



Õhupidavus – oluline faktor, et soojusisolatsioon tõepoolest isoleeriks ning konstruktsioon jääks kahjustamata



... ja isolatsioon on
laitmatu

Moll bauökologische Produkte GmbH (pro clima®)

Tekst: Lothar Moll

Tõlkis Triin Paabo

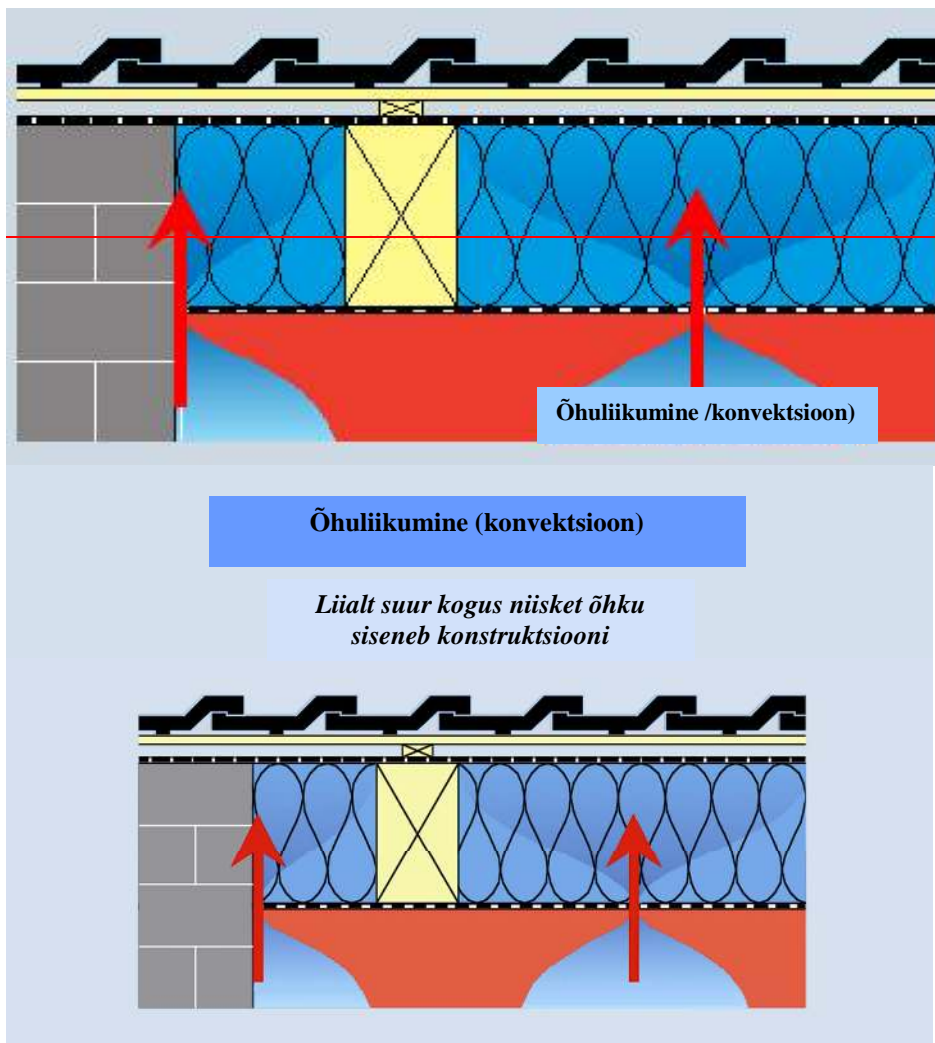
Peeter Lossmann

Ehitise soojusisolatsioon eraldab kahte erinevat kliimat: siseruumikliima ja väliskliima. Euroopa ja Venemaa tingimustes tähendab see järgmist: talvel on sees soe ja väljas külm, suvel seevastu sees jahedam kui väljas. Mõlemal juhul tekib temperatuurierinevus, mis ühtlustub õhuvoolude teel. Talvel tungib sisemine soe õhk ehitisest läbi konstruktsiooni välja. Sellisel liikumisel õhk jaheneb väliskekkonnale lähenedes. Külm õhk võtab endasse vähem niiskust kui soe õhk, seepärast muutub koos sooja õhuga liikuv gaasiline niiskus lõpuks kondensveeks. See kondensvesi võib aga konstruktsioonile tõsiselt kahju tekitada. Staatiliselt olulised ehitise detailid hakkavad niiskumisel mädanema ning kaotavad kandevõime, samuti soodustab niiskus tervisele ohtliku hallituse tekkimist. Sellise ehitusvea tagajärjed on nii ehitisele kui selle kasutaja tervisele väga ohtlikud – teisalt on seda võimalik ennetada, ja väga lihtsate abinõudega. Konstruktsiooni projekteerimisel ja teostamisel tuleb pöörata tähelepanu sellele, et soojusisolatsiooni ei pääseks liiga palju niiskust ehk et õhuvool seestpoolt välja oleks takistatud. Seda on võimalik saavutada õhutiheda ehitismaterjali kihi paigaldamisega soojusisolatsiooni sisepinnale. Toimiva tulemuse tagab vaid ülim hoolsus nii projekteerimisel, kui ka teostamisel. Õhupidavus ei tähenda, et siseruum eraldatakse välisõhust hermeetiliselt justkui kilekotiga. Õhupidavuse kiht hoiab lihtsalt ära õhuvoolu, s.t õhu konvektsiooni, vahetus difusiooni näol seest välja toimub edasi.

Õhupidavuse definitsioon ja ülevaade halva õhupidavuse mõjust

Õhupidavuse all mõistetakse välispiirde kaitset sissetungiva (konvektiivse)niiskuse eest. Õhupidavuse kvaliteedi määravad vuugid. Mida rohkem vuuke või ebatihedusi välispiirde sisepinnal, nn. aurutõkkes leidub, seda hõredam/lekkivam on välispiire ja seda kehvam on õhupidavus ja ka soojapidavus.. Lekked välispiirde sisepinnal omavad ehitusfüüsikaliselt väga suurt mõju:

Siseruumiõhk, mis voolab läbi aurutõkkes olevate lekete välja, viib endaga kaasa palju soojust ning suurendab seeläbi kütteenenergia kulu. Soojusisolatsiooni läbides soe õhk jahtub ning kondenseerub ehitise välisosadel. Eralduvat niiskust nimetatakse kondensveeks, mis võib olla hallituse tekke põhjuseks. Lekked välispiirde sisepinnal häirivad selle kasutaja mugavust oluliselt: talvel on kliima ruumis liiga kuiv, suvel väheneb kaitse suvekuumuse eest. Lisaks vähendavad lekked ka konstruktsiooni mürakaitset ja tulekindlust.



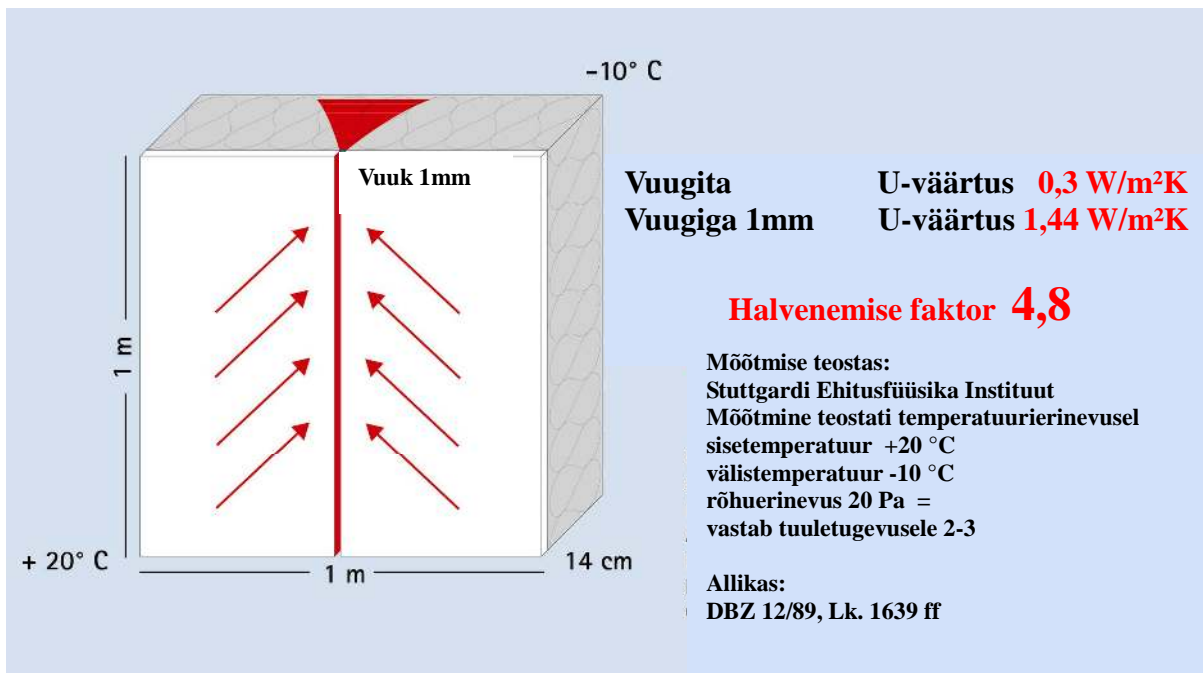
Teiste sõnadega:

Ainult õhkupidav konstruktsioon tagab soojusisolatsiooni efektiivse töö, kahjustustevaba konstruktsiooni ning mõnusat elamis- ja /või töötamistingimusi nii talvel kui suvel.

Hea õhupidavuse saavutamiseks tuleb aurutõkete liitekohad teipida, ühendused piirnevate ehitusdetailidega (ka avatäidetega) korralikult teipida ja/või tihendada mastiksiga ning läbiviikude tihendamiseks kasutada mansette.

Katseehitis välispiirdes leiduvate vuukide mõju uurimiseks

1989. a mõõtmisuuringuid teostades uuriti Fraunhofer'i Ehitusfüüsika Instituudis Stuttgardis, Saksamaal ebapiisava õhupidavuse mõju, mille tulemused avaldati ka mitmetes erialalastes ajakirjades (nt. DBZ 12/89, lk. 1639ff):



Testiti

- soojusisolatsiooni toimist ja
- niiskusvoogu

läbi 14 cm (oli siis Saksamaal soojustusstandardiks) paksuse sisemise aurutõkkega mineraalvillast soojusisolatsiooniga konstruktsiooni.

Defineeritud hõredusena asetati 1 m² suuruse aurutõkke pinna keskele vuugid: 1 m pikad ja erinevate laiustega: 1, 3, 5 ja 10 mm. Vuugid olid ainult aurutõkkes, mitte soojusisolatsioonis. Soojuslekkede uurimiseks tekitati temperatuuride erinevus, 20°C -ne sisetemperatuur ja -10°C-ne välistemperatuur, niiskusvoo uurimiseks oli sisetemperatuur 20°C ja välistemperatuur 0 °C (et vältida läbitunginud veekoguse jäätumist).

Rõhuerinevused olid vastavalt 10, 20, 30 ja 40 Pa, mis tavapäraselt välispiirdele mõju avaldavad. Välispiirdes tekivad rõhuerinevused kas termilistel põhjustel, tänu temperatuurierinevusele seest (soe) välja (külm), või tuule tõttu (tuule surve ja tuulekeeris). Rõhuerinevus 20 Pa tekib nt. -10 kraadise välistemperatuuri ja tuuletugevusega 3m/s või siis 0 kraadi juures ja tuuletugevusega 4 m/s.

Järgnevalt mõõdeti kahte faktorit - soojusisolatsiooni soojapidavust ja niiskusvoogu - kasutades vuukideta aurutõket erinevate rõhkude juures. Seejärel testiti konstruktsiooni erinevate vuukidega, samuti kõikide rõhuerinevustega.

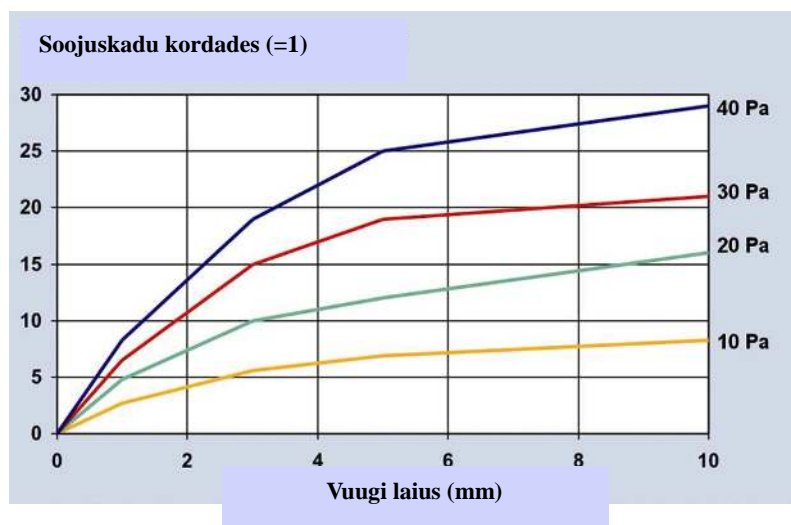
Eelnevalt olgu öeldud, et mõõtmistulemused olid ehmataavad ja tegid erialaringkondade inimesed ärevaks.

Õhupidavus – toimiva soojusisolatsiooni lahutamatu osa.

Soojusisolatsiooni toimivuse uuring 14 cm paksuse soojusisolatsiooniga ja vuukideta aurutõkke puhul kinnitas mõõdetud U-väärtuse arvutust, milleks on 0,30 W/m²K.

Seejärel mõõdeti soojusisolatsiooni erineva laiusega vuukide puhul ja erinevate rõhkude juures. Ka kõige pisem, 1 mm vuuk 20 Pa rõhuerinevuse juures vähendas isolatsiooni mõju 4,8 faktori võrra. See tähendab, et 14 cm paksuse soojusisolatsiooni isolatsiooni väärtus ei ole isegi väikese ebatiheduse tõttu 0,30 W/m²K, vaid **1,44 W/m²K**. 3 mm vuugivahe puhul oli halvenemiskfaktor 11.

Tulemus: Lekked õhkupidavas kihis, nt. aurutõkkes, vähendavad soojusisolatsiooni toimivust. Kütteenergiakulu ja CO₂ emissioon suurenevad mitmekordselt.



Ökonoomilised tagajärjed:

Ökonoomiliselt säästab soojusisolatsiooni kehva või puuduliku õhupidavuse juures palju vähem kui arvata (loota) võiks. Kütteenergia peale kulub palju rohkem kui algselt kalkuleeritud, olgu selleks siis õli, gaas, puit, biomass, kaugsoojus või veel midagi muud. Sellisel juhul ei tasu investeerida soojusisolatsiooni end ära. Kui raha oleks investeeritud eeltöösse ja teostusesse, oleks tulemus parem.

Kinnisvara väärtus sõltub samuti energia kulust. Kõrgete igakuiste maksetega kinnisvara on palju väiksema väärtusega kui madalate maksetega kinnisvara. Kui soojusisolatsioon on nii halb, et hoonet pole suure külma või tugeva tuulega võimalik soojaks kütta, siis ei ole rahuldatud ka inimese elementaarsed vajadused kaitstuse ja soojuse osas. Keegi ei taha ju elada või töötada külma ja tõmbetuule käes. Sellist kinnisvara pole võimalik välja üürida ega müüa ning selle väärtus langeb. Energia hind on viimaste aastate jooksul kahekordistunud, kohati isegi kolmekordistunud. Kallinemine kiireneb järgmistel aastatel veelgi nii poliitilistel põhjustel (Lähis-Ida, Iraan, Iraak), suurenevate vajaduste tagajärjel (ekspansioon Hiinas jne.), aga ka loodusest tingitult (looduskatastroofid, nt. hurrikaanid). On siis tegemist uusehitise või vana renoveerimise/moderniseerimisega, igal juhul tasub juba praegu investeerida korralikku soojusisolatsiooni süsteemi ning edasise energiahinna tõustes saab võit olema veelgi suurem. Energia hind kallineb tulevikus veelgi. Suure energiakulu puhul tekib oht, et erasektori majapidamistes ei suudeta küttekulude eest maksta. Loomulikult on võimalik küttekulu pealt kokku hoida ka toatemperatuuri alandades. Juba 1°C võrra madalama temperatuuri juures saab 6% võrra küttekulusid alandada. Ökonoomses ja ökoloogilises mõttes on kindlasti mõistlik temperatuur eluruumis 22°C-lt 20°C-le langetada, kuid kindlasti ei soovi keegi meeletute küttekulude kompenseerimiseks temperatuuri 20°C-lt 10°C-le alandada

Ökoloogilised järelused

Ebaefektiivse soojusisolatsiooni tagajärjel on CO₂ emissioon suurem, mis omakorda kiirendab kasvuhooneefekti tekkimist. Siinkohal laiendaks keskkonnakaitse mõistet: asi pole mitte ainult selle keskkonna, tema ressursside, maavarade või toitainete kaitsmises, millest me elame. Me peame end kaitsma kliimamuutuste mõju eest. 2005. a. sügise orkaanid näitasid, millist hävitavat jõudu loodusjõud endas peidavad. Sajad tuhanded kodud hävisid ning isegi tööstus jäi kuudeks soiku. Keeristormid, orkaanid, tsüklonid, taifuunid ja tornaadod imevad soojaõhu alt üles ja külma õhu ülevalt alla ning on seega maapealse soojuse tasakaalustamise ventiiliks. Kasvuhooneefekti tagajärgedeks on jää sulamisel kõrgenenud veetase, mis ähvardab rannikulinnasid ning temperatuuri

tõusust tingitud vee ruumala suurenemine. Lisaks on oodata veel põudasid, üleujutusi jms. Kõik on odavam kui, et kiirendada kasvuhooneefekti tekkimist. Ohtlike arengute peatamiseks vajame me intelligentseid lahendusi. Sel teel on oluliseks sammuks tuult- ja õhkupidavad majad, mis aitavad säästa energiat, kontrollida õhuvahetust hoones ja ühtlasi vähendada kasvuhoonegaaside teket. Paljudes valdkondades on lahendused olemas, tuleb vaid need vaidlemata ellu viia. See on meie generatsiooni ülesanne.

Ehitise energiakulu on rohkem kui 40% kogu energiatarbivusest

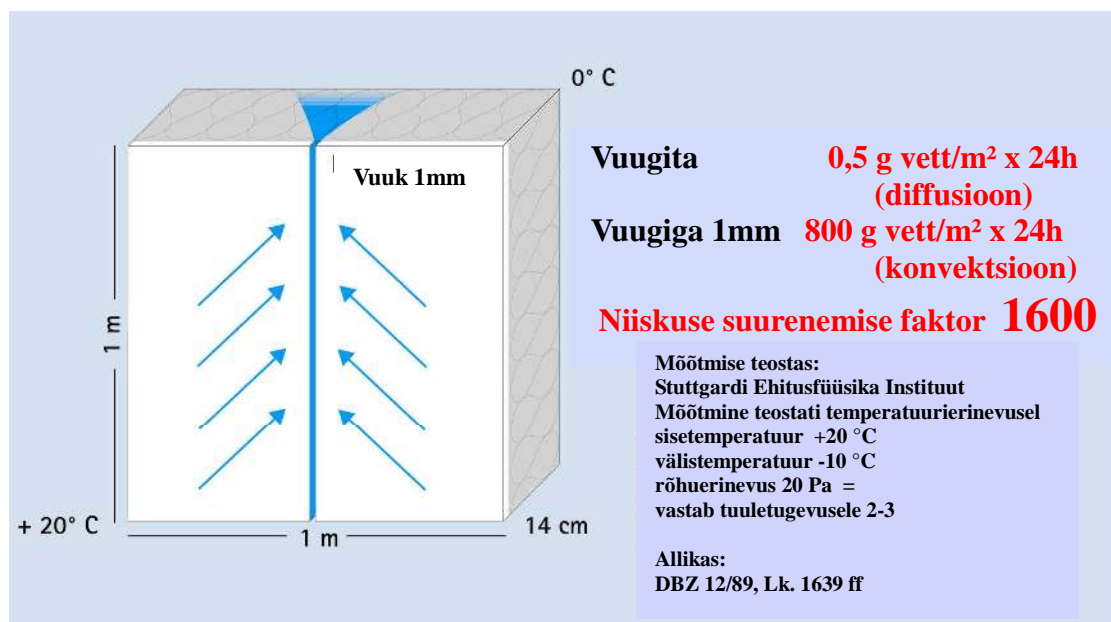
Rohkem kui 40% aastasest energiatarbivusest maailmas kasutatakse ehitiste kütmiseks ja jahutamiseks, see moodustab juba enne liiklusele ja tööstusele tehtud kulutusi suurima osa energiast. Kasutades efektiivset soojusisolatsiooni on kulutusi võimalik suuresti vähendada. Meeldiva temperatuuri säilitamiseks eluruumis suure külma ja tuulega on passiivmajas 1m² elupinna kütmiseks vaja ainult 10 kWh (vastavalt 1 l õli või 10 m³ gaasi). Uusehitiste kütmiseks Saksamaal, mille välispiirde õhupidavus ja soojusisolatsiooni paksus vastavad ettekirjutustele, kulub ca. 60 kWh (vastavalt 6 l õli ja 60 m³ gaasi). Kehva õhupidavusega ehitiste puhul, kus soojus kaob läbi ebatiheduste on energiakulu kuni 500 kWh (50 l õli või 500 m³ gaasi) m² (elamispinna) kohta, ei ole mingi haruldus.

Mida külmem või tuulisem on väliskliima, seda suurem on puuduliku õhutiheduse mõju soojusisolatsioonile ja seda suurem on energiakulu. Venemaal oli 2005/2006 a. talv nii külm, et vajalikud energiakogused kippusid napiks jääma.

Energiakulu säästmisel pole määrav mitte ainult soojusisolatsiooni paksus, vaid eelkõige korrektselt paigaldatud õhupidavus kiht. – Soojusisolatsiooni toimivus halveneb kordades puuduliku õhutiheduse korral.

Õhupidavus – eelduseks ehitiskahjustuste ärahoidmisel

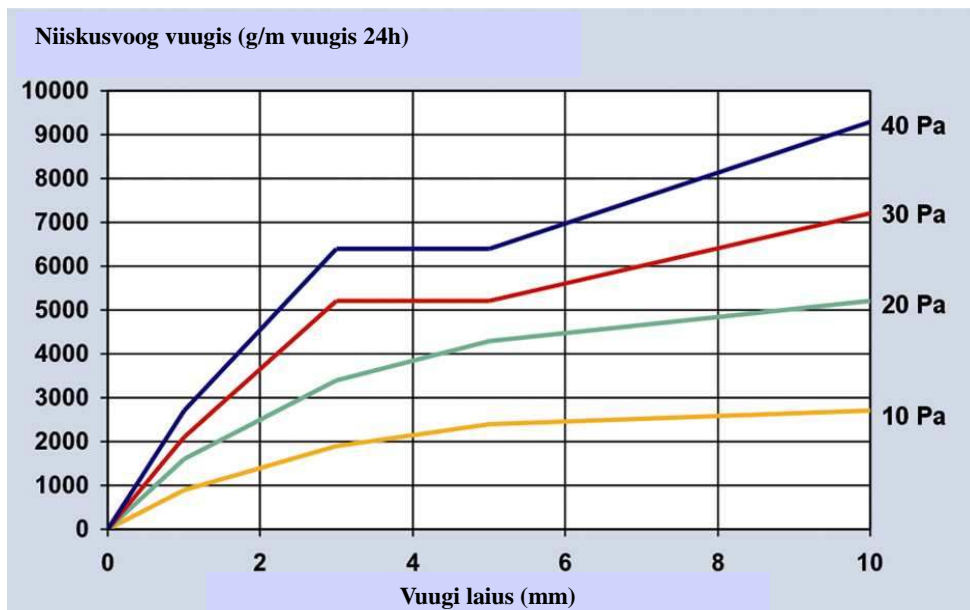
Ülalmainitud Fraunhofer'i Eitusfüüsika Instituudi uurimuses mõõdeti soojusisolatsiooni toimivuse kõrval ka niiskusvoogu konstruktsioonis. Uuringus kasutatud aurutõkke difusioonitakistuse sd-väärtus oli 30 m (mvtr 150 MNs/g). Mõõtmine kinnitas arvutuslikku niiskusvoogu konstruktsiooni 0,5 g/m². Ka difusioonile avatud aurutõkke, mille sd-väärtuse 2 m (mvtr 10 Mns/g) niiskusvoog on konstruktsioonile kahjutu.





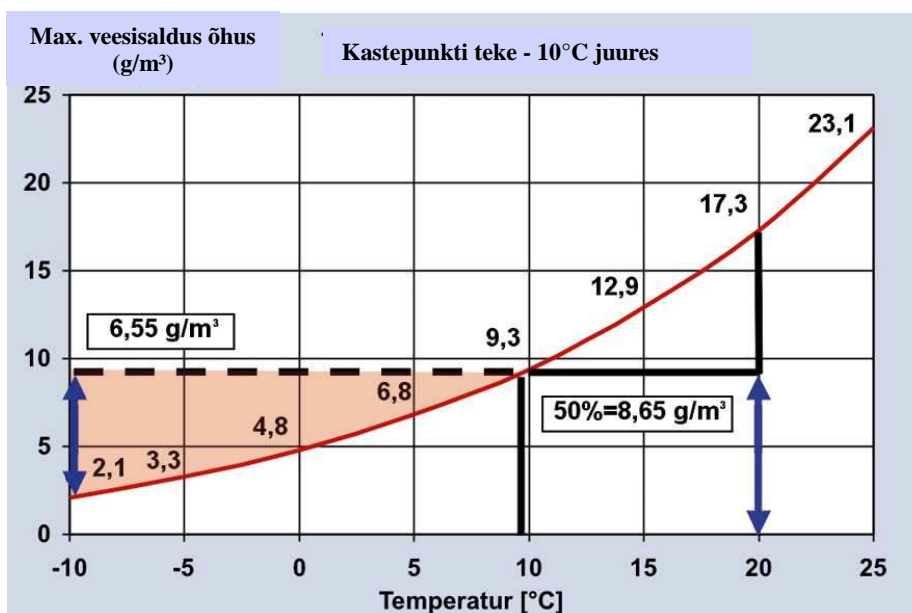
Teises katses selgitati välja vuukide kaudu tekkivat niiskusvoogu. Tulemused olid ärevust tekitavad ja selgitasid nii mõndagi ehitiskahjustuste kohta:

Isegi kõige pisema, ainult 1 mm laiuse vuugi ja 20 Pa rõhuerinevuse puhul oli niiskusvoog konvektsiooni (õhuliikumise) tõttu 800 g/m vuugi kohta päevas. 3 mm vuugi puhul 1700 g/m.



Niiskusvoo tagajärjel tekib välimistes ehitusdetailides kondenseerumine, mille tagajärjel moodustub veekiht, mis omakorda vähendab ehitusdetaili difusioonivõimet. Külмага muutub veekiht difusioonikindlaks jääkihiks. Nii muutub difusioonile avatud ehitusdetaili välisosa difusioonikindlaks tõkkeks, mille tagajärjel pääseb konstruktsiooni veel rohkem kondensvett.

Kui väljas on -10°C :



Kondensvee teke õhu jahenedes algab allpool kastepunkti, mis tavalise 20°C -se siseruumi temperatuuri ja 50%-lise suhtelise õhuniiskuse juures asub $9,2^{\circ}\text{C}$ juures.

Iga kuupmeeter õhku, mis tungib seestpoolt konstruktsiooni ning 0°C -ni maha jahtub, kondenseerub



5,35 g vett, kui õhutemperatuur väljas langeb -10°C -ni, tekib koguni 6,55 g vett.

Niiskuse tagajärejel tekib konstruktisoonis hallitus

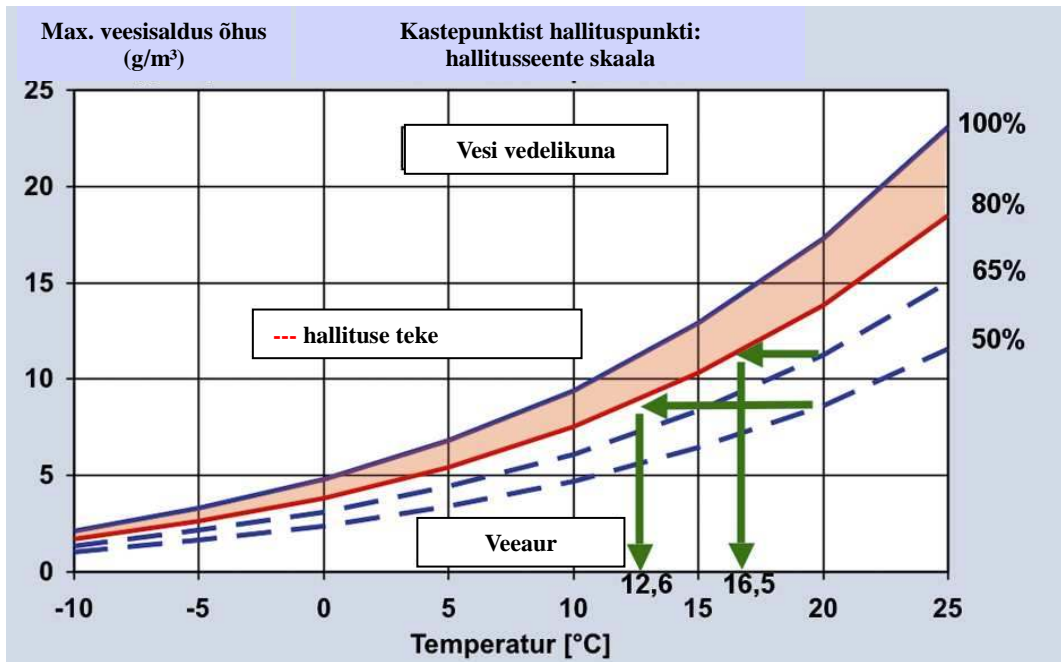
Niiskuse tagajärjel tekib konstruktisoonis kiiresti hallitus. Hallitus kahjustab ehitist. Olenevalt vee kogusest ja konstruktisoonist, võib kahjustus tekkida juba lühikese aja mööduses, aga ka alles aastaid hiljem. Sellisel juhul võib konstruktisooni uuendamine päris kulukaks kujuneda. Hinnanguliselt võib konstruktisooni algkujul taastamise maksumus olla 10% kuni 100% konstruktisooni algmaksumusest.

Majanduslikust kahjust hüllem on aga oht tervisele. Eristatakse hallitusseeni ja nn. MVOC-d (microbial volatile organic compounds) - seente gaasilisi eritisi. Hallitusseeni peetakse kõige suuremaks allergiapõhjustajaks. See võib immuunsüsteemile tõsiseid, isegi pöördumatuid kahjustusi põhjustada. Hallitusseeni, eelkõige just MVOC-sid peetakse ka võimalikeks vähitekitajateks. Teame ju, et kergelt hallitama läinud leiva puhul ei piisa ainult hallituse äralõikamisest, minema tuleb visata terve leib. Samuti on ka teiste hallitama läinud toiduainetega, nagu nt pähklid. Happelisuse tõttu on maol selliste kahjulike ainete suhtes teatud kaitsevõime siiski olemas. Kuid hoopis teine lugu on hallitusseente ja MVOC sissehingamisel. Kopsudel puudub selle vastu mõjus kaitsemehhanism, mistõttu pääsevad hallitus ja MVOC takistusteta organismi.

NB! Hallitusest tingitud haiguste põhjustele on raske jälile saada, sest haiguse kulg on aeglane ja ähmane. Haige immuunsüsteem võib väljendada end väga erineval kujul.

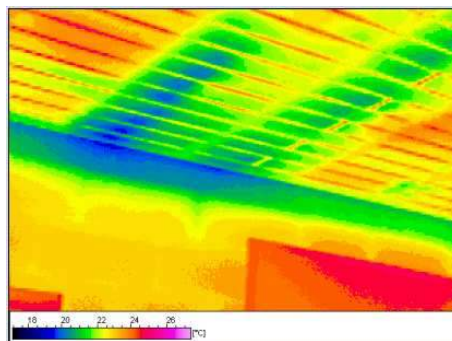
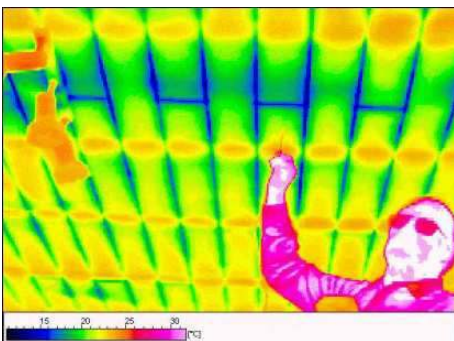
Ehitusdetailide seesmiste pealispindade jahtumise põhjused

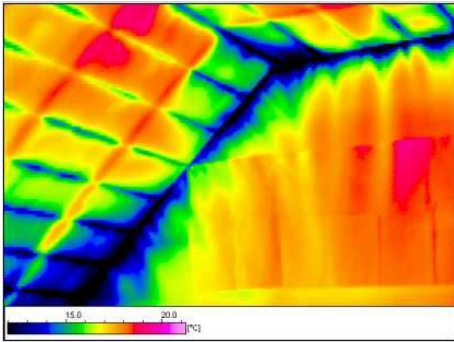
Tervisele on ühtmoodi kahjulik nii silmaga nähtav hallitus seesmiste ehituskihtide pinnal kui ka konstruktisoonis peituv hallitus. Ehitusdetailides olev hallitus on isegi kahjulikum, kuna seda pole näha ja nii ei saa me seda haigestumise põhjuseks pidada. Nähtav hallitus on äratuntav ja eemaldatav. Konstruktisoonis peituv hallitus võib aga aastateks, aga ka kümneteks aastateks avastamata jääda ja tõsiseid tervisehädasid põhjustada. Hallitus ei teki mitte ainult siis, kui temperatuur jääb alla sulamispunkti, s.t., et kondensvesi eraldub, vaid ka siis, kui suhteline õhuniiskus ehitusdetailide pinna servas on pidevalt 80% ümber. Ehitusdetailide pealispinna temperatuuri langemine võib olla tingitud külmasildade või puuduliku õhupidavuse tõttu. Külmasillad jahutavad ehitist nagu jahutusseadmed. Puuduliku õhupidavuse juures tungib külm õhk väljast sisse, puhkudes seesmiste ehitusdetailide (kipsplaadid või puuvooderdis) peale ja tagajärjeks on sisemise pealispinna temperatuuri langus. Mida külmem ja tuulisem väljas on, seda rohkem jahtuvad (külmuvad) ehitusdetailide sisepinnad. Mida niiskem on ruumi kliima, seda kõrgem on kastepunkt ja hallituse tekke piirtemperatuur ehk siis seda kiirem on hallituse tekkimine. 20°C õhutemperatuuri ja 50% keskmise õhuniiskuse juures on kastepunkt $9,2^{\circ}\text{C}$ ja 65% suhtelise õhuniiskuse juures on kastepunkt $13,2^{\circ}\text{C}$. Hallituse kriitiline piir on 50% niiskusega ruumis $12,6^{\circ}\text{C}$ juures ja 65% niiskusega ruumis $16,5^{\circ}\text{C}$ juures.



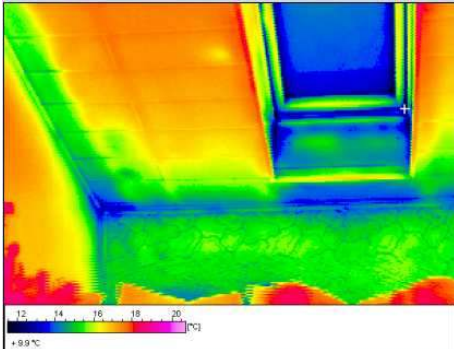
Termograafia näitab külmasildadega ja leketega madalat sisepinna temperatuuri.

Termograafilised kaamerad näitavad ehitusdetailide pealispinna temperatuuri. Punased ja heledad alad annavad märku kõrgetest pealispinna temperatuuridest. Sinised alad vastavalt madalatele pealispinna temperatuuridele, kus külm õhk ehitusdetaili sisepindade jahtumist põhjustab. Skaalal on temperatuurid vastavuses värviga. Mida sinisemat värvi, seda külmem on pealispind ja seda suurem on hallituse tekkimise oht ehitusdetaili sisepinnal. Termografeerimisel on üks väike puudus, ta ei näita meile tuulevaiksel päeval õhulekkeid konstruktsiooni. Õhulekkeid on võimalik esile kutsuda alarõhutestiga nn. blower-door testiga.

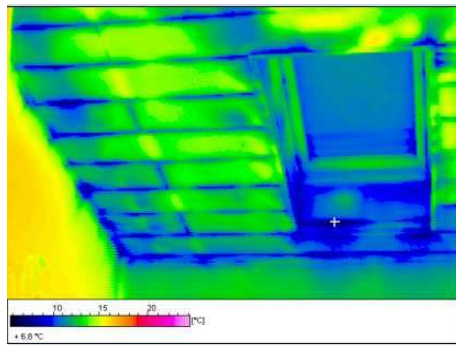




Tuulevaikne ilm:



Tuuline ilm:



Pildid näitavad selgelt, kuidas külm õhk liigub ehitusdetailile ja jahutab pealispindu.

Õhupidavus - hubane siseruumikliima ka talvel.

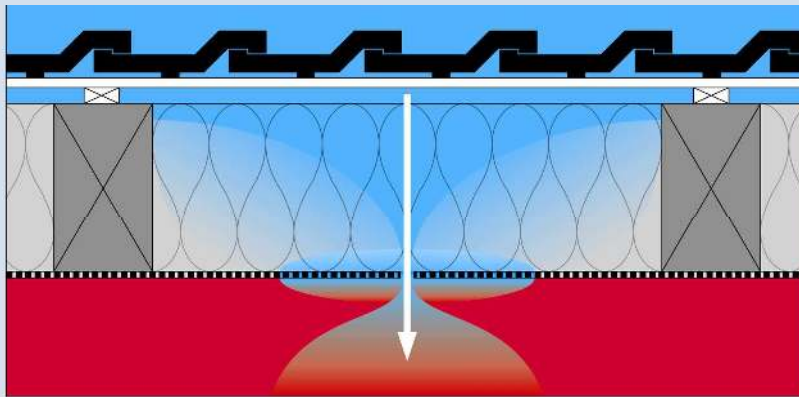
Kehv õhupidavus põhjustab talvel liiga kuiva sisekliima. Külm õhk suudab endasse vähem niiskust siduda kui soe õhk. Läbi konstruktsioonivuukide ehitisse tungides külm õhk soojeneb. Samal ajal alandab ruumi suhtelist õhuniiskust.

Järgnev tekst kehtib Venemaa kohta:

Arvudes: -10 °C õhk sisaldab maksimaalselt $2,1\text{ g/m}^3$, $+20\text{ °C}$ õhk seevastu $17,3\text{ g/m}^3$. 80% suhtelise õhuniiskuse juures on vee sisaldus -10 °C juures veel $1,7\text{ g/m}^3$. Kui soojendada õhku -10 °C ja 80% suhtelise õhuniiskuse juures $+20\text{ °C}$ -ni, on suhteline õhuniiskus vaid 9,9% ($1,7\text{ g/m}^3$ on $9,9\%$ -i $17,3\text{ g/m}^3$ -st).

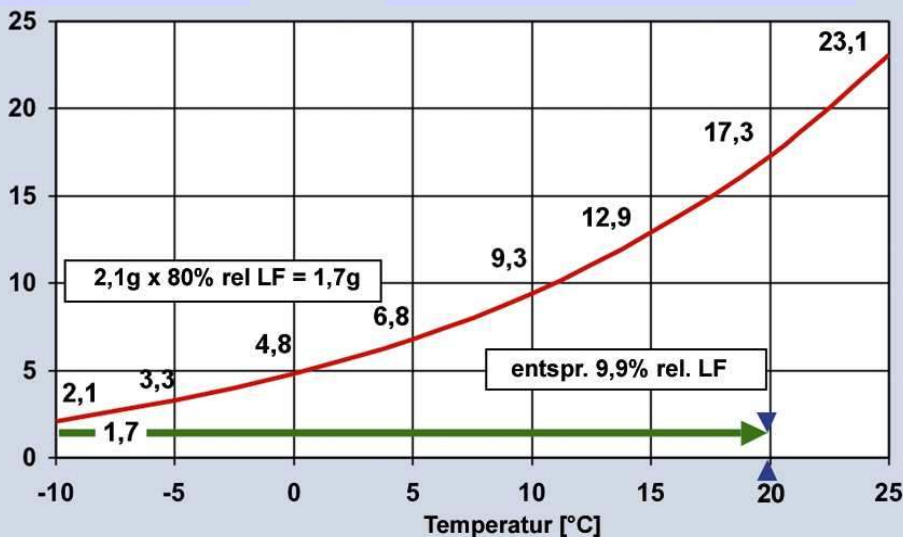
Liialt kuiv ruumiõhk talvel

Külm õhk siseneb. Külm õhk soojeneb ja alandab suhtelist õhuniiskust



Max. veesisaldus õhus(g/m³)

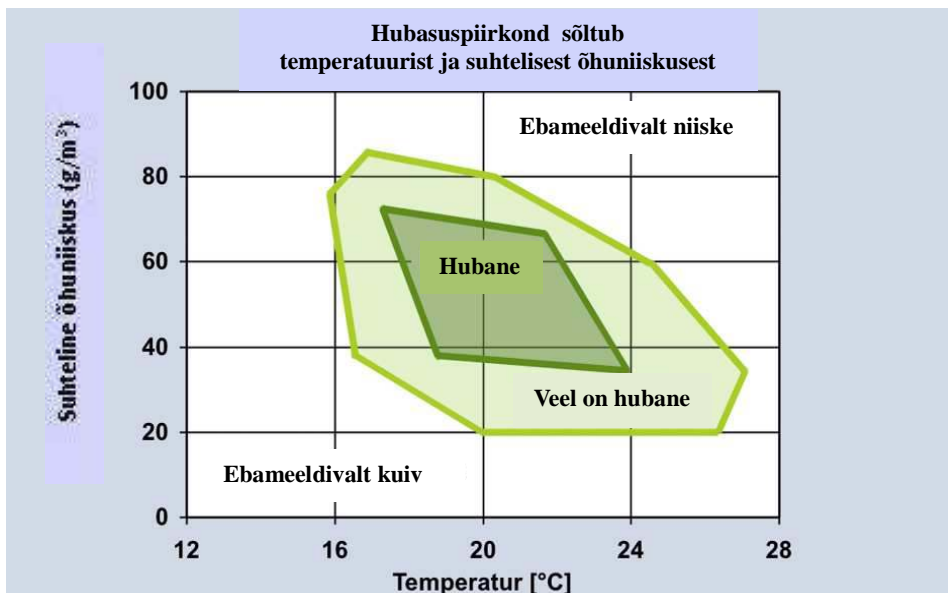
Suhtelise õhuniiskuse vähenemine soojendades õhku -10 °C-lt +20 °C-ni.



Järgnev tekst kehtib Iirimaa kohta (diagrammi tuleb muuta)

Arvudes: 0 °C õhk seob endasse maksimaalselt 3,3g vett m³ kohta, 20 °C õhk seevastu 17,3 g/m³. 80% suhtelise õhuniiskuse juures on veesisaldus 0 °C juures veel 2,64 g/m³. Kui soojendada 0 °C õhku 80 % suhtelise õhuniiskuse juures 20 °C-ni, on suhteline õhuniiskus vaid 15,3 % (2,64 g/m³ on 15,3 %-i 17,3 g/m³-st).

Mida rohkem külma õhku läbi ehitise välispiirde vuukide tungib, seda kuivem on õhk ruumis. Praktikas võib suhteline õhuniiskus langeda alla 20 %. Sellistel puhkudel ei aita ka ruumide niisutamine, sest see asendub pidevalt kuiva välisõhuga. Alles välitemperatuuride tõustes kaob korruga ka kuiva õhu probleem kadunud. Liiga kuiv õhk ei ole mitte ainult ebameeldiv, vaid tuleb vaadata ka mõjusid tervisele. Kuivas õhus paljunevad viirused ja bakterid oluliselt kiiremini kui niiskes sisekliimas. See on teadaolevalt sagedane külmetushaiguste põhjustaja. Liiga kuiv õhk takistab ka hapniku omistamist ja rakkude hingamist ning tekitab kehas stressi, väsimust, samuti väheneb töö efektiivsus. Et tagada töökohal maksimaalne efektiivsus, peaks kliima jääma mugavuspiirkonda:

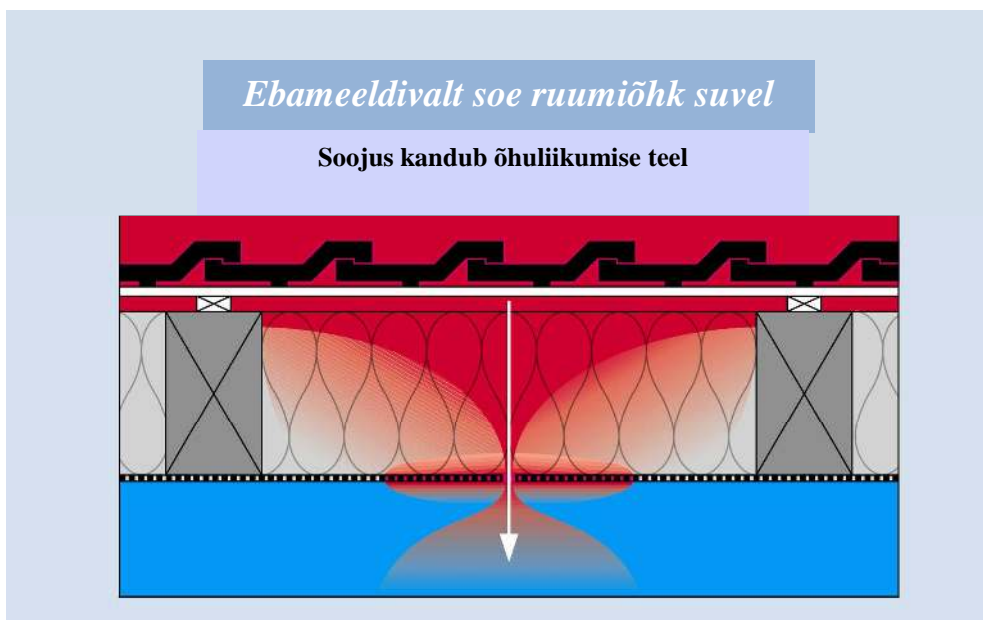


Allikas: Sedlbauer, Breuer, Kaufmann, Holzkirchen'i Ehitusfüüsika Instituut

Õhupidavus - tagab meeldiva siseruumikliima ka suvel

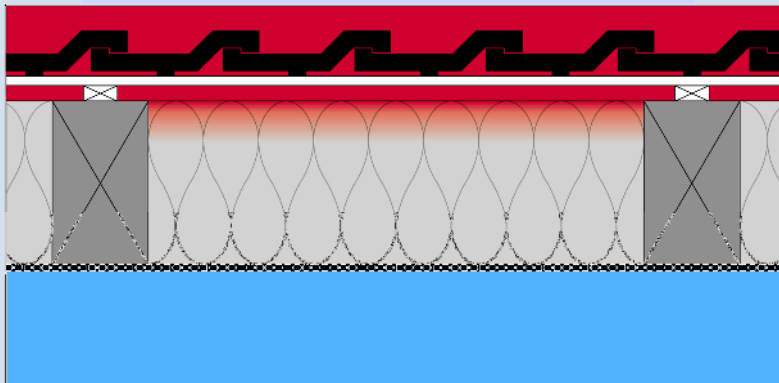
Et kaitsa ehitusdetaile suvesooja eest, on olulised sellised ehitusfüüsikalised suurused nagu faasi nihkumine ja amplituudi vähenemine. Faasi nihkumine kirjeldab, kui mitu tundi vajab soojus väljast siseruumi jõudmiseks. Väärtusi, mis näitavad rohkem kui 10 tundi, peetakse mugavateks.

Amplituudi vähendamine näitab, kui kõrgeks läheb temperatuur majas võrreldes temperatuuriga väljas. Mõlemad suurused tuginevad statsionaarsele seisundile, s.t, et ehitusdetailis õhuliikumist ei toimu. Soojusvoog saab järgmist poori soojendada alles siis, kui eelmine on soojendatud. Õhu liikumine soojusisolatsioonis, mille põhjustavad välispiirdes olevad praod, tekitavad liiga kiire soojuskandumise, kuna soojus kantakse edasi konvektsiooni (õhuvoolu) teel.



Meeldivalt jahe ruumiõhk suvel

Soojus kandub poorilt poorile



Seadused ja normid Saksamaal

Tänu teaduslikele uuringutele õhupidavuse mõjude kohta, muudeti 1995. a. (6 aastat pärast Ehitusfüüsika Instituudi mõõtmistulemuste avalikustamist) Saksamaal 3. õhupidavuse kohta kehtiv soojuskaitsemäärus seaduslikult kehtivaks, mis viis eelnormini DIN 4108-7. Aastal 2000 kehtestati energiasäästumäärus ja DIN 4108-7.

Kui normid on soovitatava iseloomuga ning kirjeldavad minimaalseid nõudeid, siis määrused on seadusega seotud. Kui õhutihedusele esitatud minimaalsed nõuded pole täidetud, tuleb puudujääk korrigeerida. Tavaliselt on see väga kulukas. Üle 50 000 € maksvad saneerimiskulud pole kuigi haruldane.

Kuidas tagada hästitoimiv õhutihedus

Et õhupidavus oleks toimiv, tuleb auru- ja õhutõkked kleeplintidega korralikult ühendada. Et üleminekud piirnevate ehitusdetailidega oleksid püsivad ja tugevad, tuleb ühenduskohad õhupidavuse kleeplindiga kinni teipida.



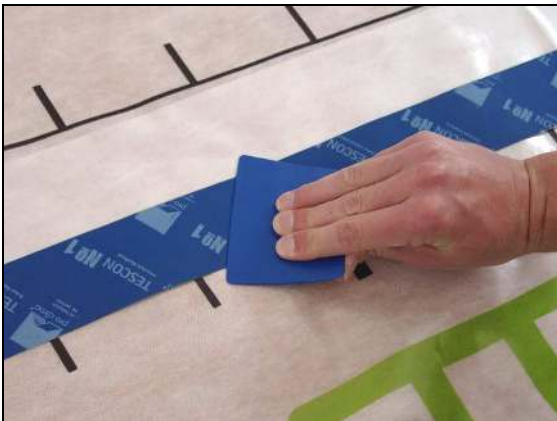


Klepteibid aurutõkete üleminekukohtade jaoks

Õhupidavuse klepteibid peavad:

- olema hea algnakkuvusega tavalise temperatuuri juures
- olema hea algnakkuvusega madala temperatuuri juures
- olema väga head lõpptugevusel
 - väga hea libisemiskindlusega nakkudes
 - väga hea lõikeserva stabiilsusega
- olema kuumakindlusega
- olema niiskuskindlad
- olema vananemiskindlad, rohkem kui 30 aastat .

Kleepimise tugevust mõjutab pressimissurve. Kui klepteip lihtsalt peale asetada, siis tugevat kinnitust ei saa. Teibid peab korralikult vastu aluspinda suruma. Kohene nakkuvus on ülitähtis selleks, et klepteip pealevajutamisel ka pidama jääks.



Kuna õhupidavusega tegeletakse enamasti ajal, mil küte pole veel sisse lülitatud, on algne nakkuvus madalal temperatuuril väga oluline. Väga hea lõpptugevus on vajalik selleks, et ühendus oleks kindel ka siis, kui liimitud kohtades tekivad pinged. Siinkohal on väga tähtis aluspind. Puit peab olema sile, s.t. hõõveldatud või lihvitud. Saekaredale puidupinnale klepteip hästi pidama ei jää. Lisaks libisemiskindlusele 180° juures (tavateipide puhul) ja libisemiskindlus 90° juures on eelkõige tähtis ka lõikeserva stabiilsus . See näitab, kui hästi kleplint/teip aluspinnaga nakkub.

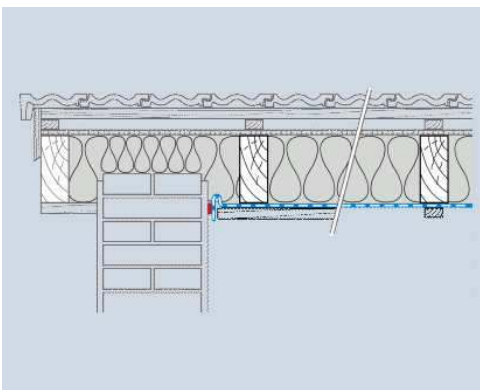
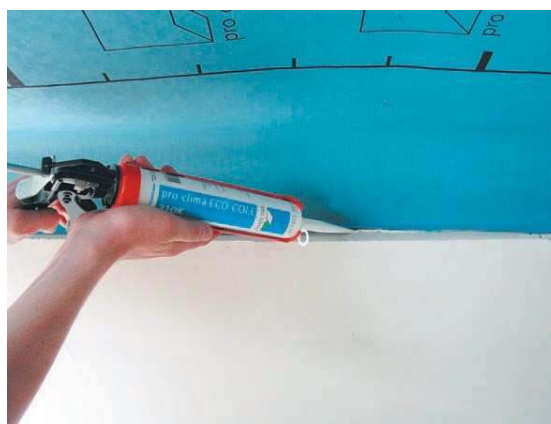
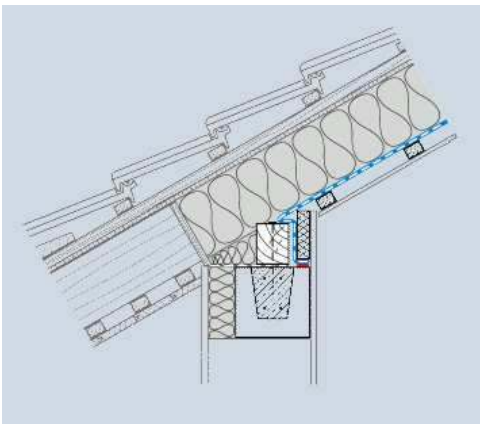
Kõrge vastupidavus kuumas suhtes tagab teibi töökindluse ka kõrgemate temperatuuridega. See võib olla vajalik ehitusfaasis või katuseaknede puhul. Vastupidavus niiskusele on tähtis eelkõige ehitusfaasis. Pärast krohvimist või plaatimist on majas palju niiskust. Klepteibid peavad ka sellistele tingimustele vastu pidama.



Klepteibi üks kõige olulisemaid omadusi on tema vastupidavus. Statistika järgi peavad hooned vastu vähemalt 30 aastat, enne kui nad ümber ehitatakse, saneeritakse või moderniseeritakse. Need tsüklid võivad olla veelgi pikemad. Murenevaid aineid nagu vaik tuleks siduvelendina vältida. Tavalised pakkimisel kasutatavad teibid murenevad juba mõne aastaga. Ehituses selliste teipidega pikaldast ja püsivat õhupidavust ei taga.

Aurutõkete jätkamine ehitusdetailide üleminekukohtades.

Ehitusdetailide üleminekukohad ühendatakse õhupidavuse mastiksiga. Tähtis on, et aurutõke ühendataks voldiga, et ehitusdetailide liikumine kahjutuks muuta. Mastiksitele kehtivad samad nõuded, mis klepteipidelegi.



Aurutõkked - ehitiskahjustuste ärahoidmisel määravaks teguriks

Kuni 90-ndateni usuti, et aurutõke pakub aurutõkesatavana parimat kaitset ehituskahjustuste ees. Tänapäeval kasutatakse ehituses ja projekteeritakse auru- ja õhutõketega. Tänapäeval teatakse ka, et ehitiskahjustuste pikaajaliseks vältimiseks sobivad kõige paremini intelligentse niiskusregulatsiooniga paanid. Sellistel aurutõkke- ja õhupidavuspaanidel on niiskusmuutlik difusioonitakistus ja nad on võimelised oma molekulaarstruktuuri muutma nii, et talvel on difusioonikindlad ja kaitsevad konstruktsiooni niiskuse eest – suvel seevastu difusioonile avatud ning võimaldavad maksimaalset tagasi kuivamist.

Lahendused energia säästmiseks, mugavuse tõstmiseks ja kulude vähendamiseks

Ehitusala on kogu maailmas kõige suurema ressursivajadusega sektor. Me kulutame rahvamajanduses ehitiste valmistamiseks kõige suuremates kogustes primaarset energiat – sama kehtib kütteenurgia koguse kasutamise kohta.

Kui ehitamisel õnnestub kasutada intelligentseid lahendusi, kui meil õnnestub teadlikult tegeleda ehituskonstruktsioonide ja ehitusfüüsikaga, suudaksime säästa energiat ja CO2 eraldumist ning vähendada maja ülalpidamiskulusid. Alles siis oleks meil võimalik säästa rohkem kui ükskõik millises teises valdkonnas – ja seda kõike optimaalse mugavuse saavutamiseks nii tööl kui kodus.

Kokkuvõte:

Eelpool nõrkused tulid Eestis kahjuks väga hästi nähtavale 2009/2010 talvel. Soojusisolatsioon on seoses energiasäästmise, CO2 emissiooni vähendamise, ehitiskahjustuste ärahoidmise ja hubase elamise jaoks efektiivne ainult siis, kui hoonekarp on tuult- ja õhkupidav. Seega on tuule- ja õhupidavus soojusisolatsiooni juures otsustavaks teguriks. Ehitaja peab olema teadlik õhupidavusest ja informeerima ka tellijat, sest see näitab hoonekarbi kvaliteeti. Hoonekabi kontrolli alarõhutestiga („Blower-Door“ test) saab teha igal aastaajal. Õhupidavus saavutatakse aga vaid siis kui auru- ja õhutõkke üleminekute puhul kasutatakse selleks ettenähtud kleeplinte ja teiste ehitusosadega piirnevad ühenduskohad kleebitakse samuti õhutihedalt mastiksiga.

Õhupidavuse saavutamiseks on vaja rakendada lihtsaid abinõusid, kuid tulemus on suurepärase!

TervemajaOÜ
Sepa 19 C
51013 Tartu
Tel: +372 7405509
Fax: +372 7341709
GSM: +372 56509709
tervemaja@tervemaja.ee
www.tervemaja.ee



... ja isolatsioon on
laitmatu