



Future Spaces -hankkeen mittaukset kouluissa, päiväkodeissa ja toimistoissa – tutkimuksen tausta

Future Spaces –hankkeen loppuseminaari 24.8.2022

**Tuomas Raunima
Tutkija, DI, Tampereen yliopisto, Rakennusfysiikka**

Rakennuksen vaipan ilmatiiviys

Vaipan ilmatiiviyyden parantamisella on paljon positiivisia vaikutuksia.

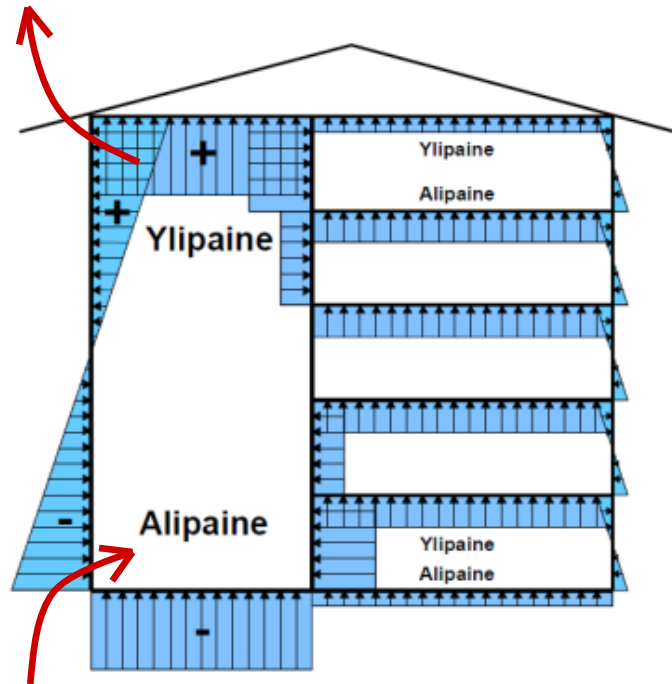
Hyvä ilmatiiviys on keskeinen edellytys energiatehokkaalle rakentamiselle.

- 1) Kosteuden virtaus vaipparakenteisiin vähenee.
- 2) Erilaisten haitallisten aineiden ja mikrobien virtaus sisäilmaan vähenee.
- 3) Vaipparakenteiden sisäpinnat eivät jäähdy ulkoa tulevien ilmavirtausten seurauksena.
- 4) Rakennuksen energiankulutus vähenee ilmanvaihdon tapahtuessa LTO:n kautta.
- 5) Rakennuksen käyttäjien kokema vedon tunne vähenee.

- Riittävän ilmanvaihdon takaaminen on ensiarvoisen tärkeää!
- Ilmanvaihdon ja tavoiteltujen painesuhteiden säätäminen vaikeutuu rakennus-vaipan ollessa hyvin ilmatiivis (erityisesti, kun $q_{50} < 0,5 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$).
- Tulo- ja poistoilmavirtojen säätäminen lähelle tasapainotilannetta on erittäin tärkeää, jotta vaipan yli ei synny suuria paine-eroja!
- Sisä- ja ulkoilman välisiä paine-eroja tulee mitata ilmanvaihdon säädön yhteydessä kaikilla ilmanvaihdon säätöasenoilla.

Paine-erojen vaikutukset ja hallinta rakennuksissa

Kosteutta rakenteisiin

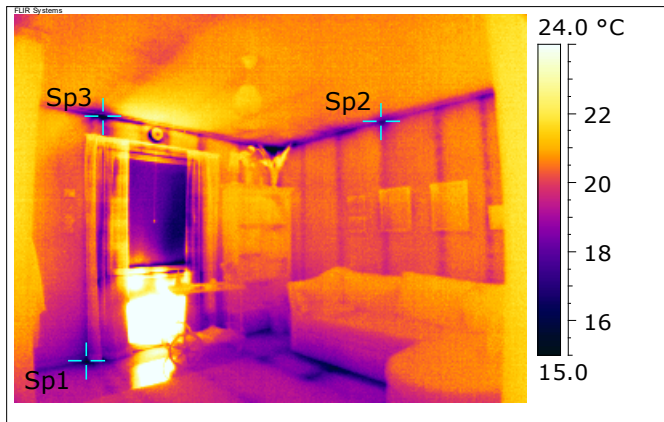
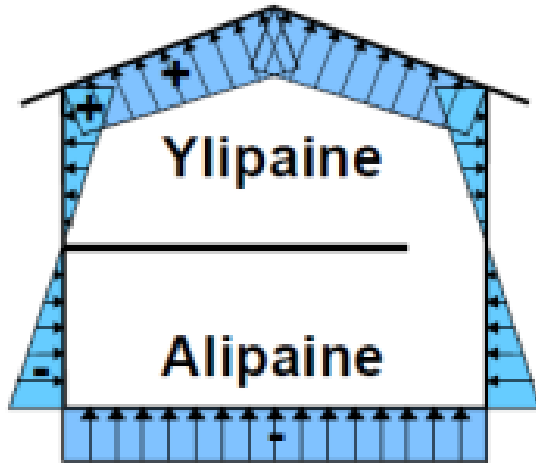


Haitallisia aineita sisäilmaan

- Täysin tiiviiseen vaippaan pyrkiminen voi nostaa ilmanvaihdon synnyttämät paine-erot suuriksi ja syntyy ongelmia niihin vuotokohtiin, joita vaippaan aina jää.
- Ilmanvaihto tulee säätää oikein!
→ Tavoitteena tulisi olla keskimäärin lähes paine-eroton tilanne rakennuksen vaipan yli (0...-5 Pa).
- Ilmanvaihdon toimintaan on kiinnitettävä suurta huomiota (seuranta- ja hälytyslaitteet, suodattimien vaihto, sulatusjaksot, automaattisesti säätävät järjestelmät)
- Vaipan hyvä ilmatiiviys ($q_{50} = 0,5-1,0 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$) on riittävä.

Ilmanvaihdon säätö pientalo	Paine-ero (Pa)		
	$n_{50} = 0,15 \text{ 1/h}$	$n_{50} = 4,0 \text{ 1/h}$	$n_{50} = 10,0 \text{ 1/h}$
Tasapainotettu ilmanvaihto	-7...+4	-6...+4	-6...+4
15 % vähemmän tuloilmaa	-33...-22	-7...+4	-6...+4
15 % enemmän tuloilmaa	+15...+26	-6...+5	-5...+4

Paine-erojen vaikutukset ja hallinta korjauskohteissa

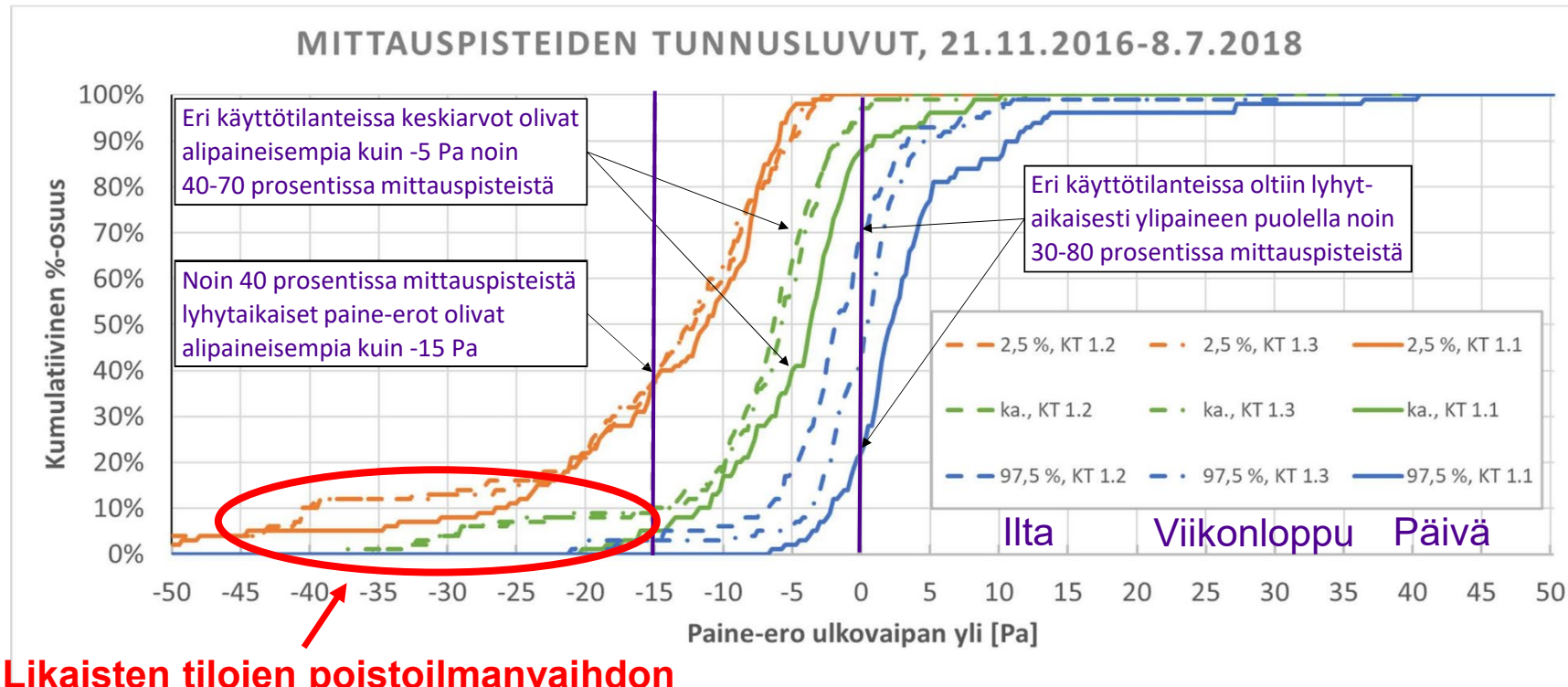


- Vaihdettaessa LTO:lla varustettu koneellinen ilmanvaihto painovoimaisen ilmanvaihdon tilalle paine-erot rakennusvaipan yli tyypillisesti kasvavat.
- Myös korjausten yhteydessä tehtävä rakenteiden tiivistäminen voi lisätä paine-eroja. Käytännössä vaippaan jää aina vuotokohtia, joista ilma pääsee virtaamaan suuren alipaineen seurauksena sisätiloihin. Lisäksi tiivistyskorjausten tekeminen luotettavasti on osoittautunut hyvin haasteelliseksi!
- Kouluissa ja päiväkodeissa pääilmanvaihto säädetään usein pienemmälle poissaoloaikoina. Likaisten tilojen kohdepoistot jäävät kuitenkin päälle, jolloin alipaine sisällä kasvaa ja voi aiheuttaa saman ongelman.
 - Sisäilman laadun kannalta ongelmana ei usein olekaan ilmanvaihdon vähäisyys, vaan liiallinen alipaine ja ilmaa vuotavat vaurioituneet rakenteet sekä likaiset korvausilmareitit.
- Ilmanvaihto on erittäin tärkeää säätää oikein myös näissä tapauksissa! Ei suurta yli- tai alipainetta sisälle!
- Tasapainotetun ilmanvaihdon käyttöönotto edellyttää myös lisää tutkimusta ylipaineen vaikutuksista eri rakenneratkaisuissa!

Tehokkaasta ilmanvaihdosta ei ole tavoiteltua hyötyä, jos ilmaa otetaan rakennukseen vääristä paikoista!

Paine-erojen hallinta rakennuksissa

COMBI-tutkimuksen yhteenvetotulokset 12 uudis- ja 12 korjauskohteesta (koulut ja päiväkodit)



Likaisten tilojen poistoilmanvaihdon synnyttämät alipaineet iltaisin ja viikonloppuina

Työpaketin 5 tavoitteet

Selvittää

- kuinka ilmanvaihdon säädöt ja sammuttaminen vaikuttavat sisätilojen olosuhdetekijöihin ja ilman laatuun.
- kuinka eri VOC-pitoisuusmittarit toimivat käytännön kohteissa sisäilman laadun arvioinnissa.
- kuinka rakennusten käyttäjien kokemukset vastaavat mittausten perusteella tehtyjä havaintoja.

Future Spaces -tutkimuksen työpaketin 5 tutkimus-kohteet

Tutkimuksessa on mukana yhteensä 14 koekohdetta

- Kouluja 4 kpl
- Päiväkoteja 4 kpl
- Yhdistettyjä kouluja ja päiväkoteja 4 kpl
- Toimistorakennuksia 2 kpl

Nro.	Kohdetyyppi	Paikkakunta	Rakennusaika	Runkomateriaali	q ₅₀ -luku
1	Toimistorakennus	Helsinki	1972	Betoni	Ei mitattu
2	Toimistorakennus	Tampere	1971	Puuranka	3,1
3	Päiväkoti	Tampere	2019	Betoni	0,9
4	Päiväkoti	Tampere	1986	Betoni	2,7
5	Päiväkoti ja koulu	Tampere	2018	Betoni	0,9
6	Koulu	Tampere	2018	Puuranka	1,8
7	Päiväkoti ja koulu	Tampere	2014	Betoni	1,0
8	Koulu	Kangasala	2014	Betoni	0,86
9	Päiväkoti	Tampere	1904	Puuranka	2,34
10	Koulu	Lempäälä	1952, 2006	Tiili tai betoni	3,8
11	Päiväkoti ja koulu	Kangasala	2012	Betoni	0,8
12	Päiväkoti	Tampere	2012	Betoni	0,5
13	Koulu	Tampere	1964, 1990	Betoni	4,25
14	Päiväkoti ja koulu	Tampere	2013	Betoni	1,0

Future Spaces -tutkimuksen työpaketin 5 mittaukset ja tarkastelut

Mittaukset

Sisäilman olosuhteet

- Paine-ero ulkovaipan yli
- Lämpötila
- Suhteellinen kosteus
- Kosteuslisä (laskettu T+RH-datasta)

Sisäilman kaasu- ja pienhiukkaspitoisuudet

- Hiilidioksidipitoisuus
- Radonpitoisuus + mittauspurkit
- TVOC-pitoisuus + VOC-näytteet ATD-keräimellä
- PM1-, PM2.5- ja PM10-pienhiukkaspitoisuudet

+ Kuitunäytteet teippimenetelmällä

Tarkastelut

- Jatkuvatoimisten mittausten kokonaiskesto 3/2021–5/2022
 - Normaalitilannetta edustava tarkastelujakso 25.10.2021–9.1.2022
 - Ilmanvaihdon kokonaan pysäyttämisen vaikutukset 10.1.2022–27.3.2022
- Sisäilmanäytteet
 - VOC
 - normaalitilanteessa 12/2021
 - muutetussa tilanteessa 3/2022
 - Radon
 - normaalitilanteessa 10–12/2021
 - muutetussa tilanteessa 1–3/2022
- Käyttäjäkyselyt
 - Normaalitilanteessa 12/2021
 - Muutetussa tilanteessa 3/2022



Kiitos!