

LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTRAS

Į S A K Y M A S
DĖL STATYBOS TECHNINIO REGLAMENTO STR 2.05.01:2005 „PASTATŲ ATITVARŲ
ŠILUMINĖ TECHNIKA“ PATVIRTINIMO

2005 m. kovo 18 d. Nr. D1-156
Vilnius

Vadovaudamasis Lietuvos Respublikos statybos įstatymo (Žin., 1996, Nr. [32-788](#); 2001, Nr. [101-3597](#); 2004, Nr. [73-2545](#)) 8 straipsnio 5 dalimi ir Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2002 m. vasario 26 d. nutarimo Nr. 280 „Dėl Lietuvos Respublikos statybos įstatymo įgyvendinimo“ (Žin., 2002, Nr. [22-819](#)) 1.2 punktu,

1. T v i r t i n u statybos techninį reglamentą STR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“ (pridedama).

2. N u s t a t a u, kad 1 punkte nurodyto statybos techninio reglamento nuostatos privalomos projektuojant statinius, kuriems prašymai dėl statinio projektavimo sąlygų sąvado išdavimo pateikti po šio įsakymo įsigaliojimo.

3. L a i k a u netekusiu galios Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 1999 m. balandžio 29 d. įsakymo Nr. 117 „Dėl statybos techninių reglamentų patvirtinimo“ (Žin., 1999, Nr. [41-1297](#)) 1.1 punktą.

APLINKOS MINISTRAS

ARŪNAS KUNDROTAS

PATVIRTINTA
Lietuvos Respublikos aplinkos ministro
2005 m. kovo 18 d. įsakymu Nr. D1-156

STATYBOS TECHINIS REGLAMENTAS

STR 2.05.01:2005

PASTATŲ ATITVARŲ ŠILUMINĖ TECHNIKA

I. BENDROSIOS NUOSTATOS

1. Šis statybos techninis reglamentas (toliau – Reglamentas) parengtas vadovaujantis Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2002/91/EB 2002-12-16 dėl pastatų energinio naudingumo. Reglamentas nustato šiluminius techninius reikalavimus gyvenamųjų ir negyvenamųjų pastatų [4.2] atitvaroms projektuoti.

2. Reglamentas taikomas projektuojant naujus ir rekonstruojamus pastatus [4.1], [4.3].

3. Reglamentas netaikomas:

3.1. Kultūros ministerijos Kultūros vertybių apsaugos departamento sprendimu pastatams, kurie saugomi kaip tam tikros aplinkos dalys arba dėl savo ypatingos architektūrinės ar istorinės vertės, jeigu laikantis Reglamento reikalavimų nepageidautinai pakistų charakteringos jų savybės ar išvaizda;

3.2. religinės paskirties pastatams [4.2];

3.3. laikiniems pastatams, skirtiems naudoti ne ilgiau kaip 3 metus;

3.4. poilsio paskirties pastatams [4.2], naudojamiems ne visą šildymo sezoną;

3.5. pastatams, kurių šildomų patalpų plotas ne didesnis kaip 50 m²;

3.6. pagalbinio ūkio paskirties, fermų paskirties, ūkio paskirties, šiltnamių paskirties, sodų paskirties pastatams [4.2];

3.7. nešildomiems pastatams;

3.8. šaldomoms patalpoms.

II. NUORODOS

4. Reglamente pateiktos nuorodos į šiuos dokumentus:

4.1. Lietuvos Respublikos statybos įstatymą (Žin., 1996, Nr. [32-788](#); 2001, Nr. [101-3597](#));

4.2. STR 1.01.09:2003 „Statinių klasifikavimas pagal jų naudojimo paskirtį“ (Žin., 2003, Nr. [58-2611](#));

4.3. STR 1.01.08:2002 „Statinio statybos rūšys“ (Žin., 2002, Nr. [119-5372](#));

4.4. STR 2.09.02:1998 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“ (Žin., 1999, Nr. [13-333](#));

4.5. STR 1.01.05:2002 „Normatyviniai statybos techniniai dokumentai“ (Žin., 2002, Nr. [42-1586](#));

4.6. HN 42-2004 „Gyvenamųjų ir viešosios paskirties pastatų mikroklimatas“ (Žin., 2004, Nr. [105-3911](#));

4.7. HN 69:2003 „Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai“ (Žin., 2004, Nr. [45-1485](#));

4.8. RSN 156-94 „Statybinė klimatologija“ (Žin., 1994, Nr. [24-394](#));

4.9. LST EN 12207:2004 „Langai ir durys. Oro skverbtis. Klasifikavimas“;

4.10. LST EN 13829:2002 „Šiluminės statinių charakteristikos. Pastatų pralaidumo orui nustatymas. Slėgių skirtumo metodas (modifikuotas ISO 9972:1996)“;

4.11. LST EN ISO 12569:2002 „Statinių šilumos izoliacija. Oro apykaitos pastatuose nustatymas. Žymėtųjų dujų praskiedimo metodas (ISO 12569:2000)“.

III. PAGRINDINĖS SĄVOKOS

5. Reglamente vartojamos sąvokos:

5.1. **atitvara** – pastato elementas, skiriantis patalpas nuo išorės arba nuo kitų patalpų, kai oro temperatūrų skirtumas abiejose atitvaros pusėse didesnis negu 4 K;

5.1. **šildoma patalpa** – patalpa, kuri šildoma palaikant nustatytą temperatūrą;

5.2. **šiluminis tiltelis** – atitvaroje esantis šilumai laidesnės medžiagos intarpas, per kurį pereinančio šilumos srauto tankis yra didesnis negu pereinančio per šalia esančias atitvaros dalis;

5.3. **ilginis šiluminis tiltelis** – nekintamo skerspjūvio vienalytis šiluminis tiltelis, kurio ilgis kelis kartus viršija plotį ir yra statmenas šilumos srautui, pereinančiam per atitvarą.

IV. ŽYMENYS IR SUTRUMPINIMAI

6. Reglamente vartojami dydžiai, jų simboliai ir vienetai:

6.1. **savitieji pastato atitvarų šilumos nuostoliai** (H_T) – šilumos srautas, pereinantis per visas pastato atitvaras iš vidaus į išorę, kai temperatūrų skirtumas 1 K, W/K;

6.2. **atitvaros šilumos perdavimo koeficientas** (U) – per atitvarą pereinančio šilumos srauto tankis, kai oro temperatūrų skirtumas abiejose atitvaros pusėse 1 K, W/(m²·K);

6.3. **ilginio šiluminio tiltelio šilumos perdavimo koeficientas** (Ψ) – šilumos srauto tankis, tenkantis šiluminio tiltelio ilgio vienetui, kai oro temperatūrų skirtumas abiejose atitvaros pusėse 1 K, W/(m·K);

6.4. Kiti simboliai, dydžiai ir vienetai:

U_N – norminis atitvaros šilumos perdavimo koeficientas, W/(m²·K);

U_{MN} – leistinasis atitvaros šilumos perdavimo koeficientas, W/(m²·K);

U_D – projektinis atitvaros šilumos perdavimo koeficientas, W/(m²·K);

Ψ_N – norminis ilginio šiluminio tiltelio šilumos perdavimo koeficientas, W/(m·K);

Ψ_{MN} – leistinasis ilginio šiluminio tiltelio šilumos perdavimo koeficientas, W/(m·K);

H_{TN} – pastato atitvarų norminiai savitieji šilumos nuostoliai, W/K;

H_{TD} – pastato atitvarų projektiniai savitieji šilumos nuostoliai, W/K;

θ_i – patalpų vidaus oro temperatūra, °C;

θ_e – išorės oro temperatūra, °C;

A – atitvaros plotas, m²;

l – ilginio šiluminio tiltelio ilgis, m.

V. PASTATŲ ATITVARŲ PROJEKTAVIMO REIKALAVIMAI

7. Pradiniai duomenys ir sąlygos pastato atitvarų projektavimui:

7.1. išorės oro temperatūros imamos iš [4.8];

7.2. gyvenamųjų ir viešosios paskirties pastatų patalpų vidaus oro temperatūros imamos iš [4.6]. Pramonės ir žemės ūkio pastatų vidaus oro temperatūros imamos pagal nustatytus technologinius reikalavimus.

8. Pastato atitvarų savitųjų šilumos nuostolių skaičiavimas:

8.1. pastato atitvarų norminiai savitieji šilumos nuostoliai H_{TN} skaičiuojami taip:

$$H_{TN} = \sum (A_r \cdot U_{N,r}) + \sum (A_{ce} \cdot U_{N,ce}) + \sum (A_{fg} \cdot U_{N,fg}) + \sum (A_{cc} \cdot U_{N,cc}) + \sum (A_w \cdot U_{N,w}) + \sum (A_{wd} \cdot U_{N,wd}) + \sum (A_d \cdot U_{N,d}) + \sum (\Psi_{N,t} \cdot l_t), \quad W / K, \quad (1)$$

čia: A – atitinkamos atitvaros plotas, m², nustatomas pagal Reglamento 3 priedo reikalavimus;

$r, ce, fg, cc, w, wd, d, t$ – poraidžiai nusako atitvaros rūšį, kaip nurodyta 1 lentelėje;

U_N – atitinkamos atitvaros norminis šilumos perdavimo koeficientas, W/(m²·K);

$\Psi_{N,t}$ – ilginio šiluminio tiltelio norminis šilumos perdavimo koeficientas, W/(m·K);

l_t – ilginio šiluminio tiltelio ilgis, m, nustatomas pagal Reglamento 3 priedo reikalavimus;

8.2. pastato atitvarų projektiniai savitieji šilumos nuostoliai H_{TD} skaičiuojami taip:

$$H_{TD} = \sum (A_r \cdot U_{D,r}) + \sum (A_{ce} \cdot U_{D,ce}) + \sum (A_{fg} \cdot U_{D,fg}) + \sum (A_{cc} \cdot U_{D,cc}) + \sum (A_w \cdot U_{D,w}) + \sum (A_{wd} \cdot U_{D,wd}) + \sum (A_d \cdot U_{D,d}) + \sum (\Psi_{D,t} \cdot l_t) \quad , \quad W / K, \quad (2)$$

čia: U_D – atitinkamos atitvaros projektinis šilumos perdavimo koeficientas, $W/(m^2 \cdot K)$;
 $\Psi_{D,t}$ – ilginio šiluminio tiltelio projektinis šilumos perdavimo koeficientas, $W/(m \cdot K)$.
 Kiti dydžiai ir indeksai pateikti prie (1) formulės.

9. Pastato atitvarų savitųjų šilumos nuostolių ir šilumos perdavimo koeficientų normavimas:

9.1. pastato atitvarų projektiniai savitieji šilumos nuostoliai H_{TD} turi būti ne didesni už pastato atitvarų norminius savituosius šilumos nuostolius H_{TN} :

$$H_{TD} \leq H_{TN}; \quad (3)$$

9.2. pastato atitvarų norminiai savitieji šilumos nuostoliai H_{TN} skaičiuojami pagal (1) formulę, naudojant 1 lentelėje pateiktas normines U_N ir Ψ_N parametrų vertes;

9.3. pastato atitvarų projektiniai savitieji šilumos nuostoliai H_{TD} skaičiuojami pagal (2) formulę, naudojant projektines U ir Ψ parametrų vertes;

9.4. atskirų atitvarų projektinės šiluminių parametrų U_D ir Ψ_D vertės turi būti ne didesnės už 2 lentelėje pateiktas leistinas U_{MN} ir Ψ_{MN} vertes;

9.5. jei pastatai nėra nuolat šildomi arba apšildomi vidinių šaltinių išskiriama šiluma, jiems taikomos 2 lentelės grafoje „Pramonės pastatai“ nurodytos koeficientų U_{MN} ir Ψ_{MN} vertės.

1 lentelė

Pastatų atitvarų norminės šilumos perdavimo koeficiento U_N , $W/(m^2 \cdot K)$, ir ilginių šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficiento Ψ_N , $W/(m \cdot K)$, vertės

Atitvaros rūšis	Atitvarą žymintis poraidis	Gyvenamieji pastatai	Negyvenamieji pastatai	
			Viešosios paskirties pastatai*	Pramonės pastatai**
Stogai ¹⁾	r	$U_N=0,16 \cdot \kappa$	$U_N=0,20 \cdot \kappa$	$U_N=0,25 \cdot \kappa$
Perdangos, kurios ribojasi su išore ²⁾	ce			
Šildomų patalpų atitvaros, kurios ribojasi su gruntu ³⁾	fg	$U_N=0,25 \cdot \kappa$	$U_N=0,30 \cdot \kappa$	$U_N=0,40 \cdot \kappa$
Perdangos virš nešildomų rūšių ir pogrindžių ⁴⁾	cc			
Sienos ⁵⁾	w	$U_N=0,20 \cdot \kappa$	$U_N=0,25 \cdot \kappa$	$U_N=0,30 \cdot \kappa$
Langai ir kitos skaidrios atitvaros ⁶⁾	wd	$U_N=1,6 \cdot \kappa$	$U_N=1,6 \cdot \kappa$	$U_N=1,9 \cdot \kappa$
Durys, vartai ⁷⁾	d	$U_N=1,6 \cdot \kappa$	$U_N=1,6 \cdot \kappa$	$U_N=1,9 \cdot \kappa$
Ilginiai šiluminiai tilteliai ⁸⁾	t	$\Psi_N=0,18 \cdot \kappa$	$\Psi_N=0,20 \cdot \kappa$	$\Psi_N=0,25 \cdot \kappa$
Paaiškinimai: * Viešosios paskirties pastatams priskiriami: viešbučiai, administracinės, prekybos, paslaugų, maitinimo, transporto, kultūros, mokslo, gydymo, poilsio, sporto ir specialiosios paskirties pastatai [4.2]. ** Pramonės pastatams priskiriami: garažų, gamybos ir pramonės paskirties pastatai [4.2]. ¹⁾ Sutapdintieji plokštieji ir šlaitiniai stogai, perdangos po nešildoma pastoge. Perdangos po nešildoma pastoge šilumos perdavimo koeficiento vertė nustatyta įvertinus nešildomos pastogės ir kitų virš jos esančių atitvarų elementų šiluminės varžos bei pastogės vėdinimo sąlygas, kaip nurodyta Reglamento 1 priede. ²⁾ Perdangos virš pravažiavimų ar praėjimų. Šiai grupei taip pat priskiriamos perdangos tarp patalpų su skirtingomis temperatūromis. ³⁾ Besiribojančios su gruntu šildomų patalpų rūšių sienos, rūšių grindys ir pan. Šių atitvarų šilumos perdavimo				

koeficiento vertė nustatyta įvertinus grunto šiluminę varžą ir šildomų patalpų matmenis, kaip nurodyta Reglamento 1 priede (15 punktas (1.13) formulė ir 15.4 punktas (1.26) formulė).

⁴⁾ Perdangos virš nešildomų vėdinamų ir nevėdinamų rūšių ir pogrindžių. Perdangų virš nešildomų rūšių ir pogrindžių šilumos perdavimo koeficiento vertė nustatyta įvertinus susiliečiančių su gruntu rūšio atitvarų šiluminę varžą ir vėdinimo sąlygas, kaip nurodyta Reglamento 1 priede (15.3 punktas (1.23) formulė ir 15.5 punktas (1.32) formulė).

⁵⁾ Visos neskaidrios vertikalios atitvaros.

⁶⁾ Langai, stoglangiai, švieslangiai, įstiklintos balkonų durys ir kitos skaidrios atitvaros.

⁷⁾ Išorinės viengubos ar dvigubos durys, išorinės ar vidinės durys į tambūrą, durys iš šildomų patalpų į nešildomas laiptines ir pan.

⁸⁾ Sėramos virš langų ir durų, langų angokraščiai, gelžbetoninių plokščių sandūros ir pan.

Pastabos:

1. Čia: $\kappa = 20/(\theta_i - \theta_e)$ – temperatūros pataisa, θ_i – patalpų vidaus oro temperatūra, °C [4.4], [4.6], [4.7]; θ_e – šildymo sezono vidutinė išorės oro temperatūra arba gretimos patalpos projektinė vidaus oro temperatūra, °C [4.8]. Nešildomų patalpų oro temperatūra apskaičiuojama pagal Reglamento 1 priedą. Kai patalpos vidaus oro projektinė temperatūra $\theta_i = 20$ °C, o išorės – $\theta_e = 0$ °C, tada $\kappa = 1$.

2. Kai atitvara yra šildymo sistemos dalis, tokios atitvaros vidinio paviršiaus (pavyzdžiui, šildomos grindys arba lubos), tokios atitvaros temperatūros pataisa κ apskaičiuojama: $\kappa = 20/(\theta_{si} - \theta_e)$; čia: θ_{si} – atitvaros vidinio paviršiaus vidutinė šildymo sezono temperatūra, °C, θ_e – šildymo sezono vidutinė išorės oro temperatūra arba gretimos patalpos projektinė vidaus oro temperatūra, °C [4.4], [4.6], [4.7].

3. Jeigu gyvenamųjų pastatų langų ir kitų skaidrių atitvarų plotas didesnis už 25 % pastato sienų ploto, visų skaidrių atitvarų šilumos perdavimo koeficiento norminė vertė turi būti 1,3 W/(m²·K).

4. Jeigu viešosios paskirties pastatų langų ir kitų skaidrių atitvarų plotas didesnis už 35 % pastato sienų ploto, visų skaidrių atitvarų šilumos perdavimo koeficiento norminė vertė turi būti 1,3 W/(m²·K).

5. Parduotuvių ir panašios paskirties patalpų pirmųjų dviejų aukštų langams ir kitoms skaidrioms atitvaroms leidžiama taikyti 1,9· κ vertę.

2 lentelė

Pastatų atitvarų leistinosios šilumos perdavimo koeficiento U_{MN} , W/(m²·K), ir ilginių šiluminių tiltelių leistinosios šilumos perdavimo koeficiento Ψ_{MN} , W/(m·K), vertės

Atitvaros rūšis	Atitvarą žymintis poraidis	Gyvenamieji pastatai [4.2]	Negyvenamieji pastatai	
			Viešosios paskirties pastatai*	Pramonės pastatai**
Stogai ¹⁾	r	$U_{MN} \leq 0,25 \cdot \kappa$	$U_{MN} \leq 0,25 \cdot \kappa$	$U_{MN} \leq 0,40 \cdot \kappa$
Perdangos, kurios ribojasi su išore ²⁾	ce			
Šildomų patalpų atitvaros, kurios ribojasi su gruntu ³⁾	fg	$U_{MN} \leq 0,35 \cdot \kappa$	$U_{MN} \leq 0,40 \cdot \kappa$	$U_{MN} \leq 0,50 \cdot \kappa$
Perdangos virš nešildomų rūšių ir pogrindžių ⁴⁾	cc			
Sienos ⁵⁾	w	$U_{MN} \leq 0,30 \cdot \kappa$	$U_{MN} \leq 0,40 \cdot \kappa$	$U_{MN} \leq 0,50 \cdot \kappa$
Langai ir kitos skaidrios atitvaros ⁶⁾	wd	$U_{MN} \leq 1,9 \cdot \kappa$	$U_{MN} \leq 1,9 \cdot \kappa$	$U_{MN} \leq 3,0 \cdot \kappa$
Durys, vartai ⁷⁾	d	$U_{MN} \leq 1,9 \cdot \kappa$	$U_{MN} \leq 1,9 \cdot \kappa$	$U_{MN} \leq 3,0 \cdot \kappa$
Ilginiai šiluminiai tilteliai ⁸⁾	t	$\Psi_{MN} \leq 0,50 \cdot \kappa$	$\Psi_{MN} \leq 0,60 \cdot \kappa$	$\Psi_{MN} \leq 0,70 \cdot \kappa$

Pastaba. Žr. 1 lentelės paaiškinimus ir pastabas.

10. Reikalavimai pastatų ir jų atitvarų sandarumui:

10.1. pastato langų ir stoglangių oro pralaidumo klasės turi būti ne mažesnės už pateiktas 3 lentelėje;

3 lentelė

Reikalavimai pastato langų ir stoglangių oro pralaidumui

Pastato aukštų skaičius	Langų ir stoglangių oro pralaidumo klasės pagal LST EN 12207 [4.9]
1 ir 2	2
3 ir daugiau	3

10.2. išorinės durys turi atitikti ne mažesnės už 2 oro pralaidumo klasės reikalavimus [4.9]. Viešbučių, prekybos ir transporto paskirties pastatų [4.2] išorinėms durims šis reikalavimas netaikomas;

10.3. kai tarp pastato vidaus ir išorės slėgių skirtumas yra 50 Pa, oro apykaita pastate, nustatyta pagal [4.10] ar [4.11], turi būti ne didesnė už:

- 3 kartus per valandą patalpose, kuriose nėra vėdinimo įtaisų;
- 1,5 karto per valandą patalpose, kuriose įrengti vėdinimo įtaisai.

Šie reikalavimai netaikomi gamybos ir pramonės paskirties pastatams [4.2].

11. Reikalavimai grindų šiluminiam imlumui:

11.1. pastatų šildomų patalpų, kuriose nuolat būna žmonės, grindų paviršiaus šiluminis imlumas Y_P turi būti ne didesnis už norminę Y_{PN} vertę, pateiktą 4 lentelėje;

11.2. grindų paviršiaus šiluminis imlumas Y_P skaičiuojamas pagal Reglamento 1 priede pateiktą metodiką;

4 lentelė

Grindų paviršiaus norminės šiluminio imlumo Y_{PN} , $W/(m^2 \cdot K)$, vertės

Eil. Nr.	Pastatų patalpos	Norminė grindų paviršiaus šiluminio imlumo vertė Y_{PN} , $W/(m^2 \cdot K)$
1	Gyvenamųjų pastatų ir negyvenamųjų gydymo paskirties pastatų [4.2] šildomos patalpos, išskyrus vestibulius ir pagalbines patalpas	12
2	Kitų negyvenamųjų pastatų [4.2] šildomos patalpos (išskyrus nurodytus šios lentelės 1 eilutėje), kuriose dirbamas lengvas fizinis darbas [4.8], išskyrus vestibulius, koridorius ir pan.	14
3	Šios lentelės 2 eilutėje išvardytos pastatų patalpos, kuriose dirbamas vidutinio sunkumo fizinis darbas [4.8]	17

11.3. grindų paviršiaus šiluminis imlumas nereglamentuojamas:

- kai grindų paviršiaus temperatūra didesnė už 23 °C;
- kai patalpose nuolatinėse darbo vietose patiesiami mediniai skydai arba šilumai mažai laidūs kilimėliai.

12. Prie pastato pristatyti priestatai ar antstatai turi atitikti Reglamento 9 ir 10 punktų reikalavimus.

13. Jei iš išorinės pusės apšiltinama kuri nors iš Reglamento 5 lentelėje minima gyvenamojo ar negyvenamojo viešosios paskirties pastato (žr. Reglamento 1 lentelės paaiškinimus) atitvara ar jos dalis, tai šios apšiltinamos atitvaros ar jos apšiltinamos dalies projekcinės šilumos perdavimo koeficiento vertės U_D , $W/(m^2 \cdot K)$, turi būti ne didesnės už pateiktas Reglamento 5 lentelėje arba turi būti ne didesnės už ekonomiškai optimalią papildomai apšiltintos atitvaros ar jos apšiltintos dalies šilumos perdavimo koeficiento vertę, apskaičiuotą pagal Reglamento 5 priede pateiktą metodiką.

5 lentelė

**Papildomai apšiltinamų iš išorės gyvenamųjų ir negyvenamųjų viešosios paskirties pastatų
(žr. Reglamento 1 lentelės paaiškinimus) atitvarų šilumos perdavimo koeficiento U , $W/(m^2 \cdot K)$,
vertės**

Atitvaros rūšis	Šilumos perdavimo koeficientas U , $W/(m^2 \cdot K)$
Stogai ¹⁾	0,20·κ
Perdangos, kurios ribojasi su išore ²⁾	
Šildomų patalpų atitvaros, kurios ribojasi su gruntu ³⁾	0,30·κ
Perdangos virš nešildomų rūšių ir pogrindžių ⁴⁾	
Sienos ⁵⁾	0,25·κ

Pastaba. Žr. 1 lentelės paaiškinimus ir pastabas.

14. Projektuojant atitvarų apšiltinimą iš vidaus, reikia vadovautis Reglamento 6 priedu.

VI. PASTATŲ ATITVARŲ IR ILGINIŲ ŠILUMINIŲ TILTELIŲ ŠILUMOS PERDAVIMO KOEFICIENTŲ NUSTATYMAS

15. Atitvarų šilumos perdavimo koeficiento U vertė apskaičiuojama pagal Reglamento 1 priede pateiktą metodiką.

16. Ilginių šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficiento Ψ vertė nustatoma pagal Reglamento 1 priedo 17 punktą.

17. Atitvarų šilumos perdavimo koeficiento U vertė suapvalinama šimtosios dalies tikslumu, langų ir durų – dešimtosios dalies tikslumu.

VII. ATITVARŲ DRĖGMINĖ BŪKLĖ

18. Atitvaros turi būti suprojektuotos taip, kad šaltuoju metu jose susikaupusi drėgmė šiltuoju metu išgaruotų. Metų eigoje atitvaroje susikaupiantis ir išgaruojantis drėgmės kiekis nustatomas pagal Reglamento 2 priedo reikalavimus.

19. Šaltuoju metu atitvarose susikaupęs drėgmės kiekis neturi viršyti Reglamento 2 priedo reikalavimų.

20. Atitvaros turi būti suprojektuotos taip, kad nebūtų pelėsių augimo ant vidinio atitvaros paviršiaus rizikos, t. y. atitvaros paviršiuje santykinis oro drėgnis turi būti ne didesnis už 80 %. Ši rizika turi būti įvertinta pagal Reglamento 2 priede pateiktą skaičiavimo metodą.

21. Lengvos konstrukcijos, kurių vidinio paviršiaus temperatūra, keičiantis išorės oro temperatūrai, pakinta greičiau negu per parą, pvz., langų rėmai, turi atitikti Reglamento 2 priedo 12 punkto reikalavimus.

22. Kondensacija mediniuose pastato elementuose arba ant jų paviršių neleistina. Ar kondensacija galima, apskaičiuojama pagal Reglamento 2 priedo 16.5 punktą.

VIII. BAIGIAMOSIOS NUOSTATOS

23. Reglamentas yra suderintas ir atitinka atitvarų šiluminę techniką reglamentuojančių Lietuvos standartais perimtų Europos standartų reikalavimus bei Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2002/91/EB 2002.12.16 dėl pastatų energinio naudingumo reikalavimus.

24. Jei atitvaroms projektuoti nepakanka šiame Reglamente pateiktų reikalavimų, jų projektams rengti gali būti naudojami tarptautiniai ar užsienio valstybių (nacionaliniai) normatyviniai statybos techniniai dokumentai, pritarus Lietuvos Respublikos aplinkos ministerijai pagal STR 1.01.05:2002 [4.5] nustatytą tvarką.

25. Asmenys, pažeidę Reglamento reikalavimus, atsako Lietuvos Respublikos įstatymų ir kitų teisės aktų nustatyta tvarka.

ŠILUMOS PERDAVIMO PER PASTATŲ ATITVARAS SKAIČIAVIMO METODAI

I. BENDROSIOS NUOSTATOS

1. Šiame Reglamento priede pateikti šilumos perdavimo per atitvaras skaičiavimo metodai.

II. NUORODOS

2. Šiame Reglamento priede pateiktos nuorodos į šiuos dokumentus:
 - 2.1. STR 2.01.03:2003 „Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių techninių dydžių deklaruojamosios ir projektinės vertės“ (Žin., 2003, Nr. [80-3670](#));
 - 2.2. STR 2.09.04:2002 „Pastato šildymo sistemos galia. Energijos sąnaudos šildymui“ (Žin., 2002, Nr. [118-5326](#));
 - 2.3. LST EN ISO 6946:2000 „Statybiniai komponentai ir elementai. Šiluminė varža ir šilumos perdavimas. Apskaičiavimo metodas (ISO 6946:1996)“;
 - 2.4. LST EN ISO 6946:2000/A1:2003 „Statybiniai komponentai ir elementai. Šiluminė varža ir šilumos perdavimas. Apskaičiavimo metodas (ISO 6946:1996/Amd.1:2003)“;
 - 2.5. LST EN ISO 13370:2000 „Šiluminės pastatų charakteristikos. Šilumos perdavimas gruntu. Apskaičiavimo metodai (ISO 13370:1998)“;
 - 2.6. LST EN 1264-2:2000 „Grindų šildymas. Sistemos ir sudedamosios dalys. 2 dalis. Šiluminės galios nustatymas“;
 - 2.7. LST EN 1264-3:2000 „Grindų šildymas. Sistemos ir sudedamosios dalys. 3 dalis. Parinkimas“;
 - 2.8. LST EN ISO 10077-1:2004 „Langų, durų ir užsklandų šiluminės charakteristikos. Šilumos perdavimo apskaičiavimas. 1 dalis. Supaprastintas metodas (ISO 10077-1:2000)“;
 - 2.9. LST EN ISO 10077-2:2004 „Šiluminės langų, durų ir langinių charakteristikos. Šiluminio skaidrumo apskaičiavimas. 2 dalis. Skaitmeninis rėmų apskaičiavimo metodas (ISO 10077-2:2003)“;
 - 2.10. LST EN ISO 10211-1:2000 „Statybinių konstrukcijų šilumos tilteliai. Šilumos srautų ir paviršiaus temperatūrų apskaičiavimas. 1 dalis. Bendrieji apskaičiavimo metodai (ISO 10211-1:1995)“;
 - 2.11. LST EN ISO 10211-2:2002 „Statybinių konstrukcijų šilumos tilteliai. Šilumos srautų ir paviršiaus temperatūrų apskaičiavimas. 2 dalis. Ilginiai šilumos tilteliai (ISO 10211-2:2001)“;
 - 2.12. LST EN ISO 14683+AC:2000 „Statybinių konstrukcijų šilumos tilteliai. Ilginis šilumos perdavimas. Supaprastinti metodai ir nustatomos vertės (ISO 14683:1999)“;
 - 2.13. LST EN ISO 12567-1:2002 „Šiluminės langų ir durų charakteristikos. Šilumos perdavimo koeficiento nustatymas karštosios dėžės metodu. 1 dalis. Langų ir durų deriniai (ISO 12567-1:2000)“

III. ŽYMENYS IR SUTRUMPINIMAI

3. Šiame Reglamento priede vartojami dydžiai, jų simboliai ir vienetai:
 - 3.1. **šilumos laidumo koeficientas** (λ) – šilumos srauto tankis W/m^2 , pereinantis per 1 m storio medžiagos sluoksnį, kai temperatūrų skirtumas tarp jo paviršių yra lygus 1K; $W/(m \cdot K)$;
 - 3.2. **deklaruojamasis šilumos laidumo koeficientas** (λ_{dec}) – statybinės medžiagos šilumos laidumo koeficiento tikėtina vertė, nustatoma pagal [2.1]; $W/(m \cdot K)$;
 - 3.3. **projektinis šilumos laidumo koeficientas** (λ_{ds}) – statybinės medžiagos šilumos laidumo koeficiento vertė normaliomis eksploatavimo sąlygomis, atsižvelgiant į medžiagos vidutinį drėgnį ir temperatūrą, nustatoma pagal [2.1]; $W/(m \cdot K)$;

3.4. **šiluminė varža** (R) – temperatūrų skirtumas, K , tarp medžiagos sluoksnio paviršių, kuriam esant susidaro vienetinis šilumos srauto tankis W/m^2 ; $m^2 \cdot K/W$;

3.5. **atitvaros šilumos perdavimo koeficientas** (U) – šilumos srauto tankis per atitvarą, esant oro temperatūrų skirtumui abiejose atitvaros pusėse $1 K$, $W/(m^2 \cdot K)$;

3.6. **terminiai vienalytis sluoksnis** – sluoksnis, kurio šiluminiai parametrai bet kuria kryptimi nekinta;

3.7. **atitvaros vidinio paviršiaus šilumos imlumas** (Y_{si}) – šilumos srauto tankio santykis su atitvaros vidaus paviršiaus temperatūros svyravimo amplitude; $W/(m^2 \cdot K)$;

3.8. **atitvaros šiluminė inercija** (D), išreiškianti šiluminį pastovumą, – atitvaros sluoksnių šiluminių varžų ir šiluminio imlumo koeficientų sandaugų suma;

3.9. **šiluminio spinduliavimo geba** (ε) – parametras, parodantis, kokią šiluminių spindulių dalį duotasis paviršius išspinduliuoja arba sugeria, lyginant su tokios pat temperatūros juodojo kūno paviršiumi. Šis parametras dar vadinamas paviršiaus juodumo laipsniu;

3.10. **būdingas grindų matmuo** (B') – grindų plotas, padalytas iš pusės grindų perimetro ilgio.

4. Simboliai, dydžiai ir vienetai:

Simbolis	Dydis	Vienetai
λ_{dec}	deklaruojamasis šilumos laidumo koeficientas	$W/(m \cdot K)$
λ_{ds}	projektinis šilumos laidumo koeficientas	$W/(m \cdot K)$
R	šiluminė varža	$m^2 \cdot K/W$
R_g	oro tarpo šiluminė varža	$m^2 \cdot K/W$
R_{si}	vidaus paviršiaus šiluminė varža	$m^2 \cdot K/W$
R_{se}	išorės paviršiaus šiluminė varža	$m^2 \cdot K/W$
R_t	visuminė šiluminė varža	$m^2 \cdot K/W$
R_s	suminė šiluminė varža	$m^2 \cdot K/W$
R^I	didžiausioji suminės šiluminės varžos vertė	$m^2 \cdot K/W$
R^{II}	mažiausioji suminės šiluminės varžos vertė	$m^2 \cdot K/W$
R_u	nešildomos pastogės arba ertmės joje šiluminė varža	$m^2 \cdot K/W$
R_q	plono sluoksnio (kartono, plėvelės ir pan.) šiluminė varža	$m^2 \cdot K/W$
R_f	grindų konstrukcijos šiluminė varža	$m^2 \cdot K/W$
U	šilumos perdavimo koeficientas	$W/(m^2 \cdot K)$
ΔU_{fn}	šilumos perdavimo koeficiento pataisa dėl jungčių įtakos	$W/(m^2 \cdot K)$
U_o	grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficiento pagrindinė dedamoji	$W/(m^2 \cdot K)$
U_f	grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficientas	$W/(m^2 \cdot K)$
U_{bf}	rūsio grindų šilumos perdavimo koeficientas	$W/(m^2 \cdot K)$
U_{bw}	įgilintos rūsio sienų dalies šilumos perdavimo koeficientas	$W/(m^2 \cdot K)$
U_w	antžeminių pogrindžio sienų šilumos perdavimo koeficientas	$W/(m^2 \cdot K)$
$\Delta \Psi$	kraštų įtakos pataisa	$W/(m^2 \cdot K)$
U_{wd}	lango šilumos perdavimo koeficientas	$W/(m^2 \cdot K)$
U_{fr}	lango rėmo šilumos perdavimo koeficientas	$W/(m^2 \cdot K)$
U_g	įstiklintos lango dalies šilumos perdavimo koeficientas	$W/(m^2 \cdot K)$
ε	šiluminio spinduliavimo geba	–
A	plotas	m^2
d	atitvaros sluoksnio storis	m
P	grindų perimetro ilgis	m
h	grindų viršaus aukštis nuo grunto paviršiaus	m
e	didžiausioji santykinė paklaida	%
A_v	pogrindžio vėdinimo angų plotas perimetro metrui	m^2/m
v	vidutinis vėjo greitis 10 m aukštyje	m/s
f_w	užuovėjos faktorius	–
w	sienos storis	m
B'	būdingas grindų matmuo	–
d_t	atstojamasis grindų storis	m
Y_{si}	atitvaros vidinio paviršiaus šilumos imlumas	$W/(m^2 \cdot K)$
S	medžiagos šilumos imlumo koeficientas, esant 24 h periodui	$W/(m^2 \cdot K)$
D	atitvaros šiluminė inercija	–
θ	temperatūra	$^{\circ}C$

Poraidžiai: *dec* – deklaruojamasis, *ds* – projektinis, *s* – suminis, *t* – visuminis, *se* – išorės paviršius, *si* – vidaus paviršius, *fn* – metalinių jungčių, *w* – siena, *v* – vėdinimas, *wd* – langas.

Kitų simbolių paaiškinimai pateikiami Reglamento tekste.

IV. ŠILUMOS PERDAVIMO PER PASTATŲ ATITVARAS SKAIČIAVIMO METODAI

5. Atitvarų visuminė šiluminė varža [2.3], [2.4]

Atitvarų visuminė šiluminė varža, $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$, apskaičiuojama pagal šią formulę:

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se} \quad (1.1)$$

čia: R_{si} – atitvaros vidinio paviršiaus šiluminė varža, $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$;
 R_s – atitvaros sluoksnių suminė šiluminė varža, $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$;
 R_{se} – atitvaros išorinio paviršiaus šiluminė varža, $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$.

6. Paviršių šiluminių varžų R_{si} ir R_{se} vertės pateiktos 1.1 lentelėje.

1.1 lentelė

Vidinio ir išorinio paviršių šiluminės varžos R_{si} ir R_{se} , $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$

Vidinio paviršiaus šiluminė varža, R_{si} , m ² ·K/W			Išorinio paviršiaus šiluminė varža, R_{se} , m ² ·K/W		
Šilumos srauto kryptis					
horizontali →	aukštyn ↑	žemyn ↓	Visomis kryptimis		
0,13	0,10	0,17	0,04	0,04	0,04

Pastabos:

1. Pertvarų, skiriančių dvi patalpas su skirtingomis oro temperatūromis, suminė abiejų paviršių šiluminė varža ($R_{si} + R_{se}$) prilyginama $0,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

2. Horizontaliuoju vadinamas srautas, kurio kryptis vertikaliosios plokštumos atžvilgiu nesiskiria daugiau kaip $\pm 30^\circ$.

Jei reikia įvertinti vėjo poveikį, išorės paviršiaus šiluminės varžos vertės imamos iš 1.2 lentelės.

1.2 lentelė

R_{se} vertės, esant įvairiems vėjo greičiams, $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$

Vėjo greitis, m/s	1	2	3	5	7	10
R_{se} , $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02

7. Atitvarų iš termiškai vienalyčių sluoksnių suminė šiluminė varža R_s , $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$, apskaičiuojama pagal formulę:

$$R_s = R_1 + R_2 + \dots + R_n + (R_g + R_q + R_u); \quad (1.2)$$

čia: $R_1, R_2, \dots, R_n$ – atskirų atitvaros sluoksnių šiluminės varžos;
 R_g – oro tarpo šiluminė varža;
 R_q – plono sluoksnio (plėvelės) šiluminė varža;
 R_u – nešildomos pastogės šiluminė varža.

Atskirų sluoksnių varžų skaičiavimo būdai ir šiluminių parametrų vertės pateiktos šio priedo 8–12 p.

8. **Termiškai vienalyčio sluoksnio šiluminė varža** R , $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$, apskaičiuojama pagal formulę:

$$R = \frac{d}{\lambda_{ds}}; \quad (1.3)$$

čia: d – sluoksnio storis, m;

λ_{ds} – medžiagos sluoksnio projektinis šilumos laidumo koeficientas, $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.

9. Atitvaros oro tarpo šiluminė varža

Šiame punkte aptariamos šių oro tarpų šiluminės varžos:

- kai oro tarpą riboja du lygiagretūs paviršiai, statmeni einančiam per juos šilumos srautui, o šių paviršių šilumos spinduliavimo geba ε_n ne mažesnė kaip 0,8;

- kai oro tarpo storis šilumos srauto kryptimi mažesnis kaip dešimtoji dalis vienos iš kitų dviejų matmenų (aukščio ir pločio), bet ne didesnis kaip 0,3 m;

- kai oro tarpe nesimaišo lauko ir vidaus oras.

9.1. **Nevėdinamojo oro tarpo šiluminė varža** R_g imama iš 1.3 lentelės.

1.3 lentelė

Nevėdinamojo oro tarpo šiluminė varža R_g , $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$

Oro tarpo storis d , mm	Šiluminė varža, R_g , $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		
	Šilumos srauto kryptis		
	Horizontali →	Aukštyn ↑	Žemyn ↓
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,17	0,16	0,17
25	0,18	0,16	0,19
50	0,18	0,16	0,21
100	0,18	0,16	0,22
300	0,18	0,16	0,23

9.2. Nevėdinamojo oro tarpo, ribojamo paviršiumi su atspindinčia danga, šiluminė varža

Nevėdinamo oro tarpo, kai vienas iš paviršių padengtas atspindinčia danga (šilumos spinduliavimo geba $0,2 \leq \varepsilon_n < 0,8$), R_g vertės pateiktos 1.4 lentelėje.

1.4 lentelė

Nevėdinamojo oro tarpo šiluminė varža R_g , $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$, kai vienas iš oro tarpą ribojančių paviršių yra padengtas atspindinčia danga, (spinduliavimo geba $0,2 \leq \varepsilon_n < 0,8$)

Oro tarpo storis d , mm	Šiluminė varža, R_g , $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		
	Šilumos srauto kryptis		
	Horizontali →	Aukštyn ↑	Žemyn ↓
5	0,17	0,17	0,17
10	0,29	0,23	0,29
20	0,37	0,25	0,43
50 – 100	0,34	0,27	0,61

9.3. Atitvarų su ribotai vėdinamu oro tarpu visuminė šiluminė varža R_b , $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Ribotai vėdinamas oro tarpas – jeigu į oro tarpą per angas patenka iš išorės oras, kai angų plotas A_v :

- $5 \text{ cm}^2 < A_v \leq 15 \text{ cm}^2$ kiekvienam atitvaros perimetro metrui, kai oro tarpas vertikalus;
- $5 \text{ cm}^2 < A_v \leq 15 \text{ cm}^2$ vienam kvadratiniam horizontalaus oro tarpo metrui.

Atitvarų, su ribotai vėdinamu oro tarpu visuminė šiluminė varža R_t , $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$, yra lygi oro tarpo ir sluoksnių, esančių tarp išorės aplinkos ir oro tarpo, šiluminių varžų sumos pusei, pridėjus likusių sluoksnių ir paviršių šiluminių varžų sumą.

9.4. Atitvarų su vėdinamu oro tarpu visuminė šiluminė varža R_t , $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Vėdinamas oro tarpas – vėdinamas išorės oru oro tarpas, kai angų plotas A_v :

- ne mažesnis kaip 15 cm^2 kiekvienam atitvaros perimetro metrui, kai oro tarpas vertikalus;
- ne mažesnis kaip 15 cm^2 vienam kvadratiniam horizontalaus tarpo metrui.

Atitvarų su vėdinamu oro tarpu visuminė šiluminė varža R_t , $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$, lygi sluoksnių, esančių tarp šio oro tarpo ir vidaus oro, šiluminių varžų sumai, pridėjus paviršių šiluminės varžas (išorės paviršiaus šiluminė varža prilyginama vidaus paviršiaus šiluminei varžai, $R_{se} = R_{si}$).

10. Nešildomų pastogių ir jų ertmių šiluminė varža R_u imama iš 1.5 lentelės.

1.5 lentelė

Pastogių ertmių šiluminė varža R_u , $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$

Stogo rūšis	R_u , $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
Čerpių stogas be ritininės dangos, ištisinio lentų pakloto ir pan.	0,06
Stogas su lakštine arba čerpių danga, su ritinine danga ir lentų paklotu	0,2
Tas pats kaip ir 2 eilutėje, su papildomu aliuminio ar kitokiu atspindinčiu paviršiumi, nukreiptu į pastogės pusę	0,3
Stogas su glaudžiai suleistų lentų ir ritininės dangos paklotu	0,3

Pastaba. Šios vertės taikomos neapšiltintiems stogams ir pastogėms virš apšiltintos perdangos. Pastogė gali būti vėdinama, tačiau oro judėjimo greitis ne didesnis kaip 1 m/s.

11. Plonų sluoksnių šiluminė varža R_q imama iš 1.6 lentelės.

1.6 lentelė

Plonų sluoksnių (plėvelių, kartono ir kt.) šiluminė varža R_q , $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$

Plono sluoksnio padėtis	R_u , $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
Gludžiai prispaustas prie vieno iš atitvarinės konstrukcijų paviršių	0,02
Tarp atitvaros sluoksnių *	0,04

* Šiluminė varža R_q apibūdina plono sluoksnio šiluminę varžą, įskaitant šiluminę varžą, atsirandančią dėl nepakankamo šio sluoksnio sąlyčio su kitomis atitvaros dalimis.

12. Atitvaros iš termiškai nevienalyčių sluoksnių suminė šiluminė varža

Termiškai nevienalytės atitvaros suminė šiluminė varža R_s , $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$, apskaičiuojama pagal formulę:

$$R_s = \frac{R^I + R^{II}}{2}; \quad (1.4)$$

čia: R^I – didžiausioji suminės šiluminės varžos vertė, $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$;

R^{II} – mažiausioji suminės šiluminės varžos vertė, $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$.

(1.4) formulė taikytina, jeigu skaičiavimo rezultatų santykinė paklaida e , %, apskaičiuota pagal (1.5) formulę, neviršija 15%:

$$e = \frac{R^I - R^{II}}{2 \cdot R_s} \cdot 100. \quad (1.5)$$

Jei formulės (1.5) apribojimų sąlygos netenkinamos, turi būti naudojami tikslesni šiluminės varžos nustatymo metodai, pvz., temperatūros laukų skaitmeniniai skaičiavimai arba eksperimentinis modeliavimas.

Didžiausioji ir mažiausioji varžų vertės apskaičiuojamos suskirsčius termiškai nevienalytę atitvarą (1.1 pav.) į būdingąsias dalis ir sluoksnius. Pirmiausia atitvara dalijama į būdingąsias dalis plokštumomis, lygiagrečiomis šilumos srauto kryptiai (1.2 pav.) ir apskaičiuojama didžiausioji suminės šiluminės varžos vertė. Toliau atitvara skaidoma į būdinguosius sluoksnius plokštumomis, statmenomis šilumos srauto per atitvarą kryptiai (1.3 pav.), ir apskaičiuojama mažiausioji suminės šiluminės varžos vertė.

Didžiausioji atitvaros suminės šiluminės varžos vertė R^I , $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$, atitinkanti vidutinę atitvaros šiluminę varžą pagal būdingąsias atitvaros dalis, apskaičiuojama pagal formulę:

$$R^I = \frac{A}{\frac{A_a}{R_a} + \frac{A_b}{R_b} + \dots + \frac{A_m}{R_m}}; \quad (1.6)$$

čia: A – nagrinėjamos termiškai nevienalytės atitvaros skerspjūvio plotas (1.2 pav.), m^2 :

$$A = A_a + A_b + \dots + A_m,$$

$$A_a = a \cdot h, A_b = b \cdot h, A_m = m \cdot h;$$

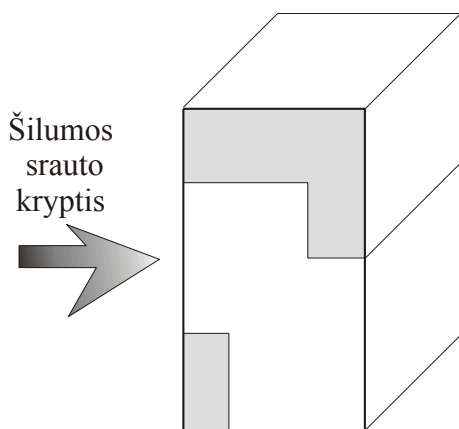
$R_a, R_b, \dots, R_m$ – kiekvienos dalies šiluminė varža (1.2 pav.), $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$:

$$R_a = R_{1a} + R_{2a} + \dots + R_{na},$$

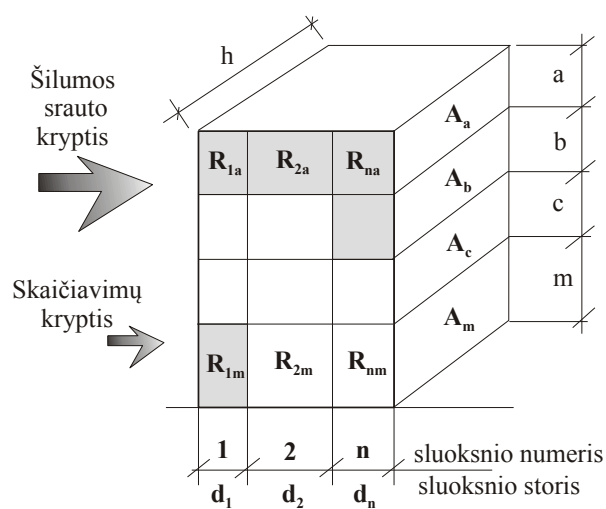
$$R_b = R_{1b} + R_{2b} + \dots + R_{nb},$$

$$R_m = R_{1m} + R_{2m} + \dots + R_{nm},$$

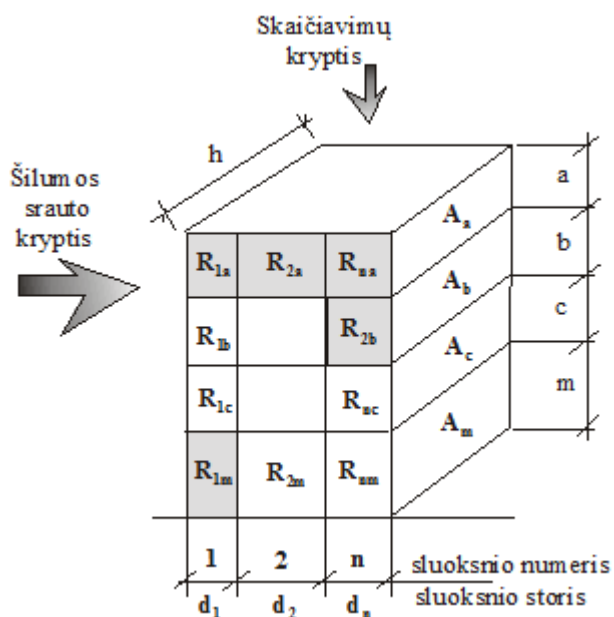
$$R_{1a} = \frac{d_1}{\lambda_{1a}}, R_{2a} = \frac{d_2}{\lambda_{2a}}, R_{na} = \frac{d_n}{\lambda_{na}} \dots \dots \dots R_{nm} = \frac{d_n}{\lambda_{nm}}. \quad (1.7)$$



1.1 pav. Termiškai nevienalytės atitvaros pavyzdys



1.2 pav. Termiškai nevienalytės atitvaros suskirstymo į būdingąsias dalis ir sluoksnius schema skaičiuojant didžiausiąją suminę šiluminę varžą R^I



1.3 pav. Termiškai nevienalytės atitvaros suskirstymo į būdingąsias dalis ir sluoksnius schema, apskaičiuojant mažiausiąją suminę šiluminę varžą R''

Atitvaros mažiausioji suminės šiluminės varžos vertė R'' , $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$, atitinkanti būdingųjų sluoksnių vidutinių šiluminių varžų sumą, apskaičiuojama pagal formulę:

$$R'' = R_1 + R_2 + \dots + R_n; \quad (1.8)$$

čia $R_1, R_2, \dots, R_n$ – atskirų sluoksnių vidutinės šiluminės varžos (žr. 1.3 pav.), $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$.

Kiekvieno sluoksnio vidutinė šiluminė varža $R_1, R_2, \dots, R_n$, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$, apskaičiuojama taip:

$$R_1 = \frac{A}{\frac{A_a}{R_{1a}} + \frac{A_b}{R_{1b}} + \dots + \frac{A_m}{R_{1m}}} = \frac{d_1 \cdot A}{\lambda_{1a} \cdot A_a + \lambda_{1b} \cdot A_b + \dots + \lambda_{1m} \cdot A_m},$$

$$R_n = \frac{A}{\frac{A_a}{R_{na}} + \frac{A_b}{R_{nb}} + \dots + \frac{A_m}{R_{nm}}} = \frac{d_n \cdot A}{\lambda_{na} \cdot A_a + \lambda_{nb} \cdot A_b + \dots + \lambda_{nm} \cdot A_m}; \quad (1.9)$$

čia $R_{na}, R_{nb}, \dots, R_{nm}$ – n -tojo nevienalyčio sluoksnio vienalyčių dalių ($a, b, \dots, m$) atitinkamos šiluminės varžos, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$, apskaičiuojamos pagal (1.7) formulę.

13. Atitvaros šilumos perdavimo koeficientas U , $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, apskaičiuojamas:

$$U = \frac{1}{R_t}; \quad (1.10)$$

čia R_t – atitvaros visuminė šiluminė varža $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Apskaičiuotoji šilumos perdavimo koeficiento vertė suapvalinama vienetu šimtosios dalies tikslumu (iki dviejų skaitmenų po kablelio).

14. Šilumos perdavimo koeficiento pataisa ΔU_{fn} dėl papildomo šilumos nutekėjimo per metalines jungtis

Jei termoizoliacinį sluoksnį kerta metalinės jungtys, jungiančios atitvaros vidaus ir išorės sluoksnius, atitvaros šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$U = \frac{1}{R_t} + \Delta U_{fn}; \quad (1.11)$$

Pataisa ΔU_{fn} , W/(m²·K), apskaičiuojama:

$$\Delta U_{fn} = \frac{\alpha \cdot \lambda_{fn} \cdot n_{fn} \cdot A_{fn}}{d_{fn}}; \quad (1.12)$$

čia: α – struktūrinis daugiklis (1.7 lentelė);
 λ_{fn} – metalinės jungties šilumos laidumo koeficientas, W/(m·K);
 n_{fn} – jungčių skaičius viename m²;
 A_{fn} – vienos jungties skerspjūvio plotas, m²;
 d_{fn} – skaičiuojamasis jungties ilgis, prilygintas termoizoliacinio sluoksnio storiui, m.

1.7 lentelė

Struktūrinio daugiklio α vertės

Jungčių vieta	α
Sienoje tarp mūro ir medienos	0
Sienoje tarp mūro ir betono	0,5
Sienoje tarp dviejų betono sluoksnių	0,6
Tvirtinantys varžtai tarp stogo ritininės dangos ir metalo lakštų	0,6
Tvirtinantys varžtai tarp stogo plastikinės dangos ir metalo lakštų	0,4
Varžtai tarp metalinių lakštų	0,8

15. Grindų šilumos perdavimo koeficientas

Čia pateikiami grindų ant grunto ir rūšių atitvarų šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimo būdai. Kitais atvejais turi būti naudojami metodai, nurodyti [2.5], arba temperatūros laukų skaitmeniniai skaičiavimo metodai.

Grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficientas U , W/(m²·K), bendruoju atveju apskaičiuojamas pagal formulę:

$$U = U_0 + \frac{2 \cdot \Delta \Psi}{B'}; \quad (1.13)$$

čia: U_0 – grindų ant grunto šilumos perdavimo pagrindinė dedamoji, priklausanti nuo grindų, ploto, jų formos ir grindis ribojančių sienų storio, W/(m²·K);
 $\Delta \Psi$ – pataisa, įvertinanti pakraščių vertikaliojo ir horizontaliojo apšiltinimo įtaką. Vertė apskaičiuojama pagal (1.21) arba (1.22) formules;
 B' – būdingasis grindų matmuo, apskaičiuojamas taip:

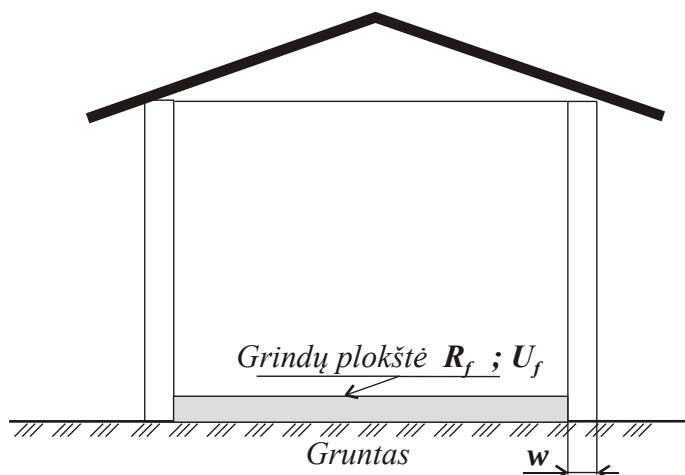
$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P}; \quad (1.14)$$

čia: A – bendras grindų ant grunto plotas, m²;
 P – grindų perimetras, m.

Dydžių A ir P vertėms apskaičiuoti imami pastato vidaus matmenys. Jei nagrinėjama patalpa turi ir vidines sienas, perimetrui apskaičiuoti imami tik išorės sienų ilgiai.

15.1. Grindų ant grunto su neapšiltintais pakraščiais šilumos perdavimo koeficientas

Šios grindys gali būti neapšiltintos arba su vienodu ištisiniu termoizoliaciniu sluoksniu (po grindų plokšte, jos viduje arba virš jos (1.4 pav.).



1.4 pav. Grindų ant grunto schema

Jeigu grindys ant grunto pakraščiuose nėra papildomai apšiltintos, tai antrasis (1.13) formulės narys lygus 0 ir formulė tampa tokia:

$$U = U_0. \quad (1.15)$$

U_0 vertė apskaičiuojama taip:

- jei grindys neapšiltintos arba mažai apšiltintos ($d_t < B'$), tai:

$$U_0 = \frac{2\lambda_{gr}}{\pi B' + d_t} \ln \left(\frac{\pi \cdot B'}{d_t} + 1 \right); \quad (1.16)$$

- jei grindys gerai apšiltintos ($d_t \geq B'$), tai:

$$U_0 = \frac{\lambda_{gr}}{0,457 \cdot B' + d_t}; \quad (1.17)$$

čia: λ_{gr} – grunto projektinis šilumos laidumo koeficientas, W/(m·K), imamas iš 8 priedo;
 d_t – atstojamasis grindų plokštės storis, išreikštas grunto sluoksnio storium, m;

$$d_t = w + \lambda_{gr} \cdot (R_{se} + R_f + R_{si}); \quad (1.18)$$

čia: R_f – grindų šiluminė varža, m²·K/W;
 w – grindis ribojančios sienos storis, (1.4 pav.), m;
 λ_{gr} – grunto šilumos laidumo koeficientas, W/(m·K).

Pastaba. Galima nevertinti grindų betoninės plokštės ir grindų dangos. Išlyginamojo grunto pasluoksnio λ imamas toks pats kaip ir grunto, todėl jo šiluminė varža taip pat nevertinama.

15.2. Grindų ant grunto su apšiltintais pakraščiais šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuojamas pagal (1.13) formulę.

Pirmiausiai pagal (1.16) arba (1.17) formules apskaičiuojama U_0 vertė. Po to apskaičiuojama R'_{ins} :

$$R'_{ins} = R_{ins} - d_{ins}/\lambda_{gr}; \quad (1.19)$$

čia: R'_{ins} – grindų ant grunto papildomoji šiluminė varža, esant pakraščių apšiltinimui, m²·K/W;

R_{ins} – pakraščių termoizoliacinio sluoksnio šiluminė varža, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$;

d_{ins} – pakraščių termoizoliacinio sluoksnio storis, m;

λ_{gr} – grunto šilumos laidumo koeficientas, $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.

Tada apskaičiuojamas atstojamasis papildomojo apšiltinančio sluoksnio storis (išreikštas grunto sluoksnio storiu), m:

$$d' = R'_{ins} \cdot \lambda_{gr}. \quad (1.20)$$

Po to apskaičiuojama $\Delta\psi$ vertė, priklausanti nuo papildomo pakraščių termoizoliacinio sluoksnio pločio arba gylio D , apšiltinamų pakraščių šiluminės varžos bei tokio pat storio grunto sluoksnio šiluminės varžos:

a) kai termoizoliacinis sluoksnis įrengtas pagal pastato perimetrą horizontaliai (1.5 pav.):

$$\Delta\psi = -\frac{\lambda_{gr}}{\pi} \left[\ln\left(\frac{D}{d_t} + 1\right) - \ln\left(\frac{D}{d_t + d'} + 1\right) \right]; \quad (1.21)$$

čia: d_t – apskaičiuojamas pagal (1.18) formulę;

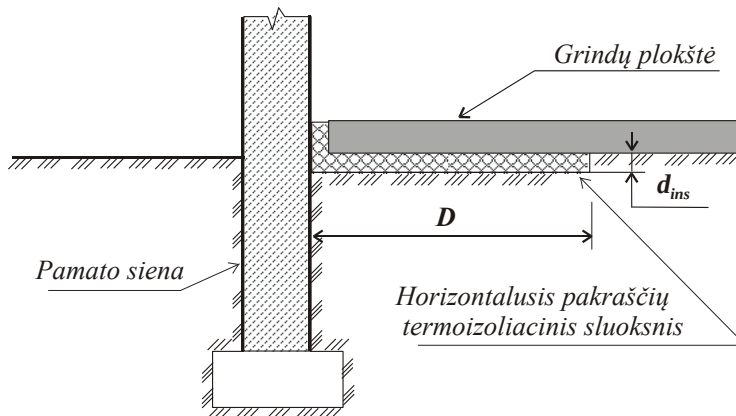
d' – apskaičiuojamas pagal (1.20) formulę.

Formulė (1.21) taip pat taikoma, jei horizontalusis pakraščių termoizoliacinis sluoksnis įrengtas virš grindų plokštės arba išorinėje pamatų pusėje;

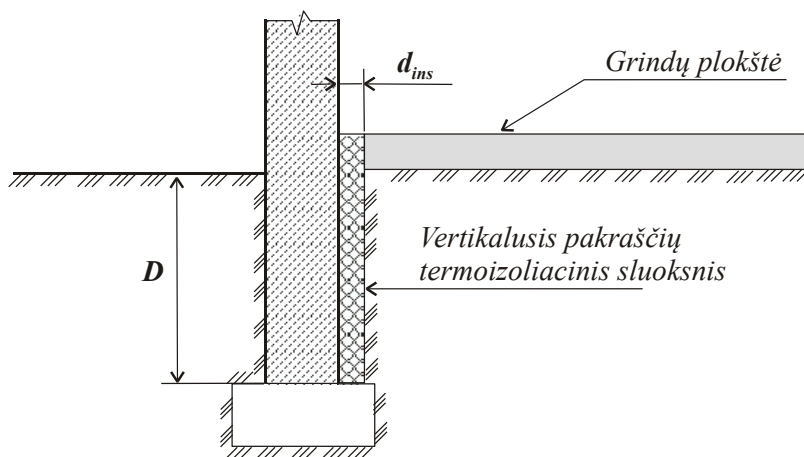
b) kai termoizoliacinis sluoksnis įrengtas pagal pastato perimetrą vertikaliai pamatų vidinėje arba išorinėje pusėje (1.6 pav.):

$$\Delta\psi = -\frac{\lambda_{gr}}{\pi} \left[\ln\left(\frac{2D}{d_t} + 1\right) - \ln\left(\frac{2D}{d_t + d'} + 1\right) \right] \quad (1.22)$$

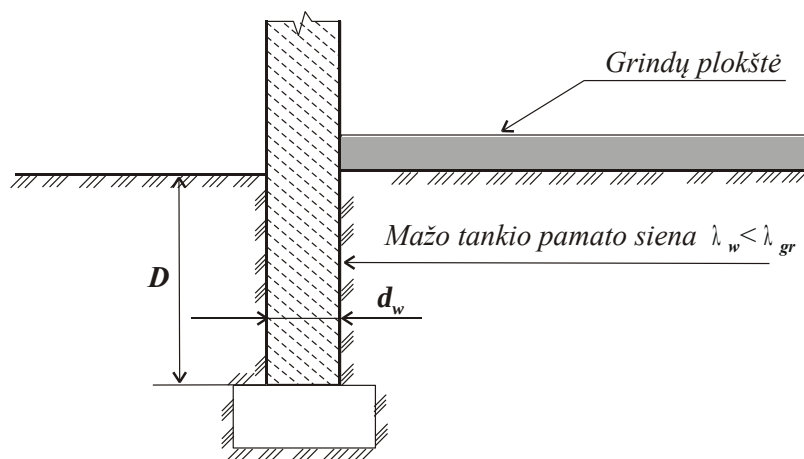
Kai pamato sienos požeminės dalies šilumos laidumo koeficientas mažesnis už grunto, priimama, kad ši pamato dalis yra vertikalusis apšiltinimas (1.7 pav.) ir apskaičiuojama pagal (1.22) formulę.



1.5 pav. Grindų ant grunto horizontalių pakraščių apšiltinimo schema



1.6 pav. Grindų ant grunto vertikaliojo pakraščių apšiltinimo schema



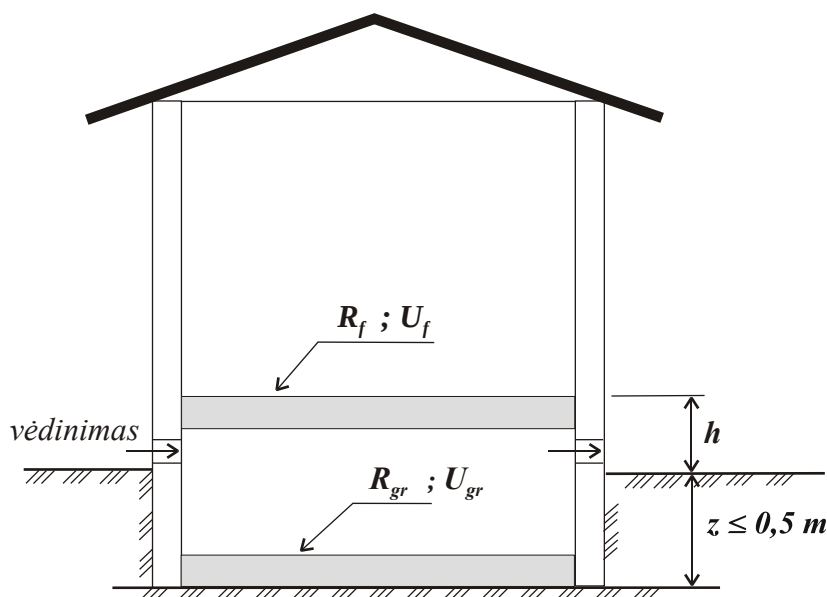
1.7 pav. Grindų ant grunto vertikaliojo pakraščių apšiltinimo schema (pamatų siena vertinama kaip vertikalusis termoizoliacinis sluoksnis)

15.3. Grindų su natūraliai vėdinamu pogrindžiu šilumos perdavimo koeficientas

Šiuo atveju šilumos perdavimo koeficientas U , $W/(m^2 \cdot K)$, apskaičiuojamas iš formulės:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_{gr} + U_{wv}}; \quad (1.23)$$

čia: U_f – perdangos tarp patalpos vidaus ir pogrindžio oro šilumos perdavimo koeficientas, $W/(m^2 \cdot K)$;
 U_{gr} – pogrindžio grindų (grunto) šilumos perdavimo koeficientas, $W/(m^2 \cdot K)$, apskaičiuojamas pagal (1.16) formulę;
 U_{wv} – pogrindžio sienų šilumos perdavimo koeficientas, apimantis šilumos perdavimą per antžemines pogrindžio sienas į išorę ir šio pogrindžio vėdinimo poveikį $W/(m^2 \cdot K)$.



1.8 pav. Grindų virš nešildomo natūraliai vėdinamo pogrindžio schema

Paviršių šiluminių varžų vertės imamos iš 1.1 lentelės.

U_{gr} apskaičiuojamas pagal (1.16) formulę, kur vietoje d_t įstatomas dydis d_{gr} :

$$d_{gr} = w + \lambda_{gr} \cdot (R_{si} + R_{gr} + R_{se}); \quad (1.24)$$

čia: R_{gr} – pogrindžio gringų suminė šiluminė varža, $m^2 \cdot K/W$;
 w – pogrindžio sienos storis, m;
 λ_{gr} – grunto šilumos laidumo koeficientas, $W/(m \cdot K)$.

Jei vidutinis pogrindžio gylis z yra didesnis už 0,5 m, tai skaičiuojama pagal [2.5] (F.2) formulę. Pogrindžio sienų šilumos perdavimo koeficientas U_{wv} apskaičiuojamas:

$$U_{wv} = \frac{2 \cdot h \cdot U_w + 1450 \cdot A_v \cdot v \cdot f_w}{B'} \quad (1.25)$$

čia: h – grindų aukštis nuo grunto paviršiaus, m (1.8 pav.). Jei h yra nevienodas visu grindų perimetru, formulėje (1.25) reikia imti vidutinę h vertę;
 A_v – pogrindžio vėdinimo angų plotas vienam perimetro metrui, m^2/m ;
 v – vidutinis vėjo greitis 10 m aukštyje, m/s;
 f_w – užuovėjos faktorius (žr. 1.8 lentelę);
 U_w – pogrindžio sienų antžeminės dalies šilumos perdavimo koeficientas, $W/(m^2 \cdot K)$.

1.8 lentelė

Užuovėjos faktoriaus f_w vertės

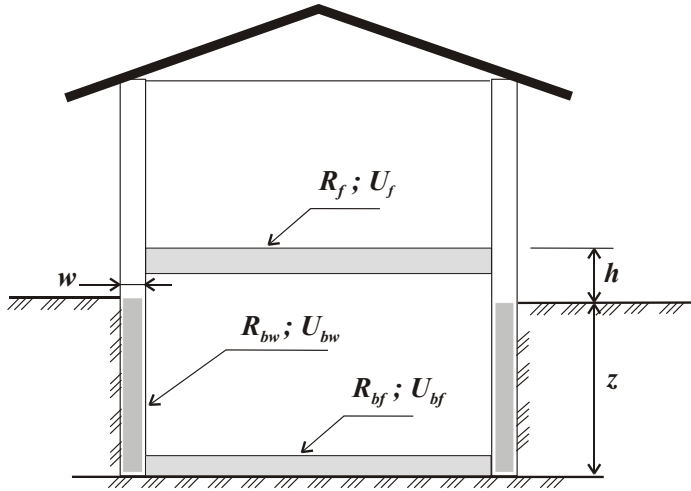
Užuovėjos lygis	f_w
Pastatas apsaugotas nuo vėjo (pvz., miesto viduryje)	0,02
Vidutiniškai apsaugotas (pvz., priemiesčiuose)	0,05
Neapsaugotas (pvz., atvirose vietose)	0,10

15.4. Šildomo rūšio atitvarų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficientas

Rūšio visų atitvarų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficientas U , $W/(m^2 \cdot K)$, apskaičiuojamas taip (1.9 pav.):

$$U = \frac{A \cdot U_{bf} + z \cdot P \cdot U_{bw}}{A + z \cdot P}; \quad (1.26)$$

čia: z – rūšio sienos požeminės dalies aukštis, m. Kai $z = 0$, šilumos perdavimo koeficientas U skaičiuojamas pagal (1.15) – (1.17) formules;
 U_{bf} – šildomo rūšio grindų šilumos perdavimo koeficientas;
 U_{bw} – rūšio sienų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficientas;
 A – rūšio grindų plotas, m^2 ;
 P – išorinių rūšio atitvarų perimetras, m.



1.9 pav. Šildomo rūšio schema

Dydžių A ir P vertėms apskaičiuoti imami pastato vidaus matmenys. Jei nagrinėjama patalpa turi ir vidines atitvaras, perimetrui apskaičiuoti imami tik išorės atitvarų ilgiai.

Šildomo rūšio grindų šilumos perdavimo koeficientas U_{bf} apskaičiuojamas pagal formules:

a) neapšiltintų arba mažai apšiltintų rūšio grindų ($d_t + 0,5 \cdot z < B'$):

$$U_{bf} = \frac{2 \cdot \lambda_{gr}}{\pi \cdot B' + 0,5 \cdot z} \ln \left(\frac{\pi \cdot B'}{d_t + 0,5 \cdot z} + 1 \right); \quad (1.27)$$

b) gerai apšiltintų rūšio grindų ($d_t + 0,5 \cdot z \geq B'$):

$$U_{bf} = \frac{\lambda_{gr}}{0,457 \cdot B' + d_t + 0,5 \cdot z}. \quad (1.28)$$

U_{bf} skaičiavimui reikia nustatyti d_t ir B' . Tada rūšio grindų (su termoizoliaciniu sluoksniu) atstojamasis storis lygus:

$$d_t = w + \lambda_{gr} \cdot (R_{si} + R_{bf} + R_{se}); \quad (1.29)$$

čia: R_{bf} – rūšio grindų (su termoizoliaciniu sluoksniu) suminė varža, $m^2 \cdot K/W$. Apskaičiuojant R_{bf} , galima nevertinti grindų betoninės plokštės ir plonos grindų dangos. Išlyginamojo grunto pasluoksnio λ imamas toks pats kaip ir grunto, todėl jo šiluminė varža taip pat nevertinama.

Šildomo rūšio sienų šilumos perdavimo koeficientas U_{bw} apskaičiuojamas pagal formulę:

$$U_{bw} = \frac{2 \cdot \lambda_{gr}}{\pi \cdot z} \left(1 + \frac{0,5 \cdot d_t}{d_t + z} \right) \ln \left(\frac{z}{d_w} + 1 \right); \quad (1.30)$$

(1.30) formulė naudojama, kai $d_w \geq d_t$. Jeigu $d_w < d_t$, tada vietoje d_t imama d_w :

$$d_w = \lambda_{gr} \cdot (R_{Si} + R_{bw} + R_{Se}); \quad (1.31)$$

čia: d_w – atstojamasis rūšio požeminės dalies sienos storis, m;
 R_{bw} – rūšio sienos požeminės dalies suminė šiluminė varža, $m^2 \cdot K/W$.

Tuo atveju, jei tik po dalimi pastato yra rūšys, o kitoje dalyje – grindys ant grunto, skaičiuoti galima tiksliai apytiksliai, tariant, kad po visu pastatu yra rūšys, tačiau jo įgilinimas imamas lygus pusei rūšio įgilinimo.

15.5. Nešildomo vėdinamo rūšio atitvarų šilumos perdavimo koeficientas, kai žinoma oro kaita rūsyje

Žemiau pateiktos formulės naudojamos, jei nešildomi rūšiai vėdinami išorės oru. Šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuojamas iš formulės:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{A}{A \cdot U_{bf} + z \cdot P \cdot U_{bw} + h \cdot P \cdot U_w + 0,33 \cdot n \cdot V}; \quad (1.32)$$

čia: U_f – pirmo aukšto grindų perdangos šilumos perdavimo koeficientas (tarp šildomos vidaus aplinkos ir rūšio), $W/(m^2 \cdot K)$, apskaičiuojamas pagal (1.1) formulę;

U_w – rūšio sienų antžeminės dalies šilumos perdavimo koeficientas, $W/(m^2 \cdot K)$, apskaičiuojamas pagal (1.1) formulę;

n – oro kaita, vėdinant išorės oru, kartais per valandą;

V – rūšio tūris, m^3 ;

U_{bf} – rūšio grindų šilumos perdavimo koeficientas, $W/(m^2 \cdot K)$, apskaičiuojamas pagal (1.27) arba (1.28) formules;

U_{bw} – rūšio sienų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficientas, $W/(m^2 \cdot K)$, apskaičiuojamas pagal (1.30) formulę;

h – rūšio sienų antžeminės dalies aukštis iki pirmo aukšto grindų viršaus (1.9 pav.), m;

z – rūšio sienų požeminės dalies aukštis nuo rūšio grindų plokštės apačios (1.9 pav.), m;

P – pirmo aukšto grindų perimetras, m;

A – pirmo aukšto grindų plotas, m^2 .

Nesant duomenų apie oro kaitą rūsyje, priimama $n = 0,3$ karto per valandą oro kaitą.

Vidutinė rūšio temperatūra gali būti apskaičiuojama pagal (1.34) formulę.

15.6. Šildomų grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficientas

Šilumos perdavimo koeficientas, kai grindų plokštėje yra šildymo sistema, tolygiai paskirstanti šilumą, skaičiuojamas padarius tokius pakeitimus:

- vidaus temperatūra θ_i pakeičiama vidutine šildymo elementų plokštumos temperatūra θ_{el} ;

- skaičiuojant dydžio d_t vertę, reikia vertinti tiksliai sluoksnių, esančių žemiau šildymo elementų plokštumos, šilumines varžas, sienų storį bei išorės paviršiaus varžą.

Dažniausiai šildymo elementų plokštumos temperatūra grindų plokštės viduje yra nežinoma, kadangi, reguliuojant patalpos temperatūrą, šios plokštumos temperatūra svyruoja arba periodiškai kinta per parą (naktį patalpos temperatūra sumažinama arba šildymas visiškai išjungiamas). Tuomet vidutinė grindų paviršiaus temperatūra gali būti įvertinta pagal [2.5] nurodymus, panaudojant [2.6] ir [2.7] duomenis.

16. Langu šilumos perdavimo koeficientas U_{wd}

Lango šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuojamas kaip atstojamasis šilumos perdavimo koeficientas per lango rėmą ir įstiklintą dalį. Įstiklintos dalies šilumos perdavimo koeficientas priklauso nuo stiklų skaičiaus, stiklų rūšies (paprastas stiklas, su atspindinčia danga ir pan.), oro tarpų storio ir dujų rūšies stiklo paketuose.

Langu šilumos perdavimo koeficientas U_{wd} , $W/(m^2 \cdot K)$, turi būti apskaičiuotas pagal [2.8].

Jeigu yra žinomos lango rėmo ir įstiklintos dalies šilumos perdavimo koeficientų vertės bei lango matmenys, lango šilumos perdavimo koeficientas U_{wd} apskaičiuojamas, $W/(m^2 \cdot K)$:

$$U_{wd} = \frac{A_g \cdot U_g + A_{fr} \cdot U_{fr} + l_g \cdot \Psi_g}{A_g + A_{fr}}; \quad (1.33)$$

čia: U_g – įstiklintos dalies šilumos perdavimo koeficientas, $W/(m^2 \cdot K)$;
 U_{fr} – rėmo šilumos perdavimo koeficientas, $W/(m^2 \cdot K)$;
 Ψ_g – ilginio šiluminio tiltelio šilumos perdavimo koeficientas dėl įstiklinimo, tarpiklių ir rėmo šiluminės sąveikos, $W/(m \cdot K)$;
 A_g – įstiklintos dalies plotas, m^2 ;
 A_{fr} – lango rėmo plotas, m^2 ;
 l_g – įstiklinimo perimetro ilgis, m.

Lango plotas A_{wd} yra rėmo ploto A_{fr} ir įstiklinimo ploto A_g suma.

Lango įstiklintas plotas A_g yra mažiausias matomasis plotas, žiūrint iš abiejų pusių.

Lango rėmo plotas A_{fr} yra didesnės rėmo projekcijos į plokštumą, lygiagrečią su įstiklinimo plokšte, žiūrint iš abiejų pusių, plotas.

Įstiklinimo perimetras l_g yra lango arba durų stiklo lakštų matomųjų perimetrų suma.

Ilginio šiluminio tiltelio šilumos perdavimo koeficientas dėl įstiklinimo, tarpiklių ir rėmo šiluminės sąveikos Ψ_g , $W/(m \cdot K)$ imamas iš [2.8].

Įstiklintos dalies šilumos perdavimo koeficientas turi būti apskaičiuotas pagal [2.8] nurodymus arba nustatytas bandymais. Įstiklintos dalies šilumos perdavimo koeficientų vertės (kur tinka) gali būti priimtos pagal [2.8].

Langų rėmų šilumos perdavimo koeficientui apskaičiuoti gali būti naudojamos U_{fr} vertės, apskaičiuotos skaitmeninio skaičiavimo metodais (baigtinių elementų, baigtinių skirtumų) pagal [2.9] arba nustatytos tiesioginiais matavimais pagal [2.13].

Jeigu nėra kitokios informacijos, atitinkamų rėmų tipų vertės gali būti apskaičiuojamos naudojant [2.8] duomenis.

17. Šilumos perdavimas per pastato atitvarų ilginius šiluminius tiltelius

Pagrindinės šiluminių tiltelių buvimo vietos: pastato atitvarų sandūros, sienų kampai, sienų ir perdangų jungtys, langų ir durų apvadai, pan. [2.10].

Apytikrės šilumos perdavimo koeficiento per ilginius šiluminius tiltelius vertės apskaičiuojamos pagal [2.11], [2.12]. Tiksliems skaičiavimams turi būti naudojami temperatūrinių laukų skaitmeniniai skaičiavimo metodai.

Dažnai sutinkamų ilginių šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficiento vertės, apskaičiuotos pagal [2.12], imant išorinius atitvarų matmenis, pateikiamos Reglamento 7 priede.

Ilginių šiluminių tiltelių ilgiai imami pagal išorinius pastato matmenis arba atstumus tarp ašių (Reglamento 3 priedas).

18. Nešildomos patalpos temperatūros skaičiavimas

Nešildomos patalpos temperatūra skaičiuojama taip:

$$\theta_u = \frac{\Sigma(U_i \cdot A_i) \cdot \theta_i + \Sigma(U_e \cdot A_e) \cdot \theta_e + V \cdot n \cdot c \cdot \rho \cdot \theta_e + \Phi_{hg}}{\Sigma(U_i \cdot A_i) + \Sigma(U_e \cdot A_e) + V \cdot n \cdot c \cdot \rho}; \quad (1.34)$$

čia: θ_u – vidutinė nešildomos patalpos temperatūra šildymo laikotarpiu, $^{\circ}C$;
 θ_e – vidutinė išorės oro temperatūra šildymo laikotarpiu, $^{\circ}C$;
 θ_i – šildomos patalpos temperatūra šildymo laikotarpiu, $^{\circ}C$;
 A_i – atitvarų plotas, skiriantis šildomą patalpą nuo nešildomos, m^2 ;
 A_e – nešildomos patalpos išorės atitvarų plotas, m^2 ;
 U_i – atitvarų, skiriančių šildomą patalpą nuo nešildomos, šilumos perdavimo koeficientai, $W/m^2 \cdot K$;
 U_e – atitvarų, skiriančių nešildomą patalpą nuo išorės, šilumos perdavimo koeficientai, $W/m^2 \cdot K$;
 V – nešildomos patalpos tūris, m^3 ;
 c – savitoji oro šiluminė talpa, $c = 0,279 \text{ Wh}/(kg \cdot K)$;

ρ – oro tankis (apytiksliai $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$);

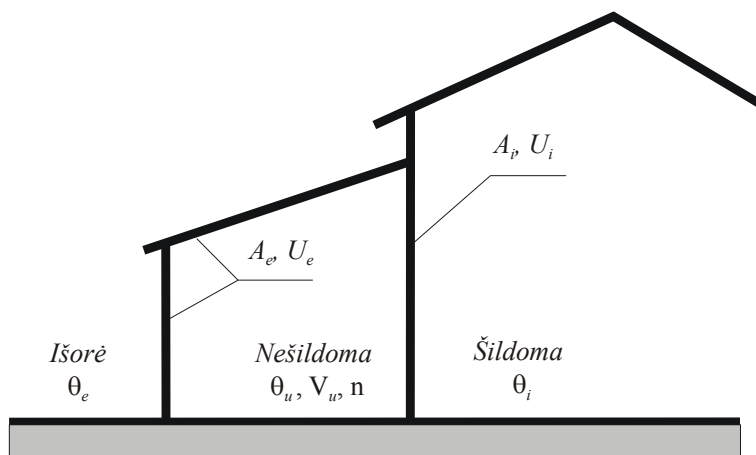
n – vidutinė oro apykaita nešildomojoje patalpoje šildymo laikotarpio metu, kartais/h;

Φ_{hg} – vidutiniai šilumos pritekėjimai (vidiniai + išoriniai) į nešildomą patalpą šildymo laikotarpiu, W.
Nustatoma pagal [2.2].

Skaičiavimo lygtis išvesta iš lygybės:

$$\Sigma(U_i \cdot A_i) \cdot (\theta_i - \theta_u) = \Sigma(U_e \cdot A_e) \cdot (\theta_u - \theta_e) + V \cdot n \cdot c \cdot \rho \cdot (\theta_u - \theta_e) - \Phi_{hg} . \quad (1.35)$$

Tai šilumos kiekių balanso lygtis, išreikšta šilumos srautais. Šilumos srautas, perduodamas iš šildomos patalpos į nešildomą, yra lygus šilumos srautui iš nešildomos patalpos į išorę, įvertinant pašildymą infiltruojamo išorės oro į nešildomą patalpą bei šilumos pritekėjimus į ją.



1.10 pav. Pastato su nešildoma patalpa schema

19. Grindų paviršiaus šilumos imlumo skaičiavimas

Šiame skyriuje pateikta skaičiavimo tvarka, kuri bendruoju atveju gali būti taikoma apskaičiuoti bet kurios atitvaros vidaus paviršiaus šilumos imlumą.

19.1. **Projektinis atitvaros sluoksnio šilumos imlumo koeficientas** esant 24 h periodui, $W/(m^2 \cdot K)$, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$S = 0,0085 \cdot \sqrt{\lambda_{ds} \cdot C \cdot \rho} ; \quad (1.36)$$

čia: λ_{ds} – projektinis atitvaros sluoksnio šilumos laidumo koeficientas, $W/(m \cdot K)$;

c – atitvaros sluoksnio savitoji šilumos talpa, $J/(kg \cdot K)$, nustatoma taip:

$$C = \frac{c_0 + 41,8 \cdot u}{1 + 0,01 \cdot u} ; \quad (1.37)$$

čia: c_0 – sausos medžiagos savitoji šiluminė talpa, $J/(kg \cdot K)$;

u – masinis medžiagos drėgnis eksploataavimo sąlygomis, %;

ρ – atitvaros sluoksnio tankis eksploataavimo sąlygomis, kg/m^3 .

Pagrindinių statybinių medžiagų, naudojamų grindims įrengti, c_0 ir ρ vertės pateiktos [2.1] ir 8 priede.

19.2. **Atitvaros šiluminė inercija D** apskaičiuojama pagal formulę:

$$D = R_1 \cdot S_1 + R_2 \cdot S_2 + \dots + R_n \cdot S_n \quad (1.38)$$

čia: $R_1, R_2, \dots, R_n$ – atskirų atitvaros sluoksnių šiluminės varžos, $m^2 \cdot K/W$, nustatomos pagal šio priedo 3 p.;

$S_1, S_2, \dots, S_n$ – atskirų atitvaros sluoksnių projektiniai šilumos imlumo koeficientai (esant 24h periodui), $W/(m^2 \cdot K)$.

19.3. Grindų paviršiaus šilumos imlumas Y_{si}

Jei grindų pirmojo sluoksnio šiluminė inercija $D = R_1 \cdot S_1 \geq 0,5$, tai grindų paviršiaus šilumos imlumas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$Y_{si} = 2 \cdot S_1. \quad (1.39)$$

Pirmuoju sluoksniu imama grindų danga (t. y. pirmasis atitvaros sluoksnis iš vidaus į išorę).

Jei pirmųjų grindų n sluoksnių ($n \geq 1$) suminė šiluminė inercija $D_1 + D_2 + \dots + D_n < 0,5$, tačiau $(n+1)$ sluoksnių šiluminė inercija $D_1 + D_2 + \dots + D_{n+1} \geq 0,5$, tai vidinio grindų paviršiaus šilumos imlumas Y_{si} nustatomas nuosekliai skaičiuojant atskirų konstrukcijos sluoksnių paviršių šilumos imlumą, pradedant n -tuoju ir baigiant pirmuoju sluoksniu:

n -tajam sluoksniui Y_n apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$Y_n = \frac{2 \cdot R_n \cdot S_n^2 + S_{n+1}}{0,5 + R_n \cdot S_{n+1}}; \quad (1.40)$$

i -tajam sluoksniui ($i = n-1, n-2, \dots, 1$) – pagal formulę:

$$Y_i = \frac{4 \cdot R_i \cdot S_i + Y_{i+1}}{1 + R_i \cdot Y_{i+1}}. \quad (1.41)$$

Grindų paviršiaus šilumos imlumas Y_{si} prilyginamas apskaičiuotam pirmojo sluoksnio šilumos imlumui.

IŠORINIŲ ATITVARŲ DRĖGMINĖS BŪKLĖS SKAIČIAVIMO METODAI

I. BENDROSIOS NUOSTATOS

1. Šiame Reglamento priede pateikiami supaprastinti skaičiavimo metodai, kaip įvertinti atitvarų paviršių ir jų sluoksnių įdrėkimą.

1.2. Galima naudotis ir kitais, tikslesniais skaičiavimo metodais. Pirmenybė teikiama sprendimui, kurio dėka gaunamas rezultatas su mažiausia rizika.

1.3. Šiame priede pateiktais metodais nustatoma, kokia turi būti atitvaros vidaus paviršiaus temperatūra, kad būtų išvengta pavoingo paviršiaus įdrėkimo, įskaitant pelėsių susidarymo galimybę. Šiais skaičiavimo metodais taip pat įvertinamas metų eigoje atitvarų viduje susikaupiantis ir išgaruojantis drėgmės kiekis.

II. NUORODOS

2. Šiame Reglamento priede pateiktos nuorodos į dokumentus:

2.1. STR 2.01.03:2003 „Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių techninių dydžių deklaruojamosios ir projektinės vertės“ (Žin., 2003, Nr. [80-3670](#));

2.2. HN 42-2004 „Gyvenamųjų ir viešojo naudojimo pastatų mikroklimatas“ (Žin., 2004, Nr. [105-3911](#));

2.3. RSN 156-94 „Statybinė klimatologija“ (Žin., 1994, Nr. [24-394](#); 2002, Nr. [96-4230](#));

2.4. LST EN ISO 13788:2002 „Higroterminės statybinių komponentų ir dalių charakteristikos. Vidinio paviršiaus temperatūra siekiant išvengti pavoingo paviršiaus drėgnio ir kondensacijos plyšiuose. Apskaičiavimo metodai (ISO 13788:2001)“;

2.5. LST EN ISO 10211-1:2000 „Statybinių konstrukcijų šilumos tilteliai. Šilumos srautų ir paviršiaus temperatūrų apskaičiavimas. 1 dalis. Bendrieji apskaičiavimo metodai (ISO 10211-1:1995)“;

2.6. LST EN ISO 9346:1999 „Termoizoliacija. Masės pernaša. Fizikiniai dydžiai ir apibrėžimai (ISO 9346:1987)“;

2.7. LST EN 12524:2000 „Statybinės medžiagos ir gaminiai. Higroterminės savybės. Projektinių verčių lentelės“;

2.8. LST EN ISO 10456:2000 „Statybinės medžiagos ir gaminiai. Šiluminių dydžių deklaruojamųjų ir projektinių verčių nustatymas (ISO 10456:1999)“;

2.9. LST EN ISO 12572:2002 „Higroterminės statybinių medžiagų ir gaminių charakteristikos. Pralaidumo vandens garams savybių nustatymas (ISO 12572:2001)“;

2.10. LST EN ISO 6946:2000 „Statybiniai komponentai ir elementai. Šiluminė varža ir šilumos perdavimas. Apskaičiavimo metodas (ISO 6946:1996)“.

III. ŽYMENYS IR SUTRUMPINIMAI

3. Šiame Reglamento priede vartojami dydžiai, jų simboliai ir vienetai:

3.1. **Atitvaros vidaus paviršiaus temperatūrinis faktorius** (O_{Rsi}) – atitvaros vidaus paviršiaus ir išorės temperatūrų skirtumas, padalytas iš vidaus ir išorės oro temperatūrų skirtumo, apskaičiuotas įvertinant vidaus paviršiaus šiluminės varžos vertę R_{si} [2.4]:

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}; \quad (2.1)$$

čia: θ_{si} – apskaičiuojama iš formulės $\theta_{si} = \theta_i - \frac{R_{si}}{R_t} \cdot (\theta_i - \theta_e)$.

Atitvaros vidaus paviršiaus temperatūrinio faktoriaus apskaičiavimo metodas sudėtingoms konstrukcijoms pateiktas [2.5];

3.2. Projektinis atitvaros vidaus paviršiaus temperatūrinis faktorius ($\theta_{Rsi, min}$) – minimali priimtina atitvaros vidaus paviršiaus temperatūrinio faktoriaus vertė [2.4]:

$$f_{Rsi, min} = \frac{\theta_{si, min} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}; \quad (2.2)$$

3.3. Minimali priimtina atitvaros vidaus paviršiaus temperatūra – mažiausia atitvaros vidinio paviršiaus temperatūra, kuriai esant pradeda augti pelėsiai [2.4];

3.4. Vidinis drėgmės prieaugis Δv – į patalpą patenkantis drėgmės srautas, padalytas iš oro pasikeitimo dažnio patalpoje ir patalpos tūrio [2.4]:

$$\Delta v = \frac{G}{n \cdot V}, \text{ kg/m}^3; \quad (2.3)$$

čia: G – į patalpą patenkantis drėgmės srautas, kg/h;
 n – oro pasikeitimo dažnis patalpoje, h⁻¹;
 V – patalpos tūris, m³;

3.5. Vidaus oro dalinio vandens garų slėgio prieaugis (Δp) – į patalpą patenkantis drėgmės srautas, padaugintas iš dujų konstantos vandens garams ir temperatūros vidurkio tarp vidaus ir išorės oro, padalytas iš oro pasikeitimo dažnio patalpoje ir patalpos tūrio [2.4]:

$$\Delta p = \frac{G}{n \cdot V} \cdot R_v \cdot \frac{T_i + T_e}{2}, \text{ Pa}; \quad (2.4)$$

čia: R_v – dujų konstanta vandens garams, $R_v=462 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/(\text{K} \cdot \text{kg})$;
 T_i ir T_e – vidaus ir išorės oro temperatūra, K.

Pagal vidaus oro dalinį vandens garų slėgio prieaugį patalpos gali būti klasifikuojamos į penkias drėgnumo klases (žr. Reglamento 4 priedą);

3.6. Medžiagos sluoksnio garinei varžai lygiavertis oro sluoksnio storis s_d (sutrumpintai – lygiavertis oro sluoksnio storis s_d) – atitinkamo storio nejudančio oro sluoksnis, turintis tokią pačią garinę varžą kaip ir medžiagos sluoksnis [2.4]:

$$s_d = \mu \cdot d, \text{ m}; \quad (2.5)$$

3.7. Santykinis oro drėgnis (φ) – dalinio vandens garų slėgio santykis su vandens garų soties slėgiu esant tam tikrai temperatūrai [2.4]:

$$\varphi = \frac{p}{p_{sat}} \cdot 100, \%; \quad (2.6)$$

3.8. Vandens garų soties slėgis (p_{sat}) – maksimalus vandens garų slėgis esant normaliam barometriniam slėgiui ir tam tikrai temperatūrai [2.4]:

$$p_{sat} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269 \cdot \theta}{237,3 + \theta}}, \text{ kai temperatūra } \theta \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (2.7)$$

$$p_{sat} = 610,5 \cdot e^{\frac{21,875 \cdot \theta}{265,5 + \theta}}, \text{ kai temperatūra } \theta < 0 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (2.8)$$

3.9. **Sočiųjų vandens garų temperatūra** – sočiųjų vandens garų temperatūra esant normaliam barometriniam slėgiui [2.4]:

$$\theta = \frac{237,3 \cdot \ln\left(\frac{p_{sat}}{610,5}\right)}{17,269 - \ln\left(\frac{p_{sat}}{610,5}\right)}, \text{ kai } p_{sat} \geq 610,5 \text{ Pa}; \quad (2.9)$$

$$\theta = \frac{265,5 \cdot \ln\left(\frac{p_{sat}}{610,5}\right)}{21,875 - \ln\left(\frac{p_{sat}}{610,5}\right)}, \text{ kai } p_{sat} < 610,5 \text{ Pa}; \quad (2.10)$$

3.10. **Kritinis paviršiaus drėgnis** – oro santykinis drėgnis prie paviršiaus, kuris skatina paviršiaus gadinimą, ypač pelėsių augimą [2.4].

4. Kiti simboliai, dydžiai ir vienetai [2.6]:

Simbolis	Dydis	Vienetai
G	į patalpą patenkantis drėgmės srautas	kg/h
M_a	plokštumoje ploto vienetu susikaupęs drėgmės kiekis	kg/m ²
R	šiluminė varža	m ² ·K/W
R_v	dujų konstanta vandens garams =462	Pa·m ³ /(K·kg)
T	temperatūra	K
U	šilumos perdavimo koeficientas	W/(m ² ·K)
V	pastato vidaus tūris	m ³
d	medžiagos sluoksnio storis	m
ϕ_{Rsi}	atitvaros vidaus paviršiaus temperatūrinis faktorius	-
$\phi_{Rsi, min}$	projektinis atitvaros vidaus paviršiaus temperatūrinis faktorius	-
g	vandens garų srauto tankis	kg/(m ² ·s)
n	oro pasikeitimo dažnis	h ⁻¹
p	dalinis vandens garų slėgis	Pa
p_i	vidaus oro dalinis vandens garų slėgis	Pa
p_e	išorės oro dalinis vandens garų slėgis	Pa
p_{sat}	vandens garų soties slėgis	Pa
Δp	vidaus oro dalinio vandens garų slėgio prieaugis	Pa
q	šilumos srauto tankis	W/m ²
s_d	medžiagos sluoksnio garinei varžai lygiavertis oro sluoksnio storis (sutrumpintai – lygiavertis oro sluoksnio storis)	m
t	laikas	s
u	masinis medžiagos drėgnis	kg/kg
δ_p^{air}	oro vandens garų laidumas dalinio garų slėgio atžvilgiu	kg/(m·s·Pa)
v	tūrinis oro drėgnis	kg/m ³
Δv	vidinis drėgmės prieaugis	kg/m ³
φ	santykinis oro drėgnis	%
λ_{ds}	medžiagos projektinis šilumos laidumo koeficientas	W/(m·K)
μ	vandens garų varžos faktorius	-

θ	temperatūra	°C
$\theta_{si, min}$	minimali priimtina paviršiaus temperatūra	°C

5. Reglamento priede vartojami poraidžiai:

c – kondensacija;	n – skaičius (kiekis);
cr – kritinė vertė;	s – paviršius;
e – išorė;	sat – vertė prisotintoje būsenoje;
ev – garavimas;	se – išorinis paviršius;
i – vidus;	si – vidinis paviršius;
min – minimali vertė;	t – suminis viso komponento ar elemento.
j – numeris;	

IV. PRADINIAI SKAIČIAVIMO DUOMENYS

6. Medžiagų ir gaminių savybės

Skaičiavimams turi būti naudojamos projektinės fizikinių dydžių vertės. Gali būti naudojamos medžiagos ar gaminių specifikacijoje nurodytos projektinės fizikinių dydžių vertės arba projektinės vertės, nustatytos pagal 2.1 lentelėje minimus standartus:

2.1 lentelė

Medžiagų ir gaminių savybės

Fizikinis dydis	Simbolis	Projektinės vertės
Šilumos laidumo koeficientas	λ_{ds}	Paimtos iš [2.7] arba nustatytos pagal [2.1]
Šiluminė varža	R	ar [2.8]
Vandens garų varžos faktorius	μ	Paimtos iš [2.7] arba nustatytos pagal [2.1]
Medžiagos sluoksnio garinei varžai lygiavertis oro sluoksnio storis	s_d	ar [2.9]

Šilumos laidumo koeficientas λ_{ds} ir vandens garų varžos faktorius μ taikytini vienalytėms medžiagoms, o šiluminė varža R ir lygiavertis oro sluoksnio storis s_d taikytini sudėtiniais gaminiams arba gaminiams be aiškiai apibrėžto storio.

Oro sluoksnių šiluminė varža imama iš Reglamento 1 priedo. Bet kokio oro tarpo garinei varžai lygiavertis oro sluoksnio storis s_d yra prilyginamas 0,01 m, neatsižvelgiant į sluoksnio storį ir jo padėtį.

7. Klimato sąlygos

7.1. Statinio vieta

Išorės oro parametrai turi atitikti statinio vietovės klimato duomenis.

7.2. Laiko periodas

Skaičiavimais vertinant pelėsių augimo ant atitvaros paviršiaus riziką arba vertinant kondensacijos pavojų atitvaros viduje turi būti naudojami vidutiniai mėnesiniai klimato duomenys, pateikti 2.2 lentelėje [2.3].

Skaičiavimais vertinant kondensacijos riziką ant mažos šiluminės inercijos elementų paviršių, pvz., langų ir jų rėmų, turi būti naudojama lentelėje 2.3 nurodyta minimali metinė paros temperatūra (Pastaba. Skaičiavimuose numatyta, kad vieną dieną per pusę metų tam tikra kondensacija galima).

Vidutinės mėnesinės išorės oro temperatūros (°C) ir vidutiniai mėnesiniai išorės oro santykiniai drėgniai (%) įvairiuose Lietuvos miestuose

	Metų mėnuo											
Miestas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Biržai	-5,7	-5,2	-1,2	5,5	12,1	15,7	16,7	15,9	11,4	6,7	1,5	-3,2
	84	82	79	74	69	72	77	79	83	85	88	87
Dūkštas	-6,8	-5,9	-1,9	5,2	12,1	15,5	16,8	15,9	11,2	6,2	0,9	-3,8
	87	85	81	74	70	72	76	79	84	86	89	89
Dotnuva	-5,4	-4,7	-0,8	5,6	12,3	15,8	17	16,4	11,8	6,9	1,7	-2,5
	87	85	82	75	70	74	76	77	82	85	89	89
Kaunas	-5,2	-4,3	-0,4	5,8	12,4	15,8	16,9	16,4	11,9	7,1	1,8	-2,3
	86	83	81	75	72	74	77	78	82	86	89	89
Kybartai	-4,4	-3,7	0,2	6,2	12,4	15,4	16,9	16,5	12,4	7,8	2,5	-1,9
	86	85	81	75	72	75	78	79	82	85	88	89
Klaipėda	-2,8	-2,6	0,3	5	10,6	14,3	16,6	16,8	13,3	9	3,9	-0,1
	84	82	80	78	75	79	79	79	80	82	85	85
Laukuva	-5,3	-4,7	-1,2	4,8	11,3	14,9	16,1	15,5	11,2	6,7	1,4	-2,8
	88	86	82	76	72	74	79	80	85	88	91	91
Lazdijai	-5,5	-4,7	-0,5	6,1	12,4	15,6	16,6	16,2	12	7,4	1,9	-2,7
	87	85	81	73	69	72	75	76	80	84	88	89
Nida	-3,2	-2,9	-0,1	4,9	11	15,3	17,2	17,3	13,7	9,2	3,9	-0,1
	86	85	84	81	78	77	78	78	80	83	86	86
Panevėžys	-5,3	-4,7	-0,6	5,6	12,3	15,7	17,1	16,2	11,7	6,9	1,9	-2,9
	85	83	80	74	70	73	77	78	82	85	88	88
Raseiniai	-5,4	-4,7	-1	5,3	11,7	15,2	16,4	15,8	11,5	6,8	1,6	-2,8
	88	86	83	77	72	74	78	80	84	88	91	90
Šiauliai	-5,1	-4,7	-1	5,2	11,8	15,5	16,7	16,1	11,7	7	1,8	-2,6
	87	84	81	74	69	71	75	78	82	85	88	89
Šilutė	-3,8	-3,3	0,3	5,7	11,7	15,3	16,7	16,3	12,4	8	2,9	-1,1
	87	85	81	76	72	74	78	80	83	85	88	89
Telšiai	-4,7	-4,4	-0,9	4,8	11,2	14,9	16,4	15,7	11,5	7	1,7	-2,3
	87	85	81	75	70	73	77	79	83	86	89	89
Ukmergė	-5,7	-4,8	-0,8	5,9	12,5	15,7	16,8	16,2	11,8	7	1,8	-2,8
	85	83	80	75	71	74	77	78	82	84	88	88
Utena	-6	-5,2	-1,2	5,5	12,2	15,6	16,8	15,9	11,4	6,6	1,4	-3,2
	85	83	79	74	70	72	75	78	82	84	87	88
Varėna	-5,8	-4,6	-0,7	6	12,3	15,7	16,9	16,2	11,7	6,8	1,9	-2,8
	84	82	77	72	69	71	74	76	80	84	87	88
Vėžaičiai	-4	-3,7	-0,4	5,1	11,3	14,9	16,3	15,9	11,9	7,6	2,5	-1,5
	88	85	81	77	71	74	78	80	83	85	88	90
Vilnius	-6,4	-5,2	-0,9	5,5	12,3	15,6	16,7	16	11,3	6,3	0,9	-3,2
	87	84	80	73	68	72	75	77	82	86	89	90

Minimali metinė išorės oro paros temperatūra įvairiuose Lietuvos miestuose [2.3]

Miestas	Minimali metinė išorės oro paros temperatūra, °C
Kaunas	-27
Klaipėda	-24
Šiauliai	-27
Telšiai	-26
Vilnius	-27

7.3. Temperatūros

Skaiciavimams turi būti naudojamos šios temperatūros [2.4]:

- išorės oro temperatūra, kaip nurodyta 7.2 punkte;
- greta statinio elemento esančio grunto temperatūra. Turi būti naudojamos vidutinės metinės išorės oro temperatūrų vertės.

- vidaus oro temperatūra. Nustatoma pagal pastato ar jo patalpų paskirtį.

7.4. Drėgminės sąlygos

Drėgminės sąlygos įvertinamos taip [2.4]:

- išorės oro drėgminėms sąlygoms apibūdinti naudojamas vandens garų dalinis slėgis p_e .

Vidutinis mėnesinis dalinis vandens garų slėgis p_e apskaičiuojamas pagal vidutinę mėnesinę temperatūrą θ_e ir vidutinį mėnesinį santykinį oro drėgnį φ_e :

$$p_e = \frac{\varphi_e \cdot p_{sat.e}}{100}, \text{ Pa}; \quad (2.11)$$

čia $p_{sat.e}$ – išorės oro vandens garų soties slėgis, Pa, esant vidutinei mėnesinei išorės oro temperatūrai θ_e .

Atliekant mažos šiluminės inercijos elementų kondensacijos rizikos skaičiavimus, pvz., langų ir jų rėmų, išorės oro santykinis drėgnis priimamas 95 %;

- grunto drėgminės sąlygos.

Grunto drėgnis prilyginamas santykiniam oro drėgniui 100 %;

- vidaus (patalpų) oro drėgnis.

Kai patalpose palaikomas pastovus santykinis oro drėgnis $\varphi_{i, const}$ (pvz., yra oro kondicionavimo sistema), vidaus oro dalinis vandens garų slėgis apskaičiuojamas [2.4]:

$$p_i = \frac{(\varphi_{i, const} + 5) \cdot p_{sat.i}}{100}, \text{ Pa}; \quad (2.12)$$

čia $p_{sat.i}$ – vidaus oro vandens garų soties slėgis, Pa, esant vidaus oro temperatūrai θ_i .

Kitais atvejais vidaus oro dalinis vandens garų slėgis apskaičiuojamas [2.4]:

$$p_i = p_e + 1,1 \cdot \Delta p, \text{ Pa}. \quad (2.13)$$

Formulėse (2.12) ir (2.13) neįvertinta, kad išorės temperatūrų pokyčiai, kintanti saulės spinduliuotė, medžiagų higroskopinė inercija, nepastovus patalpų šildymas gali turėti įtakos išorinėms drėgminėms sąlygoms. Ypač ši įtaka gali pasireikšti šiluminių intarpų zonose iš didelės šiluminės inercijos statybinių medžiagų. Minėtose formulėse taip pat neįvertinta, kad gyventojų elgsena gali daryti įtaką patalpų ventiliacijai.

8. Paviršių varžos**8.1. Šilumos perdavimas**

Įvertinant pelėsių augimą atitvaros paviršiuje ir vykdant drėgmės kondensavimosi atitvaros viduje skaičiavimus, imamos 2.4 lentelėje nurodytos paviršių šiluminių varžų R_{se} ir R_{si} vertės [2.4]:

2.4 lentelė

Paviršių šiluminės varžos

Pavadinimas	Šiluminė varža $m^2 \cdot K/W$
Išorės paviršiaus šiluminė varža R_{se}	0,04
Vidaus paviršiaus šiluminė varža R_{si} : įstiklintų paviršių ir rėmų visų kitų paviršių	0,13 0,25

8.2. Vandens garų pernešimas

Paviršių garinės varžos daro nežymią įtaką Reglamente pateiktų skaičiavimo metodų tikslumui, todėl jos nevertinamos.

V. PAVIRŠIAUS TEMPERATŪROS SKAIČIAVIMAS NORINT IŠVENGTI KRITINIO PAVIRŠIAUS DRĖGNUMO

9. Įvadas

Čia pateikiami metodai pastato elementų projektavimui, neleidžiantys susidaryti nepalankiems poveikiams dėl kritinio paviršių drėgnio, pvz., pelėsių augimui.

Kondensacija paviršiuose gali suardyti neapsaugotas ir jautrias drėgmei statybines medžiagas. Trumpalaikė ir nedidelė kondensacija gali būti priimtina, pvz., ant langų ir vonios plytelių paviršių, jei paviršiai neabsorbuoja drėgmės ir naudojamos pakankamos priemonės drėgmės kontaktui užkirsti su gretimomis jautriomis drėgmei medžiagomis.

Jei keletą dienų santykinis oro drėgnis atitvaros paviršiuje viršija 80 %, atsiranda pelėsių augimo rizika.

10. Nustatomi parametrai

Be išorės klimato (oro temperatūros ir drėgnio), trys parametrai lemia kondensaciją paviršiuose ir pelėsių augimą:

- kiekvieno pastato elemento „šiluminė kokybė“, įvertinanti šiluminę varžą, šiluminius tiltelius, geometriją, vidinių paviršių varžas. Šiluminė kokybė gali būti išreikšta vidaus paviršiaus temperatūriniu faktoriumi f_{Rsi} .

- drėgmės kiekis viduje, žr. 7.4 punktą;

- vidaus oro temperatūra ir šildymo sistema.

Žemesnė patalpų temperatūra dažniausiai pavojingesnė. Ypač kambariams, kurie mažai šildomi, periodiškai šildomi arba nešildomi ir vandens garai į juos gali patekti iš gretutinių šiltesnių patalpų. Šildymo sistema lemia oro judėjimą ir temperatūros pasiskirstymą patalpose ir todėl atskiri šaltesni atitvarų paviršių plotai gali tapti kritiškesni.

11. Skaičiavimo būdas tikslu išvengti pelėsių augimo atitvarų paviršiuje

Norint išvengti pelėsių augimo, santykinis oro drėgnis atitvaros paviršiuje neturi viršyti 80%.

Kiekvienam metų mėnesiui turi būti atlikti šie skaičiavimai [2.4]:

- pagal 7.3 punktą nustatyta išorės oro temperatūra;

- pagal 7.4 punktą ir (2.11) formulę nustatytas išorė oro vidutinis mėnesinis vandens garų dalinis slėgis p_e ;

- nustatyta projektinė vidaus oro temperatūra θ_i . Įvairios paskirties visuomeninėms ir gyvenamoms patalpoms ši temperatūra gali būti nustatyta iš [2.2], o pramonės ir žemės ūkio pastatų patalpų temperatūros imamos pagal nustatytus technologinius reikalavimus;

- pagal 7.4 punktą ir (2.12) arba (2.13) formules apskaičiuotas patalpų oro dalinis vandens garų slėgis p_i ;

- apskaičiuotas minimalus priimtinas vandens garų soties slėgis $p_{sat}(\theta_{si})$, esant atitvaros paviršiaus temperatūrai θ_{si} ir maksimaliam priimtinam santykiniam oro drėgniui atitvaros paviršiuje 80 %:

$$p_{sat}(\theta_{si}) = \frac{p_i}{0,8}, \text{ Pa}; \quad (2.14)$$

Pastaba. Vietoje santykinio oro drėgnio atitvaros paviršiuje 80 %, kuris įvertina pelėsių augimo sąlygas, (2.14) formulėje gali būti panaudotas santykinis oro drėgnis 60 %, kuris apibūdina plieno korozijos pradžią.

- pagal (2.9) arba (2.10) formules apskaičiuota minimali priimtina paviršiaus temperatūra $\theta_{si, min}$ esant pagal (2.14) formulę nustatytam minimaliam priimtinam vandens garų soties slėgiui $p_{sat}(\theta_{si})$;

- turint nustatytas temperatūras $\theta_{si, min}$, θ_i ir θ_e , vertes, pagal (2.2) formulę apskaičiuotas projektinis atitvaros temperatūrinis faktorius $\mathcal{O}_{Rsi, min}$.

Mėnuo, kurio temperatūrinis faktorius $\mathcal{O}_{Rsi, min}$ didžiausias, yra nepalankiausias. Šis didžiausias temperatūrinis faktorius žymimas simboliu $\mathcal{O}_{Rsi, max}$. Atitvara turi būti suprojektuota taip, kad bet kurį metų mėnesį $\mathcal{O}_{Rsi}$, apskaičiuotas pagal (2.1) formulę, būtų didesnis už $\mathcal{O}_{Rsi, max}$, t. y. $\mathcal{O}_{Rsi} > \mathcal{O}_{Rsi, max}$.

Reglamento 9 priede pateikti skaičiavimų pavyzdžiai.

Pastaba. Pastato plokštiesiems elementams projektinis vidaus paviršiaus temperatūrinis faktorius gali būti nustatytas pagal formulę $f_{Rsi} = \left(\frac{1}{U} - R_{si} \right) \cdot U$ [2.4].

12. Skaičiavimo būdas norint išvengti kondensacijos lengvų atitvarų paviršiuje

Lengvoms konstrukcijoms, kurių vidinio paviršiaus temperatūra, keičiantis išorės oro temperatūrai, pakinta greičiau negu per parą, pvz., langų rėmai, turi būti atlikti šie skaičiavimai [2.4]:

- nustatyta išorės oro minimali metinė dienos temperatūra;
- pagal (2.11) formulę apskaičiuotas išorės oro dalinis vandens garų slėgis p_e , esant 95 % santykiniam išorės oro drėgniui;
- nustatyta projekcinė vidaus oro temperatūra θ_i . Ši temperatūra gali būti nustatyta pagal higienos normas (pvz., [2.10]) arba pagal kitus reikalavimus pastatų mikroklimatui;
- pagal 7.4 punktą ir (2.12) arba (2.13) formules apskaičiuotas patalpų oro dalinis vandens garų slėgis p_i ;
- apskaičiuotas minimalus priimtinas vandens garų soties slėgis $p_{sat}(\theta_{si})$, esant atitvaros paviršiaus temperatūrai θ_{si} ir maksimaliam priimtinam santykiniam oro drėgniui atitvaros paviršiuje 100 %:

$$p_{sat}(\theta_{si}) = p_i, \text{ Pa}; \quad (2.15)$$

- pagal (2.9) arba (2.10) formules apskaičiuota minimali priimtina paviršiaus temperatūra $\theta_{si, min}$ esant pagal (2.15) formulę nustatytam minimaliam priimtinam vandens garų soties slėgiui $p_{sat}(\theta_{si})$;

- turint nustatytas temperatūras $\theta_{si, min}$, θ_i ir θ_e , vertes, pagal (2.2) formulę apskaičiuotas projektinis atitvaros temperatūrinis faktorius $\mathcal{O}_{Rsi, min}$.

Atitvara turi būti suprojektuota taip, kad $\mathcal{O}_{Rsi}$, apskaičiuotas pagal (2.1) formulę, būtų didesnis už $\mathcal{O}_{Rsi, min}$, t. y. $\mathcal{O}_{Rsi} > \mathcal{O}_{Rsi, min}$.

Reglamento 9 priede pateiktas skaičiavimo pavyzdys.

VI. DRĖGMĖS KONDENSAVIMOSI ATITVAROS VIDUJE SKAIČIAVIMAS

13. Įvadas

Čia pateiktas metinio drėgmės balanso skaičiavimo ir maksimalaus atitvaros viduje susikaupusio drėgmės kiekio skaičiavimo metodas, kai drėgmė kondensuojasi atitvaros viduje. Metode priimta, kad statybos metu į atitvaros vidų patekusi drėgmė yra išdžiūvusi.

Taikant šį metodą, galima palyginti skirtingas atitvarų konstrukcijas ir nustatyti konstrukcinių pakeitimų poveikį jų įdrėkimui. Šio metodo negalima taikyti, kai norime nustatyti tikslų eksploatuojamo pastato atitvarų drėgnumą arba apskaičiuoti, kaip džiūsta statybos metu į atitvaros vidų patekusi drėgmė.

14. Principai

Pradedant nuo mėnesio, kada pradeda vykti kondensacija atitvaros viduje, apskaičiuojamas atitvaroje susikaupiantis arba iš jos išgaruojantis drėgmės kiekis kiekvieno iš dvylikos mėnesių laikotarpiu. Drėgmės kondensavimosi atitvaros viduje laikotarpiu susikondensavusios drėgmės kiekis kiekvieno mėnesio gale palyginamas su suminiu išgaravusios drėgmės kiekiu likusiu metų laikotarpiu. Priimama, kad sąlygos vienmatės ir nuostoviosios būsenos. Oro judėjimas per atitvarą ar jos viduje nevertinamas.

Priimama, kad drėgmės pernešimas vyksta tik vandens garų difuzijos būdu ir jis aprašomas šia lygtimi [2.4]:

$$g = \frac{\delta_p^{air}}{\mu} \cdot \frac{\Delta p}{\Delta x} = \delta_p^{air} \cdot \frac{\Delta p}{s_d}, \text{ kg/(m}^2 \cdot \text{s)}; \quad (2.16)$$

čia: $\delta_p^{air} = 2 \cdot 10^{-10} \text{ kg/(m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa)}$. δ_p^{air} vertė priklauso nuo temperatūros ir barometrinio slėgio, tačiau jų įtaka šiame metode nevertinama.

Šilumos srauto tankis aprašomas šia lygtimi [2.4]:

$$q = \lambda_{ds} \cdot \frac{\Delta \theta}{d} = \frac{\Delta \theta}{R}, \text{ W/m}^2; \quad (2.17)$$

čia: λ_{ds} – medžiagos šilumos laidumo koeficiento projekcinė vertė. Priimta, kad šilumos laidumo koeficiento λ_{ds} vertė ir šiluminės varžos vertė R yra nekintantys, medžiagos šiluminė talpa nesvarbi ir todėl nevertinama. Šilumos išsiskyrimas ar sugėrimas dėl drėgmės fazinių pokyčių nepaisomas.

15. Apribojimai ir paklaidų šaltiniai

Dėl 14 punkte aprašytų supaprastinimų susidaro šie paklaidų šaltiniai [2.4]:

- medžiagos šilumos laidumas priklauso nuo jos drėgnio; taip pat drėgmei kondensuojantis/išgaruojant, išsiskiria/sugerama šiluma. Todėl pasikeičia temperatūrų bei soties slėgių pasiskirstymas per atitvaros skerspjūvį bei pakinta susikondensavusios bei išgaravusios drėgmės kiekiai;

- medžiagų nekintančių parametrų naudojimas duoda apytikslius duomenis;

- daugelyje medžiagų vyksta kapiliarinis pasiurbimas ir skystos drėgmės pernešimas, todėl gali pasikeisti drėgmės pasiskirstymas atitvaros skerspjūvyje;

- oro judėjimas nesandarumuose arba oro tarpuose gali pakeisti drėgmės pasiskirstymą dėl drėgmės pernešimo konvekcijos būdu. Drėgmės sąlygas taip pat gali pakeisti lietūs ar tirpstantis sniegas;

- tikrosios aplinkų sąlygos mėnesio eigoje kinta;

- daugelis medžiagų yra daugiau ar mažiau higroskopinės ir gali absorbuoti vandens garus;

- priimtas vienmatės drėgmės pernešimas;

- neįvertintas saulės bei ilgabangių šiluminių spindulių poveikis.

Nevertinant skystos drėgmės pernešimo, dažniausiai pasiekiami saugesni skaičiavimo rezultatai.

Skaičiuojant atitvaras, kuriose yra oro srautų judėjimas per jas arba atitvarų viduje, skaičiavimo rezultatai gali būti labai nepatikimi, todėl jie turėtų būti vertinami labai atsargiai.

16. Skaičiavimas

16.1. Medžiagų savybės

Atitvara sudalijama į lygiagrečius homogeniškus sluoksnius ir nustatomos kiekvieno sluoksnio medžiagos savybės bei atitvaros paviršių koeficientai pagal šio priedo 6 ir 8 punktų reikalavimus. Kiekvienas daugi sluoksnės medžiagos sluoksnis ar komponentas, įskaitant bet kurį gaminį su danga arba apdaila, turi būti traktuojamas kaip individualus sluoksnis, turintis atitinkamus parametrus, pilnai įvertinančius jo šilumos ir drėgmės pernešimo savybes.

Apskaičiuojama kiekvieno atitvaros sluoksnio šiluminė varža R ir medžiagos sluoksnio garinei varžai lygiavertis oro sluoksnio storis s_d . Didelę šiluminę varžą turintis sluoksnis, pvz., termoizoliacinis sluoksnis, turi būti padalijamas į reikiamą kiekį sluoksnelių, kurių kiekvieno šiluminė varža neviršija $0,25 \text{ m}^2 \text{ K/W}$; šie sluoksneliai visuose skaičiavimuose traktuojami kaip atskiri medžiagų sluoksniai [2.4].

Kai kurios medžiagos, pvz., plieno lakštai, sudaro efektyvų barjerą vandens garams ir todėl jų μ vertė yra be galo didelė. Skaičiavimuose tokių medžiagų μ vertė apribojama ir priimama $\mu = 100\,000$. Tai gali privesti prie nežymaus kondensato kiekio prognozės, kuri galėtų būti ignoruojama kaip atitinkama skaičiavimo metodo paklaida [2.4].

Apskaičiuojami suminė šiluminė varža ir lygiavertis oro sluoksnio storis nuo atitvaros išorinio paviršiaus iki kiekvienos sluoksnių sandūros n [2.4]:

$$R_n = R_{se} + \sum_{j=1}^n R_j, \text{ m}^2 \text{ K/W}; \quad (2.18)$$

$$s_{d,n} = \sum_{j=1}^n s_{d,j}, \text{ m}; \quad (2.19)$$

čia: j – atitvaros sluoksnio numeris;
 n – atitvaros sluoksnių skaičius.

Apskaičiuojami atitvaros visuminė šiluminė varža [2.10] ir visuminis lygiavertis oro sluoksnio storis [2.4]:

$$R_t = R_{si} + \sum_{j=1}^N R_j + R_{se}, \text{ m}^2 \text{ K/W}; \quad (2.20)$$

$$s_{d,t} = \sum_{j=1}^n s_{d,j}, \text{ m}; \quad (2.21)$$

čia n – bendras atitvaros sluoksnių skaičius.

16.2. Ribinės sąlygos

Vidaus ir išorės temperatūros bei santykinės oro drėgmės nustatomos pagal šio priedo 7 punktą.

16.3. Startinis mėnuo

Skaičiavimai pradedami nuo bet kurio metų mėnesio. Pagal šio priedo 16.4 ir 16.5 punktų reikalavimus apskaičiuojamos temperatūros, vandens garų soties slėgiai, daliniai vandens garų slėgiai ir nustatomas jų pasiskirstymas atitvaroje. Nustatoma ar atitvaroje vyksta kondensacija.

Jei bandomojo mėnesio metu kondensacija atitvaroje nenustatyta, skaičiavimai atliekami kiekvienam ateinančiam mėnesiui, kol:

- kondensacija atitvaroje nebus nustatyta nei vieno iš dvylikos mėnesių metu, ir tada skaičiavimų išvadoje pažymima, kad kondensacija atitvaros viduje nevyksta, arba:
- bus surastas mėnuo, kurio metu vyksta kondensacija. Tai bus skaičiavimų pradžios mėnuo.

Jei bandomojo mėnesio metu bus nustatyta kondensacija atitvaroje, skaičiavimai atliekami kiekvienam ankstesniam mėnesiui, kol:

- kondensacija atitvaroje bus nustatyta visų dvylikos mėnesių metu ir tada pagal 16.4 bei 16.5 punktų reikalavimus gali būti apskaičiuotas per metus atitvaroje susikaupiantis drėgmės kiekis, arba:

- bus surastas mėnuo, kurio metu kondensacija nevyksta. Tai bus startinis skaičiavimų mėnuo.

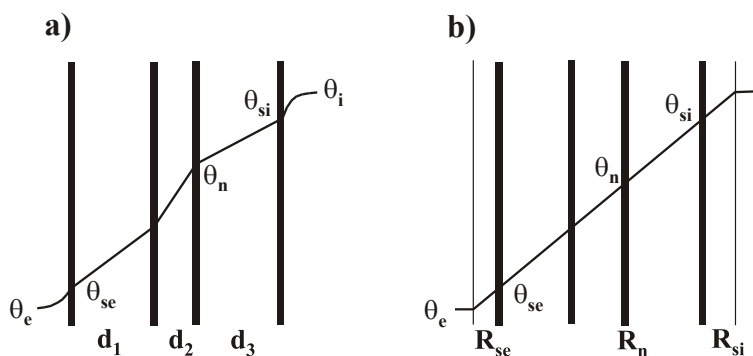
Kai nustatytas startinis skaičiavimų mėnuo, nuo šio mėnesio pradžios pagal šio priedo 16.4, 16.5 bei 16.6 punktų reikalavimus atliekami skaičiavimai kiekvienam metų mėnesiui.

16.4. Temperatūros ir vandens garų soties slėgių pasiskirstymas

Kiekvienoje atitvaros sluoksnių sandūroje apskaičiuojama temperatūra [2.4]:

$$\theta_n = \theta_e + \frac{R_n}{R_t} \cdot (\theta_i - \theta_e), ^\circ\text{C}. \quad (2.22)$$

Priimant nuostoviosios būsenos sąlygas, temperatūros pasiskirstymas sluoksnio viduje yra tiesinis (žr. 2.1 pav.).



2.1 pav. Temperatūros pasiskirstymas daugiasluoksnyje atitvaroje: a) nubrėžtas sluoksnių storio atžvilgiu; b) nubrėžtas sluoksnių šiluminės varžos atžvilgiu

Kiekvienoje sluoksnių sandūroje pagal jos temperatūrą apskaičiuojamas vandens garų soties slėgis (žr. (2.7) ir (2.8) formules).

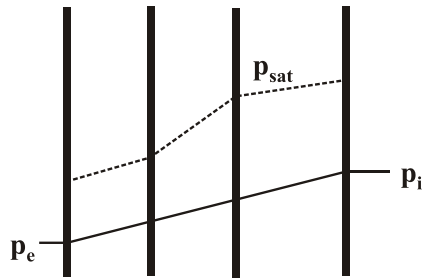
16.5. Vandens garų slėgių pasiskirstymas

Brėžiamas atitvaros skerspjūvis, sluoksnių storius atidedant proporcingai sluoksnių s_d (žr. 2.2 pav.). Brėžiama vandens garų soties slėgių pasiskirstymo atitvaroje kreivė, šias slėgių vertes atitvaros sandūrose jungiant tiesėmis.

Jei iš praėjusio mėnesio nėra susikaupusio kondensato likučio, brėžiama dalinio vandens garų slėgio pasiskirstymo atitvaroje kreivė, tiesia linija jungianti vidaus ir išorės oro dalinių vandens garų slėgių vertes (p_i ir p_e). Jei ši kreivė nekerta vandens garų soties slėgių pasiskirstymo atitvaroje laužtinės linijos, kondensacijos atitvaros viduje nėra (žr. 2.2 pav.).

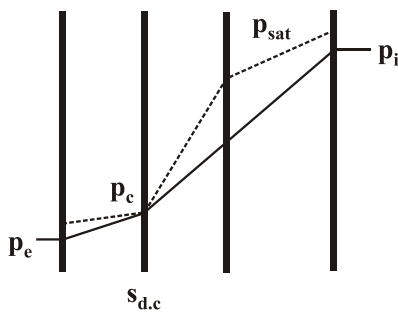
Nesant atitvaros viduje kondensacijos, vandens garų srauto tankis per atitvarą gali būti apskaičiuotas [2.4]:

$$g = \delta_p^{air} \cdot \frac{p_i - p_e}{s_{d,t}}, \text{ kg/(m}^2\text{s)}. \quad (2.23)$$



2.2 pav. Vandens garų slėgių pasiskirstymas daugi sluoksnyje atitvaroje, kai nė vienoje sluoksnių sandūroje drėgmė nesikondensuoja

Jeigu kurioje nors sluoksnių sandūroje dalinio vandens garų slėgio vertė viršija vandens garų soties slėgio vertę, dalinių vandens garų slėgių pasiskirstymo kreivę perbraižoma taip, kad ji liestų (jei įmanoma nedaugelyje taškų), bet neviršytų vandens garų soties slėgių kreivės (žr. 2.3 ir 2.5 pav.). Šie lietimosi taškai yra kondensacijos plokštumos.



2.3 pav. Vandens garų slėgių pasiskirstymas daugi sluoksnyje atitvaroje, kai drėgmė kondensuojasi vienoje atitvaros sluoksnių sandūroje (plokštumoje)

Paviršių ir kiekvienos plokštumos sluoksnių sandūroje j dalinį vandens garų slėgį p_j galima apskaičiuoti pagal formulę [2.4]:

$$p_j = p_{j-1} + \frac{s_{d,j}}{s_{d,t}}(p_i - p_e), \text{ Pa}; \quad (2.24)$$

p_{j-1} – dalinis vandens garų slėgis sluoksnių sandūroje $j-1$, Pa;

ia:

$s_{d,j}$ – atitvaros sluoksnio j , esančio tarp atitvaros sluoksnių sandūrų j ir $j-1$, lygiavertis oro sluoksnio storis, m;

$s_{d,t}$ – atitvaros visuminis lygiavertis oro sluoksnio storis, m.

Pastaba. Kai atitvaros sluoksnių sandūroje apskaičiuotoji dalinio vandens garų slėgio vertė yra didesnė už šios plokštumos p_{sat} vertę, tai šioje plokštumoje drėgmė kondensuojasi ir dalinis vandens garų slėgis turi būti prilygintas šios plokštumos p_{sat} vertei.

Apskaičiuotoji p_j vertė gali būti pagal (2.6) formulę perskaičiuota į santykinį oro drėgnį.

16.6. Kondensacija

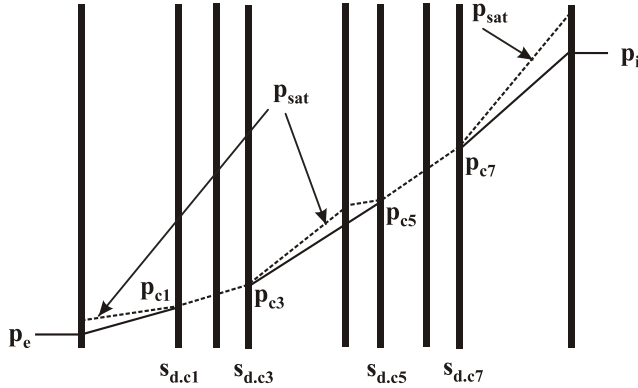
Kondensacijos srauto tankis yra lygus drėgmės, pritekančios į kondensavimosi plokštumą, ir drėgmės, ištekančios iš kondensavimosi plokštumos, srautų tankių skirtumui. Jei drėgmė kondensuojasi tik vienoje atitvaros sluoksnių sandūroje (žr. 2.3 pav.), drėgmės kondensacijos srauto tankis gali būti apskaičiuotas [2.4]:

$$g_c = \delta_p^{air} \cdot \left(\frac{p_i - p_c}{s_{d,t} - s_{d,c}} - \frac{p_c - p_e}{s_{d,c}} \right), \text{ kg/(m}^2\text{s)}; \quad (2.25)$$

$$g_{c1-c3} = \delta_p^{air} \cdot \left(\frac{p_{c5} - p_{c3}}{s_{d,c5} - s_{d,c3}} - \frac{p_{c1} - p_e}{s_{d,c1}} \right), \text{ kg/(m}^2\text{s)};$$

- zonoje tarp c5 ir c7 plokštumų:

$$g_{c5-c7} = \delta_p^{air} \cdot \left(\frac{p_i - p_{c7}}{s_{d,i} - s_{d,c7}} - \frac{p_{c5} - p_{c3}}{s_{d,c5} - s_{d,c3}} \right), \text{ kg/(m}^2\text{s)}. \quad (2.30)$$



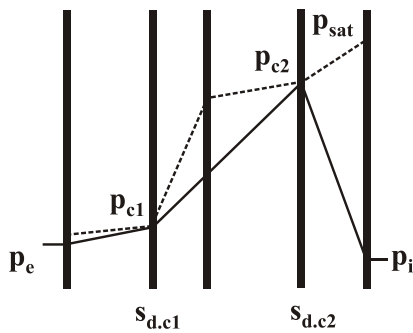
2.6 pav. Vandens garų slėgių pasiskirstymas daugiasluoksniėje atitvaroje, kai drėgmė kondensuojasi keliose viena nuo kitos nutolusiose atitvaros zonose, kiekviena iš kurių apima kelias viena šalia kitos esančias atitvaros sluoksnių sandūras

16.7. Garavimas.

Susikondensuojančios ir išgaruojančios drėgmės srautų tankio skaičiavimo formulės yra vienodos. Tariaama, kad drėgmė kondensuojasi, kai apskaičiuota vertė yra teigiama, ir išgaruoja, kai vertė neigiama [2.4].

16.8. Garavimas ir kondensacija.

Atitvaroje, kurioje drėgmė kondensuojasi dviejose viena nuo kitos nutolusiose atitvaros sluoksnių sandūrose, metų eigoje turėtų būti bent vienas mėnuo, kai vienoje iš sandūrų drėgmė kondensuojasi, o kitoje garuoja (žr. 2.7 pav.)



2.7 pav. Vandens garų slėgių pasiskirstymas daugiasluoksniėje atitvaroje, kai drėgmė iš vienos sandūros garuoja, o kitoje kondensuojasi

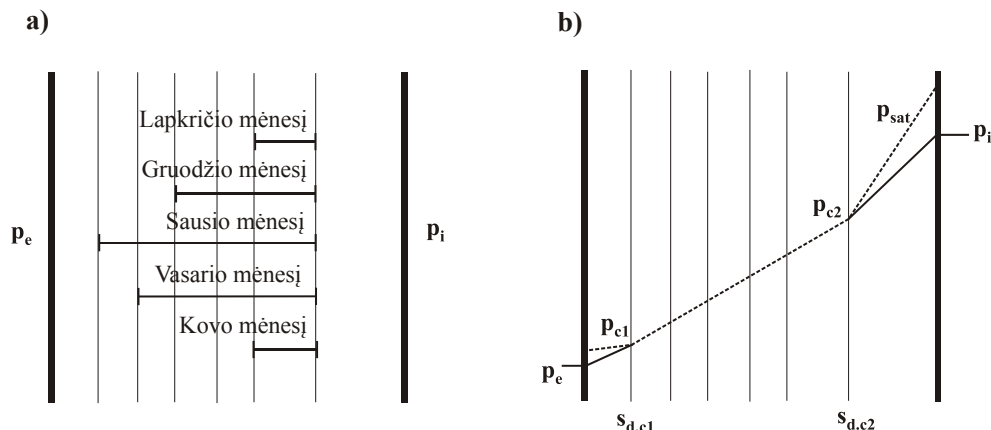
2.7 pav. nurodytu atveju drėgmės kondensavimosi ir garavimo srauto tankiai apskaičiuojami kiekvienoje sandūroje atskirai [2.4]:

$$\text{- sandūroje c1: } g_{c1} = \delta_p^{air} \cdot \left(\frac{p_{c2} - p_{c1}}{s_{d,c2} - s_{d,c1}} - \frac{p_{c1} - p_e}{s_{d,c1}} \right), \text{ kg/(m}^2\text{s)}; \quad (2.31)$$

$$\text{- sandūroje c2: } g_{ev2} = \delta_p^{air} \cdot \left(\frac{p_i - p_{c2}}{s_{d,t} - s_{d,c2}} - \frac{p_{c2} - p_{c1}}{s_{d,c2} - s_{d,c1}} \right), \text{ kg/(m}^2 \cdot \text{s)}. \quad (2.32)$$

16.9. Metinio drėgmės balanso skaičiavimas

Skaičiavimų eigoje kiekvieną metų mėnesį vandens garų slėgiai atitvaros sluoksnių sandūrose pakinta. Taip pat drėgmės kondensavimosi laikotarpiu keičiasi kondensacijos zonos plotis atitvaroje. Vieną ar kelis metų mėnesius kondensacija gali vykti tik vienoje sandūroje, po to gali apimti kelias atitvaros sluoksnių sandūras (žr. 2.8 a) pav.).



2.8 pav. Kondensacijos zonos pločio atitvaroje kitimo pavyzdys (a) ir vandens garų slėgių pasiskirstymas daugiasluoksniėje atitvaroje sausio mėnesį, pagal kurį turi būti atliekami išgaravusios drėgmės kiekio skaičiavimai metų eigoje (b).

Pagal šio priedo 16.3 punkto reikalavimus skaičiavimai pradedami nuo startinio mėnesio. Susikondensavusios drėgmės kiekio skaičiavimai kiekvieną metų mėnesį atliekami tą mėnesį atitvaroje esančioje kondensacijos zonoje, o išgaravusios drėgmės kiekio skaičiavimai atliekami plačiausios kondensacijos zonos ribose (žr. 2.8 b) pav.) pagal šią formulę:

$$M_a = g_{c.,ev.} \cdot t, \text{ kg/m}^2; \quad (2.33)$$

čia: $g_{c.,ev.}$ – susikondensavusios arba išgaravusios drėgmės srauto tankis, $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;
 t – skaičiuojamojo laikotarpio trukmė, s.

Kiekvieną einamąjį metų mėnesį susikaupęs ar išgaravęs drėgmės kiekis sumuojamas prie praėjusio mėnesio drėgmės kiekio likučio kondensacijos zonoje. Kol ši suma yra teigiama, vandens garų slėgis sandūrose c1 ir c2 (žr. 2.8 b) pav.) nustatomas taip: sandūroje apskaičiuojama temperatūra (žr. 2.22 formulę) ir pagal (2.7) arba (2.8) formules apskaičiuojamas vandens garų slėgis, t. y. šiose sandūrose vandens garų slėgis prilyginamas vandens garų soties slėgiui.

Jei drėgmės kiekių suma mėnesio pabaigoje tampa neigiama, ji prilyginama nuliui. Nuo šio mėnesio iki startinio mėnesio pradžios atitvara laikoma išdžiūvusia ir tokioje atitvaroje drėgmė nesikaupia.

Jei metinis (12 mėnesių) drėgmės kiekių balansas teigiamas, tokioje atitvaroje drėgmė kaupiasi.

VII. LEISTINASIS DRĖGMĖS PRIEUGIS ATITVAROSE

17. Šiame Reglamento priede patektu drėgmės kondensavimosi atitvarų viduje skaičiavimo metodu negalima pakankamai tiksliai apskaičiuoti atitvarų viduje susikaupiančio drėgmės kiekio. Tam tikslui turi būti naudojami tikslesni atitvarų drėgminės būsenos skaičiavimo metodai, įvertinantys kintamas aplinkos poveikio sąlygas.

18. Drėgmės kaupimosi (kondensavimosi) atitvarose laikotarpiu susikaupiantis atitvarų viduje drėgmės kiekis yra normuojamas. Atitvaros turi būti suprojektuotos taip, kad drėgmės

kaupimosi laikotarpiu drėgmės prieaugis bet kuriame atitvaros sluoksnyje neviršytų 2.5 lentelėje nurodytų dydžių.

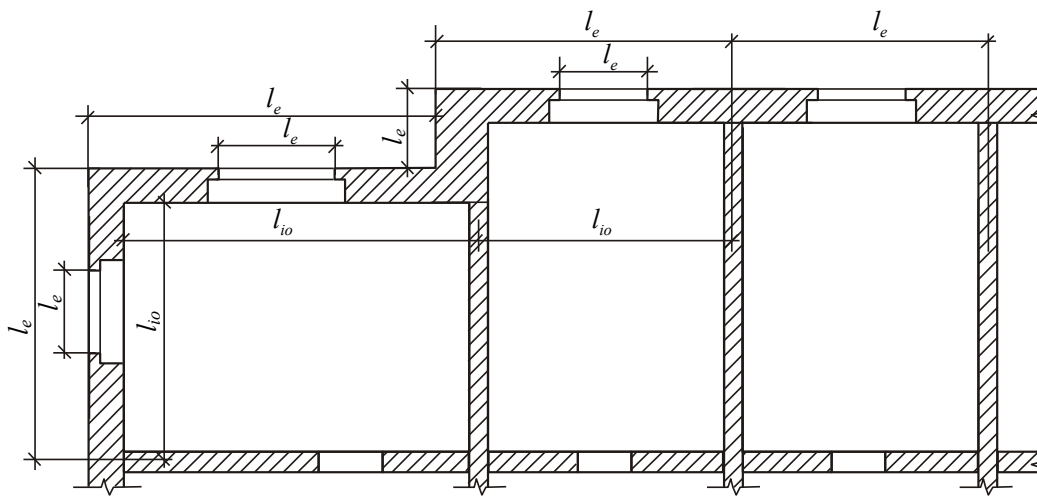
2.5 lentelė

Didžiausias leistinas drėgmės prieaugis atitvarų medžiagose Δu_{max} , kg/kg

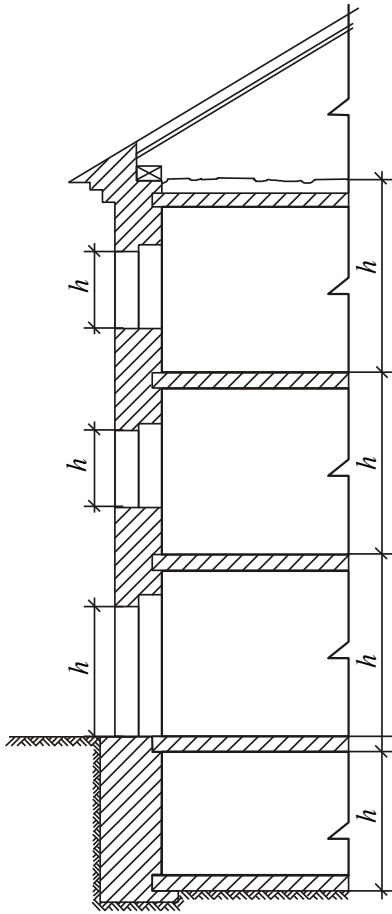
Eil. Nr.	Statybinė medžiaga	Masinio medžiagos drėgnio prieaugis Δu_{max} , kg/kg
1	Mineralinė vata	0,045
2	Polistireninis putplastis (EPS)	0,15
3	Ekstruzinis polistireninis putplastis (XPS) su žieve	0,025
4	Ekstruzinis polistireninis putplastis (XPS) be žievės	0,06
5	Putų poliuretanai	0,15
6	Organinės kilmės termoizoliacinės medžiagos – antiseptikuotos pjuvenos, drožlės, spalvai, susmulkinti šiaudai, durpės	0,15
7	Ekovata	0,2
9	Dujų gipsas ($\rho=500 \text{ kg/m}^3$)	0,2
10	Akytasis betonas, akytasis silikatas	0,18
12	Keramzitbartonis ($\rho=1100-1400 \text{ kg/m}^3$)	0,06
13	Keraminių plytų mūras ($\rho=1400 \text{ kg/m}^3$)	0,05
14	Silikatinių plytų mūras	0,06
15	Betonas, gelžbetonis	0,015
16	Mineralinis tinkas ir skiedinys	0,1
17	Gipso kartono plokštė (paprastoji)	0,15
18	Gipso kartono plokštė (drėgmei atspari)	0,05

PASTATO MATMENYS

1. Pastatų atitvarų matmenys nustatomi iš statybinių brėžinių (išoriniai matmenys l), kaip nurodyta 3.1 ir 3.2 pav., arba matuojant tiesiogiai.
2. Langų ir durų matmenys imami pagal mažiausius statybinių angų matmenis.
3. Grindų, stogų ir perdangų matmenys imami pagal pastato matmenis (matmenys $l_{i, o}$, 3.1 ir 3.2 pav.), įvertinant pertvarų storius.
4. Matmenys imami dviejų ženklų po kablelio tikslumu, metrais.
5. Atitvarų plotai imami dviejų ženklų po kablelio tikslumu, kvadratiniais metrais.
6. Patalpų vidiniai tūriai imami kubiniais metrais [STR 1.14.01:1999 „Pastatų plotų ir tūrių skaičiavimo tvarka“ (Žin., 1999, Nr. [84-2507](#); 1999, Nr. [98-2831](#))].



3.1 pav. Horizontalūs atitvarų matmenys plane



3.2 pav. Vertikalūs atitvarų matmenys pjūvyje

VIDAUS ORO DALINIO VANDENS GARŲ SLĖGIO PRIEAUGIS ĮVAIRIOS PASKIRTIES PATALPOSE

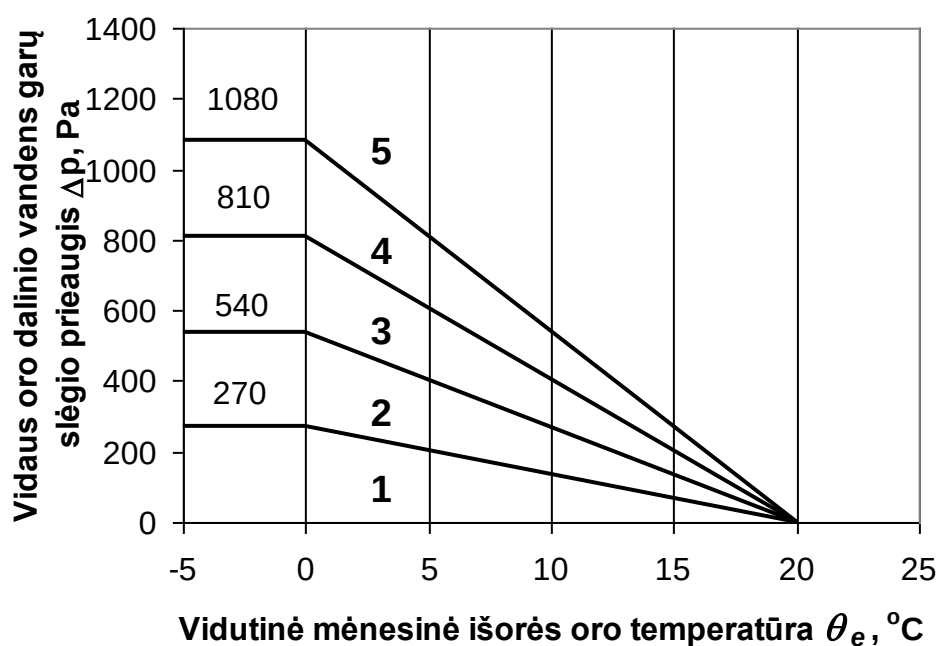
Reglamento 4 priede pateikti minimalūs reikalavimai drėgmės išsiskyrimams patalpose įvertinti.

Pagal vidaus oro dalinį vandens garų slėgio prieaugį patalpos gali būti skirstomos į penkias drėgnumo klases. 4.1 pav. nurodytos ribinės Δp vertės kiekvienai klasei.

4.1 lentelė

Patalpų ar pastatų suskirstymas į drėgnumo klases

Drėgnumo klasė	Pastatų ar patalpų apibūdinimas
1	Sandėliavimo patalpos
2	Kontoros, parduotuvės
3	Individualūs gyvenamieji pastatai
4	Pastatai su daug gyventojų, sporto salės, virtuvės, valgyklos, dujiniais prietaisais be dūmtraukių šildomi pastatai
5	Spec. paskirties pastatai, pvz., skalbyklos, alaus daryklos, baseinai



4.1 pav. Vidaus oro dalinio vandens garų slėgio prieaugis įvairių drėgnumo klasių patalpose priklauso nuo vidutinės mėnesinės išorės oro temperatūros

Temperatūrų intervale tarp 0 °C ir 20 °C oro dalinio vandens garų slėgio prieaugiai gali būti skaičiuojami taip:

$$\begin{aligned} &1 \text{ drėgnumo klasei:} && \text{dalinio vandens garų slėgio prieaugis prilygintas nuliui;} \\ &2 \text{ drėgnumo klasei:} && \Delta p = -13,5 \cdot \theta_e + 270, \text{ Pa;} \end{aligned} \quad (4.1)$$

$$3 \text{ drėgnumo klasei:} \quad \Delta p = -27 \cdot \theta_e + 540, \text{ Pa;} \quad (4.2)$$

$$4 \text{ drėgnumo klasei:} \quad \Delta p = -40,5 \cdot \theta_e + 810, \text{ Pa;} \quad (4.3)$$

$$5 \text{ drėgnumo klasei:} \quad \Delta p = -54 \cdot \theta_e + 1080, \text{ Pa.} \quad (4.4)$$

PAPILDOMAI APŠILTINAMŲ ATITVARŲ EKONOMIŠKAI OPTIMALIŲ PARAMETRŲ NUSTATYMAS

I. BENDROSIOS NUOSTATOS

1. Pagal Reglamento 5 priede pateiktą metodiką apskaičiuojama papildomai apšiltinamų atitvarų termoizoliacinio sluoksnio ekonomiškai optimali šiluminė varža, ekonomiškai optimalus termoizoliacinio sluoksnio storis ir lėšų atitvarų apšiltinimui atsipirkimo laikas.

II. ŽYMENYS IR SUTRUMPINIMAI

2. Reglamento 5 priede vartojami simboliai, dydžiai ir vienetai:

Eil. Nr.	Simbolis	Dydžio pavadinimas, paaiškinimai	Vienetai
1.	t	Laiko trukmė (laikotarpis)	metai; h
2.	d_{in}	Apšiltinimo konstrukcijos termoizoliacinio sluoksnio storis	m
3.	d_{in}^{op}	Ekonomiškai optimalus apšiltinimo konstrukcijos termoizoliacinio sluoksnio storis	m
4.	E	Šiluminės energijos kaina atitvaros apšiltinimo metu	Lt/kWh
5.	I	Lėšos $1m^2$ atitvaros apšiltinimui (medžiagos + darbas + kitos išlaidos)	Lt/ m^2
6.	k_{in}	Apšiltinimo konstrukcijos termoizoliacinio sluoksnio $1m^3$ kaina (medžiagos + darbas + kitos išlaidos)	Lt/ m^3
7.	I_{in}	Apšiltinimo konstrukcijos termoizoliacinio sluoksnio $1m^2$ kaina (medžiagos + darbas + kitos išlaidos)	Lt/ m^2
8.	I_c	Kitų apšiltinimo konstrukcijos sluoksnių (be termoizoliacinio) $1m^2$ kaina (medžiagos + darbas + kitos išlaidos)	Lt/ m^2
9.	I_{yr}	Metinės išlaidos apšiltinimui (medžiagos + darbas + kitos išlaidos)	Lt/($m^2 \cdot$ metai)
10.	$C_{h.s.}$	Metinės išlaidos šildymui	Lt/($m^2 \cdot$ metai)
11.	$C_{a.t.}$	Visuminės metinės išlaidos	Lt/($m^2 \cdot$ metai)
12.	N	Atitvaros apšiltinimo konstrukcijos ekonomiško eksploatavimo trukmė	metai
13.	B	Kapitalo metinio panaudojimo rodiklis, įvertinantis laukiamą pelną, indėlių arba paskolos palūkanas ir šilumos brangimą	vnt. d./metai
14.	$N\mathcal{O}$	Perskaičiuota ekonomiško eksploatavimo trukmė, įvertinant kasmetines palūkanas ir šilumos brangimą, $N\mathcal{O} = 1/B$	metai
15.	i	Bendroji infliacijos norma	vnt. d./metai
16.	r_n	Vardinė lėšų nuvertėjimo norma	vnt. d./metai
17.	r_i	Grynoji lėšų nuvertėjimo norma, įvertinanti infliaciją: apytiksliai $r_i \approx r_n - i$; tiksliai $r_i = (r_n - i)/(1 + i)$	vnt. d./metai
18.	e_n	Vardinė šiluminės energijos brangimo norma	vnt. d./metai
19.	e	Grynoji šiluminės energijos brangimo norma: apytiksliai $e \approx e_n - 1$; tiksliai $e = (e_n - i)/(1 + i)$	vnt. d./metai
20.	r	Grynoji lėšų nuvertėjimo (diskonto) norma, įvertinanti ir šilumos brangimą: $r = (r_n - e_n)/(1 + e_n)$	vnt. d./metai
21.	$t_{h.s.}$	Vidutinė metinė šildymo trukmė	h/metai
22.	$\Delta\theta$	Vidutinis temperatūrų skirtumas abipus atitvaros per šildymo laikotarpį: $\Delta\theta = \theta_i - \theta_e$	°C
23.	U_1	Neapšiltintos atitvaros šilumos perdavimo koeficientas	W/($m^2 \cdot K$)
24.	U_D	Apšiltintos atitvaros šilumos perdavimo koeficientas	W/($m^2 \cdot K$)
25.	R_{in}	Apšiltinimo konstrukcijos termoizoliacinio sluoksnio šiluminė varža: $R_{in} = d_{in}/\lambda_{in}$	$m^2 \cdot K/W$
26.	$R_{ad.c}$	Visų kitų apšiltinimo konstrukcijos sluoksnių (be termoizoliacinio sluoksnio) šiluminė varža	$m^2 \cdot K/W$
27.	R_c	Visų kitų atitvaros sluoksnių (be atitvaros papildomo apšiltinimo termoizoliacinio sluoksnio) šiluminė varža	$m^2 \cdot K/W$
28.	$\bullet_{ds}$	Projektinis termoizoliacinės medžiagos šilumos laidumo koeficientas	W/($m \cdot K$)

29.	$\bullet_{in}$	Apšiltinimo konstrukcijos termoizoliacinio sluoksnio projektinis šilumos laidumo koeficientas: vienalyčio – $\bullet_{in} = \bullet_{ds}$ nevienalyčio – apskaičiuojamas pagal A priedo reikalavimus.	W/(m·K)
-----	----------------	---	---------

III. PAPILDOMAI APŠILTINAMŲ ATITVARŲ EKONOMIŠKAI OPTIMALIŲ PARAMETRŲ SKAIČIAVIMAS

3. Atitvaros ekonomiškai optimalios šiluminės varžos skaičiavimas

Pasirenkant įvairias apšiltintos atitvaros šilumos perdavimo koeficiento U_D vertes, pagal (5.1-5.4) formules apskaičiuojamos visuminės išlaidos $C_{a.t.}$, Lt/(m²·metai) ir nustatoma mažiausioji jų vertė. Skaičiuojama tam tikrai nustatytai ar pasirinktai apšiltinimo konstrukcijos ekonomišką eksploatavimo trukmei N . Optimali apšiltinimo konstrukcijos suminė šiluminė varža R_{ad}^{op} yra ta, kuriai esant $C_{a.t.}$ vertė yra mažiausia.

Šis metodas dažniausiai naudojamas tuomet, kai apšiltinimo išlaidų I priklausomybė nuo šiluminės varžos verčių turi netiesinę išraišką (žr. 5.1 pav. I_{yr} kreivę).

$$C_{a.t.} = C_{h.s.} + I_{yr} = U_D \cdot \Delta\theta \cdot t_{h.s.} \cdot E + B \cdot I; \quad (5.1)$$

čia: $C_{h.s.}$ – metinės išlaidos šildymui, Lt/(m²·metai);

$I_{yr} = I/N$ – metinės išlaidos apšiltinimui, Lt/(m²·metai);

U_D – apšiltintos atitvaros šilumos perdavimo koeficientas, W/(m²·K), apskaičiuojamas pagal Reglamento 1 priedo reikalavimus;

I – lėšos atitvaros apšiltinimui, Lt/m², $I = I_c + I_{in}$.

$$B = \frac{1}{N'} = \frac{r}{1 - (1 + r)^{-N}}, \text{ vnt. d./metai}; \quad (5.2)$$

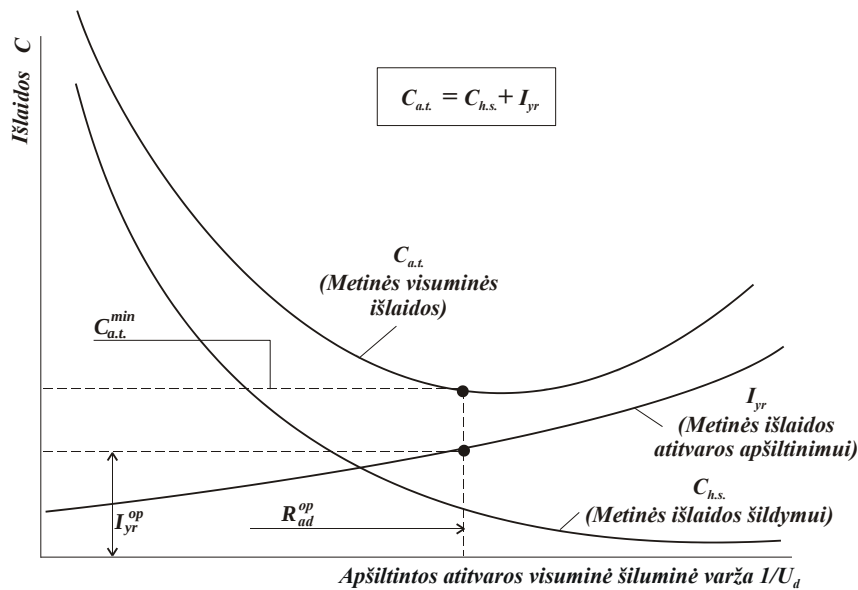
$$N' = \frac{1}{B} = \frac{1 - (1 + r)^{-N}}{r}, \text{ metai}; \quad (5.3)$$

čia $r = (r_n - e_n)/(1 + e_n)$ – grynoji lėšų nuvertėjimo norma, įvertinanti ir šiluminės energijos brangimą, vnt. d./metai.

Jeigu $e_n = r_n$, tuomet daroma prielaida, kad e_n ir r_n artėja vienas prie kito ($e_n \leq r_n$) ir priimama, kad $N' = N$.

Kada termoizoliacinio sluoksnio kaina k_{in} , Lt/m³ pastovi, lėšos atitvaros apšiltinimui I , Lt/m², apskaičiuojamos:

$$I = I_c + I_{in} = I_c + k_{in} \cdot d_{in}. \quad (5.4)$$



5.1 pav. Išlaidų priklausomybė nuo apšiltintos atitvaros visuminės šiluminės varžos

4. Termoizoliacinio sluoksnio ekonomiškai optimalaus storio skaičiavimas

Skaičiuojama tik tuo atveju, jei tarp atitvaros apšiltinimo išlaidų I , Lt/m², ir apšiltinimo konstrukcijos termoizoliacinio sluoksnio storio d_{in} , m, yra tiesinė priklausomybė. Tada apšiltinimo išlaidos I , Lt/m², apskaičiuojamos pagal (5.4) formulę.

Ekonomiškai optimalus apšiltinimo konstrukcijos termoizoliacinio sluoksnio storis apskaičiuojamas:

$$d_{in}^{op} = \sqrt{\frac{\lambda_{in} \cdot \Delta\theta \cdot t_{h.s.} \cdot E \cdot N'}{k_{in}}} - R_c \cdot \lambda_{in}, \text{ m}; \quad (5.5)$$

čia: N' – apskaičiuojama pagal (5.3) formulę, metai;

R_c – apskaičiuojama pagal (5.6) formulę, m²·K/W.

$$R_c = \frac{1}{U_1} + R_c; \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \quad (5.6)$$

Ekonomiškai optimali apšiltinimo konstrukcijos termoizoliacinio sluoksnio šiluminė varža apskaičiuojama:

$$R_{in}^{op} = \frac{d_{in}^{op}}{\lambda_{in}}, \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}. \quad (5.7)$$

Visos apšiltintos atitvaros ekonomiškai optimalus šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuojamas:

$$U_D^{op} = \frac{1}{R_c + R_{in}^{op}}, \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}. \quad (5.8)$$

5. Lėšų atitvarų apšiltinimui atsipirkimo laiko skaičiavimas

Paprastasis atsipirkimo laikas PB vartotinas, kai jo apskaičiuotoji vertė yra iki 5 metų:

$$PB = \frac{I}{\Delta S}, \text{ metai}; \quad (5.9)$$

čia: ΔS – kasmetiniai sutaupymai įrengus apšiltinimą pirmųjų metų verte, Lt/(m²·metai), apskaičiuojami pagal (5.10) formulę.

$$\Delta S = 0,001 \cdot \Delta U \cdot \Delta \theta \cdot t \cdot E, \text{ Lt/(m}^2 \cdot \text{metai)}; \quad (5.10)$$

čia: t – šildymo sezono trukmė, h,

ΔU – šilumos perdavimo koeficiento sumažėjimas apšiltinus atitvarą, W/(m² K), apskaičiuojamas pagal (5.11) formulę:

$$\Delta U = U_1 - U_D^{op}. \quad (5.11)$$

Tikrasis atsipirkimo laikas PO, įvertinantis lėšų vertės kitimą laike, skaičiuojamas:

$$PO = \frac{-\ln\left(1 - r \cdot \frac{I}{\Delta S}\right)}{\ln(1 + r)}, \text{ metai}; \quad (5.12)$$

čia: $r = (r_n - e_n)/(1 + e_n)$ – lėšų nuvertėjimo norma, įvertinant ir šilumos brangimą, vnt. d./metai.

PASTATŲ ATITVARŲ APŠILTINIMAS IŠ VIDAUS

Šiame priede pateiktais duomenimis privalu naudotis tais atvejais, kai neatliekami detalūs tyrimai arba skaičiavimai apie atitvaros temperatūrinę-drėgminę būklę po jos apšiltinimo iš vidaus.

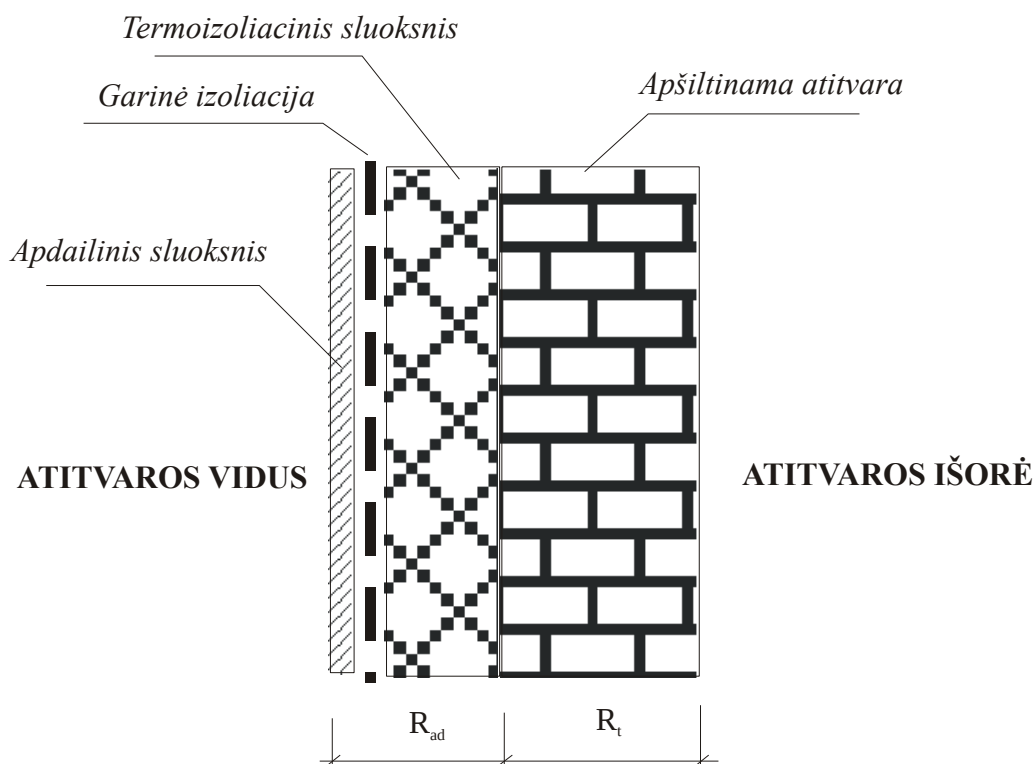
Patalpų, kuriose temperatūra šildymo sezono metu 16-20° C ir santykinis drėgnis neviršija 60 %, atitvaras (sienas ir perdenginius) apšiltinant iš vidaus, reikia vadovautis 6.1 lentelės duomenimis.

6.1 lentelė

Atitvarų vidinėje pusėje įrengiamos papildomos termoizoliacinės konstrukcijos šiluminės varžos

Neapšiltintos atitvaros visuminė šiluminė varža R_t , $m^2 \cdot K/W$	0,7	0,9	1,2
Atitvaros vidinėje pusėje įrengiamos papildomos termoizoliacinės konstrukcijos suminė šiluminė varža R_{ad} , $m^2 \cdot K/W$	ne daugiau už 1,0	ne daugiau už 1,5	ne daugiau už 2,5

Atitvaras apšiltinant iš vidaus, vidinėje atitvaros pusėje turi būti įrengtas garinės izoliacijos sluoksnis, kaip tai parodyta 6.1 pav.



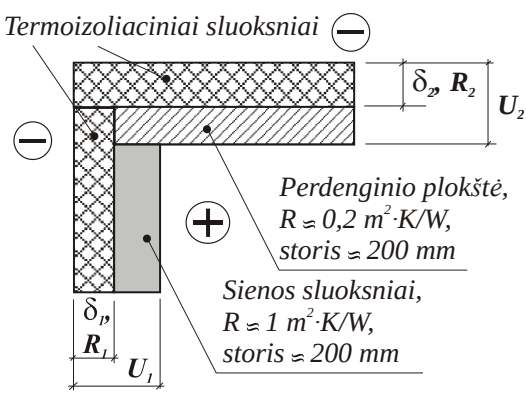
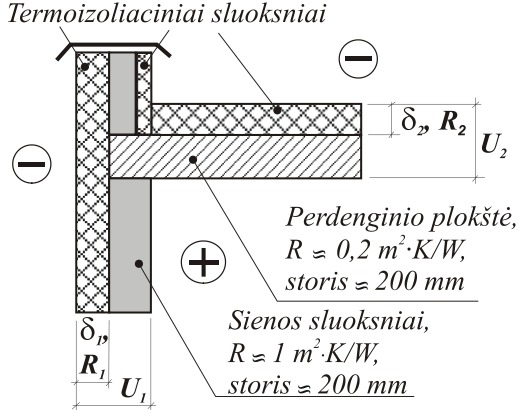
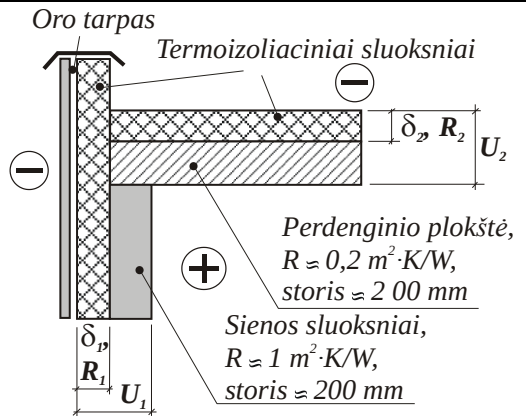
6.1 pav. Medžiagų sluoksnių principinis išdėstymas apšiltinant atitvaras iš vidaus.

R_t – neapšiltintos atitvaros visuminė šiluminė varža; R_{ad} – papildomos termoizoliacinės konstrukcijos suminė šiluminė varža.

ILGINIŲ ŠILUMINIŲ TILTELIŲ ŠILUMOS PERDAVIMO KOEFICIENTAI

Šiame priede pateiktos įvairių atitvarų ilginių šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficiento Ψ vertės, $W/(m \cdot K)$. Kitoms atitvaroms šios vertės turi būti apskaičiuotos pagal LST EN ISO 14683+AC:2000 „Statybinių konstrukcijų šilumos tilteliai. Ilginis šilumos perdavimas. Supaprastinti metodai ir nustatomos vertės (ISO 14683:1999)“.

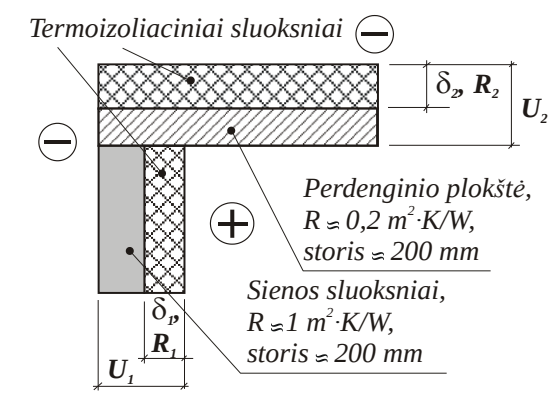
1. Stogų ir sienų sandūrų ilginių šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficientų Ψ , $W/(m \cdot K)$, vertės:

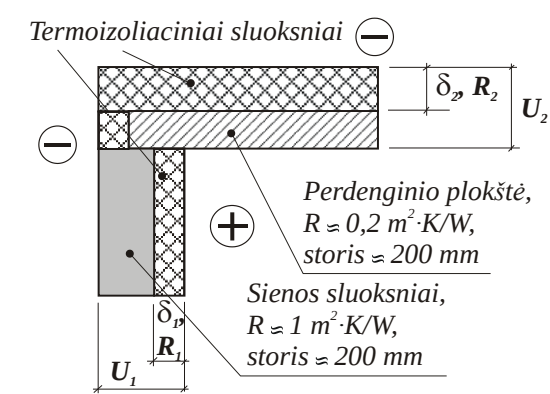
	1.1 schema			
	1.2 schema			
	1.3 schema			

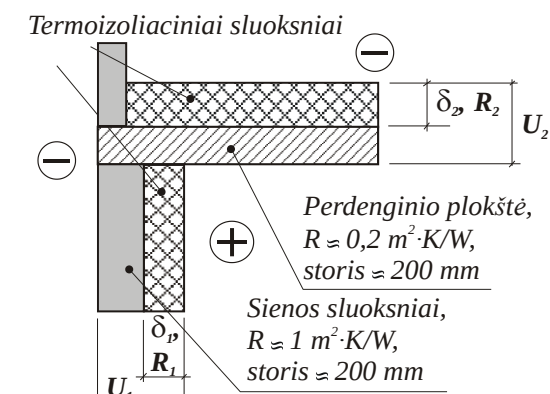
U, $W/(m^2 \cdot K)$ ($R, m^2 \cdot K/W$; δ, m)	$U_2=0,16$ ($R_2=6$; $\delta_2=0,25$)	$U_2=0,2$ ($R_2=4,8$; $\delta_2=0,2$)	$U_2=0,25$ ($R_2=3,8$; $\delta_2=0,15$)
$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi=0$	$\Psi=0$	$\Psi=0$
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi=0$	$\Psi=0$	$\Psi=0$
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi=0$	$\Psi=0$	$\Psi=0$

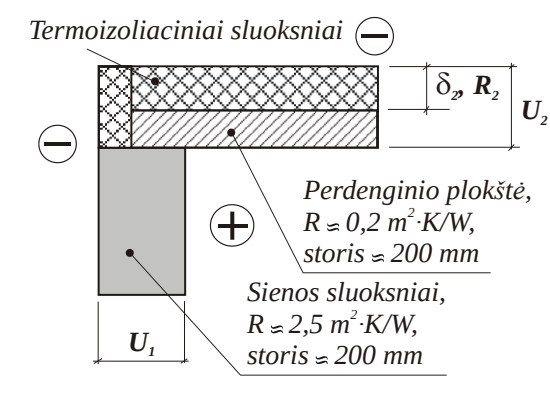
U, $W/(m^2 \cdot K)$ ($R, m^2 \cdot K/W$; δ, m)	$U_2=0,16$ ($R_2=6$; $\delta_2=0,25$)	$U_2=0,2$ ($R_2=4,8$; $\delta_2=0,2$)	$U_2=0,25$ ($R_2=3,8$; $\delta_2=0,15$)
$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi=0,10$	$\Psi=0,10$	$\Psi=0,10$
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi=0,15$	$\Psi=0,15$	$\Psi=0,15$
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi=0,25$	$\Psi=0,35$	$\Psi=0,35$

U, $W/(m^2 \cdot K)$ ($R, m^2 \cdot K/W$; δ, m)	$U_2=0,16$ ($R_2=6$; $\delta_2=0,25$)	$U_2=0,2$ ($R_2=4,8$; $\delta_2=0,2$)	$U_2=0,25$ ($R_2=3,8$; $\delta_2=0,15$)
$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi=0,0$	$\Psi=0,10$	$\Psi=0,10$
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi=0,10$	$\Psi=0,10$	$\Psi=0,10$
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi=0,15$	$\Psi=0,15$	$\Psi=0,15$

	1.4 schema			
	U, W/(m² K) (R, m² K/W; δ, m)	U ₂ =0,16 (R ₂ =6; δ ₂ =0,25)	U ₂ =0,2 (R ₂ =4,8; δ ₂ =0,2)	U ₂ =0,25 (R ₂ =3,8; δ ₂ =0,15)
	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,60	Ψ = 0,60	Ψ = 0,60
	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,65	Ψ = 0,65	Ψ = 0,65

	1.5 schema			
	U, W/(m² K) (R, m² K/W; δ, m)	U ₂ =0,16 (R ₂ =6; δ ₂ =0,25)	U ₂ =0,2 (R ₂ =4,8; δ ₂ =0,2)	U ₂ =0,25 (R ₂ =3,8; δ ₂ =0,15)
	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,25	Ψ = 0,25	Ψ = 0,25
	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,20	Ψ = 0,20	Ψ = 0,20

	1.6 schema			
	U, W/(m² K) (R, m² K/W; δ, m)	U ₂ =0,16 (R ₂ =6; δ ₂ =0,25)	U ₂ =0,2 (R ₂ =4,8; δ ₂ =0,2)	U ₂ =0,25 (R ₂ =3,8; δ ₂ =0,15)
	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,65	Ψ = 0,65	Ψ = 0,65
	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,70	Ψ = 0,70	Ψ = 0,65

	1.7 schema			
	U, W/(m² K) (R, m² K/W; δ, m)	U ₂ =0,16 (R ₂ =6; δ ₂ =0,25)	U ₂ =0,2 (R ₂ =4,8; δ ₂ =0,2)	U ₂ =0,25 (R ₂ =3,8; δ ₂ =0,15)
	U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ = 0,15	Ψ = 0,15	Ψ = 0,15

Termoizoliaciniai sluoksniai (—)

Perdenginio plokštė,
 $R \approx 0,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$,
 storis $\approx 200 \text{ mm}$

Sienos sluoksniai,
 $R \approx 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$,
 storis $\approx 400 \text{ mm}$

U_1

δ_2, R_2, U_2

1.8 schema

U, W/(m ² K) (R, m ² K/W; δ, m)	U ₂ =0,16 (R ₂ =6; δ ₂ =0,25)	U ₂ =0,2 (R ₂ =4,8; δ ₂ =0,2)	U ₂ =0,25 (R ₂ =3,8; δ ₂ =0,15)
U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ = 0,35	Ψ = 0,35	Ψ = 0,35

Termoizoliaciniai sluoksniai (—)

Perdenginio plokštė,
 $R \approx 0,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$,
 storis $\approx 200 \text{ mm}$

Sienos sluoksniai,
 $R \approx 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$,
 storis $\approx 400 \text{ mm}$

U_1

δ_2, R_2, U_2

1.9 schema

$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{K})$ $(R, \text{m}^2 \text{K}/\text{W};$ $\delta, \text{m})$	$U_2=0,16$ $(R_2=6;$ $\delta_2=0,25)$	$U_2=0,2$ $(R_2=4,8;$ $\delta_2=0,2)$	$U_2=0,25$ $(R_2=3,8;$ $\delta_2=0,15)$
$U_1=0,4$ ($R_1=2,5;$ $\delta_1=0,400$)	$\Psi = 0,25$	$\Psi = 0,25$	$\Psi = 0,30$

2. Balkonų ilginių šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficientų Ψ , $\text{W}/(\text{m K})$, vertės:

Termoizoliaciniai sluoksniai Perdenginio plokštė, $R \approx 0,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ storis $\approx 200 \text{ mm}$ Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ δ_2, R_2, U_2 δ_1, R_1, U_1	2.1 schema	
U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)		
U ₁ =0,2 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = 0,75	
U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,80	
U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,90	

Termoizoliaciniai sluoksniai Oro tarpas Perdenginio plokštė, $R \approx 0,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ δ_2, R_2, U_2 δ_1, R_1, U_1	2.2 schema	

	<table> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> <tr> <td>U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)</td><td>Ψ = 0,75</td></tr> <tr> <td>U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)</td><td>Ψ = 0,80</td></tr> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)</td><td>Ψ = 0,90</td></tr> </table>	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)		U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = 0,75	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,80	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,90
U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)									
U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = 0,75								
U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,80								
U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,90								

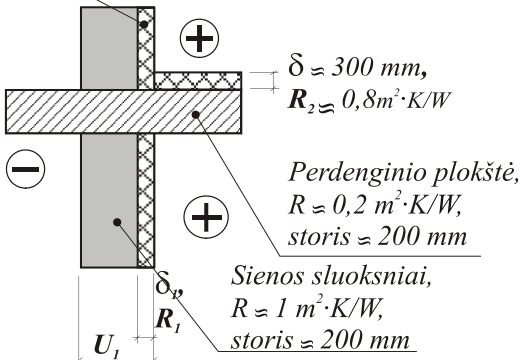
	2.3 schema <table> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> <tr> <td>U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)</td><td>Ψ = 0,70</td></tr> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)</td><td>Ψ = 0,80</td></tr> </table>	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)		U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,70	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,80
U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)							
U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,70						
U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,80						

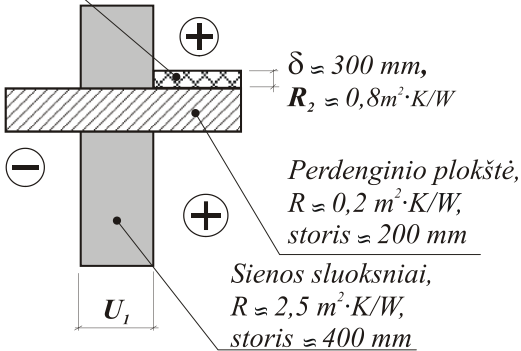
	2.4 schema <table> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=2,5; δ₁=0,400)</td><td>Ψ = 0,65</td></tr> </table>	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)		U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ = 0,65
U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)					
U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ = 0,65				

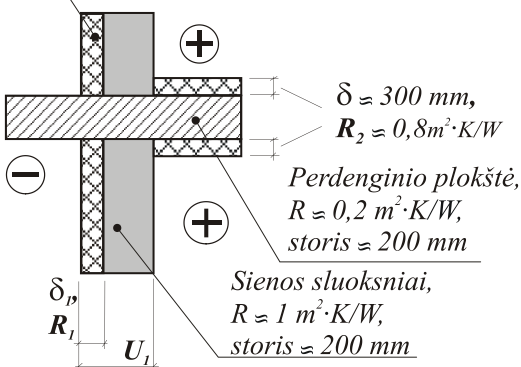
	2.5 schema <table> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> <tr> <td>U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)</td><td>Ψ = 0,75</td></tr> <tr> <td>U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)</td><td>Ψ = 0,80</td></tr> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)</td><td>Ψ = 0,80</td></tr> </table>	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)		U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = 0,75	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,80	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,80
U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)									
U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = 0,75								
U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,80								
U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,80								

Termoizoliaciniai sluoksniai	2.6 schema
------------------------------	------------

	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)	
	U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ_1 =0,15)	$\Psi = 0,65$
	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ_1 =0,1)	$\Psi = 0,70$
	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ_1 =0,05)	$\Psi = 0,70$

<i>Termoizoliaciniai sluoksniai</i> 	2.7 schema	
	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)	
	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ_1 =0,1)	$\Psi = 0,65$
	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ_1 =0,05)	$\Psi = 0,70$

<i>Termoizoliaciniai sluoksniai</i> 	2.8 schema	
	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)	
	U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ_1 =0,400)	$\Psi = 0,65$

<i>Termoizoliaciniai sluoksniai</i> 	2.9 schema	
	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)	
	U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ_1 =0,15)	$\Psi = 0,60$
	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ_1 =0,1)	$\Psi = 0,65$
	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ_1 =0,05)	$\Psi = 0,70$

	2.10 schema <table border="1"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)</td><td>Ψ = 0,65</td></tr> <tr> <td>U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)</td><td>Ψ = 0,60</td></tr> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)</td><td>Ψ = 0,55</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)	Ψ = 0,65	U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)	Ψ = 0,60	U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)	Ψ = 0,55
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)									
U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)	Ψ = 0,65								
U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)	Ψ = 0,60								
U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)	Ψ = 0,55								

	2.11 schema <table border="1"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)</td><td>Ψ = 0,55</td></tr> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)</td><td>Ψ = 0,60</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)	Ψ = 0,55	U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)	Ψ = 0,60
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)							
U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)	Ψ = 0,55						
U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)	Ψ = 0,60						

	2.12 schema <table border="1"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=2,5; δ₁=0,400)</td><td>Ψ = 0,60</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		U₁=0,4 (R₁=2,5; δ₁=0,400)	Ψ = 0,60
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)					
U₁=0,4 (R₁=2,5; δ₁=0,400)	Ψ = 0,60				

	2.13 schema <table border="1" data-bbox="842 658 1469 730"> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=2,5; δ₁=0,400)</td><td>Ψ = 0,85</td></tr> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ = 0,85
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)					
U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ = 0,85				

Termoizoliacinis intarpas	2.14 schema <table border="1" data-bbox="842 999 1469 1070"> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=2,5; δ₁=0,400)</td><td>Ψ=0,80</td></tr> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ=0,80
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)					
U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ=0,80				

3. Sienų kampų ilginių šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficientų Ψ , W/(m K), vertės:

Termoizoliaciniai sluoksniai	3.1 schema <table border="1" data-bbox="842 1684 1485 1823"> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> <tr> <td>U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)</td><td>Ψ = -0,10</td></tr> <tr> <td>U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)</td><td>Ψ = -0,10</td></tr> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)</td><td>Ψ = -0,10</td></tr> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = -0,10	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = -0,10	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = -0,10
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)									
U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = -0,10								
U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = -0,10								
U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = -0,10								

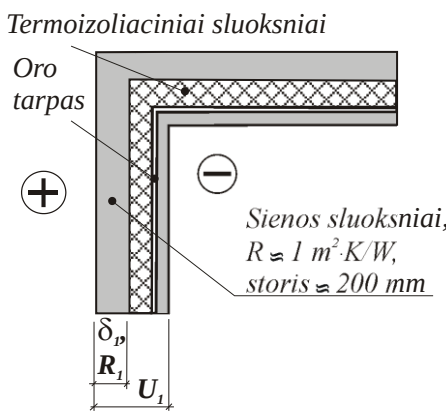
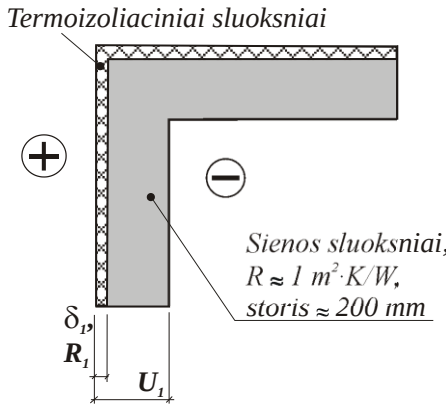
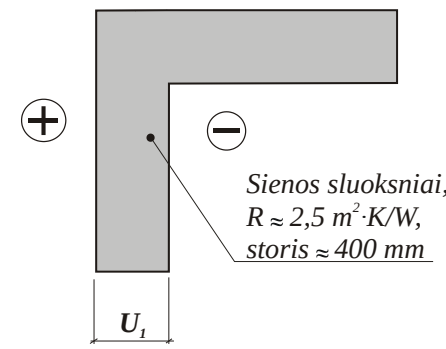
Termoizoliaciniai sluoksniai	3.2 schema
------------------------------	------------

	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)	
	U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = -0,10
	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = -0,10
	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = -0,10

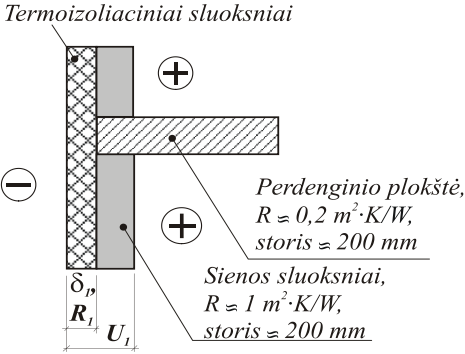
<i>Termoizoliaciniai sluoksniai</i> <i>Sienos sluoksniai, R ≈ 1 m²·K/W, storis ≈ 200 mm</i> δ_p R₁ U₁	3.3 schema	
	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)	
	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = -0,05
	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = -0,05

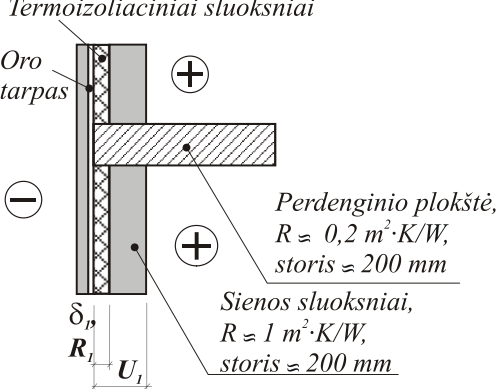
<i>Sienos sluoksniai, R ≈ 2,5 m²·K/W, storis ≈ 400 mm</i> U₁	3.4 schema	
	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)	
	U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ = -0,10

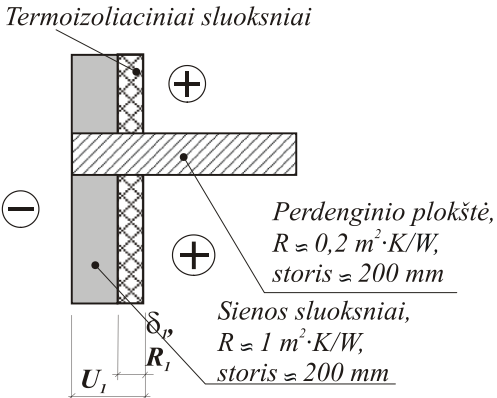
<i>Termoizoliaciniai sluoksniai</i> <i>Sienos sluoksniai, R ≈ 1 m²·K/W, storis ≈ 200 mm</i> δ_p R₁ U₁	3.5 schema	
	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)	
	U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = -0,10
	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = -0,10
	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = -0,10

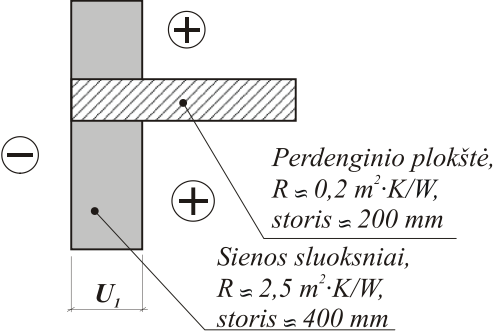
 Termoizoliaciniai sluoksniai Oro tarpas + − Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ δ_1, R_1, U_1	3.6 schema <table border="1" data-bbox="842 526 1487 667"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)</td><td>$\Psi = 0,10$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,10$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,10$</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ , m)		$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,10$	$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,10$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,10$
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ , m)									
$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,10$								
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,10$								
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,10$								
 Termoizoliaciniai sluoksniai + − Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ δ_1, R_1, U_1	3.7 schema <table border="1" data-bbox="842 1249 1471 1361"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,10$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,15$</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ , m)		$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,10$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,15$		
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ , m)									
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,10$								
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,15$								
 + − Sienos sluoksniai, $R \approx 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 400 \text{ mm}$ U_1	3.8 schema <table border="1" data-bbox="842 1624 1487 1697"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,4$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,400$)</td><td>$\Psi = 0,15$</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ , m)		$U_1=0,4$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,400$)	$\Psi = 0,15$				
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ , m)									
$U_1=0,4$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,400$)	$\Psi = 0,15$								

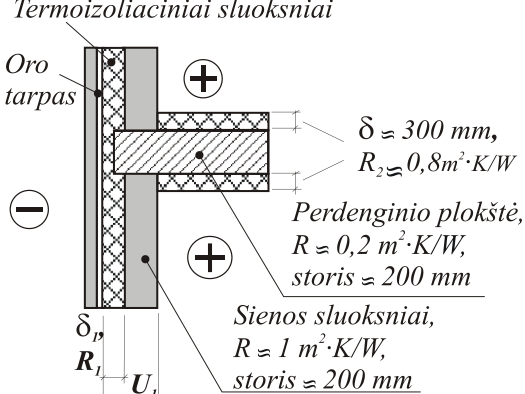
4. Sienų ir perdangų sandūrų ilginių šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficientų Ψ , W/(m K), vertės:

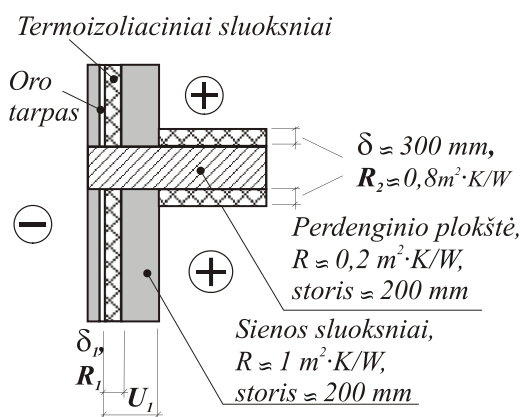
 Termoizoliaciniai sluoksniai Perdenginio plokštė, $R \approx 0,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ δ_i, R_i, U_i	4.1 schema <table border="1" data-bbox="842 571 1485 712"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)</td><td>$\Psi = 0,05$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,10$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,15$</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)		$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,05$	$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,10$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,15$
U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)									
$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,05$								
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,10$								
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,15$								

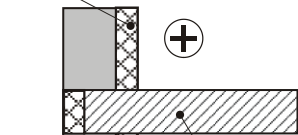
 Termoizoliaciniai sluoksniai Oro tarpas Perdenginio plokštė, $R \approx 0,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ δ_i, R_i, U_i	4.2 schema <table border="1" data-bbox="842 974 1485 1115"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)</td><td>$\Psi = 0,40$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,40$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,40$</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)		$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,40$	$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,40$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,40$
U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)									
$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,40$								
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,40$								
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,40$								

 Termoizoliaciniai sluoksniai Perdenginio plokštė, $R \approx 0,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ δ_i, R_i, U_i	4.3 schema <table border="1" data-bbox="842 1624 1469 1729"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,75$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 1,00$</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)		$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,75$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 1,00$
U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)							
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,75$						
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 1,00$						

	4.4 schema <table border="1" data-bbox="842 656 1484 728"> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> <tr> <td>U₁=0,04 (R₁=2,5; δ₁=0,400)</td><td>Ψ = 0,65</td></tr> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		U ₁ =0,04 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ = 0,65
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)					
U ₁ =0,04 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ = 0,65				

	4.5 schema <table border="1" data-bbox="842 1019 1484 1160"> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> <tr> <td>U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)</td><td>Ψ = 0,15</td></tr> <tr> <td>U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)</td><td>Ψ = 0,10</td></tr> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)</td><td>Ψ = 0,05</td></tr> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = 0,15	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,10	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,05
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)									
U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = 0,15								
U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,10								
U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,05								

	4.6 schema <table border="1" data-bbox="842 1617 1484 1758"> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> <tr> <td>U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)</td><td>Ψ = 0,55</td></tr> <tr> <td>U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)</td><td>Ψ = 0,40</td></tr> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)</td><td>Ψ = 0,20</td></tr> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = 0,55	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,40	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,20
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)									
U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = 0,55								
U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,40								
U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,20								

	4.7 schema
---	-------------------

	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)	
	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,35
	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,35

Termoizoliaciniai sluoksniai	4.8 schema	
	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)	
	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,45
	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,45

Termoizoliaciniai sluoksniai	4.9 schema	
	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)	
	U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = -0,05
	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = -0,05
	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = -0,05

	4.10 schema <table border="1"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)</td><td>Ψ = 0,35</td></tr> <tr> <td>U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)</td><td>Ψ = 0,30</td></tr> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)</td><td>Ψ = 0,25</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = 0,35	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,30	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,25
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)									
U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = 0,35								
U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,30								
U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,25								

	4.11 schema <table border="1"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)</td><td>Ψ = 0,10</td></tr> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)</td><td>Ψ = 0,05</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,10	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,05
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)							
U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,10						
U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,05						

	4.12 schema <table border="1"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=2,5; δ₁=0,400)</td><td>Ψ = -0,05</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ = -0,05
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)					
U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ = -0,05				

Termoizoliaciniai sluoksniai	4.13 schema
------------------------------	-------------

	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)	
	U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ= -0,05
	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ= -0,05
	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ= -0,05

<i>Termoizoliaciniai sluoksniai</i>	4.14 schema	
	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)	
	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ= -0,05
	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ= 0,15

	4.15 schema	
	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)	
	U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ= 0,90

<i>Termoizoliaciniai sluoksniai</i>	4.16 schema	
	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)	
	U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ= 0,80

5. Sienų ir pertvarų sandūrų ilginių šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficientų Ψ , W/(m K), vertės:

Termoizoliaciniai sluoksniai Pertvara, $\delta = 150 \text{ mm}$, $R \approx 0,6 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, $\text{storis} \approx 200 \text{ mm}$ δ_1, R_1, U_1 δ_p, R_p, U_p	5.1 schema <table border="1"> <thead> <tr> <th>U, $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, ($R$, $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)</td><td>$\Psi = 0,05$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,05$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,10$</td></tr> </tbody> </table>	U , $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, (R , $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ , m)		$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,05$	$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,05$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,10$
U , $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, (R , $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ , m)									
$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,05$								
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,05$								
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,10$								

Termoizoliaciniai sluoksniai Oro tarpas Pertvara, $\delta = 150 \text{ mm}$, $R \approx 0,6 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, $\text{storis} \approx 200 \text{ mm}$ δ_1, R_1, U_1 δ_p, R_p, U_p	5.2 schema <table border="1"> <thead> <tr> <th>U, $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, ($R$, $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)</td><td>$\Psi = 0,15$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,10$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,05$</td></tr> </tbody> </table>	U , $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, (R , $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ , m)		$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,15$	$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,10$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,05$
U , $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, (R , $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ , m)									
$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,15$								
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,10$								
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,05$								

Termoizoliaciniai sluoksniai Pertvara, $\delta = 150 \text{ mm}$, $R \approx 0,6 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, $\text{storis} \approx 200 \text{ mm}$ δ_1, R_1, U_1 δ_p, R_p, U_p	5.3 schema <table border="1"> <thead> <tr> <th>U, $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, ($R$, $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,05$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,10$</td></tr> </tbody> </table>	U , $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, (R , $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ , m)		$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,05$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,10$
U , $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, (R , $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ , m)							
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,05$						
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,10$						

	5.4 schema
--	------------

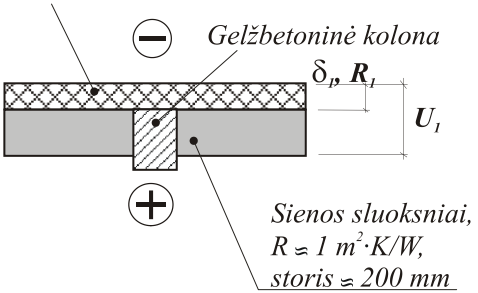
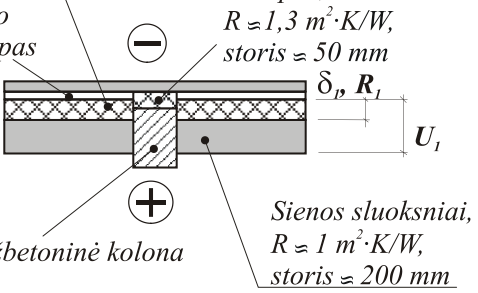
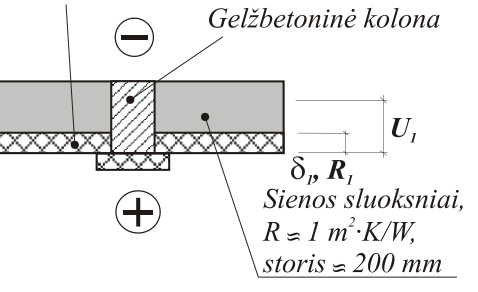
	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)	
	$U_1=0,4$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,400$)	$\Psi = 0,05$

Termoizoliaciniai sluoksniai Oro tarpas $\ominus$ $\oplus$ Pertvara, $\delta = 150$ mm, $R \approx 0,6$ m²·K/W $\oplus$ δ_p, R_1, U_1 Sienos sluoksniai, $R \approx 1$ m²·K/W, storis ≈ 200 mm	5.5 schema	
	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)	
	$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,00$
	$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,00$
	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,00$

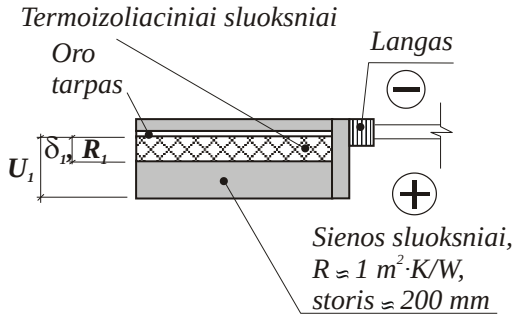
Termoizoliaciniai sluoksniai $\ominus$ δ_p, R_1, U_1 $\oplus$ Pertvara, $\delta = 150$ mm, $R \approx 0,6$ m²·K/W $\oplus$ Stogo g/b perdenginys, storis ≈ 200 mm, $R \approx 0,6$ m²·K/W	5.6 schema	
	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)	
	$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,05$
	$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,05$
	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,00$

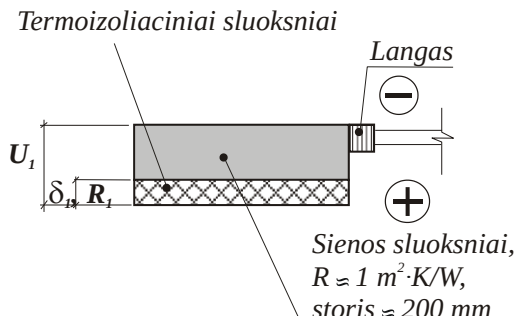
6. Sienų ir kolonų sandūrų ilginių šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficientų Ψ , W/(m K), vertės:

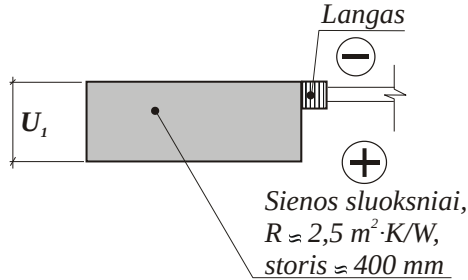
Termoizoliacinis sluoksnis	6.1 schema
----------------------------	------------

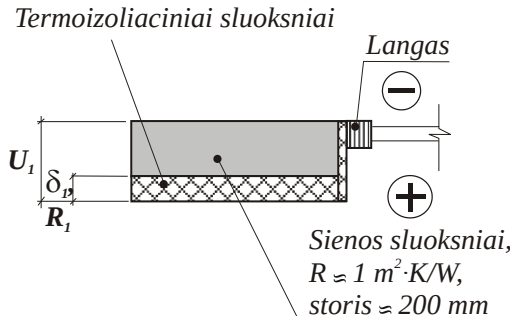
<i>Termoizoliacinis sluoksnis</i>  <i>Gelžbetoninė kolona</i> δ_p, R_i U_i <i>Sienos sluoksniai,</i> $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W},$ <i>storis $\approx 200 \text{ mm}$</i>	6.5 schema <table border="1"> <thead> <tr> <th>$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_i=0,20 (R_i=3; \delta_i=0,15)$</td><td>$\Psi = 0,10$</td></tr> <tr> <td>$U_i=0,3 (R_i=2,5; \delta_i=0,1)$</td><td>$\Psi = 0,15$</td></tr> <tr> <td>$U_i=0,4 (R_i=1,5; \delta_i=0,05)$</td><td>$\Psi = 0,25$</td></tr> </tbody> </table>	$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$		$U_i=0,20 (R_i=3; \delta_i=0,15)$	$\Psi = 0,10$	$U_i=0,3 (R_i=2,5; \delta_i=0,1)$	$\Psi = 0,15$	$U_i=0,4 (R_i=1,5; \delta_i=0,05)$	$\Psi = 0,25$
$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$									
$U_i=0,20 (R_i=3; \delta_i=0,15)$	$\Psi = 0,10$								
$U_i=0,3 (R_i=2,5; \delta_i=0,1)$	$\Psi = 0,15$								
$U_i=0,4 (R_i=1,5; \delta_i=0,05)$	$\Psi = 0,25$								
<i>Termoizoliacinis sluoksnis</i>  <i>Oro tarpas</i> <i>Intarpas,</i> $R \approx 1,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W},$ <i>storis $\approx 50 \text{ mm}$</i> δ_p, R_i U_i <i>Sienos sluoksniai,</i> $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W},$ <i>storis $\approx 200 \text{ mm}$</i> <i>Gelžbetoninė kolona</i>	6.6 schema <table border="1"> <thead> <tr> <th>$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_i=0,20 (R_i=3; \delta_i=0,15)$</td><td>$\Psi = 0,25$</td></tr> <tr> <td>$U_i=0,3 (R_i=2,5; \delta_i=0,1)$</td><td>$\Psi = 0,25$</td></tr> <tr> <td>$U_i=0,4 (R_i=1,5; \delta_i=0,05)$</td><td>$\Psi = 0,25$</td></tr> </tbody> </table>	$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$		$U_i=0,20 (R_i=3; \delta_i=0,15)$	$\Psi = 0,25$	$U_i=0,3 (R_i=2,5; \delta_i=0,1)$	$\Psi = 0,25$	$U_i=0,4 (R_i=1,5; \delta_i=0,05)$	$\Psi = 0,25$
$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$									
$U_i=0,20 (R_i=3; \delta_i=0,15)$	$\Psi = 0,25$								
$U_i=0,3 (R_i=2,5; \delta_i=0,1)$	$\Psi = 0,25$								
$U_i=0,4 (R_i=1,5; \delta_i=0,05)$	$\Psi = 0,25$								
<i>Termoizoliaciniai sluoksniai</i>  <i>Gelžbetoninė kolona</i> δ_p, R_i U_i <i>Sienos sluoksniai,</i> $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W},$ <i>storis $\approx 200 \text{ mm}$</i>	6.7 schema <table border="1"> <thead> <tr> <th>$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_i=0,3 (R_i=2,5; \delta_i=0,1)$</td><td>$\Psi = 0,15$</td></tr> <tr> <td>$U_i=0,4 (R_i=1,5; \delta_i=0,05)$</td><td>$\Psi = 0,10$</td></tr> </tbody> </table>	$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$		$U_i=0,3 (R_i=2,5; \delta_i=0,1)$	$\Psi = 0,15$	$U_i=0,4 (R_i=1,5; \delta_i=0,05)$	$\Psi = 0,10$		
$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$									
$U_i=0,3 (R_i=2,5; \delta_i=0,1)$	$\Psi = 0,15$								
$U_i=0,4 (R_i=1,5; \delta_i=0,05)$	$\Psi = 0,10$								

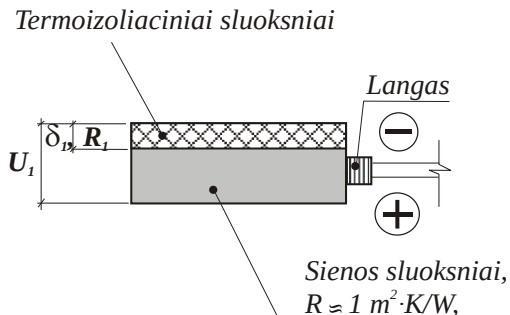
7. Sienų ir langų (durų) sandūrų ilginių šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficientų Ψ , $\text{W}/(\text{m K})$, vertės:

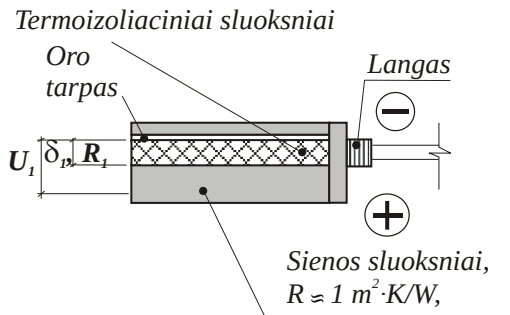
	7.1 schema <table border="1" data-bbox="839 613 1489 752"> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> <tr> <td>U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)</td><td>Ψ = 0,45</td></tr> <tr> <td>U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)</td><td>Ψ = 0,40</td></tr> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)</td><td>Ψ = 0,40</td></tr> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = 0,45	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,40	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,40
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)									
U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = 0,45								
U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,40								
U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,40								

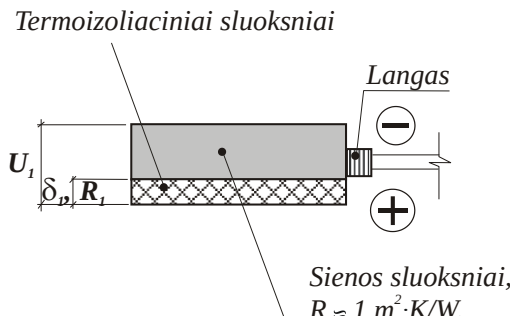
	7.2 schema <table border="1" data-bbox="839 1001 1489 1104"> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> <tr> <td>U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)</td><td>Ψ = 0,30</td></tr> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)</td><td>Ψ = 0,30</td></tr> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,30	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,30
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)							
U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,30						
U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,30						

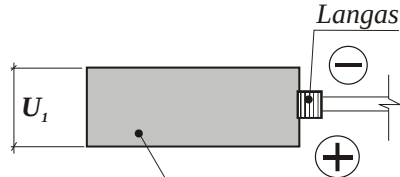
	7.3 schema <table border="1" data-bbox="839 1487 1489 1559"> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=2,5; δ₁=0,400)</td><td>Ψ = 0,30</td></tr> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ = 0,30
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)					
U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ = 0,30				

 Termoizoliaciniai sluoksniai Langas U_1 δ_1 R_1 Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$	7.4 schema <table border="1" data-bbox="842 564 1485 667"> <thead> <tr> <th>U, $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, ($R$, $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi=0,15$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi=0,20$</td></tr> </tbody> </table>	U , $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, (R , $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ , m)		$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi=0,15$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi=0,20$
U , $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, (R , $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ , m)							
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi=0,15$						
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi=0,20$						

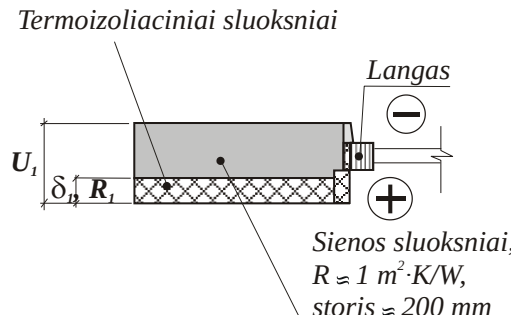
 Termoizoliaciniai sluoksniai Langas U_1 δ_1 R_1 Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$	7.5 schema <table border="1" data-bbox="842 907 1485 1041"> <thead> <tr> <th>U, $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, ($R$, $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,25$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,12$)</td><td>$\Psi = 0,20$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,20$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,15$</td></tr> </tbody> </table>	U , $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, (R , $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ , m)		$U_1=0,25$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,12$)	$\Psi = 0,20$	$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,20$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,15$
U , $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, (R , $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ , m)									
$U_1=0,25$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,12$)	$\Psi = 0,20$								
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,20$								
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,15$								

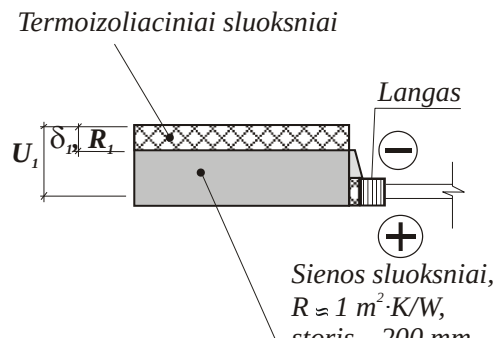
 Termoizoliaciniai sluoksniai Oro tarpas Langas U_1 δ_1 R_1 Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$	7.6 schema <table border="1" data-bbox="842 1377 1485 1512"> <thead> <tr> <th>U, $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, ($R$, $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)</td><td>$\Psi = 0,25$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,30$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,30$</td></tr> </tbody> </table>	U , $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, (R , $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ , m)		$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,25$	$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,30$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,30$
U , $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, (R , $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ , m)									
$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,25$								
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,30$								
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,30$								

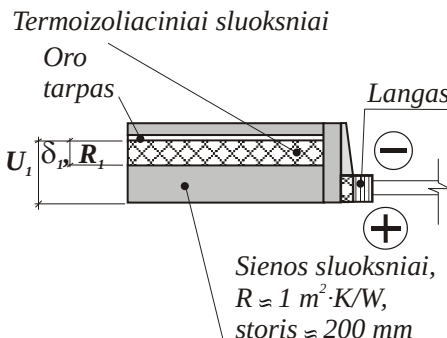
 Termoizoliaciniai sluoksniai Langas U_1 δ_1 R_1 Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$	7.7 schema <table border="1" data-bbox="842 1863 1485 1966"> <thead> <tr> <th>U, $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, ($R$, $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,20$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi=0,20$</td></tr> </tbody> </table>	U , $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, (R , $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ , m)		$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,20$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi=0,20$
U , $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, (R , $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ , m)							
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,20$						
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi=0,20$						

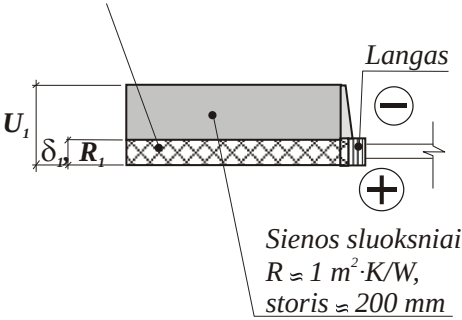
 <i>Sienos sluoksniai, R ≈ 2,5 m²·K/W, storis ≈ 400 mm</i>	7.8 schema					
	<table><tr><th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr><tr><td>U₁=0,4 (R₁=2,5; δ₁=0,400)</td><td>Ψ= 0,05</td></tr></table>	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)		U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ= 0,05	
U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)						
U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ= 0,05					

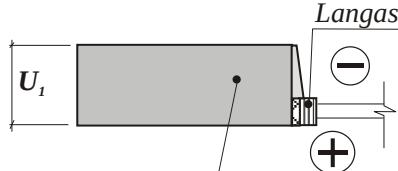
Termoizoliaciniai sluoksniai Oro tarpas Langas U_1, δ_1, R_1 Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$	7.9 schema <table><tr><th>U, $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, ($R$, $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ, m)</th><th></th></tr><tr><td>$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)</td><td>$\Psi = 0,05$</td></tr><tr><td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,05$</td></tr><tr><td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,10$</td></tr></table>	U , $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, (R , $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ , m)		$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,05$	$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,05$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,10$
U , $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, (R , $\text{m}^2 \text{ K/W}$; δ , m)									
$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,05$								
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,05$								
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,10$								

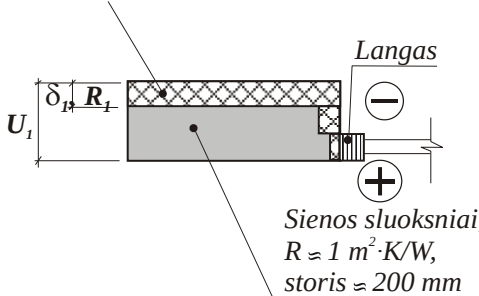
<i>Termoizoliaciniai sluoksniai</i>  <i>Langas</i> <i>Sienos sluoksniai, R ≈ 1 m²·K/W, storis ≈ 200 mm</i>	7.10 schema <table><tr><th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr><tr><td>U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)</td><td>Ψ = 0,10</td></tr><tr><td>U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)</td><td>Ψ = 0,10</td></tr></table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,10	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,10
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)							
U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,10						
U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,10						

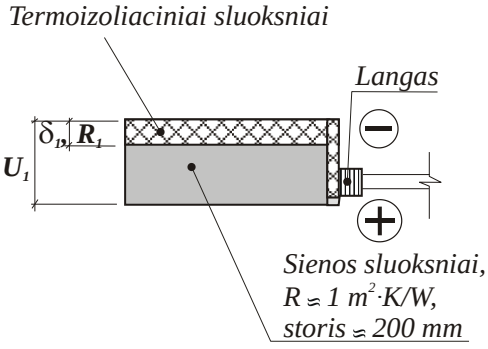
Termoizoliaciniai sluoksniai  <i>Sienos sluoksniai, R ≈ 1 m²·K/W, storis ≈ 200 mm</i>	<table><tr><th colspan="2">7.11 schema</th></tr><tr><th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr><tr><td>U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)</td><td>Ψ = 0,25</td></tr><tr><td>U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)</td><td>Ψ = 0,25</td></tr><tr><td>U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)</td><td>Ψ = 0,20</td></tr></table>	7.11 schema		U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)		U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = 0,25	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,25	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,20
7.11 schema											
U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)											
U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = 0,25										
U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,25										
U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,20										

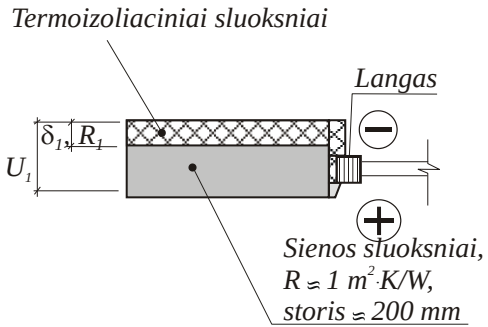
	7.12 schema									
	<table><tr><th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr><tr><td>U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)</td><td>Ψ = 0,45</td></tr><tr><td>U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)</td><td>Ψ = 0,40</td></tr><tr><td>U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)</td><td>Ψ = 0,25</td></tr></table>		U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = 0,45	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,40	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,25
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)										
U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = 0,45									
U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,40									
U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,25									

Termoizoliaciniai sluoksniai  Langas U_1 δ_1, R_1 Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$	7.13 schema	
U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)		
U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ_1 =0,1)	$\Psi = 0,10$	
U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ_1 =0,05)	$\Psi = 0,10$	

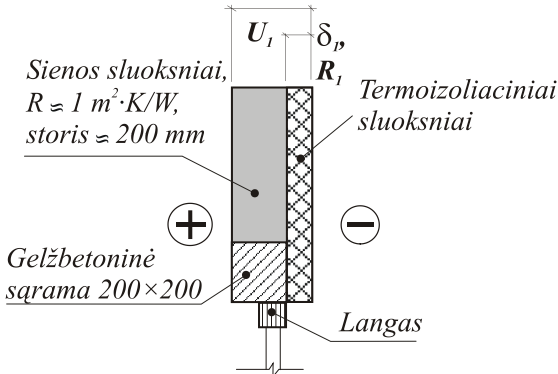
 Sienos sluoksniai, $R \approx 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 400 \text{ mm}$	7.14 schema	
U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)		
U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)		Ψ = 0,45

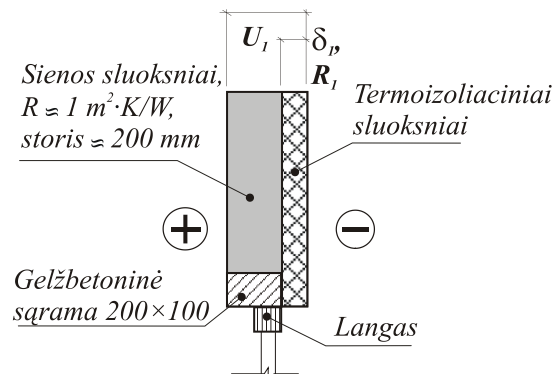
Termoizoliaciniai sluoksniai  U_1 δ_1, R_1 Langas Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$	7.15 schema								
	<table><tr><th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr><tr><td>$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)</td><td>$\Psi = 0,20$</td></tr><tr><td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,20$</td></tr><tr><td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,15$</td></tr></table>	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)		$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,20$	$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,20$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,15$
U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)									
$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,20$								
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,20$								
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,15$								

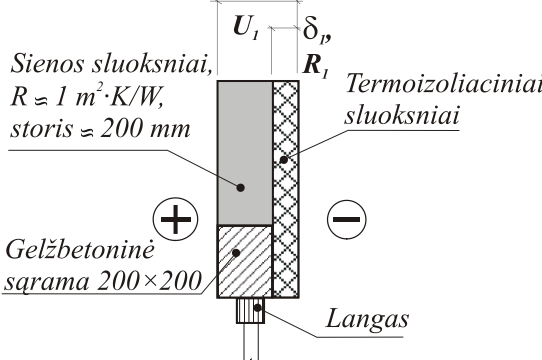
7.16 schema									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)</td><td>Ψ = 0,15</td></tr> <tr> <td>U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)</td><td>Ψ = 0,15</td></tr> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)</td><td>Ψ = 0,15</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)	Ψ = 0,15	U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)	Ψ = 0,15	U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)	Ψ = 0,15
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)									
U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)	Ψ = 0,15								
U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)	Ψ = 0,15								
U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)	Ψ = 0,15								

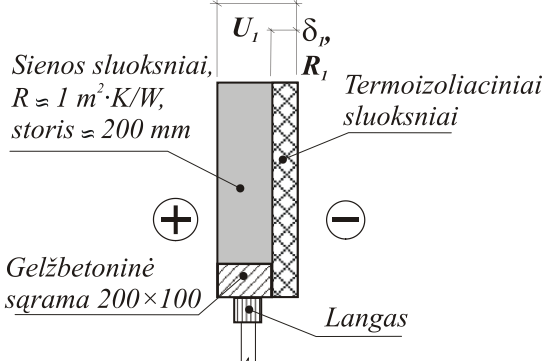
7.17 schema									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)</td><td>Ψ = 0,15</td></tr> <tr> <td>U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)</td><td>Ψ = 0,10</td></tr> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)</td><td>Ψ = 0,10</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)	Ψ = 0,15	U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)	Ψ = 0,10	U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)	Ψ = 0,10
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)									
U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)	Ψ = 0,15								
U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)	Ψ = 0,10								
U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)	Ψ = 0,10								

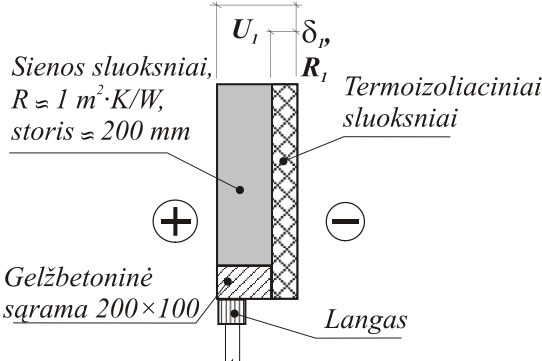
8. Sąramų virš langų ilginių šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficientų Ψ , W/(m K), vertės:

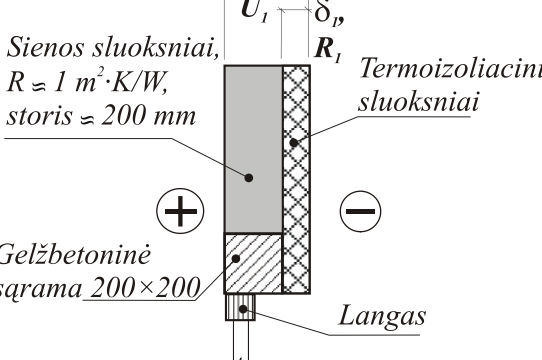
8.1 schema									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)</td><td>Ψ = 0,20</td></tr> <tr> <td>U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)</td><td>Ψ = 0,25</td></tr> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)</td><td>Ψ = 0,30</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)	Ψ = 0,20	U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)	Ψ = 0,25	U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)	Ψ = 0,30
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)									
U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)	Ψ = 0,20								
U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)	Ψ = 0,25								
U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)	Ψ = 0,30								

8.2 schema									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)</td><td>Ψ = 0,15</td></tr> <tr> <td>U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)</td><td>Ψ = 0,20</td></tr> <tr> <td>U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)</td><td>Ψ = 0,25</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)	Ψ = 0,15	U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)	Ψ = 0,20	U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)	Ψ = 0,25
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)									
U₁=0,20 (R₁=3; δ₁=0,15)	Ψ = 0,15								
U₁=0,3 (R₁=2,5; δ₁=0,1)	Ψ = 0,20								
U₁=0,4 (R₁=1,5; δ₁=0,05)	Ψ = 0,25								

	8.3 schema								
 Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Termoizoliaciniai sluoksniai Gelžbetoninė sgrama 200×200 Langas	<table border="1"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)</td><td>$\Psi = 0,65$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,65$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,65$</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,65$	$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,65$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,65$
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)									
$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,65$								
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,65$								
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,65$								

	8.4 schema								
 Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Termoizoliaciniai sluoksniai Gelžbetoninė sgrama 200×100 Langas	<table border="1"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)</td><td>$\Psi = 0,60$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,55$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,50$</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,60$	$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,55$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,50$
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)									
$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,60$								
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,55$								
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,50$								

	8.5 schema								
 Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Termoizoliaciniai sluoksniai Gelžbetoninė sgrama 200×100 Langas	<table border="1"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)</td><td>$\Psi = 0,70$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,65$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,60$</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,70$	$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,65$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,60$
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)									
$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,70$								
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,65$								
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,60$								

	8.6 schema								
 Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Termoizoliaciniai sluoksniai Gelžbetoninė sgrama 200×200 Langas	<table border="1"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)</td><td>$\Psi = 0,90$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,85$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,80$</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,90$	$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,85$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,80$
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)									
$U_1=0,20$ ($R_1=3$; $\delta_1=0,15$)	$\Psi = 0,90$								
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,85$								
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,80$								

Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Termoizoliaciniai sluoksniai Gelžbetoninė sgrama 200×100 Langas δ_p, R_1, U_1	8.7 schema						
<table><tr><th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr><tr><td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,70$</td></tr><tr><td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,65$</td></tr></table>		U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)		$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,70$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,65$
U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)							
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,70$						
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,65$						

Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Termoizoliaciniai sluoksniai Gelžbetoninė sgrama 200×200 Langas δ_p, R_1, U_1	8.8 schema						
	<table><tr><th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr><tr><td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,75$</td></tr><tr><td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,70$</td></tr></table>	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)		$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,75$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,70$
U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)							
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,75$						
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,70$						

Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Termoizoliaciniai sluoksniai Gelžbetoninė sgrama 200×200 Langas δ_p, R_1, U_1	8.9 schema						
	<table><tr><th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr><tr><td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,45$</td></tr><tr><td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,45$</td></tr></table>		U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)		$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,45$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)
U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)							
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,45$						
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,45$						

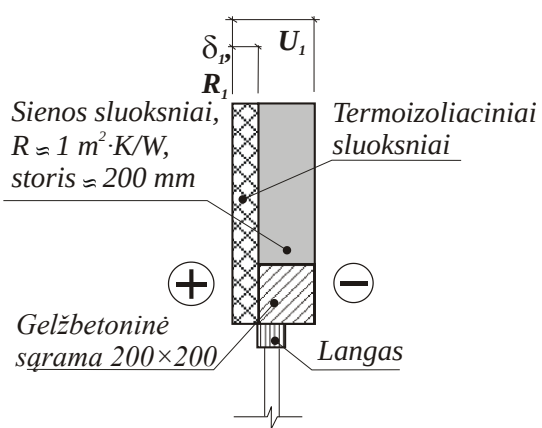
Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Termoizoliaciniai sluoksniai Gelžbetoninė sgrama 200×100 Langas δ_p, R_1, U_1	8.10 schema						
	<table><tr><th>$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$</th><th></th></tr><tr><td>$U_1=0,3 (R_1=2,5; \delta_1=0,1)$</td><td>$\Psi = 0,40$</td></tr><tr><td>$U_1=0,4 (R_1=1,5; \delta_1=0,05)$</td><td>$\Psi = 0,40$</td></tr></table>	$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$		$U_1=0,3 (R_1=2,5; \delta_1=0,1)$	$\Psi = 0,40$	$U_1=0,4 (R_1=1,5; \delta_1=0,05)$	$\Psi = 0,40$
$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$							
$U_1=0,3 (R_1=2,5; \delta_1=0,1)$	$\Psi = 0,40$						
$U_1=0,4 (R_1=1,5; \delta_1=0,05)$	$\Psi = 0,40$						

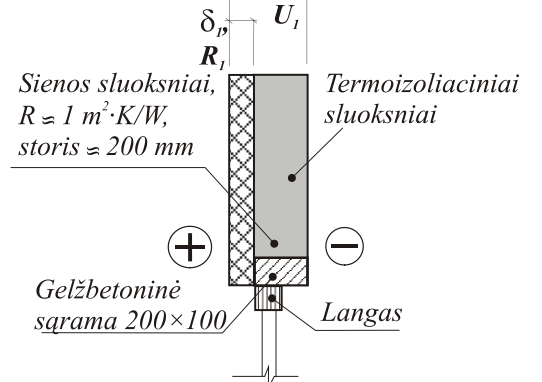
Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Termoizoliaciniai sluoksniai Gelžbetoninė sgrama 200×100 Langas δ_p, R_i, U_i	8.11 schema <table><tr><th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr><tr><td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,50$</td></tr><tr><td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,50$</td></tr></table>	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)		$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,50$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,50$
U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)							
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,50$						
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,50$						

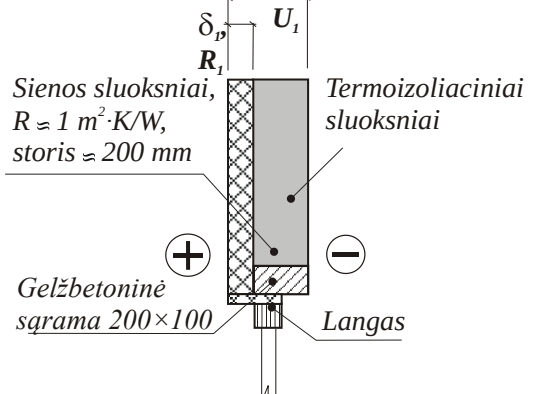
Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Termoizoliaciniai sluoksniai Gelžbetoninė sraima 200×200 Langas δ_1, R_1, U_1 $\oplus$ $\ominus$	8.12 schema <table><tr><th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr><tr><td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,50$</td></tr><tr><td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,50$</td></tr></table>	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)		$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,50$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,50$
U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)							
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,50$						
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,50$						

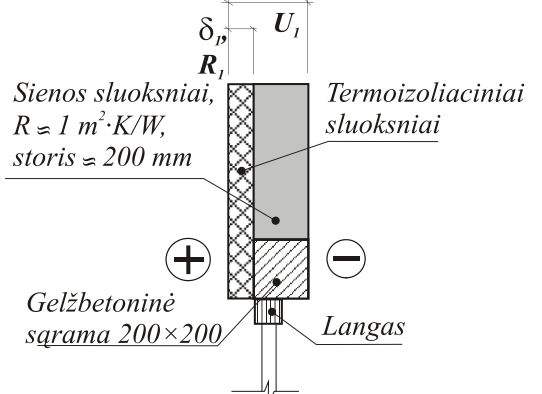
Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Termoizoliaciniai sluoksniai Gelžbetoninė sgrama 200×200 Langas δ_p, R_1, U_1 $\oplus$ $\ominus$	8.13 schema <table><tr><th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr><tr><td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,30$</td></tr><tr><td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,35$</td></tr></table>	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)		$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,30$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,35$
U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)							
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,30$						
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,35$						

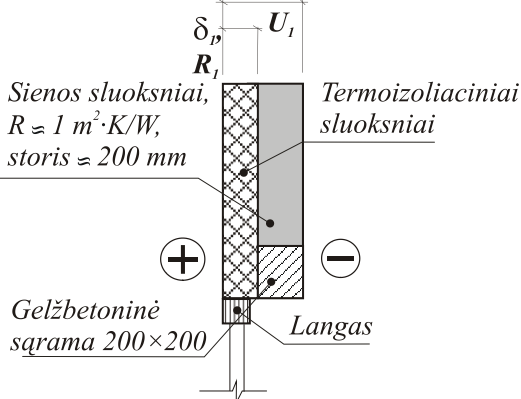
Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Termoizoliaciniai sluoksniai Gelžbetoninė sgrama 200×100 Langas δ_p, R_1, U_1 $\oplus$ $\ominus$	8.14 schema <table><tr><th>$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$</th><th></th></tr><tr><td>$U_1=0,3 \text{ } (R_1=2,5; \delta_1=0,1)$</td><td>$\Psi = 0,30$</td></tr><tr><td>$U_1=0,4 \text{ } (R_1=1,5; \delta_1=0,05)$</td><td>$\Psi = 0,30$</td></tr></table>	$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$		$U_1=0,3 \text{ } (R_1=2,5; \delta_1=0,1)$	$\Psi = 0,30$	$U_1=0,4 \text{ } (R_1=1,5; \delta_1=0,05)$	$\Psi = 0,30$
$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$							
$U_1=0,3 \text{ } (R_1=2,5; \delta_1=0,1)$	$\Psi = 0,30$						
$U_1=0,4 \text{ } (R_1=1,5; \delta_1=0,05)$	$\Psi = 0,30$						

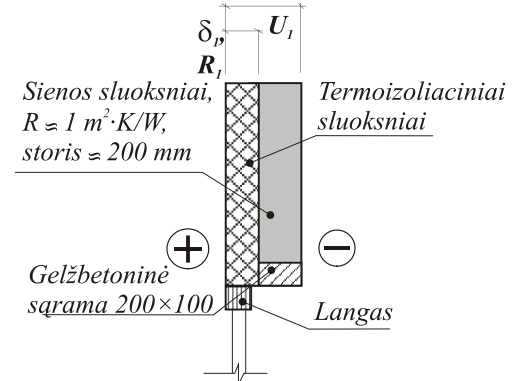
 Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Termoizoliaciniai sluoksniai Gelžbetoninė sraima 200×200 Langas	8.15 schema <table border="1" data-bbox="842 421 1487 526"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,30$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,35$</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,30$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,35$
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)							
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,30$						
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,35$						

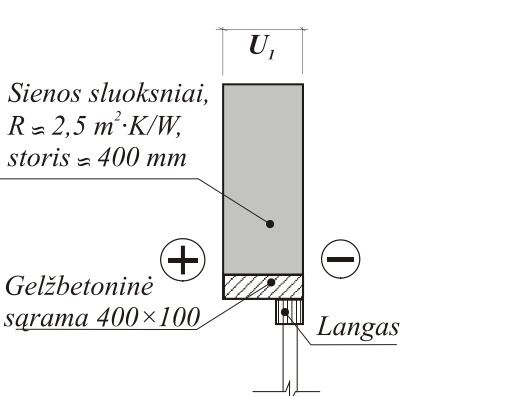
 Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Termoizoliaciniai sluoksniai Gelžbetoninė sraima 200×100 Langas	8.16 schema <table border="1" data-bbox="842 875 1487 981"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,30$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,30$</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,30$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,30$
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)							
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,30$						
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,30$						

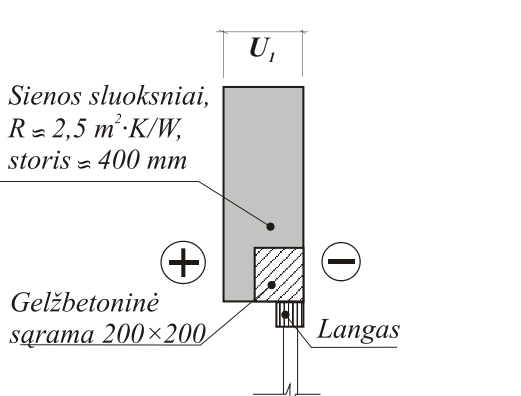
 Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Termoizoliaciniai sluoksniai Gelžbetoninė sraima 200×100 Langas	8.17 schema <table border="1" data-bbox="842 1346 1487 1451"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,20$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,20$</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,20$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,20$
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)							
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,20$						
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,20$						

 Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Termoizoliaciniai sluoksniai Gelžbetoninė sraima 200×200 Langas	8.18 schema <table border="1" data-bbox="842 1816 1487 1921"> <thead> <tr> <th>U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)</td><td>$\Psi = 0,30$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)</td><td>$\Psi = 0,25$</td></tr> </tbody> </table>	U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)		$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,30$	$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,25$
U, W/(m² K), (R, m² K/W; δ, m)							
$U_1=0,3$ ($R_1=2,5$; $\delta_1=0,1$)	$\Psi = 0,30$						
$U_1=0,4$ ($R_1=1,5$; $\delta_1=0,05$)	$\Psi = 0,25$						

	8.19 schema						
 Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Termoizoliaciniai sluoksniai Gelžbetoninė sgrama 200×200 Langas U_1, δ_p, R_1 + -	<table border="1"> <thead> <tr> <th>$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,3 (R_1=2,5; \delta_1=0,1)$</td><td>$\Psi = 0,05$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4 (R_1=1,5; \delta_1=0,05)$</td><td>$\Psi = 0,10$</td></tr> </tbody> </table>	$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$		$U_1=0,3 (R_1=2,5; \delta_1=0,1)$	$\Psi = 0,05$	$U_1=0,4 (R_1=1,5; \delta_1=0,05)$	$\Psi = 0,10$
$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$							
$U_1=0,3 (R_1=2,5; \delta_1=0,1)$	$\Psi = 0,05$						
$U_1=0,4 (R_1=1,5; \delta_1=0,05)$	$\Psi = 0,10$						

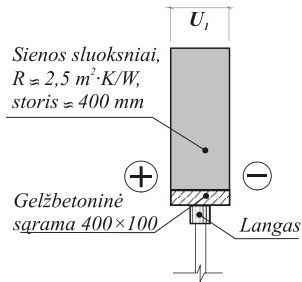
	8.20 schema						
 Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Termoizoliaciniai sluoksniai Gelžbetoninė sgrama 200×100 Langas U_1, δ_p, R_1 + -	<table border="1"> <thead> <tr> <th>$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,3 (R_1=2,5; \delta_1=0,1)$</td><td>$\Psi = 0,05$</td></tr> <tr> <td>$U_1=0,4 (R_1=1,5; \delta_1=0,05)$</td><td>$\Psi = 0,05$</td></tr> </tbody> </table>	$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$		$U_1=0,3 (R_1=2,5; \delta_1=0,1)$	$\Psi = 0,05$	$U_1=0,4 (R_1=1,5; \delta_1=0,05)$	$\Psi = 0,05$
$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$							
$U_1=0,3 (R_1=2,5; \delta_1=0,1)$	$\Psi = 0,05$						
$U_1=0,4 (R_1=1,5; \delta_1=0,05)$	$\Psi = 0,05$						

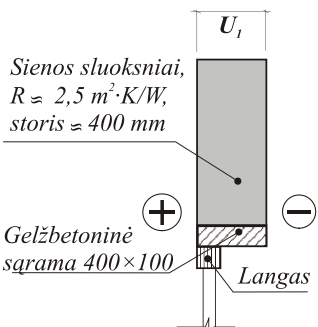
	8.21 schema				
 Sienos sluoksniai, $R \approx 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 400 \text{ mm}$ Gelžbetoninė sgrama 400×100 Langas U_1 + -	<table border="1"> <thead> <tr> <th>$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,4 (R_1=2,5; \delta_1=0,400)$</td><td>$\Psi = 1,05$</td></tr> </tbody> </table>	$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$		$U_1=0,4 (R_1=2,5; \delta_1=0,400)$	$\Psi = 1,05$
$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$					
$U_1=0,4 (R_1=2,5; \delta_1=0,400)$	$\Psi = 1,05$				

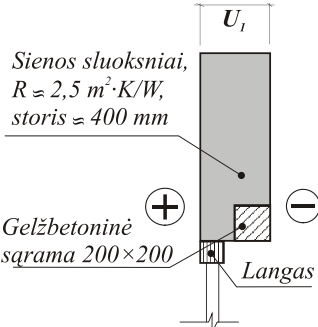
	8.22 schema				
 Sienos sluoksniai, $R \approx 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 400 \text{ mm}$ Gelžbetoninė sgrama 200×200 Langas U_1 + -	<table border="1"> <thead> <tr> <th>$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_1=0,4 (R_1=2,5; \delta_1=0,400)$</td><td>$\Psi = 1,15$</td></tr> </tbody> </table>	$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$		$U_1=0,4 (R_1=2,5; \delta_1=0,400)$	$\Psi = 1,15$
$U, \text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}), (R, \text{m}^2 \text{ K/W}; \delta, \text{m})$					
$U_1=0,4 (R_1=2,5; \delta_1=0,400)$	$\Psi = 1,15$				

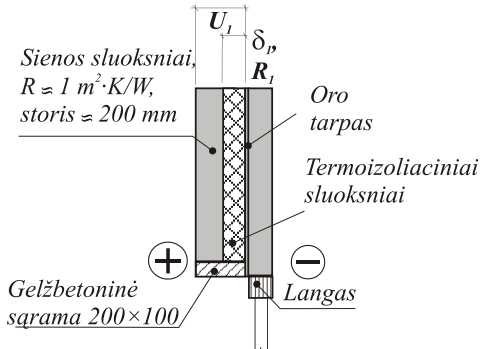
	8.23 schema
--	-------------

	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)	
	U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ = 0,70

 Sienos sluoksniai, $R \approx 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 400 \text{ mm}$ Gelžbetoninė srama 400×100 Langas	8.24 schema	
	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)	
	U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ = 1,0

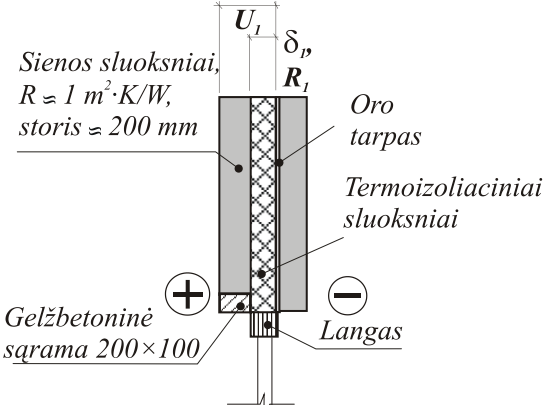
 Sienos sluoksniai, $R \approx 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 400 \text{ mm}$ Gelžbetoninė srama 400×100 Langas	8.25 schema	
	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)	
	U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ = 1,00

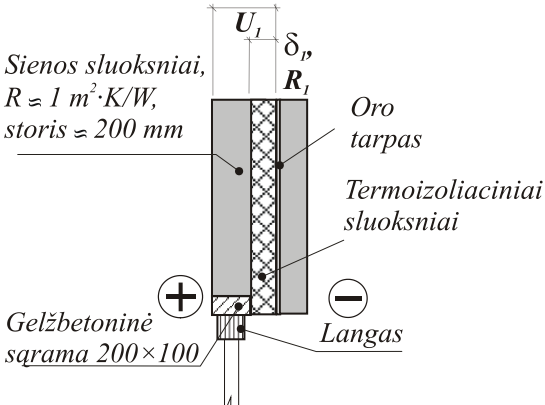
 Sienos sluoksniai, $R \approx 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 400 \text{ mm}$ Gelžbetoninė srama 200×200 Langas	8.26 schema	
	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)	
	U ₁ =0,4 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,400)	Ψ = 0,65

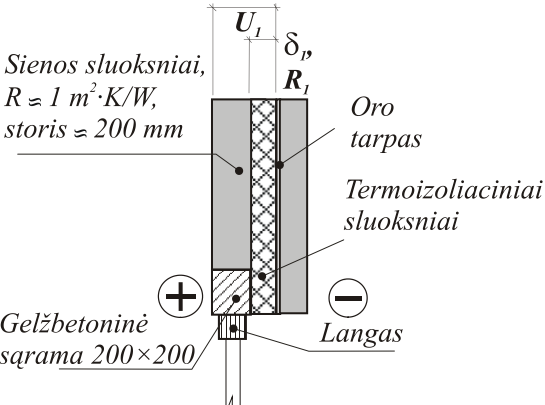
 Sienos sluoksniai, $R \approx 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, storis $\approx 200 \text{ mm}$ Oro tarpas Termoizoliaciniai sluoksniai Gelžbetoninė srama 200×100 Langas	8.27 schema	
	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ, m)	
	U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ ₁ =0,15)	Ψ = 0,35
	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ ₁ =0,1)	Ψ = 0,35
	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ ₁ =0,05)	Ψ = 0,30

	8.28 schema
---	-------------

	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)	
	U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ_1 =0,15)	$\Psi = 0,10$
	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ_1 =0,1)	$\Psi = 0,10$
	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ_1 =0,05)	$\Psi = 0,10$

	8.29 schema	
	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)	
	U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ_1 =0,15)	$\Psi = 0,10$
	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ_1 =0,1)	$\Psi = 0,10$
	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ_1 =0,05)	$\Psi = 0,05$

	8.30 schema	
	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)	
	U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ_1 =0,15)	$\Psi = 0,50$
	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ_1 =0,1)	$\Psi = 0,50$
	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ_1 =0,05)	$\Psi = 0,45$

	8.31 schema	
	U, W/(m ² K), (R, m ² K/W; δ , m)	
	U ₁ =0,20 (R ₁ =3; δ_1 =0,15)	$\Psi = 0,60$
	U ₁ =0,3 (R ₁ =2,5; δ_1 =0,1)	$\Psi = 0,60$
	U ₁ =0,4 (R ₁ =1,5; δ_1 =0,05)	$\Psi = 0,55$

STR 2.05.01:2005

8 priedas

STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ IR GAMINIŲ ŠILUMINIŲ TECHNINIŲ DYDŽIŲ PROJEKTINĖS VERTĖS

Reglamento 8 priede pateiktais duomenimis privalu naudotis tada, kai nesama kitų, bandymais pagrįstų ir įteisintų, duomenų apie čia pateiktų rodiklių vertes.

8.1 lentelė

Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių techninių dydžių projektinės vertės

Medžiagos ir gaminiai	Tankis ρ , kg/m ³	Projektinis šilumos laidumo koeficientas λ_{ds} , W/(m·K)	Savitoji šiluminė talpa c_p , J/(kg·K)	Vandens garų varžos faktorius μ
Asfaltas	2100	0,70	1000	50000
Bitumas grynas	1050	0,17	1000	50000
Bitumuotas veltinis/ lakštai	1100	0,23	1000	50000
Betonas:				
vidutinio tankio	1800	1,15	1000	60
	2000	1,35	1000	60
	2200	1,65	1000	70
didelio tankio	2400	2,00	1000	80
armuotas (su 1% plieno)	2300	2,3	1000	80
armuotas (su 2% plieno)	2400	2,5	1000	80
Grindų dangos:				
guma	1200	0,17	1400	10000
plastikas	1700	0,25	1400	10000
akytoji guma arba akytasis plastikas	270	0,10	1400	10000
veltinis	120	0,05	1300	15
vilna	200	0,06	1300	15
kamštis	<200	0,05	1500	10
kamštis	>400	0,065	1500	20
kilimas/tekstilės danga	200	0,06	1300	5
linoleumas	1200	0,17	1400	800
Dujos:				
oras	1,23	0,025	1008	1
anglies dioksidas	1,95	0,014	820	1
argonas	1,70	0,017	519	1
sieros heksafluoridas	6,36	0,013	614	1
kriptonas	3,56	0,0090	245	1
ksenonas	5,68	0,0054	160	1
Stiklas				
natrio-kalkių	2500	1,00	750	∞
kvarcinis	2200	1,40	750	∞
mozaikinis	2000	1,20	750	∞
Vanduo:				
ledas -10°C temperatūroje	920	2,30	2000	
ledas 0°C temperatūroje	900	2,20	2000	
sniegas, naujai iškritęs (<30 mm)	100	0,05	2000	
sniegas, minkštas (30 ... 70 mm)	200	0,12	2000	
sniegas, lengvai sutrintas (70...100 mm)	300	0,23	2000	
sniegas, sutankintas (<200 mm)	500	0,60	2000	
Vanduo 10°C	1000	0,60	4190	
Vanduo 40°C	990	0,63	4190	
Vanduo 80°C	970	0,67	4190	

Metalai:				
aliuminio lydinys	2800	160	880	∞
bronzas	8700	65	380	∞
žalvaris	8400	120	380	∞
varis	8900	380	380	∞
geležis, ketus	7500	50	450	∞
švinas	11300	35	130	∞
plienas	7800	50	450	∞
nerūdijantysis plienas	7900	17	460	∞
cinkas	7200	110	380	∞
Plastikai:				
akrilas	1050	0,20	1500	10000
polikarbonatas	1200	0,20	1200	5000
politetrafluoretilenas (PTFE)	2200	0,25	1000	10000
polivinilchloridas (PVC)	1390	0,17	900	50000
polimetilmetakrilas (PMMA)	1180	0,18	1500	50000
poliacetatas	1410	0,30	1400	100000
poliamidas	1150	0,25	1600	50000
poliamidas 6,6 su 25% stiklo pl.	1450	0,30	1600	50000
polietilenas, didelio tankio	980	0,50	1800	100000
polietilenas, mažo tankio	920	0,33	2200	100000
polistirenas	1050	0,16	1300	100000
polipropilenas	910	0,22	1800	10000
polipropilenas su 25% stiklo pl.	1200	0,25	1800	10000
poliuretanas (PU)	1200	0,25	1800	6000
epoksidinė derva	1200	0,20	1400	10000
fenolio derva	1300	0,30	1700	100000
poliesterio derva	1400	0,19	1200	10000
Guma:				
natūrali	910	0,13	1100	10000
neoprenas	1240	0,23	2140	10000
butilas, kietasis, karštai lydytas	1200	0,24	1400	200000
putgumė	60-80	0,06	1500	7000
kietoji guma (ebonitas)	1200	0,17	1400	∞
EPDM (etileno propileno monomeras)	1150	0,25	1000	6000
poliizobutilenas	930	0,20	1100	10000
polisulfidas	1700	0,40	1000	10000
butadienas	980	0,25	1000	100000
Sandarinimo medžiagos, hermetikai ir šilumos tilteliai:				
silikagelis	720	0,13	1000	∞
silikonas, grynas	1200	0,35	1000	5000
silikonas su užpildu	1450	0,50	1000	5000
silikono putos	750	0,12	1000	10000
uretanai/poliuretanai (šiltinimo intarpai)	1300	0,21	1800	60
polivinilchloridas (PVC), su 40% minkštikliu	1200	0,14	1000	100000
elastomero putos	60-80	0,05	1500	10000
poliuretano (PU) putos	70	0,05	1500	60
polietileno putos	70	0,05	2300	100
Gipsas	600	0,18	1000	4
Gipsas	900	0,30	1000	4
Gipsas	1200	0,43	1000	4
Gipsas	1500	0,56	1000	4
Gipso plokštė (sausas tinkas)	900	0,25	1000	4
Tinkas:				
izoliacinis gipso tinkas	600	0,18	1000	6
gipso tinkas	1000	0,40	1000	6
gipso tinkas	1300	0,57	1000	6
gipso-smėlio tinkas	1600	0,80	1000	6

kalkių-smėlio tinkas	1600	0,80	1000	6
cemento-smėlio tinkas	1800	1,00	1000	6
Gruntas:				
molis ir sąnašos	1200 – 1800	1,5	1670 – 2500	50
smėlis ir žvyras	1700 – 2200	2,0	910 – 1180	50
Akmuo:				
natūrali, kristalinė uoliena	2800	3,5	1000	1000
natūrali, nuosėdinė uoliena	2600	2,3	1000	200
natūrali, nuosėdinė uoliena, lengva	1500	0,85	1000	20
natūrali, porėtoji uoliena, lava	1600	0,55	1000	15
bazaltas	2700-3000	3,5	1000	10000
gneisas	2400-2700	3,5	1000	10000
granitas	2500-2700	2,8	1000	10000
marmuras	2800	3,5	1000	10000
skalūnas	2000-2800	2,2	1000	800
kalkakmenis, labai minkštas	1600	0,85	1000	20
kalkakmenis, minkštas	1800	1,1	1000	25
kalkakmenis, vid. kietumo	2000	1,4	1000	40
kalkakmenis, kietas	2200	1,7	1000	150
kalkakmenis, labai kietas	2600	2,3	1000	200
smiltainis	2600	2,3	1000	30
natūralioji pemza	400	0,12	1000	6
dirbtiniai akmenys	1750	1,3	1000	40
Čerpės (stogo medžiagos):				
molio	2000	1,0	800	30
betono	2100	1,5	1000	60
keraminės/porcelianinės	2300	1,3	840	∞
plastikinės	1000	0,20	1000	10000
Mediena:				
	500	0,13	1600	20
	700	0,18	1600	50
Medienos gaminiai:				
Fanera	300	0,09	1600	50
Fanera	500	0,13	1600	70
Fanera	700	0,17	1600	90
Fanera	1000	0,24	1600	110
Medienos plokštės su cementiniu rišikliu	1200	0,23	1500	30
Medžio pjuvenų plokštės	300	0,10	1700	10
Medžio pjuvenų plokštės	600	0,14	1700	15
Medžio pjuvenų plokštės	900	0,18	1700	20
Orientuotosios medžio skiedrų (OSB) plokštės	650	0,13	1700	30
Medžio plaušo plokštės MDF	250	0,07	1700	2
Medžio plaušo plokštės MDF	400	0,10	1700	5
Medžio plaušo plokštės MDF	600	0,14	1700	12
Medžio plaušo plokštės MDF	800	0,18	1700	20
Keramzitbartonis su keraminiu smėliu ir putų keramzitbartonis:				
	1800	0,9	1000	20
	1600	0,8	1000	15
	1400	0,7	1000	15
	1200	0,5	1000	12
	1000	0,4	1000	10
	800	0,3	1000	8
	600	0,28	1000	6
	500	0,24	1000	6
Mūras:				
pilnavidurių keraminių plytų su cementiniu skiediniu	1800	0,8	1000	20

pilnavidurių keraminių plytų su cemento ir perlito skiediniu	1600	0,7	1000	20
pilnavidurių keramzitbetonio blokelių, kai šių blokelių tankis ne didesnis kaip 1800 kg/m ³	1800	1,2	1000	20
pilnavidurių keramzitbetonio blokelių, kai šių blokelių tankis ne didesnis kaip 1200 kg/m ³	1260	0,6	1000	10
pilnavidurių silikatinių plytų su cementiniu skiediniu	1800	1,0	1000	20
skaldytojo akmens (akmens tankis 2800 kg/m ³) su 15 mm storio siūlėmis	2400	2,6	1000	20
skylėtųjų keraminių plytų (1400 kg/m ³) su cementiniu skiediniu	1600	0,7	1000	20
skylėtųjų keraminių plytų (1300 kg/m ³) su cementiniu skiediniu	1400	0,6	1000	20
skylėtųjų keraminių plytų (1000 kg/m ³) su cementiniu skiediniu	1200	0,5	1000	20
skylėtųjų silikatinių plytų (1500 kg/m ³) su cementiniu skiediniu	1600	0,9	1000	20
tuščiavidurių keraminių blokų (tuštymėtumas – 36%, blokų tankis – 800 kg/m ³)	950	0,27	1000	10
tuščiavidurių keraminių blokų (tuštymėtumas – 36%, blokų tankis – 1300 kg/m ³)	1400	0,47	1000	10
tuščiavidurių keraminių blokų (tuštymėtumas – 39%, blokų tankis – 700 kg/m ³)	760	0,23	1000	10
tuščiavidurių keraminių blokų (tuštymėtumas – 39%, blokų tankis – 1050 kg/m ³)	1100	0,4	1000	10
tuščiavidurių keraminių blokų (tuštymėtumas – 42%, blokų tankis – 850 kg/m ³)	1000	0,25	1000	10
tuščiavidurių keramzitbetonio blokelių (tuštymėtumas – 15-20%), kai keramzitbetonio tankis – 2000 kg/m ³	1700	0,8	1000	10
tuščiavidurių keramzitbetonio blokelių (tuštymėtumas – 15-20%), kai keramzitbetonio tankis – 2000 kg/m ³	1100	0,4	1000	15

8.2 lentelė

Termoizoliacinių ir mūro medžiagų šiluminių techninių dydžių projektinės vertės

Gaminys	Tankis ρ , kg/m ³	Savitoji šiluminė talpa c_p , J/(kg·K)	Vandens garų varžos faktorius μ
Aeruotasis autoklavinis betonas	300-1000	1000	6
Betonas	1100-1500	1000	10
Betonas su pempzos užpildu	500-1300	1000	40
Betonas su 70% šlako užpildu	1100-1700	1000	20
Betonas su keramzito užpildu	400-700	1000	4
Betonas su kitais lengvaisiais užpildais	500-2000	1000	10
Betonas su polistireno užpildu	500-800	1000	60
Birioji mineralinė vata	15-60	1030	1
Biriosios polistireno granulės	10-30	1400	2
Birusis celiuliozės pluoštas	20-60	1600	2
Birusis keramzitas	200-400	1000	2
Birusis perlitas	30-150	900	2
Birusis vermikulitas	20-150	1080	2
Cemento skiedinys	250-2000	1000	10
Degtasis molis	1000-2400	1000	10

Ekstruzinis polistirenas	20-65	1450	150
Fenolio putos	20-50	1400	50
Formaldehido putos	10-30	1400	2
Kalcio silikatas	900-2200	1000	15
Keramzitetonas	800-1700	1000	6
Medienos plaušų plokštės	150-250	1400	5
Medienos vilnos plokštės	250-450	1470	3
Mineralinė vata	10-200	1030	1
Perlito plokštės	140-240	900	5
Polistireninis putplastis	10-50	1450	60
Poliuretano putos (kietos)	28-55	1400	60
Purškiamojo poliuretano putos	30-50	1400	60
Putstiklis	100-150	1000	∞
Putų kamštis	90-140	1560	5
Tankusis betonas ir akmuo	1600-2400	1000	120

8.3 lentelė

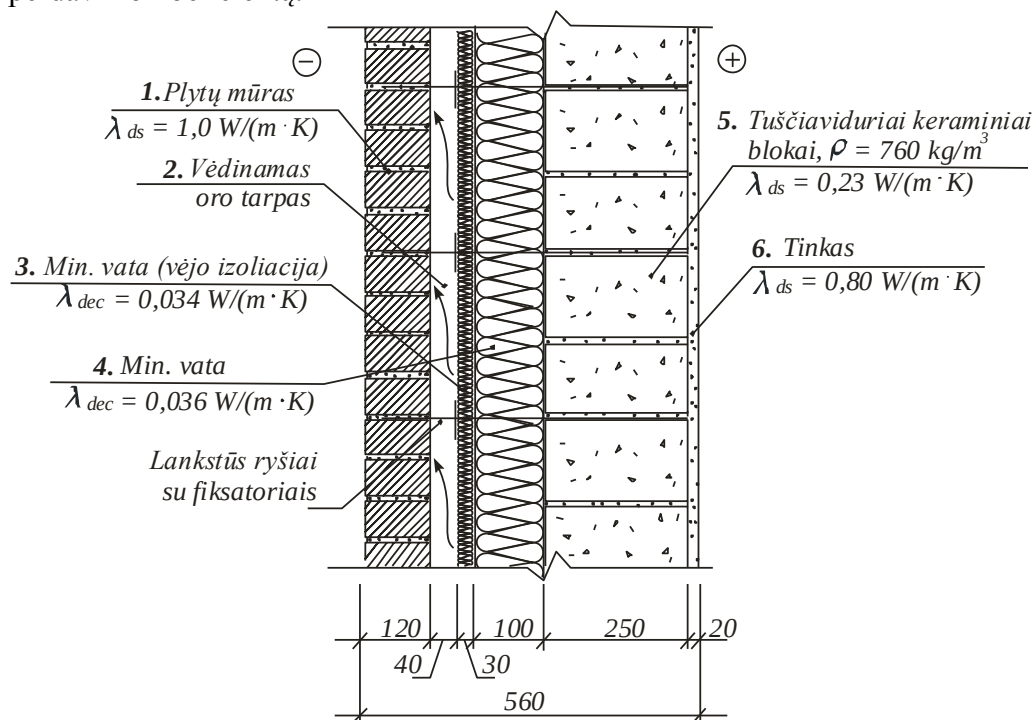
Plonų gaminių garinei varžai lygiaverčių oro sluoksnių orientacinės projektinės vertės

Gaminys	Garinei varžai lygiavertis oro sluoksnio storis S_d , m
Polietilenas 0,15 mm	50
Polietilenas 0,25 mm	100
Poliesteras 0,2 mm	50
Polivinilchlorido (PVC) plėvelė	30
Aluminio folija 0,05 mm	1500
Polietileno folija (PE) 0,15 mm	8
Bitumuotasis popierius 0,1 mm	2
Aluminiu dengtas popierius 0,4 mm	10
Difuzinės membranos	0,2
Emulsiniai dažai	0,1
Blizgantieji dažai	3
Viniliniai tapetai	2
Pastabos. Gaminio vandens garų varžai ekvivalentinio sluoksnio storis yra nejudančio oro sluoksnio storis, kurio vandens garų varža yra tokia pat kaip ir gaminio. Lentelėje pateiktų gaminių storis paprastai nematuojamas, jie yra vertinami kaip labai ploni gaminiai, turintys garinę varžą. Lentelėje pateiktos nominalios gaminių identifikavimui naudojamos storio vertės.	

PASTATŲ ATITVARŲ PROJEKTAVIMO PAVYZDŽIAI

1 pavyzdys. Sienos šiluminės varžos ir šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

Užduotis: apskaičiuoti duotos sienos konstrukcijos visuminę šiluminę varžą ir šilumos perdavimo koeficientą.



9.1 pav. Sienos konstrukcijos schema

Apskaičiuojamos atskirų sluoksnių šiluminės varžos ir visuminė šiluminė varža.

Išorinis (1) sluoksnis – 120 mm storio pilnavidurių silikatinių plytų mūras, kurio $\lambda_{ds} = 1,0 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$:

$$R_1 = d_1 / \lambda_{1, ds} = 0,12 / 1,0 = 0,12 \text{ m}^2 \text{ K/W.}$$

Antrasis sluoksnis – 40 mm storio vėdinamas oro tarpas.

Trečiasis sluoksnis – 30 mm storio vėjo izoliacija iš mineralinės vatos, kurios $\lambda_{dec} = 0,034 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$. Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijoje $\Delta\lambda_{\omega}$, $\text{W/(m} \cdot \text{K)}$, pagal STR 2.01.03:2003 „Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių techninių dydžių deklarujamos ir projektinės vertės“ 4 lentelę vėdinamai atitvarai $\Delta\lambda_{\omega} = 0,001 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$. Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas $K_{cv} = 0$ (pagal STR 2.01.03:2003 7 lentelę, kai termoizoliacinis sluoksnis vėdinamas, termoizoliacinio sluoksnio medžiagos grupė pagal oro pralaidumą $l < 60$, $\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$, termoizoliaciniai gaminiai mechaniškai pritvirtinti prie izoliuojamo paviršiaus). Pataisa dėl šilumos konvekcijos:

$$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_{dec} K_{cv} = 0,034 \cdot 0 = 0 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}.$$

Projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė:

$$\lambda_{ds} \lambda_{dec} + \Delta\lambda_{\omega} + \Delta\lambda_{cv} = 0,034 + 0,001 + 0 = 0,035 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}.$$

Trečiojo sluoksnio šiluminė varža:

$$R_3 = d_3 / \lambda_{3, ds} = 0,03 / 0,035 = 0,857 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Ketvirtasis sluoksnis – 100 mm storio šilumos izoliacija iš mineralinės vatos, kurios $\lambda_{dec} = 0,036 \text{ W/(m K)}$. Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijoje $\Delta \lambda_{\omega} = 0,001 \text{ W/(m K)}$, pagal STR 2.01.03:2003 4 lentelę vėdinamai atitvarai $\Delta \lambda_{\omega} = 0,001 \text{ W/(m K)}$. Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas $K_{cv} = 0$ (pagal STR 2.01.03:2003 7 lentelę, kai termoizoliacinis sluoksnis vėdinamas, termoizoliacinio sluoksnio medžiagos grupė pagal oro pralaidumą $60 < l < 190, \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$, termoizoliaciniai gaminiai užpildo visą erdvę ir yra su vėjo izoliaciniu sluoksniu, įrengtu pagal to paties reglamento 8 lentelėje pateiktus reikalavimus). Pataisa dėl šilumos konvekcijos:

$$\Delta \lambda_{cv} \lambda_{dec} \cdot K_{cv} = 0,036 \cdot 0 = 0 \text{ W/(m K)}.$$

Projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė:

$$\lambda_{ds} \lambda_{dec} + \Delta \lambda_{\omega} + \Delta \lambda_{cv} = 0,036 + 0,001 + 0 = 0,037 \text{ W/(m K)}.$$

Ketvirtojo sluoksnio šiluminė varža:

$$R_4 = d_4 / \lambda_{4, ds} = 0,10 / 0,037 = 2,703 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Pentasis sluoksnis – 250 mm storio tuščiavidurių keraminių blokų mūras, kurio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda_{ds} = 0,23 \text{ W/(m K)}$. Jo šiluminė varža apskaičiuojama:

$$R_5 = d_5 / \lambda_{5, ds} = 0,25 / 0,23 = 1,087 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Šeštasis sluoksnis – 20 mm storio kalkių-smėlio tinkas, kurio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda_{ds} = 0,80 \text{ W/(m K)}$. Jo šiluminė varža apskaičiuojama:

$$R_6 = d_6 / \lambda_{6, ds} = 0,02 / 0,80 = 0,025 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Kadangi siena yra su vėdinamu oro tarpu, tai oro tarpo ir sluoksnių, esančių į išorinę pusę nuo oro tarpo (išorinio plytų mūro sluoksnio), šiluminės varžos yra nevertinamos. Apskaičiuojam sienos suminę šiluminę varžą:

$$R_s = R_3 + R_4 + R_5 + R_6 = 0,857 + 2,703 + 1,087 + 0,025 = 4,672 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Sienos vidinio paviršiaus šiluminė varža, kai šilumos srauto kryptis horizontali (pagal 1 priedo 1.1 lentelę) – $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

Kadangi siena yra su vėdinamu oro tarpu, išorinė šiluminė varža yra prilyginama vidinio paviršiaus šiluminei varžai – $R_{se} = R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$.

Sienos visuminė šiluminė varža:

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se} = 0,13 + 4,672 + 0,13 = 4,932 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Sienos šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{4,932} = 0,203 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$

Sienos visuminė šiluminė varža $R_t = 4,93 \text{ m}^2 \text{ K/W}$, šilumos perdavimo koeficientas $U = 0,20 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$.

Jeigu mūro sluoksniai sujungti metaliniais ryšiais, reikia skaičiuoti šilumos perdavimo koeficiento pataisą dėl papildomo šilumos nutekėjimo per metalines jungtis.

Skaičiuodami šilumos perdavimo koeficiento priedą pagal (1.12) formulę:

$$\lambda U_{fn} = (\lambda_{fn} n_{fn} A_{fn})/d_{fn},$$

- priimame, kad jungčių skaičius viename kvadratiname metre n_{fn} 10;
- jungties šilumos laidumo koeficientas λ_{fn} 50, W/(m K) (plienas);
- vienos jungties skerspjūvio plotas A_{fn} $1,96 \cdot 10^{-5}$, m² (5 mm);
- skaičiuojamasis jungties ilgis, prilygintas šiltinančio sluoksnio storiui d_{fn} = 0,13, m;
- struktūrinis daugiklis priimamas $\square \square 0,5$ (pagal 1.7 lentelę).

$$\lambda U_{fn} (\lambda_{fn} n_{fn} A_{fn})/d_{fn} = (0,5 \cdot 50 \cdot 10 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5})/0,13 \cdot 0,024 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$

Šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuojamas pagal (1.11) formulę:

$$U = \frac{1}{R_t} + \Delta U_{fn} = \frac{1}{4,932} + 0,038 = 0,24 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$

Atitinkamai, jeigu tvirtinimui panaudota 4 mm plieno viela, kurios skerspjūvio plotas A_{fn} $1,2 \cdot 10^{-5}$, m²:

$$\lambda U_{fn} (\lambda_{fn} n_{fn} A_{fn})/d_{fn} = (0,5 \cdot 50 \cdot 10 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5})/0,13 \cdot 0,024 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$

Šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuojamas:

$$U = \frac{1}{R_t} + \Delta U_{fn} = \frac{1}{4,932} + 0,024 = 0,23 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$

Jeigu šios konstrukcijos oro tarpas būtų nevėdinamas, tuomet skaičiuojant sienos visuminę šiluminę varžą, reikėtų įvertinti nevėdinamo oro sluoksnio šiluminę varžą bei sluoksnių esančių į išorę nuo oro tarpo šiluminę varžą. Nevėdinamo oro tarpo šiluminė varža, kai šilumos srauto kryptis horizontali ir oro tarpo storis 40 mm (1.3 lentelė) – $R_g = 0,18 \text{ m}^2 \text{ K/W}$. Išorinė šiluminė varža – $R_{se} = 0,04 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$.

Sienos visuminė šiluminė varža:

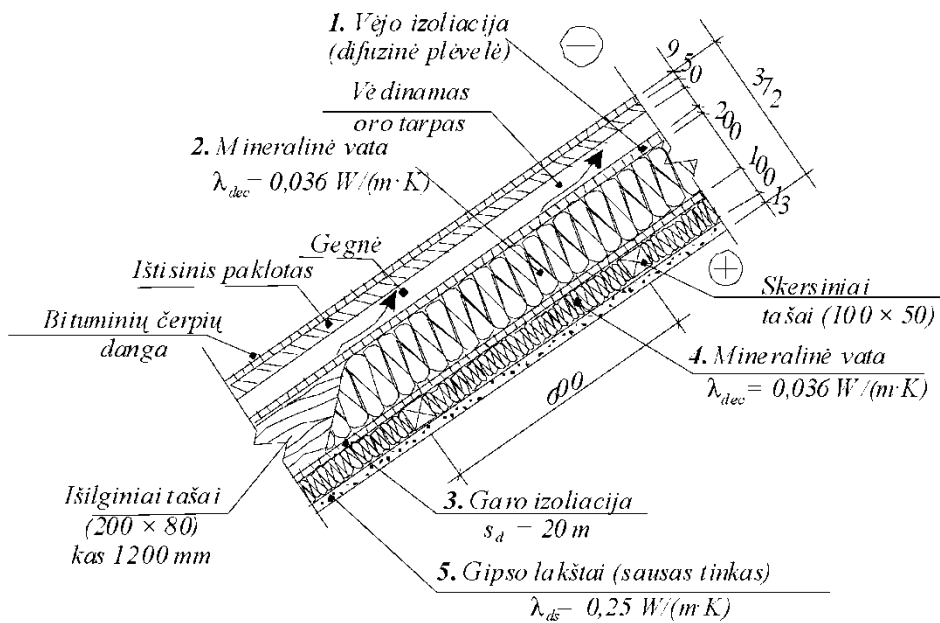
$$R_t = R_{se} + R_l + R_g + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_{si} = \\ = 0,04 + 0,12 + 0,18 + 0,857 + 2,703 + 1,087 + 0,025 + 0,13 = 5,142 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Sienos šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{5,142} = 0,19 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$

2 pavyzdys. Stogo šiluminės varžos ir šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

Užduotis: apskaičiuoti duotos stogo konstrukcijos visuminę šiluminę varžą ir šilumos perdavimo koeficientą.



9.2 pav. Stogo konstrukcijos schema

Kadangi stogas yra su vėdinamu oro tarpu, tai oro tarpo ir sluoksnių, esančių į išorinę pusę nuo oro tarpo (stogo dangos), šiluminės varžos yra nevertinamos. Stogo konstrukcijos išorinio paviršiaus šiluminė varža yra prilyginama vidinio paviršiaus šiluminei varžai (kai šilumos srauto kryptis aukštyn) – $R_{se} = R_{si} = 0,10 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

Apskaičiuojamos atskirų sluoksnių šiluminės varžos ir visuminė šiluminė varža.

Pirmasis sluoksnis – vėjo izoliacija (difuzinė plėvelė) priimama kaip plonas sluoksnis prispaustas prie vieno iš atitvarinės konstrukcijos paviršių – $R_{q,1} = 0,02 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$;

Antrasis sluoksnis – 200 mm storio šilumos izoliacija iš mineralinės vatos, kurios $\lambda_{dec} = 0,036 \text{ W/(m K)}$. Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijoje $\Delta\lambda_w$, W/(m K) , pagal STR 2.01.03:2003 4 lentelę vėdinamai atitvarai $\Delta\lambda_w = 0,001 \text{ W/(m K)}$. Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas $K_{cv} = 0,1$ (pagal STR 2.01.03:2003 7 lentelę, kai termoizoliacinis sluoksnis vėdinamas, termoizoliacinio sluoksnio medžiagos grupė pagal oro pralaidumą $60 < l < 190$, $\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$, termoizoliacinis sluoksnis yra su vėjo izoliaciniu sluoksniu, įrengtu pagal to paties reglamento 8 lentelėje pateiktus reikalavimus, termoizoliacinio gaminio montavimo konstrukcijoje būdas atitinka 2.2 pastaboje pateiktą konstrukcijos pavyzdį, kai termoizoliacijos gaminiai sujungti). Pataisa dėl šilumos konvekcijos:

$$\Delta\lambda_{cv} \square \lambda_{dec} \cdot K_{cv} = 0,036 \cdot 0,1 = 0,0036 \text{ W/(m K)}.$$

Projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė:

$$\lambda_{ds} \lambda_{dec} + \Delta\lambda_w + \Delta\lambda_{cv} = 0,036 + 0,001 + 0,0036 = 0,041 \text{ W/(m K)}.$$

Antrojo sluoksnio mineralinės vatos šiluminė varža:

$$R_{ins} = d_2/\lambda_{ds, ins} = 0,20/0,041 = 4,878 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Antrajame sluoksnyje mineralinė vata yra sudėta tarp medinių tašų, kurių aukštis 200 mm, plotis 80 mm, taškai sudėti kas 1200 mm, projektinė medinio tašo šilumos laidumo koeficiento vertė $\square_{ds} 0,18 \text{ W/(m K)}$. Tašų šiluminė varža:

$$R_m = d_2/\lambda_{ds, m} = 0,20/0,18 = 1,111 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Antro sluoksnio šiluminė varža apskaičiuojama atsižvelgiant į mineralinės vatos ir medinio tašo plotų santykį:

$$R_2 = \frac{A_{ins} + A_m}{A_{ins}/R_{ins} + A_m/R_m} = \frac{1,12 + 0,08}{1,12/4,878 + 0,08/1,111} = 3,979 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Trečiasis sluoksnis – garo izoliacija priimama, kaip plonas sluoksnis tarp atitvaros sluoksnių – $R_{q,3} = 0,04 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$.

Ketvirtasis sluoksnis – 100 mm storio šilumos izoliacija iš mineralinės vatos, kurios $\lambda_{dec} 0,036 \text{ W/(m K)}$. Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijoje Δ_{ω} , W/(m K) , pagal STR 2.01.03:2003 4 lentelę nevėdinamai atitvarai $\Delta_{\omega} = 0,002 \text{ W/(m K)}$. Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas $K_{cv} = 0$ (pagal STR 2.01.03:2003 7 lentelę, kai termoizoliacinis sluoksnis vėdinamas, termoizoliacinio sluoksnio medžiagos grupė pagal oro pralaidumą $60 < l < 190$, $\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$, termoizoliacinis sluoksnis yra su vėjo izoliaciniu sluoksniu, įrengtu pagal to paties reglamento 8 lentelėje pateiktus reikalavimus, termoizoliacinio gaminio montavimo konstrukcijoje būdas atitinka 2.1 pastaboje pateiktą konstrukcijos pavyzdį, kai termoizoliacijos gaminiai užpildo visą erdvę). Pataisa dėl šiluminės konvekcijos:

$$\Delta\lambda_{cv} \lambda_{dec} K_{cv} = 0,036 \cdot 0 = 0 \text{ W/(m K)}.$$

Projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė:

$$\lambda_{ds} \lambda_{dec} + \Delta v_{\omega} + \Delta v_{cv} = 0,036 + 0,002 + 0 = 0,038 \text{ W/(m K)}.$$

Ketvirtojo sluoksnio mineralinės vatos šiluminė varža:

$$R_{ins} = d_4/\lambda_{ds, ins} = 0,10/0,038 = 2,632 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Ketvirtajame sluoksnyje mineralinė vata yra sudėta tarp medinių tašų, kurių aukštis 100 mm, plotis 50 mm, taškai sudėti kas 600 mm, projektinė tašo šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda_{ds} 0,18 \text{ W/(m K)}$. Tašų šiluminė varža yra lygi:

$$R_m = d_4/\lambda_{ds, m} = 0,10/0,18 = 0,555 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Ketvirtojo sluoksnio šiluminė varža apskaičiuojama atsižvelgiant į mineralinės vatos ir medinio tašo plotų santykį:

$$R_4 = \frac{A_{ins} + A_m}{A_{ins}/R_{ins} + A_m/R_m} = \frac{0,55 + 0,05}{0,55/2,632 + 0,05/0,555} = 2,006 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Penktasis sluoksnis yra iš 13 mm storio gipso lakštų (sausio tinko), kurio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda_{ds} 0,25 \text{ W/(m K)}$.

$$R_5 = d_5/\lambda_{5, ds} = 0,013/0,25 = 0,052 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Stogo suminė šiluminė varža:

$$R_s = R_{q,1} + R_2 + R_{q,3} + R_4 + R_5 = 0,02 + 3,979 + 0,04 + 2,006 + 0,052 = 6,097 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Kadangi stogas yra su vėdinamu oro tarpu, išorinė šiluminė varža yra prilyginama vidinei šiluminei varžai – $R_{se} = R_{si} = 0,10 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$.

Stogo visuminė šiluminė varža:

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se} = 0,10 + 6,097 + 0,10 = 6,297 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

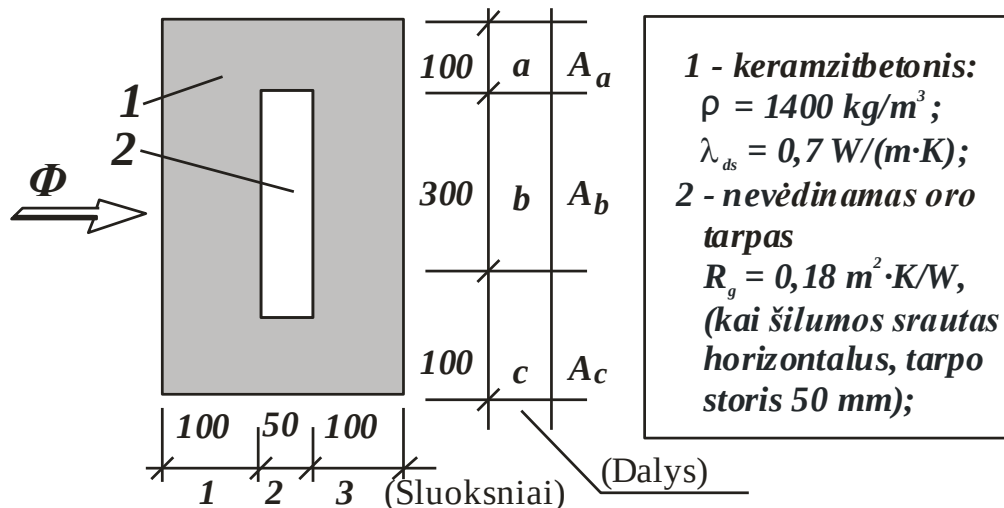
Apskaičiuojamas šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{6,297} = 0,159 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$

Stogo visuminė šiluminė varža $R_t = 6,30 \text{ m}^2 \text{ K/W}$, šilumos perdavimo koeficientas $U = 0,16 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$.

3 pavyzdys. Konstrukcijos iš termiškai nevienalyčių sluoksnių suminės šiluminės varžos skaičiavimas

Užduotis: apskaičiuoti keramzitbetonio blokelių su tuštuma šiluminę varžą.



9.3 pav. Keramzitbetonio blokelių su tuštuma schema

Pirmiausia blokelis dalijamas į dalis plokštumomis lygiagrečiomis šilumos srautui. Gaunamos 3 dalys: a, b ir c. Skaičiuojamas 1 m aukščio blokelių sienos fragmentas, todėl atitinkamai gautų dalių plotai yra lygūs: $A_a = 0,1 \text{ m}^2$; $A_b = 0,3 \text{ m}^2$; $A_c = 0,1 \text{ m}^2$. Bendras plotas bus lygus $A = 0,5 \text{ m}^2$.

Nustatoma kiekvienos dalies suminė šiluminė varža:

$$R_a = \frac{d}{\lambda_1} = \frac{0,25}{0,7} = 0,357 \text{ m}^2 \text{ K/W};$$

$$R_b = \frac{d_1}{\lambda_1} + R_g + \frac{d_3}{\lambda_1} = \frac{0,10}{0,7} + 0,18 + \frac{0,10}{0,7} = 0,466 \text{ m}^2 \text{ K/W};$$

$$R_c = \frac{d}{\lambda_1} = \frac{0,25}{0,7} = 0,357 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Apskaičiuojama didžiausioji suminė šiluminė varža:

$$R' = \frac{A_a + A_b + A_c}{\frac{A_a}{R_a} + \frac{A_b}{R_b} + \frac{A_c}{R_c}} = \frac{0,10 + 0,30 + 0,10}{\frac{0,10}{0,357} + \frac{0,30}{0,466} + \frac{0,10}{0,357}} = 0,415 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Toliau blokelis dalijamas į sluoksnius plokštumomis, statmenomis šilumos srautui. Randama kiekvieno iš gautų 3 sluoksnių šiluminė varža.

Vienalyčių sluoksnių (1 ir 2) šiluminė varža randama paprastai:

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} = \frac{0,10}{0,7} = 0,143 \text{ m}^2 \text{ K/W};$$

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_1} = \frac{0,10}{0,7} = 0,143 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Nustatoma nevienalyčio sluoksnio (2) šiluminė varža. Nevienalyčio sluoksnio šiluminė varža skaičiuojama analogiškai kaip skaičiuojant blokelių didžiausiąją suminę šiluminę varžą. Šiuo tikslu nevienalytis sluoksnis sudalijamas į vienalytes dalis: 2a, 2b ir 2c. Apskaičiuojama kiekvienos iš šių dalių šiluminė varža, o po to skaičiuojama šio sluoksnio šiluminė varža įvertinant kiekvienos šio sluoksnio dalies plotus:

$$R_{2a} = R_{2c} = \frac{d_2}{\lambda_1} = \frac{0,05}{0,7} = 0,07 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Antro sluoksnio *b* dalies šiluminė varža lygi nevedinamo oro sluoksnio šiluminei varžai $R_{2b} = R_g = 0,18 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ (kai šilumos srautas horizontalus, tarpo storis 50 mm);

$$R_2 = \frac{A_a + A_b + A_c}{\frac{A_{2a}}{R_{2a}} + \frac{A_{2b}}{R_{2b}} + \frac{A_{2c}}{R_{2c}}} = \frac{0,10 + 0,30 + 0,10}{\frac{0,10}{0,07} + \frac{0,30}{0,18} + \frac{0,10}{0,07}} = 0,112 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Skaičiuojama mažiausioji atitvaros suminė šiluminė varža:

$$R'' = R_1 + R_2 + R_3 = 0,143 + 0,112 + 0,143 = 0,398 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Toliau skaičiuojama blokelių suminė šiluminė varža:

$$R_s = \frac{R' + R''}{2} = \frac{0,415 + 0,398}{2} = 0,4065 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Blokelių suminė šiluminė varža – $R_s = 0,41 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

Pagal (1.5) formulę apskaičiuojama blokelių suminės šiluminės varžos R_s santykinė paklaida e , %:

$$e = \frac{R' - R''}{2 \cdot R_s} \cdot 100 = \frac{0,415 - 0,398}{2 \cdot 0,4065} \cdot 100 = 2,01 \text{ \%}.$$

Kadangi apskaičiuota skaičiavimo rezultatų santykinė paklaida ($e = 2,01 \text{ \%}$) mažesnė už maksimaliai leistiną ($20 \text{ \%}$), tai reiškia, kad skaičiavimai atlikti pakankamu tikslumu.

4 pavyzdys. Grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

Užduotis: apskaičiuoti grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficientą pastatui, kurio grindų ploto vidaus matmenys plane 8,0 x 9,0 m; pamatų storis $w = 0,3$ m; gruntas – smėlis, jo projektinis šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{gr} = 2,0$ W/(m·K).

4.1. Grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficientas naudojant šilumos izoliaciją po visomis grindimis

Apskaičiuojama grindų konstrukcijos šiluminė varža.

Pirmasis sluoksnis – grindų danga iš linoleumo, kuri vertinama kaip plonas sluoksnis (1.6 lentelė), $R_1 = R_q = 0,02$, m²·K/W.

Antrasis sluoksnis – 70 mm storio armuoto betono sluoksnis, kurio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda_{ds} = 2,3$ W/(m·K). Šio sluoksnio šiluminė varža:

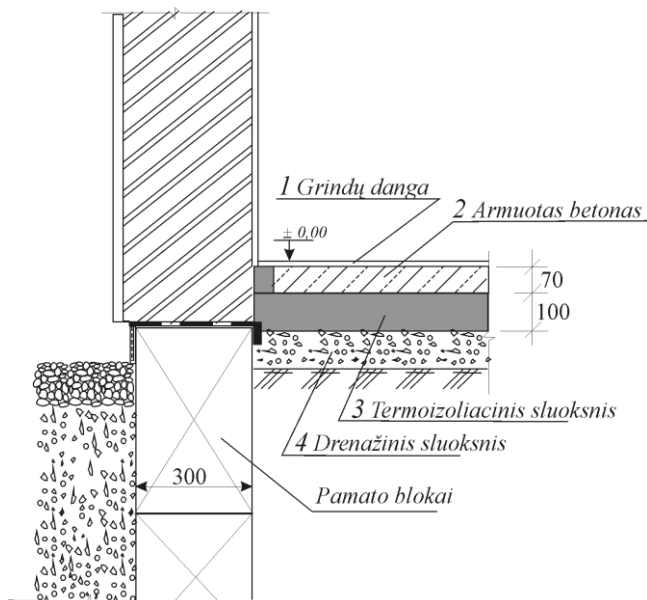
$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_{2,ds}} = \frac{0,07}{2,3} = 0,03 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Trečiasis sluoksnis – šilumos izoliacija iš 100 mm storio ekstruzinio polistireninio putplasčio, kurio deklaruojamoji šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda_{dec} = 0,035$ W/(m·K). Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo grunte $\lambda = 0,003$ W/(m·K) (STR 2.01.03:2003 5 lentelė (po patalpų grindimis ant grunto)). Projektinė ekstruzinio polistireninio putplasčio šilumos laidumo koeficiento vertė:

$$\lambda_{ds} = \lambda_{dec} + \lambda = 0,035 + 0,003 = 0,038 \text{ W/(m·K)}.$$

Šio sluoksnio šiluminė varža:

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_{3,ds}} = \frac{0,10}{0,038} = 2,63 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$



9.4 pav. Grindų ant grunto su šilumos izoliacija po visomis grindimis schema

Apskaičiuojama grindų konstrukcijos šiluminė varža:

$$R_f = R_1 + R_2 + R_3 = 0,02 + 0,03 + 2,63 = 2,68 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Kadangi grindys pakraščiuose neapšiltintos, tai $\lambda = 0$ ir šilumos perdavimo koeficientas $U = U_0$. Grindų plotas apskaičiuotas pagal vidinius grindų matmenis yra lygus – $A = 8,0 \times 9,0 = 72,0 \text{ m}^2$. Grindų perimetras apskaičiuotas pagal vidinius grindų matmenis yra lygus – $P = 34,0 \text{ m}$.

Būdingasis grindų ant grunto matmuo pagal (1.14) formulę:

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P} = \frac{72,0}{0,5 \cdot 34,0} = 4,24 \text{ m}.$$

Atstojamasis grindų plokštės storis, išreikštas grunto sluoksnio storio pagal (1.18) formulę:

$$d_t = w + \lambda_{gr} \lambda (R_{si} + R_f + R_{se}) = 0,3 + 2,0 \cdot (0,17 + 2,68 + 0,04) = 6,08 \text{ m}.$$

Kadangi $d_t > B'$, tai grindų šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuojamas pagal (1.17) formulę:

$$U_0 = \frac{\lambda_{gr}}{0,457 \cdot B' + d_t} = \frac{2,0}{0,457 \cdot 4,24 + 6,08} = 0,25 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$

4.2. Grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficientas be šilumos izoliacijos

Palyginimui galima apskaičiuoti grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficientą grindų konstrukcijoje nenaudojant termoizoliacinių medžiagų, kai didžiausią įtaką šilumos perdavimui per grindis turi po grindų konstrukcija esantis gruntas.

Kaip ir ankstesniame pavyzdyje, grindų plotas $A = 72,0 \text{ m}^2$, grindų perimetras $P = 34,0 \text{ m}$, būdingasis grindų ant grunto matmuo $B' = 4,24 \text{ m}$. Kadangi grindys pakraščiuose neapšiltintos, tai $\lambda = 0$ ir šilumos perdavimo koeficientas $U = U_0$.

Apskaičiuojama grindų konstrukcijos šiluminė varža:

$$R_f = R_1 + R_2 = 0,02 + 0,03 = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Atstojamasis grindų plokštės storis, išreikštas grunto sluoksnio storio pagal (1.18) formulę:

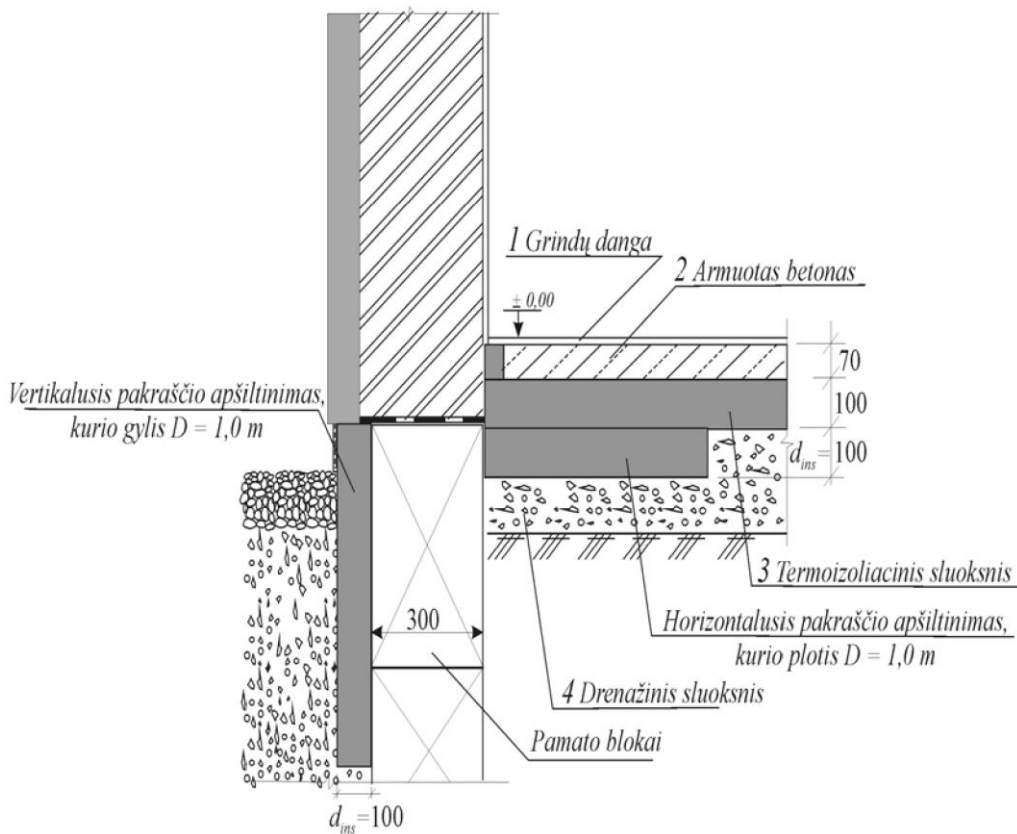
$$d_t = w + \lambda_{gr} (R_{si} + R_f + R_{se}) = 0,3 + 2,0 (0,17 + 0,05 + 0,04) = 0,82 \text{ m}.$$

Kadangi $d_t < B'$, tai grindų šilumos perdavimo koeficientas skaičiuojamas pagal (1.16) formulę:

$$U_0 = \frac{2\lambda_{gr}}{\pi B' + d_t} \ln \left(\frac{\pi \cdot B'}{d_t} + 1 \right) = \frac{2 \cdot 2,0}{3,14 \cdot 4,24 + 0,82} \ln \left(\frac{3,14 \cdot 4,24}{0,82} + 1 \right) = 0,81 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$

4.3. Grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficientas naudojant šilumos izoliaciją grindų kraštuose, kai grindys gerai apšiltintos visame grindų plote

Nagrinėjamas atvejis, kai 4.1 pavyzdyje apskaičiuotos grindys papildomai apšiltintos pakraščiais horizontaliaja šilumos izoliacija, kurios storis $d_{ins} = 0,1 \text{ m}$, o plotis $D = 1,0 \text{ m}$, bei vertikaliaja šilumos izoliacija, kurios storis $d_{ins} = 0,1 \text{ m}$, o gylis $D = 1,0 \text{ m}$ (9.5 pav.). Šiltinimui naudojamos polistireninio putplasčio plokštės, kurių deklaruojamoji šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda_{dec} = 0,035 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$. Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo grunte (STR 2.01.03:2003 5 lentelė) horizontaliajam apšiltinimui $\lambda = 0,010 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ (po patalpų grindimis ant grunto) ir vertikaliajam apšiltinimui $\lambda = 0,025 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ (pastatų išorėje – grunte).



9.5 pav. Pakraščiais apšiltintų grindų schema

Polistireninio putplasčio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė horizontaliajam pakraščių apšiltinimui:

$$\lambda_{ds} = \lambda_{dec} + \lambda = 0,035 + 0,010 = 0,045 \text{ W/(m K)}.$$

Skaičiuojama papildomos izoliacijos šiluminė varža R' pagal (1.19) formulę:

$$R'_{ins} = R_{ins} - \frac{d_{ins}}{\lambda_{gr}} = \frac{0,1}{0,045} - \frac{0,1}{2,0} = 2,17 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Atstojamasis papildomojo apšiltinančio sluoksnio storis d' apskaičiuojamas pagal (1.20) formulę:

$$d' = R'_{ins} \lambda_{gr} = 2,17 \cdot 2,0 = 4,34 \text{ m}.$$

Apšiltintoms grindims, kai $d_t = 6,08 \text{ m}$, horizontaliojo pakraščių apšiltinimo įtakos pataisa apskaičiuojama pagal (1.21) formulę:

$$\Delta\Psi = -\frac{\lambda_{gr}}{\pi} \left[\ln\left(\frac{D}{d_t} + 1\right) - \ln\left(\frac{D}{d_t + d'} + 1\right) \right] = -\frac{2,0}{\pi} \left[\ln\left(\frac{1,0}{6,08} + 1\right) - \ln\left(\frac{1,0}{6,08 + 4,34} + 1\right) \right] = -0,039.$$

Polistireninio putplasčio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė vertikaliajam pakraščių apšiltinimui:

$$\lambda_{ds} = \lambda_{dec} + \lambda = 0,035 + 0,025 = 0,06 \text{ W/(m K)}.$$

Skaiciuojama papildomos izoliacijos šiluminė varža R' pagal (1.19) formulę:

$$R'_{ins} = R_{ins} - \frac{d_{ins}}{\lambda_{gr}} = \frac{0,1}{0,06} - \frac{0,1}{2,0} = 1,62 \text{ m}^2 \text{ K/W.}$$

Atstojamasis papildomojo apšiltinančio sluoksnio storis d' apskaičiuojamas pagal (1.20) formulę:

$$d' = R'_{ins} \lambda_{gr} = 1,62 \cdot 2,0 = 3,23 \text{ m.}$$

Apšiltintoms grindims, kai $d_t = 6,08 \text{ m}$, vertikalojo pakraščių apšiltinimo įtakos pataisa apskaičiuojama pagal (1.22) formulę:

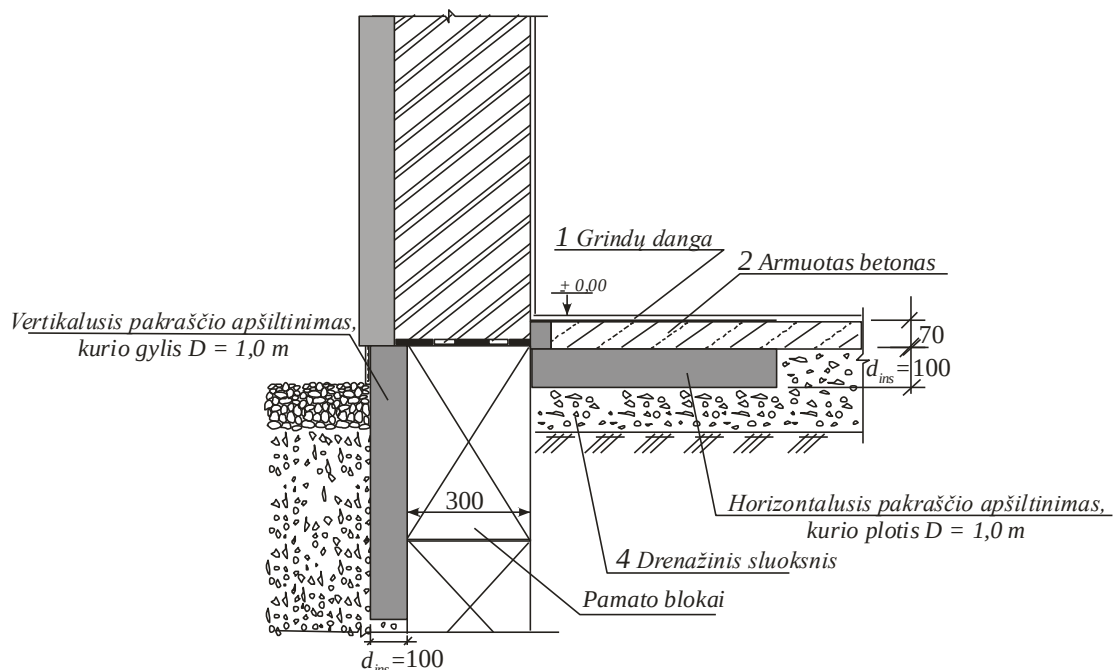
$$\Delta\Psi = -\frac{2,0}{\pi} \left[\ln\left(\frac{2 \cdot 1,0}{6,08} + 1\right) - \ln\left(\frac{2 \cdot 1,0}{6,08 + 3,23} + 1\right) \right] = -0,057 \text{ W/(m K).}$$

Nustatyta, kad didesnė papildomojo pakraščių apšiltinimo įtaka bus vertikalojo apšiltinimo atveju, todėl grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficientas pagal (1.13) formulę yra lygus:

$$U = U_o + \frac{2 \cdot \Delta\Psi}{B'} = 0,25 + \frac{2 \cdot (-0,057)}{4,24} = 0,22 \text{ W/(m}^2 \text{ K).}$$

4.4. Grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficientas naudojant šilumos izoliaciją grindų kraštuose, kai grindys neapšiltintos visame grindų plote

Nagrinėjamas atvejis, kai 4.2 pavyzdyje apskaičiuotos grindys papildomai apšiltintos pakraščiais horizontaliaja šilumos izoliacija, kurios storis $d_{ins} = 0,1 \text{ m}$, o plotis $D = 1,0 \text{ m}$ bei vertikaliaja šilumos izoliacija, kurios storis $d_{ins} = 0,1 \text{ m}$, o gylis $D = 1,0 \text{ m}$ (9.6 pav.). Šiltinimui naudojamos polistireninio putplasčio plokštės, kurių deklaruojamoji šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda_{dec} = 0,035 \text{ W/(m K)}$. Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo grunte (STR 2.01.03:2003 5 lentelė) horizontaliajam apšiltinimui $\lambda = 0,010 \text{ W/(m K)}$ (po patalpų grindimis ant grunto) ir vertikaliajam apšiltinimui $\lambda = 0,025 \text{ W/(m K)}$ (pastatų išorėje – grunte).



9.6 pav. Pakraščiais apšiltintų grindų (be ištinio šiltinančio sluoksnio) schema

Polistireninio putplasčio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė horizontaliajam pakraščių apšiltinimui:

$$\lambda_{ds} = \lambda_{dec} + \lambda = 0,035 + 0,010 = 0,045 \text{ W/(m K)}.$$

Skaičiuojama papildomos izoliacijos šiluminė varža R' pagal (1.19) formulę:

$$R'_{ins} = R_{ins} - \frac{d_{ins}}{\lambda_{gr}} = \frac{0,1}{0,045} - \frac{0,1}{2,0} = 2,17 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Atstojamasis papildomojo apšiltinančio sluoksnio storis d' apskaičiuojamas pagal (1.20) formulę:

$$d' = R'_{ins} \lambda_{gr} = 2,17 \cdot 2,0 = 4,34 \text{ m}.$$

Neapšiltintoms grindims, kai $d_t = 0,82 \text{ m}$, horizontaliojo pakraščių apšiltinimo įtakos pataisa apskaičiuojama pagal (1.21) formulę:

$$\Delta\Psi = -\frac{\lambda_{gr}}{\pi} \left[\ln\left(\frac{D}{d_t} + 1\right) - \ln\left(\frac{D}{d_t + d'} + 1\right) \right] = -\frac{2,0}{\pi} \left[\ln\left(\frac{1,0}{0,82} + 1\right) - \ln\left(\frac{1,0}{0,82 + 4,34} + 1\right) \right] = -0,39.$$

Polistireninio putplasčio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė vertikaliajam pakraščių apšiltinimui:

$$\lambda_{ds} = \lambda_{dec} + \lambda = 0,035 + 0,025 = 0,06 \text{ W/(m K)}.$$

Skaičiuojama papildomos izoliacijos šiluminė varža R' pagal (1.19) formulę:

$$R'_{ins} = R_{ins} - \frac{d_{ins}}{\lambda_{gr}} = \frac{0,1}{0,06} - \frac{0,1}{2,0} = 1,62 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

Atstojamasis papildomojo apšiltinančio sluoksnio storis d' apskaičiuojamas pagal (1.20) formulę:

$$d' = R'_{ins} \lambda_{gr} = 1,62 \cdot 2,0 = 3,23 \text{ m}.$$

Neapšiltintoms grindims, kai $d_t = 0,82 \text{ m}$, vertikaliojo pakraščių apšiltinimo įtakos pataisa apskaičiuojama pagal (1.22) formulę:

$$\Delta\Psi = -\frac{2,0}{\pi} \left[\ln\left(\frac{2 \cdot 1,0}{0,82} + 1\right) - \ln\left(\frac{2 \cdot 1,0}{0,82 + 3,23} + 1\right) \right] = -0,53 \text{ W/(m K)}.$$

Nustatyta, kad didesnė papildomojo pakraščių apšiltinimo įtaka bus vertikaliojo apšiltinimo atveju, todėl grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficientas pagal (1.13) formulę yra lygus:

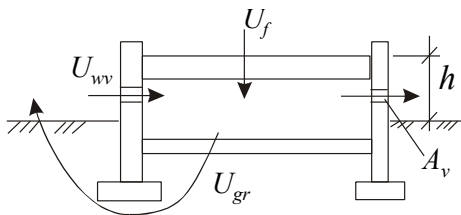
$$U = U_o + \frac{2 \cdot \Delta\Psi}{B'} = 0,81 + \frac{2 \cdot (-0,49)}{4,24} = 0,55 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$

5 pavyzdys. Grindų su natūraliai vėdinamu pogrindžiu šilumos perdavimo koeficientas

Užduotis. Apskaičiuoti grindų su natūraliai vėdinamu pogrindžiu šilumos perdavimo koeficientą.

Apskaičiuojant grindų su natūraliai vėdinamu pogrindžiu šilumos perdavimo koeficientą, yra įvertinama (9.7 pav.):

- perdangos tarp patalpos vidaus ir pogrindžio oro šilumos perdavimo koeficientas U_f , $W/(m^2 \cdot K)$ (skaičiuojamas paprastai, kaip bet kurios kitos atitvaros šilumos perdavimo koeficientas, kai šilumos srautas statmenas atitvaros plokštumai);
- pogrindžio grindų (grunto) šilumos perdavimo koeficientas U_{gr} , $W/(m^2 \cdot K)$ (skaičiuojamas kaip grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficientas pagal (1.16) formulę, tik vietoje d_t formulėje naudojame d_{gr});
- pogrindžio sienų visuminis šilumos perdavimo koeficientas, apimantis šilumos perdavimą per antžemines pogrindžio sienas į išorę ir šio pogrindžio vėdinimo poveikį U_{wv} , $W/(m^2 \cdot K)$ (skaičiuojama pagal (1.25) formulę).



9.7 pav. Grindų su natūraliai vėdinamu pogrindžiu šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimoji schema

Grindų plotas bei perimetras priimami tokie pat, kaip ir ankstesniuose pavyzdžiuose, todėl, grindų plotas $A = 72,0 \text{ m}^2$, grindų perimetras $P = 34,0 \text{ m}$, būdingas grindų ant grunto matmuo $B' = 4,24 \text{ m}$.

Kiti tolesniuose skaičiavimuose reikalingi pradiniai duomenys:

- perdangos tarp patalpos vidaus ir pogrindžio šilumos perdavimo koeficientas $U_f = 0,3 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$;
- grindų aukštis nuo grunto paviršiaus $h = 0,3 \text{ m}$;
- vidutinis vėjo greitis 10 m aukštyje, $v = 0,5 \text{ m/s}$;
- užuovėjos faktorius (priemiestyje, pagal 1.8 lentelę) $f_w = 0,05$;
- pogrindžio vėdinimo angų plotas vienam perimetro metrui $A_v = 0,003 \text{ m}^2/\text{m}$.

Skaičiuojamas pogrindžio grindų (grunto) šilumos perdavimo koeficientas U_{gr} .

Atstojamasis grunto sluoksnio storis, kai grindų šiluminė varža $R_f = 0$ (čia betono sluoksnio, išlyginamojo pagrindo sluoksnio ir plonų dangų šiluminė varža neįvertinama):

$$d_{gr} = w + \lambda_{gr} (R_{si} + R_f + R_{se}) = 0,3 + 2,0 (0,17 + 0 + 0,04) = 0,72 \text{ m}.$$

Kadangi pogrindžio pakraščiai neapšiltinti, tai pogrindžio grindų šilumos perdavimo koeficientas skaičiuojamas pagal (1.16) formulę:

$$U_{gr} = U_0 = \frac{2\lambda_{gr}}{\pi B' + d_t} \ln \left(\frac{\pi \cdot B'}{d_t} + 1 \right) = \frac{2 \cdot 2,0}{3,14 \cdot 4,24 + 0,72} \ln \left(\frac{3,14 \cdot 4,24}{0,72} + 1 \right) = 0,85 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$

Pogrindžio sienų antžeminės dalies šilumos perdavimo koeficientas U_w , kai pogrindžio sienos yra iš $0,3 \text{ m}$ storio betono blokų, kurių projektinis šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{ds} = 2,5 \text{ W/(m K)}$:

$$U_w = \frac{1}{R_{se} + \frac{d}{\lambda_{ds}} + R_{si}} = \frac{1}{0,04 + \frac{0,3}{2,5} + 0,13} = 3,45 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$

Pogrindžio sienų visuminis šilumos perdavimo koeficientas U_{wv} apskaičiuojamas pagal (1.25) formulę:

$$U_{wv} = \frac{2 \cdot h \cdot U_w + 1450 \cdot A_v \cdot v \cdot f_w}{B'} = \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 3,45 + 1450 \cdot 0,003 \cdot 0,5 \cdot 0,05}{4,24} = 0,514 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$

Grindų su natūraliai vėdinamu pogrindžiu šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuojamas pagal (1.23) formulę:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_{gr} + U_{wv}} = \frac{1}{0,3} + \frac{1}{0,85 + 0,514} = 4,07 \text{ m}^2 \text{ K/W}.$$

$$U = \frac{1}{4,07} = 0,25 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$

6 pavyzdys. Šildomo rūšio atitvarų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficientas

Užduotis. Apskaičiuoti šildomo rūšio atitvarų požeminės dalies (rūšio grindų ir sienų požeminės dalies) šilumos perdavimo koeficientą.

Atitvaroms, besiribojančioms su gruntu (rūšio grindys ir sienų požeminė dalis), yra nustatomas atstojamasis šilumos perdavimo koeficientas, kuris įvertina šilumos perdavimą per rūšio grindis ir sienų požeminę dalį {pagal (1.26) formulę}:

$$U = \frac{A \cdot U_{bf} + z \cdot P \cdot U_{bw}}{A + z \cdot P};$$

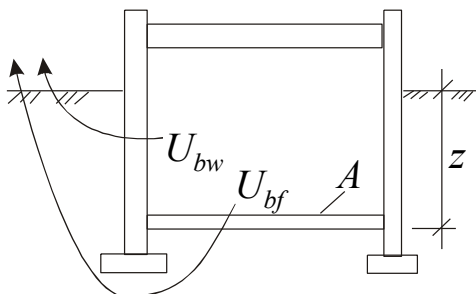
čia: U_{bf} – šildomo rūšio grindų šilumos perdavimo koeficientas, $\text{W/(m}^2 \text{ K)}$, apskaičiuojamas pagal (1.27) arba (1.28) formules;

U_{bw} – rūšio sienų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficientas, $\text{W/(m}^2 \text{ K)}$, apskaičiuojamas pagal (1.30) formulę;

A – rūšio grindų plotas, m^2 ;

P – išorinių rūšio sienų perimetras, m;

z – rūšio sienų požeminės dalies aukštis nuo rūšio grindų plokštės apačios, m.



9.8 pav. Šildomo rūšio grindų ir sienų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficiento skaičiuojamoji schema

Skaičiuojamas rūšio atitvarų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficientas, kai rūšio grindų vidiniai matmenys plane 8,0 9,0 m (atitinkamai grindų plotas $A = 72,0 \text{ m}^2$, grindų perimetras $P = 34,0 \text{ m}$, būdingasis grindų ant grunto matmuo $B' = 4,24 \text{ m}$); rūšio sienų požeminės dalies aukštis nuo rūšio grindų plokštės apačios $z = 2,0 \text{ m}$.

Rūsio grindų konstrukciją sudaro grindų danga, kurios šiluminė varža $R_1 = 0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$, 70 mm storio armuoto betono sluoksnis, kurio šiluminė varža $R_2 = 0,03 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$, ir termoizoliacinis sluoksnis iš 100 mm storio ekstruzinio polistireninio putplasčio, kurio deklaruojamoji šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda_{dec} = 0,035 \text{ W}/(\text{m K})$.

Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo grunte $\lambda = 0,004 \text{ W}/(\text{m K})$ (STR 2.01.03:2003, 5 lentelė (pastatų išorėje – grunte)). Projektinė ekstruzinio polistireninio putplasčio šilumos laidumo koeficiento vertė:

$$\lambda_{ds} = \lambda_{dec} + \lambda = 0,035 + 0,004 = 0,039 \text{ W}/(\text{m K}).$$

Šilumos izoliacinio sluoksnio šiluminė varža:

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_{3,ds}} = \frac{0,10}{0,039} = 2,56 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}.$$

Apskaičiuojama rūsio grindų konstrukcijos šiluminė varža:

$$R_{bf} = R_1 + R_2 + R_3 = 0,02 + 0,03 + 2,56 = 2,61 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}.$$

Atstojamasis rūsio grindų plokštės storis, išreikštas grunto sluoksnio storio d_t pagal (1.29) formulę:

$$d_t = w + \lambda_{gr} (R_{si} + R_{bf} + R_{se}) = 0,3 + 2,0 (0,17 + 2,61 + 0,04) = 5,94 \text{ m}.$$

Kadangi $d_t + 0,5 \cdot z = 5,94 + 0,5 \cdot 2,0 = 6,94 \text{ m} > B' = 4,24 \text{ m}$ (gerai apšiltintos rūsio grindys), tai šilumos perdavimo koeficiento per rūsio grindis skaičiavimui naudojama (1.28) formulė:

$$U_{bf} = \frac{2,0}{0,457 \cdot 4,24 + 5,94 + 0,5 \cdot 2,0} = 0,225 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}).$$

Rūsio sienų požeminės dalies konstrukciją sudaro 300 mm storio betono blokai, kurių šiluminė varža $R_1 = 0,12 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$, ir termoizoliacinis sluoksnis iš 100 mm storio ekstruzinio polistireninio putplasčio, kurio deklaruojamoji šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda_{dec} = 0,035 \text{ W}/(\text{m K})$.

Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo grunte $\lambda = 0,004 \text{ W}/(\text{m K})$ (STR 2.01.03:2003, 5 lentelė (pastatų išorėje – grunte)). Projektinė ekstruzinio polistireninio putplasčio šilumos laidumo koeficiento vertė:

$$\lambda_{ds} = \lambda_{dec} + \lambda = 0,035 + 0,004 = 0,039 \text{ W}/(\text{m K}).$$

Šilumos izoliacinio sluoksnio šiluminė varža:

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_{2,ds}} = \frac{0,10}{0,039} = 2,56 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}.$$

Apskaičiuojama rūsio sienų požeminės dalies konstrukcijos šiluminė varža:

$$R_{bw} = R_1 + R_2 = 0,12 + 2,56 = 2,68 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}.$$

Atstojamasis rūsio požeminės dalies sienos storis apskaičiuojamas pagal (1.31) formulę:

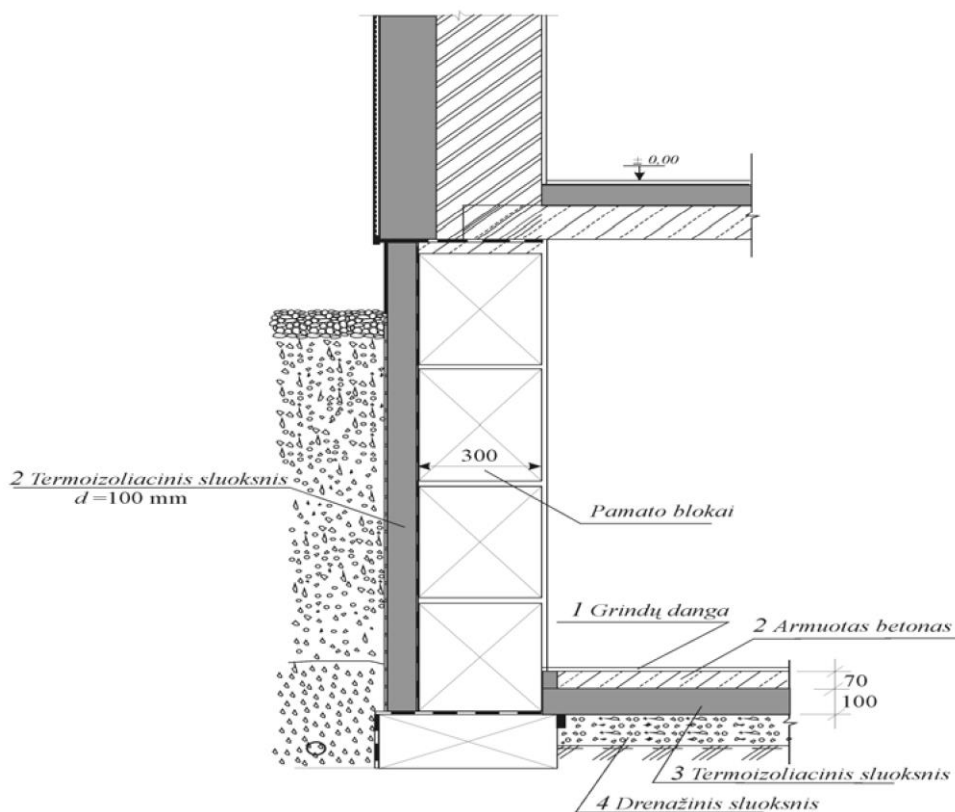
$$d_w = 2,0 (0,13 + 2,68 + 0,04) = 5,70 \text{ m}.$$

Rūsio sienų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficientas U_{bw} apskaičiuojamas pagal (1.30) formulę:

$$U_{bw} = \frac{2 \cdot 2,0}{\pi \cdot 2,0} \cdot \left(1 + \frac{0,5 \cdot 5,70}{5,70 + 2,0}\right) \cdot \ln\left(\frac{2,0}{5,70} + 1\right) = 0,262 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$

Šildomo rūšio atitvarų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuojamas pagal (1.26) formulę:

$$U = \frac{72,0 \cdot 0,225 + 2,0 \cdot 34,0 \cdot 0,262}{72,0 + 2,0 \cdot 34,0} = 0,24 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$



9.9 pav. Rūsio atitvarų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficiento skaičiuojamoji schema, kai apšiltinta rūšio siena ir grindys

Palyginimui galima apskaičiuoti šildomo rūšio grindų ir sienų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficientą, jeigu rūšio grindys ir sienų požeminė dalis būtų be termoizoliacinių medžiagų.

Apskaičiuojama rūšio grindų konstrukcijos šiluminė varža:

$$R_{bf} = R_1 + R_2 = 0,02 + 0,03 = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Atstojamasis rūšio grindų plokštės storis, išreikštas grunto sluoksnio storio d_t , apskaičiuojamas pagal (1.29) formulę:

$$d_t = w + \lambda_{gr} (R_{si} + R_{bf} + R_{se}) = 0,3 + 2,0 (0,17 + 0,05 + 0,04) = 0,82 \text{ m}.$$

Kadangi $d_t + 0,5 z = 0,82 + 0,5 \cdot 2,0 = 1,82 \text{ m} < B' = 4,24 \text{ m}$ (neapšiltintos rūsio grindys), tai šilumos perdavimo koeficiento per rūsio grindis skaičiavimui panaudojama (1.27) formulė:

$$U_{bf} = \frac{2 \cdot 2,0}{3,14 \cdot 4,24 + 0,82 + 0,5 \cdot 2,0} \cdot \ln\left(\frac{3,14 \cdot 4,24}{0,82 + 0,5 \cdot 2,0} + 1\right) = 0,560 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$

Rūsio sienų požeminės dalies konstrukciją sudaro 300 mm storio betono blokai, kurių šiluminė varža $R_{bw} = 0,12 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

Atstojamasis rūsio požeminės dalies sienos storis apskaičiuojamas pagal (1.31) formulę:

$$d_w = 2,0 \cdot (0,13 + 0,12 + 0,04) = 0,58 \text{ m}.$$

Rūsio sienų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficientas U_{bw} apskaičiuojamas pagal (1.30) formulę, tik vietoj d_t imamas d_w , nes $d_w < d_t$:

$$U_{bw} = \frac{2 \cdot 2,0}{\pi \cdot 2,0} \cdot \left(1 + \frac{0,5 \cdot 0,58}{0,58 + 2,0}\right) \cdot \ln\left(\frac{2,0}{0,58} + 1\right) = 1,057 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$

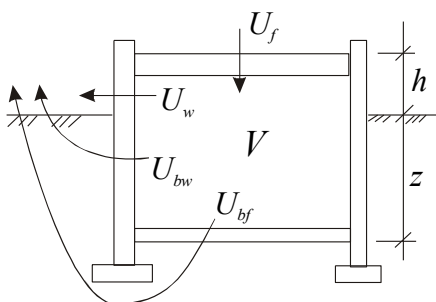
Rūsio atitvarų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuojamas pagal (1.26) formulę:

$$U = \frac{72,0 \cdot 0,560 + 2,0 \cdot 34,0 \cdot 1,057}{72,0 + 2,0 \cdot 34,0} = 0,80 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$

7 pavyzdys. Šilumos perdavimo koeficientas iš šildomų patalpų per nešildomą rūsį į aplinką

Užduotis. Apskaičiuoti šilumos perdavimo koeficientą iš šildomų patalpų per nešildomą rūsį į aplinką.

Jeigu rūsysis nešildomas, šiluma iš šildomų pirmo aukšto patalpų išeina per perdangą į nešildomą rūsį ir po to per išorines rūsio atitvaras į išorę. Dėl to, norint apskaičiuoti šilumos nuostolius iš šildomų patalpų per nešildomą rūsį į išorę, skaičiuojamas atstojamasis šilumos perdavimo koeficientas, kuris įvertina visų atitvarų, per kurias praeina šiluma, šilumos perdavimo koeficientus bei šilumos nuostolius dėl rūsio vėdinimo.



9.10 pav. Atstojamojo šilumos perdavimo koeficiento iš šildomų patalpų per nešildomą rūsį į aplinką skaičiuojamoji schema

Skaičiuojamas perdangos virš nešildomo rūsio šilumos perdavimo koeficientas, kai:

- I aukšto grindų perdangos (tarp šildomos vidaus aplinkos ir rūsio) šilumos perdavimo koeficientas $U_f = 0,30 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$. Jis apskaičiuotas paprastai, kaip horizontalios atitvaros šilumos perdavimo koeficientas, paviršių šiluminės varžas vertinant kaip vidaus, kai šilumos srautas nukreiptas žemyn ($R_{si} = 0,17 \text{ m}^2 \text{ K/W}$);

- rūsio sienų antžeminės dalies šilumos perdavimo koeficientas $U_w = 0,60 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$. Jis apskaičiuotas kaip vertikalios atitvaros šilumos perdavimo koeficientas. Jeigu šiose sienose yra langai, durys arba pačių sienų atskiros dalys yra skirtingos pagal šilumos pralaidumą, skaičiuojamas apibendrintas rūsio sienos antžeminės dalies šilumos perdavimo koeficientas įvertinant dalių su skirtingais šilumos perdavimo koeficientais plotų santykį;

- rūsio grindų šilumos perdavimo koeficientas $U_{bf} = 0,50 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$. Jis apskaičiuotas pagal (1.27) arba (1.28) formulę (analogiškai, kaip šildomo rūsio grindų šilumos perdavimo koeficientas);

- rūsio sienų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficientas $U_{bw} = 0,70 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$. Jis apskaičiuotas pagal (1.30) formulę (analogiškai, kaip šildomo rūsio sienų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficientas);

- rūsio sienų požeminės dalies aukštis (nuo rūsio grindų plokštės apačios) $z = 2,00 \text{ m}$;
- rūsio sienų antžeminės dalies aukštis (iki pirmo aukšto grindų viršaus) $h = 1,00 \text{ m}$;
- I aukšto grindų plotas (pagal grindų vidinius matmenis) $A = 72,0 \text{ m}^2$;
- I aukšto grindų perimetras (pagal grindų vidinius matmenis) $P = 34,0 \text{ m}$;
- rūsio tūris $V = 85,0 \text{ m}^3$;
- oro kaita, vėdinant išorės oru $n = 0,3$ karto per valandą (priimta neturint tikslų duomenų apie oro kaitą rūsyje).

Šilumos perdavimo koeficientas iš nešildomų patalpų per nešildomą rūsį į aplinką apskaičiuojamas pagal (1.32) formulę:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{A}{A \cdot U_{bf} + z \cdot P \cdot U_{bw} + h \cdot P \cdot U_w + 0,33 \cdot n \cdot V} =$$

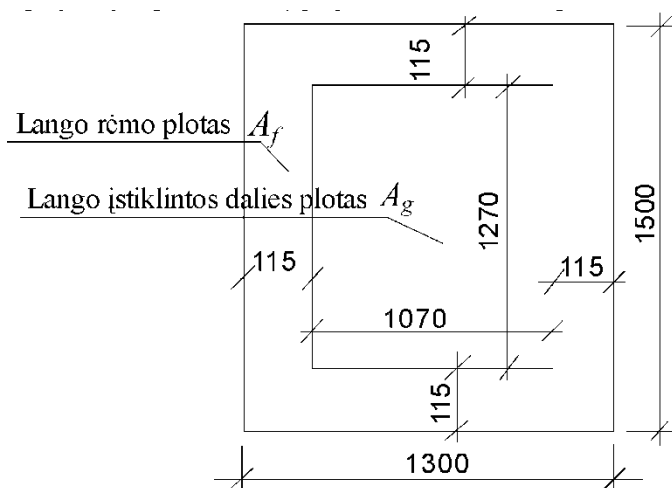
$$= \frac{1}{0,30} + \frac{72,0}{72,0 \cdot 0,50 + 2,0 \cdot 34,0 \cdot 0,70 + 1,0 \cdot 34,0 \cdot 0,60 + 0,33 \cdot 0,3 \cdot 85,0} = 3,97$$

$$U = \frac{1}{3,97} = 0,25 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$

8 pavyzdys. Lango šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas.

Užduotis. Apskaičiuoti lango šilumos perdavimo koeficientą U_{wd} , kai žinomas lango rėmo šilumos perdavimo koeficientas U_{fr} , įstiklinimo šilumos perdavimo koeficientas U_g ir lango matmenys.

Langas iš plastikinių profilių, lango rėmo šilumos perdavimo koeficientas $U_{fr} = 1,8 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$. Langas įstiklintas vienkameriniu stiklo paketu, vienas stiklas yra su mažos spinduliavimo gebos danga, tarpe tarp stiklų argono dujos. Stiklo paketo deklaruojamoji šilumos perdavimo koeficiento vertė $U_g = 1,3 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$. Šio lango ilginio šiluminio tiltelio šilumos perdavimo koeficientas dėl įstiklinimo, tarpiklių ir rėmo šiluminės sąveikos (pagal LST EN ISO 10077-1:2004 E.1 lentelę) yra $\lambda_g = 0,06 \text{ W/(m K)}$. Lango plotis – 1,30 m, aukštis – 1,50 m, atitinkamai įstiklintos dalies plotis – 1,07 m, aukštis – 1,27 m (9.11 pav.). Rėmo plotis (0,115 m) yra staktos ir varčios matomos dalies pločių projekcija į plokštumą, lygiagrečią su įstiklinimo plokštuma.



9.11 pav. Lango schema

Lango įstiklintos dalies plotas:

$$A_g = 1,07 \cdot 1,27 = 1,36 \text{ m}^2.$$

Lango rėmo plotas:

$$A_{fr} = (1,50 \cdot 0,115 \cdot 2) + (1,07 \cdot 0,115 \cdot 2) = 0,59 \text{ m}^2.$$

Lango plotas:

$$A_{wd} = A_g + A_{fr} = 1,36 + 0,59 = 1,95 \text{ m}^2.$$

Įstiklinimo perimetras:

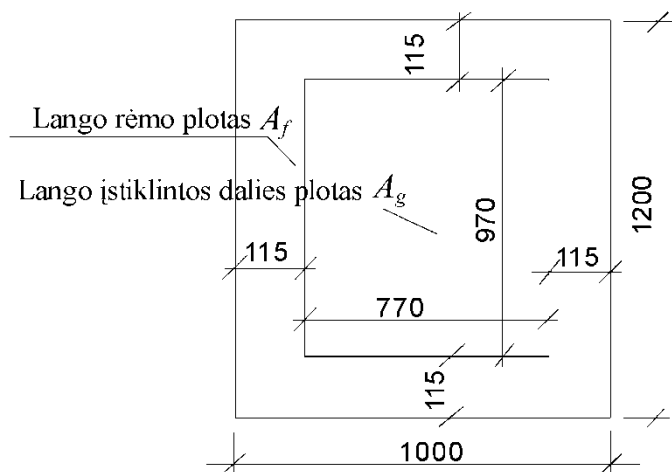
$$l_g = (1,07 \cdot 2) + (1,27 \cdot 2) = 4,68 \text{ m}.$$

Lango šilumos perdavimo koeficientas U_{wd} apskaičiuojama pagal (1.33) formulę:

$$U_{wd} = \frac{A_g \cdot U_g + A_{fr} \cdot U_{fr} + l_g \cdot \Psi_g}{A_g + A_{fr}} = \frac{1,36 \cdot 1,3 + 0,59 \cdot 1,8 + 4,68 \cdot 0,06}{1,95} = 1,60 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$

Jeigu skaičiavimuose nebūtų įvertintas lango ilginio šiluminio tiltelio šilumos perdavimo koeficientas dėl įstiklinimo, tarpiklių ir rėmo šiluminės sąveikos λ_g , tai lango šilumos perdavimo koeficientas būtų gautas $1,45 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$, o tai yra apie 10 % paklaida.

Keičiantis lango dydžiui, taip pat keisis ir lango šilumos perdavimo koeficientas. Pavyzdžiui, apskaičiuojame šilumos perdavimo koeficientą langui iš tokių pačių rėmo profilių ir su analogišku stiklo paketu, kurio plotis – 1,00 m, aukštis – 1,20 m, atitinkamai įstiklintos dalies plotis – 0,77 m, aukštis – 0,97 m (9.12 pav.).



9.12 pav. Lango schema

Lango įstiklintos dalies plotas:

$$A_g = 0,77 \cdot 0,97 = 0,75 \text{ m}^2.$$

Lango rėmo plotas:

$$A_{fr} = (1,20 \cdot 0,115 \cdot 2) + (0,77 \cdot 0,115 \cdot 2) = 0,45 \text{ m}^2.$$

Lango plotas:

$$A_{wd} = A_g + A_{fr} = 0,75 + 0,45 = 1,20 \text{ m}^2.$$

Įstiklinimo perimetras:

$$l_g = (0,77 \cdot 2) + (0,97 \cdot 2) = 3,48 \text{ m}.$$

Lango šilumos perdavimo koeficientas U_w apskaičiuojamas pagal (1.33) formulę:

$$U_{wd} = \frac{A_g \cdot U_g + A_{fr} \cdot U_{fr} + l_g \cdot \Psi_g}{A_g + A_{fr}} = \frac{0,75 \cdot 1,3 + 0,45 \cdot 1,8 + 3,48 \cdot 0,06}{1,20} = 1,66 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}.$$

Apskaičiuotą šilumos perdavimo koeficientą $1,66 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ suapvalinus dešimtosios tikslumu, gauname $1,7 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$.

Palyginus pirmu ir antru atveju apskaičiuotus langų šilumos perdavimo koeficientus, matoma, kad rezultatas priklauso nuo lango matmenų. Naudojantis vienu gamintojų deklaruojamu šilumos perdavimo koeficientu neatsižvelgiant į langų matmenis galimos labai didelės paklaidos, todėl langų šilumos perdavimo koeficientas turėtų būti apskaičiuotas kiekvienam langui arba bent tam tikrų matmenų langų grupėms, kuriose šilumos perdavimo koeficientas būtų vienodas suapvalinus jį dešimtosios tikslumu.

9 pavyzdys. Pastato projekto įvertinimas pagal Reglamento reikalavimus

Užduotis. Apskaičiuoti projektinius savituosius pastato atitvarų šilumos nuostolius H_{TD} ir palyginti juos su norminiais savitaisiais pastato atitvarų šilumos nuostoliais H_{TN} bei padaryti išvadas dėl pastato projekto atitikimo Reglamento reikalavimams.

Duota:

- pastato fasadas ir planas (9.13 pav.);
- sienų šilumos perdavimo koeficientas $U_w = 0,20 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$;
- stogo šilumos perdavimo koeficientas $U_r = 0,20 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$;
- grindų šilumos perdavimo koeficientas $U_{fg} = 0,22 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$;
- langų šilumos perdavimo koeficientas $U_{wd} = 1,6 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$;
- durų šilumos perdavimo koeficientas $U_d = 1,8 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$;

Ilginių šiluminių tiltelių projektinių šilumos perdavimo koeficientų vertės $\Psi_{D, t}$, W/(m K) , nustatytos pagal 7 priedą:

- sienos-stogo sandūra – 1.2 schema; $\Psi_{D, t} = 0,10 \text{ W/(m K)}$;
- sienos kampas – 3.1 schema; $\Psi_{D, t} = 0,10 \text{ W/(m K)}$;
- langų ir durų sandūros – 7.11 schema; $\Psi_{D, t} = 0,25 \text{ W/(m K)}$.

1. Apskaičiuojami atitvarų plotai:

- grindų ir stogo plotų skaičiavimui imami vidiniai matmenys;
- sienų matmenys:
- plane – išoriniai matmenys;
- pjūvyje – nuo grindų apačios iki stogo viršaus.

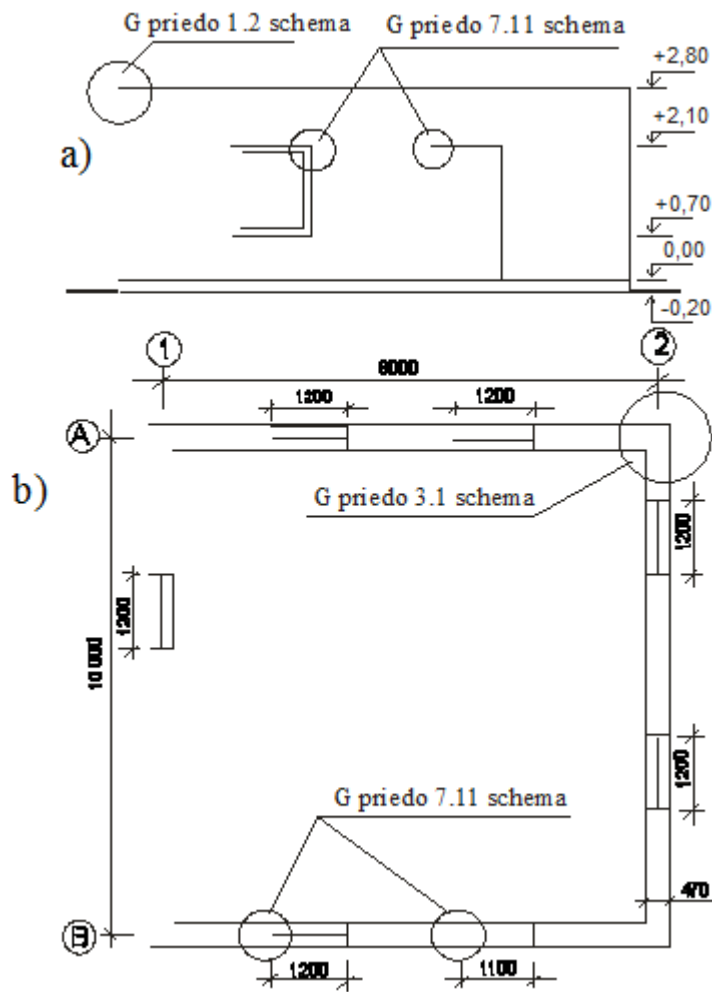
$$\text{Stogo plotas} - A_r = (8,0-0,47) (10,0-0,47) = 7,53 \cdot 9,53 = 71,76 \text{ m}^2;$$

$$\text{Grindų plotas} - A_{fg} = (8,0-0,47) (10,0-0,47) = 7,53 \cdot 9,53 = 71,76 \text{ m}^2;$$

$$\text{Durų plotas} - A_d = 2,1 \cdot 1,1 = 2,31 \text{ m}^2;$$

$$\text{Langų plotas} - A_{wd} = (1,2 \cdot 1,4) \cdot 6 = 10,08 \text{ m}^2;$$

$$\text{Sienų plotas} - A_w = 2 \cdot ((8,0+0,47) \cdot 3,0) + 2 \cdot ((10,0+0,47) \cdot 3,0) - 10,08 - 2,31 = 101,25 \text{ m}^2.$$



9.13 pav. Pastato schema: **a** – fasadas ašyje B-B; **b** – planas

2. Apskaičiuojami šiluminių tiltelių ilgiai pagal išorinius matmenis:

Išorės sienų ir stogo sandūros ilginių šiluminių tiltelių ilgis:

$$l_1 = (8,0 + 0,47 + 10,0 + 0,47) \times 2 = 37,9 \text{ m.}$$

Išorės sienų kampų ilginių šiluminių tiltelių ilgis:

$$l_2 = 3,0 \times 4 = 12,0 \text{ m.}$$

Langų ir durų sandūrų ilginių šiluminių tiltelių ilgis:

$$l_3 = (1,2 + 1,4) \times 2 \times 6 + (1,1 + 2,1) \times 2 = 37,6 \text{ m.}$$

3. Apskaičiuojami pastato atitvarų projektiniai savitieji šilumos nuostoliai H_{TD} pagal (2) formulę:

$$\begin{aligned} H_{TD} &= \lambda (A_r U_{D,r}) + (A_{fg} U_{D,fg}) + (A_w U_{D,w}) + (A_{wd} U_{D,wd}) + (A_d U_{D,d}) + \lambda (\Psi_{D,t} l_t) = \\ &= 71,76 \cdot 0,20 + 71,76 \cdot 0,22 + 101,25 \cdot 0,20 + 10,08 \cdot 1,6 + 2,31 \cdot 1,8 + 0,10 \cdot 37,9 + 0,10 \cdot 12,0 + 0,25 \cdot 37,6 \\ &= 85,07 \text{ W/K.} \end{aligned}$$

4. Apskaičiuojami pastato atitvarų norminiai savitieji šilumos nuostoliai H_{TN} pagal (1) formulę (gyvenamųjų pastatų norminių šilumos perdavimo koeficientų vertės pateiktos 1 lentelėje):

$$\begin{aligned}
 H_{TN} &= \Sigma(A_r \cdot U_{N,r}) + \Sigma(A_{fg} \cdot U_{N,fg}) + \Sigma(A_w \cdot U_{N,w}) + \Sigma(A_{wd} \cdot U_{N,wd}) + \Sigma(A_d \cdot U_{N,d}) + \Sigma(\Psi_{N,t} \cdot l_t) = \\
 &= 71,76 \cdot 0,16 + 71,76 \cdot 0,25 + 101,25 \cdot 0,20 + 10,08 \cdot 1,6 + 2,31 \cdot 1,6 + 0,18 \cdot 87,5 = \\
 &= 85,25 \text{ W/K.}
 \end{aligned}$$

5. Palyginami pastato atitvarų projektiniai savitieji šilumos nuostoliai su norminiais savitaisiais šilumos nuostoliais.

Pastato atitvarų projektiniai savitieji šilumos nuostoliai yra: $H_{TD} = 85,07 \text{ W/K}$.

Pastato atitvarų norminiai savitieji šilumos nuostoliai yra: $H_{TN} = 85,25 \text{ W/K}$.

Gaunama, kad pastato atitvarų projektiniai savitieji šilumos nuostoliai yra mažesni už norminius, vadinasi projektuojamas pastatas tenkina Reglamento 8.1 punkto reikalavimus:

$$H_{TD} = 85,07 \text{ W/K} < H_{TN} = 85,25 \text{ W/K}.$$

6. Palyginamos projektuojamo pastato projektinės šilumos perdavimo koeficientų vertės su norminėmis ir leistinomis vertėmis.

9.1 lentelė

Atitvarų šilumos perdavimo koeficientų projektinės, norminės ir leistinosios vertės

Atitvara	Projektinis šilumos perdavimo koeficientas U , $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Norminis šilumos perdavimo koeficientas U_N , $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Leistinas šilumos perdavimo koeficientas U_{MN} , $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Stogas	0,20	0,16	0,25
Grindys	0,22	0,25	0,35
Durys	1,8	1,6	1,9
Langai	1,6	1,6	1,9
Sienos	0,20	0,20	0,30

7. Padaromos išvados dėl pastato rodiklių atitikimo Reglamento reikalavimams.

Šie reikalavimai susideda iš dviejų pagrindinių dalių:

- reikalavimai pastato savitiesiems šilumos nuostoliams:

$$H_{TD} \leq H_{TN};$$

- reikalavimai pastato atitvarų šilumos perdavimo koeficientams:

$$U \leq U_{MN}.$$

Pagal 9.1 lentelėje pateiktas vertes matyti, kad pastato atitvarų šilumos perdavimo koeficientai visais atvejais yra mažesni už leistinas vertes, tačiau keletu atvejų (stogui ir durims) didesni už normines vertes. Kadangi projektuojamo pastato atitvarų projektiniai savitieji šilumos nuostoliai mažesni už norminius savituosius šilumos nuostolius ir atskirų atitvarų šilumos perdavimo koeficientai mažesni už leistinuosius, pastatas atitinka Reglamento reikalavimus. Nors stogo ir durų projektiniai šilumos perdavimo koeficientai yra didesni už norminius (bet mažesni už leistinus), tačiau skaičiuojant pastato atitvarų projektinius savituosius šilumos nuostolius, stogo ir durų didesnius šilumos perdavimo koeficientus kompensuoja mažesnis grindų šilumos perdavimo koeficientas ir mažesni šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficientai.

Projektuojant pastatą atskirų atitvarų orientacinį apšiltinimo lygį parodo jų norminiai šilumos perdavimo koeficientai, kadangi pagal juos yra skaičiuojami pastato atitvarų norminiai savitieji šilumos nuostoliai visam pastatui. Jeigu atskirų atitvarų šilumos perdavimo koeficientai

didesni už normines vertes, tai šį padidėjimą turi kompensuoti kitos atitvaros suprojektuojant jas taip, kad jų šilumos perdavimo koeficientai būtų mažesni už normines vertes tiek, kad būtų tenkinamas reikalavimas pastato atitvarų norminiams savitiesiems šilumos nuostoliams: $H_{TD} \leq H_{TN}$. Kiek kokią atitvarą tikslinga papildomai šiltinti yra nusprendžiama atsižvelgiant į ekonomines ir technines galimybes. Tikslinga atsižvelgti į tai:

- kiek konkrečios atitvaros plotas sudaro bendro pastato atitvarų ploto (apšiltinus didesnį plotą, tai labiau įtakos pastato atitvarų savituosius šilumos nuostolius);
- kiek atitvaros šilumos perdavimo koeficientas skiriasi nuo norminės ir leistinosios vertės (gali būti, kad apsimokės šiltinti atitvarą su didesniu šilumos perdavimo koeficientu);
- kurių atitvarų šiltinimas yra pigesnis (tokias atitvaras labiau apsimoka šiltinti ekonomiškai);
- kurie atitvarų šiltinimo variantai yra lengviau techniškai įvykdomi (dažnai tai gali būti ir labiau apsimokantys ekonomiškai variantai);
- ar nėra atskiroms atitvaroms kitų papildomų reikalavimų, pavyzdžiui, akustinių, architektūrinių, patalpų vidaus mikroklimato (pavyzdžiui, vidinio paviršiaus temperatūrai).

10 pavyzdys. Nešildomos patalpos temperatūros skaičiavimas.

Užduotis: apskaičiuoti nešildomo garažo vidutinę oro temperatūrą šildymo sezono laikotarpiui, θ_u , °C, ir patikslinti norminę šilumos perdavimo koeficiento vertę rūšio sienai su šildoma patalpa (9.14 pav.).

Sienos tarp šildomos patalpos ir garažo šilumos perdavimo koeficientas $U_i = 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, garažo išorės sienų, stogo ir grindų šilumos perdavimo koeficientai $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, durų šilumos perdavimo koeficientas $U_d = 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Vidutinė išorės oro temperatūra šildymo laikotarpiu $\theta_e = 0,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

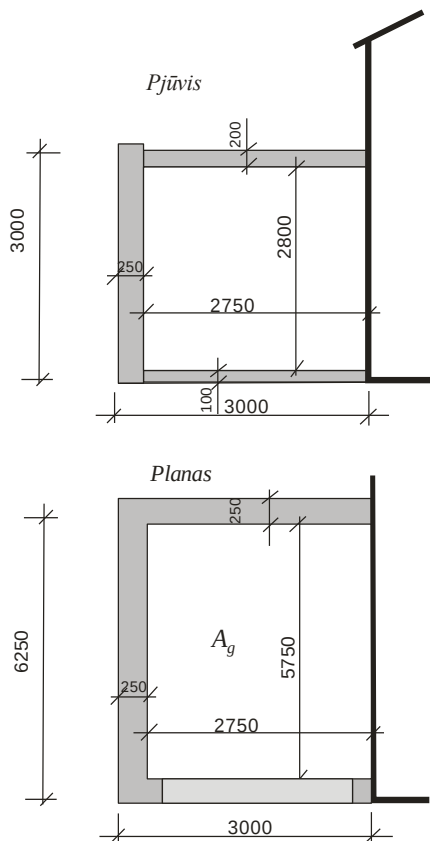
Vidutinė šildomų patalpų (vidaus) oro temperatūra šildymo laikotarpiu $\theta_i = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Vidutinė oro kaita nešildomoje patalpoje šildymo laikotarpiu $n = 1$ kartais/h.

Oro šiluminė talpa $c = 0,279 \text{ Wh}/(\text{kg} \cdot \text{K})$.

Oro tankis, taikytinas skaičiuojant apytiksliai, $\rho = 1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Vidutinius šilumos pritekėjimus (vidiniai + išoriniai) į nešildomą patalpą šildymo laikotarpiu Φ_{hg} , W priimam lygius nuliui.



9.14 pav. Nešildomo garažo schema

Sienos tarp šildomos patalpos ir garažo plotas:

$$A_i = 3,0 \times 6,0 = 18,0 \text{ m}^2.$$

Garažo išorės sienų plotas:

$$A_{\text{sienų}} = (6,25 \times 3,10) + (3,00 \times 3,10) + (3,00 \times 3,10 - 2,50 \times 2,10) = 32,73 \text{ m}^2.$$

Garažo stogo ir grindų plotas:

$$A_{\text{stogo}} = A_{\text{grindų}} = (3,00 - 0,25) \times (6,00 - 0,25) = 15,81 \text{ m}^2.$$

Garažo durų plotas:

$$A_{\text{durų}} = 2,50 \times 2,10 = 5,25 \text{ m}^2.$$

Garažo tūris:

$$V = 15,81 \times 2,80 = 44,27 \text{ m}^3.$$

Apskaičiuojam nešildomos patalpos (garažo) pastatyto prie šildomo gyvenamojo namo vidutinę temperatūrą šildymo sezono laikotarpiu θ_u , °C pagal (1.34) formulę:

$$\begin{aligned} \theta_u &= \frac{\Sigma(U_i \cdot A_i) \cdot \theta_i + \Sigma(U_e \cdot A_e) \cdot \theta_e + V \cdot n \cdot c \cdot \rho \cdot \theta_e + \Phi_{hg}}{\Sigma(U_i \cdot A_i) + \Sigma(U_e \cdot A_e) + V \cdot n \cdot c \cdot \rho} = \\ &= \frac{0,3 \cdot 18,0 \cdot 20,0 + (1,0 \cdot 32,73 + 1,0 \cdot 15,81 + 1,0 \cdot 15,81 + 2,0 \cdot 5,25) \cdot 0,0 + 44,27 \cdot 1 \cdot 0,279 \cdot 1,2 \cdot 0,0 + 0,0}{0,3 \cdot 18,0 + 1,0 \cdot 32,73 + 1,0 \cdot 15,81 + 1,0 \cdot 15,81 + 2,0 \cdot 5,25 + 44,27 \cdot 1 \cdot 0,279 \cdot 1,2} = 1,36, \text{ } ^\circ\text{C}. \end{aligned}$$

Norint patikslinti reikalavimus atitvarų šilumos perdavimo koeficientams, yra paskaičiuojama nešildomos patalpos vidutinė temperatūra šildymo sezono metu. Ši paskaičiuota temperatūra θ_u , °C, toliau naudojama nustatant temperatūros pataisą $\kappa = 20/(\theta_i - \theta_u)$ (

$\kappa = \frac{20}{\theta_i - \theta_u} = \frac{20}{(20 - 1,36)} = 1,07$), iš kurios dauginamos norminės ir leistinos pastatų atitvarų šilumos perdavimo koeficientų vertės.

Sienos norminė šilumos perdavimo koeficiento vertė:

$$U_N = 0,20 \cdot \kappa = 0,20 \cdot 1,07 = 0,21 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

Sienos leistinoji šilumos perdavimo koeficiento vertė:

$$U_{MN} = 0,30 \cdot \kappa = 0,30 \cdot 1,07 = 0,32 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

11 pavyzdys. Įdėjimų, apšiltinant atitvaras, atsipirkimo laiko skaičiavimas

Užduotis. Apskaičiuoti atsipirkimo laiką investicijai papildomai apšiltinant pastato sienas.

Esamos pastato sienos šilumos perdavimo koeficientas $U_1 = 1,0 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$. Pastato sieną numatoma apšiltinti iki norminės vertės $U_2 = 0,20 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$. Papildomas sienos apšiltinimas (lėšos 1 m^2 atitvaros apšiltinimui) $I = 150 \text{ Lt/m}^2$. Numatoma bendroji infliacijos norma $i = 2 \%$; nominali šiluminės energijos brangimo norma $e_n = 5 \%$; nominali lėšų nuvertėjimo norma $r_n = 4 \%$.

Temperatūros skirtumas tarp patalpos oro ir išorės oro (vidutinis šildymo sezonui) – $\Delta\theta = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Šildymo sezono trukmė – $t = 213$ paros.

Šiluminės energijos kaina atitvaros apšiltinimo metu – $E = 0,15 \text{ Lt/kWh}$.

Šiltinimo atsipirkimo laikas gali būti skaičiuojamas paprastas ir tikrasis. Paprastas atsipirkimo laikas yra skaičiuojamas priimant, kad energijos kaina ir pinigų vertė tam tikrą laiką nesikeis arba keisis nežymiai. Tikrasis atsipirkimo laikas skaičiuojamas prognozuojant energijos kainos ir pinigų vertės kitimą laikui bėgant. Paprastas atsipirkimo laikas yra labai tinkamas atskirų konstrukcinių variantų palyginimui ir parodo apytikrą investicijų atsipirkimo laiką, ypač jei šis atsipirkimo laikas yra neilgas. Tikrasis atsipirkimo laikas gali parodyti tikslesnį investicijų sugrįžimo laikotarpį tuo atveju, jeigu teisingai prognozuojamos ateities ekonominės sąlygos.

Apskaičiuojami kasmetiniai sutaupymai įrengus apšiltinimą pirmųjų metų verte pagal (5.10) formulę:

$$\Delta S = 0,001 \cdot \Delta U \cdot \Delta\theta \cdot t \cdot E = 0,001 \cdot (1,0 - 0,20) \cdot 20,0 \cdot 213 \cdot 24 \cdot 0,15 = 11,5 \text{ Lt/(m}^2 \cdot \text{metai)};$$

Paprastas atsipirkimo laikas apskaičiuojamas pagal (5.9) formulę:

$$PB = \frac{I}{\Delta S} = \frac{150}{12,3} = 12,2 \text{ metų.}$$

Toliau apskaičiuojamas tikrasis atsipirkimo laikas. Tam reikia apskaičiuoti lėšų nuvertėjimo normą r , kuri įvertina ir šilumos brangimą.

$$r = \frac{r_n - e_n}{1 + e_n} = \frac{0,04 - 0,05}{1 + 0,05} = -0,0095 \text{ vnt. d./metai,}$$

čia: r_n – nominali lėšų nuvertėjimo norma $r_n = 4 \% = 0,04$, vnt. d./metai;

e_n – nominali šiluminės energijos brangimo norma $e_n = 5 \% = 0,05$, vnt. d./metai.

Tikrasis atsipirkimo laikas apskaičiuojamas pagal (5.12) formulę:

$$PO = \frac{-\ln(1 - r \cdot \frac{I}{\Delta S})}{\ln(1 + r)} = \frac{-\ln(1 - (-0,0095) \cdot \frac{150}{12,3})}{\ln(1 + (-0,0095))} = 11,5 \text{ metai.}$$

Įvertinus prognozuojamas ekonomines sąlygas, gaunamas tikrasis papildomo apšiltinimo atsipirkimo laikas.

Jeigu prognozuojamas šiluminės energijos brangimas būtų didesnis, pavyzdžiui, nominali šiluminės energijos brangimo norma $e_n = 7\% = 0,07$, vnt. d./metai, tai tikrasis atsipirkimo laikas būtų:

$$r = \frac{r_n - e_n}{1 + e_n} = \frac{0,04 - 0,07}{1 + 0,07} = -0,028, \text{ vnt. d./metai};$$

$$PO = \frac{-\ln(1 - r \cdot \frac{I}{\Delta S})}{\ln(1 + r)} = \frac{-\ln(1 - (-0,028) \cdot \frac{150}{12,3})}{\ln(1 + (-0,028))} = 10,3, \text{ metai.}$$

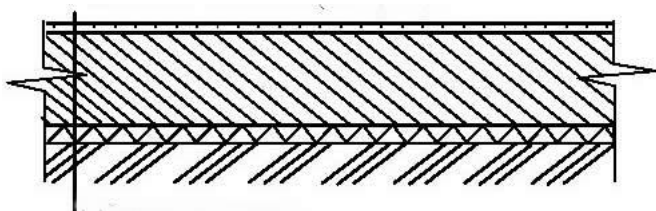
Matome, kad didėjant prognozuojamam šiluminės energijos brangimui, tikrasis atsipirkimo laikas mažėja. Tikrasis atsipirkimo laikas taip pat mažės didėjant infliacijai ir mažėjant bankų palūkanoms. Atitinkamai mažėjant infliacijai ir pingant energijai bei didėjant bankų palūkanoms, tikrasis atsipirkimo laikas didės ir gali būti didesnis už paskaičiuotąjį paprastąjį atsipirkimo laiką.

12 pavyzdys. Grindų paviršiaus šilumos imlumo skaičiavimas

Užduotis. Apskaičiuoti grindų šiluminį imlumą ir palyginti gautus rezultatus su Reglamento 4 lentelėje pateiktomis norminėmis grindų paviršiaus šiluminio imlumo vertėmis.

Toliau pateikti skaičiavimo pavyzdžiai trims grindų konstrukcijos variantams.

Pirmasis variantas (9.15 pav.).



Grindų sluoksniai:

1. Linoleumas: $d_1 = 4 \text{ mm}$; $\lambda_1 = 0,06 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$; $c_1 = 1500 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$; $\rho = 400 \text{ kg/m}^3$.
2. Betonas: $d_2 = 100 \text{ mm}$; $\lambda_2 = 2,0 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$; $s_2 = 19,2 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.
3. Termoizoliacinis sluoksnis
4. Gruntas

9.15 pav. Grindų konstrukcijos skaičiuojamoji schema paviršiaus šilumos imlumo skaičiavimui

1. Pirmasis sluoksnis – linoleumas.

Linoleumo projektinis šilumos imlumo koeficientas s apskaičiuojamas pagal Reglamento 1 priedo (1.36) formulę:

$$s_1 = 0,0085 \cdot \sqrt{\lambda_1 \cdot c_1 \cdot \rho_1} = 0,0085 \cdot \sqrt{0,06 \cdot 1500 \cdot 400} = 1,61 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}.$$

Linoleumo sluoksnio šiluminė varža apskaičiuojama pagal (1.3) formulę:

$$R_1 = d_1 / \lambda_1 = 0,004 / 0,06 = 0,067 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}.$$

Pirmojo sluoksnio šiluminė inercija apskaičiuojama pagal (1.38) formulę:

$$D_1 = R_1 \cdot s_1 = 0,067 \cdot 1,61 = 0,108 < 0,5.$$

2. Antrasis sluoksnis – betonas.

Betono projektinis šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{ds} = 2,0 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$; projektinis šilumos imlumo koeficientas $s_2 = 19,2 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$; betono sluoksnio šiluminė varža apskaičiuojama pagal (1.3) formulę:

$$R_2 = d_2/\lambda_2 = 0,1/2,0 = 0,05 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}.$$

Antrojo sluoksnio šiluminė inercija apskaičiuojama pagal (1.38) formulę:

$$D_2 = R_2 \cdot s_2 = 0,05 \cdot 19,2 = 0,96 > 0,5.$$

3. Kadangi pirmojo sluoksnio šiluminė inercija $D_1 < 0,5$, tačiau suminė pirmojo ir antrojo sluoksnių šiluminė inercija $D_1 + D_2 = 0,108 + 0,96 = 1,068 > 0,5$, tai grindų vidinio paviršiaus šiluminis imlumas pagal 1 priedo (1.40) formulę yra skaičiuojamas taip:

$$Y_{si} \equiv Y_1 = \frac{2 \cdot R_1 \cdot s_1^2 + s_2}{0,5 + R_1 \cdot s_2} = \frac{2 \cdot 0,067 \cdot 1,61^2 + 19,2}{0,5 + 0,067 \cdot 19,2} = 10,94 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}.$$

Išvada: grindų paviršiaus šilumos imlumas atitinka Reglamento 4 lentelės reikalavimus.

Antrasis variantas.

Grindų sluoksniai:

1. Linoleumas: $d_1 = 3 \text{ mm}$; $\lambda_1 = 0,17 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$; $s_1 = 4,5 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
2. Betonas: $d_2 = 100 \text{ mm}$; $\lambda_2 = 2,0 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$; $s_2 = 19,2 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
3. Termoizoliacinis sluoksnis
4. Gruntas

1. Pirmasis sluoksnis – linoleumas.

Linoleumo projektinis šilumos laidumo koeficientas $\lambda_1 = 0,17 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$; projektinis šilumos imlumo koeficientas $s_1 = 4,5 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$; linoleumo sluoksnio šiluminė varža apskaičiuojama pagal (1.3) formulę:

$$R_1 = d_1/\lambda_1 = 0,003/0,17 = 0,0176 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}.$$

Pirmojo sluoksnio šiluminė inercija apskaičiuojama pagal (1.38) formulę:

$$D_1 = R_1 \cdot s_1 = 0,0176 \cdot 4,5 = 0,079 < 0,5.$$

2. Antrasis sluoksnis – betonas.

Betono projektinis šilumos laidumo koeficientas $\lambda_2 = 2,0 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$; projektinis šilumos imlumo koeficientas $s_2 = 19,2 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$; betono sluoksnio šiluminė varža apskaičiuojama pagal (1.3) formulę:

$$R_2 = d_2/\lambda_2 = 0,1/2,0 = 0,05 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}.$$

Antrojo sluoksnio šiluminė inercija apskaičiuojama pagal (1.38) formulę:

$$D_2 = R_2 \cdot s_2 = 0,05 \cdot 19,2 = 0,96 > 0,5.$$

3. Kadangi pirmojo sluoksnio šiluminė inercija $D_1 < 0,5$, tačiau suminė pirmojo ir antrojo sluoksnių šiluminė inercija $D_1 + D_2 = 0,079 + 0,96 = 1,039 > 0,5$, tai grindų vidinio paviršiaus šiluminis imlumas pagal 1 priedo (1.40) formulę yra skaičiuojamas taip:

$$Y_{si} \equiv Y_1 = \frac{2 \cdot R_1 \cdot s_1^2 + s_2}{0,5 + R_1 \cdot s_2} = \frac{2 \cdot 0,0176 \cdot 4,5^2 + 19,2}{0,5 + 0,0176 \cdot 19,2} = 23,76 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

Išvada: grindų paviršiaus šilumos imlumas neatitinka Reglamento 4 lentelės reikalavimų. Privalu parinkti kitą grindų dangą.

Trečiasis variantas.

Grindų sluoksniai:

1. Linoleumas: $d_1 = 2 \text{ mm}$; $\lambda_1 = 0,17 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$; $s_1 = 4,5 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
2. Veltinis pagrindas: $d_2 = 3 \text{ mm}$; $\lambda_2 = 0,05 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$; $s_2 = 0,8 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
3. Betonas: $d_3 = 100 \text{ mm}$; $\lambda_3 = 2,0 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$; $s_3 = 19,2 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
4. Termoizoliacinis sluoksnis
5. Gruntas

1. Pirmasis sluoksnis – linoleumas.

Linoleumo projektinis šilumos laidumo koeficientas $\lambda_1 = 0,17 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$; projektinis šilumos imlumo koeficientas $s_1 = 4,5 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$; linoleumo sluoksnio šiluminė varža apskaičiuojama pagal (1.3) formulę:

$$R_1 = d_1 / \lambda_1 = 0,002 / 0,17 = 0,0118 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Pirmojo sluoksnio šiluminė inercija apskaičiuojama pagal (1.38) formulę:

$$D_1 = R_1 \cdot s_1 = 0,0118 \cdot 4,5 = 0,053 < 0,5.$$

2. Antrasis sluoksnis – linoleumo veltinis pagrindas.

Veltinio pagrindo projektinis šilumos laidumo koeficientas $\lambda_2 = 0,05 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$; projektinis šilumos imlumo koeficientas $s_2 = 0,8 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$; sluoksnio šiluminė varža apskaičiuojama pagal (1.3) formulę:

$$R_2 = d_2 / \lambda_2 = 0,003 / 0,05 = 0,06 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Antrojo sluoksnio šiluminė inercija apskaičiuojama pagal (1.38) formulę:

$$D_2 = R_2 \cdot s_2 = 0,06 \cdot 0,8 = 0,048 < 0,5.$$

3. Trečiasis sluoksnis – betonas.

Betono projektinis šilumos laidumo koeficientas $\lambda_3 = 2,0 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$; projektinis šilumos imlumo koeficientas $s_3 = 19,2 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$; betono sluoksnio šiluminė varža apskaičiuojama pagal (1.3) formulę:

$$R_3 = d_3 / \lambda_3 = 0,1 / 2,0 = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Trečiojo sluoksnio šiluminė inercija apskaičiuojama pagal (1.38) formulę:

$$D_3 = R_3 \cdot s_3 = 0,05 \cdot 19,2 = 0,96 > 0,5.$$

4. Kadangi pirmojo sluoksnio šiluminė inercija $D_1 < 0,5$, pirmojo ir antrojo sluoksnių suminė šiluminė inercija $D_1 + D_2 = 0,053 + 0,048 = 0,101 < 0,5$, suminė pirmojo, antrojo ir trečiojo sluoksnių šiluminė inercija $D_1 + D_2 + D_3 = 0,053 + 0,048 + 0,96 = 1,061 > 0,5$, todėl grindų vidinio paviršiaus šiluminis imlumas pagal Reglamento 1 priedo 19.3 punktą skaičiuojamas taip:

$$Y_2 = \frac{2 \cdot R_2 \cdot s_2^2 + s_3}{0,5 + R_2 \cdot s_3} = \frac{2 \cdot 0,06 \cdot 0,8^2 + 19,2}{0,5 + 0,06 \cdot 19,2} = 11,67 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)};$$

$$Y_{si} \equiv Y_1 = \frac{4 \cdot R_1 \cdot s_1 + Y_2}{1 + R_1 \cdot Y_2} = \frac{4 \cdot 0,0118 \cdot 4,5 + 11,67}{1 + 0,0118 \cdot 11,67} = 10,44 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

Išvada: grindų paviršiaus šilumos imlumas atitinka Reglamento 4 lentelės reikalavimus. Pastaba: imant antrojo sluoksnio – veltinio pagrindo – storį 2 mm, grindų paviršiaus šiluminis imlumas siektų virš 13 W/(m²·K) ir todėl neatitiktų Reglamento 4 lentelės reikalavimų gyvenamųjų ir negyvenamųjų gydymo paskirties pastatų šildomoms patalpoms.

13 pavyzdys. Atitvaros vidinio paviršiaus temperatūrinio faktoriaus f_{Rsi} skaičiavimas siekiant išvengti kritinio paviršiaus drėgnumo. Vidaus oro dalinio vandens garų slėgio prieaugis įvertinamas pagal patalpų drėgnumo klasę.

Užduotis: įvertinti pelėsių augimo riziką skalbyklos patalpos išorinės sienos vidiniame paviršiuje. Skalbykla randasi Vilniuje, vidaus temperatūra 20 °C, sienos visuminė šiluminė varža $R_t = 3 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

Pagal Reglamento 2 priedo 2.2 lentelę nustatoma vidutinė mėnesinė išorės oro temperatūra ir vidutinis mėnesinis santykinis oro drėgnis Vilniaus mieste (9.2 lentelė, 1 ir 2 stulpeliai)

Kiekvienam metų mėnesiui pagal (2.7) ar (2.8) formulę apskaičiuojamas išorės oro vandens garų soties slėgis $p_{sat.e}$ ir pagal (2.11) formulę apskaičiuojamas išorės oro dalinis vandens garų slėgis (9.2 lentelė, 3 stulpelis). Pvz., sausio mėnesį:

$$p_{sat.e} = 610,5 \cdot e^{\frac{21,875 \cdot \theta_e}{265,5 + \theta_e}} = 610,5 \cdot e^{\frac{21,875 \cdot (-6,4)}{265,5 - 6,4}} = 355,7 \text{ Pa};$$

$$p_e = \frac{\varphi_e \cdot p_{sat.e}}{100} = \frac{87 \cdot 355,7}{100} = 309,4 \text{ Pa}.$$

Pagal Reglamento 4 priedo duomenis skalbyklų patalpos priskiriamos penktai drėgnumo klasei. Nustatomas vidaus oro dalinio vandens garų slėgio prieaugis kiekvieną metų mėnesį (9.1 lentelė, 4 stulpelis). Pvz., balandžio mėnesį, kurio vidutinė temperatūra 5,5 °C, šis prieaugis apskaičiuojamas pagal (4.4) formulę:

$$\Delta p = -54 \cdot \theta_e + 1080 = -54 \cdot 5,5 + 1080 = 659 \text{ Pa}.$$

Pagal (2.13) formulę apskaičiuojamas dalinis vandens garų slėgis patalpose p_i (9.2 lentelė, 5 stulpelis). Pvz., sausio mėnesį:

$$p_i = p_e + 1,1 \cdot \Delta p = 309 + 1,1 \cdot 1080 = 1497,4 \text{ Pa}.$$

Minimalus priimtinas vandens garų soties slėgis $p_{sat}(\theta_{si})$ nustatomas įvertinant Reglamento 2 priedo 11 punkto reikalavimus (9.2 lentelė, 6 stulpelis). Pvz., sausio mėnesį:

$$p_{sat}(\theta_{si}) = \frac{p_i}{0,8} = \frac{1497,4}{0,8} = 1871,8 \text{ Pa}.$$

Pagal Reglamento 2 priedo 11 punktą ir (2.9) arba (2.10) formules apskaičiuojama minimali priimtina paviršiaus temperatūra $\theta_{si, min}$ esant minimaliam priimtinam vandens garų soties slėgiui $p_{sat}(\theta_{si})$, (9.2 lentelė, 7 stulpelis). Pvz., sausio mėnesį:

$$\theta_{si, min} = \frac{237,3 \cdot \ln\left(\frac{p_{sat}(\theta_{si})}{610,5}\right)}{17,269 - \ln\left(\frac{p_{sat}(\theta_{si})}{610,5}\right)} = \frac{237,3 \cdot \ln\left(\frac{1871,8}{610,5}\right)}{17,269 - \ln\left(\frac{1871,8}{610,5}\right)} = 16,46^\circ\text{C}.$$

9.2 lentelės 8 stulpelyje įrašoma vidaus patalpų temperatūra.

Pagal (2.2) formulę apskaičiuojamas projektinis atitvaros vidaus paviršiaus temperatūrinis faktorius $f_{Rsi, min}$ (9.2 lentelė, 9 stulpelis). Pvz., sausio mėnesį:

$$f_{Rsi, min} = \frac{\theta_{si, min} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e} = \frac{16,46 - (-6,4)}{20 - (-6,4)} = 0,866.$$

Pagal Reglamento 2 priede 3.1 punkte pateiktas formules ir įvertinant 2.4 lentelės duomenis apskaičiuojamas atitvaros vidaus paviršiaus temperatūrinis faktorius f_{Rsi} . Šis skaičiavimas gali būti atliktas pagal bet kurio mėnesio vidutinę mėnesinę temperatūrą, nes rezultatai gaunami tie patys. Pvz., skaičiuojant pagal sausio mėnesio duomenis:

$$\theta_{si} = \theta_i - \frac{R_{si}}{R_t} \cdot (\theta_i - \theta_e) = 20 - \frac{0,25}{3} \cdot [20 - (-6,4)] = 17,8^\circ\text{C},$$

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e} = \frac{17,8 - (-6,4)}{20 - (-6,4)} = 0,917.$$

9.2 lentelė

Sienos vidinio paviršiaus temperatūrinio faktoriaus f_{Rsi} skaičiavimo rezultatai, kai vidaus oro dalinio vandens garų slėgio prieaugis vertinamas pagal patalpų drėgnumo klasę

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mėnuo	$f_e, ^\circ\text{C}$	$f_e, \%$	p_e, Pa	f_p, Pa	p_i, Pa	p_{sat} $_{si} \square\square\square\square \text{Pa}$	$f_{si, min}, ^\circ\text{C}$	$f_i, ^\circ\text{C}$	$f_{Rsi, min}$
sausis	-6,4	87	309,4	1080,0	1497,4	1871,8	16,46	20	0,866
vasaris	-5,2	84	331,3	1080,0	1519,3	1899,1	16,69	20	0,869
kovas	-0,9	80	453,4	1080,0	1641,4	2051,7	17,91	20	0,900
balandis	5,5	73	659,0	783,0	1520,3	1900,4	16,70	20	0,773
gegužė	12,3	68	972,2	415,8	1429,5	1786,9	15,74	20	0,446
birželis	15,6	72	1275,2	237,6	1536,6	1920,8	16,87	20	0,289
liepa	16,7	75	1424,9	178,2	1621,0	2026,2	17,72	20	0,308
rugpjūtis	16,0	77	1399,1	216,0	1636,7	2045,9	17,87	20	0,467
rugsėjis	11,3	82	1097,4	469,8	1614,2	2017,7	17,65	20	0,730
spalis	6,3	86	820,6	739,8	1634,4	2043,0	17,85	20	0,843
lapkritis	0,9	89	580,0	1031,4	1714,5	2143,1	18,61	20	0,927

gruodis	-3,2	90	420,8	1080,0	1608,8	2011,0	17,60	20	0,896
---------	------	----	-------	--------	--------	--------	-------	----	-------

Mėnuo, kurio 9.2 lentelės 9 stulpelyje esantis temperatūrinis faktorius $f_{Rsi, min}$ didžiausias, yra nepalankiausias. Šis didžiausias temperatūrinis faktorius žymimas simboliu $f_{Rsi, max}$. Atitvara turi būti suprojektuota taip, kad bet kurį metų mėnesį f_{Rsi} , apskaičiuotas pagal 2.1 formulę, būtų didesnis už $f_{Rsi, max}$, t. y. $f_{Rsi} > f_{Rsi, max}$.

Lentelėje esantys skaičiavimo rezultatai rodo, kad lapkričio mėnesį $f_{Rsi, min}$ yra didžiausias, t. y. $f_{Rsi, max} = 0,927$. Tuo tarpu šiame pavyzdyje nustatytas $f_{Rsi} = 0,917$, t. y. sąlyga $f_{Rsi} > f_{Rsi, max}$ netenkinama ir lapkričio mėnesį sienos paviršiuje susidaro sąlygos pelėsiams augti. Norint to išvengti, būtina didinti sienos šiluminę varžą. Jei sienos visuminė šiluminė varža būtų padidinta iki $R_t = 3,5 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$, vidaus paviršiaus temperatūrinis faktorius f_{Rsi} padidėtų ir atitvara tenkintų Reglamento reikalavimus:

$$\theta_{si} = \theta_i - \frac{R_{si}}{R_t} \cdot (\theta_i - \theta_e) = 20 - \frac{0,25}{3,5} \cdot [20 - (-6,4)] = 18,1 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e} = \frac{18,1 - (-6,4)}{20 - (-6,4)} = 0,928, \text{ t. y. } f_{Rsi} > f_{Rsi, max}.$$

14 pavyzdys. Atitvaros vidinio paviršiaus temperatūrinio faktoriaus f_{Rsi} skaičiavimas siekiant išvengti kritinio paviršiaus drėgnumo. Patalpose palaikoma pastovi temperatūra ir pastovus santykinis oro drėgnis.

Užduotis: įvertinti pelėsių augimo riziką patalpos išorinės sienos vidiniame paviršiuje. Patalpa randasi Vilniuje, vidaus temperatūra $20 \text{ } ^\circ\text{C}$, santykinis oro drėgnis patalpoje 60 %, sienos visuminė šiluminė varža $R_t = 3 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

Pagal Reglamento 2 priedo 2.2 lentelę nustatoma vidutinė mėnesinė išorės oro temperatūra Vilniaus mieste (9.3 lentelė, 1 stulpelis).

9.3 lentelės 2 ir 3 stulpeliuose surašomos patalpų temperatūrų ir santykinio oro drėgno vertės.

Pagal (2.7) formulę apskaičiuojamas vidaus oro vandens garų soties slėgis $p_{sat, i}$ ir pagal (2.12) formulę apskaičiuojamas vidaus oro dalinis vandens garų slėgis (9.3 lentelė, 4 stulpelis):

$$p_{sat, i} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269 \cdot \theta_i}{237,3 + \theta_i}} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269 \cdot 20}{237,3 + 20}} = 2337 \text{ Pa};$$

$$p_i = \frac{(\varphi_{i, const} + 5) \cdot p_{sat, i}}{100} = \frac{(60 + 5) \cdot 2337}{100} = 1519 \text{ Pa}.$$

Minimalus priimtinas vandens garų soties slėgis $p_{sat}(\theta_{si})$ nustatomas įvertinant Reglamento 2 priedo 11. e punkto reikalavimus (9.3 lentelė, 5 stulpelis):

$$p_{sat}(\theta_{si}) = \frac{p_i}{0,8} = \frac{1519}{0,8} = 1899 \text{ Pa}.$$

Pagal Reglamento 2 priedo 11 punktą ir (2.9) formulę apskaičiuojama minimali priimtina paviršiaus temperatūra $\theta_{si, min}$, esant minimaliam priimtinam vandens garų soties slėgiui $p_{sat}(\theta_{si})$, (9.3 lentelė, 6 stulpelis):

$$\theta_{si.min} = \frac{237,3 \cdot \ln\left(\frac{p_{sat}(\theta_{si})}{610,5}\right)}{17,269 - \ln\left(\frac{p_{sat}(\theta_{si})}{610,5}\right)} = \frac{237,3 \cdot \ln\left(\frac{1899}{610,5}\right)}{17,269 - \ln\left(\frac{1899}{610,5}\right)} = 16,7 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Pagal (2.2) formulę apskaičiuojamas projektinis atitvaros vidaus paviršiaus temperatūrinis faktorius $f_{Rsi.min}$ (9.3 lentelė, 7 stulpelis). Pvz., sausio mėnesį:

$$f_{Rsi.min} = \frac{\theta_{si.min} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e} = \frac{16,7 - (-6,4)}{20 - (-6,4)} = 0,875.$$

Pagal Reglamento 2 priedo 3.1 punkte pateiktas formules ir įvertinant 2.4 lentelės duomenis apskaičiuojamas atitvaros vidaus paviršiaus temperatūrinis faktorius f_{Rsi} . Šis skaičiavimas gali būti atliktas pagal bet kurio mėnesio vidutinę mėnesinę temperatūrą, nes rezultatai gaunami tie patys. Pvz., skaičiuojant pagal sausio mėnesio duomenis:

$$\theta_{si} = \theta_i - \frac{R_{si}}{R_t} \cdot (\theta_i - \theta_e) = 20 - \frac{0,25}{3} \cdot [20 - (-6,4)] = 17,8 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e} = \frac{17,8 - (-6,4)}{20 - (-6,4)} = 0,917.$$

9.3 lentelė

Sienos vidinio paviršiaus temperatūrinio faktoriaus f_{Rsi} skaičiavimo rezultatai, kai patalpose palaikoma pastovi temperatūra ir pastovus santykinis oro drėgnis

	1	2	3	4	5	6	7
Mėnuo	$f_e, ^{\circ}\text{C}$	$f_i, ^{\circ}\text{C}$	$f_i, \%$	p_i, Pa	$p_{sat}(f_{si}) \square \square \square \text{Pa}$	$f_{si.min}, ^{\circ}\text{C}$	$f_{Rsi.min}$
sausis	-6,4	20	60	1519	1899	16,7	0,875
vasaris	-5,2	20	60	1519	1899	16,7	0,869
kovas	-0,9	20	60	1519	1899	16,7	0,841
balandis	5,5	20	60	1519	1899	16,7	0,771
gegužė	12,3	20	60	1519	1899	16,7	0,570
birželis	15,6	20	60	1519	1899	16,7	0,247
liepa	16,7	20	60	1519	1899	16,7	-0,004
rugpjūtis	16,0	20	60	1519	1899	16,7	0,172
rugšėjis	11,3	20	60	1519	1899	16,7	0,619
spalis	6,3	20	60	1519	1899	16,7	0,758
lapkritis	0,9	20	60	1519	1899	16,7	0,827
gruodis	-3,2	20	60	1519	1899	16,7	0,857

Mėnuo, kurio 9.3 lentelės 7 stulpelyje esantis temperatūrinis faktorius $f_{Rsi.min}$ didžiausias, yra nepalankiausias. Šis didžiausias temperatūrinis faktorius žymimas simboliu $f_{Rsi.max}$. Atitvara turi būti suprojektuota taip, kad bet kurį metų mėnesį f_{Rsi} , apskaičiuotas pagal (2.1) formulę, būtų didesnis už $f_{Rsi.max}$, t. y. $f_{Rsi} > f_{Rsi.max}$.

Lentelėje esantys skaičiavimo rezultatai rodo, kad sausio mėnesį $f_{Rsi.min}$ yra didžiausias, t. y. $f_{Rsi.max} = 0,875$. Tuo tarpu mūsų nustatytas $f_{Rsi} = 0,917$, t. y. sąlyga $f_{Rsi} > f_{Rsi.max}$ tenkinama ir tuo pačiu atitvara tenkina Reglamento reikalavimus.

15 pavyzdys. Atitvaros vidinio paviršiaus temperatūrinio faktoriaus f_{Rsi} skaičiavimas siekiant išvengti kritinio paviršiaus drėgnumo. Patalpa ventiliuojama ir joje išsiskiria drėgmė.

Užduotis: įvertinti pelėsių augimo riziką patalpos išorinės sienos vidiniame paviršiuje. Patalpa randasi Vilniuje, patalpos tūris 240 m^3 , į patalpą patenkantis drėgmės srautas $G=0,4 \text{ kg/h}$, oro pasikeitimo dažnis patalpoje $n=0,6 \text{ h}^{-1}$, vidaus temperatūra $20 \text{ }^\circ\text{C}$, sienos visuminė šiluminė varža $R_t=4 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

Pagal Reglamento 2 priedo 2.2 lentelę nustatoma vidutinė mėnesinė išorės oro temperatūra ir vidutinis mėnesinis santykinis oro drėgnis Vilniaus mieste (9.4 lentelė, 1 ir 2 stulpeliai).

Kiekvienam metų mėnesiui pagal (2.7) ar (2.8) formulę apskaičiuojamas išorės oro vandens garų soties slėgis $p_{sat, e}$ ir pagal (2.11) formulę apskaičiuojamas išorės oro dalinis vandens garų slėgis (9.4 lentelė, 3 stulpelis). Pvz., sausio mėnesį:

$$p_{sat, e} = 610,5 \cdot e^{\frac{21,875 \cdot \theta}{265,5 + \theta}} = 610,5 \cdot e^{\frac{21,875 \cdot (-6,4)}{265,5 - 6,4}} = 355,7 \text{ Pa};$$

$$p_e = \frac{\varphi_e \cdot p_{sat}}{100} = \frac{87 \cdot 355,7}{100} = 309,4 \text{ Pa}.$$

9.4 lentelės 4 stulpelyje įrašytas oro pasikeitimo dažnis patalpoje, kuris pastovus ištisus metus.

Pagal (2.4) formulę apskaičiuojamas vidaus oro dalinio vandens garų slėgio prieaugis kiekvieną metų mėnesį (9.4 lentelė, 5 stulpelis). Pvz., sausio mėnesį, kurio vidutinė temperatūra $-6,4 \text{ }^\circ\text{C}$, šis prieaugis yra:

$$\Delta p = \frac{G}{n \cdot V} \cdot R_v \cdot \frac{T_i + T_e}{2} = \frac{0,4}{0,6 \cdot 240} \cdot 462 \cdot \frac{(273 + 20) + (273 - 6,4)}{2} = 359,1 \text{ Pa}.$$

Pagal (2.13) formulę apskaičiuojamas dalinis vandens garų slėgis patalpose p_i (9.4 lentelė, 6 stulpelis). Pvz., sausio mėnesį:

$$p_i = p_e + 1,1 \cdot \Delta p = 309,4 + 1,1 \cdot 359,1 = 704,4 \text{ Pa}.$$

Minimalus priimtinas vandens garų soties slėgis $p_{sat}(\theta_{si})$ nustatomas įvertinant Reglamento 2 priedo 11 punkto reikalavimus (9.4 lentelė, 7 stulpelis). Pvz., sausio mėnesį:

$$p_{sat}(\theta_{si}) = \frac{p_i}{0,8} = \frac{704,4}{0,8} = 880,5 \text{ Pa}.$$

Pagal Reglamento 2 priedo 11. f punktą ir (2.9) arba (2.10) formules apskaičiuojama minimali priimtina paviršiaus temperatūra $\theta_{si, min}$ esant minimaliam priimtinam vandens garų soties slėgiui $p_{sat}(\theta_{si})$ (9.4 lentelė, 8 stulpelis). Pvz., sausio mėnesį:

$$\theta_{si, min} = \frac{237,3 \cdot \ln\left(\frac{p_{sat}(\theta_{si})}{610,5}\right)}{17,269 - \ln\left(\frac{p_{sat}(\theta_{si})}{610,5}\right)} = \frac{237,3 \cdot \ln\left(\frac{880,5}{610,5}\right)}{17,269 - \ln\left(\frac{880,5}{610,5}\right)} = 5,1 \text{ }^\circ\text{C}.$$

9.4 lentelės 9 stulpelyje įrašyta patalpos vidaus temperatūra, kuri pastovi ištisus metus.

Pagal (2.2) formulę apskaičiuojamas projektinis atitvaros vidaus paviršiaus temperatūrinis faktorius $\Theta_{Rsi, min}$ (9.4 lentelė, 10 stulpelis). Pvz., sausio mėnesį:

$$f_{Rsi, \min} = \frac{\theta_{si, \min} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e} = \frac{5,1 - (-6,4)}{20 - (-6,4)} = 0,437.$$

Pagal Reglamento 2 priedo 3.1 punkte pateiktas formules ir įvertinant 2.4 lentelės duomenis apskaičiuojamas atitvaros vidaus paviršiaus temperatūrinis faktorius f_{Rsi} . Šis skaičiavimas gali būti atliktas pagal bet kurio mėnesio vidutinę mėnesinę temperatūrą, nes rezultatai gaunami tie patys. Pvz., skaičiuojant pagal sausio mėnesio duomenis:

$$\theta_{si} = \theta_i - \frac{R_{si}}{R_t} \cdot (\theta_i - \theta_e) = 20 - \frac{0,25}{4} \cdot [20 - (-6,4)] = 18,35 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e} = \frac{18,35 - (-6,4)}{20 - (-6,4)} = 0,938.$$

9.4 lentelė

Sienos vidinio paviršiaus temperatūrinio faktoriaus f_{Rsi} skaičiavimo rezultatai, kai patalpa ventiliuojama ir joje išsiskiria drėgmė

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mėnuo	$t_e, ^\circ\text{C}$	$t_{e, \%}$	p_e, Pa	n, h^{-1}	f_p, Pa	p_i, Pa	$p_{sat}(f_{si}, \square \square \square \text{Pa})$	$f_{si, \min}, ^\circ\text{C}$	$t_i, ^\circ\text{C}$	$f_{Rsi, \min}$
sausis	-6,4	87	309,4	0,6	359,1	704,4	880,5	5,1	20	0,437
vasaris	-5,2	84	331,3	0,6	359,8	727,1	908,9	5,6	20	0,428
kovas	-0,9	80	453,4	0,6	362,6	852,2	1065,3	7,9	20	0,421
balandis	5,5	73	659,0	0,6	366,7	1062,4	1328,0	11,2	20	0,392
gegužė	12,3	68	972,2	0,6	371,1	1380,3	1725,4	15,2	20	0,375
birželis	15,6	72	1275,2	0,6	373,2	1685,8	2107,2	18,3	20	0,622
liepa	16,7	75	1424,9	0,6	373,9	1836,2	2295,3	19,7	20	0,912
rugpjūtis	16,0	77	1399,1	0,6	373,5	1809,9	2262,4	19,5	20	0,869
rugsėjis	11,3	82	1097,4	0,6	370,4	1504,9	1881,1	16,5	20	0,602
spalis	6,3	86	820,6	0,6	367,2	1224,5	1530,7	13,3	20	0,514
lapkritis	0,9	89	580,0	0,6	363,8	980,1	1225,1	10,0	20	0,475
gruodis	-3,2	90	420,8	0,6	361,1	818,0	1022,5	7,3	20	0,453

Mėnuo, kurio 9.4 lentelės 10 stulpelyje esantis temperatūrinis faktorius $f_{Rsi, \min}$ didžiausias, yra nepalankiausias. Šis didžiausias temperatūrinis faktorius žymimas simboliu $f_{Rsi, \max}$. Atitvara turi būti suprojektuota taip, kad bet kurį metų mėnesį f_{Rsi} , apskaičiuotas pagal (2.1) formulę, būtų didesnis už $f_{Rsi, \max}$, t. y. $f_{Rsi} > f_{Rsi, \max}$.

Lentelėje esantys skaičiavimo rezultatai rodo, kad liepos mėnesį $f_{Rsi, \min}$ yra didžiausias, t. y. $f_{Rsi, \max} = 0,912$. Tuo tarpu mūsų nustatytas $f_{Rsi} = 0,938$, t. y. sąlyga $f_{Rsi} > f_{Rsi, \max}$ tenkinama ir tuo pačiu atitvara tenkina Reglamento reikalavimus.

16 pavyzdys. Lengvos atitvaros (lango rėmo) vidinio paviršiaus temperatūrinio faktoriaus f_{Rsi} skaičiavimas siekiant išvengti kritinio paviršiaus drėgnumo. Vidaus oro dalinio vandens garų slėgio prieaugis įvertinamas pagal patalpų drėgnumo klasę, patalpose oro kondicionavimo sistema neįrengta.

Užduotis: įvertinti kondensacijos riziką ant lango rėmo vidinio paviršiaus sporto salės patalpose. Sporto salė Klaipėdoje, vidaus temperatūra 18 °C, lango rėmo šilumos perdavimo koeficientas 1,6 W/(m² K), t. y. visuminė šiluminė varža $R_t = 0,62 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

Iš Reglamento 2 priedo 2.3 lentelės surandama minimali metinė išorės oro dienos temperatūra Klaipėdos mieste: $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Pagal (2.8) formulę apskaičiuojamas išorės oro vandens garų soties slėgis $p_{sat.e}$ ir pagal (2.11) formulę apskaičiuojamas išorės oro dalinis vandens garų slėgis esant 95 % santykiniam išorės oro drėgniui (9.5 lentelė, 3 stulpelis). Pvz., sausio mėnesį:

$$p_{sat.e} = 610,5 \cdot e^{\frac{21,875 \cdot \theta_e}{265,5 + \theta_e}} = 610,5 \cdot e^{\frac{21,875 \cdot (-24)}{265,5 - 24}} = 69,5 \text{ Pa};$$

$$p_e = \frac{\varphi_e \cdot p_{sat.e}}{100} = \frac{95 \cdot 69,5}{100} = 66 \text{ Pa}.$$

Pagal Reglamento 4 priedo duomenis sporto salės patalpos priskiriamos ketvirtai patalpų drėgnumo klasei. Esant $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūrai vidaus oro dalinio vandens garų slėgio prieaugis sudaro 810 Pa (9.5 lentelė, 4 stulpelis).

Pagal Reglamento 2 priedo 7.4 punktą ir (2.13) formulę apskaičiuojamas dalinis vandens garų slėgis patalpose p_i (9.5 lentelė, 5 stulpelis):

$$p_i = p_e + 1,1 \cdot \Delta p = 66 + 1,1 \cdot 810 = 957 \text{ Pa}.$$

Minimalus priimtinis vandens garų soties slėgis $p_{sat}(\theta_{si})$ nustatomas įvertinant Reglamento 2 priedo 12 punkto reikalavimus iš (2.15) formulės (9.5 lentelė, 6 stulpelis):

$$p_{sat}(\theta_{si}) = p_i = 957 \text{ Pa}.$$

Pagal (2.9) formulę apskaičiuojama minimali priimtina paviršiaus temperatūra $\theta_{si.min}$ esant minimaliam priimtinam vandens garų soties slėgiui $p_{sat}(\theta_{si})$, (9.5 lentelė, 7 stulpelis):

$$\theta_{si.min} = \frac{237,3 \cdot \ln\left(\frac{p_{sat}(\theta_{si})}{610,5}\right)}{17,269 - \ln\left(\frac{p_{sat}(\theta_{si})}{610,5}\right)} = \frac{237,3 \cdot \ln\left(\frac{957}{610,5}\right)}{17,269 - \ln\left(\frac{957}{610,5}\right)} = 6,34\text{ }^{\circ}\text{C}.$$

9.5 lentelės 8 stulpelyje įrašoma vidaus patalpų temperatūra.

Pagal (2.2) formulę apskaičiuojamas projektinis atitvaros vidaus paviršiaus temperatūrinis faktorius $\phi_{Rsi.min}$ (9.5 lentelė, 9 stulpelis):

$$f_{Rsi.min} = \frac{\theta_{si.min} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e} = \frac{6,34 - (-24)}{18 - (-24)} = 0,722.$$

Pagal Reglamento 2 priedo 3.1 punkte pateiktas formules ir įvertinant 2.4 lentelės duomenis apskaičiuojamas atitvaros vidaus paviršiaus temperatūrinis faktorius f_{Rsi} :

$$\theta_{si} = \theta_i - \frac{R_{si}}{R_t} \cdot (\theta_i - \theta_e) = 18 - \frac{0,13}{0,62} \cdot [18 - (-24)] = 9,2\text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e} = \frac{9,2 - (-24)}{18 - (-24)} = 0,79.$$

Temperatūrinio faktoriaus f_{Rsi} skaičiavimo rezultatai lango rėmo paviršiuje

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mėnuo	$t_e, ^\circ\text{C}$	$\phi_e, \%$	p_e, Pa	$f p, \text{Pa}$	p_i, Pa	p_{sat} ($f_{si} \square\square\square \text{Pa}$)	$t_{si, min}, ^\circ\text{C}$	$t_i, ^\circ\text{C}$	$f_{Rsi, min}$
sausis	-24,0	95	66,0	810,0	957,0	957,0	6,34	18	0,722

Pagal Reglamento 2 priedo 12 punkto reikalavimus atitvara turi būti suprojektuota taip, kad f_{Rsi} , apskaičiuotas pagal (2.1) formulę, būtų didesnis už $f_{Rsi, min}$, t. y. $f_{Rsi} > f_{Rsi, min}$. Atliktų skaičiavimų rezultatai rodo, kad ši sąlyga tenkinama, t. y. kondensacijos rizikos ant lango rėmo vidinio paviršiaus nėra.
