

# Izoliacinės ir fasadų sistemos – Medinės išorės fasado sistemos

## Įvadas

Statybos sektoriuje Europa mato labai didelį energijos taupymo potencialą. Energiją įmanoma taupyti įgyvendinant Pastatų energinio naudingumo direktyvą, kuri senų pastatų rekonstrukcijoms apibrėžia šilumos standartus, o statomiems pastatams numato „beveik nulinės energijos pastatų“ standartą. Šių direktyva apibrėžtų tikslų įmanoma pasiekti naudojant energijos naudingumo didinimo priemonių ir atsinaujinančių energijos šaltinių derinį.

Nors dar ne visos Europos Sąjungos šalys narės galutinai parengė direktyvą įgyvendinančias programas, aukštą energijos taupymo potencialą ir ekonominį efektyvumą nulems būtent optimalūs šilumos izoliacijos sprendimai.

Pagrindiniai Lietuvos teisės aktai, apibrėžiantys efektyvaus energijos vartojimo pastatuose strategijas:

- Lietuvos Respublikos statybos įstatymas;
- Lietuvos Respublikos energetikos įstatymas;
- Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas;
- Nacionalinė energetinės nepriklausomybės strategija.
- Pagrindiniai Lietuvos teisės aktai, apibrėžiantys efektyvaus energijos vartojimo pastatuose reikalavimus:
- Statybos techninis reglamentas STR 2.01.09:2005 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“
- Statybos techninis reglamentas STR 2.01.09:2012 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“
- Statybos techninis reglamentas STR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“.

## Santrauka

Šiame skyriuje sužinosite apie medinės išorės sienų konstrukcijas bei skirtingus jų šiltinimo būdus. Susipažinsite su skirtingais konstrukcijų tipais ir jų taikymo sritimis, rasite naudingų praktinių patarimų apie tinkamų šiltinimo medžiagų pasirinkimą, įrengimą bei pastatų fiziką. Aprašomi projektavimo kriterijai ir egzistuojantys šiltinimo standartai. Daug dėmesio skiriama kokybės užtikrinimui, didinant sandarumą ir mažinant šilumos tiltų susidarymo galimybę.

## Tikslai

### Baigę šį modulį mokiniai gebės:

- išvardyti skirtingų išorinių sienų izoliacijos sistemų sudedamąsias dalis;
- lyginti skirtingas išorinių sienų izoliacijos sistemas;
- sudėtingoms izoliacinėms sistemoms taikyti įvairius sprendimus;
- apibūdinti skirtingų išorinių sienų konstrukcijų įrengimą;
- vertinti sienų izoliacijos sistemas analizuodami jų privalumus ir trūkumus.

## Turinys

Įvadas.....	1
Santrauka.....	1
Tikslai.....	2
1 Išorės sienų konstrukcijų tipai.....	3
1.1 Medinės išorinės sienos.....	3
1.2 Medinės karkasinės-rėminės konstrukcijos.....	3
1.2.1 Apkrovą laikančios konstrukcijos mediniuose karkasiniuose- rėminiuose pastatuose.....	3
1.2.2 Medinių karkasinių-rėminių konstrukcijų šiltinimo medžiagos.....	5
1.2.3 Medinių karkasinių-rėminių konstrukcijų tvirtinimas.....	5
1.2.4 Inžinerinių sistemų sluoksnis medinėse karkasinėse-rėminėse konstrukcijose.....	5
1.2.5 Medinių rėminių konstrukcijų apsauga nuo išorės oro sąlygų.....	6
1.2.6 U koeficiento vertės medinėse karkasinėse-rėminėse konstrukcijose.....	7
1.3 Medžio masyvo konstrukcijos išorinė izoliacija.....	8
1.3.1 Medžio masyvo apkrovas laikančios konstrukcijos.....	9
1.3.2 Inžinerinių sistemų sluoksnis medžio masyvo konstrukcijose.....	9
1.3.3 Medžio masyvo šiltinimas.....	10
1.3.4 Medžio masyvo konstrukcijų tvirtinimas.....	10
1.3.5 Apsauga nuo aplinkos poveikio berėmėse medinėse konstrukcijose.....	10
1.3.6 Berėmės medinės konstrukcijos U koeficiento vertės.....	10
1.3.7 Trumpas ekskursas.....	11
2 Izoliacinės sistemos gamybos kokybės kriterijai.....	12
2.1 Kokybės užtikrinimas projektavimo etape.....	12
2.2 Kokybės užtikrinimas statybos metu.....	13
2.3 Sandarumas, nelaidumas orui.....	13
2.4 Šalčio tiltų poveikio mažinimas.....	15
2.5 Papildomi kokybės kriterijai.....	15
3 Paveikslų sąrašas.....	17
4 Atsakomybės apribojimas.....	18

## 1 Išorės sienų konstrukcijų tipai

### 1.1 Medinės išorinės sienos

Egzistuoja keletas medinės statybos būdų.

Populiariausios yra **karkasinės-rėminės** konstrukcijos. Taip pat naudojamos **karkasinės konstrukcijos** arba vis populiarėjančios **berėmės medinės konstrukcijos**. Šiame modulyje išnagrinėsime karkasines-rėmines ir berėmes medines išorinių sienų konstrukcijas.

### 1.2 Medinės karkasinės-rėminės konstrukcijos

Medinės karkasinės-rėminės konstrukcijos pagrindas yra apkrovą laikanti sistema, sudaryta iš medinių sijų ir medinių statramsčių ar rėmų, kurie įprastai įrengiami iki lubų.



pav. 1: Medinės karkasinės-rėminės konstrukcijos pavyzdys (šaltinis: Holzbau Henz GmbH)

#### 1.2.1 Apkrovą laikančios konstrukcijos mediniuose karkasiniuose- rėminiuose pastatuose

Mediniuose karkasinės- rėminės konstrukcijos pastatuose apkrovos tenka medžio masyvo arba mediniams pagrindo konstrukcijos elementams.

**Gali būti naudojami medžio masyvo profiliai**, dažniausiai 6–12 cm pločio, rėmo tarpai 14–20 cm. Jei naudojama **klijuota sluoksninė mediena**, pakanka vos 4 cm profilio.



pav. 2: Medinė karkasinė-rėminė konstrukcija (šaltinis: Holka Genossenschaft)

Jei pasirenkamos „I“ formos medinės pagrindo sijos, galimi ir plonesni profiliai. Plonų medinių pagrindo konstrukcinių elementų privalumas tas, jog apkrovą laikančioje konstrukcijoje susidaro mažiau šalčio tiltų. Vis tik medinių pagrindo medžiagų šilumos laidumas didesnis, palyginti su medžio masyvo medžiagomis.

Apskirtai, konstrukcija turėtų būti įrengiama tinklelio principu, kad galima būtų įrengti plakiruotę ir, jei šiltinama, kuo lengviau sumontuoti standartinių matmenų izoliacinių plokščių šiltinimo sluoksnį.



pav. 3: „I“ formos medinės pagrindo sijos (šaltinis: www.dataholz.com, ein Service der Holzforschung Austria)

### Kas yra šilumos laidumas?

Šilumos laidumas yra medžiagos savybė praleisti šilumą, tai yra šiluminės energijos perdavimas.

Kuo šilumos laidumas mažesnis, tuo geresnė termoizoliacija.

Šią savybę apibūdina šilumos laidumo koeficientas ( $\lambda$ ) W/mK.

### 1.2.2 Medinių karkasinių-rėminių konstrukcijų šiltinimo medžiagos

Šiltinimui gali būti parenkama bet kuri izoliacinė medžiaga, kurią techniškai įmanoma įrengti iš anksto pastatytoje medinėje konstrukcijoje. Ypač tinkamos lentjuostės, prisitaikančios prie tinklinės geometrijos ir paslankios nežymiams postūmiams įrengiant. Dar lengviau įrengti purškiamąjį izoliacinį sluoksnį tarp profilių.



pav. 4: Į medinio rėmo sieną įpurškiama celiuliozė (šaltinis: „Isocell GmbH“).

### 1.2.3 Medinių karkasinių-rėminių konstrukcijų tvirtinimas

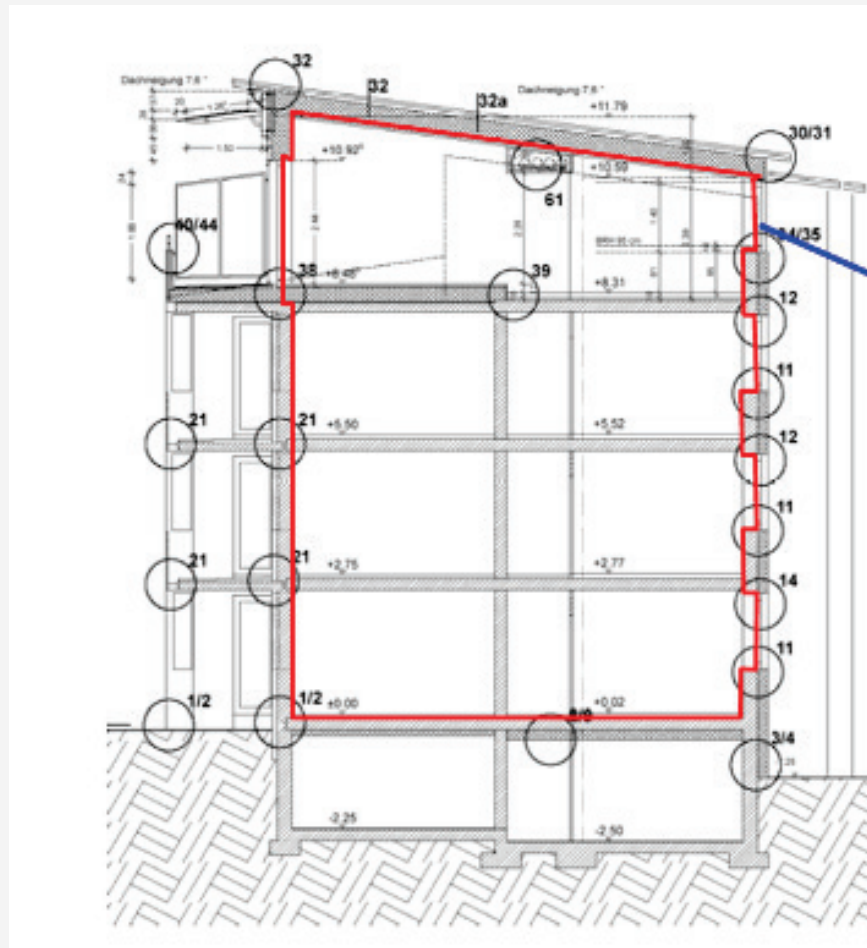
Norint tinkamai įrengti izoliacinį sluoksnį, būtina užtikrinti matmenų nekintamumą, stabilumą, taip pat išvengti izoliacinių medžiagų suspaudimo eksploatuojant, nes taip gali atsirasti nepageidaujimų oro tarpų.

### 1.2.4 Inžinerinių sistemų sluoksnis medinėse karkasinėse-rėminėse konstrukcijose

Pravartu išorėje palikti 3–5 cm storio sluoksnį inžinerinėms sistemoms. Palikus laisvos vietos, įrengiant inžinerines sistemas nepažeidžiamas sandarus sluoksnis, kuris paprastai dengia konstrukcijas, kurioms tenka pagrindinės apkrovos. Inžinerinių sistemų sluoksnis gali būti paruošiamas ir patikrinamas prieš prasidedant inžinerinių sistemų įrengimo darbams. Inžinerinių sistemų sluoksnio izoliacija vyksta sandaraus sluoksnio viduje.

### Kas yra sandarusis sluoksnis?

Sandarusis sluoksnis yra nenutrūkstantis sluoksnis statinyje, įrengtas vidinėje išorės konstrukcijų pusėje. Sandarus, orui nelaidus sluoksnis dengia visą pastatą. Jį be pertrūkių galima nubrėžti pieštuku iki skerspūvio ("pieštuko taisyklė"). Jis dengia šildomą pastato tūrį.



pav. 5: Ištinis pastato sandarusis sluoksnis (šaltinis: Schulze Darup)

Mūriniuose pastatuose sandarusis sluoksnis suformuojamas tinkuojant iš vidaus, mediniuose statiniuose jis gaunamas įrengiant garų barjerą ar garus sulaikančią plėvelę.

#### 1.2.5 Medinių rėminių konstrukcijų apsauga nuo išorės oro sąlygų

Klasikinis būdas, padedantis apsaugoti medinę rėminę konstrukciją nuo aplinkos poveikio, yra fasadinės sistemos (išorės apsauginio sluoksnio) įrengimas. Medžiagų parinkimas priklauso tik nuo architektų, projektuotojų ir projekto vykdytojų pageidavimų.

Alternatyvus sprendimas gali būti papildomo šiltinimo iš išorės sluoksnio įrengimas prie apkrovą laikančios konstrukcijos plakiruotės (žr. pav. 6.).



pav. 6: Medinės karkasinės-rėminės išorinės sienos konstrukcijos schema; viršuje karkasinė-rėminė konstrukcija su vidaus ir išorės plakiruotėmis ir izoliaciniu sluoksniu su tinko paviršiumi; apačioje – vidaus inžinerinių sistemų sluoksnio ir išorės plakiruotės variantas (šaltinis: Schulze Darup).



pav. 7: Iš anksto pagaminami ir surenkami fasado elementai (šaltinis: „Augsburger Holzhaus GmbH“)

### 1.2.6 U koeficiento vertės medinėse karkasinėse-rėminėse konstrukcijose

**Medinė karkasinė-rėminė konstrukcija padeda pasiekti puikių U verčių.** Tokių verčių įmanoma pasiekti esant palyginti plonomis sienoms, nes izoliacinis sluoksnis efektyvus beveik visame sienos paviršiuje. Pasirinkus vakuuminę izoliaciją sienoms šiltinti, 20 cm storio sienos konstrukcija atitinka pasyviojo namo standartus.

### Skaičiavimų pavyzdys

Šie medinės karkasinės-rėminės konstrukcijos U koeficiento vertės skaičiavimai remiasi tipinio pasyviojo namo konstrukcija. 8 % konstrukcijos skerspjūvio sudaro laikančioji konstrukcija, kurios U vertės koeficientas lygus  $0,126 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Neįvertinus medinių elementų, U vertės koeficientas lygus  $0,108 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; jei medienos 15 %, tuomet U vertės koeficientas lygus  $0,143 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Sluoksniai (iš vidaus į išorę)		d	$\lambda$
1. Gipso kartono plokštės		1,50	0,210
2. Lentjuostės	tarp kurių: įrengta izoliacija	3,00	0,130 / 0,035
3. Gipso pluošto plokštės		1,50	0,350
4. Lentjuostės	tarp kurių: izoliacija	28,00	0,130 / 0,035
5. Medžio pagrindo medžiagos		2,00	0,130
6. Oro tarpas lentjuostės	*	3,00	0,000
7. Plakiruotė	*	2,00	0,000
Pataisos koeficientas 1,00	storis [cm]	36,00	U vertė 0,126

pav. 8: Medinės karkasinės-rėminės konstrukcijos išorinės sienos U koeficiento vertės skaičiavimas; apkrovą laikanti medinė konstrukcija sudaro 8 % visos konstrukcijos tankio, ir tai atsispindi skaičiavimuose – neįvertinus medinių elementų, U koeficiento vertė -  $0,108 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; jei mediena sudarytų 15 %, U vertė būtų lygi  $0,143 \text{ W/m}^2\text{K}$ . \* Skaičiavimuose neįvertintos oro cirkuliacija ir plakiruotė.

### 1.3 Medžio masyvo konstrukcijos išorinė izoliacija

#### Medžio masyvo konstrukciją sudaro sienų, stogo ir lubų medžio masyvo elementai.

Pagrindiniai medžio masyvo konstrukcijų privalumai yra šie: palyginti ploni konstrukciniai elementai pasižymi geromis konstrukcinėmis savybėmis, pakankama garso izoliacija, apsauga nuo gaisro ir perkaitimo šiltuoju metų laiku; šio tipo konstrukcijoms įrengti sunaudojama palyginti mažas  $\text{CO}_2$  kiekis, taigi naudingo tarnavimo laiku tokia konstrukcija neprisideda prie klimato kaitos.

Analizuojant šilumos izoliacijos įrengimo galimybes matyti, kad jos panašios į berėmių konstrukcijų su išorės nelaikančiomis atitvaromis ir sudėtinių šilumos izoliacijos sistemų įrengimo galimybes.





pav. 9: Medžio masyvo sienos vakuuminė izoliacija su fasadine nelaikančiąja siena (šaltinis: Variotec, Neumarkt)

### 1.3.1 Medžio masyvo apkrovas laikančios konstrukcijos

**Apkrovas laikančias konstrukcijas** sudaro medžio masyvo arba klijuoti medienos elementai. Sluoksniai arba suklijuojami, arba mechaniškai sujungiami medienos kaiščiais arba metalo jungtimis. **Išdėsčius sluoksnius statmenai, išvengiama medienos brinkimo ir traukimosi**, taigi gaunamas stabilių matmenų elementas.



pav. 10: Medžio masyvo medienos elementai (šaltinis: Bruno Spagolla)

### 1.3.2 Inžinerinių sistemų sluoksnis medžio masyvo konstrukcijoje

Įrengus inžinerinių sistemų sluoksnį išorėje, padidėtų perkaitimas šiltuoju metų laiku, nuo kurio apsaugo vientisa masyvi medžio masyvo siena. Dėl šios priežasties pastatui patartina parinkti tokias inžinerines sistemas, kurioms nebūtina įrengti atskiro sluoksnio, pavyzdžiui, **klojant laidus grindyse arba grindjuostėse**, klojant inžinerines sistemas vidaus apdailos gipskartonio plyšiuose.

### 1.3.3 Medžio masyvo šiltinimas

Atsižvelgus į fizikinius procesus, **izoliaciją** reikėtų įrengti medinės konstrukcijos **išorėje**. Tam tinka tiek išorinė sudėtinė šilumos izoliacijos sistema, tiek nelaikančiosios atitvaros fasadinė sistema. 10 paveikslėlyje galimi šių dviejų sistemų variantai palyginami tarpusavyje. 11 paveikslėlyje apžvelgti U koeficiento vertės skaičiavimai, palyginamos konstrukcijos ir sienų storiai, kad U vertė būtų  $0,125 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

### 1.3.4 Medžio masyvo konstrukcijų tvirtinimas

Sudėtinė šilumos izoliacijos sistema įrengiama **mechaniškai sujungiant**, klijuojant arba sujungimo priemonės derinant su klijavimu, priklausomai nuo įrengiamos sistemos; **bet kuriuo atveju būtina laikytis gamintojų rekomendacijų**.

Fasadinė nelaikančioji atitvara tvirtinama tokiu būdu, koku būtina tvirtinti būtent tokią sistemą. Būtina kuo geriau įrengti šiluminį atskyrimą. Reikia įvertinti apkrovą laikančias konstrukcijas apskaičiuojant U koeficiento vertę. Pavyzdinis medinės konstrukcijos su fasadine nelaikančiąja atitvara skaičiavimas pateiktas toliau.

### 1.3.5 Apsauga nuo aplinkos poveikio berėmėse medinėse konstrukcijose

Galima įrengti tokias pat sistemas kaip ir medinėse rėminėse konstrukcijose: arba tinko sluoksnį ant izoliacijos, arba fasadinę nelaikančiąją atitvarą, kurią įrengiant renkamasi iš plataus išorės apdailos medžiagų asortimento, atsižvelgiant į savininko ar architekto pageidavimus.



pav. 11: Išorinės berėmės medinės konstrukcijos sienos schema; viršuje sudėtinė šilumos izoliacinė sistema tinko paviršiumi; toliau – nelaikančiosios fasadinės atitvaros variantas (šaltinis: Schulze Darup)

### 1.3.6 Berėmės medinės konstrukcijos U koeficiento vertės

Berėmėse medinėse konstrukcijose gana plonomis sienomis pasiekiamos geros U koeficiento vertės.

### U koeficiento vertės skaičiavimų pavyzdžiai

1. Čia nagrinėjamas berėmės medinės konstrukcijos sienos su išorine nelaikančiąja atitvara pavyzdys. Tokio tipo (su oro tarpais ir plakiruote) maždaug 45 cm storio sienos U koeficiento vertė lygi  $0,125 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Darome prielaidą, kad išorinės nelaikančiosios atitvaros konstrukcija medinė. Atitvarinės sienos dalis apkrovą laikančiojoje medinėje konstrukcijoje turi būti kuo mažesnė, o tvirtinimas turi būti parenkamas toks, kad išvengtume šalčio tiltų poveikio arba jį sumažintume.

Sluoksniai (iš vidaus į išorę)	d	$\lambda$
1. Gipso kartono plokštės	1,50	0,210
2. Berėmė medinė siena	12,00	0,130
3. Medinė konstrukcija, viduje: izoliacija	25,00	0,035 / 0,130
4. Minkštos (spygliuočių) medienos pluoštas	2,00	0,045
5. Oro tarpas *	3,00	0,000
6. Plakiruotė *	2,00	0,000
Pataisos koeficientas. 1,00	Storis [cm]	40,50
		U vertė 0,125

pav. 12: U koeficiento vertės skaičiavimas berėmėms medinėms sienoms su medžio pagrindo atitvarinėmis fasado sienomis; atitvarinės sienos dalis apkrovą laikančioje medinėje konstrukcijoje turi būti kuo mažesnė, o tvirtinimas įrengiamas atidžiai, kad būtų sumažintas šalčio tiltų poveikis. Darome prielaidą, kad 5 % sudaro mediena,  $U = 0,125 \text{ W/m}^2\text{K}$ . \* Skaičiavimuose neįvertinta oro cirkuliacija ir plakiruotė.

2. Palyginimui pateikiamas berėmės medinės konstrukcijos su sudėtine išorine šilumos izoliacijos sistema variantas – dažnai ekonomiškai efektyvesnis variantas. Panašioms U vertėms pasiekti prireikia 6 cm plonesnės sienos, o tai ekonomiškai efektyviau, ypač tankiai apgyvendintose vietovėse, nes naudingasis gyvenamasis plotas tipiniame daugiabutyje padidėja 2 %.

Sluoksniai (iš vidaus į išorę)	d	$\lambda$
1. Gipso kartono plokštė	1,50	0,210
2. Berėmė medinė siena	12,00	0,130
3. Izoliacija	24,00	0,035
4. Išorinis tinkas	1,50	0,520
Pataisos koeficientas 1,00	Storis [cm]	39,00
		U vertė 0,124

pav. 13: Berėmės medinės sienos su sudėtine šilumos izoliacijos sistema U koeficiento vertės skaičiavimas (palyginti su ankstesniu skaičiavimu). Nagrinėjamu atveju beveik tokios pat U vertės siena keliais centimetrais plonesnė.

#### 1.3.7 Trumpas ekskursas

Šioje apžvalgoje sugretinami medžio pagrindo ir berėmių konstrukcijų projektavimo aspektai, atliekamas palyginimas, išskiriami konstrukcijų privalumai ir trūkumai.

## Medžio pagrindo konstrukcijos

### Privalumai:

- Mažiau prisideda prie klimato kaitos
- Reikia mažiau pirminės energijos statybos etape, palyginti su berėmėmis konstrukcijomis
- Platesnis izoliacinių medžiagų pasirinkimas skirtingiems modeliams
- Daugiau architektūrinės laisvės fasado dizainui

### Trūkumai:

- Apsauga nuo garso ir gaisro
- Medienos apsauga
- Medinių paviršių ir ypač medžio pagrindo medžiagų aplinkos tarša (emisija)
- Dažnai sudėtingesnis projektavimas
- Aukštos kokybės statybos kaštai didesni

## Berėmės konstrukcijos

### Privalumai:

- Kaštai
- Garso izoliacija (sunkios statybinės medžiagos)
- Apsauga nuo gaisro
- Praktiškai jokios aplinkos taršos iš mineralinių konstrukcinių elementų su mineralinės kilmės tinku ir gruntu
- Didelė savitoji šilumos talpa apsaugai nuo perkaitimo šiltuoju metų laiku

### Trūkumai:

- Pirminės energijos balansas
- Parinkti izoliacines medžiagas sudėtingiau: įprastos polistireno ar mineralinės šiltinimo medžiagos, atsinaujinančios ar visiškai mineralinės kilmės šiltinimo medžiagos taip pat taikomos, bet rečiau dėl didelių kaštų

Be apžvalginės pirmiau pateiktos lentelės, reiktų nepamiršti, kad vertinimas yra tinkamai atliktas tik tuomet, kai atsižvelgta į visą pastato sistemą.

## 2 Izoliacinės sistemos gamybos kokybės kriterijai

### 2.1 Kokybės užtikrinimas projektavimo etape

Energetiškai efektyvūs pastatai turi būti projektuojami visų susijusių profesijų atstovų komandos.

Pavyzdžiui, parenkant izoliacijos sistemą, būtina atsižvelgti į potencialių naudotojų norus ir poreikius, laikytis konstrukcinių reikalavimų ir juos įgyvendinti tinkamais architektūriniais sprendimais. Be to, reikia atsižvelgti į daugybę svarbių techninių ir teisinių aspektų, tarkime, garso izoliacijos, priešgaisrinės saugos, taip pat labai svarbūs ir energetiniai reikalavimai.

Pastatas bus tinkamas naudoti ateityje tik tuomet, jeigu šilumos izoliacija jame įrengta kokybiškai. Su tokia šilumos izoliacija susijusi ne vien U vertė, kuri šiuo metu nerekomenduojama didesnė nei  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ , bet ir sandarumas bei šalčio tiltų poveikio mažinimas arba šalinimas – visa tai reiktų numatyti pradinuose projektavimo etapuose. Kuo paprastesnis dizainas ir kuo paprastesnė konstrukcija, kuo mažiau persipina skirtingos sritys (architektūra, statyba, energetika ir pan.), tuo pastato statyba ekonomiškesnė.

**Siekiamas tikslas turėtų būti paprastos sistemos, kurias nesunkiai galėtų įrengti profesionalūs darbininkai ir kurioms kuo mažiau reiktų priežiūros naudingo tarnavimo laikotarpiu.**

## 2.2 Kokybės užtikrinimas statybos metu

Jei planavimo etape buvo atsižvelgta į pirmiau išvardytus aspektus ir tai buvo aiškiai aprašyta atitinkamuose dokumentuose, rangovo pareiga yra atlikti būtinus darbus kuo tiksliau.

**Dėl šios priežasties kuo ankstesniame statybos etape svarbu smulkmeniškai viską išsiaiškinti ir sutarti dėl menkiausių detalių, ypač kai persipina skirtingos sritys.** Jei rangovo tikslai ir užduotys išsiaiškinami iš pat pradžių, tuomet bus išvengta nesusipratimų statybos etape.

Vis tik rangovas yra įsipareigojęs kiekvienam darbininkui statybvietėje išaiškinti jam pavestas užduotis, supažindinti su naujausiomis technologijomis ir, esant būtinybei, tinkamai apmokyti su jomis dirbti. Derėtų pasinaudoti energetikos, pramonės, amatų, verslo ir pan. asociacijų organizuojamais kursais.

Architektas valdo statybvietę užtikrindamas, kad užduotys būtų nuolatos koordinuojamos tarpusavyje, taip pat stebi, ar darbai atlikti nepriekaištingai, be trūkumų. Nuolatinis lankymasis statybvietėje gyvybiškai svarbus, kaip ir tarpinės ir galutinės darbų priėmimo procedūros.

## 2.3 Sandarumas, nelaidumas orui

**Atliekant namų sandarumo testą pasyviojo namo standartui užtikrinti reikia, kad  $ACH_{50}$  vertė nebūtų didesnė kaip  $0,6 \text{ 1/h}$ .**

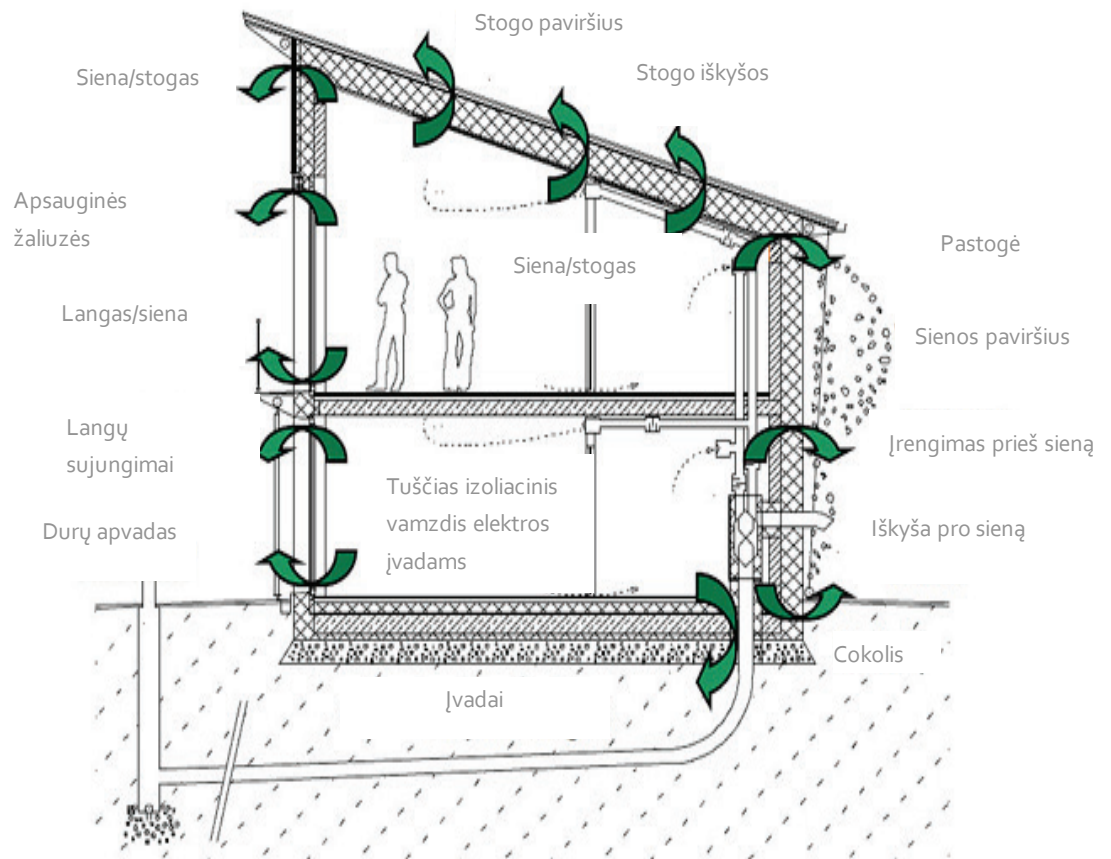
**Tik pradėjus projektuoti** pastatą būtina numatyti ir atsižvelgti į **sandarų sluoksnį**, kurį įrengti būtina itin kruopščiai, prieš tai atidžiai suplanavus.

**Medinėse karkasinėse-rėminėse konstrukcijose sandarus sluoksnis dažniausiai įrengiamas plakiruote arba garų barjeru apkrovą laikančios sistemos viduje.**

**Berėmėse medinėse konstrukcijose jis įrengiamas medžio masyvo sluoksnio vidinėje pusėje.**

**Berėmėse išorinėse sienose sandarus sluoksnis įrengiamas kaip vidaus tinko sluoksnis, o sandarikliai sukuriama vidaus tinko sluoksnio sprendimu.**

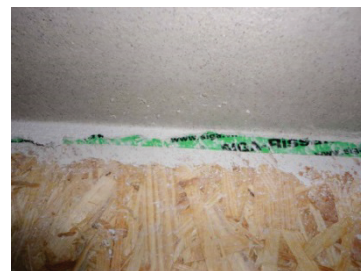
Toliau pateiktoje schemoje vaizduojamos pažeidžiamos sandaraus sluoksnio vietos (pastato konstrukcinių elementų sandūros ir sankirtos).



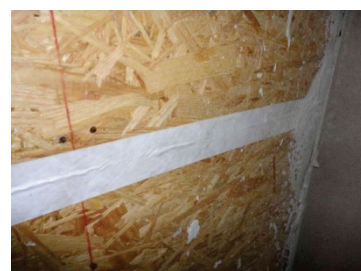
pav. 14: Pasyviojo namo pjūvis su pažymėtomis probleminėmis sandaraus sluoksnio vietomis (šaltinis: Schulze Darup, PHS 2.1 skaidrė, psl. 20, adaptuota)



pav. 15: Sandarumo praradimo įvertinimas vietoje, kurioje sija kerta stogą (šaltinis: Schulze Darup).



pav. 16: Sandari jungtis tarp medinės sienos ir pirmojo aukšto lubų (šaltinis: Schulze Darup)



pav. 17: Sandarusis sluoksnis medinėje konstrukcijoje (šaltinis: Schulze Darup)

## Vaizdo įrašas apie sandarų pastatą:

<https://www.youtube.com/watch?v=Sg-IsaMmqDQ>

### 2.4 Šalčio tiltų poveikio mažinimas

Silpnesnės šilumos apsaugos vietos, palyginti su vidutiniu šilumos perdavimo koeficientu, išoriniuose konstrukcijos elementuose yra vadinamos šalčio (literatūroje galima rasti vadinant ir „šilumos“) tiltais. Šias vietas būtina iširti šilumos nuostolių požiūriu. Skirtumas yra šalčio tilto nuostolio koeficientas ( $\Psi$ ), kurio vertė matuojama W/mK.

Šalčio tiltų atsiradimo rizika didesnė kampuose, iškyšose. Net jeigu kampai tinkamai izoliuojami tokiu pat kaip ir visur kitur termoizoliaciniu sluoksniu, atsiranda „neigiamas“ šalčio tilto poveikis.

Taip šiek tiek padidėja šilumos nuostoliai per išorės konstrukcinius elementus skaičiavimuose.

Vidaus kampuose visada stebimas šalčio tilto poveikis dėl geometrijos.

Norint sumažinti šalčio tiltų poveikį aplink langus, reikia kuo daugiau storinti izoliacinį sluoksnį aplink lango rėmą.

### 2.5 Papildomi kokybės kriterijai

**Priklausomai nuo konstrukcijos tipo, būtina atsižvelgti į šias papildomas pastabas:**

#### **Medinės karkasinės-rėminės konstrukcijos:**

Skaičiuojant U vertę pirmiausia reikia įvertinti, kokią dalį mediena, o kokią izoliacija užima bendroje konstrukcijoje. Taip pat skaičiavimuose reikia atsižvelgti į šalčio tiltų poveikį cokolyje, lubų sankirtose, stogo perėjimuose ir, jei taikoma, vidinių sienų sankirtose.

#### **Berėmės medinės konstrukcijos, šiltintos iš išorės:**

Jei šilumos izoliacija įrengta iš išorės, susikertantys konstrukciniai elementai paprastai nesukuria šalčio tiltų. Cokolio ir stogo sankirtos dažniausiai įvertinamos šilumos srauto skaičiavimuose dėl neigiamo šalčio tilto poveikio, dėl išorės kampų geometrijos. Izoliacinio sluoksnio iškyšos, kaip antai ankerio šalčio tilto vieta, nepageidautini.

#### **Išorinių sienų konstrukcija su sudėtine termoizoliacine sistema (ISTS):**

Kas dėl šalčio tilto poveikio, ši konstrukcija panaši į berėmę medinę konstrukciją: vidinių sienų ir lubų sankirtose šalčio tiltų nėra; taip pat problemų nekyla ir išoriniuose kampuose, jei tik izoliacinis sluoksnis dengia juos visu storiu. Siekiant išvengti šalčio tiltų poveikio buvo sukurtos sistemos, kuriose konstrukciniai elementai tvirtinami sienos išorėje; į tai taip pat derėtų atsižvelgti įvertinant šalčio tiltus balanse.

#### **Išorinės sienos konstrukcija su išorės nelaikančiąja atitvara:**

Iš esmės taikytina tas pats, kas ir išorinės sienos konstrukcijai su ISTS. Tačiau, kadangi apkrovą laikantis karkasas laiko ir išorės nelaikančiąją atitvarą, tai derėtų įvertinti U skaičiavimuose. Iš kitos pusės, pritvirtinti lengvasvorius konstrukcinius elementus fasade nėra sudėtinga, nes juos galima pritvirtinti prie apkrovą laikančio karkaso. Šalčio tilto vietas dėl konstrukcinių prasiskverbimų būtina įvertinti atskirai.

### **Viengubos išorinės sienos konstrukcija:**

Visi konstrukciniai elementai, kurių šiluminio laidumo koeficientai skirtingi, turi būti įtraukti į šalčio tiltų įvertinimo balansą, jei jie kirs išorės sieną. Tai taikytina luboms dėl būtino apkrovos perdavimo ir sienoms dėl garso izoliacijos reikalavimų. Kita vertus, cokolio ir stogo sandūros dažniausiai gali būti įrengiamos su neigiamais šilumos perdavimo koeficientais, taigi jie gaus nedidelį priedą energetiniame balanse.

### **Dvigubos išorinės sienos konstrukcija:**

Iš esmės šiai konstrukcijai taikytini tie patys reikalavimai kaip ir išorinės sienos konstrukcijai su išorės nelaikančiąja atitvara.



### 3 Paveikslų sąrašas

pav. 1: Medinės karkasinės-rėminės konstrukcijos pavyzdys (šaltinis: Holzbau Henz GmbH).....	3
pav. 2: Medinė karkasinė-rėminė konstrukcija (šaltinis: Holka Genossenschaft).....	4
pav. 3: „I“ formos medinės pagrindo sijos (šaltinis: www.dataholz.com, ein Service der Holzforschung Austria) .....	4
pav. 4: Į medinio rėmo sieną įpurškiama celiuliozė (šaltinis: „Isocell GmbH“).....	5
pav. 5: Ištinis pastato sandarusis sluoksnis (šaltinis: Schulze Darup).....	6
pav. 6: Medinės karkasinės-rėminės išorinės sienos konstrukcijos schema; viršuje karkasinė-rėminė konstrukcija su vidaus ir išorės plakiruotėmis ir izoliaciniu sluoksniu su tinko paviršiumi; apačioje – vidaus inžinerinių sistemų sluoksnio ir išorės plakiruotės variantas (šaltinis: Schulze Darup). ....	7
pav. 7: Iš anksto pagaminami ir surenkami fasado elementai (šaltinis: „Augsburger Holzhaus GmbH“)7	
pav. 8: Medinės karkasinės-rėminės konstrukcijos išorinės sienos U koeficiento vertės skaičiavimas; apkrovą laikanti medinė konstrukcija sudaro 8 % visos konstrukcijos tankio, ir tai atsispindi skaičiavimuose – neįvertinus medinių elementų, U koeficiento vertė - 0,108 W/m <sup>2</sup> K; jei mediena sudarytų 15 %, U vertė būtų lygi 0,143 W/m <sup>2</sup> K. * Skaičiavimuose neįvertintos oro cirkuliacija ir plakiruotė.....	8
pav. 9: Medžio masyvo sienos vakuuminė izoliacija su fasadine nelaikančiąja siena (šaltinis: Variotec, Neumarkt).....	9
pav. 10: Medžio masyvo medienos elementai (šaltinis: Bruno Spagolla).....	9
pav. 11: Išorinės berėmės medinės konstrukcijos sienos schema; viršuje sudėtinė šilumos izoliacinė sistema tinko paviršiumi; toliau – nelaikančiosios fasadinės atitvaros variantas (šaltinis: Schulze Darup).....	10
pav. 12: U koeficiento vertės skaičiavimas berėmėms medinėms sienoms su medžio pagrindo atitvarinėmis fasado sienomis; atitvarinės sienos dalis apkrovą laikančioje medinėje konstrukcijoje turi būti kuo mažesnė, o tvirtinimas įrengiamas atidžiai, kad būtų sumažintas šalčio tiltų poveikis. Darome prielaidą, kad 5 % sudaro mediena, U – 0,125 W/m <sup>2</sup> K. * Skaičiavimuose neįvertinta oro cirkuliacija ir plakiruotė. ....	11
pav. 13: Berėmės medinės sienos su sudėtinė šilumos izoliacijos sistema U koeficiento vertės skaičiavimas (palyginti su ankstesniu skaičiavimu). Nagrinėjamu atveju beveik tokios pat U vertės siena keliais centimetrais plonesnė. ....	11
pav. 14: Pasyviojo namo pjūvis su pažymėtomis probleminėmis sandaraus sluoksnio vietomis (šaltinis: Schulze Darup, PHS 2.1 skaidrė, psl. 20, adaptuota) .....	14
pav. 15: Sandarumo praradimo įvertinimas vietoje, kurioje sija kerta stogą (šaltinis: Schulze Darup). 14	
pav. 16: Sandari jungtis tarp medinės sienos ir pirmojo aukšto lubų (šaltinis: Schulze Darup).....	14
pav. 17: Sandarusis sluoksnis medinėje konstrukcijoje (šaltinis: Schulze Darup) .....	14

## 4 Atsakomybės apribojimas

Išleista:



e-genius – Verein zur Förderung und Entwicklung offener Bildungsmaterialien im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich

Postfach 16  
1082 Vienna  
Austria  
Email: info(at)e-genius.at

Projekto vadovas:  
Dr. Katharina Zwiauer  
Email: katharina.zwiauer(at)e-genius.at

Autoriai ir pritaikymas mokymo tikslams: Dr. Burkhard Schulze Darup, Dr. Katharina Zwiauer, Magdalena Burghardt, MA

Maketavimas: Magdalena Burghardt, MA

Šis mokymo modulis parengtas bendradarbiaujant su:

VšĮ Vilniaus statybininkų rengimo centru  
Laisvės pr. 53, Vilnius 07191  
<http://www.vsrc.lt>

2015 m. rugpjūčio mėn.

Šis modulis finansuojamas remiant Europos Komisijai. Šis leidinys atspindi tik autoriaus požiūrį, todėl Komisija negali būti laikoma atsakinga už bet kokį jame pateikiamos informacijos naudojimą.



Mokymo medžiaga parengta remiantis projekto „Building of Tomorrow“ rezultatais.



## Teisinė informacija

Šiam moduliui suteikta Creative Commons licencija:



[Creative Commons Priskyrimas - Nekomercinis platinimas - Jokių išvestinių darbų 4.0 Tarptautinė licencija.](#)

### Jūs galite:

- **Dalintis** — kopijuoti ir platinti medžiagą bet kioje terpėje arba kitu formatu

Licencijuotojas negali atšaukti šių laisvių, jei jūs laikotės licencijos sąlygų.

### Šiomis sąlygomis:

- **Priskyrimas** — Privalote nurodyti autorystę, įdėti nuorodą į licenciją bei nurodyti, ar yra pakeitimų. Galite tai atlikti bet koku racionali būdu, bet joki būdu nesudarant įspūdžio, kad licencijuotojas palaiko jus ar kaip kūrinys naudojamas.
- **Nekomercinis** — Negalite naudoti medžiagos komerciniais tikslais.
- **Jokių išvestinių darbų** — Jei remksuojate, perdirate ar kuriate šios medžiagos pagrindu, negalite platinti pakeistos medžiagos.

**Jokių papildomų apribojimų** — Negalite taikyti teisinių sąlygų ar technologinių priemonių, kurios teisiškai apribotų kitus galimybes daryti tai, ką licencija leidžia.

### Priskyrimas e-genius kaip autorinių teisių turėtojui:

Tekstai: mokymo skyriaus autoriai, leidimo metai, mokymo skyriaus pavadinimas, leidėjas:  
Verein e-genius, [www.e-genius.at/lt](http://www.e-genius.at/lt)

Iliustracijos: priskyrimas autorinių teisių turėtojui, e-genius – [www.e-genius.at/lt](http://www.e-genius.at/lt)

### Atsakomybės neprisiėmimas:

Visas „e-genius“ platformos turinys buvo kruopščiai patikrintas. Tačiau mes neteikiame jokių garantijų dėl turinio teisingumo, išsamumo, aktualumo ar prieinamumo. Leidėjas neprisiima jokios atsakomybės dėl žalos ir nuostolių, patirtų dėl turinio naudojimo ar pritaikymo. Pateiktas „e-genius“ turinys nepakeičia specialisto rekomendacijų ir negali būti traktuojamas kaip teikiama garantija.

„e-genius“ yra nuorodų į trečiųjų asmenų svetaines. Nuorodos nukreipia į (kitų asmenų) nuomones ir nuostatas, tačiau tai nereiškia, kad tokiose svetainėse pateikiamas turinys yra patvirtintas. „e-genius“ leidėjas neprisiima jokios atsakomybės už svetainėse, į kurias nuorodos pateikiamos, skelbiamą turinį. Tai galioja ir laisvai prieinamam, ir pagal atskiras užklauso nuorodas pateikiamam turiniui. Pateiktų nuorodų svetainėse jų turinio savininkai neskelbia neteisėto turinio, tačiau jei paaiškėtų, jog ši nuostata yra pažeista, elektroninė nuoroda pagal galiojančius teisės aktus būtų nedelsiant pašalinta.

Trečiųjų asmenų skelbiamas turinys yra aiškiai pažymėtas kaip toks. Jei būtų pažeistos autorių teisės, prašytumėme mums apie tai atskirai pranešti. Sužinoję apie bet kokius tokius pažeidimus, turinį nedelsdami pašalinsime arba atitinkamai pakoreguosime.

Nuoroda į atvirojo turinio platformą: <http://www.e-genius.at/lt>