

# Energiatodistuksen laadintaesimerkki: uusi toimistotalo

Energiatodistusoppaan 2018 liite

1.11.2018



Ympäristöministeriö  
Miljöministeriet  
Ministry of the Environment

2018

# Sisällys

<b>1 Johdanto</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Esimerkkirakennus</b> .....	<b>6</b>
2.1 Rakennuksen mallinnuksen suunnitelmien mukaiset lähtötiedot.....	9
<b>3 Jäähdytysjärjestelmän energiankulutus</b> .....	<b>17</b>
3.1 Jäähdytysenergian nettotarve .....	17
3.2 Jäähdytyksen jakelujärjestelmän energiankulutus .....	17
3.3 Jäähdytyksen ostoenergiankulutus.....	18
<b>4 Dynaamisella simuloinnilla saadut tulokset</b> .....	<b>20</b>
<b>Liite 1. Energiatodistus</b> .....	<b>19</b>
<b>Liite 2. Ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen määrittäminen</b> .....	<b>29</b>

# 1 Johdanto

Tässä laadintaesimerkissä lasketaan Lain rakennuksen energiatodistuksesta (50/2013), lain muutossäädösten (755/2017) sekä Ympäristöministeriön asetuksen rakennuksen energiatodistuksesta (1048/2017, tuonnempana: *energiatodistusasetus*) mukainen rakennuksen laskennallinen ostoenergiankulutus ja laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku (E-luku). Liitteenä 1 esitetään laskennan tulosten perusteella täytetty energiatodistuslomakkeen luonnos, joka kuvaa esimerkkirakennusta. Tämä laadintaesimerkki on osa Ympäristöministeriön opaskokonaisuutta ”Energiatodistusopas 2018”, joka korvaa aiemman version ”Energiatodistusopas 2016”.

Laskentaohje ”Energiatehokkuus: Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta” (tuonnempana: *energiatehokkuuden laskentaohje*) on korvannut rakennusmääräyskokoelman osan D5/2012. Tässä oppaassa viitataan energiatehokkuuden laskentaohjeen lisäksi usein myös Ympäristöministeriön asetukseen uuden rakennuksen energiatehokkuudesta (1010/2017, tuonnempana: *energiatehokkuusasetus*), joka puolestaan on korvannut rakennusmääräyskokoelman osan D3/2012. [Ajantasainen energiatodistuslaki](#), [energiatodistusasetus](#) ja [energiatehokkuusasetus](#) löytyvät sivustolta finlex.fi ja [energiatehokkuuden laskentaohjeen](#) voi ladata Ympäristöministeriön verkkosivustolta. Energiatodistusoppaan 2018 luvussa 2 kerrotaan tarkemmin lainsäädännöstä ja määräyksistä, jotka liittyvät energiatodistusten laskemiseen.

Laskentamenetelmänä tässä oppaassa käytetään dynaamista laskentamenetelmää, koska energiatehokkuusasetuksen § 8 edellyttää tälle uudelle rakennukselle, jonka lämpötilojenhallinta vaatii jäähdytystä, dynaamisen laskentamenetelmän käyttöä. Rakennuksen laskennallisen energiatehokkuuden vertailuluvun (E-luku) laskenta pitää sisällään myös jäähdytyksen osuuden laskemisen.

Energiatehokkuuden laskentaohjeessa annetaan lähtöarvot dynaamisella laskennalla tehtävään rakennuksen laskennallisen energiatehokkuuden vertailuluvun laskentaan. Jäähdytysjärjestelmän energiankulutus koostuu jäähdytysenergian tuoton energiankulutuksesta ja apulaitteiden sähkönkulutuksesta. Rakennuksen jäähdytysjärjestelmän nettotarve eli tilojen ja ilmanvaihdon jäähdytysenergian nettotarve lasketaan energiatehokkuusasetuksen § 11 mukaisella standardikäytöllä ja vaatimukset täyttävällä dynaamisella ohjelmistolla. Jäähdytysjärjestelmän energiankulutus lasketaan jäähdytysenergian nettotarpeesta ottamalla huomioon tuoton, varastoinnin, jakelun ja luovutuksen häviöt energiatehokkuuden laskentaohjeessa esitetyllä tavalla.

Tämän oppaan laskennassa rakennuksen jäähdytyksen nettotarve lasketaan dynaamisella IDA ICE 4.8 energiasimulointiohjelmistolla. Jäähdytysjärjestelmän energiankulutus lasketaan jäähdytysenergian nettotarpeesta ottamalla huomioon jäähdytyksen häviöt ja jäähdytyksen apulaitteiden sähkönkulutus energiatehokkuuden laskentaohjeessa esitetyllä tavalla. Laskennan lähtöarvot ja dynaamisen laskennan tulokset on esitetty tämän oppaan kuvina ja taulukkoina. Taulukoissa käytetyt merkinnät noudattavat soveltuvasti energiatehokkuuden laskentaohjeessa esitetyt merkintöjä.

Suunnitteilla olevan tai vastavalmistuneen rakennuksen energiantodistus laaditaan rakennuksen asiakirjojen perusteella. Olemassa olevan rakennuksen energiantodistuksen laadinta perustuu rakennuksesta paikan päällä tehtyihin havaintoihin, rakennuksen käyttäjien haastatteluun sekä niihin asiakirjoihin, jotka rakennuksesta ovat saatavilla. Havainnoinnin suorittaa pätevästiynyt energiantodistuksen laatija. Paikan päällä tehtyjen havaintojen, käyttäjien haastattelun ja rakennusta koskevien asiakirjojen perusteella selvitetään lähtötiedot, joita tarvitaan rakennuksen laskennallisen ostoenergiankulutuksen ja E-luvun määrittämisessä sekä energiatehokkuutta parantavien suositusten antamisessa.

Energiatodistuksessa esitetty rakennuksen laskennallinen ostoenergiankulutus ja E-luku lasketaan tarkasteltavan rakennuksen rakenteiden ja järjestelmien tietoja sekä energiantodistusasetuksessa esitettyjä rakennustyyppikohtaisia vakioituja lähtöarvoja käyttäen. Tässä laadintaesimerkissä on selvennetty, mitkä laskennan lähtöarvot ovat vakioituja lähtöarvoja ja mitkä perustuvat rakennuksen suunnitteluarvoihin tai rakennuksen havainnointiin paikan päällä. On huomattava, että laadintaesimerkki ei pyri antamaan yleispäteviä referenssiarvoja sen tyyppiselle rakennukselle, jota laadintaesimerkki käsittelee. Mikäli lähtötieto perustuu esimerkiksi Energiatodistusasetukseen tai Energiatehokkuusasetukseen, tämä kerrotaan tekstissä tai taulukossa. Mikäli taas on ilmoitettu, että kyseessä on esimerkiksi paikan päällä tehtyyn havainnointiin perustuva lähtöarvo, lukijan tulee huomioida, että arvo on esimerkinomainen ja kuvitteellinen. Laadintaesimerkkien tarkoituksena on selventää, kuinka E-luvun laskenta tapahtuu, ei tarjota kohta kohdalta valmiiksi sopivia lähtöarvoja todellisen rakennuksen E-luvun laskemiseen.

Rakennuksen laskennallinen ostoenergiankulutus määritellään rakennuksen vakioidulla käytöllä ja sisältää sähköverkosta ostetun sähkön, kaukolämpöverkosta ostetun kaukolämmön, kaukojäähdytysverkosta ostetun kaukojäähdytyksen sekä rakennuksen lämmöntuottolaitteissa poltetut polttoaineet. Rakennuksen asukkaiden käyttötottumuksia kuvaavat lähtöarvot, kuten ihmisten läsnäolo rakennuksessa ja valaistuksen käyttö, ovat rakennustyyppikohtaisia vakioituja arvoja. Kahden samanlaisen rakennuksen laskennalliset ostoenergiankulutukset ovat siis yhtä suuria, eivätkä riipu rakennuksen tosiasiallisten käyttäjien käyttötottumuksista. Kahden samantyyppisen rakennuksen laskennallista ostoenergiankulutusta voidaan tällä tavalla verrata keskenään, ja vertailu kertoo rakennusten energiatehokkuuden eroista, ei rakennusten käyttäjien energiankulutustottumuksista.

Rakennuksen laskennallinen ostoenergiankulutus muunnetaan energiatehokkuuden vertailuluvuksi eli E-luvuksi käyttämällä energiamuotojen kertoimia, jotka on annettu Valtioneuvoston asetuksessa rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista (788/2017, tuonnempana: *kerroinasetus*). Kerroinasetuksen mukaan sähköenergian kerroin on 1,20, kaukolämmön kerroin on 0,50, kaukojäähdytyksen kerroin on 0,28, uusiutumattomien polttoaineiden (kuten tavanomaisen lämmitysöljyn) kerroin on 1,00 ja uusiutuvien polttoaineiden (kuten polttopuun) kerroin on 0,50.

Olemassa olevan rakennuksen energiantodistuksessa tulee laskennallisen ostoenergiankulutuksen ja E-luvun lisäksi esittää rakennuksen toteutunut energiankulutus, mikäli rakennuksessa käytetty sähköenergia, kaukolämpöenergia, kaukojäähdytysenergia ja polttoaineen määrä sekä laatu ovat tiedossa edellisen vuoden tai vuosien osalta. Energiatodistuksessa esitetään myös rakennuksesta tehdyt havainnot sekä suositellut energiansäästötoimenpiteet säästöarvioineen. Toteutunut energiankulutus ja suositukset eivät

koske tämän esimerkin pientaloa, joka on uudisrakennus. Tässä laadintaesimerkissä esitelty energiatodistuslomakkeen luonnos ei siis sisällä suosituksia rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseen. Olemassa olevien rakennusten osalta nämä suositukset ovat tärkeä osa energiatodistusta, joten ne on syytä laatia perusteellisesti.

## 2 Esimerkkirakennus

Tässä esimerkissä laskennan kohteena on kuusikerroksinen uudistoimistotalo. Rakennuksen lämmitetty nettoala on 5781 m<sup>2</sup>. Rakennuksen kaikissa tiloissa on vesikiertoiset 45/30 °C lämpötiloille mitoitettut radiaattorit. Vesiradiaattoreiden, ilmanvaihtokoneiden lämmityspattereiden ja käyttöveden lämmityksen lämmönlähteenä on kaukolämpö. Lämpimän käyttöveden kiertojohdon eristystaso on 1,5 D, varaajaa ei ole.

Rakennus varustetaan koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmällä, jossa on lämmöntalteenotto ja kaukolämpöön liitetyt jälkilämmityspatterit. Kaikissa tiloissa on vakioilmavirtajärjestelmä. Rakennuksessa on kaksi ilmanvaihtokonetta. Pääilmanvaihtokoneessa on valmistajan laiteajon mukainen pyörivä lämmöntalteenotto 72 % hyötysuhteella ja -7°C jäteilman minimilämpötilalla. Mitoitettujen ilmavirrat ovat 10,33 m<sup>3</sup>/s /10,33 m<sup>3</sup>/s (tulo/poisto). Pääilmanvaihtokoneen käyntiaika on arkisin klo 06-19. Käytävä- ja WC-tilojen koneessa on laitevalmistajan mitoitusajon mukainen lämmöntalteenotto 55 % hyötysuhteella ja 0°C jäteilman minimilämpötilalla. Koneen mitoitettujen päiväkäytön ilmavirrat ovat 1,13 m<sup>3</sup>/s /1,24 m<sup>3</sup>/s. Käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen päiväkäytön ilmavirtaa käytetään arkisin klo 06-19 välillä. Päiväkäytön ulkopuolella ilmanvaihtokoneessa käytetään ilmavirtoja 0,78 m<sup>3</sup>/s/0,87 m<sup>3</sup>/s (tulo/poisto).

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteeksi on tässä rakennuksessa määritetty ympäristöministeriön monistetta 122<sup>1</sup> käyttäen 0,68. Laskenta on tarkemmin esitetty tämän laadintaesimerkin liitteessä 2. Käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen poistoilmavirta eroaa hieman tuloilmavirrasta. Tästä johtuen sen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde on määritetty ympäristöministeriön monistetta 122<sup>1</sup> käyttäen. Laskenta on esitetty liitteessä 1. Laskenta on tehty ympäristöministeriön internet-sivuilta ([www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi)) löytyvällä ”LTO-laskin 2018” excel taulukolla.

Laskimessa suunnitelmien mukainen tulo- ja poistoilmamäärä, lämmöntalteenoton tuloilman lämpötila-suhde ja jäteilman minimilämpötila syötetään taulukkoon ”LTO-laskin”. Koska ilmanvaihtokoneella on erilaiset päiväkäytön ja käyttöajan ulkopuolisen ajan ilmavirrat, ratkaistaan myös näitä käyttötiloja vastaavat vuosihyötysuhteet erikseen. Tämän jälkeen käyttötiloja vastaavat ilmanvaihtokoneen säävyöhykkeen I (ja II) mukaiset ilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteet syötetään Excel-laskimen taulukkoon ”Ilmanvaihto” kolmelle eri riville. Kun samaan taulukkoon lisätään myös pääilmanvaihtokoneelle liitteen 1 mukaisesti saatu lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde 72%, ja taulukkoon lisätään pääilmanvaihtokoneen käyttöaika, saadaan lopputulokseksi liitteen 1 mukainen rakennuksen ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde 68 %. Liitteestä 1 saatavaa käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdetta 52 % ja pääilmanvaihtokoneen lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdetta 72 % on dynaamisessa energiasimuloinnissa käytetty laskennan lähtöarvoina.

---

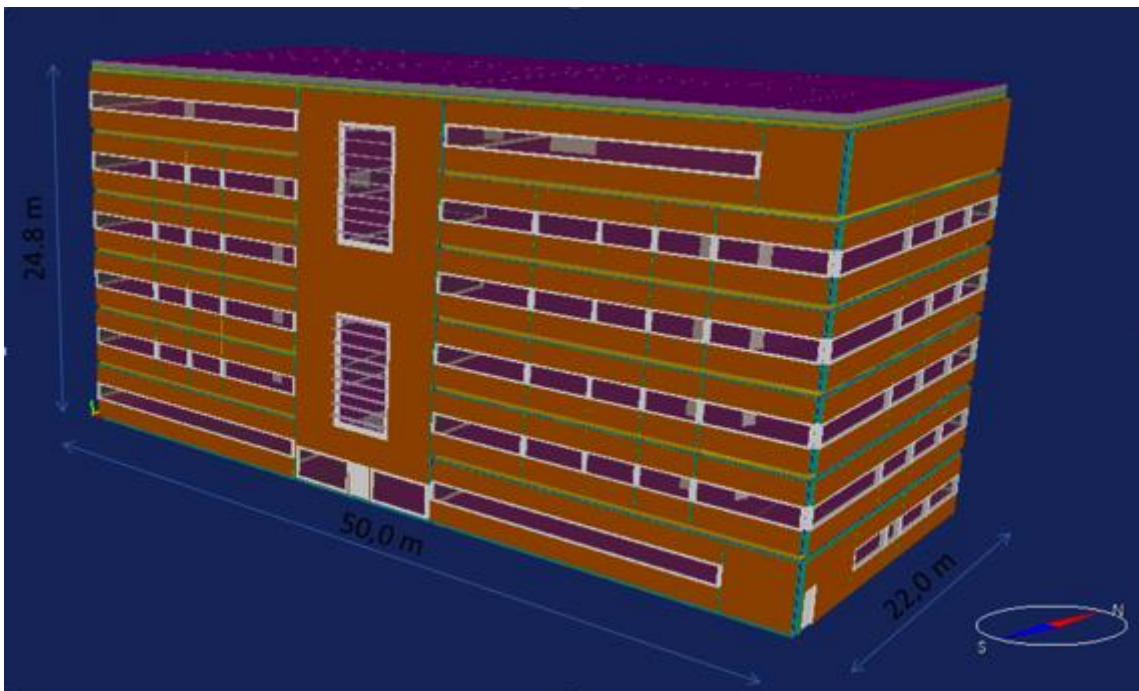
<sup>1</sup> YM:n moniste 122 löytyy ympäristöministeriön verkkosivuilta osana ”Tasauslaskenta 2018”-opasta.

Rakennuksen jäähdytys tuotetaan kaukojäähdytyksellä. Jäähdytyksen huonelaitteina ovat jäähdytyspalkit 15°C menovedelle mitoitettuna. Ilmanvaihtokoneissa on 10°C menoveden lämpötilalle mitoitettut jäähdytyspatterit.

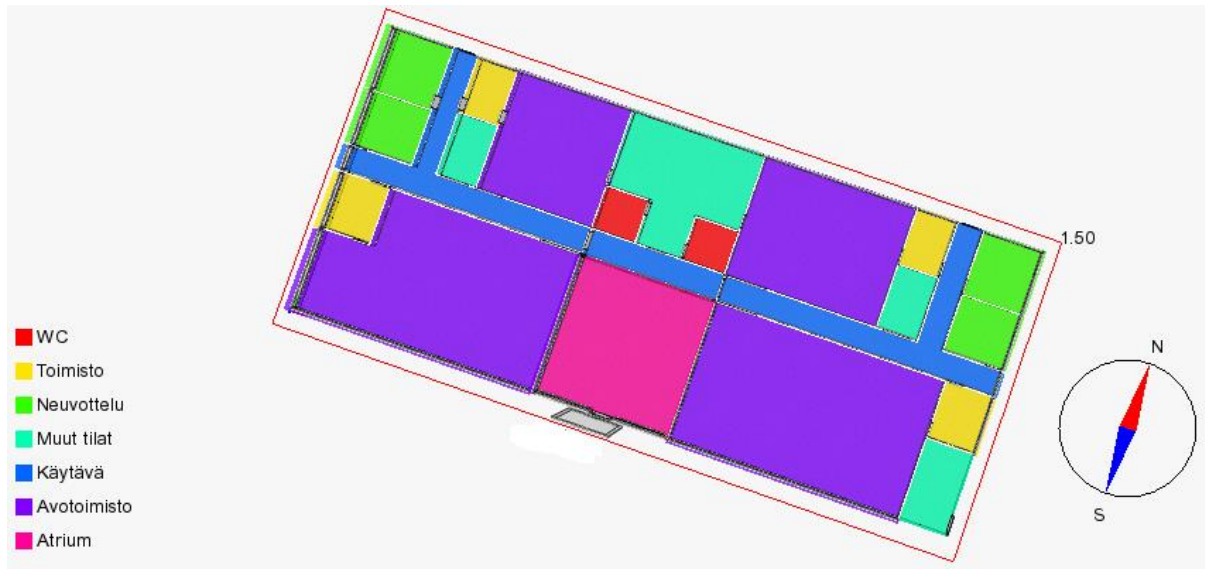
Rakennuskohde sijaitsee Helsingissä. Rakennuksen lämpöhäviöihin on kiinnitetty paikoin erityishuomiota. Rakennuksen ulkoseinien eristyspaksuutta on kasvatettu ja ikkunoiden U-arvoa on pienennetty ikkunavallinnalla. Ikkunoiden ja ovien liitosten kylmäsilloista sekä ulkoseinien ja alapohjan liitoksen kylmäsilloista on tehty erillisselvitys. Rakenneliitosten suunnittelussa rakennuksen vaipan ilmanpitävyyteen on kiinnitetty erityishuomiota. Rakennuksen vaipan ilmavuotolukuna käytetään  $q_{50}$  1,0 m<sup>3</sup>/[h m<sup>2</sup> (vaippa)], ja arvo tullaan varmentamaan mittaamalla.

Pääilmanvaihtokoneen valmistajan laiteajon mukainen SFP-luku on 1,8 kW/[m<sup>3</sup>/s] ja käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen vastaavasti 1,5 kW/[m<sup>3</sup>/s]. Sisäänpuhalluslämpötilaa säädetään poistoilman lämpötilan perusteella rakennusautomaatiokaavion mukaisesti. Kaikissa tiloissa on vakioilmavirtajärjestelmä. Kaikissa rakennuksen tiloissa käytetään energiatehokkuusasetuksen 11 § mukaisia valaistustehoja ja valaistuksen käyttöaikoja.

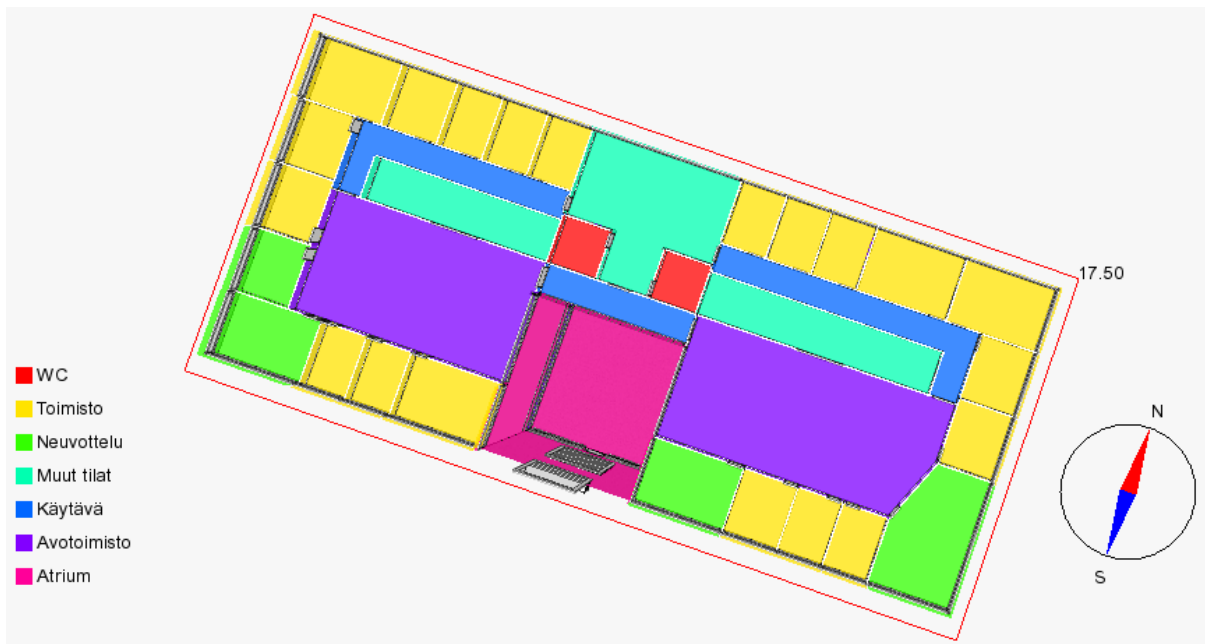
Dynaamisella IDA ICE 4.8 rakennussimulointiohjelmalla tehty rakennuksen ja järjestelmien mallinnus ja energiasimulointi noudattaa energiatehokkuusasetusta sekä energiatehokkuuden laskentaohjetta. Kuvissa 1–4 esitetään esimerkkinä olevan uudistoimistotalo. Uudistoimiston mallinnustiedot esitetään kohdan 2.1 taulukoissa 1–13. Taulukoissa esitetyt, rakennuksen suunnitelmista saadut arvot on syötetty simulointiohjelman E-luvun laskennan lähtötietoina.



**Kuva 1.** Dynaamiseen simulointiohjelmaan (IDA ICE 4.8) mallinnetun uudistoimistorakennuksen julkisivu etelään

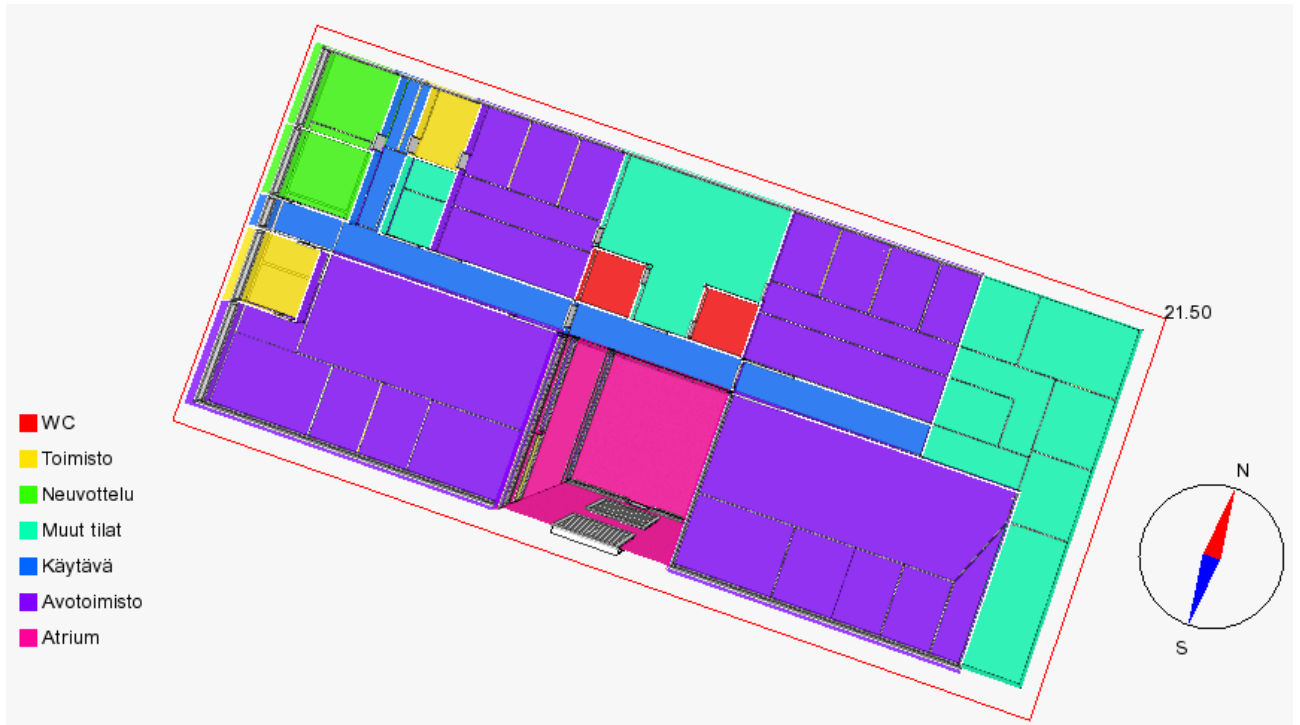


**Kuva 2.** Dynaamiseen simulointiohjelmaan (IDA ICE 4.8) mallinnetun uudistoimistorakennuksen 1. krs tilat



**Kuva 3.** Dynaamiseen simulointiohjelmaan (IDA ICE 4.8) mallinnetun uudistoimistorakennuksen 2–5. krs tilat





Kuva 4. Dynaamiseen simulointiohjelmaan (IDA ICE 4.8) mallinnetun uudistoimistorakennuksen 6. krs tilat

## 2.1 Rakennuksen mallinnuksen suunnitelmien mukaiset lähtötiedot

Taulukko 1. Perustiedot

PERUSTIEDOT		Lähde
E-luvun laskentaan käytetty dynaaminen rakennusmallinnusohjelmisto	IDA ICE 4.8	Energiatodistuksen laatijan käyttämä ohjelmisto
Sijaintipaikkakunta	Helsinki	
Rakennusluvan vireilletulovuosi	2018	rakennuslupa asiakirjat
Valmistumisvuosi	2018	rakennuksen asiakirjat
Laskennan säävyöhyke	Vyöhyke I (Helsinki-Vantaa)	Energiatodistusasetus (1048/2017), liite 1, kohta 2.1
Käyttötarkoitukseluokka	3: toimistorakennukset	Energiatodistusasetus (1048/2017), liite 2
Kerrosten lukumäärä	6	suunnitteluratkaisu
Alapohjan tyyppi	maanvarainen betonilaatta	suunnitteluratkaisu
Rakennetyyppi	ulkoseinässä ulkopintana peltikasetti ja sisäpintana kipsilevy, väli- ja yläpohjassa ontelolaatta	suunnitteluratkaisu, mallinnetaan dynaamiseen simulointiohjelmaan (IDA ICE 4.8)

**Taulukko 2.** Tilojen lämmitysjärjestelmä

TILOJEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ		Lähde
Lämmöntuottojärjestelmä	kaukolämpö	suunnitteluratkaisu
Lämmönjakojärjestelmä	vesikiertoinen radiaattorilämmitys	suunnitteluratkaisu
Radiaattorilämmityksen meno- ja paluuveden mitoitustilapötilä	menovesi 45 °C paluuvesi 30 °C	suunnitteluratkaisu

**Taulukko 3.** Käyttövesijärjestelmä

KÄYTTÖVESIJÄRJESTELMÄ		Lähde
Lämpimän käyttöveden lämmitysjärjestelmä	kaukolämpö	suunnitteluratkaisu
Lämpimän käyttöveden varaaja	ei varaajaa	suunnitteluratkaisu
Lämpimän käyttöveden kierto	kyllä, eristystaso 1,5 D	suunnitteluratkaisu
Lämpimän käyttöveden kierron lämmityslaitteet	ei ole	suunnitteluratkaisu

**Taulukko 4.** Mallinnuksen lähtöarvoja

Suure	Arvo	Yksikkö	Lähde	Merkintä
Lämmitetty nettoala	5781	m <sup>2</sup>	suunnitteluasiakirjat, dynaamiseen simulointiohjelmaan mallinnettujen tilojen lämmitetty nettoala	$A_{netto}$
Sisälämpötilä	21,0	°C	Energiatehokkuusasetus (1010/2017), 10 §, luokka 3	$T_s$
Dynaamisessa simulointiohjelmassa käytetty maaperämalli			ISO-13370	
Rakennusvaipan ilmanvuotoluku	1,0	m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )	Energiatodistusasetus (1048/2017), liite 1, kohta 2.2.5, osoitetaan mittamallalla	$q_{50}$
Ilmanvuotoluvun yhtälön kerroin, 6 kerroksinen rakennus	15	-	Energiatehokkuusasetus (1010/2017), 17 §, 6 kerrosta	$x$
Rakennuksen tehollisen lämpökapasiteetin huomiointi			Mallinnetuilla suunnitelmien mukaisilla rakenteilla dynaamisena simulointina	

**Taulukko 5. Rakennusosat**

RAKENNUSOSAT	Lähde	U W/(m <sup>2</sup> °C)	A <sup>1</sup> m <sup>2</sup>	T <sub>u</sub> °C	UA W/°C
Ulkoseinä ulkoilmaan	Piirustukset	0,14	2349,9	Ulkolämpötila	326,9
Yläpohja	Piirustukset	0,09	1048,9	Ulkolämpötila	94,5
Alapohja	Piirustukset	0,11 <sup>2</sup>	1046,5	Maaperä	116,0
Ikkunat	Piirustukset	0,83 <sup>3</sup>	972,0	Ulkolämpötila	809,0
Ovet	Piirustukset	1,0	12,0	Ulkolämpötila	12,0
<b>Yhteensä (= rakennusvaipan pinta-ala)</b>			<b>5429,3</b>		

<sup>1</sup> Pinta-alat perustuvat sisämittoihin.

<sup>2</sup> Alapohjan U-arvo ISO 13370 mukainen

<sup>3</sup> Atriumin ikkunat U=1,4 W/m<sup>2</sup> °C, muut ikkunat U=0,8 W/m<sup>2</sup> °C.

**Taulukko 6. Kylmäsilat**

KYLMÄSILLAT	L m	ψ W/(m °C)	T <sub>u</sub> °C	Lψ W/°C
Ulkoseinän ja yläpohjan liitos	139,8	0,08	Ulkolämpötila	11,18
Ulkoseinän ja alapohjan liitos *)	138,9	0,14	Ulkolämpötila	19,45
Ulkoseinien välinen liitos, ulkonurkka	87,2	0,06	Ulkolämpötila	5,23
Ulkoseinien välinen liitos, sisänurkka	0	-0,06	Ulkolämpötila	0
Ikkunaliitos *)	1883,1	0,02	Ulkolämpötila	37,66
Oviliitos *)	28,2	0,02	Ulkolämpötila	0,56
<b>Yhteensä</b>				<b>74,1</b>

\*) Ikkunoiden ja ovien ulkoseinäliitosten sekä ulkoseinien ja alapohjien välisten liitosten kylmäsilat tehdyn erilliselvityksen mukaiset. Muille kylmäsilloille on käytetty energiatehokkuuden laskentaohjeen taulukoissa 3.1–3.3 esitettyjä oletusarvoja.

**Taulukko 7. Lämmitysjärjestelmä**

Suure	Arvo	Yksikkö	Lähde	Merkintä
Lämmönjakojärjestelmän vuosihyötysuhde	0,9	-	Energiatodistusasetus (1048/2017), liite 1, taulukko 9: vesikiertoinen patterilämmitys, 45/30 °C(45/35°C), jakojohdot eristetyt	$\eta_{\text{l\u00e4mmitys,tilat}}$
Lämmön jakelujärjestelmän apulaitteiden sähkönkulutus	2,0	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Energiatodistusasetus (1048/2017), liite 1, taulukko 9: vesikiertoinen patterilämmitys 45/30 °C(45/35°C)	$e_{\text{tilat}}$
Kaukolämmön lämmöntuoton vuosihyötysuhde	0,97	-	Energiatodistusasetus (1048/2017), liite 1, taulukko 11: kaukolämpö	$\eta_{\text{tuotto}}$
Kaukolämmön lämmöntuoton apulaitteiden sähkön ominaiskulutus	0,07	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Energiatodistusasetus (1048/2017), liite 1, taulukko 11: kaukolämpö	$e_{\text{tuotto}}$

**Taulukko 8. Käyttövesi**

Suure	Arvo	Yksikkö	Lähde	Merkintä
Lämpimän käyttöveden lämmitysenergian nettotarve	6	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Energiatehokkuusasetus (1010/2017), 12 §, luokka 2	
Lämpimän käyttöveden siirron hyötysuhde	0,88	-	Energiatodistusasetus (1048/2017), liite 1, taulukko 5: toimistorakennus, kiertojohto	$\eta_{\text{lkv,siirto}}$
Lämpimän käyttöveden kierron lämpöhäviö	6	W/m	Energiatodistusaasetus (1048/2017) liite 1, taulukko 6, eristystaso 1,5 D	
Lämpimän käyttöveden kiertojohdon pituus	0,06	m/m <sup>2</sup>	Energiatodistusaasetus (1048/2017) liite 1, taulukko 7, toimistorakennus	
Käyttöveden lämmönjakelujärjestelmän apulaitteiden sähkönkulutus	0,05	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Energiatehokkuuden laskentaohje, kohta 6.3.4 (kiertovesipumppu), kattaa kiertojohdon häviöt (dt=3°C kiertojohdossa)	
Lämpimän käyttöveden varastoinnin vuotuisen lämpöhäviö	0	kWh/a	ei varaajaa	$Q_{\text{lkv,varastointi}}$

Taulukko 9. Ilmanvaihto

Suure	Arvo	Yksikkö	Lähde
Ilmanvaihtojärjestelmä	koneellinen tulo- poistoilmanvaihto		suunnitteluratkaisu
Ilmanvaihtokoneiden lukumäärä	kaksi		suunnitteluratkaisu
Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto	kyllä, kyllä		suunnitteluratkaisu
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton poiskytkentä asetusarvon ylityksessä	kyllä, kyllä		suunnitteluratkaisu
Tuloilman jälkilämmitys	kyllä, kyllä		suunnitteluratkaisu
Tuloilman jälkilämmityksen lämmönlähde	vesipatteri, vesipatteri		suunnitteluratkaisu
Tuloilman jäädytys	kyllä, kyllä	°C	suunnitteluratkaisu
Lämmöntalteenoton lämpötilasuhde (tulo- ja poistoilmavirrat yhtä suuria)	72 % (pääilmanvaihtokone) 55 % (käytävä- ja WC-tilat)	%	laitevalinta, valmistajan ilmoittama arvo
Tuloilman sisänpuhalluslämpötila	18 – 21°C, 19 – 20°C	°C	ohjaus poistoilman lämpötilan perusteella, suunnitteluratkaisu
Pääilmanvaihtokoneen suunnitelmien mukainen ilmavirta	10,33 (poisto), 10,33 (tulo)	m <sup>3</sup> /s	suunnitteluratkaisu
Käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen suunnitelmien mukainen ilmavirta, päiväkäyttö arkisin klo 6-19	1,24 (poisto) 1,13 (tulo)	m <sup>3</sup> /s	suunnitteluratkaisu
Käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen suunnitelmien mukainen ilmavirta, päiväkäytön ulkopuolella	0,87 (poisto) 0,78 (tulo)	m <sup>3</sup> /s	suunnitteluratkaisu
Jäteilman suunnitelmien mukainen alin mahdollinen lämpötila (jäätymissuojaus)	-7 (pääilmanvaihtokone) 0 (käytävä- ja WC-tilat)	°C	laitevalinta, suunnitteluratkaisu
Pääilmanvaihtokoneen / käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen / (koko rakennuksen) lämmöntalteenoton poistoilman vuosihyötysuhde	72 % / 52 % / (68 %)	-	Valmistajan ilmoittamista arvoista laskettu YM Tasaustasokantaoppaan 2018, Liitteen 4 mukaan), ks. lisäksi tämän laadintaesimerkin Liite 1
Ilmanvaihdon poistoilmavirta mallinnuksessa (E-luvun laskennassa), arkisin klo 06-19	11,56 (poisto), 11,56 (tulo)	m <sup>3</sup> /s	Energiatohokkuusasetus (1010/2017), 10 § (tulo- ja poistoilmavirrat yhtä suuria), luokka 3, 2,0 l/sm <sup>2</sup>
Pääilmanvaihtokoneelta tuodut ilmavirrat arkisin klo 06-19 (E-luvun mallinnus)	10,32 (poisto), 10,32 (tulo)	m <sup>3</sup> /s	
Käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneelta tuodut ilmavirrat arkisin klo 06-19 (E-luvun mallinnus)	1,24 (poisto), 1,24 (tulo)	m <sup>3</sup> /s	

Pääilmanvaihtokoneelta tuodut ilmavirrat arkisin klo 19-06 ja viikonloppuna (E-luvun mallinnus)	0 (poisto), 0 (tulo)	m <sup>3</sup> /s	
Käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneelta tuodut ilmavirrat arkisin klo 19-06 ja viikonloppuna (E-luvun mallinnus)	0,87 (poisto), 0,87 (tulo)	m <sup>3</sup> /s	Energiatohokkuusasetus (1010/2017), 10 §, luokka 3, 0,15 l/sm <sup>2</sup>
Pääilmanvaihtokoneen SFP-luku	1,8	kW/(m <sup>3</sup> /s)	laitevalinta, valmistajan ilmoittama arvo
Käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen SFP-luku	1,5	kW/(m <sup>3</sup> /s)	laitevalinta, valmistajan ilmoittama arvo

Lämmöntalteenoton poiskytkentälämpötila = sisäänpuhalluslämpötilan asetusarvo – tuloilmapuhaltimessa tapahtuva lämpötilannousu, puhallin ilmavirrassa

**Taulukko 10.** Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton ja jälkilämmityksen kuukausiaikataulu

ILMANVAIHDON LÄMMÖN- JA KYLMÄNTALTEENOTTO*) JA JÄLKILÄMMITYS		
Kuukausi	Lämmöntalteenotto päällä	Jälkilämmitys päällä
Tammikuu	kyllä	kyllä
Helmikuu	kyllä	kyllä
Maaliskuu	kyllä	kyllä
Huhtikuu	kyllä	kyllä
Toukokuu	kyllä	kyllä
Kesäkuu	kyllä	kyllä
Heinäkuu	kyllä	kyllä
Elokuu	kyllä	kyllä
Syyskuu	kyllä	kyllä
Lokakuu	kyllä	kyllä
Marraskuu	kyllä	kyllä
Joulukuu	kyllä	kyllä

\*) kun poistoilma ulkoilmaa viileämpää, suunnitteluratkaisu

**Taulukko 11.** Tilojen ja ilmanvaihdon jäähdytysjärjestelmä

TILOJEN JA ILMANVAIHDON JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ		Lähde	Merkintä
Jäähdytysraja, huonelämpötilan asetusarvo	25°C	Energiatehokkuusasetus (1010/2017), 10 §, luokka 3, toimistorakennus	$T_s$
Jäähdytyksen tuottojärjestelmä	kaukojäähdytys	suunnitteluratkaisu	
Kaukojäähdytyksen tuoton kylmäkerroin, lämmönsiirrin	1	Energiatehokkuuden laskentaohje, taulukko 9.2	$\varepsilon_Q$
Jäähdytyksen häviökerroin palkkijäähdytykseen (jäähdytyksen menoveden lämpötila 15°C)	0,1	Energiatehokkuuden laskentaohje, taulukko 9.1	$\beta_{hjv}$
Jäähdytyksen häviökerroin ilmanvaihdon jäähdytykseen, mallinnus on kondensoiva (jäähdytyksen menoveden lämpötila 10°C)	0,2	Energiatehokkuuden laskentaohje, taulukko 9.1	$\beta_{hji}$
Jäähdytyksen apulaitteiden sähkönkulutuksen kulutuskerroin, vesijärjestelmä jäähdytyspalkki	0,06	Energiatehokkuuden laskentaohje, taulukko 9.3	$\beta_{apu}$

Tämän oppaan mukaisessa laskennassa jäähdytyksen nettoenergiantarve lasketaan dynaamisella simulointiohjelmalla. Tämän jälkeen rakennuksen jäähdytysjärjestelmän ostoenergiankulutus lasketaan energiatehokkuuden laskentaohjeen taulukkojen 9.1 – 9.3 mukaisia arvoja käyttäen.

**Taulukko 12.** Kuluttajalaitteet, valaistus ja lämpökuormat

Suure	Arvo	Yksikkö	Lähde	Merkintä
Kuluttajalaitteiden ominaisteho	12	W/m <sup>2</sup>	Energiatehokkuusasetus (1010/2017), 11 §	-
Kuluttajalaitteiden käyttöaste	0,65	-	Energiatehokkuusasetus (1010/2017), 11 §	-
Valaistuksen ominaisteho	10	W/m <sup>2</sup>	Energiatehokkuusasetus (1010/2017), 11 §	-
Valaistuksen käyttöaste	0,65	-	Energiatehokkuusasetus (1010/2017), 11 §	-
Lämpökuorma ihmisistä	5	W/m <sup>2</sup>	Energiatehokkuusasetus (1010/2017), 11 §	-
Ihmisten läsnäoloaste	0,65	-	Energiatehokkuusasetus (1010/2017), 11 §	

Taulukko 13. Ikkunat

Suure	Yksikkö	Po	It	Et	Lä	Lähde	Merkitä
Pinta-ala (puite- ja karmirakenteineen)	m <sup>2</sup>	342,2	122,8	351,2	155,8	suunnitteluratkaisu	$A_{ikk}$
Ikkunalasituksen kohtisuoran auringonsäteilyn kokonaisläpäisykerroin	-	0,36	0,36	0,36	0,36	suunnitteluratkaisu, (annetaan simulointiohjelmaan)	$g_{kohtisuora}$
Kehäkerroin	-	0,75	0,75	atrium 0,8; muualla 0,75	0,75	suunnitteluratkaisu, mallinnetaan	$F_{kehä}$
Kaihtimet	-	uloin lasiväli	uloin lasiväli	atriumissa ikkunan ulkop. säleikkö, muualla uloin lasiväli	uloin lasiväli	suunnitteluratkaisu, mallinnetaan	
Ikkunan sisennys	-	100 mm	100 mm	atriumin ikkunoissa ei, muualla 100 mm	100 mm	suunnitteluratkaisu, mallinnetaan	



## 3 Jäähdytysjärjestelmän energiankulutus

Tämän oppaan laskennassa rakennuksen jäähdytyksen nettotarve lasketaan dynaamisella IDA ICE 4.8 energiasimulointiohjelmistolla. Jäähdytysjärjestelmän energiankulutus lasketaan tämän jälkeen jäähdytysenergian nettotarpeesta ottamalla huomioon jäähdytyksen häviöt ja jäähdytyksen apulaitteiden sähkönkulutus energiatehokkuuden laskentaohjeen luvussa 9 esitetyllä tavalla.

### 3.1 Jäähdytysenergian nettotarve

Vuosisimulointi suoritettiin kohdassa 2 esiteyllä lähtöarvoilla energiatehokkuusasetuksen liitteen 1 säävyöhykkeen I Helsinki-Vantaan säätiedoilla (2012). Jäähdytysenergian nettotarpeeksi saatiin 34841,8 kWh.

*IDA ICE 4.8 dynaaminen vuosisimulointi*

$$Q_{\text{jäähdytys,netto}} = 34841,8 \text{ kWh} \quad (1)$$

*simuloinnista saatu jäähdytyksen nettotarve eriteltyinä ilmanvaihdon ( $Q_{ji}$ ) ja tilojen ( $Q_{jv}$ ) jäähdytyksen nettotarpeiksi*

$$Q_{\text{jäähdytys,netto}} = Q_{ji} + Q_{jv} = 21146,6 + 13695,2 = 34841,8 \text{ kWh}$$

### 3.2 Jäähdytyksen jakelujärjestelmän energiankulutus

Jäähdytyksen huonelaitteina ovat jäähdytyspalkit 15°C menovedelle mitoitetuna. Lisäksi ilmanvaihtokoneissa on 10°C jäähdytysveden lämpötilalle mitoitetut jäähdytyspatterit.

Energiatehokkuuden laskentaohjeen taulukon 9.1 mukaisesti jäähdytyksen häviökerroin ilmanvaihtokoneen jäähdytyspatterille  $\beta_{hji}$

*Energiatehokkuuden laskentaohje, taulukko 9.1, jäähdytyksen menovesi 10°C \*)*

$$\beta_{h_{jv}} = 0,2 \quad (2)$$

\*)Dynaamiseen jäähdytysenergian nettotarpeen simulointiin sisältyy myös jäähdytyspatterin kondensoimisen aiheuttama jäähdytysenergiankulutus

Energiatehokkuuden laskentaohjeen taulukon 9.1 mukaisesti jäähdytyksen häviökerroin palkkijäähdytykseen  $\beta_{h_{jv}}$

*Energiatehokkuuden laskentaohje, taulukko 9.1, jäähdytyksen menovesi 15°C*

$$\beta_{h_{jv}} = 0,1 \quad (3)$$

Rakennuksen tilojen ja ilmanvaihdon jäähdytyksen vuotuinen jakelujärjestelmän energiankulutus  $Q_{jk}$  lasketaan energiatehokkuuden laskentaohjeen kaavan 9.1 mukaisesti ilmanvaihdon jäähdytysenergian nettotarpeen  $Q_{ji}$  ja huonelaitteiden jäähdytysenergian nettotarpeen  $Q_{jv}$  avulla

**Energiatehokkuuden laskentaohje, kaava 9.1**

$$Q_{jk} = (1 + \beta_{nji})Q_{ji} + (1 + \beta_{njv})Q_{jv} \quad (4)$$

**koko vuosi**

$$Q_{jk} = (1 + 0,2) \cdot 21146,6 + (1 + 0,1) \cdot 13695,2 = 40440,6 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}$$

### 3.3 Jäähdytyksen ostoenergiankulutus

#### a) Jäähdytysentuottojärjestelmän ostoenergiankulutus

Rakennuksen jäähdytys tuotetaan kaukojäähdytyksellä. Jäähdytysenergian tuotto prosessin vuotuinen kylmäkerroin  $e_E$  saadaan energiatehokkuuden laskentaohjeen taulukosta 9.2

**Energiatehokkuuden laskentaohje, taulukko 9.2, kaukojäähdytys (lämmönsiirrin)**

$$e_E = 1 \quad (5)$$

Rakennuksen tilojen ja ilmanvaihdon jäähdytyksen tuottojärjestelmän energiankulutus  $Q_{j\text{äähdytys}}$  lasketaan edellä kohdassa 0 lasketun jäähdytyksen jakelujärjestelmän energiankulutuksen  $Q_{jk}$  ja jäähdytysenergian tuotto prosessin vuotuisen kylmäkerroimen  $e_E$  avulla energiatehokkuuden laskentaohjeen kaavalla 9.3.

**Energiatehokkuuden laskentaohje, kaava 9.3**

$$Q_{j\text{äähdytys}} = \frac{Q_{jk}}{e_E} \quad (6)$$

**koko vuosi**

$$Q_{j\text{äähdytys}} = \frac{40440,6}{1} = 40440,6 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}$$

ostettua kaukojäähdytysenergiaa

#### b) Jäähdytysentuoton apulaitteiden sähköenergiankulutus

Rakennuksen huonetiloja jäähdyttävät jäähdytyspalkit, jolloin energiatehokkuuden laskentaohjeen taulukon 9.3 mukaisesti käytetään apulaitteiden sähkönkulutuksen kulutuskertoimenä  $\beta_{apu}$

**Energiatehokkuuden laskentaohje, taulukko 9.3, jäähdytyspalkki**

$$\beta_{apu} = 0,06 \quad (7)$$

Jäähdytyksentuoton apulaitteiden sähköenergiankulutukseksi  $W_{jäähd,apu}$  saadaan edellä kohdassa 0 lasketun jäähdytyksen jakelujärjestelmän energiankulutuksen  $Q_{jk}$  avulla energiatehokkuuden laskentaohjeen kaavalla 9.5

**Energiatehokkuuden laskentaohje, kaava 9.5**

$$W_{jäähd,apu} = \beta_{apu} Q_{jk} \quad (8)$$

**koko vuosi**

$$W_{jäähd,apu} = 0,06 \cdot 40440,6 = 2426,4 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}$$

ostettua sähköenergiaa

## 4 Dynaamisella simuloinnilla saadut tulokset

Dynaamisella rakennuksen energiankulutuksen simuloinnilla saatiin alla olevan kuvan 5 mukaiset laskentatulokset. Simulointituloksissa on mukana kaikki energiatodistusasetuksen ja energiatehokkuusasetuksen mukaisen rakennuksen laskennallisen energiatehokkuuden vertailuluvun eli E-luvun osat, ainoastaan jäähdytyksen tuottoprosessin kylmäkerroin, jäähdytyksen häviöt sekä jäähdytyksen apulaitteiden sähkönkulutusta ei ole tuloksissa mukana.

	Ostoenergia		Kokonaisenergia	
	kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh/m <sup>2</sup>
Valaistus	107342	18.6	128810	22.3
Ilmanvaihto, apulaitteet(ilman jäähdytyksen apulaitteita)	84284	14.6	101141	17.5
Yhteensä, Kiinteistösähkö	191626	33.1	229951	39.8
Lämmitys, kaukolämpö	154344	26.7	77172	13.4
Kaukojäähdytys, nettotarve	34842	6.0	9756	1.7
LKV, kaukolämpö	58825	10.2	29412	5.1
Yhteensä, Kiinteistökaukolämpö	248011	42.9	116340	20.1
Yhteensä	439637	76.0	346291	59.9
Laitteet	128896	22.3	154675	26.8
Yhteensä, Asukkaan sähkö	128896	22.3	154675	26.8
Yhteensä	568533	98.3	500966	

**Kuva 5.** Rakennuksen dynaamisen vuosisimuloinnin tulokset. Yllä olevissa tuloksissa jäähdytyksen osuus E-luvusta on jäähdytyksen nettoenergiantarpeeseen asti määritettynä. Jäähdytyksen nettoenergiantarpeesta saadaan jäähdytyksen osuus E-luvusta luvun 3 laskennan mukaisesti.

Jäähdytysjärjestelmän ostoenergiankulutus on laskettu simulointiohjelmalla saadusta jäähdytysenergian nettotarpeesta luvun 3 mukaisesti ottamalla huomioon jäähdytyksen häviöt ja jäähdytyksen apulaitteiden sähkönkulutus energiatehokkuuden laskentaohjeen luvun 9 mukaan.

Simulointiohjelmasta saadut laskennan tulokset on esitetty edellä kuvassa 5 ja tähän oppaaseen liitetyssä rakennuksen energiatodistuksessa. E-luku pyöristetään aina ylöspäin. Tämän rakennuksen laskennalliseksi energiatehokkuuden vertailuluvuksi eli E-luvuksi on saatu **88 kWh<sub>E</sub>/(m<sup>2</sup> a)**. Rakennus sijoittuu energiatehokkuusluokkaan **B**.

# Liite 1: Energiatodistus

## ENERGIATODISTUS 2018

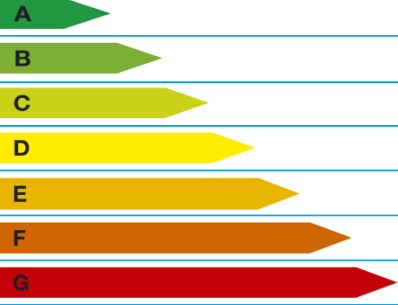
Rakennuksen nimi ja osoite: Uudistoimistotalo  
YM:n energiatodistusoppaan 2018 esimerkki  
00100, HELSINKI

Pysyvä rakennustunnus:  
Rakennuksen valmistumisvuosi: 2018  
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: Toimistorakennukset

Todistustunnus: 108095

Energiatodistus on laadittu

- Uudelle rakennukselle rakennuslupaa haettaessa  
 Uudelle rakennukselle käyttöönottovaiheessa  
 Olemassa olevalle rakennukselle, havainnointikäynnin päivämäärä

	Energiatehokkuusluokka
	
A	
B	<b>B<sub>2018</sub></b>
C	
D	
E	
F	
G	

Rakennuksen laskennallinen  
energiantehokkuuden vertailuluku eli E-luku  
Uuden rakennuksen E-luvun vaatimustaso

kWh<sub>E</sub>/(m<sup>2</sup>vuosi)

88

≤ 100

Todistuksen laatija:

Eero Energiatodistuksenlaatija

Yritys:

Yritys oy  
Katuposoite 3  
00100, HELSINKI

Sähköinen allekirjoitus:

Energiatodistuksenlaatija, Eero  
1.10.2018 14:04:05

Todistuksen laatimispäivä:

1.10.2018

Viimeinen voimassaolopäivä:

1.10.2028

## YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA

### Laskennallinen ostoenergiankulutus ja energiatehokkuuden vertailuluku (E-luku)

Lämmitetty nettoala	5781 m <sup>2</sup>
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	Vesikiertoinen radiaattorilämmitys
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, lämmöntalteenotto, kaksi ilmanvaihtokonetta

Käytettävä energiamuoto	Vakioidulla käytöllä laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)		
sähkö	322 948	55,9	1,2	67,0
kaukolämpö	213 169	36,9	0,5	18,4
kaukojäähdytys	40 441	7,0	0,3	2,0

### Energiatehokkuuden vertailuluku (E-luku)

**88**

### Rakennuksen energiatehokkuusluokka

#### Käytetty E-luvun luokittelusteikko

#### Luokkien rajat asteikolla

#### Toimistorakennukset

A: ... 80	B: 81 ... 120	C: 121 ... 170
D: 171 ... 200	E: 201 ... 240	F: 241 ... 300
G: 301 ...		

#### Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka

**B**

E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu vakioidulla käytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden, jotta eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. Vakioidusta käytöstä johtuen E-luku ei sovellu yksittäisen rakennuksen toteutuneen ja laskennallisen kulutuksen vertailuun. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiankulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovaivat eivät sisälly E-lukuun.

## TOIMENPIDE-EHDOTUKSIA E-LUVUN PARANTAMISEKSI

### Keskeiset suositukset rakennuksen E-lukua parantaviksi toimenpiteiksi (ei koske uusia rakennuksia)

-

Suosituksia on esitetty yksityiskohtaisemmin sivuilla 6 ja 7, kohdassa "Toimenpide-ehdotukset E-luvun parantamiseksi".

Todistustunnus: 108095, 2/8

## E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Toimistorakennukset			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2018	Lämmitetty nettoala	5 781	m <sup>2</sup>
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q <sub>50</sub>	1,0	m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )		
	<b>A</b> m <sup>2</sup>	<b>U</b> W/(m <sup>2</sup> K)	<b>U × A</b> W/K	<b>Osuus lämpöhäviöistä</b> %
Ulkoseinät	2 349,9	0,14	329,0	23 %
Yläpohja	1 048,9	0,09	94,4	7 %
Alapohja	1 046,5	0,11	116,3	8 %
Ikkunat	972,0	0,83	806,8	56 %
Ulko-ovet	12,0	1,00	12,0	1 %
Kylmäsiilat	-	-	74,1	5 %
Ikkunat ilmansuunnittain				
	<b>A</b> m <sup>2</sup>	<b>U</b> W/(m <sup>2</sup> K)	<b>g<sub>kohtisuora</sub>-arvo</b> -	
Pohjoinen	342,2	0,80	0,36	
Koillinen				
Itä	122,8	0,80	0,36	
Kaakko				
Etelä	351,2	0,89	0,36	
Lounas				
Länsi	155,8	0,80	0,36	
Luode				
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, lämmöntalteenotto, kaksi ilmanvaihtokonetta			
	<b>Ilmavirta tulo/poisto</b> (m <sup>3</sup> /s) / (m <sup>3</sup> /s)	<b>Järjestelmän SFP-luku</b> kW / (m <sup>3</sup> /s)	<b>LTO:n lämpötilasuhde</b> -	<b>Jäätymisenesto</b> °C
Pääilmanvaihtokoneet	11,56 / 11,56	1,8	69 %	-1,0
Erillispoistot	0,00/0,00	0,00	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	11,562 / 11,562	1,8	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		68 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Vesikiertoinen radiaattorilämmitys			
	<b>Tuoton hyötysuhde</b> -	<b>Jaon ja luovutuksen hyötysuhde</b> -	<b>Lämpökerroin<sup>1</sup></b> -	<b>Apulaitteiden sähkönkäyttö<sup>2</sup></b> kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys	97 %	90 %		2,00
Lämpimän käyttöveden valmistus	97 %	88 %		0,05
<sup>1</sup> vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
<sup>2</sup> lämpöpumpputilastoissa voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	<b>Määrä</b> kpl	<b>Tuotto</b> kWh		
Varaava tulisija				
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	1,0			
Lämmin käyttövesi				
	<b>Ominaiskulutus</b> dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> vuosi)	<b>Lämmitysenergian nettotarve</b> kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)		
Lämmin käyttövesi	103	6,0		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	<b>Käyttöaste</b> -	<b>Henkilöt</b> W/m <sup>2</sup>	<b>Kuluttajalaitteet</b> W/m <sup>2</sup>	<b>Valaistus</b> W/m <sup>2</sup>
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	65 %	5,0	12,0	
Valaistus	65 %			10,0

Todistustunnus: 108095, 3/8

## E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

### Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Toimistorakennukset
Rakennuksen valmistumisvuosi	2018
Lämmitetty nettoala, m <sup>2</sup>	5781
E-luku, kWh <sub>E</sub> / (m <sup>2</sup> vuosi)	88

### E-luvun erittely

Käytettävät energiamuodot	Vakioidulla käytöllä laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWh <sub>E</sub> /vuosi	kWh <sub>E</sub> /(m <sup>2</sup> vuosi)
sähkö	322 948	1,2	387538	67,0
kaukolämpö	213 169	0,5	106585	18,4
kaukojäähdytys	40 441	0,3	11323	2,0
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>576 558</b>		<b>505 446</b>	<b>88</b>

### Rakennuksen ympäristössä olevasta energiasta otettu energia, hyödynnetty osuus (kuukausitason erittely lisätiedoissa)

	kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)

### Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus

	Sähkö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Lämpö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	2,0	9,4	-
Tuloilman lämmitys	0,0	16,5	-
Lämpimän käyttöveden valmistus	0,05	9,9	-
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	12,5	-	-
Jäähdytysjärjestelmä	0,42	-	7,0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	40,9	-	-
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>55,8</b>	<b>35,8</b>	<b>7,0</b>

<sup>1</sup> ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

### Energian nettotarve

	kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Tilojen lämmitys <sup>2</sup>	48 760	8
Ilmanvaihdon lämmitys <sup>3</sup>	95 529	17
Lämpimän käyttöveden valmistus	34 675	6
Jäähdytys	34 842	6

<sup>2</sup> sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

<sup>3</sup> laskettu lämmöntalteenoton kanssa

### Lämpökuormat

	kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Aurinko	95 697	17
Henkilöt	51 711	9
Kuluttajalaitteet	128 896	22
Valaistus	107 342	19
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöistä	9 115	2

### Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Laskentatyökalun nimi ja versionumero Laskentaohjelma x Versio 1.0

Todistustunnus: 108095, 4/8



## TOTEUTUNUT ENERGIANKULUTUS

Saatavilla olevat ostoenergian määrät ilmoitetaan sellaisenaan ilman lämmitystarvelukukorjausta. Ostoenergian määrät ilmoitetaan energiatodistuksen laatimista edeltävältä täydeltä kalenterivuodelta.

### Toteutunut ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala 5781 m<sup>2</sup>

Energiaverkoista ostettu energia				kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Kaukolämpö					
Kokonaissähkö					
Kiinteistö sähkö					
Käyttäjäsähkö					
Kaukojäähdytys					
Ostetut polttoaineet <sup>1</sup>	polttoaineen määrä vuodessa	yksikkö	muunnoskerroin kWh:ksi	kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Kevyt polttoöljy		litra	10		
Pilkkeet (havu- ja sekapuu)		pino-m <sup>3</sup>	1300		
Pilkkeet (koivu)		pino-m <sup>3</sup>	1700		
Puupelletit		kg	4,7		
<sup>1</sup> Selostus ostettujen polttoaineiden määrän arvioinnista (yksikköä vuodessa) tulee esittää kohdassa "Lisämerkintöjä".					
Toteutunut ostoenergia yhteensä				kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Sähkö yhteensä					
Kaukolämpö yhteensä					
Polttoaineet yhteensä					
Kaukojäähdytys					
<b>YHTEENSÄ</b>					
Toteutunut energiankulutus riippuu mm. rakennuksen käyttäjien lukumäärästä ja käyttötottumuksista, käyttöajoista, sisäisistä kuormista, rakennuksen sijainnista ja vuotuisista sääolosuhteista. Todistusta laadittaessa energiankulutus lasketaan Etelä-Suomen säätiedoilla ja siten, että rakennuksen käyttö on vakioitu.					
Yllä olevassa taulukossa ilmoitetut luvut saattavat sisältää kulutusta, joka ei sisälly laskennalliseen ostoenergiankulutukseen. Taulukosta voi myös puuttua energiankulutuksia, joiden kulutustietoja ei ollut saatavilla todistusta laadittaessa. Näiden syiden vuoksi toteutunut ostoenergiankulutus ei ole verrattavissa laskennalliseen ostoenergian kulutukseen.					

Todistustunnus: 108095, 5/8

## TOIMENPIDE-EHDOTUKSET E-LUVUN PARANTAMISEKSI

Toimenpide-ehdotukset tähtäävät E-luvun parantamiseen, joten ne arvioidaan rakennuksen vakioidulla käytöllä. Osio ei koske uusia rakennuksia.

### Huomiot - ulkoseinät, ulko-ovet ja ikkunat

### Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset

1				
2				
3				
	<b>Lämpö, ostoenergian muutos</b>	<b>Sähkö, ostoenergian muutos</b>	<b>Jäähdytys, ostoenergian muutos</b>	<b>E-luvun muutos</b>
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh <sub>E</sub> /m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

### Huomiot ylä- ja alapohja

### Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset

1				
2				
3				
	<b>Lämpö, ostoenergian muutos</b>	<b>Sähkö, ostoenergian muutos</b>	<b>Jäähdytys, ostoenergian muutos</b>	<b>E-luvun muutos</b>
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh <sub>E</sub> /m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

### Huomiot - tilojen ja käyttöveden lämmitysjärjestelmät

### Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset

1				
2				
3				
	<b>Lämpö, ostoenergian muutos</b>	<b>Sähkö, ostoenergian muutos</b>	<b>Jäähdytys, ostoenergian muutos</b>	<b>E-luvun muutos</b>
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh <sub>E</sub> /m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

**Huomiot - ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät****Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset**

1				
2				
3				
	<b>Lämpö, ostoenergian muutos</b>	<b>Sähkö, ostoenergian muutos</b>	<b>Jäähdytys, ostoenergian muutos</b>	<b>E-luvun muutos</b>
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh <sub>E</sub> /m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

**Huomiot - valaistus, jäähdytysjärjestelmät, sähköiset erillislämmitykset ja muut järjestelmät****Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset**

1				
2				
3				
	<b>Lämpö, ostoenergian muutos</b>	<b>Sähkö, ostoenergian muutos</b>	<b>Jäähdytys, ostoenergian muutos</b>	<b>E-luvun muutos</b>
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh <sub>E</sub> /m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

**Suosituksia rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon (eivät vaikuta E-lukuun)****Lisätietoja energiatehokkuudesta**

Motiva Oy - Asiantuntija energian ja materiaalien tehokkaassa käytössä, [www.motiva.fi](http://www.motiva.fi)

## LISÄMERKINTÖJÄ

Todistustunnus: 108095, 8/8

## Liite 2. Ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen määrittäminen

Laskenta on tehty ympäristöministeriön internetsivuilta ([www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi)) löytyvällä ”LTO-laskin 2018” excel taulukolla. Laskenta suoritettiin suunnitelmista saaduilla ilmavirroilla, lämmöntalteenottolaitteiden lämpötilasuhteilla ja lämmöntalteenoton jäätymissuojauksen asetuksilla.

Toimistotilojen pääilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteeksi saatiin alla olevan mukaisesti 72 %.

**Aputaulukko, jolla voidaan laskea lämpöhäviöiden tasauslaskentaa varten ilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton (LTO) vuosihyötysuhde ( $\eta_a$ , ivkone) eri säävyöhykkeillä.**

Kone	Palvelualue	Käyttötapa	Mitoitus-tuloilmavirta m <sup>3</sup> /s	Mitoitus-poistoilmavirta m <sup>3</sup> /s	Käyttö-ilmavirta-kerroin
Pientalokone	Koko rakennus	Jatkuva	10,33	10,33	1
Tuloilman lämpötilasuhde yhtäsuurilla ilmavirroilla			0,72	SFS-EN 308:n mukaan	
Tuloilman lämpötilasuhde			0,72		
Poistoilman lämpötilasuhde			0,72		
Tuloilmavirran suhde poistoilmavirtaan LTO:ssa			1,00		
Huonelämpötila			21,0 °C		
Jäteilman minimilämpötila jäätymissuojauksessa			-7,0 °C		
<b>Ilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde (<math>\eta_a</math>, ivkone)</b>					
Säävyöhyke					
I (II) Helsinki-Vantaa TRY 2012 testivuosi			72,0 %	100 %	
III Jyväskylän TRY 2012 testivuosi			71,6 %	100 %	
IV Sodankylä TRY 2012 testivuosi			70,2 %	98 %	

© Ympäristöministeriö, LTO-laskin 2018 (versio maaliskuu 2017)

**Liite 2, kuva 1.** Pääilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde, toimistotilat

Toimistotilojen käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteeksi päiväkäytön ilmavirroilla saatiin alla olevan mukaisesti 52 %.

**Aputaulukko, jolla voidaan laskea lämpöhäviöiden tasauslaskentaa varten ilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton (LTO) vuosihyötysuhde ( $\eta_{a, ivkone}$ ) eri säävyöhykkeillä.**

Kone	Palvelualue	Käyttötapa	Mitoitus-tuloilmavirta m <sup>3</sup> /s	Mitoitus-poistoilmavirta m <sup>3</sup> /s	Käyttö-ilmavirta- kerroin
Pientalokone	Koko rakennus	Jatkuva	1,13	1,24	1
Tuloilman lämpötilasuhde yhtäsuurilla ilmavirroilla			0,55	SFS-EN 308:n mukaan	
Tuloilman lämpötilasuhde			0,58		
Poistoilman lämpötilasuhde			0,52		
Tuloilmavirran suhde poistoilmavirtaan LTO:ssa			0,91		
Huonelämpötila			21,0 °C		
Jäteilman minimilämpötila jäätymissuojauksessa			0,0 °C		
<b>Ilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde (<math>\eta_{a, ivkone}</math>)</b>					
Säävyöhyke					
I (II) Helsinki-Vantaa TRY 2012 testivuosi			52,4 %	100 %	
III Jyväskylän TRY 2012 testivuosi			52,3 %	100 %	
IV Sodankylä TRY 2012 testivuosi			51,4 %	98 %	

© Ympäristöministeriö, LTO-laskin 2018 (versio maaliskuu 2017)

**Liite 2, kuva 2.** Käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde, päiväkäytön ilmavirrat

Toimistotilojen käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdeksi käyttäjän ulkopuolisilla ilmavirroilla saatiin alla olevan mukaisesti 52 %.

**Aputaulukko, jolla voidaan laskea lämpöhäviöiden tasauslaskentaa varten ilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton (LTO) vuosihyötysuhde ( $\eta_{a, ivkone}$ ) eri säävyöhykkeillä.**

Kone	Palvelualue	Käyttötapa	Mitoitus-tuloilmavirta m <sup>3</sup> /s	Mitoitus-poistoilmavirta m <sup>3</sup> /s	Käyttö-ilmavirta- kerroin
Pientalokone	Koko rakennus	Jatkuva	0,78	0,87	1
Tuloilman lämpötilasuhde yhtäsuurilla ilmavirroilla			0,55	SFS-EN 308:n mukaan	
Tuloilman lämpötilasuhde			0,58		
Poistoilman lämpötilasuhde			0,52		
Tuloilmavirran suhde poistoilmavirtaan LTO:ssa			0,90		
Huonelämpötila			21,0 °C		
Jäteilman minimilämpötila jäätymissuojauksessa			0,0 °C		
<b>Ilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde (<math>\eta_{a, ivkone}</math>)</b>					
Säävyöhyke					
I (II) Helsinki-Vantaa TRY 2012 testivuosi			52,0 %	100 %	
III Jyväskylän TRY 2012 testivuosi			51,9 %	100 %	
IV Sodankylä TRY 2012 testivuosi			51,0 %	98 %	

© Ympäristöministeriö, LTO-laskin 2018 (versio maaliskuu 2017)

**Liite 2, kuva 3.** Käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde, käyttöajan ulkopuoliset ilmavirrat

Rakennuksen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdeksi (E-lukulaskentaa) saatiin alla olevan mukaisesti 68 %.

Aputaulukot, joilla voidaan laskea lämpöhäviöiden tasauslaskennassa tarvittavat keskimääräiset poistoilmavirrat ja ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) vuosihyötysuhteet, kun rakennuksessa on useita ilmanvaihtokoneita ja niillä erilaisia käyttöaikoja.

Taulukko 1. Poistoilman lämmöntalteenottovaatimuksen piiriin kuuluvat lämpimien tilojen ilmanvaihtokoneet  
 Taulukko 2. Poistoilman lämmöntalteenottovaatimuksen piiriin kuulumattomat lämpimien tilojen ilmanvaihtokoneet  
 Taulukko 3. Poistoilman lämmöntalteenottovaatimuksen piiriin kuuluvat puoliämpimien tilojen ilmanvaihtokoneet  
 Taulukko 4. Poistoilman lämmöntalteenottovaatimuksen piiriin kuulumattomat puoliämpimien tilojen ilmanvaihtokoneet

Rakennuskohde	YM energiatodistusoppaan 2018 esimerkki, uudistoimistotalo
Rakennuslupatunnus	
Rakennustyyppi	Uudistoimistotalo
Pääsuunnittelija	
Laskelman tekijä	Eero Energiatodistuksenlaattaja
Päiväys	1.10.2018

**Taulukko 1. Lämpimät tilat**

Poistoilman lämmöntalteenottovaatimuksen piiriin kuuluvat ilmanvaihtokoneet

Kone	Palvelualue	Käyttötapa	Mitoitus-tuloilmavirta m <sup>3</sup> /s	Mitoitus-poistoilmavirta m <sup>3</sup> /s	Käyttö-ilmavirta-kerroin	Käyttöajan keskimääräinen poistoilmavirta, m <sup>3</sup> /s	Käyntiaikatekijät		Käyntiajoilla painotettu poistoilmavirta, m <sup>3</sup> /s	Ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde, % [η <sub>a</sub> ]
							τ <sub>d</sub> h/vrk	τ <sub>w</sub> vrk/vko		
Käytävä- ja WC-tilat	Käytävä- ja WC-tilat	Päiväkäyttö	1,13	1,24	1	1,240	13	5	0,480	52 %
Käytävä- ja WC-tilat	Käytävä- ja WC-tilat	Iltta/yökäyttö, arkisin	0,78	0,87	1	0,870	11	5	0,285	52 %
Käytävä- ja WC-tilat	Käytävä- ja WC-tilat	Viikonloppukäyttö	0,78	0,87	1	0,870	24	2	0,249	52 %
Pääkone	Pääkone	Päiväkäyttö	10,33	10,33	1	10,330	13	5	3,997	72 %

© Ympäristöministeriö, LTO-laskin 2018 (versio maaliskuu 2017)

**TASAUSSLASKENTA-LOMAKKEESEEN**

Poistoilmavirta, m <sup>3</sup> /s [q <sub>v, p</sub> ]	Ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde, % [η <sub>a</sub> ]
<b>5,010</b>	<b>68,0 %</b>
Käyntiajoilla painotettu poistoilmavirta, m <sup>3</sup> /s	Ilmanvaihtokoneen LTO:n vuosihyötysuhde, % [η <sub>a, ivkone</sub> ]

**Liite 2, kuva 4.** Koko rakennuksen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde