

Rakennuksen tiiviyyden määräyksiä ja käsitteistöä

Käsitteet	2
Tiiviysmittaus	2
Painekoe	3
Tiiviysmittaus kts. painekoe	3
Ilmavuotoluku, n50 [1/h]	3
Ilmavuotoluku, q50 [m ³ /(h m ²)]	3
Ilmanpitävyys, ilmatiiveys	3
Neutraaliakseli	3
Ulkovaippa	3
Rakennuksen vaipan ala	3
Huoneiston vaipan ala	3
Tiiviyyden vaikutus energiakulutukseen	4
Suomen rakennusmääräykset tiiviyyden osalta	6
Kohta 2.3.1	6
Kohta 2.3.2	6
Selostuskohta 2.5.8	7

Käsitteet

Tiiviysmittaus

Rakennuksen tai sen osien tiiviyttä mitataan ns. paine-eromenetelmällä, jossa tutkittavaan tilaan aiheutetaan paine-ero ulkoilmaan nähden. Paine-ero saadaan aikaan puhaltimella. Puhallin asennetaan ulko-oven tai ikkunan tuuletusluukun paikalle. Puhallin voi olla myös rakennuksen oma ilmanvaihtolaitteisto.

Mittaus tehdään useammalla paine-erolla (yleensä vähintään viidellä). Paine-eron ylläpitämiseksi tarvittavat ilmamäärät mitataan. Mittaussarjasta lasketaan vuotoilmakäyrä, jonka avulla lasketaan 50Pa paine-eroa vastaava ilmamäärä.

50 Pa paine-eron ylläpitämiseksi tunnin aikana tarvittava ilmamäärä [Q] jaettuna tutkittavan tilan ilmatilavuudella [V] antaa tulokseksi ns. ilmavuotoluvun n50, tai ilmamäärä jaetaan vaipan alalla [A], jolloin tulokseksi saadaan ilmavuotoluku q50.

Ilmavuotoluku n50 esitetään yksikössä 1/h, vaihtoa tunnissa. Ilmavuotoluku q50 esitetään yksikössä [m³/(h m²)].

$$n50 = Q50/V$$

Kaava 4.1, missä

n50 = rakennuksen ilmavuotoluku 50 Pa paine-erolla [1/h]
Q50 = painekokeella mitattu ilmavirtaus 50 Pa paine-erolla [m³/h]
V = rakennuksen/mitattavan osan sisättilavuus [m³]

$$q50 = Q50/A$$

Kaava 4.2, missä

q50 = rakennuksen ilmavuotoluku 50 Pa paine-erolla [m³/(h m²)]
Q50 = painekokeella mitattu ilmavirtaus 50 Pa paine-erolla [m³/h]
A = rakennuksen/mitattavan osan ulkovaipan ala [m²]

Rakennuksen ilmanpitävyyden mittaaminen painekokeomenetelmällä on esitetty standardissa SFS-EN 13829. Suomessa ja yleensä Euroopassa käytetään standardissa esitettyä mittausmenetelmää B (rakennuksen vaipan testaus) siten, että rakennukseen tarkoituksellisesti ilmanvaihtoa varten tehdyt aukot (ilmanvaihtokoneen tulo- ja poistokanavat, korvausilmaventtiilit), tulisijat ja hormit suljetaan tiiviisti.

Aiheesta lisää teoksessa

Paloniitty, Sauli 2012: *Rakennusten tiiviysmittaus*. Suomen Rakennusmedia. –
<https://www.rakennustietokauppa.fi/sivu/tuote/rakennusten-tiiviysmittaus/81209>.

Painekoe

Rakennuksen ilmanpitävyyteen kehitetty koe, jossa rakennus ali- tai ylipaineistetaan, jotta vaipan ilmanpitävyyttä voidaan tutkia.

Tiiviysmittaus kts. painekoe

Rakennuksen ulkovaipan ilmavuotoluvun $n50$ ja $q50$ määrittäminen 50 Pa alipaineessa (tai ilmavuotokohtien etsiminen muussa, käyttötilannetta suuremmassa alipaineessa).

Ilmavuotoluku, $n50$ [1/h]

Ilmavuotoluku $n50$ kertoo, montako kertaa rakennuksen ilmatilavuus vaihtuu tunnissa rakennusvaipan vuotoreittien kautta, kun rakennukseen aiheutetaan 50 Pa (pascal) ali- tai ylipaine. Rakennuksen sisätilavuus mitataan ulkovaipan sisäpintojen mukaan, välipohjia ei lasketa ilmatilavuuteen.

Ilmavuotoluku, $q50$ [$m^3/(h m^2)$]

Ilmavuotoluvulla $q50$ kuvataan rakennusvaipan keskimääräistä vuotoilmavirtaa tunnissa 50 Pa paine-erolla kokonaissisämittojen mukaan laskettua rakennusvaipan pinta-alaa kohden ($m^3/(h m^2)$). Rakennusvaipan pinta-alaan lasketaan ulkoseinät aukotuksineen sekä ylä- ja alapohja.

Ilmanpitävyys, ilmatiiveys

Ilmanpitävyydellä tarkoitetaan rakenteen kykyä estää haitallinen ilmanvaihtuvuus rakenteen eri kerrosten läpi.

Neutraaliakseli

Tasolinja rakennuksen poikki jossakin korkeudessa, missä sisä- ja ulkoilman paine-ero on nolla.

Ulkovaippa

Ulkovaipalla tai vaipalla tarkoitetaan rakennuksen sisätilojen erottavia rakennekerroksia kylmästä ulkoilmasta.

Rakennuksen vaipan ala

Rakennuksen vaipan ala lasketaan ulkoseinät aukotuksineen ja alapohja ja yläpohja sisämittojen mukaan laskettuna.

Huoneiston vaipan ala

Kerrostalohuoneiston ja rivitalohuoneiston tiiviysmittauksessa asunnon vaipan alaan kuuluu: ulkoseinät, huoneiston väliset seinät, asunnon ja portaikon välinen seinä sekä huoneiston

alapohja ja yläpohja. Eli asunnon vaipan ala lasketaan asuntoa rajaavat seinät aukotuksineen, lattia ja katto.

Tiiviyyden vaikutus energiakulutukseen

Rakenteiden kautta kulkeutuvan vuotoilman lämmitykseen tarvitsevan energian laskemiseen tarvitaan 3 kaavaa, jotka ovat esitetty Suomen Rakennusmääräyskokoelman osassa D3 2012. Lähtötietoina tarvitaan kohteen ilmavuotoluku q_{50} , vaipan ala ja paikkakunnan lämmöntarveluku / astepäiväluku sekä tarkastelujakson pituus.

Kaava 2.2.1

Rakenteiden epätiiviyksien kautta sisään ja ulos virtaavan vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia $Q_{\text{vuotoilma}}$ lasketaan kaavalla 2.2.1.

$$Q_{\text{vuotoilma}} = H_{\text{vuotoilma}} (T_s - T_u) \Delta t / 1000$$

$Q_{\text{vuotoilma}}$	vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia, kWh
$H_{\text{vuotoilma}}$	vuotoilman ominaislämpöhäviö, W/K
T_s	sisäilman lämpötila, °C
T_u	ulkoilman lämpötila, °C
Δt	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi

Kaava 2.2.2

Vuotoilman ominaislämpöhäviö $H_{\text{vuotoilma}}$ lasketaan kaavalla 2.2.2.

$$H_{\text{vuotoilma}} = \rho_i c_{pi} q_v, \text{ vuotoilma}$$

$H_{\text{vuotoilma}}$ vuotoilman ominaislämpöhäviö, W/K

ρ_i ilman tiheys, 1,2 kg/m³

c_{pi} ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 Ws/(kgK)

q_v vuotoilma vuotoilmavirta, m³/s

Kaava 2.2.3

Vuotoilman vuotoilmavirta q_v lasketaan kaavalla 2.2.3.

$$q_v, \text{vuotoilma (m}^3/\text{s)} = (q_{50} / 3600 * X) * \text{Avaippa}$$

X = kerroin:

- 1-kerroksinen 35
- 2-kerroksinen 24
- 3-4 kerroksinen 20
- 5 ja sitä korkeammille 15.

X-kerroin perustuu kenttäkokeiden tuloksiin jolla kertoimella muutetaan 50 Pa paine-erolla tapahtuva ilmavuotomäärä vastaamaan normaalia käyttötilanteen paine-eron ilmavuotomäärää.

Lasketaan esimerkiksi Rovaniemelle rakennettavan sähkölämmitteisen teollisuushallin tarvitsema vuotoilman energiantarve seuraavilla lähtötiedoilla:

$$q_{50} = 4$$

$$\text{Avaippa} = 1000 \text{ m}^2$$

$$\text{Energian hinta} = 0,13 \text{ €/kWh}$$

Hallin korkeus vastaa 3-4 kerroksista rakennusta

$$q_v, \text{vuotoilma (m}^3/\text{s)} = (4 / 3600 * 20) * 1000 = 0,556 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{\text{vuotoilma}} = 1,2 * 1000 * 0,556 \text{ m}^3/\text{s} = 666,7 \text{ W/C}$$

$$Q_{\text{vuotoilma}} = 666,7 \text{ W/C} * 6000 \text{ vrkC} * 24 \text{ h} / 1000 = 96000 \text{ kWh/v}$$

$$\text{Kulutus: } 96000 \text{ kWh/v} * 0,13 \text{ €/kWh} = 12480 \text{ €}$$

Jos vaipan ilmavuotoluku kyseisessä hallissa olisi 1 ($q_{50} = 1$), vastaavasti energiankulutus olisi neljäsosa eli 3120 €.

Suomen rakennusmääräykset tiiviiden osalta

Suomen Rakennusmääräyskokoelman osassa D3 2012 sanotaan ilmanpitävyydestä seuraavaa:

Kohta 2.3.1

Sekä rakennusvaipan, että tilojen välisten rakenteiden tulee olla niin ilmanpitäviä, että vuotokohtien läpi tapahtuvat ilmavirtaukset eivät aiheuta merkittäviä haittoja rakennuksen käyttäjille, rakenteille tai rakennuksen energiatehokkuudelle. Erityistä huomiota tulee kiinnittää rakenteiden liitosten ja läpivientien suunnitteluun sekä rakennustyön huolellisuuteen. Rakenteisiin on tarvittaessa tehtävä erillinen ilmansulku.

Kohta 2.3.2

Rakennusvaipan ilmavuotoluku q_{50} saa olla enintään $4(m^2/(h m^2))$. Ilmavuotoluku voi ylittää arvon $4(m^2/(h m^2))$, jos rakennuksen käytön vaatimat rakenteelliset ratkaisut huonontavat merkittävästi ilmanpitävyyttä.

Edellä lainattu määräysten teksti tarkoittanee sitä, että uudisrakennusten ilmavuotoluku tulisi olla parempi kuin $4(m^2/(h m^2))$. Jää tulkitsijan oman mielipiteen varaan, mitä sitten tarkoitetaan käytön vaatimilla rakenteellisilla ratkaisuilla. Itse näkisin tässä kohtaa, että "porsaanreikää" voidaan soveltaa joissakin tapauksissa, kuten perinteisessä hirsirakentamisessa.

Kohta 2.3.2 jatkuu seuraavasti:

Pienempi ilmanpitävyys voidaan osoittaa mittaamalla tai muulla menettelyllä. Asuinkerrostaloissa ilmanpitävyys voidaan osoittaa mittaamalla vähintään 20 % huoneistoista. Ilmanpitävyyden mittaus voidaan suorittaa myös rakennuksen omilla ilmanvaihtokoneilla, jolloin enintään 25 % rakennuksen tilojen lämmitetystä nettoalasta voidaan rajata pois mittauksesta. Jos ilmanpitävyyttä ei osoiteta mittaamalla tai muulla menettelyllä, rakennusvaipan ilmavuotolukuna käytetään $4(m^2/(h m^2))$.

Selostuskohdassa mainitaan:

Ilmanpitävyyden osoittaminen muulla menettelyllä voi olla esimerkiksi teollisen talonrakennuksen laadunvarmistusmenettelyä, jolla ilmanpitävyys voidaan luotettavasti arvioida ennakolta.

Tasauslaskennassa ilmavuotoluvun vertailuarvo on $2(m^2/(h m^2))$.

Selostuskohta 2.5.8

Selostuskohdassa 2.5.8 mainitaan:

Kosteusteknisen turvallisuuden, hyvän sisäilmaston ja energiatehokkuuden kannalta tulisi rakennusvaipan ilmavuotoluvun q_{50} olla enintään $1(m^2/(h m^2))$.

Määräyksistä voidaan tehdä seuraava raja-arvotaulukko:

q50-luku	Selite
Yli 4	Poikkeukselliset rakenteelliset ratkaisut
4	Vähimmäisvaatimus kaikille uudisrakennuksille
2	Laskennassa käytettävä vertailuarvo = määräysten mukainen rakennus
1	Määräysten suositusarvo