompresoriaus galia.

Būtina pažymėti, kad adiabatiniame pastate galimas labai lankstus patalpos oro temperatūrų režimas. Pirmojoje pastato nestacionarinio šilumos režimo balansinėje lygtyje (11)

$$\frac{dT}{d\tau} = \pm k - m_a(T - \vartheta) \quad (14)$$

šilumos šaltinio kaitimo tempas  $k$  gali turėti ir neigiamą reikšmę, t. y. esant neigiamai  $k$  reikšmei šilumos šaltinis būtų aušinamas – energija (šiluma) absorbuojama.

Norint, kad patalpose būtų greičiau pasiekama pageidaujama žemesnė oro temperatūra, galima patalpas aušinti. Adiabatiniame pastate atveju aušinimui

snaudota energija gali būti akumuliuojama ir panaudojama patalpų šildymo fazėje. Ekonominiu požiūriu patalpoms aušinti sunaudota energija neišeina už pastato ribų nuostolių pavidalu. Atitvarų konstruktyviniai sprendimai pastato energetinei charakteristikai turi lemiamos įtakos:

- kuo didesnė atitvarinių konstrukcijų (be gaubto) šiluminė varža, tuo bus mažesnės energijos sąnaudos šilumos siurblio darbui;
- kuo atitvaros masyvumas (be gaubto) yra mažesnis, tuo šilumos režimo patalpose palankumas yra lankstesnis;
- jei norima apsisaugoti nuo pernelyg staigių lauko oro temperatūros svyravimų, gaubto šiluminė varža turi būti didesnė. Ir priešingai, jei norima papildomai išnaudoti iš aplinkos oro (grunto) pritekančią šilumą, gaubto šiluminė varža turėtų būti mažesnė.

## 5. ADIABATINIO PASTATO ĮRENGIMO REALUMAS

Principinė adiabatinių pastato techninė įranga nesiskiria nuo tradicinių, šiandien labai plačiai naudojamų šilumos siurblių, skirtų pastatams šildyti [8]. Skirtumas yra tik tai, kad mažo potencialo šilumos surinktuvai – absorberiai yra išdėstomi ne pastato išorėje esančiuose šilumos šaltiniuose, o to paties pastato ribose, t. y. nuo pastato atitvarų išsiskirianti šiluma sugražinama vėl į pastato vidų. Pavyzdžiui, įrengiant šilumos siurblių „gruntas–oras“ absorberio išdėstymui reikalingas žemės plotas 30–125 m<sup>2</sup> kiekvienam kilovatui absorbuojamos šilumos, o šilumos siurbliui „oras–oras“ šilumos mainų paviršius – 4–10 m<sup>2</sup>/kW [9].

Adiabatinių pastato variantui taip pat reikalingas tam tikras absorberio šilumos mainų plotas (paviršius), kad būtų surinkta nuo išorinių atitvarų išsiskyrusi šiluma, todėl reikia pakeisti paties pastato išorinių atitvarų konstrukciją. Čia absorberiai turi būti komponuojami pačioje išorinėje atitvaroje. Norint kaupti išeinančią per išorines sienas, lubas ir grindis šilumą, galimi tokie techniniai atitvarų konstruktyviniai sprendimai:

- 1) oro cirkuliaciniai kanalai;
- 2) rasalo vamzdžių paketai;
- 3) šilumos vamzdelių baterijos;
- 4) termoporų tinklas;
- 5) paties šilumos siurblio absorberiai (garintuvai).

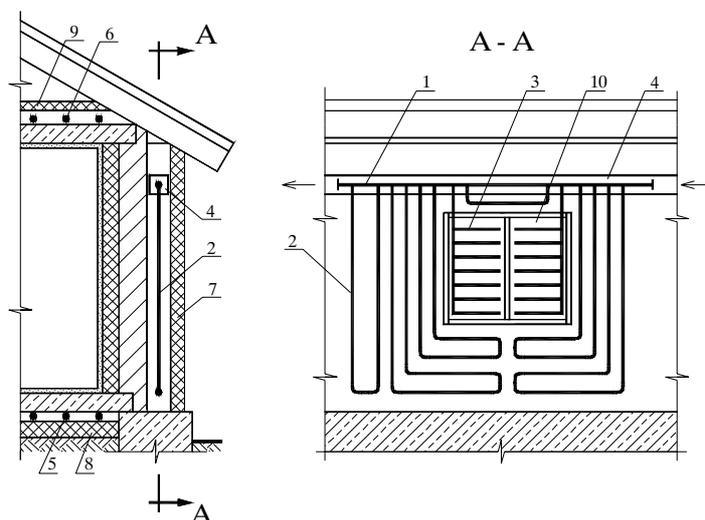
Kadangi per pastatų langus yra gana dideli šilumos nuostoliai (~ 30%), tai ir languose būtina įrengti atitinkamus šilumą surinkančius įtaisus:

- skysčio, sugeriančio infraraudonuosius spindulius, cirkuliacinė grandinė (tarp dviejų išorinių stiklo sluoksnių);
- žaliuzi grotelės – infraraudonųjų spindulių reflektoriai, fokusuojantys savo spindulius į atitinkamą šilumokaičių paviršių.
- spec. konstrukcijos žaliuzi grotelės – šilumos vamzdeliai (arba termoporų tinklelis);
- spalvoto (veidrodinio) stiklo lakštai su oro arba skysčio cirkuliacija.

Galimi ir kiti techniniai sprendimai, išradimai. Savaime aišku, kad adiabatinių pastatų yra nauja statybos pramonės kryptis ir čia yra nepaprastai daug galimybių pasireikšti kūrybiniam inžinierių sumanumui.

Vieno galimų variantų absorberių išdėstymo schema parodyta 5 pav.

Čia pavaizduotas absorberių iš šilumos vamzdelių baterijų išdėstymo schema. Jų baterijos gali būti įvairių konfigūracijų ir gabaritų – pagal išdėstymo vietą. Šilumos vamzdelių blokas susideda iš darbo agento (ne kompresoriaus darbo agento) kolektoriaus 1 ir šilumos vamzdelių 2. Blokas yra uždaras elementas, užpildytas atitinkamu darbo agentu (amoniaku, freonu ir kt.). „Šaltasis“ šilumos vamzdelio galas – kolektorius 1 įdėtas į kanalą 4, per kurį praleidžiamas šaldymo mašinos tarpinis darbo agentas – oras arba neuššalantis skystis. Tarpinis darbo agentas perneša surinktą nuo atitvarų šilumą į šaldymo mašinos garintuvą – šilumokaitį, kuriame, atidavęs savo akumuliuotą šilumą, grąžinamas į kanalą



5 pav. Absorberių išdėstymo išorinėse atitvarose schema. Variantas su šilumos vamzdeliais: 1 – šilumos vamzdelių darbo agento kolektorius, 2 – šilumos vamzdelio elementas, 3 – specialios konstrukcijos žaliuzi grotelės – šilumos vamzdeliai, 4 – tarpinio darbo agento (oro) kanalas, 5 – darbo agento garintuvai (absorberis) grindyse, 6 – darbo agento garintuvai (absorberis) lubose, 7 – išorinės sienos gaubto elementas (demontuojama plokštė), 8 – grindų gaubto elementas (g. b. sluoksnis), 9 – lubų gaubto elementas (demontuojama plokštė), 10 – langas

4. Taip užsidaro šilumos pernešimo nuo išorinių atitvarų į šaldymo mašiną ciklas.

Koks variantas kiekvienam konkrečiam atvejui yra priimtinausias, galima atsakyti tik atlikus projektavimo ir konstravimo darbus ir atitinkamus ekonominius skaičiavimus. Šilumos siurblių įrangos skaičiavimo metodai ir būdai yra žinomi bei labai plačiai ir išsamiai aprašyti specialioje literatūroje [10].

Be jokios abejonės, pirmieji adiabatiniai pastatai bus brangesni (manoma, kad 1,5–2 kartus brangesni už dabar statomus pastatus su šilumos siurbliais). Tačiau ištobulinius siūlomų adiabatinių pastatų įrengimo technologiją, šie pastatai bus konkurentabilūs su kitais tradiciniais pastatais.

## IŠVADOS

1. Siūloma originali pastato be šilumos nuostolių idėja, kuri iš esmės keičia pastato konstravimo ir komponavimo principus.

2. Panaudojus siūlomą pastato įrengimo modelį, išvengiama šilumos nuostolių (šilumos nutekėjimo) į aplinką. Sunaudota energija pastate paverčiama didesnio potencialo šilumine energija, kuri gali būti panaudota kitiems poreikiams.

3. Vidinei šilumos cirkuliacijai pastate sunaudojama ku kas mažiau energijos, palyginti su tradicinėmis šildymo sistemomis; į aplinką patenkantys šilumos kiekiai sumažėtų iki minimumo – taip gali būti iš esmės sumažintas „klimato atšilimo“ efektas.

4. Adiabatiniam pastatui sukurti reikia išsamesnių teorinių ir eksperimentinių tyrimų bei originalių pastato atitvarų konstrukcinių sprendimų.

Gauta  
2001 02 25

## Literatūra

1. Aleksandravičius T. A., Klementavičius A., Krakauskas M. Šilumos siurblių panaudojimo galimybės Lietuvoje // Lietuvos energetikos ministerijos VĮ „Energetikos agentūra“ Energijos taupymo programos direkcija. Vilnius, 1996.
2. Heinrich G., Najork H., Nestler W. Wärmepumpen für Industrie, Landwirtschaft und Gesellschaftsbau. Reihe luft – und Kältetechnik. Berlin, 1987.
3. Bauer B. Brennstoffeinsparung in der Industrie mit der Wärmepumpe. // Elektrizität – Verwertung. 1942. H. 17.
4. Bendroji šiluminė technika. Vilnius, 1974.
5. Gimbutis G. S., Klimas L. N., Dagilis V. Šilumos transformacijos pagrindai // Technologija. Kaunas, 1993.
6. Cube H. L., Stimle F. Wärmepumpen, Grundlagen und Praxis // S 72ff. Dusseldorf, 1978.
7. Heyden L. van: Gas-Kompressionswärmepumpen mit stationären Motoren und Entwicklung von Gaswärmepumpen auf der Basis von PKW-Serienmotoren // Wärmepumpentechnologie. Essen, 1980. Bd. IV.
8. Reay D., Maemichael D. Heat pumps. Design and applications. Oxford, 1979.

9. Heinrich G., Najork H., Nestler W. Wärmepumpenanwendung in Industrie, Landwirtschaft, Gesellschafts und Wohnungsbau. Berlin, 1982.

10. Бамбушек Е. М и др. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин. Ленинград, 1987.

**Jonas Juodvalkis, Egidijus Blaževičius,  
Ramūnas Albertas Vipartas**

## POSSIBILITIES OF MINIMIZING HEAT LOSSES FROM A BUILDING INTO THE ENVIRONMENT

### S u m m a r y

Great amounts of energy are used for heating purposes in residential districts. Various ways of increasing the heating system effectiveness are suggested to lower heat losses in buildings. One of the most promising directions is to use low potency energy or renewable energy sources for heat pumps. However, it is not reasonable to allow the used energy to disperse in the environment and then to try to collect it back. It seems very important to use waste heat directly in the building where its energetical value is highest. Technical progress has created possibilities to collect the heat transferring the building envelope. The building will have no heat losses, if low-potential heat collectors are installed in the envelope or outside to absorb all the heat transferred through it. In this case there is no heat exchange with outdoor air; the building becomes an adiabatic object. The collected low-potential heat by means of a heat pump will be returned into the heating system of a building.

**Key words:** heat losses, environment, a building

**Ионас Юодвалькис, Эгидиус Блажявичус,  
Рамунас-Альбертас Випартас**

## ВОЗМОЖНОСТИ МИНИМИЗАЦИИ ТЕПЛОПOTЕРЬ ЗДАНИЙ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

### Р е з ю м е

Большое количество энергии потребляется для отопления зданий, поэтому применяются разные пути для повышения эффективности отопительных систем и снижения теплопотери зданий. Одно из наиболее перспективных направлений – использование возобновляющихся или низкопотенциальных источников энергии в тепловых насосах. Однако нецелесообразно ждать пока низкопотенциальная энергия рассеется в окружающей среде, а затем постараться ее использовать. Тепловыделения от зданий должны быть использованы непосредственно в здании, где наивысший энергетический потенциал и технический прогресс создают реальные возможности аккумулировать это тепло.

Соорудив в ограждающих конструкциях тепловые коллекторы в целях аккумуляции низкопотенциальной теплоты, выделяющейся от здания, теплопотери в окружающую среду становятся минимальными или их возможно и совсем избежать. Таким образом, здание стало бы адиабатическим. Собранная от ограждающих поверхностей теплота с помощью теплового насоса возвращается в здание.

В статье изложены теоретические предпосылки такого типа зданий.

**Ключевые слова:** теплопотери, окружающая среда, здание