



E-luvun laskenta C&E-ohjelmistolla

Sirpa Ujanen

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2019

Talotekniikan koulutus
LVI-talotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutus
LVI-talotekniikka

UJANEN SIRPA:
E-luvun laskenta C&E-ohjelmistolla

Opinnäytetyö 79 sivua, joista liitteitä 42 sivua
Huhtikuu 2019

Tässä opinnäytetyössä laadittiin E-luvun laskentaopas MagiCAD Comfort & Energy -ohjelmistolle, joka koostuu MagiCAD Groupin kehittämästä MagiCAD Room -sovelluksesta sekä Granlund Oy:n kehittämästä olosuhde- ja energia-simulointiohjelmisto Riuskasta. Asumisen rahoittamis- ja kehityskeskus (ARA) oli pyytänyt opinnäytetyön toimeksiantajalta selkeää laskentaoppaasta ohjelmistoon energiatodistuksen laadintaa ja E-luvun laskentaa ajatellen, koska tällä hetkellä energiatodistusrekisteriin vietävien energiatodistusten laatu vaihtelee huomattavasti.

Laskentaopas keskittyy pääasiassa Riuskan käytön opastamiseen, sillä varsinainen E-luku lasketaan sen avulla. MagiCAD Roomia oppaassa käsitellään sen verran kuin E-luvun laskennassa on oleellista. Oppaan laadinnassa hyödynnettiin ohjelmistojen vanhoja käyttöohjeita ja voimassa olevia asetuksia sekä rakennusten energiatehokkuus- ja energiatodistusohjeita.

Opinnäytetyön lopputuloksena saatiin laadittua laskentaopas, joka toimii kokeneelle Riuska-käyttäjälle tukena E-luvun laskennassa, jotta kaikki laskentaan liittyvät asiat tulevat varmasti huomioiduksi. Hiukan kokemattomia käyttäjiä opas tukee yhdessä Riuskan varsinaisen käyttöohjeen kanssa. Toimeksiantajan lisäksi laskentaoppaan on tarkoitus mennä myös ARAn käyttöön.

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering
HVAC Building Services

SIRPA UJANEN
Calculating E-value with C&E Software

Bachelor's thesis 79 pages, appendices 42 pages
April 2019

The objective of this thesis was to create an instruction manual to calculate the E-value with MagiCAD Comfort & Energy software. MagiCAD Comfort & Energy software consist of MagiCAD Room which is developed by MagiCAD Group and RIUSKA, an comfort and energy simulation application developed by Granlund. The thesis was commissioned because the client has received a request from the Housing Financing and Development Center of Finland to make an instruction manual for this purpose because the quality of calculation results is not consistent.

The instruction manual is mainly focused on Riuska because the actual E-value is calculated with that software. MagiCAD Room is dealt with in the guide as much as it is essential for the E-value calculation. Older instruction manuals and the existing legislation was used as a background of this thesis.

As an end result, the instruction manual was created to help experienced to utilise in E-value calculation to make sure that all necessary issues are observed. For the inexperienced user the instuction manual is useful together with the Riuska instruction guide. The manual comes into use for the client and it is forwarded also to the Housing Financing and Development Center of Finland.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	ENERGIATODISTUS.....	7
	2.1 Energiatodistukseen liittyvä lainsäädäntö	7
	2.2 Energiatodistuksen tarkoitus	7
	2.3 E-luku.....	8
	2.4 Rakennusten luokitteluasteikot ja energiatehokkuusluokat	9
	2.5 Energiatodistuksen laatijan pätevyys	11
	2.6 Koska energiatodistus tarvitaan	12
3	E-LUVUN LASKENTA	14
	3.1 Laskennan periaate.....	14
	3.2 E-luvun laskennan lähtötiedot	15
	3.2.1 Sää tiedot	15
	3.2.2 Rakennuksen vakioitu käyttö.....	15
	3.2.3 Rakenteet	18
	3.2.4 Lämmitetty nettoala	19
	3.2.5 Rakennusosien pinta-alat.....	20
	3.2.6 Ilmanvaihto	20
	3.2.7 Vuotoilma	21
	3.2.8 Lämmin käyttövesi.....	23
	3.2.9 Lämmitysjärjestelmä.....	27
	3.2.10 Sähkö.....	30
	3.2.11 Jäähdytys.....	31
	3.3 Erityistapaukset.....	31
	3.3.1 Varaava tulisija	31
	3.3.2 Ilma-ilmalämpöpumppu pienessä asuinrakennuksessa	32
	3.3.3 Asuinkerrostalojen märkätilojen sähköinen lattialämmitys ..	32
4	MAGICAD COMFORT & ENERGY.....	33
5	E-LUVUN LASKENTAOPAS	34
	5.1 Laskentaoppaan tavoite	34
	5.2 Laskentaoppaan laadinnan lähtökohdat.....	34
	5.3 Laskentaoppaan toteutus	35
6	YHTEENVETO	36
	LÄHTEET.....	37

LIITTEET	38
Liite 1. Rakennuksen energiatehokkuuden luokitteluasteikot.....	38
Liite 2. MagiCAD Comfort & Energy – laskentaopas (ei julkinen)	43

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön taustalla on toimeksiantajan tarve laskentaoppaalle E-luvun laskentaa varten MagiCAD Comfort & Energy -sovelluksella. MagiCAD Comfort & Energy koostuu MagiCAD Group:n kehittämästä MagiCAD Room -sovelluksesta sekä Granlund Oy:n kehittämästä olosuhde- ja energiasimulointiohjelmisto Riuskasta. Kyseessä on Suomessa laajalti käytössä oleva sovellus, jota käytetään esimerkiksi jäähdytystehojen simuloimiseen sekä energiatodistuksien laadintaan. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi MagiCAD Group Oy, joka kehittää ohjelmistoja ja palveluita rakennus- ja talotekniikka-alan yrityksille.

Asumisen rahoittamis- ja kehityskeskuselta (ARA) on tullut toimeksiantajalle pyyntö selkeämmästä laskentaoppaasta Riuskaan energiatodistuksen laadintaa ja E-luvun laskentaa ajatellen, koska tällä hetkellä Energiatodistusrekisteriin vietävien energiatodistusten laatu vaihtelee huomattavasti. Laadun vaihtelun uskotaan johtuvan suureksi osaksi siitä, että energiatodistuksen laatijat eivät osaa käyttää energiatodistuksen laadintasoftwarea riittävän hyvin.

Opinnäytetyön tarkoituksena on luoda kattava laskentaopas E-luvun laskentaan MagiCAD Comfort & Energy -sovelluksella. Tämän toivotaan vähentävän energiatodistusrekisteriin vietävien energiatodistusten laadun vaihtelua.

Opinnäytetyön alussa käsitellään energiatodistusta, siihen liittyvää lainsäädäntöä, todistustenlaatijoiden pätevyysvaatimuksia sekä E-luvun laskentaan liittyviä asioita niiltä osin kuin laskentaopasta laadittaessa nähdään tarpeelliseksi. Tämän jälkeen esitellään MagiCAD C&E- ohjelmistoa ja varsinaista laskentaoppaan laadintaa. Laskentaoppaan laadinnan aluksi selvitetään kaikki asiat, joita E-luvun laskennassa tulee huomioida sekä Riuskan osalta asiat, jotka ovat havaittu epäselviksi. Varsinainen laskentaoppaan laadinta perustuu pitkälti voimassa olevien asetusten, lakien sekä oppaiden läpikäymiseen ja tämän selvitystyön pohjalta näistä saatuja tietoja siirretään laskentaoppaaseen. Valmis laskentaopas laaditaan toimeksiantajan käyttämään mallipohjaan ja se on tämän opinnäytetyön liitteenä.

2 ENERGIATODISTUS

2.1 Energiatodistukseen liittyvä lainsäädäntö

Vuoden 2018 alussa tuli voimaan uudistunut energiatodistusasetus, joka muodostaa yhtenäisen kokonaisuuden yhdessä rakennusten energiatehokkuutta koskevan lainsäädännön kanssa ja kannustaa energiatehokkaampaan rakentamiseen. Muutoksen taustalla oli rakennusten energiatehokkuutta koskeva EU-direktiivi (2010/31/EU), jonka perusteella maankäyttö- ja rakennuslakia muutettiin siten, että vuoden 2018 alusta alkaen uusien rakennusten tulee olla lähes nollaenergiarakennuksia. Nollaenergiarakennuksella tarkoitetaan rakennusta, jolla energiatehokkuus on korkea ja niiden tarvitsema energia on katettu pitkälti uusiutuvalla energialla. (Haakana 2018; Valtioneuvosto 2017; Ympäristöministeriö 2017)

Korvautuvaan asetukseen (176/2013) verrattuna keskeisiä muutoksia olivat pääasiassa terminologian selkeyttäminen sekä laskentasääntöjen ja rakennusten ryhmittely energialuokituksissa yhdenmukaisiksi lähes nollaenergiarakentamiseen liittyvien asetusten kanssa. Myös energiatodistuslomaketta ja sen täyttöohjetta päivitettiin muutoksen yhteydessä. (Haakana 2018; Valtioneuvosto 2017; Ympäristöministeriö 2017)

2.2 Energiatodistuksen tarkoitus

Energiatodistuksen ja siihen liittyvän lainsäädännön tarkoituksena on edistää rakennuksen energiatehokkuutta ja uusiutuvan energian käyttöä sekä pienentää rakennuksen energiankulutusta ja hiilidioksidipäästöjä. Energiatodistus on hyvä työkalu rakennusten vertailuun, koska energiatodistus perustuu vain rakennuksen ominaisuuksiin ja niistä johtuvaan energiankulutukseen. Tällöin vertailun kohteena on vain itse rakennus, ei käyttäjät. (Motiva 2019)

Energiatodistus tarvitaan uudisrakennukselle rakennuslupaa haettaessa sekä olemassa oleville rakennuksille myynti- tai vuokraustilanteissa. Energiatodistus

sisältää myös ehdotuksia rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseksi. Energiatodistus on voimassa, kunnes se korvataan uudella, mutta kuitenkin enintään 10 vuotta sen laadintapäivästä. (50/2013 5-8§; Motiva 2019)

2.3 E-luku

Energiatodistuksessa energiatehokkuuden luokittelu perustuu rakennuksen laskennalliseen energiatehokkuuden vertailulukuun eli E-lukuun. E-luku on energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen vakioituun käyttöön perustuva vuotuinen ostoenergiankulutus lämmitettyä nettoalaa kohden. (50/2013 9§)

E-luku lasketaan määrittämällä aluksi rakennuksen vakioituun käyttöön perustuva laskennallinen ostoenergian kulutus ja tämän jälkeen painottamalla saatu laskennallinen ostoenergian kulutus energiamuodoittain kunkin energiamuodon kertoimella. Näin saadaan yhteenlaskettu tulos rakennuksen lämmitettyä nettoalaa (A_{netto}) kohden vuodessa. E-luvun yksiköksi saadaan näin kilowattituntia_E lämmitettyä nettoalaa kohden vuodessa ($\text{kWh}_E / (\text{m}^2 \text{ a})$). (50/2013 9§; 1048/2017, 4)
Nykyiset voimassa olevat energiamuotojen kertoimet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Energiamuotojen kertoimet (788/2017, 1§)

Käytössä oleva energiamuoto	Energiamuotojen kerroin
Sähkö	1,20
Kaukolämpö	0,50
Kaukojäähdytys	0,28
Fossiiliset polttoaineet	1,00
Rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet	0,50

2.4 Rakennusten luokitteluasteikot ja energiatehokkuusluokat

Rakennukset luokitellaan käyttötarkoituksensa mukaan laskennallisen energiatehokkuuden vertailuluvun eli E-luvun mukaan eri energiatehokkuusluokkiin. Energiatehokkuusluokka saadaan laskennallisesti rakennuksen vakioidun käytön mukaisilla arvoilla, paitsi luokassa 9, jossa laskenta tehdään pääsääntöisesti käyttäen suunniteltuja tai toteutuneita arvoja. Energiatodistuksessa käytetään energiatodistusasetuksen mukaisia esitettyjä rakennustyyppikohtaisia E-luvun luokitteluasteikkoja (A-G). Luokitteluasteikon raja-arvot määräytyvät rakennuksen käyttötarkoituksen perusteella ja pienten asuinrakennusten kohdalla myös pinta-alasta riippuen. (Vuolle, M. & Sankelo, P. 2018, 10)

Rakennusten käyttötarkoituseräluokat ovat yhtenevät energiatehokkuusasetuksen 1010/2017 mukaisten käyttötarkoituseräluokkien kanssa:

1. pienet asuinrakennukset (1 a–c), rivitalot ja 2-kerroksiset asuinkerrostalot (1d)
2. asuinkerrostalot, joissa on asuinkerroksia vähintään kolmessa kerroksessa
3. toimistorakennukset
4. liikerakennukset
5. majoitusliikerakennukset
6. opetusrakennukset ja päiväkodit
7. liikuntahallit, lukuun ottamatta uimahalleja ja jäähalleja
8. sairaalat
9. muut rakennukset, kuten varastorakennukset, liikenteen rakennukset, uimahallit, jäähallit, päivittäistavarakaupan alle 2000 m² yksiköt sekä siirtokelpoiset rakennukset (Vuolle, M. & Sankelo, P. 2018,10-11)

Rakennuksen käyttötarkoituseräluokan mukaisesti laskettu E-luku ei uudisrakennuksilla saa ylittää taulukon 2 mukaisia raja-arvoja. (1010/2107 4§). Rakennusten käyttötarkoituseräluokan mukaiset energiatehokkuusluokan E-luvun luokitteluasteikot on esitetty liitteessä 1. (1048/2017, 22-26)

Taulukko 2. Laskennallisen energiatehokkuuden vertailuluvun vaatimustasot käyttötarkoitukseluokittain (1010/2107 4§)

Käyttötarkoitukseluokka	E-luvun raja-arvo, kWh _E / (m ² a)
Luokka 1 Pienet asuinrakennukset	200-0,6 x A _{netto}
a) Erillinen pientalo ja ketjutalon osana oleva rakennus, joiden lämmitetty nettoala (A _{netto}) on 50-150 m ²	
b) Erillinen pientalo ja ketjutalon osana oleva rakennus, joiden lämmitetty nettoala (A _{netto}) on enemmän kuin 150 m ² mutta kuitenkin enintään 600 m ²	116-0,04 x A _{netto}
c) Erillinen pientalo ja ketjutalon osana oleva rakennus, joiden lämmitetty nettoala (A _{netto}) on enemmän kuin 600 m ²	92
d) Rivitalo ja asuinkerrostalo, jossa asuinkerroksia enintään kahdessa kerroksessa	105
2) Asuinkerrostalo, jossa asuinkerroksia vähintään kolmessa kerroksessa	90
3) Toimistorakennus, terveyskeskus	100
4) Liikerakennus, tavaratalo, kauppakeskus, myymälärakennus lukuun ottamatta alle 2000m ² yksikköä, myymälähalli, teatteri, ooppera-, konsertti- ja kongressitalo, elokuvateatteri, kirjasto, arkisto, museo, taidegalleria, näyttelyhalli	135
5) Majoitusliikerakennus, hotelli, asuntalo, palvelutalo, vanhainkoti, hoitolaitos	160
6) Opetusrakennus ja päiväkot	100
7) Liikuntahalli lukuun ottamatta uimahallia ja jäähallia	100
8) Sairaala	320
9) Muu rakennus, varastorakennus, liikenteen rakennus, uimahalli, jäähalli, päivittäistavarakaupan alle 2000m ² yksikkö, siirtokelpoinen rakennus	ei raja-arvoa

Rakennuksen eri käyttötarkoituseräluokkiin kuuluviin osiin on sovellettava kunkin osan mukaisia E-luvun raja-arvoja. Jos rakennuksen osan lämmitetty nettoala on alle 10 prosenttia koko rakennuksen lämmitetystä nettoalasta tai rakennuksen osan lämmitetty nettoala on alle 50 neliometriä, rakennuksen osa voidaan laskea pinta-alaltaan suurimpaan käyttötarkoituseräluokkaan kuuluvaksi. (1010/2017 5§)

2.5 Energiatodistuksen laatijan pätevyys

Energiatodistuksen laatijan pätevyysvaatimukset on säädetty energiatoimintalain (50/2013). Energiatodistuksen laatijalla tulee olla energiatoimintalain laatijan pätevyys ja hänen tulee olla rekisteröitynä energiatoimintalain laatijan rekisteriin. Tätä rekisteriä ylläpitää Asumisen ja rahoittamisen kehityskeskus ARA. Energiatodistuksen laatijan pätevyyden saamiseksi energiatoimintalain laatijalla tulee olla laatimistehtävän vaativuustason mukainen soveltuva tekniikan alan tutkinto tai tämän korvaavaa työkokemusta. Lisäksi pätevyyden saamiseksi tulee olla suoritettuna energiatoimintalain laatijakoe, jolla osoitetaan perehtyneisyys energiatoimintalain laadintaan ja energiatoimintalain koskevaan lainsäädäntöön. (50/2013 12§; Vuolle, M. & Sankelo, P. 2018, 23-24)

Energiatodistuksen laatijan pätevyksiä on kahdentasoisia, perustason laatijapätevyys tai ylemmän tason laatijapätevyys. Perustason laatijapätevyyden haltija voi laatia energiatoimintalain rakennukselle tai rakennuksen osalle, jossa laskennallisen kokonaisenergiankulutuksen laskemiseen käytetään kuukausitason laskentamenetelmää. Ylemmän tason laatijapätevyyden omaava henkilö voi laatia energiatoimintalain myös silloin, kun laskennallisen kokonaisenergiankulutuksen laskemiseen käytetään laskentamenetelmää, jonka lämmönsiirron laskenta ottaa huomioon rakenteiden lämmönvarausominaisuuden ajasta riippuvaisena (dynaaminen laskentamenetelmä). Käytännössä näitä kohteita ovat jäähdytetyt uudisrakennukset. (50/2013 12§; 170/2013 1-3§; Motiva 2019)

Energiatodistuksen laatijan pätevyys on voimassa määräajan, joka saa olla enintään seitsemän vuotta sitä koskevan päätöksen antamisesta. Pätevyyden uudis-

tamiseksi energiatodistuksen laatijan tulee pitää ammattitaitoaan yllä energiatodistusten laatimisella, ammattitaitoa ylläpitävällä koulutuksella tai näihin rinnastettavalla tavalla. (50/2013 13§; Motiva 2019)

2.6 Koska energiatodistus tarvitaan

Lain mukaan energiatodistus tarvitaan, kun rakennusta tai sen osaa myydään tai vuokrataan, tulee ostajan tai vuokralaisen saada nähdä voimassa oleva energiatodistus. Lisäksi energiatodistus vaaditaan, kun haetaan rakennuslupaa uudisrakennukselle, jolloin se on osa rakennuksen energiaselvitystä. Julkisissa rakennuksissa energiatodistus on joissain tilanteissa laadittava esille laittoa varten. (Vuolle, M. & Sankelo, P. 2018, 8)

Energiatodistustilain mukaan energiatodistusvaatimus ei kuitenkaan koske seuraavanlaisia rakennuksia:

- rakennus, jonka kerrosala alle 50m²
- loma-asunto, jota ei käytetä majoituselinkeinoon harjoittamiseen
- tilapäinen rakennus, jonka käyttöaika alle 2 vuotta
- teollisuus- tai korjaamorakennukset
- muuhun kuin asuinkäyttöön tarkoitettu maanrakennus
- rakennus, jota käytetään hartauden harjoittamiseen tai muuhun uskonnolliseen toimintaan
- suojellut kohteet
- puolustushallinnon rakennus, johon tai jonka käyttöön liittyy salassa pidettävää tietoa (Motiva 2019)

Joissain erityistilanteissa energiatodistus voidaan myös laatia kevennetyn menettelyn mukaisesti. Kevennettyä menettelyä voi käyttää, jos myytävä tai vuokrattava kohde (rakennus, kiinteistö, huoneisto tai sen hallintaoikeus enintään kaksi asuinhuoneistoa käsittävissä asuinrakennuksessa) on arvoltaan vähäinen. Kohteen arvo määritellään vähäiseksi, jos kohteen myyntihinta alittaa 50 000 euroa tai kohteen vuokra kuukaudessa alittaa 350 euroa. Muita perusteltuja syitä

kevennetyn menettelyn käyttämiseen ovat tilanteet, jossa kohde myydään tai vuokrataan lähisukulaisten välillä tai kohdetta ei esitellä julkisesti myyntiä varten tai tarjota myytäväksi julkisesti esillä olevalla tavalla. Kevennetyn menettelyn mukaisesti energiatodistus laaditaan omalla lomakkeellaan, ja rakennuksen energiatehokkuutta kuvataan tunnuksella H. (170/2013 4§; Motiva 2019)

3 E-LUVUN LASKENTA

3.1 Laskennan periaate

E-luvun laskennassa selvitetään rakennuksen laskennallinen energiantarve. Rakennuksen energiantarve koostuu tilojen, ilmanvaihdon ja käyttöveden lämmitystarpeesta, mahdollisista jäähdytystarpeista sekä valaistuksen ja kuluttajalaitteiden sähköenergiantarpeesta. Laskennassa otetaan huomioon myös rakennukseen tulevan auringonsäteily, poistoilmasta tai jätevedestä talteenotettu energia sekä sisäiset lämpökuormat, jotka voidaan vähentää varsinaisesta lämmitysenergiantarpeesta. (Vuolle, M. & Sankelo, P. 2018)

Lämmitysjärjestelmän energiankulutus lasketaan lämmitysenergian nettotarpeesta ja laskennassa otetaan huomioon myös järjestelmähäviöt, jotka sisältävät lämmitysenergian luovutuksen, jakelun ja varastoinnin. Lämmitysenergian nettotarpeella tarkoitetaan sitä energiaa, joka tarvitaan lämmittämään tiloja, tuloilmaa sekä käyttövettä. Lämmitysjärjestelmän energiankulutus pitää eritellä sähkö- ja lämpöenergian osalta. (Vuolle, M. & Sankelo, P. 2018, 26-27)

Vastaavasti jäähdytysjärjestelmän energiankulutus lasketaan jäähdytyksen nettotarpeesta ottamalla huomioon järjestelmähäviöt, jotka muodostuvat jäähdytysenergian luovutuksen, jakelun ja varastoinnin häviöistä, sekä ottamalla huomioon jäähdytyksen tuoton häviöt ja muunnokset että jäähdytysjärjestelmään ympäristössä olevasta energiasta otettu energia. Myös jäähdytysjärjestelmän energiankulutus pitää eritellä eri energiamuotojen osalta. (Vuolle, M. & Sankelo, P. 2018, 26-27)

Ilmanvaihtojärjestelmän energiankulutus koostuu puhallinsähköstä ja mahdollisten apulaitteiden, kuten pumput, taajuusmuuttajat ja toimilaitteet, sähkönkulutuksesta. Tuloilman lämmitys huomioidaan osana lämmitysjärjestelmän energian kulutusta. (Vuolle, M. & Sankelo, P. 2018, 26-27)

Laskennallinen ostoenergian kulutus koostuu siis lämmitys-, jäähdytys- ja ilmanvaihtojärjestelmien ja niiden apulaitteiden, kuluttajalaitteiden ja valaistuksen

energiankulutuksesta energiamuodoittain eriteltynä. Rakennuksen laskennalliset ostoenergiat painotetaan energiamuotojen kertoimilla ja lasketaan yhteen E-luvun saamiseksi. Ostoenergiankulutusta ja näin ollen E-lukua on mahdollista pienentää, jos pystytään hyödyntämään ympäristöstä otettua energiaa (esim. aurinkopaneelit ja -keräimet, lämpöpumput, paikallinen tuulienergia), jota käytetään rakennuksen energiantuotannossa. (Vuolle, M. & Sankelo, P. 2018, 26-27)

3.2 E-luvun laskennan lähtötiedot

3.2.1 Säätiiedot

E-luvun laskennassa käytetään asetuksen 1010/2017 liitteen 1 mukaisia säävyöhykkeen I eli Helsinki-Vantaan säätiietoja. (1048/2017, 6; 1010/2017 9§)

3.2.2 Rakennuksen vakioitu käyttö

Ostoenergian kulutus on laskettava käyttötarkoitukseluokittain säädetyillä vakioituilla lähtöarvoilla. Tähän kuuluvat ulkoilmavirrat ja huonelämpötilat (Taulukko 3), rakennuksen vakioitu sekä lämpimän käyttöveden vakioitu käyttö (Taulukko 5). Rakennuksen vakioidulla käytöllä tarkoitetaan energiatehokkuusasetuksen mukaista rakennuksen vakioitua vuorokautista ja viikoittaista käyttöaika, keskimääräistä valaistuksen, kuluttajalaitteiden ja ihmisten läsnäolon käyttöastetta rakennuksen käyttöajan aikana sekä sisäisiä lämpökuormia lämmitettyä nettoalaa kohti (taulukko 4). (1010/2017 10-12§; 1048/2017, 5-6)

Taulukko 3. Käyttötarkoitukseluokan mukaiset ulkoilmavirrat ja huonelämpötilat (1010/2017, 10§)

Käyttötarkoitukseluokka	Ulkoilmavirta dm ³ /(s m ²)	Lämmitysraja °C	Jäähdytysraja °C
Luokka 1)	0,4	21	27
Luokka 2)	0,5	21	27
Luokka 3)	2	21	25
Luokka 4)	2	18	25
Luokka 5)	2	21	25
Luokka 6)	3	21	25
Luokka 7)	2	18	25
Luokka 8)	4	22	25

Poistoilmavirrat lasketaan ulkoilmavirtaa vastaavilla arvoilla ja käyttötarkoitukseluokissa 3-8 rakennuksen ilmanvaihdon ulkoilmavirtana tulee käyttöajan ulkopuolella käyttää vähintään arvoa 0,15 dm³/ (s m²). (1010/2017 10§)

Energiatehokkuusasetuksen mukaan joissakin tapauksissa voidaan poiketa vaikoitidun käyttötarkoitukseluokan mukaisista arvoista:

- Käyttötarkoitukseluokan 2 rakennuksissa, jossa asukkaalla on mahdollista ohjata huoneistokohtaisesti tulo- ja poistoilmavirtoja, voidaan rakennuksen ulkoilmavirtana käyttää arvoa 0,4 dm³/ (s m²). (1010/2017 10§; Liljeström, K & Salomaa, R. 2018, 12-13)
- Tarpeenmukaisella ilmanvaihdolla varustetussa rakennuksen tilassa, mitä ohjataan läsnäolon tai olosuhdemittaukseen perustuvalla rakennusautomaatiojärjestelmällä, voidaan käyttää 20% pienempää ulkoilmavirran arvoa tai ilmanvaihtosuunnitelmaan perustuen määrittää tarpeenmukaisen ilmanvaihdon suhteellinen vaikutus taulukossa 3 esitettyyn ulkoilmavirran arvoon. Ilmanvaihtosuunnitelmaan perustuvassa tarkastelussa ilmanvaihtoa voidaan tilan ilmanvaihtoa laskettaessa pienentää kuitenkin enintään arvoon 0,35 dm³/ (s m²). (1010/2017 10§; Liljeström, K & Salomaa, R. 2018, 12-13)

Taulukko 4. Käyttötarkoitukseluokan mukainen vakioitu käyttö (1010/2017, 11§)

Käyttötarkoitukseluokka	Kellonaika	Käyttöaika		Käyttöaste	Sisäinen lämpökuorma lämmitettyä nettoalaa kohti		
		Vuorokautinen h/24h	Viikoittainen d/7d		-	Valaistus W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²
Luokka 1)	00:00-24:00	24	7	valaistus 0,1 muut 0,6	6	3	2
Luokka 2	00:00-24:00	24	7	valaistus 0,1 muut 0,6	9	4	3
Luokka 3)	07:00-18:00	11	5	0,65	10	12	5
Luokka 4)	08:00-21:00	13	6	1	19	1	2
Luokka 5)	00:00-24:00	24	7	0,3	11	4	4
Luokka 6)	08:00-16:00	8	5	0,6	14	8	14
Luokka 7)	08:00-22:00	14	7	0,5	10	0	5
Luokka 8)	00:00-24:00	24	7	0,6	7	9	8

Jos rakennukselle on tehty valaistussuunnitelma, jossa lämpökuorma on määritetty tilatyypikohtaisesti valaistuksen tehottiheyden ja valaistuksen ohjauksen perusteella, voidaan valaistuksen lämpökuorman arvona käyttää taulukossa 4 esitetystä arvoista poiketen valaistussuunnitelman mukaista arvoa. (1010/2017 11§)

Taulukko 5. Käyttötarkoitukseluokan mukainen lämpimän käyttöveden vakioitu käyttö (1010/2017, 12§)

Käyttötarkoitukseluokka	Lämpimän käyttöveden lämmitysenergian nettotarve vuodessa kWh/(m ² a)
Luokka 1)	35
Luokka 2)	35
Luokka 3)	6
Luokka 4)	4
Luokka 5)	40
Luokka 6)	11
Luokka 7)	20
Luokka 8)	30

Taulukon 5 mukaisista arvoista poiketen lämpimän käyttöveden lämmitysenergian nettoarvona voidaan kuitenkin käyttää 15% pienempiä arvoja, jos rakennuksen käyttövesiverkosto on varustettu vakiopaineventtiilillä tai muulla vastaavalla painetasoa säätävällä tekniikalla. (1010/2017 12§)

3.2.3 Rakenteet

Uusien rakennusten rakenteiden lämmönläpäisykertoimina eli U-arvoina käytetään suunnitelmien mukaisia arvoja. Olemassa oleville rakennuksille nämä tiedot on mahdollista saada rakennuksen asiakirjoista, muista asiakirjoista kuten rakentamisajankohdan rakentamismääräyksistä tai rakennushankkeissa noudatetuista ohjeista. Mikäli näitä tietoja olemassa oleville rakennuksille ei kuitenkaan saada selvitettyä, voidaan laskennassa käyttää energiatodistusasetuksen mukaisia taulukoituja eri aikakausien rakennusten U-arvoja, jotka on esitetty taulukossa 6. (1048/2017, 8)

Taulukko 6. Rakenteiden lämmönläpäisykertoimet eri aikakausina, W/m²K (1048/2017, 9)

Rakennusosa	Rakennusluvun virailletulo vuosi								
	-1969	1969-	1976-	1978-	1985-	10/2003-	2008-	2010-	2012-2018-
Lämpimät tilat									
Ulkoseinä	0,81	0,81	0,70	0,35	0,28	0,25	0,24	0,17*	0,17*
Maanvarainen alapohja	0,47	0,47	0,40	0,40	0,36	0,25	0,24	0,16	0,16
Ryömintätilainen alapohja	0,47	0,47	0,40	0,40	0,40	0,20	0,20	0,17	0,17
Ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,35	0,35	0,35	0,29	0,22	0,16	0,16	0,09	0,09
Yläpohja	0,47	0,47	0,35	0,29	0,22	0,16	0,15	0,09	0,09
Ovi	2,2	2,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,0	1,0
Ikkuna	2,8	2,8	2,1	2,1	2,1	1,4	1,4	1,0	1,0
Puolilämpimät tilat									
Ulkoseinä	0,81	0,81	0,70	0,60	0,45	0,40	0,38	0,26*	0,26*
Maanvarainen alapohja	0,60	0,60	0,60	0,60	0,45	0,36	0,34	0,24	0,24
Ryömintätilainen alapohja	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,30	0,28	0,26	0,26
Ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,60	0,60	0,60	0,60	0,45	0,30	0,28	0,14	0,14
Yläpohja	0,60	0,60	0,60	0,60	0,45	0,30	0,28	0,14	0,14
Ovi	2,2	2,2	2,0	2,0	2,0	1,8	1,8	1,4	1,4
Ikkuna	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	1,8	1,8	1,4	1,4

Kylmäsilat rakenteiden liitosten välillä tulee myös huomioida laskelmissa. Yleensä kylmäsiltojen ominaislämpöhäviöt ja pituudet määritetään rakennuksen asiakirjoista. Mikäli tietoja ei saada selville, voidaan arvoina käyttää energiatehokkuuden laskentaohjeen mukaisia taulukkoarvoja, jotka on esitetty taulukossa 7. Taulukkoarvojen käyttö edellyttää, että liitokset on toteutettu hyvän rakentamistapauksen mukaisesti pyrkien minimoimaan liitosalueelle syntyvät kylmäsilat. Olemassa oleville rakennuksille kylmäsiltojen suuruus voidaan myös arvioida lisäämällä +10 % rakennuksen lämpöhäviöihin. (1048/2017, 9)

Taulukko 7. Ohjearvoja viivamaisen kylmäsilan aiheutamalle lisäkonduktanssille, $W/(mK)$ (Ympäristöministeriö 2018, 19)

Ulkoseinä- materiaali	Lisäkonduktanssi Ψ_s , $W/(m K)$									
	Yläpohjan (ulkonurkka) runkomateriaali			Välipohjan runko- materiaali			Alapohjan runkomateriaali			
	betoni	kevyt- betoni	puu	betoni	kevyt- betoni	puu	betoni maan- vast.	betoni ryöm. tila	kevyt- betoni ryöm. tila	puu ryöm. tila
betoni	0,08		0,04	0,00			0,24	0,28		
kevytbetoni	0,18	0,06	0,04	0,10	0,00		0,09	0,08	0,03	
kevytsora- betoni	0,13		0,04	0,07			0,15	0,11		
tiili	0,08		0,04	0,00			0,17	0,06		
puu			0,05			0,05	0,10			0,06
hirsi			0,04			0,00	0,11			0,09

Liitos	Lisäkonduktanssi Ψ_s , $W/(m K)$					
	Ulkoseinän runkomateriaali					
	betoni	kevyt- betoni	kevyt- sora- betoni	tiili	puu	hirsi
ulkoseinien välinen liitos, ulkonurkka	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05
ulkoseinien välinen liitos, sisänurkka	-0,06	-0,05	-0,05	-0,05	-0,04	-0,05
ikkuna- ja oviliitos, lämmöneristeen kohdalla ^{*)}	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
ikkuna- ja oviliitos muussa tapauksessa	0,15	0,07	0,10	0,10	0,07	0,07

^{*)} Karmi peittää vähintään 40 % lämmöneristeen kokonaispaksuudesta.

Liitos	Lisäkonduktanssi Ψ_s , $W/(m K)$
ulkoseinän ja yläpohjan liitos	0,3
ulkoseinän ja alapohjan liitos	0,5
ulkoseinän ja välipohjan liitos	0,2
ulkoseinien välinen liitos, ulkonurkka	0,1
ulkoseinien välinen liitos, sisänurkka	-0,1
ikkuna- ja oviliitos	0,2

Ikkunan valoaukon kohtisuoran auringonsäteilyn kokonaisläpäisykertoimena ($g_{\text{kohtisuora}}$) käytetään ikkunoiden tuotetiedoissa määritettyjä arvoja. Mikäli tuotetiedoissa määritettyjä arvoja ei ole käytettävissä, käytetään arvoa 0,6. Jos käytetään energiatehokkuudenlaskentaohjeen mukaista laskentamenetelmää, auringonsäteilyn läpäisyn kokonaiskorjauskertoimelle ($F_{\text{läpäisy}}$) käytetään arvoa 0,5 tai tarkemmin määriteltyä arvoa, mikäli sellainen on käytettävissä. Muilla menetelmillä voidaan käyttää vaikutukseltaan vastaavia kertoimia. (1048/2017, 9)

3.2.4 Lämmitetty nettoala

Laskennassa käytetty lämmitetty nettoala on lämmitettyjen kerrostasoalojen summa, niitä ympäröivien ulkoseinien sisäpintojen mukaan laskettuna. Vaihtoehtoisesti lämmitetty nettoala voidaan laskea lämmitetystä bruttoalasta, mutta silloin bruttoalasta täytyy vähentää ulkoseinien rakennusosa-ala. (1048/2017, 7-8)

Uuden rakennuksen nettoala saadaan rakennuksen suunnitelmista tai rakennuksen energiaselvityksestä. Olemassa olevan rakennuksen lämmitetty nettoala täytyy selvittää ajantasaisista asiakirjoista, kuten piirustuksista tai tietomalleista. Jos energiatodistus laaditaan vain rakennuksen osalle, edellä mainittuja sääntöjä sovelletaan myös rakennuksen osan nettoalaa määritettäessä. (1048/2017, 7-8)

Puolilämpimät tilat (esim. ullakko tai muut varastot) otetaan huomioon tarkastelussa lämpiminä tiloina ja lämmittämättömät tilat jätetään tarkastelun ulkopuolelle ja niiden pinta-alaa ei oteta laskentaan mukaan. Jos rakennuksessa on rakennuksen sisällä tai siihen rakenteellisesti liittyvä moottoriajoneuvosuoja, niiden pinta-alaa ei sisällytetä rakennuksen lämmitettyyn nettoalaan energiatodistuksen laadinnassa. (1048/2017, 7-8)

3.2.5 Rakennusosien pinta-alat

Ostoenergian kulutuksen laskennassa rakennusvaipan eri rakennusosien pinta-alat tulee määrittää rakennuksen kokonaissisämittojen mukaan. Uusilla rakennuksilla tiedot selviävät yleensä rakennussuunnitelmista ja olemassa olevien rakennusten tiedot voidaan selvittää ajantasaisista asiakirjoista kuten piirustuksista tai tietomalleista tai tarkastuksen yhteydessä. (1048/2017, 8)

3.2.6 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon käyntiajat ja ilmamäärät ovat energiatehokkuusasetuksessa säädettyjä käyttötarkoitukseluokan mukaisia vakioituja arvoja. Jos laskenta tehdään ottamalla huomioon rakennuksessa oleva tarpeenmukainen ilmanvaihto, tulee noudattaa energiatehokkuusasetuksen 1010/2017 säännöksiä. (1048/2017, 10)

Ilmanvaihdon lämmitysenergian nettotarpeen ja sähkönkulutuksen laskennassa uusille rakennuksille tulee käyttää suunnitelmien mukaisia arvoja lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteelle ja SFP- luvulle eli ilmanvaihdon ominaissähköte-

holle. Olemassa oleville rakennuksille nämä tiedot pyritään saamaan mahdollisimman tarkasti rakennuksen asiakirjoista. Mikäli arvoja ei pystytä selvittämään, tulee arvoina käyttää energiatodistusasetuksen liitteen mukaisia taulukoituja arvoja, jotka on esitetty taulukossa 8. (1048/2017, 10)

Taulukko 8. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteita ja ominaissähkötehoja (1048/2017, 10)

Rakennusluvan vireilletulovuosi	- 1969	1969-	1976-	1978-	1985-	10/2003-	2008-	2010-	2012-	2018-
Vuosihyötysuhde	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	30 %	30 %	45 %	45 %	55 %

Ilmanvaihtojärjestelmä	Rakennusluvan vireilletulovuosi		
	-2012	2012-	2018-
Painovoimainen	0,0 kW/m ³ /s	0,0 kW/m ³ /s	0,0 kW/m ³ /s
Koncellinen poisto	1,5 kW/m ³ /s	1,0 kW/m ³ /s	0,9 kW/m ³ /s
Koncellinen tulopoisto	2,5 kW/m ³ /s	2,0 kW/m ³ /s	1,8 kW/m ³ /s

Ilmanvaihdon lämmitysenergian nettotarpeella tarkoitetaan sitä lämmitysenergian tarvetta, joka koostuu ilman lämmittämisestä lämmöntalteenoton jälkeen tuloilman lämpötilaan sekä mahdollisesta lämmittämisestä ennen lämmöntalteenottoa jäätymisen estämiseksi. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde lasketaan laitetietojen mukaisista lämpötilasuhteista esimerkiksi Tasa-laskentaopas 2018: n liitteen mukaisella tavalla. Sähköenergiankulutuksella tarkoitetaan tässä yhteydessä puhallinsähköä ja muiden apulaitteiden, kuten pumppujen, taajuusmuuttajien ja säätölaitteiden, sähkönkulutusta. (1048/2017, 10)

3.2.7 Vuotoilma

Tilojen vuotoilman lämpöenergiankulutuksen laskenta perustuu rakennuksen tai sen osan ilmanpitävyyteen, joka ilmaistaan ilmanvuotoluvulla. Vuotoilmavirta lasketaan (kaava 1) rakennusvaipan ilmanvuotoluvusta q_{50} , jolla tarkoitetaan rakennusvaipan keskimääräistä vuotoilmavirtaa tunnin aikana rakennusvaipan neliometriä kohden paine-eron ollessa 50 Pa. Näin vuotoilmavirran yksiköksi saadaan m³/ (h m²). Vaipan pinta-ala määritetään kokonaissisäpintojen mukaan. (1048/2017, 11; Ympäristöministeriö 2018, 21)

$$q_{v,vuotoilma} = \frac{q_{50}}{3600 * x} A_{vaiippa} , \quad (1)$$

jossa

$q_{v,vuotoilma}$ vuotoilmavirta, m³/s

q_{50} rakennusvaipan ilmanvuotoluku, m³/ (h m²)

$A_{vaiippa}$ rakennusvaipan pinta-ala (alapohja mukaanluettuna), m²

X kerroin, joka on yksikerroksisille rakennuksille 35, kaksikerroksisille 24, kolmi- ja neli-kerroksisille 20 ja viisikerroksisille ja sitä korkeimmille rakennuksille 15 kerroskorkeuden ollessa noin 3 m. Vain maapinnan yläpuoliset kerrokset otetaan huomioon.

3600 kerroin, joka muuttaa ilmavirran yksiköstä m³/h yksikköön m³/s

Uusilla rakennuksilla ilmanpitävyyden lähtötietona käytetään rakennusvaipan ilmanvuotoluvun suunnitteluarvoa, jos ilmanpitävyys tullaan osoittamaan mitaamalla. Olemassa olevilla rakennuksilla ilmanvuotoluku pitää selvittää mitaamalla, suunnitelmista tai ajantasaisista asiakirjoista. Mikäli ilmanvuotolukua ei voida selvittää, tulee luku määrittää energiatodistusasetuksen taulukoituja arvoja käyttäen. Taulukkoarvoina (taulukko 9) on esitetty rakennuksen ilmanvuotoluku n_{50} , koska se on ollut aiemmin käytetty tapa kuvata ilmanpitävyyttä, mutta ilmanvuotoluku q_{50} voidaan kuitenkin laskea seuraavasti (1048/2017, 11)

$$q_{50} = \frac{n_{50}}{A_{vaiippa}} V, \quad (2)$$

jossa

q_{50} = rakennusvaipan ilmanvuotoluku 50 Pa: n paine-erolla, m³/ (h m²)

n_{50} = rakennuksen ilmanvuotoluku 50 Pa: n paine-erolla, 1/h

V = rakennuksen ilmatilavuus, m³

$A_{vaiippa}$ = rakennusvaipan pinta-ala (alapohja mukaan luettuna), m²

Taulukko 9. Rakennuksen ilmanvuotoluku (1048/2017, 11)

Rakennusluvun vireilletulovuosi	- 1969	1969-	1976-	1978-	1985-	10/2003-	2008-	2010-	2012-2018-
Rakennuksen ilmanvuotoluku n_{50}	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	4,0	4,0	4,0	
Rakennusvaipan ilmanvuotoluku q_{50}									4,0

3.2.8 Lämmin käyttövesi

Lämpimän käyttöveden nettoenergian tarpeen laskennassa käytetään energiatehokkuusasetuksessa säädettyjä arvoja. Lämpimän käyttöveden ostoenergiankulutus lasketaan nettoenergiantarpeesta ottamalla huomioon jakelun, kierroksen, varastoinnin ja tuoton häviöt. (1048/2017, 11-12)

Lämpimän käyttöveden jakelun hyötysuhde voidaan selvittää erillisselvityksellä, jolloin sen perusteella saatua arvoa tulee käyttää laskennassa. Jos hyötysuhdetta ei selvitetä, hyötysuhteena käytetään energiatodistusasetuksen liitteessä taulukoituja arvoja, jotka on esitetty taulukossa 10. Mikäli lämpimän käyttöveden eristystasoa ei pystytä selvittämään, tulee hyötysuhteelle käyttää energiatodistusasetuksessa annettuja rakennustyyppikohtaisia eristämättömän putken arvoja. Taulukossa eristyspaksuus on ilmoitettu jakojohdon halkaisijaan D suhteutettuna. Tässä 0,5 D tarkoittaa eristyspaksuutta, joka on puolet eristettävän putken halkaisijasta ja 1,5 D tarkoittaa eristystä, jonka paksuus on 1,5-kertainen eristettävän putken halkaisijaan nähden. (1048/2017, 11-12; Ympäristöministeriö 2018, 44)

Taulukko 10. Lämpimän käyttöveden jakelun hyötysuhde (1048/2017, 11)

Rakennustyyppi	Lämpimän käyttöveden jakelun hyötysuhde, $\eta_{kv, siirto}$				
	Kierto	Ei kiertoa			
		eristämätön	suojaputkessa	eristetty, perustaso ¹⁾	eristetty, parempi ²⁾
Erillinen pientalo sekä rivi- ja ketjutalot	0,96	0,75	0,85	0,89	0,92
Asuinkerrostalo	0,97	0,76	0,86	0,90	0,94
Toimistorakennus	0,88	0,69	0,78	0,82	0,85
Liikerakennus	0,87	0,68	0,77	0,81	0,84
Majoitusliikerakennus	0,97	0,76	0,86	0,90	0,94
Opetusrakennus ja päiväkot	0,89	0,70	0,79	0,83	0,86
Liikuntahalli	0,98	0,77	0,87	0,91	0,95
Sairaala	0,94	0,74	0,84	0,88	0,91
Muut rakennukset	0,98	0,77	0,87	0,91	0,95
¹⁾ eristyksen perustaso tarkoittaa vähintään eristyspaksuutta 0,5 D, missä D on putken halkaisija					
²⁾ eristyksen parempi taso tarkoittaa vähintään eristyspaksuutta 1,5 D, missä D on putken halkaisija					

Jos rakennuksessa on lämpimän käyttöveden kierto, tulee sen lämpöhäviöt selvittää ja ottaa huomioon laskennassa. Lämpöhäviön ominaisteho voidaan selvittää erillisselvityksellä ja käyttää tätä arvoa laskennassa ja muissa tapauksissa käyttää energiatodistusasetuksen taulukoituja rakennustyyppikohtaisia arvoja (taulukko 11).

Taulukko 11. Lämpimän käyttöveden kiertojohtoon lämpöhäviön ominaisteho (1048/2017, 12)

Eristystaso	Kiertojohtoon lämpöhäviön ominaisteho, $\Phi_{kv, kierto, omin}$
Ei tietoa	40 W/m
0,5 D	10 W/m
1,5 D	6 W/m
Suojaputki	15 W/m
Suojaputki + 0,5 D	8 W/m
Suojaputki + 1,5 D	5 W/m

Merkintä 0,5 D tarkoittaa eristyspaksuutta, joka on puolet eristettävän putken ulkohalkaisijasta. Merkintä 1,5 D tarkoittaa eristyspaksuutta, joka on 1,5-kertainen eristettävän putken ulkohalkaisijaan nähden.

Mikäli lämpimän käyttöveden kiertojohtoon on kytketty kuivaukseen käytettäviä lämmityslaitteita, mutta niiden lukumäärää ei tiedetä, lisätään kiertojohtoon

lämpöhäviön ominaistehoon +40 W/m. Mikäli lämmityslaitteiden lukumäärä tiedetään, voidaan tarkemman tiedon puuttuessa käyttää yhden lämmityslaitteen tehona arvoa 200 W. (Ympäristöministeriö 2018, 45)

Lämpimän kiertojohtojen pituus voidaan selvittää uuden rakennuksen suunnitelmista, olemassa olevan rakennuksen asiakirjoista tai paikan päällä. Mikäli kiertojohtojen pituutta ei saada selvitettyä, käytetään taulukoituja rakennustyyppikohtaisia arvoja (taulukko 12). Kiertojohtojen pituus lasketaan ominaispituuden avulla kertomalla ominaispituus rakennuksen lämmitetyllä nettoalalla. (1048/2017, 12; Ympäristöministeriö 2018, 45)

Taulukko 12. Lämpimän käyttöveden kiertojohtojen pituus (1048/2017, 14)

Rakennustyyppi	Kiertojohtojen ominaispituus, m/m ²
Erillinen pientalo sekä rivi- ja ketjutilat	0,20
Asuinkerrostalo	0,20
Toimistorakennus	0,06
Liikerakennus	0,06
Majoitusliikerakennus	0,25
Opetusrakennus ja päiväkotit	0,20
Liikuntahalli	0,06
Sairaala	0,25
Muut rakennukset	0,06

Lämpimän käyttöveden varastoinnin häviö voidaan selvittää rakennuksen tarkastuksen yhteydessä, jolloin tätä arvoa voidaan käyttää laskennassa. Muissa tapauksissa käytetään taulukoituja arvoja (taulukko 13). (1048/2017, 12)

Taulukko 13. Lämpimän käyttöveden varastoinnin häviö (1048/2017, 14)

Varaajan tilavuus, l	Varaajan lämpöhäviö, $Q_{kv,varastoinni}$, kWh/vuosi	
	40 mm eriste	100 mm eriste
50	440	220
100	640	320
150	830	420
200	1000	500
300	1300	650
500	1700	850
1000	2100	1100
2000	3000	1500
3000	4000	2000

Energiatohokkuusasetuksessa määritellään, että lämpimän käyttöveden kierron lasketusta lämpöhäviöstä ei aiheudu rakennuksen tiloihin lämpökuormaa, mikäli kiertojohdon sijainti on vaipan eristeen ulkopuolella. Jos taas kiertojohto sijaitsee eristeessä, rakennuksen tilojen lämpökuormaan tulee lisätä 25% lämpimän käyttöveden kierron lasketusta lämpöhäviöstä. Mikäli kiertojohto on vaipan sisäpuolella, vastaava luku on 50%. Lisäksi jos lämpimän käyttöveden varaaja sijaitsee rakennuksen vaipan sisäpuolella, rakennuksen tilojen lämpökuormaan on lisättävä 50% myös varaajan lasketusta lämpöhäviöstä. (1010/2017, 18§; 1048/2017, 12)

Lämpimän käyttöveden kiertopumpun sähköenergian kulutus voidaan laskea energiatohokkuuden laskentaohjeen kohdan 6.3.4 mukaisesti (kaava 3) tai muulla vastaavalla tavalla. (1048/2017, 13; Ympäristöministeriö 2018, 46)

$$W_{lkv,pumppu} = P_{lkv,pumppu} t_{lkv,pumppu} \frac{365}{1000} \quad (3)$$

jossa

$W_{lkv,pumppu}$ lämpimän käyttöveden kiertopumpun sähköenergiankulutus, kWh/a

$P_{lkv,pumppu}$ lämpimän käyttöveden kiertojohdon pumpun sähkömoottorin ottoteho, W

$t_{lkv,pumppu}$ lämpimän käyttöveden kiertojohdon pumpun käyttöaika, h/vrk

Pumpun käyttöaikana $t_{lkv,pumppu}$ käytetään arvoa 24h/vrk. Mikäli tarkempaa tietoa pumpun sähkömoottorin tehontarpeesta ei ole, voidaan pumpun sähkömoottorin ottotehona $P_{lkv,pumppu}$ käyttää virtaamasta riip-puvaa arvoa 200 W/ (dm³ s) kerrottuna mitoitettulla virtaamalla. (Ympäristöministeriö 2018, 46)

3.2.9 Lämmitysjärjestelmä

Tilat

Lämmitysjärjestelmän tilojen lämmityksen energiankulutus lasketaan jakamalla tilojen lämmitysenergian nettotarve lämmitysjärjestelmän lämmönjaon ja -luovutuksen hyötysuhteella. Vuosihyötysuhde ja apulaitteiden sähkökäyttö voidaan selvittää rakennuksen tarkastuksen yhteydessä, jollain näitä arvoja käytetään myös laskennassa. Jos arvoja ei saada tällä tavalla selvitettyä, käytetään taulukoituja (taulukko 14) arvoja sekä vuosihyötysuhteelle että apulaitteiden ominais-sähkökäytölle. Poikkeuksena se, mikäli vesikiertoisten lämmitysjärjestelmien lämmityslaitteiden säätöventtiilit ovat pääasiassa käsikäyttöisiä, taulukosta valitaan sopiva järjestelmä ja käytetään sen hyötysuhteen arvoa kerrottuna 0,9. Lämmitysjärjestelmän lämmönjaon ja -luovutuksen apulaitteiden sähkökulutus lasketaan kertomalla ominaissähkökäytöt rakennuksen lämmitetyllä nettoalalla. (1048/2017, 16)

Taulukko 14. Lämmitysjärjestelmän lämmönjaon ja -luovutuksen vuosihyötysuhteiden ja apulaitteiden sähkökäytön ohjearvoja (1048/2017, 15)

Lämmitysratkaisu	Vuosihyötysuhde $\eta_{sähk}$	Sähkökäyttö kWh/(m ² vuosi)
Vesiradiaattori 45/35 °C		
jakojohtot eristettyjä	0,90	2
jakojohtot eristämättömiä	0,85	
Vesiradiaattori 70/40 °C		
jakojohtot eristettyjä	0,90	2
jakojohtot eristämättömiä	0,80	
Vesiradiaattori 90/70 °C		
jakojohtot eristettyjä	0,85	2
jakojohtot eristämättömiä	0,80	
Vesiradiaattori 70/40 °C jakotukilla		
	0,80	2
Vesiradiaattori 45/35 °C jakotukilla		
	0,85	2
Vesikiertoinen lattialämmitys 40/30 °C		
maata vasten rajoittuvassa rakenteessa	0,80	2,5
ryömintätilaan rajoittuvassa rakenteessa	0,80	
ulkoilmaan rajoittuvassa rakenteessa	0,75	
lämpimään tilaan rajoittuvassa rakenteessa	0,85	
Kattolämmitys (sähköinen)		
ulkoilmaan rajoittuvassa rakenteessa	0,85	0,5
lämpimään tilaan rajoittuvassa rakenteessa	0,90	0,5
Ikkunalämmitys (sähköinen)		
	0,80	0,5
Ilmanvaihtolämmitys ¹⁾		
huonekohtainen säätö	0,90	0,5
Sähköpatterilämmitys		
	0,95	0,5
Sähköinen lattialämmitys		
maata vasten rajoittuva rakenteessa	0,85	0,5
ryömintätilaan tai ulkoilmaan rajoittuvassa rakenteessa	0,80	0,5
lämpimään tilaan rajoittuvassa rakenteessa	0,85	0,5
pintalattialämmitys ²⁾	0,90	0,5
Muut lämmityslaitteet		
	0,80	0,5

¹⁾ Ilmanvaihtolämmityksen hyötysuhde pätee järjestelmälle, jossa tuloilma lämmitetään huonekohtaisilla päätelaitteilla. Muutuvaimavirtaisten järjestelmien hyötysuhteet on laskettava tarkemmalla menetelmällä.

²⁾ Sähköisessä pintalattialämmityksessä lämmityskaapelit ovat välittömästi lattianpintarakenteen ja mahdollisen askelääänieristekerroksen alla

Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon lämmitysenergian kulutuksen laskennassa tulee käyttää ilmanvaihtokoneen lämmityspattereiden hyötysuhteelle arvoa 1,0. (1048/2017, 16)

Tuotto

Lämmitysjärjestelmän ostoenergiankulutus tulee laskea kaikille lämmöntuottojärjestelmille eli mikäli rakennuksessa on enemmän kuin yksi lämmöntuottojärjestelmä, tulee lämmitysenergian kulutus laskea järjestelmittäin. Lämmitysenergian kulutus lasketaan jokaiselle järjestelmälle kyseisen järjestelmän hyötysuhteella ja järjestelmään kohdistuvalla lämmöntarpeella. Jos hyötysuhteet voidaan selvittää rakennuksen tarkastuksen yhteydessä, tulee näin saatuja arvoja käyttää laskennassa. Mikäli niitä ei saada selville, voidaan vuosihyötysuhteiden ja apulaitteiden sähkön ominaiskulutuksen arvoina käyttää arvoja, jotka on esitetty taulukoissa 15 ja 16. (1048/2017, 16)

Taulukko 15. Lämmöntuoton hyötysuhteiden ja apulaitteiden sähkönkulutuksen ohjearvoja, erillinen pientalo, rivitalo tai enintään 2-kerroksinen asuinkerrostalo (1048/2017,16)

Lämmöntuotto	Vuosihyötysuhde -	Apulaitteiden sähkön ominaiskulutus kWh/(m² vuosi)
Öljy/kaasu, standardikattila	0,81 ⁽³⁾	0,99 ⁽¹⁾ 0,59 ⁽²⁾
Öljy, kondenssikattila	0,87 ⁽³⁾	1,07
Kaasu, kondenssikattila	0,92 ⁽³⁾	0,68
Pellettikattila	0,75 ⁽³⁾	0,77
Puukattila energiavaraajalla	0,73	0,38
Sähkökattila	0,88 ⁽³⁾	0,02
Kaukolämpö	0,94	0,60
Huonekohtainen sähkölämmitys	1,00	0,00

⁽¹⁾ öljy

⁽²⁾ kaasu

⁽³⁾ Vuosihyötysuhde sisältää tyypillisen lämmöntuottoyksikköön integroidun varaajan häviöt. Mikäli varaaja on erillinen, voidaan sen häviöt arvioida interpoloiden käyttövesivaraajan häviöistä, ellei tarkempaa laskelmaa ole olemassa.

Taulukko 16. Muiden rakennusten lämmöntuoton hyötysuhteiden ja apulaitteiden sähkönkulutuksen ohjearvoja (1048/2017, 17)

Lämmöntuotto	Vuosihyötysuhde -	Apulaitteiden sähkön ominaiskulutus kWh/(m ² vuosi)
Öljy/kaasu, standardikattila	0,90	0,24 ⁽¹⁾ 0,11 ⁽²⁾
Öljy, kondenssikattila ⁽³⁾	0,95	0,25
Kaasu, kondenssikattila ⁽³⁾	1,01	0,12
Pellettikattila	0,84	0,13
Puukattila energiavaraajalla	0,82	0,25
Kaukolämpö	0,97	0,07
Huonekohtainen sähkölämmitys	1,00	0,00

⁽¹⁾ öljy

⁽²⁾ kaasu

⁽³⁾ hyötysuhde alemman lämpöarvon mukaan

Lämpöpumput

Jos rakennuksen lämmitykseen käytetään lämpöpumppua, tulee sen lämmöntuoton ja sähkönkulutuksen laskenta tehdä energiatehokkuusohjeessa esitetyllä tavalla tai muulla vastaavalla menettelyllä. Lämpöpumppujärjestelmissä pitää ottaa huomioon myös lisälämmityksen (usein sähköinen) energiankäyttö, paitsi jos järjestelmä on mitoitettu täysteholle. Ilma-vesi ja ilma-ilma-tyyppisten lämpöpumppujen laskennassa pitää aina ottaa huomioon lisälämmityksen energiankäyttö. Mikäli lämpöpumppujen SPF-luvut saadaan selvitettyä, käytetään näitä arvoja laskennassa. Jos tietoja ei ole saatavilla, voidaan käyttää taulukoiden 17-19 mukaisia arvoja. (1048/2017, 17)

Taulukko 17. Ulkoilmalämpöpumppujen SPF-lukuja (1048/2017, 17)

Menoveden korkein lämpötila, °C	SPF-luku
Ilma-ilma	2,8
Ilma-vesi (tilojen lämmitys)	
30 °C	2,8
40 °C	2,5
50 °C	2,3
60 °C	2,2
Ilma-vesi (käyttöveden lämmitys)	
60 °C	1,8

Taulukko 18. Maalämpöpumppujen SPF-lukuja (1048/2017, 18)

Maalämpöpumppu	SPF-luku	
	Vuotuinen keruupiirin paluunesteen keskilämpötila, -3 °C	Vuotuinen keruupiirin paluunesteen keskilämpötila, +3 °C
<i>Tilojen lämmitys</i>		
30 °C	3,4	3,5
40 °C	3,0	3,1
50 °C	2,7	2,7
60 °C	2,5	2,5
<i>Käyttöveden lämmitys</i>		
60 °C	2,3	2,3

Taulukko 19. Poistoilmalämpöpumppujen tilojen ja käyttöveden lämmityksen yhteisiä SPF- lukuja poistoilman lämpötilan ollessa 21 °C (1048/2017, 18)

Jäteilman alin lämpötila	SPF-luku
-3 °C	2,4
+1 °C	2,1
+3 °C	2,0
+5 °C	1,9

3.2.10 Sähkö

Rakennuksen sähköenergiankulutus koostuu ilmanvaihtojärjestelmän, lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien apulaitteiden sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen sähköenergiankulutuksesta. Näiden laskentaa on kuvattu tämän opinnäytetyön aiemmissa kappaleissa. Tilojen ja tuloilman lämmitykseen käytetty sähköenergia lasketaan osana lämmitysjärjestelmää. (1048/2017, 18)

Rakennuksessa käytettävän valaistuksen ja kuluttajalaitteiden vuotuinen sähkönkulutus on samansuuruinen kuin niiden lämpökuorma. Valaistuksen osatoenergiankulutus lasketaan energiatehokkuusasetuksen mukaan myös tapauksissa, joissa otetaan huomioon rakennuksessa oleva tarpeenmukainen valaistus tai laskennassa käytetään vakioitua käyttöä pienempiä valaistustehoja. (1010/2017 22§; 1048/2017,18)

3.2.11 Jäähdytys

Jäähdytysjärjestelmän energiankulutus huomioidaan laskelmissa vain, jos sisälämpötilojen hallinta edellyttää jäähdytysjärjestelmän käyttöä. Rakennuksen jäähdytyksen nettotarve lasketaan energiatehokkuusasetuksen mukaisella vakioidulla käytöllä ja vaatimukset täyttävällä dynaamisella laskentaohjelmistolla. Jäähdytysjärjestelmän energiankulutus koostuu tuoton energiankulutuksesta (esim. kompressorilaitos tai jäähdytystorni) sekä apulaitteiden sähkönkulutuksesta. Jäähdytysjärjestelmän energiankulutuksen laskennassa otetaan huomioon tuoton, varastoinnin, jakelun ja luovutuksen häviöt ja muunnokset. Nämä voidaan huomioida laskelmissa esimerkiksi Ympäristöministeriön julkaiseman Energiatehokkuus-ohjeen mukaisesti. (1010/2017 21§; 1048/2017, 18-19)

3.3 Erityistapaukset

3.3.1 Varaava tulisija

Varaava tulisija tuottaa osan tilojen tarvitsemasta lämmitysenergian nettotarpeesta. Varaavan tulisijan lämmitysenergian tuottona voidaan käyttää enintään 3000 kWh tulisijaa kohden. Jos varaava tulisija on rakennuksen tai sen osan ainoa lämmitysjärjestelmä, lasketaan sen kattavan koko lämmitysenergian tarpeen. (1010/2017, §19; 1048/2017, 19)

Ostoenergiankulutusta laskettaessa, kokonaisvuosihyötysuhteen arvona tulee käyttää 0,60, jos tarkempia tietoja ei ole saatavilla. Jos varaavan tulisijan CE-merkintää varten on määritetty hyötysuhde, tulisijan kokonaishyötysuhde voidaan laskea kaavalla

$$\eta_{\text{tulisija}} = 0,8 \eta_{\text{palaminen}} \quad (4)$$

jossa

η_{tulisija} = varaavan tulisijan kokonaisvuosihyötysuhde, -

0,8 = varaavan tulisijan lämmönluovutuksen hyötysuhde

$\eta_{\text{palaminen}}$ = varaavan tulisijan CE-merkinnän mukainen hyötysuhde

3.3.2 Ilma-ilmalämpöpumppu pienessä asuinrakennuksessa

Jos pienessä asuinrakennuksessa on käytössä ilma-ilmalämpöpumppu, joka tuottaa lämmitysenergian suoraan tilaan, tuotettuna lämmitysenergiana voidaan käyttää enintään taulukossa 20 esitettyjä vuosittaisia arvoja, jotka ovat laitekoh-
taisia. (1048/2017, 19)

Taulukko 20. Ilma-ilmalämpöpumpun tuottama enimmäismäärä vuodessa (1048/2017, 20)

Rakennusluvan vireilletulo vuosi	-1985	1985-	10/2003-
Ilma-ilmalämpö- pumpun tuottama vuotuinen energia	6000 kWh/laitte, kuitenkin enintään 40 kWh/m ²	5000 kWh/laitte, kuitenkin enintään 35 kWh/m ²	3000 kWh/laitte

3.3.3 Asuinkerrostalojen märkätilojen sähköinen lattialämmitys

Jos vähintään kolmikerroksisessa asuinkerrostalossa, asuinhuoneissa on vesikiertoinen lämmitys ja märkätiloissa sähköinen lattialämmitys, tilojen läm-
mitysenergian nettotarpeen osuudet näille lämmitystavoille on arvioitava. Ellei
laskelmin toisin osoiteta, tulee tilojen lämmitysenergian nettotarpeesta 35%
kohdistaa märkätilojen lattialämmitykselle ja 65% asuinhuoneiden lämmitysjär-
jestelmälle. (1048/2017, 20)

Jos märkätilojen sähköisen lattialämmityksen osuus tilojen nettotarpeesta laske-
taan tarkemmin dynaamisella laskentamenetelmällä ottaen huomioon suunnit-
tellut ilmvirrat ja tilojen väliset siirtoilmavirtaukset, märkätilojen sisälämpötilana
on käytettävä 22 celsiusastetta. Märkätilojen sähköisen lattialämmityksen osuus
asuinhuoneiston tilojen lämmitysenergian nettotarpeesta on kuitenkin enintään
suunnitelmassa esitetyn sähköisen lattialämmityksen asennustehon ja 8760 tun-
nin käyttöajan perusteella laskettu osuus. (1010/2017, §18)

4 MAGICAD COMFORT & ENERGY

MagiCAD Comfort & Energy sisältää MagiCAD Room -sovelluksen sekä Granlund Oy:n kehittämän olosuhde- ja energiasimulointiohjelmisto Riuskan ja on yhteensopiva vuoden 2018 alusta voimaan tulleen uuden energiatodistusasetuksen kanssa. Se mahdollistaa energiamääräysten mukaiset laskelmat sekä sisältää asetuksen mukaiset tilatyypit, lämpökuormat ja aikataulut E-luvun laskentaa varten. (MagiCAD n.d.)

MagiCAD Room on tehokas työkalu rakennuksen 3D-tilamallin luomiseen. Tilamallia voidaan käyttää mm. olosuhde- ja energiankulutuslaskentaan. MagiCAD Roomista saatava tilatietomalli sisältää rakennuksen geometrian lisäksi tilatiedot, mukaan lukien vaaditut lämmitystekhot ja ilmamäärät. MagiCAD Roomia voidaan käyttää myös yhteistyössä LVIS- sovellusten kanssa esimerkiksi huonekohtaisten määräluetteloiden sekä reikävarausten tekemiseen. (MagiCAD n.d.)

Riuska laskee rakennuksen tietomallin (ifc) avulla rakennuksen ja sen tilojen lämpöteknisen käyttäytymisen erilaisissa kuormitus- ja sääolosuhteissa. Riuskaa voidaan käyttää esimerkiksi sisäilmaston laatutason vertailuun, arkkitehtiratkaisujen vertailuun, järjestelmien vertailuun ja mitoitukseen, ongelmatilojen analysointiin, rakennuksen ja taloteknisten järjestelmien energiankulutuksen selvittämiseen sekä rakennuksen E-luvun laskentaan ja energiatodistuksen tekoon. Ohjelma ottaa huomioon mm. rakenteet, paikkakunnan sään, lämpökuormat ja käyttöajat. Se laskee tunneittain vuotuisen energiankulutuksen, tilojen lämpötilat, lämpötilojen pysyvyyden sekä lämmitys- ja jäähdytystarpeet. (MagiCAD n.d.)

5 E-LUVUN LASKENTAOPAS

5.1 Laskentaoppaan tavoite

Laskentaoppaan laadinnan tavoitteena oli saada aikaan selkeä ohjeistus E-luvun laskentaan MagiCAD Comfort & Energy- sovelluksella. Pyyntö toimeksiantajalle on tullut ARA:lta ja valmis laskentaopas on toimeksiantajan lisäksi menossa käyttöön myös ARA:lle, jossa he voivat tarpeen vaatiessa ohjeistaa energiatodistuksen laskijoita oppaan avulla. Lisäksi laskentaoppaan toivotaan vähentävän teknisen tuen tarvetta energiatodistuksen laadintaan ja E-luvun laskentaan liittyen.

5.2 Laskentaoppaan laadinnan lähtökohdat

Laskentaopas laadittiin toimeksiantajayrityksen valmiiseen pohjaan, jotta se olisi yhteneväinen yrityksen muun materiaalin kanssa. Yrityksen edustajan toiveena oli, että opas toimisi kokeneelle Riuska-käyttäjälle tukena E-luvun laskennassa, jotta kaikki E-luvun laskentaan liittyvät asiat tulevat varmasti huomioiduksi. Lisäksi hieman kokemattomammille käyttäjille opas toimisi tukena laskennassa yhdessä Riuskan varsinaisen käyttöohjeen kanssa. Laskentaoppaan lähtökohtana haluttiin pitää se, että laskija tuntee energiatodistusasetuksen 1048/2017 sekä energiatehokkuusasetuksen 1010/2017 ja siihen liittyvän Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskentaohjeen. Varsinaisessa laskentaoppaassa pystytään näin ollen keskittymään vain ohjelman käytön opastukseen. Laskentaoppaaseen haluttiin myös paljon havainnollistavia kuvia, jotta asia varmasti tulee oikein ymmärretyksi.

Varsinaiset ongelmakohdat MagiCAD Room:n ja Riuskaan liittyen käytiin läpi toimeksiantajayrityksen edustajan kanssa. Laskentaoppaaseen haluttiin mukaan kaikki E-luvun laskentaan liittyvät asiat, jotka pitää ottaa huomioon laskentaa Riuskalla tehtäessä. Lisäksi selviä ongelmakohtia, mitä oppaaseen erityisesti haluttiin selvennettävän, olivat esimerkiksi sähköisen mukavuuslattia- lämmityksen huomioiminen laskennassa sekä käyttöajan ulkopuolisen ilmvirran huomioiminen.

5.3 Laskentaoppaan toteutus

Laskentaoppaan alussa käytiin läpi tarvittavat muutokset MagiCAD Room- ohjelmistossa ja sen jälkeen Riuskan käyttöä E-luvun laskentaan liittyvin osin. Ohjeesta pyrittiin tekemään mahdollisimman selkeä ja sellainen, että se on rakennuksen käyttötarkoituksiluokasta riippumaton. Oppaan laadinnassa pystyttiin jonkin verran hyödyntämään yrityksen vanhaa ohjetta E-luvun laskennasta, mutta sen sisältö ei ollut niin kattava, kuin toivottavaa olisi ja ohje sisälsi jo vanhentunuttaakin tietoa asetusmuutoksista ja ohjelmaan tehdyistä päivityksistä johtuen.

Laskentaoppaan tekeminen pohjautui pitkälti kirjalliseen selvitystyöhön rakennuksen energiatodistukseen ja energiatehokkuuteen liittyvistä direktiiveistä, laista, asetuksista sekä oppaista ja ohjeista ja tämän selvitystyön pohjalta näistä saatuja tietoja siirrettiin laskentaoppaaseen sekä tämän opinnäytetyön teoriaosuuteen.

Laskentaoppaan tekemisen pohjalla käytettiin esimerkkinä kuvitteellista asuin-kerrostaloa, joka ensin mallinnettiin MagiCAD Roomilla. Tämän jälkeen mallinnettu rakennus vietiin ifc-muodossa Riuskaan, jossa sitä hyödynnettiin laskentaoppaan laadinnassa. Laskentaoppaan laadintaa varten Riuskaan luotiin oma projekti, jonka avulla pystyttiin suorittamaan laskentaa testimielessä ja havainnollistamaan laskentaoppaassa oleelliset kohdat myös kuvakaappauksien avulla. Oppaan tekemisessä tukena toimivat toimeksiantajayrityksen edustajan lisäksi myös Granlundin sekä ARA:n edustajat, joilta sai laskentaopasta laadittaessa kommenttia kohtiin, joita he toivoivat oppaassa selvennettävän vielä tarkemmin. Lopputuloksena saatiin laadittua laskentaopas, joka on tämän opinnäytetyön liitteessä 2.

6 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä laadittiin laskentaopas E-luvun laskentaan MagiCAD C&E-ohjelmistolla. Opas laadittiin toimeksiantajan todelliseen tarpeeseen, koska ARAlta oli tullut pyyntö kyseisen laskentaoppaan tekemiseen. Pyyntö esitettiin, koska E-luvun laskennassa ja energiatodistusten laadussa on havaittu vaihtelua, joiden uskotaan johtuvan suurelta osin siitä, että kyseistä ohjelmistoa ei osata käyttää riittävän hyvin. Laaditun laskentaoppaan toivotaan auttavan tähän tilanteeseen. Pääpaino opinnäytetyössä oli varsinaisen laskentaoppaan laadinnassa ja vaikka sitä ei tämän opinnäytetyön yhteydessä julkaista yrityksen toiveesta, opinnäytetyöstä saa kuitenkin kuvan, mitä energiatodistuksella ja E-luvun laskennalla tarkoitetaan ja mitä asioita siinä tulee ottaa huomioon.

Varsinaista käyttökokemusta oppaasta ei valitettavasti ehditty opinnäytetyön valmistumiseen mennessä saada, mutta laskentaoppaan laadinnan aikana on saatu kommentteja oppaan sisältöön liittyen niin toimeksiantajayrityksen kuin Granlundin ja ARAn puolesta. Näiden kommenttien perusteella oppaasta on saatu tehtyä varsin kattava ja se on laadittu sellaiseen muotoon, että tulevaisuudessa saatavan käyttökokemuksen perusteella tai ohjelman päivityksien jälkeen opasta voidaan helposti päivittää tai kehittää.

Laskentaoppaan laadinnan yhteydessä pohdittiin myös mahdollisia vaihtoehtoisia tapoja oppaan toteutukselle. Opastusvideot voisivat olla jatkossa hyvä lisä nyt laaditun laskentaoppaan rinnalle. Toinen ajatus, mikä nousi pohdinnoissa esiin, oli E-learning ympäristö, jota yritys jo jonkin verran muilla tuotteillaan käyttää. Nämä jatkokehitysmahdollisuudet jäivät toimeksiantajayritykselle pohdittavaksi.

Laskentaoppaan laadinta oli ajoittain haastavaa, koska käyttökokemusta Riuskan osalta ei opinnäytetyöntekijällä varsinaisesti ollut ennen opinnäytetyön aloittamista. Kokonaisuudessaan työn tekeminen kuitenkin opetti paljon energiatodistuksien laadintaan ja E-luvun laskentaan liittyviä asioita. Lisäksi opinnäytetyötä tehdessä Riuskan käyttö laskennassa tuli tutuksi ja asiasta on varmasti hyötyä tulevaisuuden työtehtävissä.

LÄHTEET

50/2013 Laki rakennuksen energiatodistuksesta

170/2013 Valtioneuvoston asetus rakennuksen energiatodistuksen laatijan pätevydestä ja kevennetyn energiatodistusmenettelyn edellytyksistä

755/2017 Laki rakennuksen energiatodistuksesta annetun lain muuttamisesta

788/2017 Valtioneuvoston asetus rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimista

1010/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuudesta

1048/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta

Haakana, M. ympäristöneuvos. 2018. Ajankohtaista YM:stä: energiatodistusasetus ja rakennusten energiatehokkuusdirektiivin muutos. Energiatodistusten laatijoiden ajankohtaispäivä 19.4.2018. Luettu 31.3.2019. <http://energiatodistus.motiva.fi/energiatodistustenlaatijat/tapahtumat/ajankohtaisajank19042018/>

MagiCAD n.d. Luettu 31.3.2019. https://www.magicad.com/fi/mc_software/magicad-comfort-energy/#ominaisuudet-autocadille sekä <https://www.magicad.com/fi/magicad-group/>

Motiva 2019. Luettu 31.3.2019. <http://energiatodistus.motiva.fi/mika-on-energiatodistus/> sekä <http://energiatodistus.motiva.fi/energiatodistustenlaatijat/>

Liljeström, K & Salomaa, R. 2018. Opas tarpeenmukaisen ilmanvaihdon huomiomisesta E-luvun laskennassa. Versio 28.2.2018. Ympäristöministeriö

Valtioneuvosto 2017. Uudistunut energiatodistusasetus voimaan vuoden alussa. Julkaistu 20.12.2017. Luettu 15.1.2019. https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/den-omarbetade-forordningen-om-energicertifikat-trader-i-kraft-vid-ingangen-av-aret

Vuolle, M. & Sankelo, P. 2018. Energiatodistusopas 2018. Rakennuksen energiatodistus ja E-luvun määrittäminen. Versio 1.11.2018. Ympäristöministeriö

Ympäristöministeriö 2017. Rakennusten energiatehokkuutta parannetaan sisäilman laadusta tinkimättä. Julkaistu 20.12.2017. Luettu 15.1.2019. [https://www.ympari.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Rakennusten_energiatehokkuutta_paranneta\(45509\)](https://www.ympari.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Rakennusten_energiatehokkuutta_paranneta(45509))

Ympäristöministeriö 2018. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Energiatehokkuus. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Ohjeet 2018.

LIITTEET

Liite 1. Rakennuksen energiatehokkuuden luokitteluasteikot

1(5)

Energiatodistuksessa rakennuksen tai rakennuksen osan energiatehokkuuden luokitteluasteikkona käytetään tässä liitteessä esitettyä asteikkoa. Käytettävä luokitteluasteikko määräytyy energiatodistuksen kohteena olevan rakennuksen tai rakennuksen osan käyttötarkoituksen perusteella. Käyttötarkoituksen luokka on yhtenevä energiatehokkuusasetuksen 4§ jaottelun kanssa.

Rakennuksen tai rakennuksen osan laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku (*E-luku*), jonka yksikkönä käytetään kWh_E/(m²vuosi), ilmoitetaan energiatehokkuusluokkaa määritettäessä ylöspäin pyöristettynä kokonaislukuna.

Pienet asuinrakennukset (käyttötarkoituksen luokka 1 a-c)

- Yhden asunnon talo
- Kahden asunnon talo
- Ketjutalon osana oleva rakennus ja muu erillinen pientalo

$50 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 150 \text{ m}^2$, A_{netto} on rakennuksen lämmitetty nettoala

Energiatehokkuusluokka	E-luku (kWh _E /(m ² vuosi))
A	E-luku $\leq 110 - 0,2 \times A_{\text{netto}}$
B	$110 - 0,2 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 215 - 0,6 \times A_{\text{netto}}$
C	$215 - 0,6 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 252 - 0,6 \times A_{\text{netto}}$
D	$252 - 0,6 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 332 - 0,6 \times A_{\text{netto}}$
E	$332 - 0,6 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 462 - 0,6 \times A_{\text{netto}}$
F	$462 - 0,6 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 532 - 0,6 \times A_{\text{netto}}$
G	$532 - 0,6 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku}$

$150 \text{ m}^2 < A_{\text{netto}} \leq 600 \text{ m}^2$, A_{netto} on rakennuksen lämmitetty nettoala

Energiatehokkuusluokka	E-luku (kWh _E /(m ² vuosi))
A	E-luku $\leq 83 - 0,02 \times A_{\text{netto}}$
B	$83 - 0,02 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 131 - 0,04 \times A_{\text{netto}}$
C	$131 - 0,04 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 173 - 0,07 \times A_{\text{netto}}$
D	$173 - 0,07 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 253 - 0,07 \times A_{\text{netto}}$
E	$253 - 0,07 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 383 - 0,07 \times A_{\text{netto}}$
F	$383 - 0,07 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 453 - 0,07 \times A_{\text{netto}}$
G	$453 - 0,07 \times A_{\text{netto}} < \text{E-luku}$

2(5)

$A_{\text{netto}} > 600 \text{ m}^2$, A_{netto} on rakennuksen lämmitetty nettoala

Energiatohokkuusluokka	E-luku ($\text{kWh}_F/(\text{m}^2\text{vuosi})$)
A	E-luku ≤ 70
B	$71 \leq$ E-luku ≤ 106
C	$107 \leq$ E-luku ≤ 130
D	$131 \leq$ E-luku ≤ 210
E	$211 \leq$ E-luku ≤ 340
F	$341 \leq$ E-luku ≤ 410
G	$411 \leq$ E-luku

Rivitalot ja 2-kerroksiset asuinkerrostalot (käyttötarkoituksiluokka 1d)

- Rivitalo
- Asuinkerrostalo, jossa on asuinkerroksia enintään kahdessa kerroksessa

Energiatohokkuusluokka	E-luku ($\text{kWh}_F/(\text{m}^2\text{vuosi})$)
A	E-luku ≤ 80
B	$81 \leq$ E-luku ≤ 110
C	$111 \leq$ E-luku ≤ 150
D	$151 \leq$ E-luku ≤ 210
E	$211 \leq$ E-luku ≤ 340
F	$341 \leq$ E-luku ≤ 410
G	$411 \leq$ E-luku

Asuinkerrostalot (käyttötarkoituksiluokka 2)

- Asuinkerrostalo, jossa on asuinkerroksia vähintään kolmessa kerroksessa

Energiatohokkuusluokka	E-luku ($\text{kWh}_F/(\text{m}^2\text{vuosi})$)
A	E-luku ≤ 75
B	$76 \leq$ E-luku ≤ 100
C	$101 \leq$ E-luku ≤ 130
D	$131 \leq$ E-luku ≤ 160
E	$161 \leq$ E-luku ≤ 190
F	$191 \leq$ E-luku ≤ 240
G	$241 \leq$ E-luku

Toimistorakennukset (käyttötarkoituksiluokka 3)

- Toimistorakennus
- Terveyskeskus

Energitehokkuusluokka	E-luku (kWh _E /(m ² vuosi))
A	E-luku ≤ 80
B	81 ≤ E-luku ≤ 120
C	121 ≤ E-luku ≤ 170
D	171 ≤ E-luku ≤ 200
E	201 ≤ E-luku ≤ 240
F	241 ≤ E-luku ≤ 300
G	301 ≤ E-luku

Liikerakennukset (käyttötarkoituksiluokka 4)

- Liikerakennus
- Tavaratalo
- Kauppakeskus
- Myymälärakennus (poislukien päivittäistavara-kaupan alle 2000 m² yksikkö)
- Myymälähalli
- Teatteri-, ooppera-, konsertti- ja kongressitalo
- Elokvateatteri
- Kirjasto
- Arkisto
- Museo
- Taidegalleria
- Näyttelyhalli

Energitehokkuusluokka	E-luku (kWh _E /(m ² vuosi))
A	E-luku ≤ 90
B	91 ≤ E-luku ≤ 170
C	171 ≤ E-luku ≤ 240
D	241 ≤ E-luku ≤ 280
E	281 ≤ E-luku ≤ 340
F	341 ≤ E-luku ≤ 390
G	391 ≤ E-luku

Majoitusliikerakennukset (käyttötarkoitussuokka 5)

- Hotelli
- Asuntola
- Palvelutalo
- Vanhainkoti
- Hoitolaitos

Energiatohokkuusluokka	E-luku (kWh _E /(m ² vuosi))
A	E-luku ≤ 90
B	91 ≤ E-luku ≤ 170
C	171 ≤ E-luku ≤ 240
D	241 ≤ E-luku ≤ 280
E	281 ≤ E-luku ≤ 340
F	341 ≤ E-luku ≤ 450
G	451 ≤ E-luku

Opetusrakennukset ja päiväkodit (käyttötarkoitussuokka 6)

- Opetusrakennus
- Päiväkoti

Energiatohokkuusluokka	E-luku (kWh _E /(m ² vuosi))
A	E-luku ≤ 90
B	91 ≤ E-luku ≤ 130
C	131 ≤ E-luku ≤ 170
D	171 ≤ E-luku ≤ 230
E	231 ≤ E-luku ≤ 300
F	301 ≤ E-luku ≤ 360
G	361 ≤ E-luku

Liikuntahallit, lukuun ottamatta uimahalleja ja jäähalleja (käyttötarkoitussuokka 7)

- Liikuntahalli

Energiatohokkuusluokka	E-luku (kWh _E /(m ² vuosi))
A	E-luku ≤ 90
B	91 ≤ E-luku ≤ 130
C	131 ≤ E-luku ≤ 170
D	171 ≤ E-luku ≤ 190
E	191 ≤ E-luku ≤ 240
F	241 ≤ E-luku ≤ 280
G	281 ≤ E-luku

Sairaalat (käyttötarkoitukseluokka 8)

- Sairaala

Energiatohokkuusluokka	E-luku (kWh _E /(m ² vuosi))
A	E-luku ≤ 150
B	151 ≤ E-luku ≤ 350
C	351 ≤ E-luku ≤ 450
D	451 ≤ E-luku ≤ 550
E	551 ≤ E-luku ≤ 650
F	651 ≤ E-luku ≤ 800
G	801 ≤ E-luku

Muut rakennukset (käyttötarkoitukseluokka 9)

- Varastorakennus
- Liikenteen rakennus
- Uimahalli
- Jäähalli
- Päivittäistavaraupan alle 2000 m² yksikkö
- Siirtokelpoinen rakennus
- Muu rakennus, joka ei sisälly aiemmin tässä liitteessä lueteltuihin käyttötarkoitukseluokkiin

Energiatohokkuusluokka	E-luku (kWh _E /(m ² vuosi))
A	E-luku ≤ 90
B	91 ≤ E-luku ≤ 130
C	131 ≤ E-luku ≤ 170
D	171 ≤ E-luku ≤ 190
E	191 ≤ E-luku ≤ 240
F	241 ≤ E-luku ≤ 280
G	281 ≤ E-luku

Liite 2. MagiCAD Comfort & Energy – laskentaopas (ei julkinen)