

samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

LALLI SUOMINEN

# **Energia-avustuksen edellytykset öljylämmitteisessä pienasuinrakennuksessa**

ENERGIA- JA YMPÄRISTÖTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA  
2021

Tekijä Suominen Lalli	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Joulukuu 2021
	Sivumäärä 39	Julkaisun kieli suomi
Julkaisun nimi Energia-avustuksen edellytykset öljylämmitteisessä pienasuinrakennuksessa		
Tutkinto-ohjelma Energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää energia-avustuksen edellytyksien täyttymistä öljylämmitteisessä pienasuinrakennuksessa vaihtamalla lämmitysjärjestelmää, sekä pohtia tulosten pohjalta investoinnin kannattavuutta.</p> <p>Aluksi perehdyttiin energiatodistuksen tarkoitukseen ja sisältöön, sekä energia-avustusten edellytyksiin. Seuraavaksi laskettiin toimeksiantajalta saadusta esimerkki-kohteesta E-luku nykyhetkellä sekä lämpöpumppujärjestelmien arvojen mukaan. Tulosten perusteella tarkasteltiin energia-avustuksen edellytyksien täyttymistä ja laskettiin takaisinmaksuaika eri skenaarioilla.</p> <p>Laskenta E-luvusta tehtiin ympäristöministeriön ohjeiden sekä lakien ja säädösten mukaan. Takaisinmaksuajan laskemisessa käytettiin lämpöpumppujärjestelmien myynti- ja asennusyritysten internetsivujen hintatietoja.</p>		
<p><u>Asiasanat</u> Energiatuki, energiatodistus, energiatehokkuus</p>		

Author(s) Suominen Lalli	Type of Publication Bachelor's thesis	Date December 2021
	Number of pages 39	Language of publication: finnish
Title of publication Requirements for energy investment support in small oil-heated residential buildings		
Degree program Degree Programme in Energy and Environmental Engineering		
<p>The purpose of this thesis was to determine the fulfillment of the conditions for energy investment support in an oil-heated small residential building by changing the heating system, and to consider the profitability of the investment based on the results.</p> <p>At first, the purpose and content of the energy certificate and the prerequisites for energy investment supports were examined. Next, the current E-figure was calculated from the example case obtained from the client. Then e-figure was calculated according to the values of the heat pump systems. Based on the results, the fulfillment of the conditions for the energy investment support was examined and the repayment period was calculated under different scenarios.</p> <p>The calculation of the E-figure was made in accordance with the instructions, regulations and the laws of the Ministry of the Environment. Price information to calculate the payback period was taken from the websites of heat pump system sales and installation companies.</p>		
<u>Key words</u> Energy investment support, energy certificate, energy efficiency		

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	5
2 ENERGIATODISTUS.....	6
2.1 Historia.....	6
2.2 Energiatodistuksen tarkoitus ja tavoitteet .....	6
2.3 Sisältö.....	7
2.3.1 Laskennallinen ostoenergiankulutus.....	7
2.3.2 E-luku .....	8
2.3.3 Käyttötarkoitukseluokat .....	9
2.3.4 Energiatehokkuusluokat .....	9
2.3.5 Energiatodistuslomake.....	10
2.4 Kevennetty energiatodistusmenettely .....	11
2.5 Lainvoimaisuus .....	11
3 ENERGIA-AVUSTUS .....	11
4 ESIMERKKIKOHDE .....	16
5 LASKENTA.....	17
5.1 Laskennan lähtötiedot .....	17
5.2 Rakennuksen nykytilanne öljylämmityksellä .....	19
5.2.1 Rakennuksen lämpöhäviöt.....	19
5.2.2 Lämpökuormat.....	22
5.2.3 Lämpökuormien hyödyntäminen.....	25
5.2.4 E-luku .....	27
5.3 Laskenta maalämpöpumppujärjestelmällä .....	29
5.3.1 Tehollinen lämpöhäviö .....	29
5.3.2 Maalämpöpumpun valinta .....	30
5.3.3 E-luku maalämpöpumppujärjestelmällä .....	31
5.4 Ilma-vesi lämpöpumppujärjestelmä .....	33
5.4.1 Ilma-vesi lämpöpumpun valinta .....	33
5.4.2 E-luku ilma-vesilämpöpumppujärjestelmällä.....	34
6 TULOKSET JA POHDINTA .....	36

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aihe on energia-avustuksen edellytykset öljylämmitteisessä pien-asuinrakennuksessa. Työssä tutkitaan mitä energiateknisiä ratkaisuja tulee tehdä, jotta asunnon omistajalle voidaan maksaa energia-avustusta. Työ on rajattu koskemaan vain omakotitaloja.

Opinnäytetyön aihe löytyi tiedustelemalla Porin kaupungilta mahdollisista opinnäytetyö aiheista. Porin kaupunki halusi tämän työn tehtäväksi, koska aiheesta ei ole lainkaan todellista esimerkkikohtetta, josta käy ilmi investoinnin kustannukset ja takaisinmaksuaika. Porin kaupunki antoi työn toimeksi keväällä 2020.

Kokonaisuudessaan opinnäytetyö sisältää esimerkkikohteen laskentojen lisäksi teoriaa energiatodistuksesta sekä energia-avustuksesta, sekä pohdintaa tulosten oikeellisuudesta ja niiden epäkohdista. Teoriaosuudessa aiheesta kerrotaan yleisellä tasolla, mutta mahdolliset tarkennukset tai esimerkit koskee käyttötarkoituserä 1a rakennuksia eli omakotitaloja. Esimerkkikohteesta saatujen rajallisten tietojen takia, kyseinen osio on vain teoreettinen. Laskenta sisältää nykyhetken lisäksi laskut kahden eri lämmitysjärjestelmän osalta, jotka ovat maalämpöpumppu- ja ilma-vesi lämpöpumppujärjestelmä. Lopuksi tarkastellaan tuloksien todenmukaisuutta ja vertaillaan sitä todellisen kulutuksen mukaisiin tuloksiin.

Työn tavoitteena on selvittää öljylämmitysjärjestelmästä luopumisen kustannuksista ja uuden lämmitysjärjestelmän kannattavuudesta.

## 2 ENERGIATODISTUS

### 2.1 Historia

(Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2002/91/EY) antoi vuonna 2003 rakennusten energiatehokkuusdirektiivin, jossa ehdotettiin energiatehokkuustodistuksen käyttöönottoa kaikissa jäsenmaissa. Suomessa energiatodistukset otettiin käyttöön vuonna 2008, mutta lain ja asetusten edellyttämänä energiatodistukset tulivat voimaan uusissa rakennuksissa vasta 1.6.2013. Uusimpien säädösten mukaan Rakennusten energiatodistuksia sovelletaan (Laki rakennuksen energiatodistuksesta 18.1.2013/50), sekä (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017) mukaan.

### 2.2 Energiatodistuksen tarkoitus ja tavoitteet

Euroopan unioni (EU) on sitoutunut Yhdistyneiden kansakuntien (YK) sopimaan Pariisin sopimukseen, jonka tavoitteena on rajoittaa ilmaston lämpeneminen 1,5 celsiusasteeseen esiteolliseen aikaan verrattuna. EU:n ja sen jäsenvaltioiden yhteinen alustava päästövähennystavoite eli aiottu kansallisesti määritelty panos (intended nationally determined contribution, INDC) on vähentää 40 prosenttia kasvihuonekaasu päästöjä vuoden 1990 ja 2030 välisenä aikana. (Hallituksen esitys eduskunnalle Pariisin sopimuksen hyväksymisestä ja sopimuksen lainsäädännön alaan kuuluvien määräysten voimaansaattamisesta HE 200/2016.)

Arvioiden mukaan EU:ssa rakennuskannan loppuenergian kulutus on noin 40 prosenttia kokonaiskulutuksesta ja hiilidioksidipäästöjen osuus noin 36% kokonaispäästöistä. Tämän vuoksi rakentamiseen ollaan asetettu vaatimuksia energiatehokkuudesta. Yksi näistä on energiatodistus, joka auttaa vaatimusten täyttämi-

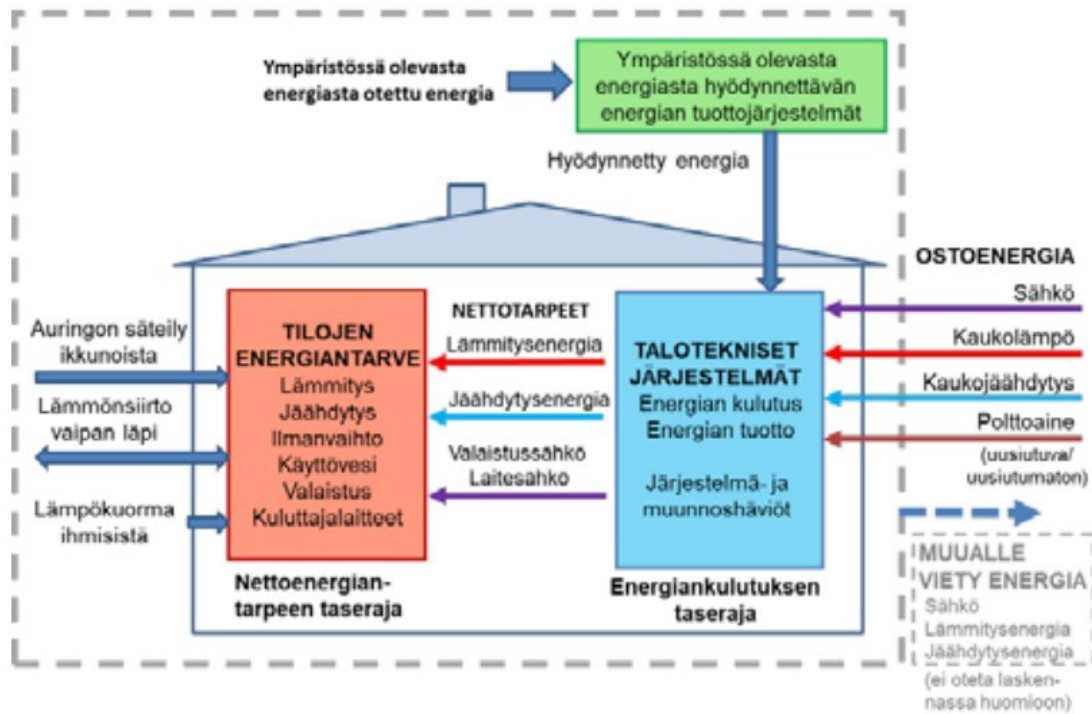
sen valvonnassa sekä rakennuskannan energiatehokkuuden ja päästöjen tilastoinnissa. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/844.)

Energiatodistuksen tarkoitus on mahdollistaa rakennusten energiatehokkuuden vertailemista, sekä parantaa energiatehokkuutta ja edistää uusiutuvien energialähteiden käyttöä (Laki rakennuksen energiatodistuksesta 18.1.2013/50 §1). Lisäksi energiatodistus helpottaa rakennuksen ylläpitokulujen arvioimista, sekä mahdollisen laajennus- tai korjaustyön yhteydessä tehtävien energiatehokkuuteen liittyvien toimenpiteiden arvioimiseen.

## 2.3 Sisältö

### 2.3.1 Laskennallinen ostoenergiankulutus

Laskennallinen ostoenergian kulutus lasketaan energiamäärästä, joka hankitaan ulkopuoliselta toimittajalta, kuten sähkönjakeluverkosta, kaukolämpö- tai kaukojäähdytysverkosta tai polttoaineena esimerkiksi öljy tai puupelletti. Laskennassa otetaan huomioon lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmät sekä lämpimän käyttöveden, kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiankulutus energiamuodoittain eriteltynä. Jäähdytysjärjestelmän huomioiminen vaaditaan jos olemassa oleva rakennus on alkuperäisesti jäähdytetty tai se kuuluu muuhun käyttötarkoitukseluokkaan kuin 1. Ostoenergian määrää pienentää ympäristöstä saatu energia esimerkiksi auringon lämpökuorma, jota saadaan hyödynnettyä huomattavasti kesällä. Lisäksi huomattava lämpökuorma tulee sisäisistä lämpökuormista, jonka määrä määräytyy rakennuksen vakioitun käytön mukaan. Vakioitu käyttö tarkoittaa rakennuksen keskimääräistä valaistuksen, kuluttajalaitteiden, ihmisten läsnäolon sekä muiden sisäisten lämpökuormien käyttöastetta rakennuksen käyttöajan aikana. Laskenta tehdään rakennuksen lämmitetyn nettopinta-alan mukaan, joten yksiköksi saadaan kilowattitunti lämmitettyä nettoalaa kohden vuodessa (kWh/(m<sup>2</sup>/vuosi)). Kuva 1 havainnollistaa laskennallisen ostoenergiankulutuksen määräytymistä. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017 liite1 luku 2.)



Kuva 1. Ostoenergiankulutuksen taseraja

### 2.3.2 E-luku

E-luku on vertailuluku, joka saadaan yhteenlaskemalla ostoenergian kulutuksesta saadut tulokset kertomalla ne energiamuotojen painokertoimilla, jotka on asetettu (Valtioneuvoston asetus rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista 788/2017 §1). Kertoimet löytyvät taulukosta 1. E-luvusta ei voi päätellä rakennuksen kuluttamaa kokonaisenergian määrää, vaan se kuvaa enemmän energiatehokkuutta, sekä rakennuksen tiiveyttä ja käytettyä energiamuotoa. (Ympäristöministeriö. 2018d. Luku 2.4.)

Taulukko 1. E-luvun laskennassa käytetyt energiamuotojen kertoimet

Energiamuoto	Kerroin
Sähkö	1,2
Kaukolämpö	0,5
Kaukojäähdytys	0,28
Uusiutuvat polttoaineet	0,5
Fossiiliset polttoaineet	1,0



### 2.3.3 Käyttötarkoituserluokat

Rakennukset on jaoteltu yhdeksään eri käyttötarkoituserluokkaan, joista luokissa 1-8 vaaditaan energiatodistus. Poikkeuksena on myös käyttötarkoituserluokka 1, joka on jaettu neljään eri alaluokkaan, 1a-c sekä 1d. Luokissa 1a-c energiatehokkuuserluokka määräytyy pinta-alan mukaan ja luokassa 1d on erilliset raja-arvot. (Ympäristöministeriö. 2018d. S10-11.) Energiatehokkuuserluokka voi poiketa eri käyttötarkoituserluokissa vaikka E-luku olisi täsmälleen sama. Tämä johtuu muun muassa erilaisista vakioidun käyttöajan kertoimista tai kyseisen rakennuksen teknisten vaatimusten osalta.

Taulukko 2. Käyttötarkoituserluokat rakennustyypeittäin.

Käyttötarkoituserluokka	Rakennuksen tyyppi
1	Pienet asuinrakennukset (1a-c), rivitalot ja 2-kerroksiset asuinkerrostalot (1d).
2	Asuinkerrostalot, joissa on vähintään 3 asuinkerrosta.
3	Toimistorakennukset
4	Liikerakennukset, pois lukien alle 2000m <sup>2</sup> päivittäistavarakaupan yksiköt.
5	Majoitusliikerakennukset
6	Opetusrakennukset ja päiväkodit
7	Liikuntahallit, pois lukien uima- ja jäähallit
8	Sairaalat
9	Muut rakennukset, esimerkiksi siirtokelpoiset väliaikaiset rakennukset, varastorakennukset tai liikenteen rakennukset.

### 2.3.4 Energiatehokkuuserluokat

Energiatehokkuuserluokka kuvaa maallikollekin selkeästi rakennuksen rakenteiden ja talotekniikan laatua energiatehokkuuden ja uusiutuvien energiamuotojen käytön kannalta. Energiatehokkuuserluokka määräytyy E-luvun sekä käyttötarkoituserluokan mu-

kaan. Luokitus merkitään kirjaintunnuksella, johon lisätään alaindeksiin vuosiluku, joka määräytyy energiatodistusta laatiessa voimassa olevien säädösten mukaan. Kuva 2, joka on otettu liitteestä 1 havainnollistaa energiatehokkuusluokan käytön ja merkinnän.

	Energiatehokkuusluokka
A	
B	
C	
D	
E	
F	F 2018
G	

Kuva 2. Energiatehokkuusluokan merkintä

### 2.3.5 Energiatodistuslomake

Energiatodistuslomake on kaikissa rakennuksissa yhteneväinen sisällöltään ja ulko- näöltään, joista on säädetty (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017 liitteessä 3). Energiatodistuslomake sisältää kahdeksan sivua ja sen tulee sisältää kaikki tarvittavat tiedot, joten siinä ei saa viitata muihin asiakirjoihin. Lomakkeen neljä ensimmäistä sivua käsittää rakennuksen perustiedot, yhteenvetdon energiatehokkuudesta, E-luvun laskennan lähtöarvot ja tulokset, tiivistelmän toimenpide ehdotuksista E-luvun parantamiseksi, laatimis- ja voimassaolopäivämäärän sekä laatijan nimi, yritys ja allekirjoitus. Lomakkeen neljä jälkimmäistä sivua täytetään vain käytössä oleville rakennuksille. Sivut koostuvat toteutuneen energiankulutuksen tiedoista, yksityiskohtaisimmista E-luvun parantamisen huomioista ja toimenpidesuosituksista sekä mahdollisista lisätiedoista, kuten viittaus kuntotarkastusraporttiin. (Ympäristöministeriö. 2018d. S12.) Esimerkki energiatodistuslomakkeesta löytyy liitteestä 1.

## 2.4 Kevennetty energiatodistusmenettely

Kevennettyä energiatodistusmenettelyä voidaan käyttää jos myytävän rakennuksen, kiinteistön tai huoneiston enintään kahden asuinhuoneiston asuinrakennuksessa oleva arvo on vähäinen. Menettelyä voidaan käyttää myös muusta perustellusta syystä kuten lähisukulaisten välinen myynti tai vuokraus tai jos myyntiä tai vuokrausta ei esitellä julkisesti. Rakennuksen, kiinteistön tai huoneiston arvo katsotaan vähäiseksi jos myyntihinta on alle 50 000€ tai vuokra alle 350€ kuukaudessa. Todistus sisältää vain rakennuksen, kiinteistön tai huoneiston perustiedot, todistuksen hankkijan perustiedot ja allekirjoituksen, perusteen kevennetyn energiatodistusmenettelyn käyttämiselle sekä energiatehokkuusluokan, joka on aina luokittelematon H. (Ympäristöministeriö. 2018d. s.36.)

## 2.5 Lainvoimaisuus

Rakennuksen energiatodistus on voimassa niin kauan, kunnes vanha todistus korvataan uudella, kuitenkin enintään 10 vuotta. Energiatodistuksen saa laatia vain pätevästi henkilö, jonka lupa on voimassa ja on rekisteröity energiatodistusten laatijoista pidettävään rekisteriin. Laatijan pätevyys vaatii soveltuvan tekniikan alan koulutuksen tai siihen rinnastettavan työkokemuksen sekä hyväksytysti suoritetun Energiatodistuksen laatijakokeen. Energiatodistuksen laatimisen pätevyystasoja on kaksi, jotka ovat perustaso ja ylempitaso. Ylemmän tason pätevyyttä vaaditaan, jos rakennukseen vaaditaan dynaamista laskentamenetelmää. (Ympäristöministeriö. 2018d. s.23-24.)

## 3 ENERGIA-AVUSTUS

Energia-avustuksella tarkoitetaan yleensä valtionavustusta asuinrakennusten korjaushankkeisiin, joiden yhteydessä tehdään energiatehokkuutta ja älykkään energiankulutuksen parantavia toimenpiteitä. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA) hoi-  
taa avustuksen myöntämisen ja siihen liittyvät tehtävät. (Valtioneuvoston asetus

asuinrakennusten energia-avustuksista vuosina 2020–2022 1341/2019 §1-2.) Energia-avustusten tarkoitus on mahdollistaa taloudellisesti asuinrakennusten energiatehokkuuden parantamista ja pienentää näin asumisen ilmastopäästöjä, joka on yksi tavoite kohti hiilineutraalia Suomea 2035. Energia-avustuksiin on myönnetty 100 miljoonan euron määräraha vuosille 2020-2022, joista 20 miljoonaa vuodelle 2020 ja 40 miljoonaa vuosille 2021 ja 2022. Avustusta on voinut hakea 2.1.2020 alkaen ja takautuvasti voi saada avustusta suunnittelukustannuksista, jotka ovat syntyneet lokakuun 2019 alusta alkaen sekä toteuttamiskustannuksista vuoden 2020 alusta alkaen. (Ympäristöministeriö. 2021.)

ARA:n energia-avustuksen lisäksi Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus) hoitaa valtioavusteista tukea ympärivuotisesti asuinkäytössä olevien pientalojen öljylämmityksestä luopumiseen. Vuonna 2020 avustusta myönnettiin 28,5 miljoonaa euroa ja vuodelle 2021 uusi 9,4 miljoonan määräraha. Lisäksi kestävä kasvun ohjelmassa määrärahoja on 65 miljoonaa euroa. Avustusten maksatuksen hoitaa ELY-keskusten sekä TE-toimistojen kehittämis- ja hallintokeskus (KEHA-keskus). (ELY-keskus. 2021.)

Energia-avustusten lisäksi verottajalta voi hakea kotitalousvähennystä kunnossapito- ja perusparannustöihin, joihin kuuluu esimerkiksi lämmitysjärjestelmän uusiminen, parantaminen tai korjaaminen. Edellä mainitut energia-avustukset ovat kertaluontoisia, sekä rakennuskohtaisia, kun taas kotitalousvähennystä voi hakea useaan kertaan. Samaan toimenpiteeseen ei voi kuitenkaan hakea kuin yhtä avustusta tai kotitalousvähennystä kerrallaan. (Veronmaksajat.fi, 2020.)

Kaikissa tuissa on erilaiset määräytymisperiaatteet ja tuen määrä myös vaihtelee, joten on syytä suunnitella mitä tukea mahdollisesti hakee. Tämän työn mukaisesti keskitytään öljylämmityksen vaihtamiseen lämpöpumppujärjestelmään pienasuinrakennuksessa.

ARA:n energia-avustushakemukseen vaaditaan laskelma rakentamisvuoden tai rakennuksen käyttötarkoituksen muuttamisen jälkeisestä E-luvusta sekä laskelmat korjausten vaikutuksesta E-lukuun sekä Uudesta E-luvusta. Avustuksen määrä on joko enintään 4000 euroa tai enintään 6000 euroa, mutta hyväksytyistä kuluista maksetaan

enintään 50 prosenttia. Eri toimenpiteille on annettu omat prosenttiosuudet, kuinka paljon siitä hyväksytään maksamiseen. Esimerkiksi korkeimman eli 50 prosentin osuuden kuluista saa öljylämmityksestä luopumisesta sekä suunnittelukustannuksista, kuten E-luku laskelmista. Enintään 6000 euron avustuksen voi saada jos E-luku alenee uuden rakennuksen energiatehokkuudesta annetun ympäristöministeriön asetuksen vaatimusten mukaiselle, lähes nollaenergiatasolle. (ara. 2021.)

Lähes nollaenergiataso määritellään rakennuksen pinta-alan mukaan, tämän työn esimerkkikohteessa E-luvun yläraja olisi 128. Enintään 4000 euron avustuksen voi saada jos E-luku laskee 80 prosentin korjausvaatimuksen sekä ARA:n 70 prosentin lisävaatimuksen verran, eli korkeintaan  $0,8 \cdot 0,7 = 0,56$  alkuperäisestä E-luvusta, mutta ei lähes nollaenergiatasoa. Esimerkkikohteen liitteen 1 mukaan E-luvun tulisi olla siis enintään  $392 \cdot 0,56 = 220$ . Energia-avustus voidaan maksaa vasta, kun korjausten jälkeen tehdyn virallisen energiatodistuksen E-luku on riittävän alhaisella tasolla. (Ympäristöministeriö. 2020.)

ELY-keskuksen öljystä luopumisen tukea haettaessa tulee toimittaa liitteenä suunnitelma ja kustannusarvio sekä mahdolliset valtakirjat jos asunnolla on monta omistajaa. Hakemuksessa itsessään ilmoitetaan jo uuden lämmitysjärjestelmän tyyppi sekä toimenpiteen toteutusaika. Tuen määrä on kiinteästi joko 2500 euroa tai 4000 euroa riippuen uuden lämmitysjärjestelmän tyypistä. Kaukolämpöön, ilma-vesi-, ja maalämpöpumppuun vaihdettaessa tuen suuruus on 4000 euroa. 2500 euron tuen saa vaihdettaessa muuhun uusiutuvan energiamuodon järjestelmään. Tuki maksetaan, kun KEHA-keskukseen lähetetään tarvittavat kuitit ja dokumentit, että öljylämmitysjärjestelmä on poistettu ja uusi lämmitysjärjestelmä on asennettu. (ELY-keskus. 2021.)

Kotitalousvähennystä voi saada remonttien osalta vain työosuudesta, joka on teetetty ulkopuolisella työsuorittajalla. Vuonna 2021 kotitalousvähennys on 40 prosenttia ennakkoperintärekisteriin kuuluvalta yrittäältä tai yritykselle maksetusta työkorvauksesta tai 15 prosenttia maksetusta palkasta ja palkan sivukuluista. Vuoden 2021 enimmäisvähennys on 2250 euroa henkilöltä, eli enintään 4500 euroa pariskunnalta. Vähennykseen liittyy vuotuinen omavastuuosuus. Enimmäisvähennyksen saa, kun on

yrittäjälle maksanut työkorvauksia 5875 euroa ( $5875\text{€} \cdot 40\% - 100\text{€} = 2250\text{€}$ ). (Veronmaksajat.fi, 2020.)

Näistä eri tuista kotitalousvähennys on helpointa saada, koska kulut vain ilmoitetaan verottajalle, mutta vähennys koskee vain ulkopuolisen työn osuutta, joten pienissä töissä vähennyksen määrä jää väheiseksi. ELY:n öljystä luopumisen tuki vaatii suunnitelman ja kustannusarvion ja lisäksi työn saa aloittaa vasta hyväksytyin hakemuksen jälkeen. ARA:n energia-avustus vaatii edellämäinitun lisäksi tarkat laskelmat E-luvuista ja maksatus voidaan hyväksyä vasta, kun uusi E-luku täyttää energia-avustuksen kriteerit. Taulukossa 3 esitetään esimerkki investoinnin kustannuksista ja niistä mahdollisesti saatavista tuista.

Taulukko 3. Tukien määrä kuvitteellisissa investoinneissa

Kuvaus	maalämpöpumppu	ilma-vesilämpöpumppu
Investoinnin kustannus (€)	20000	10000
Työn osuus investoinnista (€)	10000	4000
Kotitalousvähennys (€)	3800*	1500
ELY:n öljystä luopumisen tuki (€)	4000	4000
ARA:n energia-avustus (€)	4000**	4000**

\*Vähennyksen määrä kahdelta henkilöltä, 2250€ yhdeltä henkilöltä.

\*\*Jos saavutetaan lähes nollaenergiataso, maalämpöpumpulla avustuksen määrä 6000€ ja ilma-vesilämpöpumpulla 5000€.

(Motiva, 2020.)

Jos öljylämmitys korvataan ilma-vesilämpöpumppujärjestelmällä, kotitalousvähennys on noin 1500 euron luokkaa, kun taas ELY:n tuki on 4000 euroa ja ARA:n tuki 4000 euroa jos E-luvun alenema on riittävä, mahdollisesti jopa 5000 euroa, mutta se on hyvin epätodennäköistä. Maalämpöpumppujärjestelmään vaihdettaessa kotitalousvähennys on jo suurinpiirtein yhtä paljon kuin ELY:n ja ARA:n tuet, mutta vain jos vähennys voidaan jakaa kahdelle ihmiselle. Maalämpöpumpulla voidaan mahdollisesti saavuttaa lähes nollaenergiataso, jolloin avustus olisi 6000 euroa, tämä on melko epätodennäköistä, mutta hyvä laskea jos sellainen avustus on.

Kotitalousvähennyksen huono puoli on väheinen vähennys jos työn osuus on pieni tai jos ei voi vähennystä tehdä toisen henkilön kanssa. Hyviä puolia on, että työt voi jakaa useammalle vuodelle ja saada eri vuosille omat vähennykset ja vähennyksiä voi tehdä myös vapaa-ajan asunnolle. ELY:n öljystä luopumisen tuessa huono puoli on ettei öljylämmitystä ole mahdollista jättää rinnalle. Hyvä puoli on taas selkeä hakemus ja kiinteä korvausmäärä. Miinus puolet ARA:n tuessa on tarkemmat vaatimukset ja se, että tukea ei makseta jos E-luvun alenema ei ole riittävä. Plussaa on korkeampi korvaus jos saavutetaan lähes nollaenergiataso, sekä ARA:n tukea voi hakea myös taloyhtiöt.

## 4 ESIMERKKIKOHDE

Esimerkkikohde sijaitsee Porissa, joka kuuluu säävyöhykkeeseen 1. Rakennus on tyypillinen 1970-luvun omakotitalo, jossa alapohja on maanvarainen betonilaatta ja ulkoseinät puurunkoiset sekä yläpohja huopaa. Määräykset ikkunoiden lämmönläpäisykertoimesta on vuonna 1976 ollut 3,1 jos ikkuna- ja seinäpinta-alan suhde on vähemmän kuin 0,6, muutoin 2,1. Vuonna 1978 määräys on ollut 2,1 kaikissa tapauksissa. Ulko-ovista lämmönläpäisykertoimen vaatimus on ollut 1,4 jolla laskenta on tehty tässä työssä. Kohteen lämmönläpäisykertoimet vastaavat tyypillisiä alkupe- räisiä suunnitteluarvoja.

Rakennuksen lämmitys on toteutettu vesikiertoisella patterilämmityksellä, jonka energia tuotetaan öljyllä. Ilmanvaihto on vanhan rakennuksen omaisesti painovoi- mainen. Seuraavassa taulukossa 4 on kohteen perustiedot koottuna.

Taulukko 4. Kohteen perustiedot

Kuvaus	Arvo	Lähde
Sijainti	Pori	-
Säävyöhyke	1	1)
Käyttötarkoituksluokka	1a	1)
Valmistusvuosi	1977	1)
Kerrokset	1	-
Runkorakenne	Puu	2)
Alapohja	Maanvarainen betonilaatta	2)
Lämmöntuottojärjestelmä	Öljykattila	1)
Lämmönjakojärjestelmä	Vesikiertoinen patterilämmitys	1)



Lämpimän veden lämmitysjärjestelmä	Öljykattila	1)
Ilmanvaihto	Painovoimainen	1)

1) Liite 1.

2) Ympäristöministeriö (2018c.), s. 29.

## 5 LASKENTA

### 5.1 Laskennan lähtötiedot

Taulukko 5. Kohteen Laskennalliset tiedot

Kuvaus	Arvo	Yksikkö	Merkintä	Lähde
Lämmitetty nettoala	119,5	m <sup>2</sup>	A <sub>netto</sub>	1)
Ulkoseinien pinta-alat	146,8	m <sup>2</sup>	A <sub>U</sub>	1)
Yläpohjan pinta-ala	119,5	m <sup>2</sup>	A <sub>Y</sub>	1)
Alapohjan pinta-ala	119,5	m <sup>2</sup>	A <sub>A</sub>	1)
Ikkunoiden pinta-alat	15,0	m <sup>2</sup>	A <sub>I</sub>	1)
- Koillinen	3,6	m <sup>2</sup>	A <sub>IKO</sub>	1)
- Kaakko	3,2	m <sup>2</sup>	A <sub>IKA</sub>	1)
- Lounas	3,2	m <sup>2</sup>	A <sub>ILO</sub>	1)
- Luode	5,0	m <sup>2</sup>	A <sub>ILU</sub>	1)
Ulko-ovien pinta-alat	4,2	m <sup>2</sup>	A <sub>UO</sub>	1)
Ulkoseinien lämmönläpäisykerroin	0,25	W/(m <sup>2</sup> *K)	U <sub>U</sub>	2)
Yläpohjan lämmönläpäisykerroin	0,16	W/(m <sup>2</sup> *K)	U <sub>Y</sub>	2)
Alapohjan lämmönläpäisykerroin	0,31	W/(m <sup>2</sup> *K)	U <sub>A</sub>	2)
Ikkunoiden lämmönläpäisykerroin	2,1	W/(m <sup>2</sup> *K)	U <sub>I</sub>	2)
Ulko-ovien lämmönläpäisykerroin	1,4	W/(m <sup>2</sup> *K)	U <sub>UO</sub>	2)

Mitoittava sisälämpötila	21	°C	T <sub>s</sub>	3)
Mitoittava ulkolämpötila	-26	°C	T <sub>u</sub>	4)
Ilmanvuotoluku	6	-	n <sub>50</sub>	5)
Vuotoilmavirran kerroin	35	-	x	3)
Korvausilmavirta	0,4	dm <sup>3</sup> /(s*m <sup>2</sup> )	q <sub>v, korvaus</sub>	3)
Ominaislämpökapasiteetti	70	Wh/(m <sup>2</sup> *K)	C <sub>RAK, omin</sub>	6)
Huone korkeus	2,45	m	H	-
Ikkunan valoaukon kohtisuoran aurin- gonsäteilyn kokonaisläpäisykerroin	0,67	-	g <sub>kohtisuora</sub>	1)
Lämmönjakelujärjestelmän apulaitteiden sähkönkulutus	2	kWh/(m <sup>2</sup> *v)	e <sub>jakelu</sub>	5)
Lämmöntuottojärjestelmän apulaitteiden sähkönkulutus	0,99	kWh/(m <sup>2</sup> *v)	e <sub>tuotto</sub>	5)

1) Liite 1.

2) Ympäristöministeriö (2018c, 11, 29)

3) Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017. §10, 17.

4) Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017 liite 1

5) Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017, liite 1, taulukko 4, 9-10.

6) Ympäristöministeriö (2018a, 38)

Taulukko 6. Kuukauden keskilämpötilat

Kuukausi	Arvo	Yksikkö	Merkintä	Lähde
Tammikuu	-3,97	°C	T <sub>u1</sub>	1)
Helmikuu	-4,5	°C	T <sub>u2</sub>	1)
Maaliskuu	-2,58	°C	T <sub>u3</sub>	1)
Huhtikuu	4,5	°C	T <sub>u4</sub>	1)
Toukokuu	10,76	°C	T <sub>u5</sub>	1)
Kesäkuu	14,23	°C	T <sub>u6</sub>	1)
Heinäkuu	17,3	°C	T <sub>u7</sub>	1)

Elokuu	16,05	°C	T <sub>u8</sub>	1)
Syyskuu	10,53	°C	T <sub>u9</sub>	1)
Lokakuu	6,2	°C	T <sub>u10</sub>	1)
Marraskuu	0,5	°C	T <sub>u11</sub>	1)
Joulukuu	-2,19	°C	T <sub>u12</sub>	1)

1) (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2021, liite 1.)

Taulukko 7. Kuukauden tuntien lukumäärä

Kuukausi	Tunnit	yksikkö	merkintä
Tammikuu	744	h	$\Delta t_1$
Helmikuu	672	h	$\Delta t_2$
Maaliskuu	744	h	$\Delta t_3$
Huhtikuu	720	h	$\Delta t_4$
Toukokuu	744	h	$\Delta t_5$
Kesäkuu	720	h	$\Delta t_6$
Heinäkuu	744	h	$\Delta t_7$
Elokuu	744	h	$\Delta t_8$
Syyskuu	720	h	$\Delta t_9$
Lokakuu	744	h	$\Delta t_{10}$
Marraskuu	720	h	$\Delta t_{11}$
Joulukuu	744	h	$\Delta t_{12}$

## 5.2 Rakennuksen nykytilanne öljylämmityksellä

### 5.2.1 Rakennuksen lämpöhäviöt

Ensimmäisenä lasketaan rakennuksen ulkovaipan läpi johtuvat lämpöhäviöt. Laskenta tehdään erikseen joka ulkovaipan osalle ja kuukaudelle, jotka myöhemmin lasketaan yhteen vuotuisen johtumislämpöhäviöiden saamiseksi. Kuukausittainen tulos saadaan seuraavasti (Ympäristöministeriö, 2018a, kaava 3.4).

$$Q_u = U_u \cdot A_u \cdot (T_s - T_{u1}) \cdot \Delta t_1 / 1000$$

Kaavan lämmönläpäisykerroin (U-arvo), pinta-ala ja mitoittava sisälämpötila saadaan taulukosta 4. Kuukautinen mitoittava ulkolämpötila löytyy taulukosta 5. Kuukauden tuntien lukumäärä näkyy taulukossa 6. Tulos muutetaan vielä 1000 jaolla yksikköön kWh. Ulkoseinien johtumislämpöhäviöksi tammikuussa saadaan:

$$Q_u = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K} \cdot 146,8 \text{ m}^2 \cdot (21^\circ\text{C} - (-3,97^\circ\text{C})) \cdot 744 \text{ h} / 1000 = 681,8 \text{ kWh}$$

Taulukko 8. Ulkovaipan johtumislämpöhäviöt (kWh).

Kuukausi	Ulkoseinät	Yläpohja	Alapohja	Ikkunat	Ulko-ovet	Yhteensä
Tammikuu	681,8	355,21	688,21	585,20	109,24	2419,66
Helmikuu	628,89	327,64	634,80	539,78	100,76	2231,87
Maaliskuu	643,85	335,43	649,90	552,62	103,16	2284,96
Huhtikuu	436,00	227,15	440,09	374,22	69,85	1547,31
Toukokuu	279,60	145,67	282,23	239,98	44,80	992,28
Kesäkuu	178,89	93,20	180,57	153,54	28,66	634,86
Heinäkuu	101,03	52,63	101,98	86,71	16,19	358,54
Elokuu	135,16	70,42	136,43	116,01	21,65	479,67
Syyskuu	276,66	144,13	279,26	237,46	44,33	981,84

Lokakuu	404,11	210,53	407,91	346,85	64,75	1434,15
Marraskuu	541,69	282,21	546,78	464,94	86,79	1922,41
Joulukuu	633,20	329,88	639,15	543,48	101,45	2247,16
Yhteensä	4940,87	2574,10	4987,32	4240,80	791,62	17534,71

Rakennuksissa johtumislämpöhäviöitä tulee myös kylmäsilloista eli esimerkiksi rakennusosien liitoskohdista. Olemassa olevien rakennusten osalta käytetään yksinker-  
taistettua laskentatapaa, joka on 10%:a ulkovaipan johtumislämpöhäviöistä (Ympä-  
ristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017, liite 1 kohta  
2.2.3).

$$Q_{\text{kylmäsillat}} = 0,1 * Q_{\text{ulkovaippa}}$$

$$Q_{\text{kylmäsillat}} = 0,1 * 17534,71 \text{ kWh} = 1753,47 \text{ kWh}$$

Summaamalla kylmäsiltojen ja ulkovaipan johtumislämpöhäviöt saadaan rakennuk-  
sen johtumislämpöhäviö.

$$Q_{\text{joht}} = Q_{\text{kylmäsillat}} + Q_{\text{ulkovaippa}}$$

$$Q_{\text{joht}} = 1753,47 \text{ kWh} + 17534,71 \text{ kWh} = 19288,18 \text{ kWh}$$

Seuraavaksi lasketaan vuotoilmavirran määrä. Rakennuksen ilmanvuotoluku ( $n_{50}$ ) ja  
vuotoilmavirran kerroin ( $x$ ) on taulukossa 5. Rakennuksen ilmatilavuus ( $V$ ) saadaan  
kertomalla netto pinta-ala ( $A_{\text{netto}}$ ) huonekorkeudella ( $H$ ). 3600 on muuntokerroin  
tunneista sekunneiksi. Jos ilmanvuotoluku  $n_{50}$  tunnetaan, voidaan vuotoilmavirta las-  
kea kaavalla (Ympäristöministeriö. 2018b. s.23).

$$q_{v,\text{vuotoilma}} = n_{50} * V / (3600 * x)$$

$$q_{v,\text{vuotoilma}} = n_{50} * (A_{\text{netto}} * H) / (3600 * x)$$

$$q_{v,\text{vuotoilma}} = 6 * (119,5 \text{ m}^2 * 2,45 \text{ m}) / (3600 \text{ s} * 35) = 0,01394 \text{ m}^3/\text{s}$$

Vuotoilmavirta on vakio vuoden jokaisena kuukautena. Nyt voidaan laskea vuotoil-  
mavirran lämpenemiseen kuluva energia jokaiselle kuukaudelle kaavalla (Ympäris-  
töministeriö, 2018a, kaava 3.7).

$$Q_{\text{vuotoilma}} = \rho_i \cdot c_{pi} \cdot q_{v,\text{vuotoilma}} \cdot (T_s - T_{u1}) \cdot \Delta t_1 / 1000$$

$$Q_{\text{vuotoilma}} = 1,2 \text{ kg/m}^3 \cdot 1000 \text{ J/kgK} \cdot 0,01394 \text{ m}^3/\text{s} \cdot (21 \text{ C} - (-3,97 \text{ C})) \cdot 744 \text{ t} / 1000 = 310,80 \text{ kWh}$$

Viimeisenä lasketaan lämpöhäviö korvausilmavirrasta. Tätä varten selvitetään ensin korvausilmavirran määrä ( $q_{v,\text{korvausilma}}$ ). Taulukosta 5. löytyy korvausilman ( $q_{v,\text{korvaus}}$ ) vakioarvo.

$$q_{v,\text{korvausilma}} = q_{v,\text{korvaus}} / 1000 \cdot A_{\text{netto}}$$

$$q_{v,\text{korvausilma}} = 0,4 \text{ dm}^3 / (\text{s} \cdot \text{m}^2) / 1000 \cdot 119,5 \text{ m}^2 = 0,0478 \text{ m}^3/\text{s}$$

Korvausilman vakioarvoa voidaan käyttää, kun tarkasteltavassa rakennuksessa on painovoimainen ilmanvaihto (Ympäristöministeriö. 2018b. s.26). Korvausilmavirran lämpenemisen energiantarve lasketaan vastaavasti kuin vuotoilmalla.

$$Q_{\text{korvausilma}} = \rho_i \cdot c_{pi} \cdot q_{v,\text{korvausilma}} \cdot (T_s - T_{u1}) \cdot \Delta t_1 / 1000$$

$$Q_{\text{korvausilma}} = 1,2 \text{ kg/m}^3 \cdot 1000 \text{ J/kgK} \cdot 0,0478 \text{ m}^3/\text{s} \cdot (21 \text{ C} - (-3,97 \text{ C})) \cdot 744 \text{ t} \cdot 1000 = 1065,62 \text{ kWh}$$

Taulukko 9. Kuukausittaiset lämpöhäviöt ilmavirroista (kWh)

	Vuotoilma	Korvausilma	Yhteensä
Tammikuu	310,80	1065,62	1376,42
Helmikuu	286,69	982,92	1269,61
Maaliskuu	293,50	1006,30	1299,8
Huhtikuu	198,75	681,44	880,19
Toukokuu	127,46	437,00	564,46
Kesäkuu	81,55	279,60	361,15
Heinäkuu	46,05	157,90	203,95
Elokuu	61,61	211,25	272,86
Syyskuu	126,12	432,40	558,52

Lokakuu	184,22	631,60	815,82
Marraskuu	246,93	846,63	1093,56
Joulukuu	288,65	989,65	1278,3
Yhteensä	2252,34	7722,30	9974,64

Laskemalla yhteen kaikki lämpöhäviöt saadaan vuotuinen tilojen lämmitysenergian kokonaistarve ( $Q_{\text{tila}}$ ).

$$Q_{\text{tila}} = Q_{\text{joht}} + Q_{\text{vuotoilma}} + Q_{\text{korvausilma}}$$

$$Q_{\text{tila}} = 19288,18 \text{ kWh} + 2252,34 \text{ kWh} + 7722,30 \text{ kWh} = 29262,82 \text{ kWh}$$

### 5.2.2 Lämpökuormat

Lämpökuormat vähentävät lämmitysenergian tarvetta. Lämpökuormia ovat ihmisten läsnäolo, valaistus, kuluttajalaitteet sekä häviöt lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnista. Näitä sanotaan sisäisiksi lämpökuormiksi, lisäksi hyödynnettävää lämpökuormaa saadaan auringosta. Sisäisiä lämpökuormia arvioidaan vakioidun käytön ohjearvoilla, jotka löytyvät taulukosta 10.

Taulukko 10. Vakioidun käytön ohjearvoja.

Kuvaus	Arvo	Yksikkö	Merkintä	Lähde
Ihmisten ominaislämpöteho	2	W/m <sup>2</sup>	$C_{p,\text{henk}}$	1)
Ihmisten paikalla olo aste	60	%	$Z_{\text{henk}}$	1)
Kuluttajalaitteiden ominaissähköteho	3	W/m <sup>2</sup>	$C_{p,\text{kl}}$	1)
Kuluttajalaitteiden käyttöaste	60	%	$Z_{\text{kl}}$	1)
Valaistuksen ominaissähköteho	6	W/m <sup>2</sup>	$C_{p,\text{val}}$	1)
Valaistuksen käyttöaste	10	%	$Z_{\text{val}}$	1)
Lämpimän käyttöveden energiatarve	35	kWh/m <sup>2</sup> *v	$Q_{\text{LKV,omin}}$	1)

1) (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017 §11,12.)

Ihmisten, kuluttajalaitteiden ja valaistuksen kokonaisteho on suhteutettu rakennuksen pinta-alaan. Lasketaan sisäisten lämpökuormien lämpötehot, esimerkkinä ihmisten luovuttama lämpöteho. Kaava on (Ympäristöministeriö. 2018b. kaava 34).

$$W_{\text{henk}} = C_{p,\text{henk}} * A_{\text{netto}}$$
$$W_{\text{henk}} = 2\text{W/m}^2 * 119,5\text{m}^2 = 239\text{W}$$

Lämpöteho sijoitetaan seuraavaan kaavaan lämpökuorman saamiseksi tammikuussa (Ympäristöministeriö. 2018b. kaava 35).

$$Q_{\text{henk}} = W_{\text{henk}} / 1000 * Z_{\text{henk}} * \Delta t_1$$
$$Q_{\text{henk}} = 239\text{W} / 1000 * 0,6 * 744\text{h} = 106,69\text{kWh}$$

Lämpökuormaa lämpimästä käyttövedestä tulee lämpimän käyttöveden kiertojohdosta sekä varastoinnista. Häviöistä lasketaan lämpökuormaksi 50 prosenttia (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017. §18). Tämän työn esimerkkikohteesta ei ollut tietoa kiertojohdon olemassa olosta tai erillistä varaajasta. Energiatodistuksessa (liite 1) on ilmoitettu lämpimän käyttöveden vuotiseksi lämpökuormaksi 415kWh.

Lämpökuorma auringosta lasketaan ikkunoihin osuvasta säteilystä. Lämpökuormaan vaikuttaa muun muassa varjostukset verhoista ja ulkopuolisista esteistä kuten puustosta. Ikkunoiden laatu vaikuttaa kokonaisläpäisykerroimeen ja näin ollen lämpökuormaan. Ikkunan valoaukon kohtisuoran auringonsäteilyn kokonaisläpäisykerroin ( $g_{\text{kohtisuora}}$ ) löytyy taulukosta 3. Selvitetään ikkunan valoaukon auringon kokonaissäteilyn läpäisykerroin ( $g$ ) seuraavalla kaavalla (Ympäristöministeriö, 2018a, kaava 5.5).

$$g = 0,9 * g_{\text{kohtisuora}}$$
$$g = 0,9 * 0,67 = 0,6$$



Lämpökuorman laskemiseksi auringosta tarvitaan ikkunan säteilyn läpäisyn kokonaiskorjauskerroin ( $F_{\text{läpäisy}}$ ), jona käytetään oletusarvoa 0,5 (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017, liite 1, 2.2.3). Lisäksi tarvitaan arvot pystypinnalle tulevan auringon kokonaissäteilyenergian, joka on esitetty seuraavassa taulukossa 11.

Taulukko 11. Pystypinnalle tuleva auringon kokonaissäteilyenergia ( $G_{\text{pysty}}$ ) kWh/m<sup>2</sup>.

Kuukausi	Suunta			
	Koillinen	Kaakko	Lounas	Luode
Tammikuu	4,7	9,5	9,5	4,7
Helmikuu	13,8	31,0	30,9	14,0
Maaliskuu	38,1	75,1	69,4	36,9
Huhtikuu	56,3	101,1	101,6	56,8
Toukokuu	82,1	123,3	117,5	76,3
Kesäkuu	87,9	109,9	110,9	89,1
Heinäkuu	91,1	123,1	128,6	91,2
Elokuu	66,4	106,0	92,8	61,1
Syyskuu	37,5	83,9	87,3	38,1
Lokakuu	15,6	28,3	30,0	15,7
Marraskuu	5,5	12,3	12,3	5,6
Joulukuu	3,2	8,4	8,8	3,2

(Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017 ,liite 1)

Lämpökuorma auringosta lasketaan jokaisesta ilmansuunnasta, jossa on ikkunoita. Tulokset lasketaan erikseen joka kuukaudelle. Käytetään seuraavaa kaavaa (Ympäristöministeriö, 2018a, kaava 5.4).

$$Q_{\text{aurinko}} = G_{\text{pysty}} * F_{\text{läpäisy}} * A_{\text{ikk}} * g$$

$$Q_{\text{aurinko}} = 4,7 * 0,5 * 3,6 \text{m}^2 * 0,6 = 5,08 \text{kWh}$$

Taulukko 12. Rakennuksen lämpökuormat (kWh)

Kuukausi	Henkilöt	Valaistus	Kuluttajalaitteet	Lämmin käyttövesi	Aurinko	Yhteensä
Tammikuu	106,69	53,34	160,03	-	30,37	394,34
Helmikuu	96,36	48,18	144,55	-	95,33	424,08
Maaliskuu	106,69	53,34	160,03	-	235,22	599,19
Huhtikuu	103,25	51,62	154,87	-	340,60	692,83
Toukokuu	106,69	53,34	160,03	-	434,29	798,26
Kesäkuu	103,25	51,62	154,87	-	440,55	792,78
Heinäkuu	106,69	53,34	160,03	-	476,82	840,79
Elokuu	106,69	53,34	160,03	-	354,21	718,18
Syyskuu	103,25	51,62	154,87	-	262,00	614,23
Lokakuu	106,69	53,34	160,03	-	96,37	460,34
Marraskuu	103,25	51,62	154,87	-	37,96	390,19
Joulukuu	106,69	53,34	160,03	-	24,77	388,74
Yhteensä	1256,18	628,09	1884,28	415	2828,47	7113,96

### 5.2.3 Lämpökuormien hyödyntäminen

Kaikkea lämpökuormaa ei pystytä hyödyntämään, esimerkiksi kesällä saadaan vähemmän energiaa hyödynnetyksi. Selvitetään hyödyntämisaste, aloitetaan laskemalla rakennuksen lämpökapasiteetti (Ympäristöministeriö. 2018a. kohta 5.5.3). Taulukosta 5 saadaan rakennuksen ominaislämpökapasiteetti  $C_{rak,omi}$ .

$$C_{rak} = A_{netto} * C_{rak,omin}$$

$$C_{rak} = 119,5m^2 * 70Wh/(m^2 * K) = 8365Wh/K$$

Seuraavaksi lasketaan rakennuksen tilojen ominaislämpöhäviö kaavalla (Ympäristöministeriö. 2018a. Kaava 5.16).

$$H_{tila} = 1000 * Q_{tila} / (T_s - T_u) * \Delta t$$

$$H_{\text{tila}} = 1000 * 4038,04 \text{ kWh} / ((21^{\circ}\text{C} - (-3,97^{\circ}\text{C})) * 744 \text{ h}) = 217,36 \text{ W/K}$$

Aikavakio kuvaa lämpökapasiteettia rakennuksen koosta riippumatta, joka lasketaan seuraavasti (Ympäristöministeriö. 2018a. Kaava 5.15).

$$\tau = C_{\text{rak}} / H_{\text{tila}}$$

$$\tau = 8365 \text{ Wh/K} / 217,36 \text{ W/K} = 38,48 \text{ h}$$

Aikavakion avulla saadaan laskettua hyödyntämisteen kaavaan tarvittavan apusuurteen seuraavasti (Ympäristöministeriö. 2018a. Kaava 5.13).

$$\alpha = 1 + \tau / 15 \text{ h}$$

$$\alpha = 1 + 38,48 \text{ h} / 15 \text{ h} = 3,57$$

Viimeinen suure hyödyntämisteen laskemiseen on lämpökuormien suhde lämpöhäviöihin joka kuukaudelle, joka lasketaan kaavalla (Ympäristöministeriö. 2018a. Kaava 5.14).

$$\gamma = Q_{\text{lämpökuorma}} / Q_{\text{tila}}$$

$$\gamma = 394,34 \text{ kWh} / 4038,04 \text{ kWh} = 0,098$$

Lämpökuormien kuukausittainen hyödyntämistee voidaan nyt laskea kaavalla (Ympäristöministeriö. 2018a. Kaava 5.11).

$$\eta_{\text{lämpö}} = (1 - \gamma^{\alpha}) / (1 - \gamma^{(\alpha+1)})$$

$$\eta_{\text{lämpö}} = (1 - 0,098^{3,57}) / (1 - 0,098^{(3,57+1)}) = 0,999$$

Lopuksi lasketaan lopullinen lämpökuormista hyödyksi saatu energia.

$$Q_{\text{lämpö,hyöty}} = \eta_{\text{lämpö}} * Q_{\text{lämpökuorma}}$$

$$Q_{\text{lämpö,hyöty}} = 0,999 * 394,34 \text{ kWh} = 393,95 \text{ kWh}$$

Seuraavassa taulukossa 13. on kuukausittain lämpökuormista hyödyksi saatu energia sekä netto lämmöntarve, joka on tilojen vaatima energianmäärä hyödynnetyn energi-

an huomioimisen jälkeen. Netto lämmöntarve ( $Q_{\text{tilat,netto}}$ ) saadaan laskemalla lämpöhäviön ja hyödynnetyn energian erotus.

Taulukko 13. Lämpökuormista hyödynnetty energia ja tilojen netto lämmöntarve

Kuukausi	Hyödyntämisaste	Hyödynnetty energia (kWh)	Netto lämmöntarve (kWh)
Tammikuu	0,9998	394,25	3643,78
Helmikuu	0,9996	423,92	3300,76
Maaliskuu	0,9989	598,5	3214,75
Huhtikuu	0,9933	688,16	1894,07
Toukokuu	0,9602	766,47	889,49
Kesäkuu	0,8780	696,1	363,4
Heinäkuu	0,6343	533,28	65,07
Elokuu	0,8212	589,8	210,69
Syyskuu	0,9809	602,49	1036,05
Lokakuu	0,9977	459,3	1934,09
Marraskuu	0,9995	390,0	2818,23
Joulukuu	0,9997	388,63	3361,55
Yhteensä	-	6530,9	22731,93

#### 5.2.4 E-luku

E-luku lasketaan tilojen, lämpimän käyttöveden ja apulaitteiden sähkönkulutuksen ostoenergiankulutuksesta käyttämällä painotettuja energiakertoimia. Ostoenergiakulutus tarkoittaa, kuinka paljon energiaa tarvitaan, että saadaan katettua kokonaisenergiatarve. Häviöitä tulee lämmönjakelu- ja lämmöntuottojärjestelmästä. Nämä häviöt lasketaan hyötysuhteilla, jotka saadaan taulukkoarvona tai uusissa laitteissa valmistajalta. Lasketaan ensin lämmönjakelu- ja lämmöntuottojärjestelmän apulaitteiden sähkönkulutus, arvot löytyvät taulukosta 5.

$$W_{\text{jakelu}} = \epsilon_{\text{jakelu}} * A_{\text{netto}}$$

$$W_{\text{jakelu}} = 2 \text{ kWh}/(\text{m}^2 * \text{v}) * 119,5 \text{ m}^2 = 239 \text{ kWh/v}$$

$$W_{\text{tuotto}} = \epsilon_{\text{tuotto}} * A_{\text{netto}}$$

$$W_{\text{tuotto}} = 0,99 \text{ kWh}/(\text{m}^2 * \text{v}) * 119,5 \text{ m}^2 = 118,3 \text{ kWh/v}$$

Tilojen ja lämpimän käyttöveden lämmönjakelu- ja lämmöntuottojärjestelmän hyötysuhteet on seuraavassa taulukossa 14.

Taulukko 14. lämmönjakelu- ja lämmöntuottojärjestelmän hyötysuhteet

Kuvaus	Hyötysuhde	Merkintä	Lähde
Tilojen jakelun hyötysuhde	0,8	$\eta_{\text{tilat,jakelu}}$	Liite 1
Lämpimän käyttöveden jakelun hyötysuhde	0,89	$\eta_{\text{LKV,jakelu}}$	Liite 1
Tuoton hyötysuhde öljykattilalla	0,81	$\eta_{\text{tuotto}}$	Liite 1

Seuraavaksi lasketaan energian kokonaistarve lämmönjakelusta. Putkistosta aiheutuu häviöitä, joten hyötysuhteella saadaan selville, kuinka paljon energiaa tarvitsee syöttää lämmönjakeluun.

$$Q_{\text{tilat,jakelu}} = Q_{\text{tilat,netto}} / \eta_{\text{tilat,jakelu}}$$

$$Q_{\text{tilat,jakelu}} = 22731,93 \text{ kWh} / 0,8 = 28414,91 \text{ kWh}$$

$$Q_{\text{LKV,jakelu}} = Q_{\text{LKV,omin}} * A_{\text{netto}} / \eta_{\text{LKV,jakelu}}$$

$$Q_{\text{LKV,jakelu}} = 35 \text{ kW}/(\text{m}^2 * \text{v}) * 119,5 \text{ m}^2 / 0,89 = 4699,44 \text{ kWh}$$

Lasketaan energian tarve lämmöntuotannon eli öljykattilan häviöiden jälkeen tilojen ja lämpimän käyttöveden osalta. Tämä tulos on laskennallinen öljyn kulutus eli os-toenergiankulutus öljyllä.

$$Q_{\text{kok.öljy}} = (Q_{\text{tilat,jakelu}} + Q_{\text{LKV,jakelu}}) / \eta_{\text{tuotto}}$$

$$Q_{\text{kok.öljy}}=(28414,91\text{kWh}+4699,44\text{kWh})/0,81=40881,91\text{kWh}$$

Ostoenergiankulutus sähköllä saadaan laskemalla yhteen apulaitteiden, valaistuksen ja kuluttajalaitteiden sähkökulutuksen.

$$W_{\text{kok.sähkö}}=W_{\text{jakelu}}+W_{\text{tuotto}}+W_{\text{valaistus}}+W_{\text{kuluttajalaitteet}}$$

$$W_{\text{kok.sähkö}}=239\text{kWh}+118,3\text{kWh}+628,09\text{kWh}+1884,28\text{kWh}=2869,67\text{kWh}$$

E-luku saadaan nyt laskettua. Kerrotaan energiamuodoittain ostoenergiakulutukset niitä vastaavilla energiamuotokertoimilla (x), jotka löytyy taulukosta 1. ja muutetaan koskevaksi neliometriä kohden, jotta se on vertailukelpoinen erikokoisten rakennusten kanssa. E-luvun osuudeksi öljyllä ja sähköllä saadaan seuraavasti (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017. §7).

$$E_{\text{öljy}}=Q_{\text{kok.öljy}}/A_{\text{netto}}*x_{\text{öljy}}$$

$$E_{\text{öljy}}=40881,91\text{kWh}/119,5\text{m}^2*1,0=342,11\text{kWh/m}^2$$

$$E_{\text{sähkö}}=W_{\text{kok.sähkö}}/A_{\text{netto}}*x_{\text{sähkö}}$$

$$E_{\text{sähkö}}=2869,67\text{kWh}/119,5\text{m}^2*1,2=28,82\text{kWh/m}^2$$

$$E_{\text{kok}}=E_{\text{öljy}}+E_{\text{sähkö}}$$

$$E_{\text{kok}}=345,32\text{kWh/m}^2+28,82\text{kWh/m}^2=370,92\text{kWh/m}^2$$

E-luku pyöristetään aina ylöspäin seuraavaan kokonaislukuun, joten E-luvuksi saadaan lopulta 371.

### 5.3 Laskenta maalämpöpumppujärjestelmällä

Uuden lämmitysjärjestelmän valinnassa tarvitaan rakennuksen lämmitystehon tarve. Tässä tapauksessa lämmitystehon tarve lasketaan kaikkien lämpöhäviöiden summana, sillä lämmitysjärjestelmä on sama kaikissa tiloissa eli huoneissa. Lämmitystehon tarpeen laskennassa käytetään mitoittavaa ulkoilman lämpötilaa, joka on tässä tapauksessa säävyöhyke 1, taulukon 4 mukaisesti. Tämä esimerkkikohde luokitellaan

jatkuvalämmitteiseksi, joten sisäisiä lämpökuormia ja lämpökuormia auringosta ei oteta huomioon (Ympäristöministeriö. 2018a. 64.) Näin toimitaan, koska tehollinen lämpöhäviö lasketaan tilanteessa, jossa tehon tarve on suurin, jotta valitaan riittävän tehokas lämmitysjärjestelmä.

### 5.3.1 Tehollinen lämpöhäviö

Lasketaan ensiksi rakennusvaipan osien lämpöhäviötehot. Esimerkkinä kaavassa lämpöhäviöteho ulkoseinien osalta (Ympäristöministeriö. 2018a. Kaava 10.4).

$$\Phi_{\text{ulko}} = U_{\text{ulko}} * A_{\text{ulko}} * (T_s - T_u)$$

$$\Phi_{\text{ulko}} = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 * \text{K}) * 146,8 \text{ m}^2 * (21 \text{ C} - (-26 \text{ C})) = 1724,9 \text{ W}$$

Kylmäsiltojen osalta ei ole tarkempaa tietoa, joten käytetään arviota 10% kaikista tehollisista johtumislämpöhäviöistä. Seuraavassa taulukossa 15 on koottuna rakennusvaipan osalta teholliset lämpöhäviöt.

Taulukko 15. Rakennusvaipan osien teholliset lämpöhäviöt.

Rakenteen osa	Tehollinen lämpöhäviö	Yksikkö
Ulkoseinät	1724,90	W
Yläpohja	898,64	W
Alapohja	1741,12	W
Ikkunat	1480,50	W
Ulko-ovet	276,36	W
Kylmäsilat	612,15	W
Yhteensä	6733,67	W

Tilojen lämpöhäviötehon tarpeeseen tarvitaan vielä lämpöhäviöteho vuoto- ja korvausilmasta. Ilmavirrat  $q_{v,\text{vuoto}}$  ja  $q_{v,\text{korvaus}}$  on laskettu kohdassa 5.2.1. Tulos ilmavirtojen lämpöhäviötehosta saadaan kaavalla (Ympäristöministeriö. 2018a. Kaava 10.6, 10.8).

$$\phi_{\text{vuotoilma}} = \rho_i \cdot c_{p,i} \cdot q_{v,\text{vuotoilma}} \cdot (T_s - T_u)$$

$$\phi_{\text{vuotoilma}} = 1,2 \text{ kg/m}^3 \cdot 1000 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)} \cdot 0,01394 \text{ m}^3/\text{s} \cdot (21 \text{ C} - (-26)) = 786,31 \text{ W}$$

Teholliseksi lämpöhäviöksi korvausilmalla saadaan vastaavasti 2695,92W. Tilojen teholliseksi lämpöhäviöksi saadaan yhteensä seuraavasti (Ympäristöministeriö. 2018a. Kaava 10.2).

$$\phi_{\text{tilat}} = \phi_{\text{vaippa}} + \phi_{\text{vuotoilma}} + \phi_{\text{korvausilma}}$$

$$\phi_{\text{tilat}} = 6127,67 \text{ W} + 786,31 \text{ W} + 2695,92 \text{ W} = 10215,9 \text{ W}$$

### 5.3.2 Maalämpöpumpun valinta

Tiedetään, että tehon tarve on 10,216kW. Hyödynnetään liitteen 2 taulukkoa lämpöpumpun valitsemisessa. Selvitetään arvot taulukon lukemista varten. Menoveden lämpötilana käytetään 50C astetta vesikiertoisessa radiaattoriverkostossa, esimerkki-kohteen mukaisesti. Lasketaan ensiksi lämmitystarpeen suhde tilojen ja lämpimän käyttöveden osalta.

$$Q_{\text{tilat,netto}}/Q_{\text{LKV,netto}} = Q_{\text{tilat,netto}}/(Q_{\text{LKV,omin}} \cdot A_{\text{netto}})$$

$$Q_{\text{tilat,netto}}/Q_{\text{LKV,netto}} = 22980,65 \text{ kWh}/(35 \text{ kWh/m}^2 \cdot 119,5 \text{ m}^2) = 5,49$$

Tilojen nettolämmöntarve on laskettu aikaisemassa luvussa ja tulos löytyy taulukosta 13. Lämpimän käyttöveden ominaisenergiantarve on merkitty taulokkoon 10 ja nettopinta-ala taulukkoon 5.

Lämpöpumpun mitoitus on yleisesti todettu hyväksi, kun lämpöpumpun nimellisteho kattaa 60...80% tilojen tehon tarpeesta. Liian pieni pumppu vaatii enemmän lisälämmitystä, eli sähkövastuksen käyttöä, joka on huonompi hyötysuhteeltaan. Liian iso pumppu taas voi tuottaa niin paljon lämpöenergiaa nopeasti, että se ei toimi edes osateholla tarpeeksi vähän, jolloin pumppu käynnistyy usein ja vain vähäksi aikaa, joka lyhentää kompressorin käyttöikä.



Tarkastellaan tämän perusteella liitteen 2 taulukkoa ja siitä kohtaa, jossa  $\phi_{LP}/\phi_{tilat}$  on 0,7 eli lämpöpumpun tuottama lämpöteho on 70%:a tilojen tehontarpeesta. Tilan lämmitystarve on yli nelinkertainen lämpimän käyttöveden lämmitystarpeeseen verrattuna, joka on suurin arvo taulukossa, joten seurataan tätä ja pystysarakkeelta seurataan säävyöhykkeen 1 saraketta, menoveden lämpötila tässä tapauksessa oli 50°C. Näillä arvoilla taulukko antaa arvon 0,95, joka tarkoittaa, että lämpöpumppu kattaa 95% rakennuksen energiantarpeesta mitoituslämpötilassa. Tämä on sopiva määrä, loppu lämmitystarve saadaan tarvittaessa varaajan sähkövastuksella. Valitaan lämpöpumppu, joka on lähellä tarkastelun arvoa.

$$\phi_{LP} = \phi_{tilat} * 0,7$$

$$\phi_{LP} = 10,216 \text{ kW} * 0,7 = 7,1512 \text{ kW}$$

Valitaan maalämpöpumpuksi Nibe F1245-8kW. Kyseisen pumpun tiedoista nähdään, että 50C menoveden lämpötilalla antoteho on 6,9kW. (Maalämpötukku, 2021.) Laskennassa käytettäväksi arvoksi lämpöpumpun tuottaman tehon suhde tilojen lämpöviötehoon saadaan seuraavasti.

$$\phi_{LP}/\phi_{tilat} =$$

$$6,9 \text{ kW} / 10,126 \text{ kW} = 0,68$$

Katsotaan taas liitteen 2 taulukosta lämpöpumpun kattama osuus energiantarpeesta ( $Q_{lp}/Q_{tilat,LKV}$ ). Arvioidaan tulokseksi 0,94 eli 94%.

### 5.3.3 E-luku maalämpöpumppujärjestelmällä

Lasketaan lisälämmitystarve, jota lämpöpumpulta ei saada. Lisälämmitystarve tuotetaan sähkövastuksella ja se lasketaan erikseen tiloille ja lämpimälle käyttövedelle. Käytetään seuraavia kaavoja (Ympäristöministeriö. 2018a. Kaavat 7.6, 7.7).

$$Q_{\text{lisälämmitys,tilat}} = (1 - Q_{lp}/Q_{tilat,LKV}) * Q_{tilat,jakelu}$$

$$Q_{\text{lisälämmitys,tilat}} = (1 - 0,94) * 28414,91 \text{ kWh} = 1704,89 \text{ kWh}$$

$$Q_{\text{lisälämmitys,LKV}} = (1 - Q_{\text{lp}}/Q_{\text{tilat,LKV}}) * (Q_{\text{LKV,jakelu}} + Q_{\text{LKV,varastointi}})$$

$$Q_{\text{lisälämmitys,LKV}} = (1 - 0,94) * (4699,44 \text{ kWh} + 470 \text{ kWh}) = 310,17 \text{ kWh}$$

Tässä maalämpöpumpussa on integroitu 180 litran lämminvesivaraaja, jonka häviö on arvioiden 470 kWh vuodessa taulukon (Ympäristöministeriö, 2018a. Taulukko 6.5) mukaan. Sitten lasketaan lämpöpumpun tuottama lämpöenergia tiloissa ja lämpimässä käyttövedessä (Ympäristöministeriö, 2018a. Kaavat 7.4, 7.5).

$$Q_{\text{LP,tilat}} = Q_{\text{tilat,jakelu}} - Q_{\text{lisälämmitys,tilat}}$$

$$Q_{\text{LP,tilat}} = 28414,91 \text{ kWh} - 1704,89 \text{ kWh} = 26710,01 \text{ kWh}$$

$$Q_{\text{LP,LKV}} = Q_{\text{LKV,jakelu}} - Q_{\text{lisälämmitys,LKV}}$$

$$Q_{\text{LP,LKV}} = 4699,44 \text{ kWh} - 310,17 \text{ kWh} = 4389,27 \text{ kWh}$$

Nyt saadaan laskettua lämpöpumpputilajärjestelmän sähköenergian kulutus. SPF-luku kertoo todellisen lämpökertoimen vuositasolla, joten lämmöntuoton hyötysuhde on huomioituna. SPF-luku määräytyy menoveden lämpötilan mukaan, ja käytetään tässä kohteessa keskimääräistä taulukkoarvoa (Ympäristöministeriö, 2012, taulukko 6.) Kaavan lähde on (Ympäristöministeriö, 2018a. Kaava 7.8).

$$W_{\text{LP}} = Q_{\text{LP,tilat}}/\text{SPF}_{\text{tilat}} + Q_{\text{LP,LKV}}/\text{SPF}_{\text{LKV}} + Q_{\text{lisälämmitys,tilat}} + Q_{\text{lisälämmitys,LKV}}$$

$$W_{\text{LP}} = 26710,01 \text{ kWh}/2,7 + 4389,27 \text{ kWh}/2,3 + 1704,89 \text{ kWh} + 310,17 \text{ kWh} = 13816,04 \text{ kWh}$$

Ostoenergian kulutuksen laskemiseksi tarvitaan vielä apulaitteiden sähkökulutus. Maalämpöpumpputilajärjestelmän osalta apulaitteet on jo huomioitu SPF-luvussa edellisessä laskussa, lasketaan siis vain lämmönjakeluverkon sähkökulutus. Lämmönjakeluverkosto on sama kuin öljylämmityksellä, joten se on laskettu jo kohdassa 5.2.4.

$$W_{\text{jakelu}} = e_{\text{jakelu}} * A_{\text{netto}}$$

$$W_{\text{jakelu}} = 2 \text{ kWh}/(\text{m}^2 * \text{v}) * 119,5 \text{ m}^2 = 239 \text{ kWh}$$

Summataan kaikki sähkökulutukset yhteen ostoenergiankulutuksen saamiseksi. Sähkökulutus valaistuksesta ja kuluttajalaitteista on laskettu aiemmin ja tulokset on kirjattu taulukkoon 12.

$$W_{\text{osto}} = W_{\text{LP}} + W_{\text{jakelu}} + W_{\text{valaistus}} + W_{\text{kuluttajalaitteet}}$$

$$W_{\text{osto}} = 13816,04 \text{ kWh} + 239 \text{ kWh} + 628,09 \text{ kWh} + 1884,28 \text{ kWh} = 16567,41 \text{ kWh}$$

E-luku lasketaan vastaavasti kuin öljylämmityksellä, mutta vain sähkönkulutuksen osalta. Käytetään E-luvun määrittämisen kaavaa (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017. §7).

$$E_{\text{sähkö}} = W_{\text{osto}} / A_{\text{netto}} * X_{\text{sähkö}}$$

$$E_{\text{sähkö}} = 16567,41 \text{ kWh} / 119,5 \text{ m}^2 * 1,2 = 166,37$$

Lopulliseksi E-luvuksi maalämpöpumppujärjestelmällä saadaan pyöristyksen jälkeen 167.

#### 5.4 Ilma-vesi lämpöpumppujärjestelmä

E-luvun laskenta Ilma-vesi lämpöpumppujärjestelmällä tehdään vastaavasti kuin maalämpöpumppujärjestelmälläkin. Ilma-vesi lämpöpumpun valinta poikkeaa maalämpöpumpusta. Valinnassa voidaan käyttää kuitenkin kappaleessa 5.3.1 laskettua tehollista lämpöhäviötä.

##### 5.4.1 Ilma-vesi lämpöpumpun valinta

Ilma-vesi lämpöpumppujärjestelmän valinnassa hyödynnetään liitteen 3 taulukkoa. Ilma-vesi lämpöpumpuissa toimintalämpötila loppuu -20C lämpötilaan, joten huomataan ettei koko energiatarvetta saada lainkaan katettua. Tämän vuoksi lisälämmitystarve on suurempi kuin maalämpöpumppujärjestelmässä. Ilma-vesi lämpöpumpuksi valittiin Nibe split 8, jonka antoteho on 8kW. Lasketaan lämpöpumpun tuottaman tehon suhde tilojen lämpöhäviötehoon.

$$\phi_{\text{LP}} / \phi_{\text{tilat}} =$$

$$8 \text{ kW} / 10,216 \text{ kWh} = 0,78$$

Katsotaan liitteen 3 taulukosta lämpöpumpun kattama osuus energiatarpeesta ( $Q_{lp}/Q_{tilat,LKV}$ ). Lämmitystarpeen suhde tilojen ja lämpimän käyttöveden välillä ( $Q_{tilat,netto}/Q_{LKV,netto}$ ) on aiemmin lasketun mukaisesti 5,49. Menoveden lämpötilana käytetään samaa 50°C lämpötilaa, koska lämmönjakoverkko pysyy samana. Näillä arvoilla tulokseksi saadaan noin 0,87 eli 87%. Tämän tehokkaampaa ilma-vesilämpöpumppua ei kannata valita, koska hyöty jää hyvin pieneksi.

#### 5.4.2 E-luku ilma-vesilämpöpumppujärjestelmällä

E-luku lasketaan samalla tavalla kuin maalämpöpumppujärjestelmässä. Nibe split 8 järjestelmässä on 270 litran lämminvesivaraaja, jonka häviöksi luetaan 600kWh/v (Ympäristöministeriö, 2018a. Taulukko 6.5) mukaan. Kaavat lisälämmitystarpeelle ovat (Ympäristöministeriö, 2018a. Kaavat 7.6, 7.7).

$$Q_{\text{lisälämmitys,tilat}}=(1-Q_{lp}/Q_{\text{tilat,LKV}})*Q_{\text{tilat,jakelu}}$$

$$Q_{\text{lisälämmitys,tilat}}=(1-0,87)*28414,91\text{kWh}=3693,94\text{kWh}$$

$$Q_{\text{lisälämmitys,LKV}}=(1-Q_{lp}/Q_{\text{tilat,LKV}})*(Q_{\text{LKV,jakelu}}+Q_{\text{LKV,varastointi}})$$

$$Q_{\text{lisälämmitys,LKV}}=(1-0,87)*(4699,44\text{kWh}+600\text{kWh})=688,93\text{kWh}$$

Lisälämmitystarve on kaksinkertainen verrattuna maalämpöpumppujärjestelmään. Lasketaan lämpöpumpun tuottama lämpöenergia kaavoilla (Ympäristöministeriö, 2018a. Kaavat 7.4, 7.5).

$$Q_{LP,tilat}=Q_{\text{tilat,jakelu}}-Q_{\text{lisälämmitys,tilat}}$$

$$Q_{LP,tilat}=28414,91\text{kWh}-3693,94\text{kWh}=24720,97\text{kWh}$$

$$Q_{LP,LKV}=Q_{\text{LKV,jakelu}}-Q_{\text{lisälämmitys,LKV}}$$

$$Q_{LP,LKV}=4699,44\text{kWh}-688,93\text{kWh}=4010,51\text{kWh}$$

Lasketaan lämpöpumppujärjestelmän energiankulutus käyttämällä (Ympäristöministeriö, 2012, taulukko 5.) mukaista SPF-lukua. Lämpöpumppujärjestelmän energiankulutuksen kaava on (Ympäristöministeriö, 2018a. Kaava 7.8).

$$W_{LP} = Q_{LP,tilat} / SPF_{tilat} + Q_{LP,LKV} / SPF_{LKV} + Q_{lisalämmitys,tilat} + Q_{lisalämmitys,LKV}$$

$$W_{LP} = 24720,97 \text{ kWh} / 2,3 + 4010,51 \text{ kWh} / 1,8 + 3693,94 \text{ kWh} + 688,93 \text{ kWh} = 17359,18 \text{ kWh}$$

Apulaitteiden sähköenergian kulutus on sama kuin maalämpöpumppujärjestelmässä. Laskennalliseksi ostoenergian kulutukseksi saadaan summaamalla yhteen kaikki sähkökulutukset.

$$W_{osto} = W_{LP} + W_{jakelu} + W_{valaistus} + W_{kuluttajalaitteet}$$

$$W_{osto} = 17359,18 \text{ kWh} + 239 \text{ kWh} + 628,09 \text{ kWh} + 1884,28 \text{ kWh} = 20110,54 \text{ kWh}$$

Lasketaan E-luku (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017. §7) mukaan.

$$E_{sähkö} = W_{osto} / A_{netto} * X_{sähkö}$$

$$E_{sähkö} = 20110,54 \text{ kWh} / 119,5 \text{ m}^2 * 1,2 = 201,95$$

Lopullinen E-luku ilma-vesilämpöpumppujärjestelmällä on 202.

## 6 TULOKSET JA POHDINTA

Alkuperäinen laskennallinen E-luku öljylämmityksellä on 371, josta öljyn osuus 342 ja sähkön osuus 29. Maalämpöpumppujärjestelmällä E-luvuksi saatiin kokonaisuudessaan 167 ja vastaavasti ilma-vesilämpöpumppujärjestelmälle 202. Seuraavaksi tarkastellaan mihin energiatehokkuusluokkaan kullakin lämmitysjärjestelmällä päästään. Luvussa 2 oli havainnekuva 2, jolta energiamerkintä näyttää. Esimerkkikohteen käyttötarkoitukseluokka 1a:n energialuokka määräytyy rakennuksen pinta-alan mukaan. Lasketaan esimerkkikohteen energialuokat seuraavasta taulukosta 16.

Taulukko 16. Esimerkkikohteen energiatehokkuusluokat ( $A_{\text{netto}}=119,5\text{m}^2$ ).

Energiatehokkuusluokka	E-luku (kWh/(m <sup>2</sup> *vuosi))	E-luku
A	$E\text{-luku} \leq 110 - 0,2 * A_{\text{netto}}$	$E\text{-luku} \leq 87$
B	$110 - 0,2 * A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 215 - 0,6 * A_{\text{netto}}$	$87 < E\text{-luku} \leq 144$
C	$215 - 0,6 * A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 252 - 0,6 * A_{\text{netto}}$	$144 < E\text{-luku} \leq 181$
D	$252 - 0,6 * A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 332 - 0,6 * A_{\text{netto}}$	$181 < E\text{-luku} \leq 261$
E	$332 - 0,6 * A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 462 - 0,6 * A_{\text{netto}}$	$261 < E\text{-luku} \leq 391$
F	$462 - 0,6 * A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 532 - 0,6 * A_{\text{netto}}$	$391 < E\text{-luku} \leq 461$
G	$532 - 0,6 * A_{\text{netto}} < E\text{-luku}$	$461 < E\text{-luku}$

Energiatehokkuusluokat ovat öljylämmitykselle E, maalämpöpumppujärjestelmälle C ja ilma-vesipumppujärjestelmälle D. Ympäristöministeriön asetuksen mukainen

lähes nollaenergiataso on vähemmän kuin  $200-0,6 \cdot A_{\text{netto}}$  eli E-luku korkeintaan 129. Tähän ei päästä kovin lähelle esimerkkikohteessa energiatehokkaimmallakaan ratkaisulla eli maalämpöpumppujärjestelmällä. ARA:n energia-avustuksen vaatimusten rajoihin kuitenkin päästään, joka on luvussa 3 esitetyllä kaavalla 220 tai laskennassa todetulla öljylämmityksen E-luvulla 208. Laskennasta saatiin siis eri tulos kuin liitteen 1 energiatodistuksesta. Syytä tähän ei löytynyt, mutta jotain eri arvoa on käytetty jossain vaiheessa, mikä ei selviä liitteestä.

Lasketaan seuraavaksi investointien kustannukset kannattavuuslaskentaa varten. Öljylämmityksen kustannukset öljyllä ovat laskennallisen öljyn kulutuksen kertominen öljyn hinnalla sekä kerrottuna öljylitran energiasisällöllä. Lisätään kustannuksiin sähkön osuus seuraavasti, laskennallinen sähkön kulutus kerrottuna sähkön hinnalla. Öljyn hinta 10.6.2021 on 0,98€/l ja sähkön hinta 0,13€/kWh. Öljylämmityksen kustannukset ovat siis:

$40881,91 \text{ kWh/v} \cdot 0,98 \text{ €/l} \cdot 10 \text{ kWh/l} = 3679,37 \text{ €/v}$ .

Sähkön osuudeksi saadaan:  $2869,67 \text{ kWh/v} \cdot 0,13 \text{ €/kWh} = 373,06 \text{ €/v}$ .

Kustannuksiksi öljylämmityksellä tulee yhteensä 4052,43€/v.

Vastaavasti laskettuna käyttökustannukset maalämpöpumppujärjestelmällä on 2153,76€/v ja ilma-vesilämpöpumppujärjestelmällä 2614,37€/v.

Takaisinmaksuaikaa varten tarvitaan investoinnin kustannukset. Esimerkkikohteeseen ei saada tarkkaa hintaa puutteellisten tietojen takia, mutta esimerkki hinnoilla päästään hyvin lähelle ja laskennat kannattaa tehdä parhaassa ja varsinkin huonoimmassa tapauksessa. Maalämpöpumppujärjestelmässä hinta koostuu maalämpöpumpusta sekä energiakaivosta ja siihen liittyvistä putkista ja aineista sekä mahdollisista tarvikkeista ja asennustyöstä. Laskennassa käytetyn maalämpöpumpun Nibe F1245-8 hinta on 7430€ (maalämpötukku, 2021). Koska kohteessa on patterilämmitys ja menoveden lämpötilaa lasketaan alkuperäisen öljylämmityksen menoveden lämpötilasta, niin hankitaan myös järjestelmään puskurivaraaja. Pumppuun yhteensopiva puskurivaraaja Nibe UKV 100 maksaa 550€ (maalämpötukku, 2021).

Energiakaivon porauksen hinta määräytyy poraussyvyydestä ja suojaputkitetun porauksen syvyydestä. Poraussyvyyteen vaikuttaa lämmityksen tehontarve ja maalämpöpumpun teho. Arvioidaan kyseisen maalämpöpumpun ja rakennuksen lämmityste-

hon tarpeen mukaan poraussyvyudeksi 150 metriä, josta 10 metriä on pehmeää maaperää, joka pitää suojaputkittaa. Porauksen hinta on 33 euroa metriltä ja suojaputkittetun porauksen hinta 129 euroa metriltä (innoair, 2021). Esimerkki porauksen hinnaksi saadaan  $138\text{m} \cdot 33\text{€}/\text{m} + 12\text{m} \cdot 129\text{€}/\text{m} = 6102\text{€}$ . Maalämpöpumppujärjestelmän asennuksen hinta on esimerkiksi 2990 euroa (innoair, 2021). Maalämpöpumppujärjestelmän hinnaksi tulee yhteensä 17072 euroa. Tämä hinta on halvemmassa päästä, koska se sisältää vain perusasennuksen, eli on hyvin mahdollista, että eri asioista tulee vielä lisäkustannuksia, joten käytetään takaisinmaksu laskussa 17500 euron investointikustannuksia.

Ilma-vesilämpöpumppujärjestelmän hinta muodostuu laitehankinnoista ja asennuksesta. Esimerkkikohteen ilma-vesilämpöpumppuna toimiva Nibe split 8 maksaa 5890 euroa (maalämpötukku, 2021) ja puskurivaraaja 550 euroa sekä asennuspalvelun hinta on 2995 euroa (innoair, 2021). Yhteensä investointikustannus ilmavesilämpöpumppujärjestelmällä on 9375 euroa, joka voidaan pyöristää 9500 euroon laskentaa varten.

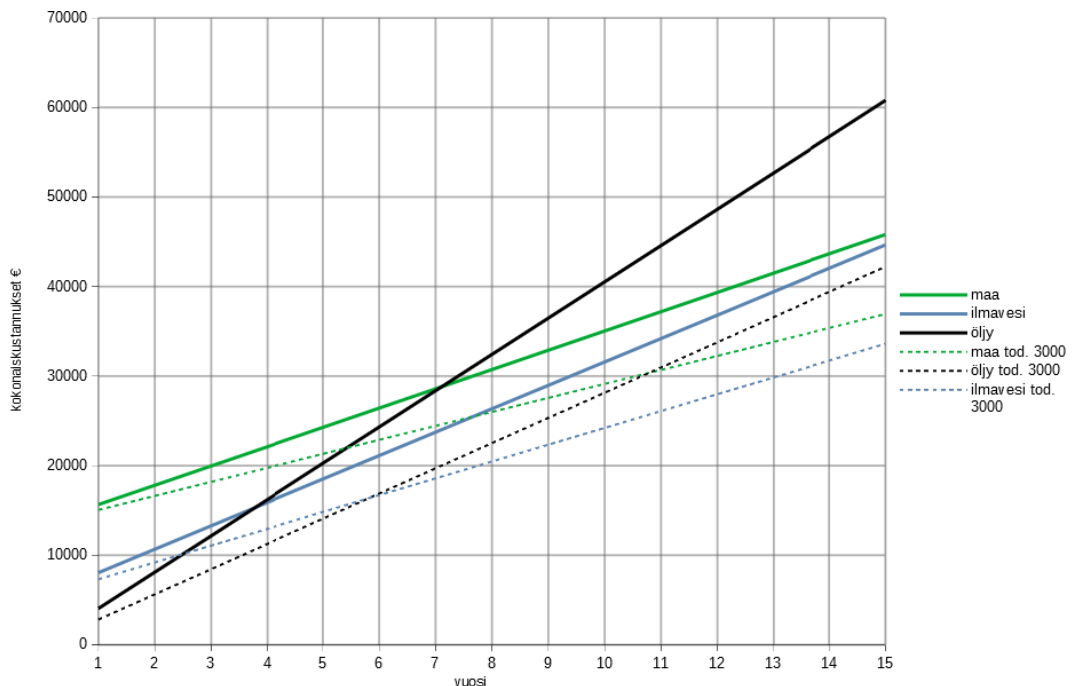
Vuotuinen säästö maalämpöpumppujärjestelmällä on öljylämmityksen kustannukset vähennettynä maalämpöpumppujärjestelmän kustannuksilla, eli  $4052,43\text{€} - 2153,76\text{€} = 1898,67\text{€}$  ja vastaavasti ilma-vesilämpöpumppujärjestelmällä  $4052,43\text{€} - 2614,37\text{€} = 1438,06\text{€}$ . Investoinnin kokonaiskustannukset ARA:n energia-avustuksen tai öljystä luopumisen avustuksen jälkeen ovat maalämpöpumppujärjestelmällä noin 13500 euroa ja ilma-vesilämpöpumppujärjestelmällä 5500 euroa. Laskennallisesti takaisinmaksuaika maalämpöpumppujärjestelmällä on investoinnin kustannus jaettuna vuotuisella säästöllä. Tulokseksi saadaan  $13500\text{€}/1898,67\text{€}/\text{v} = 7,11\text{v}$ . Ilma-vesilämpöpumppujärjestelmän takaisinmaksuajaksi tulee  $5500\text{€}/1438,06\text{€}/\text{v} = 3,82\text{v}$ .

Laskennallisesti takaisinmaksuajat ovat erittäin hyvät, mutta laskennassa on paljon epäkohtia, joten tuloksia ei voi pitää luotettavina. Todellisuudessa lämmitys ei ole päällä kesäkuukausina, laskennassa ei oteta huomioon rakenteisiin sitoutunutta lämpöenergiaa, tosin tämä koskee kaikkia lämmitysjärjestelmiä. Lisäksi lämmön tuoton ja jakelun hyötysuhteina käytetään taulukkoarvoa, joka on hyvin huono. Jos kohteessa on uusittu öljykattila tai öljypoltin, on hyötysuhde todennäköisesti laskennallista parempi. Lämmönjakoverkoston hyötysuhde koskee kaikkia lämmitysjärjestelmiä.



Lämpöpumppujärjestelmien laskennassa on käytetty SPF-lukua joka on vuositasolla keskimääräinen, joten se on mahdollisesti parempi laskettuna yksityiskohtaisella menetelmällä. Lisäksi laadukkaat nykyaikaiset lämpöpumput ovat huomattavasti taulukkoarvoja parempia.

Ilman todellisia kulutustietoja on mahdoton laskea todellista takaisinmaksuaikaa. Kuitenkin voidaan tarkastella eri skenaarioita investointien kannattavuudesta. Seuraavassa kuviossa tarkastellaan lämmitysjärjestelmien kokonaiskustannuksia vuosien varrella.



Kuvio1. Lämmitysjärjestelmien kokonaiskustannukset 15 vuoden ajalta.

Kuvio 1:ssä esiintyvät katkoviivat kuvaavat tilannetta, jossa kuvitteellisesti todellinen ostoenergiankulutus olisi 30000kWh. Tällöin öljyn kulutus olisi 2712,9 litraa vuodessa, joka on kokemuksen mukaan lähellä totuutta. Näillä luvuilla takaisinmaksuaika maalämpöpumppujärjestelmällä olisi jo lähes 11 vuotta ja ilma-vesilämpöpumppujärjestelmällä hieman alle 6vuotta.

Yhteenvedona voidaan sanoa, että mitä enemmän on kokonaiskulutus niin sitä enemmän saadaan säästöä lämpöpumppujärjestelmällä verrattuna öljylämmitykseen. Kuvio 1 mukaan ilma-vesilämpöpumppujärjestelmä kokonaiskustannuksiltaan halvin 15 vuoden ajalta, mutta maalämpöpumppujärjestelmässä on suuremmat säästöt, joten se sopii paremmin vielä suuremman energiankulutuksen kohteisiin. Lisäksi takaisin-

maksuaikaan vaikuttaa moni muukin seikka, joista energiahinnat ovat oleellisia, mutta niitä ei pysty ennakoimaan. Lämmitysjärjestelmän vaihtoa ajatellen laskelmat ja harkinta tulee tehdä tapauskohtaisesti.

## LÄHTEET

Lähdeluettelossa käytetään APA-tyyliä, jonka mukaiset viittausohjeet löytyvät [Kirjaston Moodlesta](#)

Ympäristöministeriö. (2018a.) Energiatodistuksen laskenta: Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. <https://bit.ly/3EEhE4N>

Ympäristöministeriö. (2018b.) Energiatodistusopas 2018: Energiatodistuksen laadintaesimerkki: pientalo 1940-luvulta. Haettu 25.9.2021 osoitteesta [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/rakentaminen/rakennuksen\\_energia\\_ja\\_ekotehokkuus/rakennuksen\\_energiatodistus/energiatodistuslomakkeet](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/rakentaminen/rakennuksen_energia_ja_ekotehokkuus/rakennuksen_energiatodistus/energiatodistuslomakkeet)

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017. Haettu 21.9.2021 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171048>

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017. Haettu 2.10.2021 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010#Pidp446286080>

Ympäristöministeriö. (2018c.) Energiatodistusopas 2018: Tyypillisiä olemassa olevien vanhojen rakennusten alkuperäisiä suunnitteluarvoja. Haettu 4.10.2021 osoitteesta [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/rakentaminen/rakennuksen\\_energia\\_ja\\_ekotehokkuus/rakennuksen\\_energiatodistus/energiatodistuslomakkeet](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/rakentaminen/rakennuksen_energia_ja_ekotehokkuus/rakennuksen_energiatodistus/energiatodistuslomakkeet)

Ympäristöministeriö. (2012.) Lämpöpumppujen energialaskentaopas. Haettu 4.12.2021 osoitteesta <https://ym.fi/rakentamismaaraykset>

Maalämpötukku. 14.06.2021. <https://www.maalampotukku.fi/product/2/nibe-fi245-8-r-maalampopumppu>

Innoair. 15.06.2021. [https://www.innoair.fi/epages/innoair.sf/fi\\_FI?ObjectPath=/Shops/Innoair/Categories/Maalampopumput/alpha-innotec-maalampopumput/Maalaempopumpun\\_asennus](https://www.innoair.fi/epages/innoair.sf/fi_FI?ObjectPath=/Shops/Innoair/Categories/Maalampopumput/alpha-innotec-maalampopumput/Maalaempopumpun_asennus)

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2002/91/EY. <http://data.europa.eu/eli/dir/2002/91/oj>

Laki rakennuksen energiatodistuksesta 18.1.2013/50. Haettu 14.12.2021 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130050>

Hallituksen esitys eduskunnalle Pariisin sopimuksen hyväksymisestä ja sopimuksen lainsäädännön alaan kuuluvien määräysten voimaansaattamisesta HE 200/2016. Haettu 14.12.2021 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2016/20160200#idm45237817117040>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/844. <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/844/oj>

Ympäristöministeriö. 2018d. Energiatodistusopas 2018. Haettu 15.12.2021 osoitteesta [https://www.ymparisto.fi/fi-fi-rakentaminen/Rakennuksen\\_energia\\_ja\\_ekotehokkuus/Rakennuksen\\_energiatodistus/Energiatodistuslomakkeet](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/rakentaminen/Rakennuksen_energia_ja_ekotehokkuus/Rakennuksen_energiatodistus/Energiatodistuslomakkeet)

Valtioneuvoston asetus asuinrakennusten energia-avustuksista vuosina 2020–2022 1341/2019. Haettu 15.12.2021 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20191341>

Ympäristöministeriö. 10.03.2021. <https://ym.fi/-/energia-avustus-on-vauhdittanut-asuntojen-korjaamista-erittain-energiatehokkaiksi>

ELY-keskus. 2021. Haettu 15.12.2021 osoitteesta <https://www.ely-keskus.fi/oljylammituksen-vaihtajalle>

Veronmaksajat.fi, 23.12.2020. Kotitalousvähennys. <https://www.veronmaksajat.fi/Asunto-ja-auto/Kotitalousvahennys/#5979910c>

ara. 23.04.2021. Avustettavat korjaukset ja avustuksen laskenta. [https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat\\_ja\\_avustukset/Energiaavustus/Avustettavat\\_toimenpiteet\\_ja\\_avustuksen\\_laskenta](https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat_ja_avustukset/Energiaavustus/Avustettavat_toimenpiteet_ja_avustuksen_laskenta)

Ympäristöministeriö. 2020. Rakennusten energiatehokkuuden parantamisen osoittaminen energia-avustushankkeissa. Haettu 15.12.2021 osoitteesta [https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat\\_ja\\_avustukset/Energiaavustus/Avustettavat\\_toimenpiteet\\_ja\\_avustuksen\\_laskenta](https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat_ja_avustukset/Energiaavustus/Avustettavat_toimenpiteet_ja_avustuksen_laskenta)

Motiva, 19.10.2020. Öljylämmitys vaihtoon -webinaari 7.10.2020 [video] YouTube [https://www.youtube.com/watch?v=T\\_RlkbfGZ10&t=5722s](https://www.youtube.com/watch?v=T_RlkbfGZ10&t=5722s)

# ENERGIATODISTUS 2018

LUONNOSVERSIO - virallinen todistus ARA:n valvontajärjestelmästä

Rakennuksen nimi ja osoite:

Pysyvä rakennustunnus:  
 Rakennuksen valmistumisvuosi: **1977**  
 Rakennuksen käyttötarkoitusluokka:  
**Yhden asunnon talot**  
 Todistustunnus:

Energiatodistus on laadittu:  
 Uudelle rakennukselle rakennuslupaa haettaessa

	Energiatodistuksen luokka
A	
B	
C	
D	
E	
F	<b>F 2018</b>
G	

Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku eli E-luku	kWh <sub>E</sub> /m <sup>2</sup> vuosi
Uuden rakennuksen E-luvun vaatimus	<b>392</b>
(Huom! Ylläoleva on 2018 säädöksiä vaatimustaso mahdolliset helpotukset huomioiden)	<b>128</b>

Todistuksen laatija:

Virhe:

Sähköinen

Todistuksen laatimispäivä:

**26.01.2020**

Viimeinen voimassaolopäivä:

**26.01.2030**

Huom! Todistuksessa esitetyt lukuja/laskentatuloksia ei tule käyttää Lämpöpumppujen/lämmitysjärjestelmän valintaan.

## YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA

Laskennallinen ostoenergiankulutus ja energiatehokkuuden vertailuluku (E-luku)

Lämmitetty nettoala, m<sup>2</sup> **119.5**  
Lämmitysjärjestelmän kuvaus **Öljy, Vesikiertoiset patterit / Öljykattila**  
Ilmarvaihtojärjestelmän kuvaus **Painovoimainen ilmarvaihto**

Käytettävä energiamuoto	Vakioidulla käytöllä laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus
	kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)		
Sähkö	2869	24	1.20	28.8
Öljy	43344	363	1.00	362.7
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	2512	21.0		
Energiatehokkuuden vertailuluku (E-luku)				392

### Rakennuksen energiatehokkuusluokka

Käytetty E-luvun luokittelusteikko **Erilliset pientalot**

Luokkien rajat asteikolla

A: ...86	B: 87 ... 143	C: 144 ... 180
D: 181 ... 260	E: 261 ... 390	F: 391 ... 460
G: 461 ...		
	F	

Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka

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

## TOIMENPIDE-EHDOTUKSIA E-LUVUN PARANTAMISEKSI

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

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

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Yhden asunnon talot (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1977	Lämmitetty nettoala	119.5	m <sup>2</sup>
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	6	m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )		
	A	U	UxA	Osuus lämpöhäviöstä
	m <sup>2</sup>	W/(m <sup>2</sup> K)	W/K	%
Ulkoseinät	146.80	0.25	36.70	25.62
Yläpohja	119.50	0.16	19.12	13.35
Alapohja	119.50	0.31	37.05	25.86
Ikkunat	15.00	2.10	31.50	21.99
Ulko-ovet	4.20	1.40	5.88	4.10
Kylmäsiilat	-	-	13.02	9.09
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A	U	g kohtisuora-arvo	
	m <sup>2</sup>	W/(m <sup>2</sup> K)	-	
Koillinen	3.60	2.10	0.67	
Lounas	3.20	2.10	0.67	
Kaakko	3.20	2.10	0.67	
Luode	5.00	2.10	0.67	
Etelä	-	-	-	
Lounas	-	-	-	
Lounas	-	-	-	
Luode	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Painovoimainen ilmanvaihto			
	Ilmavirta tulo/poisto (m <sup>3</sup> /s) / (m <sup>3</sup> /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m <sup>3</sup> /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto
Pääilmanvaihtokoneet	0.000 / 0.048	0.0	-	C
Erillispoistot	-	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.000 / 0.048	0.0	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:	0.0 %			
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Öljy, Vesikiertoiset patterit / Öljykattila		Lämpökerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde		
	-	-		
Tilojen ja iv:n lämmitys LKV:n valmistus	0.81	80 %		2.99
	0.81	89 %		0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumpujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökerroimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija				
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)		
Lämmin käyttövesi	600.00	35		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m <sup>2</sup>	Kuluttajalaitteet W/m <sup>2</sup>	Valaistus W/m <sup>2</sup>
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			6.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Yhden asunnon talot (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1977			
Lämmitetty nettoala, m <sup>2</sup>	119.5			
E-luku, kWhE/(m <sup>2</sup> vuosi)	392 (> raja=128)			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Vakioidulla käytöllä Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m <sup>2</sup> vuosi)	
Sähkö	2869	1.20	3443	28.8
Fossiilinen polttoaine (Öljy)	43344	1.00	43344	362.7
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>46213</b>		<b>46787</b>	<b>391.5</b>
Rakennuksen ympäristössä olevasta energiasta otettu energia, hyödynnetty osuus (kuukausitason erittely lisätiedoissa)				
		kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
		Sähkö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Lämpö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		3.0	247.5	
Tuloilman lämmitys			46.3	
Lämpimän käyttöveden valmistus				
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus				
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		21.0		
<b>YHTEENSÄ</b>		<b>24.0</b>	<b>293.8</b>	<b>0</b>
(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		23663	198	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		0	0	
Lämpimän käyttöveden valmistus		4183	35	
Jäähdytys		0	0	
(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
(3) laskettu lämmönalteenoton kanssa				
Lämpökuormat				
		kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	
Aurinko		2828	23.67	
Ihmiset		1256	10.51	
Kuluttajalaitteet		1884	15.77	
Valaistus		628	5.26	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		415	3.47	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero	www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (01.12.2019)			



## TOTEUTUNUT ENERGIANKULUTUS

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

### Toteutunut ostoenergiankulutus

#### Energiaverkoista ostettu energia

kWh/vuosi

kWh/(m<sup>3</sup>vuosi)

#### Ostetut polttoaineet (1)

polttoaineen  
määrä  
vuodessa

yksikkö

muunnos-  
kerroin  
kWh:ksi

kWh/vuosi

kWh/(m<sup>3</sup>vuosi)

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

#### Toteutunut ostoenergia yhteensä

Sähkö yhteensä  
Kaukolämpö yhteensä  
Polttoaineet yhteensä  
Kaukojäähdytys  
**YHTEENSÄ**

kWh/vuosi

kWh/(m<sup>3</sup>vuosi)

Toteutunut energiankulutus riippuu mm. rakennuksen käyttäjien lukumäärästä ja käyttötutumuksista, käyttäjästä, sisäisestä kuormasta, rakennuksen sijainnista ja vuotuisista säätöolosuhteista. Todistusta laadittaessa energiankulutus lasketaan Etelä-Suomen säätiloilla ja siten, että rakennuksen käyttö on vakioitu.

Yllä olevassa taulukossa ilmoitetut luvut saattavat sisältää kulutusta, joka ei sisälly laskennalliseen ostoenergiakulutukseen. Taulukosta voi myös puuttua energiankulutuksia, joiden kulutuslaskelmaa ei ollut saatavilla todistusta laadittaessa. Näiden syiden vuoksi toteutunut ostoenergiakulutus ei ole verrattavissa laskennalliseen ostoenergian kulutukseen.

**TOIMENPIDE-EHDOTUKSET E-LUVUN PARANTAMISEKSI**

Toimenpide-ehdotukset tähtäävät E-luvun parantamiseen, joten ne arvioidaan rakennuksen vakioidulla käytöllä.

Osio ei koske uusia rakennuksia.

Huomiot - ulkoseinät, ulko-ovet ja ikkunat

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset

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

Huomiot - ylä- ja alapohja

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset

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

Huomiot - tilojen ja käyttöveden lämmitysjärjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset

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

Huomiot - ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset

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

Huomiot - valaistus, jäähdytysjärjestelmät, sähköiset erillislämmitykset ja muut järjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset

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

Suosituksia rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon

Lisätietoja energiatehokkuudesta

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

LISÄMERKINTÖJÄ

LIITE 2

$\phi_{LPn}/\phi_{tila}$	$Q_{\text{l\u00e4mmitys, tilat}}/Q_{\text{l\u00e4mmitys, lkv}}$	Maal\u00e4mp\u00f6pumpun kattama osuus tilojen ja l\u00e4mpim\u00e4nk\u00e4ytt\u00f6veden l\u00e4mp\u00f6energiasta ( $Q_{LP}/Q_{\text{l\u00e4mmitys, tilat, lkv}}$ )											
		S\u00e4\u00e4vy\u00f6hyke: I-II				S\u00e4\u00e4vy\u00f6hyke: III				S\u00e4\u00e4vy\u00f6hyke: IV			
		$T_m, \text{ }^\circ\text{C}$				$T_m, \text{ }^\circ\text{C}$				$T_m, \text{ }^\circ\text{C}$			
		30	40	50	60	30	40	50	60	30	40	50	60
0,30	0,50	0,39	0,39	0,39	0,39	0,38	0,38	0,38	0,38	0,36	0,36	0,36	0,36
	1,00	0,47	0,47	0,47	0,47	0,46	0,46	0,46	0,46	0,44	0,44	0,44	0,44
	2,00	0,62	0,60	0,58	0,56	0,60	0,58	0,56	0,54	0,44	0,54	0,52	0,51
	4,00	0,68	0,65	0,62	0,59	0,67	0,63	0,60	0,58	0,63	0,59	0,56	0,54
0,40	0,50	0,52	0,52	0,52	0,52	0,51	0,51	0,51	0,51	0,48	0,48	0,48	0,48
	1,00	0,67	0,66	0,65	0,64	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,59
	2,00	0,78	0,75	0,72	0,70	0,76	0,73	0,70	0,68	0,59	0,69	0,67	0,64
	4,00	0,84	0,79	0,76	0,73	0,82	0,77	0,73	0,70	0,78	0,73	0,69	0,66
0,50	0,50	0,65	0,65	0,65	0,65	0,63	0,63	0,63	0,63	0,61	0,61	0,61	0,61
	1,00	0,82	0,80	0,78	0,76	0,80	0,78	0,76	0,74	0,77	0,74	0,73	0,71
	2,00	0,90	0,87	0,84	0,81	0,89	0,85	0,82	0,79	0,71	0,81	0,78	0,75
	4,00	0,92	0,89	0,86	0,83	0,91	0,88	0,84	0,81	0,89	0,84	0,80	0,76
0,60	0,50	0,81	0,80	0,79	0,78	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,74	0,73
	1,00	0,92	0,90	0,88	0,86	0,91	0,88	0,86	0,84	0,88	0,85	0,82	0,80
	2,00	0,95	0,93	0,91	0,89	0,95	0,92	0,90	0,87	0,80	0,90	0,86	0,83
	4,00	0,96	0,94	0,92	0,90	0,96	0,93	0,91	0,88	0,95	0,91	0,88	0,85
0,70	0,50	0,92	0,90	0,88	0,87	0,90	0,88	0,87	0,86	0,87	0,85	0,84	0,83
	1,00	0,97	0,95	0,94	0,92	0,96	0,95	0,93	0,91	0,95	0,92	0,90	0,88
	2,00	0,98	0,96	0,95	0,93	0,98	0,96	0,94	0,92	0,88	0,95	0,92	0,90
	4,00	0,98	0,97	0,95	0,94	0,98	0,96	0,95	0,93	0,98	0,95	0,93	0,90
0,80	0,50	0,97	0,96	0,95	0,94	0,97	0,95	0,94	0,93	0,95	0,93	0,91	0,90
	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,99	0,97	0,96	0,95	0,98	0,96	0,95	0,93
	2,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,99	0,98	0,97	0,95	0,99	0,97	0,95	0,95
	4,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,99	0,98	0,97	0,95	0,99	0,98	0,96	0,94
0,90	0,50	0,99	0,98	0,98	0,97	0,99	0,98	0,97	0,96	0,99	0,97	0,96	0,95
	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	1,00	0,99	0,98	0,97	0,99	0,98	0,97	0,96
	2,00	1,00	0,99	0,98	0,98	1,00	0,99	0,98	0,97	1,00	0,99	0,97	0,96
	4,00	1,00	0,99	0,98	0,97	1,00	0,99	0,98	0,97	1,00	0,99	0,97	0,96
1,00	0,50	1,00	0,99	0,99	0,98	1,00	0,99	0,99	0,98	1,00	0,99	0,98	0,97
	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	1,00	1,00	0,99	0,98	1,00	0,99	0,99	0,98
	2,00	1,00	1,00	0,99	0,99	1,00	1,00	0,99	0,98	1,00	0,99	0,99	0,98
	4,00	1,00	1,00	0,99	0,99	1,00	1,00	0,99	0,98	1,00	1,00	0,99	0,98

$\phi_{LPn}/\phi_{tila}$	$Q_{\text{lämmitys, tilat}}/$ $Q_{\text{lämmitys, lkv}}$	Ulkoilmalämpöpumpun (ilma-vesi) kattama osuus tilojen ja lämpimän-käyttöveden lämpöenergiasta ( $Q_{LP}/Q_{\text{lämmitys, tilat, lkv}}$ )											
		Sävyöhyke: I-II				Sävyöhyke: III				Sävyöhyke: IV			
		$T_m, \text{ }^\circ\text{C}$				$T_m, \text{ }^\circ\text{C}$				$T_m, \text{ }^\circ\text{C}$			
		30	40	50	60	30	40	50	60	30	40	50	60
0,30	0,50	0,33	0,33	0,33	0,33	0,31	0,31	0,31	0,31	0,28	0,28	0,28	0,28
	1,00	0,39	0,39	0,39	0,39	0,37	0,37	0,37	0,37	0,33	0,33	0,33	0,33
	2,00	0,49	0,48	0,47	0,46	0,46	0,45	0,44	0,44	0,40	0,39	0,39	0,38
	4,00	0,56	0,54	0,52	0,50	0,53	0,51	0,49	0,48	0,46	0,44	0,43	0,41
0,40	0,50	0,44	0,44	0,44	0,44	0,42	0,42	0,42	0,42	0,38	0,38	0,38	0,38
	1,00	0,52	0,52	0,52	0,52	0,50	0,50	0,49	0,49	0,44	0,44	0,44	0,44
	2,00	0,63	0,61	0,60	0,58	0,60	0,58	0,57	0,56	0,52	0,51	0,50	0,49
	4,00	0,68	0,65	0,63	0,61	0,64	0,62	0,60	0,58	0,56	0,54	0,52	0,51
0,50	0,50	0,54	0,54	0,54	0,54	0,52	0,52	0,52	0,52	0,47	0,47	0,47	0,47
	1,00	0,65	0,64	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61	0,60	0,55	0,54	0,54	0,53
	2,00	0,73	0,71	0,69	0,68	0,70	0,68	0,66	0,64	0,61	0,60	0,58	0,57
	4,00	0,78	0,75	0,72	0,70	0,74	0,71	0,68	0,66	0,64	0,62	0,60	0,58
0,60	0,50	0,64	0,64	0,64	0,64	0,62	0,62	0,62	0,61	0,55	0,55	0,55	0,55
	1,00	0,75	0,74	0,72	0,72	0,72	0,70	0,69	0,69	0,64	0,63	0,62	0,61
	2,00	0,82	0,79	0,77	0,75	0,78	0,76	0,74	0,72	0,69	0,67	0,65	0,64
	4,00	0,84	0,82	0,80	0,77	0,81	0,78	0,76	0,73	0,71	0,69	0,66	0,64
0,70	0,50	0,73	0,73	0,73	0,73	0,70	0,70	0,70	0,70	0,63	0,63	0,63	0,63
	1,00	0,83	0,81	0,80	0,78	0,79	0,78	0,76	0,75	0,71	0,69	0,68	0,67
	2,00	0,87	0,85	0,83	0,82	0,84	0,82	0,80	0,78	0,75	0,73	0,71	0,69
	4,00	0,89	0,87	0,85	0,83	0,86	0,84	0,81	0,79	0,76	0,74	0,72	0,70
0,80	0,50	0,81	0,80	0,80	0,79	0,80	0,80	0,79	0,78	0,72	0,71	0,71	0,70
	1,00	0,88	0,87	0,85	0,84	0,86	0,85	0,84	0,82	0,77	0,76	0,74	0,73
	2,00	0,90	0,89	0,88	0,86	0,88	0,86	0,85	0,84	0,79	0,77	0,76	0,74
	4,00	0,91	0,90	0,88	0,87	0,88	0,87	0,85	0,84	0,79	0,77	0,76	0,74
0,90	0,50	0,89	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,77	0,76	0,76	0,75
	1,00	0,92	0,91	0,90	0,89	0,89	0,88	0,87	0,86	0,81	0,80	0,78	0,77
	2,00	0,92	0,91	0,90	0,89	0,90	0,89	0,88	0,87	0,81	0,80	0,79	0,77
	4,00	0,92	0,91	0,90	0,89	0,89	0,88	0,87	0,86	0,81	0,80	0,78	0,77
1,00	0,50	0,92	0,92	0,91	0,90	0,90	0,89	0,88	0,88	0,82	0,81	0,80	0,79
	1,00	0,93	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89	0,83	0,82	0,81	0,80
	2,00	0,93	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90	0,89	0,89	0,83	0,82	0,81	0,80
	4,00	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90	0,90	0,89	0,88	0,82	0,81	0,80	0,79