

COMBI

COMPREHENSIVE DEVELOPMENT OF
NEARLY ZERO-ENERGY
MUNICIPAL SERVICE BUILDINGS



SISÄILMAN LÄMPÖTILA- JA KOSTEUSOLOSUHTEET

PALVELURAKENNUKSISSA

COMBI yleisöseminaari 24.1.2019

Tuomas Raunima, tutkimusapulainen, TkK, Tampereen yliopisto

Sisällys

Sisäilman lämpötila- ja kosteusolosuhteet palvelurakennuksissa COMBI yleisöseminaari 24.1.2019

Ilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan mittaaminen

Sisäilman kosteuslisän määrittäminen

Sisäilman lämpötilan sisäilmastoluokitus

Laskennallisen tarkastelun tulokset

Sisäilman kosteuslisän ja lämpötilan graafinen tarkastelu

Johtopäätökset

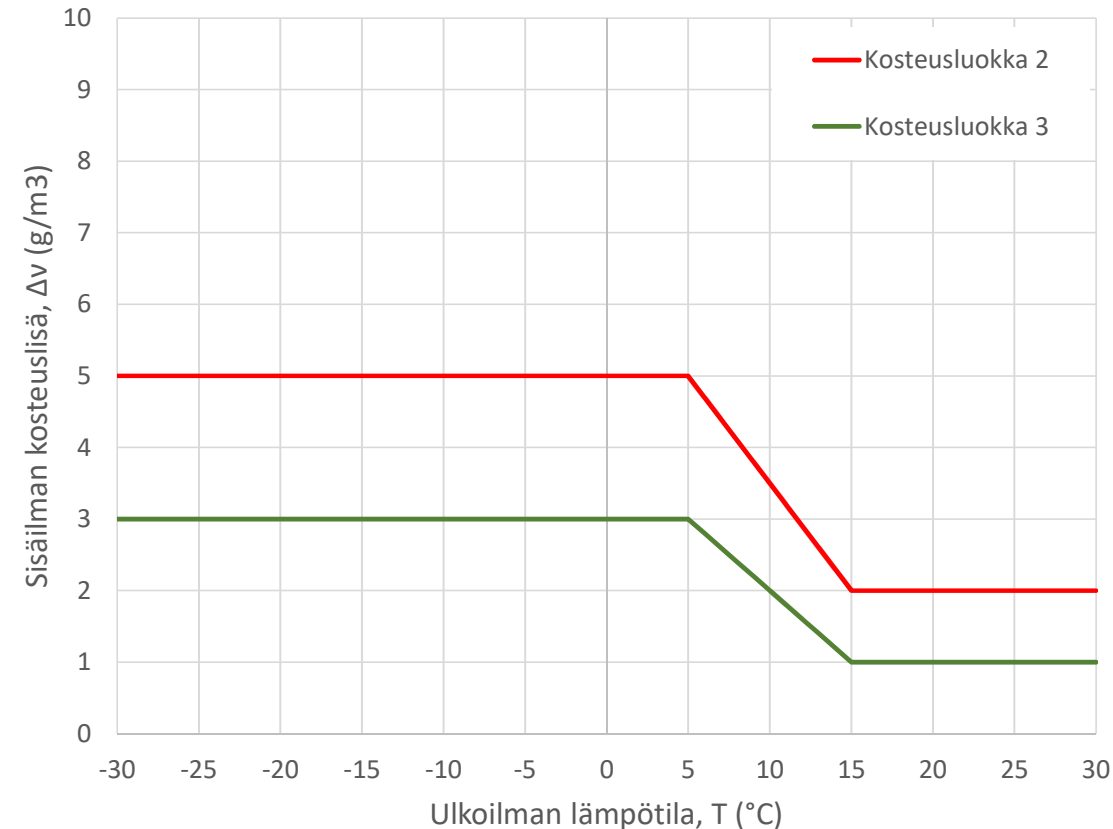
Ilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan mittaaminen

- Sisäilman suhteellista kosteutta ja lämpötilaa mitattiin Comark N2003 RH+T-mittarilla ja Rotronic CL11 RH+T+CO₂-mittarilla.
- Mittausväli oli 1 tunti.
- Mittauspisteitä 24 kohteessa kohteen laajuudesta riippuen 1...8.
- Mittauspisteiden korkeussijainti lattiasta vaihteli 0 ja 2,7 metrin välillä tilasta ja asennuksista riippuen
 - Pääasiassa mittauspisteiden korkeussijainti oli 0,7 ja 1,5 metrin välillä
- Ensimmäiset mittaukset aloitettiin 20.7.2016 ja viimeiset päätettiin 16.8.2018.
- Ulkoilman olosuhteina käytettiin Ilmatieteen laitoksen lähimpien sääasemien mittausdataa.



Sisäilman kosteuslisän määrittäminen

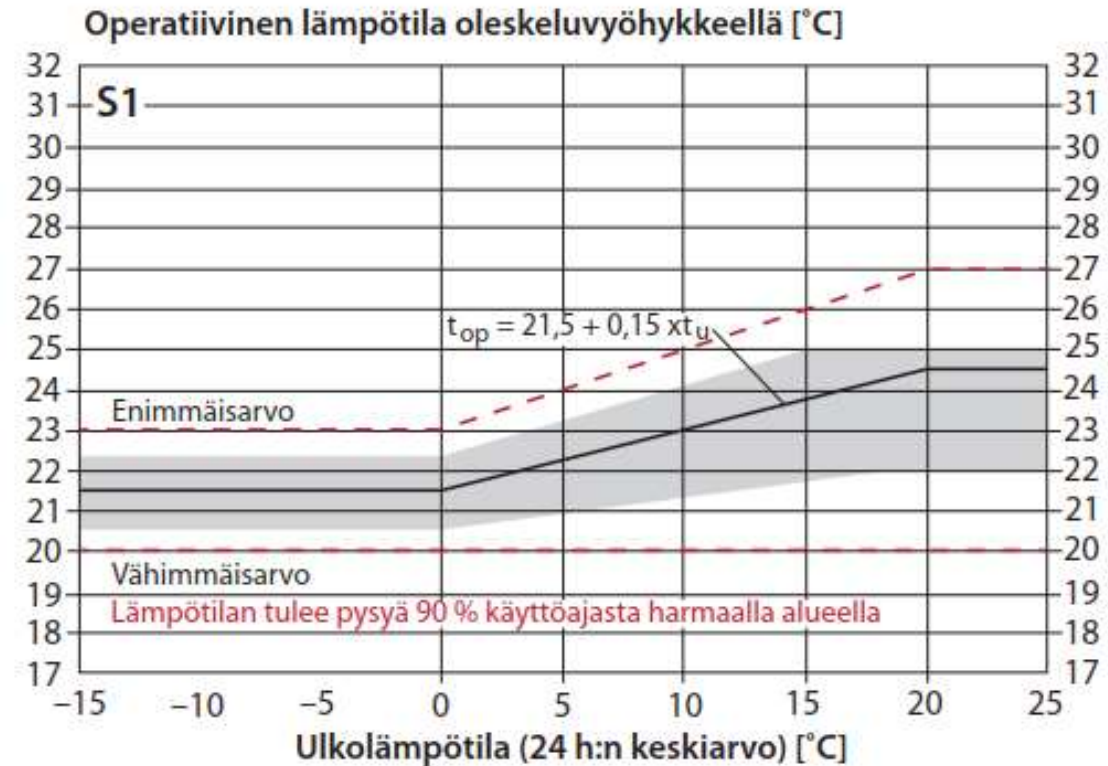
- Sisä- ja ulkoilman välistä vesihöyrypitoisuuseroa kuvaavan kosteuslisän osalta rakennukset jaoteltiin ohjeessa RIL 107-2012 esiteltyihin kosteusluokkiin 1–3, joista kosteusluokka 3 on kuivin.
- Sisäilman vesihöyrypitoisuus lasketaan mitattujen suhteellisen kosteuden ja lämpötilan arvojen perusteella.
- Ulkoilman vesihöyrypitoisuus lasketaan vastaavasti lähimmän sääaseman mittaamien ulkoilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan perusteella.
- Laskettua sisäilman kosteuslisää verrataan ulkolämpötilaan.



RIL 107-2012 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet

Sisäilman lämpötilan sisäilmastoluokitus

- Sisäilman lämpötilan osalta käytettiin sisäilmastoluokkia S1, S2 ja S3, joista käyttäytyvyys ylittää todennäköisemmin suurimpaan osuuteen sisäilmastoluokassa S1.
- Sisäilmastoluokille on määritetty käytönaikaisen lämpötilan enimmäis- ja vähimmäisarvot.
- Lisäksi sisäilmastoluokille S1 ja S2 on määritetty sallitut vaihteluvälit, joissa lämpötilan on pysyttävä 90 % käyttöajasta.
- Käytönaikaista sisälämpötilaa verrataan ulkolämpötilan 24 tunnin liukuvaan keskiarvoon.



RT 07-11299 Sisäilmastoluokitus

Laskennallisen tarkastelun tulokset

- Sisäilman kosteuslisä oli ohjearvoihin (RIL 107-2012) verrattuna matala ja kaikki kohteet kuuluivat kosteusluokkaan 3.
- Kaksi uudiskohdetta ylsi sisäilmastoluokkaan S2. Muut kohteet kuuluvat sisäilmastoluokkaan S3.
 - Kohteissa esiintyi käytönaikaisen lämpötilan raja-arvojen ylittymistä ja alittumista, mutta vähimmäisarvon alittuminen oli enimmäisarvon ylittymistä yleisempää.

Uudiskohteet

Kohde	Kosteuslisä			Lämpötilan sisäilmastoluokitus						
	Kosteusluokka	Δv (g/m ³)		Sisäilmas- toluokka	Sallittu vaihteluväli			Enimmäis ja vähimmäisarvot		
		Te ≤ 5°C	Te ≥ 15°C		Pysyvyys	Ylitykset	Alitukset	Pysyvyys	Ylitykset	Alitukset
U_1	3	-0,2	-0,2	S3	-	-	-	89 %	2 %	9 %
U_2	3	-0,4	-0,4	S2	95 %	0 %	4 %	100 %	0 %	0 %
U_3	3	0,1	-0,5	S3	-	-	-	82 %	13 %	5 %
U_4	3	0,0	-0,2	S2	91 %	0 %	9 %	98 %	0 %	2 %
U_5	3	-0,1	-0,5	S3	-	-	-	77 %	17 %	5 %
U_6	3	0,4	0,0	S3	-	-	-	75 %	10 %	15 %
U_7	3	0,0	-0,2	S3	-	-	-	85 %	0 %	15 %
U_8	3	0,1	-1,0	S3	-	-	-	85 %	3 %	12 %
U_9	3	0,2	-0,4	S3	-	-	-	67 %	29 %	4 %
U_10	3	-0,1	-0,4	S3	-	-	-	86 %	5 %	9 %
U_11	3	-0,6	-0,7	S3	-	-	-	77 %	0 %	23 %
U_12	3	0,0	-0,7	S3	-	-	-	74 %	0 %	26 %

Laskennallisen tarkastelun tulokset

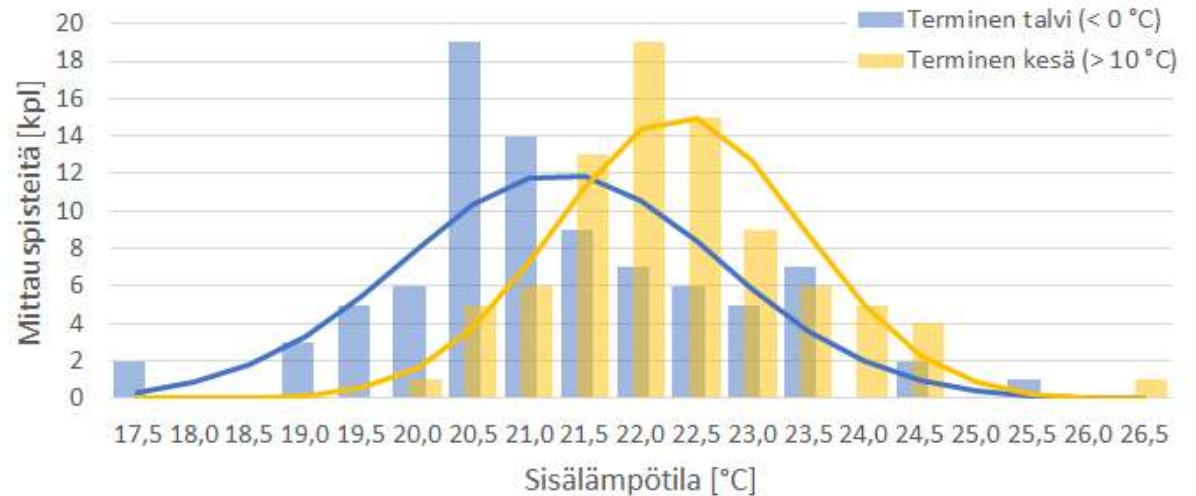
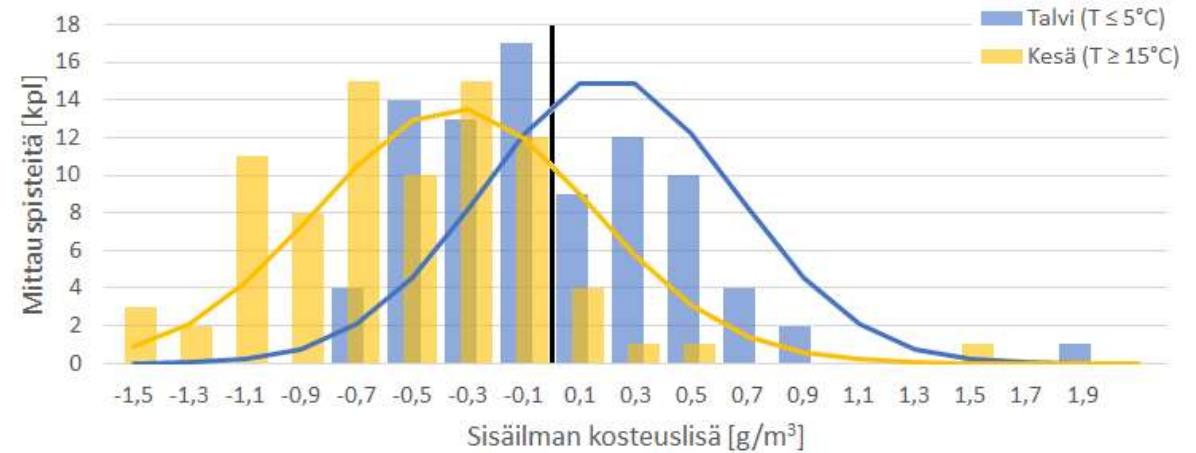
- Sisäilman kosteuslisä oli ohjearvoihin (RIL 107-2012) verrattuna matala ja kaikki kohteet kuuluivat kosteusluokkaan 3.
- Kaksi uudiskohdetta ylsi sisäilmastoluokkaan S2. Muut kohteet kuuluvat sisäilmastoluokkaan S3.
 - Kohteissa esiintyi käytönaikaisen lämpötilan raja-arvojen ylittymistä ja alittumista, mutta vähimmäisarvon alittuminen oli enimmäisarvon ylittymistä yleisempää.

Korjauskohteet

Kohde	Kosteuslisä			Lämpötilan sisäilmastoluokitus						
	Kosteusluokka	Δv (g/m ³)		Sisäilmas- toluokka	Sallittu vaihteluväli			Enimmäis ja vähimmäisarvot		
		Te ≤ 5°C	Te ≥ 15°C		Pysyvyys	Ylitykset	Alitukset	Pysyvyys	Ylitykset	Alitukset
K_1	3	0,0	-0,4	S3	-	-	-	87 %	2 %	11 %
K_2	3	0,5	-0,4	S3	-	-	-	83 %	17 %	0 %
K_3	3	0,0	0,0	S3	-	-	-	77 %	16 %	7 %
K_4	3	-0,2	-0,6	S3	-	-	-	81 %	0 %	19 %
K_5	3	0,1	-0,7	S3	-	-	-	78 %	0 %	22 %
K_6	3	-0,1	-1,1	S3	-	-	-	76 %	21 %	4 %
K_7	3	0,1	-1,4	S3	-	-	-	79 %	3 %	18 %
K_8	3	-0,4	-0,8	S3	-	-	-	82 %	7 %	11 %
K_9	3	0,0	-0,7	S3	-	-	-	86 %	2 %	12 %
K_10	3	-0,5	-	S3	-	-	-	28 %	0 %	72 %
K_11	3	-0,2	-0,6	S3	-	-	-	67 %	0 %	33 %
K_12	3	-0,4	-1,2	S3	-	-	-	81 %	16 %	3 %

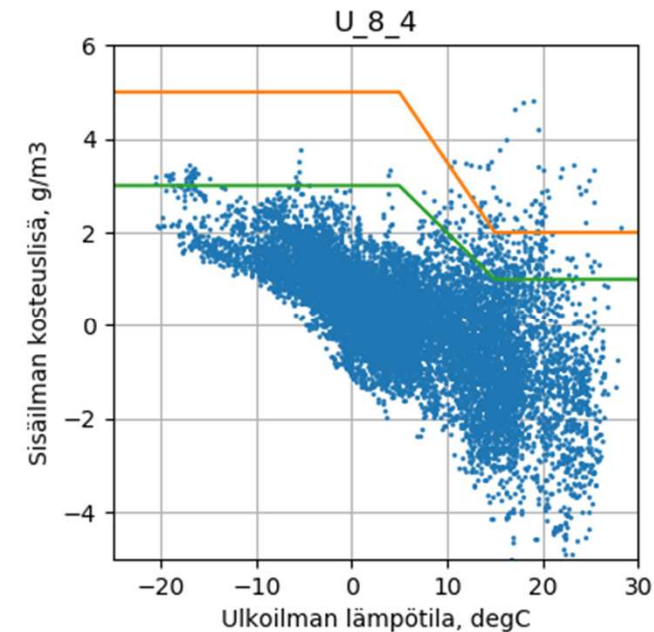
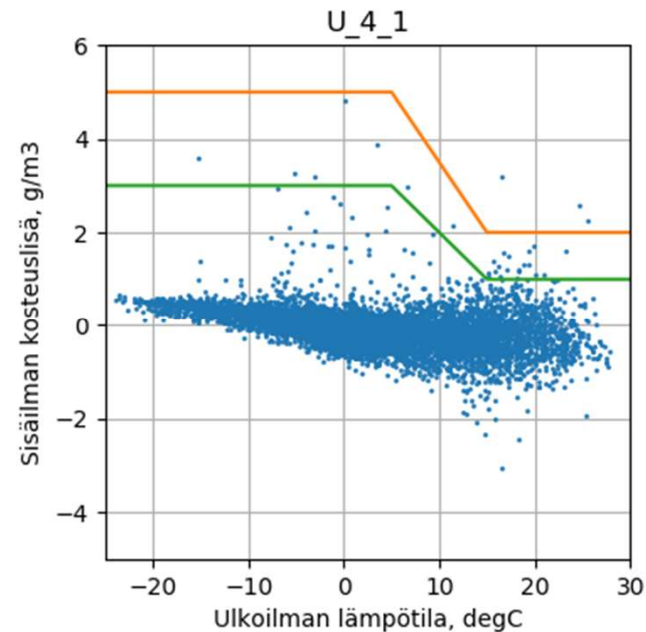
Laskennallisen tarkastelun tulokset

- Talvi- ja kesäjaksojen keskimääräiset kosteuslisät mittauspisteittäin
- Talvi- ja kesäjaksojen keskimääräinen sisälämpötila mittauspisteittäin



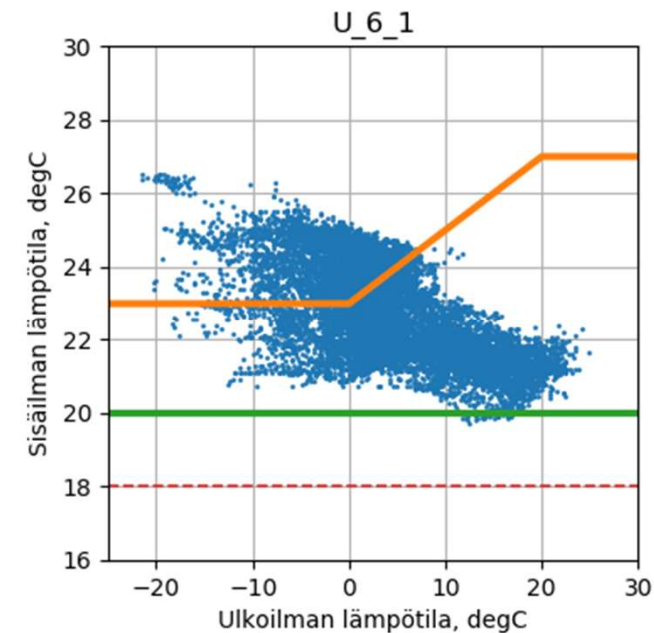
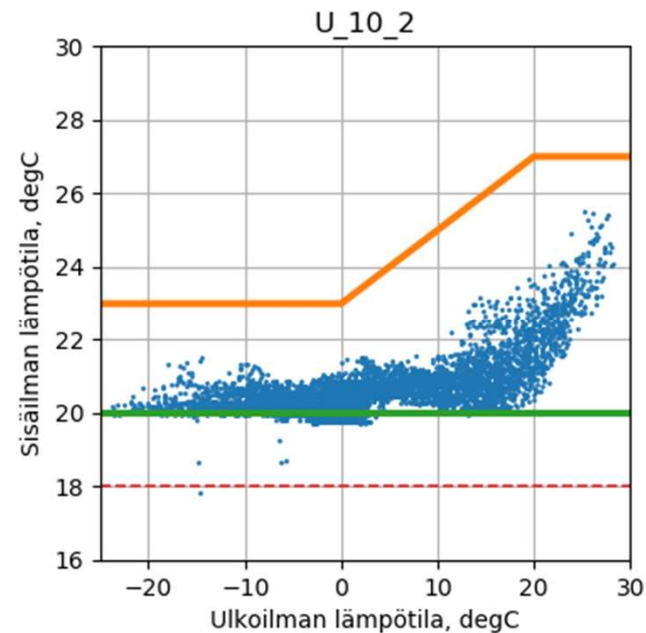
Sisäilman kosteuslisän graafinen tarkastelu

- Kohteiden kosteuslisät olivat keskimäärin lähellä nollaa, mutta kosteuslisän kuvaajan pistepilven muoto vaihteli.
- Pistepilvi monesti myös laski kosteuslisän puolelta kosteusvajeeeksi edettäessä akselilla talvesta kesään.
- Korjauskohteissa sisäilma oli talvella kuivempaa (kosteuslisä pienempi) uudiskohteisiin verrattuna.
- Selittäviä tekijöitä voivat olla erot ilmanvaihtojärjestelmien toiminnassa, rakennusten käytössä ja mittauslaitteiden sijoittelussa.



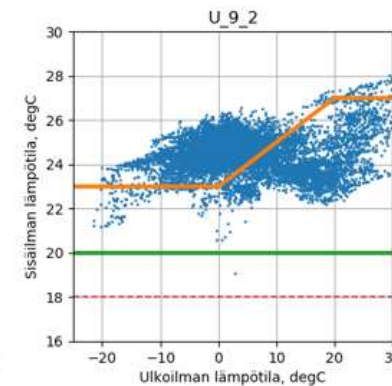
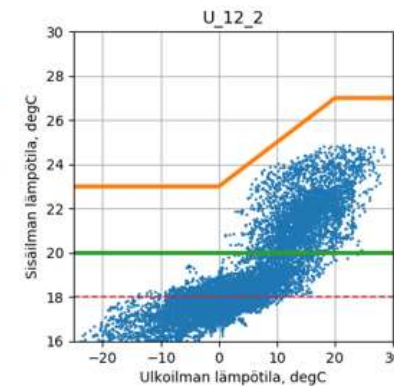
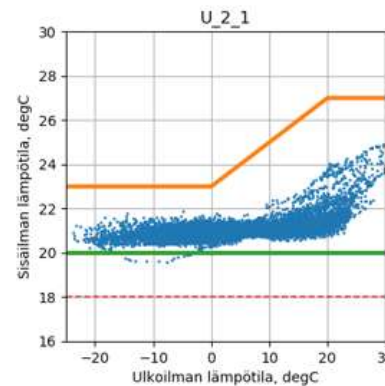
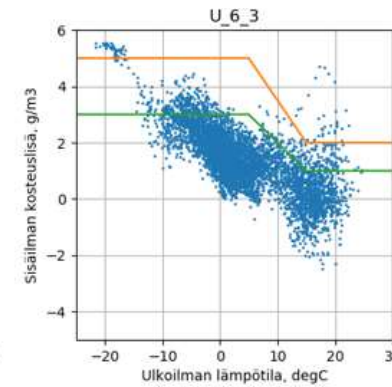
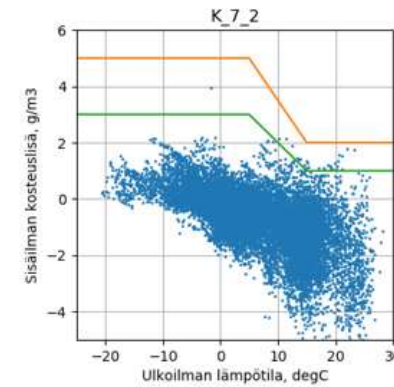
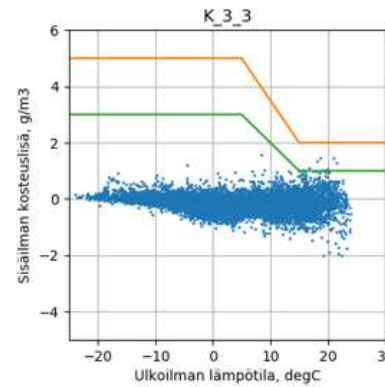
Sisäilman lämpötilan graafinen tarkastelu

- Kenttämittauskohteiden joukossa oli sekä jähdytettyjä että jähdyttämättömiä rakennuksia.
- Dataa tarkasteltaessa kuvaajana osassa mittauspisteistä pistepilvi pysyi hyvin suositusarvojen sisällä, mutta osassa paljastui selkeitä kehityskohtia.
- Kuvaajasta voi tehdä tulkintoja lämmityksen ja jähdytyksen säädöstä ja havaita puutteita. Esiintyneitä ilmiöitä mm.:
 - talvella sisäilma oli lämpimämpää kuin kesällä
 - osassa mittauspisteistä esiintyi ääriämpötiloja.



Johtopäätökset

- Sisäilman kosteuslisä oli keskimäärin pieni, mutta yksittäisten kohteiden kosteuslisän arvot ja sen käyttäytyminen vaihtelivat. Sisäilman kosteuslisän määrä on suositeltavaa edelleen määrittää tarvittaessa erikseen mittauksin.
- Sisäilman lämpötilojen käyttäytymistä suositusarvojen sisällä tulee seurata rakennuksen ja sen järjestelmien toimivuuden arvioimiseksi ja parantamiseksi.
- Sisäilman lämpötila- ja kosteusolosuhteita on suositeltavaa tarkastella numeeristen arvojen lisäksi kuvaajina, jolloin huolto- ja ylläpitohenkilöstön on helpompi havaita mahdollisia kehityskohteita.



Kiitos!

Lisätietoja esityksen sisällöstä

Tuomas Raunima

Tampereen yliopisto

tuomas.raunima@tuni.fi

COMBI-tuloskortti: Sisäilman kosteus- ja lämpötilan sisäilmastoluokka kouluissa ja päiväkodeissa
Uusien ja korjattujen palvelurakennusten kenttämittaukset COMBI-tutkimushankkeessa. [julkaistaan 2019]

Lisätietoja COMBI-hankkeesta

Juha Vinha

Tampereen yliopisto

juha.vinha@tuni.fi

040 849 0296

<https://research.tuni.fi/rakennusfysiikka/tutkimusprojektit/combi>

Tämän teoksen suhteen noudatetaan lisenssiä Creative Commons Nimeä-JaaSamoin 4.0 Kansainvälinen.
Lisenssiin voit tutustua osoitteessa <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.fi>