

Tommi Kopra

Ekosuunnitteludirektiivin vaikutus ilmanvaihdon suunnitteluun

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

17.5.2016

Tekijä Otsikko	Tommi Kopra Ekosuunnittelu direktiivin vaikutus ilmanvaihdon suunnitteluun
Sivumäärä Aika	25 sivua + 2 liitettä 17.05.2016
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-suunnittelu
Ohjaaja	lehtori Seppo Innanen
<p>Insinööritöissä tarkastellaan Euroopan parlamentin antamia ekosuunnitteludirektiivejä N:o 1253/2014 ja 1254/2014. Nämä direktiivit pitävät sisällään Euroopan yhtenevät ekosuunnitteluvaatimukset ilmanvaihtokoneille.</p> <p>Työn tarkoituksena on selvittää direktiivien sisältöä, selvittää sen vaikutusta ilmanvaihdon suunnitteluun ja käydä pääpiirteittäin läpi direktiiveissä esille tuodut uudet vaatimukset ilmanvaihtokoneille.</p> <p>Työssä käydään kattavasti läpi direktiivien vaikutus ilmanvaihtokoneiden valintaan. Suurimmat muutokset aikaisempiin määräyksiin verrattuna ovat ilmanvaihtokoneiden ominaissähkön kulutuksen pienentäminen, lämmöntalteenottolaitteiston hyötysuhdevaatimuksen nousu ja asuinrakennuksiin tarkoitettujen ilmanvaihtokoneiden energiatehokkuusluokkien voimaantuminen.</p> <p>Insinööritöiden lopputuloksena saatiin selkeä esitys direktiivien määräyksistä ja vaikutuksesta ilmanvaihtosuunnitteluun. Työtä voidaan käyttää apuna ekosuunnitteludirektiivien alaisten ilmanvaihtokoneiden valinnassa.</p>	
Avainsanat	ekosuunnittelu, ekodesign, ilmanvaihtokoneet,

Author Title Number of Pages Date	Tommi Kopra Eco-design Directive impact on the design of ventilation 25 pages + 2 appendices 17 May 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC engineering, Design Orientation
Instructor	Seppo Innanen, Senior Lecturer
<p>The purpose of this final year project was to introduce Eco-design Directive N:o 1253/2014 and 1254/2014 given by the European Union. These directives include the eco-design requirements for ventilation units. The aim of this thesis was to clarify the content of the directives, find out how the directives affect the design of the ventilation and go through the new provisions of the directives.</p> <p>The thesis examined the issues affecting the choice of ventilation units comprehensively. The most significant changes compared to the previous provisions were found to be the reduction of specific fan power of the ventilation units, the increase of the ventilation unit heat recovery equipment efficiency, and the energy efficiency rating for residential ventilation units. The result of the thesis is an inclusive presentation of the provisions and the impact of the eco-design directive. The thesis can be used to help in the selection of the eco-design ventilation units.</p>	
Keywords	eco-design, ventilation unit, energy saving

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Ekosuunnitteludirektiivin määritelmät	3
2.1	Asuinrakennuksiin tarkoitetut ilmanvaihtokoneet	3
2.2	Muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitetut ilmanvaihtokoneet	4
2.3	Painovoimainen ilmanvaihto	5
2.4	Yksi-ilmavirtainen ilmanvaihtokone	6
2.5	Kaksi-ilmavirtainen ilmanvaihtokone	7
2.6	Lämmöntalteenottojärjestelmät	8
2.6.1	Pyörivä lämmöntalteenotto	8
2.6.2	Vastavirtalämmöntalteenotto	9
2.6.3	Ristivirtakennolämmöntalteenotto	9
2.6.4	Nestekiertoinen lämmöntalteenotto	10
2.7	Moninopeusohjaus	10
2.8	Taajuusmuuttaja	10
3	Ekosuunnitteludirektiivin soveltaminen	11
4	Ekosuunnitteludirektiivin vertailu nykyisiin vaatimuksiin	12
4.1	Suomen rakentamismääräyskokoelmissa olevat ilmanvaihtokoneiden energiatehokkuutta koskevat määräykset	12
4.2	Ekosuunnitteludirektiivin vaatimukset asuntokohtaisille ilmanvaihtokoneille	14
4.2.1	SEC-luku	14
4.2.2	SEC-luvun laskenta	15
4.2.3	Huomioita SEC-luvun laskennasta	15
4.3	Ekosuunnitteludirektiivin vaatimukset muihin, kuin asuinrakennuksiin tarkoitetuille ilmanvaihtokoneille.	16
4.3.1	Tekniset ominaisuudet	16
4.3.2	Ominaissähkötehon kulutus	17
5	Ekosuunnitteludirektiivin vaikutus suunnitteluun ja koneiden valintaan	19
5.1	Vaikutus asuinrakennuksiin tarkoitettujen ilmanvaihtokoneiden valintaan	19
5.1.1	Tekniset ominaisuudet	19

5.1.2	Äänitekniset ominaisuudet	19
5.2	Ekosuunnitteludirektiivin vaikutus muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitettujen ilmanvaihtokoneiden suunnitteluun ja valintaan.	20
6	Ekosuunnitteludirektiivin energiansäästön arviointi	21
7	Ilmanvaihtokoneiden energiamerkinnät	22
7.1	Energiamerkintä	22
7.2	Tavarantoimittajan velvollisuudet	23
7.3	Tuoteseloste	23
8	Yhteenveto	24
	Lähteet	25
	Liitteet	
	Liite 1. SEC-luvun laskenta	
	Liite 2. SFP _{int_limit} -luvun laskenta	

Lyhenteet

°C	celsiusastetta
dB	Desibeli. Äänen voimakkuuden yksikkö
KWh	Kilowattitunti, energian yksikkö.
l/s	Virtauksen määrä. Ilmaisee, kuinka monta litraa ainetta kulkee sekunnissa.
LTO	Lämmöntalteenotto. Ilmanvaihtokoneen osa, jonka avulla poistoilmasta siirretään lämpöä tuloilmaan.
m ³ /h	Virtauksen määrä. Ilmaisee, kuinka monta kuutiometriä ainetta kulkee tunnissa.
MWh	Megawattitunti. Energian kulutuksen yksikkö 1 MWh = 1 000KWh
SEC	Asuinrakennuksiin tarkoitettujen ilmanvaihtokoneiden ominaisenergiakulutusta kuvaava yksikkö. Ilmaisee käytetyn energian määrän asunnon lattianeliötä kohden (kWh/a.m ²).
SFP	Omaissähköteho Specific Fan Power. Kuvaa koneiden käyttämää energiamäärää suhteutettuna ilmavirtaan. SFP-luvun yksikkö on kW/m ³ /s, eli teho jaettuna ilmavirralla.
TWh	Terawattitunti. Energian kulutuksen yksikkö 1 TWh = 1 000 000MWh

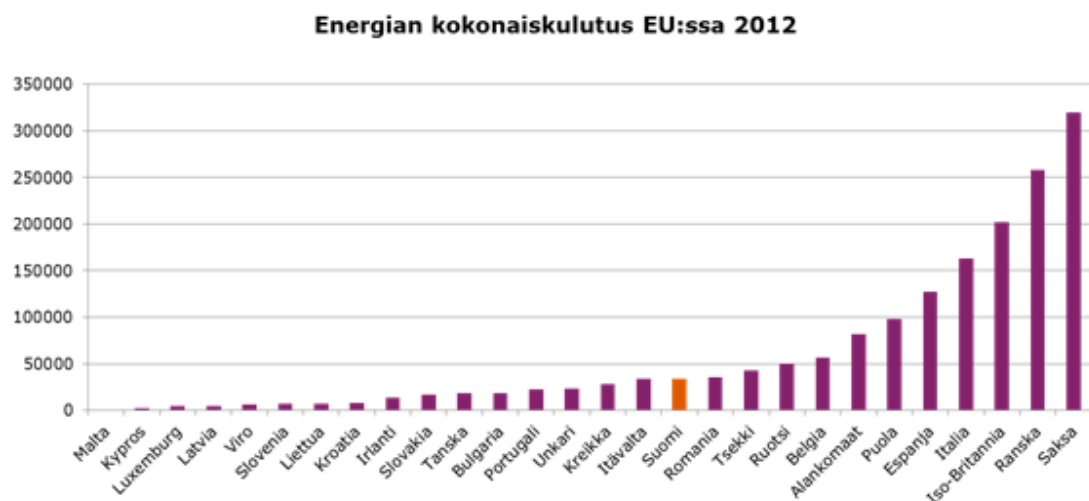
1 Johdanto

Energian kulutus ja energiansäästö mahdollisuudet ovat olleet paljon esillä Euroopassa ja muualla maailmalla. Pariisissa allekirjoitettiin uusi kansainvälinen ilmastopimus vuoden 2015 päätteeksi. Tämä tarkoittaa, että keinoja energian kulutuksen vähentämiseksi pyritään löytämään kaikilla aloilla.

Euroopassa on yhteensä yli 160 miljoonaa rakennusta. Nämä rakennukset käyttävät yli 40 % koko Euroopan alueen energiasta ja tuottavat yli 40 % Euroopan hiilidioksidipäästöistä. Vuoteen 2020 mennessä näistä arvoista pyritään vähentämään 20 %. [8]

Euroopan parlamentti ja neuvosto ovat tehneet tutkimusta Euroopan energian kulutuksesta ja energiaa kuluttavista laitteista. Tutkimuksissa on tultu siihen tulokseen, että ilmanvaihtokoneet ovat yksi suurista mahdollisuuksista säästää energiaa. Ilmanvaihtokoneiden energiatehokkaalla valinnalla saadaan aikaan huomattavia energian säästömahdollisuuksia.

Euroopan unionin maat käyttivät vuonna 2012 yhteensä 19 573 TWh energiaa (kuva 1.). [7] Tästä käytetystä energian määrästä noin 77,6 TWh oli ilmanvaihtokoneiden käyttämä sähköenergiaa. Samanaikaisesti lämmöntalteenottolaitteilla varustetut ilmanvaihtokoneet säästivät noin 714 TWh tilalämmityksen energian käytöstä. [7]



Kuva 1. Euroopan unionin maiden energian kulutus vuonna 2012 [7]

Ilmanvaihtokoneiden energiansäästö mahdollisuudet ovat huomattavat. Tästä syystä Euroopan komissio antoi heinäkuussa 2014 Ekosuunnitteludirektiivit N:o 1253/2014 ja 1254/2014, jotka käsittelevät ilmanvaihtokoneiden energiatehokkuutta ja energiatehokkuus merkintöjä [1;2].

Direktiivi N:o1253/2014 pitää sisällään Euroopan sisäisesti yhtenevät vaatimukset ilmanvaihtokoneiden ekologisesta suunnittelusta. Direktiivit on jaettu kahteen vaiheeseen, joista ensimmäinen tuli voimaan 1.1.2016 ja toinen 1.1.2018. Direktiivissä käsitellyt ilmanvaihtokoneet on jaettu kahteen osaan, asuinrakennuksiin tarkoitetut ilmanvaihtokoneet ja muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitetut ilmanvaihtokoneet [1].

Direktiivi N:o1254/2014 sisältää Euroopan sisäisesti yhtenevät vaatimukset asuinrakennuksiin tarkoitettujen ilmanvaihtokoneiden energiamerkinnöistä ja ääniteknisistä merkinnöistä [2].

2 Ekosuunnitteludirektiivin määritelmät

2.1 Asuinrakennuksiin tarkoitetut ilmanvaihtokoneet

Asuinrakennuksiin tarkoitetuilla ilmanvaihtokoneilla (kuva 2.) tarkoitetaan ilmanvaihtokoneita, joiden ilmavirta on pienempi kuin $250 \text{ m}^3/\text{h}$ ($69,4 \text{ l/s}$), tai koneita, joiden ilmavirta on $250\text{--}1000 \text{ m}^3/\text{h}$ ($69,4\text{--}277,7 \text{ l/s}$) ja ilmanvaihtokoneen valmistaja on erikseen ilmoittanut, että kone on tarkoitettu käytettäväksi vain asuinrakennuksen ilmanvaihtoon [1, artikla 2].



Kuva 2. Esimerkki asuinrakennuksiin tarkoitetusta ilmanvaihtokoneesta.

2.2 Muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitetut ilmanvaihtokoneet

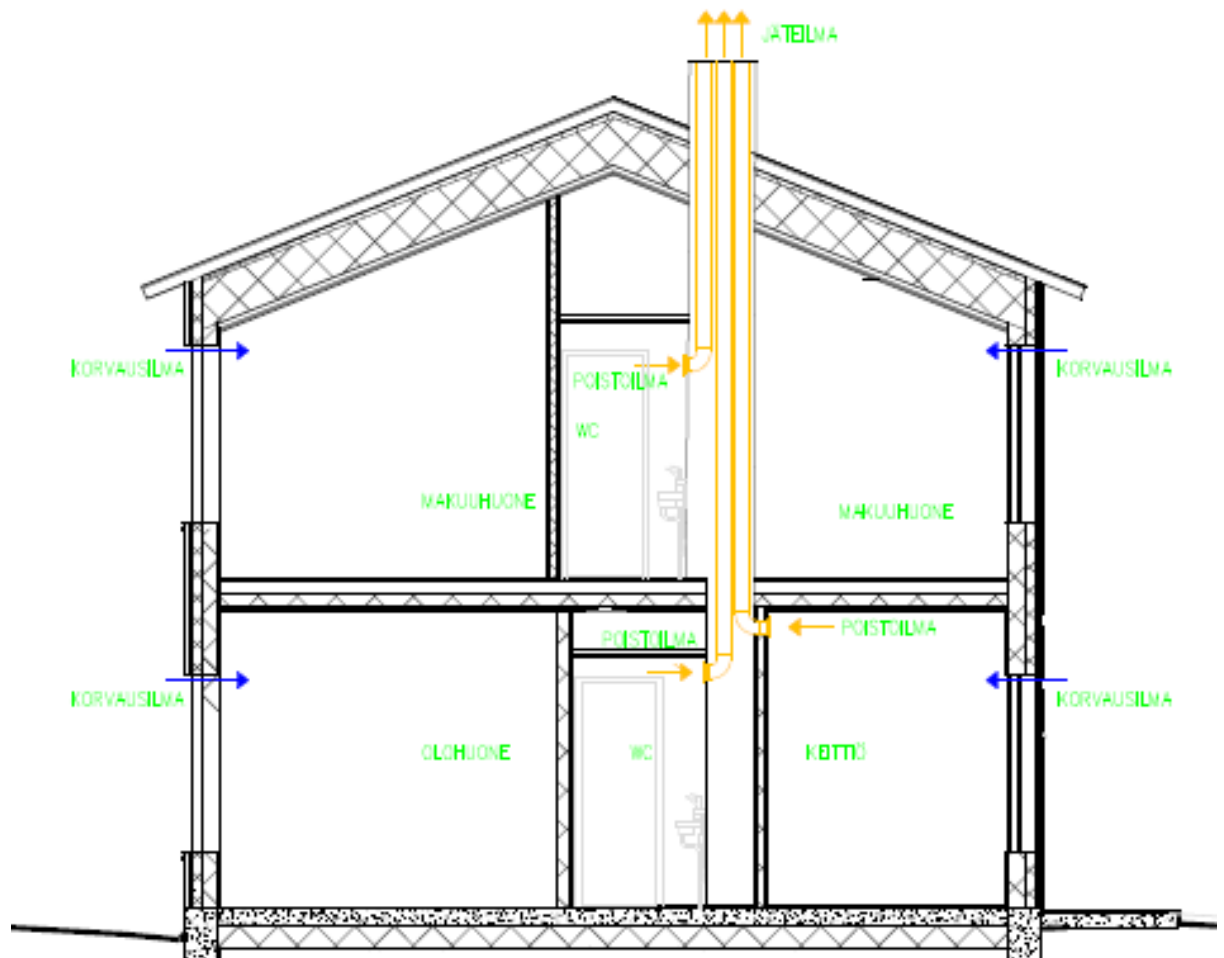
Muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitetuilla ilmanvaihtokoneilla (kuva 3.) tarkoitetaan ilmanvaihtokoneita, joiden maksimi ilmavirta ylittää $250 \text{ m}^3/\text{h}$ ($69,4 \text{ l/s}$) ja valmistaja ei ole erikseen ilmoittanut, että ilmanvaihtokone on tarkoitettu ainoastaan asuinrakennuksiin. Ilmanvaihtokoneet, joiden maksimi ilmavirta ylittää $1\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ ($277,7 \text{ l/s}$) kuuluvat muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitettuihin ilmanvaihtokoneisiin. [1, artikla 2.]



Kuva 3. Esimerkki muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitettusta ilmanvaihtokoneesta

2.3 Painovoimainen ilmanvaihto

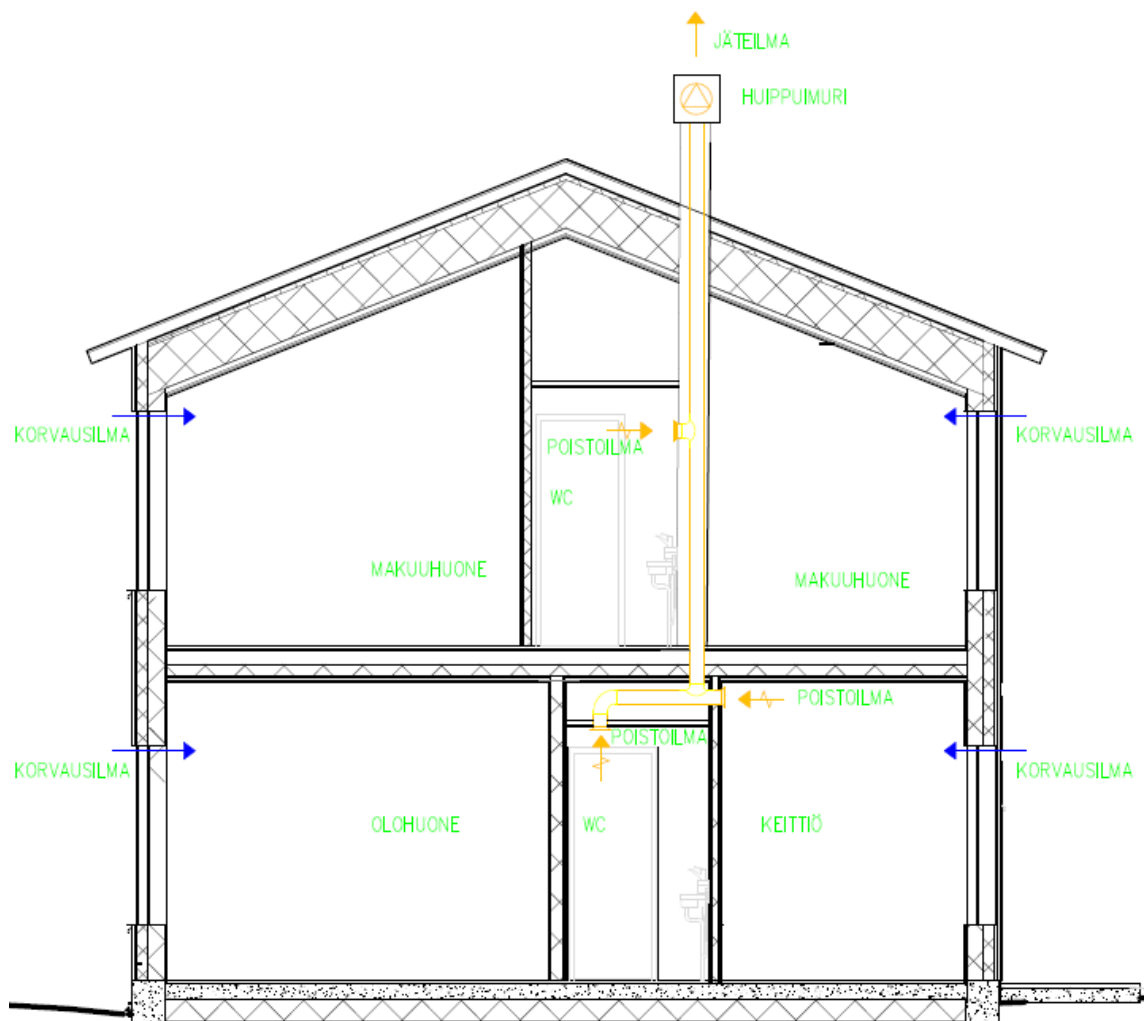
Painovoimaisella ilmanvaihtojärjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, jossa ei ole minikäänlaista ilmanvaihtokonetta. Järjestelmä toimii paine-erojen avulla. Sisä- ja ulkoilman tiheys erot, sekä korvausilman ja poistoilman aukkojen korkeus erot synnyttävät paineeron, jonka avulla ilma liikkuu. Kuvassa 4 on esimerkki painovoimaisesta ilmanvaihdosta.



Kuva 4. Painovoimaisen ilmanvaihdon periaatekuva

2.4 Yksi-ilmavirtainen ilmanvaihtokone

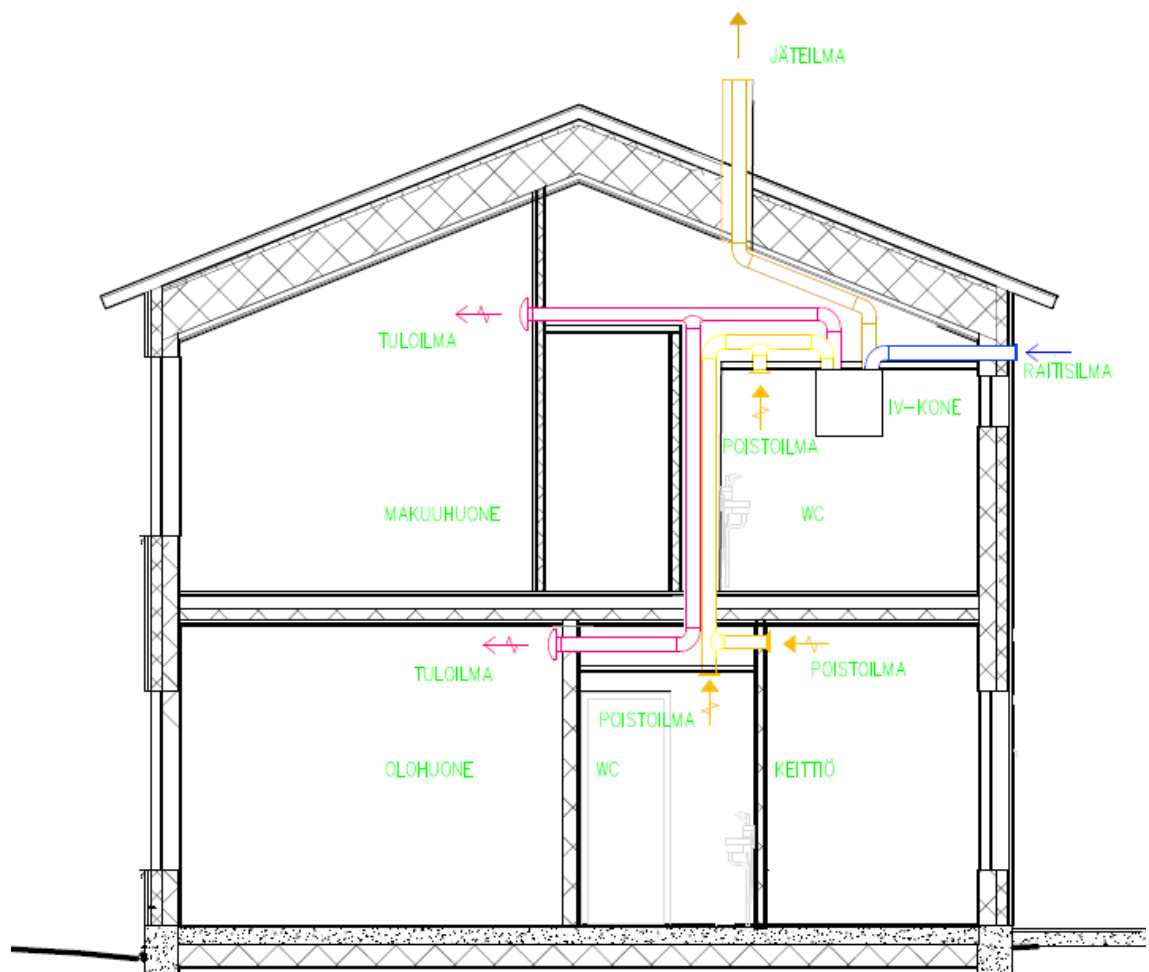
Yksi-ilmavirtaisella ilmanvaihtokoneella tarkoitetaan ilmanvaihtokonetta, joka koneellisesti puhalttaa ilmaa ainoastaan yhteen suuntaan ja ottaa korvausilman painovoimaisesti [1, artikla 2]. Yksi-ilmavirtaisia ilmanvaihtokoneita käytetään, esimerkiksi vanhoissa asuintaloissa, joissa ei ole ilmanvaihtokonetta vaan katolla on huippumuri. Silloin puhutaan koneellisesta poistoilmajärjestelmästä. Huippumuri imee ilmaa asunnon poistoilmaventtiileistä ja luo paine-eron sisään. Korvaus ilma saadaan ikkunaraoista tai korvausilmaventtiileistä. Kuvassa 5 on esimerkki koneellisesta poistoilmavaihdosta.



Kuva 5. Koneellisen poistoilmavaihdon periaatekuva

2.5 Kaksi-ilmavirtainen ilmanvaihtokone

Kaksi-ilmavirtaisella ilmanvaihtokoneella tarkoitetaan konetta, joka on varustettu tulo- ja poistoilmapuhaltimella tai puhaltimilla. Tällöin ilmanvaihtokone ottaa raitista ilmaa ulkoa ja puhalttaa sen sisätilaan, ja vastaavasti imee poistoilmaa sisätilasta ja puhalttaa sen jäteilmana ulos [1, artikla 2]. Tämänlaista ilmanvaihtojärjestelmää kutsutaan koneelliseksi tulo- ja poistoilman vaihdoksi. Kuvassa 6 on esimerkki koneellisesta ilmanvaihdosta.



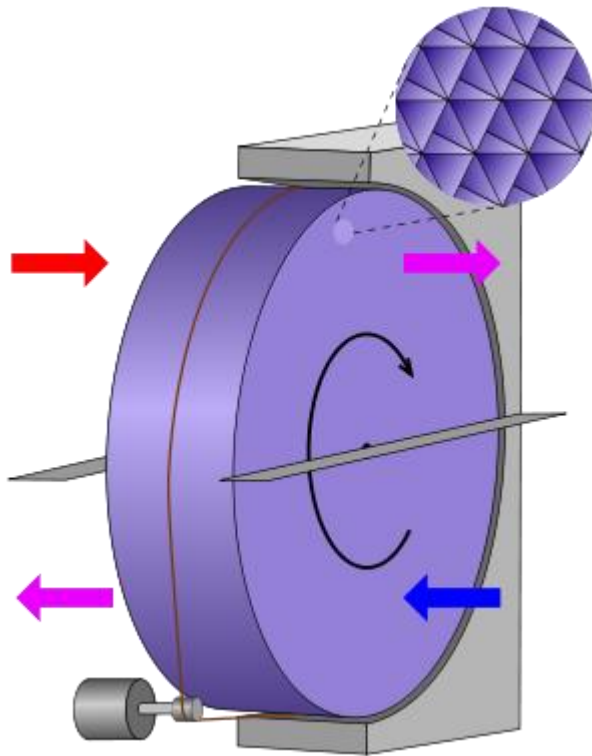
Kuva 6. Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon periaatekuva.

2.6 Lämmöntalteenottojärjestelmät

Lämmöntalteenottojärjestelmällä tarkoitetaan osaa ilmanvaihtokoneesta, jolla poistoilmasta siirretään lämpöä tuloilmaan.

2.6.1 Pyörivä lämmöntalteenotto

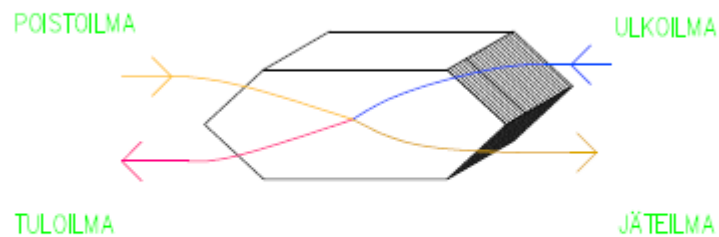
Pyörivässä lämmöntalteenottolaitteessa (kuva 7.) on pyörivä kiekko, jonka avulla lämpö siirtyy poistoilmasta tuloilmaan. Kiekko on valmistettu pienistä kennoista, joiden läpi ilma virtaa. Ilmanvaihtokoneen sisällä kiekko on puoliksi poistoilman puolella ja puoliksi tuloilmanpuolella. Kiekko pyörii hiljakseen, ja lämmin poistoilma siirtää sen avulla lämpöä ulkoa tulevaan tuloilmaan



Kuva 7. Pyörivä lämmöntalteenotto laitteisto, jossa on esitetty ilmavirtojen kulku. Lämmin poistoilma siirtää kennon avulla lämpöä viileään tuloilmaan. Lisäksi kuvassa on suurennettuna kennon koostumus [12].

2.6.2 Vastavirtalämmöntalteenotto

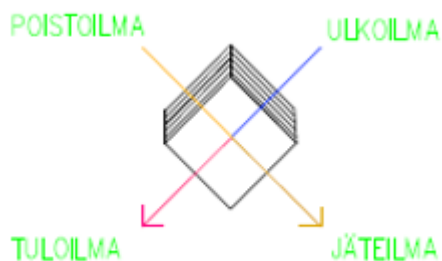
Vastavirtalämmöntalteenotto järjestelmä (kuva 8.) on lämmöntalteenottojärjestelmä, jossa ilmavirrat kulkevat toisiaan vastaan eri puolilta ohuita levyjä. Levyjen avulla lämpö siirtyy poistoilmasta tuloilmaan.



Kuva 8. Periaatekuva vastavirtakennon toiminnasta

2.6.3 Ristivirtakennolämmöntalteenotto

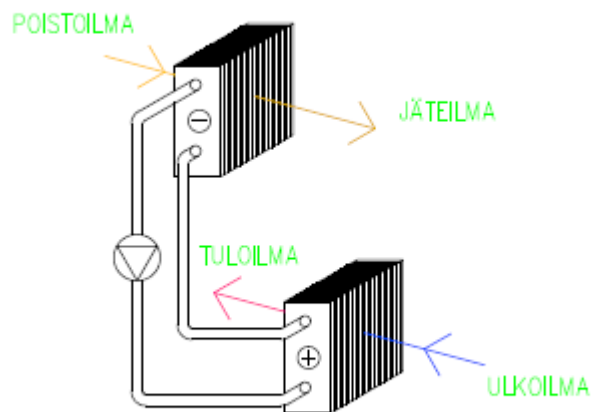
Ristivirtalämmöntalteenottojärjestelmä (kuva 9.) on lämmöntalteenottojärjestelmä, jossa ilmavirrat kulkevat ristiin eri puolilta ohuita levyjä. Levyjen avulla lämpö siirtyy poistoilmasta tuloilmaan.



Kuva 9. Periaatekuva ristivirtakennon toiminnasta

2.6.4 Nestekiertoinen lämmöntalteenotto

Nestekiertoisella lämmöntalteenottojärjestelmällä (kuva 10.) tarkoitetaan järjestelmää, jossa lämpö siirretään poistoilmasta tuloilmaan lämpöpattereiden ja niiden välillä kulkevan nesteen avulla.



Kuva 10. Periaatekuva Nestekiertoisen lämmöntalteenottolaitteiston toiminnasta

2.7 Moninopeusohjaus

Moninopeusohjauksella tarkoitetaan ohjausta, jossa on vähintään 3 nopeusasettoa ja 0-asento (pois päältä).

2.8 Taajuusmuuttaja

Taajuusmuuttajalla tarkoitetaan elektronista säädintä, jolla saadaan säädettyä nopeutta portaattomasti.

3 Ekosuunnitteludirektiivin soveltaminen

Ekosuunnitteludirektiivi ei koske seuraavia ilmanvaihtotuotteita:

- Yksi-ilmavirtaisia poisto- tai tulo puhaltimia, joiden sähkönottoteho on alle 30 wattia. Näistä puhaltimista vaaditaan energiamerkintä.
- Pieniä ilmanvaihtokoneita, joiden sähkönottoteho on alle 30 wattia yhtä ilmavirtaa kohden. Näistä laitteista kumminkin vaaditaan energiamerkintä.
- Ilmanvaihtokoneet, joiden pääasiallinen toimintatarkoitus on lämmittäminen tai jäähdyttäminen
- Liesituulettimia.
- Pelkällä vaipalla varustettuja aksiaali- ja keskipakopuhaltimia.
- Ilmanvaihtokoneita, jotka on tarkoitettu toimimaan ainoastaan hätätapauksissa, poikkeuksellisissa tai vaarallisissa olosuhteissa.
- Ilmanvaihtokoneita jotka ovat yksinomaan tarkoitettu käytettäväksi yli 100 °C:n tai alle -40 °C:n ilman siirtämiseen.
- Koneita, joiden toimintaympäristön lämpötila on yli 65 °C tai alle -40 °C.
- Koneita, jotka toimivat myrkyllisessä, vahvasti syövyttävässä tai helposti syttyvässä ympäristössä.

[1, artikla 1]

4 Ekosuunnitteludirektiivin vertailu nykyisiin vaatimuksiin

4.1 Suomen rakentamismääräyskokoelmissa olevat ilmanvaihtokoneiden energiatehokkuutta koskevat määräykset

Ilmanvaihtokoneiden lämmöntalteenottojärjestelmien poistoilman hyötysuhdevaatimus on ollut 45 %. Tämä tarkoittaa sitä, että poistoilmasta tulee ottaa talteen lämpöenergiaa määrä, joka vastaa 45 %:sta ilmanvaihtokoneen vaatimasta lämmitystehontarpeesta. [4, 2.6.2]

Poistoilman hyötysuhde lasketaan kaavalla:

$$\eta_{tp} = \frac{tp_1 - tp_2}{tp_1 - tu_1}$$

jossa,

η_{tp} on poistoilman lämpötilahyötysuhde (%)

tp_1 on poistoilman lämpötila ennen lämmöntalteenotto laitteistoa

tp_2 on poistoilman lämpötila lämmöntalteenoton jälkeen

tu_1 on ulkoilman lämpötila

Lisäksi Suomen rakentamismääräyskokoelmien mukaan koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho ei saa ylittää arvon 2,0 kW/(m³/s). Pelkän koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho ei saa ylittää arvon 1,0 kW/(m³/s). [4, 7.1]

SFP-luvussa lasketaan yhteen ilmanvaihtojärjestelmän (poistoilmapuhaltimen, tuloilmapuhaltimen ja apulaitteiden) käyttämänä sähköenergia kilowatteina ja jaetaan se tulo- tai poistoilmavirralla, riippuen siitä kumpi on suurempi.

SFP-luvun laskenta,

$$SFP = \frac{P_{tulo} + P_{poisto} + P_{apulaitteet}}{q_{max}}$$

SFP on ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho (kW/(m³/s))

P_{tulo} on tuloilmapuhaltimien ottama sähköteho (kW)

P_{poisto} on poistoilmapuhaltimien ottama sähköteho (kW)

P_{apulaitteet} on säätölaitteiden, pumppujen ja muiden apulaitteiden ottama sähköteho (kW)

q_{max} on mitoittava ilma virta (m³/s)

4.2 Ekosuunnitteludirektiivin vaatimukset asuntokohtaisille ilmanvaihtokoneille

4.2.1 SEC-luku

Asuinrakennuksiin tarkoitettujen ilmanvaihtokoneiden energiatehokkuus määritellään SEC-luvun mukaan. SEC-luvulla kuvataan ilmanvaihtokoneen kuluttamaa energian määrää yhtä lämmitettyä lattianeliötä kohden vuodessa. SEC-luvun yksikkö on kWh/(m²·a). Ilmanvaihtokoneiden valmistajat ovat velvoitettuja ilmoittamaan koneen energialuokan direktiivin N:o 1254/2014 mukaisella merkinnällä. SEC-luku ilmoitetaan keskimääräiselle ilmastoluokalle.[2]

1.1.2016 voimaan tulleen määräyksen mukaan SEC-luku ei saa olla enempää kuin 0 kWh/a.m². Tämä tarkoittaa energiamerkinnöissä sitä, että ilmanvaihtokoneen tulee olla vähintään luokkaa G.

1.1.2018 Voimaan astuvassa määräyksessä SEC-luku ei saa olla enempää kuin –20 kWh/a.m². Silloin kyseisen ilmanvaihtokoneen energialuokka tulee olla vähintään luokkaa D. [2] Taulukossa 1. on esitetty SEC-luokat

Taulukko 1. SEC-luokat

SEC-luokat	
Energiatehokkuus merkintä	SEC (kWh/a.m ²)
A+ (energiatehokkain)	SEC < –42
A	–42 ≤ SEC < –34
B	–34 ≤ SEC < –26
C	–26 ≤ SEC < –23
D	–23 ≤ SEC < –20
E	–20 ≤ SEC < –10
F	–10 ≤ SEC < 0
G (energiatehottomin)	0 ≤ SEC

4.2.2 SEC-luvun laskenta

SEC-luvun laskenta on esitetty liitteessä 1.

SEC-lukuun vaikuttavat ilmanvaihtokoneen ominaisuudet:

- koneen ohjaus
- moottorin ohjaus
- ominaissähköteho (SPI)
- lämmöntalteenoton hyötysuhde (%)

4.2.3 Huomioita SEC-luvun laskennasta

Moottorin ohjaukseen SEC-laskennassa on neljä vaihtoehtoa, mutta direktiivi itsessään kumoaa niistä jo päälle/pois-, sekä kaksinopeusohjauksen. Moottoria on ohjattava moninopeusohjauksella tai taajuusmuuttajalla.

Lämmöntalteenoton hyötysuhdetta laskettaessa tulee huomioida, ettei siinä käytetä Suomessa normaalisti käytössä olevia mitoittavia lämpötiloja (21 °C sisällä ja ulkona –26 °C vyöhykkeellä 1). Laskennassa käytetään keskimääräistä ilmastoa, jossa sisä- ja ulkoilman lämpötilaero on 13 °C.

4.3 Ekosuunnitteludirektiivin vaatimukset muihin, kuin asuinrakennuksiin tarkoitetuille ilmanvaihtokoneille.

4.3.1 Tekniset ominaisuudet

1.1.2016 alkaen ilmanvaihtokoneiden minimivaatimukset ovat seuraavat:

- Mekaanisella lämmöntalteenotolla varustettujen koneiden hyötysuhteen tulee olla vähintään 67 %.
- Nestekiertoisella lämmöntalteenotolla varustettujen koneiden hyötysuhteen tulee olla vähintään 63 %.
- Kaikkien ilmanvaihtokoneiden tulee olla varustettu moninopeusohjauksella tai taajuusmuuttajalla.
- Lämmöntalteenottojärjestelmässä on oltava lämpötekniinen ohitus.

[1, liite 3]

1.1.2018 voimaan tulevat lisäykset vaatimuksiin:

- Mekaanisen lämmöntalteenoton hyötysuhde tulee olla vähintään 73 %.
- Nestekiertoisen lämmöntalteenoton hyötysuhde tulee olla vähintään 68 %.
- Kaikkien ilmanvaihtokoneiden tulee olla varustettu moninopeusohjauksella tai taajuusmuuttajalla.
- Lämmöntalteenottojärjestelmässä on oltava lämpötekniinen ohitus.
- Ilmanvaihtokoneet, joiden kokoonpanoon kuuluu suodatinyksikkö, tulee varustaa visuaalisella ilmoittimella, joka ilmoittaa suodattimen vaihtotarpeesta.

[1, liite 3]

Lämmöntalteenoton hyötysuhteen laskennassa on huomioitava ekosuunnitteludirektiivin määrittelemät ilman lämpötilat. Suomessa on ollut käytössä hyötysuhde, joka lasketaan sisälämpötilalla 21 °C ja ulkolämpötilalla -26 °C, tai standardin SFS-EN 308 mukaisilla arvoilla. Ekosuunnitteludirektiivissä on määritelty käytettäväksi keskimääräistä ilmastoa. Keskimääräisessä ilmastossa lämpötilaerona käytetään arvoa 20 °C, tästä johtuen ekosuunnitteludirektiivin vaatima hyötysuhde ei ole verrattavissa suomessa aikaisemmin ilmoitettuihin lämmöntalteenoton hyötysuhteisiin.

4.3.2 Ominais sähkötehon kulutus

Ekosuunnitteludirektiivissä ominais sähkötehosta käytetään lyhennettä SFP_{int} . Se ei ole verrattavissa Suomessa käytettävään SFP-lukuun. SFP-luvussa tarkastellaan koneen ja sen apulaitteiden kuluttamaa sähkön määrää, kun taas SFP_{int} -luvussa ilmanvaihtokoneen viitekoonpanossa on vain

- ilmanvaihtokoneen vaippa,
- moninopeusohjauksella varustetut tulo- ja poistoilmapuhaltimet,
- lämmöntalteenottojärjestelmä,
- puhdas hienosuodatin tuloilmapuolella ja puhdas keskitason suodatin poistoilmapuolella.

[1, liite 1.2.3]

Ominais sähköteholle on oma laskentakaava, joka sisältää hyötysuhdebonuksen. Hyötysuhdebonuksella tarkoitetaan sitä, että jos lämmöntalteenotossa on minimivaatimusta parempi hyötysuhde, saa ominais sähköteho kasvaa hieman. Tästä on laskentaesimerkki liitteessä 2.

Jos hyötysuhdebonusta ei oteta huomioon, kaksi-ilmavirtaisten ilmanvaihtokoneiden ominais sähkötehot (SFP_{int}) saavat olla 1.1.2016 alkaen seuraavat:

- 1,7 kW/(m³/s) koneissa, jotka on varustettu nestekiertoisella lämmöntalteenotolla ja ilmavirta on alle 2 m³/s
- 1,4 kW/(m³/s) koneissa, jotka on varustettu nestekiertoisella lämmöntalteenotolla ja ilmavirta on yli 2 m³/s
- 1,2 kW/(m³/s) koneissa, jotka on varustettu mekaanisella lämmöntalteenotolla ja ilmavirta on alle 2 m³/s
- 0,9 kW/(m³/s) koneissa, jotka on varustettu mekaanisella lämmöntalteenotolla ja ilmavirta on alle 2 m³/s
- 0,25 kW/(m³/s) yksi-ilmavirtaisissa ilmanvaihtokoneissa, joissa käytetään suodatinta.

[1, liite 3]

1.1.2018 hyötysuhdevaatimukset kiristyvät ja ilman hyötysuhdebonuksen vaikutusta ne ovat seuraavat:

- 1,6 kW/(m³/s) koneissa, jotka on varustettu nestekiertoisella lämmöntalteenotolla ja ilmavirta on alle 2 m³/s
- 1,3 kW/(m³/s) koneissa, jotka on varustettu nestekiertoisella lämmöntalteenotolla ja ilmavirta on yli 2 m³/s
- 1,1 kW/(m³/s) koneissa, jotka on varustettu mekaanisella lämmöntalteenotolla ja ilmavirta on alle 2 m³/s
- 0,8 kW/(m³/s) koneissa, jotka on varustettu mekaanisella lämmöntalteenotolla ja ilmavirta on alle 2 m³/s
- 0,23 kW/(m³/s) yksi-ilmavirtaisissa ilmanvaihtokoneissa, joissa käytetään suodatinta.

[1, liite 3]

5 Ekosuunnitteludirektiivin vaikutus suunnitteluun ja koneiden valintaan

5.1 Vaikutus asuinrakennuksiin tarkoitettujen ilmanvaihtokoneiden valintaan

5.1.1 Tekniset ominaisuudet

Uudessa direktiivissä asuntokohtaisten ilmanvaihtokoneiden suunnittelu ja koneiden valinta eivät juuri eroa nykyisestä. SFP-luvun tulee edelleen olla alle $2 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$, tuloilman hyötysuhteen vähintään 55 % ja vuosihyötysuhteen vähintään 45 % [5]. Ilmanvaihtokoneen SEC-arvon tulee myös täyttää ekosuunnitteludirektiivin vaatima energialuokka.

Lisäksi 1.1.2016 eteenpäin kaikkien asuinrakennuksiin tarkoitettujen ilmanvaihtokoneiden tulee olla varustettu moninopeusohjauksella tai taajuusmuuttajalla ja kaikki kaksi-ilmavirtaiset ilmanvaihtokoneet pitää varustaa lämpötekniellä ohitusmahdollisuudella. Näiden ominaisuuksien täyttymisestä huolehtivat koneiden valmistajat.

Edellä mainittujen ominaisuuksien lisäksi 1.1.2018 alkaen valmistajien tulee huolehtia, että suodattimilla varustetut ilmanvaihtokoneet on varustettu suodattimen vaihtotarpeesta ilmoittavalla visuaalisella ilmoittimella.[1;2]

5.1.2 Äänitekniset ominaisuudet

Vuodesta 2016 alkaen ekosuunnittelu direktiivin mukainen äänitehon taso ilmanvaihtokoneen vaipan läpi saa olla enintään 45 dB (L_{wa}). Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 [3] liitteen 1 taulukossa 1 on ilmoitettu tilakohtaiset maksimiäänitehot. On hyvä aina varmistaa, ettei ilmanvaihtokoneen ääni ylitä näitä. [2]

Vuodesta 2018 eteenpäin ilmanvaihtokoneiden äänitehon taso ekosuunnitteludirektiivin mukaan tippuu 40 dB:iin (L_{wa}).[2]

5.2 Ekosuunnitteludirektiivin vaikutus muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitettujen ilmanvaihtokoneiden suunnitteluun ja valintaan.

Ilmanvaihtokoneiden valinnassa tulee huomioida ekosuunnitteludirektiivin vaatimukset ja Suomen rakentamismääräyskokoelman vaatimukset.

Koneiden hyötysuhteen tulee täyttää ekosuunnitteludirektiivin hyötysuhdevaatimukset. Suomen rakentamismääräyskokoelmassa hyötysuhdevaatimus on alhaisempi, joten ekosuunnitteludirektiivi määrittää hyötysuhteen.

Ominaissähkötehon laskennassa on huomioitava, etteivät aikaisemmin käytetty SFP-luku ja direktiivissä käytetty SFP_{int} -luku ole vertailukelpoisia keskenään. SFP-luvun tulee olla edelleen alle $2.0 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$. Myös SFP_{int} -luvun tulee täyttää direktiivin asettama vaatimus.

Ilmanvaihtokonehuoneiden tilavarauksia tehtäessä kannattaa myös huomioida direktiivin vaikutus koneiden kokoon. Koneiden hyötysuhdevaatimukset ovat kasvaneet, joten koneet tarvitsevat paremmat ja usein myös suuremmat lämmöntalteenottolaitteet. Samoin ominaissähkötehon pienentäminen johtaa usein puhallinkokojen kasvamiseen. Nämä asiat vaikuttavat ilmanvaihtokoneen fyysiseen kokoon.

Nestekiertoisella lämmöntalteenottojärjestelmällä tämä tarkoittaa sitä, että koneeseen tarvitaan suurempia lämmöntalteenottopattereita, joiden avulla lämpöä saadaan talteen vaatimusten mukainen määrä. Tämä johtaa suurempiin konekokoihin.

Pyörivällä lämmöntalteenottolaitteistolla tämä ei juurikaan vaikuta koneen kokoon, koska pyörivien lämmöntalteenottolaitteiden hyötysuhteet ovat niin hyviä jo nyt.

Ristivirtalämmöntalteenottojärjestelmillä on vaikeuksia saada täytettyä ekosuunnitteludirektiivin vaatimukset, ja ne ovat väistymässä pois ja niiden sijasta käytetään vastavirtakennolla varustettuja ilmanvaihtokoneita. Vastavirtakennon hyötysuhteeseen vaikuttaa, eniten lämmönsiirtopinta-ala. Tästä johtuen kennojen kokoa joudutaan kasvattamaan ja tämä kasvattaa koneen fyysisiä mittoja.

6 Ekosuunnitteludirektiivin energiansäästön arviointi

Euroopan unionin tavoitteena on vähentää energian kulutusta ja hiilidioksidipäästöjen määrää 20 % vuoteen 2020 mennessä. Ilmanvaihtojärjestelmät ovat merkittävä osa tätä säästömahdollisuutta.

Euroopassa on tällä hetkellä huomattava määrä asuintaloja, joissa ilmanvaihto hoidetaan painovoimaisella ilmanvaihdolla tai koneellisella poistolla. Jos tämän kaltaiset asuinrakennukset muutettaisiin toimimaan nykyaikaisilla ilmanvaihtokoneilla, jotka on varustettu lämmöntalteenottojärjestelmällä, olisivat energian säästömahdollisuudet huomattavat.

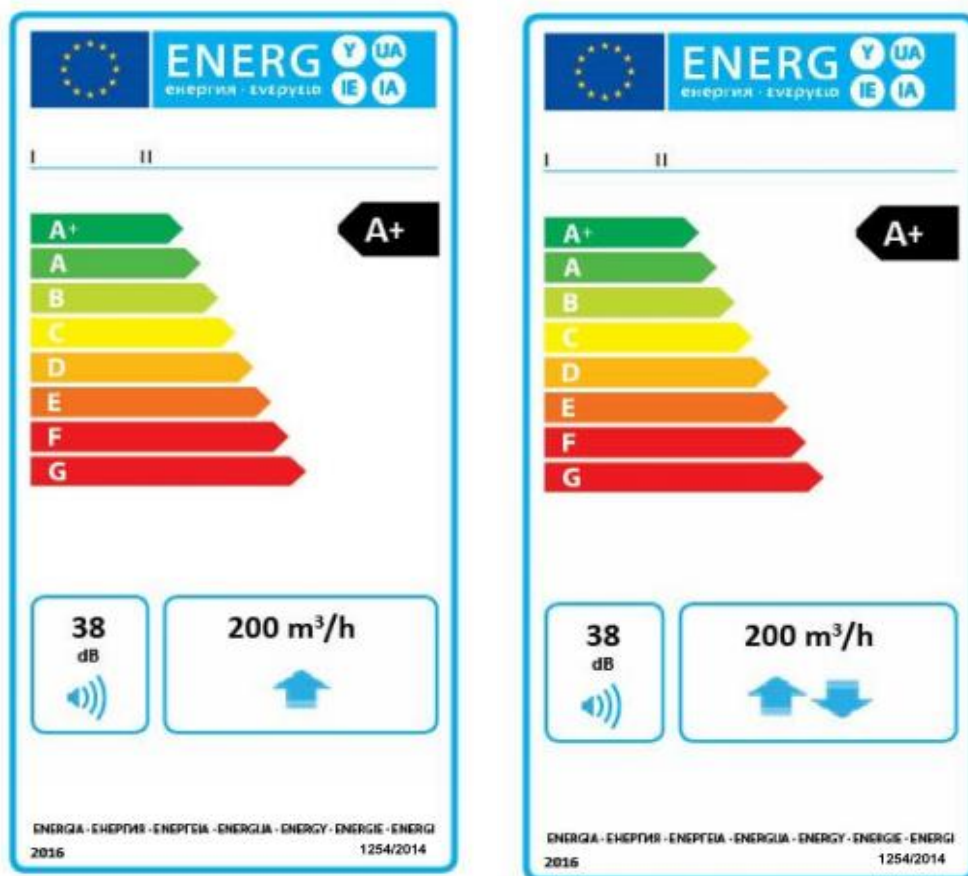
Euroopan komission direktiiviä 2010/30/EY täydentävässä asetuksessa kerrotaan, että vaihtamalla kaikki nykyiset ilmanvaihtojärjestelmät markkinoiden energiatehokkaimpiin ilmanvaihtokoneisiin, voitaisiin saavuttaa yli 60 %:n säästöt energian kulutuksessa. [9]

Tämä ei valitettavasti tule onnistumaan ainakaan vielä, mutta ekosuunnittelu direktiivin vaikutusten uskotaan silti olevan huomattavat. On arvioitu, että vuoteen 2025 mennessä vuotuiset energiansäästöt tulisivat olemaan noin 45 % nykyisestä, mikä tarkoittaa noin 1300 petajoulen vuotuisia energiasäästöjä. [9] Tämä vastaa lähes koko Suomen energian kulutusta, joka oli 1340petajoulea vuonna 2014. [10]

7 Ilmanvaihtokoneiden energiamerkinnät

7.1 Energiamerkintä

Energiamerkinnän tarkoitus on auttaa kuluttajaa löytämään energiatehokkaat tuotteet. Tuotteiden energiamerkintöjen yhtenäistäminen helpottaa tuotteiden keskinäistä vertailua huomattavasti, kun kaikki oleellinen tieto löytyy yhtenevästä merkinnästä. Energiamerkinnästä löytyy ilmanvaihtokoneen valmistajan tiedot, energiatehokkuusluokka, ilmanvaihtokoneen äänitaso, sekä maksimi-ilmavirta.



Kuva 11. Esimerkki energiamerkinnästä

Ilmanvaihtokoneiden energiamerkinnät koskevat vain asuinrakennuksiin tarkoitettuja ilmanvaihtokoneita. Muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitettuihin ilmanvaihtokoneisiin on jätetty energiamerkinnän ulkopuolelle, koska suunnittelijat valitsevat nämä ilmanvaihtokoneet, ja varmistavat koneiden sopivuuden.

7.2 Tavarantoimittajan velvollisuudet

Koneiden toimittajien velvollisuus on huolehtia, että asuinrakennuksiin tarkoitettuihin ilmanvaihtokoneisiin tai vähintään niiden pakkauksiin tulee energiamerkintä. Lisäksi pakkauksen mukana tulee toimittaa tuoteseloste ja internetissä vapaassa käytössä olevalle sivustolle tulee asettaa sähköinen tuoteseloste. [2, artikla 3.]

Asuinrakennuksiin tarkoitettujen ilmanvaihtokoneiden markkinoinnissa, jossa annetaan hintatietoja tai puhutaan laitteiden energiatehokkuudesta, tulee mainita laitteen ominaisenergiakulutusluokka. Samoin jälleen myyjien, joilla on esillä ilmanvaihtokoneita tilois-
saan, tulee varustaa nämä ilmanvaihtokoneet energiamerkinnällä, joka on selkeästi näkyvillä koneessa. [2, artikla 4.]

7.3 Tuoteseloste

Asuinrakennuksiin tarkoitetuista ilmanvaihtokoneista tulee laatia tuoteseloste, joka on direktiivin N.o 1254/2014 liitteen IV mukainen. Jokaisen konevalmistajan tuoteselosteiden tulisi olla samassa järjestyksessä, ja niiden tulee sisältää samat tiedot.

Oleellisia tietoja tuoteselosteessa ovat

- SEC-luku
- ilmanvaihtokoneen ohjauksen tyyppi
- lämpötilahyötysuhde
- maksimi-ilmavirta
- sähkönottoteho
- äänitehontaso
- ominaissähköteho
- suodattimen vaihtotarpeesta kertovan visuaalisen ilmoituksen sijainti.

[2, liite IV]

8 Yhteenveto

Energiankulutus on noussut viime vuosina entistä enemmän esille. Sen vähentämiseksi etsitään jatkuvasti uusia mahdollisuuksia. Euroopassa on tavoitteena vuoteen 2020 mennessä vähentää energian kulutusta ja hiilidioksidipäästöjä 20 %. Ilmanvaihtokoneiden energiankulutus on merkittävä osa rakennusten energiankulutusta. Energiatehokkaalla ilmanvaihdolla saadaan aikaan huomattavia energiansäästömahdollisuuksia.

Työn tarkoituksena oli käydä läpi Euroopan unionin komission asettamat ekosuunnittelu direktiivit N:o 1253/2014 ja 1254/2014, jotka käsittelevät ilmanvaihtokoneiden energiatehokkuuden parantamista. Tarkoituksena oli saada mahdollisimman selkeä esitys siitä, mitä direktiivit pitävät sisällään.

Direktiiveissä ilmanvaihtokoneet oli jaettu kahteen osaan. Toinen niistä oli asuinrakennuksiin tarkoitetut ja toinen muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitetut ilmanvaihtokoneet.

Työssä käytiin läpi molemmille ilmanvaihtokonetyypeille asetetut uudet vaatimukset. Asuinrakennuksiin tarkoitetuilla ilmanvaihtokoneilla keskeisin muutos on energiatehokkuusluokat ja energiamerkintä. Näiden avulla ilmanvaihtokoneiden teknisiä ominaisuuksia on helpompi vertailla ja koneiden energiatehokkuus tulee helpommin huomioitua.

Muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitettujen ilmanvaihtokoneiden keskeisimpinä muutoksina oli lämpötilahyötysuhteiden parantuminen ja ominaissähkön kulutuksen pienentäminen.

Direktiivien vaikutus itse suunnitteluun jäi todella pieneksi. Koneita valittaessa täytyy muistaa varmistaa, että kone täyttää ekosuunnitteluvaatimukset. Tämä ominaisuus löytyy lähes kaikkien valmistajien ilmanvaihtokoneiden mitoitusohjelmasta. Lisäksi muihin kuin asuinrakennuksiin tarkoitettujen ilmanvaihtokoneiden osalta pitää huomioida hieman suuremmat tilavaraukset kuin aikaisemmin, koska suurempi hyötysuhde ja pienempi sähkönottoteho tarkoittavat yleensä suurempaa lämmöntalteenottoa ja suurempia puhallinkokoja; tämä taas johtaa ilmanvaihtokoneen fyysisen koon kasvuun.

Lähteet

1. EU komission asetus direktiivi N:o 1253/2014. 2014.
2. EU komission asetus direktiivi N:o 1254/2014. 2014.
3. Rakentamismääräyskokoelma. D2 (2010) Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet. 2010. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2. Helsinki: ympäristöministeriö.
4. Rakentamismääräyskokoelma. D3 (2012) Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet. 2012. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D3. Helsinki: ympäristöministeriö.
5. Rakentamismääräyskokoelma D5 (2012) Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystarpeen laskenta, ohjeet. 2012. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D5. Helsinki ympäristöministeriö
6. Ekosuunnittelu info. 2015. Verkkodokumentti. Energiavirasto. <http://ekosuunnittelu.info> Luettu 6.2.2016.
7. EU:n energiatiedot. 2012. Verkkodokumentti. Energiatiedot. <http://energia.fi/eu-asiat/eun-energiatiedot> Luettu 6.2.2016.
8. Ecodesign ja energiatehokkuus.2015. Verkkodokumentti. Fläkt Woods Oy. <http://www.flaktwoods.fi/tuki/ecodesign-ja-energiatehokkuus/> Luettu 5.2.2016
9. Komission delegoitu asetus, Euroopan parlamentin ja -neuvoston direktiivin 2010/30/EY täydentämisestä asuinrakennuksiin tarkoitettujen ilmanvaihtokoneiden energiamerkinnän osalta. 2014. Verkkoaineisto. <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/3/2014/FI/3-2014-4653-FI-F1-1.PDF> Luettu 4.1.2016
10. Energia Suomessa. 2015. Verkkoaineisto. Wikipedia. https://fi.wikipedia.org/wiki/Energia_Suomessa Luettu 15.03.2016
11. Manner Jukka. SFP-luku LVI-suunnittelussa. 19.12.2013. Opinnäytetyö Metropolia.
12. Pyörivä Lämmönsiirrin. 2015. Verkkoaineisto. Wikipedia. https://fi.wikipedia.org/wiki/Py%C3%B6riv%C3%A4_l%C3%A4mm%C3%B6nsiirrin Luettu 15.03.2016

SEC-luvun laskenta

SEC-luku lasketaan kaavalla:

$$SEC = t_a \times p_{ef} \times q_{net} \times MISC \times CTRL^x \times SPI - t_h \times \Delta t_h \times \eta_h^{-1} \times c_{air} \times (q_{ref} - q_{net} \times CTRL \times MISC \times (1 - \eta_t)) + Q_{derf}$$

Alle on selvennetty kaavan sisältö. Esitätyt tiedot ovat vakioarvoja.

t_a	=	8760	Vuotuiset käyttötunnit [h/a]
p_{ef}	=	2,5	Sähkön tuotannon ja jakelun primäärienergiakerroin 2,5
q_{net}	=	1,3	Nettoilmantarve lämmitetyn lattia-alan neliometriä kohden 1,3 [m3/h.m2]
$MISC$	=		Yhteenlaskettu yleisen luokittelun kerroin, johon sisältyvät ilmanvaihdon tehokkuus, kanavavuodot ja vuotoilmanvaihto. Kanavaliitännäisissä ilmanvaihtokoneissa 1.1 muissa kuin ilmanvaihtokoneissa 1.21
$CTRL$	=		Ilmanvaihdon ohjaukerroin. Käsikäyttö = 1 Kello-ohjaus = 0,95 Keskitetty tarpeenmukainen ohjaus = 0,85 Paikallinen tarpeenmukainen ohjaus = 0,65
X	=		Moottorin ohjaus Päällä/pois päältä sekä yksinopeuksinen = 1 Kaksinopeuksinen = 1,2 Moninopeuksinen = 1,5 Portaaton säätö(taajuusmuuttaja) = 2
SPI	=		Ominaislämpöteho [kW/(m3/h)]
t_h	=	5112	Lämmityskauden kokonaistuntimäärä [h] Kylmä 6552h (Suomi) Keskiarvo 5112h Lämmin 4392
Δt_h	=	9,5	Lämmitys kauden Lämpötila ero [K] Kylmä =14,5 (Suomi) Keskiarvo = 9,5 Lämmin = 5
η_h	=	0,75	Keskimääräinen tilalämmityksen hyötysuhde 75%
c_{air}	=	0,000344	Ilman ominaislämpökapasiteetti 0,000344 kWh/(m3K)
q_{ref}	=	2,2	Painovoimaisen ilmanvaihdon vertailuarvo lämmitetyn lattia-alan neliometriä kohden ilmaistuna 2,2 m3/h.m
η_t	=		Lämmöntalteen oton lämpötila hyötysuhde
Q_{derf}	=		Sovelletaan vain rekuperatiivisella lämmön siirtimellä varustettuihin ilmanvaihtokoneisiin Muu kuin rekuperatiivinen lto =0 Kylmä = 5,82 Kerkiarvo = 0,45

SFP_{int_limit}-luvun laskenta

Vuonna 2016 voimaan astuvien määräysten mukainen SFP_{int_limit}-luvun laskenta kaksi-ilmavirtaisille koneille on seuraavanlainen.

Nestekiertoisella lämmöntalteenotolla varustettu ilmanvaihtokone, jonka

-Ilmamäärä on alle 2 m³/s $1700+E-300*q_{nom}/2-F$

-Ilmamäärä on 2 m³/s tai yli $1400+E-F$

Muunlaisella lämmöntalteenotolla varustettu ilmanvaihtokone, jonka

-Ilmamäärä on alle 2 m³/s $1200+E-300*q_{nom}/2-F$

-Ilmamäärä on 2 m³/s tai yli $900+E-F$

Vuonna 2018 voimaan astuvien määräysten mukainen SFP_{int_limit}-luvun laskenta kaksi-ilmavirtaisille koneille on seuraavanlainen.

Nestekiertoisella lämmöntalteenotolla varustettu ilmanvaihtokone, jonka

-Ilmamäärä on alle 2 m³/s $1600+E-300*q_{nom}/2-F$

-Ilmamäärä on 2 m³/s tai yli $1300+E-F$

Muunlaisella lämmöntalteenotolla varustettu ilmanvaihtokone, jonka

-Ilmamäärä on alle 2 m³/s $1100+E-300*q_{nom}/2-F$

-Ilmamäärä on 2 m³/s tai yli $800+E-F$

E = Hyötysuhdebonus, joka lasketaan kaavalla $(n_{t,nrvu}-0,63)*3000$, kun kyseessä on nestekiertoinen lämmöntalteenotto. Muille lämmöntalteenotoille kaavalla $(n_{t,nrvu}-0,67)*3000$

$n_{t,nrvu}$ = Hyötysuhde, jonka tulee olla vähintään 63 % nestekiertoisissa lämmöntalteenotoissa ja 67 % muissa lämmöntalteenottojärjestelmissä.

q_{nom} = Suunniteltu ilmavirta

F = Suodatinkorjaus, jos suodattimet ovat viitekoonpanon mukaiset F = 0. Keskitason suodattimen puuttuessa F = 160. Hienosuodattimen puuttuessa F = 200. Jos molemmat suodattimet puuttuvat F = 360.