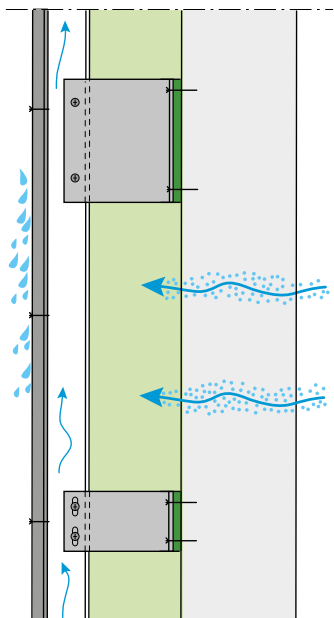




Labi izolētas ventilējamas fasādes

PAROC Vadlīnijas projektēšanai



PAROC[®]

SATURS

1. Laba siltumizolācija vēdināmās fasādēs	3
Vispārīgās projektēšanas vadlīnijas	4
2. Projektēšanas pamatprincipi	6
2.1. Ventilācijas izmēru noteikšana	6
2.2. Siltumizolācijas parametru izvēle	11
3. PAROC izstrādājumi	15
PAROC ir plašs izstrādājumu klāsts ventilējamām fasādēm	16
4. PAROC siltumizolācijas risinājumi	18
4.1. Koka statņu siena / konstrukcijas piemērs	18
4.2. CLT koka konstrukcijas ar PAROC ZERO sistēmu / konstrukcijas piemērs	20
4.3. Metāla rāmju piekares sistēmas/konstrukcijas piemērs	22
4.4. Kieģeļu apdare/ konstrukciju piemērs	24
4.5. Masīvas sienas ar koka konstrukciju apšuvumu/ konstrukciju piemērs	26
4.6. Koka karkasa sienas ar ķieģeļu apdari/konstrukcijas piemērs	28
4.7. PAROC ZEROfix-montāžas sistēma/konstrukciju piemēri	29
PAROC ZERO fasādes sistēmas komponentes	31

1. LABA SILTUMIZOLĀCIJA VĒDINĀMĀS FASĀDĒS

2. Ventilēta fasāde ir vispārīgs termins ārējo sienu fasāžu konstrukcijām, kurās starp fasādes apšuvumu un siltumizolācijas slāni ir vienota ventilācijas sprauga, kas uzlabo konstrukcijas mitruma drošību. Šādās konstrukcijās faktiskais fasādes apšuvums caur siltumizolācijas slāni ir piekārts pie nesošās konstrukcijas (nesošās pamatnes). Ventilācijas sprauga ir savienota ar ārējo gaisu caur gaisa pieplūdes atverēm sienas apakšējā malā un izplūdes atverēm sienas vai sienas sekciju augšējā malā (piemēram, papildu ventilācijas atveres katrā stāvā, kas savienotas ar logu un durvju atverēm), kas nodrošina nepārtrauktu dabisko gaisa apmaiņu.



Ventilējamām fasādēm ir raksturīgi daudzi dažādi sistēmu komponenti no dažādiem piegādātājiem. Tas var apgrūtināt projektētāja darbu, lai sasniegtu visus konstrukcijai izvirzītos mērķus. Daudzos gadījumos fasādes projektēšana sākas ar fasādes apšuvuma izvēli, pēc tam tiek apsvērtā konstrukcija, kas to atbalsta, un tikai visbeidzot tiek izvēlēts sistēmai piemērots siltumizolācijas materiāls.

Lai gan siltumizolācija, kas nonāk konstrukcijā, ir izvēles saraksta beigās, tai un tās funkcionalitātei ir svarīga nozīme ēkas norobežojošo konstrukciju siltumtehnikajos, ugunsdrošības un mitruma rādītājos.

Šīs projektēšanas rokasgrāmatas mērķis ir sniegt vadlīnijas Paroc siltumizolācijas izstrādājumiem, kad tie tiek izmantoti ventilējamās sienās jaunbūvēs. Šīs sienas var būt, izmantojot betonu, gāzbetona blokus, ķieģeļus, koka karkasu vai CLT koka paneļus kā nesošo konstrukciju.

Somijas zinātniski pētnieciskā centra VTT veiktās simulācijas un analīzes (Pētījuma ziņojums

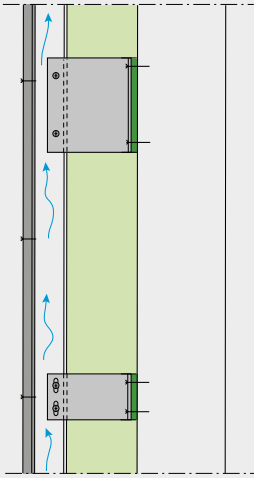
VTT-R-01215-20) nosaka gaisa plūsmas un mitruma apstākļus ventilējamu fasāžu konstrukciju gaisa starpās. Ieteicamās vērtības, kas norādītas izmēru tabulās, galvenokārt ir balstītas uz gada vidējo mitruma slodzi un vēja apstākļiem dažādās klimata zonās. Pamatojoties uz eksperta atzinumu, tika noteiktas vairākas robežas, lai izpētītu noteiktos gadījumus sienas ventilācija, ņemot vērā projekta plānu un mērogu. Rezultātus nevar uzskatīt par precīzām robežvērtībām, taču tie sniedz aptuvenus aprēķinus par to, kā nodrošināt sienas ventilāciju ar pietiekamu mitrumu žāvēšanu, efektivitāti ar saprātīgu konvekcijas ietekmi uz siltumizolācijas veiktspēju.

TRĪS TIPISKI EIROPAS KLIMATU DATI TIKA IZMANTOTI IZPĒTĒ TAČU ŠAI LOKĀLAI VERSIJAI TĀLĀK TIEK APSKATĪTS UN PIEMĒROTŠ TIKAI TUVĀKAIS UN REĀLĀKAIS, KAS IR SOMIJAS KLIMATS:

	Ziemeļvalstu klimats, vieta -Vantaa, Somija	Piekrastes vidējs klimats Bergen, Norvēģija	Centrāleiropas klimats, Holzkirchen, Vācija
T, vidējā (°C)	6,5	8,1	6,6
T, min. (°C)	-24,8	-9,7	-20,1
V, vēja ātrums, vidēji (m/s)	4,4	3,4	2,3
Nokrišņu daudzums gadā(mm)	756	2421	1185

VISPĀRĪGĀS PROJEKTĒŠANAS VADLĪNIJAS

Ventilējamu fasādi var veidot vai nu jaunām ēkām, vai arī modernizēt un renovēt esošās ēkas. Ir svarīgi, ka risinājumi atbilst vietējiem būvnoteikumiem (LBN), jo īpaši materiālu, nesošo konstrukciju vai ēkas norobežojošo konstrukciju, siltuma, uguns un skaņas veiktspējas jomā.



VENTILĒJAMĀS FASĀDES PRIEKŠROCĪBAS:

- Ārējais apšuvums ar ventilācijas spraugu nodrošina konstrukcijai ilgstošu laika apstākļu un mitruma drošību
- Labi izvēlēta balsta nesošā sistēma un izolācijas materiāli ļauj sasniegt gandrīz jebkuru vēlamu U vērtību.
- Vienkārši risinājumi fasāžu atjaunošanai, pateicoties regulējamām apakškonstrukcijām
- Ilgtspējīga konstrukcija, pateicoties ilgajam kalpošanas laikam, zemām uzturēšanas izmaksām un iespējām atsevišķus slāņus pārstrādāt nākotnē
- Ugunsdrošība, pareizi izvēloties nedegošas sastāvdaļas un celtniecības materiālus

MITRUMA DROŠĪBA

Mitruma kontrole ir būtiska jebkuras ēkas pareizai darbībai. Labi izstrādāta ēkas norobežojošā konstrukcija aizsargā tās iedzīvotājus no nelabvēlīgas ietekmes uz veselību un ēku no bojājumiem.

Lielāko daļu ēku strukturālo mitruma problēmu izraisa zemes mitrums, lietus vai ēkā lietotais ūdens. Mitruma kontrole ir ēku projektēšanas posma būtiska sastāvdaļa; Par laimi, projektēšanas noteikumi ir diezgan vienkārši:

- Pārliecinieties, ka mitrums nenonāk konstrukciju iekšpusē un
- Izvēloties materiālu, pārliecinieties, ka mitrums konstrukcijas iekšpusē var izzūt

Lai ventilējamas sienas labi mitrinātu, ir nepieciešami atbilstoši sienu ventilācijas gaisa plūsmas ātrumi. Tas vien negarantē drošu darbību.

Vairāki citi faktori (materiāla slāņu difūzijas pretestība, klimata slodze, gaisa noplūde utt.) Var ietekmēt mitruma rādītājus, kas jānodrošina atsevišķi.

Fasādes materiālam nav tikai vizuāla loma ēkas apvalkā - tas darbojas kā lietusmēteli un aizsardzība pret laika apstākļiem sienas konstrukcijas iekšējiem materiāla slāņiem. Fasādes apšuvums un fasādes pamatkonstrukcija ir jāaplāno un jāprojektē tā, lai lietus ūdens un visi iespējamie kondensācijas mitrumu, kas var veidoties, var kontrolēti noņemt no konstrukcijas ārpusē. Tas ir paredzēts, lai novērstu mitruma iekļūšanu siltumizolācijā vai nesošajā pamatnes rāmī vai jebkurās pamatnes koka daļās.

Svarīga ir savienojumu konstrukcija starp paneļiem,

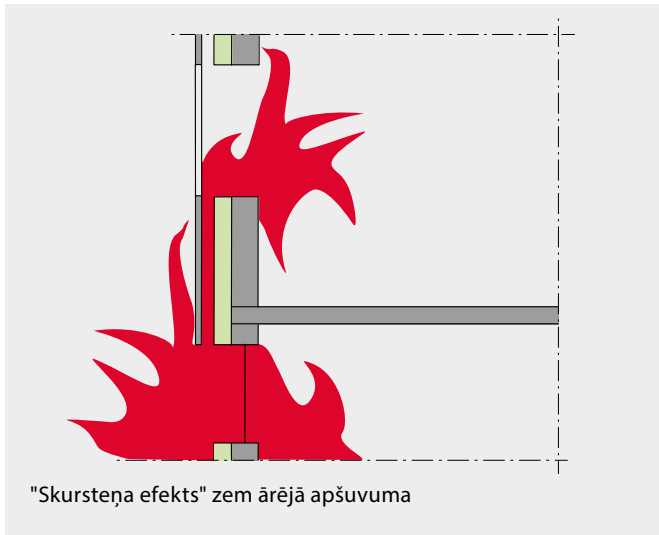
loksnēm vai dēļiem, ko izmanto fasāžu apšuvumam ventilējamās fasādēs, un to savienojumu blīvējums ir jāveic pareizi. Pat ja ventilācijas sprauga var novadīt iekļuvu; so mitrumu līdz ārpusē, materiāls, kas veido apšuvumu, var kļūt ļoti slapjš, apdraudot tā izskatu un izturību. Ja notiek sasalstošs lietus ledus gabaliņu veidošanās var izraisīt spriedzi un deformēt apšuvumu, kas var izraisīt citus bojājumus.

Lai apsaimniekot lietus ūdeni uz fasādes virsmām, ir nepieciešama konstruktīva mitruma aizsardzība, piemēram, apšuvumi, jo lielākajā daļā ēku ir pārejas starp materiāliem, mezgļiem un sastāvdaļām, kas atspoguļo vai nu pārtraukumus, un/vai ģeometrijas izmaiņas ūdensizturīgajā barjerā un drenāžas telpā.

Ārējo sienu konstrukcijā blīvākie materiāla slāņi vienmēr tiek novietoti uz sienas konstrukcijas iekšējā pusē. Materiāla slāņu ūdens tvaiku caurlaidībai vajadzētu palielināties, pārvietojoties konstrukcijā uz āru, lai konstrukcijas mitrums varētu izzūt uz āru. Ventilējamās fasādēs žāvēšana notiek caur ventilācijas spraugu, kas nozīmē, ka fasādes apšuvuma materiāls var būt tvaika necaurlaidīgs

UGUNSDROŠĪBA

Uguns izplatīšanās pa fasādēm ir plaši atzīta par vienu no ātrākajiem uguns izplatīšanās ceļiem ēkās. Telpas uguns var izplatīties pa fasādi dažādos veidos, atkarībā no fasādes sistēmas veida un materiāliem, no kuriem tā ir uzbūvēta.



Ventilējamās fasādes ir daudzslāņu sistēmas, kuru galvenā iezīme ir gaisa kameras izveide cirkulējošais gaiss starp ēkas sienu un ārējo apšuvumu. Gaisa spraugā esošais "skursteņa efekts" ir mehānisms, kas uzlabo fasādes siltumu un mitruma izturēšanās. Tomēr ugunsgrēka gadījumā tas var veicināt ātrāko uguns izplatīšanās ceļu, radot būtisku risku ēkas augšējās stāvos. Tāpēc ventilējamo fasāžu sistēmās vienmēr ieteicams izmantot nedegošu siltumizolāciju un fasādes materiālus.

ENERGOEFECTIVĪTĀTE

Fasādes materiāla izvēlei var būt būtiska ietekme uz ventilējamo fasāžu energoefektivitāti, jo, piemēram, metāla profilu sistēmās faktiskā fasādes slāņa svars un stiprinājums uzliek prasības rāmja pamatkonstrukcijai un termiskajiem tiltiem, kas šķērso siltumizolācijas slāni.

MEHĀNISKĀ STABILITĀTE

Ventilējams fasādes apšuvums ir mehāniski savienots ar nesošo konstrukciju, un tai jābūt stabilai visos apstākļos. Sistēmas stiprinājumu izmērus parasti veic būvinženieris vai metāla karkasa sistēmu ražotājs. Šajā kontekstā jāņem vērā šādas slodzes (attiecīgā gadījumā):

- pašmasa
- vēja slodze (atraušanas un spiediena slodze)
- sniega un ledus slodzes
- trieciena slodzes
- īpašas slodzes (piem., Seismiski spēki, uzraksti, reklāmas dēļi)

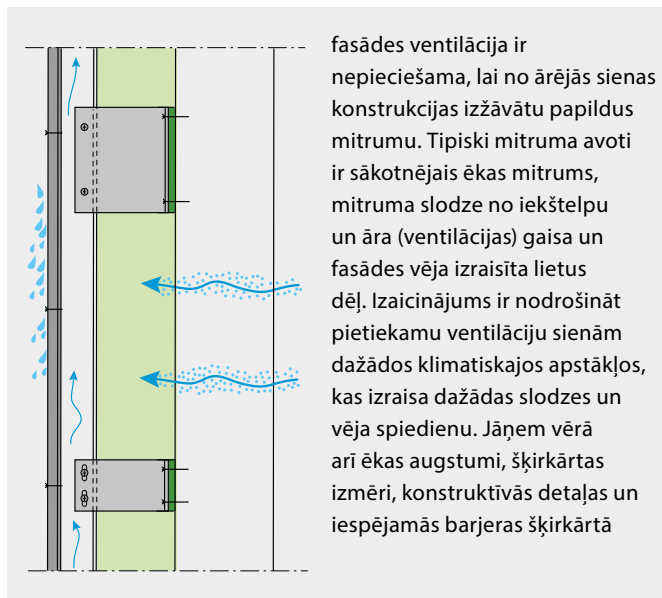
Jāsagatavo detalizēts būvinženiera ziņojums par ventilējamo fasādes sistēmu atbilstību attiecīgajiem Eiropas un/vai valsts noteikumiem. Šis stabilitātes apliecinājums jāsniedz pārbaudāmā formā, un tajā jāiekļauj pamatkonstrukcijas, apšuvuma, primāro stiprinājuma elementu un stiprinājuma elementu stabilitātes aprēķini. Metāla karkasa sistēmām šos aprēķinus parasti sniedz metāla karkasa sistēmu ražotājs, pamatojoties uz konstrukciju inženiera norādītajiem parametriem.

2. PROJEKTĒŠANAS PAMATPRINCIPI

2.1. VENTILĀCIJAS IZMĒRU NOTEIKŠANA

Ventilējamā fasādē āra gaiss caur atverēm ieplūst ventilācijas spraugā, kur tas sasilst siltuma zudumu dēļ caur sienu un saules starojumu. Sasilšanas pakāpe ir atkarīga no konstrukcijas U-vērtības un fasādes mitruma. Augsts fasādes mitruma saturs samazina siltuma pretestību, un iztvaikojošais mitrums samazina efektīvai ventilācijai nepieciešamo temperatūras starpību. Parasti gada vidējā temperatūras starpība starp ventilācijas gaisu un āra gaisu ir 0,2–0,6 °C robežās.

Sekojošās dažādu izmēru sienu konstrukciju izmēru tabulas ir balstītas uz VTT veiktajām skaitliskām simulācijām,



izmantojot WUFI © 6.1 modeli uz lielu dažādu strukturālo elementu kombināciju kopu:

- Nesošie materiāli: betons, gāzbetons, ķieģelis, koka karkass vai CLT koka panelis
- Fasādes materiāli: koks (28 mm), ķieģelis (130 mm), cementa šķiedru plātne (8 mm)
- Siltumizolācija: akmens vate, kuras biezums ir 200 mm, 250 mm vai 300 mm, atkarībā no faktiskā sienu materiāla un tā izmēriem
- Sienu materiāla (betona, gāzbetona, ķieģeļu) sākotnējais mitruma saturs

Biezumi tika iestatīti kā vidēji lieli, lai būtu vissliktākais mitruma veiktspējas scenārijs: augsta mitruma ietilpība un zemas temperatūras atšķirības starp ventilāciju un āra gaisu.

Analīzē tika izmantoti trīs līdz piecu gadu simulācijas periodi atkarībā no tā, cik ātri sākotnējais mitrums varētu izžūt. Āra klimats bija no WUFI modeļu bibliotēkas (Vantā, Bergenā un Holckirhenē), un iekštelpu klimatam bija +20 °C temperatūra ar 2. līmeņa mitruma slodzi (maksimālais +4 g/m³ mitruma pieaugums salīdzinājumā ar āra gaisu). Tikai koka karkasa konstrukcijā bija tvaika barjera (Sd = 50 m).

Vidējās spiediena atšķirības dažādiem ēkas augstumi tika novērtēti, pamatojoties uz klimata datiem pētītajās vietās. Šīs spiediena atšķirības tika izmantotas kā ventilācijas dzinējspēks. Palielinoties ēkas augstumam, palielinās vajadzīgais gaisa plūsmas ātrums un vajadzīgā spiediena starpība gaisa plūsmas ātruma uzturēšanai palielinās eksponenciāli. Vajadzības gadījumā tika ņemta vērā arī dabiskā konvekcija, ko izraisa temperatūras starpība.

Simulācijās tika ņemts vērā lietus. Sienu konstrukcijas bija vērstas biežākajā lietus virzienā, parasti uz dienvidiem vai dienvidrietumiem. Pētītā sienas daļa bija augstas (> 25 m) ēkas augšējā daļa, kurā ir vislielākā lietus slodze. Simulācijās tika izlaists saules starojums, un analīze ietver drošību.

Vislielākās mitruma slodzes ventilācijas telpā tika konstatētas, izmantojot 130 mm biezu ķieģeļu fasādi. Slodze ar ķieģeļu fasādi nebija atkarīga no iekšējās sienas konstrukcijas. Nebija virsmas pārklājuma/apstrādes, kas neļautu ķieģelim mitrināties lietus dēļ. Rezultāti var ievērojami atšķirties no uzrādītā, ja fasādes ķieģeļu slānis bija plānāks ar zemāku mitruma ietilpību, vai, ja fasāde tika aizsargāta pret mitrināšanu (hidrofobiski).

KOKA & METĀLA KARKASA SIENA (ZIEMEĻU KLIMATS ; VIETA - VANTAA, SOMIJA)

SĀKOTNĒJAIS VISAS KONSTRUKCIJAS MITRUMA SATURS IR 80% (RH LĪDZSVARS)

Ēkas augstums un fasādes materiāls									
		2 stāvi ≤ 7 m		4–5 stāvi ≤ 14–18 m		8–9 stāvi ≤ 28–32 m		16 stāvi ≤ 56 m	
		Koka vai cement-šķiedras plāksne	Ķieģeļi	Koka vai cement-šķiedras plāksne	Ķieģeļi	Koka vai cement-šķiedras plāksne	Ķieģeļi	Koka vai cement-šķiedras plāksne	Ķieģeļi
Nepieciešamā gaisa plūsma vēdināšanas šķirkartā, gadā vidēji, dm ³ /s m ²		0,022	0,33	0,022	0,33	0,022	0,33	0,022	0,33
Nepieciešamā gaisa plūsma vēdināšanas šķirkartā dažādiem ēku augstumiem (dm ³ /s m ²) skaitot šķirkartas biežumu (piem. 7 x 0,022 = 0,154 dm ³ /s m)		0,154	2,31	0,396	5,94	0,704	10,56	1,232	18,48
Vēdināšanas atveru noteikšana gaisa pieplūdes nodrošināšanai (mm ² /m) gaisa šķirkartā, lai nodrošinātu nepieciešamo gaisa plūsmu									
Gaisa šķirkartas izmērs	45 mm	110	1450	220	2800	370	4600	580	8600
	25 mm	100	1500	230	3000	380	5900	600	-
	45 mm + pretuguns barjera	210	1800	500	-	1850	-	-	-
	25 mm + pretuguns barjera	220	-	720	-	-	-	-	-
Nepieciešamā gaisa caurlaidība vai gaisa pretestība siltumizolācijas izstrādājumam, lai izvairītos no konvekcijas:		≤ 30 x 10 ⁻⁶ m ³ /m s Pa		≤ 40 x 10 ⁻⁶ m ³ /m s Pa		≤ 40 x 10 ⁻⁶ m ³ /m s Pa ≤ 30 x 10 ⁻⁶ m ³ /m s Pa, ja gadījumā papildus atvērumi (piem. logi, durvis)			
Ir vienmēr labāk izvēlēties siltumizolācijas izstrādājumu ar zemāku gaisa caurlaidību kā prasīts. Ugunsdrošās barjeras ir ieteicams lietot siltumizolācijai ar ciešāku vēja aizsardzības pārklājumu ≤ 10 x 10 ⁻⁶ m ³ /m ² s Pa									

Ievērojiet: fasādes apdares materiāli šajās instrukcijās var tikt aizvietoti ar mitrumu mazāk uzsūcošiem materiāliem kā stikls, metāls utt.

CLT KRUSTENISKI LĪMĒTA KOKA PANEĻA SIENA (ZIEMEĻU KLIMATS ; VIETA - VANTAA, SOMIJA)

SĀKOTNĒJAIS VISAS KONSTRUKCIJAS MITRUMA SATURS IR 67% (RH LĪDZSVARS)

Ēkas augstums un fasādes materiāls									
		2 stāvi ≤ 7 m		4–5 stāvi ≤ 14–18 m		8–9 stāvi ≤ 28–32 m		16 stāvi ≤ 56 m	
		Koka vai cement-šķiedras plāksne	Ķieģeļi	Koka vai cement-šķiedras plāksne	Ķieģeļi	Koka vai cement-šķiedras plāksne	Ķieģeļi	Koka vai cement-šķiedras plāksne	Ķieģeļi
Nepieciešamā gaisa plūsma vēdināšanas šķirkartā, gadā vidēji, dm ³ /s m ²		0,045	0,33	0,045	0,33	0,045	0,33	0,045	0,33
Nepieciešamā gaisa plūsma vēdināšanas šķirkartā dažādiem ēku augstumiem (dm ³ /s m ²) skaitot šķirkartas biežumu (piem. 7 x 0,022 = 0,154 dm ³ /s m)		0,315	2,31	0,810	5,94	1,440	10,56	2,520	18,48
Vēdināšanas atveru noteikšana gaisa pieplūdes nodrošināšanai (mm ² /m) gaisa šķirkartā, lai nodrošinātu nepieciešamo gaisa plūsmu									
Gaisa šķirkartas izmērs	45 mm	180	1450	400	2800	660	4600	1030	8600
	25 mm	180	1500	410	3000	670	5900	1100	-
	45 mm + pretuguns barjera	210	1800	500	-	1850	-	-	-
	25 mm + pretuguns barjera	220	-	720	-	-	-	-	-
Nepieciešamā gaisa caurlaidība vai gaisa pretestība siltumizolācijas izstrādājumam, lai izvairītos no konvekcijas:		≤ 30 x 10 ⁻⁶ m ³ /m s Pa		≤ 40 x 10 ⁻⁶ m ³ /m s Pa		≤ 40 x 10 ⁻⁶ m ³ /m s Pa ≤ 30 x 10 ⁻⁶ m ³ /m s Pa, ja gadījumā papildus atvērumi (piem. logi, durvis)			
Ir vienmēr labāk izvēlēties siltumizolācijas izstrādājumu ar zemāku gaisa caurlaidību kā prasīts. Ugunsdrošās barjeras ir ieteicams lietot siltumizolācijai ar ciešāku vēja aizsardzības pārklājumu ≤ 10 x 10 ⁻⁶ m ³ /m ² s Pa									

Ievērojiet: fasādes apdares materiāli šajās instrukcijās var tikt aizvietoti ar mitrumu mazāk uzsūcošiem materiāliem kā stikls, metāls utt.

BETONA, VIEGLBETONA BLOKU UN ĶIEĢEĻU SIENAS (ZIEMEĻU KLIMATS ; VIETA - VANTAA, SOMIJA)

SĀKOTNĒJĀS VISAS KONSTRUKCIJAS MITRUMĀ SATURS IR 95% (RH LĪDZSVARS)

VIEGLBETONA BLOKIEM VAI ĶIEĢEĻIEM MAX. 85% (RH LĪDZSVARS)

Ēkas augstums un fasādes materiāls									
		2 stāvi ≤ 7 m		4–5 stāvi ≤ 14–18 m		8–9 stāvi ≤ 28–32 m		16 stāvi ≤ 56 m	
		Koka vai cement-šķiedras plāksne	Ķieģeļi	Koka vai cement-šķiedras plāksne	Ķieģeļi	Koka vai cement-šķiedras plāksne	Ķieģeļi	Koka vai cement-šķiedras plāksne	Ķieģeļi
Nepieciešamā gaisa plūsma vēdināšanas šķirkārtā, gadā vidēji, $\text{dm}^3/\text{s m}^2$		0,056	0,28	0,056	0,28	0,056	0,28	0,056	0,28
Nepieciešamā gaisa plūsma vēdināšanas šķirkārtā dažādiem ēku augstumiem ($\text{dm}^3/\text{s m}^2$) skaitot šķirkārtas biezumu (piem. $7 \times 0,022 = 0,154 \text{ dm}^3/\text{s m}$)		0,392	1,96	1,008	5,04	1,792	8,96	3,136	15,68
Vēdināšanas atveru noteikšana gaisa pieplūdes nodrošināšanai (mm^2/m) gaisa šķirkārtā, lai nodrošinātu nepieciešamo gaisa plūsmu									
Gaisa šķirkārtas izmērs	45 mm	250	1450	550	2800	920	4600	1460	8600
	25 mm	260	1500	560	3000	950	5900	1600	-
	45 mm + pretuguns barjera	210	1800	500	-	1850	-	-	-
	25 mm + pretuguns barjera	220	-	720	-	-	-	-	-
Nepieciešamā gaisa caurlaidība vai gaisa pretestība siltumizolācijas izstrādājumam, lai izvairītos no konvekcijas:		$\leq 30 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$		$\leq 40 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$		$\leq 40 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$ $\leq 30 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$, ja gadījumā papildus atvērumi (piem. logi, durvis)			
Ir vienmēr labāk izvēlēties siltumizolācijas izstrādājumu ar zemāku gaisa caurlaidību kā prasīts. Ugunsdrošās barjeras ir ieteicams lietot siltumizolācijai ar ciešāku vēja aizsardzības pārklājumu $\leq 10 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ s Pa}$									

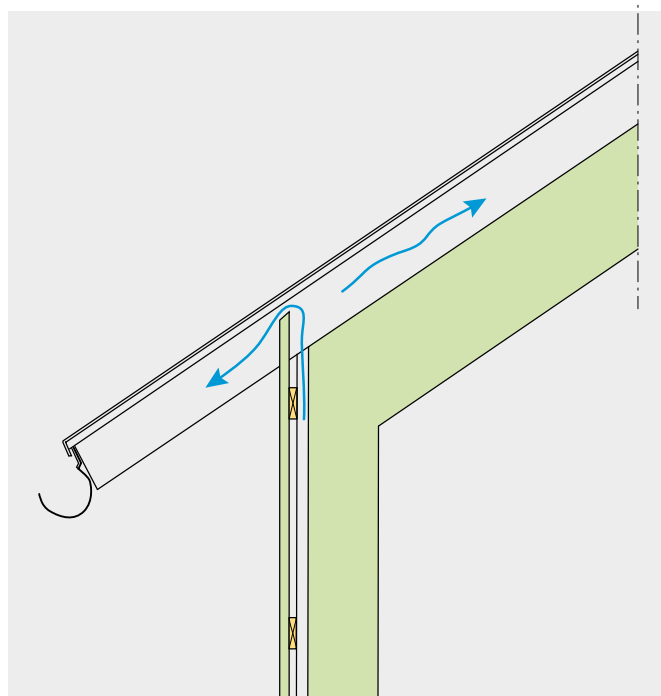
Ievērojiet: fasādes apdares materiāli šajās instrukcijās var tikt aizvietoti ar mitrumu mazāk uzsūcošiem materiāliem kā stikls, metāls utt.

GAISA IEPLŪDES / IZPLŪDES ATVERU IZMĒRU NOTEIKŠANA

Gaisa ieplūdes un izplūdes atveru laukumi parasti tiek uzrādīti mm^2/m . Tas atbilst vienas atveres laukumam konstrukcijas garumā. Tiek pieņemts, ka gan ieplūdes, gan izplūdes atverēm ir vienāds laukums, un tāpēc kopējais atvēruma laukums ir divas reizes lielāks nekā tas, kas norādīts izmēru tabulās.

Ja ventilācijai ir tikai viena atvere, kuru var regulēt, bet otrs gals ir pilnībā atvērts, norādītās atveres vietas var pielietot pat tad, ja tā rezultātā rodas pārāk augsta sienas ventilācija.

Kad gaisa plūsmas ātrums pārsniedz nepieciešamo līmeni, vienīgais veids, kā to noregulēt vajadzīgajā līmenī, ir palielināt gaisa ieplūdes/izplūdes atveru gaisa plūsmas pretestību par atvēruma laukuma samazināšanu.



Ventilācijas izmēru tabulas minimālais izmērs attiecas uz ventilācijas atveru izmēriem gan fasādes apakšējā, gan augšējā daļā. Tiek pieņemts, ka ventilācijas izvads fasādes augšpusē vienmēr ir atvērts, tāpēc šim nolūkam tabulā norādītās konstrukcijas vērtības ir viegli sasniedzamas.

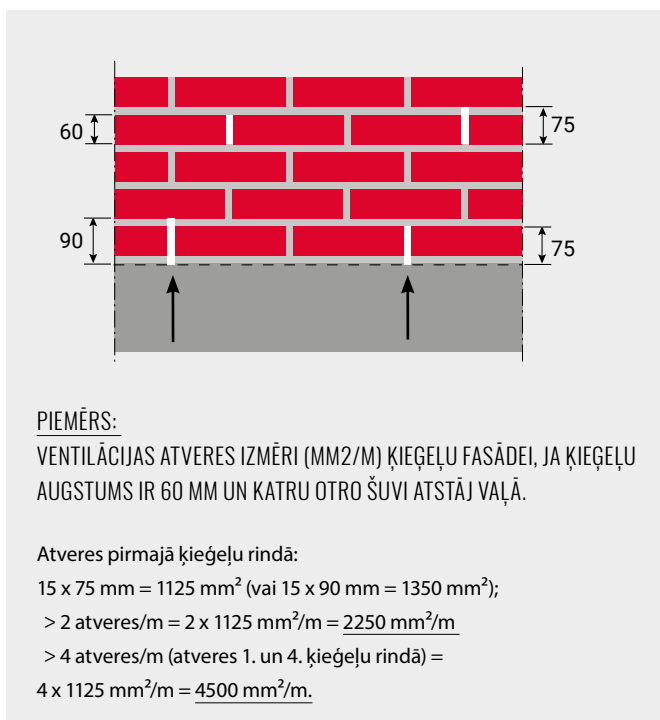
ĶIEĢEĻU FASĀDES

Ķieģeļu fasādēs ventilācijas atveres tiek veidotas ķieģeļu apšuvuma apakšējās daļas vertikālajās šuvēs saskaņā ar tabulu zemāk.

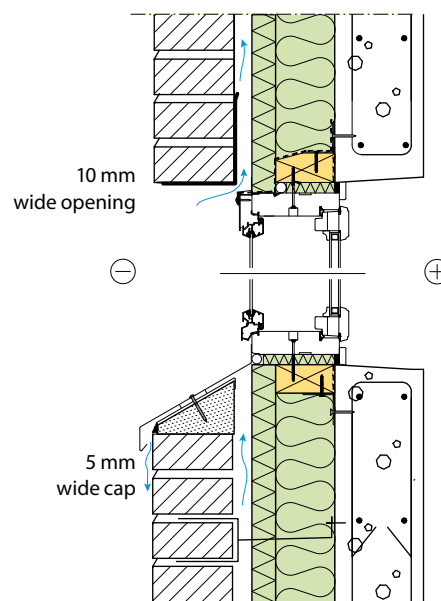
Ķieģeļa augstums (mm)	Ventilācijas atvērums (mm ²)	Kopējais atvērums laukums (mm ² /m)				
		Katra trešā vertikālā šuve atvērta	Katra trešā vertikālā šuve atvērta 2 x **	Katra otrā vertikālā šuve atvērta	Katra otrā vertikālā šuve atvērta 2 x **	Katra vertikālā šuve atvērta
		1 atvērums/m	2 atvērumi/m	2 atvērumi/m	4 atvērumi/m	3 atvērumi/m
60	1125 (1350*)	1125 (1350*)	2250 (2475*)	2250 (2475*)	4500 (4950*)	3375 (4050*)
75	1350 (1575*)	1350 (1575*)	2700 (2925*)	2700 (2925*)	5400 (5625*)	

* Pirmajā rindā ir iespējams palielināt atveres, atstājot javu ārpus augšējās un apakšējās šuves (h = 65 mm + 15 mm + 15 mm vair h = 88 mm + 15 mm + 15 mm)

** Ventilācijas atvērums pirmajā un ceturtajā ķieģeļu rindā



Ja ār sienas ventilācijas ceļā ir vairāk atveru, maksimālo ventilācijas ceļa augstumu no atveres līdz nākamajai atverei var uzskatīt par projektēto augstumu. Šajā gadījumā minimālo atvērums laukumu katrai atverei nosaka šīs konstrukcijas augstums. Piemēram, 28 m augstā ēkā ir ventilācijas atveres 7 m attālumā. Ventilācijas atveru projektētais augstums ir 7 m, un ventilācijas ceļā ir piecas līdzīgas atveres. Šī pieeja jāpiemēro logu atverēm, kas arī ietver fasādes ventilācijas atveres.. Jāievēro kopējā atveres platība, un katrai atverei jābūt vismaz 50 % no kopējās platības, kas katrai atverei sadalīta vienādi.



Loga vai durvju platums (mm)	Ventilācijas atvere virs ailes (mm ²)	Ventilācijas atvere zem ailes (mm ²)
1000	10000	2500–5000
1200	12000	3000–6000
1500	15000	1125 (1350*)
1800	18000	1350 (1575*)
2100	21000	5350–10500

Atveres laukuma izmērs virs loga/durvīm = platums x 10 mm

Atvērums laukuma izmērs zem loga/durvīm = platums x 5 mm.

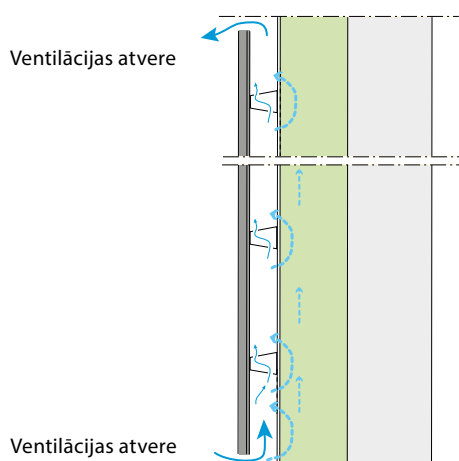
Stiprinājuma materiāli var samazināt ventilācijas spraugas izmēru zem loga/durvīm ~ 0 – 50%

Piezīme. Šeit norādītās atklāšanas vietas nozīmē faktiskās atvērtās atveru zonas, ņemot vērā, piemēram, aizsardzības tīklus pret dzīvniekiem vai citām līdzīgām konstrukcijām, kas samazina faktisko atklāto laukumu.

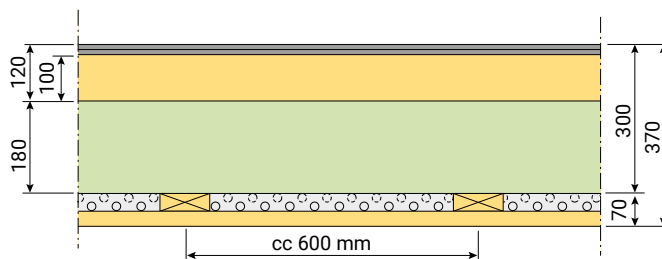
UGUNSDROŠAS BARJERAS

Ugunsdrošības barjeras ventilācijas spraugās var izmantot divu iemeslu dēļ: fasādes apšuvuma materiāls ir degošs vai arī siltumizolācija ir no degoša materiāla.

Ja fasādes materiālam ir D ugunsreakcijas klase vai tas ir vājāks (piemēram, koka apšuvums), ventilācijas spraugām var būt nepieciešama ugunsdrošība ar horizontāli uzstādītām uguns barjerām katrā stāva robežās. Šī vajadzība jāpārbauda saskaņā ar vietējiem ugunsdrošības noteikumiem. Visizplatītākais risinājums ir perforēta metāla profila izmantošana; bet no ventilācijas viedokļa būtu labāk izmantot paplašināšanas iespējas, lai gaisa kanāli būtu atvērti.



Iespējamās ugunsdrošības barjeras samazina gaisa plūsmu ventilācijas spraugā. Tās liek parasti ja ir koka vai plastikāta fasāde, jo akmens vates izolācija ir nedegoša. Ugunsdrošie šķēršļi var izraisīt ievērojamu gaisa plūsmas pretestību, samazinot maksimālo praktisko ventilācijas dobuma augstumu, kā arī tie mēdz izraisīt spēcīgu konvekcijas plūsmu siltumizolācijā. Atsevišķu vēja membrānu ieteicams izmantot visās konstrukcijās, kurās ventilācijas dobumā ir uguns barjeras. Ieteicamā vēja barjeras slāņa maksimālā gaisa caurlaidība ir $10 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ s Pa}$.



piem., viena uguns barjera katrā stāvā (cc vertikālā virzienā ~ 3,3 m) un katram pārtraukumam ir divas malas ar 5 % atvērtu laukumu, salīdzinot ar šķērsriezumu ventilācijas dobumā

Piemēram, sekojošā konstrukcijā ar 45 mm platu ventilācijas spraugu atvērtuma laukuma izmērs ir:

$$[(1000 \text{ mm} \times 45 \text{ mm}) - (1,66 \times 45 \text{ mm} \times 100 \text{ mm})] = 37\,530 \text{ mm}^2/\text{m}$$

→ uguns barjera, atvērtuma izmēra samazinājums ir 95%

→ $0,05 \times 37\,530$

Ventilācijas atveres izmērs tādēļ ir $1876 \text{ mm}^2/\text{m}$

Horizontālu uguns izplatīšanos evakuācijas ceļu un kāpņu sienu zonā var novērst ar vertikāli uzstādītām.

VENTILĀCIJAS SPRaugAS PLATUMS

Ventilācijas spraugas platuma (45 mm/25 mm) ietekme ir diezgan zema gadījumos ar atvērtu fasādi (atklātas starpas apdares plāksnēm bez nosegtām malām); bet, ja spraugā ir ugunsdrošās barjeras, efekts ir ievērojams, jo šīs barjeras var samazināt ventilācijas spraugas šķērsriezuma laukumu līdz pat 95%.

Gadījumā, ja spraugas platums ir 45 mm, ugunsdrošības spraugām ir par 80% lielāks atvērtais laukums nekā 25 mm korpusā, kas būtiski ietekmē plūsmu gaisa plūsmas pretestību.

Lai panāktu atbilstošu sienu ventilācijas gaisa plūsmas ātrumu konstrukcijās ar ugunsdrošības pārtraukumiem, augstu ēku sienās ir jābūt papildu ventilācijas atverēm. Maksimālais attālums starp ventilācijas atverēm parasti ir ~18 m.

Ja ir biežākas barjeras vai gaisa plūsmas šķēršļi ventilācijas kanālā nekā šeit pieņemts (viens katrā stāvā 3,3 m attālumā),

vēl grūtāk būs sasniegt vēlamo sienas ventilācijas gaisa plūsmas ātrumu.

2.2 SILTUMIZOLĀCIJAS PARAMETRU IZVĒLE

SILTUMIZOLĀCIJAS SLĀNIS

Ventilējamā fasādē izmantotajai izolācijai jābūt ar noteiktu gaisa plūsmas pretestību, lai izvairītos no konvektīviem siltuma zudumiem caur sienu. Sienu ventilācijā ir vismaz trīs dažādi gadījumi, kas atšķirīgi ietekmē konvektīvo gaisa plūsmu siltumizolācijas slānī.

1. Spiediena gradients ventilācijas sprauga virzienā. Gaisa plūsmas šķirkārtā paralēli siltumizolācijas virsmai. Kad sprauga ir relatīvi atvērta, lielākā daļa gaisa plūsmu ieplūst cauri šķirbām fasādes apšuvumā. Temperatūras atšķirības starp siltumizolāciju un ventilācijas gaisu var palielināt dabisko konvekciju siltumizolācijas slāņa iekšpusē, ja izolācija ir ļoti viegla un poraina (gaisu caurlaidīga). Tas var palielināt konvekciju un ietekmēt siltuma zudumus vairāk nekā vēja radītā spiediena starpība visā dobuma garumā.
2. Gaisa plūsma caur ventilācijas atverēm. Vējš atverēs rada dinamiskus spiediena laukus, un atkarībā no atvēruma laukuma gaisa plūsmas ātruma līmeņi caur atveri var būt lieli. Šai gaisa plūsmai trāpot pret siltumizolācijas virsmu, dažos gadījumos perpendikulāri, tā var izraisīt lielas spiediena atšķirības un spēcīgu lokālo konvekciju siltumizolācijā.
3. Spiediena atšķirības pār konstrukcijas detaļām ventilācijas šķirkārtā. Ja ventilācijas dobumā ir dažas konstrukcijas detaļas, kas rada spēcīgu pretestību plūsmai, gaisa plūsmai ir tendence apiet šo šķērslī, plūstot cauri siltumizolācijas slānim.

DABISKĀ GAISA KONVEKCIJA

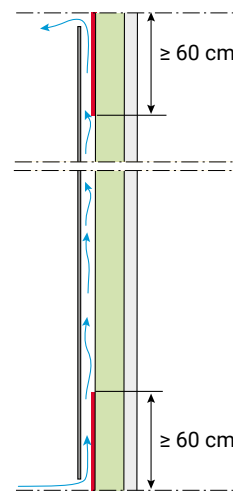
No dabiskās konvekcijas viedokļa ventilējamās fasādēs izmantoto siltumizolācijas plākšņu maksimālajai gaisa caurlaidībai jābūt aptuveni $50 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$. Dabiskā konvekcija siltumizolācijas slāņos var rasties tikai tāpēc, ka ir lielas temperatūras atšķirības starp iekšpusi un ārpusi. Ja izolācija ir pārāk "viegla", tas nozīmē. Ja nav gaisa plūsmas pretestības, siltums var sākt pārvietoties izolācijas slāņa iekšpusē, vājinot konstrukcijas energoefektivitāti, īpaši aukstās ziemas dienās, kad temperatūras starpība ir liela:

- Ja izolācijas gaisa caurlaidība ir no 70 līdz $190 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$, sienu siltuma caurlaidības koeficients dabiskās konvekcijas dēļ var palielināties par 10-14 %. Šo palielinājumu var kompensēt palielinot siltumizolācijas slāņa biezumu vai izmantojot atsevišķus vēja aizsarglīdzekļus vai membrānas
- Siltumizolācijas slāni, kuru gaisa caurlaidība ir lielāka par $190 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m s Pa}$, vienmēr jāaizsargā ar vēja aizsarglīdzekļiem vai membrānām.

UZSPIESTĀ GAISA KONVEKCIJA

Vēja izraisītas spiediena atšķirības tuvu ventilācijas atverēm var izraisīt augstu konvekcijas plūsmu siltumizolācijā, īpaši tuvu ventilācijas šķirkārtas apakšā esošajai atverei, kur dabiskā konvekcija pastiprina aukstāku āra gaisa plūsmu konstrukcijā. Tas var izraisīt būtiskas vietējo temperatūras apstākļu izmaiņas, kas ietekmē siltuma zudumus un pat siltuma komfortu lokāli.

Mūsu ieteikums ir uzstādīt vēja barjeras slāni virs siltumizolācijas katrā stāvā, kur ir ventilācijas atveres, kas ļaut gaisa plūsmai trāpīt siltumizolācijas slānim, radot ievērojamu papildu konvekcijas plūsmu izolācijas slānī. Mērķis ir aizsargāt siltumizolāciju no šiem vietējiem augstajiem dinamiskajiem spiediena gradientiem un virzīt gaisa plūsmu ventilācijas dobuma virzienā. Vēja barjeras slāņa ieteicamā maksimālā gaisa caurlaidība $10 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ s Pa}$.



Vienkāršākais risinājums ir izmantot vēja aizsargizolāciju, piemēram, PAROC Cortex, vietās, kur atrodas ventilācijas atveres. Ir iespējams izmantot arī atsevišķus 60 cm platus

Sienu izolācijas plākšņu virspusē Tyvek-pārklājuma veida membrānas slānis PAROC XMW 065. Ieteikums attiecas uz visiem fasādes materiāliem.

Siltumizolācijas gaisa caurlaidību starp atverēm var iestatīt atbilstoši ventilācijas izmēru tabulās norādītajiem rezultātiem.

SILTUMA CAURLAIDĪBAS U-VĒRTĪBAS APRĒĶINS

Ventilējamās fasādes konstrukcijas U vērtības aprēķins tiek veikts saskaņā ar ISO EN 6946. Ārsienas, kurā ir labi vēdināms gaisa slānis, kopējo siltuma pretestību iegūst, neņemot vērā gaisa slāņa un visu pārējo slāņu termisko pretestību. starp gaisa slāni un ārējo vidi, ietverot ārējās virsmas pretestību, kas atbilst mierīgam gaisam. Alternatīvi abiem var izmantot atbilstošo vērtību $R_{si} = 0,13$ iekšējās un ārējās virsmas.

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

kur

$$R_i = d_i / \lambda_i$$

R_T = kopējā siltuma pretestība, (m^2K/W)

R_{si}/R_{se} = ārējo un iekšējo virsmu siltuma pretestības, (m^2K/W)

R_i = materiāla slāņa siltuma pretestība, (m^2K/W)

d_i = slāņa biezums, (m)

λ_i = materiāla slāņa īpatnējā siltumvadītspēja, (W/mK)

VIRSMU SILTUMA PRETESTĪBAS

Siltuma plūsmas virziens

	Uz augšu	Horizontāli	Uz leju
R_{si} (iekšējā)	0,10	0,13	0,17
R_{se} (ārējā)	0,04	0,04	0,04

Vispirms U vērtību aprēķina konstrukcijai bez termiskiem tiltiem izolācijas slānī, $U = 1 / R_T$

TERMISKĀ TILTA KOREKCIJA STIPRINĀJUMIEM

Termiskais tilts ir ēkas konstrukcijas zona, kurai ir ievērojami labāka siltuma pārvade nekā apkārtējiem materiāliem. Ventilējamās fasādēs termiskos tiltus veido metāla kronšteini un stiprinājumi, kas iekļūst izolācijas slānī.

Šie ceļi ļauj siltuma plūsmai apiet izolācijas slāni un samazina izolācijas un kopējās ēkas siltumizolācijas efektivitāti.

Kronšteinu daudzums un izmērs ir atkarīgi no dažādām slodzēm, kas jānes fasādes sistēmai (piemēram, fasādes materiāla svārs un vējš). Tā kā metāla kronšteinu ir ievērojami augstāka siltumvadītspēja nekā izolācijai, to izmēriem un materiālam ir liela nozīme, īpaši ēkās, kas atrodas aukstā klimatā.

Punktveida termiskos tiltus, piemēram, kronšteinus, ķieģeļu atsaites un siltumizolācijas stiprinājumus, kas ir vienmērīgi sadalīti visā sienas virsmā ņem vērā, aprēķinot visas konstrukcijas U vērtību. Mehānisko stiprinājumu (piem., sienas kronšteinu) ietekme uz siltumizolācijas slāni tiek ņemta vērā konstrukcijas U vērtības aprēķinā, izmantojot ΔU_f korekciju. Ja kopējā korekcija pārsniedz 3 % no aprēķinātās siltuma caurlaidības koeficienta, korekciju piemēro un ΔU_f korekciju pieskaita aprēķinātajai

METĀLA RĀMIS AR KRONŠTEINIEM

Visiem metāla karkasu ražotājiem kronšteinu ir savas īpašās siltuma caurlaidības vērtības (χ).

Chi koeficientu (χ) nosaka saskaņā ar ISO 10211 modelēšanas procedūrām. Tāpat stiprinājumu skaitu projektē sistēmu ražotāji, pamatojoties uz ēkas fasādes materiālu, detaļām un slodzēm. Ja šīs vērtības ir zināmas, ΔU_f korekcija var viegli aprēķināt, vienkārši reizinot termisko caurlaidības vērtību ar stiprinājumu skaitu:

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

n_f = stiprinājumu skaits m^2 ($1/m^2$)

χ = Chi-faktors jeb punktveida siltuma pāreja caur stiprinājumu

Ja kronšteina siltuma caurlaidības vērtība nav zināma, mehānisko stiprinājumu aptuveno efektu var aprēķināt, izmantojot šādu formulu:

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

ΔU_f = mehānisko stiprinājumu korekcija (W/m^2K)

A_f = stiprinājuma šķērsgrīzums (m^2)

λ_f = mehānisko stiprinājumu īpatnējā siltuma vadītspēja ($W/(m \cdot K)$)

n_f = stiprinājumu skaits uz $1 m^2$ ($1/m^2$)

R_1 = siltuma pretestība siltumizolācijas slānim, kuru caurdur stiprinājums (m^2K/W)

R_{tot} = kopējā siltuma pretestība ignorējot stiprinājumu ietekmi (m^2K/W)

α = 0,8, ja stiprinājums pilnībā iet cauri siltumizolācijas slānim

Iedziļināts stiprinājums:

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

d_0 = siltumizolācijas biezums, kas ietver stiprinājumus (m)

d_1 = stiprinājuma garums, kas iet cauri siltumizolācijas slānim (m)

Kronšteinu izmērs un stiprinājumu skaits uz m² (1/m²) ir atkarīgs no fasādes slodzēm; tāpēc tas ir projektēšanas uzdevums veikt nepieciešamo izmēru noteikšanu

Vertikālie stiprinājuma profili fasādes materiālam parasti tiek uzstādīti cc 600 mm, bet izmēri tiek veikti atbilstoši fasādes apšuvuma vajadzībām. Biezajiem siltumizolācijas slāņiem vai smagākiem fasādes materiāliem, kronšteini parasti ir lielāki nekā ar plāniem izolācijas slāņiem vai viegliem fasādes materiāliem. Vidējais stiprinājumu daudzums ~3–4 stiprinājumi/m². Dažādām iekavās izmantotajām metāla īpašībām ir ļoti atšķirīgas siltumvadītspējas lambda vērtības. Zemāk esošajā tabulā parādītas tipiskāko stiprinājumu ražošanā izmantoto metālu siltumvadītspējas. Jo augstāka ir metāla siltuma vadītspēja, jo lielāks ir stiprinājuma termiskā tilta efekts.

Metāla veids	Siltumvadītspēja (λ), W/mK
Alumīnijs	220
Tērauds	50
Nerūsējošs tērauds	17

APRĒĶINA PIEMĒRS:

VENTILĒJAMĀS FASĀDES SISTĒMA IR UZSTĀDĪTA UZ 150 MM BETONA SIENAS, AR L-VEIDA SIENAS KRONŠTEINIEM NO NERŪSĒJOŠĀ TĒRAUDA. KRONŠTEINA AUGSTUMS, KAS IET CAURI IZOLĀCIJAS SLĀNIM, IR 150 MM, UN KRONŠTEINA MATERIĀLA BIEZUMS IR 3 MM, 4 KRONŠTEINI/M². CIK BIEZS PAROC WAS 35 IZOLĀCIJAS SLĀNIS IR NEPIECIEŠAMS, LAI SASNIEGTU SILTUMA CAURLAIDĪBAS U VĒRTĪBU 0,17 W/M²K?

Stiprinājums, nerūsējošs tērauds (W/(m·K))	17
Stiprinājuma Augstums (mm)	150
Metāla biezums (mm)	3
Stiprinājuma šķērsgriezuma izmērs (m ²)	0,00045
Stiprinājumu skaits uz 1 m ²	4
R _{si} + R _{se} (m ² K/W)	0,13 + 0,13 = 0,26
Betona sienas biezums (m)	0,150
Betona īpatnējā siltumvadītspēja (W/(m·K))	2,5
R ₂ betona sienai	0,06
R ₁ Siltumizolācijai (m ² K/W)	d1/0,033
U _c vērtības nepieciešamība (W/m ² K) konstrukcijai	0,17 → U = 1/R → R = 1/U → mērķis R = 5,88 m ² K/W

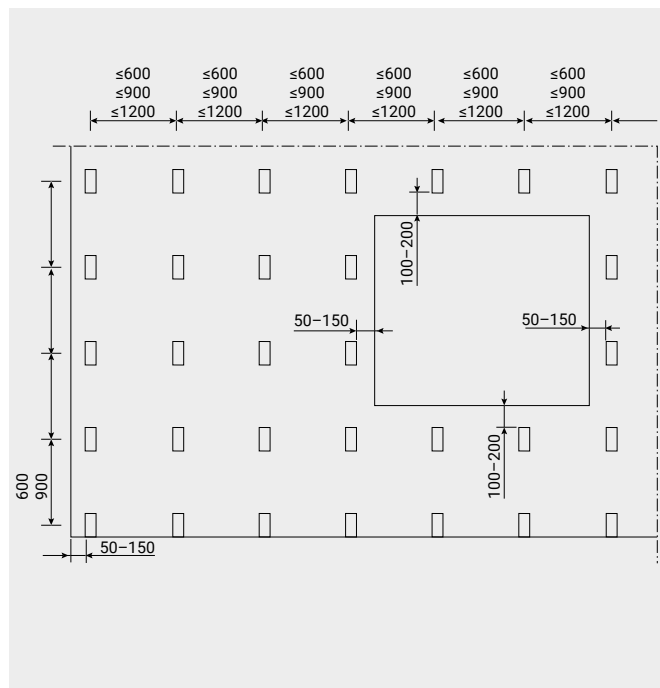
No šīm vērtībām mēs varam aprēķināt nepieciešamo izolācijas biezumu bez termiskiem tiltiem:

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

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

→ bez stiprinājumu vai kronšteinu ietekmes nepieciešamais siltumizolācijas biezums būtu ~183 mm

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



Nākamās lapas tabulā jūs atradīsiet gan aptuvenos korekcijas koeficientus (ΔU_f) sienas stiprinājumu kronšteiniem, gan siltumizolācijas biezuma līmeni, kas nepieciešams, lai kompensētu termisko tilta ietekmi. Ja neņemtu vērā termiskos tiltus, vēlamo U vērtību varētu sasniegt ar izolācijas biezumu 180 mm. Bet ventilējamās fasādes sistēmās sienas kronšteinu skaits ir liels, tāpēc arī termisko tiltu ietekme ir liela. Tādējādi, ja iepriekšminētajai vērtībai pievieno nerūsējošā tērauda stiprinājumu aukstā tilta korekciju (ΔU_f), U vērtība kļūst pārāk liela un ir 0,29 W/m²K. Izmantojot citus stiprinājuma materiālus, ietekme uz U vērtību ir vēl lielāk.

Pārejot uz kolonnu "Nerūsējošā tērauda koriģētās U vērtības", var redzēt, ka U vērtību 0,17 W/m²K šajā gadījumā var sasniegt tikai ar 320 mm biezu izolācijas slāni.

Labākais veids, kā samazināt termiskā tilta ietekmi un siltumizolācijas biezumu, būtu izmantot mazāk stiprinājumu un tos ar labāku lambda vērtību, kā arī samazinot to šķērsgriezuma laukuma lielumu.

Tas ne vienmēr ir iespējams, jo fasādes kopējais nestspējas aprēķins ietver stiprinājumu kronšteinu izmērus, skaitu un to izmaiņi ir sarežģīti

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

Korekcijas faktora (ΔU_f) piemērs 3 mm biežam un 150 mm augstam L-veida kronšteina, skaits 4 gab/m², $\alpha = 0,8$

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

R_{si} + R_{se} = 0,26 W/m²K

ĶIEĢEĻU SIENAS AR ATSAITĒM

Termiskā tilta efekts ir arī ķieģeļu sienās, jo ķieģeļu fasāde ir jāatbalsta ar apakškonstrukciju, izmantojot metāla saites caur izolācijas slāni. Izmērs atsaitēm parasti ir \varnothing 4 mm un skaits ir ~ 4 - 6 / sienas-m².

Ķieģeļu atsaīšu termiskā tilta efektu aprēķina, izmantojot to pašu formulu, ko izmanto metāla kronšteiniem.

APRĒĶINA PIEMĒRS:

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

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

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

Nerūsējošā tērauda atsaītes $\lambda_u = 17$ W/(m·K);

Vēja aizsardzības izolācija 30 mm ($\lambda_u = 0,033$ W/(m·K)), R = 0,90 m²K/W

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

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

(bez termiskiem tiltiem);

$$U = 1/R_t = 1/6,27 \text{ m}^2\text{K/W} = 0,159 \text{ W/m}^2\text{K}.$$

Termiskais tilts tiek aprēķināts pēc formulas:

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

Saīte, nerūsējošs tērauds, lambda (W/(m·K)) 17

Saītes augstums (mm) 30 + 175

Metāla saītes biezums (mm) \varnothing 4

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

Skaits uz 1 m² 6/m²

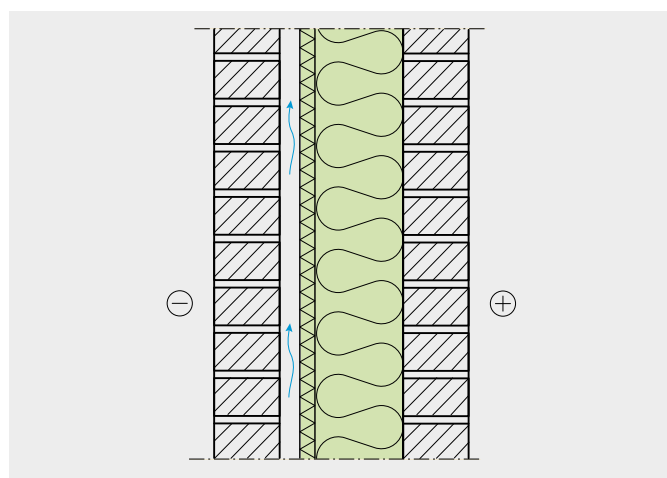
$$R_1 = d_0 / \lambda_{\text{siltumizolācija}} = 0,03 / 0,033 + 0,175 / 0,038 = 5,77 \text{ m}^2\text{K/W}$$

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

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

0,0042 / 0,162 = 2,6% (< 3%). Kad aprēķinātā korekcija ir mazāka par 3%, tad nav nepieciešams to pievienot U vērtībai.

Kopējā U vērtība tādejādi ir 0,16 W/m²K.



3. PAROC IZSTRĀDĀJUMI

Paroc siltumizolācijas izstrādājumi nav tikai labi siltuma izolatori – tajā pašā izstrādājumā ir ietverta izcila ugunsdrošības un mitruma veiktspēja konstrukcijām, kur tos lieto.

UGUNSDROŠĪBA

Visi Paroc akmens vates izstrādājumi pieder labākajai būvmateriālu ugunsreakcijas klasei A1, bet vēja aizsargizolācija ar Cortex pārklājumu – A2-s1, d0 ugunsreakcijas klasei. Tas nozīmē, ka šie produkti neveicina uguns izplatīšanos, un tos var izmantot bez ierobežojumiem izmantot visu veidu ēkās. Nedegošā akmens vate saglabā savu formu ugunī, tādējādi pasargā visus pārējos materiālus un īpašumu no uguns izplatīšanās. Tas dod cilvēkiem vairāk laika atstāt ēku un ugunsdzēsējiem strādāt.

MITRUMA DROŠĪBA

Pateicoties porainajai materiāla struktūrai, minerālvate palīdz apkārtējām sienu konstrukcijām izžūt ātrāk nekā citi siltumizolācijas materiāli. Akmens vate neaizsprosto mitrumu konstrukcijā – ļauj mitrumam ātri izžūt. Pienākas

lai atvērtu šķiedras struktūru, akmens vates izolācijas slāņa iekšpusē nevar kondensēties mitrums.

Akmens vate ir neorganisks materiāls; 96–98% no tā svara ir no vulkāniskā akmens. Atlikušie 2–4 % ir organiskā saistviela. Paroc akmens vates izstrādājumi ir pārbaudīti ārējā laboratorijā* un atzīti par izturīgiem pret pelējuma veidošanos. Pārbaude tika veikta ar 95–100% relatīvo

mitrums un 22 °C temperatūra 28 dienas ar tipiskākajām ēkās sastopamajām pelējuma sugām. (* SP Sweden, testa ziņojums ETi PXX07404/17.2.2011.)

Saskaņā ar ārējiem pētījumiem, aprēķiniem un simulācijām, kas veiktas ventilējamām fasādēm ar koka apšuvumu, fasādes dēļiem un ķieģeļu fasādi, mitruma vai pelējuma risks nevienā konstrukcijas daļā netika konstatēts. Paroc akmens vates siltumizolācijas konstrukcijas pētītas pieņemtajos 2030. gada klimatiskajos apstākļos, nosakot relatīvā mitruma parametrus uz RH 80% un RH 95%, izmantojot VTT izstrādāto pelējuma indeksa modeli (Viitanen 2001). (*Sweco RA08_61351/16.12.2015.)

Akmens vate ir ūdeni atgrūdoša (hidrofoba), kas nozīmē, ka šķidrā veidā tā atgrūž mitrumu. Tas neuzsūks ūdeni arī no apkārtējā gaisa, pat ļoti augsta relatīvā mitruma apstākļos (RH98%). Plānots, darbojas tikai sausā siltināšana.

Miksto akmens vates izolāciju ir viegli uzstādīt. Siltināšanas darbos izolācijas plāksnes tiek uzstādītas cieši kopā vai pret konstrukciju ar sadursavienojumiem, tādā gadījumā telpas šuves tiek automātiski noblīvētas ar vates šķiedrām, un nav nepieciešami atsevišķi blīvēšanas līdzekļi.

Akmens vates izolācija ir stabila ilgtermiņā: tā saglabā savas īpašības dažādos klimatiskajos apstākļos un temperatūrās.

PAROC IR PLAŠS IZSTRĀDĀJUMU KLĀSTS VENTILĒJAMĀM FASĀDĒM

PAROC TENTO – 1 SLĀŅU SILTUMIZOLĀCIJAS RISINĀJUMAM VAI 2 SLĀŅU SILTUM SILTUMIZOLĀCIJAS RISINĀJUMAM KOMBINĀCIJĀ AR ELASTĪGO PLĀKSNĪ PAROC ULTRA



- PAROC Tutto (tulk. pārklāts) izstrādājumu grupas augstā gaisa plūsmas pretestība tiek panākta ar blīvu akmens šķiedru izolācijas struktūru, kas ir vienāda visā izolācijas plāksnes biezumā. Šī izstrādājuma virsma ir pārklāta ar plānu dabīgas krāsas vai melnas stikla šķiedras audumu.
- PAROC Tutto (t vai tb) gaisa caurlaidības koeficients ir $30 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{Pa s}$, tāpēc tas ir piemērots ēkām ar vairāk nekā diviem stāviem ($> 7 \text{ m}$), kur fasādes apšuvumā ir mazāk ventilācijas atveru nekā ik pēc trim stāviem.
- PAROC Tutto izstrādājumam ir izcila siltumvadītspējas lambda vērtība $0,033 \text{ W/mK}$, un tas pieder augstākajai ugunsreakcijas klasei A1.
- Ventilācijas atveru zonā, kur gaisa plūsma ir intensīvāka, ieteicams izmantot pretvēja membrānu, PAROC Tutto siltumizolācijas plāksnes. Vēl viena iespēja ir veikt šo sienas daļu, atsevišķi izmantojot PAROC Cortex plāksnes.

PAROC ULTRA/ULTRA PLUS – SILTUMA IZOLĀCIJA 2-SLĀŅU RISINĀJUMAM




- PAROC Ultra izstrādājumi ir elastīgas universālas siltuma izolācijas plāksnes, kuras var izmantot kombinācijā ar plānākām PAROC Cortex un PAROC WAS25t vēja aizsardzības plāksnēm.
- PAROC Ultra siltumvadītspēja lambda ir $0,035 \text{ W/mK}$. Ja uzstādīšanas vieta ir ierobežota, var izvēlēties energoefektīvāku PAROC Ultra Plus ar siltumvadītspējas klasi $0,034 \text{ W/mK}$.
- PAROC Ultra un PAROC Ultra plus izstrādājumi pieder augstākajai A1 ugunsreakcijas klasei.

PAROC CORTEX (PRO) – 2-SLĀŅU SILTUMIZOLĀCIJAS RISINĀJUMAM




- PAROC Cortex ir labākā vēja aizsardzības plāksne Paroc izstrādājumu klāstā
- PAROC Cortex un Cortex pro -vēja aizsardzības izolācijas plāksnes var izmantot kā ārējo slāni divslāņu sistēmā kombinācijā ar citu siltumizolācijas slāni, piemēram, PAROC Ultra. Ar divu slāņu sistēmu var izveidot nepārtrauktu siltumizolācijas slāni, kur plākšņu šuves pārsedzas un tiek nodrošināts vispār nosedzošs sienas siltumizolācijas apvalks;
- Visas baltās Cortex plāksnes ir pārklātas ar ūdens tvaiku caurlaidīgu Tyvek FireCurb membrānu. PAROC Cortex un Cortex pro izstrādājumi ir pieejami arī ar melnu stikla šķiedras audu membrānu;
- PAROC Cortex membrānas ir elpojošas un vēju necaurlaidīgas;
- Šuves tiek līmētas visiem Cortex plākšņu veidiem tai skaitā ir šuvju un stūru lentas arī melnam Cortex pārklājumam;
- PAROC Cortex plāksnes ir ļoti energoefektīvas ar siltumvadītspējas klasi $0,033 \text{ W/mK}$, savukārt PAROC Cortex pro siltumvadītspējas klase ir $0,032 \text{ W/mK}$


PAROC CORTEX ONE – 1- VIENA SLĀŅA SILTUMIZOLĀCIJAS RISINĀJUMS

	<ul style="list-style-type: none"> • PAROC Cortex One ir ideāls risinājums ventilējamām fasādēm. Viens biezs siltumizolācijas slānis ar integrētu vēja aizsardzības membrānu padara fasādes siltināšanas darbus vienkāršus un ātrus. Lieliska gaisa necaurlaidība (membrānas gaisa caurlaidības koeficients ir • $< 10 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ s Pa}$) un ūdens necaurlaidība tiek panākta, izmantojot elpojošo Tyvek FireCurb membrānu, kas ražošanas procesā ir uzklāta uz akmens vates plāksnes. Laba tvaiku caurlaidība ļauj iespējamam mitrumam droši izžūt, neradot kondensācijas problēmas konstrukcijas iekšpusē. Biezajai akmens vates izolācijai ir ļoti zema siltumvadītspējas klase 0,033 W/mK, kas palīdz samazināt siltumizolācijas biezumu salīdzinājumā ar divslāņu siltumizolācijas risinājumiem. • PAROC Cortex One ugunsreakcijas klase ir A2, s1-d0, kas ļauj izstrādājumu bez ierobežojumiem izmantot visu veidu ēkās. PAROC Cortex One var izmantot arī kā ugunsdrošu aizsargpārklājumu (K230) koka konstrukcijām. • Vēja aizsargslāņa hermētiskums tiek nodrošināts, visas šuves nosedzot ar PAROC Cortex šuvju līmlenti (XST 022) & PAROC Cortex stūru līmlenti (XST 021).
---	---


CORTEX ŠUVJU LENTA PAROC XST 022 UN 021 (BALTA) UN PAROC XST 042 UN 041 (MELNA)

	<ul style="list-style-type: none"> • PAROC Cortex šuvju līmlente (XST 022) & PAROC Cortex stūru līmlente (XST 021) šuvju lentes ir ļoti lipīgas lentes, ko izmanto Cortex vēja aizsardzības plākšņu sadurvietu un savienojumu blīvēšanai. • Šuvju lentes ir pieejamas 60 un 100 mm platumā. Patēriņš aptuveni 1,5 m/m². Cortex One plāksnes virsmas hermetizēšanai patēriņš ir nedaudz lielāks, aptuveni 2,5 m/m². • Stūra nosega lentu platums ir 350 mm (balts) un 310 mm (melns). • Vēja aizsardzības izolācijas plākšņu šuves un savienojumi, uzstādot izolāciju, ir jānolīmē tai, lai viss apvalks ir hermētisks. Līmes daudzums, kas tiek izmantots Cortex pārklājuma savienošanai ar akmens vates pamatnes plāksni tiek samazināts līdz minimumam, lai nodrošinātu nepieciešamo ugunsreakcijas klasi, tāpēc stiprs vējš, kas iekļūst zem pārklājuma vietās, kur nav salīmētas šuves, var vieglāk noplēst pārklājumu no pamatnes. Līmēšanas vietās virsmām jābūt tīrām un sausām. • Šuvju lentu uzglabāšanas temperatūra ir no +5 līdz +25 °C. Iekštelpu uzglabāšana. Uzstādīšanas temperatūra -10 līdz +40 °C.
--	--

PAROC XFP 001 DISTANCERIS STARPLIKA IR CILINDRISKAS FORMAS NO POLIETILĒNA, HD KVALITĀTE.

	<ul style="list-style-type: none"> • PAROC Distanceri (XFP 001) ir plastmasas starplikas, kas neļauj pretvēja izolācijas plāksni iespiest vai saplacināt, uzstādot apdari nesošo koka latu plāksnes virspusē.
---	--

PAROC XFP 002 CORTEX PLĀKŠŅU DISTANCERIS STARPLIKA IR ADATU VEIDA NO POLIETILĒNA, HD KVALITĀTE.

	<ul style="list-style-type: none"> • PAROC Distanceris Cortex (XFP 002) ir plastmasas starplika, kuru vieglāk iestiprināt cauri Cortex pārklājumam un tā kalpo kā atspiedējs koka latai. • Pieejamais biezums 30 mm
---	---

PAROC XFM 004 (SILTUMIZOLĀCIJAS FIKSATORS KOKA PAMATNEI)

4. PAROC SILTUMIZOLĀCIJAS RISINĀJUMI

4.1. KOKA STATŅU SIENA / KONSTRUKCIJAS PIEMĒRS

Koka karkasa sienu var projektēt dažādos veidos. Pārsvārā šīs konstrukcijas tiek veidotas kā iepriekš ražoti izolēti koka statņu paneļi rūpnīcas apstākļos, taču ir arī projekti, kur visas daļas (koks, siltumizolācija, ģipškartons, pretvēja plāksnes) tiek komplektētas uz vietas būvobjektā.

Projektējot koka karkasa sienas konstrukciju, jāņem vērā vairāki dažādi aspekti, kas ietekmē sienas ugunsdrošības, siltuma un mitruma tehniskās īpašības:



- 13 mm – ģipškartona plāksne
- 50 mm – statņu karkass iekšpusē 50 x 50mm, cc 600 / PAROC Ultra
- Tvaika izolācija PAROC Tvaika barjera 020 (XMV 020), šuves līmētas ar PAROC Tvaika barjeras šuvju līmēntu (XST 013)
- 150 mm - koka karkass 50 x 150mm stiprības klase C24, cc 600 / Siltumizolācija 150 mm PAROC Ultra vai PAROC Ultra plus
- 50mm vēja izolācija: PAROC Cortex pro (vai PAROC Cortex), šuves līmētas PAROC Cortex šuvju līmēntu (XST 022) & PAROC Cortex stūru līmēntu (XST 021)
- 22mm gaisa šķirkārta - PAROC Distanceris (XFP 001) vai (XFP 002) + vertikāls latojums 22 x 100mm, cc 600
- Koka apdare

Ugunsizturības robeža REI 60, slodze 5,5 kN uz statni / 9,2 kN/m (EUF129-19003518-T1)

Skaņas izolācijas indekss R_w 42 dB / $R_w + C$ 40 dB / $R_w + C_{tr}$ 37 dB

IEKŠĒJĀ SIENAS KONSTRUKCIJA

Būvplātnes (pārsvārā gadījumā tas ir ģipškartons), kas uzstādītas konstrukciju iekšpusē bieži aizsargā ēkas karkasu no uguns un uzlabo konstrukcijas skaņas izolāciju. Ugunsdrošības aprēķinus un dimensionēšanu var veikt saskaņā ar Eirokodeksu 5.

Hermētisks gaisa/ tvaika izolācijas slānis ir ļoti svarīgs koka konstrukcijas mitruma izturībai, jo tas neļauj mitram iekšējam gaisam iekļūt dziļāk konstrukcijā. Projektēšanas uzdevums ir nodrošināt tvaika izolācijas slāņa nepārtrauktību, jo īpaši konstrukciju savienojumos. Visas caurejošās daļas, komunikācijas, vadi un tamlīdzīgas vietas ir rūpīgi jāhermetizē un jāaplīmē ar līmējamu lenti. Visus vadus un kabelus vienmēr ierīko tvaika izolācijas iekšpusē. Iekšējais papildus karkass, kas parasti ir 50x50mm cc600 darbojas konstrukcijā kā tvaika izolācijas aizsardzība un kā vieta vadu instalācijai. Karkasā instalētā siltumizolācija palielina konstrukcijas ugunsizturības laiku, kā arī skaņas izolāciju.

RĀMJA KONSTRUKCIJA

Koka karkasa konstrukcija ir aprēķināta atbilstoši slodzēm un energoefektivitātes vajadzībām. Paroc akmens vati ir viegli uzstādīt karkasā, jo stingrā akmens vate tur paliek elastīgi starp statņiem paredzētajā vietā bez papildus stiprinājumiem. Ugunsgrēka gadījumā akmens vate pasargā koka karkasu no apdegšanas. Patiešām, akmens vate ir vienīgā siltumizolācija, ko var izmantot koka

konstrukciju ugunsdrošības aprēķinos kā ugunsizturību uzlabojošu faktoru.

Saskaņā ar ugunsdrošības testiem un aprēķiniem visbiežāk izmantotās koka karkasa sienu konstrukcijas, kas izolētas ar Paroc akmens vati, sasniedz ugunsizturības robežu EI 60 (starpšienas vai nenesošās ārsienas) vai arī REI 60 (nesošās ārsienas).

ĀRĒJĀ SIENAS KONSTRUKCIJA

Koka karkasa ārējā virsmā uzstādītā pretvēja izolācija aizsargā gan koka karkasu, gan siltumizolācijas slāni no mainīgiem laikapstākļiem. Kad karkass no ārpusē ir izolēts ar viendabīgu vēja aizsargizolācijas slāni, koka termiskais tilts, kas iet cauri siltumizolācijas slānim, pārtrūkst un karkasa konstrukcijas temperatūra ievērojami paaugstinās, uzlabojot konstrukcijas mitruma drošību. Ieteicamais pretvēja izolācijas slāņa biezums ir (30-70 mm).

Porainā siltumizolācijas plāksne un tajā esošais elpojošais pārklājums nenodrošina ēkas žūšanu. Ēkas norobežojošo konstrukciju hermētiskumu pret vēja iedarbību no ārpusē izveido, aplīmējot šuves, griezumus un salaidumu vietas. Nepieciešamības gadījumā starp pretvēja izolāciju un karkasu var izmantot kādu stingrāku būvplāksni.

PAROC Distanceris (XFP 001) (PAROC Tento plāksnēm) vai PAROC Distanceris Cortex (XFP 002) (PAROC Cortex plāksnēm) izmanto kopā ar koka un plātņu apšuvumu,

lai paātrinātu fasādes apšuvuma stiprināšanā izmantoto nesošo latu montāžu.

Starplikas novērš vēja aizsargizolācijas saspiešanu, uzstādot nesošās latus virs tām. Distancera jeb starplikas izvēli veic saskaņā ar vēja aizsargizolācijas biezumu. Starpliku iespiež caur pretvēja izolāciju pret koka karkasa rāmi un nostiprina ar skrūvi vai naglu ar cc 600 (4-6 gab./m²). Nesošās līstes uzmontē un atspiež pret starplikām, tās pie karkasa konstrukcijas pievelkot ar naglu vai skrūvi. Starplikas un līstes nodrošina nepieciešamo ventilācijas spraugu starp vēja plāksni un fasādes dekoratīvo apšuvumu. Ir ideāli ja var sasniegt viendabīgu hermētiski noslēgtu vēja izolācijas slānis ārpus koka konstrukcijas. Tā rezultātā uzlabojas ne tikai konstrukcijas mitruma drošība, bet arī visas sienas konstrukcijas energoefektivitāte. Šīs starplikas ir piemērotas gan jaunbūvei, gan esošu sienu renovācijai ar papildu siltināšanu.

PAROC pretvēja izolācijas izstrādājumus var izmantot kā koka karkasa ugunsdrošu aizsargpārklājumu pret ārējo ugunsgrēku. Šie izstrādājumi nodrošina karkasa ugunsdrošību pret apdegšanu uz 10-30 minūtēm. Aizsargpārklājuma nostiprināšana jāveic saskaņā ar atsevišķām instrukcijām.

UGUNSAIZSARDZĪBAS KLASIFIKĀCIJA AIZSARGSLĀNIM

PAROC Cortex	50 mm	K ₂ 30
--------------	-------	-------------------

Aiz fasādes apšuvuma koka karkasa sienā vienmēr jābūt ventilācijas spraugai. Izmantojot koka apšuvumu uz fasādes, ventilācijas spraugā var būt nepieciešams uzstādīt ugunsdrošības barjeru. To ir lietderīgi paturēt prātā, nosakot ventilācijas atveres lielumu un izvēloties pretvēja izolāciju.

Mēs iesakām izmantot PAROC Cortex izstrādājumus konstrukcijās ar ugunsdrošības barjerām kā šķēršļiem ventilācijas spraugā, kas palielina gaisa plūsmas intensitāti un konvekciju ap tām. Cortex izstrādājuma hermētiskais pārklājums efektīvi novērš gaisa plūsmas iekļūšanu izolācijā.

SILTUMA CAURLAIDĪBAS U VĒRTĪBAS SILTUMIZOLĀCIJAS BIEZUMIEM

	Siltumizolācijas biezums (mm)							
PAROC Ultra (vertikāli)		50	50			50	50	50
PAROC Ultra (koka rāmis) vai arī	100	150	125	175		175	175	200
PAROC Ultra plus (koka rāmis)					150			
PAROC Cortex pro vai	50		50	50	50	50	55	55
PAROC Tento t vai PAROC Cortex		30						
U-vērtība, W/m ² K	0,25	0,17	0,17	0,17	0,17	0,14	0,13	0,12

Aprēķina parametri (pēc EN 6946):

Tvaika izolācija $\lambda = 0.33 \text{ W/mK}$, $d = 0.20 \text{ mm}$ $R = 0.001 \text{ m}^2\text{K/W}$

Ģipškartons $\lambda = 0.25 \text{ W/mK}$, $d = 9/13 \text{ mm}$ $R = 0.036/0.052 \text{ m}^2\text{K/W}$

PAROC Ultra $\lambda = 0.035 \text{ W/mK}$

PAROC Ultra plus $\lambda = 0.034 \text{ W/mK}$

PAROC Cortex $\lambda = 0.033 \text{ W/mK}$

PAROC Cortex pro $\lambda = 0.032 \text{ W/mK}$

Koka karkass $\lambda = 0.13 \text{ W/mK}$

Koka karkass / statņi $50 \times 50\text{-}200 \text{ mm}$, cc 600 mm

Virsmu pretestības: $R_{si} + R_{se} = 0.26 \text{ m}^2\text{K/W}$

Aprēķinos pielietotās korekcijas:

- Koka karkasu ietekme: $50 \times 50/150/175/200 \text{ mm}$, cc 600 mm
- $\Delta\lambda = 0.001 \text{ W/mK}$ korekcija siltumizolācijas materiāla vādināmā konstrukcijā LBN 002-19
- $\Delta U_f = \text{mehāniskie stiprinājumi} < 3\% = 0$, nav korekcijaa

4.2. CLT KOKA KONSTRUKCIJAS AR PAROC ZERO SISTĒMU / KONSTRUKCIJAS PIEMĒRS

PAROC ZERO ir jauna siltumizolācijas koncepcija ventilējamām fasādēm, kuras pamatā ir akmens vates siltumizolācija ar ļoti labiem siltumtehnikamiem parametriem, kas ļauj sasniegt salīdzinoši labākus siltumenerģijas taupības rādītājus nekā izmantojot tradicionālus risinājumus. Ārējās sienas ar CLT (Cross laminated timber jeb krusteniski līmēts koka panelis) konstrukciju nodrošina pamatu optimāliem izolācijas risinājumiem, jo viss ēkas nesošais karkass paliek izolācijas slāņa siltajā pusē.

Piezīme! Pašlaik nav saskaņotu Eiropas standartu CLT-paneļu ražošanai, tāpēc elementus var marķēt ar CE zīmi saskaņā ar Eiropas tehnisko apstiprinājumu. CLT plākšņu tehniskās īpašības un izmēri var atšķirties un ir specifiski katram ražotājam.



- Iekšējā virsma
- 13 mm – ģipškartona loksne (Ugunsdrošības aizsargseguma klase: K₂10 vai K₂30 prasības iespējamas saskaņā ar LBN)
- 90-120 mm – CLT krusteniski līmēts koka panelis
- 100-300 mm – Vēja aizsardzības un siltumizolācijas plāksne PAROC Tutto t, Plāksnes jāmontē cieši viena pie otras. Šuves nav nepieciešams līmēt
- stiprinājums plāksnei pie koka sienas Izolācijas dibelis SFS RP45x120/BS-4,8 wood (XFM 004).
- 36mm – ventilācijas šķirkārta un nesoša koka vadule PAROC ZEROfix koka lata (XRB 001) , cc 600 stiprināta cauri izolācijas slānim pie koka pamatnes Fasādes skrūvi HECO Topix Plus Therm Wood (XFS 002)
- Ugunsdrošs šķērsis, ja nepieciešams augstākām ēkām, metāla perforēts profils
- Koka apdare horizontāli

Sienas nespēju būtu ieteicams paredzēt ar R30 vai R60 ugunsizturības robežu. Vai arī REI 30 un REI 60

Skaņas izolācijas indekss R_w 49 dB / $R_w + C$ 48 dB / $R_w + C_{tr}$ 42 dB

(iekšējais K₂10 ugunsdrošības aizsargsegums (ģipškartona plāksne 13 mm) ir ņemts vērā aprēķinot skaņas izolācijas indeksu,)

NESOŠĀS KONSTRUKCIJU DAĻAS UN IEKŠĒJIE SLĀŅI

CLT elementa kā iekšējās virsmas hermētiskuma nodrošināšanā liela ietekme ir rūpīgi izstrādātiem un izpildītiem savienojumiem. Atkarībā no CLT paneļa izgatavošanas tehnikas katra atsevišķa koka dēļu slāņa gali ir vai nu līmēti vai arī nelīmēti. Ar līmētiem galiem CLT elementu var izmantot bez tvaika barjeras, savukārt otrā gadījumā CLT var rasties vairāk spraugas, kas paliek uz virsmas redzamas un līdz ar to šādos gadījumos ir jautājums par papildus tvaika barjeras nepieciešamību. Tāpat jāpatur prātā, ka CLT elementā mitrums tiek pārnesti nelīmētās koksnes šuvēs, kas var veicināt plaisāšanu žūšanas laikā Savienojuma šuves paneļiem tiek nolīmētas no ārējās puses. Iekšējo ugunsdrošību, ja tāda tiek atsevišķi pieprasīta var nodrošināt ar papildus ģipškartona loksniem, ko uzstāda no iekšpuses.

VIENSLĀŅA VAI DIVSLĀŅU SILTUMIZOLĀCIJAS RISINĀJUMS

Vienslāņu izolācijas risinājumā akmens vates plāksne PAROC Tutto t darbojas gan kā siltumizolācija, gan kā aizsardzība pret vēju, tiek uzklāts tieši uz CLT elementa ārējās virsmas un tiek piestiprināta pie CLT koka paneļa ar izolācijas dibeli SFS RP45x120/BS-4,8 wood (XFM 004).

Pateicoties produkta izcilajai hermētiskuma īpašībai

un izolācijas spējai, nepieciešamo energoefektivitāti var sasniegt ar vienu biezu izolācijas slāni. Tas paātrina montāžas darbus un samazina būvlaukumā izmantoto izstrādājumu skaitu.

Biezumu gadījumos > 200 mm var lietot PAROC Tutto kā pirmo slāni un PAROC Tutto t kā otro nosedzošo slāni. Dažādu izolācijas slāņu šuvēm jābūt pārklājošām.

FASĀDE

Fasādes apšuvums ir piestiprināts CLT koka paneļa elementam kopā ar siltumizolācijas slāni. PAROC Zero ir montāžas sistēma, kurā termisko tiltu skaits, kas iekļūst izolācijas slānī, ir samazināts līdz minimumam. Šajā sistēmā uz siltumizolācijas slāņa tiek uzstādīta ugunsdroša PAROC ZEROfix koka lata (XRB 001), uz kuras pēc tam tiek piestiprināts fasādes apšuvums. Zāģēšanas latiņu pie CLT elementa piestiprina ar garām fasādes skrūvēm (divu garumu, daļa skrūvju tiek montēta horizontāli, bet otra daļa - pa diagonāli).

Nesošās lats tiek uzstādītas virs izolācijas slāņa ar soli 600 mm. Vajadzīgo fasādes skrūvju skaitu, garumu un atrašanās vietu nosaka, ņemot vērā būvlaukuma atrašanās vietu, vēja ātrumu, ēkas augstumu, nesošo konstrukciju un apšuvuma materiāla svaru. Nepieciešamo izmēru aprēķinu var veikt ar PAROC ZEROfix sistēmas aprēķina

kalkulatoru. Visvienkāršākā gadījumā katrai naglošanas līstītei ir nepieciešama viena diagonālā skrūve uz vienu stāvu un viena horizontālā skrūve uz vienu metru.

Fasādes apšuvumu var ieskrūvēt tieši naglu latās. Vajadzības gadījumā var izmantot arī citas naglošanas līstes (piemēram, 22 x 100 mm vai 32 x 100 mm, cc 600) atkarībā no prasību līmeņa ēkas tipam. Izmantojot plānākas līstes, ir labi pārbaudīt, vai, piemēram. (Plašāka informācija: PAROC ZERO fix risinājumu lapa un dimensionēšanas rīks)

PAROC vēja aizsardzības izstrādājumus ar izmantot arī kā koka konstrukciju aizsargpārklājumus pret ārējo ugunsgrēku. Šie pārklājumi nodrošina ugunsdrošību no apogļošanas 10 līdz 30 minūtēm. Aizsargpārklājuma nostiprināšana jāveic saskaņā ar atsevišķām instrukcijām.

Izmantojot koka fasāžu apšuvumu daudzstāvu ēkās, katrā stāvā var būt jāizmanto ugunsdrošības barjeras. To ir lietderīgi paturēt prātā, aprēķinot ventilācijas spraugu.

UGUNSDROŠĪBA KLASIFIKĀCIJA AIZSARGSLĀNIM K₂

PAROC Cortex	50 mm	K230
--------------	-------	------

SILTUMA CAURLAIDĪBAS U VĒRTĪBAS SILTUMIZOLĀCIJAS BIEZUMIEM (CLT PANEĻA BIEZUMS 90–120 MM AR PAROC ZERO MONTĀŽAS SISTĒMU)

	Siltumizolācijas biežums (mm)				
PAROC Tento t	100	150	200	250*	300*
U-vērtība, W/m ² K	0,24	0,18	0,14	0,12	0,11

* Plāksnes divās kārtās piem. PAROC WAS 35 150 mm un PAROC WAS 35t 100 mm

Aprēķina parametri (Saskaņā ar EN 6946):

Ģipškartona plāksne $\lambda = 0.25 \text{ W/mK}$, $d = 13/18 \text{ mm}$ $R = 0.052 / 0.072 \text{ m}^2\text{K/W}$

PAROC Tento t $\lambda = 0.033 \text{ W/mK}$

CLT-panelis $\lambda = 0.11 \text{ W/mK}$, $d = 100 \text{ mm}$

Virsmu pretestības: $R_{si} + R_{se} = 0.26 \text{ m}^2\text{K/W}$

Papildus korekcijas:

- $\Delta U_f =$ Mehānisko stiprinājumu korekcija ir > 3% un tā tiek ietverta aprēķinā
- $\Delta \lambda = \Delta \lambda = 0.001 \text{ W/mK}$ korekcija siltumizolācijas materiālam vēdināmā konstrukcijā (LBN 002-19)

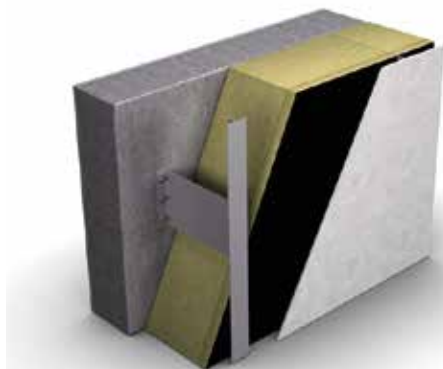
PAROC ZEROFIX SISTĒMA CLT PANELIM: FASĀDES NESOŠĀ SKRŪVE PAROC HECO TOPIX PLUS THERM WOOD (XFS 002) GARUMS UN IESKRŪVĒŠANAS DZIĻUMS:

PAROC Tento t biežums (mm)	Horizontālas skrūves garums un ieskrūvēšanas dziļums (mm)	Diagonālās skrūves garums un ieskrūvēšanas dziļums (mm), leņķis 30°
100	210 (74)	210 (46)
150	230 (44)	250 (54)
200	300 (64)	300 (54)
250(100+150)	330 (44)	360 (54)
300(100+200)	400 (64)	400 (56)

Siltumizolācijas un nesošās koka latas biežums 36mm ir iekļauts skrūves nepieciešamā garuma aprēķinā. Minimālais dziļums vitnes daļai CLT koka paneļa sienā ir 40 mm.

4.3. METĀLA RĀMJU PIEKARES SISTĒMAS/KONSTRUKCIJAS PIEMĒRS

Metāla profilu rāmju sistēmu var izmantot ar visa veida slodzes nesošām sienu konstrukcijām, un tās izmantošana sniedz neierobežotas iespējas variablu fasādes materiālu izvēlē.



- Nesošā siena (betons, vieglbetona bloki, ķieģeļi, utt.)
- Metāla piekares konstrukcija (kronšteini un vadules)
- Siltumizolācija:
 - Divu slāņu: PAROC Ultra / Ultra plus + PAROC Cortex /Cortex pro / PAROC Tutto t
 - Viena slāņa: PAROC Tutto t vai PAROC Cortex One
- PAROC Cortex šuvju līmlente (XST 022) un PAROC Cortex stūru līmlente (XST 021)
- Apdares plāksne

Ugunsdrošības klasifikācija atkarībā no nesošās sienas materiāla R30/R60, kad nepieciešams

Skaņas izolācija saskaņā ar izolācijas biezumu un kopējo sienas sastāvu un aprēķinu

FASĀDES SISTĒMA

Fasādes balstošā apakškonstrukcija, ko izmanto fasādes sistēmās ar metāla karkasa struktūru, parasti ir izgatavota no alumīnija vai nerūsējošā tērauda. Sistēmā izmantotā metāla veidam ir liela ietekme uz nepieciešamo izolācijas biezumu. Tas izskaidrojams ar lielo termisko tiltu skaitu, kas stiprinājumu, L veida leņķu vai kronšteinu veidā caurvij siltumizolācijas slāni ar metāliem tik raksturīgo augsto siltumvadītspēju. Nerūsējošā tērauda kronšteina siltumvadītspēja ir viszemākā. Jaunākajos sistēmu piedāvājumos eksistē arī karkasi, kurās kronšteina siltumvadītspēja ir samazināta ar termiskā tilta pārrāvumu (plastmasas starplika) vai arī optimizējot caurejošo stiprinājumu izmērus. Šajās sistēmās izolācijas biezumu var optimizēt, bet tāpat ir jāveic kopējais siltuma caurlaidības U vērtības aprēķins ņemot vērā plānoto stiprinājumu veidu un skaitu.

Sistēmas piedāvātājs, komplektētājs vai ražotājs izstrādā lokālu fasādes izklājumu, kur ievērtē stiprinājumu skaitu un lielumu. Parasti nesošo elementu skaits var svārstīties no ~ 2-4 gab./m². Ja siltumizolācijas slānis ir biežāks, tad savukārt spēka plecs ir lielāks un ir nepieciešams izmēros lielāks balsts, kas palielina tā izmērus, augstumu un līdz ar to arī termiskā tilta efektu. Ja sienas kronšteins tiek nomainīts no vienas sistēmas uz citu, ir jāveic siltumizolācijas pārrēķins un jāpārbauda to termiskā tilta ietekme, lai konstrukcijas U vērtība paliktu projekta līmenī.

SILTUMA IZOLĀCIJA

Siltumizolācijas plāksnes parasti tiek uzstādītas starp metāla profilu vadulēm, kuras turās pie L veida kronšteiniem vai arī atsevišķi stiprinot pie sienas ar mehāniskajiem stiprinājumiem. Fasādes nesošie kronšteini un vadules ir kā kopējs orientieris un parasti siltumizolācijas plākšņu izmērs atbilst to savstarpējam

attālumam cc 600 vai cc1200. Siltumizolāciju var veikt ar divslāņu vai vienslāņa plākšņu metodi;

Divslāņu risinājumā vispirms tiek uzstādīts biežāks elastīgās jeb mīkstās siltumizolācijas slānis piemēram, PAROC Ultra pret nesošās siltināmās sienas virsmu, un tad kā nosedzošais slānis tiek ierīkota plānāka vēja aizsardzības izolācija, piemēram, PAROC Cortex vai PPAROC Tutto t – šuves starp pirmo un otro izolācijas slāni pārklājas.

Viena slāņa risinājumā tiek montēts viens biezs puscietas akmens vates plāksnes slānis, kuram ir gan siltumizolācijas gan vēja aizsargizolācijas funkcija piemēram, PAROC Tutto t vai PAROC Cortex One). Šuves tiek labi noblīvētas gan konstrukciju šķērsošanas vietās gan savstarpēji. Ja šuves starp PAROC Tutto t plāksnēm ir lielākas par 5 mm tad šīs vietas ieteicams aizdrīvēt ar elastīgās akmens vates gabaliem. PAROC Cortex izstrādājumiem ir speciālas šuvju lentas ar ko tiek nodrošināts šuvju hermētiskums.

FASĀDES APŠUVUMS

Metāla profili un apdares apšuvuma plāksnes tiek uzstādīti neilgi pēc siltumizolācijas uzstādīšanas, lai nodrošinātu iekšējo konstrukcijas slāņu aizsardzību pret laika apstākļiem. Metāla karkasu sistēmas sniedz neierobežotas iespējas dažādu apdares veidu pielietojumiem tādiem kā fasādes apdares dažādu kalibru plāksnes, flīzes, ķieģeļi un koks.

Konstrukciju jaunākie piemēri, kādus pielieto Ziemeļvalstīs.

STO VENTRO X



SILTUMA CAURLAIDĪBAS U VĒRTĪBAS (VIENA SLĀŅA SILTUMIZOLĀCIJA) FOR STO VENTRO X -FASĀDES SISTĒMA

	Siltumizolācijas biezums (mm)	
PAROC Cortex One vai PAROC Tento t	135	205
U- vērtība, W/m²K	0,25	0,17

HILTI EUROFOX MFT – FOX VT



SILTUMA CAURLAIDĪBAS U VĒRTĪBAS (VIENA SLĀŅA SILTUMIZOLĀCIJA) HILTI EUROFOX MFT-FOX VT -STIPRINĀJUMS

	Siltumizolācijas biezums (mm)	
PAROC Cortex One vai PAROC Tento t	125	185
U- vērtība, W/m²K	0,25	0,17

Aprēķina parametri (saskaņā ar EN 6946):

Betona iekšējais slānis 80 mm (STO Ventro X)

$$\lambda = 2.5 \text{ W/mK}, d = 80 \text{ mm}, R = 0.032 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Betona iekšējais slānis 150 mm (Hilti Eurofox MFT-FOX VT) $\lambda = 2.5 \text{ W/mK}, d = 150 \text{ mm}, R = 0.060 \text{ m}^2\text{K/W}$

PAROC Cortex One vai PAROC Tento t

$$\lambda = 0.033 \text{ W/mK}$$

Virsmas pretestība:

$$R_{si} + R_{se} = 0.26 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Aprēķinos izmantotās siltuma caurlaidības korekcijas:

ΔU_f = Korekcija mehāniskajiem stiprinājumiem STO-sistēmā: $d = 135 \text{ mm} = 0,018$, $d = 205 \text{ mm} = 0,016$ (> 3%)

ΔU_f = Korekcijas mehāniskajiem stiprinājumiem Hilti-sistēmā: $d = 125 \text{ mm} = 0,0105$, $d = 185 \text{ mm} = 0,0057$ (> 3%)

ΔU_g = Korekcija gaisa spraugai = $\Delta U''$: Level 0 = 0

4.4. KĪEĢEĻU APDARE/ KONSTRUKCIJU PIEMĒRS

Ķieģeļu apšuvumu var izmantot ar plašu slodzi nesošu konstrukciju klāstu. Atšķirībā no citām ventilējamām fasādes konstrukcijām, ķieģeļu fasāžu ventilācijas spraugas/atveres izmēri galvenokārt balstās uz ķieģeļu apšuvuma lielo mitruma ietilpību un tās ietekmi uz citām konstrukcijām. Tā kā lielākā daļa citu fasādes apdares materiālu ir diezgan plāni, tie mēdz ātri izžūt. Bieži un poraini ķieģeļi mainīgos laika apstākļos var absorbēt daudz mitruma un lielā mitruma slodze palielina žāvēšanas laiku un mitruma līmeni ventilācijas spraugā. Tāpēc, projektējot ventilācijas atveres, ir svarīgi pievērst uzmanību tam, lai gaisa kustība šķirkārtā būtu pietiekami raita un līdz ar to mitruma līmenis zems.

Ventilācijas spraugu un atveru izmēru tabulu var atrast 7.-11. lappusē.



- 150-200 mm – nesošā betona vai vieglbetona siena
- 150 - 200 mm - Siltumizolācija:
 - Viena slāņa risinājums: PAROC Tutto t vai PAROC WAS 50t vai PAROC Cortex One
 - Divu slāņu risinājums biežumiem >200 mm PAROC Ultra un PAROC Tutto t vai PAROC WAS50t divos slāņos
- 40 mm – Gaisa šķirkārta ≥ 30 mm 1-2 stāvu ēkas, ≥ 35 - 50 mm 2 un vairāk stāvu ēkas
- 130 mm – Ķieģeļu apdare stiprināta ar atsaitēm pie pamatsienas

Ugunreakcijas klasifikācija R30/R60 (kad ir tādas prasības)

Skaņas izolācijas gaisā indekss R_w 60 dB / $R_w + C$ 58 dB / $R_w + C_{tr}$ 52 dB
180–220 mm

MASĪVAS SIENAS

Siltumizolācijas plāksnes parasti tiek uzstādītas atsevišķi ar mehānisko stiprinājumu palīdzību vai arī spraužot to uz sienā atstātiem armatūras galiem

Viena slāņa risinājumā tiek montēta viena bieza puscietā akmens vates plāksne, kurai ir gan siltumizolācijas, gan vēja aizsargizolācijas funkcija piemēram, PAROC Tutto t vai PAROC WAS 50t. Šuves tiek labi noblīvētas gan konstrukciju šķērsošanas vietās gan savstarpēji. Ja šuves starp PAROC Tutto t plāksnēm ir lielākas par 5mm tad šīs vietas ieteicams aizdrīvēt ar elastīgās akmens vates gabaliem. PAROC Cortex izstrādājumiem ir speciālas šuvju lentas ar ko tiek nodrošināts šuvju hermētiskums.

Divu slāņu siltumizolācijai var tikt izmantotas elastīgās akmens vates un vēja aizsardzības plāksnes vai arī puscietās plāksnes vairākos slāņos tur, kur siltumizolācijas biežums pārsniedz 200mm

ĶĪEĢEĻU APŠUVUMS

Ķieģeļu apšuvums tiek sākts mūrēt neilgi pēc siltumizolācijas montāžas, lai nodrošinātu siltumizolācijas un iekšējo konstrukciju slāņu aizsardzību pret laika apstākļiem. Tas tiek atbalstīts uz pamata cokola daļas un ar atsaitēm, kas iet cauri siltumizolācijai un fiksējas pie slodzes nesošās sienas konstrukcijas. Aprēķinot siltuma caurlaidības U vērtību, jāņem vērā to daudzums un termisko tiltu ietekme.

Balstoties uz VTT pētījumiem un to rezultātiem, ieteicams izvairīties no augstām sienu virsmām bez logiem, jo var būt grūti nodrošināt atbilstošu gaisa slāņa ventilāciju. Izmantojot atveres zem palodzēs un virs logiem vai sānos kā daļu no kopējās sienu ventilācijas, ievērojami uzlabosies ķieģeļu apšuvuma vēdināšana. Plānākiem fasādes ķieģeļiem ar iespējamu ūdens atgrūdošu pārklājumu mitruma rādītāji var tikt uzlaboti.

Ķieģeļiem apšūtu betona daudzdzīvokļu ēku, kur tiek daļēji aiz apdares izmantoti koka rāmji koka karkasa augšējā daļa ir aizsargāta no mitruma ar elpojošu Tyvek audumu. Ūdensnecaurļaidīgs, bet ūdens tvaiku caurlaidīgs audums ir uzklāts uz apakšrāmja. Tas aizsargā koka konstrukciju no ūdens uzstādīšanas laikā un ļauj ēkas mitrumam izžūt. Mitruma pārnesi no svaigas betona sienas uz koka apakšrāmja novērš bitumena sloksne, kas uzstādīta starp karkasu un betona sienu.

SILTUMA CAURLAIDĪBAS U VĒRTĪBAS SILTUMIZOLĀCIJAS BIEZUMIEM

Viena slāņa siltumizolācijas risinājuma biezums (mm)

PAROC Tutto t	100	150	200	250
U-vērtība, W/m ² K	0,31	0,22	0,17	0,14

Papildus iepriekš minētajiem aizsardzības risinājumiem koka karkass no ārpuses jāizolē ar aptuveni 50 mm biezu izolācijas slāni, kas aizsargā pret vēju. Izolācija saglabā augstāku karkasa temperatūru par āra temperatūru un tādējādi nodrošina koka konstrukcijas mitrumdrošu darbību dažādos gadalaikos.

DIVU SLĀŅU SILTUMIZOLĀCIJAS RISINĀJUMS

Siltumizolācijas biezums (mm)						
PAROC Tutto t	30		30	30		
PAROC Cortex pro		50			50	50
PAROC Ultra	100	150		175	175	200
PAROC Ultra plus			150			
U-vērtība, W/m ² K	0,25	0,17	0,18	0,16	0,15	0,14

Aprēķina parametri (Saskaņā ar EN 6946):

Betona siena iekšējā 150 mm $\lambda = 2.5 \text{ W/mK}$, $d = 150 \text{ mm}$, $R = 0.060 \text{ m}^2\text{K/W}$

PAROC Tutto t $\lambda = 0.033 \text{ W/mK}$

PAROC Ultra $\lambda = 0.035 \text{ W/mK}$

PAROC Ultra plus $\lambda = 0.034 \text{ W/mK}$

PAROC Cortex $\lambda = 0.033 \text{ W/mK}$

PAROC Cortex pro $\lambda = 0.032 \text{ W/mK}$

Virsmu termiskās pretestības: $R_{si} + R_{se} = 0.26 \text{ m}^2\text{K/W}$

$\Delta \lambda = 0.001 \text{ W/mK}$ korekcija siltumizolācijas materiālam vādināmā konstrukcijā LBN 002-19

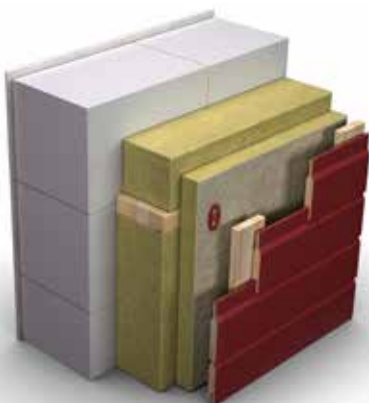
$\Delta U_f =$ mehāniskās saitesnājumi, ķieģeļu apdares saites $\varnothing 4 \text{ mm}$, 4- 6 gab/m², $\lambda = 17 \text{ W/mK}$ ($< 3\%$) $< 3\% = 0$, nav korekcija

4.5. MASĪVAS SIENAS AR KOKA KONSTRUKCIJU APŠUVUMU/ KONSTRUKCIJU PIEMĒRS

Mūra sienu siltinājums izmantojot piekarināmu koka karkasu un apdarē pielietojot koka dēļus ir izplatīts un praktisks siltumizolācijas risinājums. Šāda metode apvieno masīvu sienu ar piekaramu vieglu siltumizolāciju un koka apdares iespēju. Sienas bloku vai ķieģeļu mūris kopā ar akmens vates siltumizolāciju nodrošina nestspēju un uzlabo konstrukcijas uguns un skaņas izolāciju.

Projektējot šādu vairākslāņu sastāva sienu ir jāņem vērā sekojošais:

- mūra sienai ir jānodrošina nestspēja, sasaiste ar piekaramo konstrukciju un tā stabilitāte ilgtermiņā
- koka vai metāla karkasam jābūt labi un droši nofiksētam pie mūra nesošās sienas
- nesošās sienas daļa atrodas siltajā zonā un kalpo arī kā siltumu akumulējošs un necaurlaidīgs gaisa/tvaiku barjeras slānis



- 10-15 mm – iekšējais apmetums
- 250 mm – mūrēts vieglbetona bloku sienas materiāls
- 5 mm – sienas bloku virsmas rupjš apmetums
- 150 mm - koka karkass 50 x 150 mm stiprības klase C24, cc 600 / Siltumizolācija 150 mm PAROC Ultra vai PAROC Ultra plus
- 30-50 mm vēja izolācija: PAROC Tento t vai Cortex pro (vai PAROC Cortex), šuves līmētas ar PAROC Cortex šuvju līmēti (XST 022) & PAROC Cortex stūru līmēti (XST 021) (Cortex plākšņu gadījumā)
- 22mm gaisa šķirkārta - PAROC Distanceris (XFP 001) vai (XFP 002) + vertikāls latojums 22 x 100 mm, cc 600
- Koka apdare

Ugunreakcijas klasifikācija R30/R60 (kad ir tādas prasības)

Skaņas izolācijas gaisā indekss R_w saskaņā ar izolācijas biezumu un aprēķinu

Sākot ar 60 dB / $R_w + C$ 58 dB / $R_w + C_{tr}$ 52 dB

MASĪVAS SIENAS

Siltumizolācijas plāksnes parasti tiek uzstādītas starp koka rāmju vadulēm horizontālā vai vertikālā virzienā ar savstarpējo attālumu cc 600. Vispirms tiek uzstādīts biežāks elastīgās jeb mīkstās siltumizolācijas slānis piemēram, PAROC Ultra koka karkasā un tad kā nosedzošais slānis tiek ierīkota plānāka vēja aizsardzības izolācija, piemēram, PAROC Cortex vai PAROC Tento t – šuves starp pirmo un otro izolācijas slāni pārklājas.

Vēja aizsardzības izolācija un reizē siltumizolācijas plāksne, kas uzstādīta uz koka karkasa ārējās virsmas, aizsargā gan koka karkasu, gan elastīgo siltumizolācijas slāni no laika apstākļu maiņas un vēja plūsmām. Kad karkass no ārpuses tiek izolēts ar vienmērīgu vēja aizsardzības izolācijas slāni, termiskais tilts caur koka rāmi cauri izolācijas slānim tiek pārrauts un rāmja konstrukcijas temperatūra ievērojami paaugstinās, uzlabojot konstrukcijas mitruma drošību. Ieteicamais vēja aizsargizolācijas slāņa biezums parasti ir 30mm, bet var izmantot arī 50 mm.

PAROC XFP 001 cilindriskā starplika jeb distanceris tiek izmantots, lai atvieglotu un paātrinātu

koka vadules un visas koka apdares montāžu. PAROC Distanceris (XFP 002) ir radžu veida distanceris, kas paredzēts PAROC Cortex plākšņu izmantošanas gadījumā. Izmantojot starpliku, tiek novērsta vēja aizsardzības izolācijas saspiešana, skrūvējot vai naglojot apdari nesošās koka vadules. Starplikas biezumam ir jābūt vienlīdzīgam ar vēja aizsardzības plāksnes biezumu. Starplikas tiek izvīzītas caur vēja aizsardzības izolācijai pret koka karkasa virsmu un nostiprinātas ar skrūvi vai naglu ar savstarpējo attālumu cc600 (4-6 gab./m²). Vadules montē pa virsu distanceriem, tos naglojot vai pieskrūvējot pie rāmja konstrukcijas. Starpliku distanceri un koka vadules nodrošina nepieciešamo ventilācijas spraugu starp vēja izolāciju un fasādes apšuvumu. Viendabīgs hermētisks vēja aizsardzības izolācijas slānis ārpus koka karkasa uzlabo ne tikai konstrukcijas vēja un mitruma drošību, bet arī visas sienas konstrukcijas energoefektivitāti. Koka karkasa apšuvums ir piemērots gan jaunbūvēm, gan arī vecu sienu atjaunošanai ar papildu siltumizolācijas iekļāšanu.

Koka karkasa konstrukcijas izmēriem iespējams nav jāatbilst nepieciešamajām visas sienas nestspējas slodzēm taču katrs gadījums ir jāvērtē projekta

ietvaros. Ir nepieciešams, ka rāmja biezums atbilst energoefektivitātes prasībām un vajadzībām. Paroc akmens vati ir viegli iestrādāt koka rāmī bez jebkādiem papildus stiprinājumiem, tā elastīgi turas ar berzi, taču priekšnoteikums ir konstrukcijas pielāgotie izmēri vates plākšņu izmēriem un attālumi starp rāmja daļām.. Koka rāmja šķērsriezuma augstuma izmēram jābūt vienādam ar akmens vates plāksnes biezumu. Visi citi jautājumi koka konstrukcijas sakarā pirms to izbūves ir jārisina katra individuāla projekta ietvaros.

aizsardzību pret laika apstākļiem. Koka karkasu sistēmas sniedz dažādas iespējas apdares veidu pielietojumiem tādiem kā fasādes apdares dažādu kalibru koka dēļi, plāksnes, flīzes, ķieģeļi utt.

Koka vadules un sienas apdares apšuvums tiek sākti montēt neilgi pēc siltumizolācijas uzstādīšanas, lai nodrošinātu siltumizolācijas konstrukcijas slāņu

SILTUMA CAURLAIDĪBAS U VĒRTĪBAS SILTUMIZOLĀCIJAS BIEZUMIEM DIVU SLĀŅU RISINĀJUMS

	Siltumizolācijas biezums (mm)					
PAROC Cortex / Tento t	30		30	30		
PAROC Cortex pro		50			50	50
PAROC Ultra	100	150		175	175	200
PAROC Ultra plus			150			
U-vērtība, W/m ² K	0,23	0,16	0,17	0,16	0,15	0,14

Aprēķina parametri (Saskaņā ar EN 6946):

Keramzītbetona bloki 250 mm $\lambda = 0.26 \text{ W/mK}$, $d = 250 \text{ mm}$, $R = 0.96 \text{ m}^2\text{K/W}$

PAROC Tento t $\lambda = 0.033 \text{ W/mK}$

PAROC Ultra $\lambda = 0.035 \text{ W/mK}$

PAROC Ultra plus $\lambda = 0.034 \text{ W/mK}$

PAROC Cortex $\lambda = 0.033 \text{ W/mK}$

Virsmu termiskās pretestības: $R_{si} + R_{se} = 0.26 \text{ m}^2\text{K/W}$

Aprēķinos pielietotās korekcijas:

Koka karkasu ietekme: $50 \times 50/150/175/200 \text{ mm}$, $cc 600 \text{ mm}$

$\Delta \lambda = 0.001 \text{ W/mK}$ korekcija siltumizolācijas materiāla vēdināmā konstrukcijā LBN 002-19

$\Delta U_f =$ mehāniskie stiprinājumi $< 3 \% = 0$, nav korekcijaa

4.6. KOKA KARKASA SIENAS AR ĶIEĢEĻU APDARI/KONSTRUKCIJAS PIEMĒRS

Labi vēdināmu ķieģeļu apšuvumu var droši izmantot arī ar koka konstrukcijām. Augstākajās koka karkasa ēkās ar ķieģeļu fasādi ieteicams palielināt ventilācijas spraugas gaisa plūsmu, kā ventilācijas atveres izmantojot arī palodzes.



- 13mm – ģipškartona plāksne
- 50mm – statņu karkass iekšpusē 50 x 50mm, cc 600 / PAROC Ultra
- PAROC Tvaika barjera 020 (XMV 020), PAROC Tvaika barjeras šuvju limlenta (XST 013)
- 150mm - koka karkass 50 x 150mm stiprības klase C24, cc 600 / Siltumizolācija 150mm PAROC Ultra vai PAROC Ultra plus
- 50mm vēja izolācija: PAROC Cortex pro (or PAROC Cortex), šuves līmētas ar PAROC Cortex šuvju limlenti (XST 022) & PAROC Cortex stūru limlenti (XST 021)
- 22mm gaisa šķirkārta - PAROC Distanceris (XFP 001)vai (XFP 002) + vertikāls latojums 22 x 100mm, cc 600
- Ķieģeļu vai koka apdare

Ugunsizturības robeža REI 60, slodze 5,5 kN uz statni / 9,2 kN/m (EUF129-19003518-T1)

Skaņas izolācijas indekss R_w 42 dB / $R_w + C$ 40 dB / $R_w + C_{tr}$ 37 dB
50 mm – statņi 50 x 50 mm, cc 600 / PAROC Ultra

SILTUMA CAURLAIDĪBAS U VĒRTĪBAS SILTUMIZOLĀCIJAS BIEZUMIEM

	Siltumizolācijas biežums (mm)							
PAROC Ultra (iekšējais slānis)		50	50			50	50	50
PAROC Ultra	100	150	125	175		175	175	200
PAROC Ultra Plus					150			
PAROC Cortex pro	50		50	50	50	50	50	50
PAROC Cortex vai PAROC Tento t		30						
U-vērtība, W/m ² K	0,25	0,17	0,17	0,17	0,17	0,14	0,13	0,12

Aprēķina parametri (Saskaņā ar EN 6946):

Tvaika barjera	$\lambda = 0.33 \text{ W/mK}$, $d = 0.25 \text{ mm}$ $R = 0.001 \text{ m}^2\text{K/W}$
Ģipškartona loksne	$\lambda = 0.25 \text{ W/mK}$, $d = 9/13 \text{ mm}$ $R = 0.036/0.052 \text{ m}^2\text{K/W}$
PAROC Ultra	$\lambda = 0.035 \text{ W/mK}$
PAROC Ultra plus	$\lambda = 0.034 \text{ W/mK}$
PAROC Cortex	$\lambda = 0.033 \text{ W/mK}$
PAROC Cortex pro	$\lambda = 0.032 \text{ W/mK}$
Koka statnis	$\lambda = 0.12 \text{ W/mK}$
Virsmu termiskās pretestības:	$R_{si} + R_{se} = 0.26 \text{ m}^2\text{K/W}$

Aprēķinos pielietotās korekcijas:

Koka karkasu ietekme: 50 x 50/150/175/200 mm, cc 600 mm

$\Delta \lambda = 0.001 \text{ W/mK}$ korekcija siltumizolācijas materiālam vēdināmā konstrukcijā LBN 002-19

$\Delta U_f =$ mehāniskie stiprinājumi $< 3 \% = 0$, nav korekcija

4.7. PAROC ZEROfix-MONTĀŽAS SISTĒMA/KONSTRUKCIJU PIEMĒRI

PAROC ZERO ir jauna siltumizolācijas koncepcija ventilējamām fasādēm, kuras pamatā ir akmens vates siltumizolācija ar ļoti labiem siltumtehnikamiem parametriem, kas ļauj sasniegt salīdzinoši labākus siltumenerģijas taupības rādītājus nekā izmantojot tradicionālus risinājumus. Ēkas nesošā siena var būt CLT koka panelis, betona siena vai arī koka karkass. Izmantojot stiprinājumu sistēmu savienojumā ar koka karkasa sienu, ir rekomendējams karkasa ārpusē paredzēt vismaz 15 mm biezu saplākšņa slāni, lai nodrošinātu stabilu pamatu fasādes stiprināšanai. PAROC ZERO sistēmu var izmantot lielākajā daļā ēku. Vieglāka betona sienu vai nezināma betona un ķieģeļu gadījumos iepriekš sazinieties ar Paroc pārstāvjiem.



- Iekšējā virsma, apmetums
- 150-250 mm betona siena
- 100-300 mm – Vēja aizsardzības un siltumizolācijas plāksne PAROC Tutto t, Plāksnes jāmontē cieši viena pie otras. Šuves nav nepieciešams līmēt
- Izolācijas dibelis SFS R45x85/TI-T25-6,3 concrete (XFM 005) pie betona sienas
- 36 mm – ventilācijas šķirkārta un PAROC ZEROfix Koka nesošā lata (XRB 001), cc600 stiprināta cauri izolācijas slānim pie betona pamatnes ar skrūvi HECO MULTI-MONTI (XFS 004)
- Ugunsdrošs šķērslis, ja nepieciešams augstākām ēkām, metāla perforēts profils
- Koka dēļu vai plākšņu apdare vai arī plāksnes ar apmetuma apdari

SISTĒMAS SASTĀVDAĻAS

PAROC ZEROfix ir unikāla, pašnesoša stiprinājuma metode ventilējamām fasādēm ar siltināšanu. Stiprinājuma metode sastāv no:

- siltumizolācijas plākšņu stiprinājumiem
- horizontālām skrūvēm ārējai apdarei un latojuma stiprināšanai, kas notur vēja slodzi,
- leņķī skrūvētām tāda paša veida skrūvēm ārējai apdarei un latojuma stiprināšanai, kas notur vertikālu fasādes slodzi. Šis risinājums ir izturīgs ar minimālu termisko tiltu iedarbi uz kopējo siltuma caurlaidību un notur visas uz fasādi darbojošās slodzes.

KOKS UN BETONS KĀ NESOŠĀS SIENU KONSTRUKCIJAS

Parasti katrā stāvā ir trīs horizontālās fasādes skrūves un viena vai divas diagonāli uzstādītas fasādes skrūves.

Tās tiek izmantotas gan koka, gan betona konstrukcijās. Vertikālā lata tiek uzstādīta cc 600 mm. Ja vēja slodze ir lielāka, palielinās horizontāli uzstādīto skrūvju skaits, un, ja slodze uz fasādes materiāliem ir lielāka, palielinās arī diagonāli uzstādīto skrūvju skaits. Betona sienu konstrukcijās fasādes skrūvju montāžai ir iepriekš jāveic urbums un jāizveido caurums betona sienā. To dara ar PAROC XFD 001 urbi 6,3 mm diametrā.

VIEGLA BETONA UN ĶIEĢEĻU SIENU KONSTRUKCIJAS

PAROC ZEROfix stiprinājuma sistēma vieglbetona bloku un ķieģeļu sienām ir izstrādes stadijā.

SILTUMA IZOLĀCIJA

Siltumizolācijas plāksnes tiek montētas pa tiešo uz nesošās sienas ārējās virsmas parasti vienā slānī līdz 200 mm vai arī divos slāņos, ja biezums pārsniedz 200 mm. Parasti izmanto puscieto akmens vates plāksni PAROC Tento t, kurai ir gan ekselenta siltumizolācijas, gan vēja aizsargizolācijas funkcija. Plāksnes tiek uzstādītas atsevišķi ar mehānisko stiprinājumu Izolācijas dibeli SFS R45x85/TI-T25-6,3 concrete (XFM 005) palīdzību (betona sienās) Paroc plāksnes nodrošina pārlicinoši pārbaudītu energoefektivitātes rezultātu

- Vir siltumizolācijas plāksnēm tiek stiprinātas nesošās koka vadules PAROC ZEROfix Koka nesošā lata (XRB 001), ar savstarpējo attālumu cc600, kas nodrošina arī gaisa šķirkārtu.
- Stiprināšanu veic ar skrūvēm betonam HECO MULTI-MONTI (XFS 004) Multi Monti, kas tiek fiksētas cauri siltumizolācijas materiāliem pie betona

patnes veidojot sākumā priekšurbumu skrūves iefiksēšanai nesošajā sienā

- Skrūvju skaits, nepieciešamā stiprība tiek noteikti pēc projekta tā datus ievadot statikas aprēķina kalkulatorā (PAROC Zero aprēķina kalkulators ir pieejams mājas lapā www.paroc.lv)
- Parasti trīs fasādes skrūves horizontāli un papildus viena diagonāla skrūve uz vienu stāva augstumu ir pietiekami
- Skrūves caur koka latas vaduli tur visu fasādes un vēja slodzi.
- Pie vertikālām vadulēm montē ārējo apdari, kas parasti ir koka dēļi, bet var būt arī dažādas apdares plāksnes saskaņā ar ražotāja norādēm

PAROC ZERO var izmantot visu veidu ēkām U2b un U3 ugunsnoturības pakāpes ēkās un tā ir pielietojama gan jaunā būvniecībā, gan esošo ēku renovācijā.

SILTUMA CAURLAIDĪBAS U VĒRTĪBAS SILTUMIZOLĀCIJAS BIEZUMIEM :

BETONA SIENA 150 MM

	Siltumizolācijas biezums (mm)			
PAROC Tento	100	150	200	250*
U-vērtība, W/m ² K	0,31	0,22	0,17	0,14

	Siltumizolācijas biezums (mm)			
PAROC Tento t	100	150	200	250*
U-vērtība, W/m ² K	0,24	0,18	0,14	0,12

CLT KOKA PANEĻA SIENA 90–120 MM

* Plāksnes divās kārtās piem. PAROC WAS 35 150 mm un PAROC WAS 35t 100 mm

Aprēķina parametri (Saskaņā ar EN 6946):

Ģipškartons $\lambda = 0.25 \text{ W/mK}$, $d = 13/18 \text{ mm}$ $R = 0.052 / 0.072 \text{ m}^2\text{K/W}$

PAROC Tento t $\lambda = 0.033 \text{ W/mK}$

Betona siena 200mm $\lambda = 2.5 \text{ W/mK}$, $d = 150 \text{ mm}$ $R = 0.060 \text{ m}^2\text{K/W}$

Fasādes skrūves HECO Topix Plus Therm Wood $\lambda = 50 \text{ W/mK}$

(XFS 002) koka virsmai vai HECO Multi Monti concrete (XFS 004)

- Horizontāli: cc600/1200
- Diagonāli (30°koka sienā 20°betona sienā): cc 600/2700
- Koka vadules cc 600

Virsmu termiskās pretestības: $R_{si} + R_{se} = 0.26 \text{ m}^2\text{K/W}$

Papildus korekcijas:

ΔU_f = Mehānisko stiprinājumu korekcija ir vairāk par 3 % un tā tiek ietverta aprēķinā

$\Delta \lambda = \Delta \lambda = 0.001 \text{ W/mK}$ korekcija siltumizolācijas materiālam vēdināmā konstrukcijā (LBN 002-19)

ΔU_g = Korekcija gaisa "kabatām" = $\Delta U''$: 0

ΔU_f (ZEROfix/betons) = ar siltumizolācijas biezumu 100,150,200, un 250 mm, termiskā tilta ietekme no skrūves < 3% un tas tiek ietverts U vērtības aprēķinā (0,012-0,018 W/m²K)

ΔU_f (ZEROfix/ vieglbetona bloki) = ar siltumizolācijas biezumu 100, 150,200 un 250 mm, termiskā tilta ietekme no skrūves < 3 % un tas tiek ietverts U vērtības aprēķinā (0,008-0,009 W/m²K)

PAROC ZERO FASĀDES SISTĒMAS KOMPONENTES

	<p>PAROC Tutto – siltumizolācijas un vēja aizsardzības plāksne</p>		<p>PAROC ZEROfix Koka nesošā lata (XRB 001) – ar ugunsdrošu pārklājumu klāta nesošā koka vadule izmēri 36x95x3600 mm</p>
	<p>Izolācijas dībelis SFS RP45x120/BS-4,8 wood (XFM 004) – akmens vates plāksnes stiprinājums pie koka pamatnes Izolācijas dībelis SFS R45x85/TI-T25-6,3 concrete (XFM 005) – akmens vates plāksnes stiprinājums pie betona pamatnes</p>		<p>HECO Topix Plus Therm Wood (XFS 002) – fasādes skrūve kokam HECO MULTI-MONTI (XFS 004) – fasādes skrūve betonam</p>
	<p>PAROC Urbis betonam L 6,3 (XFD 001) – urbis priekšurbuma veikšanai betona pamatnē priekš skrūvēm HECO MULTI-MONTI (XFS 004); PAROC Urbis betonam S 5,0 (XFD 002) – Urbis priekšurbuma veikšanai betona pamatnē priekš plākšņu stiprinājuma PAROC XFM 005</p>		<p>PAROC Leņķa rīks (XTI 001) – imontāžas stūra šablons (30° un 45°)</p>

ZEROFIX SISTĒMA BETONA SIENĀ:

FASĀDES SKRŪVJU HECO MULTI MONTI CONCRETE (XFS 004) GARUMS UN IESKRŪVĒŠANAS DZIĻUMS DAŽĀDIEM BIEZUMIEM

PAROC Tutto t biežums (mm)	Horizontālās skrūves garums (mm) un ieskrūvēšanas dziļums (mm)	Diagonālās skrūves garums (mm) leņķis 20° un ieskrūvēšanas dziļums (mm)
100	200 (64)	200 (52)
150	250 (64)	250 (55)
200	300 (64)	300 (55)
250 (150+100)	350 (64)	350 (55)
300 (200+100)	400 (64)	400 (55)

Siltumizolācijas un nesošās koka latas biežums 36mm ir iekļauts skrūves nepieciešamā garuma aprēķinā.
Minimālais dziļums vītnes daļai betona sienā ir 35 mm.

PAROC® iestājas par energoefektīviem un ugunsdrošiem akmens vates izolācijas risinājumiem jaunām un restaurētām ēkām, kuģniecībai un termināliem un citiem industriālajiem projektiem. Šo izstrādājumu pamatā ir vairāk nekā 80 gadus ilga vēsture akmens vates ražošanā un pieredzē, kas balstās uz tehniskām zināšanām, pastāvīgu izstrādājumu izpēti un inovācijām.

Celtniecības izolācijas piedāvājumā ir ietverts plašs izstrādājumu un risinājumu klāsts visām tradicionālajām ēku siltināšanas vajadzībām. Celtniecības izolācijas izstrādājumi, galvenokārt, tiek izmantoti, lai nodrošinātu siltuma, uguns un skaņas izolāciju ārēsienu, jumtu, starpstāvu grīdu un starpsienu risinājumos.

Tehniskās izolācijas piedāvājumā ir ietverti siltuma, uguns un skaņu izolējoši izstrādājumi apkures, ventilācijas, gaisa kondicionēšanas sistēmu, rūpniecības procesu, cauruļvadu, kā arī kuģubūves un terminālu izolācijas risinājumiem.

Plašākai informācijai, lūdzu apmeklējiet www.paroc.lv

Šajā dokumentā iekļautā tehniskā informācija tiek nodrošināta bez maksas un brīvprātīgi, un par tās saņemšanu un interpretāciju ir atbildīgs saņēmējs. Tā kā informācijas lietošanas apstākļi var atšķirties un tos nav iespējams kontrolēt, Paroc neuzņemas atbildību par jebkuru šajā dokumentā aprakstītā izstrādājuma datiem, kas saistīti ar noteiktiem lietojumiem, precizitāti vai uzticamību. Paroc patur tiesības veikt izmaiņas šajā dokumentā bez iepriekšēja paziņojuma.

Aprīlis 2024
2070BILA0324
© Paroc 2024

