

# KOSTEUSOPAS

PAROC KIVIVILLA



**PAROC**<sup>®</sup>

# SISÄLTÖ:

## 1. Kosteus

1.1. Kosteuden siirtymismekanismit .....	3
1.1.1. Materiaalien kastuminen ja rakennuskosteus .....	3
1.1.2. Konvektio .....	3
1.1.3. Diffuusio .....	5
1.1.4. Kapillaarinen kosteus .....	6
1.2. "Hengittävän rakenteen" myytti .....	6
1.2.1. Ilmavuoto .....	6
1.2.2. Sisäilmankosteuden puskurointi .....	6

## 2. Kosteus ja rakennusvaipan suunnittelu

2.1. Perustukset .....	7
2.2. Routa- ja lattiaeristys .....	9
2.3. Ulkoseinät .....	11
2.4. Yläpohja .....	14
2.5. Räystäät ja katon vedenpoistojärjestelmät .....	15
2.6. Suunnitteludetaljit (saumat ja muut liitokset) .....	15
2.7. Ilmanvaihto ja putkistot .....	16

## 3. Kosteuden aiheuttamat riskit

3.1. Korroosio .....	17
3.2. Home .....	17
3.3. Suorituskyvyn heikkeneminen .....	18

## 4. Tyypillisimpien rakenteiden homeindeksilaskelmat .....

## 5. Paroc kivivillan kosteustekniset ominaisuudet

5.1. Kosteustekniset ominaisuudet .....	23
5.2. Ilmatiiviys- ja kosteudenhallinta .....	25

## 6. Rakennusprosessin kuivaketjun merkitys .....

# 1. KOSTEUS

Vettä on kaikkialla ympärillämme. Vesi peittää 71 % maapallon pinta-alasta ja on elintärkeä elementti kaikille tunnetuille elämänmuodoille. Vesi esiintyy kolmessa olomuodossa; kiinteänä (jää), nesteenä (vesi) ja kaasuna (vesihöyry).

Auringon lämpö kierrättää vettä maapallolla. Maapallon meret, järvet, maaperä, ihmiset ja kasvit haihduttavat jatkuvasti vettä ilmakehään vesihöyryksi. Termi *ilmankosteus* tarkoittaa ilman sisältämän vesihöyryn määrää ja sitä käytetään usein henkilön tuntemusten kuvaamiseen yhdessä lämpötilasuhteiden kanssa. Esimerkiksi kuuma ja kostea ilma koetaan yleensä tukalaksi.

Termiä *kosteus* käytetään kaikille veden olomuodoille. Kosteus viittaa ilman tai materiaalin sisältämään mitattavissa olevaan veden määrään.

## 1.1. KOSTEUDEN SIIRTYMISMEKANISMIT

Rakennusfysiikassa puhutaan neljästä eri kosteuden siirtymismekanismista ja niiden vaikutuksista rakenteisiin: kosteuden siirtyminen näkyvänä vetenä, konvektion välityksellä, vesihöyryn diffuusiolla ja kapillaarisesti. Rakennuksen kosteuden hallinnassa on siis hallittava veden, jään ja lumen lisäksi myös näkymättömiä vesihöyryn kosteusvirtoja.

### 1.1.1 Materiaalien kastuminen ja rakennuskosteus

”Näkyvä” vesi aiheuttaa suurimman osan rakennusten kosteusongelmista. Vesi pääsee rakennukseen ensisijaisesti rakennuksen ulkopuolelta ilmastosta (sade), maaperän (pohjavesi) ja kosteiden rakennustarvikkeiden kautta, mutta myös rakennuksen sisäpuolelta, esimerkiksi putkistovuotojen ja märkäpuhdistusprosessien kautta.

Vesi voi päästä rakennukseen myös varsin odottamattomilta suunnilta. Voimakkaan tuulen aiheuttama *viistosade*, joka muuttaa sateen suunnan lähes

vaakasuoraksi – tai jopa ylöspäin suuntautuvaksi –, on yksi rakennusten julkisivujen ja kattojen merkittävimmistä kosteuslähteistä.

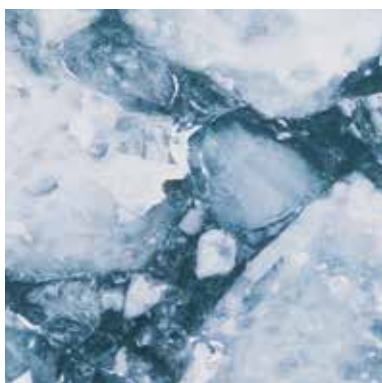
*Rakennuskosteus* on rakennusaineisiin ja –tarvikkeisiin valmistuksen, varastoinnin tai rakentamisen aikana joutunutta ylimääräistä kosteutta, joka pyrkii poistumaan rakentamisen ja rakennuksen käytön aikana. Rakennuskosteutta poistuu niin kauan kunnes rakenne saavuttaa kosteustasapainon lopullisen ympäristönsä kanssa. Rakennusmateriaalien sisältämät kosteudet vaihtelevat 0 – 320 kg/m<sup>3</sup> välillä

### 1.1.2 Konvektio

”Näkymätön” kosteus on hieman vaikeammin hallittavissa. Konvektiossa kosteus siirtyy lämpimän ilmavirran mukana, joko pakotetusti (ilmanvaihto) tai luonnollisesti. Ilman sisältämän veden enimmäismäärä riippuu ilman lämpötilasta. Vesihöyryn määrää ilmassa ilmaistaan kahdella tavalla, joko vesihöyryn osapaineella ( $p_v$ , [Pa]) tai vesihöyryn pitoisuutena ( $v_v$ , [g/m<sup>3</sup>]).

Kyllästyspitoisuus ( $v_{v,k}$ ) ja kyllästyspaine ( $p_{v,k}$ ) ilmoittavat tietyn lämpöisen ilman sisältämän vesihöyryn maksimimäärän (joko pitoisuutena g/m<sup>3</sup> tai paineena Pa). Kun ilman kyllästyskosteus ylittyy, alkaa vesihöyry kondensoitua nestemäiseen muotoon sopiville kondensoitumispinnoille. Tällaisina pintoina voivat toimia mitkä tahansa kiinteät pinnat.

Ilmassa on vesihöyryä yleensä vähemmän kuin ilman kyllästämiseen tarvitaan. *Suhteellinen kosteus* (RH) kertoo, miten monta prosenttia todellinen ilmankosteus on kyllästystasosta tietyssä lämpötilassa;  $RH = \text{todellinen kosteus} / \text{kyllästyskosteus} \times 100\%$ . Saatava arvo kertoo kuinka paljon tietyn lämpöinen ilma sisältää vesihöyryä suhteessa siihen, kuinka paljon se voi maksimissaan sisältää vesihöyryä.



Suhteellinen kosteus ilmoitetaan prosentteina (%)

**Suhteellinen kosteus (RH) =**

$$\frac{\text{Todellinen vesihöyrypitoisuus (v)}}{\text{Kyllästysvesihöyrypitoisuus (v}_k\text{)}} \times 100\%$$

Yleisin vesihöyrypitoisuuden (v) yksikkö on g/m<sup>3</sup>.

Suhteellinen kosteus tulee aina esittää yhdessä lämpötilan kanssa. Jos esimerkiksi ilman todellinen vesihöyrypitoisuus on 10 g/m<sup>3</sup> 20°C:n lämpötilassa ja kyllästysvesihöyrypitoisuus 17,3 g/m<sup>3</sup> samassa lämpötilassa, on ilman suhteellinen kosteus tässä lämpötilassa 57,8%. Sisäilmassa miellyttävä suhteellinen kosteus on 40–60%.

**Suhteellinen kosteus =**

$$\frac{10 \text{ g/m}^3}{17,3 \text{ g/m}^3} \times 100\% = 57,8\%$$

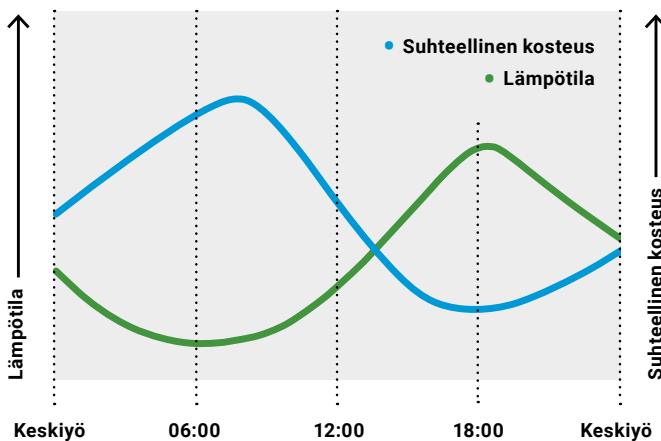
Ilman todellinen vesihöyrypitoisuus tai ns. *absoluuttinen kosteus* ilmaisee siis veden määrän tietyssä ilman tilavuudessa tai massayksikössä toista ainetta (g/m<sup>3</sup>). Mitä esimerkiksi tapahtuu, jos 1m<sup>3</sup> kokoisessa astiassa on kuivaa ilmaa -10°C lämpötilassa ja astiaan lisätään 5 g vettä? Seuraavan sivun taulukosta käy ilmi, että ilman vesihöyryn kyllästyspitoisuus -10 °C lämpötilassa on 2,2 g, joten osa lisätystä vedestä (2,2 g) haihtuu ilmaan ja loput vedestä (2,8 g) jäätyy astian pohjalle. Absoluuttisen kosteuden arvo muuttuu ilman tilavuuden muuttuessa.

Yleisimpiä vesihöyryn lähteitä valmiissa rakennuksissa ovat ihmisten toiminnasta haihtuva kosteus (hengitys, hikoilu, peseytyminen, ruoan laitto ja pyykinpesu), veden haihtuminen märiltä pinnoilta (siivous), palamisprosessit sekä ilmankosteuden siirtyminen ulkoilmasta tuuletuksen tai ilmanvaihdon ilmavirrassa. Jos ilmanvaihdon tasoa alennetaan, ylimääräinen vesihöyry ei poistu ja sisäilman suhteellinen kosteus kasvaa. Asianmukainen ilmanvaihto pitää sisäilman vesihöyrypitoisuudet terveellisellä ja turvallisella tasolla.

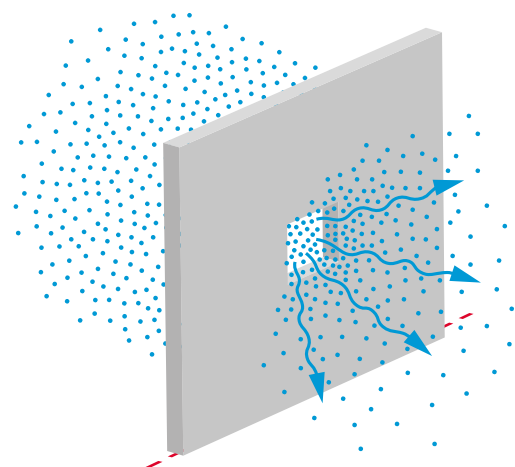
Konvektiossa lämmin ilma kuljettaa mukanaan vesihöyryä. Mitä lämpimämpää ilma on, sitä suurempi kosteusmäärä sen mukana liikkuu. Kun sisäilma löytää rakennusvaipasta reiän tai raon, pääsee lämmin ilma vuotamaan rakennuksesta ulos sisä- ja ulkoilman välisen lämpötilaeron johdosta. Jo pienistä rakennusvaipan läpi kulkevista epätiiviykohdista voi aiheutua suuret ongelmat. Koko rakenteen läpi ulottuvan Ø 10mm raon kautta voi kulkea jopa 1 litra vettä kuukaudessa, kun ilman paine-ero rakenteen ulko- ja sisäpintojen välillä on 2 Pascalia. On kuitenkin muistettava, että tällainen kosteudensiirtyminen edellyttää koko rakenteen läpi kulkevaa rakoa. Pieni reikä ehjän rakennuslevykerroksen takana olevassa höyrynsulussa ei aiheuta ongelmia.

Kun kostea ilma pääsee rakennusvaippaan, kulkee se ilmavirtana erilaisten huokoisten materiaalikerrosten läpi. Ilmassa oleva kosteus tiivistyy vedeksi rakenteen sisällä sellaiseen tiiviiseen materiaalikerrokseen, jonka pintalämpötila on *kastepisteen* alapuolella.

Kastepiste on lämpötila, jossa ilma saavuttaa vesihöyrynkylästyspitoisuuden ja ilmassa oleva kosteus kondensoituu nestemäiseksi vedeksi. Vesihöyryn



**Ilman suhteellinen kosteus vaihtelee vuorokauden lämpötilamuutosten mukaan.**



**Konvektio**

**Vesihöyryn kylläisyypitoisuus  $v_k$  ja kylläisyystilan osapaine  $p_k$ .**

t °C	$V_k$ g/m <sup>3</sup>	$P_k$ Pa	t °C	$V_k$ g/m <sup>3</sup>	$P_k$ Pa	t °C	$V_k$ g/m <sup>3</sup>	$P_k$ Pa
-20	0,87	102	-3	3,89	485	14	12,10	1602
-19	0,95	111	-2	4,19	524	15	12,86	1708
-18	1,04	122	-1	4,51	566	16	13,65	1820
-17	1,14	135	0	4,85	611	17	14,49	1939
-16	1,25	149	1	5,21	658	18	15,37	2064
-15	1,38	164	2	5,58	708	19	16,30	2197
-14	1,52	181	3	5,98	762	20	17,28	2337
-13	1,67	200	4	6,40	818	21	18,31	2484
-12	1,83	221	5	6,84	878	22	19,40	2640
-11	2,01	242	6	7,31	941	23	20,54	2805
-10	2,20	266	7	7,80	1008	24	21,74	2979
-9	2,40	292	8	8,32	1079	25	23,00	3162
-8	2,61	319	9	8,87	1154	26	24,32	3355
-7	2,84	348	10	9,45	1234	27	25,71	3559
-6	3,08	379	11	10,06	1318	28	27,17	3773
-5	3,33	412	12	10,71	1408	29	28,70	3999
-4	3,60	447	13	11,38	1502	30	30,31	4237

**Taulukosta on helppo tarkastella esimerkiksi sitä, kuinka alhaiseksi ikkunan sisäpinnan lämpötila voi laskea, ennen kuin ikkunan pintaan kondensoituu vettä huoneessa, jonka ilman suhteellinen kosteus on 50 % ja lämpötila +22°C. Ilman vesihöyrynpitoisuus 50 %:n suhteellisessa kosteudessa (RH50 %) on  $v_k = 0,5 \times 19,4 = 9,7 \text{ g/m}^3$ . Jos tarkastellaan vesihöyryn kyllästyspitoisuutta tasolla  $9,7 \text{ g/m}^3$  nähdään, että kyllästyslämpötila on noin 10 – 11°C. Käytännössä tämä tarkoittaa, että kondensaation välttämiseksi tulee kaikkien huoneen pintojen lämpötilojen olla yli 11°C.**

tiivistymistä tapahtuu ainoastaan silloin, kun kyseisen pinnan lämpötila on kastepistettä alempi tai kun kosteutta on enemmän kuin mitä ilmaan ko. lämpötilassa mahtuu. Kastepiste voidaan laskea kaavasta:

$$T_d = T - \frac{(100 - RH)}{5}$$

**Kastepisteen ( $T_d$ ) määrittäminen lämpötilan ( $T$ ) ja suhteellisen kosteuden ( $RH$ ) avulla**

Jos esimerkiksi kastepisteen lämpötilaksi ilmoitetaan 10°C, nestemäistä vettä tiivistyy kaikille pinnoille, joiden lämpötila on kastepistelämpötilan alapuolella. Kosteuden tiivistyminen voidaan estää joko nostamalla pintojen lämpötilaa tai pienentämällä ilmassa olevaa kosteuden määrää.

**1.1.3 Diffuusio**

Diffuusiota ilmenee kahden tilan välillä vallitsevan vesihöyryn pitoisuuden/osapaine-eron seurauksena. Lämmityskaudella rakennuksen sisäilman kosteuspitoisuus on yleensä suurempi kuin ulkoilman. Sisäilman kosteuspitoisuus pyrkii tasapainoon ulkoilman kosteuspitoisuuden kanssa, jolloin kosteus alkaa siirtyä vesihöyrynä pelkän pitoisuus/paine-eron johdosta sisätiloista rakennusvaipan läpi kohti ulkoilmaa. Jos rakenteen läpi diffuusiolla kulkeva vesihöyry kohtaa rakenteessa kylmän kastepistelämpötilan alapuolella olevan tiiviin pinnan, voi kosteus tiivistyä vedeksi. Diffuusio tapahtuu ilman ilmavirtoja.

Kaikki rakennusvaipan materiaalit läpäisevät jonkin verran vesihöyryä. Kosteuden siirtyminen ulkoseinä- ja yläpohjarakenteisiin estetään tiiviillä ja jatkuvalla rakennusvaipan sisäpinnan läheisyyteen

asennettavalla höyrynsululla. Kosteuden tiivistymistä vaipparakenteeseen ei yleensä synny, kun rakenteen eristysarvosta 2/3 sijaitsee höyrynsulun ulkopuolella.

#### 1.1.4 Kapillaarinen kosteus

Kapillaarisuus tarkoittaa nesteen kykyä siirtyä huokoisessa materiaalissa huokosalipaineen vaikutuksesta. Tämä ilmiö esiintyy yleisesti esimerkiksi maaperässä.

Samalla tavalla kuin vesi nousee ohuessa putkessa ylöspäin painovoimaa vastaan, nousee vesi ylöspäin myös maaperän huokosissa tai maaperän hiukkasten välisessä tilassa. Veden nousukorkeus riippuu huokosten koosta.

Kapillaarinsuuta esiintyy yleisesti perustuksen anturassa ja kapillaari-imua ulkoeristyksen takana. Kapillaarisuutta voidaan estää tukkimalla tai suurentamalla huokokset.

## 1.2. ”HENGITTÄVÄN RAKENTEEN” MYTTI

”Hengittävä rakenne” on määrittelemätön, epämääräinen ja väärinymmärretty ilmaisu. Sitä käytetään laajalti markkinoinnissa luomaan kuvaa vihreästä tai perinteisestä ei-muovisesta rakenteesta tai materiaalista. Ilmaisulla viitataan mm. ilman/kaasun kulkuun rakennekerrosten läpi tai rakenteiden kykyyn tasapainottaa sisäilman kosteutta. Näitä molempia ilmiöitä on kuitenkin tarkasteltava erikseen.

#### 1.2.1 Ilmavuodot

Vaikka ns. hengittävät rakenteet voivat läpäistä ilmaa/kaasua, ne eivät voi korvata jokaisen rakennuksen tarvitsemää asianmukaista ilmanvaihtoa. Itse asiassa ilmaa vuotava rakennusvaippa vaikeuttaa tuulen sekä sisä- ja ulkoilmalämpötilaerojen aiheut-

taman paine-eron hallintaa ja sotkee näin painovoimaisen ilmanvaihdon toimivuutta. Hallitsematon ilmanvaihto voi johtaa huonoon sisäilman laatuun, alhaiseen lämpöihtiivyyteen ja ei-toivottuihin energiahäviöihin.

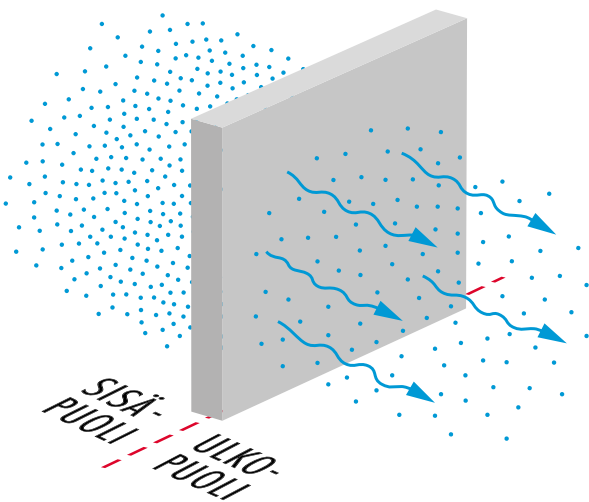
Useiden tutkimusten mukaan ilmatiivis rakennusvaippa on ensiarvoisen tärkeä energiatehokkaiden rakennusten hyvän sisäilmalaadun varmistamiseksi. Ilmaa vuotavat rakenteet ovat ei-toivottuja, eivätkä ne liity mitenkään hengittävien rakenteiden mahdollisiin positiivisiin vaikutuksiin, kuten esimerkiksi sisäilman kosteuden puskurointi.

#### 1.2.2 Sisäilmankosteuden puskurointi

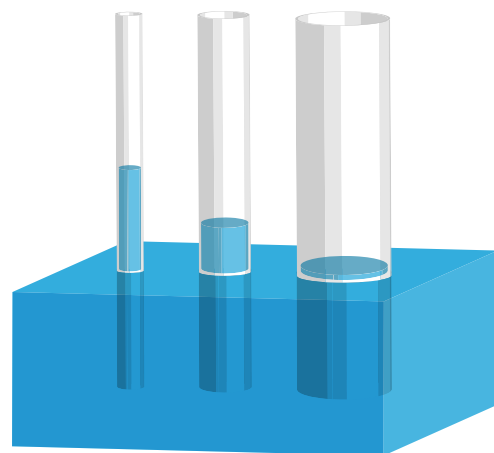
Suoraan sisäilmaan kosketuksissa olevat hygroskooppiset pinnat voivat toimia sisäilman suhteellisen kosteuden tasaajina. Tätä tasaamista kutsutaan *kosteuden puskurointivaikutukseksi*. Pintamateriaalien kyky puskuroida sisäilman kosteuskuormia vähentää kosteuden tiivistymisvaaraa rakenteissa.

Koska sisäilman kosteuden puskurointi tapahtuu sisäilmaa vasten olevissa materiaalikerroksissa, voidaan ilmiötä hyödyntää myös höyrynsulullisissa rakenteissa, joissa käytetään hygroskooppisen rakennuslevyn alla höyrynsulkuna PE-kalvoa tai alumiinipaperia.

Monessa tapauksessa hygroskooppisen materiaalin kosteuden puskurointikyky vähenee huomattavasti tai jopa loppuu kokonaan, mikäli materiaalin pinta on käsitelty (esim. maalit, tapetit tai muut vuoraukset). Huonetilojen sisäpintoina käytettävien materiaalikerrosten tiiviyydestä ja sisäilman alhaisesta kosteuspitoisuudesta johtuen on siis todennäköisempää, että huoneen tekstiilit ja kalusteet puskuroivat enemmän kosteutta sisäilmasta kuin mitkään rakennusmateriaalit.



Diffuusio



Kapillaarinen kosteus

## 2. KOSTEUS JA RAKENNUSVAIPAN SUUNNITTELU

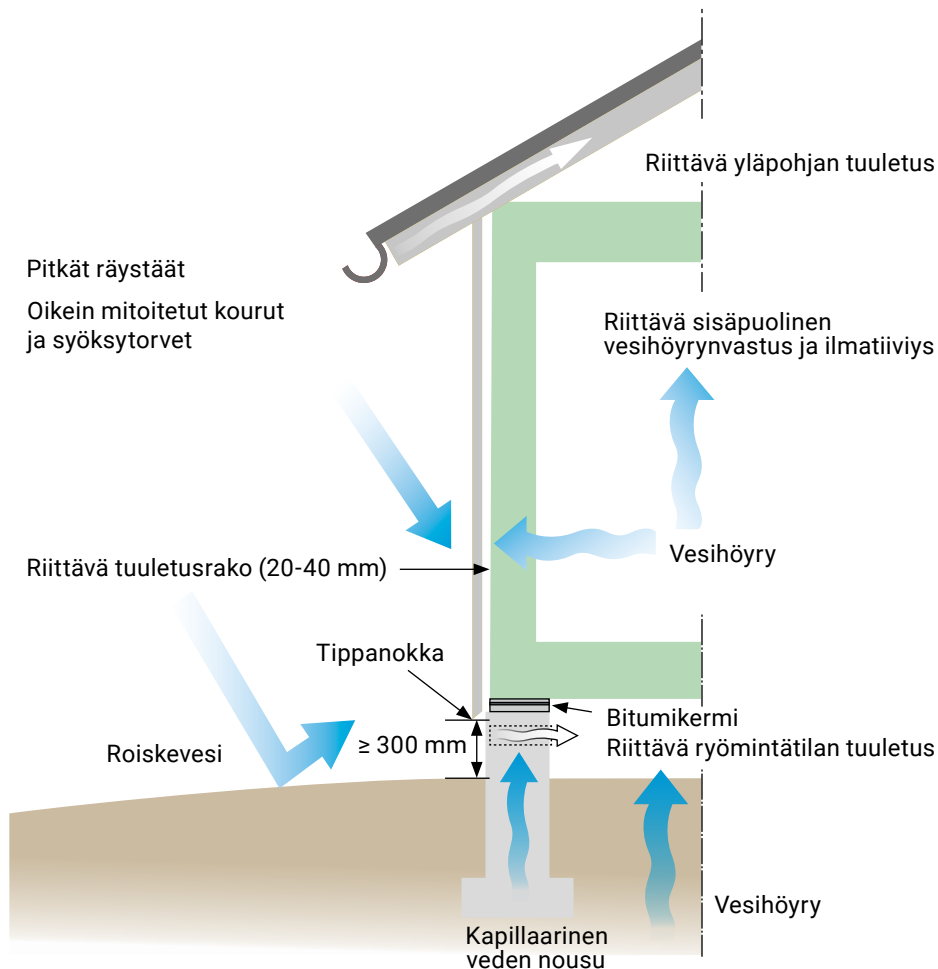
Rakennusten liiallisesta kosteudesta aiheutuvat vauriot ja vaurioiden aikaansaamat terveysongelmat voivat tulla kalliiksi. Ylimääräinen vesi rakenteessa on yleensä melko helppo havaita, mutta monet kosteudesta johtuvat ongelmat eivät ole niin ilmeisiä. Kosteusvaurion syy voi olla monimutkainen ja vaikeasti määritettävissä.

Hyvä kosteudenhallinta on rakennuksen moitteettoman toimivuuden perusta. Hyvin suunniteltu rakennusvaippa suojaa asukkaita haitallisilta terveysvaikutuksilta ja rakennusta fyysikaalisilta ja kemiallisilta vaurioilta. Kosteudenhallinta ei edellytä, että kaikki on täysin kuivaa, mutta kaikki herkät materiaalit on pidettävä tarpeeksi kuivina ongelmien välttämiseksi. Rakenteiden kosteusongelmien yleisimmät syyt ovat maaperän kosteus, sateet tai rakennuksessa käytetty vesi. Kosteudenhallinta on oleellinen osa rakennuksen suunnittelua ja onneksi siihen liittyvät suunnittelusäännöt ovat melko yksinkertaisia:

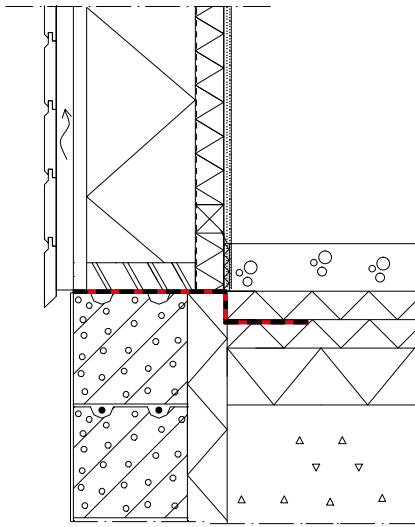
- **Varmista, ettei kosteus pääse rakenteisiin ja**
- **Varmista oikeilla materiaalivalinnoilla, että rakenteissa oleva kosteus pääsee kuivumaan**

### 2.1 PERUSTUKSET

Kapillaarisesti nousevan maakosteuden hallinta suojaa perustuksia ja alapohjarakenteita kosteudelta. Hyvä sorapohjainen rakennuspaikka helpottaa oleellisesti maakosteuden hallintaa. Valitettavasti maaperän osalta parhaat rakennuspaikat on monesti jo rakennettu, joten rakennuksia joudutaan perustamaan myös heikommille maa-aineksille. Maaperä muokataan rakentamiseen soveliaaksi massanvaihdolla.



**Rakennuksen kosteuslähteet**



### Kapilaarikatko

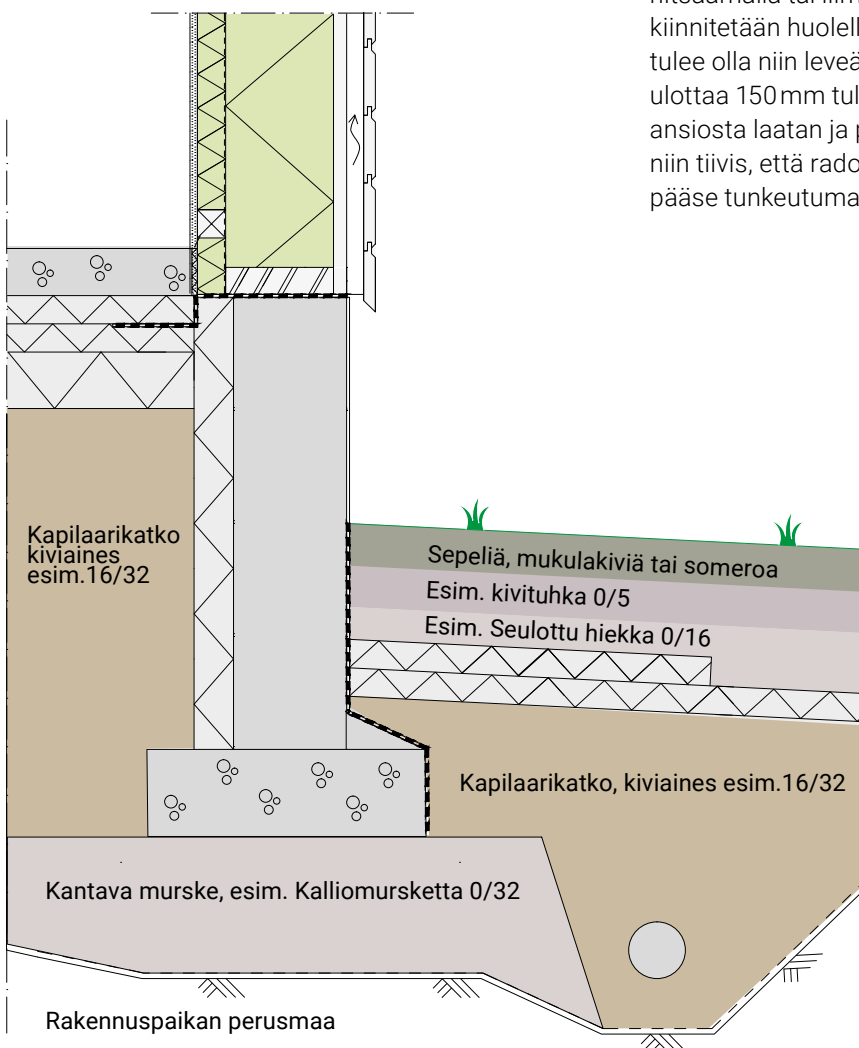
Rakennuksen pohjalaatan alle ja perustusten ympärille tehdään erilaisten maakerrosten avulla maaperän kosteuden nousua estävä kapilaarikatko (esim. sorakerros, raekoko 16/32). Alla olevassa kuvassa havainnollistetaan perustusten ja alapohjien alla käytettäviä sora- ja hiekkakerroksia.

Perustusten anturan ympärille asennetaan reiätetty salaojaputkisto keräämään pinnanalaista vettä. Salaojaputkiston tehtävänä on kuljettaa putkiin kerääntynyt vesi esim. salaojakaivoihin ja sitä kautta pois rakennuksen läheisyydestä.

Korkealla oleva pohjavesi voi aiheuttaa huomattavia ongelmia perustuksille ja estää esim. kellarikerroksen rakentamiseen.

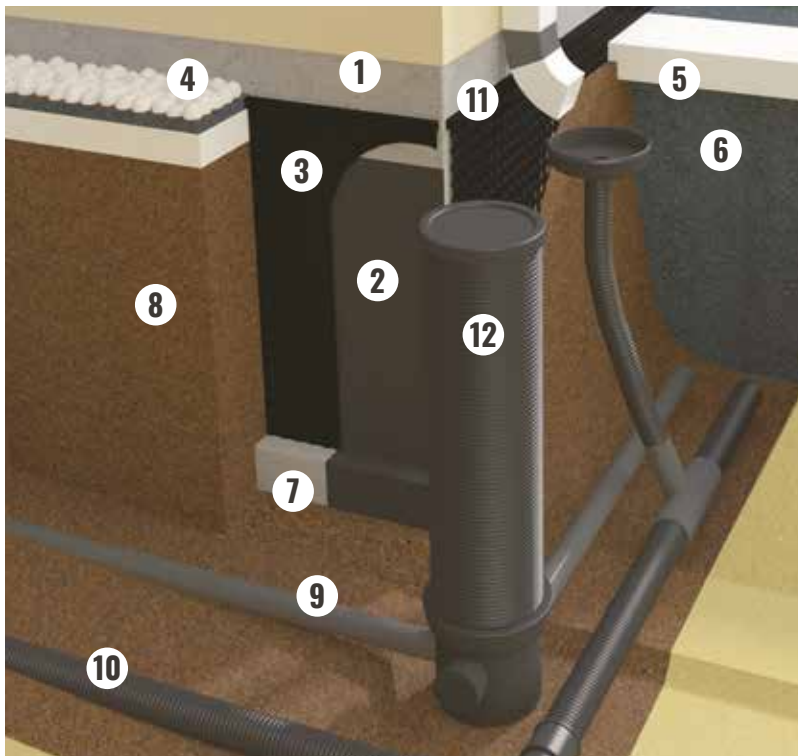
Viereisellä sivulla oleva kuva havainnollistaa maaperän kosteudenhallintaan liittyviä vedenpoistojärjestelmiä. Sadeveden johtamiseksi pois rakennuksen vierestä suositellaan maan kallistamista 1:20 kaltevuuteen rakennuksesta poispäin 3 metrin matkalla (n. 15 cm 3 metrin matkalla).

Kun perustukset ovat valmiit, on perustusten ja tulevan seinärakenteen väliin asennettava kosteuden siirtymistä estävä kapilaarikatko. Kapilaarikatko voidaan tehdä soveltuvasta bitumikermistä hitsaamalla tai liimaamalla. Bitumikermikaista kiinnitetään huolellisesti perustuksen päälle. Kaistan tulee olla niin leveä, että sen toinen reuna voidaan ulottaa 150mm tulevan lattialaatan alle. Bitumikermien ansiosta laatan ja perustusten liitoksesta saadaan niin tiivis, että radon ja muut epäpuhtaudet eivät pääse tunkeutumaan maaperästä rakennukseen.



### Maa-aineskerrokset kosteudenhallinnan osana





1	Perusmuuri
2	Vedeneristys
3	Patolevy
4	Maanpinta
5	Routaeristys
6	Täyttösora
7	(Suodatinkangas)
8	Hiekka/sora
9	Salaoja
10	Sadevesijärjestelmä
11	Patolevyn reunalista
12	Salaojan tarkastuskaivo

### Salaoja- ja sadevesiputket

## 2.2 ROUTA- JA LATTIAERISTYS

Maan routiminen tarkoittaa pakkasen aiheuttamaa maanpinnan kohoamista, joka johtuu jäätyvän veden tilavuuden muutoksista maaperässä. Mitä enemmän vettä maaperässä on jäätymissyvyydellä tai mitä suurempaa on kapillaarinen veden kulkeutuminen kohti maanpintaa, sitä suurempaa on routiminen. Hallitsemattomana routiminen voi kylmissä ilmastoissa aiheuttaa vakavia vaurioita perustuksille, rakenteille ja pihan pinnoille.

Maanalaiset sorasta tai salaojista rakennetut kapillaarikatkot auttavat pitämään veden poissa perustusten läheisyydestä, mutta ne eivät estä maaperän huokosissa olevan vesihöyryn liikkumista ylöspäin

diffuusion välityksellä. Siksi maan jäätyminen on estettävä perustusten ympärillä käyttämällä routaeristeitä. Tarvittavan routaeristuksen määrä riippuu mm. rakennuksen sijainnista, ilmastosta ja rakennuspaikasta.

Maan jäätyneen syvyys vaihtelee hyvin ohuesta kerroksesta jopa yli 2 – 3 metrin syvyyteen pohjoisilla alueilla. Mitä kylmempi ympäristö, sitä enemmän eristettä tarvitaan. Routaeristys asennetaan perustusten ulkopuolelle perustussuunnittelijan ohjeiden mukaan. Rakennusten kulmien ulkoreunoille asennetaan ~40% enemmän eristettä kuin sivuille.

Kivillä ei ole routaeriste. Jos kivillaeristeen eri puolilla ei ole riittävää lämpötilaeroa, kivillaeristeen sisällä oleva ilman kosteus tasaantuu maaperän huokosten suhteellisen kosteuden tasolle. Tämä

Ilma: Pakkanen



Routanousu

huokosissa oleva kosteus on alttiina jäätymiselle maan lämpötilan laskiessa nollan alapuolelle. Routasuojaukseen suosittelemme esim. suulakepu-ristettua solumuovia (XPS).

Myös perustukset vaativat lämmöneristysten. Eristeet asennetaan joko perusmuurin ulkopuolelle, sisäpuolelle tai keskelle. Perustuksiin liittyvä lattiarakenne on yleensä tuulettuva alapohja tai eristekerroksen päälle valettu maanvarainen betonilaatta.

### **Tuulettuva alapohja:**

Tuulettuvaa alapohjaa suunniteltaessa on varmistettava, ettei vesi pääse rakennuksen alle ja että ryömintätilassa on tarvittava luonnollinen ilmanvaihto. Ryömintätilan maaperässä ei saa olla rakennusjätteitä eikä tilassa saa säilyttää orgaanisia materiaaleja maaperän hyvin korkean kosteuspitoisuuden aiheuttaman homeriskin vuoksi (maaperän huokosilman suhteellinen kosteus on yleensä 100 RH %).

Tuulettuva alapohja rakennetaan samalla periaatteella kuin ulkoseinä. Alapohjan alla olevassa ilmatilassa ja maaperässä olevan korkean kosteuspitoisuuden vuoksi rakenteen alimpana kerroksina käytettävien tuulensuojalevyjen tulee olla hyvin tuettuja ja kosteudenkestäviä.

### **Maanvarainen betonilaatta:**

Rakennuksen alapohja on yleensä joko maanvarainen tai osittain perustusten varaan valettu betonilaatta. Lopullisen lattian pinnan tulisi olla aina vähintään 30 cm maanpintaa korkeammalla.

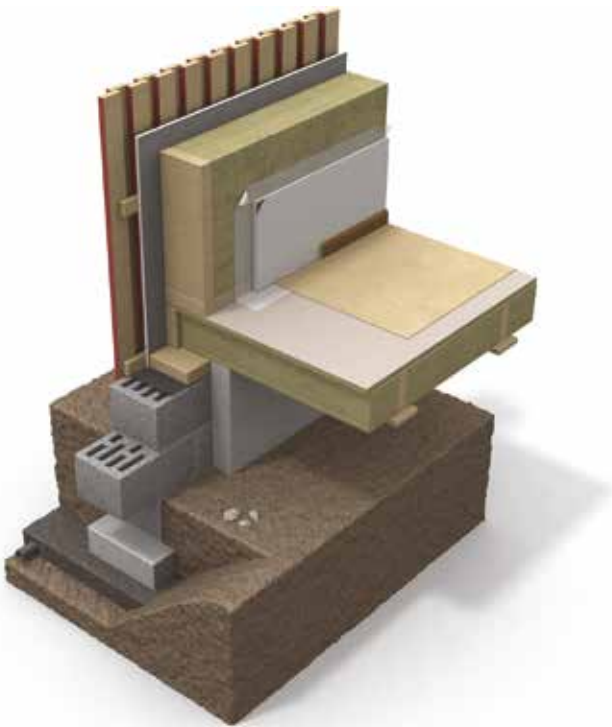
Lämmöneristys voidaan asentaa joko laatan ylä- tai alapuolelle. Eristekerroksen sijainti valitaan rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan. Jos rakennus on jatkuvassa käytössä, asennetaan eristekerros yleensä betonilaatan alapuolelle, jotta laatan massiivisuus voidaan hyödyntää lämmön varaamisessa.

Alapohjissa kosteuden siirtyminen tapahtuu joko yhteen tai kahteen suuntaan; diffuusiolla ja kapillaarisesti.

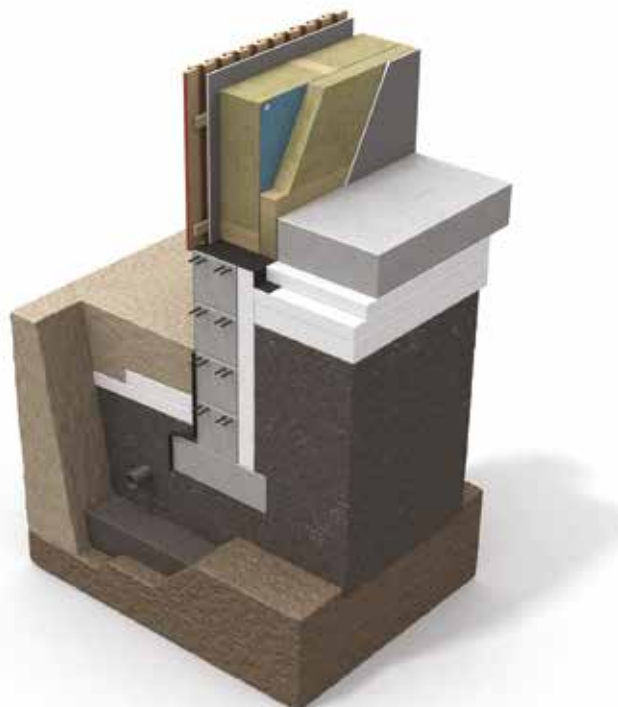
Betonissa olevan rakennuskosteuden on päästävää valun jälkeen poistumaan rakenteesta joko alaspäin, jolloin rakenteessa ei saa olla höyrynsulkuna toimivaa kerrosta tai ylöspäin, jolloin laattaa ei saa pinnoittaa höyryä läpäisemättömällä pinnoitteella ennen betonin kuivumista.

Mitä vähemmän eristettä alapohjassa on, sitä lämpimämpi on maaperä. Kun maaperän lämpötila ja sen myötä vesihöyryn pitoisuus laatan alla kohoaa, voi diffuusion suunta rakenteessa muuttua ja kosteus siirtyä maaperästä kohti sisätilaa. Näin tapahtuu yleisesti kesäaikana, jolloin sekä sisäilma että maaperä ovat muihin vuodenaikoihin nähden lämpimiä.

Kosteusturvallinen ratkaisu saadaan aikaiseksi kunnollisella alapohjan eristämällä. Laatan alla olevan lämmöneristekerroksen tulee olla niin paksu, että eristeen sisä- ja ulkopuolisen pinnan välinen lämpötilaero on riittävän iso (sisätilan lämpötila on riittävästi korkeampi kuin eristeen alapinnan lämpötila). Sisätilan lämpötila on pidettävä aina sellaisella tasolla, että rakenne toimii suunnitellusti siten, että rakenteen kosteuspitoisuudet eivät ylitä kriittisiä tasoja minään vuodenaikana.



**Tuulettuva alapohja**



**Maanvarainen betonilaatta**

Eristekerroksen alla tulee olla riittävän paksu kapillaarisen kosteuden nousun katkaiseva maa-aineskerros. Myös lämmöneristekerroksen tulee toimia kapillaarikatkona. Kapillaarinen kosteuden nousu on lämpötiloista riippumaton ilmiö.

Lattialaatan alle asennettaville lämmöneristeille asetetaan myös mekaanisia vaatimuksia, joten pelkillä kosteusominaisuuksilla eristevalintaa ei voi tehdä.

### **Kellarikerroksen seinät:**

Turvallisin tapa eristää kellarikerroksen seinät on tehdä se rakenteen ulkopuolelta. Antura ja maanalainen seinärakenne (betoni, harkot jne.) on suojattava ulkopuoliselta kosteudelta vesitiiviillä bitumikerroksella tai vastaavalla ratkaisulla. Jos kellarikerros on tehty harkoista, tasoitetaan ulkopuolen pinta laastilla ennen vesitiiviin kermin asentamista.

Lämmöneriste asennetaan vesitiiviin kerroksen ulkopuolelle.

Kellariseinän sisäpinnan on oltava vesihöyryä läpäisevä, jotta rakennuskosteus pääsee kuivumaan sisätiloihin päin.

Kellarikerroksen seiniä rakennettaessa on tärkeä varmistaa, että ulkopuolelta tuleva kosteus ei pääse tunkeutumaan vesitiiviin kerroksen taakse.



**Kellarikerroksen seinät**

## **2.3 ULKOSEINÄT**

Ulkoeristyksellä on haasteellinen tehtävä suojata rakenteita viistosateen tai lumimyrskyn eri suunnista työntämältä kosteudelta. Siksi on tärkeää, että tämän "sadetakin" kaikki detaljit ja liitokset on hyvin suunniteltu ja asennettu.

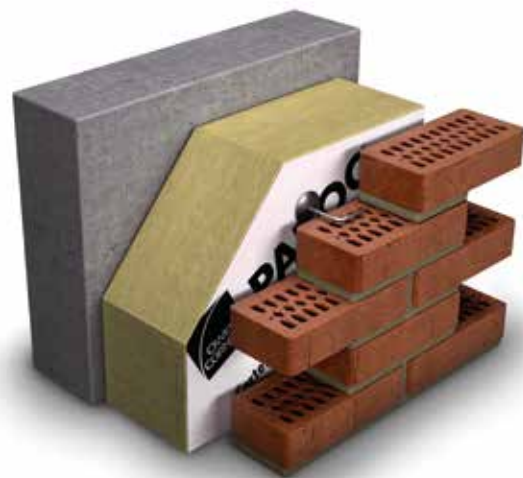
### **Tuulettuvat julkisivut**

Tuulettuvassa ulkoseinässä julkisivuverhouksen takana olevan tuuletusvälin tehtävänä on poistaa julkisivuverhouksen läpi tai diffuusion välityksellä rakenteesta ulospäin siirtyvä kosteus.

Tuuletusvälin toiminta on riippuvainen julkisivuverhouksen ala- ja yläosaan tehtävistä tuuletusraoista sekä ilman esteettömästä liikkumisesta tuuletusvälissä. Ylöspäin liikkuva ilmavirta kuivattaa tuuletusvälin pinnoilla olevan kosteuden.

Koska ulkoeristys ei ole koskaan täysin tuulitiivis ja tuuletusvälin ilmavirta voi joissakin tapauksissa olla hyvin voimakas, tulee huokoinen lämmöneriste suojata ilmavirroilta tiiviimmällä tuulensuojakerroksella. Tuulensuojan tulee olla riittävän ilmatiivis ja vesihöyryä läpäisevä, jotta kerroksella ei estetä rakenteiden kuivumista sisältä ulospäin. Yleinen peukalosääntö on, että tuulensuojan tulee olla viisi kertaa vesihöyryä läpäisevämpi kuin höyrynsulun (1:5). Kuivumisen mahdollistamiseksi ulkovaipparakenne tulee aina suunnitella ulospäin "harvenevaksi".

Jos julkisivun takana käytetään palokatkoja, tulee ne suunnitella niin, että tuuletusvälin ilmavirta ei esty. Suunnittelussa on myös varmistettava, etteivät palokatkot kerää tuuletusrakoon päässyttä vettä palokatkon päälle ja kastele sitä kautta muita rakenteita.



**Tuulettuva julkisivu**

Ulkoseinärakenteen sisäpuolen tulee olla ilma- ja vesihöyrytiivis, jotta sisäilmassa oleva kosteus ei pääse kastelemaan rakenteita diffuusion kautta. Rakenteen sisäpinnan läheisyydessä olevan höyrynsulun tulee muodostaa tiivis sisäkerros koko rakennusvaippaan. Erityistä huolellisuutta vaaditaan mm. rakenneliittymien ja saumojen kohdalla.

Massiivirakenteisissa ulkoseinissä ei tarvita erillistä höyrynsulkua, mutta niiden liittymien ja saumojen tiiviydestä tulee huolehtia samaan tapaan kuin höyrynsulullisissa rakenteissa.

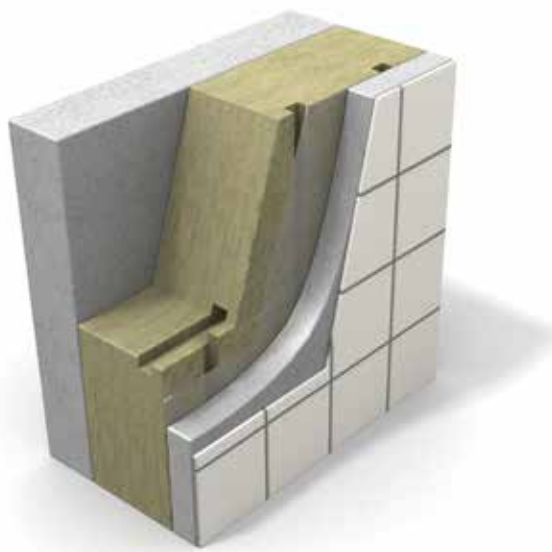
### Betonielementit

Tuore betoni sisältää ~150 kg/m<sup>3</sup> (100% RH) vettä. Ennen betonirakenteen päällystämistä tulee rakenteen kosteuspuolisuuden laskea riittävän alhaiseksi - yleensä tasoon 80 – 85% RH - joka vastaa noin 85 – 93 kg/m<sup>3</sup> vettä. Liian aikainen höyrytiivien kerrosten asentaminen kostean betonin päälle voi aiheuttaa mm. kemiallisia reaktioita, joissa muodostuu korkeita sisäilman laadulle haitallisia VOC -päästöjä.

Käytettävän lämmöneristeen tiiviydellä on suuri vaikutus kantavan sisäkuorielementin kuivumisaikaan. Huokoinen eriste mahdollistaa betonin kuivumisen sekä rakenteen sisä- että ulkopuolelle.

Jos betonisandwichelementtien ulkopinta tehdään normaalia höyrytiivimmäksi (esim. laatoitetaan), suositellaan elementtien lämmöneristeeiksi uritettua kivillaeristettä rakenteen nopeamman kuivumisen varmistamiseksi.

Vaikka lämmöneriste altistuukin betonielementtien valu- ja kuivumisvaiheessa suurelle määrälle kosteutta, muodostaa tuore betoni ympärilleen sellaiset pH-olosuhteet, etteivät mikrobit / home pysty niissä elämään. Sama koskee myös rapattuja rakenteita.



**Betonielementti**

### Rapatut julkisivut

Lämpörapattujen ulkoseinien kosteustekninen suorituskyky perustuu rappauskerroksen riittävään vedenkestävyyteen ja vesihöyrynläpäisevyyteen. Kun rappaus ja siihen liittyvät liitosdetaljit ovat kunnossa, toimii rakenne hyvin.

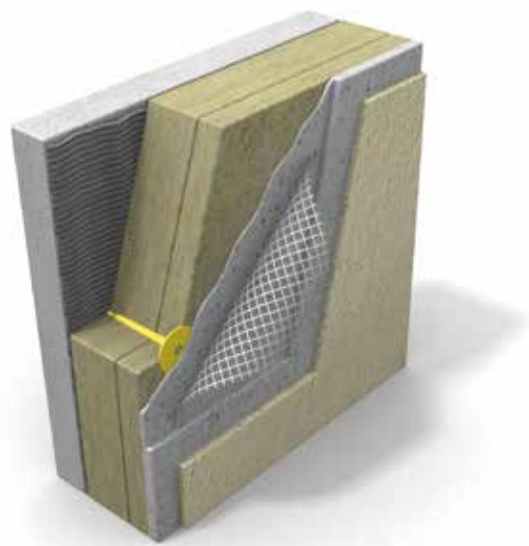
Kantavan betonirakenteen kuivumismekanismit ovat lähes samanlaiset betonisandwichelementtien kanssa. Betonin sisäkuori kuivuu huomattavasti nopeammin huokoisen eristekerroksen läpi.

### PAROC kivilla ulkoseinissä

Kivilla on ihanteellinen eristysmateriaali erilaisiin seinärakenteisiin. Se on helppo ja nopea asentaa yksinkertaisilla työkaluilla ilman erillistä tiivistystä vaativia koloja ja rakoja. Myöskään kiinnikkeiden irrotus ei jätä niihin pysyviä vaurioita.

Kivillaeriste kestää aikaa: se säilyttää mittansa erilaisissa ilmasto-olosuhteissa ja lämpötiloissa eivätkä sen kosteusominaisuudet muutu rakennuksen elinkaaren aikana.

Etenkin betonirakenteissa käytettävien lämmöneristeen valinnalla on väliä. Kivillaeristeen avoimen huokosrakenteen ansiosta betonielementin kantava sisäkuori kuivuu huomattavasti nopeammin kuin käytettäessä tiiviitä lämmöneristeitä. VTT:llä teetetyistä simuloinneista käy ilmi, että käytettäessä kivillaeristettä, kantava betonikuori saavuttaa 85% RH kosteustason noin 140 päivässä, kun taas tiiviimmät eristemateriaalit, kuten EPS ja PIR, saavuttavat 85% RH:n tason noin 460 – 470 päivässä. Vielä näitäkin tiiviimpi alumiinipinnoitteinen PIR -eriste saavuttaa riittävän kosteustason noin 715 päivässä.\* Suuri ero kuivamisajoissa tarkoittaa luonnollisesti suuria säästöjä projektiajoissa sekä kustannuksissa.



**Rapattu julkisivu**

Eriste	Ulkoseinärakenne	Kuivumisaika, 85 % RH	Pinnoituskuiva sisäpinta	Kuivumisaika, 80 % RH
<b>Paroc kivivilla,</b> 220 mm	BSW	135 vrk	~4,8 kk	342 vrk
	Ohutrappaus	125 vrk		184 vrk
	Tuuletettu julkisivu	178 vrk		336 vrk
<b>EPS,</b> 220 mm	BSW	474 vrk	~16kk	756 vrk
	Ohutrappaus	457 vrk		707 vrk
	Tuuletettu julkisivu	514 vrk		808 vrk
<b>PIR,</b> 170 mm	BSW	458 vrk	~15,4 kk	621 vrk
	Ohutrappaus	440 vrk		701 vrk
	Tuuletettu julkisivu	490 vrk		762 vrk
<b>PIR</b> (alumiinipinta), 170 mm	BSW	716 vrk	~23,8 kk	913 vrk
	Ohutrappaus			
	Tuuletettu julkisivu			
<b>Fenolivaakko,</b> 130 mm	BSW	402 vrk	~13,7 kk	493 vrk
	Ohutrappaus	392 vrk		486 vrk
	Tuuletettu julkisivu	441 vrk		541 vrk

### **120 mm vahvuisen betonisen sisäkuoren kuivumisaika käytettäessä erilaisia eristemateriaaleja.**

Ulkona rakennettaessa lämmöneristekerroksen uloin pinta saattaa joskus altistua viistosateelle rakennuksen ulkoseinän asennusvaiheessa. VTT:llä teetetyn tutkimuksen ja simulointien mukaan viistosateelle alttiina oleva suojaamaton kivivillaeriste ulkoseinässä ei aiheuta kosteuskertymää rakenteisiin edes neljän kuukauden mittaisella tarkastelujaksolla. Sateelle alttiina ollut kivivillaeristeen pinta kuivuu nopeasti sateen loputtua.

Viistosateesta voi kuitenkin aiheutua riskejä rakennusvaiheessa olevalle rakennukselle. Tämä johtuu sateelle altistuvassa materiaalikerroksessa olevista saumoista ja liittymistä, joiden kautta vesi voi päästä eristekerroksen taakse syvemmälle rakenteeseen. Tämä kosteusriski on aina olemassa eristemateriaalista riippumatta.

Huokoinen, diffuusioavoin kivivillaeriste mahdollistaa kastuneen rakenteen tehokkaan kuivumisen sateen jälkeen. Tämä lisää rakenteiden vikasietoisuutta tilanteissa, joissa kosteusaltistus on lyhytaikainen. Kivivilla ei sulje eristeen taakse kulkeutunutta kosteutta rakenteeseen.

Kosteus ei voi tiivistyä kivivillakerrokseen. Mikäli sisäilman kosteus pääsee eristekerrokseen rakojen tai reikien kautta, ilman sisältämän kosteuden tiivistymisen tapahtuu seinärakenteessa vasta ensimmäiseen ilmatiiviiseen kerrokseen eristekerroksen ulkopuolella, jonka lämpötila on kastepisteen alapuolella.

Kivivilla ei peittele kosteusvaurioita. Rakenteeseen päässyt vesi ei sitoudu eristeisiin vaan valuu yleensä eristeiden läpi paikkaan, josta se voidaan havaita nopeasti. Kun vika havaitaan nopeasti, voidaan se myös korjata nopeasti. Nopeilla toimenpiteillä ehkäistään laajat rakennevauriot ja estetään homeen muodostuminen.

Kivivilla on hydrofobinen eli nestemäistä vettä hylkivä. Se ei myöskään ime vettä ympäröivästä ilmasta edes äärimmäisen korkeassa suhteellisessa kosteudessa (RH98%). Tämä on etu, sillä vain kuiva eriste toimii suunnitellusti.

\* [Lähde: Tutkimusraportit VTT-R-04783-17 ja VTT-R-05677-17]

## 2.4 YLÄPOHJA

Vesikattorakenteet estävät sadeveden pääsyn talon rakenteisiin. Riittävä kattokaltevuus ja pitkät räystäät ovat hyvä lähtökohta suunnittelulle. Kattojen vuodot tapahtuvat yleensä katon läpivientien, kuten tuuletusputkien, savupiippujen tai kattoikkunoiden kohdilta. Näiden ympärillä olevat peitelistat ja tiivistysaumat voivat ajan saatossa vaurioitua ja vuotaa.

Kosteus pääsee kattorakenteisiin kolmella eri tavalla:

1. Asennuksen aikana: sateen ja kosteiden rakennusmateriaalien kautta
2. Ilmavuodon kautta: sisäilman kosteus siirtyy rakennuksen sisäpuolelta kattorakenteisiin tukirakenteiden tai höyrynsulussa olevien rakojen kautta
3. Katemateriaalin vaurioitumisen seurauksena

### Tuulettuva yläpohja

Yläpohjan riittävän kosteudenpoiston varmistamiseksi, tulee lämmöneristekerroksen yläpuolella olevan tuuletustilan olla riittävän korkea; 200 mm korkea, jos katon kaltevuus on <1:20 ja vähintään 100 mm korkea tätä jyrkemmissä katoissa.

Tuuletustilan toiminta perustuu harjalle asennettävien poistoilma-aukkojen ja räystäälle sijoitettavien korvausilma-aukkojen väliseen rakenteita kuivattavaan ilmavirtaan tuuletustilassa. Kun tuulensuojaton lämmöneristekerros asennetaan vaakatasoon, on räystäällä hyvä käyttää tuulenhajaimia ohjaamaan korvausilma oikeaan suuntaan. Tuulenhajaimien yläpuolella olevien korvausilma-aukkojen tulisi olla vähintään 50 mm korkeat riittävän ilmavirtauksen takaamiseksi.

Mikäli vesikate ei ole tiivis (esim. tiilikate), tulee



**Tuulettuva yläpohja**

katteen alle asentaa aluskate suojaamaan rakenteita katteen saumoista läpi pääsevältä kosteudelta. Aluskate tulee tiivistää katon läpivienteihin.

Sisäilman diffuusion vaikutus on yläpohjarakenteessa yleensä voimakkaampi kuin ulkoseinärakenteissa. Tämän johdosta yläpohjarakenteiden sisäpuolella tulisi aina käyttää höyrynsulkumuovia. Saumattomasti seinärakenteesta kattoon jatkuva höyrytiivis kerros, jossa kaikki saumat, putket ja liitokset on tiivistetty huolellisesti, on hyvin oleellinen yläpohjan kosteusturvallisuuden kannalta.

### Loivat katot

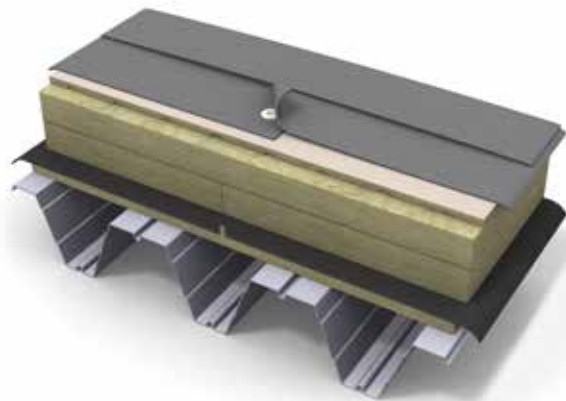
Loiva katto on kattorakenne, jonka kaltevuus on hyvin matala, yleensä luokkaa 1:10 – 1:80. Tätä loivempia kattoja ei tulisi suunnitella sillä niiden vedenpoisto on erittäin hankala järjestää.

Kosteuden kannalta loivan katon kriittisimmät komponentit ovat katemateriaali, aluskermi / -kate sekä räystäät, jotka suojaavat rakennusta sateelta. Sisäpuolella tiivis ja jatkuva höyrynsulku estää sisäilman kosteuden pääsyn rakenteeseen.

Loivan katon kantava alusrakenne tehdään yleensä TT-laatasta, profiilipelistä, teräsbetonilaatasta tai ontelolaatasta.

Tehokas lämmöneristys muodostuu kolmesta tai neljästä limittäin asennetusta eristekerroksesta. Alin eristekerros on yleensä melko ohut ja se muodostaa tasaisen alustan höyrynsululle. Tasaisen ja elämättömän kivivilla-alustan ansiosta höyrynsulku pysyy ehjänä asennusaikana sekä myös pienten rakenneliikkeiden aikana.

Kaikki yläpohjan läpiviennit tulee tiivistää huolella sekä aluskermiin että höyrynsulkuun.



**Loiva katto**

## PAROC kivivilla yläpohjarakenteissa

Aikataulu- ja budjettirajoitusten johdosta, yläpohjarakenteiden asennustöitä ei aina päästä suorittamaan aurinkoisissa ja kuivissa sääolosuhteissa. Joskus sataa vettä tai lunta, jolloin kaikkien säälle altistuneiden rakenteiden ja materiaalien kosteustaso nousee. Loivien kattojen asennustöissä onkin hyvä edetä vain sellainen alue kerrallaan, joka voidaan suojata helposti mahdollisilta sadekuuroilta.

Parocin tuulettuva lämmöneristejärjestelmä kuivattaa rakennusaikaisen kosteuden yläpohjarakenteesta eristekerroksessa olevien tuuletusurien kautta ulos. Eristekerroksen yläosassa sijaitsevien tuuletusurien ilman lämpötila on yleensä 5 astetta lämpimämpi kuin ulkoilman lämpötila. Lämmin ilma pystyy sitomaan itseensä suuren määrän kosteutta ja kuljettamaan sen ilmvirran mukana ulos rakenteesta tuuletusurien ja alipainetuuletinten kautta.

Tuulettuva eristysratkaisu soveltuu ainoastaan lämmitettyihin rakennuksiin. Kylmä- ja pakkasvarastojen loivissa katoissa tulee käyttää ei-tuulettuvaa ratkaisua, sillä kosteus saattaa pyrkiä lämpiminä kesäpäivinä tuuletusjärjestelmien kautta myös ulkoa sisälle.

Kivivillan diffuusiovastuskerroin ( $\mu$ ) on 1. Tämä tarkoittaa sitä, että vesihöyry liikkuu kivivillakerroksessa samalla tavalla kuin puhtaassa ilmassa. Huokoinen eriste ei näin ollen muodosta estettä syvimpienkään rakennekerrosten kuivamiselle.

## 2.5 RÄYSTÄÄT JA KATON VEDENPOISTOJÄRJESTELMÄT

Katon kaltevuus ja räystään pituus määrittelevät sen, kuinka hyvin sade saadaan ohjattua pois rakennusvaipan ympäriltä. Riittävän pitkällä räystäällä ja kattorakenteen kunnollisilla kaadoilla saadaan hyvä suoja sadetta vastaan.

Kaikki katolle satanut vesi on johdettava katon vedenpoistojärjestelmään riittäväillä kallistuksilla katto muodosta riippumatta. Vesi tulee johtaa alas katolta hallitusti syöksytörvien kautta suoraan sadevesikaivoihin, jotta vältytään julkisivuihin kohdistuvilta roiskeilta. Katon oikean vedenpoistojärjestelmän valintaan vaikuttavat mm. kattotyyppi, katon kaltevuus, keskimääräinen sademäärä, sadevesiviemärin nopeus jne.

## 2.6 SUUNNITTELUDETALJIT (SAUMAT JA MUUT LIITOKSET)

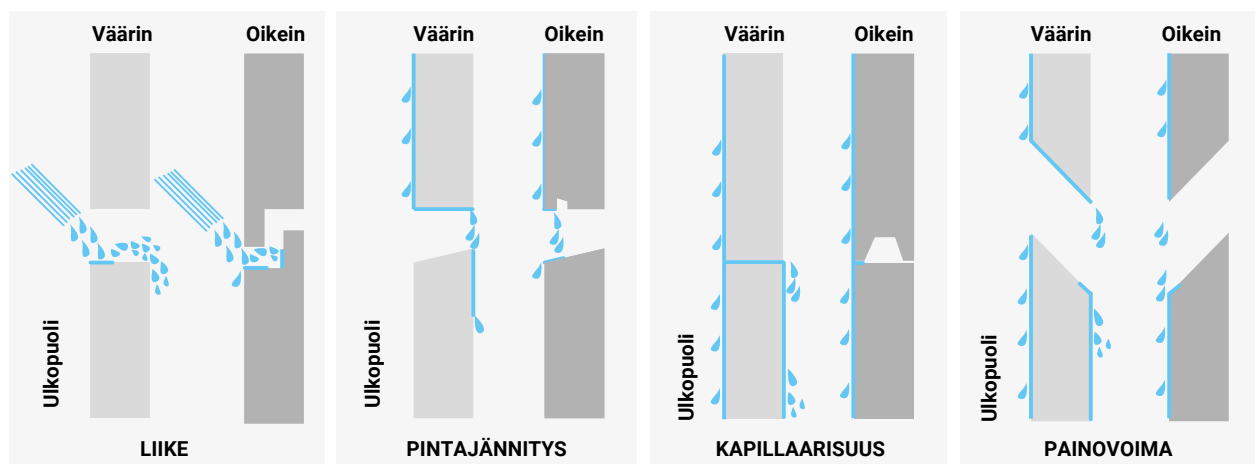
Julkisivujen levytykset, paneloinnit ja liittymät muihin rakenteisiin muodostavat yleensä erilaisia saumoja, joiden yksityiskohtaiseen suunnitteluun tulisi kiinnittää erityishuomiota. Joissakin tapauksissa nämä saumat tiivistetään yksinkertaisesti kittaamalla.

Sauman leveyden ja muodon lisäksi on otettava huomioon tiivistysmateriaalin elastisuus, jotta käytettävä tuote soveltuu sauman/levyjen mahdollisiin laajenemis- ja kutistumisliikkeisiin.

Käytettäessä julkisivujärjestelmiä, joissa saumat jäävät avoimiksi, on tärkeää selvittää, mitkä kosteudensiirtymismekanismit näissä tilanteissa esiintyvät ja miten saumakohtien detaljointi hoidetaan niin, että julkisivun esteettinen ilme ei kärsi.

Vaikka julkisivun takana oleva tuuletusväli hoitaakin julkisivuverhouksen läpi kulkeutuneen kosteuden kuivatuksen, saattaa itse verhoukseen kastua niin märäksi, että julkisivun ulkonäkö ja kestävyys kärsii. Ilmastoissa, joissa esiintyy jäätäviä sateita, jään muodostus julkisivuverhouksiin voi aiheuttaa jännitettä ja muodonmuutoksia rakenteisiin.

### Suunnitteludetaljit



## 2.7 ILMANVAIHTO JA PUTKISTOT

### Ilmanvaihto

Hyvä ilmanvaihto on perusedellytys sisäilman laadun ylläpitämiseksi ja sisäilmassa olevan ylimääräisen kosteuden poistamiseksi.

Sisätiloissa syntyy paljon näkymätöntä kosteutta; esimerkiksi ylimääräinen vesihöyry suihkussa käynistä tai ruuanlaitosta voidaan poistaa kosteudenpoistolla tai tehokkaalla ilmanvaihdolla. Suihkutilan ilmanvaihdon riittävyttä voi helposti tarkkailla pintojen kuivumisnopeuden kautta. Ellei, ilmanvaihto ei ole tarpeeksi tehokas, pinnat ovat kauan märkinä ja homekasvun riski lisääntyy.

Talvella sisäilma on kuivaa. Kun koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä tuo raikasta ulkoilmaa sisätiloihin (-10°C / RH95%), ilma lämmitetään laitteessa ensin +20 asteiseksi, jolloin sen suhteellinen kosteus laskee 95 prosentista 12 prosenttiin. Kun tämä kuiva ilma puhalletaan huonetiloihin, sitoo se itseensä kosteutta kaikilta huoneen pinnoilta. Esim. puumateriaaleissa tämä näkyy kutistumisena ja halkeiluna. Ihmisiin sisäilman liian alhaisella suhteellisella kosteudella on vastaavia terveysvaikutuksia kuin homeella; esim. silmiä, nenän ja kurkun ärsytysoireita

Ilmanvaihdon oikealla säädöllä on merkittävä vaikutus ulko- ja sisätilojen ilmanpaine-eroon. Korkeampi ilmanpaine sisätiloissa (ylipaine) työntää lämmintä ja kosteaa sisäilmaa seinä- ja kattorakenteisiin. Matalampi ilmanpaine sisätiloissa (alipaine) sen sijaan imee ilmaa ulkopuolelta rakennusvaipan läpi huokoisten rakennusmateriaalien, halkeamien ja rakojen kautta. Tämä rakenteiden läpi kulkeutuva vuotoilma kuivattaa rakenteita, mutta ei ole koskaan puhdasta.

Painovoimainen ilmanvaihto toimii tehokkaasti vain kylmissä ilmasto-olosuhteissa, koska sen toimivuus perustuu rakennusvaipan ja ulkoilman väliseen lämpötilaeroon sekä tuuliolosuhteisiin.

Koneellisen oikein säädetyt ilmanvaihtojärjestelmän tavoitteena on pitää sisäilmaolosuhteet parhaalla mahdollisella tasolla. Ilmanvaihdon oikea toiminta ja säädöt vaativat ilmatiiviin rakennusvaipan.

Koneellinen ilmanvaihtolaite toimii sähköllä. Valittavasti kiinteistönomistaja voi joskus energiatehokkuus- tai kustannussäästöystä kytkeä ilmanvaihdon ja lämmityksen pois päältä ajaksi, jolloin rakennus on tyhjillään (esim. viikonloput ja lomat). Näillä säästötoimenpiteillä saatetaan vaikuttaa haitallisesti rakennuksen kosteustekniseen toimintaan; jäähtyvän sisäilman kosteus saattaa tiivistyä rakenteisiin ja maaperän diffuusion suunta muuttua.

### Putkistot

Osa vedestä tuodaan rakennukseen tarkoituksella - vesijohtojen kautta. Putkistovuodot ovat yleisimpiä vesivahinkojen aiheuttajia. Vesivuoto voi olla vaikea havaita, etenkin jos putket ovat piilossa rakenteiden sisällä.

Putkistovuodot voivat tapahtua milloin vain. Niihin voidaan kuitenkin varautua suunnittelemalla putkien sijoittelun niin, että putkiston kunto on tarvittaessa helppo tarkistaa ja jo pienetkin viat korjata varhaisessa vaiheessa.

Putkivuodon syynä on usein putkien jäätyminen. Tämä voidaan estää putkien asianmukaisella lämmöneristyksellä. Kondenssieriste estää tehokkaasti kosteuden tiivistymisen kylmän vesiputken pintaan.

### PAROC kivivilla LVI-sovelluksissa

Lämpimissä tiloissa kulkevat eristämättömät kylmät vesiputket ja ilmanvaihtokanavat voivat "hikoilla". Tällöin putkea ympäröivän lämpimän ilman sisältämä kosteus tiivistyy putken tai kanavan kylmään ulkopintaan, jonka lämpötila on kastepisteen alapuolella. Kun vesi tiivistyy putken pintaan, voi se aiheuttaa korroosiota tai tihkua ympäröiviin rakenteisiin aiheuttaen sekundaarisia kosteusongelmia.

Kylmien putkien hikoilua voidaan vähentää eristämällä putket kondenssieristeillä. Tähän tarkoitukseen soveltuu tiiviillä pinnalla päällystetty kivivillaeriste, jolla voidaan muodostaa koko putken osalle tiivis ulkopinta. Koska eristeen muodostaman ulkopinnan lämpötila nousee kastepisteen yläpuolelle, ei kondenssaatiota tapahdu. Tiiviin ulkopinnan saavuttamiseksi eristeiden saumat on teipattava huolellisesti.



PAROC kivivilla LVI-sovelluksissa



# 3. KOSTEUDEN AIHEUTTAMAT RISKIT

## 3.1 KORROOSIO

Kun märkä eriste joutuu kosketuksiin metallin kanssa, saattaa se edesauttaa korroosion muodostumista metallin pinnalle.

Eristemateriaali voi edistää korroosiota aktiivisesti lisäämällä veden elektrolyyttistä kapasiteettia vapauttamalla vesiliukoisia ioneita tai muuttamalla merkittävästi veden happamuutta (pH). Tällainen riski saattaa muodostua esimerkiksi joissakin eristeissä käytetyistä palonestokemikaaleista.

Paroc kivivillassa vesiliukoisten ioneiden määrä on hyvin alhainen ja kemiallinen tasapaino on epäsuotuisa korroosiolle. Paroc kivivilla on luonnostaan palamaton, joten siinä ei käytetä minkäänlaisia palonestokemikaaleja.

Eristemateriaali voi edistää korroosiota myös passiivisesti sitomalla vettä metallin ulkopintaan.

## 3.2 HOME

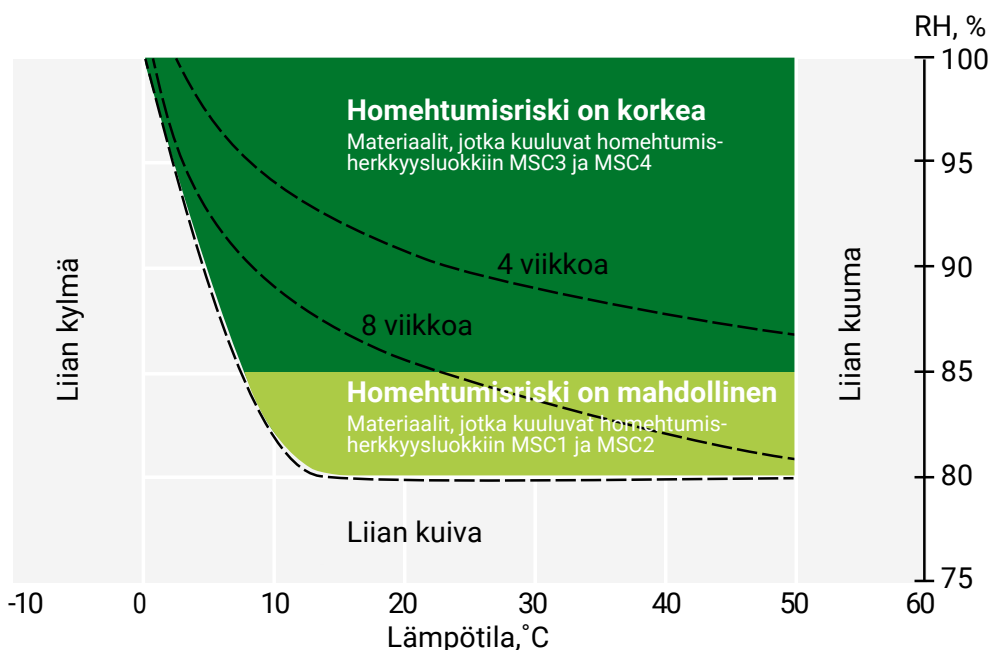
Hometta esiintyy kaikkialla – ilmassa ja lähes kaikilla ulkoilmassa olevilla pinnoilla. Hometta ja sienikasvustoa on ollut maapallolla satoja miljoonia vuosia ja ne ovat tärkeä osa maailmanlaajuisista ekosysteemiä. Riippumatta mikrobien pitkästä rinnakkaiselosta ihmiskunnan kanssa, rakennusten mikrobikasvulla on todettu voivan olla vaikutuksia ihmisten terveyteen.

Pienet ja kevyet homeitiöt voivat tunkeutua rakennusten sisään eri tahoilta, kuten avoimista ovista, ikkunoista, tuuletusaukoista sekä lämmitys- ja ilmastointikanavista. Ihmisille näistä itiöistä aiheutuu ongelmia vain, jos homekasvu on poikkeuksellisen laaja ja jos rakenteisiin jääneet lajit alkavat erittämään aineenvaihduntatuotteita ja toksineja.

Home kasvaa vain, jos se saa ympärilleen sopivassa määrin lämpöä, ravinteita ja kosteutta. Homekasvu alkaa, jos suhteellinen kosteus on korkea ( $\geq$  RH80 - 85 %), lämpötila on yli 10°C ja ravinteeksi löytyy riittävästi orgaanista materiaalia. Homekasvu vaatii myös aikaa. Lyhytaikainen altistus kosteudelle ei ole vielä vaarallista.

Rakennuksissa homekasvustolle suotuisimmat olosuhteet ovat paperi- ja puumateriaaleissa, mutta home voi myös kasvaa pölyssä, maalissa, tapetissa, eristeissä, kipsilevyissä, matoissa, kankaissa ja pehmusteissa. Paras tapa välttää homekasvustot on pitää rakenteet kuivina, pinnat puhtaina ja sisäilman kosteus riittävän matalalla tasolla.

VTT:n homemallilla (H. Viitanen /VTT) voidaan tarkastella laskennallisesti homekasvuston todennäköisyyttä erilaisissa rakenteissa. Mallin avulla homeen kasvua arvioidaan eri rakennusmateriaalien pinnoilla muuttuvissa lämpötila- ja kosteusolosuhteissa ajan funktiona. Eri rakennusmateriaalit on jaettu mallissa homehtumisherkkyyssuokkiin seuraavalla sivulla olevan taulukon mukaisesti:



VTT:n homemalli

Homehtumis-herkkyyssluokka	MSC	Kuvaus
Hyvin herkkä	1	Käsittelemätön puu, joka sisältää suuria määriä ravinteita
Herkkä	2	Höylätty puu, paperipintaiset materiaalit, puupohjaiset levyt
Kohtalaisen kestävä	3	<b>Mineraalivillat, sementti- tai muovipohjaiset materiaalit</b>
Kestävä	4	Lasi ja metalli, homeenestolisäaineita sisältävät tuotteet

### Rakennusmateriaalien homehtumisherkkyyssluokat

Kosteudelle ja homeelle altistuminen voi aiheuttaa ihmisissä erilaisia terveysvaikutuksia, joillekin oireita ei tule ollenkaan. Herkät ihmiset voivat kärsiä nenän tukkoisuudesta, kurkun ärsytyksestä, yskästä tai hengityksen vinkumisesta, silmätulehduksesta tai joissakin tapauksissa, ihon ärtymyksestä. Allergisilla ihmisillä voi olla näitäkin vakavampia oireita.

Kivivilla on epäorgaaninen materiaali, jonka painosta 96 – 98 % on vulkaanista kiveä ja loput 2–4 % orgaanista sideainetta. Paroc kivivillatuotteet on testattu ulkopuolisessa laboratorioissa\* ja niiden on todettu olevan vastustuskykyisiä homekasvulle. Testi suoritettiin 95 – 100 %:n suhteellisessa kosteudessa 28 päivän ajan rakennusten yleisimmillä homelajeilla.

\* SP Ruotsi, testiraportti ETI PXX07404 / 17.2.2011

## 3.3 SUORITUSKYVYN HEIKKENEMINEN

### Mittapysyvyys

Jotta lämmöneriste tai muu rakennusmateriaali toimisi suunnitellusti koko rakennuksen käyttöä, tulee sen säilyttää alkuperäiset mittansa erilaisissa lämpö- ja kosteusolosuhteissa. Mikäli lämmöneristeet kutistuvat tai paisuvat ympäröivien olosuhteiden vaikutuksesta, aiheutuu rakenteisiin kylmäsiltoja ja jännitteitä, jotka osaltaan vaikuttavat rakenteiden kosteustekniseen toimintaan.

Materiaalien mittojen muutosherkkyttä voi tarkastella esimerkiksi niiden lämpölaajenemiskertoimista. Tämä kerroin ilmaisee, miten voimakkaasti materiaalit kutistuvat tai laajenevat jäähtyessään

tai kuumentuessaan. Kertoimen arvo riippuu pitkälti materiaalin kemiallisesta koostumuksesta. Eristemateriaalien mittojen muutokset voivat johtua myös eristeessä olevien kaasujen lämpölaajenemisesta tai materiaalin turpoamisesta kosteusaltistuksen yhteydessä.

Kivivilla on epäorgaaninen materiaali ja sen mitat pysyvät muuttumattomina kaikissa olosuhteissa.

### Mekaaninen kestävyys

Kun eristettä käytetään kantamaan rakenteen kuormia, kuten esimerkiksi loivissa katoissa lumikuormaa tai ohutrappauksissa rappauksen painoa, vaaditaan tuotteille useiden mekaanisten ominaisuuksien, kuten puristus-, veto- tai leikkauslujuuden ilmoittamista. Tuotteet, joilla on pitkä lista ilmoitettuja ominaisuuksia, voivat olla muita herkempiä ympäristövaikutuksille, esim. UV-säteilylle, kemiallisille aineille ja kosteudelle.

Luja kivi raaka-aineena takaa kivivillaeristeille luonnollisesti hyvän kosteudenkestävyyden. Matalan orgaanisten aineiden pitoisuuden johdosta pienet muutokset ovat toki mahdollisia, jos tuotteet joutuvat alttiiksi ylimääräisille rasituksille kuljetuksen, varastoinnin ja/tai asennuksen aikana.

Kivivilla on käytännössä täysin kuiva tehtaasta tullessaan. Normaaliolosuhteissa (ilman suhteellinen kosteus 30 – 80 %) kivivillan kosteuspitoisuus on noin 0,3 kg/m<sup>3</sup>. Kivivilla ei ime itsensä vettä absorptiolla. Konstruktiivisen kivivillan hyvät vedenhylkimisominaisuudet voidaan helposti tarkistaa kaatamalla vähän tavallista hanavettä villan päälle. Jos vesipisara pysyy pallomaisena villan pinnalla, on tuotteen vedenhylki-kyvyys kunnossa.

Materiaalista riippumatta, kaikki eristeet tulee suojata sateelta ja lumelta kuljetuksen ja varastoinnin aikana – asennuksen aikana lyhytaikaista altistumista tapahtuu yleensä väistämättä. Jos Paroc kivivilla joutuu alttiiksi sateelle, rajoittuu eristeen kastuminen yleensä vain eristeen pinta-osaan (1 – 6 mm syvyyteen).

Suosituksemme konstruktiivisten lämmöneristeiden osalta on seuraavanlainen:

1. Tarkista, että kivivilla on kuiva ja sen vedenimeytymisominaisuudet riittävät.
2. Suojaa kivivilla sateelta ja vedeltä sekä varastoinnin että asennuksen aikana.
3. Jos villan pinta on kastunut, on sen annettava kuivua tai eriste on vaihdettava ennen rakenteen sulkemista.

# 4. TYYPILLISIMPIEN RAKENTEIDEN HOMELASKENTA

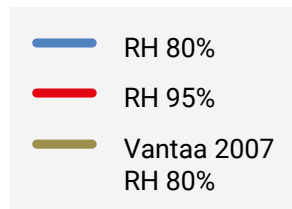
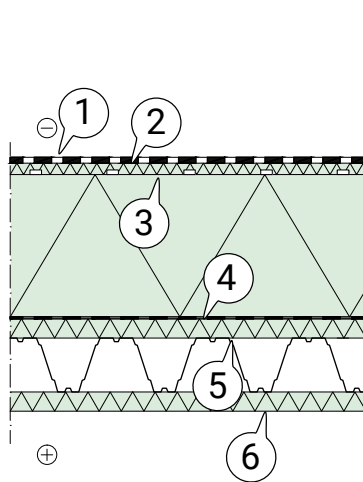
Lämmöneristeiden todellinen kosteustekninen suorituskyky on nähtävissä vasta valmiissa rakenteessa. Siksi eristeiden ja erilaisten materiaalikerrosten toimintaa tulee arvioida niiden lopullisissa käyttöolosuhteissa ja todentaa, että koko rakenteen rakennusfysiikka toimii suunnitellulla tavalla.

Puolueettomissa tutkimuslaitoksissa suoritettujen laskelmien ja simulointien osoittavat, että hyvin eristetyillä kivivillaratkaisuilla ei ole riskiä homehtua. Tutkimuksissa oli mukana 13 yleisintä ulkoseinä- ja

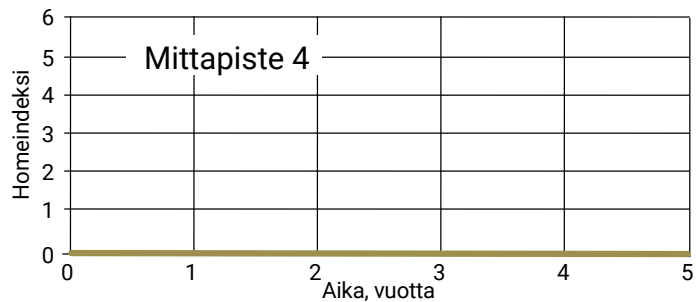
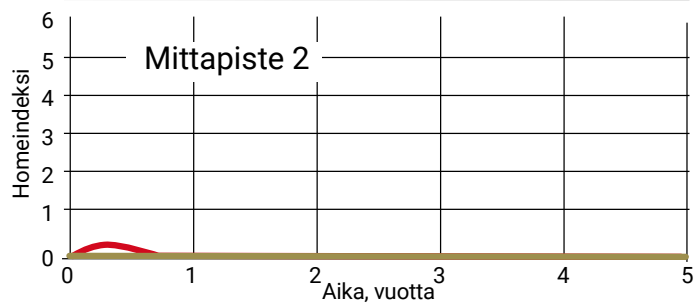
kattorakennetta. Saatujen tulosten mukaan kosteus- tai home-riskiä ei havaittu missään osassa rakenteita.

Paroc kivivillalla eristettyjä rakenteita tutkittiin vuoden 2030 oletetuissa ilmasto-olosuhteissa, jolloin suhteellisen kosteuden tasoiksi asetettiin 80% RH ja 95% RH. Korkeampi suhteellinen kosteus kuvaa tilannetta, jossa rakenne on päässyt asennusvaiheessa kostumaan. Tutkimuksessa käytettiin VTT:n kehittämää homeindeksitarkastelua (Viitanen 2001).

## Esimerkki:

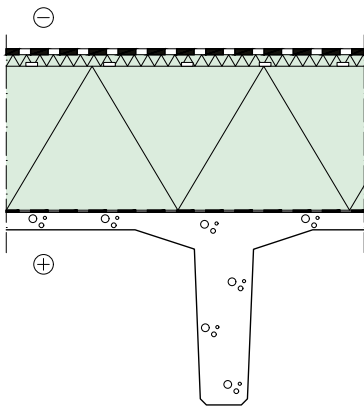


\*Sweco RA08\_61351 / 16.12.2015



Seuraavassa muutama esimerkki tutkituista rakenteista:

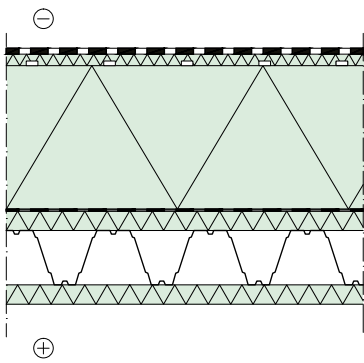
**KATOT**



1. katekermi
2. PAROC ROB 100grl 30mm
3. PAROC ROL 30 370mm
4. höyrynsulku, bitumikermi
5. kantava alusrakenne

Kattorakenne Paroc kivivillaeristeellä on kosteusteknisesti toimiva rakenne. Homeriskiä ei havaittu!

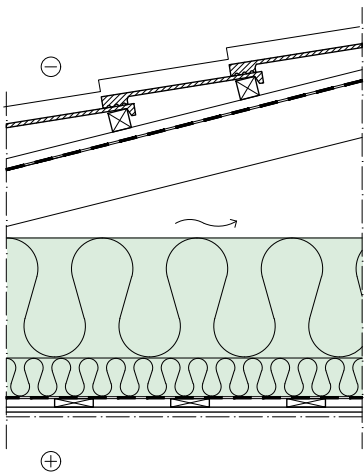
*Rakennusvaiheen kosteudenhallinta on tärkeä kaikissa loivissa kattoratkaisuissa eristemateriaalista riippumatta.*



1. katekermi
2. PAROC ROB 100grl 30mm
3. PAROC ROL 30 370mm
4. höyrynsulku, bitumikermi
5. PAROC ROS 50
6. kantava alusrakenne, profiilipelti
7. PAROC FPS 17 palosuojaus tarvittaessa

Kattorakenne Paroc kivivillaeristeellä on kosteusteknisesti toimiva rakenne.

Simuloinnissa ei otettu huomioon profiilipellin höyrynläpäisyä ja oletettiin, että sisäilma voi virrata vapaasti saumojen läpi. Sen johdosta tämä laskelma pätee myös rei'itetuille pellille. Homeriskiä ei havaittu!



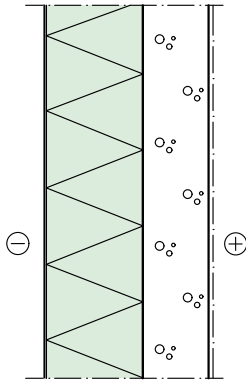
1. vesikate
2. aluskate
3. puiset kattotuolit
4. tuuletettu yläpohja
5. PAROC BLT 6 310mm
6. PAROC eXtra 100mm
7. puurunko kattotuolista
8. höyrynsulku
9. puupalkit
10. kipsilevy
11. pinta

Kattorakenne Paroc kivivillaeristeellä on kosteusteknisesti toimiva rakenne.

Yläpohjan tuuletuksen on oltava riittävä.

Homeriskiä ei havaittu!

## ULKOSEINÄT



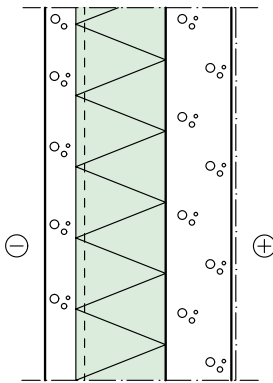
1. ohutrappaus
2. PAROC Linio 80  
220 mm
3. betoni 150 mm
4. pinta

Ulkoseinän ohutrappaus (ETICS) on laajalti käytetty ulkoseinärakenne. Rakenteen kosteustekninen suorituskyky perustuu ohutrappauskerroksen riittävään vedenkestävyyteen ja vesihöyrynläpäisevyyteen.

Kun pintakerros on ehjä, rakenne toimii hyvin.

Homeriskiä ei havaittu!

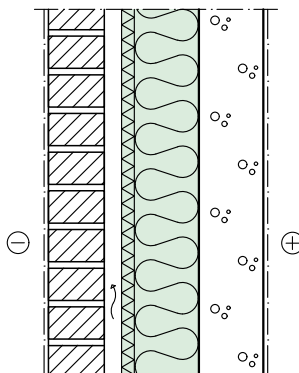
*Rakenteen hyvä detaljisuunnittelu sekä suunnittelun toteutus ovat tärkeitä kaikille rapatuille julkisivuratkaisuille eristemateriaalista riippumatta.*



1. pinta
2. betoni
3. PAROC COS 5ggT  
210 mm
4. betoni
5. pinta

Ulkoseinärakenne tuulettuvalla Paroc kivivillaeristeellä on kosteusteknisesti toimiva rakenne.

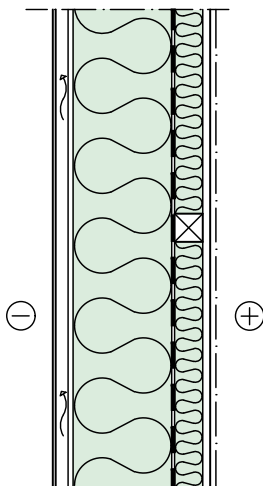
Homeriskiä ei havaittu!



1. pinta
2. tiilijulkisivu 130 mm
3. tuuletusväli 40 mm
4. PAROC Cortex pro  
50 mm
5. PAROC eXtra  
150 mm
6. betoni 150 mm
7. pinta

Tiiliverhottu tuulettu ulkoseinärakenne Paroc tuulensuojaeristeellä on kosteusteknisesti toimiva rakenne.

Homeriskiä ei havaittu!



1. julkisivuverhous
2. tuuletusväli 22mm
3. tuulensuoja,  
kipsilevy 9mm
4. PAROC eXtra  
175mm /  
pystypuut  
50\*175mm cc600
5. höyrynsulku
6. PAROC eXtra  
50mm
7. kipsilevy 13mm
8. pinta

Levy- tai paneeliverhottu tuulettu ulkoseinärakenne Paroc kivivillaeristeellä on kosteusteknisesti toimiva rakenne.

Esitetty tuuletusvälin leveys sopii sekä puu- että levyrakenteisille julkisivuille.

Homeriskiä ei havaittu!

Tässä tutkimuksessa käytettyä homeindeksitarkastelumallia voidaan käyttää homeriskin arvioimiseen erilaisten materiaalien pinnoilla tai rakenteiden sisällä vaihtelevissa lämpötila- ja kosteusolosuhteissa.

Homeriskiä kuvataan homeindeksillä M ja se laskeaan lämpötilan ja suhteellisen kosteuden arvoista tunnin väliajoin. Homeriskin arvo voi vaihdella nolosta kuuteen.

**Suomalainen homemalli (VTT / TTY), Homeindeksi M kuvaa homeen kasvua materiaalien pinnoilla**

M	Homekasvuston esiintyminen	Huomautukset
1	Ei homekasvustoa.	Puhdas pinta.
2	Kasvu havaittavissa mikroskoopilla.	Kasvu alkaa muutamassa paikassa.
3	Selvä kasvu havaittavissa mikroskoopilla.	Kasvu peittää 10 % tutkitusta alueesta (mikroskoopilla). Kasvu monessa paikassa aluella.
4	Selvä kasvu silmin havaittavissa. Runsas kasvu havaittavissa mikroskoopilla.	Kasvu peittää yli 10 % tutkitusta alueesta (paljain silmin). Kasvu peittää yli 50 % tutkitusta alueesta (mikroskoopilla).
5	Runsas kasvu silmin havaittavissa.	Kasvu peittää yli 50 % tutkitusta alueesta (paljain silmin).
6	Hyvin runsas kasvu.	Kasvu peittää lähes 100 % tutkitusta alueesta, tiheä homekasvusto.

# 5. PAROC KIVIVILLAN KOSTEUSTEKNISET OMINAISUUDET

## 5.1 KOSTEUSTEKNISET OMINAISUUDET

Paroc kivivilla on kosteusteknisesti yksi parhaimmista lämmöneristemateriaaleista monipuolisten ominaisuuksiensa vuoksi. Luottamuksemme kivivillan erinomaiseen suorituskykyyn perustuu pitkäaikaiseen kokemukseen sekä puolueettomien tutkimuslaitosten ja laboratorioiden suorittamiin laajoihin kokeellisiin tutkimuksiin ja simuloiteihin.

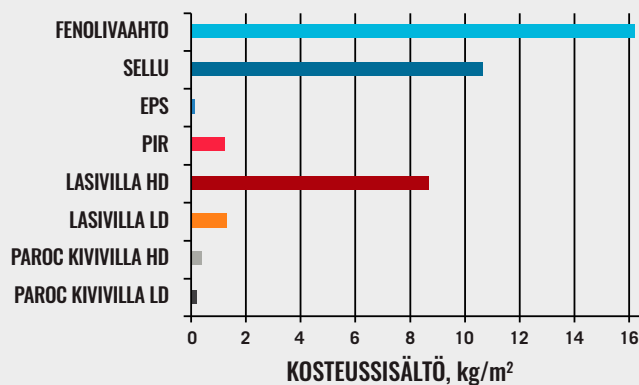
Alla esitettyssä kosteustutkimuksessa\* tutkittiin kivi- ja lasivilla-, EPS-, PIR-, fenolivaaho- sekä sellueristeiden kosteusteknisiä ominaisuuksia. Eri lämmöne-

ristemateriaaleille mitattiin niiden hygroskooppisia ominaisuuksia, vedenimeytymistä osittaisupotuksessa, vedenimeytymistä diffuusiolla sekä kapillaarisesti sekä tiettyjä lämmöneristävytyteen liittyviä ominaisuuksia. Tutkimuksessa tarkasteltiin myös erilaisten eristemateriaalien kuivumisaikoja. Suoritetut laboratoriomittaukset vastaavat periaatteessa materiaalien kostumista ja kuivumista erilaisissa käytännön tilanteissa.

Paroc kivivillan erinomainen suorituskyky kosteissa olosuhteissa näkyy selkeästi alla olevissa tuloksissa. Mineraalivillojen osalta testi suoritettiin sekä pehmeille (LD) että jäykille (HD) tuotteille.

\* VTT-S-05337-17 Moisture in Building insulations. Determination of effect of moisture to the technical properties of building insulations / 2.10.2017

### Materiaalien tasapainokosteuspitoisuus (EN ISO 12571)



Diagrammi esittää eri lämmöneristemateriaalien tasapainokosteuspitoisuudet 98% suhteellisessa kosteudessa ja 23 °C lämpötilassa.

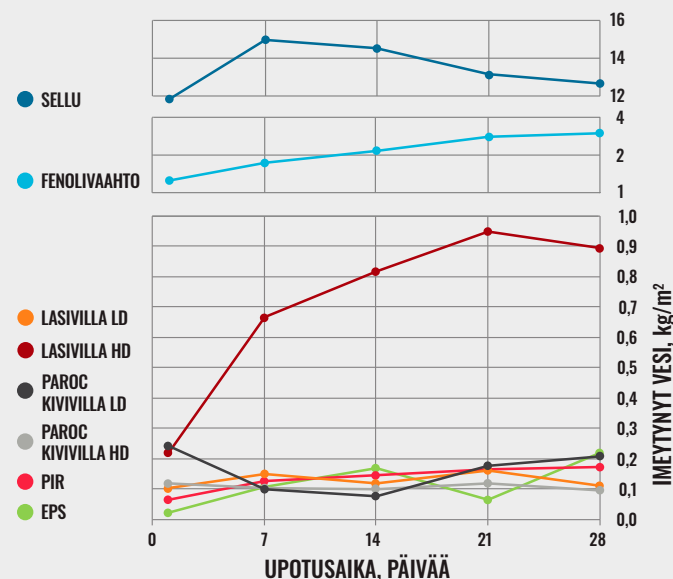
Mittaustulokset vastaavat tilanteita, joissa eristemateriaalit joutuvat alttiiksi korkealle ilmankosteudelle, mutta eivät kosketuksiin nestemäiseen veden kanssa.

Tämä ominaisuus on tärkeä tietää, koska se ilmoittaa suoraan eristemateriaaleihin sitoutuvan kosteuden määrän ympäröivästä ilmasta.

Johtopäätös:

Paroc kivivilla ei ime kosteutta ympäröivästä ilmasta. Se pysyy kuivana myös hyvin kosteissa olosuhteissa.

### Vedenimeytyminen osittaisupotuksessa (EN 12087)



Vedenimeytyminen eristeisiin osittaisupotuksessa kuvaa tilannetta, jossa esimerkiksi eristepakkaus tai loivalle katolle asennettu eriste kastuu sateessa.

Johtopäätös:

Kun Paroc kivivilla upotetaan osittain veteen, vesi tunkeutuu upotuksen johdosta pinnan alla olevaan huokoiseen kuiturakenteeseen. Ilman upotusta kivivillalevyt kelluvat veden pinnalla.

Kun eriste nostetaan vedestä, eristeeseen pakotettu vesi valuu pois huokoisesta kuiturakenteesta.

Kivivilla ei kastu. Riippumatta siitä, onko upotusaika yksi päivä tai viikko – kivivilla ei ime itseensä juuri lainkaan vettä. Paroc kivivillan veden imeytymistaso on hyvin samanlainen kuin muovipohjaisilla eristemateriaaleilla (lukuun ottamatta fenolivaahtoa).

## Ersteen kuivumisaika osittaisupotustestin jälkeen

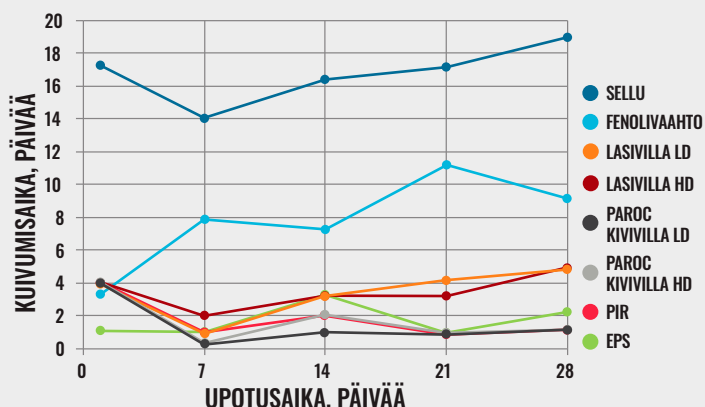
Neljän viikon upotustestin jälkeen Paroc kivivillatuotteet olivat kuivia 1-2 päivässä. Testissä materiaalin annettiin kuivua huoneenlämmössä +23 °C ja 50% suhteellisessa kosteudessa.

Kivivillan lämmönjohtavuus mitattiin ennen osittaisupotustestiä ja sen jälkeen. Lämmön-eristyskyky säilyi muuttumattomana.

Tutkimuksessa tarkastettiin myös kivivil-lalevyn mittapysyvyys kosteusaltistuksessa vertaamalla testikappaleen pituuden, leveyden ja paksuuden prosentuaalisia muutoksia 28 päivän osittaisupotustestin jälkeen.

Johtopäätös:

Paroc kivivilla kuivuu hyvin nopeasti huoneenlämmössä. Se säilyttää lämmön-eristyskykynsä ja mittansa kosteusaltistumisen jälkeen.

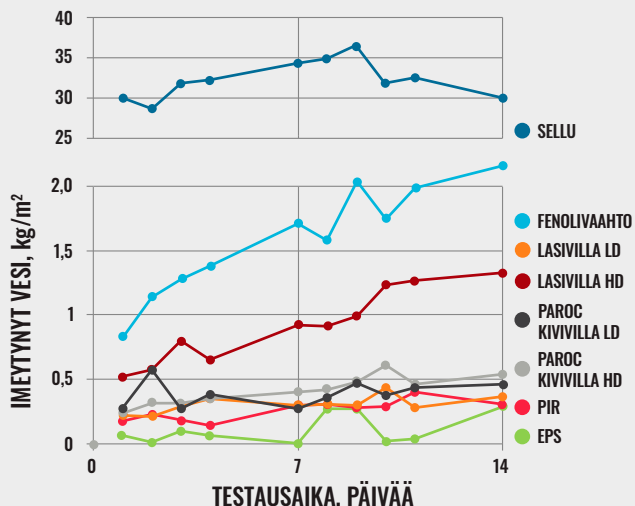


## Kapillaarinen vedenimeytyminen (EN 480-5)

Eristemateriaalin vedenimeytymistä kapillaarisesti tutkittiin erityisesti tämän ominaisuuden mittaamiseen kehitetyllä menetelmällä, vaikka myös edellisessä kohdassa esitetty osittaisupotusmenetelmä mittaa osin vastaavia ominaisuuksia.

Johtopäätös:

Tulosten pohjalta voidaan sanoa kivivillan olevan yksi parhaimmista eristemateriaaleista sovelluksiin, joissa kapillaarista vedenimeytymistä saattaa tapahtua.

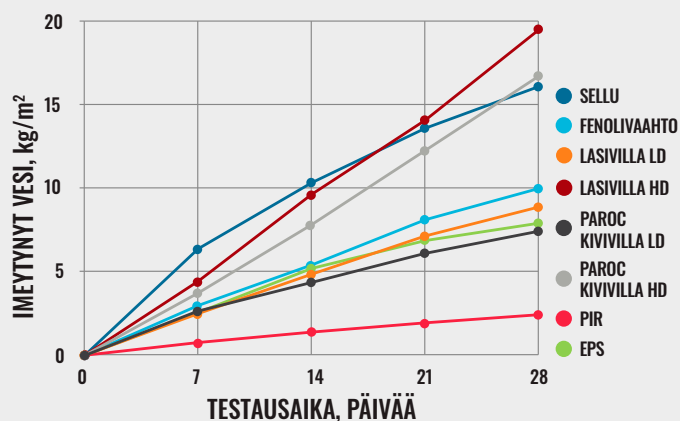


## Vedenimeytyminen diffuusiolla (EN 12088)

Standardin EN 12088 mukaisessa diffuusio-testissä tarkastellaan vesihöyryn pitoisuuksien / osapaine-erojen aiheuttamaa vesihöyryn kulkeutumista eristemateriaaleihin. Tilannetta simuloitiin testikappaleen alla pidettävällä lämmitetyllä vesialtaalla ja testikappaleiden eri pintojen välisellä 50°C lämpötilaerolla. Testikappaletta käännettiin ympäri seitsemän päivän välein.

Johtopäätös:

Paroc kivivilla on huokoinen, diffuusioavoin materiaali, joka mahdollistaa vesihöyryn kulkeutumisen ja näin ollen myös muiden rakenteiden kuivamisen eristeen läpi. Mitä kevyempi kivivillaeriste on, sitä nopeammin vesihöyry sen lävitse kulkee.





Tutkimus osoittaa, että eri lämmöneristeiden kosteudentomis- ja kuivumiskyvyssä on huomattavia eroja. Mikään tutkitusta materiaaleista ei pärjää työmaalla ilman asianmukaista sääsuojasta.

Paroc kivivillan käyttö rakenteissa edesauttaa rakennusaikaisen kosteuden kuivumista lisäten rakenteiden kosteusturvallisuutta ja lyhentäen rakennusaikoja. Vaurioilanteissa kastuneet rakenteet vaativat aina pikaisen korjauksen pitkäaikaisvaikutusten estämiseksi eristemateriaalista riippumatta.

## 5.2 ILMATIIVIYS- JA KOSTEUDENHALLINTA

Nykyaikaisten rakennusten ulkoseinä- ja kattorakenteet ovat huomattavasti monimutkaisempia kuin ennen. Lämmöneristekerroksen jatkuvuus ja rakennusvaipan ilma/höyrytiiviyys tulee varmistaa jo heti suunnitteluprosessin alussa. Ilmatiiviyysmittaus yhdessä lämpökamerakuvauksen kanssa varmistavat rakenteiden riittävän tiiviyden rakennusvaiheessa.

1. Yksinkertaista pohjapiirrosta, jos mahdollista
2. Minimoi saumojen ja liitosten määrä.
3. Estä kosteuden tunkeutuminen rakenteisiin höyrynsululla. Höyrynsulun jatkuvuus koko rakennusvaipan osalla tulee määrittää mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Töiden suunnittelussa on huomioitava höyrynsulun suojaus rakennusvaiheessa. Erittele rakenteisiin, mitkä kerrokset hoitavat höyrynsulun roolia. Limitä höyrynsulun saumat asennusvaiheessa 100-200 mm.
4. Estä sisäilman kosteuden pääsy rakenteisiin tiivistämällä kaikki höyrynsulkukerroksessa olevat saumat, nurkat, seinien liitoskohdat kattoon ja perustuksiin, ikkuna- ja ovikarmien liittymät, putkiläpiviennit, sähköasennukset, kanavat ja hormit hyvän ilma- ja höyrytiivyyden aikaansaamiseksi.
5. Estä ulkoapäin rakenteita uhkaavan viistosateen pääsy rakenteisiin hyvällä liittymien detaljoinneilla ja käyttämällä soveltuvia tuulensuojia ja aluskatteita.



***Ilmatiiviyysmittaus paljastaa rakennuksen vuotokohdat jo ennen rakenteiden sulkemista***

# 6. KUIVAKETJUN MERKITYS RAKENNUSPROSESSISSA

Kuivaketju on rakennusprosessin kosteudenhallinnan toimintamalli, jolla vähennetään kosteusvaurioiden riskiä rakennuksen elinkaaren aikana. Toimintamalli sisältää riskilistan ja -todentamisohjeen, joissa on esitetty kymmenen keskeisintä kosteusriskiä. Näiden kosteusriskien hallinnalla vältetään yli 80 prosenttia kosteusvaurioiden seurannaiskustannuksista.

## KUIVAKETJU10-RISKILISTA:

- 1. Rakennuksen ulkopuolelta tuleva kosteus vaurioittaa perustuksia ja lattiarakenteita.**
- 2. Sadevesi pääsee tunkeutumaan ulkoseinä- ja katonrakenteen sisälle.**
- 3. Vesikatteen läpäisevä vesi tunkeutuu aluskatteen vuotokohdista yläpohjaan.**
- 4. Kosteutta siirtyy ilmansulkukerroksen vuotokohdista ulkoseinä- ja yläpohjarakenteisiin, jonne sitä tiivistyy vedeksi.**
- 5. Väärin mitoitettu ja säädetty ilmanvaihto ei poista ylimääräistä kosteutta vaan pakottaa sen siirtymään rakenteisiin.**
- 6. Vesiputkien rikkoutumiset aiheuttavat kiinteistöön laajoja vesivahinkoja.**
- 7. Huonosti toteutetussa märkätilassa kosteus vaurioittaa ympäröivät rakenteet.**
- 8. Kosteiden betonirakenteiden päällystäminen aiheuttaa päällystemateriaalin turmeltumisen.**
- 9. Materiaalien ja rakenteiden kastuminen vaurioittaa rakennuksen.**
- 10. Huonolla ylläpidolla rakennus rapistuu hitaasti mutta varmasti.**

Tällä oppaalla pyritään vastaamaan suurimpaan osaan riskilistan kohdista kivivillaeristeiden näkökulmasta.

Kukaan rakennusprosessin toimija ei pysty välttämään kosteusriskejä yksin. Rakennusprosessin kosteudenhallinta on joukkuepeli, joka muodostaa eri toimintojen välille katkeamattoman kosteusturvallisen ketjun.

Tämän ketjun toiminnan lähtökohtana ovat rakennuksen omistajan asettamat tavoitteet ja vaatimukset rakennuksen suunnittelua ja toteutusta varten.

Suunnittelija vastaa tavoitteiden toteutumisesta hyvällä kosteusteknisellä suunnittelulla ja antaa ohjeet urakoitsijalle eri työvaiheisiin. Urakoitsija suunnittelee rakennusprosessin vaiheet ja opastaa muita urakoitsijoita työskentelemään kuivaketjun periaatteiden mukaisesti. Pääurakoitsija huolehtii sopimuksien kautta siitä, että erilaiset rakennusmateriaalit toimitetaan työmaalle sovittuun aikaan ja sovitulla tavalla.

## SUUNNITTELIJA

**Suunnittelee yksityiskohtaiset, kosteusturvalliset rakenteet.**

**Valitsee oikeat materiaalit rakenteisiin niiden kosteusteknisen suorituskyvyn perusteella.**

## OMISTAJA

**Asettaa rakennuksen kosteusturvallisuudelle tavoitteet, vaatimukset ja suunnitteluohjeet. Vastaa projektin laadunvarmistuksesta ja seurannasta.**

Rakennusmateriaalien tilauksessa ja toimituksessa on hyvä noudattaa just-on-time -periaatetta ulkovarastoinnin välttämiseksi. Rakennusmateriaalien kuljetuspakkaukset ovat usein riittämättömiä työmaaolosuhteille, joissa vaihteleva sää ja mekaaniset rasitukset voivat vahingoittaa pakkauksia. Sen vuoksi on hyvin tärkeää, että rakennusmateriaalit nostetaan irti maasta lavoille ja suojataan sateelta ja lumelta erillisillä sääsuojilla.

Jotkut rakennusmateriaalit, kuten esimerkiksi puu, sisältävät aina luonnollista kosteutta, joka kuivuu melko nopeasti. Jotkut rakennusmateriaalit taas kastuvat rakennusvaiheessa, ovat märkiä (tuore betoni) tai ne asennetaan tietoisesti märkinä (märkäruiskutettu sellu).

Useimmissa tapauksissa tällainen lyhyen ajan kosteuskuorma rakennusvaiheessa ei muodosta ongelmaa, sillä rakenteet suunnitellaan kuivumaan ulospäin. Mutta jos seinä tai kokonainen rakennus suljetaan molemmin puolin höyrytiivillä materiaalilla niin, että kosteus jää pitkäksi aikaa rakenteen sisään, voi syntyä ongelma. Liian tiukka rakentamisen aikataulu on rakentajan pahin vihollinen.

## KÄYTTÄJÄ

**Opettelee käyttämään rakennusta.**

**Tarkkailee vettä käyttäviä asennuksia ja koneita.**

**Huolehtii jatkuvasta kunnossapidosta.**

## URAKOITSIJÄ

**Suunnittelee ja toteuttaa kosteudenhallinan asennusvaiheessa.**

**Varaa riittävästi aikaa eri materiaalien kuivumiselle.**

**Varastoi materiaalit valmistajan ohjeiden mukaan.**

**Opastaa käyttäjää.**

## MATERIAALIVALMISTAJA

**Antaa asianmukaista tietoa materiaalien kosteusominaisuuksista ja tuotteiden varastoinnista työmaalla.**



**DURABLE**

*Kivivillasta valmistetut energiatehokkaat ja paloturvalliset PAROC®-eristeratkaisut vastaavat uudis- ja korjausrakentamisen, laiva- ja offshore-teollisuuden, akustoinnin ja muun rakentamisen tarpeisiin. Tuotteidemme takana on 80-vuotinen historia, jonka aikana olemme kartuttaneet kivivillan tuotantoon liittyvää asiantuntemusta sekä teknistä eristeosaamista ja innovaatioita.*



**REUSABLE**

*Rakennuseristeiden laaja tuote- ja ratkaisutarjonta soveltuu kaikkeen perinteiseen rakennusten eristämiseen. Rakennuseristetuotteita käytetään pääasiassa ulkoseinien, kattojen, lattioiden ja alapohjien sekä välipohjien ja väliseinien lämpö-, palo- ja äänieristämiseen. Valikoimassa on muun muassa ääntä vaimentavia alakattoja ja seinälevyjä sisätilojen akustointiin sekä meluntorjuntatuotteita teollisuustiloihin.*



**SOUND  
REDUCING**

*Teknisiä eristeitä käytetään lämpö-, palo- ja äänieristeinä talotekniikassa, prosessiteollisuudessa ja putkistoissa, teollisuustuotteissa sekä laivanrakennus- ja offshore-teollisuudessa.*



**FIRE PROOF**

*Lisätietoja on saatavilla yrityksen kotisivuilla osoitteessa [www.paroc.com](http://www.paroc.com).*



**MOISTURE  
PROOF**



**SAFE**



**ENERGY  
EFFICIENT**

Tarjoamme nämä tekniset tiedot ilmaiseksi ja ilman velvoitteita, ja vastaanottaja on yksin vastuussa niiden vastaanottamisesta ja hyväksymisestä. Koska käyttöolosuhteet voivat vaihdella emmekä me voi vaikuttaa niihin, Paroc ei anna mitään takuuta eikä ota minkäänlaista vastuuta näiden tuotteiden käyttöön liittyvien tietojen täsmällisyydestä tai luotettavuudesta. Paroc pidättää oikeuden muuttaa tätä asiakirjaa ilman ennakoilmoitusta.

Toukokuu 2022

Korvaa: Tammikuu 2019

2273BIF10522

© Paroc Group 2022

