

Sisäilmasuosituks¹et ja niiden kytk²eytyminen erityisesti kuntien palvelurakennuksiin ja ilmanvaihtoon

Helsingin kaupunkiympäristön toimiala
Rakennetun omaisuuden hallinta
Marianna Tuomainen

Helsinki

Sisäilmastoluokituksen historia

- Sisäilmaston, rakennustöiden ja pintamateriaalien luokitus 1995
- Olli Seppänen ja Risto Ruotsalainen
- Sisäilmastoluokitus 2000
- Jorma Säteri ja Harri Hahkala
- Sisäilmastoluokitus 2008
- Jorma Säteri, Tarja Andersson, Valtteri Hongisto ja Jarek Kurnitski
- **Sisäilmastoluokitus 2018**
- Jorma Säteri ja Mervi Ahola

Helsinki



Sisäilmastoluokitus 2018

Sisäympäristön tavoitearvot,
suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset

Sisäilmayhdistys ry
Rakennustietosäätiö RTS

Asunto-, toimitila-, ja rakennuttajaliitto RAKLI
Suomen Arkkitehtiliitto SAFA
Suunnittelu- ja konsultointitoimistojen liitto SKOL



Yleistä

Parempi sisäilmasto ja muuntojoustavuus

Sisäympäristön tavoitearvot (S)		
Suunnittelu- ja toteutusohjeet		Vaatimukset rakennustuotteille
Rakennus ja rakenteet <ul style="list-style-type: none">• Ohjeet rakennus- ja rakennesuunnittelulle• Rakennustöiden puhtausluokitus (P)• Vaatimukset kosteudenhallinnasta Työmaasuunnittelu <ul style="list-style-type: none">• Kosteudenhallintasuunnitelma	Rakennuttaminen <ul style="list-style-type: none">• Tavoitteiden asettaminen Talotekniikka <ul style="list-style-type: none">• Suunnitteluarvot• Ilmanvaihtolaitoksen puhtausluokitus (P)	Rakennusmateriaalien päästöluokitus (M) <ul style="list-style-type: none">• Päästökriteerit• Muut vaatimukset Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokitus (M) <ul style="list-style-type: none">• Yleiset vaatimukset• Tuoteryhmäkohtaiset vaatimukset

Tekniset tavoitearvot

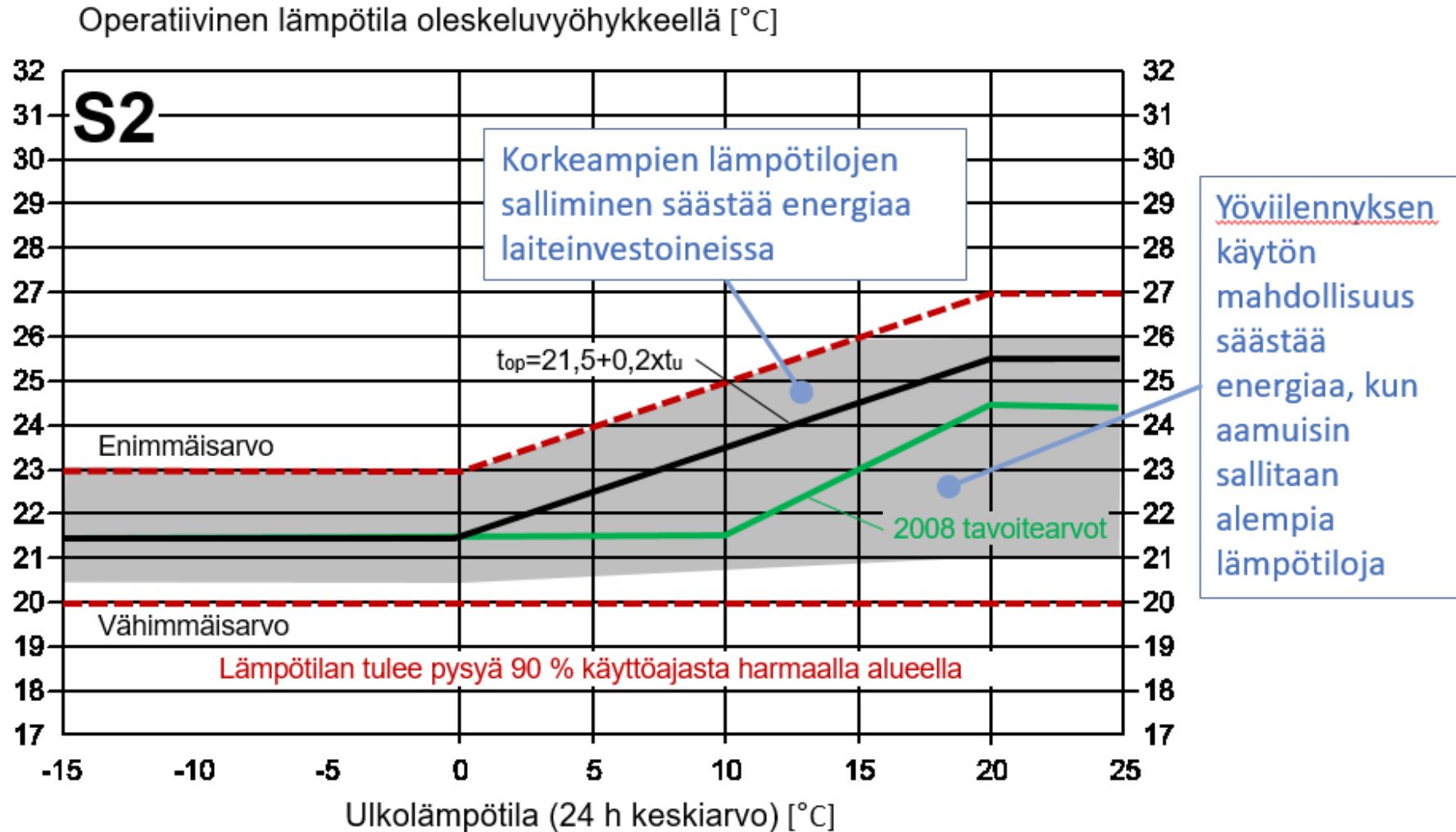
- **Sisäilmastoluokitus 2018:ssa:**
 - operatiivinen lämpötila
 - ilman liikenopeus, vetoa aistivien osuus (draught rate DR)
 - hiilidioksidipitoisuus
 - pienhiukkaspitoisuus ja I/O-suhde
 - radonpitoisuus
 - valaistussuureet (viittaus standardiin)
 - akustisen suunnittelun suureet

		S1	S2	S3
CO ₂ *	ppm	<350	<550	<800
Radon	Bq/m ³	<100	<100	<200
PM _{2,5}	µg/m ³	<10	<10	<25
PM _{2,5} in/out		0,5	0,7	-
*Suurempi kuin ulkoilman pitoisuus				

Lämpöolojen suunnittelu- ja tavoitearvoja

		S1	S2	S3
Jäähdytyksen suunnitteluarvo	°C	24,5	25,5	27
Lämmityksen suunnitteluarvo	°C	21,5	21,5	21
Ilman nopeus, $t_{ilma} = 21\text{ °C}$	m/s	< 0,15	< 0,15	< 0,20
Ilman nopeus, $t_{ilma} = 23\text{ °C}$	m/s	< 0,15	< 0,20	–
Ilman nopeus, $t_{ilma} = 25\text{ °C}$	m/s	< 0,20	< 0,25	–
Pystysuuntainen It-ero (0,1/1,1m)	°C	< 2	< 3	–
Lattian pintalämpötila, vähintään	°C	19	19	18
Lattian pintalämpötila, enintään	°C	29	29	–

Lämpötilan tavoitearvot



Rakennuksen tiiveys ja painesuhteet

- Rakennuttaja valitsee rakennuksen ilmanpitävyydelle tavoitetason
- S1 ja S2 luokissa tavoitearvon tulee olla $q_{50} < 1,0 \text{ m}^3/\text{h}, \text{m}^2$
- Rakennuksen tiiveys tulee todentaa mittauksin ja samalla tulee tehdä ilmavuotojen paikannus ja mahdollisten vuotopaikkojen tiivistys.
- Lisäksi ilmanvaihtosuunnittelussa vaipan yli oleva paine-ero tulee hallita, suunnitella mahdollisimman pieneksi sekä todentaa mittauksin
- Paine-ero ulko- ja sisäilman välillä ei saa muuttua ilmanvaihdosta johtuen.



Ilmanvaihdon mitoitus

- Ilmanvaihdon avulla poistetaan ensisijaisesti ihmisten aiheuttamia epäpuhtauksia ja kosteutta.
- **Ulkoilmavirrat**
EN 16798-3:2017:
 - S1-luokka: 0,5 l/s,lattia-m² + 10 l/s, henkilö
 - S2-luokka: 0,35 l/s,lattia-m² + 7 l/s, henkilö
- Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta
 - S3-luokka/D2: 0,35 l/s,lattia-m² tai vähintään 6 l/s, henkilö
- **Huonelämpötilan hallinta tai varautuminen muuntojoustoon saattaa edellyttää suurempia ilmavirtoja.**
- Erityisistä epäpuhtauslähteistä johtuvien päästöjen aiheuttama ilmanvaihdon tarve on otettava tapauskohtaisesti huomioon.
- Ilmavirtoja on voitava säätää tilojen käytön muuttuessa.

Tuloilman suodatus

	S1	S2	S3
Tuloilmaluokka ¹⁾	SUP1	SUP2	-
Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokka	P1	P1	-

¹⁾ (SFS-EN 16798-3)

- Suodattimen valintaan vaikuttaa tuloilmaluokan lisäksi ulkoilman laatu. **Suomessa ulkoilman voidaan yleensä olettaa olevan ODA1- tasoa (Outdoor Air) (SFS-EN 16798-3)** lukuun ottamatta kaikkein vilkkaimpia katualueita (tietoa ulkoilman laadusta Ilmatieteen laitokselta).
- Tuloilmaluokkiin SUP1 ja SUP2 päästään yleensä suodatustasolla ePM_{10} 50-60 %.
- Sisäilmastoluokassa S1 suositellaan käytettävän kaksiportaista suodatusta. Suodatin ei saa päästä kastumaan.

M1-luokan kriteerit

M1 (2018) 28d	SER $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$	Pienet pinnat 2 m^2 ja erittäin pienet pinnat $0,4 \text{ m}^2$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Huonekalut $\mu\text{g}/\text{m}^3$
TVOC	≤ 200	≤ 20	≤ 200
Yksittäinen VOC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq \text{EU-LCI}$	$\leq \text{EU-LCI}/10$	$\leq \text{EU-LCI}$
Formaldehydi	≤ 50	≤ 10	≤ 50
Ammoniakki	≤ 30	≤ 10	≤ 30
Karsinogeenit (CRM- yhdisteet) per yhdiste	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Hajun hyväksyttävyys	≥ 0.0	≥ 0.0	≥ 0.0

Rakennustöiden puhtausluokitus

- Tilojen tulee täyttää toimintakoevaiheelle asetetut puhtausvaatimukset ennen ilmanvaihtojärjestelmän käynnistämistä, jotta estetään järjestelmän likaantuminen.
- Rakennustarvikkeiden kuljetus, varastointi ja suojaus; tilojen osastointi; tilojen siivous
- P2-luokitus poistettu (sille ei aikaisemmin ollut vaatimuksia vaan tarkoitti normaalia hyvän rakentamisen mukaista käytäntöä)

Tarkastusajankohta	Arvioitavat pinnat	Pölykertymä [peitto-%] (SFS 5994 INSTA 800)
Ennen ilmanvaihdon toimintakokeita	Alakaton yläpuolella olevat pinnat. Näkyvät pinnan ja kalusteiden sisäpinnat pl. lattiapinnat	5,0
Ennen rakennuksen luovutusta	Näkyvät pinnat ja kalusteiden sisäpinnat	1,0
	Lattiapinnat	3,0

Julkisten palvelurakennusten ilmanvaihdon käytön yleisohje

Kuntien sisäilmaverkosto

- Espoon, Helsingin ja Vantaan kaupungit halusivat yhdistää voimansa palvelutilojen sisäilmahaasteiden voittamiseksi.
- Kuntien sisäilmaverkoston toiminta käynnistyi keväällä 2018.
- Verkoston toimintaan liittyivät Lahti, Jyväskylä, Turku, Oulu ja Tampere sekä Kuopio ja Porvoo.
- Sisäilmayhdistys ry on osallistunut aktiivisesti sisäilmaverkoston yhteistyöhön – Hyvä sisäilma –suositus!

Ilmanvaihdon käyttö rakennuksen käyttöaikojen mukaisesti

- Ilmanvaihtoa käytetään jatkuvasti ympäri vuorokauden, kun **rakennuksen käyttö on jatkuvaa** (esim. vanhusten palvelutalot ja sairaalat).
- Rakennuksen käyttöajan rajoituessa päivä- ja mahdolliseen iltakäyttöön (esim. päiväkodit, koulut, nuorisotilat, kirjastot) ilmanvaihtoa käytetään **rakennuksen käyttöajan mukaan**
- Tarpeenmukaisesti säätyvässä eli muuttuvailmavirtaisessa järjestelmässä ilmanvaihto käynnistetään mitoitusohjaukselle 2 tuntia ennen käyttöajan alkamista. Tarpeenmukainen ilmanvaihto siirtyy käyttöajan alkaessa tarpeenmukaiseen ohjaukseen, jossa ilmanvaihto tehostuu osateholta mitoitusohjaukselle lämpötilan, hiilidioksidipitoisuuden ja/tai läsnäolon perusteella. Ilmanvaihto siirtyy käyttöajan ulkopuoliseen ilmanvaihtoon 1–2 tuntia rakennuksen käyttöajan päättymisen jälkeen.

Rakennuksen käyttöaikaan sisältyy

- Rakennuksen käyttöaikaan sisältyy siivous ja iltakäyttö esim. liikuntasalien ja teknisen työn tilojen käyttö.
- Iltakäyttöajat huomioidaan ensisijaisesti rakennuksen valvomojärjestelmässä, jossa asetetaan ilmanvaihdon aikaohjelmat.
- Tarvittaessa tilankäyttäjälle luodaan mahdollisuus pidentää ilmanvaihdon käyntiaikoja esimerkiksi yhdestä viiteen tuntia kyseisellä palvelualueella
 - liiketunnistimilla
 - lisäaikakytkimillä

Rakennuksen käyttöajan ulkopuolinen ilmanvaihto

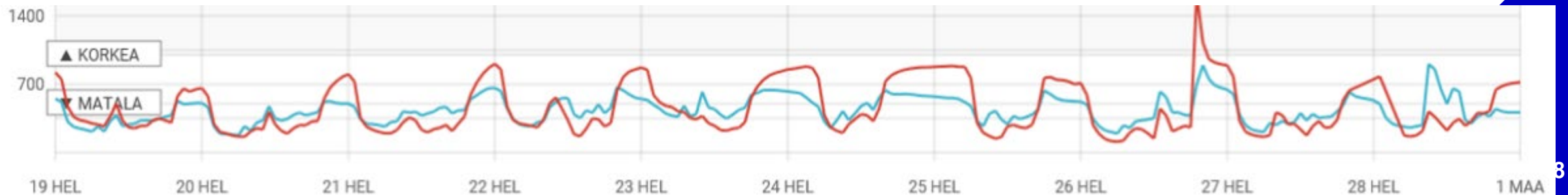
- Yhdestä kahteen tuntia rakennuksen tai ilmanvaihtokoneen palvelualueen käyttöajan päättymisen jälkeen yleisilmanvaihto pysäytetään.
- Jos rakennusta tai ilmanvaihtokoneen palvelualueetta ei käytetä viikonloppuisin, ilmanvaihdolle laaditaan **jaksotusohjelma**, jolloin ilmanvaihto käy sekä lauantaina että sunnuntaina mitoitusteholla yhden tunnin ajan. Ilmanvaihto käynnistetään mitoitusteholle maanantaisin 3 tuntia ja muina arkipäivinä 2 tuntia ennen rakennuksen käyttöajan alkamista.
- Ryömintätilallisten alapohjien, putkitunneleiden, hissien ja jätehuoneiden erillispoistoja ei saa sulkea, sillä näiden erillispoistojen kuuluu alipaineistaa em. tilat käyttötiloihin nähden.

Ilmanvaihtokertoimet

- Ilmanvaihtokertoimet palvelurakennuksissa ovat tyypillisesti 1,5...3 1/h
 - Esim. opetustilan ulkoilmavirran ohjearvo on RakMK D2:ssa ollut 3 l/s, m² jo vuosikymmenten ajan. 60 m² opetustila => 180 l/s => 648 m³/h
opetustilan tilavuus 60 m² x 3m =180 m³ => IV-kerroin on 3,6 1/h
- Kun ilmanvaihto käynnistetään aamuisin kaksi tuntia ennen rakennuksen rakennuksen käyttöajan alkua, ehtii koko rakennuksen ilma tyypillisesti vaihtua vähintään 2...4 kertaa tänä aikana.
- Laskennallisesti tarkasteltuna yli 90 % sisäilman epäpuhtauksista poistuu, poistuu, kun tilan ilmatilavuus vaihtuu kolme kertaa.
- Loma-aikoja varten ilmanvaihdolle laaditaan jaksotusohjelma, jotta ilmanvaihto käy tunnin vuorokaudessa

Jatkuva ilmanvaihto seuraavissa tiloissa ja tilanteissa

- Kellaritiloissa, ryömintätilallisissa alapohjissa, tiloissa, joissa on lämmöneristämättömät lattiat sekä uima-allastiloissa.
- Rakentamisen vastaanoton jälkeen ilmanvaihtoa käytetään mitoitus tehon ilmavirroilla jatkuvasti ympäri vuorokauden **vuoden ajan**, jotta rakennusmateriaalien ja kalusteiden päästöt saadaan huuhdeltua tehokkaasti sisäilmasta. Mikäli materiaalipäästöjen haju on voimakasta vielä vuoden jälkeen, on hyvä jatkaa ympärivuorokautista ilmanvaihtoa tarvittaessa vielä puolesta vuodesta vuoteen.

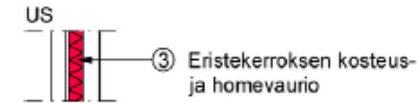
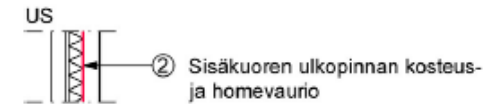
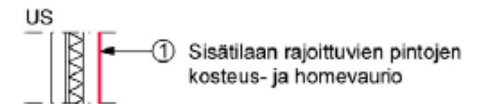
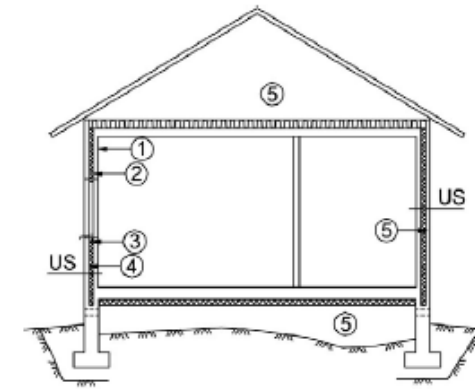


Rakennuksessa kosteus- tai mikrobivaurioita

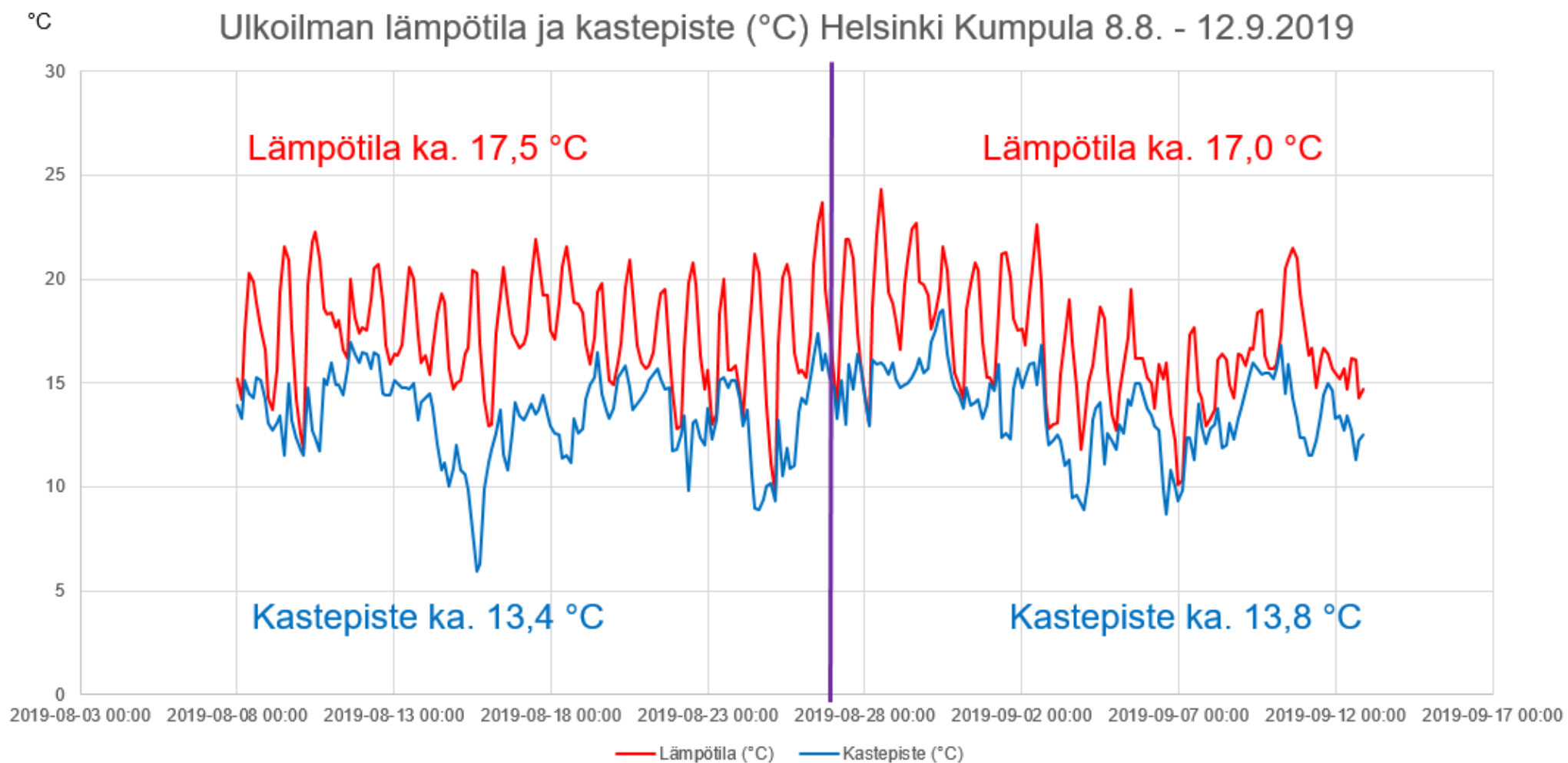
- Kunnan sisäilma-asiantuntija päättää ilmanvaihdon käyntiajoista niissä rakennuksissa, joissa on kosteus- tai mikrobivaurioita. Ilmanvaihdon käyttö täytyy suunnitella rakennuksen ja ilmanvaihtojärjestelmän ominaispiirteet huomioiden sekä vaipan yli olevia paine-eroja seuraten.
- Mikäli ilmanvaihto ei suurennakaan rakennuksen vaipan yli olevaa paine-eroa, ilmanvaihtoa käytetään jatkuvasti. Jos vakioilmavirtajärjestelmissä termisen paine-eron aiheuttamia ilmavirtamuutoksia ei voida kompensoida, ilmanvaihtojärjestelmän pysäyttäminen yöajaksi voi pienentää rakennuksen vaipan yli olevaa paine-eroa
- Paine-eron seurantamittaukset tehdään eri ilmansuuntiin ja eri kerroksissa

Mistä kosteusvauriot johtuvat

- Kosteus- ja mikrobivauriot syntyvät, kun rakenteet ja materiaalit eivät kestä niihin kohdistuvia kosteusrasituksia => kosteus ei siirry pois materiaalista riittävän nopeasti (diffuusio, konvektio).
- Rakenteiden toiminnalliset virheet voivat johtua suunnittelusta, rakenteiden toteuttamisesta suunnitelmista poikkeavalla tavalla tai rakennuksen vanhenemisesta, joka on heikentänyt rakenteiden kosteusteknistä toimintaa.



Kesä 2019 sää



Rakennuksen sisäinen kosteustuotto suuri vrs. pieni



Pullotalo

- 70-luvun energiakriisin seurauksena taloja tiivistettiin ja korvausilmareitit yritettiin tukkia, rakennukset kuitenkin verrattain hataria
- Otettiin käyttöön uusia rakennusmateriaaleja kuten höyrynsulkumuovi
- Ilman vaihtuvuutta ei varmistettu
- Käytettiin koneellista poistoilmanvaihtoa, mutta korvausilman saantia ei varmistettu
- Ilmaa kulki sisään rakenteiden kautta – paine-erojen hallitseminen vaikeaa.
- Rakenteiden tulee olla tiiviitä ja ilmanvaihdon hallittua - ilmavirtojen tulee kulkea niille suunniteltuja reittejä pitkin: ilmanvaihtokanavia ja siirtoilmareittejä



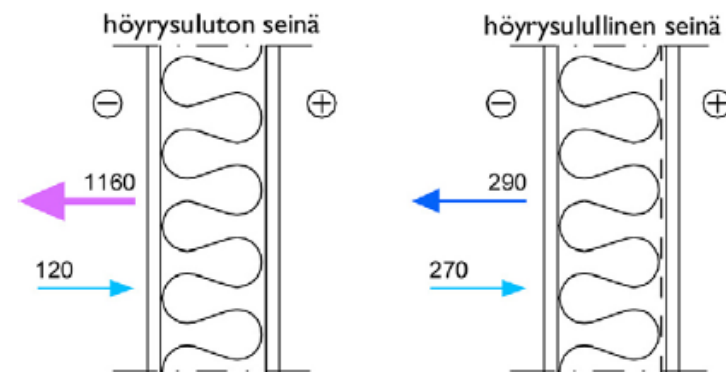
Hengittävä talo

- Hengittävyydellä tarkoitetaan rakenteen kykyä sitoa ja luovuttaa sisäilman kosteutta sekä haihtuvia orgaanisia yhdisteitä
- Materiaalin kyky sitoa **kosteutta** ilmasta ja luovuttaa kosteutta ilmaan kutsutaan hygroskooppisuudeksi
- Diffuusio siirtää sisäilman kosteutta sisältä ulos. Talvella diffuusion merkitys on suurempi kuin kesällä, koska sisä- ja ulkoilman välinen vesihöyryn osapaine-ero on suurempi. Kaasut siirtyvät diffuusiolla.
- Myös hengittävien talojen rakenteiden tulee tulella olla ilmatiiviitä ja ilmanvaihdon hallittua – hataruus ei ole hengittävyyttä



Kosteuspitoisuus kg/m³, kun ilman RH = 50 %

- Kivivilla 3,6
- Puukuitulevy 24
- Kuusi 45
- Betoni (vss 0,5) 48



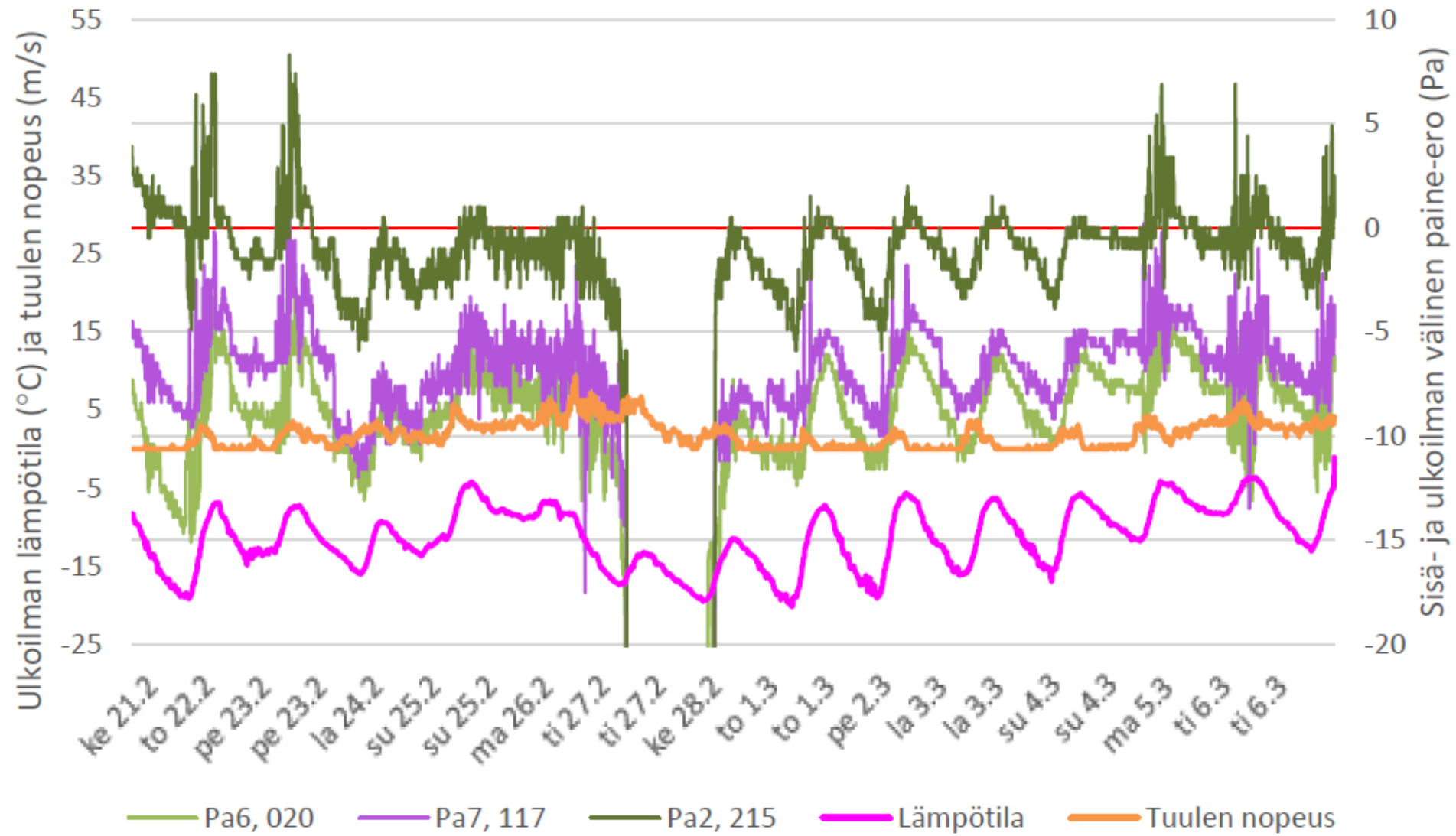
Kuva 5.24. Puurunkoisien höyrysuluttoman ja höyrysulullisen ulkoseinän ulkopinnalta diffuusiolla ulos- ja sisään päin siirtyvän kosteuden määrä ja suunta vuoden aikana.

Alipaine ennen ja nyt

- Rakentamismääräykset ohjasivat aiemmin suunnittelemaan ja toteuttamaan ilmanvaihdon siten, että rakennus on alipaineinen
- Ulkoa sisään rakenteiden läpi tai ainakin rakenteiden epätiivelyskohtien kautta virtaava ilma kuivatti rakenteita lämmitessään
- Vaikka yleisilmanvaihtoa ei käytetty, yöaikainen alipaineisuus toteutui termisellä paine-erolla ja hygieniatilojen poistoilmanvaihdolla
- Nyt mm. tuulettumattomat tiili-villa-tiiliseinät ovat ikääntyneet eivätkä toimi kosteusteknisesti kuten ennen
- Rakennuksen jatkuva alipaineisuus ei ole enää toivottavaa
 - rakenteiden mahdollisten kosteus- ja mikrobivaurioiden
 - maaperän mikrobien eikä
 - uusien, sisäkuoreltaan tiiviiden rakennusten vuoksi

Terminen paine-ero ja tuulen vaikutus

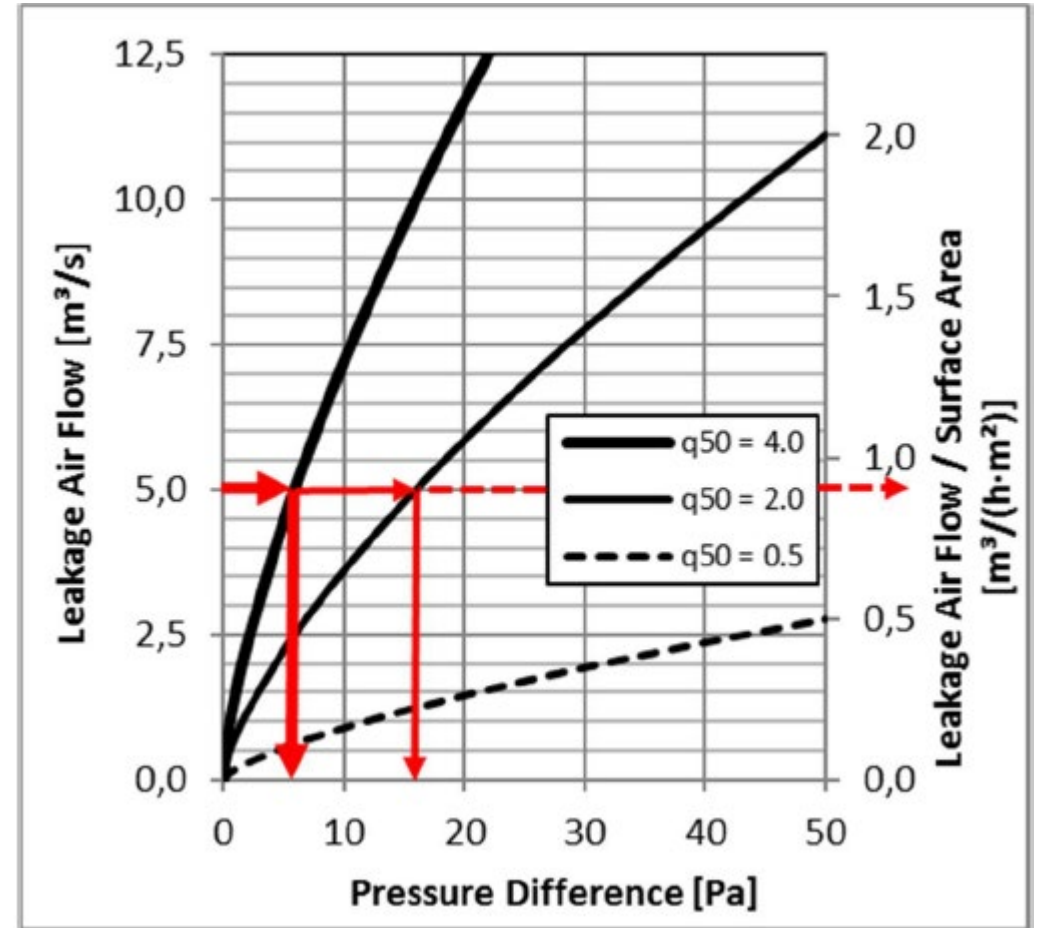
- Termisen paine-ero eli savupiippuilmio syntyy ulko- ja sisäilman välisestä lämpötilaerosta, mikä synnyttää paine-eron, jolloin ilma virtaa korkeammasta paineesta matalampaan.
- Lämmin ilma nousee ylöspäin ja pyrkii rakennuksen yläosista ulospäin. Korvausilma rakennuksen alaosaan on usein sisäilmaa kylmempää.
- Talvella termisen paine-ero on paljon suurempi kuin kesällä
- Yöllä termisen paine-ero on suurempi kuin päivällä
- Kun tuulen nopeus on yli 6 m/s, paine-ero vaipan yli suurenee merkittävästi riippumatta siitä kuinka hyvin ilmanvaihto on



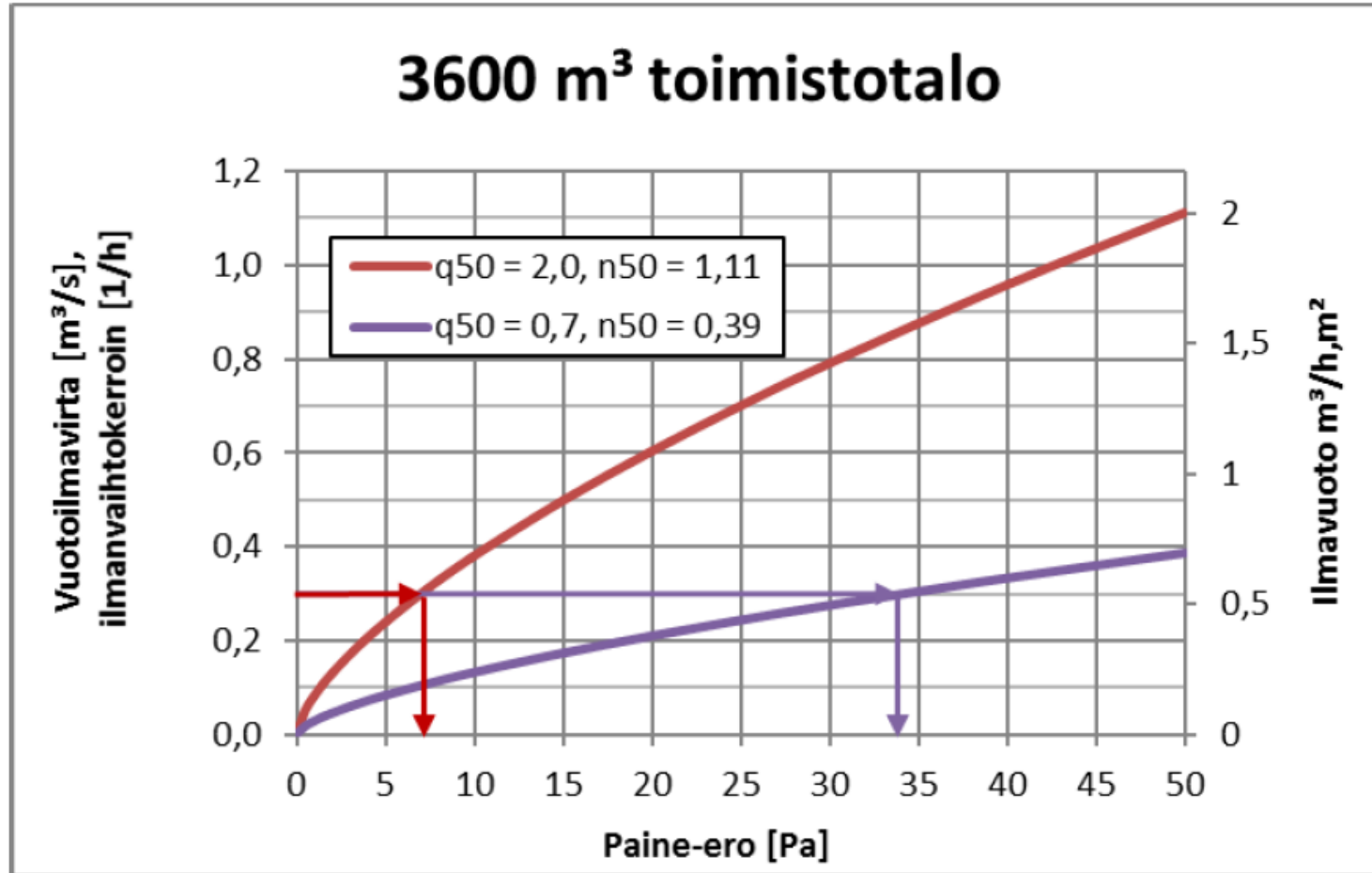
Kuva 39. Tilojen sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero vaihtelee voimakkaasti ulkoilman lämpötilan mukaan. Kuvaajaan on valittu mukaan yksi tila jokaisesta kerroksesta.

Ulkovaipan tiiveyden vaikutus

- Tiiviissä rakennuksessa, jossa on suuret mitoitusilmavirrat, jo parin prosentin epätasapaino voi aiheuttaa yli 10 Pa paine-eron
- Esim. moderni koulurakennus
 - kerrosala 15 000 m²
 - vaipan ala 20 000 m²
 - luokka- ja aulatilojen mitoitusilmavirta 3...4 l/(s·m²)
 - kokonaisilmavirta 50 m³/s
 - jos tulo- ja poistoilmavirtojen ero on 10 % eli 5 m³/s



Kuva paine-erojen mittausohjeesta



https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Terveellisyys



Kommenttiversio:
Rakennusten paine-erojen
mittausohje, loppuraportti
11.10.2019 (pdf)

Kuva 3. Ilmanvaihdon aiheuttama paine-ero ulkovaipaltaan epätiiviliissä ja tiiviissä toimistorakennuksessa.

Ilmavirtojen tasapainotus

- Ilmavirrat tasapainotetaan, jotta ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisä- ja ulkoilman väliseen paine-eroon on mahdollisimman pieni.
- Ilmanvaihtosuunnitelmien ja –toteutuksen päivittäminen on yleensä välttämätöntä, sillä aiemmin poistoilmavirrat mitoitettiin suuremmiksi kuin tuloilmavirrat. Rakennuksen muuttunut käyttö otetaan samalla huomioon.
- Rakennuksen tiiviys vaikuttaa oleellisesti rakenteiden kautta tulevaan ilmavirtaan. Tiiviissäkin rakennuksissa voi olla yksittäisiä ilmavuotokohtia, jotka voivat olla merkittäviä ilmavuotoreittejä suurella paine-erolla.

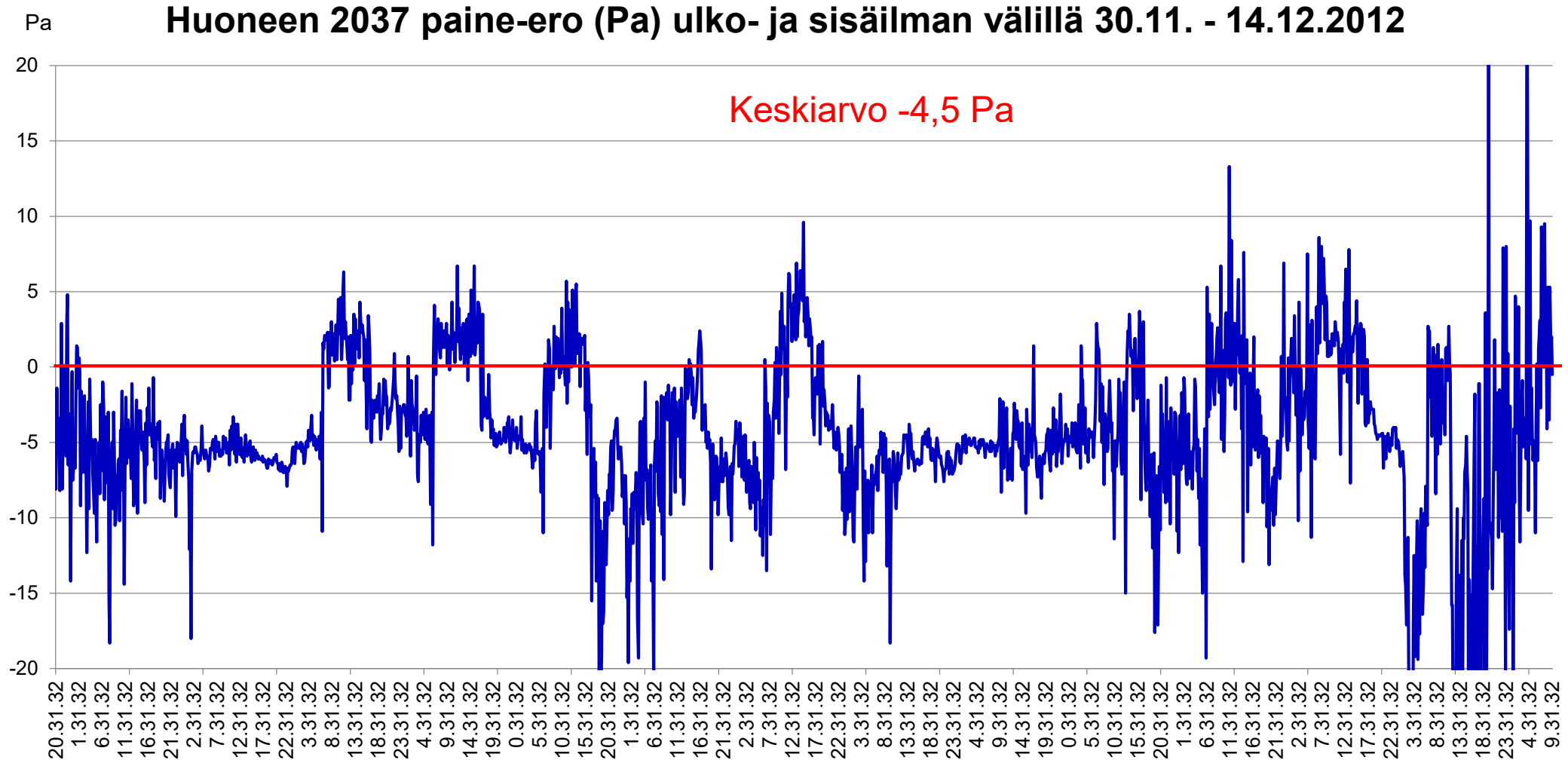
Vanhojen rakennusten haasteet

- Poistoilmavirrat mitoitettu ja säädetty selvästi tuloilmavirtoja suuremmiksi
- 1- ja 2 -nopeuksisia puhaltimia, ilmavirtojen portaaton säätö ei onnistu
- Kaikille kohdepoistoille ei ole järjestetty korvausilmaa
- Kohdepoistoja muokattu, korvausilman säätö ei toimi
 - vetokaappeja siirretty luokista toiseen
 - kohdepoistoja lisätty tai ilmavirtaa kasvatettu (erit. teknisen työn luokat)
 - korvausilmalaitteita ei säädetty vastaavasti, toimilaitteita rikki tai poistettu käytöstä
- Tarvitaan rakennuskohtainen tasapainotussuunnitelma
 - paine-eromittaukset; lähtötilanne, säätö, toiminnan varmistus, automaatio
 - osa puhaltimista pitää muuttaa/uusia kierroslukusäätöisiksi
 - mahd. tarvitaan uusia korvausilmalaitteita ulkoseinille tai siirtoilmalaitteita väliseiniin

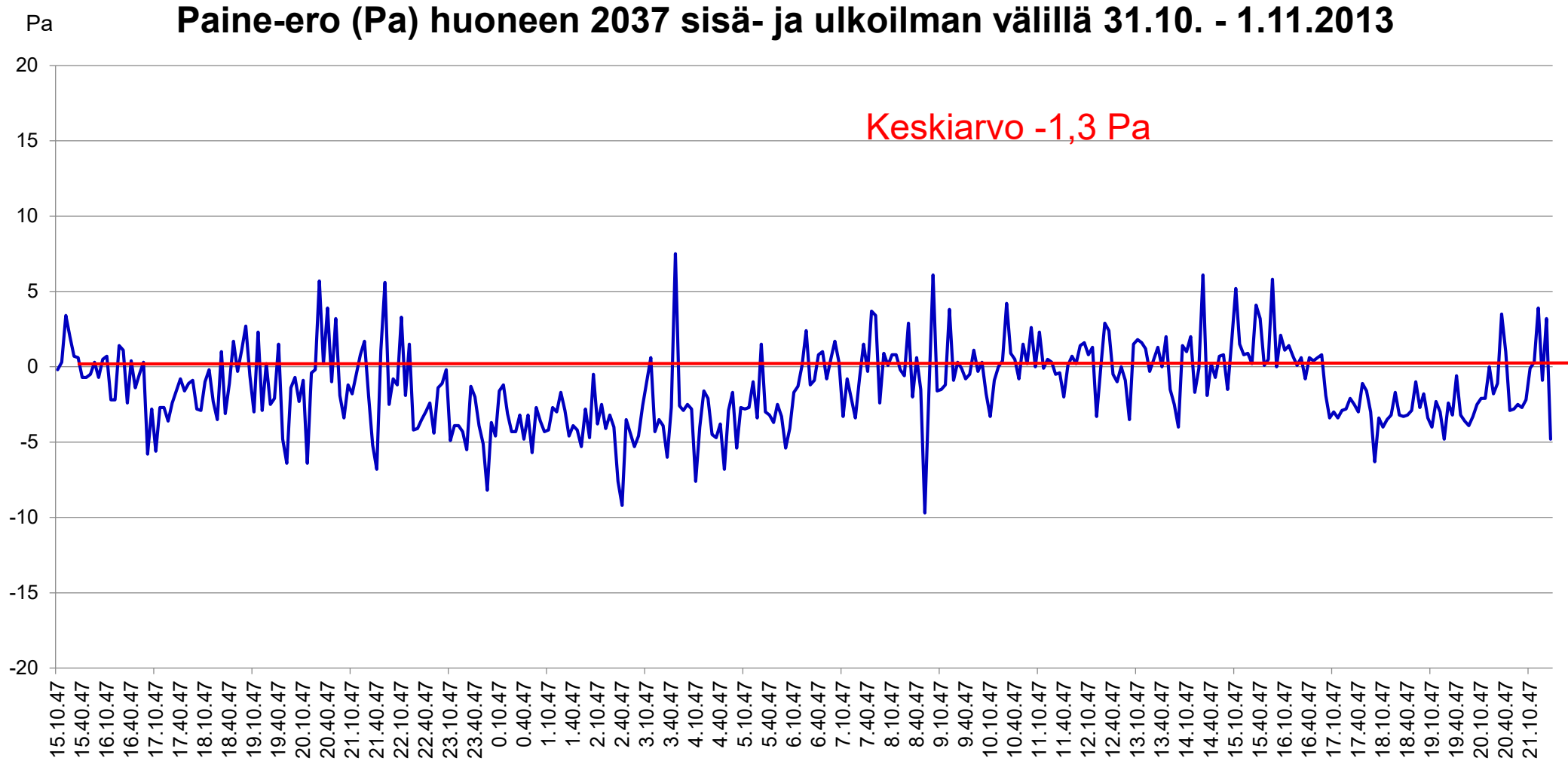
Uudiskohteiden haasteet

- Tilajaon/käyttötarkoitusten muutokset
 - kouluistakin tulee ”avotoimistoja”?
- Paine-eron hallinta
 - tiivis rakennus
 - isot mitoitusilmavirrat ($3-4 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$)
 - ammattikeittiö
 - paljon erillispoistoja, mm. purunpoisto, kotital. luokan liesikuvut, juotoshöyryjen poisto, vetokaappeja
- Koulut ovat vaativia kohteita, joissa kertasäätö ei riitä
- Tarvitaan
 - siirtoilmaratkaisut (yksittäisten huoneiden yli/alipaineen ehkäisy)
 - vyöhykekohtainen ilmavirtamittaus ja tasapainotusautomaatiikka
 - vyöhykekohtainen, jatkuvatoiminen, sisä- ja ulkoilman välisen paine-eron mittaus
- Paine-eromittauksen haasteet
 - tuulen vaikutuksen minimointi
 - mittauksen vikatilanteisiin (esim. letku tukossa/irti) varautuminen

Toimistotalo 2. krs v. 2012

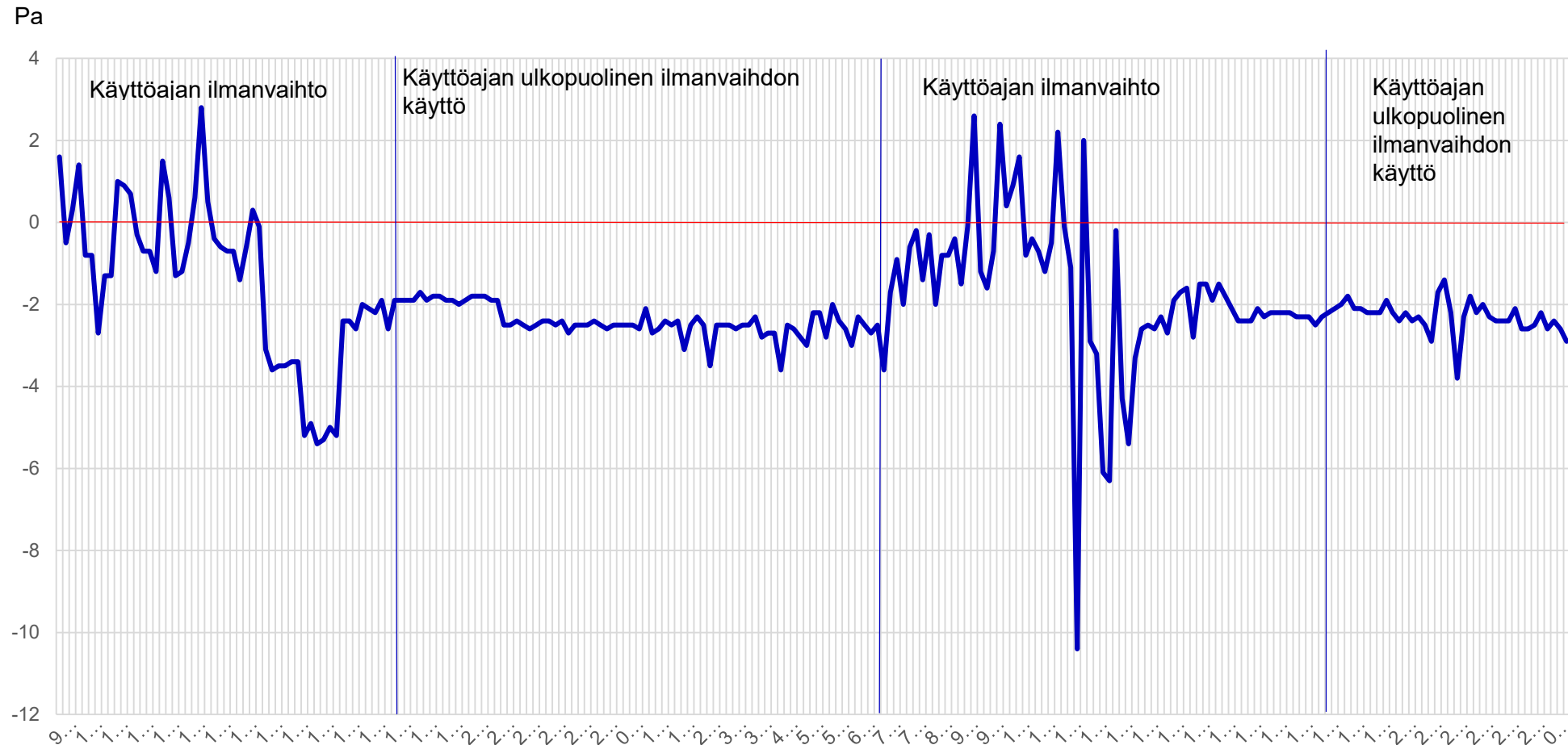


Toimistotalo 2. krs v. 2013

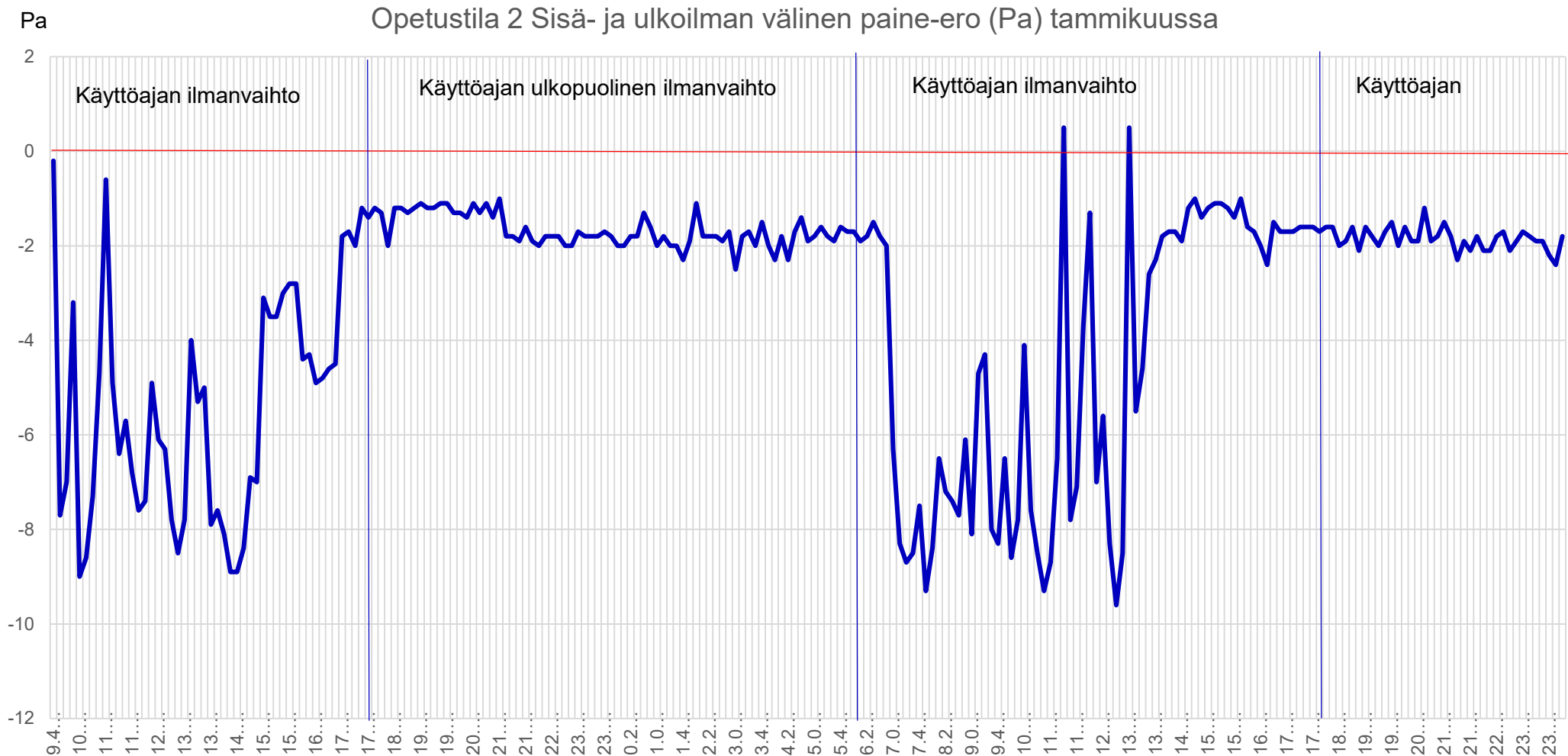


Paine-ero ulko- ja sisäilman välillä 1

Opetustila 1 Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero (Pa) tammikuussa



Paine-ero ulko- ja sisäilman välillä 2



Lämpöolosuhteet

Tuloilman lämpötila

- Ilmanvaihdon tuloilman lämpötilan tulee olla 2°C sisäilman tavoitelämpötilaa matalampi, jotta tuloilma sekoittuu tehokkaasti huoneilmaan.
- Combi-projektin tulos: ”Selkeitä puutteita säädössä oli esimerkiksi tapauksissa, joissa talvella sisäilma oli lämpimämpää kuin kesällä”

Yötuuletus

- Ilmanvaihtoa on hellejaksolla hyvä käyttää öisin yötuuletuksella mitoitusstehon ilmavirroilla, mikäli ulkoilman lämpötila on vähintään 3 °C poistoilman lämpötilaa matalampi. Yötuuletuksen aikana lämmöntalteenotto ei saa olla toiminnassa.
- Yötuuletuksen viilentävän vaikutuksen tuntee aamupäivän ajan

Koetut olosuhteet

- Huoneilman lämpötilan ollessa yli 22 °C aiheuttaa suhteellisen kosteuden nousu tyytymättömyyden lisääntymisen
- Hengitysilman lämpöviihtyvyyteen tyytymättömien määrä on yhtä suuri (15 %), kun lämpötila on 24 °C ja ilman suhteellinen kosteus 40 % tai lämpötilan ollessa 22 °C ja suhteellinen kosteus 55 %
- 50 % koehenkilöistä aisti hengitysilman lämpöviihtyvyyden tunteen epätyytyttäväksi, kun ilman lämpötila oli 24 °C ja suhteellinen kosteus 80 %.
- /ISO 7730-1994, Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort,
ANSI/ASHRAE Standard 55 – 1992, Thermal environmental conditions for human occupancy

8. – 26.9. ilmanvaihto aikaohjelmilla

27.8. – 12.9. ilmanvaihto toimi 24/7

	Lämpö- energian kulutus (kWh)	Sähkö- energian kulutus (kWh)	Lämpö- energian CO2- päästöt (t)	Sähkö- energian CO2-päästöt (t)	CO2- päästöt (t) yhteensä	Lämpötilan, CO2- ja TVOC-pitoisuuden sekä suht. kost. KA:t
8. – 26.8.	344	722	0,06	0,14	0,20	24,3 °C, 555 ppm, 254 ppb ja 50 %
27.8. – 12.9.	405	988	0,07	0,19	0,26	24,2 °C, 593 ppm, 210 ppb ja 49 %
Ero	18 %	37 %	18 %	37 %	30 %	

Vastanneiden osuuden muutos ilmanvaihto aikaohjelmilla vrs. ilmanvaihto 24/7

- lämpötila kuuma: 18 %:sta -> 23 %:iin
- sisäilma raikas: 16 %:sta -> 24 %:iin
- sisäilma tunkkainen: 19 % -> 27 %:iin
- sisäilma kostea 20 %:sta -> 18 %:iin
- sisäilma kuiva: 18 %:sta -> 23 %:iin
- ei hajua: 11 %:sta -> 20 %:iin
- erittäin voimakas haju: 29 %:sta -> 35 %:iin
- erittäin paljon pölyä: 36 %:sta -> 41 %:iin
- akustiset olosuhteet hyvät: 22 %:sta -> 29 %:iin
- työ- tai oppimiskyky hyvä: 26 %:sta 35 %:iin
- huono: 32 %:sta 29 %:iin

Rakennusten energiankulutus ja kasvihuonekaasupäästöt

Ilmanvaihdon osuus energiankulutuksesta

- Suurin osa (80 %) rakennusten elinkaaren päästöistä syntyy rakennuksen käytön aikaisesta energiankulutuksesta
- Energiakatselmusten perusteella suurimmat ei-investointeja vaativat toimenpiteet, jotka edustavat noin 60 % katselmusten säästöpotentiaalista, ovat ilmanvaihdon käyntiaikoihin, rakennusten lämpötilaan ja valaistukseen liittyvät toimenpiteet.
- Ilmanvaihdon osuus lämpöenergian kokonaiskulutuksesta on 20...50 % ja sähköenergian kokonaiskulutuksesta on 30...50 %.

Kiitos!

<https://sisailmayhdistys.fi/Julkaisut/Hyva-sisailma-suositukset> -> Kuntien sisäilmaverkoston palvelurakennusten ilmanvaihdon käytön ohje ja perustelumuistio

marianna.tuomainen@hel.fi

Helsingin kaupunkiympäristön toimiala,
rakennetun omaisuuden hallinta -palvelu

Helsinki