

Energiatodistuksen laadintaesimerkki Uudistoimistotalo

Energiatodistusoppaan 2013 liite
30.04.2014

Sisällysluettelo

1 Johdanto.....	3
2 Esimerkkirakennus	5
2.1 Rakennuksen mallinnuksen suunnitelmien mukaiset lähtötiedot.....	8
3 Jäähdytysjärjestelmän energiankulutus	15
3.1 Jäähdytysenergian nettotarve.....	15
3.2 Jäähdytyksen jakelujärjestelmän energiankulutus	15
3.3 Jäähdytyksen ostoenergiankulutus.....	16
4 Dynaamisella simuloinnilla saadut tulokset.....	18
5 Energiatodistus.....	19
Liite 1. Käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen määrittäminen	27

1 Johdanto

Tässä oppaassa lasketaan energiatodistuslain (50/2013) ja energiatodistusasetuksen (YM asetus 176/2013) mukainen rakennuksen ostoenergiankulutus ja kokonaisenergiankulutus sekä esitetään laskennan tulosten perusteella täytetty energiatodistus. Laskentamenetelmänä tässä oppaassa käytetään dynaamista laskentamenetelmää, koska kokonaisenergiatarkastelu on tehtävä dynaamisella laskentamenetelmällä jäähdytettymiin rakennuksiin. Rakennuksen laskennallinen osto- ja kokonaisenergia pitää sisällään myös jäähdytyksen ostoenergian.

Energiatodistusasetuksessa (YM asetus 176/2013) ja rakentamismääräyskokoelman osissa D3 ja D5 annetaan lähtöarvot dynaamisella laskennalla tehtävään energiatodistuslain (50/2013) mukaiseen rakennuksen energiankulutuksen laskentaan. Jäähdytysjärjestelmän energiankulutus koostuu jäähdytysenergian tuoton energiankulutuksesta ja apulaitteiden sähkönkulutuksesta. Rakennuksen jäähdytysjärjestelmän nettotarve eli tilojen ja ilmanvaihdon jäähdytysenergian nettotarve lasketaan RakMkD3:n standardikäytöllä ja vaatimukset täyttävällä dynaamisella ohjelmistolla. Jäähdytysjärjestelmän energiankulutus lasketaan jäähdytysenergian nettotarpeesta ottamalla huomioon tuoton, varastoinnin, jakelun ja luovutuksen häviöt sekä muunnokset, esimerkiksi RakMk D5/2012:ssa esitetyllä tavalla.

Rakennuksissa, jossa jäähdytystä on vain yksittäisissä tiloissa, jäähdytysjärjestelmän energiankulutus voidaan jättää pois laskennasta. Olemassa oleville jäähdytetyille rakennuksille jäähdytyksen energiankulutus voidaan laskea myös YM asetuksen liitteen 1 kohdassa 3 esitetyllä vaihtoehtoisella tavalla. Kaikkien muiden rakennusten energialaskenta pitää suorittaa laskentatyökalulla, jonka lämmönsiirron laskenta pystyy ottamaan huomioon rakenteiden lämmönvarausominaisuuden ajasta riippuvaisena (*dynaaminen laskentamenetelmä*). Dynaamisen laskentatyökalun kelpoisuus tulee osoittaa.

Tämän oppaan laskennassa rakennuksen jäähdytyksen nettotarve lasketaan dynaamisella IDA ICE 4.5.1 energiasimulointiohjelmistolla. Jäähdytysjärjestelmän energiankulutus lasketaan jäähdytysenergian nettotarpeesta ottamalla huomioon jäähdytyksen häviöt ja jäähdytyksen apulaitteiden sähkönkulutus RakMk D5/2012:ssa esitetyllä tavalla. Laskennan lähtöarvot ja dynaamisen laskennan tulokset on esitetty tämän oppaan kuvina ja taulukkoina. Taulukoissa käytetyt merkinnät noudattavat soveltuvasti rakentamismääräyskokoelman osan D5/2012 merkintöjä.

Suunnitteilla olevan tai vastavalmistuneen rakennuksen energiantodistus laadintaan rakennuksen asiakirjojen perusteella. Olemassa olevan rakennuksen energiantodistuksen laadinta perustuu rakennuksesta paikan päällä tehtyihin havaintoihin, rakennuksen käyttäjien haastatteluun sekä niihin asiakirjoihin, jotka rakennuksesta ovat saatavilla. Paikan päällä tehtyjen havaintojen, käyttäjien haastattelun ja rakennusta koskevien asiakirjojen perustella selvitetään rakennuksen ostoenergian- ja kokonaisenergiankulutuksen laskennassa tarvittavat lähtötiedot sekä esitetään rakennuksesta tehdyt havainnot ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisiksi arvioidut energiansäästötoimenpiteet säästöarvioineen. Olemassa olevan rakennuksen energiatodistuksessa on lasketun osto- ja kokonaisenergiankulutuksen lisäksi esitettävä rakennuksen toteutunut energiankulutus niiltä osin, joista tiedot on saatavilla.

Energiatodistuksessa esitetty rakennuksen osto- ja kokonaisenergiankulutus sekä energiatehokkuusluokka lasketaan tarkasteltavan rakennuksen rakenteiden ja järjestelmien tietoja sekä energiatodistusasetuksessa esitettyjä rakennustyyppikohtaisia vakioituja lähtöarvoja käyttäen. Laskettu ostoenergiankulutus on arvio rakennuksen käyttäjän energialaskussa keskimäärin näkyvästä energiankulutuksesta. Ostoenergiankulutus

sisältää rakennuksen kaikkien järjestelmien kuluttaman sähköverkosta ostetun sähkön, kaukolämpöverkosta ostetun kaukolämmön, kaukojäähdytysverkosta ostetun kaukojäähdytyksen sekä rakennuksen lämmöntuotto-laitteissa poltetut polttoaineet. Ostoenergiankulutuksen laskennassa rakennuksen asukkaiden käyttötottumuk-sia kuvaavat lähtöarvot, kuten ihmisten läsnäolo rakennuksessa ja valaistuksen käyttö, lasketaan rakennus-tyyppikohtaisilla rakennuksen käyttöä kuvaavilla vakioituilla arvoilla. Näin kahden samanlaisen rakennuk-sen laskennalliset ostoenergiankulutukset ovat yhtä suuria ja kahden samantyyppisen rakennuksen ostoener-giankulutukset vertailukelpoisia keskenään.

Ostoenergiankulutus muunnetaan kokonaisenergiankulutukseksi energiamuotojen kertoimia käyttäen. Koko-naisenergiankulutus on arvio rakennuksen ostoenergiankulutuksen aiheuttamasta energianlähteiden kulutuk-sesta. Kokonaisenergiankulutuksen laskennassa sähköenergian kerroin on 1,7, kaukolämmön kerroin on 0,7, kaukojäähdytyksen kerroin on 0,4, uusiutumattomien polttoaineiden, kuten tavanomaisen lämmitysöljyn, kerroin on 1,0 ja uusiutuvien polttoaineiden, kuten polttopuun, kerroin on 0,5.

2 Esimerkkirakennus

Tässä esimerkissä laskennan kohteena on kuusikerroksinen uudistoimistorakennus. Rakennuksen lämmitetty nettoala on 5784,8 m². Rakennuksen kaikissa tiloissa on vesikiertoiset 45/35 °C lämpötiloille mitoitettut radi-aattorit. Vesiradiaattoreiden, ilmanvaihtokoneiden lämmityspattereiden ja käyttöveden lämmityksen läm-mönlähteenä on kaukolämpö. Lämpimän käyttöveden kiertojohtoon 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 läm-möntalteenotto 80 % hyötysuhteella ja -8°C jäteilman minimilämpötilalla. Mitoitetut ilmavirrat ovat 10,33 m³/s /10,33 m³/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 m³/s /1,24 m³/s . Käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen päiväkäytön ilmavirtaa käytetään arkisin klo 06-19 välillä. Päiväkäytön ulko-puolella ilmanvaihtokoneessa käytetään ilmavirtoja 0,78 m³/s/0,87 m³/s (tulo/poisto).

Käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen poistoilmavirta eroaa hieman tuloilmavirrasta. Tästä johtuen sen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde on määritetty ympäristöministeriön monistetta 122¹ käyttä-en. Laskenta on esitetty liitteessä 1. Laskenta on tehty ympäristöministeriön internetsivuilta (www.ymparisto.fi) löytyvällä ”D3 LTO-laskin 2012” excel taulukolla. Laskimessa suunnitelmien mukai-nen tulo- ja poistoilmamäärä, lämmöntalteenoton tuloilman lämpötilasuhte ja jäteilman minimilämpötila syötetään taulukkoon ”LTO-laskin”. Koska ilmanvaihtokoneella on erilaiset päiväkäytön ja käyttöajan ulko-puolisen ajan ilmavirrat, ratkaistaan myös näitä käyttötiloja vastaavat vuosihyötysuhteet erikseen. Tämän jälkeen käyttötiloja vastaavat ilmanvaihtokoneen säävyöhykkeen I (ja II) mukaiset ilmanvaihtokoneen pois-toilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteet syötetään Excel-laskimen taulukkoon ”Ilmanvaihto” kolmelle eri riville. Tuloksena saadaan ilmanvaihtokoneen E-lukulaskennan ja säävyöhykkeen I (ja II) mukaiseksi poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteeksi 52 %. Tätä arvoa on dynaamisessa energiasimuloinnis-sa käytetty käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenoton hyötysuhteena.

Rakennuksen jäädytys tuotetaan kaukojäähdytyksellä. Jäädytyksen huonelaitteina ovat jäädytyspalkit 15°C menovedelle mitoitettuna. Ilmanvaihtokoneissa on lisäksi 10°C jäädytysveden lämpötilalle mitoitettut jäädytyspatterit.

Rakennuskohde sijaitsee Helsingissä. Rakennuksen lämpöhäviöihin on kiinnitetty paikoin erityishuomiota. Rakennuksen ulkoseinien eristyspaksuutta on kasvatettu ja ikkunoiden U-arvoa on pienennetty ikkunavalin-nalla. Ikkunoiden ja ovien liitosten kylmäsilloista sekä ulkoseinien ja alapohjan liitoksen kylmäsilloista on tehty erillisselvitys. Rakenneliitosten suunnittelussa rakennuksen vaipan ilmanpitävyyteen on kiinnitetty erityishuomiota. Rakennuksen vaipan ilmapuotoluuvuksi q₅₀ on arvioitu 1,0 m³/[h m² (vaippa)] ja se varmen-netaan mittaamalla.

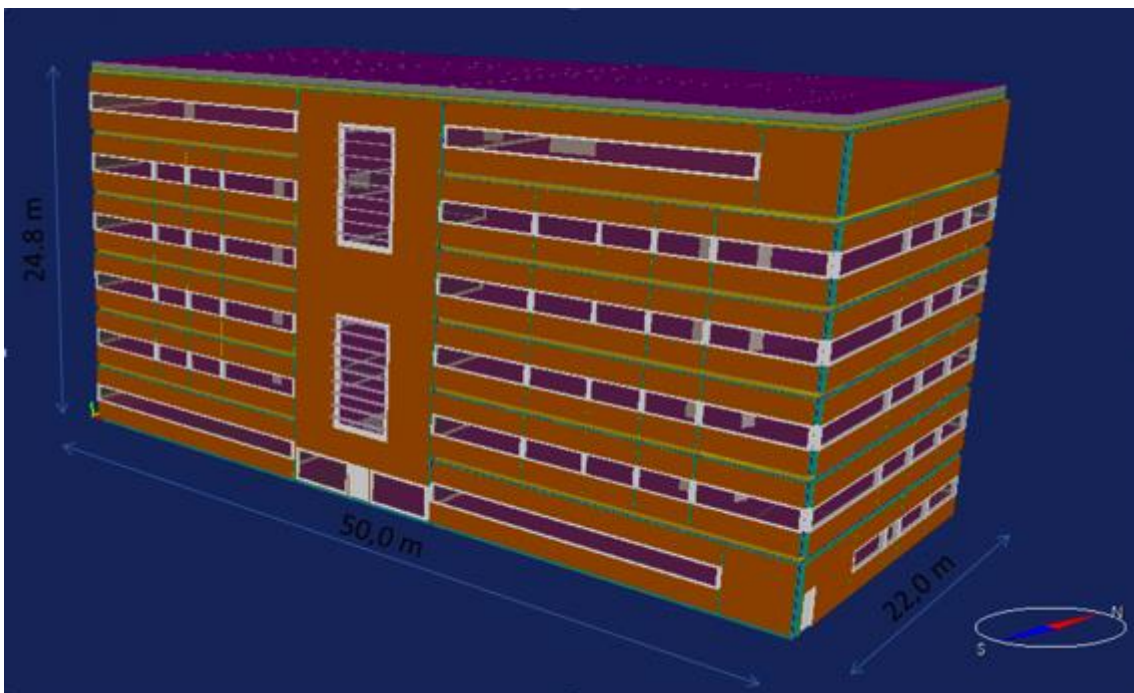
¹ Päivitetty YM:n moniste 122 löytyy ympäristöministeriön verkkosivuilta osana ”Tasauslaskenta 2012”-opasta.

Pääilmanvaihtokoneen valmistajan laiteajon mukainen SFP-luku on 1,8 kW/[m³/s] ja käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen vastaavasti 1,5 kW/[m³/s]. Sisäänpuhalluslämpötilaa säädetään poistoilman lämpötilan perusteella säätöselostuksen mukaisesti. Kaikissa tiloissa on vakioilmavirtajärjestelmä.

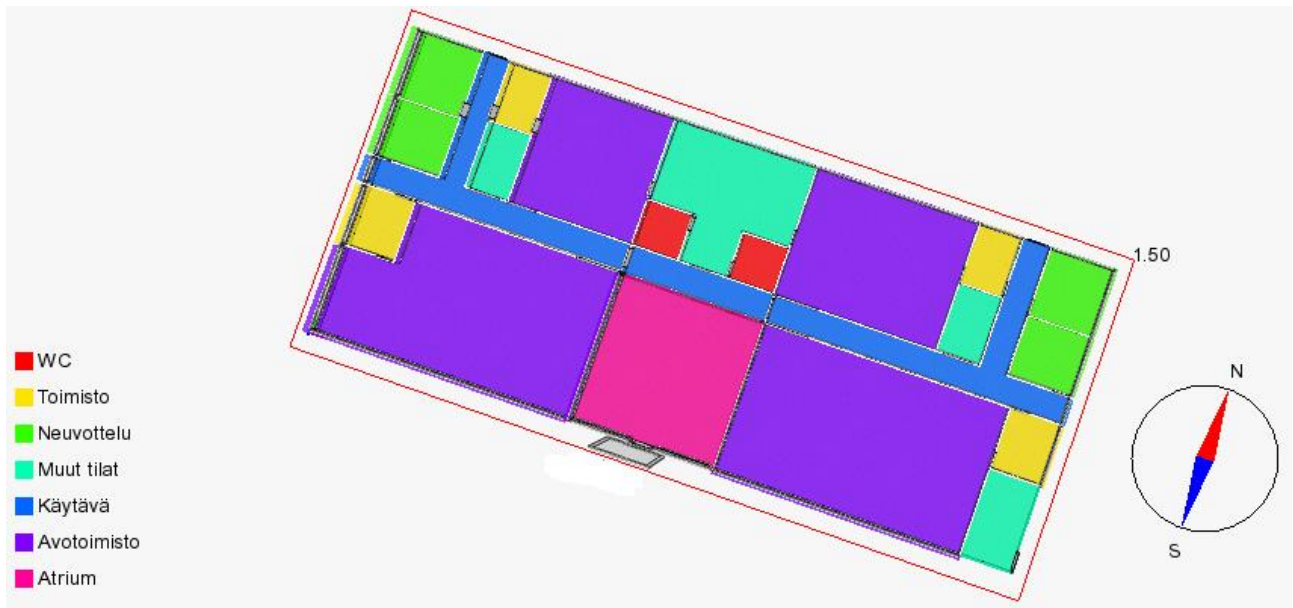
Kaikissa rakennuksen tiloissa käytetään rakentamismääräyskokoelman osan D3/2012 mukaisia valaistustehoja ja valaistuksen käyttöaikoja.

Dynaamisella IDA ICE 4.5.1 rakennussimulointiohjelmalla tehty rakennuksen ja järjestelmien mallinnus ja energiasimulointi noudattaa YM asetusta 176/2013 sekä rakentamismääräyskokoelman osia D3/2012 ja D5/2013.

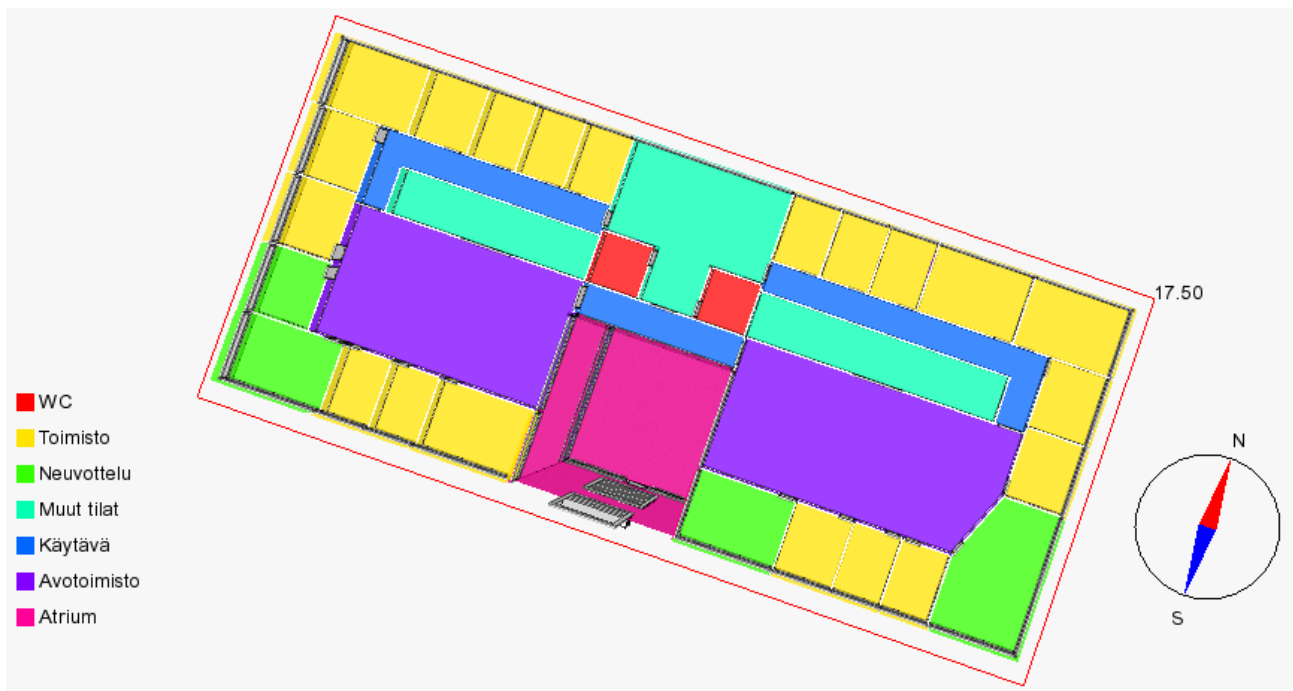
Kuvissa 1 – 4 esitetään esimerkkinä olevan uudistoimistotalo. Uudistoimiston mallinnustiedot esitetään kohdan 2.1 taulukoissa 1 - 14. Taulukoissa esitetyt rakennuksen suunnitelmista saadut arvot on syötetty simulointiohjelmaan E-luvun laskennan lähtötietoina.



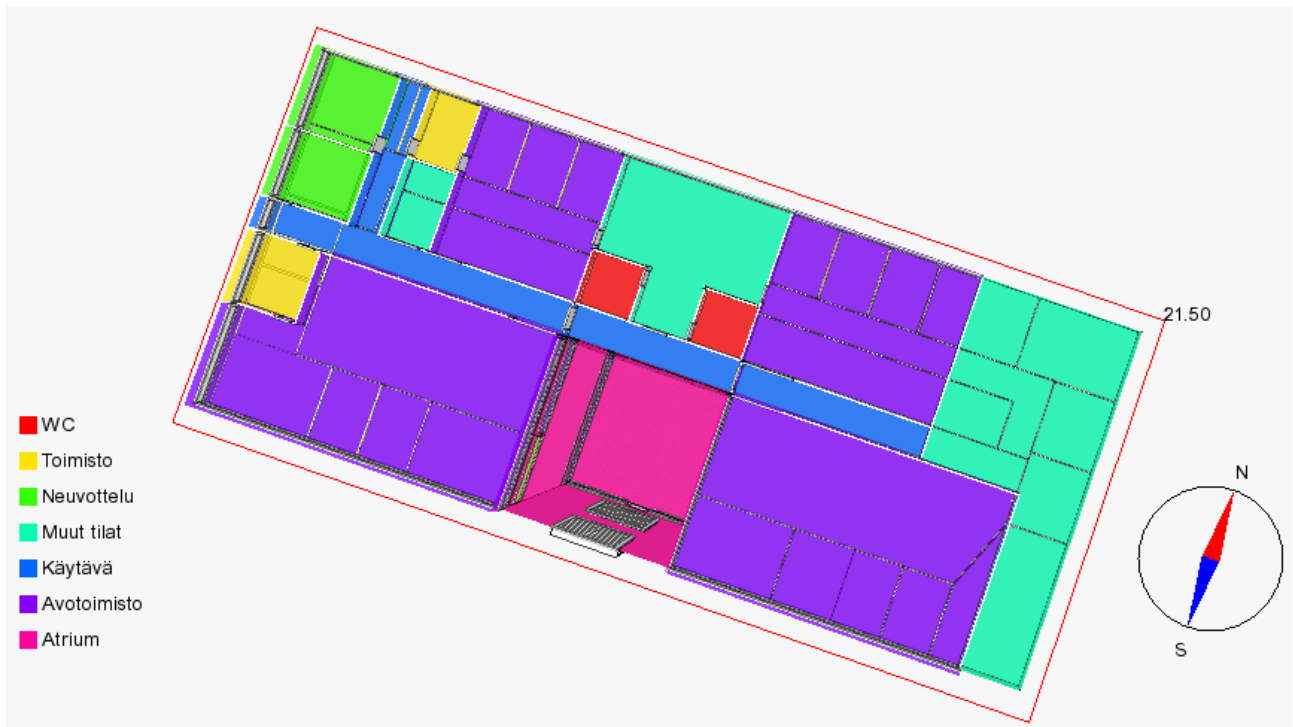
Kuva 1. Dynaamiseen simulointiohjelmaan (IDA ICE 4.5.1) mallinnetun uudistoimistorakennuksen julkisivu etelään



Kuva 2. Dynaamiseen simulointiohjelmaan (IDA ICE 4.5.1) mallinnetun uudistoimistorakennuksen 1. krs tilat



Kuva 3. Dynaamiseen simulointiohjelmaan (IDA ICE 4.5.1) mallinnetun uudistoimistorakennuksen 2-5. krs tilat



Kuva 4. Dynaamiseen simulointiohjelmaan (IDA ICE 4.5.1) mallinnetun uudistoimistorakennuksen 6. krs tilat

2.1 Rakennuksen mallinnuksen suunnitelmien mukaiset lähtötiedot

Taulukko 1. Perustiedot

PERUSTIEDOT		Lähde
E-luvun laskentaan käytetty dynaaminen rakennusmallintamisohjelmisto	IDA ICE 4.5.1	Energiatodistuksen laatijan käyttämä ohjelmisto
Sijaintipaikkakunta	Helsinki	
Rakennusluvan vireilletulovuosi	2013	rakennuslupa asiakirjat
Valmistumisvuosi	2013	rakennuksen asiakirjat
Laskennan säävyöhyke	D3/2012 vyöhyke I (Helsinki-Vantaa)	YM asetus 176/2013, liite 1, kohta 2.1
Käyttötarkoitusero	toimistorakennukset, (toimistorakennukset)	suunnitteluratkaisu, YM asetus 176/2013, liite 2
Kerrosten lukumäärä	6	suunnitteluratkaisu
Alapohjan tyyppi	maanvarainen betonilaatta	suunnitteluratkaisu
Rakennetyyppi	ulkoseinässä ulkopintana peltikasetti ja sisäpintana kipsilevy, väli- ja yläpohjassa ontelolaatta	suunnitteluratkaisu

Taulukko 2. Tilojen lämmitysjärjestelmä

TILOJEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ		Lähde
Lämmöntuottojärjestelmä	kaukolämpö	suunnitteluratkaisu
Lämmönjakojärjestelmä	vesikiertoinen radiaattorilämmitys	suunnitteluratkaisu
Radiaattorilämmityksen meno- ja paluuveden mitoitustilapöytä	menovesi 45 °C paluuvesi 35 °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. Perussuureet

Suure	Arvo	Yksikkö	Lähde	Merkintä
Lämmitetty nettoala	5784,8	m ²	suunnitteluasiakirjat, dynaamiseen simulointiohjelmaan mallinnettujen tilojen lämmitetty nettoala	A_{netto}
Sisälämpötila	21,0	°C	D3/2012 taulukko 2 (Toimistorakennus)	T_s
Dynaamisessa simulointiohjelmassa käytetty maaperämalli			ISO-13370	
Rakennusvaipan ilmanvuotoluku	1,0	m ³ /(h m ²)	Suunnitteluarvo, varmennetaan mittaamalla	q_{50}
Ilmanvuotoluvun yhtälön kerroin, 6 kerroksinen rakennus	15	-	D3/2012 kaava 5 (D5/2012 kaava 3.9)	x
Rakennuksen tehollisen lämpökapasiteetin huomiointi			Mallinnetuilla suunnitelmien mukaisilla rakenteilla dynaamisena simulointina	

Taulukko

Taulukko 5. Rakennusosat

RAKENNUSOSAT	Lähde	U W/(m ² °C)	A^l m ²	T_u °C	UA W/°C
Ulkoseinä ulkoilmaan	Piirustukset	0,14	2058,3	Ulkolämpötila	286,3
Yläpohja	Piirustukset	0,09	1029,7	Ulkolämpötila	92,8
Alapohja	Piirustukset	0,10 ²	1023,6	Maaperä	103,0
Ikkunat	Piirustukset	0,82 ³	972,0	Ulkolämpötila	800,0
Ovet	Piirustukset	1,0	12,0	Ulkolämpötila	12,0
Yhteensä (= rakennusvaipan pinta-ala)			5095,6		

¹ Pinta-alat perustuvat sisämittoihin.

² Alapohjan U-arvo ISO 13370 mukainen

³ Atriumin ikkunat U=1,2 W/m²°C, muut ikkunat U=0,8 W/m²°C.

Taulukko 6. Kylmäsillat

KYLMÄSILLAT	L m	Ψ W/(m °C)	T_u °C	$L\Psi$ 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
Yhteensä				74,1

Ikkunoiden ja ovien ulkoseinäliitosten sekä ulkoseinien ja alapohjien välisten liitosten kylmäsillat tehdyn erillisselvityksen mukaiset. Muut kylmäsillat D5/2012 taulukkojen 3.1 ja 3.2 mukaiset.

Taulukko 7. Simulointiohjelmalla sisämitoilla mallinnuksen vaatimat lisäkonduktanssit. (Näitä käytetään, koska tilat on mallinnettu sisämitoilla).

MALLINNUKSEN VAATIMAT LISÄKONDUKTANSSIT	L m	Ψ W/(m °C)	T_u °C	$L\Psi$ W/°C
Ulkoseinän ja välipohjan liitos *1)	1286,5	0,025	Ulkolämpötila	32,16
Ulkoseinän ja sisäseinän liitos *2)	991,6	0,007	Ulkolämpötila	6,94
Alapohjan ja sisäseinän liitos *3)	477,7	0,009	maa laatan alla	4,30
Yläpohjan ja sisäseinän liitos *4)	401,7	0,0045	Ulkolämpötila	1,81
Yhteensä				45,2

*1) Välipohjan paksuus 0,368 m, Ulkoseinän U-arvo 0,14 W/(m²°C). $\Psi = 0,368 \cdot 0,14 = 0,05$ W/(m²°C) (50% lisäkonduktanssista välipohjan yläpuoliseen tilaan, 50% välipohjan alapuoliseen tilaan)

*2) Sisäseinän paksuus 0,102 m, Ulkoseinän U-arvo 0,14 W/(m²°C). $\Psi = 0,102 \cdot 0,14 = 0,014$ W/(m²°C) (50% lisäkonduktanssista väliseinän molemmilla puolilla oleviin tiloihin)

*3) Sisäseinän paksuus 0,102 m, Alapohjan U-arvo 0,18 W/(m²°C). $\Psi = 0,102 \cdot 0,18 = 0,018$ W/(m²°C) (50% lisäkonduktanssista väliseinän molemmilla puolilla oleviin tiloihin)

*4) Sisäseinän paksuus 0,102 m, Yläpohjan U-arvo 0,09 W/(m²°C). $\Psi = 0,102 \cdot 0,09 = 0,009$ W/(m²°C) (50% lisäkonduktanssista väliseinän molemmilla puolilla oleviin tiloihin)

Taulukko 8. Lämmitysjärjestelmä

Suure	Arvo	Yksikkö	Lähde	Merkintä
Lämmönjakojärjestelmän vuosihyötysuhde	0,9	-	YM asetus 176/2013, liite 1, taulukko 9: vesikiertoinen patterilämmitys 45/35 °C, eristetyt jakojohdot	$\eta_{\text{lämmitys,tilat}}$
Lämmön jakelujärjestelmän apulaitteiden sähkönkulutus	2,0	kWh/(m ² a)	YM asetus 176/2013, liite 1, taulukko 9: vesiradiaattorilämmitys 45/35 °C	e_{tilat}
Kaukolämmön lämmöntuoton vuosihyötysuhde	0,97	-	YM asetus 176/2013, liite 1, taulukko 11: kaukolämpö	η_{tuotto}
Kaukolämmön lämmöntuoton apulaitteiden sähkön ominaiskulutus	0,07	kWh/(m ² a)	YM asetus 176/2013, liite 1, taulukko 11: kaukolämpö	e_{tuotto}

Taulukko 9. Käyttövesi

Suure	Arvo	Yksikkö	Lähde	Merkintä
Lämpimän käyttöveden lämmitysenergian nettotarve	6	kWh/(m ² a)	D3/2012 taulukko 5	
Lämpimän käyttöveden siirron hyötysuhde	0,88	-	YM asetus 176/2013, liite 1, taulukko 5: toimistorakennus, kiertojohto,	$\eta_{\text{lkv,siirto}}$
Lämpimän käyttöveden kierron lämpöhäviö	6	W/m	YM asetus 176/2013, liite 1, taulukko 6: kiertojohdon eristystaso 1,5 D	
Lämpimän käyttöveden varastoinnin vuotuinen lämpöhäviö	0	kWh/a	ei varaajaa	$Q_{\text{lkv,varastointi}}$

Taulukko 10. Ilmanvaihto

Suure	Arvo	Yksikkö	Lähde
Ilmanvaihtojärjestelmä	koneellinen tulo- poistoilmanvaihto		suunnitteluratkaisu
Ilmanvaihtokoneiden lukumäärä	kaksi		suunnitteluratkaisu
Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto	kyllä, kyllä		suunnitteluratkaisu
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton poiskytkentä asetusarvon ylityessä	kyllä, kyllä		suunnitteluratkaisu
Tuloilman jälkilämmitys	kyllä, kyllä		suunnitteluratkaisu
Tuloilman jälkilämmityksen lämmönlähde	vesipatteri, vesipatteri		suunnitteluratkaisu
Tuloilman jäähdytys	kyllä, kyllä	°C	suunnitteluratkaisu
Lämmöntalteenoton lämpötilasuhde (tulo- ja poistoilmavirrat yhtä suuria)	80 % (pääilmanvaihtokone) 55 % (käytävä- ja WC-tilat)	%	laitevalinta, valmistajan ilmoittama arvo
Tuloilman sisäänpuhalluslämpötila	18 – 21°C, 19 – 20°C	°C	ohjaus poistoilman lämpötilan perusteella, suunnitteluratkaisu
Pääilmanvaihtokone	10,33 (poisto), 10,33 (tulo)	m ³ /s	suunnitteluratkaisu
Käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokone, päiväkäyttö arkisin klo 6-19	1,24 (poisto) 1,13 (tulo)	m ³ /s	suunnitteluratkaisu
Käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokone, päiväkäytön ulkopuolella	0,87 (poisto) 0,78 (tulo)	m ³ /s	suunnitteluratkaisu
Jäteilman alin mahdollinen lämpötila	-8 (pääilmanvaihtokone) 0 (käytävä- ja WC-tilat)	°C	laitevalinta, valmistajan ilmoittama arvo
Käytävä- ja WC-tilojen Ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenoton poistoilman vuosihiyötysuhde	0,52	-	Valmistajan ilmoittamista arvoista YM Monisteen 122 mukaisesti laskettuna, liitteen 1 mukaan
Ilmanvaihdon poistoilmavirta mallinnuksessa (E-luvun laskennassa), arkisin klo 06-19	11,57 (poisto), 11,57 (tulo)	m ³ /s	D3/2012 luku 3.2 ja taulukko 2 (tulo- ja poistoilmavirrat yhtä suuria), 2,0 l/sm ²
Pääilmanvaihtokoneelta tuodut ilmavirrat arkisin klo 06-19 (mallinnus)	10,33 (poisto), 10,33 (tulo)	m ³ /s	
Käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneelta tuodut ilmavirrat arkisin klo 06-19 (mallinnus)	1,24 (poisto), 1,24 (tulo)	m ³ /s	
Pääilmanvaihtokoneelta tuodut ilmavirrat arkisin klo 19-06 ja viikonloppuna (mallinnus)	0 (poisto), 0 (tulo)	m ³ /s	
Käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneelta tuodut ilmavirrat arkisin klo 19-06 ja viikonloppuna (mallinnus)	0,87 (poisto), 0,87 (tulo)	m ³ /s	D3/2012 luku 3.3.7, 0,15 l/sm ²
Pääilmanvaihtokoneen SFP-luku	1,8	kW/(m ³ /s)	laitevalinta, valmistajan ilmoittama arvo
Käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen SFP-luku	1,5	kW/(m ³ /s)	laitevalinta, valmistajan ilmoittama arvo

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

Taulukko 11. 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 12. Tilojen ja ilmanvaihdon jäähdytysjärjestelmä

TILOJEN JA ILMANVAIHDON JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ		Lähde	Merkintä
Jäähdytysraja, huonelämpötilan asetusarvo	25°C	D3/2012, taulukko 2, toimistorakennus	T_s
Jäähdytyksen tuottojärjestelmä	kaukojäähdytys	suunnitteluratkaisu	
Kaukojäähdytyksen tuoton kylmäkerroin, lämmönsiirrin	1	D5/2012, taulukko 8.1	ϵ_Q
Jäähdytyksen häviökerroin palkkijäähdytykseen (jäähdytyksen menoveden lämpötila 15°C)	0,1	D5/2012, taulukko 8.2	$\beta_{h_{jv}}$
Jäähdytyksen häviökerroin ilmanvaihdon jäähdytykseen, mallinnus on kondensoiva (jäähdytyksen menoveden lämpötila 10°C)	0,2	D5/2012, taulukko 8.2	$\beta_{h_{ji}}$
Jäähdytyksen apulaitteiden sähkönkulutuksen kulutuskerroin, vesijärjestelmä jäähdytyspalkki	0,06	D5/2012, taulukko 8.3	β_{apu}

Tämän oppaan mukaisessa laskennassa jäähdytyksen nettoenergiatarve lasketaan dynaamisella simulointiohjelmalla. Tämän jälkeen rakennuksen jäähdytysjärjestelmän ostoenergiankulutus lasketaan rakentamismääräyskokoelman osan D5/2012 taulukkojen 8.1 – 8.3 mukaisia arvoja käyttäen.

Taulukko 13. Kuluttajalaitteet, valaistus ja lämpökuormat

Suure	Arvo	Yksikkö	Lähde	Merkintä
Kuluttajalaitteiden ominaisteho	12	W/m ²	D3/2012 luku 3.3 taulukko 3	-
Kuluttajalaitteiden käyttöaste	0,65	-	D3/2012 luku 3.3 taulukko 3	-
Valaistuksen ominaisteho	12	W/m ²	D3/2012 luku 3.3 taulukko 3	-
Valaistuksen käyttöaste	0,65	-	D3/2012 luku 3.3 taulukko 3	-
Lämpökuorma ihmisistä	5	W/m ²	D3/2012 luku 3.3 taulukko 3	-

Taulukko 14. Ikkunat

Suure	Yksikkö	Po	It	Et	Lä	Lähde	Merkintä
Pinta-ala (puite- ja karmirakenteineen)	m ²	342,24	122,80	351,16	155,83	suunnitteluratkaisu	A_{ikk}
Valoaukon auringon säteilyn kokonaisläpäisykerroin	-	0,3	0,3	atrium 0,32; muualla 0,3	0,3	suunnitteluratkaisu	g
Kehäkerroin	-	0,75	0,75	atrium 0,8; muualla 0,75	0,75	suunnitteluratkaisu	$F_{kehä}$
Kaihtimet	-	uloin lasiväli	uloin lasiväli	atriumissa ikkunan ulkop. säleikkö, muualla uloin lasiväli	uloin lasiväli	suunnitteluratkaisu	
Ikkunan sisennys	-	100 mm	100 mm	atriumin ikkunoissa ei, muualla 100 mm	100 mm	suunnitteluratkaisu	

3 Jäähdytysjärjestelmän energiankulutus

Tämän oppaan laskennassa rakennuksen jäähdytyksen nettotarve lasketaan dynaamisella IDA ICE 4.5.1 energiasimulointiohjelmistolla. Jäähdytysjärjestelmän energiankulutus lasketaan tämän jälkeen jäähdytysenergian nettotarpeesta ottamalla huomioon jäähdytyksen häviöt ja jäähdytyksen apulaitteiden sähkönkulutus RakMk D5/2012:ssa esitetyllä tavalla.

3.1 Jäähdytysenergian nettotarve

Vuosisimulointi suoritettiin kohdassa 2 esiteyllä lähtöarvoilla RakMk D3/2012 säävyöhykkeen I Helsinki-Vantaan säätiedoilla (2012). Jäähdytysenergian nettotarpeeksi saatiin 45730 kWh.

IDA ICE 4.5.1 dynaaminen vuosisimulointi

$$Q_{\text{jäähdytys,netto}} = 45730 \text{ kWh} \quad (1)$$

jäähdytyksen nettotarve eritelty ilmanvaihdon (Q_{ji}) ja tilojen (Q_{jv}) jäähdytyksen nettotarpeiksi

$$Q_{\text{jäähdytys,netto}} = Q_{ji} + Q_{jv} = 19795,8 + 25934,1 = 45730 \text{ kWh}$$

3.2 Jäähdytyksen jakelujärjestelmän energiankulutus

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

Rakentamismääräyskokoelman osan D5/2012 taulukon 8.2 mukaisesti jäähdytyksen häviökerroin ilmanvaihtokoneen jäähdytyspatterille β_{hji}

*D5/2012, taulukko 8.2, jäähdytyksen menovesi 10°C *)*

$$\beta_{hji} = 0,2$$

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

Rakentamismääräyskokoelman osan D5/2012 taulukon 8.2 mukaisesti jäähdytyksen häviökerroin palkkijäähdytykseen β_{hjv}

D5/2012, taulukko 8.2, jäähdytyksen menovesi 15°C

$$\beta_{hjv} = 0,1$$

Rakennuksen tilojen ja ilmanvaihdon jäähdytyksen vuotuinen jakelujärjestelmän energiankulutus Q_{jk} lasketaan D5/2012 kaavan 8.1 mukaisesti ilmanvaihdon jäähdytysenergian nettotarpeen Q_{ji} ja huonelaitteiden jäähdytysenergian nettotarpeen Q_{jv} avulla

D5/2012 kaa-
va 8.1

$$Q_{jk} = (1 + \beta_{hji})Q_{ji} + (1 + \beta_{hju})Q_{ju} \quad (2)$$

koko vuosi

$$Q_{jk} = (1 + 0,2) \cdot 19795,8 + (1 + 0,1) \cdot 25934,1 = 52282,5 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}$$

3.3 Jäähdytyksen ostoenergiankulutus

a) Jäähdytysentottojärjestelmän ostoenergiankulutus

Rakennuksen jäähdytys tuotetaan kaukojäähdytyksellä. Jäähdytysenergian tuottoprosessin vuotuinen kylmäkerroin e_E saadaan rakentamismääräyskokoelman osan D5/2012 taulukosta 8.1

D5/2012, taulukko 8.1,
kaukojäähdytys
(lämmönsiirrin)

$$e_E = 1$$

Rakennuksen tilojen ja ilmanvaihdon jäähdytyksen tuottojärjestelmän energiankulutus $Q_{\text{jäähdytys}}$ lasketaan edellä kohdassa 3.2 lasketun jäähdytyksen jakelujärjestelmän energiankulutuksen Q_{jk} ja jäähdytysenergian tuottoprosessin vuotuisen kylmäkerroimen e_E avulla rakentamismääräyskokoelman osan D5/2012 kaavalla 8.3.

D5/2012, kaava
8.3

$$Q_{\text{jäähdytys}} = \frac{Q_{jk}}{e_E} \quad (3)$$

koko vuosi

$$Q_{\text{jäähdytys}} = \frac{52282,5}{1} = 52282,5 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}$$

ostettua kaukojäähdytysenergiaa

b) Jäähdytysentotton apulaitteiden sähköenergiankulutus

Rakennuksen huonetiloja jäähdyttävät jäähdytyspalkit, jolloin rakentamismääräyskokoelman osan D5/2012 taulukon 8.3 mukaisesti käytetään apulaitteiden sähkönkulutuksen kulutuskertoimena β_{apu}

D5/2012, taulukko
8.3, palkkijäähdytys

$$\beta_{apu} = 0,06$$

Jäähdytysentotton apulaitteiden sähköenergiankulutukseksi $W_{\text{jäähd,apu}}$ saadaan edellä kohdassa 3.2 lasketun jäähdytyksen jakelujärjestelmän energiankulutuksen Q_{jk} avulla rakentamismääräyskokoelman osan D5/2012 kaavalla 8.5

D5/2012 kaa-
va 8.5

$$W_{\text{jäähd,apu}} = \beta_{apu} Q_{jk} \quad (4)$$

koko vuosi

$$W_{jäähd,apu} = 0,06 \cdot 52282,5 = 3137,0 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}$$

ostettua sähköenergiaa

4 Dynaamisella simuloinnilla saadut tulokset

Energiatodistuksen (50/2013) mukaisella rakennuksen energiankulutuksen simuloinnilla saatiin alla olevan kuvan 5 mukaiset laskentatulokset. Simulointituloksissa on mukana kaikki energiatodistuksen (50/2013) mukaisen rakennuksen kokonaisenergiankulutuslaskennan osat, ainoastaan jäähdytyksen tuotto-prosessin kylmäkerroin, jäähdytyksen häviöt sekä jäähdytyksen apulaitteiden sähkönkulutusta ei ole tuloksissa mukana.

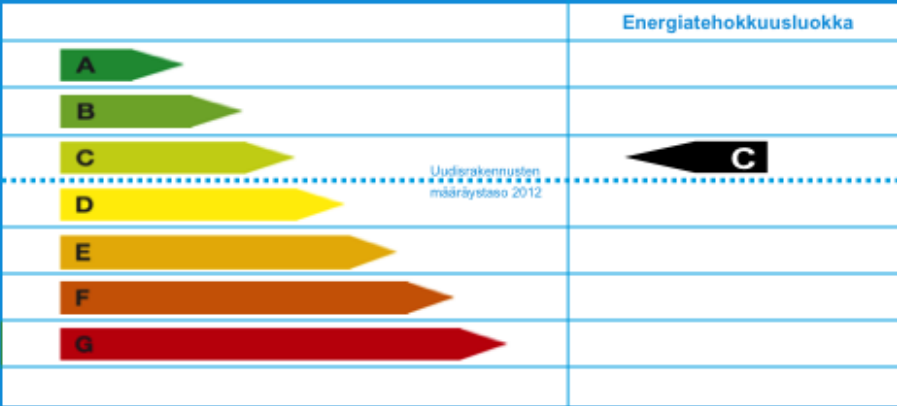
		Ostoenergiankulutus		Kokonaisenergia	
		kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²
■	Valaistus	128930	22.3	219181	37.9
■	Ilmanvaihto, pumput, apulaitteet	84065	14.5	142910	24.7
	Yhteensä, Kiinteistö-sähkö	212995	36.8	362091	62.6
■	Kaukolämpö	143245	24.8	100271	17.3
■	Kaukojäähdytys	45730	7.9	18292	3.2
■	LKV, kaukolämpö	46272	8.0	32390	5.6
	Yhteensä, kaukolämpö	189517	32.8	132662	22.9
	Yhteensä	448242	77.5	513044	88.7
□	Laitteet	128930	22.3	219181	37.9
	Yhteensä, Asukkaan sähkö	128930	22.3	219181	37.9
	Yhteensä	577172	99.8	732225	126.6

Kuva 5. Rakennuksen dynaamisesti vuosisimuloinnin tulokset. Rakennuksen kokonaisenergiankulutus jäähdytyksen nettoenergiatarpeeseen asti määritettynä.

Jäähdytysjärjestelmän ostoenergiankulutus on laskettu simulointiohjelmalla saadusta jäähdytysenergian nettotarpeesta luvun 3 mukaisesti ottamalla huomioon jäähdytyksen häviöt ja jäähdytyksen apulaitteiden sähkönkulutus RakMk D5/2012:ssa esitetyllä tavalla.

Simulointiohjelmasta saadut laskennan tulokset on esitetty edellä kuvassa 5 ja tähän oppaaseen liitetyssä rakennuksen energiatodistuksessa. Tämän rakennuksen kokonaisenergiankulutukseksi eli E-luvuksi on saatu 128 kWh_E/(m² a).

5 Energiatodistus

ENERGIATODISTUS																	
Rakennuksen nimi ja osoite:	Ympäristöministeriön energiatodistusoppaan 2013 esimerkki Uudistoimistorakennus																
Rakennustunnus: Rakennuksen valmistumisvuosi:	2013																
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka:	Toimistorakennukset																
Todistustunnus:																	
 <table border="1"><thead><tr><th>Energiatodistusluokka</th><th>Energiatodistusluokka</th></tr></thead><tbody><tr><td>A</td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td></tr><tr><td>C</td><td>C</td></tr><tr><td>D</td><td></td></tr><tr><td>E</td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td></tr><tr><td>G</td><td></td></tr></tbody></table> <p>Uudisrakennusten määräystaso 2012</p> <p>Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku) 128 kWh_E / (m² vuosi)</p>		Energiatodistusluokka	Energiatodistusluokka	A		B		C	C	D		E		F		G	
Energiatodistusluokka	Energiatodistusluokka																
A																	
B																	
C	C																
D																	
E																	
F																	
G																	
Todistuksen laatija: Eero Energiatodistuksenlaatija	Yritys: Yritys oy																
Allekirjoitus: <i>Eero Energiatodistuksenlaatija</i>																	
Todistuksen laatimispäivä: 12.11.13	Viimeinen voimassaolopäivä: 12.11.23																

Energiatodistus perustuu lakiin rakennuksen energiatodistuksesta (50/2013).

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA

Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala	5784,8 m ²
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	Vesiradiaattorit 45/35 oC, eristetyt jakojohdot
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Koneellinen tulo/poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla, kaksi ilmanvaihtokonetta

Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)		
sähkö	345 062	59,6	1,7	101,4
kaukolämpö	189 517	32,8	0,7	22,9
kaukojäähdytys	52 283	9,0	0,4	3,6
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	257 862	44,6		
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				128

Rakennuksen energiatehokkuusluokka

Käytetty E-luvun luokitteluaasteikko

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

C

E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiankulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.

ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET

Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Suosituksia on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Toimistorakennukset			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2014	Lämmitetty nettoala	5 785	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q ₅₀	1,0	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	U x A W/K	Osuus lämpöhäviöistä %
Ulkoseinät	2 058,3	0,14	288,2	20%
Yläpohja	1 029,7	0,09	92,7	7%
Alapohja	1 023,6	0,10	102,4	7%
Ikkunat	972,0	0,82	797,0	56%
Ulko-ovet	12,0	1,00	12,0	1%
Kylmäsiilat	-	-	119,3	8%
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g khtaistuuera-arvo	
Pohjoinen	342,2	0,82	0,33	
Koillinen	-	-	-	
Itä	122,8	0,82	0,33	
Kaakko	-	-	-	
Etelä	351,2	0,82	0,34	
Lounas	-	-	-	
Länsi	155,8	0,82	0,33	
Luode	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Koneellinen tulo/poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla, kaksi ilmanvaihtokonetta			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW / (m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto °C
Pääilmanvaihtokone	10,33/10,33	1,8	65%	-8,0
Käytävä- ja sosiaali-tilojen ilmanvaihtokone	1,13/1,24	1,5	55%	0,0
Ilmanvaihtojärjestelmä	-	-	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:				
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Vesiradiaattorit 45/35 °C, eristetyt jakojohdot			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin¹	Apulaitteiden sähkönkäyttö² kWh/(m ² vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys	97 %	90%	-	2,0
Lämpimän käyttöveden valmistus	97%	88%	-	0,01
¹ vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
² lämpöpumpujärjestelmässä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	0	0		
Ilmalämpöpumppu	0	0		
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	1,0			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	103,0	6,0		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Ihmiset	65%	5,0		
Kuluttajalaitteet	65%		12,0	
Valaistus	65%			12,0

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitukseluokka	Toimistorakennukset			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2014			
Lämmitetty nettoala, m ²	5784,8			
E-luku, kWh _E / (m ² vuosi)	128			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWh _E /vuosi kWh _E /(m ² vuosi)	
sähkö	345 062	1,7	586605	101,4
kaukolämpö	189 517	0,7	132662	22,9
kaukojäähdytys	52 283	0,4	20913	3,6
YHTEENSÄ	586 861		740 180	128
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
lämpöpumpun lämmönlähteestä ottama energia		0	0,0	
aurinkolämpö		0	0,0	
aurinkosähkö		0	0,0	
tuulisähkö		0	0,0	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys ¹		2,0	8,2	-
Tuloilman lämmitys		0,0	15,8	-
Lämpimän käyttöveden valmistus		0,01	7,8	-
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		12,5	-	-
Jäähdytysjärjestelmä		0,5	-	9,0
Kuluttajalaitteet ja valaistus		44,6	-	-
YHTEENSÄ		59,6	31,8	9,0
¹ Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys ²		42 631	7,4	
Ilmanvaihdon lämmitys ³		91 577	15,8	
Lämpimän käyttöveden valmistus		34 647	6,0	
Jäähdytys		45 730	7,9	
² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
Lämpökuormat				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Aurinko		112 919	19,5	
Henkilöt		49 530	8,6	
Kuluttajalaitteet		128 931	22,3	
Valaistus		128 931	22,3	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöistä		3 040	0,5	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero		IDA ICE 4.5.1		

TOTEUTUNUT ENERGIANKULUTUS

Saatavilla olevat ostoenergian määrät ilmoitetaan sellaisenaan ilman lämmöntarvelukukorjausta.

Toteutunut ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala 3168 m²

Ostettu energia

Kaukolämpö
Kokonaissähkö
 Kiinteistö sähkö
 Käyttäjäsähkö
Kaukojäähdytys

kWh/vuosi

kWh/(m² vuosi)

Ostetut polttoaineet¹

Kevyt polttoöljy
Pilkkeet (havu- ja sekapuu)
Pilkkeet (koivu)
Puupelletit

polttoaineen
määrä
vuodessa

yksikkö

litra
pino-m³
pino-m³
kg

muunnos-
kerroin kWh:ksi

10
1300
1700
4,7

kWh/vuosi

kWh/(m² vuosi)

¹ Selostus ostettujen polttoaineiden määrän arvioinnista (yksikköä vuodessa) tulee esittää kohdassa "Lisämerkintöjä".

Toteutunut ostoenergia yhteensä

Sähkö yhteensä
Kaukolämpö yhteensä
Polttoaineet yhteensä
Kaukojäähdytys
YHTEENSÄ

kWh/vuosi

kWh/(m² vuosi)

Toteutunut energiankulutus riippuu mm. rakennuksen käyttäjien lukumäärästä ja käyttötottumuksista, käyttöajoista, sisäisistä kuormista, rakennuksen sijainnista ja vuotuisista sääolosuhteista. Laskennallisessa tarkastelussa nämä asiat on vakioitu. 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.

TOIMENPIDE-EHDOTUKSET ENERGIA TEHOKKUUDEN PARANTAMISEKSI

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Huomiot - ulkoseinät, ulko-ovet ja ikkunat

--	--	--	--	--

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoennergian säästö	Sähkö, ostoennergian säästö	Jäähdytys, ostoennergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh _E /(m ² vuosi)
1				
2				
3				

Huomiot ylä- ja alapohja

--	--	--	--	--

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoennergian säästö	Sähkö, ostoennergian säästö	Jäähdytys, ostoennergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh _E /(m ² vuosi)
1				
2				
3				

Huomiot - tilojen ja käyttöveden lämmitysjärjestelmät

--	--	--	--	--

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoennergian säästö	Sähkö, ostoennergian säästö	Jäähdytys, ostoennergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh _E /(m ² vuosi)
1				
2				
3				

Huomiot - ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät

--	--	--	--	--

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenergian säästö	Sähkö, ostoenergian säästö	Jäähdytys, ostoenergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh _E /(m ² vuosi)
1				
2				
3				

Huomiot - valaistus, jäähdytysjärjestelmät, sähköiset erillislämmitykset ja muut järjestelmät

--	--	--	--	--

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenergian säästö	Sähkö, ostoenergian säästö	Jäähdytys, ostoenergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh _E /(m ² vuosi)
1				
2				
3				

Suosituksia rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon

--	--	--	--	--

Lisätietoja energiatehokkuudesta

Motiva Oy - Asiantuntija energian ja materiaalien tehokkaassa käytössä, www.motiva.fi

LISÄMERKINTÖJÄ

Liite 1. Käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen määrittäminen

Laskenta on tehty ympäristöministeriön internetsivuilta (www.ymparisto.fi) löytyvällä ”D3 LTO-laskin 2012” excel taulukolla. Laskenta suoritettiin suunnitelmista saaduilla ilmavirroilla, lämmöntalteenottolaitteiden lämpötilasuhteilla ja lämmöntalteenoton jäätymissuojauksen asetuksilla.

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 ³ /s	Mitoitus-poistoilmavirta m ³ /s	Käyttö-ilmavirta-kerroin
Toimisto IV-kone	Toimistotilat	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	

Ilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde ($\eta_{a, ivkone}$)

Säävyöhykke		
I (II) Helsinki-Vantaa TRY 2012 testivuosi	52%	100%
III Jyväskylän TRY 2012 testivuosi	52%	100%
IV Sodankylä TRY 2012 testivuosi	51%	98%

© Ympäristöministeriö, LTO-laskin 2012 (versio marraskuu 2011)

Toimistotilojen käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteeksi 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 ³ /s	Mitoitus-poistoilmavirta m ³ /s	Käyttö-ilmavirta-kerroin
Toimisto IV-kone	Toimistotilat	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	

Ilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde ($\eta_{a, ivkone}$)

Säävyöhykke		
I (II) Helsinki-Vantaa TRY 2012 testivuosi	52%	100%
III Jyväskylän TRY 2012 testivuosi	52%	100%
IV Sodankylä TRY 2012 testivuosi	51%	98%

© Ympäristöministeriö, LTO-laskin 2012 (versio marraskuu 2011)

Käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteeksi (E-lukulaskentaan) saatiin alla olevan mukaisesti 52 %.

Keskimääräiset poistoilmavirrat ja ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) vuosihyötysuhteet, kun rakennuksessa on useita ilmanvaihtokoneita ja niillä erilaisia käyttöaikoja.

Rakennuskohde	YM energiatodistusoppaan 2013 esimerkki,
Rakennuslupatunnus	Uudistoimistorakennus
Rakennustyyppi	Uudistoimistorakennus
Pääsuunnittelija	
Laskelman tekijä	Eero Energiatodistuksenlaatija
Päiväys	12.11.2013

Käytävä- ja WC-tilojen ilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen laskenta

**TASAUSSLASKENTA-
LOMAKKEESEEN**

Poistoilmavirta, m ³ [q _{v,p}]	Ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde, % [η _v]
1,013	52,0 %

Taulukko 1. Lämpimät tilat

Poistoilman lämmöntalteenottovaatimuksen piiriin kuuluvat ilmanvaihtokoneet		Käyttötapa	Mitoitus- tuloilmavirta m ³ /s	Mitoitus- poistoilmavirta m ³ /s	Käyttö- ilmavirta- kerroin	Käyttöajan keskimääräinen poistoilmavirta, m ³ /s	Käyntiaikatekijät		Käyntiajoilla painotettu poistoilmavirta, m ³ /s	Ilmanvaihtokoneen LTO:n vuosihyötysuhde, % [η _{v, koneet}]
Kone	Palvelualue						τ _d h/vrk	τ _w 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	Iltayökäyttö, arkisin	0,78	0,87	1	0,870	11	5	0,285	52%
Käytävä- ja WC-tilat	Käytävä- ja WC-tilat	Viikonloppu- käyttö	0,78	0,87	1	0,870	24	2	0,249	52%