

## Asuintilojen ilmanvaihdon poistoilman kosteuden määrittäminen ja vaikutukset ilmanvaihdon lämmöntalteenoton toimintaan

---

24.3.2021/ Lauri Savolainen

24.3.2021

## SISÄLLYS

ESIPUHE .....	2
MÄÄRITELMÄT .....	3
1 TAUSTA .....	4
1.1 Lämmöntalteenoton hyötysuhde .....	5
1.1.1 Osailmavirrat .....	6
1.1.2 Huurtumisenesto .....	6
2 KOSTEUSKUORMAT .....	7
2.1 Asuinrakennukset .....	9
2.2 Muut rakennukset.....	10
3 POISTOILMAN KOSTEUDEN MÄÄRITYS.....	11
3.1 Asuinrakennukset .....	11
3.1 Laskentaesimerkki.....	12
3.2 Muut rakennukset.....	13
4 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	14

24.3.2021

## ESIPUHE

Tämä selvitys on tehty Talotekninen teollisuus ja kauppa ry:n toimeksiantosta. Selvityksessä tarkastellaan asuintilojen kosteuskuormia ja kosteasta poistoilmasta lämmöntalteenottolaitteistojen toiminnalle aiheutuvia haasteita. Tarkastelun perusteella on laadittu ehdotus olosuhteista, joissa asuintiloja palvelevien ilmanvaihdon LTO-laitteiden toimintaa kylmissä olosuhteissa tulisi tarkastella.

Tämä raportti julkaistaan osana Talotekniikkainfon ilmanvaihdon oppaaseen liittyvää esimerkkikokoelmaa.

Työn yhteyshenkilönä on Taltekalta ollut Juhani Hyvärinen.

Projektiryhmään on AX-Suunnittelusta ovat kuuluneet Lauri Savolainen, Sasu Karkiainen, Urpo Koivula sekä Jarmo Keski-Opas.

Lauri Savolainen

24.3.2021

## MÄÄRITELMÄT

Lämmöntalteenotto	Ilmanvaihdon poistoilmasta tuloilmaan lämpöenergiaa siirtävä lämmönsiirrin tai laitteisto
Koneellinen ilmanvaihto	Puhaltimen tai muun mekaanisen laitteen avulla aikaansaatu ilmanvaihto
Suhteellinen kosteus (RH)	Relative Humidity, suhteellinen kosteus
Absoluuttinen kosteus (x)	Absoluuttinen kosteus $\text{kg}_{\text{vettä}}/\text{kg}_{\text{kuivaa ilmaa}}$ eli veden massan ja kuivan ilman massan suhde
Metabolinen ekvivalentti MET	Met-arvo (engl. Metabolic Equivalent) kuvaa fyysisen aktiivisuuden (lihasten aktiivinen käyttö) aiheuttamaa lisääntynyttä energiankulutusta verrattuna lepotasoon.
Absorptio	Molekyylin imeytyminen aineeseen.
Adsorptio	Molekyylin sitoutuminen aineen huokosten pinnoille.
Desorptio	Molekyylin poistuminen aineesta.
Kastepiste	Kastepiste(lämpötila) on se lämpötila, jossa ilmassa oleva kosteus tiivistyy.
Entalpia	Ilmaisee ilman tai muun aineen kokonaislämpösisällön vertailutasoon nähden.

24.3.2021

## 1 TAUSTA

Ilmanvaihdon tarkoitus on omalta osaltaan ylläpitää terveellistä ja turvallista sekä viihtyisää sisäilmastoa. Ilmanvaihdon avulla poistetaan rakennuksesta sisäisten sekä ulkoisten tekijöiden aiheuttamia lämpö-, kosteus- sekä epäpuhtauskuormia. Tässä selvityksessä keskitytään asuintilojen sisäilman kosteuskuormituksen määrittelyyn sekä kosteasta poistoilmasta lämpöä talteen ottavien lämmöntalteenottolaitteistojen toiminnan arviointiin kylmissä olosuhteissa.

### **Ilmanvaihtoasetus asettaa vaatimuksia ilmanvaihdolle:**

#### **1009 / 2017 8 § Ilmanvaihto**

”Ilmanvaihtojärjestelmän on tuotava rakennukseen riittävä ulkoilmavirta ja poistettava sisäilmasta terveydelle haitallisia aineita, liiallista kosteutta, viihtyisyyttä haittaavia hajuja sekä ihmisistä, rakennustuotteista ja toiminnasta sisäilmaan aiheutuvia epäpuhtauksia”

#### **1009 / 2017 21 § Ilmavirroista aiheutuvat paineet ja rakenteiden ilmanpitävyys**

” Erityissuunnittelijan on suunniteltava rakennuksen ulko- ja ulospuhallussilmavirrat siten, ettei rakenteisiin aiheudu ylipaineen vuoksi rakenteita vaurioittavaa pitkäaikaista kosteusrasitusta eikä alipaineen vuoksi epäpuhtauksien siirtymistä sisäilmaan. Pääsuunnittelijan, erityissuunnittelijan ja rakennussuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti suunniteltava rakennuksen vaipan ja sisä rakenteiden ilmanpitävyys ja hormivaikutuksen hallinta siten, että edellytykset ilmanvaihdon toiminnalle voidaan varmistaa ja vältetään rakenteissa olevien epäpuhtauksien, maaperässä olevien epäpuhtauksien ja radonin siirtymistä sisäilmaan ja vältetään kosteuden siirtymistä rakenteisiin.”

### **Talotunkiikkainfo Opastava teksti**

” Jollei rakennuksen toiminnan erityisluonne toisin edellytä, suunnitellaan rakennuksen ulko- ja ulospuhallussilmavirrat tasapainoon staattisessa tilanteessa. Staattinen tilanne on esimerkiksi se tilanne, jossa rakennuksen ilmavirrat säädetään ilmanvaihtojärjestelmän rakentamisen valmistumisvaiheessa. Järjestelmän suunnittelussa on huomioitava mm. erillispoistojen kuten liesikuvun, takan tai keskuspölynimurin kautta rakennuksesta poistettava ilmamäärä tai muusta käyttötilanteesta kuten ilmanvaihtokoneen huurteensulatuksesta johtuva mahdollinen tulo- ja poistoilmavirtojen epätasapaino ja osoitettava, mistä korvausilma saadaan.”

”Ilmanvaihtojärjestelmä suunnitellaan ja toteutetaan siten, etteivät sään vaihtelut muuta ilmanvaihtojärjestelmän ilmavirtoja ja niiden virtaussuuntia rakennuksessa.”

24.3.2021

Yllä esitetyt kohdat asettavat välillisesti ilmanvaihdon lämmöntalteenoton huurteensulatuksen ja huurteen eston toiminnalle teknisiä suorituskykyvaatimuksia.

Ilmanvaihtolaitteiston tulee toimia suunnitellulla suorituskykytasolla myös talven mitoitusulkolämpötilalla. Jotta eri LTO-ratkaisujen toimintaa matallissa ulkolämpötiloissa voitaisiin yhteismitallisesti vertailla, tulisi laitteistojen suoritusarvot esittää yhteisesti sovitussa mitoitusolosuhteissa. Tässä selvityksessä ehdotetaan asuinhuoneistojen poistoilmalle tavanomaisten kuormitustekijöiden perusteella määriteltyä mitoitusolosuhdetta.

Ilmanvaihtolaitteita koskeva Euroopan unionin asetus ilmanvaihtolaitteiston ekologisen suunnittelun osalta vaatii, että nestekiertoisilla lämmöntalteenottolaitteilla lämpötilasuhde tulee olla vähintään 68 % ja muilla lämmöntalteenottotyypeillä vähintään 73 %. Tämän lisäksi Suomen kansallinen lainsäädäntö voi välillisesti ohjata paikoin jopa korkeampiin LTO-hyötysuhteisiin ilmanvaihdon lämmöntalteenotolle esimerkiksi E-lukuvaatimusten kautta. Korkeammat hyötysuhteet johtavat väistämättä siihen, että lämmöntalteenottolaitteeseen muodostuu huuretta/jäätä korkeammilla ulkoilman lämpötiloilla kuin aikaisemmin.

Sulatusmekanismin valinta vaikuttaa merkittävästi rakennuksen lämmitysjärjestelmän mitoitukseen ja tarvittavaan huipputehoon.

## 1.1 Lämmöntalteenoton hyötysuhde

Lämmöntalteenotossa poistoilman lämpöenergiaa käytetään tuloilman lämmittämiseen. Hyötysuhteen kasvattaminen madaltaa ulospuhallusilman lämpötilaa sekä lämmönsiirtimen lämmönsiirtopintojen lämpötiloja.

Rakennuksen sisällä muodostuu rakennustyyppistä riippumatta lähes poikkeuksetta kosteuskuormia. Tehokkaassa LTO-laitteessa poistoilman kastepistelämpötila alittuu matalilla ulkoilman lämpötiloilla. Lämmönsiirtopinnan lämpötilasta riippuen poistoilman sisältämä kosteus joko tiivistyy vedeksi tai härmistyy jääksi tai kuuraksi lämmönsiirtimeen. Etenkin kuura ja jää haittaavat ilman liikkumista lämmönsiirtimen läpi ja heikentävät laitteiston hyötysuhdetta, joten ne pitää ajoittain hallitusti poistaa laitteiston toiminnan varmistamiseksi. Huurteenpoiston suunnittelu onkin olennainen osa rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelua.

24.3.2021

### 1.1.1 Osailmavirrat

Ilmavirran pienentyessä patterin lämmönsiirtopinnan suhde sen läpi virtaamaan ilmavirtaan kasvaa, minkä seurauksena lämmönsiirtimen hyötysuhde kasvaa niin kauan, kun virtaus säilyy turbulentsena. Osailmavirroilla poistoilma siis jäähtyy LTO-laitteessa kylmemmäksi kuin mitoitusilmavirroilla, mikä edesauttaa huurtumista.

Tilanne on vastaava, jos LTO-laitteiston poistoilmavirta on tuloilmavirtaa pienempi. Esimerkiksi erillispoistoja käytettäessä tuloilmavirta on LTO-laitteessa poistoilmavirtaa suurempi, jolloin poistoilman lämpötilasuhde kasvaa. Tällöin poistoilman kastepistelämpötila alittuu LTO-laitteessa korkeammilla ulkoilman lämpötiloilla verrattuna tilanteeseen, jossa poistoilmavirta on yhtä suuri kuin tuloilmavirta.

### 1.1.2 Huurtumisenesto

Huurteenpoiston tarkoitus on joko poistaa syntynyt jää lämmönsiirtimestä tai estää sen syntyminen kontrolloimalla lämmönsiirtimen lämmönsiirtokykyä. Jatkuvatoimisuuden etuna on se, että ilmanvaihto saadaan toimimaan stabiilisti siten, etteivät ilmamäärät muutu, joten tulo- ja poistoilmamäärät saadaan pidettyä tasapainossa. Tällöin usein kuitenkin heikennetään lämmöntalteenoton tehoa enemmän kuin on tarpeen ja näin hukataan lämpöenergiaa.

Syklimäisen huurteenpoiston etu on se, että lämmönsiirrin toimii maksimaalisella hyötysuhteella niin pitkään kuin mahdollista, koska LTO:n tehoa rajoitetaan vasta, kun huurretta on jo muodostunut. Laitteistoon kertynyt huurre sulatetaan automatiikan ohjaamana pois, jonka jälkeen järjestelmän toiminta palaa normaaliksi. LTO-laitteen poistopuolelle muodostuva huurre aiheuttaa painehäviön, joka kuristaa poistoilmavirtaa. Poistoilmavirran pienemisen seurauksena rakennukseen voi muodostua haitallista ylipainetta, joten syklimäisen toiminnon käyttäminen edellyttää käytännössä paineohjattuja puhaltimia.

Jos sulatus tapahtuu tuloilmavirtaa pienentämällä, vaikuttaa sulatustoiminto ilmataseeseen ja rakennuksen painesuhteiden hallintaan aiheuttaen ainakin ajoittaista sisätilojen alipainetta.

Syklimäinen huurteenpoisto voi myös vaikuttaa tarvittavaan tuloilman lämmitystehtävään.

24.3.2021

## 2 KOSTEUSKUORMAT

Kosteuskuormia on kaikissa rakennuksissa. Kosteuskuormat voivat olla ihmisperäisiä tai ulkoilman kosteusvaihtelusta, ihmisen toiminnasta/tilan käyttötarkoituksesta, prosesseista tai tilan olosuhdevaatimuksista johtuvia. Kosteuskuorman ominaisuudet, kuten kuorman suuruus ja ajallinen kesto voivat olla erilaisia, mikä tulee huomioida mitoittavaa olosuhdetta määrittäessä. Tärkeimpiä ominaisuuksia kosteuskuormalla ovat kesto ja suuruus. Usein kuormat voidaan jakaa jatkuviin ja hetkellisiin kuormiin sekä sellaisiin, jotka nostavat sisäilman entalpiaa tai eivät nosta sisäilman entalpiaa. Hyviä esimerkkejä sisäilman entalpiaa nostavista hetkellisistä kosteuskuormista ovat suihku tai sauna ja jatkuvaluonteisista pyykin kuivatus, ihmisperäinen kosteus ja rakenteiden kuivuminen.

### *Kosteuskuormat ihmisestä*

Ihmisen kosteuden- ja lämmöntuotto ovat lähes suoraan riippuvaisia aineenvaihdunnan tasosta. Kosteuskuorman määrä voidaan siis arvioida MET arvon avulla. Ihmisen kudoksissa syntyvä lämpö johtuu ihon pinnasta sisäilmaan sekä hengityksen mukana lämpönä ja keuhkoista haihtuvana vetenä. Mikäli aineenvaihdunnan taso nousee yli kynnyksen, jossa edellä mainituilla tavoilla lämpöä ei siirry riittävästi pitämään ruumiin lämpötilaa sopivana, alkaa iho hikoilla ja näin ylimääräinen lämpö siirtyy haihtuvan veden mukana pois. /1/

Täysikasvuisen ihmisen likimääräistä vesihöyryemissiota voidaan arvioida seuraavasti /1/

$$E = 110 Q - 60 \quad (1)$$

missä E on vesihöyryn tuotto (g/h)  
Q on aineenvaihdunnan taso (met)



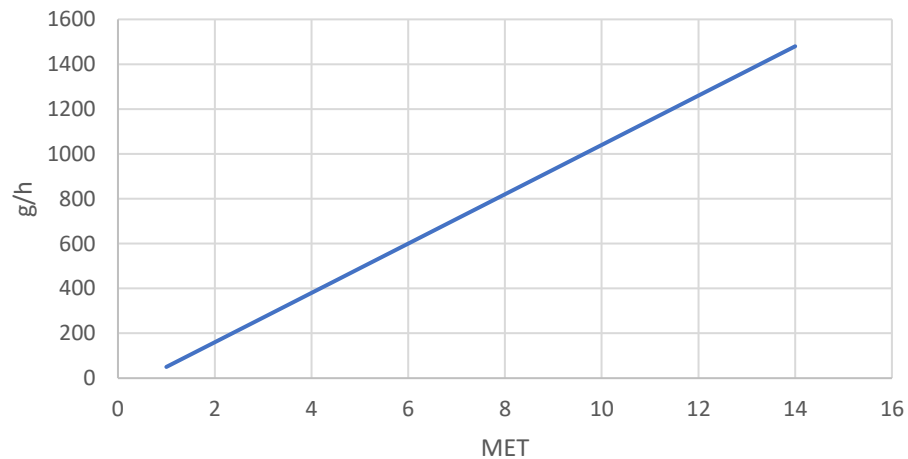
24.3.2021

Taulukko 2.1 Ihmisen vesihöyryn tuotto /1/ /4/

Aineenvaihdunnan teho [MET]	Vesihöyryn tuotto [g/h]
-----------------------------	-------------------------

0,8	28	Nukkuminen
1,1	61	Istuminen
2,2	182	Kevyt siivoaminen, ruuan valmistus
3,3	303	Kevyt fyysinen rasitus / rauhallinen kävely / taitolajien harjoittelu / ratsastus
4,5	435	Raskas sairaanhoitotyö / lumityöt, halonhakkuu / kohtalainen fyysinen aktiivisuus / reipas kävely (6-7 km/h) / kuntosaliharjoittelu, kevyt pallopuoli, tanssi
6	600	Rakennus / nostotyö / juoksu / aerobiset voimistelut, pallopuoli, painiharjoittelu, juoksu 8 km/h
10	1040	Juoksu 10 km/h

### Kosteuskuorma ihmisestä



### Kosteuskuorma asumisen toiminnoista

Normaalissa asumisessa kosteuskuormaa syntyy ihmisen lisäksi asumisen toiminnoista. Tällaisia ovat esimerkiksi peseytyminen, ruuanlaitto, pyykinpesu ja huonekasvien haihduttama kosteus.

Taulukossa 2.2 on esitetty yleisimmät kosteuskuormat

24.3.2021

Taulukko 2.2 Asuinhuoneistojen kosteuslähteitä ja arvioituja kosteustuottoja /1/ /3/

Tila /lähde	Kosteuden tuotto [g/h]	
<b>Keittiö</b>		
Keittäminen		
-Sähköliedellä	600-1200 *	
-kaasuliedellä	2000-3000*	
keskimäärin		
-Sähköliesi	100	
-Kaasuliesi	200	
<b>Kylpyhuone</b>		
-Suihku	1100-2600*	(1100 on arvioitu 10 l/s suihkun poistoilmamäärälle)
-Sauna	1300*	(saunan poistoilmamäärä 6 l/s)
-Kylpyamme	700	
-Pyykin kuivaus narulla	250	g/h 10h (6kg kuivaa pyykkiä, kosteuspitoisuus 40% lingottuna 1400rpm)
-märät seinäpinnat / vesipinnat	60	g/h*m <sup>2</sup> (vesi huoneilman lämpötilassa 21 °C)
<b>Huonekasvit</b>		
-pienet	5-10	
-keskikokoiset	7-15	
-suuret	10-20	
<b>Rakenteet</b>		
-Desorptio		
-Rakennuksen pääasiallinen materiaali betoni	1-10**	g/h*m <sup>2</sup> <sub>lattia</sub>
*Hetkellinen huippuarvo		
**Desorptio korostuu kovimpien pakkasten aikaan sekä riippuu voimakkaasti ilmanvaihtomäärästä		

## 2.1 Asuinrakennukset

Asuinrakennuksissa toiminnot ovat asuntokohtaisia ja ilmanvaihtokoneelle saapuvan poistoilman lämpötilassa ja kosteudessa on erittäin suuria vaihteluita riippuen siitä, käytetäänkö asuntokohtaista ilmanvaihtokonetta vai useampaa asuntoa palvelevaa ilmanvaihtokonetta. Yhtä asuntoa palvelevan koneen tulee sietää huomattavasti suurempia kosteus- ja lämpötilavaihteluita kuin ns. keskusilmanvaihtokoneen.

24.3.2021

Laskentaesimerkissä kohdassa 3.1 on määritetty yhden pienen asunnon kosteuskuorma. Yhden asuinyksikön keskimääräinen kosteuskuorma on siis noin 450 g/h, joka voi nousta suihkun aikana tai löylynheiton aikana jopa 1500-2500 g/h. Lämmöntalteenoton toiminnan kannalta kuitenkin huippukosteuskuormat eivät yleensä ole kaikista ongelmallisimpia, koska tällöin poistoilman lämpötila ja entalpia ovat korkeita, jolloin jäätymistä ei välttämättä tapahdu. Siksi mitoittavaksi tilanteeksi tulee valita se tilanne, jonka kosteuskuorma kuvastaa normaaleiden asumistoimintojen maksimitasoa ja poistoilman lämpötila on 21 °C.

Keskitettyssä ilmanvaihtoratkaisussa tilanne on erilainen johtuen asuntojen erilaisesta käyttöasteesta ja kosteuskuormien eriaikaisuudesta. Selkeästi suurin kosteuskuormaa tuottava toiminto on pyykin kuivaus narulla asuintiloissa. Todellisuudessa osa asunnoista käyttää kondensoivaa kuivausrumpua tai talon yhteistä kuivaushuonetta, jolloin samanaikaista pyykinkuivausta ei tapahdu jokaisessa asunnossa.

## 2.2 Muut rakennukset

Muissa rakennustyypeissä kuin asuinrakennuksissa kosteuskuorma on aina arvioitava erikseen. Tässä selvityksessä on kerätty tietoja kosteuskuormista, joita voidaan käyttää apuna arvioitaessa mitoittavaa kohdekohtaista kosteuskuormaa.

24.3.2021

### 3 POISTOILMAN KOSTEUDEN MÄÄRITYS

Poistoilman kosteuden määrittely tulisi olla osa ilmanvaihdon suunnittelua. Tässä luvussa määritellään huonetyypeille tyypillisiä kosteuskuormia asuinrakennuksissa.

#### 3.1 Asuinrakennukset

Taulukossa 3.1.1 on esitetty *Asuinrakennusten ilmanvaihdon mitoitusoppaan 2019* taulukko 2 /2/ tilatyypikohtaiset kosteuskuormat. Huonekohtaiset kosteuskuormat kuvastavat yhden tai kahden ihmisten oleskelua huoneessa MET = 1 aktiviteetilla. Muiden asuinhuoneiden osalta kosteuskuormana voisi olla esimerkiksi huonekasvit. Laskentaesimerkissä kuvataan yhden makuuhuoneen asunnon normaalin elämisen tilanne. Tämän lisäksi hetkittäisiä kosteushuippuja voi kasvattaa esimerkiksi runsas veden käyttö siivoamisessa tai esimerkiksi suihkussa käynti. Tällaiset tilanteet ovat normaalin elämiseen kuuluvia tilanteita, jolloin poistoilman kosteusmittaukseen perustuvaa automaattista ilmanvaihdon tehostusta voidaan käyttää poistamaan hetkellinen huippukosteuskuorma.

**Taulukko 3.1.1 Asunnon tilojen normaalin käyttötilanteen vähimmäisilmavirrat. /2/**

Huonetila	Ulkoilma- virta dm <sup>3</sup> /s	Poistoilma- virta dm <sup>3</sup> /s	Kosteuskuorma g/h
Suurin tai ainoa makuuhuone tai yli 11 m <sup>2</sup> makuuhuone	12		100
Muut makuuhuoneet	8		40
Muut asuinhuoneet kuten olohuone alle 22 m <sup>2</sup> , ei kuitenkaan keittiö	8		30*
Muut asuinhuoneet kuten olohuone yli 22 m <sup>2</sup> , ei kuitenkaan keittiö	0,35 dm <sup>3</sup> /s,m <sup>2</sup>		30*
Keittiötila, keittiö, keittokomero, saarekekeittiö (KT)		8 (25)	100
Kylpyhuone WC:llä tai ilman (KPH)		10	1100
Erillinen WC (WC)		7	40
Vaatehuone (VH)		6	0
Varasto		6	0
Huoneistosauna (S)	6	6	1500
Kylpyhuoneesta erillään oleva kodinhoitohuone		8	250
Tekninen tila		3	0

\*esimerkiksi huonekasvit

24.3.2021

### 3.1 Laskentaesimerkki

Laskentaesimerkissä määritellään poistoilman kosteustaso. Laskentaesimerkissä oletetaan, että huonetiloissa syntyvä kosteus on täysin sekoittunut koko asunnon sisäilmaan. Huippukuormissa tulee ottaa huomioon suihkun tai saunan poistoilman lämpötila ja kosteus ja laskea ilmavirtojen sekoittumisen jälkeinen ilman tila ennen ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenottoa. Hetkellinen tilaan syntyvä kosteuskuorma voi olla suihkussa tai saunassa merkittävästi suurempi, kuin poistoilman mukanaan kuljettava kosteussisältö, tämä tulee huomioida tarkasteltaessa poistoilman tilapisteen hetkellistä kosteuskuorman maksimia juuri ennen lämmöntalteenottoa. Huippukuormissa syntyvä kosteus ei välttämättä ole täysin sekoittunut tiloihin.

Laskentaesimerkki on tehty jatkuvalle kosteuskuormalle 450 g/h pienen asunnon minimiilmavirralla 18 l/s. Tämä kosteuskuorma koostuu ihmisistä (80g/h), ruuanlaitosta (100 g/h), huonekasveista (20 g/h), pyykin kuivauksesta (250 g/h).

$dx$	kuivan ilman vesisisälön muutos kg/kg
$x_p$	poistoilman vesisisältö kg/kg
$x_u$	ulkoilman vesisisältö kg/kg
$\rho$	kuivan ilman määrä kg/m <sup>3</sup> kosteaa ilmaa
$q_v$	virtaama, ilma m <sup>3</sup> /s
$E$	Kosteuskuorma g/h
3600	kerroin, jolla muutetaan tunnit sekunneiksi
1000	kerroin, jolla muutetaan grammat kilogrammoiksi
$m_{vesi}$	kosteuskuorma kg/s
$m_{ilma}$	ilmamäärä kg/s

$$x = \frac{m_{vesi}}{m_{ilma}} = \frac{E}{\rho * q_v} \quad (2)$$

$$x = \frac{\frac{450 \frac{g}{h}}{3600 * 1000}}{1,2 \frac{kg}{m^3} * 0,018 \frac{m^3}{s}} = 0,00579 \text{ kg/kg}$$

$$x_p = x_u + dx$$

-29 °C lämpötilassa ulkoilman absoluuttinen kosteus (RH 90%, 1,013 bar) on 0,23 g/kg. Tällöin poistoilman kosteussisältö on noin 6 g/kg<sub>k.i.</sub> ja suhteellinen kosteus 21 °C lämpötilassa 39 %. Asuinrakennuksissa tämä tilanne kuvastaa rakennuksen normaalia käyttöä. Suihkun tai saunan käyttötilanteessa usein kosteuskuorma voi moninkertaistua, mutta samanaikaisesti lämpötila nousee. Poistoilman kondenssi voi olla runsasta LTO-laitteella huippukuorman aikana. Kondenssiveden poistuminen vaatii

24.3.2021

kaadot ilmanvaihtokoneen kondenssivesikaukaloon. Mikäli kondenssivesi syntyy poistoilmapuhaltimen imupuolella, niin alipaine heikentävät kondenssiveden siirtymistä viemäriin. Alipaineen vaikutus on huomioitava kondenssiveden viemäroinnissä.

### 3.2 Muut rakennukset

Muissa kuin asuinrakennuksissa kosteuskuorma on aina laskettava ilmanvaihtokonekohtaisesti.

Erikoiskohteet kuten uimahallit, teollisuuden prosessitilat on aina käsiteltävä erikseen. Uimahallien kosteuskuorman määrittämiseksi lisätietoa voi hakea esimerkiksi rakennustiedon julkaisemasta ohjeesta LVI-06-10451 Uimahallien ja virkistysuimaloiden LVIA-suunnittelu.

24.3.2021

#### 4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Jotta eri LTO-ratkaisujen toimintaa matalissa ulkolämpötiloissa voitaisiin yhteismitallisesti vertailla, tulisi laitteistojen suoritusarvot esittää yhteisesti sovituissa mitoitusolosuhteissa.

Tämän tarkastelun perusteella esitetään, että asuntoilmanvaihdossa LTO-laitteistojen talviajan suoritusarvot esitetään paikkakunnan mitoitusulkolämpötilalla tilanteessa poistoilman lämpötila 21 °C ja absoluuttinen kosteus 6 g/kg k.i.

Muiden kuin asuinrakennusten osalta suunnittelijan tulee aina tapauskohtaisesti määrittää talviajan suoritusarvojen tarkastelussa käytettävät poistoilman olosuhteet.

24.3.2021

## LÄHDELUETTELO

- 1 VTT TIEDOTE 1310 MIKKO SAARI ASUINHUONEISTOSSA TARVITTAVIEN ILMAVIRTOJEN MÄÄRITTÄMIEN KUORMITUKSEN PERUSTEELLA
- 2 FINVAC RY OPAS ASUINRAKENNUSTEN ILMANVAIHDON MITOITUKSEEN
- 3 RIL 107-2000 RAKENNUSTEN VEDEN JA KOSTEUDENERISTYSOHJEET
- 4 Lääkärikirja Duodecim, 19.9.2018, liikuntafysiologi Eija Kutinlahti, [https://terveysportti.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk01039](https://terveysportti.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk01039) Viitattu: 24.4.2020