



Aalto-yliopisto
Insinööritieteiden
korkeakoulu

EEN-E4004 Fundamentals of HVAC Design

Lecture 20.3.2019


Ventilation design

M.Sc Vikke Niskanen

Ventilation vs. air conditioning

ventilation

Suom. ilmanvaihto

/ˌventɪˈleɪʃ(ə)n/ 

noun

1. the provision of fresh air to a room, building, etc.
"ventilation of the mines had long been mechanized"

air conditioning

Suom. ilmastointi

noun

a system for controlling the humidity, ventilation, and temperature in a building or vehicle, typically to maintain a cool atmosphere in warm conditions.



Guide for ventilation design in residential buildings

D2 Hanke

Opas asuinrakennusten ilmanvaihdon
mitoitukseen

30.11.2017

FINVAC ry

Suomen LVI-liitto SuLVI ry

VVS Föreningen i Finland rf

Sisäilmayhdistys ry

Lämpöinsinööriyhdistys ry

FINVAC
The Finnish Association of HVAC Societies



Design of ventilation

2 ILMAVIRTOJEN MITOITUS

Koko asunnon ulkoilmavirrat mitoitetaan siten, että seuraavat vähimmäisvaatimukset toteutuvat:

- 1) **koko asuinpinta-alaa kohden laskettu** ulkoilmavirta on vähintään $0,35 \text{ dm}^3/\text{s}, \text{m}^2$ (vastaa ilmanvaihtokerrointa $0,5 \text{ 1/h}$ $2,5 \text{ m}$ huonekorkeudella)²⁾ ja
- 2) **koko asunnon** ulkoilmavirta on vähintään $18 \text{ dm}^3/\text{s}$ ²⁾ ja
- 3) **jokaisen asuinhuoneen** ulkoilmavirta on vähintään $0,35 \text{ dm}^3/\text{s}, \text{m}^2$ ²⁾ ja
- 4) **jokaiseen asuinhuoneeseen** on tuotava ulkoilmaa vähintään $8 \text{ dm}^3/\text{s}$, yli 11 m^2 makuuhuoneisiin $12 \text{ dm}^3/\text{s}$.
- 5) Jos asunnossa on **sauna**, lisätään kokonaisulkoilmavirtaan $6 \text{ dm}^3/\text{s}$.

Näiden vaatimusten mukainen asunnon vähimmäisulkoilmavirta on esitetty taulukossa 1.

- 1) *Opas ilmanvaihdon mitoituksesta muissa kuin asuinrakennuksissa, FINVAC ry, 2017.*
- 2) *Ympäristöministeriön asetus rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta, luonnos 2017*
- 3) *Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista, 2015.*

Ventilation at least $0,35 \text{ l/s/m}^2$
OR $0,5 \text{ 1/h}$ **AND**

Ventilation at least 18 l/s for apartment **AND**

Ventilation for each living or bed room at least $0,35 \text{ l/s/m}^2$ **AND**

Ventilation for each living or bed room at least 8 l/s/m^2 , for rooms over 11 m^2 ventilation at least 12 l/s

If the apartment has a sana, 6 l/s is added for total amount of ventilation

Design of ventilation

Minimum ventilation of apartments

Taulukko 1. Asunnon vähimmäisulkoilmavirta normaalikäytön aikana.

Asunnon ensimmäisen (tai ainoan) asuinhuoneen (ah) ulkoilmavirta on 12 dm³/s ja seuraavien huoneiden 8 dm³/s. Ulkoilmavirtaa tulee suurentaa, jos asunnossa on useampi kuin yksi yli 11 m² suuruisen makuuhuone.

Amount of living of bed rooms

Area

Pinta-ala m ²	Ulkoilmavirta dm ³ /s					
	1 ah	2 ah	3 ah	4 ah	5 ah	6 ah
20	18					
30	18					
40	18	20				
50	18	20				
60		21	28			
70		25	28			
80		28	28	36		
100			35	36	44	
120			42	42	44	52
150				53	53	53

Asuinhuoneita ovat olohuoneet, makuuhuoneet ja muut vastaavat tilat.

Mahdollisen saunan ulkoilmavirta on lisättävä taulukon 1 kokonaisilmavirtoihin.

Muiden pinta-ala-/huonemääräyhdistelmien osalta noudatetaan vaatimuksia 1-5.

Total amount of supply and extract is the same

Käyttötilanteen ulko- ja ulospuhallusilmavirrat mitoitetaan yleensä yhtä suuriksi. Rakennuksen ilmavirrat tulee mitoittaa siten, että rakennus ei ole miltään osin jatkuvasti ylipaineinen ja että paine-ero vaipan yli ei ylitä 5 Pa tavanomaisissa sääolosuhteissa.

Ventilation for individual rooms

3 HUONEKOHTAISET ILMAVIRRAT

Asunnon kokonaisilmavirta jaetaan huoneisiin taulukon 2 mukaisesti. Huonekohtaisia ilmavirtoja on tarvittaessa suurennettava asunnon vähimmäisulkoilmavirran sekä ulko- ja ulospuhallusilmavirtojen tasapainon saavuttamiseksi.

Huonekohtaiset ilmavirrat saavat poiketa korkeintaan 20 % suunnitellusta.

Tulisijan, keskuspölynimurin ja liesituulettimen ym. erillispoiston vaatimasta ulkoilman saannista on huolehdittava.

Taulukko 2. Asunnon tilojen normaalin käyttötilanteen ulkoilma- ja poistoilmavirrat.

Huonetyyppi	Ulkoilmavirta dm ³ /s	Poistoilmavirta dm ³ /s	huomautus
Suurin tai ainoa makuuhuone tai yli 11 m ² makuuhuone	12		
Muut makuuhuoneet	8		
Muut asuinhuoneet kuten olohuone alle 22 m ² , ei kuitenkaan keittiö	8		Ulkoilma voidaan osittain korvata siirtoilmalla makuuhuoneesta.
Muut asuinhuoneet kuten olohuone yli 22 m ² , ei kuitenkaan keittiö	0,35 dm ³ /s,m ²		Ulkoilma voidaan osittain korvata siirtoilmalla makuuhuoneesta.
Keittiötila, keittiö, keittokomero, saarekkekeittiö (KT)		8 (25)	Liesikuvun/keittiötilan ilmavirran tulee tehostustilanteessa olla vähintään 25 dm ³ /s. Ulkoilman saannista tehostuksen aikana on huolehdittava. Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta
Kylpyhuone WC:llä tai ilman (KPH)		10	Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta.
Erillinen WC (WC)		7	Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta.
Vaatehuone (VH)		6	Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta.
Varasto		6	Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta.
Huoneistosauna (S)	6	6	
Kylpyhuoneesta erillään oleva kodinhoitohuone		8	Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta.
Tekninen tila		3 ³⁾	Mitoitetaan lämpökuorman mukaan, vähintään 3 dm ³ /s.

Supply air

Extract air

Biggest or over 11 m² bed room

Other bed rooms

Other living rooms under 22 m², not kitchen

Other living rooms over 22 m², not kitchen

Kitchen

Bathroom with toilet

Separate toilet

Walk-in closet

Storage room

Sauna

Utility room

Technical room

!!! Remember to notify transfer air through the different rooms !!!

Guides for design

0 (12)

5 OHJEITA ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELUUN

Makuuhuoneessa ja -tilassa tuloilmalaite tulisi sijoittaa todennäköisen vuoteen paikan pätyseinään.

Supply air device should be installed in the wall near the bed

Siirtoilmalle asuinhuoneista muihin poistolla varustettuihin tiloihin on järjestettävä erityinen reitti, jos tilat eivät ole suoraan yhteydessä toisiinsa. Siirtoilmareittinä voidaan käyttää ovirakoa 18 dm³/s saakka, mutta ääneneristyksen vuoksi on suositeltavaa käyttää erityistä siirtoilmalaitetta.

Air transfer routes have to be designed. A door slit can be used up to 18 l/s, for larger ventilation rates a air transfer device should be used

Keittiöissä on suositeltavaa olla liesikupu tai -tuuletin, jonka ilmapirtaa voidaan tehostaa asuntokohtaisesti. Liesituulettimen ja -kuvun sieppausasteen²⁾ tulisi olla vähintään 50 % ilmapirralla 25 dm³/s. On suositeltavaa laittaa keittiöön erillispoisto, jonka käytön aikana kasvatetaan koko rakennuksen ulkoilmavirtaa. Tehokas käryjen poisto voi edellyttää jopa 40...50 dm³/s suuruista ilmapirtaa, riippuen liesikuvun sieppausasteesta.

A kitchen hood should be installed in kitchens. Extract air rate at least 25 l/s

Keittiön poistoilmanvaihdon tehostuksen, samoin kuin keskuspolynimurin vaatima lisäulkoilmavirta voidaan tuoda huoneistoon

Additional supply air for larger extract airs can be supplied through: more supply air, lowering amount of extract air in other rooms, through a separate open-air valve or a combination of these

- lisäämällä vastaava määrä tuloilmaa,
- pienentämällä muiden huoneiden poistoilmavirtaa,
- tuomalla lisäilma erillisen ulkoilmaventtiilin avulla
- tai näiden yhdistelmillä.



Duct dimensioning and balancing

- **Duct dimensioning:**
 - Branch duct velocity max $\leq 2,5$ m/s in living spaces
 - Main duct velocity ≤ 4 m/s
 - Dimension of flow dampers and silencers same as for ducts
 - Low pressure lost in duct dimensioning take inaccount with boosting (+30%).
 - Pressure lost outside AHU max. 60-80 Pa
- **Ductwork balancing:**
 - Pressure lost for flow dampers and devices minimum 10-20 Pa
 - Presetting values and pressure losts should be shown in drawings

Duct insulation

- **Ductworks thermal insulation:**

- Outdoor intake duct and supply air ducts in cold spaces: 100 mm mineral wool + aluminium coating, outdoor duct joints sealed with adhesive tape
- Exhaust ducts after heat recovery: 50 mm mineral wool + aluminium coating, outdoor duct joints sealed with adhesive tape in warm spaces, cold spaces without sealing
- Extract air ducts in cold spaces : 100 mm mineral wool + aluminium coating without sealing
- Separate exhaust duct of kitchen is fire insulated to class EI-30 in attic without sealing

Air devices

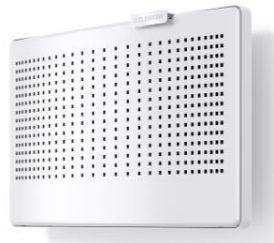
- **Supply and extract air devices:**

- Supply air devices in residential housing are primarily extract valves and supply air valves or grilles

Supply air device
installed in ceiling,
Eg. Climecon RINO



Supply air device
installed in wall,
Eg. Climecon CLIK



Extract air device
Eg. Climecon VIP



- When selecting air devices, one should consider eg:., pressure loss, noise levels, terminal attenuation, outlook and installation.
- Some companies who sell air devices: Climecon, FläktGroup, Halton, Swegon

Air devices

- **Air transfer devices**

- For transfer air rates of under 18 l/s a door slit (suom: ovirako) can be used
- For transfer air rates of over 18 l/s, one should use an air transfer device

Air transfer device,
Eg. Climecon KIK



Choice of air handling unit (AHU)

- Find manufacturers for different systems and seek information:
 - Technical values
 - Energy efficiency ratios and SFP values
 - Proportions of appliances
 - Principal schematic drawings
 - Control and supervision
- Maximize temperature efficiency for supply air (min. 80%) and energy efficiency (min 70%). This means that rotating recovery wheel or crossflow plate heat exchanger should be used.
- When dimensioning AHU remember boosting air (+30%).
- Space reservation for installation and maintenance
- Remember AHU noise control (attenuators 900-1200 mm)

AHU manufacturers

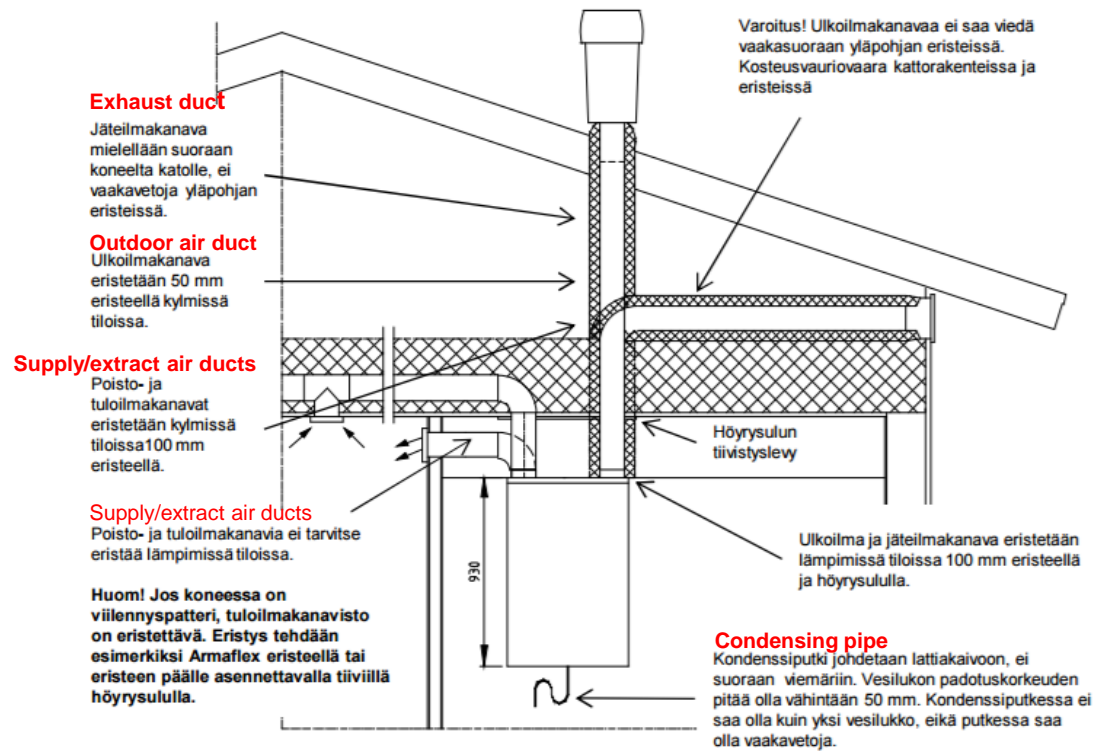
- www.enervent.fi
- www.vallox.fi
- www.swegon.fi
- www.iloxair.fi



- › Ecodesign energialuokka A
- › Ilmavirta-alue 35 - 120 l/s
- › Lämmönvaihtimen lämpötilahyötysuhde jopa 86 % (EN 308)
- › Vuosihyötysuhde jopa 77 %
- › Edistyneellinen Smart-ohjaustekniikka
- › Automaattisesti tarpeen mukaan ohjautuva ilmanvaihto
- › Automaattinen kesätoiminto ja passiivinen viilennys
- › Huurteenestotoiminto takaa jatkuvan ilmanvaihdon
- › Saatavana ulkoiset jälkilämmitys- ja viilennysyksiköt
- › Liitettävissä taloautomaatiojärjestelmiin (DDC / Modbus)
- › Liesikupu on mahdollista kytkeä erillispoistokanavaan

Swegon CASA R5 Smart

Installation of air handling unit (AHU)



Kuva 1.

Outdoor and extract air

- **Placing outdoor and exhaust air devices**

- <https://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/14-ss-ulkoilmalaitteiden-ja-ulospuhallusilmalaitteiden-sijoittaminen>

Outdoor device, eg.
FläktGroup RIS-D



Exhaust air device, eg.
Vilpe FLOW
POISTOPUTKI

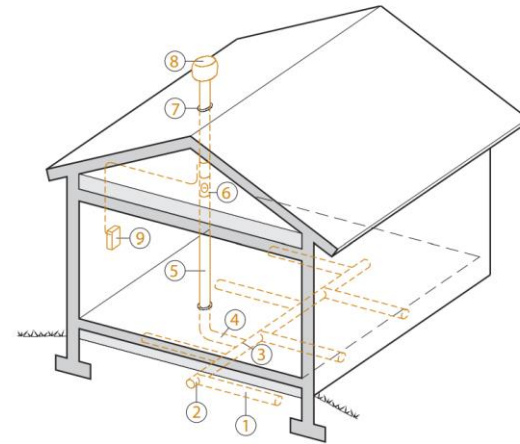


Combined outdoor and
exhaust air device, eg.
Climecon UPSI



Roof fans

- Roof fans are used for kitchen hood and radon extracts
- Kitchen hood air flow is typically 25 l/s
- Radon extract is typically 0,05 l/s / m²
 - See LVI 37-10513 for more details
- Roof fan suppliers e.g. Vilpe



1. Imukanaviston tehtävänä on imeä rakennuspohjasta mahdollisimman tasaisesti radonpitoista ilmaa. Imukanavisto voidaan rakentaa tavallisesta muovisesta rei'itetystä salaojaputkesta tai alaosaltaan umpinaisesta salaojaputkesta. Imukanavan jatkokset tehdään tavanomaisilla salaojaputkien liitoskappaleilla.

2. Kokoojakanava tehdään umpinaisesta muoviputkesta, mitoituksen mukaan joko muovisesta sadevesiviemäriputkesta tai viemäriputkesta. Imukanavat voidaan liittää kokoojakanavaan tavanomaisilla salaojaputkien liitoskappaleilla.

3. Poistopiste on siirtokanavan ja imu-/kokoojakanavan liitoskohta.

4. Siirtokanava yhdistää imu- tai kokoojakanavan poistokanavaan ja mahdollistaa poistokanavan vapaan sijoittamisen rakennukseen. Siirtokanava kallistetaan imu-/kokoojakanavaan päin. Kanavana voidaan käyttää muovista viemäriputkea.

5. Poistokanava on siirtokanavasta yläpohjan läpi vesikatolle johtava kanava, joka voidaan tehdä muovisesta viemäriputkesta. Kanava lämmitetään koko matkalta vesihöyrynpitävällä lämmöneristeellä.

6. Säätöpellillä säädetään poistopuhaltimen imemää ilmaa virtaa. Ilmavirran säätö onnistuu parhaiten, kun käytetään sekä huippuimuriin kytkettyä sähköistä tehonsäädintä että säätöpellitä.

7. Vesikaton läpivientikappale valitaan katetyypin ja suunnitellun poistopuhaltimen mukaan.

8. Poistokanavan hattu tai poistopuhallin. Poistopuhaltimena on suositeltavaa käyttää huippuimuria, jonka teho valitaan ilmavirtamitoituksen perusteella.

9. Sähköliitäntävaraus huippuimurin ja mahdollisen sähköisen tehonsäätimen asentamista varten.