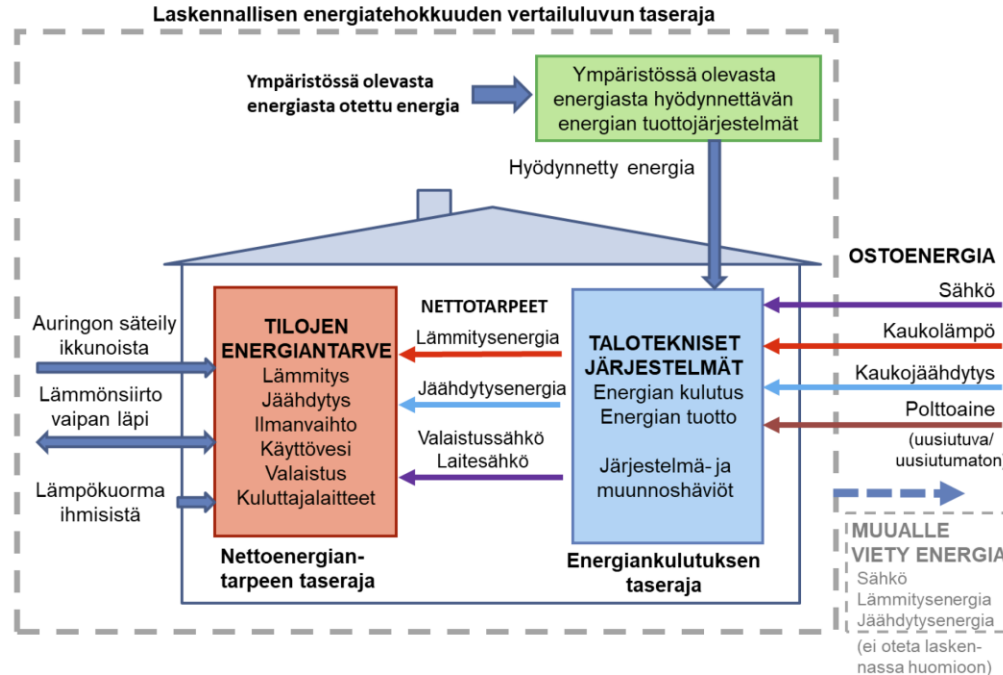


Aurinkokeräimet

Ei kertoimia lämmölle, ei ulosvietyä energiaa



7.2.1

Käyttöveden lämmitys aurinkoenergialla lasketaan kaavalla (7.3)

$$Q_{\text{aurinko, lkv}} = \eta_{\text{aurinkokeräin}} k_{\text{aurinkokeräin}} q_{\text{aurinkokeräin}} A_{\text{aurinkokeräin}} \quad (7.3)$$

jossa

$Q_{\text{aurinko, lkv}}$	aurinkokeräimellä tuotettu energia lämpimään käyttöveteen, kWh/a
$\eta_{\text{aurinkokeräin}}$	aurinkokeräimen hyötysuhde, -
$k_{\text{aurinkokeräin}}$	aurinkokeräimen suuntauksen huomioon ottava kerroin, (taulukko 7.3), -
$q_{\text{aurinkokeräin}}$	aurinkokeräimen energiantuotto käyttöveteen keräinpinta-alaa kohti (taulukko 7.4), kWh/(m ² a)
$A_{\text{aurinkokeräin}}$	aurinkokeräimen pinta-ala, m ² .

Tällöin järjestelmässä riittävän kokoinen varaaja. Aurinkokeräimen hyötysuhteelle $\eta_{\text{aurinkokeräin}}$ voidaan käyttää arvoa 0,6, mikäli suunnitteluarvoa tai tuotetietoja ei ole saatavilla. Taulukon 7.4 arvoja käytettäessä aurinkoenergian osuus koko vuoden lämpimän käyttöveden lämmitysenergiasta saa laskelmassa kuitenkin olla korkeintaan 45 %. Tarkemmalla menetelmällä laskettaessa aurinkolämmön osuus voi olla suurempi.

Taulukko 7.3 Keräinten suuntauksen huomioon ottavan kertoimen k lukuarvot.

Suuntaus	k
etelä / kaakko / lounas	1,0
itä / länsi	0,8
pohjoinen / koillinen / luode	0,6

Taulukko 7.4 Aurinkokeräimen energiantuotto käyttöveteen keräinpinta-alaa kohti.

Vyöhyke/paikkakunta	$Q_{\text{aurinkokeräin}}$, kWh/(m ² a)
I-II / Helsinki	390
III / Jyväskylä	350
IV / Sodankylä	310

Taulukko 7.5 Auringon säteilyn kuukausittaisten energiaosuuksien suhde koko vuoden energiaan.

kuukausi	Säävyöhyke I-II	Säävyöhyke III	Säävyöhyke IV
Tammikuu	0,00	0,00	0,00
Helmikuu	0,02	0,02	0,01
Maaliskuu	0,07	0,06	0,06
Huhtikuu	0,12	0,12	0,16
Toukokuu	0,17	0,19	0,16
Kesäkuu	0,18	0,19	0,20
Heinäkuu	0,19	0,18	0,19
Elokuu	0,13	0,13	0,12
Syyskuu	0,09	0,08	0,08
Lokakuu	0,03	0,03	0,02
Marraskuu	0,00	0,00	0,00
Joulukuu	0,00	0,00	0,00

Tarpeenmukainen ilmanvaihto

Laskentaopas

*Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon huomioiminen
energiatehokkuuden vertailuluvun (E-luvun)
laskennassa*

28.2.2018

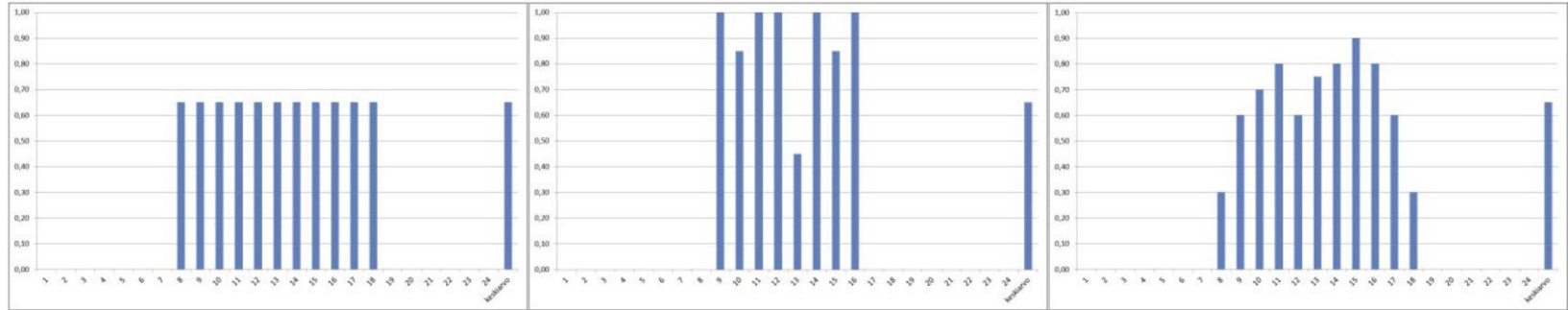


Ympäristöministeriön uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta sekä energiatehokkuudesta annettujen asetusten (1009/2017 ja 1010/2017) mukaan

Tarpeen mukainen ilmanvaihto

1. Ilmavirtaa mitoittavan kuormituksen arviointi
2. Ilmavirran minimiarvon määrittäminen
3. Ilmavirran suunnitteluarvon määrittäminen
4. Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon ilmavirran vuosikeskiarvon määrittäminen
5. Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon vaikutuksen määrittäminen E-luvun laskennassa käytettävään ulkoilmavirran arvoon
6. Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon vaikutuksen määrittäminen E-luvun laskennassa käytettävään ilmanvaihtojärjestelmän SFP-lukuun

Profiili



a)

b)

c)

Kuva 2. Esimerkki toimistotyöntekijän läsnäoloa kuvaavista käyttöasteprofileista

a) E-luvun laskennan vakioitu käyttöaste (ma-pe 07-18, ka. 65%)

b) Läsnäoloa 08-16 (lounas- ja kaksi kahvitaukoa) kuvaava käyttöasteprofilei, (ma-pe 07-18, ka. 65%)

c) Keskimääräistä läsnäoloa kuvaava käyttöasteprofilei, (ma-pe 07-18, ka. 65%)

Perussääntö

- Tarpeenmukaisella ilmanvaihdolla varustetussa rakennuksen tilassa, mitä ohjataan läsnäoloon tai olosuhdemittaukseen perustuvalla rakennusautomaatiojärjestelmällä, voidaan käyttää 20 prosenttia pienempää ulkoilmavirran arvoa tai ilmanvaihtosuunnitelmaan perustuen määrittää tarpeenmukaisen ilmanvaihdon suhteellinen vaikutus 1 momentissa esitettyyn ulkoilmavirran arvoon.

$$q_{E-luku,miv} = \sum \left(\frac{A_{tila}}{A_{rakennus}} * 0,8 * q_{E-luku,std} \right) + \frac{A_{muuttilat}}{A_{rakennus}} * q_{E-luku,std}$$

2. tapa

- Kertoimen k määrittämisessä tulee kuitenkin ottaa huomioon se, että ilmanvaihdon suunnitteluratkaisu ja ohjaustapa vaikuttavat siihen, miten alhainen koko ilmanvaihtojärjestelmän tarpeenmukaisen ohjauksen minimi-ilmamäärä voidaan saavuttaa. Koko ilmanvaihtojärjestelmän minimi-ilmamäärää rajoittavat muun muassa puhaltimen moottorin jäähtytyksen vaatima riittävä pyörimisnopeus sekä puhaltimen paineentuotto. Ilmanvaihtokoneen minimi-ilmamäärä ei yleensä ole alle 30 % mitoitusilmamäärästään.

$$q_{E-luku,miv} = \sum \left(\frac{A_{tila}}{A_{rakennus}} * k * q_{E-luku,std} \right) + \frac{A_{muuttilat}}{A_{rakennus}} * q_{E-luku,std}$$
$$= \sum \left(\frac{A_{tila}}{A_{rakennus}} * \frac{q_{tila,vuosikeskiarvo}}{q_{tila,minimi}} * q_{E-luku,std} \right) + \frac{A_{muuttilat}}{A_{rakennus}} * q_{E-luku,std},$$

$$SFP_{miv} = SFP_{mitoitus} * \left(\frac{q_{E-luku,miv}}{q_{e-luku,std}} \right)^{1,7},$$

Esimerkki

5.2 Toimistorakennus

Tässä tarkastellaan 9540 m² toimistorakennusta, jossa toimistohuoneiden suhteellinen osuus rakennuksen pinta-alasta on 60 %. Toimistorakennukseen on suunniteltu keskitetty ilmanvaihtokone.

Ilmavirtaa mitoittava kuormitus

Tyyppitilaksi valitun toimistohuoneen (10 m², yksi työpiste) ilmanvaihdon mitoittavina kuormituksina ovat tilassa työskentelevät henkilöt sekä rakennus- ja sisustusmateriaalit. Toimistolaitteiden mahdollisia päästöjä, kuten esimerkiksi tulostimien mustepäästöjä, ei ole tässä huomioitu. Ilmanvaihdolla ei myöskään hallita tilan lämpötiloja, vaan tilassa on vesikiertoinen jäähdytys- ja lämmityslaite.

Tilan kuormituksen indikaattorina käytetään henkilöiden sisäilmaan tuottamaa hiilidioksidia (CO₂). Ilmavirran määrää ohjataan sisäilman CO₂-pitoisuuden perusteella siten, että ilmavirta on minimiarvossa kun CO₂-pitoisuus on alle 700 ppm ja suunnitteluarvossa kun CO₂-pitoisuus ylittää maksimiarvon 1200 ppm. Pitoisuusarvojen välissä ilmavirran määrää säädetään lineaarisesti CO₂-pitoisuuden mukaan.

Ilmavirran minimiarvo ja ilmavirran suunnitteluarvo

Hiilidioksidiperusteisella mitoituksella toimistohuoneen (10 m², 1 henkilö, CO₂-maksimi 1200 ppm kun ulkoilman CO₂-pitoisuus on 400 ppm) tilan ulkoilmavirran tarpeeksi saadaan 0,68 dm³/s,m² eli 6,8 dm³/s.

Ilmavirran suunnitteluarvo

Oppaassa ”Opas ilmanvaihdon mitoitukseen muissa kuin asuinrakennuksissa” on esitetty toimistohuoneen ohjeellinen neliöpohjainen ulkoilmavirta 1,0 dm³/s,m², kun rakennus- ja sisustusmateriaalit ovat vähäpäästöisiä materiaaleja. Yhden työpisteen toimistohuoneen (10 m²) ulkoilmavirran suunnitteluarvoksi saadaan 10 dm³/s.

Ilmavirran vuosikeskiarvo

Toimistotyöntekijän läsnäoloasteena on tässä käytetty todellista kuormitusta paremmin kuvaavaa keskimääräisen käyttöasteen profiilia, kuva 2c. Tällöin läsnäolo vuorokaudessa on vähintään vakioitua käyttöastetta vastaava (65 %). Hiilidioksidiperusteisella mitoituksella toimistohuoneen (10 m², 1 henkilö, CO₂-maksimi 1200 ppm kun ulkoilman CO₂-pitoisuus on 400 ppm) tilan ulkoilmavirran tarpeeksi saadaan 0,68 dm³/s,m², jolloin 65 % käyttöasteella ulkoilmavirran vuosikeskiarvoksi saadaan 0,44 dm³/s,m². Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon laskennallinen vaikutus toimistohuoneen vuotuisen ulkoilmavirtaan on tällöin -56 %.

$$q_{E-luku,miv} = \sum \left(0,6 * \frac{0,44 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}, \text{m}^2}{0,68 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}, \text{m}^2} * 2,0 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}, \text{m}^2 \right) + 0,4 * 2,0 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}, \text{m}^2 = 1,57 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}, \text{m}^2.$$

Esimerkkikohteessa tarpeenmukaisen ilmanvaihdon suhteelliseksi vaikutukseksi toimistorakennuksen E₂₀₁₈-luvun laskennassa käytettävään käyttöajan ulkoilmavirtaan on -21,5 %.

Laskennassa käytettävä SFP-luku on kaavan 4 mukaisesti

$$SFP_{miv} = SFP_{mitoitus} * \left(\frac{q_{E-luku,miv}}{q_{E-luku,std}} \right)^{1,7} = 1,8 * \left(\frac{1,57 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}, \text{m}^2}{2,00 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}, \text{m}^2} \right)^{1,7} = 1,19.$$

Esimerkkikohteessa tarpeenmukaisen ilmanvaihdon ulkoilmavirran vaikutus toimistorakennuksen E₂₀₁₈-lukuun 93 kWh_E/m² oli noin -9,7 % (-9 kWh_E/m²).

Tarpeenmukainen valaistus

Laskentaopas

*Valaistuksen tehontiheyden ja
tarpeenmukaisuuden huomioiminen E-luvun
laskennassa*

28.2.2018

Taulukko 1 Tarpeenmukaisen valaistuksen ohjaukertoimet. *M = Manuaalinen kytkin, P = Päivänvalo-ohjaus, V = Vakiovalo-ohjaus, L = Läsäolo-ohjaus.*

Käyttötarkoitusluokka	Tilatyyppi	Ohjaujärjestelmä						
		M+P	M+V	M+P+V	L	L+P	L+V	L+P+V
Asuinkerrostalo, erillinen pientalo sekä rivijajetutalo	Porraskäytävä	0,50	0,45	0,45	0,40	0,40	0,36	0,36
	Varastotilat	0,30	0,27	0,27	0,20	0,20	0,18	0,18
	Pesutupa	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
	Olohuone	0,90	0,81	0,81	0,80	0,80	0,72	0,72
	Makuuhuone	0,80	0,72	0,72	0,70	0,70	0,63	0,63
	Ruokailutila, käytävä	0,50	0,45	0,45	0,40	0,40	0,36	0,36
	Keittiö	0,60	0,54	0,54	0,50	0,50	0,45	0,45
	Kylpyhuone, eteinen	0,40	0,36	0,36	0,30	0,30	0,27	0,27
	WC	0,30	0,27	0,27	0,20	0,20	0,18	0,18
Toimisto	Yhden hengen toimistohuone	0,72	0,72	0,65	0,70	0,63	0,63	0,57
	2-6 hengen toimistohuone	0,81	0,81	0,73	0,80	0,72	0,72	0,65
	Yli kuuden hengen avotoimisto, liiketunnistus/ 10m ²	0,90	0,90	0,81	0,90	0,81	0,81	0,73
	Aula, yli kuuden hengen avotoimisto, liiketunnistus/ yli 30m ²	0,90	0,90	0,81	1,00	0,90	0,90	0,81
	WC/ sosiaalitala	0,63	0,63	0,57	0,60	0,54	0,54	0,49
	Varasto	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03
Opetustilat	Neuvotteluhuone	0,63	0,63	0,57	0,60	0,54	0,54	0,49
	Luokkahuone	0,76	0,86	0,68	0,85	0,68	0,77	0,61
	Luentosali	0,64	0,72	0,58	0,70	0,56	0,63	0,50
	Opettajahuone	0,64	0,72	0,58	0,70	0,56	0,63	0,50
	Ruokala	0,80	0,90	0,72	0,90	0,72	0,81	0,65
	Kirjasto	0,64	0,72	0,58	0,70	0,56	0,63	0,50
Sairaala	Toipumishuone, leikkaussali, käytävä, odotustila, aula	0,90	0,90	0,81	1,00	0,90	0,90	0,81
	Tutkimus-/toimenpidehuone	0,72	0,72	0,65	0,70	0,63	0,63	0,56
	Laboratorio, päivähuone	0,90	0,90	0,81	0,90	0,81	0,81	0,73
Liikerakennus	Liiketila	1,00	0,90	0,90	1,00	1,00	0,90	0,90
	Varasto	1,00	0,90	0,90	0,90	0,90	0,81	0,81
	Kylmävarasto	0,60	0,54	0,54	0,50	0,50	0,45	0,45
Majoitusliike-rakennus	Aula, ravintolasali, kahvila, keittiö	1,00	0,90	0,90	1,00	1,00	0,90	0,90
	Hotellihuone	0,60	0,54	0,54	0,50	0,50	0,45	0,45
	Keittiötilat, varastot	1,00	0,90	0,90	1,00	1,00	0,90	0,90
Liikuntahalli	Liikuntatala	0,83	0,81	0,75	0,80	0,74	0,72	0,66

Esimerkki

Koko rakennuksen keskimääräinen tarpeenmukaisesti ohjatun valaistuksen tehontiheys saadaan yhdistämällä kaavat 1 ja 2.

$$P_{rakennus} = \frac{1}{A_{tot}} \sum_{i=1}^n c_i P_i A_i \quad (3)$$

Taulukko 4. Esimerkkirakennuksen tilatyypit, tehontiheys sekä ohjaus

Tilatyyppe	Pinta-ala	Valaistuksen tehontiheys	Tarpeenmukainen ohjaus
Myymälätila	1 952 m ²	12,0 W/m ²	Manuaalinen kytkin ja päivänvalo-ohjaus
Takatilat	530 m ²	7,0 W/m ²	Manuaalinen kytkin ja päivänvalo-ohjaus
Varastot	50 m ²	5,0 W/m ²	Läsnäolo-ohjaus
Kylmävarastot	48 m ²	5,0 W/m ²	Läsnäolo-ohjaus
Yhteensä	2 580 m ²		

Myymälätilan ja takatilojen valaistusta ohjataan manuaalisella kytkimellä ja päivänvalo-ohjauksella, jolloin taulukon 1 mukaan ohjauskerroin tilatyypille on 1,0. Varastojen valaistusta ohjataan läsnäolo-ohjauksella, jolloin ohjauskerroin tilatyypille on 0,9. Kylmävarastojen valaistus on myös läsnäolo-ohjauksella jolloin kerroin on 0,5.

$$P_{rakennus} = \frac{1}{2580 \text{ m}^2} (1,0 * 1952 \text{ m}^2 * 12,0 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} + 1,0 * 530 \text{ m}^2 * 7,0 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} + 0,9 * 50 \text{ m}^2 * 5,0 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} + 0,5 * 48 \text{ m}^2 * 5,0 \frac{\text{W}}{\text{m}^2})$$

$$P_{rakennus} \approx 10,7 \text{ W/m}^2$$

Esimerkkilaskelmat valaistuksen teholtiheyden vaikutuksesta E-lukuun on laadittu käyttötarkoituluokalle noudattaen Ympäristöministeriön asetuksen (1010/2017) uuden rakennuksen energiatehokkuudesta vaatimuksia.

Valaistuksen käyttöasteena käytetään asetuksen mukaista vakioidun käytön arvoa, joka on liikerakennukselle 1,0.

Taulukko 3. Valaistuksen tehontiheyden ja ohjauksen vaikutus E-lukuun

	E-luku	Erotus
Asetuksen mukainen valaistus	145 kWh _E / m ² ,a	
Suunniteltu valaistus	111 kWh _E / m ² ,a	- 34 kWh _E / m ² ,a