

Pētījums

Būvkonstrukciju bojājumu novēršana koka un metāla karkasa siltumizolācijas konstrukcijās

– jumtā, sienās, griestos –
Latvijā

Mainīga mitruma tvaika aizsarg-
membrānas - pro clima DB+ un
INTELLO - ar inteligentu mitruma
vadību

Datorizēti simulācijas veida aprēķini slēgtai siltuma un mitruma vadībai jumta un sienu konstrukcijās, ievērojot dabīgos klimatiskos apstākļus un iekštelpu apdarē izmantoto būvmateriālu mitruma vadības spējas



Būvju fizikas pētījums

1. Bezbojājumu siltumizolācija koka konstrukcijās	
1.1 Ievads	4
1.2 Kondensācija - rasas punkts -kondensāta ūdens	4
1.3 Konstrukcijas mitruma slodze	5
1.3.1 Difūzijas ietekmēta mitruma slodze	5
1.3.2 Konvekcijas ietekmēta mitruma slodze	5
1.3.3 Konstrukciju specifiskas noteikta sānu difūzija	6
1.3.4 Augsts iebūvēto materiālu mitrums	6
1.3.5 Kopsavilkums par mitruma slodzi	6
2. „Inteliģenta” tvaika aizsargmembrāna	8
2.1 Konstrukciju izžūšana uz iekšpusi	8
2.2 Mainīga mitruma difūzijas pretestības ietekmes veidi	8
2.2.1 Augsta mitruma pretestība ziemā	9
2.2.2 Zema mitruma pretestība vasarā	9
2.2.3 Izsvērtais difūzijas profils	9
2.2.3.1 Jaunbūvēm: 60/2 prasība	9
2.2.3.2 Būvniecības procesa laikā: 70/1,5 prasība	9
2.2.4 Augstākā drošība	9
3. Vienas jumta konstrukcijas drošības potenciāla analīze	
3.1 Mitruma plūsmu aprēķins ar dažādiem paņēmieniem	10
3.1.1 Aprēķins saskaņā ar Glāzera (Glaser) DIN EN ISO 13 788 prasībām	10
3.1.2 Ierobežotā siltuma un mitruma vadības aprēķins pēc dabīgiem klimatiskajiem apstākļiem	10
3.2 Bezbojājumu potenciāla aprēķināšana	10
3.2.1 Bezbojājumu potenciāla definīcija	11
3.2.2 Jumtu konstrukcijas	11
3.2.3 Bezbojājumu potenciāla lieluma ietekmes faktori	11
3.2.4 Rīgas ģeogrāfiskā novietojuma klimatiskie dati	11
3.2.5 Bezbojājumu potenciāls metāla jumtam Rīgā, ziemeļu pusē, 40° jumta slīpums	12
3.2.6 Daugavpils novietojuma klimatiskie dati	12
3.2.7 Bezbojājumu potenciāls metāla jumtam Daugavpilī, ziemeļu pusē, 40° jumta slīpums	12
3.2.8 Nobeiguma secinājumi par jumtu konstrukcijām	12
3.2.9 Sānu difūzija	14
3.2.10 2-dimensionālu simulācijas aprēķinu rezultāti	14
3.2.11 Nobeiguma secinājumi par sānu difūziju	14
3.2.12 Sienu konstrukcijas	15
4. Ieteikumi par konstrukcijām	
4.1 Konstrukcijas	16
4.2 Iekšējais apšuvums	16
4.3 Pastāvīgi mitras telpas	16
4.4 Apdzīvotības ietekmētais jaunbūvju mitrums - 60/2 prasība	16
4.5 Dzīvokļu mitrās telpas	16
4.6 Paaugstināts mitrums būvniecības procesa laikā - 70/1,5 prasība	16
4.7 Zemspāru daļa jumtā	17
4.8 Metāla jumtu konstrukcijas	17
4.9 Plakano un zaļo jumtu konstrukcijas	17
4.10 Sienas	17
5. INTELLO, INTELLO PLUS un DB+ ieklāšana un apstrāde	
5.1 Plākšņu un lokšņu veida siltumizolācijas materiāli	18
5.2 Ieklāšanas virziens	18
5.3 Ieklāšanai ieteicamās sistēmas komponentes	18
5.4 Šķiedrveida iepūšamajai siltumizolācijai	18
5.5 Putu veida siltumizolācijas materiāliem	18
5.6 Dimensionālā stabilitāte	18
5.7 Mehāniskā stiprība	18
5.8 Tvaika aizsargmembrānas ieklāšanas laiks	19
5.9 Caurspidīga struktūra	19
5.10 Otrreizēja materiālu pārstrāde un ekoloģija	19
6. Rezumē	19
Izmantotās literatūras saraksts / Kontakti	20



Membrānas, kas pasargā konstrukcijas no bojājumiem

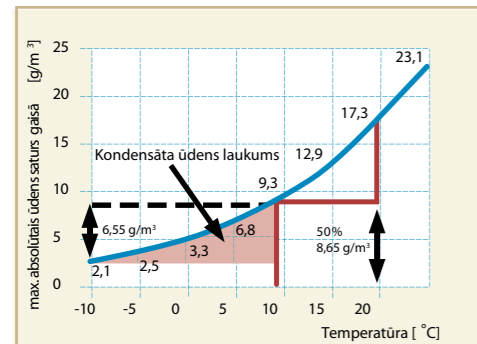
Gaisa mitruma fizika

Gaisa atdzišanas rezultātā paaugstinās gaisa mitrums.

Pārsniedzot rasas punktu sāk izdalīties kondensāta ūdens.

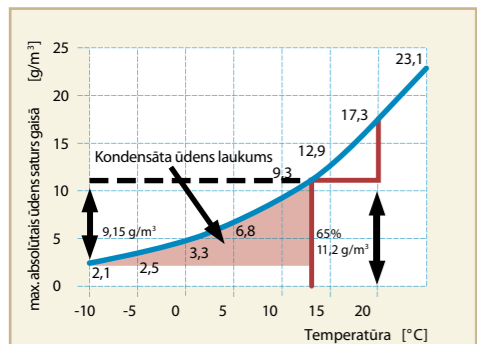
Pie augsta istabas mitruma līmeņa paaugstinās rasas punkta temperatūra >>> ātrāk sāk izdalīties kondensāta ūdens.

1. Gaisa mitruma fizika pie 50 % rel. gaisa mitruma



Pie normāliem mitruma apstākļiem (20 °C / 50 % rel. gaisa mitruma) rasas punkts tiek sasniegts pie 9,2 °C. Pie -10 °C sāk izdalīties kondensāts no 6,55 g/m³ gaisa.

2. Gaisa mitruma fizika pie 65 % rel. gaisa mitruma



Pie paaugstināta telpu mitruma līmeņa (65 % rel. gaisa mitruma) rasas punkts tiek sasniegts jau pie 13,2 °C. Pie -10 °C sāk izdalīties kondensāts no 9,15 g/m³ gaisa.

1.1 Pārskats un ievads

Pētījumā ir aprakstīti bezbojājumu konstrukciju aprēķināšanas veidi, kā rodas bojājumi un sliktā kvalitāte siltumizolāciju konstrukcijās un kā var droši aizsargāt būvkonstrukcijas no to bojāšanās.

Būvkonstrukciju bojājumi sāk veidoties, kad mitruma slodze uz konstrukcijām ir augstāka nekā to izžūšanas iespējas. Lai izvairītos no konstrukciju bojāšanās parasti visas darbības tiek koncentrētas uz mitruma slodzes mazināšanu. Diemžēl, konstrukcijas nepakļaujas pilnīgai aizsardzībai pret mitrumu.

Paredzamais mitruma noslogojums, tikpat kā nekad nav iemesls bojājumu veidošanās procesiem. Parasti tā ir iepriekš neparedzama mitruma ietekme, kas nav pilnībā izslēdzama. Lai izslēgtu konstrukciju bojāšanās un pelējuma veidošanās iespējamību, priekšplānā jāizvirza konstrukcijās jau esošā mitruma izžūvēšanas spēja. Konstrukcijas ar augstu izžūšanas spēju, vienlaicīgi pie samazinātas mitruma ietekmes, kā to piedāvā tvaika aizsargmembrāna ar variējošu s_d -vērtību, arī pie neparedzamas mitruma ietekmes nodrošina augstu aizsardzību pret būvkonstrukciju bojāšanās iespējamību.

1.2 Kondensācija - rasas punkts-kondensāta ūdens

Siltumizolācija koka un metāla konstrukcijās ar savu augsto mitruma noturību, atdala iekšējā silto gaisu no āra aukstā gaisa, kas satur niecīgu daudzumu absolūtā mitruma. Iekšējā siltais gaiss iespiežoties kāda no ēkas konstrukcijām, savā ceļā caur šo konstrukciju, atdziest. Ūdens izdalīšanās iemesls ir gaisa fizikālās īpatnības: siltais gaiss var uzņemt vairāk ūdens nekā aukstais gaiss. Pie augsta relatīvā telpu gaisa mitruma (piemēram, jaunbūvēs 65%) paaugstinās arī kondensāta ūdens daudzums (Skatīt 1. un 2.attēlus)

Kondensāts rodas tad, kad difūzijai slēgts konstrukcijas slānis atrodas zem rasas punkta temperatūras. Tas nozīmē: no būvniecības fizikas viedokļa neizdevīgi tādi būvkonstrukciju slāņi, kas no siltumizolācijas ārpuses ir difūzijai slēgtāki nekā tie slāņi, kas atrodas iekšpusē. Ļoti problemātiski ir tad, kad siltais gaiss ar konvektīvām gaisa plūsmām, t. i. gaisa necaurīdības slāņu defektu dēļ, var nokļūt būvkonstrukcijās.

Saskaņā ar Vācijas normatīvu DIN 4108-3, kā difūzijai atvērtas konstrukcijas, kuru ekvivalents gaisa slāņa biezums (s_d -vērtība) ir mazāks nekā 0,50m. s_d -vērtība tiek definēta kā produkts tvaika difūzijas pretestības vērtībai (μ -vērtība), tā ir materiāla konstante, un tiek izteikta metros apzīmējot konstrukcijas biezumu:

$$s_d = \mu \times s \text{ [m]}$$

Zemu s_d -vērtību var sasniegt ar zemu μ -vērtību pie augstāka konstrukcijas slāņa biezuma rādītāja (piemēram, kokšķiedras siltumizolācijas plāksnes) vai arī ar ļoti augstu μ -vērtību, bet ar ļoti niecīgu konstrukcijas slāņa biezuma rādītāju (piemēram, jumta aizsargmembrānas). Gaisa tvaiki vispirms orientējas pie μ vērtības, tikai pēc tam svarīgs ir konstrukciju materiālu slāņu biezums. Tas nozīmē, ka pie augstākas μ -vērtības, daudz ātrāk nekā pie zemas μ -vērtības sāk veidoties kondensāts. Jumta membrānu montāžas vietās, dēļ bieži vien nepietiekamās temperatūras un mitruma atšķirības, iespējams tikai niecīgas tvaika spiediena kritums. Tas izskaidro, kādēļ gadījumos, kad mitruma plūsma ēkas konstrukcijā ir paaugstināta konstrukciju bojājumi var veidoties arī pie uzstādītas difūzijai atvērtas jumta membrānas. Jumta seguma membrānas no monolīta bezporu materiāla, piem. SOLITEX UD, MENTO un PLUS, šinī gadījumā piedāvā sekojošas priekšrocības - difūzija notiek pasīvi caur porām, bet aktīvi sekojot molekulu ķēdēm. SOLITEX membrānu difūzijas pretestība ir mainīga. Pie pastāvošiem kondensāta draudiem pretestība samazinās zem 0,02 m. Šādās situācijās šī membrāna nodrošina īpaši ātru un efektīvu mitruma vadību un optimāli aizsargā konstrukciju pret kondensāta ūdenspiekļu un pret pelējumu.

Gadījumos, kad konstrukcijas iekšienē izdalās ūdens, aukstā ziemā zem jumta membrānas vai jumta seguma slāņa var veidoties apledojušs. Savukārt ūdens un ledus netais cauri tvaikus un tādējādi tie no ārpuses var izveidot tvaika bremzi. Konstrukcijas, kuru ārpuse ir difūziju traucējošs vai difūzijas blīvs slānis, no būvniecības viedokļa ir kritiskākas nekā konstrukcijas, kas ir difūzijai atvērtākas.

Pie difūzijai slēgtām konstrukcijām piekaitāmi, piemēram, metāla jumti ar difūziju traucējošu segumu, piemēram, bituma segumu, vai jumti ar bleķa plākšņu segumu, plakanie jumti un zaļie jumti. Pie difūzijai slēgtā slāņa konstrukcijā uzkrājas mitrums un izdalās kondensāta ūdens.

1.3 Konstrukcijas mitruma slodze

Mitruma slodzei siltumizolācijas konstrukcijā, piemēram, jumtā, var būt dažādi iemesli. Piemēram, caur neblīvu jumta segumu var piekļūt ūdens. Tas var arī būt liels daudzums iepriekš uzkrātais mitrums, kā rezultātā ūdens sāk pilēt no griestiem istabās. Nelielas spraugas rada ložņājoša mitruma izplatīšanās efektu, ko bieži vien pavada pelējuma sēnes vairošanās konstrukciju materiālos. Tomēr konstrukcijas mitruma slodze var rasties arī no iekšpusēs:

Paredzama mitruma slodze:

- Difūzijas procesi
- Neparedētā mitruma slodze:
- Konvekcija, t.i. gaisa plūsmas (Neblīvs gaisa aizsargbarjeras slānis)
- No konstrukcijas atkarīga mitruma vadība (piemēram, sānu difūzija no robežsienas dēļ).
- Paaugstināts iebūvēto materiālu mitrums
- Slikti koordinēta būvniecība

1.3.1 Difūzijas ietekmētā mitruma slodze

Jo mazāk mitrums var iekļūt konstrukcijā, jo mazāks ir bojājumu risks - tā domāja agrāk. Tas nozīmē, ka ļoti blīvu tvaika aizsargmembrānu pielietošana būvniecībā, pilnībā izslēgtu konstruk-

ciju bojāšanās iespējamību. Tas, ka realitāte ir savādāka, tikai pierādīts jau 15 gadus atpakaļ, kad pro clima tirgus aprītē palaida DB+ membrānas ar s_d -vērtību 2,30m, veicot būvniecības aprēķinus.

Tālāk 1999.gadā veiktais pētījums ārsienās Ziemeļamerikā [1], pierāda, ka tvaika izolācijas radītais mitrums konvekcijas rezultātā, pat pareizi veicot montāžas darbus, ir atuvēni 250 g/m² kondensāta ūdens katrā atkušņa periodā. Tas atbilst tādām kondensāta daudzumiem, kas caur tvaika aizsargmembrānu ar s_d -vērtību 3,3 m difūzē vienas ziemas laikā [2].

Rezumē:

Arī uz konstrukcijām ar tvaika aizsargmembrānām, kuru aprēķinātā s_d -vērtība ir 50 m, 100 m vai vairāk, gala rezultāta tiek novadīts liels daudzums mitruma. Šeit papildus jāatzīmē, ka tvaika aizsargmembrānas nepieļauj atgriezenisko konstrukciju izžūšanas procesu.

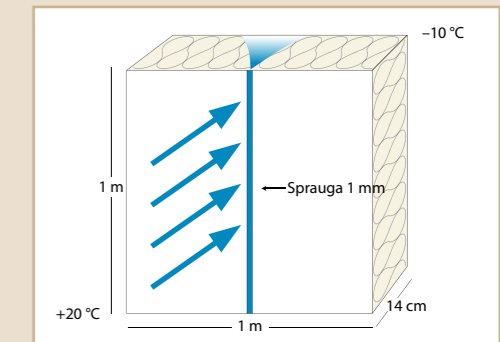
1.3.2 Konvekcijas ietekmētā mitruma slodze

Konvekcijas jeb gaisa plūsmas rezultātā uz konstrukcijām tiek novadīts daudz lielāks mitruma daudzums nekā difūzijas rezultātā. Konvektīvi iekļuvušais mitruma daudzums var pārsniegt difūzijas ceļā saņemtā mitruma daudzumu pat 1000-kārtīgi.(Skatīt 3.attēlu)

Konstrukcijās, kur ārējais slānis ir difūziju neveicinošs, konvekcijas radītais mitruma piekļuve ļoti ātri var izraisīt konstrukciju bojājumus. Konvektīvais mitruma daudzums diemžēl arī tām konstrukcijām, kurām ārējais slānis ir difūzijai atvērts var kļūt bīstams, gadījumos, kad kondensāta ūdens jau ir sācis izdalīties.

Mitruma piekļuve konstrukcijām caur neblīvajām vietām tvaika aizsargmembrānā

3. Konvekcijas rezultātā radītais mitruma daudzums



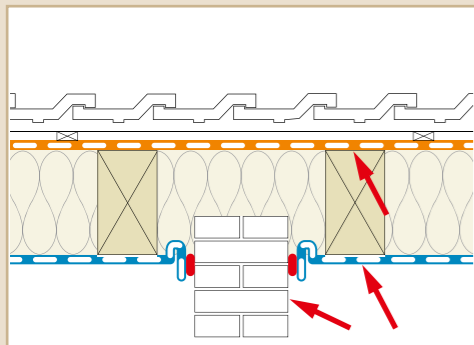
Tvaika aizsargmembrānas vadītais mitrums: 0,5 g/m² x 24 h
caur 1 mm spraugu: 800 g/m² x 24 h
Palielinājuma faktors: 1.600

Pamatnosacījumi:
Membrānas s_d -vērtība = 30 m
Iekšējā temperatūra = +20 °C
Āra gaisa temperatūra = -10 °C
Spiediena starpība = 20 Pa
atbilstošs vēja stiprums 2-3

Mērījums: Būvniecības institūts, Štutgarte [3]

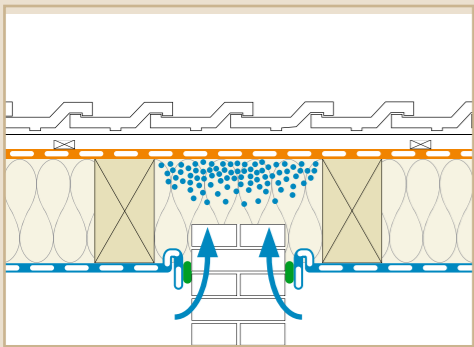
Sānu difūzija

4. Bojājums: Mitruma piekļuve neskatoties uz blīvo pieslēgumu un tvaika aizsargmembrānas izmantošanu



Blīva konstrukcija PE-plēvi un gaisu necaurlaidošu apmetumu, ārpusē bitumuma jumta membrāna

5. Iemesls mitruma piekļuvei: mitruma vadība no sāniem, šīnī gadījuma mūra siena



Mitruma piekļuve konstrukcijām sānu difūzijas rezultātā caur norobežojošos mūra sienu

1.3.3. Konstrukciju specifikas noteikta mitruma - sānu difūzija

Praksē ir gadījušies tādi ēku bojājumi, kurus nav bijis iespējams izskaidrot tikai ar difūzijas un konvekcijas pieejām. Rūe [4] (no vācu va. Rue) un Klopfers [5], [6] (no vācu va. Klopfer) 1995. vai 1997. gadā norādīja uz tādu ēku bojājumu veidošanās problēmu kā sānu difūzija.

Konstrukcija:

Jumts - no ārpusē koka dēļi un bituma segums, iekšpusē polietilēna plēve, kas ražota no polietilēna (PE), pa vidu minerālvate. Neskatoties uz perfektu gaisa izolāciju, vasarā no seguma savienojuma vietām uz blakus esošajām zemākajām ēkas konstrukcijām pilēja ūdens.

Sākotnēji pieņēma, ka iemesls tam ir būvniecības procesā radītais paaugstinātais mitruma daudzums. Tā kā ar katru nākamo gadu šī pilēšana kļuva tikai arvien stiprāka, iepriekšējo pieņēmumu izslēdza. Pēc 5 gadiem jumta konstrukcijas atvēra. Lielākā daļa koka dēļu pa šo laiku jau bija sapuvuši. Sākās diskusijas par mitruma piekļuvi konstrukcijām sānu difūzijas rezultātā. Šajā procesā mitrums iespiežas no gaisa izolāciju nodrošināšās sānu pieslēgumu daļas, šīnī gadījumā gāzbetona sienas, kura iestiepjas jumta seguma daļā. Tādējādi mitruma plūsma apiet PE-plēvi (Skatīt 4. un 5.attēlu).

Būvfiziķu starpā sākumā šis fakts tika nopietni apstrīdēts, līdz Kunclers [7] (no vācu val. Künzel) 1997. gadā izmantojot divu dimensiju siltuma un mitruma vadības aprēķinu metodi WUFI 2D [8], šo faktu pierādīja.

Saskaņā ar šiem aprēķiniem, mitruma līmenis kokā, kas bija pozicionēts tieši virs ķieģeļu sienas, jau pēc pirmā gada paaugstinājās par aptuveni 20%, tādējādi pārsniedzot kritisko pelējuma veidošanās robežu, bet pēc 3 gadiem šis līmenis paaugstinājās līdz 40% un 5 gadiem līdz 50%.

1.3.4 Augsts iebūvēto materiālu mitrums

Ja būvniecības procesā tiek strādāts ar materiāliem, kas satur augstu mitruma koncentrāciju, tiešā veidā tiek ietekmētas būvkonstrukcijas un ir svarīgi, lai šis mitrums varētu ātri izžūt. Lai arī mūsdienās

patatā tiek izmantots tikai kaltēts kokmateriāls, lietus tieša iedarbība uz to var novest pie paaugstinātas mitruma koncentrācijas tajā.

Konkrētos skaitļos tas nozīmētu sekojošo: Jumts ar spārēm 8/18 un spāru soli $e = 0,70$ m veido uz 1 kv.m. jumta 1,5 tekošo spāru metru. Pie 10 % mitruma, šāds jumta laukums satur aptuveni 1,1 l ūdens tikai spāru daļā vien.

Tas nozīmē:

Ja kokmateriāla mitruma līmenis sākumā sastāda 30 %, lai pāietu zem kritiskās 20% pelējuma veidošanās robežas, jāspēj nodrošināt to, ka 1,1 l ūdens/m² jumta platības izžūst.

Šis aprēķina piemērs ir attiecināms arī uz 20 mm biezu koka karkasa konstrukciju. Mitruma saturs pie 10 % koka mitruma satur aptuveni 1,2 l ūdens uz kv.m. Pie 30 % rel. sākotnējā mitruma, pēc vienas lietainas dienas, lai izvairītos no kritiskās pelējuma robežas - 20% sasniegšanas, ir jānodrošina konstrukciju izžūšana 1,2 l ūdens uz 1 kv.m. Spārēm un koka karkasam kopā tie ir aptuveni 2,3 l uz kv.m. jumta laukuma.

Bieži vien kopējo mitruma daudzumu novērtē nepareizi (par zemu). Mūra ēkās, īpaši jaunbūvēs, papildus esošais mitruma saturs konstrukcijās var būt ļoti ievērojams. Un, ja šādos gadījumos konstrukciju iekšpusē atrodas difūziju neveicinoša PE plēve, bet ārpusē ir bitumuma jumta segums, rezultātā ļoti ātri var izveidoties ēkas konstrukciju bojājumi.

1.3.5 Kopsavilkums par mitruma slodzi

Dažādie mitruma piekļuves varianti konstrukcijām uzskatāmi pierāda, ka būvniecības ikdienā nekad nevar pilnībā izslēgt konstrukciju mitruma ietekmi. Ja runa ir par būvniecību bez bojājumiem un bez pelējuma vēlāku iestāšanās, tad daudz efektīvāks un drošāks risinājums ir nodrošināt konstrukcijām lielāku spēju izžūt, nekā koncentrēties uz to, lai maksimāli nepieļautu mitruma piekļuvi konstrukcijām.

Inteliģentās mitruma vadības drošības formula:

Izžūšanas spēja > mitruma slodze
=> bez bojājumu konstrukcija

Tikai tad, ja izžūšanas spēja ir lielāka par mitruma slodzi, ēkas konstrukcijās nevar rasties bojājumi.

„Jo augstāka ir konstrukcijas žūšanas rezerve, jo augstāka var būt neparedzētā mitruma slodze un tomēr konstrukcija paliek neskarta - neveidojas bojājumi.“

Konstrukcijām, kuras no ārpusē ir atvērtas difūzijai, ir lielāka izžūšanas rezerve nekā ārēji difūzijas necaurlaidīgām konstrukcijām.

„Inteliģentās” tvaika aizsargmembrānas

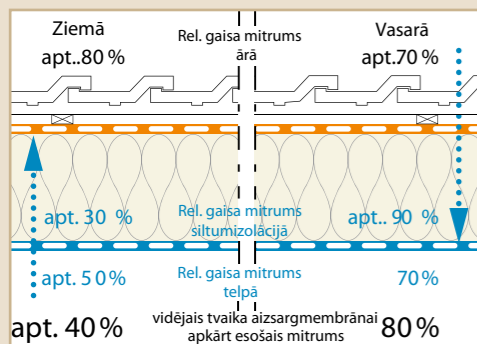
Mitruma situācija konstrukcijās

Difūzijas plūsma vienmēr virzās no siltās uz auksto pusi
Kā rezultātā:

Ziemā:
Paaugstināts mitruma līmenis ārpusē

Vasarā:
Paaugstināts mitruma līmenis iekšpusē

6. Mainīga mitruma membrānu darbības princips



Rel.gaisa mitruma atspoguļojums pie tvaika aizsargmembrānas ir atkarīgs no gadalaika

Tvaika aizsargmembrānas apkārtējais mitrums:

- ziemā vienā diapozonā necīgs gaisa mitrums
> mainīgā mitruma tvaika aizsargmembrāna ir difūzijai atvērta
- vasarā vienā diapozonā augsts gaisa mitrums
> mainīgā mitruma tvaika aizsargmembrāna ir difūzijai atvērta

7. Mainīga mitruma pro clima membrānu difūzijas plūsmas

Difūzijas plūsma	W _{DD} -vērtība g/m ² nedēļā	
	ziemā	vasarā
Difūzijas virziens	uz āru virzienā uz jumta apakšu	uz iekšu virzienā uz membrānu
DB+	28	175
INTELLO	7	560

2.1 Konstrukciju izžūšana uz iekšpusi

Izžūroša izžūšanas iespēja konstrukcijām ir arī no iekšpuses: vienmēr, kad temperatūra siltumizolācijas slānī no ārpuses ir augstāka nekā no iekšpuses, difūzijas plūsmas virziens mainās uz pretējo pusi - būvkonstrukcijās esošais mitrums virzās uz ēkas iekšpusi. Tas notiek jau pirmajās saulainajās dienās pavasarī un rudenī, kā arī pastiprināti izpaužas vasaras mēnešos.

Ja tvaika aizsargmembrāna un gaisa blīvuma slānis būtu difūzijai atvērts, konstrukcijās esošais mitrums potenciāli varētu izžūt uz iekšpusi. Tomēr ziemā difūzijai atvērta tvaika aizsargmembrāna pieļauj pārāk lielu mitruma piekļuvi konstrukcijām un tādējādi veicina bojājumu rašanos.

Izmantojot tvaiku necaurlaidošu aizsargmembrānu, sākumā konstrukcija šķiet aizsargāta no mitruma. Tomēr, ja rodas konvekcijas vai sānu difūzijas radīts mitrums, vai arī būvniecībā izmantoti ir materiāli ar paaugstinātu mitruma līmeni, tad vasarā šādām izžūt uz iekšpusi nebūs iespējams. Tad šī pati tvaiku necaurlaidoša aizsargmembrāna kļūst par mitruma lamatām.

Tādēļ ideāli ir izmantot tādu tvaika aizsargmembrānu, kurai ir ļoti augsta difūzijas pretestība ziemā un ļoti zema difūzijas pretestība vasarā. Šādas "inteliģentās" tvaika aizsargmembrānas ar mainīgu Sd-vērtību ir sevi pierādījušas daudzus gadus. Šīs membrānas savu difūzijas pretestību maina atkarībā no vidējā, tām apkārt esošā, relatīvā gaisa mitruma.

Tādēļ ziemās tās ir difūzijai blīvākas un aizsargā ēkas konstrukcijas no mitruma. Savukārt vasarīgākos laikapstākļos tās ir difūzijai atvērtākas un tādēļ veicina mitruma, kas eventuāli sakrāties konstrukcijās, izžūšanu uz āru.

2.2 Mainīga mitruma difūzijas pretestības ietekmes veidi

Difūzijas plūsmas virzienu nosaka ar pakāpenisku ūdens tvaika parciālo spiedienu. Tas ir atkarīgs no temperatūras un mitruma satura gaisā ārpus ēkas. Apskatot vienkāršoti tikai temperatūru, mitrums plūst no siltās puses uz auksto pusi. Ziemā no iekšpuses uz āru un vasarā no ārpuses uz iekšu.

Mērījumi jumta konstrukcijās ir parādījuši, ka ziemas laikapstākļos mitruma vadības dēļ spāru daļā uz āru, tvaika aizsargslānis atrodas vidējā visaptverošā mitruma ietekmē - aptuveni 40% apmērā. Savukārt vasarīgos laikapstākļos spāru daļā veidojas mitrums, palielinot relatīvo mitruma līmeni pie tvaika aizsargmembrānas, daļēji veidojas pat vasaras kondensāts (Skatīt 6.attēlu).

Tvaika aizsargmembrānas ar paaugstinātu mainīga mitruma difūzijas pretestību sausākos apstākļos ir difūzijai slēgtākas un mitros laikapstākļos difūzijai atvērtākas.

Kopš 1991.gada sevi ir pierādījuši pro clima DB+ aizsargmembrāna, kura ir izklāta jau vairāku miljonu kv.m. platībās. Tās difūzijas pretestība uzrāda rādītājus starp 0,6m un 4m.

2004.gadā Vācijas uzņēmums "Moll būvniecības ekoloģiskie produkti" (no vācu val. "MOLL bauökologische Produkte") izstrādāja augstas efektivitātes - tvaika aizsargmembrānu pro clima INTELLO. INTELLO aizsargmembrānai ir īpaši augsta visiem laikapstākļiem atbilstoša mainīga mitruma difūzijas pretestība no 0,25m līdz 10m (Skatīt 9.attēlu).

2.2.1 Augsta mitruma pretestība ziemā

INTELLO aizsargmembrānas difūzijas pretestība ir tā iestādīta, ka ziemas apstākļos tās Sd vērtība var sasniegt vairāk kā 10m. Tas veicina to, ka ziemā, kad uz konstrukcijām ir vislielākais mitruma spiediens, membrāna nepieļauj gandrīz nekāda mitruma piekļušanu ēkas būvdajām.

Tas attiecas arī uz ekstrēmiem klimatiskajiem apstākļiem un aukstām, garām ziemām. Arī plakanjumiem, jumtiem ar difūziju neveicinošu segumu (piemēram, bituma segums) un jumtiem ar bleķa segumu konstrukcijas tiek efektīvi aizsargātas pret mitruma iedarbību. Augstā Sd vērtība ir izdevīga arī difūzijai atvērtiem jumtiem, gadījumos, kad runa ir par apsarmojuma un ledus (tvaika barjera) veidošanos pie difūzijai atvērta jumta seguma membrānas (Skatīt 9.attēlu).

2.2.2 Zema mitruma pretestība vasarā

Difūzijas pretestības Sd vērtība vasarīgos laikapstākļos var nokrist līdz pat 0,25m. Tas veicina ātru, konstrukcijās iespējams uzkrātā, mitruma izžūšanu uz iekšpusi. Atkārt no tvaika spiediena gradienta lieluma, tas atbilst izžūšanas kapacitātei 5-12 g/kv.m. H₂O stundā, atbilstoši aptuveni 80 g/kv.m. H₂O dienā vai 560 g/kv.m. H₂O nedēļā (Skatīt 7.attēlu). Šī augstā izžūšanas spēja veicina to, ka jau agrā pavasarī būvkonstrukcijas ļoti ātri izžūst. Tvaika barjeras, kuras mitrā vietā uzrāda Sd vērtību, kas ir lielāka par 1 m, nepiedāvā nevienu pieminēšanas vērtu papildus drošību.

2.2.3 Izsvērtais difūzijas profils

Laikā, kad ēkās tiek nodrošināta labāka gaisa necaurīdība un tādējādi ar to saistīto gaisa mitrumu mūra jaunbūvēs, pie paaugstināta relatīvā gaisa mitruma (GM), difūzijas pretestība iegūst īpaši svarīgu nozīmi.

2.2.3.1 Jaunbūvēm: 60/2 prasība

Jaunbūvēs un dzīvojamo māju mitrajās telpās (vannas istabās, virtuvēs) ir būvniecības un saimnieciskās darbības radīts paaugstināts telpu gaisa mitrums aptuveni 70% apmērā. Tvaika barjeras difūzijas pretestībai būtu jābūt tā iestrādātai, ka pie šāda mitruma līmeņa difūzijas pretestība sasniedz vismaz 2 m, lai nodrošinātu pietiekamu aizsardzību pret mitrumu, kas izdalās no telpu gaisa un tādējādi aizsargātu pret pelējuma veidošanos. INTELLO membrānai pie 60% vidējā mitruma līmeņa (70% telpu gaisa mitrums un 50% mitrums pie siltumizolācijas) piemīt Sd vērtība aptuveni 4 m (Skatīt 10.attēlu).

2.2.3.2 Būvniecības procesa laikā 70/1,5 prasība

Būvniecības procesa laikā, kad tiek veikti apmešanas darbi vai ieklātas betona grīdas, ēkā valda ļoti liels telpu mitrums, daļēji pārsniedzot pat 90%. Tvaika barjeras Sd vērtībai šādā gadījumā būtu jābūt lielākai par 1,5 m, lai aizsargātu būvkonstrukcijas no pārlietu liels mitruma piekļuves. INTELLO Sd - vērtība pie 70% vidējā mitruma līmeņa (90% telpu gaisa mitrums un 50% siltumizolācijas slāņa mitrums) ir 2 m. Ilgstošs pārlietu liels telpu gaisa mitrums būvniecības procesa laikā bojā ēkas konstrukcijas, un veicina mitruma papildus uzsūkšanos tajās un ar atvērtu logu vēdināšanas palīdzību tam vajadzētu ātri atkāpties. Savukārt speciāli būvniecībā lietotie žāvētāji izžūšanu paātrinās (skatīt att. 10).

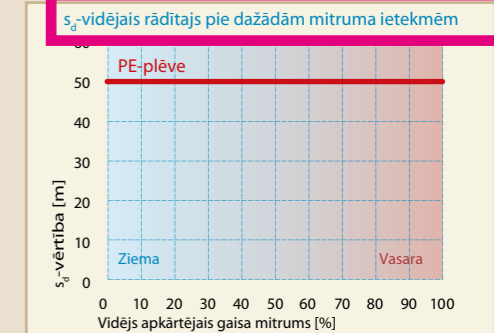
2.2.4 Augstākā drošība

Pro clima mainīga mitruma tvaika barjeras "Inteliģentās" īpašības padara siltumizolācijas konstrukcijas ļoti drošas arī neparedzamām mitruma piekļuvēm konstrukcijām, piemēram saistībā ar nelabvēlīgiem laikapstākļiem, neblīvām vietām ēkā, sānu difūzijas rezultātā vai dēļ paaugstināta būvniecības procesā radītā mitruma no koka konstrukcijām vai siltumizolācijas materiāla. Pro clima mainīga mitruma tvaika barjeras darbojas kā mitruma vadības pumpji, kas aktīvi no ēkas konstrukcijām izvelk mitrumu, kas iespējams neparedzētā veidā tajās ir nokļuvis.

Tvaika aizsargmembrānu difūzijas procesi

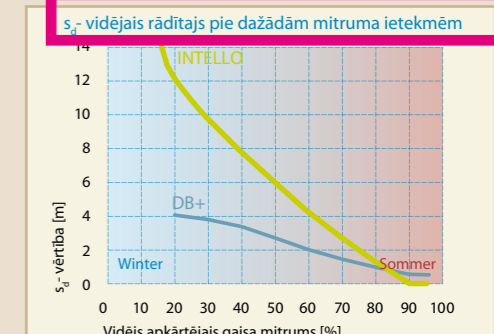
Jo lielāka difūzijas pretestības mainība ziemā un vasarā, jo lielāku drošību piedāvā tvaika aizsargmembrāna.

8. Difūzijas process PE - plēvei bez mainīga mitruma īpašībām



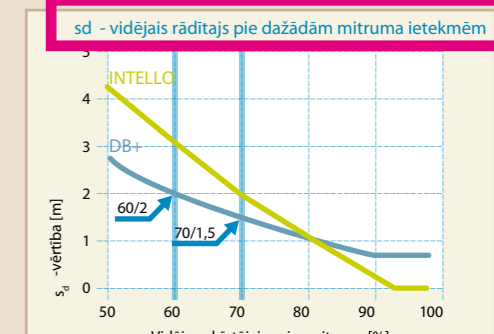
Konstanta Sd

9. Difūzijas process pro clima tvaika aizsargmembrānai



DB+: Vidēja mitruma mainība
INTELLO: Augsta mitruma mainība

10. Jaunbūves un būvniecības fāze prasības 60/2 un 70/1,5

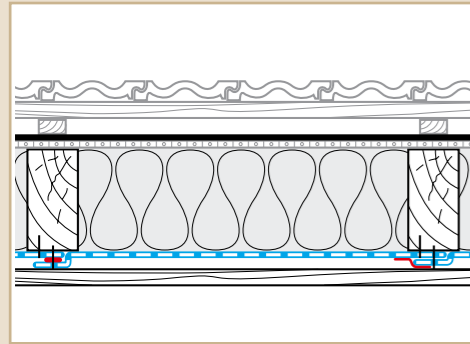


Ieteicamā vidējā s_d-vērtība būvniecības fāzē, jaunbūvju mitruma novēršanai un dzīvojamo māju mitrajās telpās

Jumta konstrukciju drošības potenciāla izpēte

Jumta konstrukciju būvfizikāls novērtējums

11. Jumta konstrukciju uzbūve



Konstrukcijas slāņi:

- No ārpuses difūzijai slēgts slānis (Bituma jumta pārklājums s_d -vērtība = 1000m)
- Koka apšuvums
- Šķiedrains
- Tvaika aizsargmembrānas ar atšķirīgu s_d -vērtību
- Instalāciju slānis
- Reģipsis

Jumts:

- Metāla jumsts ar 40° slīpumu uz ziemeļu pusi, jumtu klāj sarkani un melni māla dakstiņi

3.1 Mitruma plūsmu aprēķināšana ar dažādiem paņēmieniem

Lai aprēķinātu mitruma noslogojumu konstrukciju iekšienē ir iespējami gan stacionāri, gan dinamiski aprēķinu paņēmieni. Šobrīd normatīvi pieļauj tikai stacionāru aprēķinu izmantošanu. Tādas materiālu uzvedības īpašības kā kapilāru caurlaidība un sorbcijas process tiek analizēti tikai dinamiskā procesā. Tomēr šis aprēķinu metodes šobrīd vēl nav integrējušas vispārējās ikdienas normās.

3.1.1 Aprēķinu veikšana saskaņā ar Glāzera metodi

Vācijas normatīvos DIN 4108-3 [9] un DIN EN ISO 13 788 [11] tiek izmantota Glāzera aprēķinu metode. Ar šīs metodes palīdzību tiek aprēķināts kaitējošā kondensāta daudzums, kas ietekmē konstrukcijas, pieņemot definētus ziemas un vasaras laikapstākļus:

Pamatnosacījumi DIN 4108-3:
„Glāzera metode“ (stacionāra)

Ziema (ilgums 60 dienas)
Iekšējais: +20 °C/50 % rel. gaisa mitr.
Āra gaisa: -10 °C/80 % rel. gaisa mitr.

Vasara (ilgums 90 dienas)
Iekšējais: +12 °C/70 % rel. gaisa mitr.
Āra gaisa: +12 °C/70 % rel. gaisa mitr.

3.1.2 Ierobežotā siltuma un mitruma vadības aprēķins pēc faktiskajiem laikapstākļiem

Glāzera metode ir pietuvināta tam, lai novērtētu konstrukcijas, tomēr arī šī metode neatbilst realitātei. No vienas puses klimatisko apstākļu izejas dati atšķiras no reālajiem datiem, no otras puses netiek ņemti vērā svarīgi mehānismi - tādi kā sorbcija un kapilaritāte. Tādēļ DIN 4108-3 [9] norāda uz to, ka šī metode nav piemērota, lai pierādītu ēkas bojājumu neesamību mājām ar zaļajiem jumtiem. Šajos gadījumos jāizmanto pārējo simulācijas metodes. Ir pieejami tādi pazīstami programmu risinājumi kā Delphin no Drēzdenes Buvklimatoloģijas institūta un WUFI pro [10] no Frankfurtes Būvfizikas institūta Holckirhenē, Vācijā.

Ar šo programmu palīdzību aprēķina ierobežoto siltuma un mitruma vadību vairāku slāņu būvkonstrukcijās, ņemot vērā faktiskos laikapstākļus, tajā skaitā ievērojot temperatūru un mitrumu, saules gaismas absorbciju, vēju, iztvaikošanas temperatūru, kā arī būvmateriālu sorbcijas īpašības un kapilaritāti. Šīs programmas ir vairākkārt atzītas, tas nozīmē, ka aprēķinu rezultāti tika salīdzināti ar testu rezultātiem. Lai veiktu aprēķinus, ir nepieciešami viena gada laikapstākļu dati izteikti stundās. Laikapstākļu datus var iegūt no tūkstošiem mērījumu staciju visā pasaulē. Tie ir pieejami gan par mērenajām, gan arktiskajām klimata joslām. Simulācijas aprēķiniem programmā tiek ievadīta konstrukcija visu tās slāņu secībā un tiek analizēta vairāku gadu vēsture. Tad ir redzams, vai mitrums konstrukcijā akumulējas, t.i. vai kopējais mitruma daudzums noteiktajā laika periodā konstrukcijā pieaug, vai konstrukcija paliek sausa. Tomēr ar šo metodi nevar noteikt cik liela ir konstrukcijas izžūšanas rezerve.

3.2 Ēkas bez bojājumu potenciāla aprēķināšana

Lai aprēķinātu noteiktas ēkas konstrukcijas drošību pret neparedzēta mitruma piekļuvi (piemēram, konvekcijas vai sānu difūzijas rezultātā), tiek izmantotas sekojošas pieejas:

Aprēķinu sākumā siltumizolācijas slāni tiek ievadīts noteikts daudzums mitruma. Aprēķini parāda cik ātri šis mitruma daudzums spēj izžūt. Izžūšanas ātrums, kas tiek sasniegts gada laikā, pieņemot, ka no konstrukcijas var tik izvadīts paaugstināts mitruma daudzums, arī ir tas bezbojājumu potenciāls konkrētajai konstrukcijai. Aprēķini tiek veikti ēkas nelabvēlīgākajās daļās (piemēram, metāla seguma jumta ziemeļu daļā), dažādās jeb klimatiski atšķirīgās vietās (piemēram, kalnainā apvidū) un ēkām ar dažādu jumtu veidiem (metāla jumts, plakana jumts, zaļais jumts).

No būvju fizikas viedokļa izdevīgākās un labākās konstrukcijas attiecīgi piedāvā visaugstāko drošību.

3.2.1 Bezbojājumu potenciāla definīcija

Bezbojājumu potenciāls norāda uz to, cik daudz mitruma caur neparedzētām un neblīvām vietām, dēļ sānu difūzijas, mitriem būvmateriāliem, var nokļūt konstrukciju iekšienē, neradot bojājumus vai pelējumu.

3.2.2 Jumta konstrukcijas

Vairāku jumta konstrukciju gadījumā viena konstrukcija tiek uzskatīta par kritisku no būvfizikas viedokļa. Variējas tikai atrašanās vietas un izmantotās tvaika aizsargmembrānas.

Konstrukcijas uzbūve:
(Skatīt 11.attēlu pa kreisi)

Tvaika aizsargmembr.: s_d -vērtība:

- PE plēve 50m konstante
- Pro clima DB+ 0,6 - 4 m mainīga mitruma
- Pro clima INTELLO 0,25 - 10 m mainīga mitruma

Jumta veids:

- Metāla jumts ar 40° slīpumu vērstu uz ziemeļu pusi, sarkani jumta dakstiņi

Atrašanās vietas:

- Rīga, 2m virs jūras līmeņa
- Daugavpils, 122 m virs jūras līmeņa

Aprēķins veikts:

- WUFI pro [10]
- Sākotnējais mitruma daudzums siltumizolācijas slāni 4000 g/m²

3.2.3 Bezbojājumu potenciāla lielumu ietekmējošie faktori

Būtisks rādītājs ēkas pasargāšanai no bojājumiem un pelējuma ir atgriezeniskā difūzija vasarā un ar to saistītā konstrukciju izžūšanas spēja uz iekšpusi. Tās lielums ir atkarīgs no āra gaisa temperatūras, precīzāk no siltumizolācijas slāņa ārējās kārtas temperatūras.

Saules tiešā starojuma dēļ jumta un sienas augšējās daļas plaknes ir pakļautas augstākas temperatūras iedarbībai nekā ir faktiskā āra gaisa temperatūra. Izšķirošs ir tas laika daudzums, kas siltumam ir nepieciešams, lai nokļūtu līdz siltumizolācijas slānim. Metāla jumtu konstrukcijās tas notiek ātrāk nekā dakstiņu vai zaļo jumtu konstrukcijās. Metāla jumtu konstrukcijās jumta virsmas temperatūras lielums ir atkarīgs no jumta slīpuma, izvietojuma (ziemeļi/dienvidi) un jumta virsmas krāsas (gaiša/ tumša).

Neizdevīgi ir sekojoši faktori:

- Jumta slīpums uz ziemeļiem
- Liels slīpums (> 25°)
- Gaišs jumta krāsojums
- Difūzijai slēgts jumta apakšslānis
- Auksts klimats, piemēram kalnains apvids

Lai ilustrētu tvaika aizsargmembrānu ietekmi uz ēkas bezbojājumu potenciālu, aprēķinos tiek pieņemts, ka jumta apakšslānis ir difūziju neveicinošs. Papildus jāpieņem, ka difūzijai atvērti jumta apakšslāņi ziemā dēļ sasalušā kondensāta ūdens var kļūt par tvaika aizsargbarjerām.

3.2.4 Rīgas atrašanās vietas klimatiskie dati

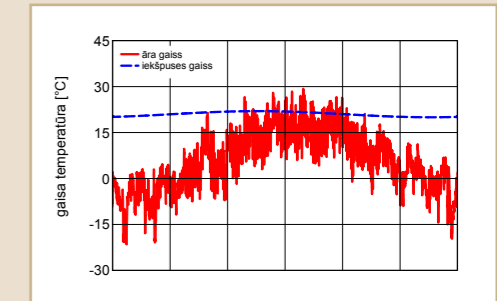
Rīga atrodas pie Baltijas jūras, jūras līmeņa augstumā un tā kalpo kā piemērs mēreni-vēsajai piekrastes pārejas joslai. Diagrammās ir atspoguļotas temperatūras svārstības viena gada laikā. Zilā līnija atspoguļo iekšējās temperatūras, sarkanie stabiliņi āra gaisa temperatūru. (Skatīt 12. līdz 14.attēlus)

Ņemot vērā saules un globālo starojumu, tiek iegūta, salīdzinājumā ar gaisa temperatūru, daudz augstāka jumta virsmas temperatūra. Kad āra gaisa temperatūra (sarkans) pārsniedz iekšējās temperatūru (zils), ar mainīga mitruma tvaika aizsargbarjerām konstrukcijās notiek izžūšanas process uz iekšpusi. Dotajā aprēķinā par pamatu tika pieņemts neizdevīgākais gadījums: 40° jumta slīpums uz ziemeļiem.

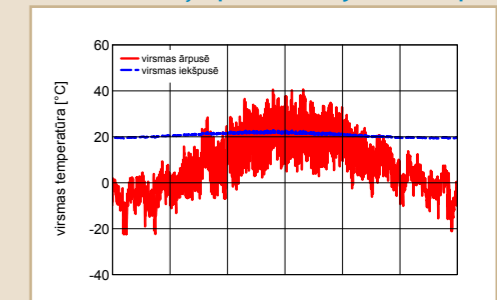
Aprēķinos ietvertais laika periods - 10 gadi.

Temperatūru maiņa Rīgā
Augstums: 2 m virs JL,
Baltijas jūras piekraste, Latvija
Jumts: sarkani vai melni dakstiņi

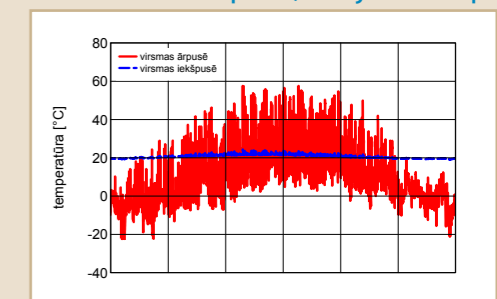
12. Gaisa temperatūra



13. Jumta virsmas temperatūra ziemeļu puse, 40° jumta slīpums



14. Jumta virsmas temperatūra dienvidu puse, 40° jumta slīpums

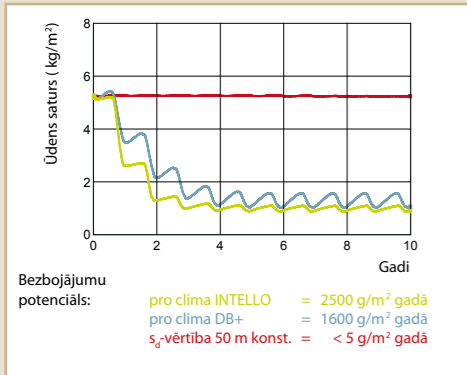


Bezbojājumu potenciāla aprēķins Rīga, jumts

Pieņemtais papildus mitrums sākumā: 4.000 g/m²

Sausas konstrukcijas mitruma saturs (= koka apšuvuma mitruma saturs pie 15 %): 1.700 g/m²

15. Ēkas bezbojājumu potenciāls metāla jumts, ziemeļu puse, 40° jumta slīpums



3.2.5 Bezbojājumu potenciāls, metāla jumts ar 40° slīpumu, ziemeļu puse, Rīga

Paaugstināti pieņemtais sākotnējā mitruma izžūšanas ātrums raksturo konstrukcijas bezbojājumu potenciālu attiecībā pret neparedzēta mitruma piekļuvi (konvekcija, sānu difūzija utt.). Aprēķini parāda, ka PE plēve nepieļauj izžūšanas procesu. Mitrums, kas atrodas konstrukcijā vairs nespēj atkāpties. Savukārt konstrukcija, kurā ir izmantota pro clima DB+ membrāna, veicina ātrāku izžūšanu un uzrāda lielas aizsardzības rezerves.

Augstas efektivitātes tvaika aizsargmembrāna INTELLO konstrukcijai nodrošina vislielāko aizsardzības potenciālu. Saskaņā ar WUFI pro [10] aprēķiniem, viena gada laikā šādu konstrukciju var noslogot ar aptuveni 2500 g/m² ūdens, nenodarot tai nekāda veida kaitējumus.

(Skatīt 15.attēlu)

3.2.6 Klimatiskie dati Daugavpilī

Daugavpils atrodas 122 m virs jūras līmeņa un atspoguļo tipiskus Latvijas kontinentālos laikapstākļus. Sekojošās diagrammas atspoguļo temperatūras izmaiņas viena gada periodā.

Zilā linija atspoguļo iekštelpu temperatūru, sarkanie stabiņi āra gaisa temperatūru.

(Skatīt 16. līdz 18.attēlus)

Salīdzinājumā ar piekrastes reģionu, šeit ir nedaudz stingrāks klimats ar vidējām temperatūrām 17 °C vasarā un -7 °C ziemā.

Ņemot vērā saules un globālo starojumu, salīdzinājumā ar āra gaisa temperatūru, jumta plaknes temperatūra ir pakļauta pastiprinātam paaugstinājumam. Salīdzinājumā ar Rīgu, Daugavpili jumtu virsmu plaknes temperatūra ir nedaudz zemāka.

Aprēķinos, lai mazinātu saules starojuma ietekmi, arī par pamatu tika pieņemts visneizdevīgākais gadījums,

t.i. 40° slīpuma jumts ar izvietojumu uz ziemeļiem un ar sarkaniem māla dakstiņiem.

3.2.7 Bezbojājumu potenciāls, metāla jumts ar 40° slīpumu, ziemeļu puse, Daugavpils

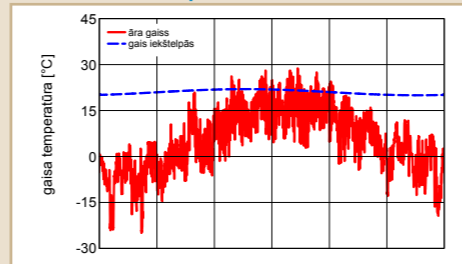
(Skatīt 19.attēlu)

Aprēķini parāda, ka PE plēve nepieļauj izžūšanas procesu. Mitrums, kas atrodas konstrukcijā vairs nespēj atkāpties. Savukārt konstrukcija, kurā ir izmantota pro clima DB+ membrāna, veicina ātrāku izžūšanu un uzrāda lielas aizsardzības rezerves. Bezbojājumu potenciāla radītājs, ja izmantota DB+ membrāna ir 1500 g/m²

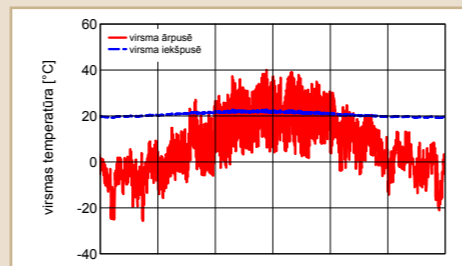
Augstas efektivitātes tvaika membrāna

Temperatūru izmaiņas, Daugavpils, Latvija Augstums: 122 m virs JL

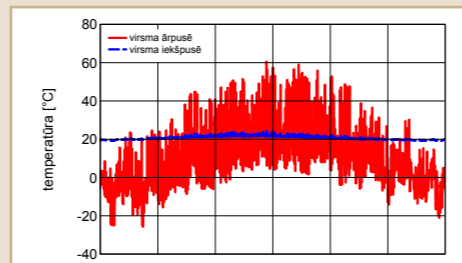
16. Gaisa temperatūra



17. Jumta virsmas temperatūra ziemeļu puse, 40° jumta slīpums



18. Jumta virsmas temperatūra dienvidu puse, 40° jumta slīpums



INTELLO konstrukcijai nodrošina vislielāko aizsardzības potenciālu. Optimālākā konstrukciju aizsardzība pret pelējumu un bojājumiem. Saskaņā ar WUFI pro [10] aprēķiniem, viena gada laikā šādu konstrukciju var noslogot ar aptuveni 2400 g/m² ūdens, nenodarot tai nekāda veida kaitējumus.

Ar gaisa un tvaika aizsargmembrānām pro clima DB+ un INTELLO konstrukcijās tiek nodrošināta optimālā aizsardzība pret pelējumu un bojājumiem.

3.2.8 Gala secinājumi par jumta konstrukcijām

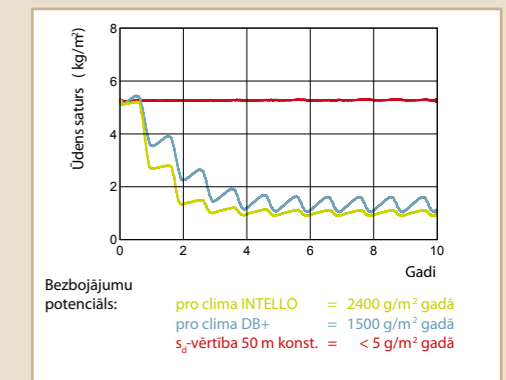
Ar pro clima DB+ un INTELLO membrānām jumta konstrukcijās tiek panākts ļoti augsts aizsardzības potenciāls. Arī pie paaugstināta neparedzēta mitruma ietekmes, šāda konstrukcija ir pilnībā pasargāta no bojājumiem.

Pro clima INTELLO un DB+ materiāli sevi kā drošus un aizsargājošus ir pierādījuši vairāku miljonu m² kritiska rakstura konstrukcijās.

Bezbojājumu potenciāla aprēķins Daugavpils, jumts

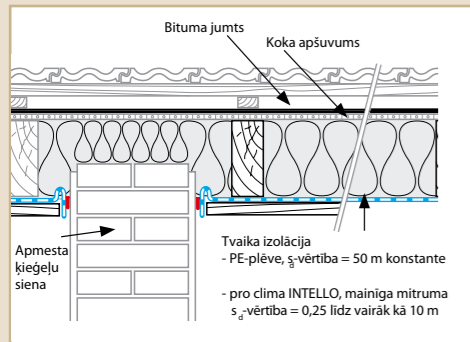
Sīkāku informāciju skatīt Rīgas aprēķinā 12.lpp

19. Bezbojājumu potenciāls metāla jumts, ziemeļu puse, 40° jumta slīpums



2-dimensiju siltuma un mitruma plūsmu aprēķiniem ar WUFI 2D

20. Konstrukcijas uzbūve: Integrēta siena

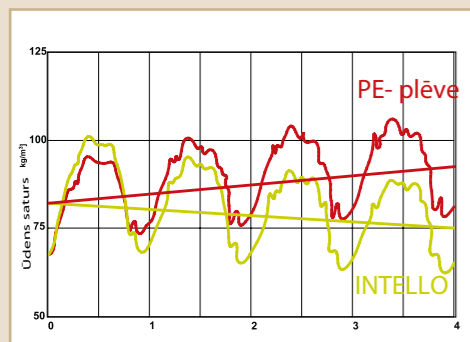


21. Mitruma palielināšanās ar PE-plēvi

>>> samitrināšanās = ēkas bojājumi

Mitruma samazināšana ar INTELLLO

>>> izžūšana = ēka bez bojājumiem



Pieaugošs mitruma saturs ēkas konstrukcijā ar PE-plēvi s_d -vērtība = 50 m konstanta

Samazinošs mitruma saturs ēkas konstrukcijā ar pro clima INTELLLO, mainīga mitruma s_d -vērtība = 0,25 līdz vairāk kā 10 m

3.2.9 Sānu difūzija

Lai noskaidrotu pa konstrukcijas sānu daļām piekļūstošā mitruma ietekmi, analizēsīm siltumizolācijas konstrukcijā integrētas sienas pieslēguma vietu. Konstrukcijai jumta daļas ārpusē apakšējā jumta seguma slānī ir difūzijai noslēgts bituma segums. (Skatīt 20.attēlu)

Mūra sienai salīdzinājumā ar tās norobežojošo koka karkasa tvaika un gaisa aizsargmembrānu ir mazāka difūzijas pretestība. Tādēļ ir iespējams, ka siltumizolācijas slānī pa sānu daļām difūzijas mitrums.

Šī piemēra ilustrācijai izvēlamies jaunbūvi. Mūra sienām un to apmetumam piemīt 30 kg/m³ mitruma saturs. Šķiedru veida siltumizolācija ir iemontēta sausa un relatīvais koka karkasa mitrums atrodas 15% robežās. Kā tvaika un gaisa aizsargbarjera vienai konstrukcijai tiek izmantota difūziju kavējoša PE-plēve (s_d -vērtība 50m), otrai konstrukcijai mainīga mitruma pro clima INTELLLO membrāna (s_d -vērtība 0,25 līdz 10m).

3.2.10 2-dimensiju simulācijas aprēķinu rezultāti

Ja tamlīdzīgu konstrukciju pakļauj WUFI 2D [8] siltuma un mitruma plūsmu aprēķinu programmai, iegūst sekojošus rezultātus: (Skatīt 21.attēlu)

Skatoties pēc laikstākļu radītā mitruma satura pieauguma konstrukcijās, abi apskatāmie konstrukciju varianti atrodas aptuveni vienā līmenī.

Variāntā, kur kā tvaika un gaisa aizsargbarjera tika izmantota PE plēve, 4 gadu periodā ir novērojams būtisks kopējā mitruma satura pieaugums konstrukcijā katru gadu (sarkanā līkne). Šīs konstrukcijas būvmateriālos uzkrājas mitrums, jo PE plēve īpašību dēļ nav iespējama atgriezeniskā izžūšana virzienā uz iekšpusi.

Rezultāts: uz koka veidojas pelējums, kas nozīmē to, ka sākas kokmateriāla pūšanas process.

Konstrukcijā, kurā tika izmantota augstas efektivitātes tvaika aizsargmembrāna INTELLLO, mitrums spēj atkāpties virzienā uz iekšpusi. Konkrētā ēkas konstrukcija ir pasargāta no mitruma uzkrāšanās - mitrums ātri tiek novadīts uz ēkas iekšpusi (zaļā līkne). Tādēļ mitruma saturs apskatāmajā 4 gadu periodā pastāvīgi samazinās.

Konstrukcijām, kurās izmantotas pro clima INTELLLO un DB+ membrānas, piemīt augsts bez bojājumu potenciāls.

3.2.11 Gala secinājumi par sānu difūziju

Mitrums, kas piekļuvis siltumizolācijas konstrukcijām sānu difūzijas rezultātā, kur mūra sienas gals ir integrēts tajā, kā to ir aprakstījuši Ruhe [4], Klopfer [5], [6] un Künzel [7], pateicoties INTELLLO un DB+ membrānām, var atkal tikt no tām izvadīts.

3.2.12 Sienu konstrukcijas

Sienu konstrukcijām salīdzinājumā ar jumta konstrukcijām, dēļ to perpendikulārā novietojuma, piemīt ierobežota saules gaismas absorbēšanas spēja. Tādēļ arī sienu atgriezeniskās izžūšanas potenciāls ir mazāks. Parasti sienas salīdzinājumā ar jumtiem no ārpuses nav difūzijai slēgtas. Uz sienām netiek izmantoti bituma ruļļu materiāls. Tik augstas ūdens necaurlaidības prasības kā, piemēram, ir plakanajiem jumtiem un zaļo segumu jumtiem, sienām nav. Āra sienu temperatūra galvenokārt ir atkarīga no fasādes krāsas. Ar saules radīto starojumu gaisa sienās temperatūra ir zemāka nekā tumšās sienās. Atspoguļotajos piemēros par pamatu ir ņemta parasta gaiša ārsienas fasāde. (Skatīt 22. līdz 25.attēlus)

Augstās efektivitātes pro clima membrāna INTELLLO piedāvā Latvijā būvētajām mājām būtisku bez bojājumu potenciālu. Aprēķinos ar WUFI pro [10], kur ievadīti Rīgas un Daugavpils klimatiskie dati ir redzams, ka uz ziemeļiem vērstai ārsienai ar difūziju kavējošu gaišu ārējo apšuvumu, izmantojot pro clima INTELLLO membrānu, uzrādās augsts drošības potenciāls. Pie nosacījuma, ka fasādes ārējā apmetuma s_d -vērtība ir mazāka par 6 m.

Tāpēc INTELLLO ir ideālais risinājums ēku bezbojājumu potenciāla augstu rādītāju sasniegšanai ēkām, kuru fasāde apšūta ar koka paneļiem - tādiem kā OSB vai kokķiedras plāksnēm. Būtiski tiek samazināts pelējuma veidošanās risks.

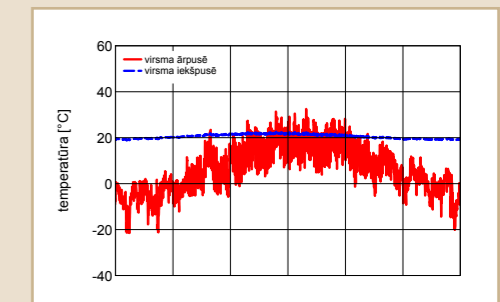
Līdz ar ko arī piekrastes un mēreni vēsajās klimata joslās var tikt būvētas sienu konstrukcijas, kuru siltumizolācijai pieguļošajam ārējam slānim s_d -vērtība ir līdz par 6m.

Lai izmantotu DB+ membrānu tādās klimata joslās kā Rīgā un Daugavpilī, siltumizolācijas pieguļošajam ārējam konstrukcijas slānim s_d -vērtībai jābūt maksimāli 3,5 m.

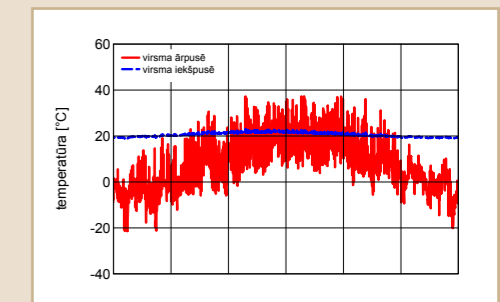
Temperatūras izmaiņas Rīgā un Daugavpilī Siena, apmesta gaiša fasāde

Sienas temperatūra Rīgā

22. Sienas temperatūra ziemeļu pusē

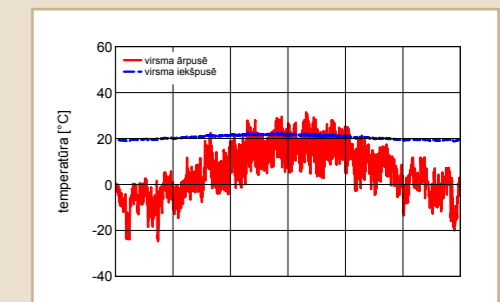


23. Sienas temperatūra dienvidu pusē

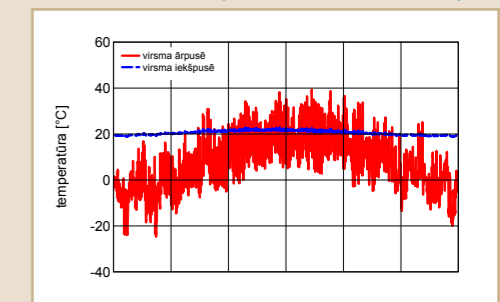


Sienas temperatūra Daugavpilī

24. Sienas temperatūra ziemeļu pusē



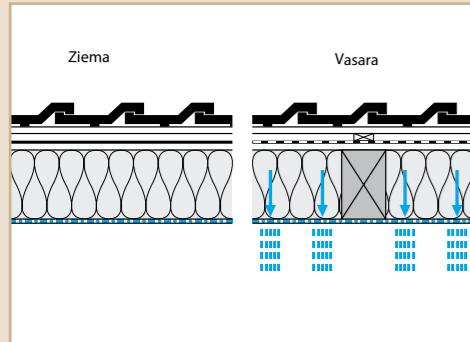
25. Sienas temperatūra dienvidu pusē



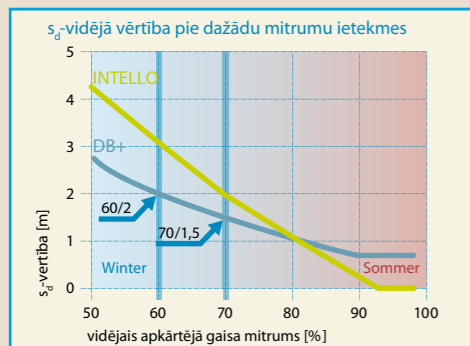
Konstrukciju ieteikumi

Mainīga mitruma tvaika aizsargmembrānu efektivitātes priekšnosacījumi

Konstrukciju iekšpusē drīkst atrasties tikai difūzijai atvērti slāņi, lai nekavētu mitruma izžūšanu ar atgriezenisko difūziju uz iekšpusi.



26. Siltumizolāciju konstrukciju aizsardzība jaunbūvēs un būvniecības procesā



Membrānu s_d -vērtība pielāgojas visdažādākiem apkārtējās vides mitrumiem. 60/2 un 70/1,5 prasības ievērošana nodrošina augstu siltumizolācijas konstrukciju bezbojājumu potenciālu.

4.1 Konstrukcijas

Būvfizikāli izmeklējumi ar faktiskiem klimatiskiem datiem pierāda, ka konstrukcijās izmantojot dažādiem klimatiskiem apstākļiem piemēroto augstās efektivitātes pro clima INTELLO membrānu ar mainīgu mitruma difūzijas pretestību, un jau 20 gadus sevi pierādījušo mainīga mitruma tvaika membrānu pro clima DB+, tiks nodrošināts liels konstrukciju bezbojājumu potenciāls.

Ar pro clima DB+ un INTELLO arī pie paaugstinātas mitruma slodzes konstrukcijās tiek nodrošināta augsta drošība pret bojājumiem. Šeit gan ir nosacījums, ka ēkai nevar būt ēnojums no blakus esošiem kokiem vai citām ēkām.

4.2 Iekšējā apdare

Priekšnoteikums, lai varētu sasniegt augstu drošības rezervi konstrukcijās ir netraucēta iekštelpu izžūšanas spēja. Mainīga mitruma tvaika aizsargmembrānai no iekšpuses piestiprinot materiālu ar traucētu difūziju, piemēram, koka paneļus (OSB vai daudzslāņu plāksnes), tiek samazināts atgriezeniskā mitruma daudzums uz iekšpusi, tādējādi samazinot ēkas bezbojājumu potenciālu.

Izdevīgi ir materiāli ar atvērtu struktūru, piemēram, profila veidņu materiāli vai kokšķiedras apdares plāksnes vai reģipsis. Konstrukcijās, kur kā ārējo ārējais apdares materiāls tiek izmantots difūzijai noslēgts materiāls, no iekšpuses būtu jāizmanto tikai difūzijai atvērti apdares materiāli. Tikai tad būvelementi būs maksimāli pasargāti no bojājumu rašanās.

4.3 Pastāvīgi mitras telpas

Mainīga mitruma tvaika aizsargmembrānas nevar tikt izmantotas pastāvīgi mitrās telpās, piemēram, baseinos, izklaides telpās, dārzniecībās vai profesionālās/ lielās virtuvēs. Piemērotākos risinājumus Jums piedāvās, SIA ARTIVA, Rīgā, Sila ielā 9 (www.artiva.lv).

4.4 Apdzīvotības noteiktais jaunbūvju mitrums - 60/2 prasība

Ievērojot 60/2 prasību jaunbūvēs, kur principā ir paaugstināts mitruma līmenis, siltumizolācijas materiāli tiek efektīvi aizsargāti. Abas pro clima membrānas DB+ un INTELLO izpilda visus iepriekš aprakstītos priekšnosacījumus, tādējādi uzlabojot ēkas kopējo bezbojājumu potenciālu.

4.5 Dzīvokļu mitrās telpas

Slapjajām un mitrajām dzīvojamajām telpām ir pastāvīgi paaugstināts relatīvā mitruma daudzums 70% apmērā. Mainīga mitruma pro clima tvaika aizsargmembrānas, ievērojot 60/2 prasību un pie 70% relatīvā telpu gaisa mitruma un 50% mitruma līmeņa siltumizolācijas slāni (60% vidējais mitrums), nodrošina s_d -vērtību 2m - tas nozīmē, ka arī šāda veida telpām tā ir optimāla aizsardzība. Šādi arī jaunbūvju mitruma ietekmētās konstrukcijas ir pietiekami pasargātas no pelējuma veidošanās. (Skatīt 26.attēlu)

4.6 Paaugstināts gaisa mitrums būvniecības procesā - 70/1,5 prasība

Pro clima membrānas DB+ un INTELLO abas izpilda minēto prasību 70/1,5 un būvelementiem nodrošina augsta līmeņa aizsardzību pret mitruma slodzi būvniecības procesā. s_d -vērtībām arī pie šāda paaugstinātā mitruma spiediena vajadzētu atrasties virs 1,5 m atzīmes. (INTELLO membrānai pie 70% vidējā relatīvā gaisa mitruma (90% telpu gaisa mitrums un 50% gaisa mitrums siltumizolācijas slānī) piemīt s_d -vērtība aptuveni 2 m. (Skatīt 26.attēlu) Tādēļ konstrukcijas, kuras ir aprīkotas ar mainīga mitruma tvaika aizsargmembrānām arī būvniecības procesā ir labi pasargātas no pelējuma veidošanās. Pārmērīgi liels un ilgstošs mitruma daudzums būvniecības procesā kā likums veicina mitruma uzkrāšanos konstrukcijās. Mitrumu vajadzētu ātri izvēdināt. Būvniecības ventilatori efektīvi veicina šāda veida mitruma daudzuma samazināšanos. Tādējādi var izvairīties no ilgstoša mitruma uzkrāšanās ēkā būvniecības fāzē.

4.7 Jumta seguma apakšējais slānis

Visoptimālāk kā jumta seguma apakšējā slāņa materiālu ir izvēlēties difūzijai atvērtu materiālu (piemēram, koksnes šķiedru - jumta virsējaseguma membrānu vai SOLITEX kā jumta virsējā seguma vai starpspāru atvērtu poru membrānu), kas veicina augstu izžūšanas spēju uz āru. Konstrukcijas ar difūzijai slēgtu ārējo slāni, piemēram, bituma segums, plakanie jumti, zaļie jumti, kā arī jumti ar bleķa segumu, samazina ēkas elementu drošību. Ar koka plāksnēm (tādām kā OSB) var panākt augstāku drošību, jo kokam piemīt mainīga mitruma difūzijas pretestība un tas vada kapilārus. INTELLO, pateicoties savam augstajam mainīgā mitruma īpašībām, nodrošina ļoti augstu drošības potenciālu arī kokmateriāliem. Savukārt difūzijai slēgtos jumtos, izmantojot DB+ nevajadzētu izmantot kokmateriālu plāksnes.

4.8 Metāla jumtu konstrukcijas

Komplektā ar ārēji difūzijai atvērtām konstrukcijām, izžūšanas rezerves ir tik augstas, ka izmantojot tvaika aizsargmembrānas pro clima DB+ un INTELLO nav noteiktu ierobežojumu uz ēkas atrašanās vietas augstumu.

4.9 Plakano jumtu un zaļo jumtu konstrukcijas

Plakanos jumtus var zināmā mērā pielīdzināt metāla jumtiem, gadījumos, kad uz hidroizolācijas slāņa neatrodas neviens cits slānis, kas varētu traucēt saules radītā starojuma uzņemšanu. Grantētos plakanos jumtus un zaļos jumtus gan vajadzētu analizēt ļoti individuāli. Lūdzu sazinieties ar pro clima pārstāvniecību Rīgā, SIA ARTIVA, Sila ielā 9 (www.avitra.lv).

4.10 Sienas

Sakarā ar ierobežotu saules tiešo starojumu uz tām, sienu konstrukcijām piemīt zemāks atgriezeniskais izžūšanas potenciāls un tādēļ nosacīti zemākas aizsardzības rezerves. Augstās efektivitātes tvaika aizsargmembrāna pro clima INTELLO Latvijas vēsajiem klimatiskajiem apstākļiem piedāvā optimālu sienu konstrukciju aizsardzību, ja siltumizolācijai pieguļošie ārējiem konstrukcijas slāņiem difūzijas pretestība s_d ir maksimāli 6 m. Izmantojot pro clima membrānu DB+, sienu konstrukciju ārējā slāņa difūzijas pretestībai jābūt maksimāli 3,5 m. Ja ēkas konstrukcijās sienu ārējā daļā tiek izmantoti difūzijai slēgtāki materiāli, ir nepieciešams veikt individuālus aprēķinus, analizējot precīzu sienas uzbūvi un izmantoto būvmateriālu struktūru. Lūdzam sazināties ar pro clima pārstāvniecību Rīgā, SIA ARTIVA, Sila ielā 9 (www.artiva.lv).

INTELLO, INTELLO PLUS un DB+ ieklāšana un apstrāde

Membrānu ieklāšanas soļi

1. Ieklāt/ piestiprināt



2. Savstarpēji salīmēt



3. Pielēgums pie atdures sienas



4. Pieslēgums pie loga



5. Pieslēgums pie izvada



5.1 Plākšņu un ieklājamiem siltumizolācijas materiāliem

INTELLO ir jāiekļāj ar folija pusi vērstu uz telpu. Ieklājot INTELLO ar flīsa pusi virzienā uz telpu, INTELLO membrānas būvfizikālās īpašības netiek ietekmētas. Līmlentes ir stipri jāpiespiež. Vislabāk, ja līmlente tiek līmēta uz ar foliju klātās membrānas puses. Pro clima DB+ membrāna ir izveidota simetriski. Tādēļ tvaika aizsargslāņa pusi, kura būs vērsta uz iekštelpām var brīvi izvēlēties paši.

5.2 Ieklāšanas virziens

Pro clima INTELLO- un DB+ membrānas attiecībā pret nesošajām konstrukcijām var tikt uzstādītas vai nu gareniski vai šķērsām. Klājot gareniski membrānas atdures vietai jābūt pie nesošajām konstrukcijām. Ieklājot šķērsgrīzumā, atstatumam starp nesošajām konstrukcijām jābūt ne lielākam par 100 cm.

5.3 Pro clima ieteicamie membrānu salīmēšanas sistēmu komponenti

Membrānu pārklājumu vietu salīmēšanai piemērotas ir visas pro clima līmlentes. Tomēr optimāli ir tad, ja līmlentes pamatmateriāls atbilst tvaika aizsargmembrānas mehāniskajiem rādītājiem, īpaši svarīgi ir pie ieklāšanas šķērsgrīzumā. Tāpēc INTELLO membrānām īpaši rekomendējošas ir TESCON Nr.1 un TESCON VANA līmlentes, DB+ membrānai savukārt UNI TAPE līmlente. Pieslēgumiem pie logiem, durvīm un stūru salīmēšanai vislabāk piemērotā līmlente ir TESCON PROFIL, kura ir īpašu izturīga un aprīkota ar dalīto atdalošo papīru.

Ar savienojumu līmēm ORCON F (paredzēts INTELLO) vai ECO COLL (paredzēts DB+) savienojumu vietu izpilde ir norobežojām konstrukcijām ir droša un kvalitatīva (piemēram, apmesta kores siena). Pieslēguma lenta CONTEGA PV ar integrētu apmetuma armatūru, nodrošina noteiktu pieslēguma izveidošanu pie neapmestas mūra sienas. Citas rekomendācijas skatīt pro clima plānošanas materiālos.

5.4 Šķiedrveida pūšamiem siltumizolācijas materiāliem

Pro clima DB+ var kalpot kā norobežojošais slānis visa veida iepūšamajiem siltumizolācijas materiāliem. No iekšpuses būtu nepieciešams uzstādīt šķērsgrīzuma lotojumu ar maksimālo soli 65 cm, kas kalpotu par pamatu siltumizolācijas materiāla slodzes noturēšanai. Augstās efektivitātes tvaika aizsargmembrāna INTELLO, savas stiprās izstiepšanas īpašību dēļ, nav piemērota iepūšamo siltumizolācijas materiālu norobežošanai no iekšpuses. Šim mērķim ir izstrādāta īpaša INTELLO PLUS membrāna ar stipru PP šķiedru armējumu. Šī membrāna piedāvā tieši tādu pašu bojājumu aizsardzības potenciālu kā INTELLO. No iekšpuses būtu nepieciešams uzstādīt šķērsgrīzuma lotojumu ar maksimālo soli 50 cm, lai noturētu siltumizolācijas materiāla svaru.

5.5. Putu veida siltumizolācijas materiālu gadījumos

Gadījumos, kad ēku siltināšanai tiek izmantoti putu veida siltumizolācijas materiāli, mainīgai difūzijas pretestībai tikpat kā nav nekāda ietekme, jo atgriezeniskā difūzija ir būtiski traucēta. Tādēļ ēkās, kuras no būvfizikas viedokļa ir ļoti jutīgas un arī kritiska rakstura konstrukcijās ar ārēji difūzijai slēgtu slāni, nevajadzētu izmantot putu veida siltumizolāciju.

5.6 Izmēru stabilitāte

Augstās efektivitātes tvaika aizsargmembrāna INTELLO nesarūk. To var ieklāt nostieptā veidā un tā nenosēžas. INTELLO membrāna stiepjas neplistot. Pro clima DB+ pēc saslapināšanas un pēc tam izžūšanas nedaudz sarūk. Tādēļ šo membrānu nevajadzētu uzstādīt nostieptā veidā. Membrānas pieslēgumus pie norobežojām konstrukcijām vajadzētu apstrādāt ar speciālajām pagarinājām skavām, lai nodrošinātu konstrukciju kustību uzņemšanas spēju un pielāgošanos tām.

5.7 Mehāniskā stiprība

INTELLO un DB+ membrānām piemīt ļoti augsta izturība pret plīsumu veidošanos naglu stiprinājumu vietās. Tas nozīmē, ka vietās, kur membrāna ir piestiprināta ar skavām, tās neplīsīs un neveidos tālākas plīsumu šuves.

5.8 Tvaika aizsargmembrānas uzstādīšanas laiks

Uzstādot siltumizolācijas materiālu un tvaika aizsargmembrānu, obligāti ir jāievēro, ka pēc siltumizolācijas materiāla ieklāšanas ziemā, nekavējoties ta ir jānoklāj ar blīvu tvaika aizsargmembrānu. Bez tās aizsardzības telpās esošais mitrums neierobežoti nokļūst siltumizolācijas konstrukcijā, naktī atdziest un uzsāk kondensāta veidošanās procesu.

Ir ļoti svarīgi, lai siltumizolācijas materiāls un tvaika aizsargmembrānatiktu uzstādīta nekavējoties viena aiz otras. Tvaika aizsargmembrānu tūlīt pēc uzstādīšanas būtu nepieciešams blīvi piestiprināt pie norobežojām konstrukcijām ar ORCON F (ja norobežojām konstrukcija ir apmesta) vai ar CONTEGA PV (ja norobežojām konstrukcija nav apmesta), lai izvairītos no kondensāta veidošanās pie norobežojām konstrukcijām.

5.9 Caurspīdīga struktūra

Augstās efektivitātes tvaika aizsargmembrāna INTELLO ir caurspīdīga, tas nozīmē, ka caur membrānu ir labi saskatāmi tai apakšā esošie materiāli. INTELLO nav pilnībā caurspīdīga, tās struktūra un krāsa ir tāda, lai tās visas malas varētu labi saskatīt. Jo šis faktors ir svarīgs montāžas laikā, īpaši, lai membrānu piestiprinātu pie norobežojām konstrukcijām, kā piemēram, pie kores un starpsijām, jumta logiem un dūmeņiem, kā arī, lai membrānas salīmētu savstarpēji.

5.10 Pārstrāde un ekoloģija

INTELLO un INTELLO PLUS sastāv 100% no poliolefīna - speciālā membrāna sastāv no polietilēna kopolimēra, tās uzkrāsums un šķiedras no polipropilēna. Tas nodrošina šī materiāla vieglu pārstrādi. Pro clima membrānai DB+ papīrs uz 50% sastāv no pārstrādātas celulozes un 50% no svaigas celulozes. Tās rupjā stiklu šķiedru auduma dēļ to pārstrāda termiski.

6. Kopsavilkums

Konstrukcijām ar iestrādātu DB+ un INTELLO membrānu piemīt ļoti lielas aizsardzības rezerves pret konstrukciju bojāšanos un pelējuma veidošanos. Pat pie neparedzēta vai būvniecības procesā nenovēršama mitruma noslogojuma palielināšanās, konstrukcijām, pateicoties membrānu mainīga mitruma difūzijas pretestībai, piemīt ļoti augsts aizsardzības potenciāls pret konstrukciju bojāšanos. Augstās efektivitātes tvaika aizsargmembrānai INTELLO piemīt īpaši liela mainīgas difūzijas pretestības spēja visās klimatiskajās joslās, tādējādi siltumizolācijas konstrukcijām piedāvājot līdz šim nesasniegtu aizsardzību - tāpat maksimāla aizsardzība tiek nodrošināta ārēji difūzijai atvē-

tām vai no būvfizikas viedokļa prasīgām konstrukcijām, kā piemēram, plakaniem jumtiem, metāla jumtiem un jumtiem ar difūzijai slēgtiem segumiem.

INTELLO efektivitāte ir pierādīta arī pie ekstrēmiem klimatiskiem apstākļiem. Pārbaudītā DB+ membrāna nodrošina augstu aizsardzību jumta konstrukcijām pat vidējā augstumā (attiecībā pret jūras līmeni).

„Jo augstāka ir konstrukcijas izžūšanas rezerve, jo lielāks var būt neparedzētā mitruma slogs uz tās un konstrukcija neskatoties uz visu būs pasargāta no bojājumu veidošanās.”

Papildus informāciju par materiālu montāžu un konstrukciju variantiem skatīt pro clima plānošanas materiālos, kā arī tehnisku jautājumu gadījumā, sazinieties ar pro clima pārstāvniecību Latvijā, SIA ARTIVA:

tel: +371 29252882; +371 29116116

fax: +371 67261122

info@artiva.lv

Izmantotā literatūra

- [1] TenWolde, A. et al.: "Gaisa spiediens koka karkasa sienās, termālie procesi VII." Ashrae publikācijas, Atlanta, 1999
- [2] IBP Ziņojums 355: „Dampfdiffusi - onsberechnung nach Glaser – quo vadis?“
- [3] Vācijas būvniecības žurnāls; Izdevums Nr.12/89, 1639 lapa.
- [4] DAB 1995; lapa 1479; Izdevums Nr.8
- [5] Klopfer, Heinz; Būvju bojājumu krājums, Sējums 11, Günter Zimmermann (Hrsg.), Stuttgart: Fraunhofer IRB izdevniecība, 1997
- [6] Klopfer, Heinz; ARCONIS: Plānošanas un zināšanas un uz būvmateriālu tirgotavu: Ūdens tvaiku difūzija pa konstrukciju sānu malām Sējums 1/1997, lapas 8-10
- [7] H.M. Künzel; Kondensāta ūdens bojājumi jumtā norobežojošo mūra sienu difūzijas dēļ 41/1996; Sējums 37; lapas 34-36
- [8] WUFI 2D 2.1 (Pārejošs siltums un mitrums); PC-Programma 2-dimensiju siltuma un mitruma vadības aprēķiniem būvelementos; Fraunhofer būvfizikas institūts; Info www.wufi.de
- [9] DIN 4108-3: Siltumaizsardzība un enerģijas taupība ēkās – Klimata noteikta mitruma aizsardzība, prasības, aprēķinu metodes un padomi plānošanai un izpildei, Beuth-izdevniecība, Berlīne, 07/2001
- [10] WUFI 4.1 pro (Pārejošs siltums un mitrums); PC-Programma siltuma un mitruma vadības aprēķināšanai ēkās; Fraunhofer būvfizikas institūts Info www.wufi.de
- [11] Būvelementu un konstrukciju siltuma un mitruma tehniskā uzvedība - Telpu virspusējējo slāņu temperatūra, lai izvairītos no virsmu mitruma un kondensāta veidošanās būvelementu iekšienē Aprēķinu metode (ISO 13788:2001); Vācu izdevums EN ISO 13788:2001

INFO

SIA ARTIVA
Sila iela 9, Rīga
LV-1057
tel: +371 29252882; +371 29116116
fax: +371 67261122
info@artiva.lv
www.artiva.lv

MOLL bauökologische Produkte GmbH
pro clima
Rheintalstraße 35 – 43
68723 Schwetzingen
Germany

Internet: www.proclima.lv
vai: www.proclima.com