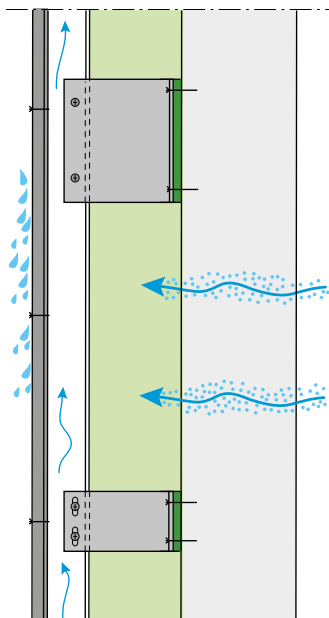




VĒDINAMŲ SIENŲ PROJEKTAVIMO VADOVAS

ENERGIŠKAI EFEKTYVŲS PASTATAI



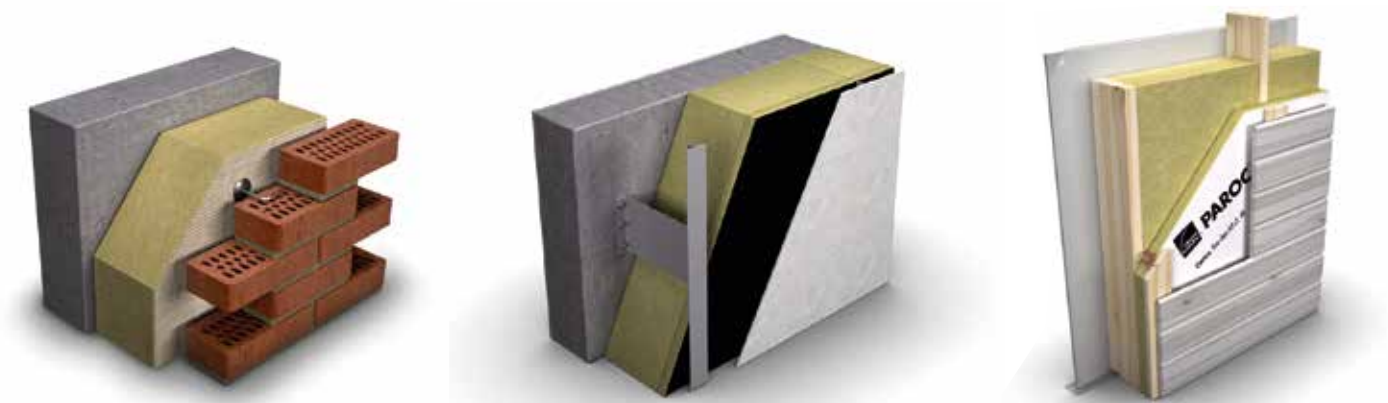
PAROC[®]

TURINYS

1. Energiškai efektyvių pastatų vėdinamos sienos	3
Bendrosios projektavimo taisyklės	4
2. Vėdinimo projektavimo principai	6
2.1. Vėdinamo oro tarpo ir angų matmenys	6
2.2. Šilumos izoliacijos projektavimas	13
3. PAROC gaminiai	17
PAROC gaminių asortimentas vėdinamų sienų šiltinimui	18
4. PAROC šiltinimo sprendimai	20
4.1. Medinės karkasinės sienos	20
4.2. Mūro sienos su metalinėmis gembėmis	22
4.3. Trisluoksnio mūro sienos	24

1. ENERGIŠKAI EFEKTYVIŲ PASTATŲ VĒDINAMOS SIENOS

Vėdinamos sienos tai tokios sienų konstrukcijos, kuriose tarp fasado apdailos ir termoizoliacinio sluoksnio yra vėdinamas oro tarpas, skirtas pagerinti konstrukcijos drėgminę būklę. Tokiose sienose fasado apdaila yra tvirtinama prie apkrovą laikančios konstrukcijos per gembes/kronšteinus, strypus, ryšius ir kitokius tvirtinimo elementus (toliau vadinamus tvirtinimo elementais), pereinančius per termoizoliacinį sluoksnį. Vėdinamas oro tarpas yra sujungtas su aplinka oro patekimo angomis sienos apačioje ir oro išleidimo angomis sienos viršuje ar jos dalyje (papildomos vėdinimo angos kiekviename aukšte, jungiančios langų ir durų angas), užtikrinančiomis natūralią nepertraukiamą oro kaitą.



Vėdinamoms sienoms įrengti yra naudojami įvairūs sistemos elementai. Elementų įvairovė yra labai didelė, todėl projektuojant sienų konstrukcijas yra pakankamai sudėtinga pasirinkti tinkamiausius konkrečiam atvejui sprendinius. Dažniausiai sienos projektavimas prasideda nuo fasado apdailos pasirinkimo, o po to apsisprendžiama dėl tvirtinimo sistemos prie laikančiosios konstrukcijos ir tik tada pasirenkama šiai sistemai tinkama termoizoliacinė medžiaga.

Nors termoizoliacija pasirenkama vėliausiai, jos poveikis labai svarbus pastato atitvarų šiluminėms, degumo ir drėgminėms savybėms.

Šio projektavimo vadovo tikslas yra pateikti PAROC termoizoliacinių gaminių naudojimo vėdinamose sienose rekomendacijas.

Vėdinamų sienų laikančioji konstrukcijos dalis gali būti iš betono, akytojo betono ar kitų blokelių, plytų, arba klijuotos medienos (angl. CLT).

Šias taisykles pagal skaitinio modeliavimo ir analizės rezultatus parengė Suomijos techninių tyrimų centras VTT (Tyrimo ataskaita VTT-R-01215-20).

Duomenų lentelėse pateiktos rekomendacinės vertės daugiausiai pagrįstos vidutiniais metiniais drėgmės ir vėjo duomenimis įvairiose klimato zonose.

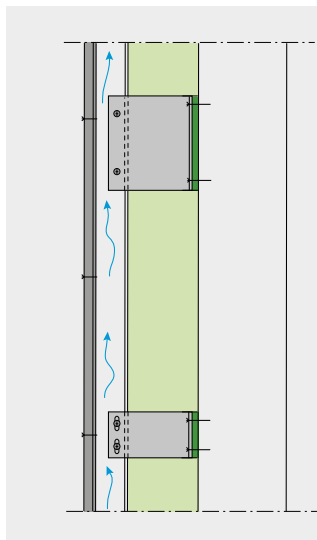
Įvertinus ekspertų nuomonę, buvo įvesti kai kurie vėdinamų sienų tyrimo apribojimai, susiję su pastato projekto planu ir dydžiu. Tyrimo rezultatai negali būti vertinami kaip tikslios ribinės vertės, tačiau jie padeda suprojektuoti efektyviai vėdinamą sieną ir įvertinti konvekcijos poveikį šiluminėms savybėms.

TYRIME NAUDOTI TRIJŲ TIPŲ EUROPOS KLIMATO DUOMENYS:

	Šiaurinis klimatas Vantaa, Suomija	Pakrantės švelnus klimatas Bergen, Norvegija	Centrinės Europos klimatas Holzkirchen, Vokietija
T, vidutinė temperatūra (°C)	6,5	8,1	6,6
T, minimali temperatūra (°C)	-24,8	-9,7	-20,1
V, vidutinis vėjo greitis, (m/s)	4,4	3,4	2,3
Metinis kritulių kiekis (mm)	756	2421	1185

BENDROSIOS PROJEKTAVIMO TAISYKLĖS

Vėdinamos sienos gali būti projektuojamos tiek naujai statomiems, tiek ir renovuojamiems pastatams. Būtina atsižvelgti į galiojančius statybų norminius dokumentus, susijusius su konstrukcijų, pastato atitvarų energinio naudingumo, garso izoliavimo ir gaisrinės saugos projektavimo reikalavimais.



VĖDINAMŲ SIENŲ PRIVALUMAI:

- Fasado apdaila su vėdinamu oro tarpu suteikia konstrukcijai ilgalaikę apsaugą nuo klimato poveikių ir drėgmės.
- Tinkamai parinkus tvirtinimo sistemą ir izoliacines medžiagas, pasiekiamos reikiamos U vertės.
- Tvarios konstrukcijos dėl jų ilgo tarnavimo laiko, mažų priežiūros kaštų ir galimybės perdirbti atskirus sluoksnius.

APSAUGA NUO DRĖGMĖS

Drėgmės kontrolė yra būtina bet kokio pastato tinkamam funkcionavimui. Todėl teisingai suprojektuotos atitvaros apsaugo pastatą nuo drėgmės sukeltų pažeidimų.

Daugumą pastato konstrukcijų drėgminių problemų sukelia gruntinė drėgmė, lietus arba pastato viduje naudojamas vanduo. Drėgmės valdymas yra esminė pastato projektavimo proceso dalis, ir gera žinia yra ta, kad projektavimo taisyklės yra gana paprastos:

- užtikrinti, kad drėgmė nepatektų į konstrukcijas, ir
- medžiagas pasirinkti taip, kad į konstrukcijos vidų patekusi drėgmė galėtų išdžiūti.

Geroms vėdinamos sienos drėgminėms savybėms pasiekti reikalingas pakankamas oro srauto lygis sienų vėdinimui. Tačiau vien tik tai neužtikrina saugaus naudojimo. Kai kurie kiti faktoriai, pvz. medžiagos sluoksnio difuzinė varža, klimato apkrovos, oro pralaidumas ir kt. gali įtakoti drėgmines savybes, todėl būtina jas įvertinti.

Fasado apdailos medžiaga yra ne tik vizualus pastato atitvaros elementas – ji apsaugo sienos vidiniuose sluoksniuose esančias medžiagas nuo lietaus ir kitokio klimato poveikio. Fasado apdaila ir jos tvirtinimo sistema turi būti suprojektuota taip, kad prasiskverbęs lietaus vanduo ir bet kaip susiformavusi kondensacinė drėgmė būtų pašalinta iš konstrukcijos

į išorę numatytu būdu. Tai apsaugo nuo drėgmės patekimo į termoizoliacines medžiagas arba į tvirtinimo sistemos elementus, arba į bet kurias tvirtinimo sistemos medines detales.

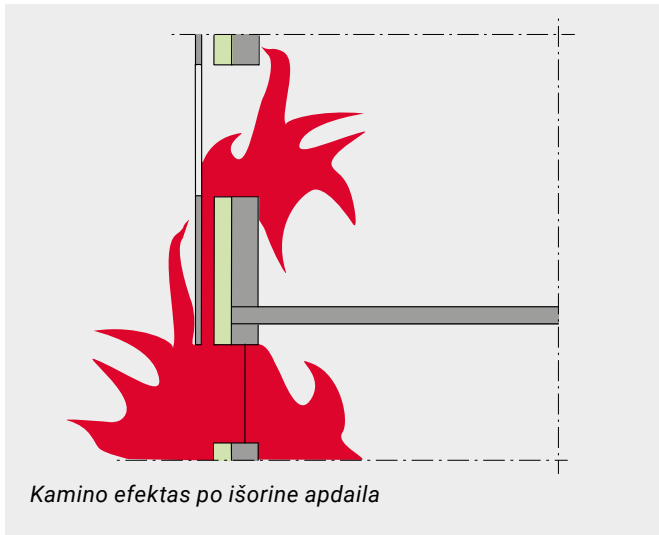
Labai svarbu tinkamai suprojektuoti vėdinamųjų fasadų apdailos gaminių jungtis. Netgi jei bus pakankamos sąlygos išvėdinti į išorę į vėdinamą oro tarpą patekusią drėgmę, apdailos medžiagos gali sudrėkti, todėl blogės jų išvaizda ir ilgaamžiškumas. Klimato zonose, kuriose yra plikledžio atvejų, besiformuojantis ledas sukelia apdailos sluoksnio įtempius ir deformacijas, taip iššaukdamas ir kitus pažeidimus.

Konstruktinė apsauga nuo drėgmės, pvz., apskardinimas, yra reikalinga nukreipti lietaus vandenį nuo fasadų paviršių ir neleisti vandeniui patekti į konstrukciją.

Išorinės sienos konstrukcijoje tankiausių medžiagų sluoksniai visada įrengiami vidinėje konstrukcijos pusėje. Sluoksnių medžiagų vandens garų pralaidumas turi didėti konstrukcijos išorės kryptimi, kad konstrukcinė drėgmė galėtų išdžiūti. Vėdinami fasadai išdžiūsta per vėdinamą oro tarpą, tai reiškia, kad fasado apdailos medžiagos gali būti nelaidžios garams.

APSAUGA NUO UGNIES

Ugnies plitimas fasaduose visuotinai pripažįstamas kaip vienas greičiausių ugnies plitimo pastate kelių. Ugnis iš patalpų gali pasklisti fasadu įvairiais būdais, priklausomai nuo fasado sistemos tipo ir medžiagų, iš kurių fasadas sukonstruotas.



Vėdinamos sienos yra daugiasluoksnės sistemos, kurių pagrindinė funkcija yra sudaryti oro ertmę su cirkuliuojančiu oru tarp termoizoliacijos ir išorinės apdailos. Oro tarpe susidarantis kamino efektas pagerina sienos šiluminės ir drėgmės charakteristikas. Tačiau gaisro atveju šis mechanizmas pagreitina ugnies plitimą ir sukelia didelę riziką viršutiniams pastato aukštams. Todėl vėdinamų sienų sistemose visada rekomenduojama naudoti nedegias šilumą izoliuojančias ir fasadų apdailos medžiagas.

ENERGINIS EFEKTYVUMAS

Fasado medžiagų pasirinkimas turi įtaką vėdinamos sienos energiniam efektyvumui. Fasado apdailos svoris, jos tvirtinimas kelia atitinkamus stiprumo reikalavimus tvirtinimo elementams (gembėms/kronšteinams ir kt.), kurie kirsdami termoizoliacinį sluoksnį, sudaro šiluminius tiltelius.

MECHANINIS PASTOVUMAS

Vėdinamų sienų apdaila yra mechaniškai sujungta su apkrovą laikančia konstrukcija, ir ji turi išlaikyti pastovumą esant bet kokioms sąlygoms. Sistemos tvirtinimo elementų tipą ir parametrus pateikia konstruktorius arba sistemos gamintojas.

Fasadų sistemą projektuojant reikia įvertinti tokias apkrovas (jeigu taikoma):

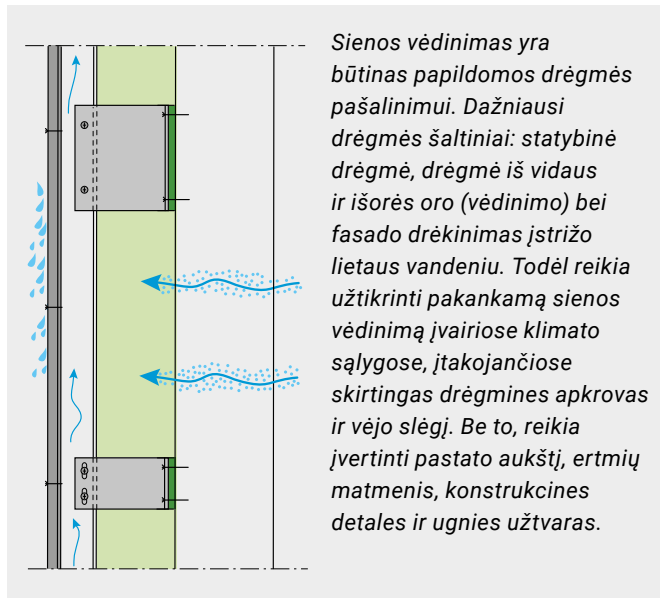
- nuosava apkrova
- vėjo apkrova (siurbimas ir slėgis)
- sniego ir ledo apkrovos
- smūginės apkrovos
- specialiosios apkrovos (pvz., seisminės, reklamos lentų apkrovos).

Detalus vėdinamo fasado sistemos projektavimas ir skaičiavimai turi būti atliekami pagal galiojančius Europos ir vietinius norminius dokumentus.

2. VĒDINIMO PROJEKTAVIMO PRINCIPAI

2.1. VĒDINAMO ORO TARPO IR ANGŲ MATMENYS

Išorės oro srautas patenka pro angas į vėdinamos sienos oro tarpą, kuriame jį sušildo pastato šilumos nuostolių, praeinančių pro sieną, šiluma ir saulės spinduliuotė. Įšilimo laipsnis priklauso nuo konstrukcijos šilumos perdavimo koeficiento (U- vertės) ir drėgminių savybių. Esant dideliame sienos įdrėkiumi, sumažėja jos šiluminė varža, o drėgmės garavimas sumažina efektyviam vėdinimui reikiamą temperatūrų skirtumą. Daugeliu atvejų mažiausias vidutinis oro vėdinamame oro tarpe ir išorėje temperatūrų skirtumas yra tarp 0,2–0,6 °C.



Suomijos techninių tyrimų centras VTT atliko didelės apimties įvairių konstrukcinių derinių skaitmeninį modeliavimą, taikant WUFI 6.1 modelį. Toliau yra pateiktos rezultatų lentelės skirtingoms sienų konstrukcijoms:

- Apkrovas laikančios medžiagos: betonas, aktytis betonas, plytos, medinis karkasas arba klijuotos medienos skydai (CLT);
- Fasado apdailos medžiagos: mediena (28 mm), plytos (130 mm), cemento plaušo plokštė (8 mm);
- Šilumos izoliacija: 200 mm, 250 mm arba 300 mm storio akmens vata, priklausomai nuo konkrečios sienos medžiagos ir matmenų;
- Pradinis sienos medžiagų drėgnumas (betonas, aktytis betonas, plytos).

Buvo naudojamos didelio storio medžiagos, siekiant gauti blogiausius drėgminių savybių scenarijus: didelį drėgnumą ir mažą temperatūrų skirtumą tarp oro vėdinamame oro tarpe bei išorėje.

Modelio analizė buvo vykdoma 3-5 metus, priklausomai nuo pradinės drėgmės džiūvimo į išorę greičio. Išorės klimato duomenys paimti iš WUFI modeliavimo programos bibliotekos (Vantaa, Bergenas ir Holzkirchenas), vidaus oro temperatūra + 20 °C, su antro lygmens drėgmės apkrova (max + 4 g/m³ drėgnumo padidėjimas lyginant su išorės oru). Medinio karkaso konstrukcijose buvo panaudota vandens garų užtvara ($s_d = 50$ m).

Vidutiniai slėgių skirtumai įvairaus aukščio pastatams buvo apskaičiuoti pagal analizuotų vietovių klimato duomenis. Šie slėgių skirtumai buvo prilyginti vėdinimą sukeliančioms jėgoms. Didėjant pastato aukščiui, reikiamo oro srauto lygis taip pat didėja, o oro srautui palaikyti reikiamas slėgių skirtumas didėja eksponentiškai. Taip pat, kai to reikėjo, buvo įvertinta temperatūrų skirtumo sukelta natūralioji konvekcija.

Modeliuojant buvo įvertintas ir įstrižo lietaus poveikis. Sienos konstrukcija buvo nukreipta intensyviausio įstrižo lietaus kryptimi, kaip įprasta, į pietus arba pietvakarius. Buvo analizuojama viršutinė aukšto (> 25 m) pastato sienos dalis, labiausiai veikiama įstrižo lietaus.

Didžiausias drėgmės kiekis pateko į 130 mm storio plytų apdailos mūro vėdinamą oro tarpą. Drėgmės kiekis, esant plytų apdailai, nepriklausė nuo vidinės sienos konstrukcijos. Apdailos plytų paviršius nebuvo apdorotas hidrofobinėmis medžiagomis. Rezultatai turėtų reikšmingai skirtis nuo gautų, jei fasado apdailos plytos būtų plonesnės ir mažesnės drėgminės talpos arba būtų apsaugotos nuo įdrėkimo apdorojus hidrofobinėmis medžiagomis.

MEDINIO IR METALINIO KARKASO SIENOS (ŠIAURINIS KLIMATAS; VANTAA, SUOMIJA)

DIDŽIAUSIAS PRADINIS KONSTRUKCIJOS ĮDRĖKIS (NUOSTOVUSIS ESANT 80% SANTYKINIAM DRĖGNIUI)

Pastato aukštis ir fasado apdailos medžiaga									
		2 aukštai ≤ 7 m		4–5 aukštai ≤ 14–18 m		8–9 aukštai ≤ 28–32 m		16 aukštų ≤ 56 m	
		Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos
Reikiamas vidutinis metinis oro srauto tankis vėdinamame oro tarpe, $\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$		0,022	0,33	0,022	0,33	0,022	0,33	0,022	0,33
Reikiamas vidutinis metinis oro srauto tankis įvairaus aukščio pastatų vėdinamame oro tarpe, $\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$, 1 sienos pločio metrui (pvz., $7 \times 0,022 = 0,154 \text{ dm}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$)		0,154	2,31	0,396	5,94	0,704	10,56	1,232	18,48
Vėdinimo oru angų matmenys (mm^2/m) reikiamam vėdinimo lygiui pasiekti									
Vėdinamo oro tarpo storis	45 mm	110	1450	220	2800	370	4600	580	8600
	25 mm	100	1500	230	3000	380	5900	600	-
	45 mm + ugnies užtvvara	210	1800	500	-	1850	-	-	-
	25 mm + ugnies užtvvara	220	-	720	-	-	-	-	-
Reikiamas izoliacijos oro laidumo koeficientas, kad išvengtų konvekcijos:		$\leq 30 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$		$\leq 40 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$		$\leq 40 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$ $\leq 30 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$, kai yra papildomos angos (pvz., langų angos)			
Visada geriau naudoti mažiau orui laidžias medžiagas, nei reikalaujama. Kartu su ugnies užtvaramis rekomenduojama naudoti mažiau orui laidžias vėjo izoliacines medžiagas su plėvelių danga, kurių orinis laidis $\leq 10 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ s Pa}$									

Pastaba: šioje instrukcijoje nurodytos apdailos medžiagos gali būti pakeistos mažiau vandenį sugeriančiomis medžiagomis, pvz., stiklu, metalu ir t.t.

CLT SIENOS (ŠIAURINIS KLIMATAS; VANTAA, SUOMIJA)

DIDŽIAUSIAS PRADINIS KONSTRUKCIJOS ĮDRĖKIS (NUOSTOVUSIS ESANT 67% SANTYKINIAM DRĖGNIUI)

Pastato aukštis ir fasado apdailos medžiaga									
		2 aukštai ≤ 7 m		4–5 aukštai ≤ 14–18 m		8–9 aukštai ≤ 28–32 m		16 aukštų ≤ 56 m	
		Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos
Reikiamas vidutinis metinis oro srauto tankis vėdinamame oro tarpe, $\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$		0,045	0,33	0,045	0,33	0,045	0,33	0,045	0,33
Reikiamas vidutinis metinis oro srauto tankis įvairaus aukščio pastatų vėdinamame oro tarpe, $\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$, 1 sienos pločio metrui (pvz., $7 \times 0,045 = 0,315 \text{ dm}^3/\text{s m}$)		0,315	2,31	0,810	5,94	1,440	10,56	2,520	18,48
Vėdinimo oru angų matmenys (mm^2/m) reikiamam vėdinimo lygiui pasiekti									
Vėdinamo oro tarpo storis	45 mm	180	1450	400	2800	660	4600	1030	8600
	25 mm	180	1500	410	3000	670	5900	1100	-
	45 mm + ugnies užtvvara	210	1800	500	-	1850	-	-	-
	25 mm + ugnies užtvvara	220	-	720	-	-	-	-	-
Reikiamas izoliacijos oro laidumo koeficientas, kad išvengtų konvekcijos:		$\leq 30 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$		$\leq 40 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$		$\leq 40 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$ $\leq 30 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$, kai yra papildomos angos (pvz., langų angos)			
Visada geriau naudoti mažiau orui laidžias medžiagas, nei reikalaujama. Kartu su ugnies užtvaramis rekomenduojama naudoti mažiau orui laidžias vėjo izoliacines medžiagas su plėvelių danga, kurių orinis laidis $\leq 10 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ s Pa}$									

Pastaba: šioje instrukcijoje nurodytos apdailos medžiagos gali būti pakeistos mažiau vandenį sugeriančiomis medžiagomis, pvz., stiklu, metalu ir t.t.

BETONINĖS, AKYTOJO BETONO IR PLYTŲ MŪRO SIENOS (ŠIAURINIS KLIMATAS; VANTAA, SUOMIJA)
 DIDŽIAUSIAS PRADINIS KONSTRUKCIJOS ĮDRĖKIS: BETONAS (NUOSTOVUSIS ESANT 95% SANTYKINIAM DRĖGNIUI);
 AKYTASIS BETONAS ARBA PLYTOS (NUOSTOVUSIS ESANT 85% SANTYKINIAM DRĖGNIUI)

Pastato aukštis ir fasado apdailos medžiaga									
		2 aukštai ≤ 7 m		4–5 aukštai ≤ 14–18 m		8–9 aukštai ≤ 28–32 m		16 aukštų ≤ 56 m	
		Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos
Reikiamas vidutinis metinis oro srauto tankis vėdinamame oro tarpe, dm ³ /(s·m ²)		0,056	0,28	0,056	0,28	0,056	0,28	0,056	0,28
Reikiamas vidutinis metinis oro srauto tankis įvairaus aukščio pastatų vėdinamame oro tarpe, dm ³ /(s·m ²), 1 sienos pločio metrui (pvz., 7 x 0,056 = 0,392 dm ³ /s m)		0,392	1,96	1,008	5,04	1,792	8,96	3,136	15,68
Vėdinimo oru angų matmenys (mm ² /m) reikiamam vėdinimo lygiui pasiekti									
Vėdinamo oro tarpo storis	45 mm	250	1450	550	2800	920	4600	1460	8600
	25 mm	260	1500	560	3000	950	5900	1600	-
	45 mm + ugnies užtvvara	210	1800	500	-	1850	-	-	-
	25 mm + ugnies užtvvara	220	-	720	-	-	-	-	-
Reikiamas izoliacijos oro laidumo koeficientas, kad išvengtų konvekcijos:		≤ 30 x 10 ⁻⁶ m ³ /m s Pa		≤ 40 x 10 ⁻⁶ m ³ /m s Pa		≤ 40 x 10 ⁻⁶ m ³ /m s Pa ≤ 30 x 10 ⁻⁶ m ³ /m s Pa, kai yra papildomos angos (pvz., langų angos)			
Visada geriau naudoti mažiau orui laidžias medžiagas, nei reikalaujama. Kartu su ugnies užtvaramis rekomenduojama naudoti mažiau orui laidžias vėjo izoliacines medžiagas su plėvelių danga, kurių orinis laidis ≤ 10 x 10 ⁻⁶ m ³ /m ² s Pa									

Pastaba: šioje instrukcijoje nurodytos apdailos medžiagos gali būti pakeistos mažiau vandenį sugeriančiomis medžiagomis, pvz., stiklu, metalu ir t. t.

MEDINIO IR METALINIO KARKASO SIENOS (PAKRANTĖS ŠVELNUS KLIMATAS BERGENAS, NORVEGIJA)
 DIDŽIAUSIAS PRADINIS KONSTRUKCIJOS ĮDRĖKIS (NUOSTOVUSIS ESANT 80% SANTYKINIAM DRĖGNIUI)

Pastato aukštis ir fasado apdailos medžiaga									
		2 aukštai ≤ 7 m		4–5 aukštai ≤ 14–18 m		8–9 aukštai ≤ 28–32 m		16 aukštų ≤ 56 m	
		Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos
Reikiamas vidutinis metinis oro srauto tankis vėdinamame oro tarpe, dm ³ /(s·m ²)		0,028	0,44	0,028	0,44	0,028	0,44	0,028	0,44
Reikiamas vidutinis metinis oro srauto tankis įvairaus aukščio pastatų vėdinamame oro tarpe, dm ³ /(s·m ²), 1 sienos pločio metrui (pvz., 7 x 0,028 = 0,196 dm ³ /s m)		0,196	3,08	0,504	7,920	0,896	14,08	1,568	24,64
Vėdinimo oru angų matmenys (mm ² /m) reikiamam vėdinimo lygiui pasiekti									
Vėdinamo oro tarpo storis	45 mm	160	5500	350	-	560	-	910	-
	25 mm	160	-	350	-	570	-	970	-
	45 mm + ugnies užtvvara	320	-	900	-	-	-	-	-
	25 mm + ugnies užtvvara	330	-	10000	-	-	-	-	-
Reikiamas izoliacijos oro laidumo koeficientas, kad išvengtų konvekcijos:		≤ 30 x 10 ⁻⁶ m ³ /m s Pa		≤ 40 x 10 ⁻⁶ m ³ /m s Pa		≤ 40 x 10 ⁻⁶ m ³ /m s Pa ≤ 30 x 10 ⁻⁶ m ³ /m s Pa, kai yra papildomos angos (pvz., langų angos)			
Visada geriau naudoti mažiau orui laidžias medžiagas, nei reikalaujama. Kartu su ugnies užtvaramis rekomenduojama naudoti mažiau orui laidžias vėjo izoliacines medžiagas su plėvelių danga, kurių orinis laidis ≤ 10 x 10 ⁻⁶ m ³ /m ² s Pa									

Pastaba: šioje instrukcijoje nurodytos apdailos medžiagos gali būti pakeistos mažiau vandenį sugeriančiomis medžiagomis, pvz., stiklu, metalu ir t. t.

CLT SIENOS (PAKRANTĖS ŠVELNUS KLIMATAS BERGENAS, NORVEGIJA)

DIDŽIAUSIAS PRADINIS KONSTRUKCIJOS ĮDRĖKIS (NUOSTOVUSIS ESANT 67% SANTYKINIAM DRĖGNIUI)

Pastato aukštis ir fasado apdailos medžiaga									
		2 aukštai ≤ 7 m		4–5 aukštai ≤ 14–18 m		8–9 aukštai ≤ 28–32 m		16 aukštų ≤ 56 m	
		Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos
Reikiamas vidutinis metinis oro srauto tankis vėdinamame oro tarpe, $\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$		0,057	0,44	0,057	0,44	0,057	0,44	0,057	0,44
Reikiamas vidutinis metinis oro srauto tankis įvairaus aukščio pastatų vėdinamame oro tarpe, $\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$, 1 sienos pločio metrui (pvz., $7 \times 0,057 = 0,399 \text{ dm}^3/\text{s m}$)		0,399	3,08	1,026	7,92	1,824	14,08	3,192	24,64
Vėdinimo oru angų matmenys (mm^2/m) reikiamam vėdinimo lygiui pasiekti									
Vėdinamo oro tarpo storis	45 mm	270	5500	590	-	950	-	1550	-
	25 mm	270	-	600	-	990	-	1740	-
	45 mm + ugnies užtvvara	320	-	900	-	-	-	-	-
	25 mm + ugnies užtvvara	330	-	10000	-	-	-	-	-
Reikiamas izoliacijos oro laidumo koeficientas, kad išvengtų konvekcijos:		$\leq 30 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$		$\leq 40 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$		$\leq 40 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$ $\leq 30 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$, kai yra papildomos angos (pvz., langų angos)			
Visada geriau naudoti mažiau orui laidžias medžiagas, nei reikalaujama. Kartu su ugnies užtvaramis rekomenduojama naudoti mažiau orui laidžias vėjo izoliacines medžiagas su plėvelių danga, kurių orinis laidis $\leq 10 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ s Pa}$									

Pastaba: šioje instrukcijoje nurodytos apdailos medžiagos gali būti pakeistos mažiau vandenį sugeriančiomis medžiagomis, pvz., stiklu, metalu ir t. t.

BETONO, AKYTOJO BETONO IR PLYTŲ MŪRO SIENOS (PAKRANTĖS ŠVELNUS KLIMATAS BERGENAS, NORVEGIJA)

DIDŽIAUSIAS PRADINIS KONSTRUKCIJOS ĮDRĖKIS: BETONAS (NUOSTOVUSIS ESANT 95% SANTYKINIAM DRĖGNIUI);

AKYTASIS BETONAS ARBA PLYTŲ MŪRAS (NUOSTOVUSIS ESANT 85% SANTYKINIAM DRĖGNIUI)

Pastato aukštis ir fasado apdailos medžiaga									
		2 aukštai ≤ 7 m		4–5 aukštai ≤ 14–18 m		8–9 aukštai ≤ 28–32 m		16 aukštų ≤ 56 m	
		Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos
Reikiamas vidutinis metinis oro srauto tankis vėdinamame oro tarpe, $\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$		0,078	0,39	0,078	0,39	0,078	0,39	0,078	0,39
Reikiamas vidutinis metinis oro srauto tankis įvairaus aukščio pastatų vėdinamame oro tarpe, $\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$, 1 sienos pločio metrui (pvz., $7 \times 0,078 = 0,546 \text{ dm}^3/\text{s m}$)		0,546	2,73	1,404	7,02	2,496	12,48	4,368	21,84
Vėdinimo oru angų matmenys (mm^2/m) reikiamam vėdinimo lygiui pasiekti									
Vėdinamo oro tarpo storis	45 mm	420	5500	900	-	1460	-	2420	-
	25 mm	420	-	920	-	1550	-	2970	-
	45 mm + ugnies užtvvara	320	-	900	-	-	-	-	-
	25 mm + ugnies užtvvara	330	-	10000	-	-	-	-	-
Reikiamas izoliacijos oro laidumo koeficientas, kad išvengtų konvekcijos:		$\leq 30 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$		$\leq 40 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$		$\leq 40 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$ $\leq 30 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$, kai yra papildomos angos (pvz., langų angos)			
Visada geriau naudoti mažiau orui laidžias medžiagas, nei reikalaujama. Kartu su ugnies užtvaramis rekomenduojama naudoti mažiau orui laidžias vėjo izoliacines medžiagas su plėvelių danga, kurių orinis laidis $\leq 10 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ s Pa}$									

Pastaba: šioje instrukcijoje nurodytos apdailos medžiagos gali būti pakeistos mažiau vandenį sugeriančiomis medžiagomis, pvz., stiklu, metalu ir t. t.

MEDINIO IR METALINIO KARKASO SIENOS (CENTRINĖS EUROPOS KLIMATAS, HOLZKIRCHENAS, VOKIETIJA)

DIDŽIAUSIAS PRADINIS KONSTRUKCIJOS ĮDRĖKIS (NUOSTOVUSIS ESANT 80% SANTYKINIAM DRĖGNIUI)

Pastato aukštis ir fasado apdailos medžiaga									
		2 aukštai ≤ 7 m		4–5 aukštai ≤ 14–18 m		8–9 aukštai ≤ 28–32 m		16 aukštų ≤ 56 m	
		Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos
Reikiamas vidutinis metinis oro srauto tankis vėdinamame oro tarpe, $\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$		0,025	0,34	0,025	0,34	0,025	0,34	0,025	0,34
Reikiamas vidutinis metinis oro srauto tankis įvairaus aukščio pastatų vėdinamame oro tarpe, $\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$, 1 sienos pločio metrui (pvz., $7 \times 0,025 = 0,175 \text{ dm}^3/\text{s m}$)		0,175	2,38	0,450	6,12	0,800	10,88	1,400	19,04
Vėdinimo oru angų matmenys (mm^2/m) reikiamam vėdinimo lygiui pasiekti									
Vėdinamo oro tarpo storis	45 mm	170	2500	380	5500	600	9600	890	-
	25 mm	190	2650	390	7400	620	-	940	-
	45 mm + ugnies užtvvara	280	-	680	-	-	-	-	-
	25 mm + ugnies užtvvara	280	-	10000	-	-	-	-	-
Reikiamas izoliacijos oro laidumo koeficientas, kad išvengtų konvekcijos:		$\leq 30 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$		$\leq 40 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$		$\leq 40 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$ $\leq 30 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$, kai yra papildomos angos (pvz., langų angos)			
Visada geriau naudoti mažiau orui laidžias medžiagas, nei reikalaujama. Kartu su ugnies užtvaramis rekomenduojama naudoti mažiau orui laidžias vėjo izoliacines medžiagas su plėvelių danga, kurių orinis laidis $\leq 10 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ s Pa}$									

Pastaba: šioje instrukcijoje nurodytos apdailos medžiagos gali būti pakeistos mažiau vandenį sugeriančiomis medžiagomis, pvz., stiklu, metalu ir t.t.

CLT SIENOS (CENTRINĖS EUROPOS KLIMATAS, HOLZKIRCHENAS, VOKIETIJA)

DIDŽIAUSIAS PRADINIS KONSTRUKCIJOS ĮDRĖKIS (NUOSTOVUSIS ESANT 67 % SANTYKINIAM DRĖGNIUI)

Pastato aukštis ir fasado apdailos medžiaga									
		2 aukštai ≤ 7 m		4–5 aukštai ≤ 14–18 m		8–9 aukštai ≤ 28–32 m		16 aukštų ≤ 56 m	
		Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos
Reikiamas vidutinis metinis oro srauto tankis vėdinamame oro tarpe, $\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$		0,037	0,34	0,037	0,34	0,037	0,34	0,037	0,34
Reikiamas vidutinis metinis oro srauto tankis įvairaus aukščio pastatų vėdinamame oro tarpe, $\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$, 1 sienos pločio metrui (pvz., $7 \times 0,037 = 0,259 \text{ dm}^3/\text{s m}$)		0,259	2,38	0,666	6,12	1,184	10,88	2,072	19,04
Vėdinimo oru angų matmenys (mm^2/m) reikiamam vėdinimo lygiui pasiekti									
Vėdinamo oro tarpo storis	45 mm	240	2500	500	5500	770	9600	1140	-
	25 mm	240	2650	500	7400	800	-	1240	-
	45 mm + ugnies užtvvara	280	-	680	-	-	-	-	-
	25 mm + ugnies užtvvara	280	-	10000	-	-	-	-	-
Reikiamas izoliacijos oro laidumo koeficientas, kad išvengtų konvekcijos:		$\leq 30 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$		$\leq 40 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$		$\leq 40 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$ $\leq 30 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$, kai yra papildomos angos (pvz., langų angos)			
Visada geriau naudoti mažiau orui laidžias medžiagas, nei reikalaujama. Kartu su ugnies užtvaramis rekomenduojama naudoti mažiau orui laidžias vėjo izoliacines medžiagas su plėvelių danga, kurių orinis laidis $\leq 10 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ s Pa}$									

Pastaba: šioje instrukcijoje nurodytos apdailos medžiagos gali būti pakeistos mažiau vandenį sugeriančiomis medžiagomis, pvz., stiklu, metalu ir t.t.

BETONO, AKYTOJO BETONO IR PLYTŲ MŪRO SIENOS (CENTRINĖS EUROPOS KLIMATAS, HOLZKIRCHENAS, VOKIETIJA)

DIDŽIAUSIAS PRADINIS KONSTRUKCIJOS ĮDRĖKIS: BETONAS (NUOSTOVUSIS ESANT 95% SANTYKINIAM DRĖGNIUI);

AKYTASIS BETONAS ARBA PLYTŲ MŪRAS (NUOSTOVUSIS ESANT 85% SANTYKINIAM DRĖGNIUI)

Pastato aukštis ir fasado apdailos medžiaga									
	2 aukštai ≤ 7 m		4–5 aukštai ≤ 14–18 m		8–9 aukštai ≤ 28–32 m		16 aukštų ≤ 56 m		
	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	Mediena arba cemento plaušo plokštė	Plytos	
Reikiamas vidutinis metinis oro srauto tankis vėdinamame oro tarpe, $\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$	0,062	0,34	0,062	0,34	0,062	0,34	0,062	0,34	
Reikiamas vidutinis metinis oro srauto tankis įvairaus aukščio pastatų vėdinamame oro tarpe, $\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$, 1 sienos pločio metrui (pvz., $7 \times 0,062 = 0,434 \text{ dm}^3/\text{s m}$)	0,434	2,38	1,116	6,12	1,984	10,88	3,472	19,04	
Vėdinimo oru angų matmenys (mm^2/m) reikiamam vėdinimo lygiui pasiekti									
Vėdinamo oro tarpo storis	45 mm	340	2500	710	5500	1100	9600	1660	-
	25 mm	350	2650	720	7400	1150	-	1900	-
	45 mm + ugnies užtvvara	280	-	680	-	-	-	-	-
	25 mm + ugnies užtvvara	280	-	10000	-	-	-	-	-
Reikiamas izoliacijos oro laidumo koeficientas, kad išvengtų konvekcijos:	$\leq 30 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$		$\leq 40 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$		$\leq 40 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$		$\leq 30 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$, kai yra papildomos angos (pvz., langų angos)		
	Visada geriau naudoti mažiau orui laidžias medžiagas, nei reikalaujama. Kartu su ugnies užtvaramis rekomenduojama naudoti mažiau orui laidžias vėjo izoliacines medžiagas su plėvelių danga, kurių orinis laidis $\leq 10 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ s Pa}$								

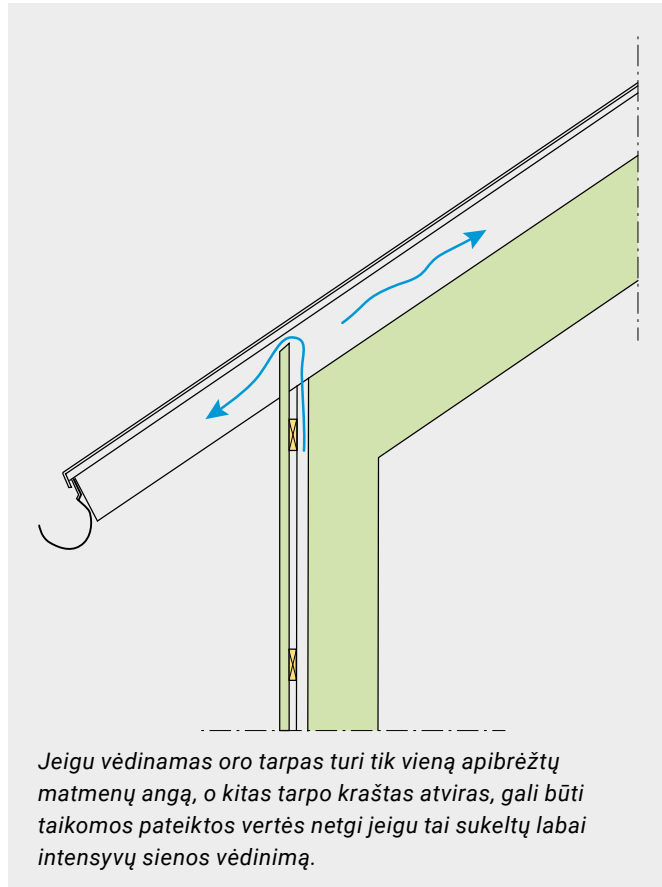
Pastaba: šioje instrukcijoje nurodytos apdailos medžiagos gali būti pakeistos mažiau vandenį sugeriančiomis medžiagomis, pvz., stiklu, metalu ir t.t.

VĖDINIMO ANGŲ MATMENYS

Oro patekimo ir išleidimo angų plotas įprastai pateikiamas mm^2/m . Tai atitinka angų plotą viename sienos pločio metre.

Kadangi daroma prielaida, kad oro patekimo ir išleidimo angų plotai vienodi, bendras angų plotas yra dvigubai didesnis už pateiktą matmenų lentelėse.

Jeigu vėdinamas oro tarpas turi tik vieną apibrėžtą matmenų angą, o kitas tarpo kraštas atviras, gali būti taikomos pateiktos vertės netgi jeigu tai sukeltų labai intensyvų sienos vėdinimą.



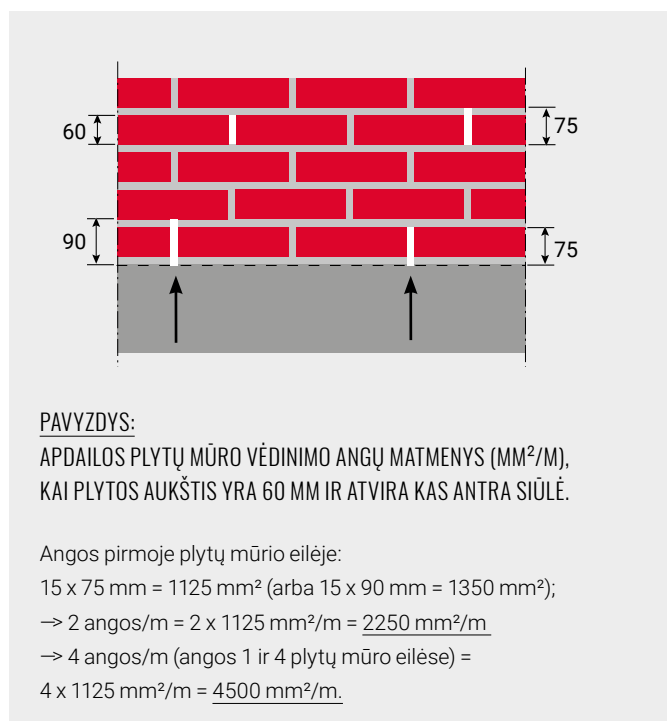
SIENOS SU PLYTŲ MŪRO APDAILA

Sienose su plytų mūro apdaila vėdinimo angos yra įrengiamos neužpildant skiediniu plytų mūro apatinės eilės vertikalių siūlių pagal lentelėje pateiktas nuorodas.

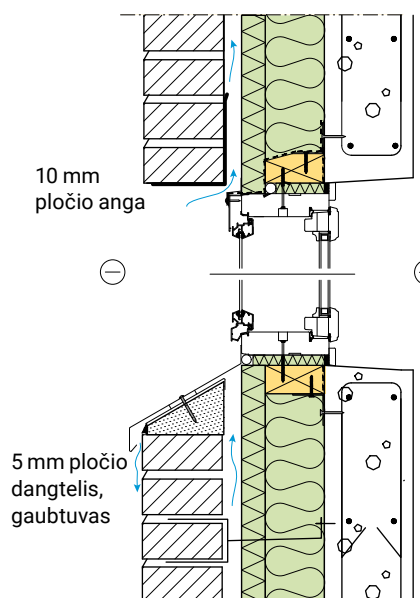
Plytos aukštis, (mm)	Vertikaliuos siūlės plotas, (mm ²)	Bendras angų plotas, (mm ² /m)				
		Atvira kas 3 vertikali siūlė	Atvira kas 3 vertikali siūlė 2 x **	Atvira kas 2 vertikali siūlė	Atvira kas 2 vertikali siūlė 2 x **	Atviros visos vertikaliuos siūlės
		1 anga/m	2 angos/m	2 angos/m	4 angos/m	3 angos/m
60	1125 (1350*)	1125 (1350*)	2250 (2475*)	2250 (2475*)	4500 (4950*)	3375 (4050*)
75	1350 (1575*)	1350 (1575*)	2700 (2925*)	2700 (2925*)	5400 (5625*)	

* Pirmoje eilėje galima padidinti angos plotą neužpildant skiediniu siūlės apačios ir viršaus (h= 60 mm + 15 mm + 15 mm arba h= 75 mm + 15 mm + 15 mm)

** Vėdinimo angos įrengiamos 1-oje ir 4-oje plytų mūro eilėse.



Jeigu sienos vėdinimo srauto kryptimi yra daugiau angų, didžiausias atstumas nuo vienos vėdinimo angos iki kitos vertinamas kaip projektinis aukštis. Šiuo atveju mažiausias kiekvienos vėdinimo angos plotas nustatomas pagal šį projektinį aukštį. Pavyzdžiui, 28 metrų aukščio pastatas turi vėdinimo angas kas 7 metrai. Projektinis aukštis vėdinimo angoms yra 7 metrai, todėl įrengiamos 5 apytikriai vienodos angos pastato sienos vėdinimo srauto kryptimi. Ši nuostata taip pat taikoma, kai tarp fasado angų patenka jo langų angos.



Lango arba durų plotis, (mm)	Vėdinimo angos virš lango arba durų plotas, (mm ²)	Vėdinimo angos lango arba durų apačioje plotas, (mm ²)
1000	10000	2500–5000
1200	12000	3000–6000
1500	15000	1125 (1350*)
1800	18000	1350 (1575*)
2100	21000	5350–10500

Angos virš lango ar durų plotas = plotis x 10 mm

Angos plotas lango arba durų apačioje = plotis x 5 mm.

Tvirtinimo elementai lango arba durų apačioje gali sumažinti vėdinamo oro tarpo dydį ~ 0 – 50%

Pastaba: lentelėje pateikti angų plotai reiškia tikrai atvirus angų plotus, įvertinus, pavyzdžiui, apsauginius tinklus nuo gyvūnų arba kitus panašius elementus, sumažinančius tikrąjį atvirą angų plotą.

2.2 ŠILUMOS IZOLIACIJOS PROJEKTAVIMAS

TERMOIZOLIACINIS SLUOKSNIS

Vėdinamose sienose naudojama šilumos izoliacija turi turėti pakankamą pasipriešinimą oro srautui, kad išvengtų šilumos nuostolių dėl konvekcijos.

Yra mažiausiai trys skirtingi sienų vėdinimo atvejai su skirtingu poveikiu konvekciniam srautui termoizoliaciniame sluoksnyje.

- 1. Oro slėgio vėdinamame oro tarpe gradientas (perkrytis) lygiagrečia oro tarpui kryptimi.** Oras vėdinamame oro tarpe juda šilumos izoliacijos paviršiui lygiagrečia kryptimi. Kadangi oro tarpas yra santykinai atviras, jame juda didžioji oro dalis, nesiskverbdama pro izoliacinį sluoksnį, kurio pasipriešinimas oro srautui daug didesnis nei oro tarpo. Šilumos izoliacijos ir vėdinimo oro temperatūrų skirtumas gali padidinti natūralią konvekciją termoizoliaciniame sluoksnyje, jeigu termoizoliacinės medžiagos yra labai porėtos (laidžios orui). Padidėjusi konvekcija padidina ir šilumos nuostolius.
- 2. Oro srautas pro vėdinimo angas.** Vėjas vėdinimo angose sukelia dinامينius slėgių skirtumus, ir, priklausomai nuo angų ploto, oro judėjimo greitis vėdinimo angose gali būti didelis. Kai šis oro srautas sutinka termoizoliacinio sluoksnio paviršių, kai kuriais atvejais jam statmena kryptimi, gali susidaryti dideli slėgio skirtumai ir vykti intensyvi vietinė konvekcija termoizoliacijoje.
- 3. Slėgių skirtumai dėl vėdinamame oro tarpe esančių konstrukcinių detalių.** Kai vėdinamame oro tarpe yra konstrukcinių detalių, sudarančių oro srautui reikšmingą pasipriešinimą, oro srautas bando apeiti šias kliūtis per termoizoliacinį sluoksnį.

NATŪRALI KONVEKCIJA

Kai vyksta tik natūrali konvekcija, didžiausias vėdinamose sienų konstrukcijose naudojamų termoizoliacinių gaminių oro laidumo koeficientas turi būti apie $50 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$. Natūrali konvekcija termoizoliaciniuose sluoksniuose gali vykti tik dėl išorinės ir vidinės temperatūrų skirtumo. Jeigu termoizoliacija

yra per „lengva“, kalbama apie mažą pasipriešinimą oro srautui, šiluma pradeda judėti termoizoliaciniame sluoksnyje, sumažindama konstrukcijos energinį efektyvumą, ypač šaltomis žiemos dienomis, esant dideliu temperatūrų skirtumui:

- kai termoizoliacijos oro laidumo koeficientas yra nuo 70 iki $190 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$, sienos šilumos perdavimo koeficientas dėl natūralios konvekcijos poveikio gali padidėti 10–14%. Šis padidėjimas gali būti kompensuotas didinant termoizoliacinio sluoksnio storį arba naudojant atskirus vėjo izoliacinius gaminius arba apsaugos nuo vėjo plėveles.
- kai termoizoliacijos oro laidumo koeficientas didesnis kaip $190 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$, ji visada turi būti apsaugota vėjo izoliaciniais gaminiiais arba vėjo izoliacinėmis plėvelėmis.

PRIVERSTINĖ KONVEKCIJA

Prie vėdinimo angų vėjo sukelti oro slėgio skirtumai gali sukelti intensyvią konvekcinį srautą termoizoliaciniame sluoksnyje, ypač prie vėdinamo oro tarpo apačioje esančių vėdinimo angų, kur dėl natūralios konvekcijos sustiprėja šaltesnio oro srautas į konstrukciją. Tai gali reikšmingai pakeisti tos vietos temperatūros sąlygas, nuo kurių priklauso šilumos nuostoliai ir netgi šiluminis komfortas.

Todėl rekomenduojama ant termoizoliacinio sluoksnio įrengti vėjo izoliacinį sluoksnį, kurio oro laidumo koeficientas yra $10 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ s Pa}$, kiekviename aukšte, kur yra vėdinimo angos. Priešingu atveju, pro vėdinimo angas praeinantis oro srautas gali skverbtis į termoizoliacinį sluoksnį sukeldamas jame reikšmingą papildomą konvekcinį srautą.

Įrengus apsaugą nuo vėjo iš PAROC Cortex, tose vietose termoizoliacinis sluoksnis bus apsaugotas nuo didelių dinaminio slėgio perkryčių, o oro srautas bus nukreiptas į vėdinamą oro tarpą.

Tarp vėdinimo angų esančios šilumos izoliacijos oro pralaidumas turi atitikti vėdinimo matmenų lentelėse pateiktus duomenis.

ŠILUMOS PERDAVIMO KOEFICIENTO (U VERTĖS) APSKAIČIAVIMAS

Bendruoju atveju vėdinamos sienos šilumos perdavimo koeficientas (U vertė) yra apskaičiuojamas pagal ISO EN 6946. Lietuvoje skaičiavimai yra atliekami pagal STR 2.01.02:2016.

Išorinės sienos su vėdinamu oro tarpu visuminė šiluminė varža apskaičiuojama nevertinant oro sluoksnio ir kitų sluoksnių, esančių oro tarpo išorėje, šiluminių varžų, tačiau pridėdant išorinio paviršiaus šiluminę varžą, atitinkančią ramų oro judėjimą. Taip vidinio paviršiaus varža $R_{si} = 0,13$ įvertinama prie sienos vidinio ir išorinio paviršių.

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 \dots + R_n + R_{se}$$

čia

$$R_i = d_i / \lambda_i$$

R_T = visuminė šiluminė varža, (m^2K/W)

R_{si}/R_{se} = vidinio ir išorinio paviršiaus šiluminės varžos, (m^2K/W)

R_i = vienos medžiagos sluoksnio šiluminė varža, (m^2K/W)

d_i = vienos medžiagos sluoksnio storis, (m)

λ_i = vienos medžiagos sluoksnio šilumos laidumo koeficientas, (W/mK)

Lietuvoje:

$\lambda_i = \lambda_{ds} =$ apskaičiuota pagal STR 2.01.02:2016

PAVIRŠIŲ ŠILUMINĖS VARŽOS

Šilumos srauto kryptis

	Aukštyn	Horizontali	Žemyn
R_{si} (vidus)	0,10	0,13	0,17
R_{se} (išorė)	0,04	0,04	0,04

Pirmiausia U vertės apskaičiuojamos konstrukcijai be šiluminių tiltelių termoizoliaciniame sluoksnyje, $U = 1 / R_T$

PATAISA DĖL MECHANINIŲ TVIRTINIMO ELEMENTŲ (ŠILUMINIAI TILTĖLIAI)

Šiluminis tiltelis, dar vadinamas šalčio tiltu, yra pastato konstrukcijos plotas, pro kurį šilumos perdavimas vyksta daug intensyviau nei aplink jį. Vėdinamų sienų konstrukcijose šiluminius tiltelius suformuoja metaliniai tvirtinimo elementai ir jungtys, kertančios termoizoliacinį sluoksnį.

Šiuo keliu šiluma apeina dalį termoizoliacinio sluoksnio, todėl sumažėja šilumos izoliacijos ir visos pastato atitvaros energinis efektyvumas.

Tvirtinimo elementų (gėmių/kronšteinų) kiekis ir matmenys priklauso nuo įvairių apkrovų (fasado apdailos medžiagų svoris, vėjo slėgis), kurias turi atlaikyti vėdinamo fasado sistema. Kadangi metalinių tvirtinimo elementų šiluminis laidumas žymiai didesnis nei termoizoliacinių medžiagų, jų matmenys ir medžiaga iš kurios jie pagaminti reikšmingai įtakoja šilumines savybes, ypatingai šalto klimato zonoje esančiuose pastatuose.

Taškiniai šiluminiai tilteliai: tvirtinimo elementai (gėmės/kronšteinai), plytų mūro jungtys ir izoliacijos tvirtinimo elementai, tam tikra tvarka išdėstyti sienos plote, turi būti įvertinti skaičiuojant visos konstrukcijos U vertę.

Tvirtinimo elementų poveikis termoizoliaciniam sluoksniui yra įvertinamas skaičiuojant visos konstrukcijos U vertę naudojant ΔU_f pataisas. Jeigu visa pataisa sudaro daugiau kaip 3% apskaičiuotos šilumos perdavimo koeficiento vertės, ji turi būti pritaikoma pridėdant ΔU_f pataisą prie apskaičiuotos U vertės.

METALINIO KARKASO SISTEMOS SU GEMBĖMIS/KRONŠTEINAIŠ

Metalinio karkaso gamintojai turi savas tvirtinimo elementų taškinių šiluminių tiltelių (χ) vertes.

Ksi faktorius (χ) nustatomas pagal ISO 10211 nurodytas modeliavimo taisykles. Sistemos gamintojas taip pat nustato tvirtinimo elementų kiekį, įvertindamas fasado apdailos medžiagą, detales ir apkrovas. Kai šios vertės žinomos, ΔU_f pataisa apskaičiuojama paprastai, padauginant šilumos perdavimo koeficiento vertę iš tvirtinimo elementų skaičiaus:

$$\Delta U_f = n_f \cdot \chi$$

n_f = tvirtinimo elementų kiekis m^2 ($1/m^2$)

χ = Ksi faktorius arba konstrukcijoje naudojamo tvirtinimo elemento taškinių šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficiento vertė

Kai tvirtinimo elemento šilumos perdavimo koeficiento vertė nežinoma, apytikris jo poveikis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\Delta U_f = \alpha \cdot \frac{\lambda_f \cdot A_f \cdot n_f}{d_1} \cdot \left(\frac{R_1}{R_{tot}} \right)^2$$

ΔU_f = pataisa dėl tvirtinimo elemento (W/m^2K)

A_f = vieno tvirtinimo elemento skerspjūvio plotas (m^2)

λ_f = tvirtinimo elemento šilumos laidumo koeficientas ($W/(m \cdot K)$)

n_f = tvirtinimo elementų kiekis $1 m^2$ ($1/m^2$)

R_1 = tvirtinimo elemento kertamo termoizoliacinio sluoksnio šiluminė varža (m^2K/W)

R_{tot} = visos konstrukcijos visuminė šiluminė varža, nevertinant šiluminių tiltelių poveikio (m^2K/W)

α = 0,8 jeigu tvirtinimo elementas kerta visą termoizoliacinį sluoksnį

Jei tvirtinimo elementas įgilintas

$$\alpha = 0,8 \cdot d_1 / d_0$$

d_0 = termoizoliacinio sluoksnio, kuriame yra tvirtinimo elementas, storis (m)

d_1 = tvirtinimo elemento dalies, kertančios termoizoliacinį sluoksnį, ilgis (m)

Tvirtinimo elementų (gemblių/kronšteinų) dydis ir jų kiekis 1 m² priklauso nuo fasado apkrovų, todėl projektuojant vėdinamas sienas reikia atlikti skaičiavimus. Vertikalieji profiliai yra skirti fasado apdailos tvirtinimui. Jų žingsnis priklauso nuo konkrečios fasado apdailos montavimo reikalavimų. Dažniausiai montuojami kas 600 mm. Esant didesniems termoizoliaciniams sluoksniams arba sunkesniems fasado apdailos medžiagoms, naudojami didesnių matmenų tvirtinimo elementai (gembės) nei esant ploniems termoizoliaciniams sluoksniams ir lengvoms fasadų apdailos medžiagoms. Vidutinis tvirtinimo elementų (gemblių/kronšteinų) kiekis yra ~3–4 elementai/m².

Skirtingų rūšių metalai, iš kurių pagaminti tvirtinimo elementai, turi skirtingas šiluminio laidumo vertes. Lentelėje pateikiami dažniausiai gemblių gamybai naudojamų metalų šilumos laidumo koeficientai. Kuo didesnis metalo šiluminis laidumas, tuo didesnis tvirtinimo elemento šiluminio tiltelio poveikis.

Metall	Soojusjuhtivuse koefitsient (λ), W/mK
Alumiinium	220
Teras	50
Roostevaba teras	17

SKAIČIAVIMO PAVYZDYS:

VĒDINAMO FASADO SISTEMA SUMONTUOTA ANT 150 MM STORIO BETONINĖS SIENOS, NAUDOJANT L FORMOS TVIRTINIMO ELEMENTUS - GEMBES IŠ NERŪDIJANČIO PLIENO. TERMOIZOLIACINĮ SLUOKSNĮ KERTANČIO ELEMENTO AUKŠTIS YRA 150 MM, JO STORIS 3 MM, 4 ELEMENTAI/M². KOKIO STORIO IZOLIACINIS SLUOKSNIS IŠ PAROC TENTO T REIKALINGAS, KAD PASIEKTI U VERTĘ 0,17 W/M²K?

Gembė, nerūdijantis plienas, šilumos laidumas (W/(m·K))	17
Gembės aukštis (mm)	150
Gembės sienutės storis (mm)	3
Gembės skerspjūvio plotas (m ²)	0,00045
Kiekis m ²	4
R _{si} + R _{se} (m ² K/W)	0,13 + 0,13 = 0,26
Laikančioji siena – betonas, storis (m)	0,150
Betono šiluminis laidumas (W/(m·K))	2,5
R ₂ betono pagrindo	0,06
R ₁ termoizoliacinio sluoksnio (m ² K/W)	d/0,033
U _c vertės (W/m ² K) reikalavimas konstrukcijai	0,17 → U = 1/R → R = 1/U → tikslas R = 5,88 m ² K/W

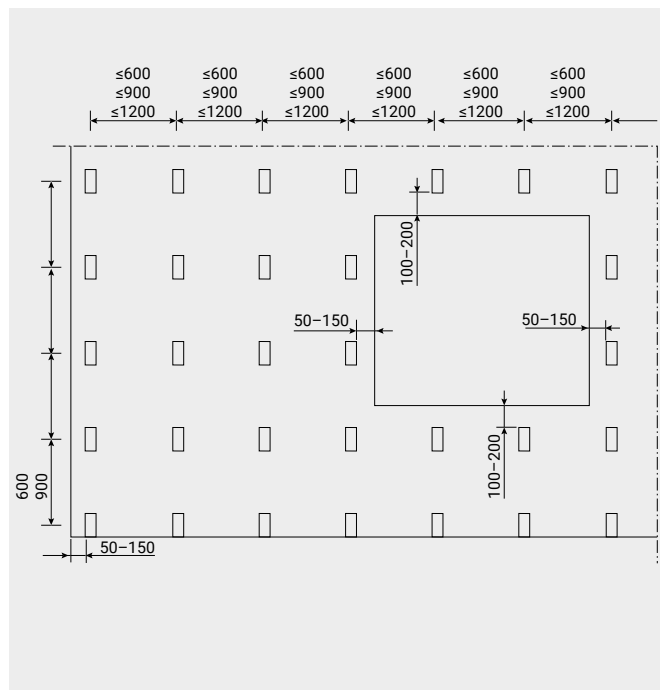
Pagal šiuos duomenis galima apskaičiuoti reikiamą izoliacijos storį, nevertinant šiluminių tiltelių:

$$R_t = R_{si} + R_2 + R_1 + R_{se}$$

$$R_t = 0,13 + 0,06 + d/0,033 + 0,13 = 5,88$$

→ reikiamas izoliacijos be šiluminių tiltelių storis bus ~183 mm

$$R_1 \quad (\text{izoliacijos}) \quad 0,183/0,033 = 5,54 \text{ m}^2\text{K/W}$$



Sekančiame puslapyje esančioje lentelėje pateiktos apytikrės pataisos (ΔU_f) dėl sienų gemblių/kronšteinų poveikio ir izoliacijos storiai, reikalingi kompensuoti šiluminių tiltelių poveikį. Jeigu šiluminių tiltelių poveikis nebūtų vertinamas, norima U vertė būtų pasiekta esant 180 mm termoizoliacinio sluoksnio storii. Tačiau vėdinamų sienų sistemose naudojama daug tvirtinimo elementų, todėl šiluminių tiltelių poveikis didelis. Kai prie aukščiau pateiktos U vertės pridėjama pataisa dėl nerūdijančio plieno gemblių/kronšteinų (ΔU_f), tai U vertė ženkliai padidėja: $U = 0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Lentelės stulpelyje "U vertė su pataisa nerūdijančiam plienui" nurodyta, kad **U vertė 0,17 W/m²K pasiekama su 320 mm storio termoizoliaciniu sluoksniu.**

Geriausias būdas sumažinti šiluminių tiltelių poveikį ir termoizoliacinio sluoksnio storį yra naudoti mažesnę kiekį, mažiau laidžių šilumai ir mažesnio skerspjūvio ploto termoizoliacinį sluoksnį kertančių gemblių.

Tai ne visada įmanoma, nes tvirtinimo elementų matmenys yra susieti su konkrečios fasadų sistemos matmenimis.

$$\Delta U_f = \alpha \cdot \frac{\lambda_f \cdot A_f \cdot n_f}{d_1} \cdot \left(\frac{R_1}{R_{tot}} \right)^2$$

Pataisos (ΔU) dėl 3 mm storio ir 150 mm ilgio

L-formos tvirtinimo elementų poveikio pavyzdžiai (4 vnt/m², $\alpha = 0,8$)

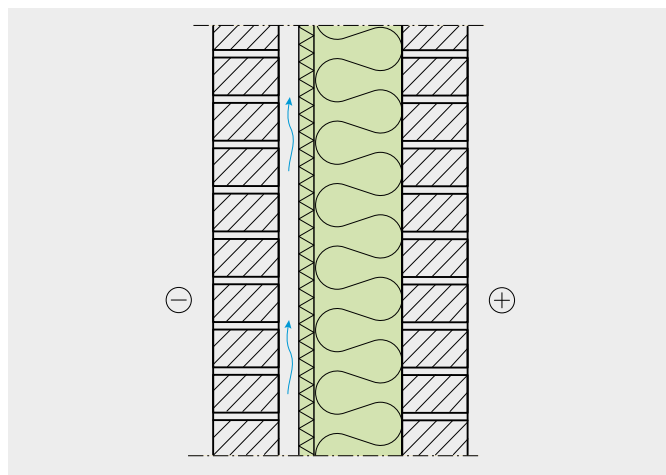
Izoliacijos storis	R_1 (izoliacijos)	R_2 (betono)	R_{tot}	ΔU_f			U vertė	U vertė su pataisa		
				Aliuminis	Plienas	Nerūdijantis plienas	be pataisų	Nerūdijantis plienas	Plienas	Aliuminis
d_1	R_1 termoizoliacija, ($\lambda=0,033$ W/mK) (m ² K/W)	150 mm betonas, ($\lambda=$ 2,5 W/mK) (m ² K/W)	$R_{tot} =$ $R_{si} + R_1 +$ $R_2 + R_{se}$ (m ² K/W)	Aliuminis ($\lambda=$ 220 W/mK) (m ² K/W)	Plienas ($\lambda=$ 50 W/mK) (m ² K/W)	Nerūdijantis plienas ($\lambda=$ 17 W/mK) (m ² K/W)	(m ² K/W)	(m ² K/W)	(m ² K/W)	(m ² K/W)
0,150	4,545	0,06	4,865	1,843	0,419	0,142	0,206	0,348	0,625	2,049
0,160	4,848	0,06	5,168	1,742	0,396	0,134	0,193	0,328	0,589	1,935
0,170	5,152	0,06	5,472	1,651	0,375	0,127	0,183	0,310	0,558	1,834
0,180	5,455	0,06	5,775	1,570	0,356	0,121	0,173	0,294	0,529	1,743
0,190	5,758	0,06	6,078	1,496	0,340	0,115	0,165	0,281	0,505	1,661
0,200	6,061	0,06	6,381	1,428	0,324	0,110	0,157	0,267	0,481	1,585
0,210	6,364	0,06	6,684	1,367	0,310	0,105	0,150	0,255	0,460	1,517
0,220	6,667	0,06	6,987	1,310	0,298	0,101	0,143	0,244	0,441	1,453
0,230	6,970	0,06	7,290	1,259	0,286	0,097	0,137	0,234	0,423	1,396
0,240	7,273	0,06	7,593	1,210	0,275	0,093	0,132	0,225	0,407	1,342
0,250	7,576	0,06	7,896	1,166	0,265	0,090	0,127	0,217	0,392	1,293
0,260	7,879	0,06	8,199	1,125	0,255	0,087	0,122	0,209	0,377	1,247
0,270	8,182	0,06	8,502	1,086	0,246	0,083	0,118	0,201	0,364	1,204
0,280	8,485	0,06	8,805	1,050	0,238	0,081	0,114	0,195	0,352	1,164
0,290	8,788	0,06	9,108	1,016	0,231	0,078	0,110	0,188	0,341	1,126
0,300	9,091	0,06	9,411	0,985	0,224	0,076	0,106	0,182	0,330	1,091
0,310	9,394	0,06	9,714	0,955	0,217	0,073	0,103	0,176	0,320	1,058
0,320	9,697	0,06	10,017	0,927	0,210	0,071	0,100	0,171	0,310	1,027

$R_{si} + R_{se} = 0,26$ W/m²K

TRISLUOKSNIO MŪRO SIENOS SU RYŠIAIS

Šiluminių tiltelių poveikis tai pat susidaro plytų mūro sienose, kadangi apdailos plytų mūras turi būti pritvirtintas prie laikančiosios sienos termoizoliacinį sluoksnį kertančiais metaliniais ryšiais. Ryšio skersmuo dažniausiai yra \varnothing 4 mm, ryšių kiekis - \sim 4 - 6 / sienos m².

Ryšių sudarytų šiluminių tiltelių poveikis apskaičiuojamas naudojant tokią pat formulę kaip ir skaičiuojant metalinių tvirtinimo elementų (gembų) poveikį.



SKAIČIAVIMO PAVYZDYS:

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Plytų mūras 250 mm ($\lambda_u = 1,0$ W/(m·K)), $R = 0,25$ m²K/W;

Šilumos izoliacija 175 mm ($\lambda_u = 0,036$ W/(m·K)), $R = 4,86$ m²K/W;

Nerūdijančio plieno ryšiai $\lambda_u = 17$ W/(m·K);

Vėjo izoliacija 30 mm ($\lambda_u = 0,033$ W/(m·K)), $R = 0,90$ m²K/W

$$R_{se} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W};$$

$$R_T = (0,13 + 0,25 + 4,86 + 0,90 + 0,13) \text{ m}^2\text{K/W} = 6,27 \text{ m}^2\text{K/W}$$

(be šiluminių tiltelių įtakos);

$$U = 1/R_T = 1/6,15 \text{ m}^2\text{K/W} = 0,159 \text{ W/m}^2\text{K}.$$

Šiluminių tiltelių įtaka apskaičiuojama pagal formulę:

$$\Delta U_f = \alpha \cdot \frac{\lambda_f \cdot A_f \cdot n_f}{d_1} \cdot \left(\frac{R_1}{R_{tot}} \right)^2$$

Nerūdijančio plieno ryšiai, lambda (W/(m·K)) 17

Ryšio ilgis (mm) 30 + 175

Ryšio metalinės dalies skersmuo (mm) \varnothing 4

Ryšio skerspjūvio plotas (m²) $A_f = \pi (4 \text{ mm})^2 / 4 = 12,6 \text{ mm}^2 = 0,0000126 \text{ m}^2$

Ryšių kiekis 1 m² 6/m²

$$R_1 = d_0 / \lambda_{izoliacijos} = 0,03 / 0,033 + 0,175 / 0,036 = 5,77 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = 6,15 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_f = 0,8 \cdot [(17 \cdot 0,0000126 \cdot 6) / 0,205] \cdot (5,77 / 6,27)^2 = 0,0042 \text{ W/m}^2\text{K}$$

0,0042 / 0,162 = 2,6% (< 3%). Kai pataisos įtaka mažesnė kaip 3%, U vertės koreguoti nereikia. Galutinė U vertė yra 0,16 W/m²K.

3. PAROC GAMINIAI

PAROC akmens vatos gaminiai ne tik puikiai izoluoja šilumą bet ir yra nedegūs ir pasižymi puikiomis drėgminėmis savybėmis.

APSAUGA NUO UGNIES

Visi PAROC akmens vatos gaminiai yra nedegūs ir priskiriami aukščiausiai Euroklasei A1 pagal degumą. Vėjo izoliaciniai gaminiai su Cortex dangą - priskiriami A2-s1, d0 klasei. Tai reiškia, kad šie gaminiai nepalaiko ugnies plitimo ir juos galima naudoti visų tipų pastatuose. Nedegi akmens vata ugnyje išlaiko savo formą ir apsaugo kitas medžiagas bei turtą nuo ugnies plitimo, suteikdama daugiau laiko žmonėms pasišalinti iš degančio pastato, o ugniagesiams atlikti jų darbą.

APSAUGA NUO DRĖGMĖS

Dėl porėtos struktūros, akmens vata sudaro geresnes sąlygas šalia jos esančioms konstrukcijoms greičiau išdžiūti nei kitos termoizoliacinės medžiagos. Ji neuždarо drėgmės konstrukcijose, o leidžia drėgmei greitai džiūti. Akmens vatos atvirų porų struktūra nesudaro sąlygų drėgmės kondensacijai jos sluoksniuose.

Akmens vata yra neorganinė medžiaga; 96–98 % jos svorio sudaro vulkaninis akmuo. Likę 2–4 % yra organinis rišiklis.

Ištyrus PAROC akmens vatos gaminius išorinėje laboratorijoje* buvo nustatyta, jog jie yra atsparūs

pelėsių augimui. Šie tyrimai vyko 28 dienas 95–100 % santykinio drėgno ir 22 °C temperatūros aplinkoje, kurioje buvo dauguma pastatuose sutinkamų rūšių pelėsių. (* SP Sweden, tyrimo ataskaita ETi PXX07404/17.2.2011)

Atlikti išoriniai tyrimai, skaičiavimai ir modeliavimas parodė, kad nei vienoje vėdinamų sienų su medinių lentelių apdaila, fasadų plokštėmis ir plytų mūro apdaila dalyje nenustatyta drėgmės ar pelėsių augimo pavojaus. PAROC akmens vata apšiltintos konstrukcijos buvo tiriamos 2030 metais prognozuojamo klimato sąlygose, nustačius santykinį drėgnį RH 80% ir RH 95%, pritaikant Mold Index – Pelėsių augimo rodiklio modelį, sukurtą VTT (Viitanen 2001). (*Sweco RA08_61351/16.12.2015)

Akmens vata neįgeria vandens iš aplinkos oro, netgi esant ypatingai dideliame santykiniam drėgniui (RH98%).

Minkštus akmens vatos izoliacijos gaminius lengva montuoti. Įrengiant termoizoliacinius sluoksnius, izoliacinės plokštės suglaudžiamos tarpusavyje arba priglaudžiamos prie konstrukcijų, todėl visa erdvė užsipildo vatos pluoštu ir papildomas gaminių sandarinimas nereikalingas. Akmens vatos izoliacija yra ilgaamžė: ji išlaiko savo izoliacines savybes įvairiose klimato ir temperatūros sąlygose.

PAROC GAMINIŲ ASORTIMENTAS VĒDINAMŲ SIENŲ ŠILTINIMUI

PAROC CORTEX – APSAUGA NUO VĒJO DVISLUOKSNĖS IZOLIACIJOS SPRENDINIAMS



- PAROC Cortex apsaugos nuo vėjo plokštės naudojamos kaip dvisluoksnių šiltinimo sistemų išorinis sluoksnis kartu su kitu termoizoliaciniu gaminiu, pvz., PAROC Ultra. Naudojant dvisluoksnę sistemą, galima sudaryti ištisinį termoizoliacinį sluoksnį, perdengiant siūles ir taip pagerinant visos sienos šilumines savybes. PAROC Cortex paviršius yra padengtas baltos spalvos, nedegia, vandens garams laidžia ir orą izoliuojančia plėvele. Siūlės suklijuojamos PAROC Cortex juosta (XST 022), o kampai PAROC Cortex kampų sandarinimo juosta (XST 021).
- PAROC Cortex gaminiai taip pat gali būti su juoda plėvele, pasižyminčia tokiomis pačiomis savybėmis kaip ir balta plėvelė. Siūlės suklijuojamos PAROC Cortex juoda juosta (XST 042), o kampai PAROC Cortex kampų sandarinimo juoda juosta (XST 041).
- PAROC Cortex degumo klasė A2, s1-d0, todėl šis gaminys gali būti naudojamas visų tipų pastatuose.
- PAROC Cortex plokščių šilumos laidumo koeficientas yra 0,033, W/(m·K).

PAROC CORTEX JUOSTA (XST 022) IR PAROC CORTEX KAMPŲ SANDARINIMO JUOSTA (XST 021) (BALTOS SPALVOS) PAROC CORTEX JUODA JUOSTA (XST 042) IR PAROC CORTEX KAMPŲ SANDARINIMO JUODA JUOSTA (XST 041) (JUODOS SPALVOS)



- PAROC Cortex juosta (XST 022) yra lipni sandarinimo juosta, naudojama PAROC Cortex apsaugos nuo vėjo siūlėms sandarinti.
- Sandarinimo juostos yra 60 mm pločio. Juostos sąnaudos priklauso nuo PAROC Cortex plokštės dydžio, vidutiniškai apie 1,5 m/m².
- Kampų juostų pločiai yra 350 mm (baltos) ir 310 mm (juodos).
- Sandarinimo juostos turi būti laikomos viduje, o laikymo temperatūra yra +5 to +25 °C. Montavimo temperatūra nuo -10 iki +40 °C.

PAROC TENTO (T, TB) – 1 IR 2 SLUOKSNIŲ IZOLIACIJOS SPRENDINIAMS



- PAROC Tutto (t, tb) plokštės skirtos tiek vienasluoksnei šilumos izoliacijai tiek ir dvisluoksnių šiltinimo sistemų išoriniam sluoksniui (apsaugai nuo vėjo) kartu su kitu termoizoliaciniu gaminiu, pvz., PAROC Ultra.
- PAROC Tutto (t, tb) paviršius padengtas plona natūralios spalvos arba juoda stiklo pluošto danga.
- PAROC Tutto (t, tb) oro laidumo koeficientas $< 30 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{Pa}\cdot\text{s}$, todėl šis gaminys tinka įvairaus aukščio pastatų vėdinamų fasadų šilumos izoliacijai ir apsaugai nuo vėjo.
- Vienasluoksni izoliacija dažniausiai naudojama renovuojamuose objektuose kur šilumos izoliacijos storis yra mažesnis $\leq 200 \text{ mm}$.
- Apsaugos nuo vėjo storis yra 30-50 mm.
- PAROC Tutto (t,tb) gaminių šilumos laidumo koeficientas, 0,033 W/(m·K). Plokštės yra nedegios ir priskiriamos aukščiausiai, A1 Euroklasei pagal degumą.

PAROC ULTRA, PAROC ULTRA PLUS – ŠILUMOS IZOLIACIJA 2 SLUOKSNIŲ IZOLIACIJOS SPRENDINIAMS



- PAROC Ultra yra minkšti universalūs termoizoliaciniai gaminiai, kurie gali būti naudojami kaip termoizoliacinis sluoksnis kartu su apsaugos nuo vėjo plokštėmis PAROC Cortex ir PAROC Tutto (t, tb).
- PAROC Ultra šilumos laidumo koeficientas yra $0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.
- Siekiant didesnio energinio efektyvumo, kai montavimo erdvė maža, geriau pasirinkti PAROC Ultra plus plokštes, kurių šilumos laidumo koeficientas yra $0,034 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.
- PAROC Ultra gaminiai priskiriami aukščiausiai A1 Euroklasei pagal degumą.

4. PAROC ŠILTINIMO SPRENDIMAI

4.1. MEDINĖS KARKASINĖS SIENOS

Medinis sienos karkasas gali būti įrengtas keliais skirtingais būdais. Todėl medinių konstrukcijų gaisrinės ir akustinės charakteristikos įprastai apskaičiuojamos pagal Eurokodą 5.

Projektuojant medinės karkasinės sienos konstrukcijas, turi būti įvertinti sienos gaisrinės, šiluminės ir drėgmės savybės įtakojantys aspektai.

KARKASINĖ SIENA SU MEDINIŲ DAILYLENČIŲ APDAILA



- 13 mm – gipso kartono plokštė
- 50 mm - karkasas 50 x 50mm, cc 600 / šilumos izoliacija PAROC Ultra arba PAROC Ultra plus
- PAROC oro ir garų izoliacija (XMV 020) su PAROC garų izoliacijos sandarinimo juosta (XST 013) suklijuotomis siūlėmis
- Laikantysis medinis karkasas /šilumos izoliacija PAROC Ultra arba PAROC Ultra plus
- 30mm apsauga nuo vėjo: PAROC Tutto (t, tb) arba PAROC Cortex su suklijuotomis PAROC Cortex juosta (XST 022) siūlėmis ir su PAROC Cortex kampų sandarinimo juosta (XST 021) apklijuotais kampais
- ≥ 25 mm vėdinamas oro tarpas – karkasas apdailai tvirtinti 25 x 100 mm, cc 600
- Medinių lentelių apdaila

KARKASINĖ SIENA SU PLYTŲ MŪRO APDAILA



- 13 mm – gipso kartono plokštė
- 50 mm - karkasas 50 x 50mm, cc 600 / šilumos izoliacija PAROC Ultra arba PAROC Ultra plus
- PAROC oro ir garų izoliacija (XMV 020) su PAROC garų izoliacijos sandarinimo juosta (XST 013) suklijuotomis siūlėmis
- Laikantysis medinis karkasas /šilumos izoliacija PAROC Ultra arba PAROC Ultra plus
- 30mm apsauga nuo vėjo: PAROC Tutto (t, tb) arba PAROC Cortex su suklijuotomis PAROC Cortex juosta (XST 022) siūlėmis ir su PAROC Cortex kampų sandarinimo juosta (XST 021) apklijuotais kampais
- ≥ 30 mm vėdinamas oro tarpas 1-2 aukštų pastatams,
 $\geq 35 - 50$ mm aukštesniems pastatams
- 85-120 mm apdailos plytų mūras

VIDINĖ SIENOS KONSTRUKCIJA

Vidaus apdailos plokštės - skirtos vidaus apdailai bei apsaugo konstrukciją nuo ugnies ir pagerina garso izoliaciją.

Oro ir vandens garus izoliuojančio sluoksnio įrengimas yra labai svarbus karkasinėse konstrukcijose, nes tik taip yra užtikrinamas pačios sienos sandarumas. Be to, šis sluoksnis neleidžia drėgnam patalpų orui skverbtis giliau į sienos konstrukciją. Projektuojant svarbu numatyti oro ir vandens garų izoliacinio sluoksnio tęstinumą, ypač skirtingų

konstrukcijų susikirtimo mazguose. Vietose, kur įvairios konstrukcijos kerta oro ir vandens garų izoliacinį sluoksnį, būtina numatyti papildomą sandarinimą. Visus laidus ir kabelius, jei įmanoma, visada reikia montuoti vidinėje oro ir vandens garų izoliacinio sluoksnio pusėje. Vidinis karkasas yra kaip oro ir vandens garų izoliacinio sluoksnio apsauga ir laidų montavimo vieta. Tarp karkaso tašų sumontuota šilumos izoliacija padidina konstrukcijos atsparumą ugniai ir pagerina garso izoliavimą.

KARKASAS

Medinio karkaso matmenys priklauso nuo apkrovų ir projektuojamo pastato energinio naudingumo klasės. PAROC akmens vata yra lengvai montuojama tarp karkaso statramsčių be jokių papildomų tvirtinimo detalių. 1-2% platesnė už karkaso ertmę, stabilių matmenų plokštė užpildo ją ir laikosi trinties jėgų dėka. Gaisro metu akmens vata apsaugo karkasą nuo apdegimo.

IŠORINĖ SIENOS KONSTRUKCIJA

Ant karkaso statramsčių sumontuota **apsaugos nuo vėjo izoliacinė plokštė** apsaugo medinį karkasą ir šilumos izoliaciją nuo kintančių oro sąlygų. Be to, taip yra sumažinama šiluminio tiltelio, kurį sudaro medinio karkaso statramsčiai, įtaka. Rekomenduojamas apsaugos nuo vėjo izoliacinio sluoksnio storis yra 30 - 50 mm.

Laidi vandens garams akmens vatos plokštė su danga ar be jos leidžia drėgmei išdžiūti. Ypač efektyvi apsauga nuo vėjo yra užtikrinama naudojant PAROC Cortex apsaugos nuo vėjo plokštes su suklijuotomis siūlėmis tarp pačių plokščių, cokolyje, ties kampais ir angomis sienoje.

Tam, kad apsaugoti vėjo izoliaciją nuo suspaudimo, kai ant jos montuojamas karkasas apdailai tvirtinti, rekomenduojame naudoti specialius skirtukus. Skirtukas parenkamas pagal vėjo izoliacinės plokštės

storį. Skirtukas kas 600 mm (4–6 vnt/m²) per vėjo izoliaciją prispaudžiamas prie medinio statramsčio ir pritvirtinamas sraigtu arba vinimi. Karkaso apdailai tvirtinti lentos montuojamos ant skirtukų prisukant arba prikalant jas prie laikančiojo karkaso. Skirtukai ir lentos tarp vėjo izoliacijos ir apdailos sudaro reikiamo storio vėdinamą oro tarpą. Medinio karkaso išorėje esantis vientisas sandarus vėjo izoliacijos sluoksnis pagerina ne tik visos konstrukcijos drėgmės sąlygas, bet ir visos sienos energines savybes. Skirtukai tinka naujos statybos ir senų sienų papildomam apšiltinimui.

Karkasas apdailai tvirtinti suformuoja vėdinamą oro tarpą tarp apsaugos nuo vėjo plokštės ir fasado apdailos. Vėdinamo oro tarpo plotis turi būti ne mažesnis nei 25 mm, kai sienos apdaila yra įrengiama iš medinių lentelių. Jei apdaila yra įrengiama iš apdailos plytų mūro, tuomet vėdinamo oro tarpo plotis turi būti ne mažesnis kaip 30 mm 1-2 aukštų pastatams ir 35-50 mm pločio aukštesniems nei dviejų aukštų pastatams. Į vėdinamą oro tarpą turi patekti lauko oras, todėl vėdinamų angų plotas turi būti ne mažesnis kaip 50 cm² vienam sienos ilgio metrui, o vėdinimo angos turi būti įrengiamos viršutinėje ir apatinėje sienos dalyse bei ties langų ir durų angomis. Drenažinės angos turi būti įrengtos taip, kad į vėdinamą oro tarpą iš išorės patekęs vanduo arba kondensacinis vanduo nepatektų į termoizoliacinį ir kitus konstrukcijos sluoksnius ir galėtų laisvai pasišalinti iš konstrukcijos.

ŠILUMOS PERDAVIMO KOEFICIENTO U (W/M²K) VERTĖS, ESANT SKIRTINGIEMS IZOLIACIJOS STORIAMS

PAROC Ultra/PAROC Ultra plus storiai, mm	50+150	50+200	50+250	50+150+150	50+200+150
PAROC Ultra + PAROC Cortex/ PAROC Tutto (t, tb) 30 mm	0,182	0,152	0,130	0,114	0,102
PAROC Ultra plus + PAROC Cortex/ PAROC Tutto (t, tb) 30 mm	0,179	0,150	0,128	0,112	0,100

Skaičiavimai atlikti pagal STR 2.01.02:2016

Orą ir garus izoliuojantis sluoksnis

$$R = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Gipso kartono plokštė

$$\lambda_{ds} = 0,25 \text{ W/mK}$$

PAROC Ultra

$$\lambda_D = 0,035 \text{ W/mK}, \lambda_{ds} = 0,036 \text{ W/mK}$$

PAROC Ultra plus

$$\lambda_D = 0,034 \text{ W/mK}, \lambda_{ds} = 0,035 \text{ W/mK}$$

PAROC Cortex, PAROC Tutto (t,tb)

$$\lambda_D = 0,033 \text{ W/mK}, \lambda_{ds} = 0,034 \text{ W/mK}$$

Medinis karkasas cc 600 mm

$$\lambda_{ds} = 0,13 \text{ W/mK}$$

Vidaus ir išorės paviršių šiluminės varžos

$$R_{si} + R_{se} = 0,26 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Medinio karkaso įtaka įvertinta pagal STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“ 3 priedo „Statybos produktų šiluminių techninių rodiklių vertės pastatų energinio naudingumo skaičiavimams“ 6.2 punkto 3.10 lentelėje pateiktas formules

4.2. MŪRO SIENOS SU METALINĖMIS GEMBĖMIS

Metaliųjų profiliuotųjų rėmų sistemos gali būti naudojamos su įvairių tipų apkrovas laikančių sienų konstrukcijomis ir įvairiomis fasado apdailos medžiagomis.



- Laikančioji sienos konstrukcija iš mūro ar blokų
- Metalinis karkasas apdailai tvirtinti (tvirtinimo elementai, T formos profiliuotieji)
- Šilumos izoliacija:
 - Dvisluksnė: PAROC Ultra / PAROC Ultra plus + 30 mm apsauga nuo vėjo: PAROC Tutto (t, tb) arba PAROC Cortex su suklijuotomis PAROC Cortex juosta (XST 022) siūlėmis ir su PAROC Cortex kampų sandarinimo juosta (XST 021) apklijuotais kampais
 - Vienasluksnė: PAROC Tutto (t, tb)
- ≥ 25 mm vėdinamas oro tarpas
- Fasado apdailos plokštė

FASADO APDAILOS PLOKŠTĖS LAIKANTI SISTEMA

Fasado apdailą laikanti konstrukcija metalinio karkaso sistemose įprastai būna pagaminta iš aliuminio, cinkuoto arba nerūdijančio plieno. Sistemos metalo rūšis reikšmingai įtakoja izoliacijos storį, nes didelis kiekis didelio šiluminio laidumo metalinių tvirtinimo elementų (šiluminių tiltelių) kerta termoizoliacinį sluoksnį. Nerūdijančio plieno tvirtinimo elementų šiluminis laidumas mažiausias iš visų metalinių elementų.

Dažniausiai naudojamų tvirtinimo elementų (gembų) kiekis yra $\sim 2-4$ vnt/m². Esant storesniam termoizoliaciniam sluoksniui, reikia stipresnės atramos, todėl didėja tvirtinimo elementų aukštis ir kartu šiluminių tiltelių poveikis. Kai tvirtinimo elementai paimami iš kitos sistemos, turi būti patikrintas jų sudaromų šiluminių tiltelių poveikis, kad konstrukcijos U vertė atitiktų reikalavimus.

ŠILUMOS IZOLIACIJA

Šilumos izoliacija įprastai montuojama tarp tvirtinimo elementų arba įpjovus izoliaciją tvirtinimo elementų vietose. Šilumos izoliacinis sluoksnis įrengiamas iš vieno arba dviejų termoizoliacinių medžiagų sluoksnių. Įrengiant dvisluksnę izoliaciją, pirmiausiai prie laikančiosios konstrukcijos glaudžiai prispaudžiamas storesnis minkštos izoliacijos sluoksnis (pvz., PAROC Ultra), ant jos montuojamas plonesnis vėjo izoliacijos sluoksnis (pvz., PAROC Cortex, PAROC Tutto (t, tb)), perdengiant izoliacijos sluoksnių siūles.

Vienasluksnei šilumos izoliacijai įrengti yra naudojamos reikiamo storio PAROC Tutto (t, tb) plokštės. Papildomos apsaugos nuo vėjo tokiai sistemai nebereikia.

FASADO APDAILA

Metaliniai profiliuotieji ir fasado apdaila turi būti montuojama kaip galima greičiau po šiluminės izoliacijos įrengimo, tam kad būtų apsaugoti vidiniai konstrukcijos sluoksniai nuo klimato poveikio. Fasado tvirtinimo elementų sistema priklauso nuo pasirinktos fasado apdailos.

ŠILUMOS PERDAVIMO KOEFICIENTO U (W/M²K) VERTĖS, ESANT SKIRTINGOMS LAIKANČIOJO MŪRO SIENOMS IR SKIRTINGIEMS IZOLIACIJOS STORIAMS

KONSTRUKCIJAI SU NERŪDIJANČIO PLIENO GEMBĖMIS KAI ŠILTINAMA PAROC ULTRA,
O APSAUGA NUO VĖJO IŠ PAROC CORTEX/PAROC TENTO (T, TB) 30 MM

PAROC Ultra storiai	125	150	180	200	100+125	100+150	150+150	200+150
Keraminių plytų mūras 250 mm	0,226	0,2	0,176	0,162	0,148	0,137	0,118	0,1
Keramzitbartonio blokelių mūras 200 mm	0,198	0,177	0,158	0,147	0,135	0,125	0,109	0,097
Akytojo betono blokelių mūras 185 mm	0,185	0,167	0,149	0,14	0,129	0,12	0,105	0,094
Silikatinių blokelių mūras 180 mm	0,235	0,207	0,181	0,167	0,152	0,14	0,12	0,106
Keraminių blokelių mūras 175 mm	0,208	0,185	0,164	0,152	0,14	0,129	0,113	0,099

Skaičiavimai atlikti pagal STR 2.01.02:2016

Keraminių plytų mūras 250 mm

$$\lambda_{ds} = 0,6 \text{ W/mK}$$

Keramzitbartonio blokelių mūras 200 mm

$$\lambda_{ds} = 0,2 \text{ W/mK}$$

Akytojo betono blokelių mūras 185 mm

$$\lambda_{ds} = 0,14 \text{ W/mK}$$

Silikatinių blokelių mūras 180 mm

$$\lambda_{ds} = 0,7 \text{ W/mK}$$

Keraminių blokelių mūras 175 mm

$$\lambda_{ds} = 0,23 \text{ W/mK}$$

PAROC Ultra

$$\lambda_D = 0,035 \text{ W/mK}, \lambda_{ds} = 0,036 \text{ W/mK}$$

PAROC Ultra plus

$$\lambda_D = 0,034 \text{ W/mK}, \lambda_{ds} = 0,035 \text{ W/mK}$$

PAROC Cortex, PAROC Tento (t, tb)

$$\lambda_D = 0,033 \text{ W/mK}, \lambda_{ds} = 0,034 \text{ W/mK},$$

Karkasas apdailai tvirtinti: sistemos tvirtinimo elementai nerūdijančio plieno, sienutės storis 2,0 mm, aukštis 70 mm. Kas ketvirto elemento aukštis 140 mm. Tvirtinimo prie sienos plotas 70×70 mm arba 70×140 mm. Tarpinė 5 mm storio, 70×70 mm arba 70×140 mm ploto.

Atstumas tarp nerūdijančio plieno sistemos elementų ašių 600 mm horizontalioje ir 700 mm vertikalioje plokštumose. Tvirtinimo elementų kiekis 1 m² atitvaros ploto: n = 2,38 vnt./m². Fasado apdailos tvirtinimui prijungtas 50×100 mm T formos aliuminio elementas. Tvirtinimo elementas prie laikančiosios sienos tvirtinamas mūrvinėmis iš plieno įgilintomis 80 mm, kurių skersmuo 8 mm. 70 mm aukščio elemento tvirtinimui prie sienos skaičiavimuose priimta 1 mūrvinė, 140 mm aukščio elementui – 2 mūrvinės.

Vidaus ir išorės paviršių šiluminės varžos:

$$R_{si} + R_{se} = 0,26 \text{ m}^2\text{K/W}$$

4.3. TRISLUOKSNIO MŪRO SIENOS

Trisluoksnio mūro sienose, skirtingai nei kitose vėdinamųjų sienų konstrukcijose, vėdinamojo oro tarpo ir vėdinimo angų matmenys nustatomi įvertinant didelį plytų mūro imlumą drėgmei ir jo poveikį kitoms konstrukcijoms. Apdailos plytų mūras, kintant aplinkos sąlygoms, gali sugerti daug drėgmės. Didelis drėgmės poveikis fasado apdailai padidina drėgnumą oro tarpe ir prailgina džiūvimo laiką. Todėl projektuojant plytų apdailos mūre vėdinimo angas, svarbu atkreipti dėmesį, kad būtų sukurtas pakankamas oro srauto intensyvumas ir išlaikytas konstrukcijai saugus drėgmės lygis.

Vėdinamo oro tarpo ir vėdinimo angų matmenų nustatymo lentelės pateiktos 7–11 puslapiuose.



- Laikančioji konstrukcija- betonas, mūras
- Šilumos izoliacija:
 - Vienasluoksnė: PAROC Tutto (t, tb)
 - Dvisluoksnė: PAROC Ultra + 30 mm apsauga nuo vėjo: PAROC Tutto (t, tb) arba PAROC Cortex su suklijuotomis PAROC Cortex juosta (XST 022) siūlėmis ir su PAROC Cortex kampų sandarinimo juosta (XST 021) apklijuotais kampais
- Vėdinamas oro tarpas:
 - ≥ 30 mm 1–2 aukštų pastatams,
 - ≥ 35–50 mm aukštesniems nei 2 aukštų pastatams
- Apdailos plytų mūras, ryšiais sujungtas su laikančiąja konstrukcija

ŠILUMOS IZOLIACIJA

Termoizoliacinis sluoksnis įrengiamas ant išorinio apkrovas laikančio mūro paviršiaus. Šilumos izoliacija gali būti įrengta iš vieno arba dviejų izoliacijos sluoksnių. Įrengiant dvisluoksnę izoliaciją, pirmiausiai prie laikančiosios konstrukcijos įrengiamas storesnis minkštos izoliacijos sluoksnis (pvz., PAROC Ultra), ant kurio montuojamas plonesnis vėjo izoliacinis sluoksnis (pvz., PAROC Cortex, PAROC Tutto (t, tb)). Izoliacinių sluoksnių siūlės perdengiamos. PAROC Cortex vėjo izoliacinių plokščių siūlės ir jungtys su konstrukcijomis turi būti suklijuotos specialiomis sandarinimo juostomis.

Vienasluoksnei šilumos izoliacijai įrengti yra naudojamos reikiamo storio PAROC Tutto (t, tb) plokštės. Papildomos apsaugos nuo vėjo šioms plokštėms nebereikia.

APDAILOS PLYTŲ MŪRAS

Apdailos plytų mūras sujungiamas su sienos laikančiąja konstrukcija termoizoliacinį sluoksnį kertančiais ryšiais. Ryšių sudaromų šiluminių tiltelių poveikis turi būti įvertintas apskaičiuojant sienos U vertę.

VĒDINAMAS ORO TARPAS

Oro tarpo po plytų mūro apdaila vėdinimą galima pagerinti panaudojant langų angų elementus vėdinimo angoms įrengti. Plytų mūro apdailos drėgminės savybės pagerėja naudojant plonesnes apdailos plytas arba mūro paviršių apdorojant vandenį atstumiančiomis medžiagomis.

ŠILUMOS PERDAVIMO KOEFICIENTO U (W/M²K) VERTĖS, ESANT SKIRTINGOMS LAIKANČIOJO MŪRO SIENOMS IR SKIRTINGIEMS IZOLIACIJOS STORIAMS

SU VIENASLUOKSNE IZOLIACIJA PAROC TENTO (T, TB)

PAROC WAS 35t storiai, mm	150	180	200	100+150	150+150	200+150
Keraminių plytų mūras, 250 mm	0,196	0,167	0,152	0,124	0,105	0,091
Keramzitbartonio blokelių mūras, 200 mm	0,176	0,152	0,140	0,116	0,099	0,086
Akytojo betono blokelių mūras, 185 mm	0,167	0,145	0,134	0,112	0,096	0,084
Silikatinių blokelių mūras, 180 mm	0,202	0,172	0,156	0,127	0,107	0,092
Keraminių blokelių mūras, 175 mm	0,184	0,158	0,145	0,119	0,101	0,088

ŠILUMOS PERDAVIMO KOEFICIENTO U (W/M²K) VERTĖS, ESANT SKIRTINGOMS LAIKANČIOJO MŪRO SIENOMS IR SKIRTINGIEMS IZOLIACIJOS STORIAMS

SU DVISLUOKSNE IZOLIACIJA PAROC ULTRA IR APSAUGA NUO VĖJO IŠ PAROC CORTEX/PAROC TENTO (T, TB) 30 MM

PAROC Ultra storiai, mm	125	150	180	200	100+125	100+150	150+150	200+150
Keraminių plytų mūras, 250 mm	0,198	0,174	0,152	0,14	0,128	0,117	0,101	0,089
Keramzitbartonio blokelių mūras, 200 mm	0,178	0,158	0,14	0,13	0,119	0,11	0,095	0,084
Akytojo betono blokelių mūras, 185 mm	0,168	0,151	0,134	0,125	0,115	0,106	0,093	0,082
Silikatinių blokelių mūras, 180 mm	0,205	0,179	0,156	0,144	0,131	0,12	0,103	0,09
Keraminių blokelių mūras, 175 mm	0,186	0,164	0,145	0,134	0,122	0,113	0,098	0,086

Skaičiavimai atlikti pagal STR 2.01.02:2016

Keraminių plytų mūras 250 mm

$\lambda_{ds} = 0,6 \text{ W/mK}$

Keramzitbartonio blokelių mūras 200 mm

$\lambda_{ds} = 0,2 \text{ W/mK}$

Akytojo betono blokelių mūras 185 mm

$\lambda_{ds} = 0,14 \text{ W/mK}$

Silikatinių blokelių mūras 180 mm

$\lambda_{ds} = 0,7 \text{ W/mK}$

Keraminių blokelių mūras 175 mm

$\lambda_{ds} = 0,23 \text{ W/mK}$

PAROC WAS 35 t

$\lambda_D = 0,33 \text{ W/mK}; \lambda_{ds} = 0,34 \text{ W/mK}$

PAROC Ultra

$\lambda_D = 0,35 \text{ W/mK}; \lambda_{ds} = 0,36 \text{ W/mK}$

PAROC Cortex, PAROC Tento (t, tb)

$\lambda_D = 0,33 \text{ W/mK}; \lambda_{ds} = 0,34 \text{ W/mK}$

Vidaus ir išorės paviršių šiluminės varžos:

$R_{si} + R_{se} = 0,26 \text{ m}^2\text{K/W}$

„PAROC®“ – tai energiška, efektyvi ir ugniai atspari akmens vatos gaminių ir sprendimų, skirti naujiems ir renovuojamiems pastatams, pramonei, jūrinei pramonei ir laivų statybai. Už jų slypi daugiau nei 80 metų akmens vatos gamybos patirtis, techninės žinios ir naujovės.

Statybinės izoliacijos asortimentą sudaro platus gaminių ir sprendimų pastatams spektras. Statybinės izoliacijos gaminiai plačiai naudojami išorinių sienų, stogų, tarpaukštinių perdangų ir pertvarų šilumos, priešgaisrinei ir garso izoliacijai.

Techninės izoliacijos asortimentą sudaro ŠVOK sistemų, pramonės procesų ir vamzdinių, pramonės įrangos, laivų statybos ir jūrų pramonės šilumos, priešgaisrinės ir garso izoliacijos gaminiai.

Daugiau informacijos rasite mūsų svetainėje www.paroc.lt

Šiame leidinyje techninė informacija pateikiama neprisiant atsakomybės ar įsipareigojimų, o gavėjas ją priima ir naudoja savo rizika. Kadangi naudojimo sąlygos gali būti skirtingos ir jos nepriklauso nuo mūsų, „Paroc“ negarantuoja ir neprisima atsakomybės ar įsipareigojimų dėl duomenų, susijusių su bet kokių čia aprašytų gaminių konkrečiu naudojimu, tikslumo ir patikimumo. „Paroc“ pasilieka teisę keisti šį dokumentą be išankstinio įspėjimo.

2024, kovas
2160BILI0324
© „Paroc“, 2024 m.

