

SISÄILMAN LAATU

Mika Korpi

2.11.2016



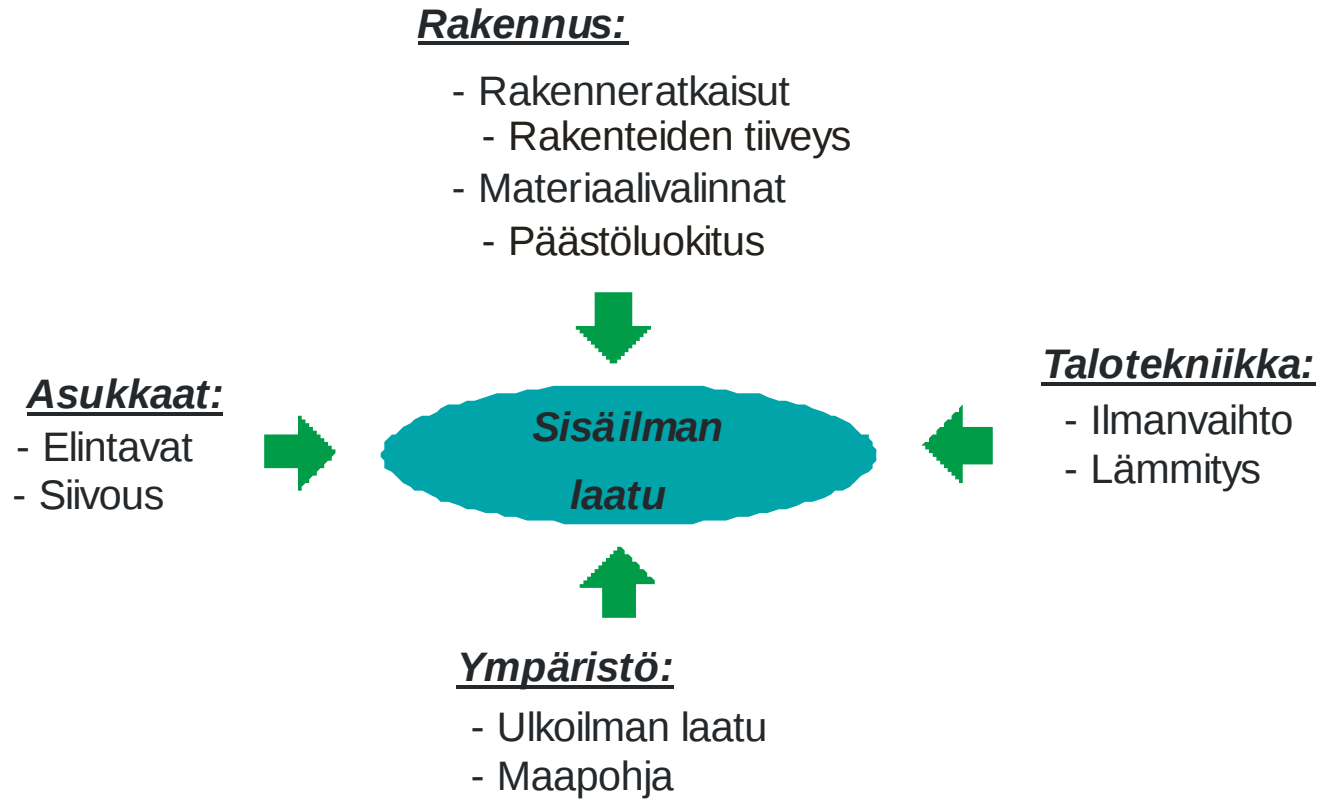
VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Sisäilman määritelmä

- **Sisäilma** on sisätiloissa hengitettävä ilma, jossa ilman perusosien lisäksi saattaa olla eri lähteistä peräisin olevia kaasumaisia ja hiukkasmaisia epäpuhtauksia.
- **Sisäilmasto** muodostuu sisäilmasta ja siihen vaikuttavista fysikaalisista tekijöistä.
- **Sisäilmastotekijöitä:**
 - sisäilman kaasumaiset yhdisteet
 - sisäilman hiukkasmaiset epäpuhtaudet
 - lämpötila
 - kosteus
 - ilman liike
 - säteily
 - valaistus
 - Melu
- **Miksi sisäilma on tärkeää?** Ihminen viettää 90...95 % ajastaan sisätiloissa ja hengittää vuorokaudessa jopa 40 kuutiometriä ilmaa, josta valtaosa on sisäilmaa. Sisäilman epäpuhtaudet voivat aiheuttaa tai pahentaa allergia- ja ärsytysoireita sekä keuhkosairauksia.

Lähde: Sisäilmayhdistys

Sisäilman laatuun vaikuttavat osatekijät



Puhutaanko samasta asiasta?

Hengittävä rakenne

RUNKO JA VAIPPA

Seitsemän kymmenestä lomarakentajasta päättyy hirteen

RTS TUTKII
RAKENNUSTUTKIMUS RTS OY
puh. 09 140 7710, fax 09 140 1919

Suomi on ollut kautta aikojen hirsirakentamisen luvattu maa. Hirsirakentamisen valtakausi oli ennen toista maailmansotaa, jonka jälkeen rankarakenteet valtasivat rakennustyömaita. Tänä päivänä hirsirakentaminen on jälleen kasvattanut suosiotaan. Vuosittain noin 70 % lomarakentajista päättyykin - rakennusmateriaalivalinnassaan - hirteen.

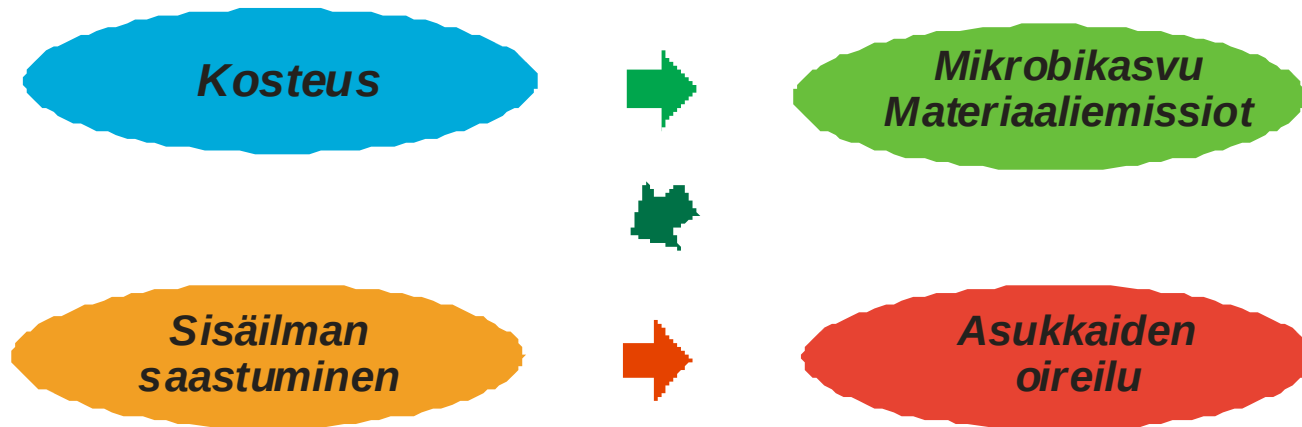
Hirsi rakennusmateriaalina
Suomalaisessa hirsirakentamisessa yleisimmin käytetty puulaji on mänty, tosin myös kuusipuusta tehtyjä hirsirakennuksia on jonkin verran tarjolla. Muistakin puulajeista hirsitaloja on tehty, mutta nämä ovat jääneet yksittäistapauksiksi.

Varastoi hirret oikein
Orgaanisena aineena puu on herkkä kosteuden ja väärän varastoinnin tuottamille vaurioille. Teollisesti valmistetut rakennneosat kuivataan yleensä jo tehtaalla noin 20 %in kosteuteen, jossa lahottajasienet ja homeet eivät enää menesty. Tehdaskuivatus ei kuitenkaan auta, jos materiaaleja säilytetään väärällä tavalla.



Mitä hengittävällä rakenteella tarkoitetaan ?

Kosteus



Mikäli materiaalien kosteuspitoisuus pysyy pitempiaikaisesti korkealla tasolla, alkaa materiaaleissa tapahtua joko mikrobikasvua tai orgaanisissa materiaaleissa hajoamisprosessi. Riittävä sisäilman vesihöyrypitoisuus, suhteellinen kosteus RH, mikrobikasvuston alkamiselle on 75 – 80%.

Ilma sisältää aina tietyn määrän kosteutta, mikä usein ilmaistaan suhteellisen kosteuden avulla. Suhteellisella kosteudella RH tarkoitetaan prosentuaalisesti ilmassa olevan kosteusmäärän v suhdetta kyllästyskosteuteen v_k .

$$RH = \frac{v}{v_k} = \frac{\text{Mitä on?}}{\text{Mitä mahtuu?}}$$

Esimerkiksi 20°C lämpötilassa olevassa ilmassa voi maksimissaan olla vesihöyryä 17,28 g/m³. Jos ilmassa on vesihöyryä 10,06 g/m³, niin RH on $10,06 / 17,28 \times 100 = 58\%$

Paikalliset säähavainnot

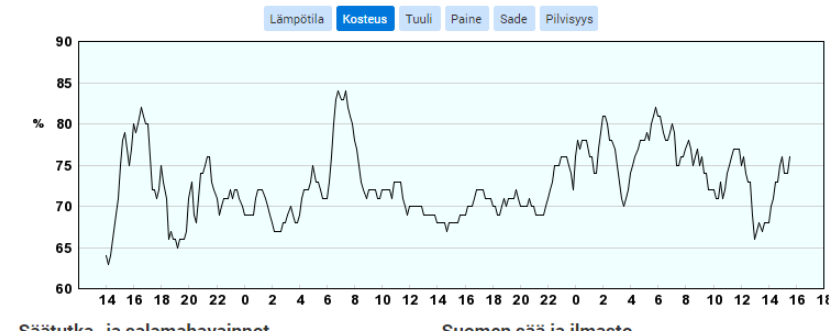
Havaintoasema: Vaasa Klemettilä

Tuorein säähavainto:

3.11.2015 15:30 Suomen aikaa

Lämpötila	10,5 °C	Kosteus	76 %
Kastepiste	6,4 °C	Lounaistuuulta	3 m/s
Puuska	4 m/s	Paine	1012,2 hPa
Tunnin sadekertymä	0,0 mm (15:00)	Lumensyvyys	0 cm
Pilvisyys: melkein selkeää	(1/8)	Näkyvyys	yli 20 km

Edellisen 2 vuorokauden havainnot

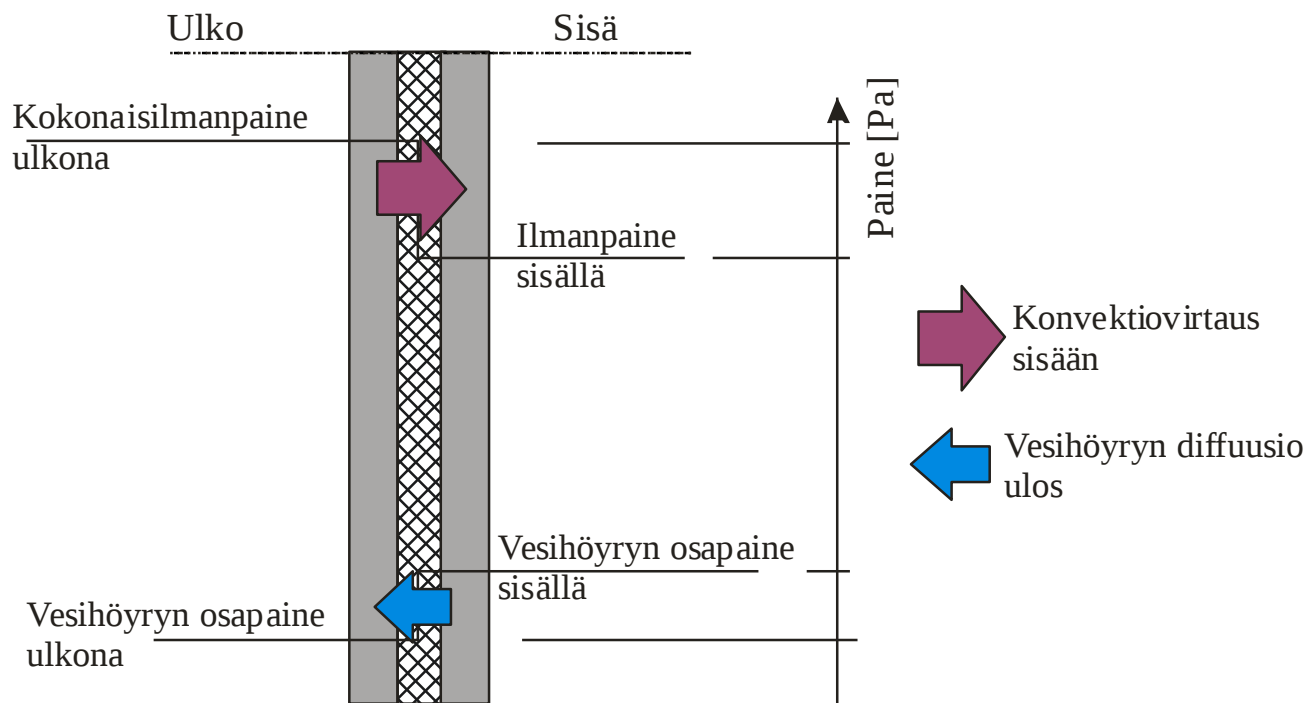


t [°C]	v _k [g/m³]	p _k [Pa]	t [°C]	v _k [g/m³]	p _k [Pa]	t [°C]	v _k [g/m³]	p _k [Pa]
-20	0,88	102	15	12,86	1708	50	83,14	12390
-19	0,95	111	16	13,65	1820	51	87,10	13020
-18	1,04	122	17	14,49	1939	52	91,21	13677
-17	1,14	135	18	15,37	2064	53	95,48	14362
-16	1,25	149	19	16,30	2197	54	99,92	15075
-15	1,38	164	20	17,28	2337	55	104,52	15818
-14	1,52	181	21	18,31	2484	56	109,30	16592
-13	1,67	200	22	19,40	2640	57	114,25	17397
-12	1,83	221	23	20,54	2805	58	119,39	18234
-11	2,01	243	24	21,74	2979	59	124,72	19105
-10	2,20	266	25	23,00	3162	60	130,24	20010
-9	2,40	292	26	24,32	3355	61	135,95	20951
-8	2,61	319	27	25,71	3559	62	141,87	21928
-7	2,84	348	28	27,17	3773	63	147,99	22943
-6	3,08	379	29	28,70	3999	64	154,33	23997
-5	3,33	412	30	30,31	4237	65	160,88	25090
-4	3,60	447	31	31,99	4487	66	167,66	26224
-3	3,89	485	32	33,75	4750	67	174,67	27401
-2	4,19	524	33	35,60	5027	68	181,90	28620
-1	4,51	566	34	37,54	5317	69	189,38	29884
0	4,85	611	35	39,56	5622	70	197,11	31194
1	5,21	658	36	41,68	5943	71	205,08	32551
2	5,58	708	37	43,90	6279	72	213,31	33956
3	5,98	762	38	46,21	6631	73	221,80	35410
4	6,40	818	39	48,63	7001	74	230,56	36915
5	6,84	878	40	51,16	7388	75	239,60	38472
6	7,31	941	41	53,79	7793	76	248,91	40082
7	7,80	1008	42	56,54	8218	77	258,51	41747
8	8,32	1079	43	59,41	8663	78	268,40	43468
9	8,87	1154	44	62,40	9128	79	278,59	45247
10	9,45	1234	45	65,52	9614	80	289,08	47084
11	10,06	1318	46	68,77	10122			
12	10,71	1408	47	72,15	10653			
13	11,39	1502	48	75,67	11207			
14	12,10	1603	49	79,33	11786			

DIFFUUSIO JA KONVEKTIO

Vesihöyryn liikkuminen rakenteessa tapahtuu

- diffuusiona, jossa vesimolekyylit siirtyvät korkeammasta konsentraatiosta alhaisempaan eli suuremmasta vesihöyryn osapaineesta alhaisempaan.
- konvektiona, jossa ilma toimii vesihöyryä siirtävänä aineena



Höyrynsulku



Höyrynsulun tehtävänä on estää ilmavuodot ja ilman sisältämän vesihöyryn tunkeutuminen rakenteeseen konvektion ja diffuusion seurauksena.

PIENTALOJEN RISKIRAKENTEET

Nykyajan suunnitelma

Höyrysulun kondenssi

09C HÖYRYSULKU ERISTEEN SISÄSSÄ

Kosteuskondenssia työmaaolosuhteissa.



KONDENS SITARKASTELUT KO. RAKENTEELLA

Sisäilma 60%RH T20°C } Ei kondenssia
Ulkoilma 95%RH T-15°C }

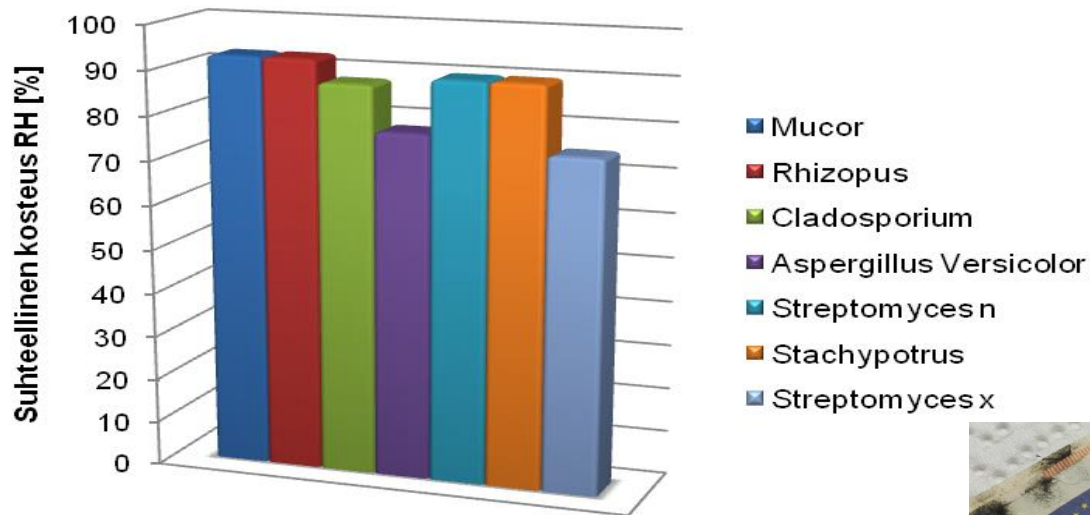
Sisäilma 65%RH T20°C } Kondenssi 6g/m²/vrk
Ulkoilma 95%RH T-15°C }

Sisäilma 70%RH T20°C } Kondenssi 16g/m²/vrk
Ulkoilma 95%RH T-15°C }

Jos ulkoseinärakenne on ilman sisäpuolista levyä edellä esitettyissä olosuhteissa on kondenssi 30g/m²/vrk.

Sisäilman suhteellinen kosteus työmaaolosuhteissa on oltava alle 60%RH.





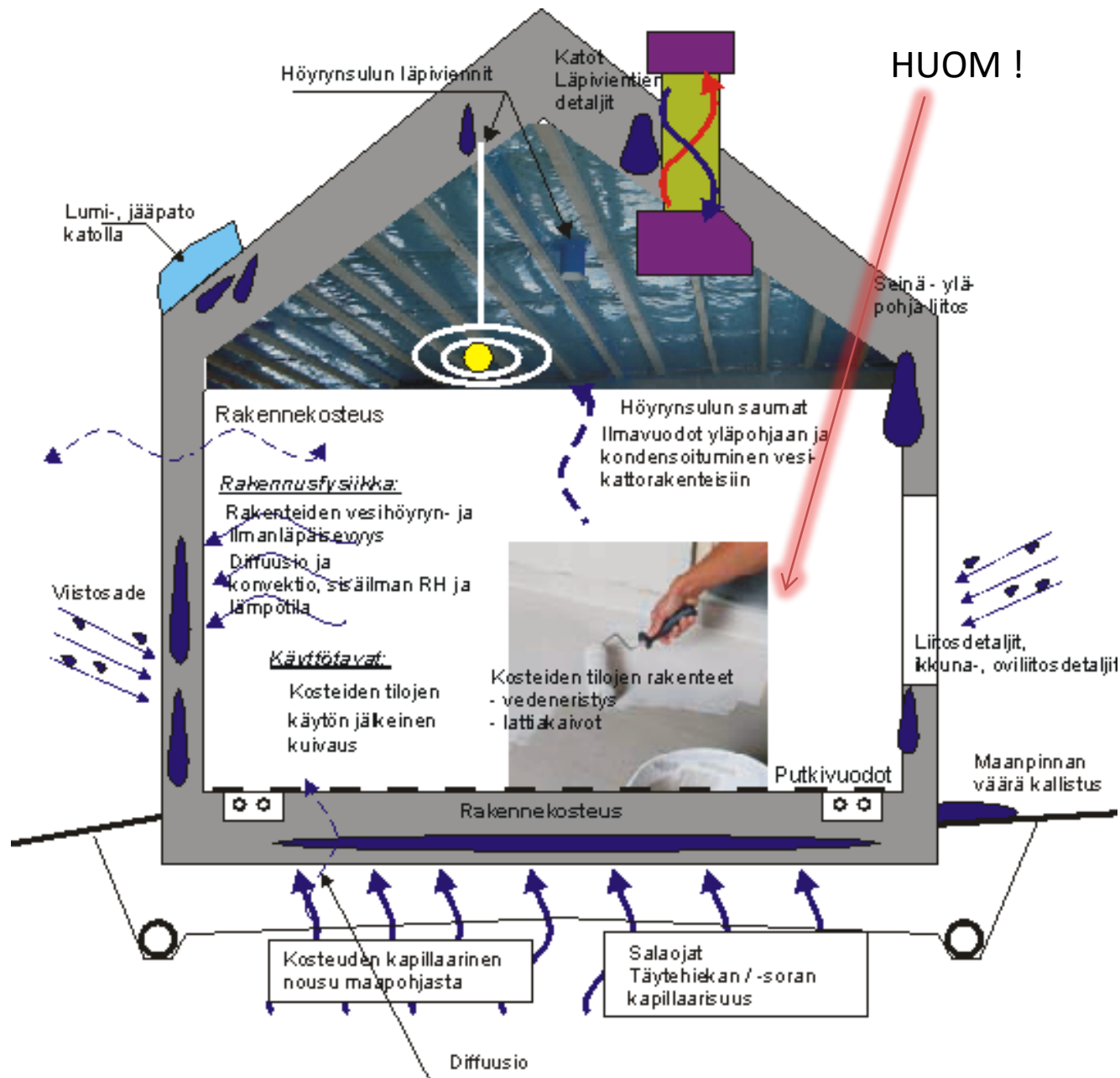
Muutamien homesukujen kosteusvaatimuksia



Homeet kasvavat tiiviillä ja umpisoluisilla materiaaleilla kuten puulla, betonilla ja useilla muovieristeillä ja -kalvoilla materiaalin pinnalla ja halkeamissa. Huokoisilla materiaaleilla kuten puukuitulevyissä, purussa ja mineraalivillaeristeissä sekä vettyneessä kipsilevyssä kasvustoa kehittyy yleensä runsaasti myös materiaalin sisälle.

DIFFUUSION/KONVEKTION AIHEUTTAMA KOSTEUS- JA HOMEVAURIO





Mikroorganismer.

Luftburna mögelsvampar och mykotoxiner i svenska problemhus – anpassning till byggprocessen

Projekt nr 19970192 (FORMAS)

SBUF Rapport nr: 11019

Solna 2004-11-22



Bild 1 Mögelfläckar på pappen (kartongen) *Bild 2* Rinningsmärken på skivorna

Slutsatser

Paketering av gipsskivor i tät plast medför risk för kondens och hög relativ fuktighet som kan initiera mögelangrepp innan skivorna monterats. Det krävs en bättre hantering av skivorna från fabrik och bättre anvisningar om hur de skall lagras på arbetsplatserna.

Med beaktande av resultaten att gipsskivor har ett tröskelvärde på ca 85 % relativ fuktighet, för att initiera mögelangrepp avråds byggsektorn för användning av dessa skivor i fuktiga utrymmen såsom våtrum, i utfackningsväggar, som vindskivor eller annan utomhusexponering.

Studien visar dessutom att fritt vatten inte behövs för start av tillväxten av mögelsvampar (bl.a *Stachybotrys chartarum*) på gipsskivor. För successivt uppfuktade gipsskivor behövs en mycket liten förhöjning av RF för att mögelsvamparna skall börja växa.

Omgivningsfuktigheten (t.ex. RF i Stockholmsluft) är över kritisk RF för generell mögeltillväxt största delen av året vilket ofta orsakar mögelpåväxt på utfackningsväggarnas gipsskivor.

Sisäilman epäpuhtaudet:

Kaasumaiset epäpuhtaudet:

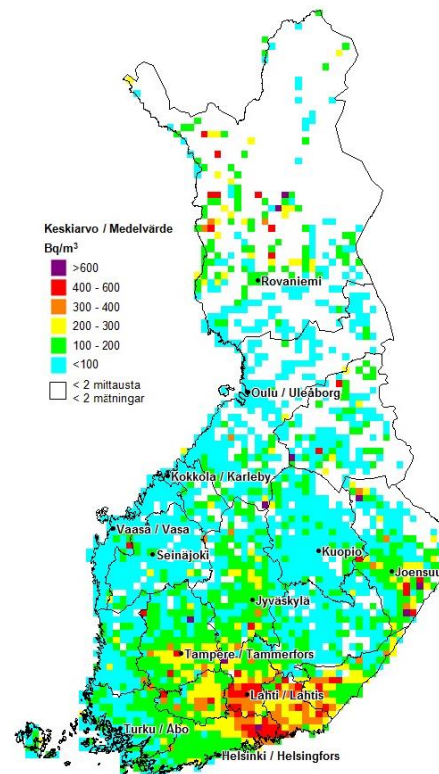
- Orgaaniset yhdisteet:
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet TVOC
Formaldehydi

- Epäorgaaniset yhdisteet:
Ammoniakki
Hiilidioksidi CO₂
Hiilimonoksidi CO
- Radon

stuk.fi

Partikkelit:

- Pöly PM₁₀
- Mikrobi-itiöt
- Asbesti
- Mineraalikuidut



Rakennusten ilmanpitävyys

Ilmavuotoluku, q_{50} . Ilmavuotoluvulla q_{50} kuvataan rakennusvaipan keskimääräistä vuotoilmavirtaa tunnissa 50 Pa:n paine-erolla kokonaissisämittojen mukaan laskettua rakennusvaipan pinta-alaa kohden.

<0,6	A, kiitettävä
0,6-	B, erittäin hyvä
1 - 2	C, hyvä
2 - 3	D, tyydyttävä – lievästi riskialtis
3 - 4	E, välttävä – riskialtis
> 4	F, huono – erittäin riskialtis

Taulukko 4. Ilmanpitävyyden merkitys.

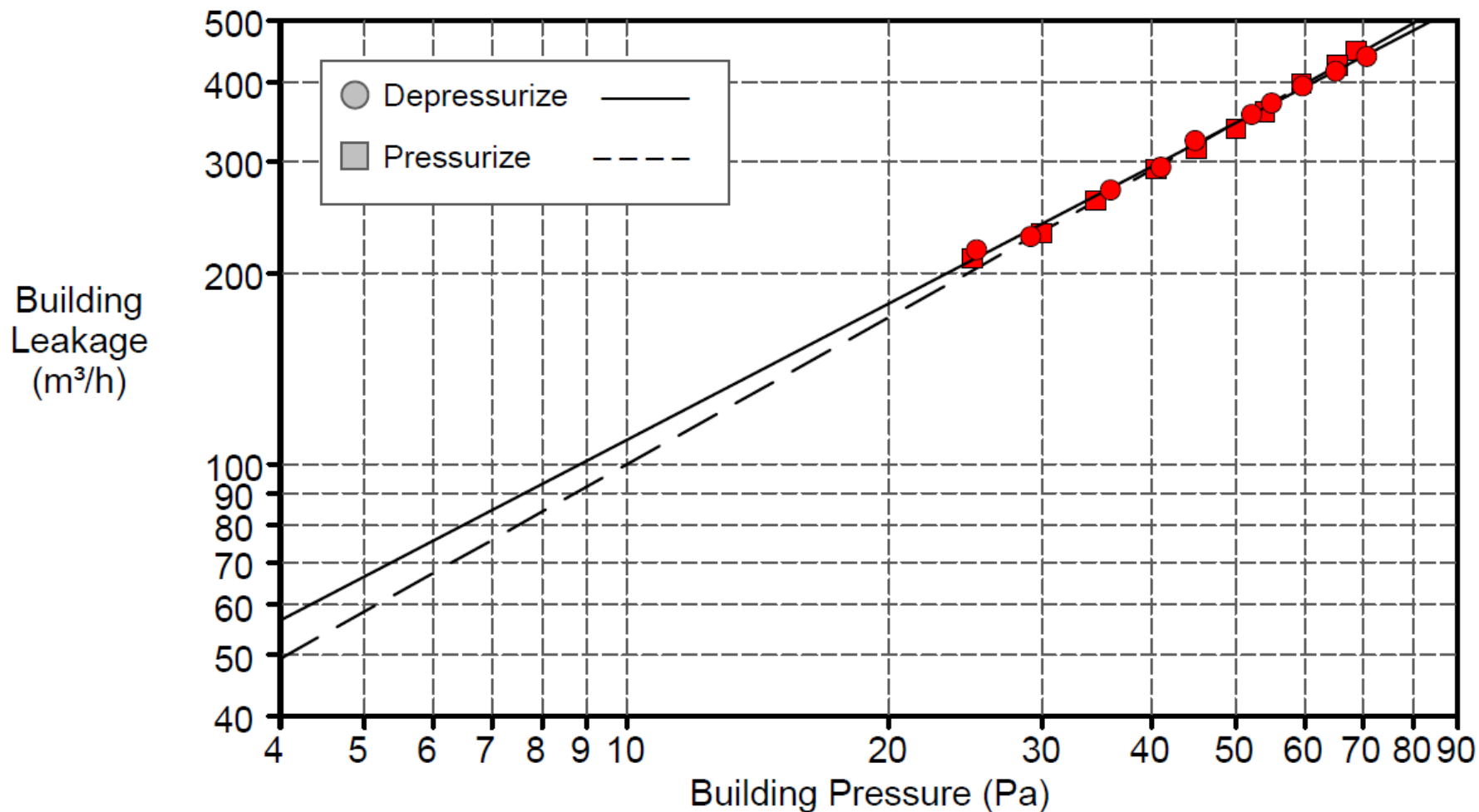
Edut :

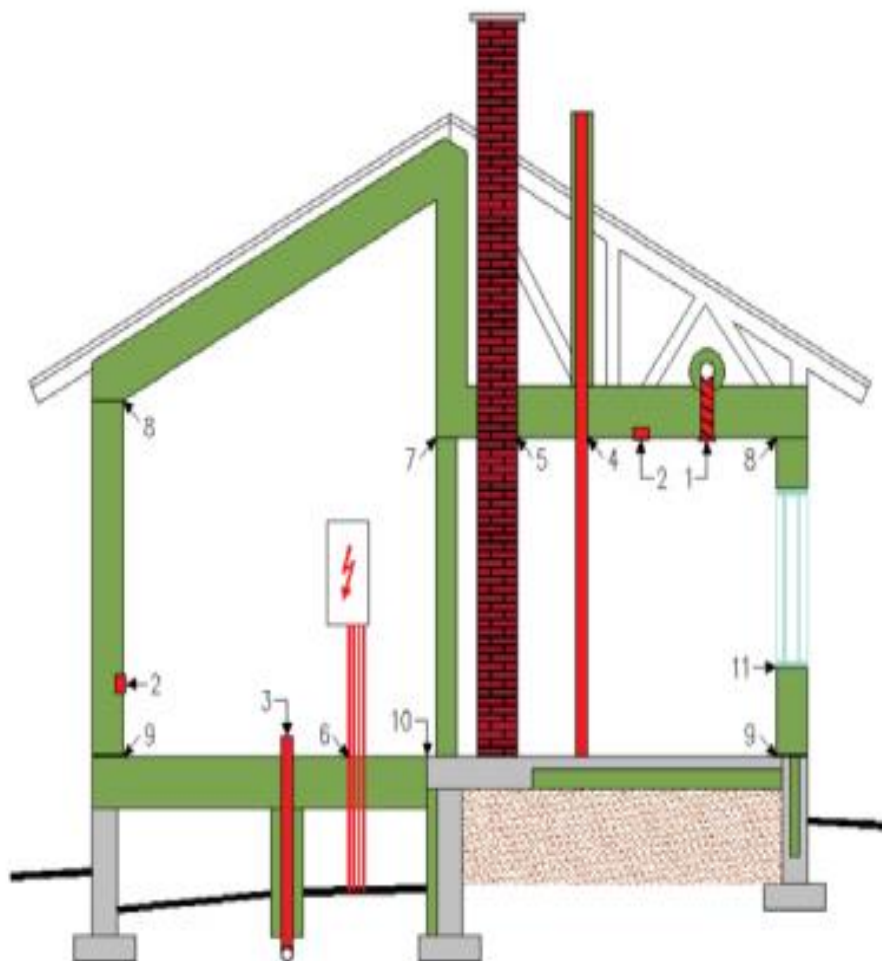
- Energiankulutus vähenee. Yhden yksikön (1 1/h) vähennys ilmavuotoluvussa (n_{50}) vähentää lämmitysenergian kulutusta noin 4–6 % tyypilliseen suomalaiseen pientaloon verrattuna.
- Rakennusvaipan epätiiviydestä johtuvat hallitsemattomat ilmavirtaukset vähentyvät, jolloin vedontunne vähenee ja lattiapinnat eivät jäähdy epämuukaviksi.
- Sisäilman kosteuden virtaaminen rakenteisiin vähenee.
- Rakenteista tulevien epäpuhtauksien (mineraalikuidut, mikrobit, radon) virtaaminen sisäilmaan vähenee.
- Ilmanvaihtolaitteiston toiminta on paremmin hallittavissa. Hatarassa talossa lämmöntalteenottolaite ei tuo odotettuja säästöjä.



Rakennuksen vaipan ilmatiiveys

Rakennuksen mitattu ilmavuotoluku q_{50} määritetään 50 Pa:n paine-erolla





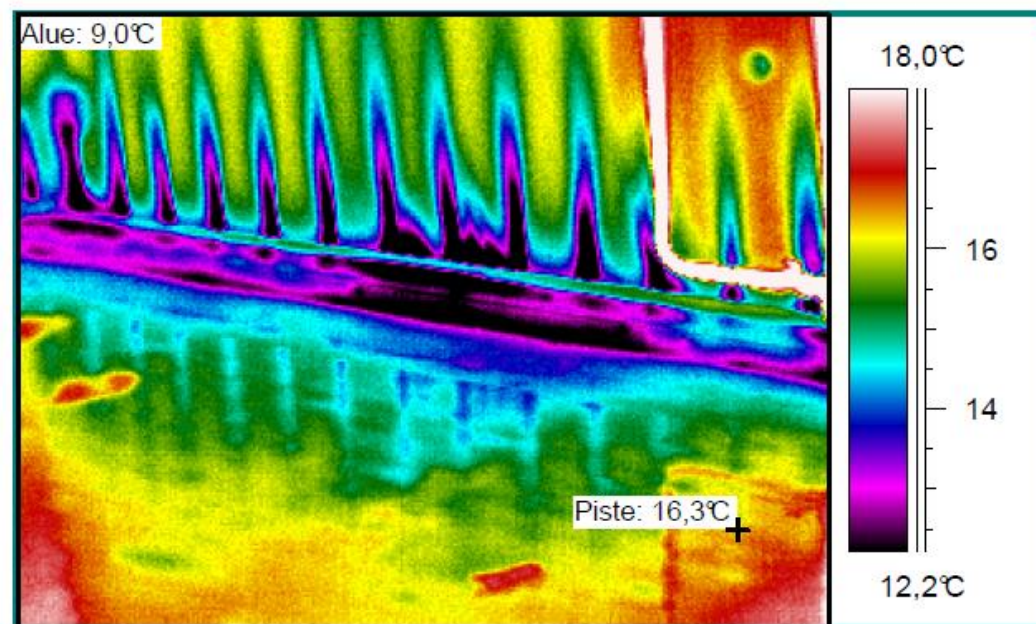
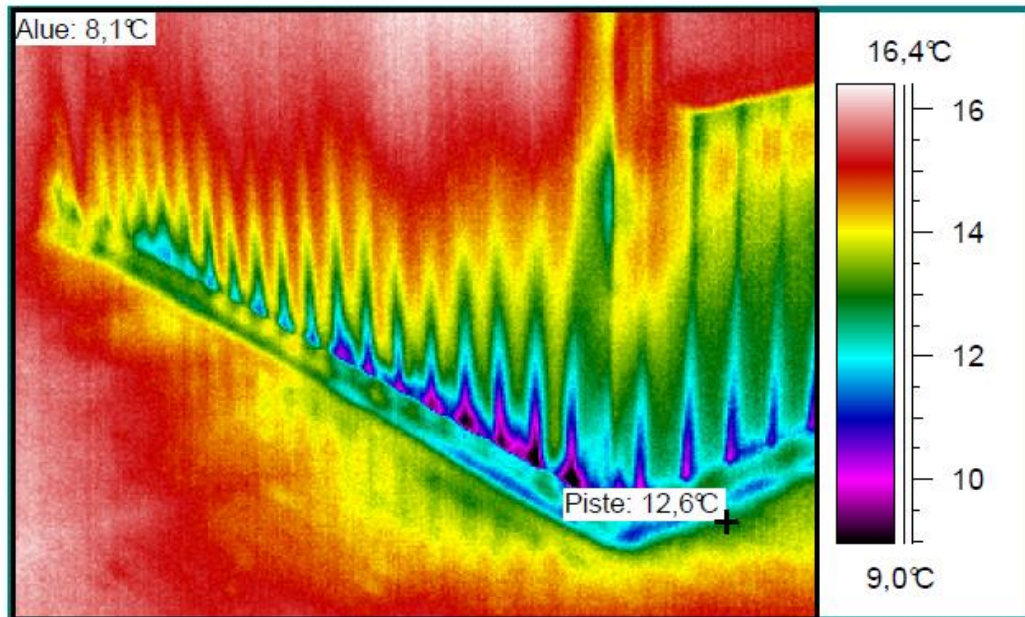
- 1 Ilmansulun ulkopuolelle tehtyjen IV-asennusten läpiviennit
- 2 Ilmansulun ulkopuolelle tehtyjen sähköasennusten läpiviennit
- 3 Viemäreiden läpiviennit alapohjassa
- 4 Viemärin tuuletusputken läpivienti yläpohjassa
- 5 Savuhormin läpivienti yläpohjassa
- 6 Sähköpääkeskuksen johtojen läpiviennit alapohjassa
- 7 Kantavien väliseinien liittymät
- 8 Ulkovaipparakenteiden liittymät
- 9 Elementtien saumat
- 10 Tuulettuvan ja maanvaraisen alapohjan liittymä
- 11 Ikkunoiden ja ovien liittymät

Kuva 2. Yleisimmät ilmavuotokohdat rakennuksen vaipassa (lähde: Sisäilmayhdistys)

Sisäilmaongelma vanhassa koulurakennuksessa

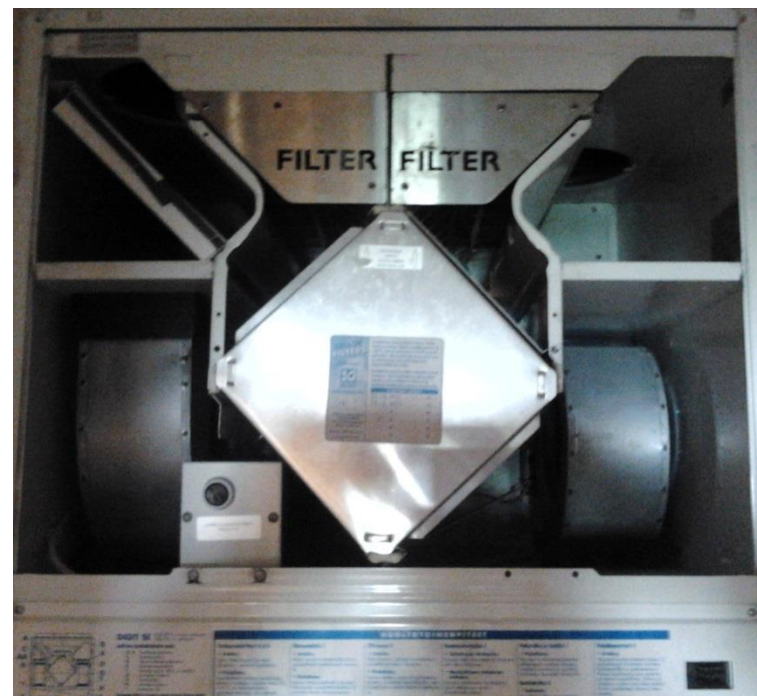
- Rakennuksen ryömintätilaan oli lattiaremontin jälkeen jätetty vanhan lattian eristeitä ym. orgaanista materiaalia.
- Koulun henkilökunta ja oppilaat olivat pitkään oireilleet rakennuksessa
- Jostain syystä ryömintätilaa ei ollut aikaisemmin tutkittu ?
- Tiiviysmittauslaitteiston ja lämpökameran avulla ongelma dokumentoitiin



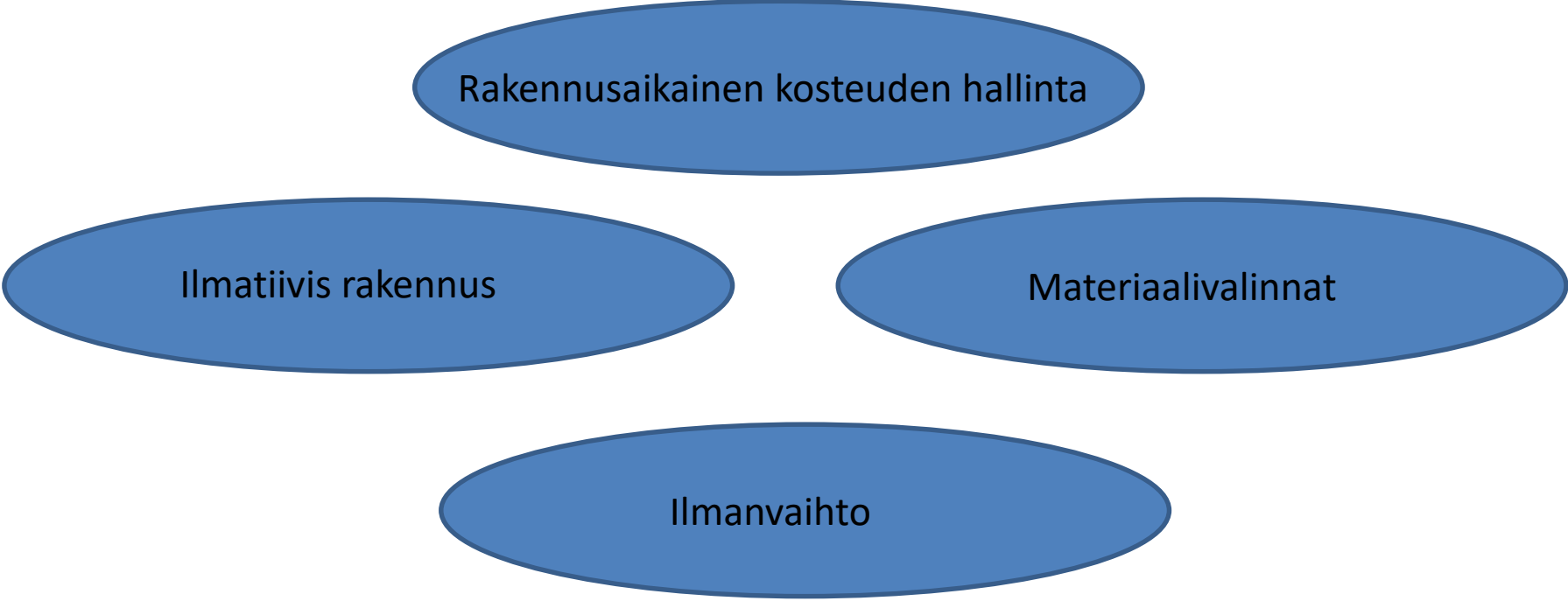


IV-kone

- Kanavien tiiviys rakennusaikana, pöly!
- Koneen säätö
- Suodattimien puhdistus ja vaihto
- Koneen puhdistus
- Älä koske säädettyihin venttiileihin !
- Tämän avulla talosi ”hengittää”
- Opettele käyttämään laitetta oikein !
- Aina päällä !



Avaimet hyvään sisäilmaan



Rakennusaikainen kosteuden hallinta

Ilmatiivis rakennus

Materiaalivalinnat

Ilmanvaihto

Motivan sivuilta energiatehokkaan rakentamisen parhaita käytäntöjä - BUILD UP Skills -koulutusmateriaalit



Älykäs energiahuolto Euroopassa -ohjelmasta rahoitettavat hankeet

Kirjoittajat ovat yksin vastuussa tämän oppimateriaalin sisällöstä. Se ei välittämättä vastaa Euroopan unionin mielipidettä. EASME ja Euroopan komissio eivät ole vastuussa siitä, miten siinä olevaa tietoa käytetään.



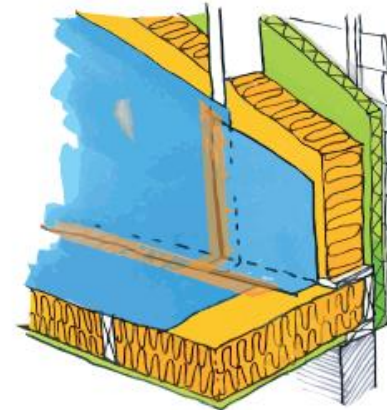
ENERGIAEHOOKKAAN RAKENTAMISEN TYÖMAAOPAS



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



8. Liitos- ja limityssaumat sekä pienet reiät teipataan höyrynsulkuteipillä.



http://www.motiva.fi/toimialueet/kansainvalinen_toiminta/build_up_skills_finland/build_up_skills_-koulutusmateriaalit