

Didelę anksčiau statytų Lietuvoje gyvenamųjų namų dalį (kaip ir daugiabučių, taip ir individualių) sudaro energiniu požiūriu neefektyvūs pastatai. Būstų savininkams tai ne tik didelė finansinė našta dėl vis didėjančių energijos kaštų, bet dažnai ir netinkamas gyvenamųjų patalpų mikroklimatas.

Kita vertus, visame pasaulyje gamtos ir klimato apsauga yra vienas svarbiausių šio laikmečio uždavinių. Daugiau kaip 40% bendro energijos poreikio Europos Sąjungoje sudaro energija suvartojama gyvenamųjų pastatų ir paslaugų sektoriuje.

Abu uždavinius galima sėkmingai spręsti renovuojant senus pastatus, nes tinkamai apšiltinti pastatai sunaudoja iki 70% mažiau energijos.

Šioje brošiūroje pateikiame galimus pastatų apšiltinimo būdus, tam skirtas mineralinės vatos termoizoliacines medžiagas, atskirų konstrukcijų šiluminius skaičiavimus ir kt. Leidinį nuolat atnaujinsime ir papildysime.

Tikimės, kad siūlomi sprendimai ir rekomendacijos bus naudingi projektuotojams, statybininkams ir individualiems statytojams.

UAB „Saint-Gobain Statybos Gaminiai“

**TURINYS**

1. Bendra informacija	
1.1. Mineralinės izoliacinės medžiagos .....	3
1.2. Bendrieji šilumos izoliacijos įrengimo principai ir rekomendacijos .....	4
1.3. Terminai. Skaičiavimo metodai .....	4
2. Išorės atitvarų renovacija	
2.1. Sienų šiltinimas su lakštinių medžiagų apdaila (vėdinama konstrukcija) .....	6
2.2. Apšiltinimas naudojant medinį karkasą (vėdinama konstrukcija) .....	10
2.3. Apšiltinimas vienasluoksne šilumos izoliacija (vėdinama konstrukcija).....	14
2.4. Rąstinių sienų šiltinimas (vėdinama konstrukcija) .....	16
2.5. Sienų šiltinimas su plono sluoksnio tinko apdaila (nevėdinama konstrukcija) .....	18
2.6. Sienų šiltinimas iš vidaus (nevėdinama konstrukcija).....	19
2.7. Šlaitinio stogo renovacija (informacija ruošiamą) .....	
2.8. Sutapdinto stogo renovacija (informacija ruošiamą) .....	
2.9. Cokolio šiltinimas (informacija ruošiamą) .....	
3. Vamzdynų šiltinimas (informacija ruošiamą) .....	
4. Garso izoliacija (informacija ruošiamą) .....	
5. ISOVER, ISOTEC, ECOPHON, STYROFOAM	
gaminių techninės charakteristikos .....	22
Literatūra .....	24

## 1. BENDRA INFORMACIJA

### 1.1. Mineralinės izoliacinės medžiagos

Mineralinė vata - bendras neorganinių pluoštinių medžiagų pavadinimas. Pagal gamybai naudojamą žaliavą mineralinė vata skirstoma į stiklo, akmens ir šlako vatą (Lietuvoje naujose statybose šlako vata nenaudojama daugiau kaip dešimtmetis).

Skirtingas pluoštinimo procesas ir žaliavos suteikia vatoms šiek tiek skirtingas savybes: stiklo vata yra elastingesnė, lengvesnė, negu akmens ar šlako vata. Šios savybės, yra privalumas izoliuojant karkasines medžio ir metalo konstrukcijas: karkasinių namų sienas, medines grindis, šlaitinius stogus, gipso kartono pertvaras ir kt.

Elastinga stiklo vata pilnai užpildo visą izoliuojamą ertmę, nepalikdama plyšių, net ir jei nuo drėgmės medinis karkasas kažkiek deformuojasi.

Pagrindinė termoizoliacinių medžiagų charakteristika - šilumos laidumo koeficientas  $\lambda$ , W/(mK). Kuo šilumos laidumo koeficientas mažesnis, tuo geresnė izoliacinė medžiaga. Pagal mineralinių vatų standartą LST EN 13162 ir CE ženklavimo taisyklės visų statybinės izoliacijos gaminių etiketėse nurodomas deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas  $\lambda_D$ .

***Vertinant skirtingas termoizoliacines medžiagas, svarbu kaip jos atitinka savo paskirtį, t.y. izoliuoja šilumą, garsą, atlaiko apkrovas ir kt. Svarbios charakteristikos yra šilumos laidumo koeficientas, akustinės savybės (dinaminis standumas, sugertis), atsparumas apkrovoms, medžiagos degumo klasifikacija, oro laidumas. Todėl tinkamos medžiagos visų pirma turi būti parenkamos pagal šias charakteristikas, bet ne medžiagos tankį (svorį).***

Minėtame mineralinių vatų standarte, CE ženklavimo taisyklėse charakteristikos „tankis“ ar „svoris“ nėra. Mažesnis svoris gali būti aktualus logistikai (transportavimas, krovos darbai ir pan.), kai reikalinga palengvinti konstrukcijas – tai visuomet pageidautina, dažnai yra didžiulis privalumas (didelio ploto stogai ant profiliuotų skardos lakštų, laivų statyba ir kt.), bet tuomet tikslinga rinktis mažesnio tankio, lengvesnę stiklo vatą.

Ir stiklo, ir akmens vata yra nedegūs gaminiai. Kaip taisyklė, abi medžiagos klasifikuojamos A1 (dažniausiai be dangos) arba A2-s1,d0 degumo klasės pagal Europinę klasifikaciją. Medžiagų degumo klasifikacija (Euroklasė) nurodoma visų mineralinės vatos gaminių etiketėse.

Skirtingos yra šių medžiagų lydymosi temperatūros: akmens vata pradeda lydėtis prie  $\approx +1100^\circ\text{C}$ , stiklo vata  $\approx +680^\circ\text{C}$ . Bendru atveju, stiklo ir akmens vatos statybinės izoliacijos gaminių maksimali darbinė temperatūra yra vienoda  $+250^\circ\text{C}$ . Taip yra todėl, kad rišiklis abiejose medžiagose pradeda skaidytis ir garuoti esant  $\approx +180^\circ\text{C}$ , o temperatūrai pasiekus  $+250^\circ\text{C}$ , rišiklis visai išgaruoja.

Nei stiklo, nei akmens vata normaliomis sąlygomis drėgmės iš oro neįgeria. Vanduo izoliacijoje gali kauptis tuo atveju, kai stumiamas jėga, neteisingai įrengta garo izoliacija ar visa konstrukcija, garo izoliacijai parinktos netinkamos medžiagos.

Patys mineralinės vatos gaminiai garsą izoliuoja nedaug (puikiai jį sugeria), tačiau yra itin efektyvus užpildas garsą izoliuojančiose konstrukcijose. Gipso kartono ar daugiasluoksnėse mūro pertvarose

naudojami lengvi statybinės izoliacijos gaminiai (plokštės KL-37, KL-35, dembliai KT-40TWIN). Apkrovas laikančios specialios plokštės (OL-A, OL-P, ORSIL N, FLO) skirtos tarpaukštinių perdangų oro ir smūgio garso izoliacijai.

*Dinaminis standumas  $s'$  MN/m<sup>3</sup> ir oro varža  $r$ , kPa\*s/m<sup>2</sup>* yra mineralinės vatos savybės parodančios tinkamumą oro ir/ar smūgio garso izoliacijai. Kuo mažesnis dinaminis standumas, tuo gaminys garsą izoliuoja geriau. Optimali oro varžos reikšmė yra 5-8 kPa\*s/m<sup>2</sup> ( $\approx 10-17\text{kg/m}^3$  stiklo vatos plokštės/dembliai). Gipso kartono pertvarose didelis izoliacinės medžiagos tankis (ir standumas) ne tik nepagerina, bet gali pabloginti pertvaros garso izoliacines savybes, deformuoti konstrukciją. Tai aktualu, kai pilnai užpildytose pertvarose numatyta išvedžioti įvairią instaliaciją (elektros ar kompiuterių tinklų kanalus, vamzdynus ir pan.). Dažnai dėl šios priežasties gipso kartono pertvaros su palyginti didelio tankio vata užpildomos nepilnai. Žinoma, tokios nepilnai užpildytos konstrukcijos garso izoliaciniai rodikliai yra blogesni.

## 1.2. Bendrieji šilumos izoliacijos įrengimo principai ir rekomendacijos

- *Konstrukcijos išorinė dalis turi būti pakankamai sandari, kad į ją nepakliūtų lietaus vanduo. Vėdinamose konstrukcijose tarp išorinės apdailos ir vėjo/šilumos izoliacijos turi būti įrengtas oro tarpas (ir užtikrinamas oro judėjimas), kad pro išorinę apdailą prasiskverbęs vanduo ir kita drėgmė būtų pašalinama.*
- *Vėdinamose konstrukcijose pagrindinis šilumos izoliacijos sluoksnis (lengvos mineralinės vatos plokštės/rulonai) turi būti apsaugotas vėjo izoliacija.*
- *Vėdinamose konstrukcijose metalo profilių įtakai sumažinti rekomenduojama mineralinės vatos vėjo izoliacines plokštes montuoti ant profilių, naudoti specialius termoprofilius, karkaso laikiklius prie masyvių sienų tvirtinti per izoliacines tarpines.*
- *Šlaitiniuose, sutapdintuose stoguose, karkasinių namų išorės sienose ir kitose panašiose konstrukcijose šiltojoje šilumos izoliacijos pusėje turi būti montuojamas sandarus garo izoliacijos sluoksnis, kuris neleistų vandens garams skverbtis į konstrukciją. Garo izoliacija turi būti vientisa, rūpestingai įrengiama siūlės: perdengiamos ne mažiau kaip 100-150 mm, kitu atveju siūlės turi būti klijuojamos ar sandarinamos lipnia juosta. Izoliacinį sluoksnį kertančių vamzdžių ir garo izoliacijos susikirtimo vietos sandarinamos lipnia juosta. Garo izoliacinės medžiagos parenkamos priklausomai nuo konstrukcijos.*
- *Vėdinamose konstrukcijose (karkasinės sienos, šlaitiniai stogai ir pan.) garo izoliaciją galima įrengti tarp dviejų šilumos izoliacijos sluoksnių laikantis taisyklės: išorinis izoliacijos storis yra tris kartus storesnis nei vidinis.*
- *Vėdinamose konstrukcijose galioja taisyklė: vidinės konstrukcijos turi būti penkis kartus mažiau laidžios garui už išorines. Tai reiškia, kad vėjo izoliacijai negalima naudoti garui nelaidžių ar mažai laidžių medžiagų.*
- *Įrengiant šilumos izoliaciją iš dviejų sluoksnių, sluoksnių siūlės turi persidengti.*
- *Tarp izoliacinių medžiagų negalima palikti tarpų. Jeigu tarpai yra, juos reikia užpildyti mineraline vata, negalima užpurkšti putomis. Neleistina izoliacinių medžiagų keturių kampų sandūra.*
- *Izoliacinė medžiaga turi pilnai, su nedidele įvarža, užpildyti karkaso ertmę. Rekomenduojama, kad medžiagos plotis būtų 10-20mm didesnis nei ertmė. Metaliniam karkasui (žingsnis 600mm) naudojamos medžiagos kurių plotis yra 610mm; mediniam (žingsnis 600mm, 50mm storio karkaso elementai) yra skirtos 565mm pločio izoliacinės medžiagos.*

## 1.3. Terminai. Skaičiavimo metodai

**Deklaruojamasis šilumos laidumo koeficientas  $\lambda_D$ ,  $W/(m \cdot K)$**  – statybinės medžiagos šilumos laidumo koeficiento tikėtina vertė. Termoizoliacinėms medžiagoms privalomai pateikiama EC atitikties deklaracijose, nurodoma ant medžiagos pakuotės.

**Projektinis šilumos laidumo koeficientas  $\lambda_{ds}$ ,  $W/(m \cdot K)$**  – izoliacinės medžiagos šilumos laidumo koeficiento vertė normaliomis eksploataavimo sąlygomis, atsižvelgiant į montavimo vietą, būdą.

**Šiluminė varža  $R$ ,  $m^2 \cdot K/W$**  – temperatūrų skirtumas,  $K$ , tarp medžiagos sluoksnio paviršių, kuriam esant susidaro vienietinis šilumos srauto tankis  $W/m^2$ .

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

**Terminiškai vienalytis sluoksnis** – sluoksnis, kurio šiluminiai parametrai bet kuria kryptimi nekinta.

Atskirų sluoksnių šiluminės varžos, atitvaros šilumos perdavimo koeficientai apskaičiuojami pagal STR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“.

1. Terminiškai vienalyčio sluoksnio šiluminė varža  $R$ ,  $m^2 \cdot K/W$  :

$$R = \frac{d}{\lambda_{ds}}$$

čia:  $d$  – sluoksnio storis, m;

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

2. Atitvarų iš termiškai vienalyčių sluoksnių suminė šiluminė varža  $R_s$ ,  $m^2 \cdot K/W$ :

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

čia:  $R_1, R_2, \dots, R_n$  – atskirų atitvaros sluoksnių šiluminės varžos;  
 $R_g$  – nevedinamo oro tarpo šiluminė varža (reglamento 1.3, 1.4 lentelės)  
 $R_q$  – plono sluoksnio (plėvelės) šiluminė varža (reglamento 1.6 lentelė);  
 $R_u$  – nešildomos pastogės šiluminė varža (reglamento 1.5 lentelė).

3. Atitvarų visuminė šiluminė varža  $R_t$ ,  $m^2 \cdot K/W$ , apskaičiuojama:

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se};$$

čia:  $R_{si}$  – atitvaros vidinio paviršiaus šiluminė varža,  $m^2 \cdot K/W$  (reglamento 1.1 lentelė);  
 $R_{se}$  – atitvaros išorinio paviršiaus šiluminė varža,  $m^2 \cdot K/W$  (reglamento 1.1, 1.2 lentelės).

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

$$U = 1/R_t$$

5. Projektinės medžiagų šilumos laidumo koeficiento vertės  $\lambda_{ds}$  apskaičiuojamos pagal STR 2.01.03:2003 „Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių techninių dydžių deklaruojamosios ir projektinės vertės“:

$$\lambda_{ds} = \lambda_D + \Delta\lambda_w + \Delta\lambda_{cv}$$

čia:  $\lambda_D$  – deklaruojamoji šilumos laidumo koeficiento vertė,  $W/(m \cdot K)$ ;  
 $\Delta\lambda_w$  – pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijose,  $W/(m \cdot K)$ , reglamento 4, 5 ir 6 lentelės;  
 $\Delta\lambda_{cv} = \lambda_D \cdot K_{cv}$  – pataisa dėl šiluminės konvekcijos poveikio. Pataisa dėl vidinės šilumos konvekcijos medžiagoje ir/arba termoizoliacinio sluoksnio plyšiuose tarp termoizoliacinių gaminių, taip pat tarp termoizoliacinių gaminių ir juos ribojančių paviršių;  
 $K_{cv}$  – šilumos konvekcijos poveikio koeficientas (reglamento 7 lentelė).

Šio koeficiento vertė priklauso nuo konstrukcijos vėdinimo intensyvumo, vėjo izoliacijos sluoksnio orinio laidžio  $K$  vertės, termoizoliacinio sluoksnio įrengimo būdo ir šio sluoksnio medžiagos oro laidumo koeficiento  $l$ , nustatomo pagal ISO 9053:1991 (reglamento 8 lentelė).

### Terminiškai nevienalyčiai sluoksniai (atitvara)

Kai termoizoliacinės medžiagos yra montuojamos tarp metalinio ar medinio karkaso elementų - terminiškai nevienalytis sluoksnis, - būtina įvertinti karkaso įtaką. Detalūs skaičiavimo metodai pateikiami STR 2.05.01:2005 12 punkte (LST EN ISO 6946 „Statybiniai komponentai ir elementai. Šiluminė varža ir šilumos perdavimas. Apskaičiavimo metodas“).

Dažnai terminiškai nevienalyčių konstrukcijų skaičiavimai yra ganėtinai sudėtingi. Kad leidinys būtų suprantamas ir mažiau patirties turintiems vartotojams, skaičiavimo pavyzdžiuose pateikiame supaprastintus skaičiavimo būdus pagal STR 2.01.09:2005 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“ 3 priedą, Aplinkos ministerijos rekomendacijose R 40-02 ar termo profilių gamintojų pateikiamas nevienalyčių sluoksnių varžų (šilumos laidumo koeficientų) vertes.

Kai termoizoliacinį sluoksnį kerta metalinės jungtys (metaliniai ryšiai, karkaso tvirtinimo detalės ir pan.), jungiančios atitvaros vidaus ir išorės sluoksnius, atitvaros šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuojamas pagal STR 2.05.01:2005 14 punktą arba metalinių jungčių įtaka įvertinamą pagal STR 2.01.09:2005 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“ 3 priedo 3.1 formulę.

## 2. IŠORĖS ATITVARŲ RENOVACIJA

### SIENŲ RENOVACIJA

Renovuojant pastato sienas, šiluminiu-fizikiniu požiūriu geriausias sprendimas yra jas apšiltinti iš išorės. Priklausomai nuo naudojamos apdailos naudojamos dvi pagrindinės išorinių sienų šiltinimo sistemos:

- ventiliuojamas fasadas su apdaila iš surenkamų lakštinių medžiagų ar elementų;
- fasadas su plono tinko apdaila (išorinės tinkuojamos sudėtinės termoizoliacinės sistemos).

Šilumos izoliacijos storis parenkamas pagal esamos sienos šilumos varžą R (šilumos perdavimo koeficientą U)

#### 2.1. SIENŲ ŠILTINIMAS SU LAKŠTINIŲ MEDŽIAGŲ APDAILA (VĒDINAMA KONSTRUKCIJA)

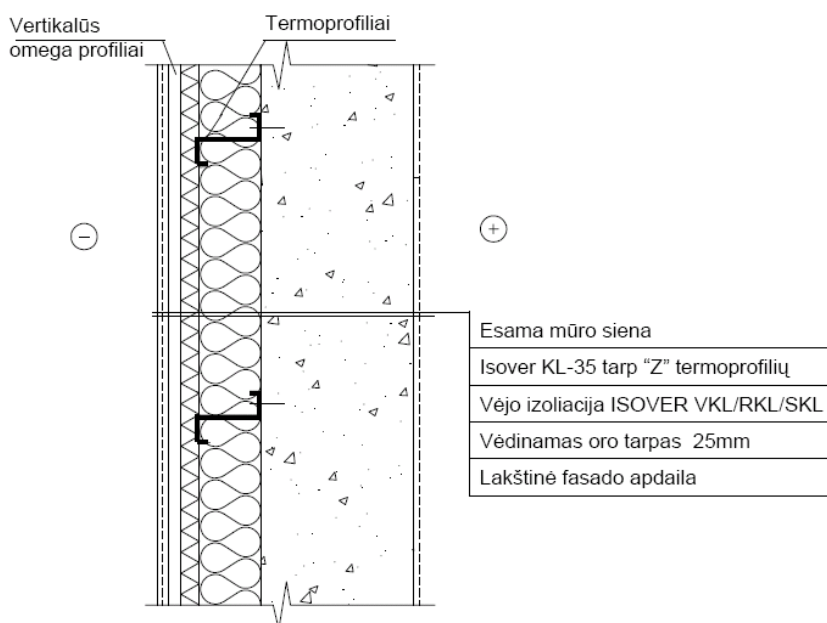
Šiluminiu ir eksplotavimo požiūriu itin efektyvus apšiltinimo būdas, naudojamas ir naujoje statyboje, ir vykdant renovacijos darbus:

- Sukuria palankų pastato temperatūrinį režimą. Puikiai sulaiko šilumą žiemos metu ir apsaugo nuo karščio vasarą.
- Apsaugo pastato konstrukcijas nuo neigiamo atmosferos poveikio.
- Gerėja atitvaros garso izoliacija.
- Montavimo darbus galima atlikti visais metų laikais.
- Technologijos požiūriu palyginti nesudėtingas apšiltinimo būdas. Turint įgūdžių, konsultuojantis su specialistais, individualių namų savininkai darbus gali atlikti savarankiškai.
- Ventiliuojami fasadai yra ilgamžiai. Priklausomai nuo naudojamų medžiagų, fasadai gali tarnauti nuo 25 iki 50 metų.
- Didelė apdailos medžiagų įvairovė.
- Įrengiant ventiliuojamus fasadus, nereikalingi paruošiamieji sienų lyginimo darbai. Tai atliekama su karkaso sistema.



#### Apšiltinimo konstrukcija:

Prie esamos sienos tvirtinamas metalinis („Z“, „C“ ar „L“ formos) ar medinis karkasas, užpildomas šilumos izoliacija – mineraline vata (pagrindinis šilumos izoliacijos sluoksnis), įrengiama vėjo izoliacija ir palikus vėdinimo tarpelį (dažnai formuojamas konstrukciniais elementais, pvz. „omega“ tipo profiliais) montuojamas fasadas iš lakštinių medžiagų.



1 pav. Renovuojamos sienos konstrukcija



**Atkreipkite dėmesį:**

- Tinkamas izoliacinės medžiagos plotis. Izoliacinė medžiaga turi pilnai, su nedidele įvarža užpildyti karkaso ertmę. Rekomenduojama, kad medžiagos plotis būtų 10-20mm didesnis nei ertmė. Metaliniam karkasui (c/c 600mm) naudojamos medžiagos kurių plotis yra 610mm; mediniam (c/c 600mm, 50mm storio karkaso elementai) yra skirtos 565mm pločio izoliacinės medžiagos;
- Būtina įvertinti šiluminių tiltelių (metalinių ar medinių tvirtinimo elementų) įtaką. Izoliacinės tarpinės tarp karkaso tvirtinimo kampuočių ir masyvios sienos įtakos nepanaikina!
- Vėjo izoliacinės medžiagos turi būti parenkamos atsižvelgiant į vėdinimo intensyvumą (žiūr. STR 2.01.03:2003 8 lentelę). Labai intensyviai vėdinamiems fasadams (vėdinimo angų plotas  $400 \text{ cm}^2/\text{m} < A_v \leq 1000 \text{ cm}^2/\text{m}$ ) tinkama vėjo izoliacija yra speciali gipso kartono plokštė GYPROC GTS 9.
- Ventiliuojamuose fasaduose su mediniu karkasu vėjo izoliacijai galima naudoti difuzines ar specialias vėjui nelaidžias plėveles (bet laidžias garui! rekomenduojama  $S_d \leq 0.02\text{m}$ ). Vietoje mineralinės vatos priešvėjinių plokščių naudojant difuzines ar vėjo izoliacines plėveles, dėl konvekcijos keičiasi (blogėja) mineralinių vatų projektinės šilumos laidumo koeficiento  $\lambda_{ds}$  vertės. Todėl reikalingas didesnis pagrindinės šilumos izoliacijos sluoksnio (ir karkaso) storis. Vėjo izoliacinių plėvelių nerekomenduojame naudoti kai yra metalinis karkasas.
- Įrengiant šilumos izoliaciją iš dviejų sluoksnių, sluoksnių siūlės turi persidengti.
- Tarp izoliacinių medžiagų negalima palikti tarpų (=šalčio tiltai). Jeigu tarpai yra, juos reikia užpildyti mineraline vata, negalima užpurkšti montažinėmis putomis. Neleistina izoliacinių medžiagų 4 kampų sandūra.
- Dėl esamos sienos nelygumų, deformacijų ir kt. montuojant metalo profilius/naują fasadą tarp pagrindinio šilumos izoliacijos sluoksnio ir sienos gali susidaryti oro tarpas. Jeigu oro tarpas yra didelis ( $\geq 50\text{mm}$ ), rekomenduojama naudoti papildomus izoliacijos sluoksnius. Bet kuriuo atveju būtina užtikrinti, kad į šį tarpą nepatektų aplinkos oras.

Izoliacinės medžiagos	Trumpas aprašymas	Storis, mm
<b>ISOVER KL 35</b>	Elastingos, lengvos stiklo vatos plokštės skirtos šilumos ir garso izoliacijai, kur izoliacija neveikiama apkrovų: lauko sienos, grindys, šlaitiniai stogai, vidaus pertvaros. Pločiai 610, 565mm	50-150
<b>ISOVER VL 37</b>		
<b>ISOVER VKL</b>	Kieta, standi stiklo vatos plokštė vėjo, šilumos ir šalčių tiltelių izoliacijai sienų ir stogų konstrukcijose.	13
<b>ISOVER RKL</b>	Kieta, standi stiklo vatos plokštė su stiklo audinio dangą skirta vėjo, šilumos ir šalčių tiltelių izoliacijai sienų ir stogų konstrukcijose.	30
<b>ISOVER SKL</b>	Pusiau kieta vatos plokštė skirta vėjo, šilumos ir šalčių tiltelių izoliacijai sienų ir stogų konstrukcijose.	30
Tipinės detalės	I-MS-8, I-MS-15	

Pastaba. Čia ir toliau tipinių detalių žymėjimas pagal 2009m UAB „Saint-Gobain statybos gaminiai“ brėžinių katalogą „Isover gaminių taikymas. Rekomendacijos projektuotojams ir statybininkams. 2009“.

**Skaičiavimo pavyzdys Nr.1**

Renovuojamos sienos su lakštinių medžiagų apdaila (vėdinama konstrukcija)

**1. Esama siena**

380mm pilnavidurių keraminių plytų mūras, 20mm vidaus kalkių-smėlio tinkas

**2. Papildomo apšiltinimo konstrukcija**

Izoliacinė medžiaga ISOVER KL-35, 125mm storio montuojama tarp 1.0 mm storio, 8 eilių perforacijos termoprofilų, žingsnis 600mm. Vėjo izoliacinė plokštė ISOVER VKL-13 tvirtinama ant termoprofilų per „omega“ profilius (aukštis =25mm). Šie profiliai taip pat suformuoja vėdinamą oro tarpą, prie jų tvirtinama lengva lakštinė fasado apdaila.

Pastaba. Čia ir toliau tvirtinimo sistemos elementų storis, žingsnis parenkama pagal statinius skaičiavimus.

**3. Skaičiavimai.** Čia ir toliau skaičiavimai atliekami pagal punkte 1.3 pateiktus metodus.

Terminiškai vienalyčiams sluoksniams šiluminė varža R apskaičiuojama:

$$R = d / \lambda_{ds}, \text{ m}^2\text{K/W}$$

d – sluoksnio storis, m

$\lambda_{ds}$  – medžiagos projektinis šilumos laidumo koeficientas

Projektinės šilumos laidumo koeficiento vertės STR 2.01.03:2005 3priedas:

pilnavidurių keraminių plytų mūras  $\lambda_{ds} = 0.8 \text{ W/mK}$

smėlio-kalkių tinkas  $\lambda_{ds} = 0.8 \text{ W/mK}$

Deklaruojamos ISOVER KL-35, ISOVER VKL-13 šilumos laidumo koeficiento  $\lambda_D$  vertės, EC Atitikties deklaraciją Nr.SGI 015-2/2006:

ISOVER KL-35  $\lambda_D = 0.035 \text{ W/mK}$

ISOVER VKL-13  $\lambda_D = 0.032 \text{ W/mK}$

Projektinės izoliacinių medžiagų  $\lambda_{ds}$  vertės apskaičiuojamos įvertinant pataisos koeficientus dėl galimo medžiagos įdrėkimo konstrukcijoje  $\Delta\lambda_w$  ir dėl šilumos konvekcijos  $\Delta\lambda_{cv}$ :

$$\lambda_{ds} = \lambda_D + \Delta\lambda_w + \Delta\lambda_{cv};$$

$\Delta\lambda_w = 0.001$  STR 2.01.03:2003 4 lentelė, vėdinama atitvara;

$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_D * K_{cv}$ ;  $K_{cv} = 0$  STR 2.01.03:2003 7 lentelė

Isover KL-35  $\lambda_{ds} = 0.035 + 0.001 + 0.035 * 0 = 0.036 \text{ W/mK}$

Isover VKL-13  $\lambda_{ds} = 0.032 + 0.001 + 0.032 * 0 = 0.033 \text{ W/mK}$

Kai termoizoliacinės medžiagos montuojamos tarp medinio ar metalinio karkaso elementų (termiškai nevienalytis sluoksnis), projektinės  $\lambda'_{ds}$  vertės apskaičiuojamos atsižvelgiant į karkaso medžiagą (medis ar plienas), tipą (plieniniai „termo“ ar paprasti), storį ir žingsnį tarp profilių. Neįvertinus karkaso/šiluminių tiltelių įtakos, atitvaros šiluminė varža  $\approx 10-40\%$ , kartais ir daugiau bus „geresnė“ už tikrąją (žiūr. palyginimus lentelėse L1, L3, L5). Supaprastinti skaičiavimai gali būti atliekami pagal STR 2.01.09:2005 3priedą, Aplinkos ministerijos rekomendacijose R 40-02 ar termoprofilijų gamintojų pateikiamas nevienalyčių sluoksnių varžų (šilumos laidumo koeficientų) vertes. Pavyzdyje ISOVER KL-35 izoliacijos storis 125mm,  $\lambda'_{ds} = 0.041 \text{ W/mK}$  (Ruukki „Išorės sienos. Elementų iš termopanelių sistema išorės sienoms ir stogams“).

Vėdinamų sienų konstrukcijoms sienos vidinio paviršiaus šiluminė varža lygi sienos išorinei šiluminei varžai (STR 2.05.01:2005 1.1 lentelė; p. 9.4, šilumos srauto kryptis horizontali):

$$R_{si} = R_{se} = 0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Sienos suminė šiluminė varža  $R_s$  lygi atskirų sluoksnių šiluminių varžų sumai:

$$R_s = 0.013/0.033 + 0.125/0.041 + 0.380/0.8 + 0.020/0.8 = 3.943 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Sienos visuminė šiluminė varža  $R_t$ :  $R_t = R_{si} + R_s + R_{se} = 0.13 + 3.943 + 0.13 = 4.203 \text{ m}^2\text{K/W}$

Sienos šilumos perdavimo koeficientas  $U$  apskaičiuojamas:  $U = 1/R_t = 1/4.203 = 0.238 \text{ W/m}^2\text{K}$

Skaičiavimo duomenys ir rezultatai pateikti lentelėje L1.

L1 lentelė

Struktūra/sluoksniai	Storis, mm	Deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas $\lambda_D$ , W/mK	Pataisos koeficientai		Projekt. Šil. laid. Koef. $\lambda_{ds}$ W/mK	Sluoksnių šiluminės varžos, $\text{m}^2\text{K/W}$
			$\Delta\lambda_w$ , W/mK	$\Delta\lambda_{cv}$ , W/mK		
Lakštinė fasado apdaila		Vėdinamai sienai oro tarpo ir sluoksnių, esančių į išorinę pusę nuo oro tarpo, šiluminės varžos nevertinamos (STR 2.05.01:2005 9.4p)				0
Vėdinamas oro tarpas	22-25					0
Vėjo izoliacinė plokštė Isover VKL-13	13	0.032	0.001	0	0.033	0.394
Isover KL -35 (tarp termoprofilijų)	125	0.035	0.001	0	$\lambda'_{ds} = 0.041$	3.049
Pilnavidurių keraminių plytų mūras	380	STR 2.01.03:2005 3priedas			0.8	0.475
Kalkių-smėlio tinkas	20				0.8	0.025
Sienos vidinio pav. šiluminė varža $R_{si}$	Sienai su vėdinamu oro tarpu $R_{si} = R_{se}$ (STR 2.05.01:2005)					0.13
Sienos išorinio pav. šiluminė varža $R_{se}$						0.13
<b>Sienos visuminė šiluminė varža <math>R_t</math> (įvertinant metalinį karkasą iš termoprofilijų), <math>\text{m}^2\text{K/W}</math></b>						<b>4.20</b>
<b>Sienos šilumos perdavimo koeficientas <math>U</math> (įvertinant metalinį karkasą iš termoprofilijų), <math>\text{W}/(\text{m}^2\text{K})</math></b>						<b>0.24</b>
Sienos visuminė šiluminė varža $R_t$ (nevertinant metalinio karkaso iš termoprofilijų), $\text{m}^2\text{K/W}$						4.63



L2 lentelė  
**Apšiltintų sienų su lakštinių medžiagų apdaila (vėdinama konstrukcija; metalinis karkasas) šilumos perdavimo koeficiento U (R<sub>t</sub>) vertės**

	Esama atitvara	Esamos atitvaros charakteristikos				Atitvaros charakteristikos po apšiltinimo					
		Storis mm	R <sub>t</sub> m <sup>2</sup> K/W	U W/m <sup>2</sup> K	Plieniniai termo profiliai			Plieniniai profiliai			
					VKL-13 + KL-35-125	U W/m <sup>2</sup> K	R <sub>t</sub> m <sup>2</sup> K/W	VKL-13 + KL-35-150	U W/m <sup>2</sup> K	R <sub>t</sub> m <sup>2</sup> K/W	U W/m <sup>2</sup> K
1	Keraminių pilnavidurių plytų siena 380mm + 20mm kalkių-smėlio tinkas	400	0.67	1.49	4.20	0.24	3.04	0.33	3.59	0.28	
2	Keraminių pilnavidurių plytų siena 510mm + 20mm kalkių-smėlio tinkas	530	0.83	1.20	4.37	0.23	3.21	0.31	3.75	0.27	
3	Keraminių kiaur. plytų siena (tankis 1400 kg/m <sup>3</sup> ) 380mm + 20mm kalkių-smėlio tinkas	400	0.74	1.36	4.27	0.23	3.11	0.32	3.66	0.27	
4	Siilkatinių pilnavidurių plytų 250 mm be oro tarpo + 20mm kalkių-smėlio tinkas	270	0.45	2.25	3.98	0.25	2.82	0.35	3.36	0.30	
5	Siilkatinių pilnavidurių plytų 380 mm be oro tarpo + 20mm kalkių-smėlio tinkas	400	0.58	1.74	4.11	0.24	2.95	0.34	3.49	0.29	
6	Siilkatinių pilnavidurių plytų 510 mm be oro tarpo + 20mm kalkių-smėlio tinkas	530	0.71	1.42	4.24	0.24	3.08	0.32	3.62	0.28	
7	Monolitinis geležbetonis 250mm + 20mm kalkių-smėlio tinkas	270	0.30	3.29	3.84	0.26	2.68	0.37	3.22	0.31	
8	Keraminių skylėtų plytų siena be oro tarpo	370-430		1.31	4.30	0.23	3.14	0.32	3.68	0.27	
9	Keraminių skylėtų plytų siena be oro tarpo	500-560		1.05	4.49	0.22	3.33	0.30	3.87	0.26	
10	Keraminių skylėtų plytų siena su oro tarpu	400-460		1.06	4.48	0.22	3.32	0.30	3.86	0.26	
11	Keraminių skylėtų plytų siena su oro tarpu	530-590		0.88	4.67	0.21	3.51	0.28	4.05	0.25	
12	Keraminių pilnavidurių plytų siena be oro tarpo	370-430		1.43	4.23	0.24	3.07	0.33	3.62	0.28	
13	Keraminių pilnavidurių plytų siena be oro tarpo	500-560		1.16	4.40	0.23	3.24	0.31	3.78	0.26	
14	Keraminių pilnavidurių plytų siena su oro tarpu	400-460		1.14	4.41	0.23	3.25	0.31	3.79	0.26	
15	Keraminių pilnavidurių plytų siena su oro tarpu	530-590		0.96	4.58	0.22	3.42	0.29	3.96	0.25	
16	Siilkatinių pilnavidurių plytų siena be oro tarpo	370-430		1.65	4.14	0.24	2.98	0.34	3.52	0.28	
17	Siilkatinių pilnavidurių plytų siena be oro tarpo	500-560		1.36	4.27	0.23	3.11	0.32	3.65	0.27	
18	Siilkatinių pilnavidurių plytų siena su oro tarpu	400-460		1.27	4.32	0.23	3.16	0.32	3.70	0.27	
19	Siilkatinių pilnavidurių plytų siena su oro tarpu	530-590		1.09	4.45	0.22	3.29	0.30	3.83	0.26	
20	Keramzitonio siena	350-380		1.38	4.26	0.23	3.10	0.32	3.64	0.27	
21	Keramzitonio siena	450-480		1.14	4.41	0.23	3.25	0.31	3.79	0.26	

Pastabos:

- Tais atvejais kai esami konstrukciniai sprendimai nėra tiksliai žinomi (atitvaros Nr.8-21), esamų neapšiltintų atitvarų U (W/m<sup>2</sup>K) vertės nurodytos pagal STR 2.01.09:2005 "Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas" 5 priedas, 5.1 lentelė.  
 plieniniai termo profiliai ("U", "C") 1mm storio, 8 eilių termoperforacija, karkaso žingsnis 600mm.  
 plieniniai/plieniniai cinkuoti "Z", "C" formos profiliai 1mm storio; karkaso žingsnis 600mm.
- Skaitčiavimuose priimta:

Kai naudojami paprasti plieniniai „Z“ ar „C“ formos profiliai, didėja neigiama šiluminio tiltelio (karkaso) įtaka ir gaunamos blogesnės  $R_i$  (U) vertės. Kaip minėta aukščiau, dėl to reikalinga didinti šilumos izoliacijos storį. Šiuo konkrečiu atveju, šilumos izoliacijos storį (Isover KL-35) padidiname iki 150mm. Skaičiavimai, naudojant 1.0mm storio plieninius profilius, pateikiami žemiau.

Projektinis izoliacinės medžiagos šilumos laidumo koeficientas, įvertinant karkaso įtaką, supaprastintai apskaičiuojamas pagal STR 2.01.09:2005 3priedo 3.2 lentelėje pateiktas formules (žingsnis 600mm, profilio sienelės storis = 1.0mm, izoliacijos storis = profilių aukščiui = 150mm):

$$\lambda'_{ds} = 1.0538 * \lambda_{ds} + 0.0415 = 1.0538 * 0.036 + 0.0415 = 0.0794 \text{ W/mK}$$

atitinkamai šio sluoksnio varža  $R = 0.150 / 0.0794 = 1.889 \text{ m}^2\text{K/W}$

visuminė sienos varža  $R_t = 0.13 + (0.394 + 1.889 + 0.475 + 0.025) + 0.13 = 3.043 \text{ m}^2\text{K/W}$

Sienos šilumos perdavimo koeficientas  $U = 1 / 3.043 = 0.329 \text{ W/m}^2\text{K}$

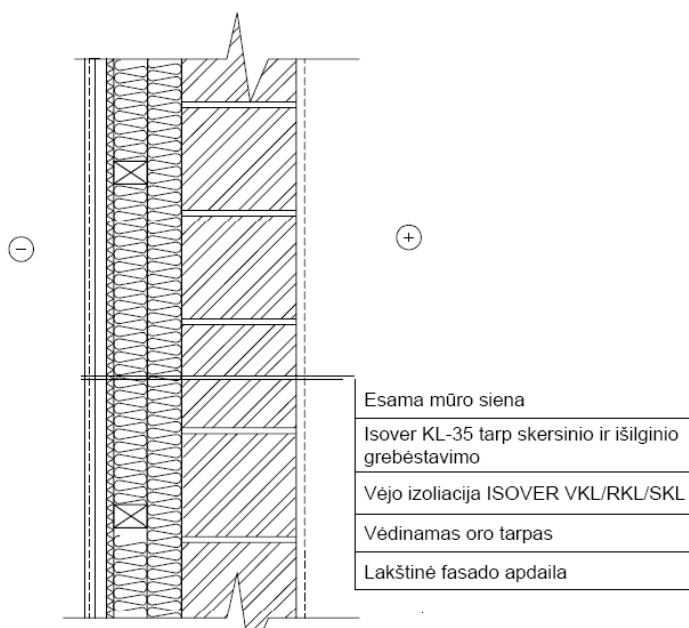
Šilumos perdavimo koeficiento U ( $R_t$ ) vertės skirtingoms sienų konstrukcijoms pateiktos lentelėje L2.

## 2.2. APŠILTINIMAS NAUDOJANT MEDINĮ KARKASĄ (VĒDINAMA KONSTRUKCIJA)

Renovuojant vienbučius gyvenamuosius namus, sienų šiltinimas, įrengiant vėdinamus fasadus atliekamas kaip ir daugiabučių, bet vietoje metalinio karkaso dažnai naudojamas medinis.

### Apšiltinimo konstrukcija:

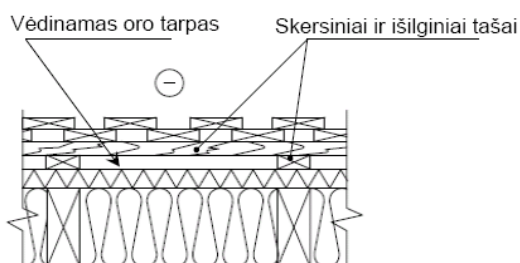
prie esamos sienos tvirtinamas medinis karkasas (jeigu reikalinga naudojamas dvigubas karkasas); po medinio karkaso tašais rekomenduojama įrengti hidroizoliaciją; karkasas užpildomas šilumos izoliacija – mineraline vata (pagrindinis šilumos izoliacijos sluoksnis), įrengiama vėjo izoliacija ir palikus vėdinimo tarpelį (formuojamas tašeliais ar lentomis), montuojamas fasadas iš lakštinių medžiagų.



2pav. Renovuojamo vėdinamo fasado (medinis karkasas) konstrukcija

**Atkreipkite dėmesį:**

- Tinkamas izoliacinės medžiagos plotis. Izoliacinė medžiaga turi pilnai, su nedidele įvarža užpildyti karkaso ertmę. Rekomenduojama, kad medžiagos plotis būtų 10-20mm didesnis nei ertmė. Mediniam karkasui, kai tašų storis yra 50mm, žingsnis 600mm yra skirtos 565mm pločio izoliacinės medžiagos.
- Būtina įvertinti šiluminių tiltelių (medinio karkaso) įtaką.
- Ventiliuojamuose fasaduose su mediniu karkasu vėjo izoliacijai galima naudoti difuzines ar specialias vėjui nelaidžias plėveles (bet garui laidžias! Rekomenduojama  $S_d \leq 0.02m$ ). Vietoje mineralinės vatos priešvėjinių plokščių naudojant difuzines ar vėjo izoliacines plėveles, dėl konvekcijos keičiasi (blogėja) mineralinių vatų projektinės šilumos laidumo koeficiento  $\lambda_{ds}$  vertės. Todėl reikalingas didesnis pagrindinės šilumos izoliacijos sluoksnio (ir atitinkamai karkaso) storis. Vėjo izoliacinių plėvelių nerekomenduojame naudoti kai yra metalinis karkasas.
- Kad tvirtinant reguliuojančius taškus mineralinės vatos priešvėjinės plokštės nebūtų deformuotos, naudojamos specialios atitinkamo aukščio distancinės įvorės. Tvirtinimo vietose įvorės perkalamos per izoliacinę plokštę. Neturint specialių įvorių galima panaudoti tvirtą supjaustytą plastiko vamzdį (aukštis = priešvėjinės plokštės storiui).
- Kai fasado apdaila (lentelės) montuojamos vertikaliai – vadinamas „skandinaviškas“ variantas – ventiliacijos užtikrinimui reikalinga įrengti dvigubą grebėstavimą (3pav.).



3 pav. Vėdinamo oro tarpo įrengimas

Izoliacinės medžiagos	Trumpas aprašymas	Storis, mm
<b>ISOVER KL 35</b>	Elastingos, lengvos stiklo vatos plokštės skirtos šilumos ir garso izoliacijai, kur izoliacija neveikiama apkrovų: lauko sienos, grindys, šlaitiniai stogai, vidaus pertvaros. Pločiai 610, 565mm	50-150
<b>ISOVER VKL</b>	Kieta, standi stiklo vatos plokštė vėjo, šilumos ir šalčių tiltelių izoliacijai sienų ir stogų konstrukcijose.	13
<b>ISOVER RKL</b>	Kieta, standi stiklo vatos plokštė su stiklo audinio danga skirta vėjo, šilumos ir šalčių tiltelių izoliacijai sienų ir stogų konstrukcijose.	30
<b>ISOVER SKL</b>	Pusiau kieta vatos plokštė skirta vėjo, šilumos ir šalčių tiltelių izoliacijai sienų ir stogų konstrukcijose.	30
Tipinės detalės	I-MS-1, I-MS-4	

Skaičiavimo pavyzdys Nr.2

Renovuojamos sienos su lakštinių medžiagų apdaila (vėdinama konstrukcija, medinis karkasas)

1. Esama siena

250mm pilnavidurių silikatinių plytų mūras, 20mm vidaus kalkių-smėlio tinkas

2. Papildomo apšiltinimo konstrukcija

Izoliacinė medžiaga ISOVER KL-35, 125mm storio montuojama tarp 50mm storio medinio karkaso elementų, karkaso žingsnis 600mm. Gali būti naudojamas dvigubas 75+50mm storio karkasas ir atitinkami medžiagų storai (skaičiavimo rezultatai nesikeičia). Tvirtinama vėjo izoliacinė plokštė ISOVER VKL-30 ir reguliuojantys taškai (per įvores), montuojama fasado apdaila, pvz. apdailos lentelės.

3. Skaičiavimai (skaičiavimai ir eiga analogiška kaip 1 pavyzdyje)

Projektinės šilumos laidumo koeficiento vertės, STR 2.01.03:2005 3priedas:

pilnavidurių silikatinių plytų mūras  $\lambda_{ds} = 1.0 \text{ W/mK}$   
 smėlio-kalkių tinkas  $\lambda_{ds} = 0.8 \text{ W/mK}$

Projektinės izoliacinių medžiagų  $\lambda_{ds}$  vertės apskaičiuojamos pagal STR 2.01.03:2003.

Isover KL-35  $\lambda_{ds} = 0.035 + 0.001 + 0.035 \cdot 0 = 0.036 \text{ W/mK}$

Isover VKL-13  $\lambda_{ds} = 0.032 + 0.001 + 0.032 \cdot 0 = 0.033 \text{ W/mK}$

Medinio karkaso įtaką KL-35 įvertinama supaprastintai pagal STR 2.01.09:2005 3priedo 3.3 lentelę:

$$\lambda'_{ds} = 0.9262 \cdot \lambda_{ds} + 0.0127 = 0.9262 \cdot 0.036 + 0.0127 = 0.0460 \text{ W/mK}$$

Sienos suminė šiluminė varža  $R_s$  lygi atskirų sluoksnių varžų sumai:

$$R_s = 0.020/0.8 + 0.250/1 + 0.125/0.046 + 0.013/0.033 = 3.386 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Sienos visuminė šiluminė varža  $R_t$ :  $R_t = R_{si} + R_s + R_{se} = 0.13 + 3.386 + 0.13 = 3.646 \text{ m}^2\text{K/W}$

Sienos šilumos perdavimo koeficientas  $U$ :  $U = 1/R_t = 1/3.646 = 0.274 \text{ W/m}^2\text{K}$

Jeigu vėjo izoliacijai yra naudojama priešvėjinė (ar difuzinė) plėvelė, dėl konvekcijos keičiasi mineralinių izoliacinių medžiagų projektinis šilumos laidumo koeficientas :

$$\lambda_{ds} = \lambda_D + \Delta\lambda_w + \Delta\lambda_{cv} = 0.035 + 0.001 + 0.035 \cdot 0.1 = 0.0395 \text{ W/mK}$$

$$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_D \cdot K_{cv}; \quad K_{cv} = 0.1 \text{ (STR 2.01.03:2003 7 lentelė)}$$

Isover KL-35 projektinis šilumos laidumo koeficientas, įvertinant medinį karkasą:

$$\lambda'_{ds} = 0.9262 \cdot \lambda_{ds} + 0.0127 = 0.9262 \cdot 0.0395 + 0.0127 = 0.0493 \text{ W/mK}$$

Izoliacinio sluoksnio šiluminė varža:  $R = 0.125 / 0.0493 = 2.535 \text{ m}^2\text{K/W}$

Priešvėjinės ar difuzinės plėvelės (plono sluoksnio) šiluminė varža  $R_q$  įvertinama pagal STR 2.01.09:2005 1.6 lentelę  $R_q = 0.02 \text{ m}^2\text{K/W}$

Sienos visuminė šiluminė varža  $R_t = 0.13 + (0.02 + 2.535 + 0.250 + 0.025) + 0.13 = 3.090 \text{ m}^2\text{K/W}$

Sienos šilumos perdavimo koeficientas  $U = 1/R_t = 1/3.09 = 0.324 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Tik padidinus šilumos izoliacijos (ir karkaso) storį iki 150mm, naudojant vėjo izoliacines plėveles pasiekiamos varžų (šilumos perdavimo koeficiento) vertės kaip ir naudojant mineralinės vatos vėjo izoliacines plokštes ( $R_t = 3.84 \text{ m}^2\text{K/W}$ ;  $U = 0.26 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).

Skaičiavimo duomenys ir rezultatai pateikiami lentelėje L3.

L3 lentelė

Struktūra/sluoksniai	Storis, mm	Deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas $\lambda_D$ , W/mK	Pataisos koeficientai		Projekt. šil. laid. koef. $\lambda_{ds}$ W/mK	Sluoksnių šiluminės varžos, $\text{m}^2\text{K/W}$	
			$\Delta\lambda_w$ , W/mK	$\Delta\lambda_{cv}$ , W/mK			
Lakštinė fasado apdaila		Vėdinamai sienai oro tarpo ir sluoksnių, esančių į išorinę pusę nuo oro tarpo, šiluminės varžos nevertinamos (STR 2.05.01:2005 9.4p)				0	
Vėdinamas oro tarpas	22					0	
Vėjo izoliacinė plokštė Isover VKL-13	13	0.032	0.001	0	0.033	0.394	
Isover KL -35 (mediniame karkase)	125	0.035	0.001	0	$\lambda'_{ds} = 0.046$	2.717	
Pilnavidurių silikatinių plytų mūras	250	STR 2.01.03:2005 3priedas				1.0	0.250
Kalkių-smėlio tinkas	20					0.8	
Sienos vidinio pav. šiluminė varža $R_{si}$	Sienai su vėdinamu oro tarpu $R_{si} = R_{se}$ (STR 2.05.01:2005)					0.13	
Sienos išorinio pav. šiluminė varža $R_{se}$						0.13	
<b>Sienos visuminė šiluminė varža <math>R_t</math> (įvertinant medinį karkasą), <math>\text{m}^2\text{K/W}</math></b>						<b>3.65</b>	
<b>Sienos šilumos perdavimo koeficientas <math>U</math> (įvertinant medinį karkasą), <math>\text{W}/(\text{m}^2\text{K})</math></b>						<b>0.27</b>	
Sienos visuminė šiluminė varža $R_t$ (nevertinant medinio karkaso, su priešvėjine plokšte), $\text{m}^2\text{K/W}$						4.40	
Sienos visuminė šiluminė varža $R_t$ (įvertinant medinį karkasą, su priešvėjine plėvele), $\text{m}^2\text{K/W}$						3.09	
Sienos visuminė šiluminė varža $R_t$ (nevertinant medinio karkaso, su priešvėjine plėvele), $\text{m}^2\text{K/W}$						4.03	

Šilumos perdavimo koeficiento  $U$  ( $R_t$ ) vertės skirtingoms sienų konstrukcijoms pateiktos lentelėje L4.

L4 lentelė

**Apšiltintų sienų su lakštinių medžiagų apdaila (vėdinama konstrukcija; medinis karkasas) šilumos perdavimo koeficiento U (varžos R<sub>t</sub>) vertės**

	Esama atitvara	Esamos atitvaros charakteristikos				Atitvaros charakteristikos po apšiltinimo					
		Storis mm	R <sub>t</sub> m <sup>2</sup> K/W	U W/m <sup>2</sup> K	VKL-13 + KL-35-125 R <sub>t</sub> m <sup>2</sup> K/W	VKL-13 + KL-35-125		SKL/RKL-30 + KL-35-100		vėjo izoliacinė plėvelė + KL-35-150	
						R <sub>t</sub> m <sup>2</sup> K/W	U W/m <sup>2</sup> K	R <sub>t</sub> m <sup>2</sup> K/W	U W/m <sup>2</sup> K	R <sub>t</sub> m <sup>2</sup> K/W	U W/m <sup>2</sup> K
1	Keraminių pilnavidurių plytų siena 380mm + 20mm kalkių-smėlio tinkas	400	0.670	1.49	3.87	0.26	3.87	0.26	3.84	0.26	
2	Keraminių pilnavidurių plytų siena 510mm + 20mm kalkių-smėlio tinkas	530	0.833	1.20	4.03	0.25	4.03	0.25	4.00	0.25	
3	Keraminių kiau. plytų siena (tankis 1400 kg/m <sup>3</sup> ) 380mm + 20mm kalkių-smėlio tinkas	400	0.738	1.36	3.94	0.25	3.94	0.25	3.91	0.26	
4	Siilikatinių pilnavidurių plytų 250 mm siena be oro tarpo + 20mm kalkių-smėlio tinkas	270	0.445	2.25	3.65	0.27	3.65	0.27	3.62	0.28	
5	Siilikatinių pilnavidurių plytų 380 mm siena be oro tarpo + 20mm kalkių-smėlio tinkas	400	0.575	1.74	3.78	0.26	3.78	0.26	3.75	0.27	
6	Keraminių skylėtų plytų siena be oro tarpo	370-430		1.31	3.96	0.25	3.96	0.25	3.93	0.25	
7	Keraminių skylėtų plytų siena su oro tarpu	400-460		1.06	4.14	0.24	4.14	0.24	4.11	0.24	
8	Keraminių pilnavidurių plytų siena be oro tarpo	370-430		1.43	3.90	0.26	3.90	0.26	3.87	0.26	
9	Keraminių pilnavidurių plytų siena su oro tarpu	400-460		1.14	4.08	0.25	4.08	0.25	4.05	0.25	
10	Siilikatinių pilnavidurių plytų siena su oro tarpu	400-460		1.27	3.99	0.25	3.99	0.25	3.96	0.25	

**Pastabos:**

1. Tais atvejais kai esami konstrukciniai sprendimai nėra tiksliai žinomi (atitvaros Nr.6-10), esamų neapšiltintų atitvarų U (W/m<sup>2</sup>K) vertės nurodytos pagal STR 2.01.09:2005 "Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas" 5 priedas, 5.1lentelė.
2. Skaičiavimuose priimta:  
50mm storio medinis karkasas; karkaso žingsnis 600mm



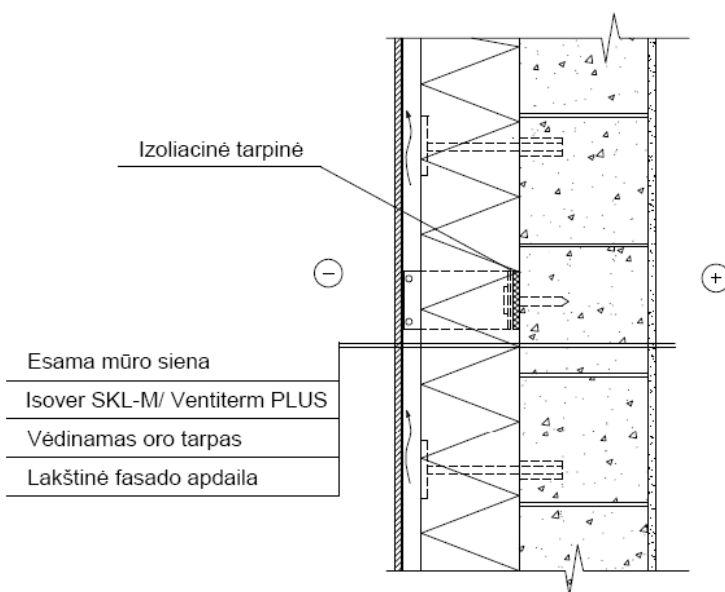
### 2.3. APŠILTINIMAS VIENASLUOKSNE ŠILUMOS IZOLIACIJA (VĒDINAMA KONSTRUKCIJA)



Ir naujoje statyboje, ir renovuojant pastatus gali būti naudojamos vienasluoksnės apšiltinimo konstrukcijos – izoliacija vienu metu yra ir šilumos, ir vėjo izoliacija. Vienasluoksnė šilumos izoliacija kaip taisyklė naudojama bekarkasinėse apšiltinimo sistemose arba fasado apdaila yra mūras (dažniausiai mažaaukštė statyba).

**Apšiltinimo konstrukcija:**

prie masyvios atitvaros per plastiko tarpines tvirtinami fasado apdailos sistemos metaliniai kampuočiai, montuojama vienasluoksnė termoizoliacinė medžiaga, užmaunant ant ją ant kampuočių ir tvirtinant smeigėmis. Tvirtinami apdailos profiliai ir apdaila (4pav.).



4pav. Apšiltinimo vienasluoksne šilumos izoliacija konstrukcija

**Atkreipkite dėmesį:**

- kai naudojama vienasluoksnė izoliacinė medžiaga, jos oro laidumas turi būtų ne didesnis nei  $60 \times 10E^{-6} \text{ m}^3/\text{msPa}$  (STR 2.01.03:2003).
- Būtina įvertinti šiluminių tiltelių (metalinių tvirtinimo elementų) įtaką. Izoliacinės tarpinės tarp karkaso tvirtinimo kampuočių ir masyvios sienos įtakos nepanaikina!
- Įrengiant šilumos izoliaciją iš dviejų sluoksnių, sluoksnių siūlės turi persidengti.
- Tarp izoliacinių medžiagų negalima palikti tarpų (=šalčio tiltai). Jeigu tarpai yra, juos reikia užpildyti mineraline vata, negalima užpurkšti montажinėmis putomis. Neleistina izoliacinių medžiagų 4 kampų sandūra.

Izoliacinės medžiagos	Trumpas aprašymas	Storis, mm
<b>VENTITERM PLUS</b>	Kieta, standi akmens vatos plokštė, iš vienos pusės dengta juoda stiklo audinio danga	50 -120
<b>ISOVER SKL-M</b>	Standi stiklo vatos plokštė, iš vienos pusės dengta juoda stiklo audinio danga.	50 -150
Tipinės detalės	I-MS-14	

Šilumos perdavimo koeficiento/varžos skaičiavimai atliekami kaip anksčiau pateiktuose pavyzdžiuose. Kai izoliacinė medžiaga Ventitem PLUS, Isover SKL-M prie šiltinamos sienos tvirtinama plastiko smeigėmis, smeigių įtaka yra labai maža ir galima nevertinti.



L6 lentelė	Esama atitvara	Esamos atitvaros charakteristikos			Atitvaros charakteristikos po apšiltinimo					
		Storis mm	R <sub>t</sub> m <sup>2</sup> K/W	U W/m <sup>2</sup> K	Ventiterm PLUS-100		Ventiterm PLUS-120		Ventiterm PLUS-150	
					R <sub>t</sub> m <sup>2</sup> K/W	U W/m <sup>2</sup> K	R <sub>t</sub> m <sup>2</sup> K/W	U W/m <sup>2</sup> K	R <sub>t</sub> m <sup>2</sup> K/W	U W/m <sup>2</sup> K
1	Keraminių pilnavidurių plytų siena 380mm + 20mm kalkių-smėlio tinkas	400	0.67	1.49	2.87	0.35	3.29	0.30	3.92	0.26
2	Keraminių pilnavidurių plytų siena 510mm + 20mm kalkių-smėlio tinkas	530	0.83	1.20	3.03	0.33	3.45	0.29	4.08	0.25
3	Keraminių kiauur plytų siena (tankis 1400 kg/m <sup>3</sup> ) 380mm + 20mm kalkių-smėlio tinkas	400	0.74	1.36	2.93	0.34	3.35	0.30	3.99	0.25
4	Siilkatinių pilnavidurių plytų 250 mm siena be oro tarpo + 20mm kalkių-smėlio tinkas	270	0.45	2.25	2.64	0.38	3.06	0.33	3.69	0.27
5	Siilkatinių pilnavidurių plytų 380 mm siena be oro tarpo + 20mm kalkių-smėlio tinkas	400	0.58	1.74	2.77	0.36	3.19	0.31	3.82	0.26
6	Siilkatinių pilnavidurių plytų 510 mm siena be oro tarpo + 20mm kalkių-smėlio tinkas	530	0.71	1.42	2.90	0.34	3.32	0.30	3.95	0.25
7	Monolitinis geizbetonis 250mm + 20mm kalkių-smėlio tinkas	270	0.30	3.29	2.50	0.40	2.92	0.34	3.55	0.28
8	Keraminių skylėtų plytų siena be oro tarpo	370-430		1.31	2.96	0.34	3.38	0.30	4.01	0.25
9	Keraminių skylėtų plytų siena be oro tarpo	500-560		1.05	3.15	0.32	3.57	0.28	4.20	0.24
10	Keraminių skylėtų plytų siena su oro tarpu	400-460		1.06	3.14	0.32	3.56	0.28	4.19	0.24
11	Keraminių skylėtų plytų siena su oro tarpu	530-590		0.88	3.33	0.30	3.75	0.27	4.38	0.23
12	Keraminių pilnavidurių plytų siena be oro tarpo	370-430		1.43	2.89	0.35	3.32	0.30	3.95	0.25
13	Keraminių pilnavidurių plytų siena be oro tarpo	500-560		1.16	3.06	0.33	3.48	0.29	4.11	0.24
14	Keraminių pilnavidurių plytų siena su oro tarpu	400-460		1.14	3.07	0.33	3.49	0.29	4.13	0.24
15	Keraminių pilnavidurių plytų siena su oro tarpu	530-590		0.96	3.24	0.31	3.66	0.27	4.29	0.23
16	Siilkatinių pilnavidurių plytų siena be oro tarpo	370-430		1.65	2.80	0.36	3.22	0.31	3.85	0.26
17	Siilkatinių pilnavidurių plytų siena be oro tarpo	500-560		1.36	2.93	0.34	3.35	0.30	3.98	0.25
18	Siilkatinių pilnavidurių plytų siena su oro tarpu	400-460		1.27	2.98	0.34	3.40	0.29	4.04	0.25
19	Siilkatinių pilnavidurių plytų siena su oro tarpu	530-590		1.09	3.11	0.32	3.53	0.28	4.17	0.24
20	Keramzitonio siena	350-380		1.38	2.92	0.34	3.34	0.30	3.97	0.25
21	Keramzitonio siena	450-480		1.14	3.07	0.33	3.49	0.29	4.13	0.24

Pastabos:

1. Tais atvejais kai esami konstrukciniai sprendimai nėra tiksliai žinomi (atitvaros Nr.8-21), esamų neapšiltintų atitvarų U (W/m<sup>2</sup>K) vertės nurodytos pagal STR 2.01.09:2005 "Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas" 5 priedas, 5.1 lentelė.
2. Skaičiavimuose priimta:  
fasado apdailos sistemos tvirtinimo kampuočiai - plienas, 1.5 x 70mm; žingsnis vertikaliaje ir horizontalioje plokštumose 600mm.

Fasado apdailos sistema tvirtinama metaliniais kampuočiais, kurie kerta termoizoliacinį sluoksnį. Skaičiavimuose priimta : kampuočiai prie esamos sienos tvirtinami per plastiko tarpines, kampuočių matmenys 1.5x70mm, žingsnis vertikaloje ir horizontalioje plokštumoje 600mm. Termoizoliacinio sluoksnio projektinis šilumos laidumo koeficientas  $\lambda'_{ds}$  (W/mK) apskaičiuojamas pagal STR 2.01.09:2005 3priedo, 3.1 formulę:

$$\lambda'_{ds} = \lambda_{ds} + 25 \cdot n_{fn} \cdot A_{fn} = 0.037 + 25 \cdot 4 \cdot 0.000105 = 0.0475 \text{ W/mK}$$

čia

$\lambda_{ds} = 0.037 \text{ W/mK}$  - Ventitem PLUS projektinis šilumos laidumo koeficientas

$n_{fn} = 4$  - jungčių skaičius viename m<sup>2</sup>;

$A_{fn} = 0.000105\text{m}^2$  - vienos jungties skerspjūvio plotas;

Skaičiavimo duomenys ir rezultatai papildomai apšiltinant 380mm pilnavidurių keraminių plytų sieną pateikiami lentelėje L5.

L5 lentelė

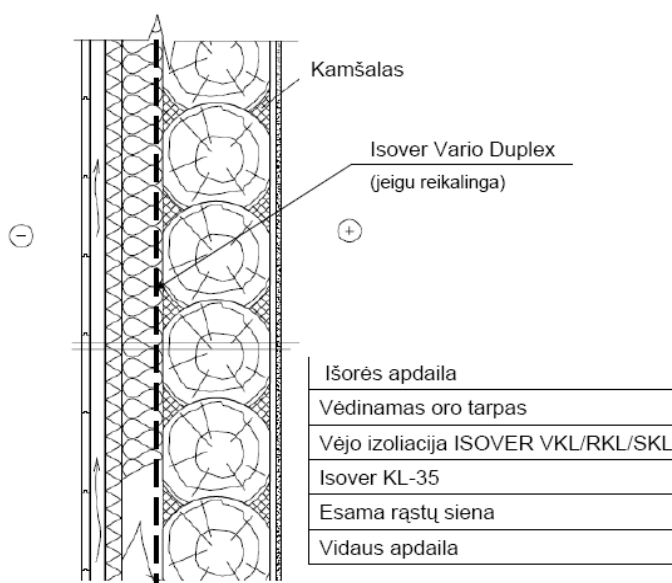
Struktūra/sluoksniai	Storis, mm	Deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas $\lambda_D$ , W/mK	Pataisos koeficientai		Projekt. šil. laid. koef. $\lambda'_{ds}$ W/mK	Sluoksnių šiluminės varžos, m <sup>2</sup> *K/W
			$\Delta\lambda_w$ , W/mK	$\Delta\lambda_{cv}$ , W/mK		
Lakštinė fasado apdaila		Vėdinamai sienai oro tarpo ir sluoksnių, esančių į išorinę pusę nuo oro tarpo, šiluminės varžos nevertinamos (STR 2.05.01:2005 9.4p)				0
Vėdinamas oro tarpas	25					0
Isover Ventitem PLUS	150	0.036	0.001	0	$\lambda'_{ds}=0.0475$	3.158
Pilnavidurių keraminių plytų mūras	380	STR 2.01.03:2005 3priedas			0.8	0.475
Kalkių-smėlio tinkas	20				0.8	0.025
Sienos vidinio pav. šiluminė varža $R_{si}$	Sienai su vėdinamu oro tarpu $R_{si} = R_{se}$ (STR 2.05.01:2005)					0.13
Sienos išorinio pav. šiluminė varža $R_{se}$						0.13
<b>Sienos visuminė šiluminė varža <math>R_t</math> (įvertinant metalinius tvirtinimo elementus), m<sup>2</sup>*K/W</b>						<b>3.92</b>
<b>Sienos šilumos perdavimo koeficientas <math>U</math> (įvertinant metalinius tvirtinimo elementus), W/(m<sup>2</sup>*K)</b>						<b>0.26</b>
Sienos visuminė šiluminė varža $R_t$ (nevertinant metalinių tvirtinimo elementų), m <sup>2</sup> *K/W						4.81

Šilumos perdavimo koeficiento U ( $R_t$ ) vertės skirtingoms sienų konstrukcijoms pateiktos lentelėje L6.

#### 2.4. RAŠTINIŲ SIENŲ ŠILTINIMAS (VĖDINAMA KONSTRUKCIJA)

Apšiltinimas atliekamas kaip aprašyta vėdinamai konstrukcijai su mediniu karkasu (5pav.):

prie esamos rąstų sienos tvirtinamas medinis karkasas, užpildomas mineraline vata, įrengiama vėjo izoliacija, suformuojamas vėdinamas oro tarpas ir montuojama išorės apdaila. Prieš atliekant pagrindinius šiltinimo darbus, užkamšomos ertmės ir nesandarumai tarp rąstų (gali būti naudojamos vatos atraižos).



5pav. Šiltinamos rąstų sienos konstrukcija

**Atkreipkite dėmesį** (žūr. taip pat pastabas konstrukcijoms su mediniu karkasu, skyrius 2.2):

- Dažnai papildomai apšiltinami seni rąstiniai namai. Yra sunku įvertinti tikrą medienos ir visos atitvaros būklę jei rąstai paveikti aplinkos veiksnių (saulė, vėjas, krituliai), yra susidėvėję ar sutrūniję, t.y pakito fizinės-šiluminės savybės, sienose yra plyšių ir pan.
- Kai vienu metu su papildomu apšiltinimu iš lauko įrengiama ir vidaus apdaila, iš vidinės pusės prieš apdailą įrengiama garo izoliacija. Rekomenduojame naudoti specialią garo izoliacinę plėvelę ISOVER Vario Duplex.
- Ir seniems, ir naujiems rąstiniams namams, jeigu vidinė apdaila nedaroma (rąstai=apdaila) ar vidaus apdaila įrengta prieš šiltinant sieną ir garo izoliacijos iš šiltosios pusės įrengti negalima, reikia įvertinti ar reikalinga garo izoliacija išorinėje rąstų pusėje prieš apšiltinimą. Tai priklauso nuo sienų būklės, jų storio, esamos apdailos, papildomo apšiltinimo storio ir kt. Todėl kiekvienu konkrečiu atveju rekomenduojame konsultuotis su specialistu. Kaip ir įrengiant garo izoliaciją iš vidaus, išorinėje rąstų pusėje rekomenduojame naudoti specialią plėvelę ISOVER Vario Duplex. Plėvelė yra mažai orui ir atlieka papildomą funkciją - sumažina oro infiltraciją ir užtikrina pastato sandarumą.

Izoliacinės medžiagos	Trumpas aprašymas	Storis, mm
<b>ISOVER KL 35</b>	Elastingos, lengvos stiklo vatos plokštės skirtos šilumos ir garso izoliacijai, kur izoliacija neveikiama apkrovų: lauko sienos, grindys, šlaitiniai stogai, vidaus pertvaros. Pločiai 610, 565mm	50-150
<b>ISOVER VL 37</b>	Kieta, standi stiklo vatos plokštė vėjo, šilumos ir šalčių tiltelių izoliacijai sienų ir stogų konstrukcijose.	13
<b>ISOVER RKL</b>	Kieta, standi stiklo vatos plokštė su stiklo audinio dangą skirta vėjo, šilumos ir šalčių tiltelių izoliacijai sienų ir stogų konstrukcijose.	30
<b>ISOVER SKL</b>	Pusiau kieta vatos plokštė skirta vėjo, šilumos ir šalčių tiltelių izoliacijai sienų ir stogų konstrukcijose.	30
<b>ISOVER Vario Duplex</b>	Speciali izoliacinė plėvelė, skirta apšiltintose medinio karkaso konstrukcijose (šlaitiniai stogai, išorinės sienos) garo ir oro izoliacijai. Vario Duplex garo izoliacinės savybės kinta priklausomai nuo aplinkos santykinės drėgmės. Žiemą Vario Duplex „dirba“ kaip vandens garų barjeras. Šiltuoju metu laiku Vario Duplex praleidžia vandens garus, kas leidžia džiūti medinėms konstrukcijoms.	
Tipinės detalės	I-RS-1	

Šilumos perdavimo koeficiento U (R<sub>t</sub>) skaičiavimai atliekami kaip pavyzdyje konstrukcijai su mediniu karkasu. Skaičiavimo duomenys ir rezultatai pateikiami lentelėje L7.

L7 lentelė

Struktūra/sluoksniai	Storis, mm	Pataisos koeficientai		Projekt. šil. laid. koef. $\lambda_{ds}$ W/mK	Sluoksnių šiluminės varžos, m <sup>2</sup> *K/W
		$\Delta\lambda_w$ W/mK	$\Delta\lambda_{cv}$ W/mK		
Apdaila		Vėdinamai sienai oro tarpo ir sluoksnių, esančių į išorinę pusę nuo oro tarpo, šiluminės varžos nevertinamos (STR 2.05.01:2005 9.4p)			0
Vėdinamas oro tarpas	22				0
Vėjo izoliacinė plokštė Isover VKL	13	0.032	0.001	0	0.394
Isover KL -35 (medinis karkasas)	70	0.035	0.001	0	$\lambda'_{ds}=0.046$ 1.522
Oro/vandens garų barjeras ISOVER Vario Duplex	0.05	Plono sluoksnio varža R <sub>q</sub> (STR 2.05.01:2005 1.6 lentelė)			0.04
Esama rąstų siena	200	STR 2.01.03:2005 3priedas			0.13
Vidaus apdaila (Rigips 12.5mm g/k plokštė)	12.5				0.23
Sienos vidinio pav. šiluminė varža R <sub>si</sub>	Sienai su vėdinamu oro tarpu R <sub>si</sub> = R <sub>se</sub> (STR 2.05.01:2005 1.1 lentelė, 9.4 p)				0.13
Sienos išorinio pav. šiluminė varža R <sub>se</sub>					0.13
<b>Sienos visuminė šiluminė varža R<sub>t</sub> (įvertinant medinį karkasą), m<sup>2</sup>*K/W</b>					<b>3.81</b>
<b>Sienos šilumos perdavimo koeficientas U (įvertinant medinį karkasą), W/(m<sup>2</sup>*K)</b>					<b>0.26</b>
Sienos visuminė šiluminė varža R <sub>t</sub> (nevertinant medinio karkaso), m <sup>2</sup> *K/W					4.23

- Pastabos. 1. Jeigu rąstai yra paveikti atmosferos veiksnių reikia įvertinti, kad esamos sienos varža bus blogesnė nei nurodyta lentelėje.  
 2. Jeigu tarp rąstų ir vidinės apdailos yra nevėdinamas oro tarpas, jį galima įvertinti.

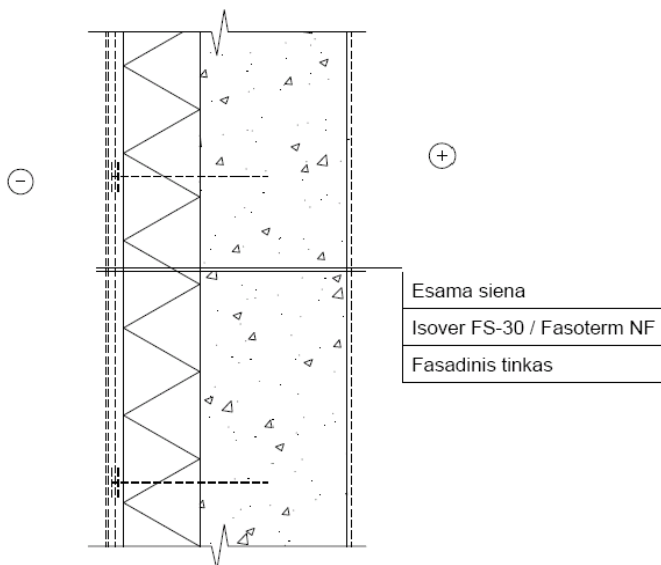
## 2.5. SIENŲ ŠILTINIMAS SU PLONO SLUOKSNIO TINKO APDAILA (NEVĖDINAMA KONSTRUKCIJA)

Išorinės tinkuojamos sudėtinės termoizoliacinės sistemos - šiluminiu požiūriu efektyvus apšiltinimo būdas, naudojamos ir naujoje statyboje, ir vykdant renovacijos darbus:

- Sukuria palankų pastato temperatūrinį režimą. Puikiai sulaiko šilumą žiemos metu ir apsaugo nuo karščio vasarą.
- Naudojant tinkamas medžiagas, laikantis įrengimo technologijos, išvengiama neigiamos "šiluminių tiltelių" įtakos.
- Plati tinko faktūrų ir spalvų įvairovė.
- Gerėja atitvaros garso izoliacija.

*Apšiltinimo konstrukcija:*

ant esamos sienos, ją atitinkamai paruošus, klijuojamos ir smeigėmis tvirtinamos izoliacinės medžiagos, įrengiamas armavimo skiedinys su tinkleliu ir apdailinio tinko sluoksnis, dažoma.



6pav. Renovuojamo fasado su plono sluoksnio tinko apdaila konstrukcija

### **Atkreipkite dėmesį:**

- Viena sudėtingiausių šiltinimo sistemų. Reikalingi aukštos kvalifikacijos darbininkai, būtina itin griežtai išpildyti technologinius reikalavimus (pagrindo-sienos paruošimas, izoliacinių medžiagų tvirtinimas, armavimas, angokraščių įrengimas ir kt.), naudoti tinkamas medžiagas.
- Individualių namų savininkams nerekomenduojame šiltinti savarankiškai. Net ir nedideli atliekamų darbų netikslumai, neteisingai parinktos medžiagos gali turėti didelę neigiamą įtaką visos sistemos šiluminėms savybėms, ilgaamžiškumui.
- Darbų sezoniškumas. Darbų negalima vykdyti esant dideliems temperatūroms svyravimams, lyjant, snigiant ir pan. Kaip taisyklė, darbus draudžiama vykdyti esant aplinkos temperatūrai mažiau nei +5°C.
- Nenaudokite tamsių, ryškių spalvų – susidaro dideli fasado paviršiaus/sluoksnių temperatūrų skirtumai, dėl ko gali atsirasti įtrūkiai tarp sluoksnių, tinke.
- Įrengiant šilumos izoliaciją iš dviejų sluoksnių, sluoksnių siūlės turi persidengti.
- Tarp izoliacinių medžiagų negalima palikti tarpų (=šalčio tiltai). Jeigu tarpai yra, juos reikia užpildyti mineraline vata, negalima užpurkšti montажinėmis putomis. Neleistina izoliacinių medžiagų 4 kampų sandūra.
- Sienų šiltinimą su plono sluoksnio tinko apdaila racionalu naudoti tuose sienų plotuose, kur sudėtinga įrengti karkasinę sistemą, pavyzdžiui fasadinės lauko sienos su daug langų.

- *Kaip taisyklė, fasadai su plono sluoksnio tinko apdaila yra jautrūs mechaniniams pažeidimams. Lyginant su vėdinamais fasadais, tinkuojami fasadai žymiai jautresni atmosferos poveikiui (saulės spinduliuotė, temperatūros svyravimai, krituliai, vėjas ir kt.). Net ir nedidelėje Lietuvoje labai skiriasi atskirų vietovių klimatinės sąlygos. Siūlome į tai atsižvelgti, renkantis ventiliuojamo ar tinkuojamo fasado tipą. Pajūrio zonoje rekomenduojame rinktis ventiliuojamus fasadus.*

Izoliacinės medžiagos	Trumpas aprašymas	Storis, mm
<b>ISOVER FS 30</b>	Giuždymui atsparios pagal specialią technologiją pagamintos stiklo vatos plokštės, perpjautos išilgai pluošto – „šiurkštus“ vienas paviršius, kas padidina stiprį plėšimui	50 -100
<b>FASOTERM NF</b>	Gniuždymui atsparios, vertikalios pluošto orientacijos („lamella“) akmens vatos plokštės.	20 - 150
Tipinės detalės	I-CM-6, I-CM-8, I-MS-2, I-MS-7, I-MS-11	

Šilumos perdavimo koeficiento U ( $R_t$ ) skaičiavimo eiga yra analogiška kaip ankstesniuose pavyzdžiuose. Duomenys ir rezultatai papildomai apšiltinant esamą tinkuotą 380mm pilnavidurių silikatinių plytų sieną pateikiami lentelėje L8.

L8 lentelė

Struktūra/sluoksniai	Storis, mm	Deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas $\lambda_D$ , W/mK	Pataisos koeficientai		Projekt. šil. laid. koef. $\lambda_{ds}$ W/mK	Sluoksnių šiluminė varža, $m^2 \cdot K/W$
			$\Delta\lambda_w$ , W/mK	$\Delta\lambda_{cv}$ , W/mK		
Plono sluoksnio tinko apdaila	≈8				1.0	0.008
ISOVER FS 30	140	0.037	0.001	0	0.038	3.684
Pilnavidurių silikatinių plytų mūras	380	STR 2.01.03:2005 3priedas			1.0	0.38
Kalkių-smėlio tinkas	20				0.8	0.025
Sienos vidinio pav. šiluminė varža $R_{si}$	STR 2.05.01:2005 1.1lentelė					0.13
Sienos išorinio pav. šiluminė varža $R_{se}$						0.04
<b>Sienos visuminė šiluminė varža <math>R_t</math>, <math>m^2 \cdot K/W</math></b>						<b>4.267</b>
<b>Sienos šilumos perdavimo koeficientas U, <math>W/(m^2 \cdot K)</math></b>						<b>0.23</b>

Šilumos perdavimo koeficiento U ( $R_t$ ) vertės skirtingoms sienų konstrukcijoms pateiktos lentelėje L9.

## 2.6. SIENŲ ŠILTINIMAS IŠ VIDAUS (NEVĖDINAMA KONSTRUKCIJA)

Išorės sienų šiltinimas iš vidaus rekomenduojamas tik tais atvejais kai negalimas apšiltinimas iš lauko – gyvenamuose vienbučiuose ar daugiabučiuose pastatuose renovuojami tik atskiri butai/kambariai, negalima keisti paveldo ar kitų panašių pastatų fasadų ir pan.

Tipinių anksčiau statytų daugiabučių ir vienbučių gyvenamųjų, taip pat visuomeninių pastatų išorės sienų varža yra nedidelė  $R_t \approx 0.5-0.9 m^2 K/W$ . Tai atitinka šias išorės atitvarų konstrukcijas: 500-590mm keraminių pilnavidurių plytų mūras su oro tarpo ar be jo, 380-590 silikatinių pilnavidurių plytų mūras su oro tarpu ar be jo, 300-450mm monolitinės ar stambiaplokštės keramzitbartonio sienos ir pan. (daugiau sienų konstrukcijų žiūr. lenteles L2, L4, L6, L9).

Kaip taisyklė, pastatų atitvarų apšiltinimui iš vidaus galima naudoti ribotą izoliacijos storį. Bendru atveju, neatliekant detalių skaičiavimų (dažniausiai atlikti sudėtinga – tiksliai nežinoma sienos būseną, panaudotų medžiagų savybės ir kt.) ar tyrimų apie papildomai apšiltintos iš vidaus atitvaros temperatūrinę-drėgninę būseną, būtina atsižvelgti į STR 2.05.01:2005 "Pastatų atitvarų šiluminė technika" priede Nr.6 pateiktus reikalavimus: patalpų, kuriose temperatūra šildymo sezono metu yra +16...20°C ir santykinis drėgnis <60%, papildomo apšiltinimo storis priklauso nuo neapšiltintos atitvaros - sienos, perdenginiai - visuminės varžos (7pav.).



L9 lentelė	Esama atitvara	Esamos atitvaros charakteristikos						Atitvaros charakteristikos po apšiltinimo					
		Esamos atitvaros charakteristikos			FS 30-100			FS 30-120			FS 30-140		
		Storis mm	R <sub>i</sub> m <sup>2</sup> K/W	U W/m <sup>2</sup> K	R <sub>i</sub> m <sup>2</sup> K/W	U W/m <sup>2</sup> K	R <sub>i</sub> m <sup>2</sup> K/W	U W/m <sup>2</sup> K	R <sub>i</sub> m <sup>2</sup> K/W	U W/m <sup>2</sup> K	R <sub>i</sub> m <sup>2</sup> K/W	U W/m <sup>2</sup> K	R <sub>i</sub> m <sup>2</sup> K/W
1	Keraminių pilnavidurių plytų siena 380mm + 20mm kalkių-smėlio tinkas	400	0.67	1.49	3.31	0.30	3.84	0.26	4.36	0.23			
2	Keraminių pilnavidurių plytų siena 510mm + 20mm kalkių-smėlio tinkas	530	0.83	1.20	3.47	0.29	4.00	0.25	4.53	0.22			
3	Keraminių kiau plytų siena (tankis 1400 kg/m <sup>3</sup> ) 380mm + 20mm kalkių-smėlio tinkas	400	0.74	1.36	3.38	0.30	3.90	0.26	4.43	0.23			
4	Siilkatinių pilnavidurių plytų 250 mm siena be oro tarpo + 20mm kalkių-smėlio tinkas	270	0.45	2.25	3.09	0.32	3.61	0.28	4.14	0.24			
5	Siilkatinių pilnavidurių plytų 380 mm siena be oro tarpo + 20mm kalkių-smėlio tinkas	400	0.58	1.74	3.22	0.31	3.74	0.27	4.27	0.23			
6	Siilkatinių pilnavidurių plytų 510 mm siena be oro tarpo + 20mm kalkių-smėlio tinkas	530	0.71	1.42	3.35	0.30	3.87	0.26	4.40	0.23			
7	Monolitinis geizbetonis 250mm + 20mm kalkių-smėlio tinkas	270	0.30	3.29	2.94	0.34	3.47	0.29	4.00	0.25			
8	Keraminių skylėtų plytų siena be oro tarpo	370-430		1.31	3.40	0.29	3.93	0.25	4.46	0.22			
9	Keraminių skylėtų plytų siena be oro tarpo	500-560		1.05	3.59	0.28	4.12	0.24	4.64	0.22			
10	Keraminių skylėtų plytų siena su oro tarpu	400-460		1.06	3.58	0.28	4.11	0.24	4.64	0.22			
11	Keraminių skylėtų plytų siena su oro tarpu	530-590		0.88	3.78	0.26	4.30	0.23	4.83	0.21			
12	Keraminių pilnavidurių plytų siena be oro tarpo	370-430		1.43	3.34	0.30	3.87	0.26	4.39	0.23			
13	Keraminių pilnavidurių plytų siena be oro tarpo	500-560		1.16	3.50	0.29	4.03	0.25	4.55	0.22			
14	Keraminių pilnavidurių plytų siena su oro tarpu	400-460		1.14	3.52	0.28	4.04	0.25	4.57	0.22			
15	Keraminių pilnavidurių plytų siena su oro tarpu	530-590		0.96	3.68	0.27	4.21	0.24	4.73	0.21			
16	Siilkatinių pilnavidurių plytų siena be oro tarpo	370-430		1.65	3.25	0.31	3.77	0.27	4.30	0.23			
17	Siilkatinių pilnavidurių plytų siena be oro tarpo	500-560		1.36	3.38	0.30	3.90	0.26	4.43	0.23			
18	Siilkatinių pilnavidurių plytų siena su oro tarpu	400-460		1.27	3.43	0.29	3.95	0.25	4.48	0.22			
19	Siilkatinių pilnavidurių plytų siena su oro tarpu	530-590		1.09	3.56	0.28	4.08	0.24	4.61	0.22			
20	Keramzitonio siena	350-380		1.38	3.37	0.30	3.89	0.26	4.42	0.23			
21	Keramzitonio siena	450-480		1.14	3.52	0.28	4.04	0.25	4.57	0.22			

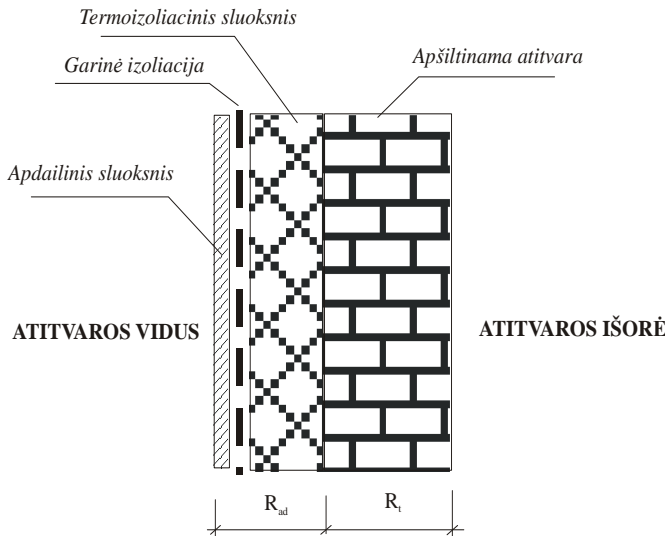
Pastabos:

1. Tais atvejais kai esami konstrukciniai sprendimai nėra tiksliai žinomi (atitvaros Nr.8-21), esamų neapšiltintų atitvarų U (W/m<sup>2</sup>K) vertės nurodytos pagal STR 2.01.09:2005 "Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas" 5 priedas, 5.1 lentelė.
2. Kai šilumos izoliacijos storis yra daugiau nei 100mm, FS-30 termoizoliacinės plokštės montuojamos dviem sluoksniais.



**Apšiltinimo konstrukcija:**

prie šiltinamos lauko atitvaros montuojamas metalinis arba medinis karkasas; po karkaso tašais (bet ne ant viso paviršiaus!) įrengiama hidroizoliacija; karkaso ertmė užpildoma izoliacine medžiaga, labai kruopščiai įrengiama garo izoliacija (pvz. 0.2mm polietileno plėvelė) ir montuojama apdaila (pvz. gipso kartono plokštė RIGIPS).



7 pav. Iš vidaus šiltinamos sienos konstrukcija

$R_t$  – neapšiltintos atitvaros visuminė šiluminė varža;

$R_{ad}$  – papildomos termoizoliacinės konstrukcijos suminė šiluminė varža.

Maksimali leistina papildoma suminė varža  $R_{ad}$  ir atitinkamai maksimalūs leistini izoliacijos storiai priklausomai nuo neapšiltintos atitvaros visuminės varžos  $R_t$  pateikti lentelėje L10. Skaičiavimai atlikti, kai papildomo apšiltinimo konstrukcijai iš vidaus įrengti naudojami 0.6 mm storio UltraSteel plieniniai profiliuočiai, žingsnis 600mm, izoliacinė medžiaga Isover KL-35, KL-37.

Lentelė L10

Neapšiltintos atitvaros varža visuminė $R_t$ , $m^2K/W$	0.7	0.9
Leistina maksimali papildomos konstrukcijos suminė varža $R_{ad}$ , $m^2 K/W$	1.0	1.5
Maksimalus leistinas izoliacijos storis, mm	<b>50</b>	<b>75</b>

**Atkreipkite dėmesį:**

- Gretimos atitvaros - skersinės sienos, perdangos yra „šalčio tiltai“. Rekomenduojame (dažnai privaloma) šias atitvaras apšiltinti 40-50cm pločiu kaip aprašyta aukščiau.
- Tinkamas izoliacinės medžiagos plotis. Izoliacinė medžiaga turi pilnai, su nedidele įvarža užpildyti karkaso ertmę. Rekomenduojama, kad medžiagos plotis būtų 10-20mm didesnis nei ertmė. Mediniam karkasui, kai tašų storis yra 50mm, žingsnis 600mm yra skirtos 565mm pločio izoliacinės medžiagos; metaliniam karkasui (c/c 600mm) naudojamos medžiagos kurių plotis yra 610mm.

Izoliacinės medžiagos	Trumpas aprašymas	Storis, mm
<b>ISOVER KL 35</b>	Elastingos, lengvos stiklo vatos plokštės skirtos šilumos ir garso izoliacijai, kur izoliacija neveikiama apkrovų: lauko sienos, grindys, šlaitiniai stogai, vidaus pertvaros. Pločiai 610, 565mm	50-150
<b>ISOVER KL 37</b>		
Kitos medžiagos		
<b>RIGIPS gipso kartono plokštė</b>	Standartinė, A tipo (GKB) gipso kartono plokštė. Plotis 1200mm, ilgis 2000 ÷ 3000mm.	12.5
<b>UltraSteel plieninių profilių sistema</b>	UltraSteel UW ir UltraSteel CW - naujos kartos profiliuočiai gaminami iš 0.6mm storio rifuotos skardos (faktinis profiliuočio storis padidėja beveik du kartus). Rifuoto paviršiaus dėka užtikrinamas gipso kartono konstrukcijų stiprumas ir standumas, palengvėja montavimas.	0.6 (1.2)
Tipinės detalės	I-MS-5, I-MS-10	

ISOVER, ISOTEC, ECOPHON, STYROFOAM gaminių techninės charakteristikos, paskirtis

Pavadinimas	Matmenys, mm		λ <sub>D</sub> W/mK	Degumo klasifikacija	Charakteristikos		Papildoma informacija		Naudojimo sritis
	storis	plotis			ilgis	Charakteristikos	Kita		
<b>I. Statybinė izoliacija ISOVER</b>									
<b>I.1 Lengvi gaminiai, sandarinimo medžiagos</b>									
KT-40 TWIN (KT-40)	2x50, 2x75(75,100)	1220	7-14m	A1	180 x 10 <sup>6</sup>	Oro laidumo koeficientas I, m <sup>3</sup> /msPa (ne daugiau)	* Nestandartiniai gaminiai.		
KT-40AL	50, 75, 100	1200	7-14m	A2-s1,do	180 x 10 <sup>6</sup> (danga nelaidi)		Dembliai, rulonai pakuojami ir multipaketais. KT-40AL demblys su alumininio folijo danga.		
KT 37	50,75,100,125,150	565	4.2-11.1m		120 x 10 <sup>6</sup>				
565-KL 37	50,70,100,125, 150, 175*, 200*	565	1170, 870						
610-KL 37	42*, 50,66*, 70,95*, 100,125*, 150*	610	1170	A1			Plokštės pakuojamos į multipaketus		Šilumos, garso izoliacijai visoms pastato dalims, kur izoliacija neveikiama apkrovų: karkasinės struktūros, pertvaros, slatiniai stogai, palėpės, grindys (tarp gulekšnių), lauko sienos ir pan.
565-KL 35	50,70,100,125,150	565	870, 1170		90 x 10 <sup>6</sup>				
565-KL 33*	50,70,100,125,150	565	870		60 x 10 <sup>6</sup>				
KH/ SK-C	8,15,20,30,50	90 - 1220	9-15 m	A2-s1,do	150 x 10 <sup>6</sup>		Rulonai, juostelės		Gaminiai sandarinimui (duryų, langų, tarp rąstų ir pan.).
<b>I.2. Vėjo izoliacinės plokštės, kiti gaminiai</b>									
SKL	30	1200	1800	A1	50 x 10 <sup>6</sup>				Sienų, slatinių stogų, palėpių ir kitų pastato dalių lengvos izoliacijos (KT 40, KT 37, KL 37/35) apsaugai nuo vėjo poveikio, šaltio šilumai izoliavimui.
RKL	20,30,45	1200	1800; 3000		30 x 10 <sup>6</sup>		Liežuvelio-griovelio jungtis		
VKL	13	1200	2700		20 x 10 <sup>6</sup>				
SKL-M	50,80,100	1200	1600	A2-s1,do	50 x 10 <sup>6</sup>		Juoda stiklo veltinio danga		Vienasluksnė šilumos ir vėjo izoliacija vėdinamose konstrukcijose.
VENTITERM PLUS	50,80,100	600	1000		60 x 10 <sup>6</sup>		Juoda stiklo veltinio danga		Renovacijai, saunoms.
REK	25, 45	1200	2600		30 x 10 <sup>6</sup> (danga nelaidi)		Pilna įlaida ilgojoje briaunoje, su AL danga		Saunoms
ISOVER Sauna	25	1200	2100		10 x 10 <sup>6</sup> (danga nelaidi)		Pilna įlaida ilgojoje briaunoje, su AL danga		Apsaugai nuo vėjo poveikio, hidro izoliacijai (dažniausiai slatinių stogų konstrukcijose)
DP (difuzinė plėvelė)		1500	50m	B2 (DIN 4102)	nelaidi		S <sub>v</sub> ≤ 0.02m; vandens stulpo aukštis 1.5m (EN 20811). Temp. -73°C... +100°C.		Vandens garų izoliacija apšiltintose medinio karkaso konstrukcijose (išorinės karkasinės sienos, slatiniai stogai, rąstiniai namai)
ISOVER Vario Duplex (vandens garų izoliacija)	0.5	1500	40m		nelaidi		S <sub>v</sub> 0.2...0.5m, priklausomai nuo aplinkos sąlygines oro drėgmės		
<b>I.3. Aprokvas laiknčios medžiagos: betonavimui ir garso izoliacijai , plokšties stogams, aptinkavimui</b>									
OL-E*	50,70,80,100,120,145,160			A1	10	Dinaminis standumas s <sub>v</sub> , MN/m <sup>3</sup>			Šilumos, garso (smūgio ir oro) izoliacijai, kur izoliacinė medžiaga lieko apkrovas: tarpaukštinių perdangų betonuojamos grindys, "sandvič" tipo elementai ir pan.
OL-A	20,30,50	600	1200		10-15	≤12	Techninis liudijimas TL-01-020:2008		
OL-P	50,70,80,100				30	≤15			
OL-P	70,90,110,130,150,170,190	1190	1380	A2-s1,do	30		Apatinis izoliacijos sluoksnis		Stiklo vatos plokštės stogams
OL-TOP	30,40,50	1180	1550		60		Viršutinis izoliacijos sluoksnis		
OL-K-20	20	1180	1550		20		Apatinis (paklotas) izoliacijos sluoksnis		
ORSIL N	20,30,50	600	1200	A1	15	24-14	Techninis liudijimas TL-01-020:2008		Šilumos, garso izoliacijai betonuojamoms grindims
OL-P (FS 30)	50,70,80,100	600	1200	A2-s1,do	30		stipris temptant statmenai plokštei 10kPa		Stiklo (FS 30) ir akmens vatos (NF) plokštės inkuojamų fasadų šiltnaminių sistemoms (ETICS).
Fasadinė plokštė NF	20-200	200	1200		40		stipris temptant statmenai plokštei 50kPa		
DACHOTERM G	40-100			A1	50		Viršutinis izoliacijos sluoksnis		Akmens vatos plokštės stogams
DACHOTERM SL	60-150	500;1200	1000; 2000		30		Apatinis izoliacijos sluoksnis		

ISOVER, ISOTEC, ECOPHON, STYROFOAM gaminių techninės charakteristikos, paskirtis

Pavadinimas	Matmenys, mm		$\lambda_{10}$ W/mK	Degumo klasifikacija	Papildoma informacija		Naudojimo sritis
	storis	plotis			ilgis	Charakteristikos	
<b>III. Techninė izoliacija ISOTEC</b>							
<b>III.1. Kevalai vamzdinams</b>							
KK	20-120	Vidinis kevalų skersmuo $\phi = 12-324\text{mm}$	1200	A2L-s1, do			Šildymo, karšto vandens vamzdinių šilumos ir apsauginė izoliacija; apsaugai nuo kondensato šalto vandens vamzdinams, ventiliacinėms sistemoms (KK-AL, KIM-AL, ML-3); ventiliacinių sistemų, technologinių įrenginių garso izoliacijai; šilumos izoliacija boileriams, katilams, rezervuarams, įvairiai technologinei įrangai; priešgaisrinei izoliacijai (KOVIM, KK-ALC) ir pan.  Reikalingas gaminyje parenkamas kiekvieno konkrečiu atveju priklausomai nuo izoliuojamo objekto darbo temperatūrų, formos, matmenų ir kt.
KK-AL	20-80		0.033				
KK-ALC							
<b>III.2. Dembliai</b>							
KIM-AL	20,30,50,80,100	1200	4000-10000				Su aliuminio folijos danga Su stiklo audinio ("comfort") danga Vertikali pluošto orientacija.  Dembliai armuoti galvanizuoto plieno tinkteliais. ALC gaminiai su armuota AL folijos danga.
KIM	50,70,100	1200	2500-10000	A2-s1, do			
ML-3 (VENTILAM ALU)	20,30,50,60,80,100	1200	2500-5000				
KVM-50*	40,50,60,80,100	1000	2000-6000	A1/A2-s1, do			
KOVIM-80/KOVIM-80 ALC	30,40,50,60,80,100						
<b>III.3. Plokštės</b>							
KLS-K	50,80*,100,120*,140*	1200	1200	A2-s1, do			Lanksti viena kryptimi. Juoda stiklo audinio danga
KVL (M)	15,30,50,80,100	600*, 1200	1200				
<b>III. Akustinės-dekoratyvinės kabamosios lubos ECOPHON, sieninės plokštės ECOPHON WALL PANEL</b>							
OPTA, TECNO, FOCUS, GEDINA, CLASSIC, HYGIENE, SOMBRA, MASTER, ADVANTAGE WALL PANELS	12 - 50	600,1200, 1600*, 1800*, 2000*, 2400*	600, 1200	A2-s1, do			Įvairus padengimas (stiklo audinys, dažyti paviršiai, tekstilės, metalo dangos), briaunų įvairovė. Akustinės savybės (LST EN ISO 11654, kl. A-D) priklausomai nuo gaminto, pakabinimo aukščio ir montavimo būdo.
	40	600, 1200	2700				
<b>IV. STYROFOAM</b>							
STYROFOAM 300 SL	50,70*,80*,100	585	1185	F			Šilumos izoliacijos gaminiai atsparūs drėgmei, skirti ypač apkrautoms konstrukcijoms: pramoninių grindų, grindų ant grunto, eksplotuojamų stogų (mašinių siuvėjimo aikštelės, apželdinti stogai, terasos), pamatų, cokolių, pramoninių šaldytuvų ir pan. šilumos izoliacijai
STYROFOAM 500 SL*	50	600	2400				
STYROFOAM 300 IB	20, 30	600	2385				
SOLIMATE 400 BS*	50,60,70,80,100	570	2385				

Gaminių charakteristikos pateiktos:

deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas  $\lambda_D$  [W/mK] pagal LST EN 13162, deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas  $\lambda_{10}$  [W/mK] pagal LST EN 12667.

gaminų degumo klasifikacija pagal LST EN 13501-1 (Euroklasės), LST EN ISO 1716, LST EN 13823 1182; LST EN 13823

stipris gniuždant (ne mažiau) iki 10% deformacijos [kPa] pagal LST EN 826, stipris tempiant statmenai plokštės plokštumai iki 10% deformacijos [kPa] pagal LST EN 1607+AC:1999

dinaminis standumas  $s'$  [MN/m<sup>3</sup>] pagal EN 29052-1

DOW Styrofoam gaminiams ilgalaikė apkrova (stipris gniuždant iki 2% deformacijos) [kPa] nurodytas 50 metų laikotarpiui.

Gaminių charakteristikos, nomenklatūra gali būti keičiama be atskiro įspėjimo.

## LITERATŪRA

1. LST EN 13162 „Statybiniai termoizoliaciniai gaminiai. Gamykliniai mineralinės vatos (MW) gaminiai. Techniniai reikalavimai“
2. STR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“
3. STR 2.01.03:2003 „Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių techninių dydžių deklaruojamosios ir projektinės vertės“
4. STR 2.01.09:2005 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“
5. Aplinkos ministerijos rekomendacijos R 40-02 „Sienų su oro tarpais projektavimas ir statyba“
6. ISOVER gaminių taikymas. Rekomendacijos projektuotojams ir statybininkams, 2009m
7. ISOVER teigiamos energijos namai
8. RUUKKI „Išorės sienos. Produkto aprašymas. Elementų iš termopanelių sistema išorės sienoms ir stogams“