Ehitusfüüsika alused

Turvalised lahendused hoonekarbi tihendamiseks

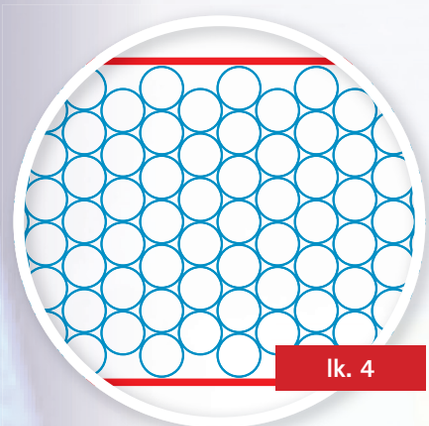


Ülevaade ehitusfüüsikast

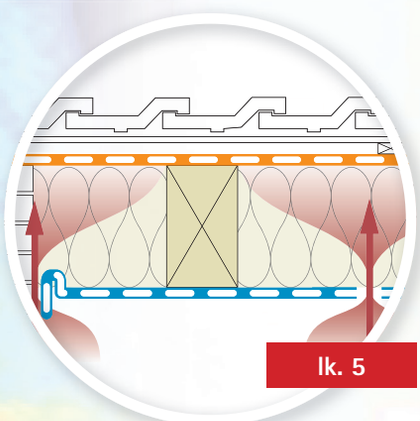
pro clima®



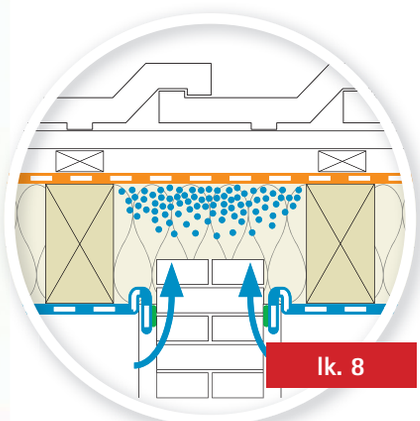
Ehitusfüüsika alused



Ideaalne lahendus

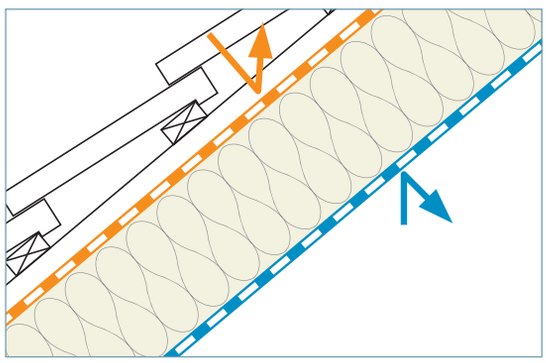


Puudulik õhupidavus ja selle tagajärjed

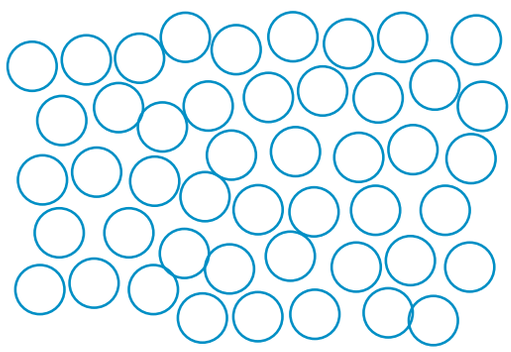


Niiskuse teekonnad

Ideaalne lahendus

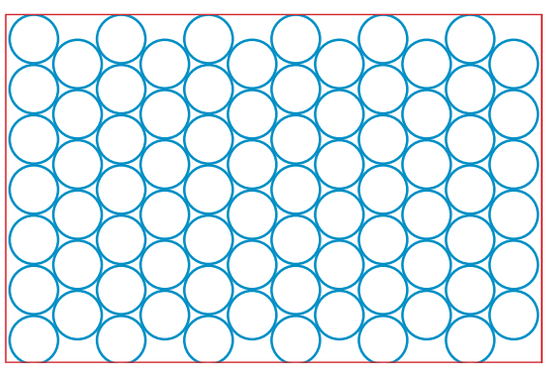


Soojustusmaterjalide (tsellulooskiududest, korgist, villa-, mineraalkiududest või mõnest muust materjalist) isolatsiooni omadused on vägagi sõltuvad õhuliikumisest. Nende soojustuste toimivad omadused kehtivad ainult, siis kui neid kaitsta õhuliikumise eest. Sellepärast on ideaalne konstruktsioon kõigist külgedest kaitstud: seest õhupidav ja väljast tuultpidav.



Soojustus liikuva õhuga

Kaitseta soojustus: õhuliikumine vähendab tuntavalt soojustuse omadusi.

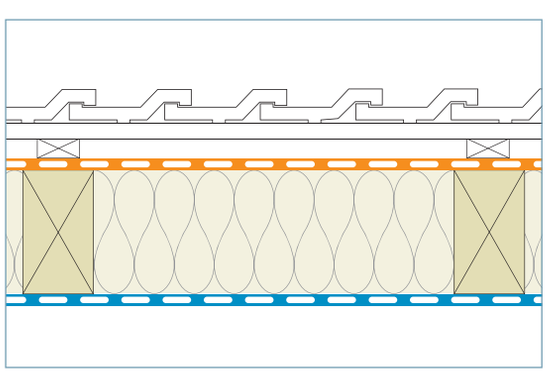


Kaitstud soojustusmaterjal

Kaitstud soojustus: soojustuse sees ei ole võimalik õhul liikuda ja soojustus vastab deklareeritud omadustele. Üks lihtne näide: õhuliikumise eest kaitstud villase kampsuni soojuslikud omadused on teada ja tuntavad. Kohe kui puhub külm tuul, siis ei ole enam väga häid sooja kampsuni omadusi. Kohe peale õhukesest ja tuultpidavast rõivaga katmist taastuvad tuntavalt villase kampsuni soojuslikud omadused.

Juhis

Ideaalse õhutõkke juures on väga oluline teostamine, sest tasapindades või ühendus-kohtades tehtud vigadel ja ebatihedustel on tagajärjed.



Seest õhupidav ja väljast tuultpidav

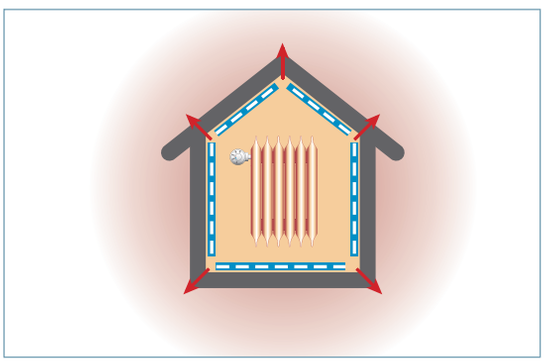
Sellepärast on ideaalne konstruktsioon kõigist külgedest kaitstud: seest õhupidav ja väljast tuultpidav nt. difuusse aluskattega või tuuletõkkekangaga, seest auru- ja õhutõkkekihiga.
Tuuletõke tõkestab külma välisõhu liikumist soojustusse. Õhutõke tõkestab niiske siseõhu liikumist konstruktsiooni ja nii on tagatud toimiv kaitse kondentsvee ja hallituse eest.

Puudulik õhupidavus ja selle tagajärjed

Ökonoomia / soojuskaod

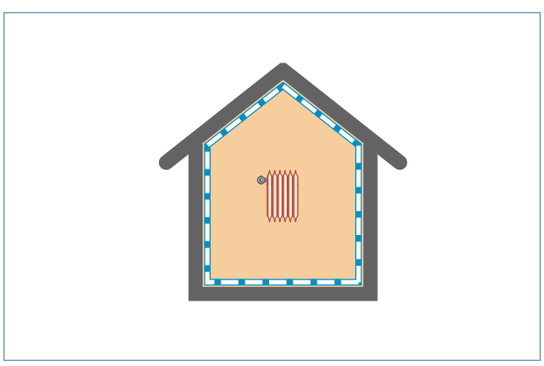
Ebatihe hoonekarp: kõrged küttekulud

Juba väiksematel aurutõkkekihis olevatel leketel on tagajärjed, mis näiteks on põhjustatud vigaselt teibitud ülekatetest või muudest vigastest ühenduskohtadest. Selliste vigade mõju on samasugune, kui täitmata vuuk akna ja müüritise vahel. Mitte keegi ei tolereeri sellist vuuki sellises kohas. Aurutõkkes olevatele vuukidele ja ühendustele peab täpselt samapalju tähelepanu pöörama.



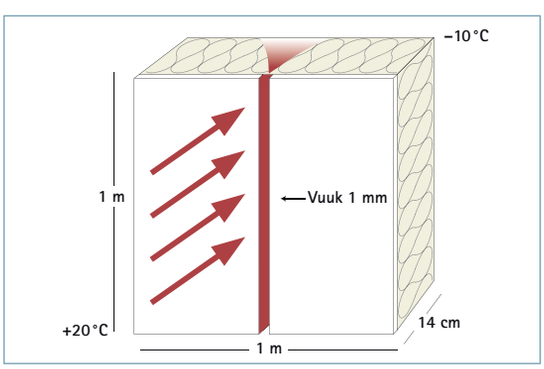
Õhupidav hoonekarp: madalad küttekulud

Hoonekarbi ebatihedused tõstavad küttekulusid ja see muundab soojustuse mõtekuse hoone omanikule küsitavaks ja kulukaks. Vastavalt Stuttgarti Ehitusfüüsika instituudi uuringule halveneb konstruktsiooni U-väärtus 4,8 korda. Ümber arvutatuna tähendab see seda, et elamispinnaga 80 m² ebatihe hoone kulutab küttele samapalju, kui 400 m² õhupidav hoone.



Ainult vuukideta konstruktsioon vastab deklareeritud soojusläbivusele

Vastavalt 2000 aasta uuringule vajavad Kesk-Euroopa hooned eluruumide kütteks keskmiselt 22l õli/m² (220 kWh/m²), passiivmaja vajab ainult 1l, 3l-maja nagu nimi ütleb 3l õli/m² - nende eelduseks on perfektne õhupidavus. Vuugid õhupidavuskihis mitmekordistab küttekulu ühe ruutmeetri elamispinna kohta.

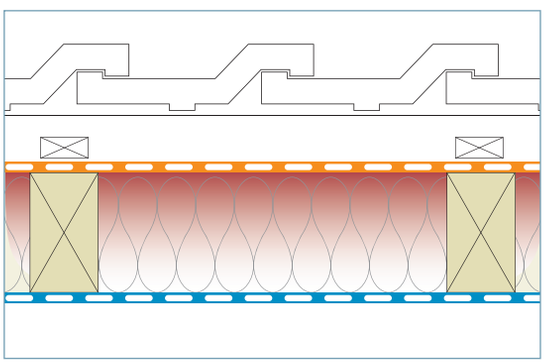


Suvel ebameeldiv sisekliima

Suvist kuumakaitset iseloomustatakse ajaliselt tundides, kui katusekattele mõjuv soojus läbib konstruktsiooni soojustuse kuni sisepinna temperatuur hakkab muutuma (faasinihe) ja selle mõjul muutub siseruumi temperatuur kraadides (°C) võrreldes välistemperatuuriga (amplituudi kahanemine).

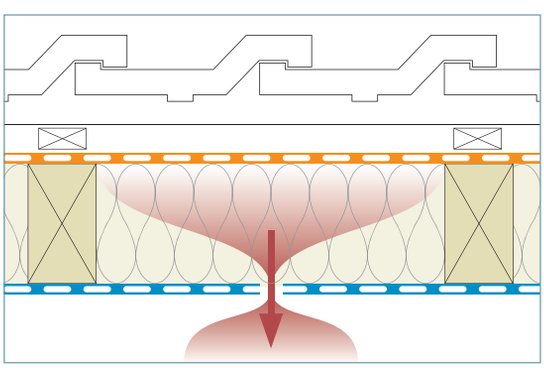
Jahedad ruumid suvise kuumuse ajal

Suvist kuumakaitset arvutatakse läbi faasinihke ja amplituudi kahanemise. Kõige selle eelduseks on õhupidav konstruktsioon. Soe juhitakse suhteliselt aeglaselt (olenevalt soojustuse materjalist ja omadustest) sissepoole.



Õhuliikumine kiirendab soojenemist

Vuugid õhutõkkekihis viivad selleni, et õhuliikumisega on ka kõrgemad temperatuuri- ja ka rõhuerinevused, mis suurendavad õhuvahetust väljastpoolt sissepoole. Nii ei saa soojustusmaterjal kaitsta suvise palavuse eest ja selle tagajärjel on sisekliima ebameeldivalt liiga palav.

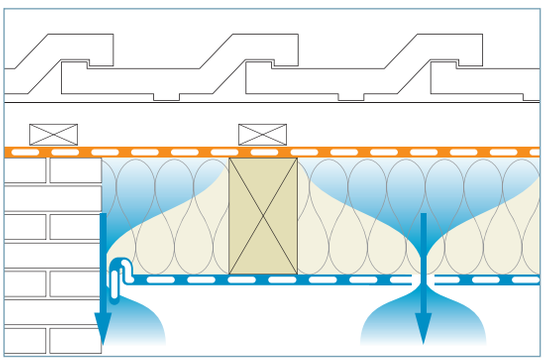


Talvel ebatervislik sisekliima

Kütteperioodil peab olema eluruumidena kasutatavate ruumide suhteline õhuniiskus vahemikus 40-60 %.
Liiga kuiv sisekliima on tervist kahjustav.

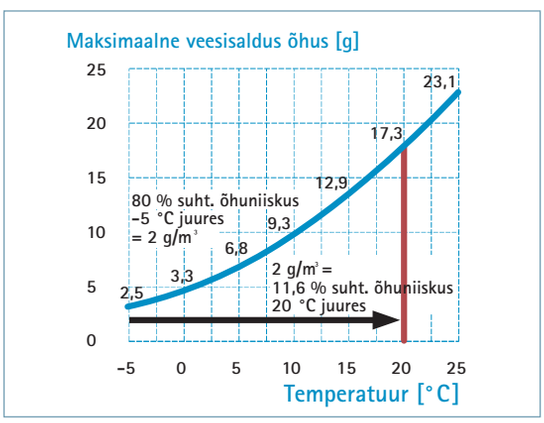
Vuukidest siseneb kuiv välisõhk

Talvel väga sage kuiva siseõhu fenomen tugineb tõsiasjal, et külm välisõhk tungib läbi vuukide sissepoole. Külma välisõhku küttes see soojeneb, aga samal ajal langeb õhus niiskuse sisaldus.
Talvel vaevlevad halva õhupidavusega hooned kuiva siseõhu käes, mida kahjuks õhuniisutid ei suuda parandada.
Tagajärjeks on ebamugav sisekliima.



Madal suhteline õhuniiskus mõjub halvasti tervisele ja on ebamugav

Näide: -5 °C külm õhk seob 80 % suhtelise õhuniiskuse juures maksimaalselt 2 g/m³ (talvine välisõhk) niiskust. Soojendades õhku 20 °C-ni (talvine sisekliima), siis langeb suhteline õhuniiskus 11,6 %-ni.



Niiskuse liikumine tarindis

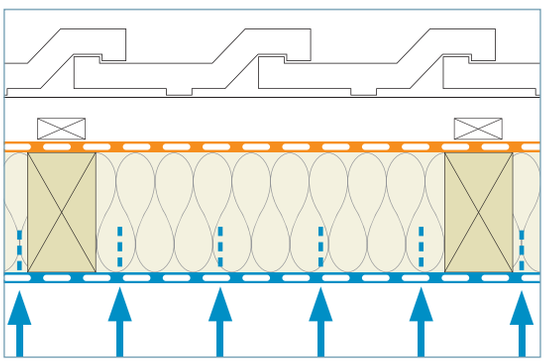
Välispiirde soojusisolatsioon peab olema kaitstud sooja ruumiõhu niiskuskoormuse eest. Sellise koormuse kaitseks on vajalikud auru- ja õhutõkked.

Juhis

Aurutõke s_d-väärtusega 2,3 m laseb talvel vastavalt standardi DIN 4108-3 kohaselt ühes päevas ca 5 g niiskust siseneda ühe konstruktsiooni ruutmeetri kohta.

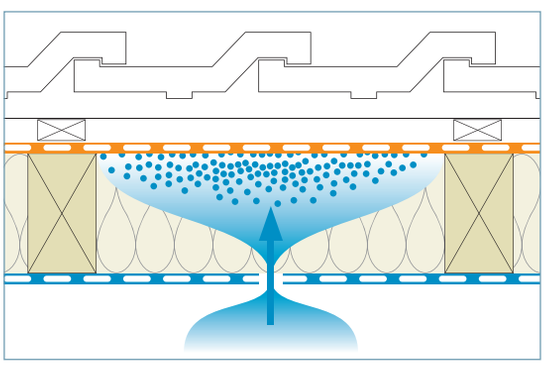
Difusioon on korrapärane

Difusioon: difusioon toimub sisemiste ja välimiste erinevate veeauru osarõhkude vahel. Selline niiskuse liikumine ei toimu läbi vuukide, vaid niiskus liigub läbi monoliitse ja õhukindla materjalikihi. Reeglina toimub difusioon talvel seestpoolt väljapoole ja suvel väljapoolt sissepoole. Konstruktsiooni liikuva niiskuse kogus on sõltuv materjali veeauru difusioonitakistusest (s_d-väärtusest). Ajaliselt on Kesk-Euroopas välistemperatuur kauem soe, kui madalad talvised temperatuurid, mis võimaldab konstruktsioonist rohkem niiskust välja kuivada.



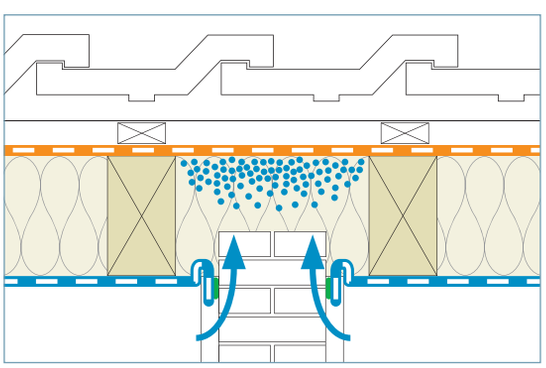
Ettenägematu: õhuliikumine (konvektsioon)

Konvektsioon: kui õhk liigub kontrollimatute puhangutena, siis räägitakse konvektsioonist. See võib välispiirdes juhtuda, kui aurutõkkes on vuugid. Sise- ja väliskeskkonna temperatuuride erinevuste vahel tekkib õhurõhkude erinevus, mis otsib tasakaalu läbi õhuliikumise. Ühes päevas võib konvektsiooni teel sattuda konstruktsiooni üle 100g niiskust ja sinna kondenseeruda.



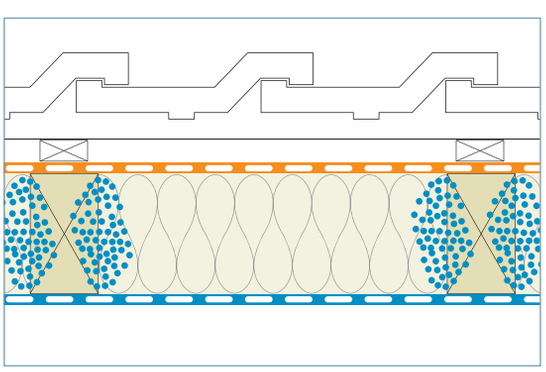
Ettenägematu: niiskus üle külgnevate / läbivate ehitustarindite

Külgmine difusioon: niiskus liigub läbi ehitustarindi soojustusse. Ehitustarind on üldjuhul õhupidav, aga madalama sd- väärtusega, kui aurutõke. Näide: aurutõket läbiv, õhupidavalt krohvitud müüritis. Kui välispiire on auru tõkestava välimise kihiga ja seestpoolt kaetud aurutõkkega, mis ei ole või on väga väikse tagasi kuivamisvõimega, siis on oht niiskuda ja seega ehituskahjustuste tekkeks ka õhupidava teostuse puhul.



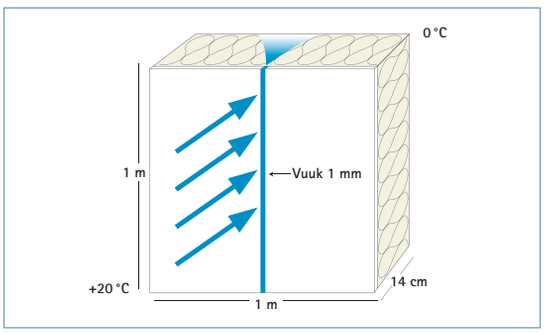
Ettenägematu: niiskus ehitusmaterjalidest

Ehitusmaterjali niiskus: sageli ehitatakse niiskus konstruktsioonidesse koos ehitusmaterjalidega. Üks näide näitab, millisest kogusest on juttu. Katuse sarikas mõõtudega 6/22, e=70 cm ja puit kaaluga 500 kg kuupmeeter, mis teeb ca 10 kg puitu sarika jooksva meetri kohta. Puidu kuivades ainult 1 % võrra eraldub 100 g vett ruutmeetri kohta, 10 % juures on see 1000 g, 20 % juures juba 2000 g vett, mis sarikatest välja kuivab ja võib teistesse konstruktsiooni osadesse ladestuda.



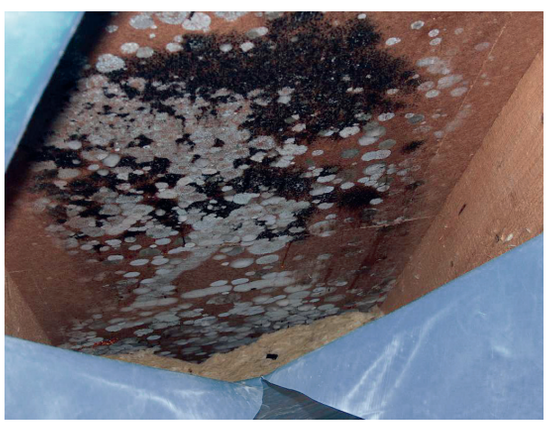
800 g kondentsvett läbi 1 mm vuugi

Näide: Vuukideta soojustatud tarind aurutõkkega, mille s_d-väärtus on 30 m, difundeerub talvisel ajal konstruktsiooni ca 0,5 g vett ühe ruutmeetri kohta.
Täpselt samal ajal ja sama lahendus 1 mm laiuse vuugiga, kus tarindisse liigub konvektsiooni teel 800 g niiskust vuugi ühe jooksva meetri kohta. See vastab 1600 kordsele halvenemisele.



Hallituse põhjustaja on kondentsvesi

Hallitusest põhjustatud ehituskahjustused tekivad, kui näiteks talvel läbi auru- ja õhutõkke vuukide tungib piirdetarindisse soe ja niiske ruumiõhk, mis põhjustab suure kondentsvee koguse. Paljudest hallituseentest lenduvad mürkaineid, MVOC (lenduvad orgaanilised ühendid) ja poore, mis on inimese tervisele ohtlikud. Nad on maailmas allergiatekitajad number üks. Vältida tuleb igasugust liiki kokkupuudet hallitusseentega. Sealjuures ei oma tähtsust, kuidas MVOC-d või poorid inimese organismi sattuvad, kas süües läbi mao või õhust läbi kopsude.

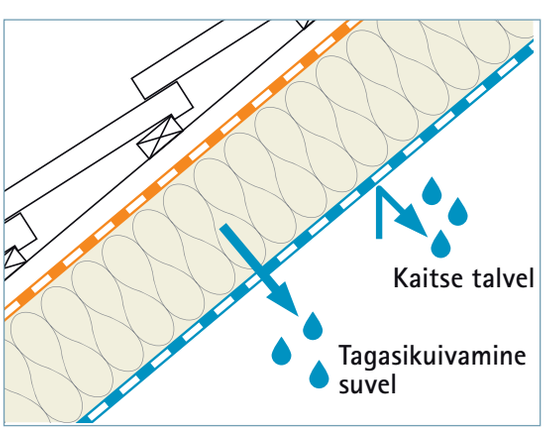


Kokkuvõte

- ✓ Niiskus võib väga erinevaid teid pidi piirdetarindisse sattuda, seda niiskuskoormust ei ole võimalik välistada.
- ✓ Liiga suur niiskuskoormus, ehituskahjustuste teke.
- ✓ Auru pidurdavad tõkked on turvalisemad, kui auru tõkestavad tõkked. Suure difusioonitakistusega aurutõkked ei võimalda sissepoole tagasikuivamist ja nii tekivad kiiresti niiskumised.
- ✓ Ehituskahjustuste vaba piirdetarindile on oluline: võimalikult suur tagasikuivamise kogus

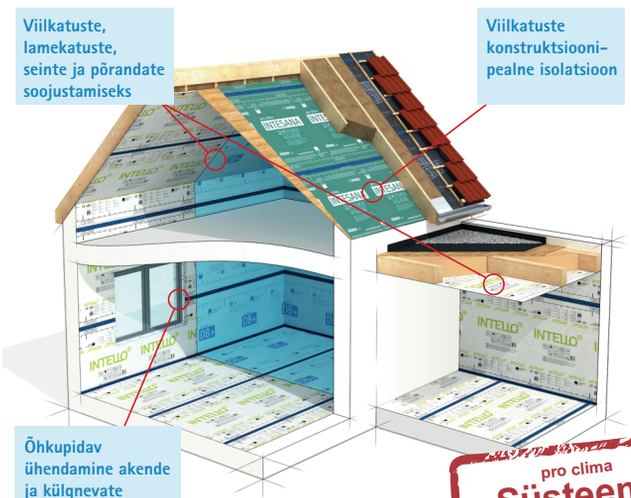
Parim kaitse: targad kangad

Parim turvalisus: kondensatsioonivee põhjustatud konstruktsiooni kahjustuste vältimiseks on parimaks kaitseks niiskusmuutliku difusioonitakistusega auru- ja õhutõkkekangad. Nad on talvel difusiooni tõkestavad ja kaitsevad optimaalselt soojustust sisenenud niiskuse eest. Suvel langeb nende difusioonitakistus väga madalale ja sellega tagatakse parimad võimalikud tagasikuivamise tingimused.



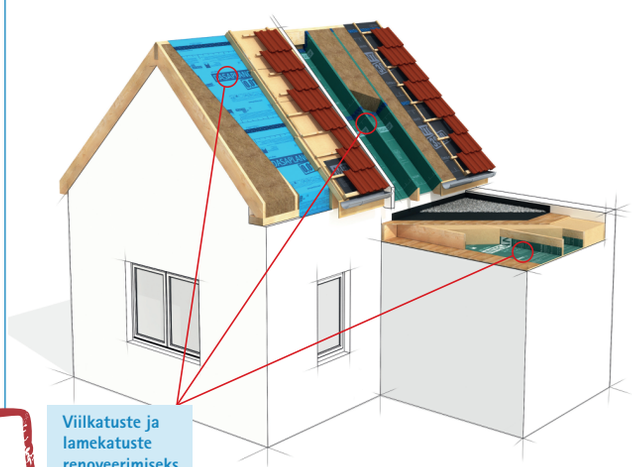
Veel süsteemilahendusi hoonekarbi tihendamiseks

Sisemine õhupidavus uusehitises

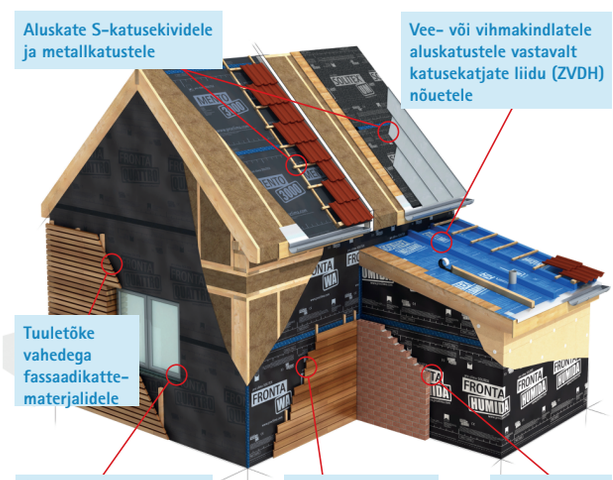


pro clima
Süsteemi-garantii
ulatuslik läbipaistev õiglane
proclima.com/service/system-warranty

Sisemine õhupidavus renoveerimisel



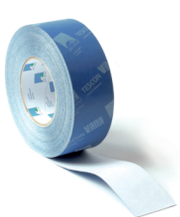
Katuse ja seinte välimine tuulepidavus



Kindlad ühendused ja detailsed lahendused

- Universaalsed ehitusteibid ning ühendusliimid sise- ja välistöödeks
- Krohviteibid
- Tihendusmansetid







Kirjeldatud tingimuste aluseks on teadustegevuse ja praktiliste kogemuste praegune tase. Meil on õigus muuta üksikute toodete soovitatud konstruktsiooni, paigaldust, samuti teha edasiarendusi ja parandada kvaliteeti. Me teavitame teid meelsasti paigaldamise ajal kehtivast tehnilisest oskusteabest.

Teie pro clima partner:

Meie Eesti esindaja: Tervemaja OÜ

Tähe 135a, 50107 Tartu
Kadaka tee 2, 10621 Tallinn
Tel: +372 740 5509
E-post: tervemaja@tervemaja.ee
www.tervemaja.ee
www.proclima.ee

MOLL bauökologische Produkte GmbH
Rheintalstraße 35 - 43
D-68723 Schwetzingen
Telefon: + 49 (0) 62 02 - 27 82.0 ·
e-mail: info@proclima.com
www.proclima.ee

pro clima®

2021-10 1AR02541