

Ulkoseinärakenteiden lämpötekninen toimivuus, pintalämpötila- ja ilmanpitävyyskriteerit

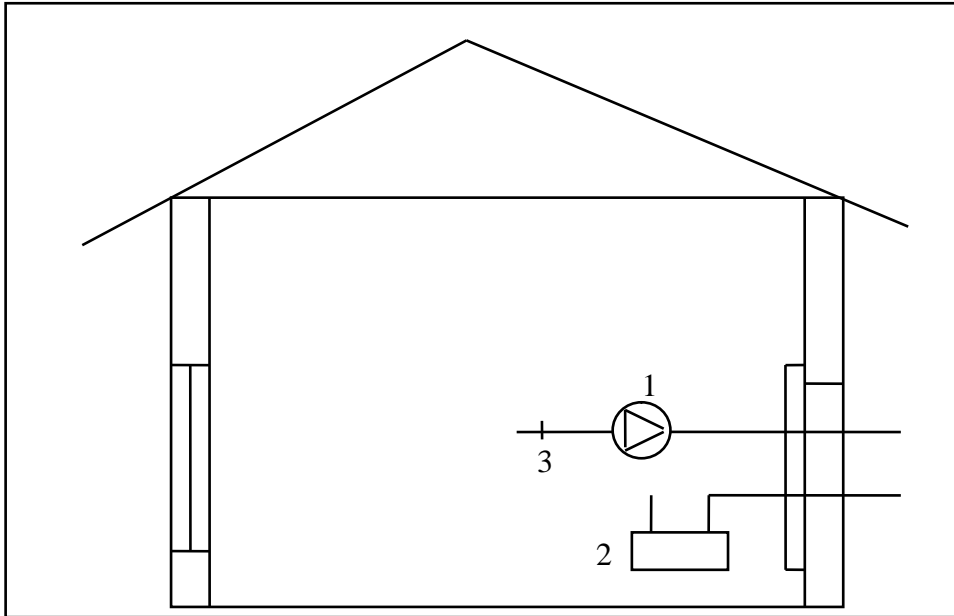
Kauppinen Timo, Kouhia Ilpo, Kovanen Keijo



Business from technology

Ilmatiiviyden mittaus

Standardi SFS-EN 13829.



$$q = q_m \frac{T}{T_m}$$

q on ilmavirta ulkovaipan läpi [m³/h]
 q_m ilmavirta virtausmittarin läpi [m³/h]
 T ulkoilman lämpötila [K]
 T_m sisäilman lämpötila [K].

$$q = C\Delta p^n \quad \text{Ilmanvuotokäyrä}$$

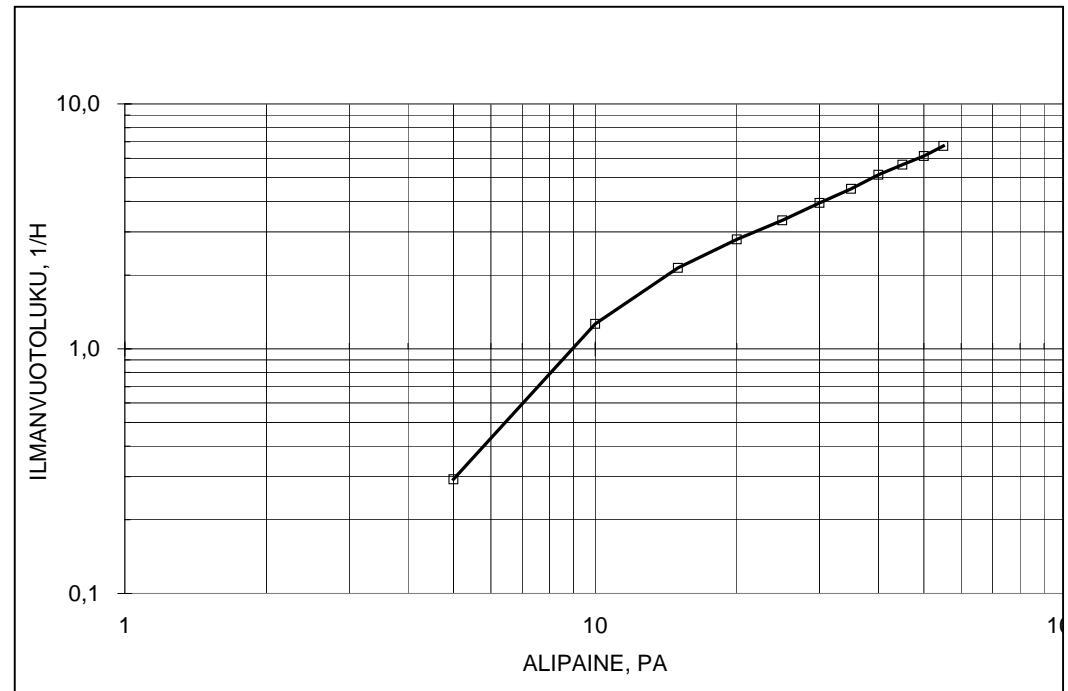
$$n_{50} = \frac{q_{50}}{V} \quad \text{Ilmanvuotoluku}$$

Painekokeen periaate. 1) säädettävä apupuhallin 2) ulko- ja sisäilman paine-eron mittaus 3) tilavuusvirran mittaus.

Ilmanvuotokäyrä

$$q = C\Delta p^n$$

- Mitatusta ilmanvuotokäyrästä voidaan määrittää sekä C että n. Eksponentin n arvoksi esitetään yleisesti lukua 0,65.
- Mikäli virtaus on turbulენტtista, $n = 0,5$.
- Laminaarivirtauksessa $n = 1,0$
- Todellisessa tilanteessa ja eri tapauksissa vuotokäyrä voi olla todennäköisesti monimutkaisempi tapaus



Vuotoilmavirta

RaMK osa D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, 2007:

Vuotoilmavirta syntyy tuulen ja lämpötilaerojen synnyttämistä paine-eroista. Vuodon suuruuteen vaikuttaa

- rakennuksen vaipan ilmanpitävyys
- rakennuksen sijainti ja korkeus
- ilmanvaihtojärjestelmä ja sen käyttötapa.

Vuotoilmavirta ei sisällä ilmanvaihtojärjestelmän aikaansaaman alipaineen vaikutuksesta sisään virtaavaa ilmaa (korvausilma), joka poistetaan ilmanvaihtojärjestelmän kautta. Korvausilman vaikutus otetaan huomioon ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemassa energiassa.

Maanalaisissa kellaritiloissa ja rakennuksen keskellä olevissa tiloissa ei ilmavuotoja yleensä tarvitse ottaa huomioon.

Ilmanpitävyyskriteereitä

RaMK osa C3, Rakennuksen lämmöneristys, 2007 :

"Sekä rakennuksen vaipan että tilojen välisten rakenteiden tulee olla niin ilmanpitäviä, että rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä voi toimia suunnitellusti. Rakenteisiin on tarvittaessa tehtävä erillinen ilmansulku. Erityistä huomiota tulee kiinnittää rakenteiden liitosten ja läpivientien suunnitteluun sekä rakennustyön huolellisuuteen."

Ilmanpitävyyskriteereitä

RaMK osa D3, Rakennusten energiatehokkuus, 2007 :

"Rakennuksen suunnitteluratkaisun lämpöhäviön laskennassa käytetään rakennuksen vuotoilmakerroina arvoa $n_{\text{vuotoilma}} = 0,16$ 1/h, mikä vastaa ilmanvuotolukua $n_{50} = 4,0$ 1/h.

Tätä pienempää arvoa voidaan kuitenkin käyttää, jos ilmanpitävyys osoitetaan mittaamalla tai muulla menettelyllä. Tällöin rakennuksen vuotoilmakerroin lasketaan yhtälön

$$n_{\text{vuotoilma}} = n_{50}/25$$

mukaan, jossa

$n_{\text{vuotoilma}}$ = rakennuksen vuotoilmakerroin, kertaa tunnissa, 1/h

n_{50} = rakennuksen ilmanvuotoluku 50 Pa paine-erolla, kertaa tunnissa, 1/h"

Ilmanpitävyyskriteereitä

RaMK osa D5, Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, 2007 : Kuten D3, lisäksi

Taulukko 4.3. Tyypillisiä valpan ilmanvuotolukuja (n_{50}) erillisille rakennuksille riippuen rakentamis- ja toteutustavasta.

Tavoiteilmanpitävyys	Yksityiskohdat	Tyypilliset n_{50} -luvut, 1/h
Hyvä ilmanpitävyys	Saumojen ja liitosten ilmanpitävyyteen on kiinnitetty erityistä huomiota sekä suunnittelussa että rakennustyön toteutuksessa ja valvonnassa (erillistarkastus)	Pientalo 1...3 Asuinkerrostalo ja toimistorakennus 0,5...1,5
Keskimääräinen ilmanpitävyys	Ilmanpitävyys on huomioitu tavanomaisesti sekä suunnittelussa että rakennustyön toteutuksessa ja valvonnassa	Pientalo 3...5 Asuinkerrostalo ja toimistorakennus 1,5...3,0
Heikko ilmanpitävyys	Ilmanpitävyyteen ei ole juurikaan kiinnitetty huomiota suunnittelussa eikä rakennustyön toteutuksessa ja valvonnassa	Pientalo 5...10 Asuinkerrostalo ja toimistorakennus 3...7

Ilmanpitävyyskriteereitä

RaMK osa D2, Sisäilmasto ja ilmanvaihto, 2003:

"Rakennus suunnitellaan yleensä ulkoilmaan nähden alipaineiseksi.....alipaine ei kuitenkaan saa yleensä olla suurempi kuin 30 Pa."

Ilmanpitävyyskriteereitä

Sisäilmastoluokitus 2000:

LVI-suunnittelussa käytettävät ulkovaipan ilmanpitävyyden arvot

Ilmanvuotoluku n_{50} (1/h)	S1	S2	S3
Alle kolmikerroksiset rakennukset	2,0	2,0	3,0
Korkeammat rakennukset	1,0	1,0	2,0

Ilmanpitävyyskriteereitä

Yhdysvallat (ASHRAE):

Vuotoilmanvaihto $n = n_{50}/20$

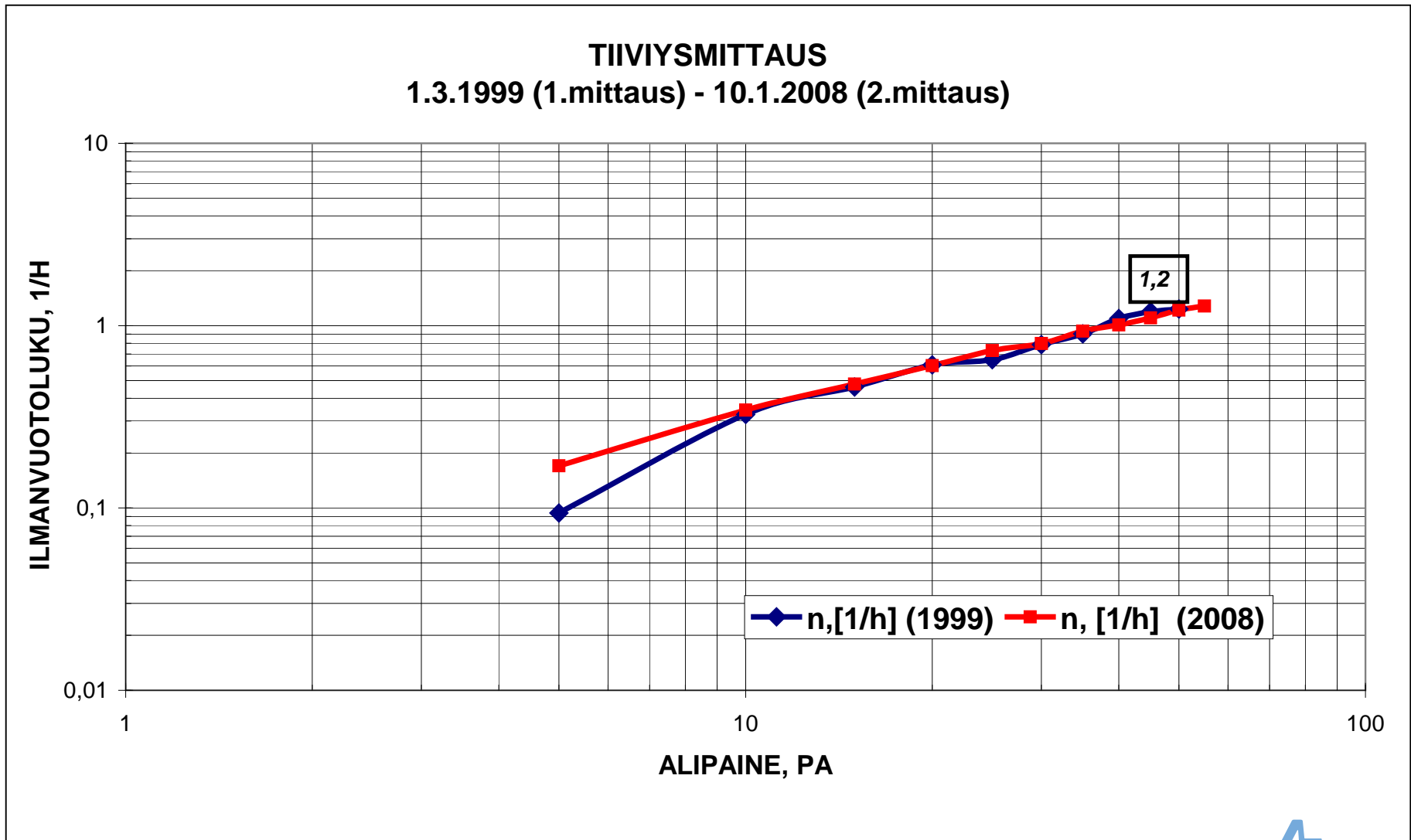
Ilmanvuotoluku $n_{50} \rightarrow$ NL (normalized leakage), joka sisältää tehollisen vuotopinta-alan ja rakennuksen geometriaa.

Suositus 1,25 L/s,m²

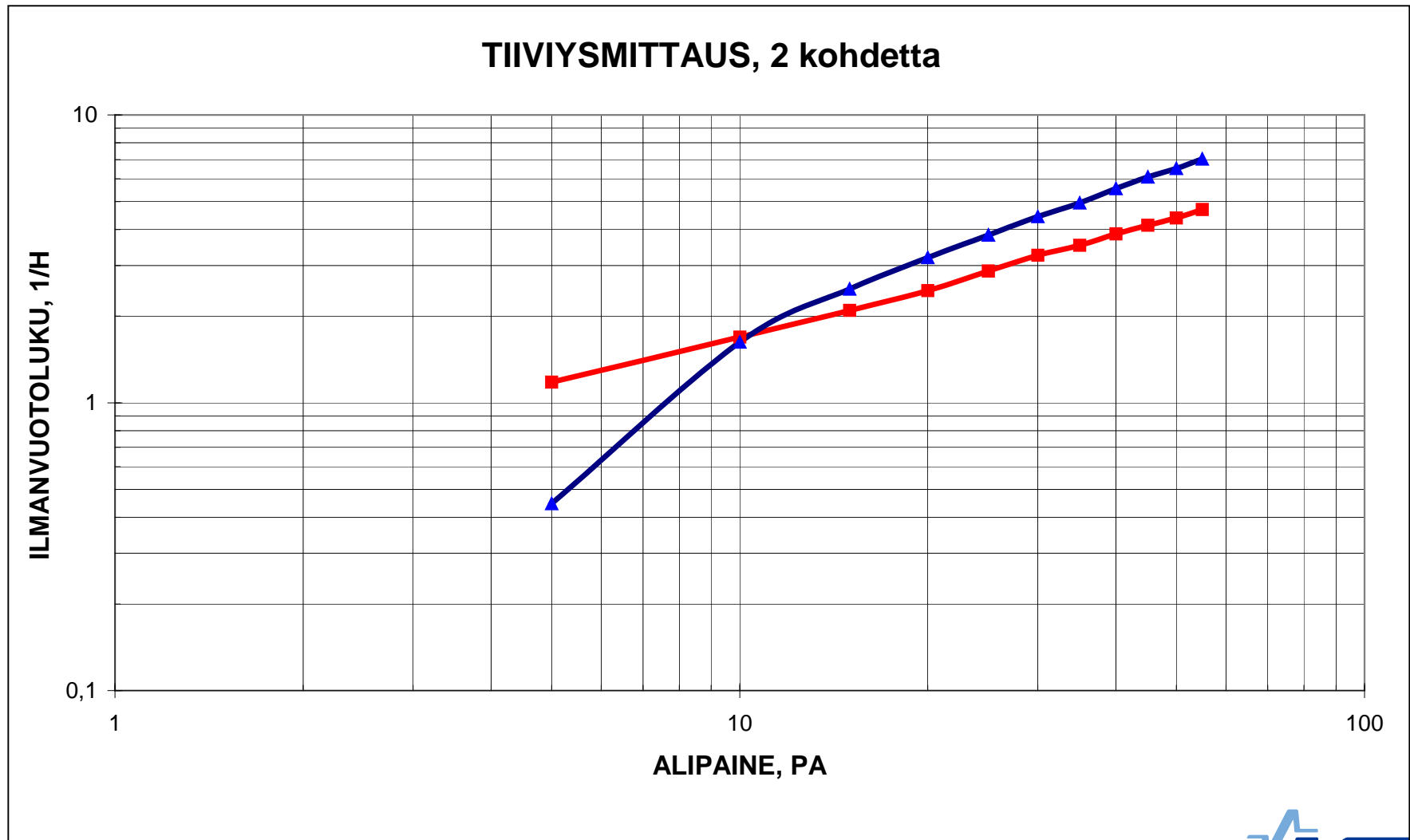
Ruotsi (BFS 1995:17,9 Energihushållning och värmeisolering):

Ilmanvuotoluku $n_{50} < 0,8$ L/s,m² asunnoissa ja $< 1,6$ L/s,m² muissa tiloissa.

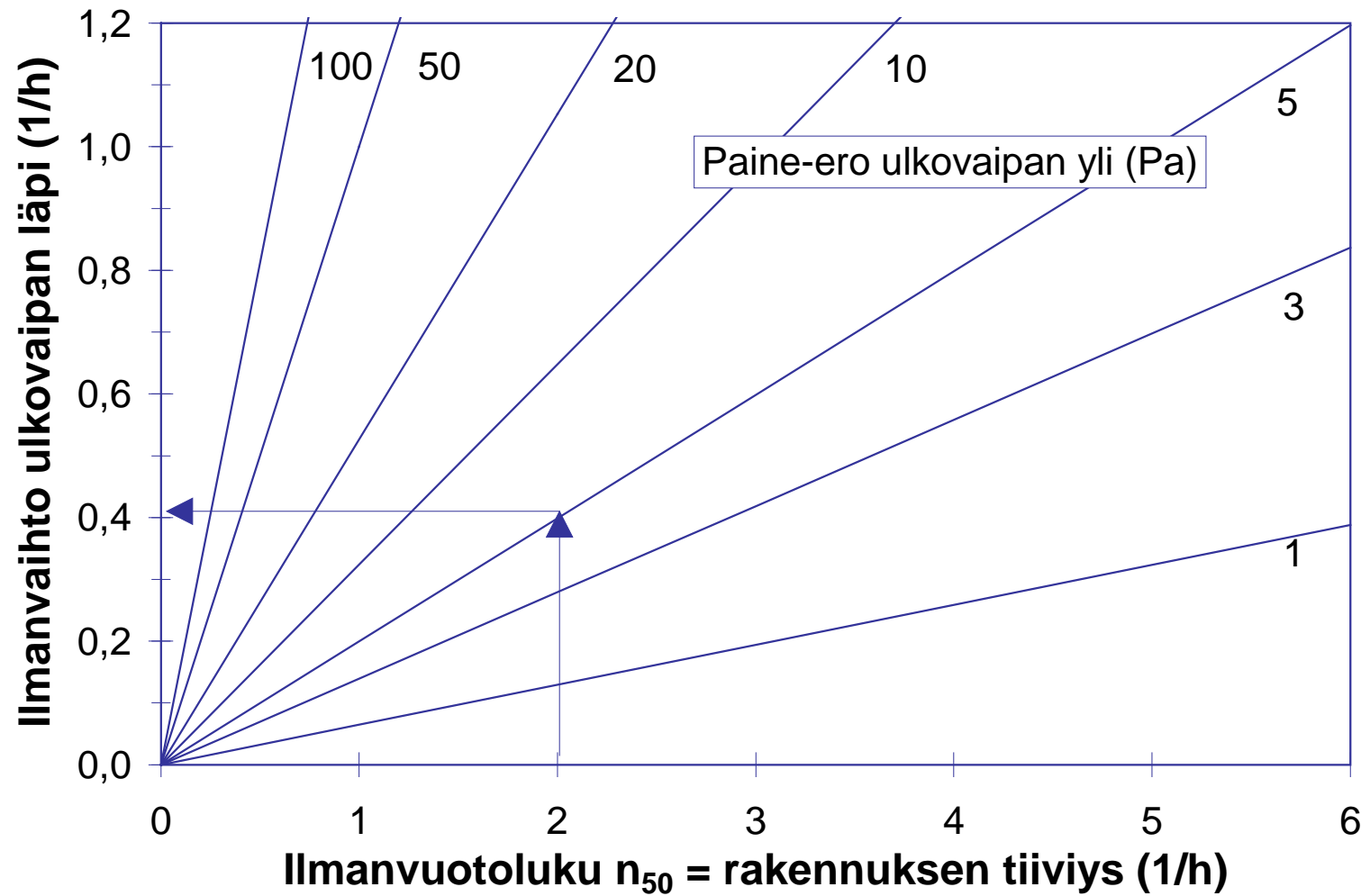
Ilmanpitävyyden pysyvyys



Vuotoreittien erilaisuus



Rakenteiden tiiviys vs ilmavuodot



Haasteita

- Vuotokäyrän mukaan vuotoilmanvaihto pienillä paine-eroilla on suurempi (voi olla suurempi) kuin $n_{50}/25$
- Vuotoilmanvaihto saattaa olla joissakin tapauksissa suurempi tapauksissa, joissa n_{50} on pienempi verrattuna toiseen kohteeseen
- Vuotoilmanvaihto voi olla merkittävä energiankuluttaja joko suoraan tai välillisesti (vetohaittojen ja kylmien pintojen vuoksi nostetaan sisälämpötilaa)

Lopuksi

- Rakennuksen tiiviyn toteamiseksi tulisi laatia nopeat ja luotettavat arviointi- ja mittausmenetelmät.
- Rakennuksen tiiviyn parantamiseksi tulisi kehittää menetelmiä ja ohjeita.

KIITOS