



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Jaakko Järvinen

Vesi-ilmalämpöpumpun mitoitus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

10.12.2018

Tekijä Otsikko	Jaakko Järvinen Vesi-ilmalämpöpumpun mitoitus
Sivumäärä Aika	44 sivua + 5 liitettä 10.12.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-suunnittelu
Ohjaajat	yliopettaja Jukka Yrjölä
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää kuinka vesi-ilmalämpöpumppu kannattaa energia- ja kustannustehokkuuden näkökulmasta mitoittaa. Asiaa selvitettiin simuloimalla erilaisia lämmitystilanteita.</p> <p>Erilaisten rakennusten vuotuinen energiantarve sekä erilaisten vesi-ilmalämpöpumppujärjestelmien energiankulutus ja elinkaarikustannukset arvioitiin laskennallisesti. Tulosten avulla selvitettiin kuinka suuri osuus rakennuksen tarvitsemasta lämpötehosta kannattaa kattaa vesi-ilmalämpöpumpulla.</p> <p>Laskennan perusteella vesi-ilmalämpöpumppu kannattaa mitoittaa kattamaan noin puolet rakennuksen lämmitystehontarpeesta -20 °C:n ulkolämpötilassa. Pohjois-Suomessa lämpöpumppu kannattaa mitoittaa korkeammalle teho-osuudelle kuin etelässä. Lämmitystehontarpeen kasvaessa mitoitettavaa teho-osuutta kannattaa pienentää. Saatujen tulosten perusteella voidaan tehdä karkeita arvioita erilaisiin kohteisiin mitoitettavista vesi-ilmalämpöpumppujärjestelmistä.</p>	
Avainsanat	vesi-ilmalämpöpumppu, mitoitus, elinkaarikustannus

Author Title	Jaakko Järvinen Dimensioning of air to water heat pump
Number of Pages Date	44 pages + 5 appendices 10 December 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Engineering, Design orientation
Instructor	Principal Lecturer Jukka Yrjölä
<p>The purpose of the Bachelor's thesis was to find the optimal way of dimensioning an air to water heat pump in terms of lifecycle costs and energy efficiency. The subject was examined by simulating different heating scenarios.</p> <p>The annual heating energy demand of different building types were calculated and the energy consumption and lifecycle costs of a variety of air to water heat pump solutions were then evaluated. The results were used to determine how big a share of the heating demand of the building should be covered with a heat pump.</p> <p>According to the calculations, an air to water heat pump should be dimensioned to cover about half of the buildings heating demand at -20 °C outside temperature. If the building is in northern Finland, the heating share should be higher than in the south. The higher the heating demand of the building, the lower the dimensioned share of the heating demand should be. The results of the calculations can be used for rough dimensioning evaluations of air to water heat pump systems in various situations.</p>	
Keywords	air to water heat pump, dimensioning, life cycle cost

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Laskennan lähtötiedot	2
2.1	Energialaskennan mallirakennukset	2
2.2	Vuosittaisen energiantarpeen laskenta	4
2.3	Lämpöpumpun lämpökertoimen määrittäminen	5
3	Laskennan eteneminen	10
3.1	Energiankulutuksen laskenta	10
3.2	Kustannuslaskenta	13
3.3	Laskennan suorittaminen	17
4	Laskentatulokset	27
4.1	Omakotitalo	27
4.2	Kerrostalo	31
4.3	Toimistorakennus	35
5	Taloudellinen herkkyystarkastelu	39
6	Yhteenveto	41
	Lähteet	44

Liitteet

Liite 1. Lämmitysverkoston lämpötilat ja lämpöpumpun suorituskyky

Liite 2. Laskurin etusivu

Liite 3. Omakotitalon laskentatulokset

Liite 4. Kerrostalon laskentatulokset

Liite 5. Toimistorakennuksen laskentatulokset

Lyhenteet

COP	Coefficient of Performance. Lämpökerroin, joka kertoo, montako kilowattituntia lämmitysenergiaa tuotetaan yhdellä kulutetulla kilowattitunnilla.
DCF	Discounted Cash Flow. Diskontattu kassavirta, kuvaa investoinnin elinkaaren tuottoa diskontattuna nykyhetkeen.
SCOP	Seasonal Coefficient of Performance. Lämpökerroin, joka kertoo koko lämmityskauden lämmityshyötysuhteen.
VILP	Vesi-ilmalämpöpumppu. Lämpöpumppu, jonka lämmönlähteenä on ulkoilma ja jolla lämmitetään vettä.

1 Johdanto

Työn tilaaja oli Forssan LVI-Kulma Oy, jonka palveluksessa työskentelee 13 henkilöä. Yrityksen palveluihin kuuluvat LV-urakointi, LVI-asennus ja -huoltotyöt sekä LVI-tarvikkeiden myynti. Forssan LVI-Kulma Oy myös myy ja asentaa vesi-ilmalämpöpumppuja, ja insinööriyön tavoitteena oli selvittää, kuinka vesi-ilmalämpöpumppu kannattaa mitoittaa, jotta siitä saadaan mahdollisimman suuri kustannus- ja energiataloudellinen hyöty.

Koska vesi-ilmalämpöpumppujen teho ja lämpökerroin laskevat ulkolämpötilan laskiessa ja laitteesta riippuen noin -20 °C ... -25 °C :n lämpötilassa ne lopettavat toimintansa kokonaan, ei vesi-ilmalämpöpumppua voi mitoittaa kattamaan koko rakennuksen mitoitus-tehoa. Huippupakkasilla rakennuksen lämmitysteho on aina tuotettava jollakin toisella lämmönlähteellä.

Insinööriyön tavoitteena oli selvittää, kuinka suurelle teho-osuudelle lämpöpumppu kannattaa mitoittaa, jotta asiakas saa siitä parhaan hyödyn sekä energian- että rahansäästöä ajatellen laitteen elinkaaren aikana. Työn tarkoitus ei ollut vertailla vesi-ilmalämpöpumpun kannattavuutta muihin lämmitysjärjestelmiin eikä myöskään ottaa kantaa siihen, kannattaako sellainen ylipäättään asentaa, vaan ainoastaan selvittää, millä perusteella lämpöpumppujärjestelmä kannattaa mitoittaa, kun sellainen on päätetty hankkia.

Vaikka jokainen lämmitysjärjestelmä tulee aina mitoittaa ja sen kannattavuus arvioida tapauskohtaisesti, pyrittiin työllä hakemaan mahdollisimman yleispäteviä linjoja sille, kuinka suuria järjestelmiä kannattaa lähtökohtaisesti mitoittaa. Tämä helpottaa esimerkiksi myyjän työtä kustannusten karkeita arvioita tehdessä sekä antaa työkaluja tarjouksen perusteluiksi.

Optimaalisen mitoituksen selvittämiseksi laadittiin laskentataulukko, jolla verrattiin yli sataa erilaista simuloitua lämmitystilannetta, joissa muuttujina olivat muun muassa rakennustyyppi, lämmityksen mitoitusvyöhyke sekä lisälämmönlähde. Vaikka insinööriyön tavoitteena ei ollutkaan ottaa kantaa vesi-ilmalämpöpumppujärjestelmän kannattavuuteen, voi laskentatuloksista kuitenkin tehdä päätelmiä myös siitä.

2 Laskennan lähtötiedot

2.1 Energialaskennan mallirakennukset

Rakennusten energiantarvetta arvioitaessa käytettiin esimerkkirakennuksina VTT:n ”Renewable energy production of Finnish heat pumps” -raportin mukaisia normirakennustyyppjä eri rakentamisaikakausilta [1, s. 52–54] ja Ilmatieteen laitoksen energialaskennan testivuoden 2012 säätiöitä [2]. VTT:n raportissa on esitetty neljä erilaista normirakennustyyppiä: mökki, omakotitalo, kerrostalo ja toimistorakennus. Koska mökin ja omakotitalon tiedot poikkesivat toisistaan hyvin vähän, jätettiin mökki laskennassa huomioidmatta. Jokainen rakennustyyppi on lisäksi jaettu seitsemään alaryhmään energiatehokkuutensa mukaan. [1, s. 52–54.] Taulukossa 1 on esitetty alaryhmien jaotteluperusteet.

Taulukko 1. Energiantarpeen laskennassa käytettyjen rakennusten ryhmittely rakentamisvuoden ja energiatehokkuuden perusteella [1, s. 54].

Alaryhmä	Rakentamisvuosi	Energiatehokkuus
A	– 1960	
B	1960–1979	
C1	1980–2000	
C2	2001–2010	
D1	2010 –	Perustaso
D2	2010 –	Matalaenergia
D3	2010 –	Passiivi

Normirakennustyyppien mitoitustehot on ilmoitettu VTT:n raportissa tilojen ja tuloilman lämmityksen osalta watteina neliometriä kohden. Käyttöveden osalta on ilmoitettu veden lämmittämiseen tarvittava vuotuinen energiankulutus kilowattitunteina neliometriä kohden. [1, s. 59–61.] Raportin normirakennuksista mökin ja omakotitalon pinta-alat olivat 134 m², kerrostalon 814 m² ja toimistorakennuksen 2 695 m² [1, s. 54].

Tilojen ja tuloilman lämmityksen mitoitusteho kullekin normirakennukselle laskettiin kertomalla neliometriä kohden ilmoitettu mitoitusteho rakennuksen pinta-alalla. Näin saatuja arvoja käytettiin, kun laskettiin normirakennusten tehontarvetta eri ulkolämpötiloissa.

Käyttöveden lämmitystehon arvioinnissa oletettiin käytössä olevan niin suuri varaaja, että energiantarve voidaan jakaa tasaisesti vuorokauden tunneille. Näin ollen tehontarve saatiin jakamalla vuotuinen energiankulutus vuoden tunneilla. Tähän ratkaisuun päädyttiin jo sen vuoksi, että olettamalla käyttöveden lämmityksen tehontarve vakioksi voidaan rakennuksen energiankulutus laskea lämpötilojen pysyvyyden mukaan tunneittain. Tämä on vesi-ilmalämpöpumpun vuosihyötysuhteen laskennan kannalta olennaista, sillä ulkolämpötilalla on suuri vaikutus laitteen hetkittäiseen lämpökertoimeen.

Taulukkoon 2 on kerätty normirakennusten lämmitystehontarpeet mitoitustilanteessa Jyväskylän mitoitusvyöhykkeellä sekä edellä kerrotulla tavalla laskettu lämpimän käyttöveden tuottamiseen tarvittava jatkuva teho.

Taulukko 2. Eri rakennustyyppien mitoitustehot Jyväskylän mitoitusvyöhykkeellä [1, s. 59–61].

Rakennustyyppi	Alaryhmä	Mitoitusteho kW		
		Tilat	Tuloilma	LKV
Omakotitalo (134 m ²)	A	12,86		0,32
	B	10,45		0,32
	C1	8,84		0,32
	C2	6,03	1,07	0,32
	D1	4,56	1,47	0,32
	D2	4,02	1,07	0,32
	D3	3,22	1,07	0,32
Kerrostalo (814 m ²)	A	70,82		4,55
	B	48,84		4,37
	C1	31,75		4,18
	C2	19,54	13,02	4,09
	D1	14,65	12,21	4,00
	D2	13,84	9,77	4,00
	D3	11,40	9,77	4,00
Toimistorakennus (2 695 m ²)	A	291,06		1,85
	B	291,06		1,85
	C1	237,16	145,53	1,85
	C2	237,16	121,28	1,85
	D1	137,45	126,67	1,85
	D2	88,94	126,67	1,85
	D3	72,77	126,67	1,85

Taulukon 2 mukaisia mitoituslaskelmia käytettiin lähtökohdaksi erilaisten rakennusten vuotuista energiantarvetta arvioitaessa. Eri rakennusten tehontarve eri lämpötiloissa saatiin interpoloimalla yllä esitettyjä arvoja.

2.2 Vuosittaisen energiantarpeen laskenta

Vuosittain tarvittavan energiamäärän laskennassa käytettiin hyväksi Ilmatieteen laitoksen testivuoden 2012 lämpötilatietoja [2]. Sisälämpötilana käytettiin Motivan energiantarvelaskentaohjeen mukaisesti arvoa 17 °C, sillä ulkoisten lämmönlähteiden, kuten ihmisten ja kodinkoneiden, oletettiin tuottavan laskennallisen ja todellisen sisälämpötilan erotuksen [3, s. 1]. Eri lämpötiloille laskettiin tehontarve taulukon 2 lähtötiedoista kaavalla 1.

$$\Phi_{tark} = \frac{\Phi_{mit}}{t_{s,mit} - t_{u,mit}} * (17\text{ °C} - t_{u,tark}) \quad (1)$$

Φ_{tark} on tarvittava lämmitysteho tarkasteltavassa ulkolämpötilassa, kW

Φ_{mit} on rakennuksen lämmitystehontarve mitoitusilanteessa, kW

$t_{s,mit}$ on mitoittava sisälämpötila, °C

$t_{u,mit}$ on mitoittava ulkolämpötila, °C

$t_{u,tark}$ on tarkasteltava ulkolämpötila, °C.

Kaavalla 1 laskettu tehontarve kerrottiin testivuoden 2012 lämpötilojen pysyvyytilaston mukaisilla tuntimäärillä, jolloin saatiin kussakin lämpötilassa tapahtuva vuotuinen energiankulutus. Ilmatieteen laitos ilmoittaa testivuoden lämpötilojen pysyvyydet siten, että kustakin lämpötilasta ilmoitetaan prosentiosuus desimaalilukuna sille, kuinka suuren osan vuodesta ulkolämpötila on alle kyseisen arvon [2]. Pysyvyysarvo kylmimmästä lämpötilasta kuumimpaan on siis desimaaliluku väliltä 0–1. Energialaskentaa varten laskettiin, montako tuntia vuodessa tarkasteltavaa ulkolämpötilaa esiintyy kaavalla 2.

$$(x_{tu} - x_{tu-1}) * 8760\text{ h} \quad (2)$$

x_{tu} on lämpötilan pysyvyysarvo ulkolämpötilassa t_u

x_{tu-1} on lämpötilan pysyvyysarvo ulkolämpötilassa $t_u - 1$.

Esimerkiksi Vantaan mitoitusvyöhykkeellä sijaitsevan alaryhmän B omakotitalon tilojen lämmittämiseen tarvittava teho -2 °C :n ulkolämpötilassa on kaavalla 1 laskettuna 4,61 kW ja lisäksi käyttövettä lämmitetään 320 watin jatkuvalla vakioteholla. Kokonais-tehontarve kyseisessä lämpötilassa on siis 4,93 kW. Pysyvyystilaston [2] mukaan Van-taalla on -2 °C :n ulkolämpötila noin 214 tuntia vuodessa, joten kyseisen omakotitalon vuotuinen lämmitysenergiatarve mainitussa lämpötilassa on noin 1 055 kWh.

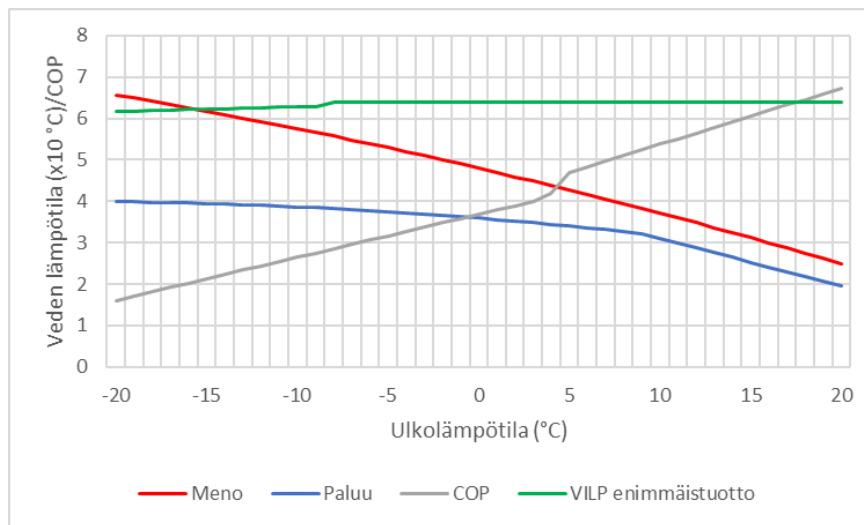
Jokaisen normirakennustyyppin energiantarve laskettiin kaikkien neljän mitoitusvyöhyk-keen lämpötilojen pysyvyyden mukaan. Vaikka energialaskennassa käytetäänkin Ilma-tieteen laitoksen energialaskennan testivuosien kuvauksen mukaan samaa testivuotta lämpötilavyöhykkeillä I ja II [4, s. 1], laskettiin molemmat vyöhykkeet erikseen, sillä läm-mityskäyrän mukaisen menoveden lämpötila on samassa ulkolämpötilassa korkeampi, mikäli mitoittava ulkolämpötila on matalampi. Tällä on merkitystä, sillä lämpöpumpun lämpökerroin on sitä suurempi, mitä matalalämpöisempää vettä sillä tuotetaan.

2.3 Lämpöpumpun lämpökertoimen määrittäminen

Insinööriyön tilannut yritys toimii Oilon Oy:n lämpöpumppujen jälleenmyyjänä, joten energialaskennan pohjana käytettiin Oilonin lämpöpumppujen suoritusarvoja. Eritehois-ten lämpöpumppujen teho- ja lämpökerroin-arvot eri ulkolämpötiloissa luettiin Oilon Oy:n lämpöpumppujen mitoitusohjelmasta. Mitoitusohjelma ilmoittaa valitun lämpöpumpun suorituskyvyn eri ulkolämpötiloissa valitun lämmityskäyrän mukaisella menoveden läm-pötilalla. Esimerkiksi nimellisteholtaan 10 kW:n vesi-ilmalämpöpumppu tuottaa mitoitus-ohjelman mukaan 0 °C :n lämpötilassa 48 °C :n lämpöistä vettä noin 9 kW:n teholla, läm-pökertoimella 3,4. Menoveden lämpötila on ohjelman käyttämän lämmityskäyrän mu-kaan 48 °C lämmitysverkoston menoveden lämpötilan ollessa mitoitusilanteessa 70 °C ja paluueden 40 °C Vantaan lämpötilavyöhykkeellä.

Laskennassa käytettiin kahta erilaista lämmityskäyrää: $t_m/t_p=70/40\text{ °C}$ ja $t_m/t_p=40/35\text{ °C}$. Kuvassa 1 on esitetty Vantaan mitoitusvyöhykkeen 70/40-lämmityskäyrän mukaisten lämmitysverkoston meno- ja paluueden lämpötilojen kuvaajat sekä niitä vastaavien lämpökerrointen kuvaaja 20 kW:n nimellistehoisella lämpöpumpulla. Lisäksi kuvassa esi-tetään korkein veden lämpötila, joka lämpöpumpulla pystytään tuottamaan. Kuvaajien

lukemisen helpottamiseksi meno- ja paluueden sekä lämpöpumpun korkeimman tuoton lämpötilat on jaettu kymmenellä.



Kuva 1. Oilonin mitoitusohjelman ilmoittamat lämmitysverkoston meno- ja paluueden lämpötilat, lämpöpumpun lämpökerroin sekä lämpöpumpun korkein tuottolämpötila ulkolämpötilavälillä $-20\text{ °C} \dots 20\text{ °C}$ Vantaan mitoitusvyöhykkeellä.

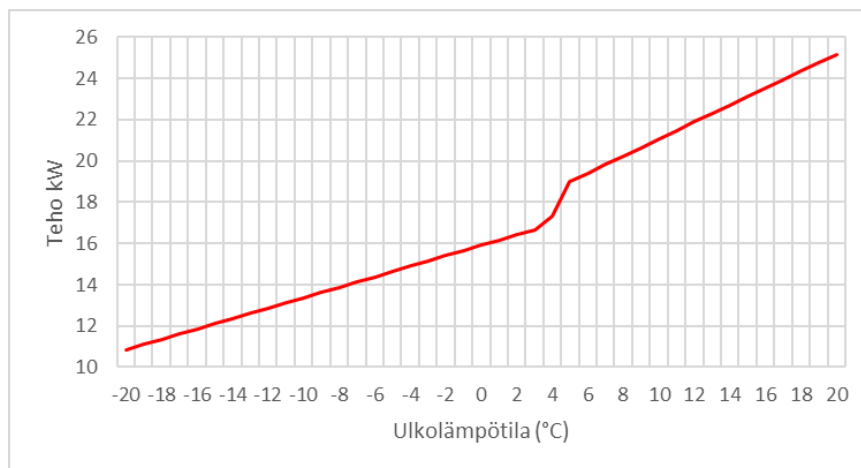
Menoveden lämpötila luettiin mitoitusohjelman antamasta lämmityskäyrästä ulkolämpötiloissa -20 °C , -10 °C , 0 °C , 10 °C ja 20 °C . Nämä lämpötilat syötettiin laskentataulukoon ja Excelin Trendline-työkalulla selvitettiin lämmityskäyrän kuvaajan kaava, jolla laskettiin menoveden lämpötila muissa ulkolämpötiloissa. Paluueden lämpötila eri ulkolämpötiloissa selvitettiin samalla tavalla, mutta 9 °C :n ulkolämpötilassa paluueden lämpötilan kuvaaja lähti jyrkempään laskuun kuin sitä kylmemmissä, ja 23 °C :n ulkolämpötilassa meno- ja paluueden lämpötilaero asettui vakioksi 5 °C . 40/35-lämmityskäyrällä meno- ja paluueden lämpötila pysyi vakiona kaikissa ulkolämpötiloissa. Tämän oletettiin johtuvan lämpöpumpun toimintaperiaatteesta: koska lämpöpumppu pyrkii käymään yhtäjaksoisesti pitkiä jaksoja, se ei lähde käyntiin, ennen kuin lämpötilaero on vähintään 5 °C . Laskennan kannalta paluueden lämpötilalla ei ollut merkitystä kuin 70/40-lämmityskäyrällä alhaisissa ulkolämpötiloissa, jolloin lämpöpumppu ei pysty tuottamaan lämmityskäyrän mukaista menoveden lämpötilaa.

Lämmityskäyrän mukaisen menoveden tuoton lämpökerroin luettiin mitoitusohjelmasta ulkolämpötiloissa -22 °C , 3 °C , 4 °C , 5 °C ja 23 °C . Lämpötilat 3 °C , 4 °C ja 5 °C valittiin, koska niiden kohdalla teho ja lämpökerroin nousevat höyrystimen vähentyneestä

sulatustarpeesta johtuen nopeammin kuin muissa ulkolämpötiloissa. Lämpötilaväleillä $-22\text{ °C} \dots 3\text{ °C}$ ja korkeammissa kuin 5 °C :n ulkolämpötiloissa lämpökerroin laskettiin lämpötiloittain lineaarisesti luettujen pisteiden välillä. Mitoitusohjelman mukaan lämpökertoimen kuvaaja ei ollut täysin suora, mutta poikkeama oli niin vähäinen, että tätä yksinkertaistettua laskentatapaa pidettiin riittävän tarkkana.

Lämmitysverkoston menoveden lämpötilan kaavat ja 70/40-lämmityskäyrän mukaisen paluueden lämpötilojen kaavat ulkolämpötilavälillä $-22\text{ °C} \dots 9\text{ °C}$ sekä lämpökertoimen luentapistet ja lämpökertoimen laskentaan muissa kuin luentapisteen ulkolämpötiloissa käytetyt kaavat on esitetty liitteessä 1. Alle -22 °C :n ulkolämpötiloissa 70/40-lämmityskäyrään mukaisen paluueden lämpötilan muutos oli niin vähäistä, että lämpötila oletettiin vakioksi ($t_p=40\text{ °C}$). Tälläkään ei ollut vaikutusta laskentaan, sillä lämpöpumpun oletettiin sammuvan juuri ulkolämpötilassa -22 °C .

Lämpöpumpun suorituskyvyn määrittämiseksi mitoitusohjelmasta luettiin myös eri lämpöpumppujen enimmäistehontuotto eri ulkolämpötiloissa. Tehontuotto määritettiin samalla tavoin kuin lämpökerroin, ja myös sen laskenta on esitetty liitteessä 1. Kuvassa 2 on esitetty, millä teholla nimellisteholtaan 20 kW :n lämpöpumppu pystyy kuvan 1 lämmityskäyrän mukaista vettä tuottamaan.



Kuva 2. Nimellisteholtaan 20 kW :n lämpöpumpun enimmäistehontuoton kuvaaja 70/40-lämmityskäyrällä Vantaan mitoitusvyöhykkeellä.

Kuvista voidaan lukea, että esimerkiksi -15 °C :n ulkolämpötilassa nimellisteholtaan 20 kW :n vesi-ilmalämpöpumppu tuottaa 62 °C :n lämpöistä vettä noin 12 kW :n teholla,

lämpökertoimella 2,1. Kuvasta 1 nähdään myös, että alle -15 °C :n ulkolämpötilassa lämpöpumppu ei enää kykene tuottamaan lämmityskäyrän mukaista menoveden lämpötilaa, vaan menovettä joudutaan lisälämmittämään. Tällaisissa tapauksissa lämpöpumpun tuottama lämmitysteho laskettiin kaavalla 3.

$$\Phi_{VILP} = \frac{\Phi_{VILP,max}}{t_m - t_p} * (t_{m,VILP,max} - t_p) \quad (3)$$

Φ_{VILP} on lämpöpumpusta hyödyksi saatu teho, kW

$\Phi_{VILP,max}$ on lämpöpumpun suurin mahdollinen tehontuotto tarkasteltavassa ulkolämpötilassa, kW

t_m on lämmitysjärjestelmän menoveden lämpötila, °C

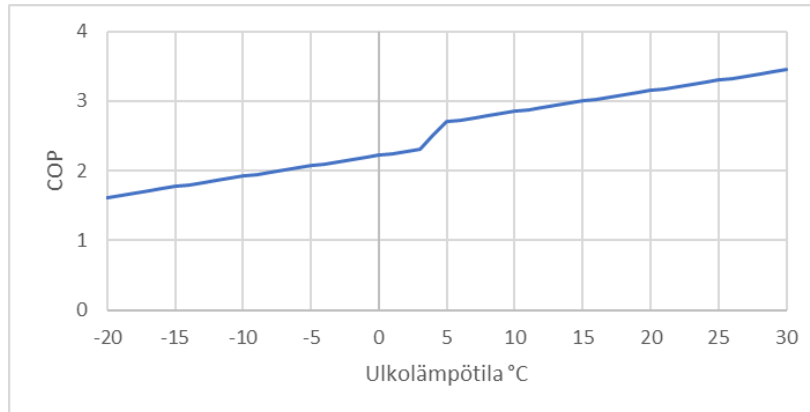
t_p on lämmitysjärjestelmän paluueden lämpötila, °C

$t_{m,VILP,max}$ on korkein lämpöpumpun tuottama veden lämpötila, °C.

Mitoitusohjelma ei anna erikseen käyttöveden lämmityksen lämpökerrointa, mutta AWPRO-sarjan lämpöpumppujen käyttöohjeessa on ilmoitettu lämpöpumppujen lämpökerroin tuottaessa 55 °C :n lämpöistä vettä 7 °C :n ja -7 °C :n ulkolämpötiloissa [5, s. 7]. Laskennassa käytettiin käyttöveden lämpötilan asetusarvona 58 °C ja lämpökertoimen arviotiin olevan tällä asetusarvolla 0,1 pienempi kuin käyttöohjeessa 55 °C :n mukaan ilmoitettu. Tämä pätee mitoitusohjelman mukaan ainakin -7 °C :n ulkolämpötilassa. Tämä todettiin vertaamalla kahta lämmityskäyrää, joista toisessa lämmityskäyrän mukainen menoveden lämpötila -7 °C :n ulkolämpötilassa oli 55 °C ja toisessa 58 °C .

Lämpimän käyttöveden tuottamisen lämpökerroin muilla kuin valmistajan ilmoittamilla ulkolämpötiloilla interpoloitiin lineaarisesti siten, että mitoitusohjelmalla haettiin lämpökerroin -22 °C ulkolämpötilassa tuottaessa 58 °C :n lämpöistä vettä. Lämpökertoimen kuvaajan kulmakerroin selvitettiin Microsoft Excelin Trendline-toiminnolla käyttämällä lähtötietoina lämpökertoimia ulkolämpötiloissa -22 °C ja -7 °C . Lämpökerrointen laskentaan eri ulkolämpötiloissa käytetty kaava on esitetty liitteessä 1. Lämpimän veden tuoton maksimitehona käytettiin samaa arvoa kuin 70/40-lämmityskäyrällä tuottaessa. Koska käyttöveden lämmittämisen tehontarve oli laskennassa huomattavasti pienempi kuin tilojen lämmityksen, ei maksimiteholla ollut käytännön merkitystä.

Trendline-toiminnon antamalla kaavalla laskettiin lämpökertoimet 3 °C:seen asti, mutta koska lämpöpumpun lämpökerroin nousee jyrkemmin 3 °C...5 °C:n ulkolämpötiloissa, lämpökerrointen kuvaajana ulkolämpötilassa 5 °C ja sitä lämpimämmässä käytettiin samansuuntaista suoraa, mutta niin, että se kulki valmistajan ilmoittaman lämpökertoimen kuvaajapisteen kautta 7 °C:n ulkolämpötilassa. Lämpökertoimena ulkolämpötilassa 4 °C käytettiin pisteiden 3 °C ja 5 °C lämpökerrointen keskiarvoa. Kuvassa 3 on esitetty laskennassa käytettyjen lämpimän käyttöveden tuoton lämpökerrointen kuvaaja.



Kuva 3. Laskennassa käytettyjen lämpimän käyttöveden tuoton lämpökerrointen kuvaaja.

Vesi-ilmalämpöpumppuja on tarjolla eri valmistajilta erilaisissa nimellisteholuokissa ja suorituskyyvyt ilmoitetaan erilaisten standardien mukaan, joten eri merkkien vertaileminen keskenään on hankalaa. Ilmoitetut lämpökertoimet eivät kuitenkaan merkittävästi poikkea toisistaan, kun verrataan samassa lämpötilassa tuotettua saman lämpöistä vettä ja ainakin Nibe F2120:n tuote-esitteen mukaan kyseinen lämpöpumppu tuottaa -10 °C:n lämpötilassa 35 °C:n lämpöistä vettä samalla lämpökertoimella (COP = 3.1) [6, s.14] kuin Oilon AWPRO 10 mitoitusohjelman mukaan. Tehtyjä laskelmia voidaan siis ainakin suuntaa-antavalla tasolla pitää yleispätevinä kaikille vesi-ilmalämpöpumpuille.

3 Laskennan eteneminen

3.1 Energiankulutuksen laskenta

Energiankulutuksen laskenta aloitettiin laskemalla tarkasteltavan rakennuksen tehontarve lämpötiloittain kaavalla 1. Kun rakennuksen tehontarve oli selvitetty, selvitettiin valitun lämpöpumppujärjestelmän tehontuotto ja lämpökerroin niin ikään lämpötiloittain luvussa 2.3 esitetyllä tavalla. Jos tarkasteltavana rakennuksena oli esimerkiksi alaryhmän C1 kerrostalo Jyväskylän mitoitusvyöhykkeellä, joka lämmitettiin 70/40-lämmityskäyrällä, oli tilojen lämmityksen tehontarve -15 °C :n ulkolämpötilassa

$$\frac{31,75\text{ kW}}{21\text{ °C} - (-32\text{ °C})} * (17\text{ °C} - (-15\text{ °C})) \approx 19,17\text{ kW}.$$

Mikäli kohteeseen valittaisiin nimellisteholtaan 20 kW:n lämpöpumppu, sen tehontuotto -15 °C :n ulkolämpötilassa olisi liitteen 1 kaavan mukaan

$$1 * \left(\frac{6,34}{25} * (-15 + 22) + 10,33\text{ kW} \right) \approx 12,11\text{ kW}$$

ja lämpöpumpun lämpökerroin niin ikään liitteen 1 kaavalla

$$\frac{2,42}{25} * (-15 + 22) + 1,38 \approx 2,06.$$

Tilojen lämmityksen tehontarpeeseen lisättiin vielä käyttöveden lämmittämiseen tarvittava teho 4,18 kW, jolloin rakennuksen kokonaislämmitystehontarve -15 °C :n ulkolämpötilassa oli noin 23,35 kW. Kyseinen lämpöpumppu ei siis pysty tuottamaan kaikkea rakennuksen tarvitsemaa lämpöä, vaan 11,24 kW täytyy tuottaa lisälämmöllä. Jos lisälämpönä oli sähkö, käytettiin lisälämmön hyötysuhteena arvoa 0,88.

Koska osassa tapauksista oletettiin, että tuloilman lämmitys tapahtuu erillään rakennuksen keskuslämmitysjärjestelmästä ja osa lämpöpumpun tehosta kului lämpimän käyttöveden tuottamiseen, piti ilmanvaihdon ja käyttöveden lämmityksen osuudet lämpöpumpun kokonaistehontuotosta eritellä laskuriin. Tämä tehtiin laskemalla tilojen, tuloilman ja

käyttöveden lämmityksen tehontarpeille kertoimet sen mukaan, kuinka suuren osuuden ne rakennuksen kokonaistehontarpeesta tarvitsivat. Kunkin osion käyttämä osuus lämpöpumpun kokonaistuotosta laskettiin kaavalla 4.

$$\Phi_x = \frac{\Phi_{x, rak}}{\Phi_{kok, rak}} * \Phi_{VILP} \quad (4)$$

Φ_x on tarkasteltavaa lämmitysosuutta varten tuotettu teho, kW

$\Phi_{x, rak}$ on rakennuksen tarvitsema lämmitysosuus, kW

$\Phi_{kok, rak}$ on rakennuksen kokonaislämmitystehontarve, kW

Φ_{VILP} on lämpöpumpun tehontuotto, kW.

Mikäli sekä tuloilman että tilojen lämmitys tuotettiin lämpöpumpulla, oletettiin molempien tapahtuvan 70/40-lämmityskäyrällä ja teho-osuudet laskettiin yhteen. Todellisuudessa tuloilman ja tilojen lämmityksen tehontarpeen muutokset ovat erilaisia, johtuen muun muassa LTO-kennon huurtenpoistosta, mutta tämä jätettiin laskennassa huomioimatta.

Tapauksissa, joissa tuloilma suunniteltiin lämmitettäväksi lisälämmöllä, lämpöpumpun teho jaettiin käyttöveden ja tilojen lämmityksen kesken. Ajatuksena oli, että tunnin ajanjaksolla tietyssä ulkolämpötilassa lämpöpumppu tuottaisi esimerkiksi 45 minuuttia lämmitysverkoston vettä ja 15 minuuttia käyttövettä (mikäli teho-osuudet olisivat 75 % ja 25 %). Koska kyse oli energialaskennasta, ei lopputuloksen kannalta ollut merkitystä jaettiin vaikeaksi teho vai aika, mutta tehon jakaminen oli yksinkertaisempi toteuttaa.

Luvun alussa esitetyn esimerkkirakennuksen tapauksessa tilojen lämmitykseen käytetty osuus lämpöpumpun tehosta -15 °C :n ulkolämpötilassa oli

$$\frac{19,17\text{ kW}}{23,35\text{ kW}} * 12,11\text{ kW} \approx 9,94\text{ kW}$$

ja loput lämpöpumpun tehontuotosta käytettiin käyttöveden lämmittämiseen. Käyttöveden lämmittämisen lämpökerroin -15 °C :n ulkolämpötilassa on liitteen 1 mukaisella kaavalla laskettuna 1,77.

Kun lämpötilakohtainen lämmitystehontarve ja valitun lämpöpumppujärjestelmän suorituskyky oli laskettu, laskettiin tarkasteltavan lämpötilan pysyvyys kyseisellä mitoitusvyöhykkeellä testivuoden 2012 tietojen [2] perusteella kaavalla 2.

Lämpöpumpun suorituskyvyn, rakennuksen tehontarpeen ja lämpötilojen pysyvyyden perusteella laskettiin lämpötiloittain eri rakennustyyppien vuosittainen energiankulutus kaavalla 5.

$$E_t = \left(\frac{\Phi_{VILP,l,t}}{COP_{VILP,l,t}} + \frac{\Phi_{VILP,IV,t}}{COP_{VILP,IV,t}} + \frac{\Phi_{VILP,LKV,t}}{COP_{LKV,t}} + \frac{\Phi_{lisäl,t}}{\eta_{lisäl}} \right) * \tau \quad (5)$$

E_t on vuotuinen energiankulutus ulkolämpötilassa t, kWh/a

$\Phi_{VILP,l,t}$ on lämpöpumpun tilojen lämmityksen teho, kW

$\Phi_{VILP,IV,t}$ on lämpöpumpun tuloilman lämmityksen teho, kW

$\Phi_{VILP,LKV,t}$ on lämpöpumpun käyttöveden lämmityksen teho, kW

$COP_{VILP,l,t}$ on tilojen lämmityksen lämpökerroin

$COP_{VILP,IV,t}$ on tuloilman lämmityksen lämpökerroin

$COP_{VILP,LKV,t}$ on käyttöveden lämmityksen lämpökerroin

$\Phi_{lisäl,t}$ on tarvittava lisälämmitysteho ulkolämpötilassa t, kW

$\eta_{lisäl}$ on lisälämmöntuoton hyötysuhde

τ on ulkolämpötilan t pysyvyys, h/a.

Lisälämmönlähteenä käytettiin vertailussa sähköä, öljyä ja kaukolämpöä, joiden hyötysuhteina käytettiin ympäristöministeriön energiankulutuksen laskentaohjeen mukaisia vuosihyötysuhdearvoja, jotka olivat öljylle pientalossa 0,81, kerrostalossa ja toimistorakennuksessa 0,9, sähkölle 0,88 ja kaukolämmölle 0,97 [7, s. 49].

Jyväskylän mitoitusvyöhykkeellä on -15 °C:n ulkolämpötila testivuoden 2012 mukaan kaavalla 2 laskettuna 49,93 tuntia vuodessa [2]. Esimerkkinä käytetyn kerrostalon vuotuisesti lämmitysenergiankulutukseksi -15 °C:n ulkolämpötilassa saatiin

$$\left(\frac{9,94 \text{ kW}}{2,06} + \frac{2,17 \text{ kW}}{1,77} + \frac{11,24 \text{ kW}}{0,88} \right) * 49,93 \text{ h} \approx 940 \text{ kWh}$$

Sama laskenta toistettiin kaikilla ulkolämpötiloilla ja laskemalla lämpötilakohtaiset energiantarpeet ja -kulutukset yhteen selvitettiin tarkasteltavan rakennuksen vuotuinen energiantarve ja -kulutus. Järjestelmän vuosihyötysuhde laskettiin kaavalla 6.

$$SCOP = \frac{E_{rak}}{E_{lämm}} \quad (6)$$

$SCOP$ on lämmitysjärjestelmän vuosihyötysuhde

E_{rak} on rakennuksen lämmitysenergiantarve, MWh/a

$E_{lämm}$ on lämmitysjärjestelmän energiankulutus, MWh/a.

Erilaisia mitoitusratkaisuja vertailtiin sillä perusteella, kuinka suuren osuuden rakennuksen tehontarpeesta ne pystyvät -20 °C :n ulkolämpötilassa tuottamaan. Esimerkiksi nimellisteholtaan 10 kW:n lämpöpumppu tuottaa Sodankylän lämmitysvyöhykkeellä 70/40-lämmityskäyrän mukaista lämmitysvettä -20 °C :n ulkolämpötilassa 7,2 kW:n teholla. Mikäli kyseinen pumppu valitaan rakennukseen, jonka tehontarve mainitussa ulkolämpötilassa on 10 kW, on valitun lämpöpumpun teho-osuus 72 %.

3.2 Kustannuslaskenta

Valitun lämmitysjärjestelmän taloudellisen kannattavuuden arvioimiseksi laskettiin järjestelmälle hankintahinta sekä vuotuiset ja käyttöiän aikana kertyvät kumulatiiviset kulut. RT-kortin 18-10922 mukaan ilmalämpöpumppujen tekninen käyttöikä on 10–15 vuotta [8, s. 15], joten elinkaarilaskennassa valittiin käyttöajaksi 15 vuotta. Hankintakustannus laskettiin kaavalla 7.

$$H = 12\,000\text{ €} + (\Phi_{VILP,nim} - 10\text{ kW}) * N + L \quad (7)$$

H on lämmitysjärjestelmän hankintahinta, €

$\Phi_{VILP,nim}$ on lämpöpumppujen yhteenlaskettu nimellisteho, kW

N on nimellistehokerroin, €/kW

L on lisähankintahinta, €.

Järjestelmän nimellistehon ollessa 10 kW tai enemmän, käytettiin nimellistehokertoimena arvoa 550 €/kW. Koska nimellisteholtaan alle 10 kW:n järjestelmien asennuskustannukset eivät tehon pienentyessä muutu ja pienten lämpöpumppujen hintaero on esimerkiksi Maalämpötukun hinnaston perusteella noin 200 euroa nimellistehowattia kohden [9], käytettiin nimellisteholtaan alle 10 kW:n järjestelmissä nimellistehokertoimena arvoa 200 €/kW.

Insinööriyön lähtökohtana oli hakea mitoitusperusteet ensisijaisesti jo olemassa olevien lämmitysjärjestelmien rinnalle asennettaville lämpöpumpuille. Tämän vuoksi öljy- ja sähkökattiloiden hankintakustannuksia ei huomioitu laskennassa, joten lisähankintana käytettiin arvoa nolla.

Kaukolämpö poikkeaa kuitenkin öljy- ja sähkölämmitteisistä järjestelmistä siinä, että ensiöpuolen vettä pyritään jäähdyttämään mahdollisimman paljon. Tästä johtuen kaukolämmön alajakokeskuksen kytkentää joudutaan muuttamaan [10, s. 89], mikä vaatii muutoksia myös automatiikkaan. Useimmiten koko kaukolämmön alajakokeskus joudutaan uusimaan, joten pientalojen laskennassa ei kaukolämpöä pidetty vaihtoehtona, vaan oletettiin, että mikäli vesi-ilmalämpöpumppu asennetaan kaukolämmöllä lämpiävään pientaloon, kaukolämpö korvataan sähkövastuksella. Kerrostalojen ja toimistorakennusten kohdalla lämpöpumpun hankintakustannuksiin lisättiin hybridivalmiudella varustetun kaukolämmön alajakokeskuksen hankintakustannukset, jolloin lisähankintahintana käytettiin arvoa 16 000 euroa.

Esimerkiksi nimellisteholtaan 40 kW:n lämpöpumppujärjestelmän, jossa lisälämmönlähteenä käytetään kaukolämpöä, hankintahinnaksi tuli siis

$$12\,000\ \text{€} + (40\ \text{kW} - 10\ \text{kW}) * 550\ \text{€/kW} + 16\,000\ \text{€} = 44\,500\ \text{€}$$

ja nimellisteholtaan 7 kW:n lämpöpumppujärjestelmän, jonka lisälämpö tuotetaan sähkövastuksella, hankintahinta oli

$$12\,000\ \text{€} + (7\ \text{kW} - 10\ \text{kW}) * 200\ \text{€/kW} = 11\,400\ \text{€}.$$

Käytetty kaava perustuu henkilökohtaiseen kokemukseen erilaisten lämmitysjärjestelmien tarjous- ja kustannusarviolaskennasta. Motivan mukaan pientalon vesi-ilmalämpöpumpun hankintahinta on noin 7 000 – 14 000 euroa [11], mutta suurempien järjestelmien hankintahinnoista on vaikeampi löytää arvioita, eikä yleispätevää hankintakustannusta pystytäkään määrittämään. Lämmitysjärjestelmän hankintakuluihin vaikuttaa suuresti muun muassa asennuskohde, joten saman järjestelmän hankintakustannukset voivat vaihdella kohteesta riippuen suurestikin. Kaavan 7 mukaisella arviolla hankintahinnasta voidaan kuitenkin suuntaa-antavasti vertailla eri tavoilla mitoitettujen vesi-ilmalämpöpumpujärjestelmien kustannuksia.

Hankintakustannusten lisäksi lämmitysjärjestelmän elinkaarikustannuksiin kuuluvat vuosittaiset huolto- ja lämmityskustannukset. Huoltokuluiksi arvioitiin 2 % järjestelmän hankintahinnasta vuodessa ja lämmityskulut laskettiin energialaskennassa saadun kulutuksen mukaan. Lämmitysenergianlähteiden oletushintoina käytettiin sähkölle 11 snt/kWh, kaukolämmölle 8 snt/kWh ja öljylle 1 €/dm³. Öljyn ominaislämpökapasiteettina käytettiin arvoa 10 kWh/dm³, joten öljyn hinnaksi saatiin 10 snt/kWh.

Vuotuiset lämmityskustannukset laskettiin sekä lämpöpumpun kuluttamalle energialle että lisälämmityksen kuluttamalle energialle kaavalla 8.

$$L_n = (1 + e)^n * L_0 \quad (8)$$

L_n on lämmityskustannukset vuonna n , €

e on energianhinnan reaalinousu, %

L_0 on lämmityskustannukset vuonna 0, €.

Inflaation vaikutus energian nimelliseen hinnannousuun laskettiin kaavalla 9. Samalla kaavalla laskettiin myös reaalikorko.

$$r = \frac{i-f}{1+f} \quad (9)$$

r on reaalikorko tai energian hinnan reaalinousu, %

i on nimelliskorko tai energian hinnan nimellinen nousu, %

f on inflaation suuruus, %.

Takaisinmaksuaika laskettiin vähentämällä vuotuisista lämmityskuluista lämpöpumppujärjestelmän huoltokulut ja jakamalla järjestelmän hankintahinta saadulla erotuksella. Korollinen takaisinmaksuaika laskettiin kaavalla 10.

$$T = \frac{\ln\left(\frac{S}{S-Hr}\right)}{\ln(1+r)} \quad (10)$$

T on järjestelmän takaisinmaksuaika, v

S on lämpöpumppujärjestelmällä saavutettu vuosittainen säästö, €

H on lämpöpumppujärjestelmän hankintahinta, €

r on laskennassa käytetty reaalikorko, %.

Elinkaarikustannuksia arvioitiin diskontatun kumulatiivisen kassavirran (DCF) menetelmällä. Kaavalla 8 laskettuihin lämmityskustannuksiin lisättiin järjestelmän huoltokulut ja vuosittaiset kustannukset diskontattiin kaavalla 11.

$$D_n = \frac{N_n}{(1+r)^n} \quad (11)$$

D_n on diskontatut käyttökulut vuonna n , €

N_n on nimelliset käyttökulut vuonna n , €.

Diskontatut elinkaarikustannukset laskettiin laskemalla vuosittaiset diskontatut kulut yhteen ja lisäämällä niihin järjestelmän hankintakulut. Elinkaarikustannuksia verrattiin tilanteeseen, jossa rakennuksen lämmitys olisi hoidettu pelkällä lisälämmöllä.

Elinkaaren aikainen säästö laskettiin vähentämällä pelkällä lisälämmöllä lämmitettäessä kertyneistä vuosittaisista lämmityskuluista lämpöpumppujärjestelmän lämmitys- ja huoltokulut ja diskonttaamalla näin saadut vuosittaiset säästöt kaavalla 11. Vuosittaiset diskontatut säästöt laskettiin elinkaaren ajalta yhteen ja niistä vähennettiin lämpöpumppujärjestelmän hankintakulut.

3.3 Laskennan suorittaminen

Eri rakennustyyppien ja lämpöpumppujärjestelmien vertailulaskenta suoritettiin laskentataulukolla, joka laskee edellä esitetyillä kaavoilla valittujen järjestelmien energiantarpeen ja -kulutuksen sekä järjestelmän käyttökustannukset. Oletuksena laskuri käyttää tässä insinööriyössä ilmoitettuja arvoja, mutta laskuriin voi syöttää myös itse seuraavat, oletusarvoista poikkeavat lähtötiedot:

- rakennuksen vuotuisen energiankulutuksen
- käyttöveden lämmitykseen kuluvan energian
- tuloilman lämmitykseen kuluvan energian
- rakennuksen mitoitustehon
- järjestelmän hankintahinnan
- vuotuiset huoltokulut
- energian lähtöhinnat
- laskentakoron
- energian hinnan vuosittaisen muutoksen
- inflaation.

Tämä mahdollisuus lisättiin laskuriin sen tulevaa käyttöä varten. Kun halutut lähtötiedot voi syöttää laskuriin myös käsin, voidaan laskurilla jatkossa vertailla erilaisia mitoitusratkaisuja todellisissa kohteissa sekä arvioida erilaisten taloudellisten tekijöiden vaikutusta saavutettuihin säästöihin. Näin laskurin avulla voidaan perustella tarjottua mitoitusratkaisua sekä antaa asiakkaalle laajempi kuva siitä, mitkä muuttujat omien käyttötottumusten lisäksi vaikuttavat lämpöpumpun tuottaman säästön suuruuteen.

Eri rakennustyypeille ja niiden lämmitysratkaisuille haettiin optimaaliset lämpöpumppuyhdistelmät kolmella eri kriteerillä: pienin käyttöajan kustannus, pienin energiankulutus

ja lyhin takaisinmaksuaika. Mitoitusohjelman mukaan Oilonin vesi-ilmalämpöpumput sammuvat -22 °C :n ulkolämpötilassa, ja sitä kylmemmissä lämpötiloissa lämmitys tapahtuu täysin lisälämmöllä. Näin ollen pienin energiankulutus saavutettiin järjestelmällä, jossa lämpöpumpulla pystytään tuottamaan rakennuksen tehontarve kyseisessä ulkolämpötilassa. Todellisuudessa energiansäästöä pystyisi vielä tästäkin lisäämään, koska suuremmilla järjestelmillä lämpökerroin voisi nousta korkeammaksi, mutta energiansäästön kasvu suhteessa kustannusten nousuun olisi tällaisissa tapauksissa niin pieni, että tätä ei laskennassa huomioitu.

Oilon valmistaa viiden eri nimellisteholuokan lämpöpumppuja: 10 kW, 15 kW, 20 kW, 30 kW ja 40 kW, joita yhdistelemällä voidaan rakentaa suurempitehoisia järjestelmiä. Eri kokoisten lämpöpumppujen välillä on jonkin verran eroja suhteellisessa tehontuotossa. Nimellisteholtaan 10 kW:n lämpöpumppu tuottaa lämpöä suhteessa nimellistehoonsa enemmän kuin suuremmat lämpöpumput. Esimerkiksi -20 °C :n lämpötilassa 10 kW:n lämpöpumppu tuottaa noin 70 % nimellislämpötehostaan suurempien tuottaessa samassa lämpötilassa vain noin puolet omasta nimellislämpötehostaan. Kahta 10 kW:n lämpöpumppua ei kuitenkaan voi hankkia samalla hinnalla kuin yhtä 20 kW:n laitetta, joten lämpöpumput jaettiin laskennassa kahteen ryhmään: nimellisteholtaan 10 kW ja suuremmat lämpöpumput.

Myös lämpöpumppujen lämpökertoimissa oli jonkin verran eroja, mutta ne olivat niin pieniä, että laskennassa lämpökertoimina käytettiin kaikkien lämpöpumppujen osalta mitoitusohjelman ilmoittamien lämpökerrointen keskiarvoa.

Omakotitalojen energialaskenta suoritettiin nimellisteholtaan 10 kW:n lämpöpumpun suoritusarvoilla, kerrostalojen ja toimistorakennusten laskenta puolestaan nimellisteholtaan 20 kW:n laitteen tiedoilla. Nimellisteholtaan 20 kW:n lämpöpumpun tuottama teho suhteessa nimellistehoon poikkesi 15–40 kW:n laitteiden keskiarvosta keskimäärin kaksi prosenttia, ja laskentaa varten tehdyn laskurin ominaisuuksista johtuen laskenta oli teknisesti yksinkertaisempi suorittaa vain yhden laitteen tiedoilla. Koska laskenta perustuu muutenkin monesta tekijästä riippuviin muuttujiin, pidettiin tällaista laskentatapaa riittävän tarkkana.

Insinööriyön tarkoitus ei ollut etsiä todellista lämpöpumppuyhdistelmää, vaan etsiä optimaalista tehosuhdetta, joten laskenta suoritettiin yhdistämällä laitteita yhden kilowatin nimellistehon tarkkuudella, jonka mukaan järjestelmän hankintahinta laskettiin. Mikäli järjestelmän energiankulutusta laskettiin esimerkiksi kuuden kilowatin nimellistehoisella laitteella, kerrottiin 10 kW:n lämpöpumpun tiedot luvulla 0,6. Tuloksien perusteella arviointiin, kuinka lämpöpumppujärjestelmä kannattaisi missäkin tilanteessa mitoittaa.

Esimerkiksi luvun 3.1 esimerkitapauksen mitoituslaskenta suoritettiin valitsemalla laskuriin rakennuksen tyyppi, alaryhmä, mitoitusvyöhyke, lämmönjakotapa ja lisälämmönlähde. Kuvassa 4 on esitetty laskurin lähtötietokaavake. Harmaalla rasteroituihin soluihin voidaan syöttää VTT:n raportista [1] poikkeavat lähtötiedot. Soluun ”COP-kerroin” syötetyllä luvulla kerrotaan lämpötiloittain luvussa 2.3 esitetyllä tavalla määritetty lämpökerroin. Kun ”Laske keskiarvolla” -valintaruutu on valittuna, käyttää laskuri lämpötilakohtaisina lämpökertoimina kaikkien lämpöpumppujen lämpökerrointen keskiarvoa. Mikäli solut ovat tyhjiä, laskuri suorittaa laskennan oletusarvoilla ja käyttää lämpökertoimina Oilonin mitoitusohjelman ilmoittamia laitekohtaisia lämpökertoimia.

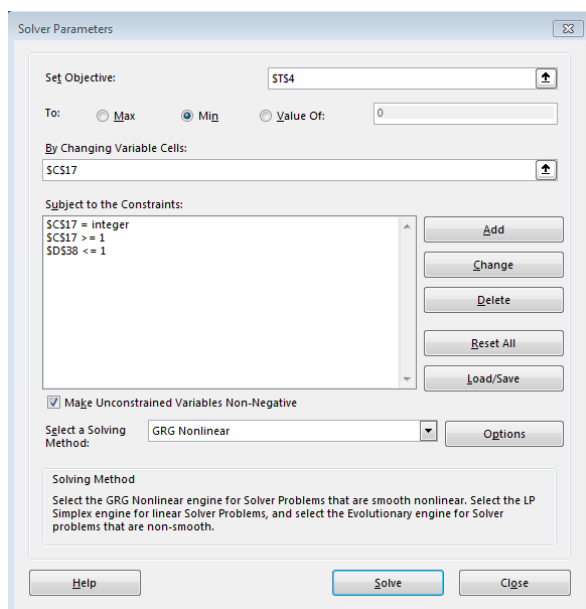
LÄHTÖTIEDOT:	
RAKENNUS: Kerrostalo	
ENERGIATASO: C1 (1980-2000)	
LÄMMITYSVYÖHYKE: III Jyväskylä	
LÄMMITYSKÄYRÄ: 70/40	
TULOILMAN LÄMMITYS: Muu	
ENERGIANTARVE:	MWh/a
KÄYTTÖVEDEN LÄMMITYS:	MWh/a
TULOILMAN LÄMMITYS:	MWh/a
MITOITUSTEHO:	kW
PINTA-ALA:	m ²
COP-KERROIN:	<input checked="" type="checkbox"/> Laske keskiarvolla
LÄMPÖPUMPUN KÄYTTÖLÄMPÖTILAT:	
ALIN:	°C
YLIN:	°C
VILP 10 kW:	kpl
VILP 15 kW:	kpl
VILP 20 kW:	0,05 kpl
VILP 30 kW:	kpl
VILP 40 kW:	kpl
Nimellisteho yhteensä:	1 kW
Lisälämpö (+hyötysuhde):	Kaukolämpö 97 %
Hankintahinta:	€
Vuotuiset huoltokulut:	% hank.hinnasta
Sähkön nykyhinta:	snt/kWh (11)
Kaukolämmön nykyhinta:	snt/kWh (8)
Laskentakorko:	%/a
Sähkön hinnannousu:	%/a
Kaukolämmön hinnannousu:	%/a
Inflaatio:	%/a

Kuva 4. Laskuriin syötettävät lähtötiedot

Kuvassa vihreänä näkyvää valittua solua (myöhemmin solu C17) käytettiin apusoluna laskettaessa optimaalista lämpöpumppujen määrää. Solun tekstin väri on visuaalisista syistä muotoiltu valkoiseksi. Koska kyseessä oli kerrostalo, laskenta suoritettiin muuttamalla nimellisteholtaan 20 kW:n lämpöpumppujen määrää. Nimellisteho määritetään kilowatin tarkkuudella, ja laskuri laskee sen perusteella hankintahinnan kaavalla 7.

Laskuri laskee lämpöpumppuyhdistelmän suorituskyvyn kertomalla liitteen 1 mukaiset arvot lähtötietosoluun syötetyllä luvulla. Esimerkiksi kuvan 4 tapauksessa se hakee syötetyistä tiedoista nimellisteholtaan 20 kW:n lämpöpumpun tehontuoton lämpötiloittain ja kertoo sen luvulla 0,1. Optimaalista järjestelmää haettaessa solun arvoksi annettiin "=C17/20", ja Excelin Solver-työkalulla muutettiin solussa C17 kokonaislukua. Näin lämpöpumppujen nimellisteho saatiin rajattua yhden kilowatin tarkkuudelle. Omakotitalojen laskennassa soluun, johon syötetään 10 kW:n lämpöpumppujen määrä, kirjoitettiin kaava "=C17/10". Muuten laskenta suoritettiin samalla tavalla.

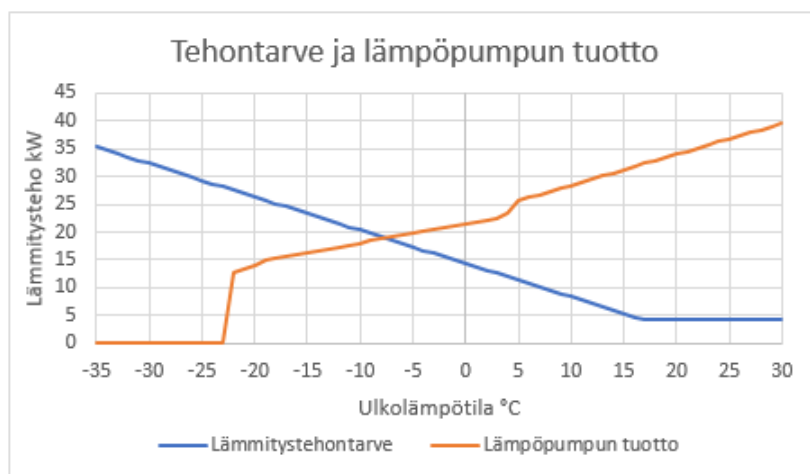
Kun tarkasteltavalle rakennukselle haettiin esimerkiksi lämpöpumppuyhdistelmää, jonka elinkaarikustannukset olisivat mahdollisimman pienet, haettiin Solverilla alin arvo elinkaarikustannuksia laskevaan soluun muuttamalla solua C17. Kuvassa 5 on esitetty parametrit, joilla optimaalinen lämpöpumppujärjestelmä haettiin.



Kuva 5. Solver-työkalun parametrit haettaessa alimpia elinkaarikustannuksia

Kuvassa solu T4 on solu, johon on laskettu järjestelmän elinkaarikustannukset. Solu C17 on rajoitettu kokonaisluvuksi, jotta työkalu etsisi lämpöpumppuyhdistelmän kilowatin tarkkuudella. Solu D38 laskee lämpöpumpun tuottamaa teho-osuutta rakennuksen tarpeesta -22 °C :n ulkolämpötilassa. Määrittämällä sen arvoksi enintään 100 % rajattiin lämpöpumppujen enimmäismäärä tilanteeseen, jossa lämpöpumppu tuottaa alimmassa toimintalämpötilassaan saman määrän lämmitystehoa kuin rakennus tarvitsee. Ennen ratkaisun hakua asetettiin solun C17 arvoksi 1, jolloin työkalu lähti etsimään ratkaisua pienimmästä mahdollisesta lämpöpumppujen määrästä alkaen. Pienin takaisinmaksu-aika ja pienin energiankulutus haettiin samoilla parametreilla, ainoastaan tavoitesolua muutettiin. Esimerkkitapauksessa Solver-työkalu haki mitoitettavaksi lämpöpumppujen määräksi 1,35 nimellisteholtaan 20 kW:n lämpöpumppua (nimellisteho yhteensä 27 kW).

Laskurin etusivulle, johon myös lähtötiedot annetaan, tulostuvat laskennan tulokset sekä kuvaajia havainnollistamaan tuloksia. Kuvaajia on kuusi, ja ne kuvaavat lämpöpumpun tuottaman tehon ja energian suhdetta rakennuksen tarpeeseen, rakennuksen lämmityskuluja ilman lämpöpumppua ja sen kanssa sekä lämmitysjärjestelmän kokonaislämpökerrointa eri ulkolämpötiloissa. Liitteessä 2 on esitetty laskurin etusivu kokonaisuudessaan. Seuraavassa on esitetty laskurin kuvaajat edellä käytetyn esimerkkirakennuksen laskentatuloksista. Kuva 6 kuvaa rakennuksen lämmitystehontarvetta ja lämpöpumpun tehontuottoa eri ulkolämpötiloissa.

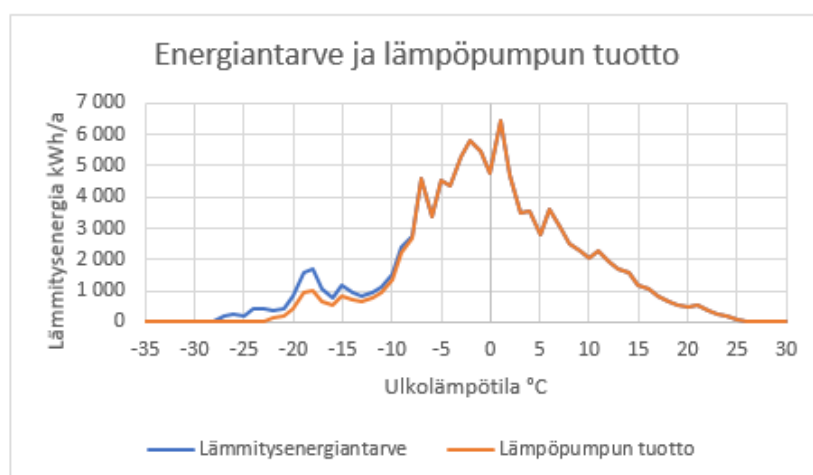


Kuva 6. Lämmitystehontarpeen ja lämpöpumpun tuoton kuvaajat.

Kuvasta nähdään, että lämpöpumppu tuottaa saman määrän lämmitystehoa kuin rakennus tarvitsee -7 °C :n ulkolämpötilassa. Korkeammassa lämpötilassa lämpöpumppu on ylitehoinen, matalammassa puolestaan vajaatehoinen. Pieni notkahdus lämmitystehon tuotossa -19 °C :n ulkolämpötilassa johtuu kuvassa 1 esitetystä tapauksesta, jolloin lämpöpumppu ei pysty tuottamaan lämmitysverkostoon lämmityskäyrän mukaista vettä, vaan vesi joudutaan lisälämmittämään. -23 °C :n ulkolämpötilassa lämpöpumppu sammuu, jolloin teho putoaa nolnaan. Lämpötiloissa 3 °C ... 5 °C tehontuoton kuvaaja tekee jyrkemmän nousun. Tämä johtuu lämpökerrointen kuvaajien tavoin höyrystimen vähentyneestä sulatuksen tarpeesta.

Koska rakennusta ei tarvitse enää lämmitää 17 °C :n lämpötilassa, tarvitaan lämmitystehoa tämän jälkeen ainoastaan käyttöveden lämmittämiseen ja koska käyttöveden lämmityksen tehontarve oletettiin vakioksi, on tehontarpeen kuvaaja tätä korkeammissa ulkolämpötiloissa vaakasuora.

Kuvassa 7 on esitetty rakennuksen vuotuisen lämmitysenergiatarpeen ja vesi-ilmalämpöpumpun tuottaman lämmitysenergian kuvaajat.

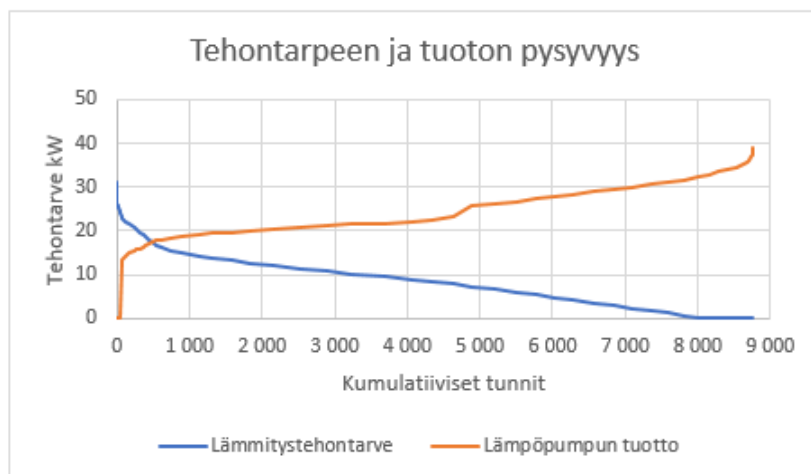


Kuva 7. Energiatarpeen ja lämpöpumpun tuoton kuvaajat.

Kuvaajista voidaan todeta, että vaikka kyseinen lämpöpumppu pystyy -20 °C :n lämpötilassa tuottamaan vain puolet rakennuksen tarvitsemasta lämmitystehosta, sillä voidaan siitä huolimatta kattaa rakennuksen tarvitsema vuotuinen lämmitysenergiatarve lähes kokonaan. Tämä johtuu siitä, että etenkin Etelä-Suomessa valtaosan lämmityskaudesta

ulkolämpötila pysyy nollan tietämällä, joten vaikka lämmitystehontarve on pienempi kuin kovilla pakkasilla, suurin osa lämmitysenergiasta kuluu nollakeleillä.

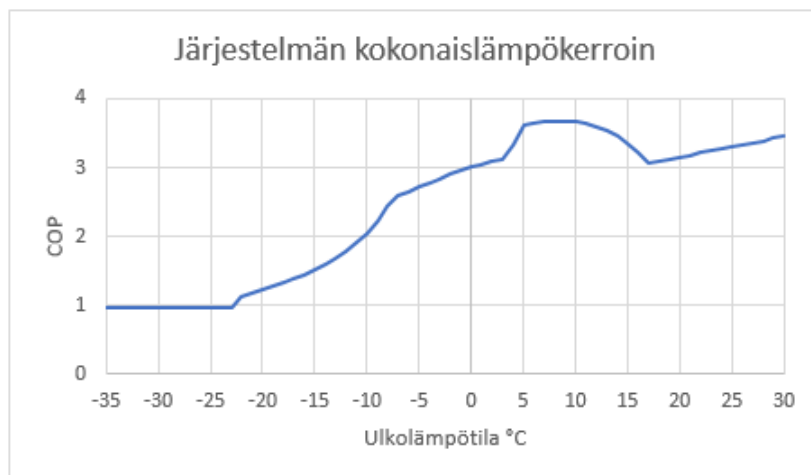
Kuvassa 8 on esitetty rakennuksen tehontarpeen ja lämpöpumpun enimmäistehon pysyvyys vuoden aikana.



Kuva 8. Lämmitystehontarpeen ja lämpöpumpun tuoton pysyvyyksien kuvaajat.

Tehontarpeen ja lämpöpumpun tehontuoton kuvaajat osoittavat saman asian kuin energiakuvaajatkin. Vaikka esimerkin lämpöpumppu jääkin alle $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$:n ulkolämpötiloissa alitehoiseksi, se kykenee tuottamaan lämpöä enemmän kuin rakennus tarvitsee suurimman osan vuodesta.

Tehon- ja energiantarpeen sekä -tuoton lisäksi laskuri piirtää kuvaajat myös lämpöpumpujärjestelmän lämpökertoimista. Kuvassa 9 on esitetty saman rakennuksen lämpöpumpujärjestelmän kokonaislämpökerroin eri ulkolämpötiloissa.

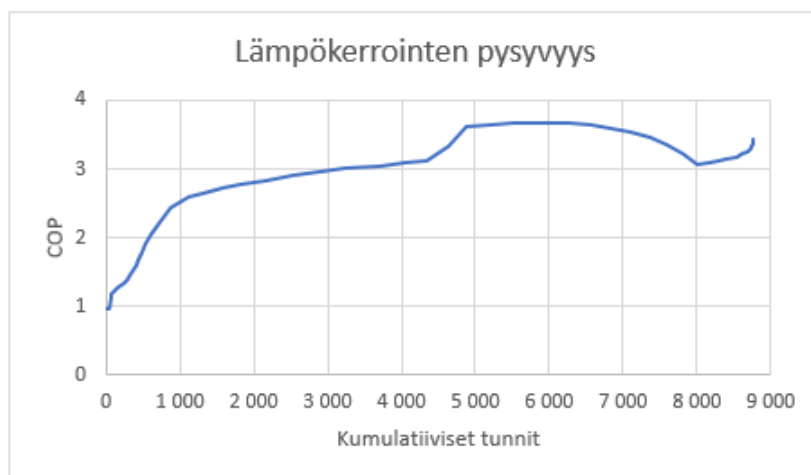


Kuva 9. Vesi-ilmalämpöpumppujärjestelmän kokonaislämpökerroin eri ulkolämpötiloissa.

Järjestelmä antaa parhaan lämpökertoimen noin 5 °C...10 °C:n ulkolämpötilassa. Mitä matalammaksi ulkolämpötila muuttuu, sitä pienemmällä lämpökertoimella järjestelmä toimii. Kun ulkolämpötila laskee alle -22 °C:n, lämpöpumppu lakkaa käymästä ja järjestelmä toimii ainoastaan lisälämmityksen hyötysuhteella.

Yli 10 °C:n lämpötiloissa tilojen lämmityksen osuus rakennuksen lämmitystarpeesta pienenee, ja koska lämpöpumppu lämmittää käyttövettä pienemmällä lämpökertoimella kuin matalalämpöisempää lämmityspiirin vettä, lämmitysjärjestelmän kokonaislämpökerroin heikkenee. Yli 17 °C:n ulkolämpötiloissa lämmitetään ainoastaan käyttövettä ja lämpöpumpun lämpökerroin paranee ulkoilman lämmitessä, joten 17 °C:n ulkolämpötilassa lämpöpumppujärjestelmän kokonaislämpökerroin lähtee jälleen nousuun.

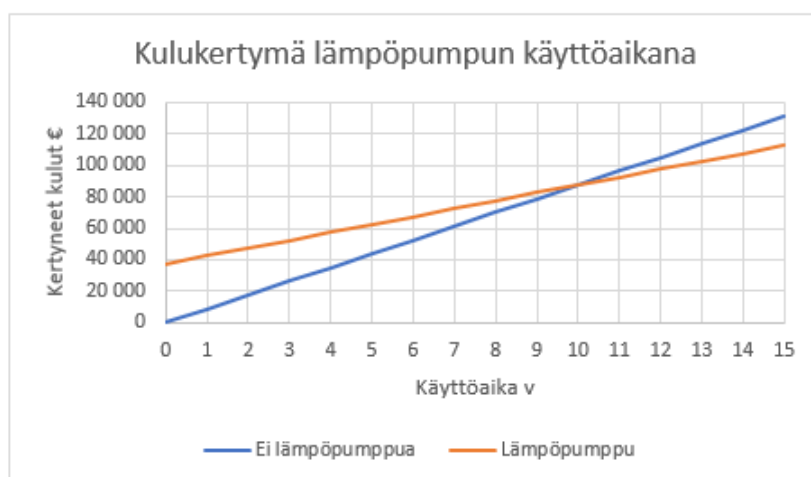
Kuvan 9 mukaan järjestelmän lämpökerroin ei ole kovilla pakkasilla kovinkaan korkea, mutta vuosihyötysuhteen kannalta on olennaisempaa, kuinka korkealla lämpökertoimella järjestelmä pystyy tuottamaan lämpöä ajallisesti eniten. Kuvassa 10 on esitetty saman esimerkkijärjestelmän lämpökerrointen pysyvyys.



Kuva 10. Lämpöpumppujärjestelmän lämpökerrointen pysyvyys.

Kuten lämmitysteho, myös järjestelmän lämpökerroin paranee korkeammissa ulkolämpötiloissa. Koska suurin osa lämmityskauden energiantarpeesta tuotetaan pikkupakkasilla tai hiukan yli nollan ulkolämpötiloissa, on lämpöpumppujärjestelmän kokonaislämpökerroin suurimman osan ajasta yli kahden siitäkin huolimatta, että se kovimmilla pakkasilla laskee merkittävästi.

Laskuri piirtää rakennuksen tehontarvetta ja lämpöpumpun suorituskykyä kuvaavien kuvaajien lisäksi myös elinkaarikustannuksien kuvaajat. Kuvassa 11 näkyy käytetyn esimerkkirakennuksen kulurakenne lämpöpumpun teknisen käyttöiän aikana.



Kuva 11. Esimerkkirakennuksen lämmityskulurakenne vesi-ilmalämpöpumpun kanssa ja ilman.

Kuvaajasta näkyy hyvin takaisinmaksuajan ongelmallisuus investoinnin kannattavuuden mittarina. Kyseisen järjestelmän takaisinmaksuaika laskurin oletushinnoilla olisi hiukan alle 10 vuotta, mutta järjestelmän taloudellinen hyöty realisoituu vasta tämän jälkeen. Esimerkkitapauksen käyttöiän aikainen säästö olisi noin 20 000 euroa, mikä jää takaisinmaksuajassa huomioimatta.

Laskenta suoritettiin edellä esitetyllä tavalla kaikille tarkasteltaville rakennuksille. Rakennusten laskenta käytiin läpi 70/40- ja 40/35-lämmityskäyrillä ja lisälämmönlähteinä laskennassa käytettiin omakotitalossa öljyä ja sähköä, kerrostaloissa ja toimistorakennuksissa sähköä ja kaukolämpöä.

Tuloilman lämmityksen laskentaan käytettiin 70/40-lämmityskäyrää ja lämpöpumpun ohjauksen oletettiin toimivan niin, että lämpöpumppu voi tehdä vain joko käyttövettä tai yhden käyrän mukaista lämmitysvettä. Mikäli talo siis lämpiää matalalämpöisellä lämmityskäyrällä mutta tuloilma lämmitetään lämpöpumpulla, joutuu lämpöpumppu tuottamaan 70/40-lämmityskäyrän mukaista lämmitysvettä, joka sekoitetaan kolmitieventtiilillä lämmitysverkostoon sopivaksi. Näin ollen rakennuksissa, joissa oli erillinen tuloilman lämmitys, käytettiin 40/35-lämmityskäyrällä laskettaessa tuloilman lämmittämiseen lisälämpöä.

70/40-käyrällä laskettaessa tuloilma lämmitettiin lämpöpumpulla, ja edellä mainitusta syystä tämän laskennan tulokset vastaavat tilannetta, jossa tilat lämmitettäisiin 40/35-lämmityskäyrällä.

Normirakennusten lisäksi suoritettiin laskenta keskiarvotalolle, jolla selvitettiin ilmoitetun COP-arvon vaikutusta mitoitukseen. Keskiarvotalo oli rakennus, jonka tehontarve oli tarkasteltavan rakennustyyppin tehontarpeiden keskiarvo. Keskiarvotalon vertailussa käytettiin 70/40-lämmityskäyrää ja lisälämmönlähteeksi valittiin sähkö. Tuloilman lämmitys tapahtui lämpöpumpulla.

Laskennassa käytetty, valmistajan ilmoittamien laitekohtaisten lämpökerrointen keskiarvo kerrottiin lämpötiloittain kertoimilla 0,7, 1 ja 1,3. Näin selvitettiin, kuinka mitoitukseen vaikuttaisi, mikäli laitteen lämpökerroin olisi 30 % pienempi tai suurempi kuin valmistajan ilmoittama. Mikäli kertoimella laskettu lämpötilakohtainen lämpökerroin oli

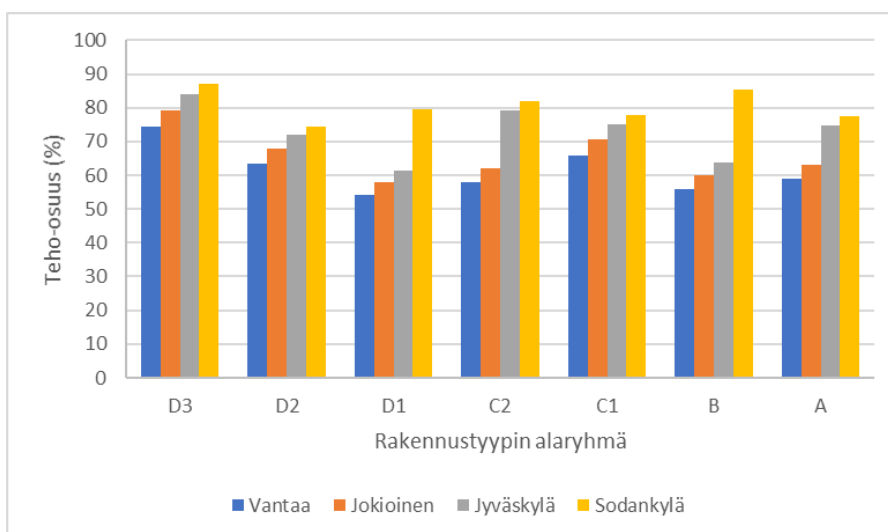
jossakin lämpötilassa pienempi kuin lisälämmöntuoton hyötysuhde, käytettiin laskennassa lisälämmön hyötysuhdetta.

Liitteissä 3–5 on esitetty laskennan tulokset kaikkien tarkasteltavien rakennusten osalta.

4 Laskentatulokset

4.1 Omakotitalo

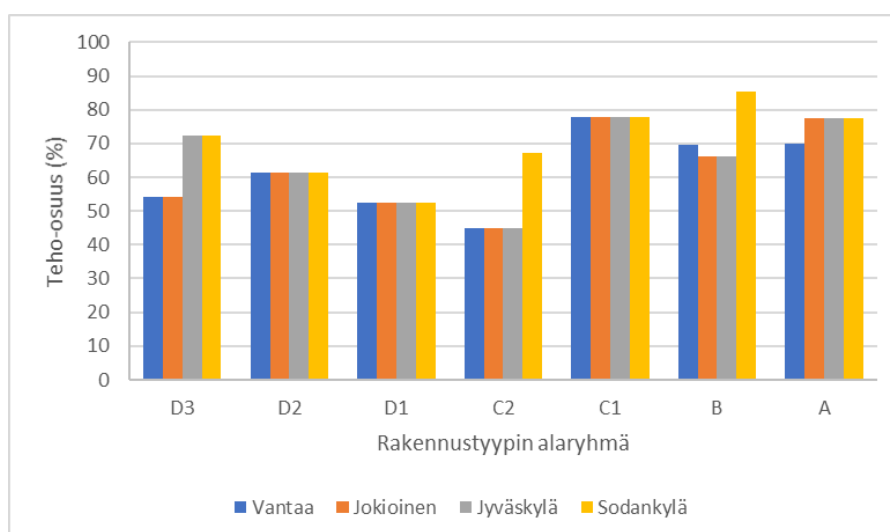
Alhaisimmat elinkaarikustannukset omakotitalon lämpöpumppujärjestelmälle saatiin, kun se mitoitettiin kattamaan noin 55–85 % rakennuksen lämmitystehontarpeesta $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$:n ulkolämpötilassa käytettäessä 70/40-lämmityskäyrää. Teho-osuus oli suurin matalaenergia- ja passiivitaloissa, mutta se vakiintui rakennuksen tehontarpeen kasvaessa etelässä 60 %:n, pohjoisessa 80 %:n tietämille. Käytetyllä lisälämmönlähteellä ei ollut vaikutusta lämpöpumpun mitoitukseen. Kuvassa 12 on esitetty eri alaryhmien omakotitaloihin valikoituneet teho-osuudet eri mitoitusvyöhykkeillä.



Kuva 12. Lämpöpumpun tuottama osuus rakennuksen lämmitystehontarpeesta $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$:n ulkolämpötilassa eri mitoitusvyöhykkeillä pienimpiä elinkaarikustannuksia tavoiteltaessa 70/40-lämmityskäyrällä.

Kuvasta nähdään, että teho-osuus valikoitui sitä suuremmaksi, mitä pohjoisemmalle mitoitusvyöhykkeelle lämpöpumppu mitoitettiin. Sodankylän mitoitusvyöhykkeellä mitoitettava teho-osuus oli vähiten riippuvainen rakennuksen tehontarpeesta.

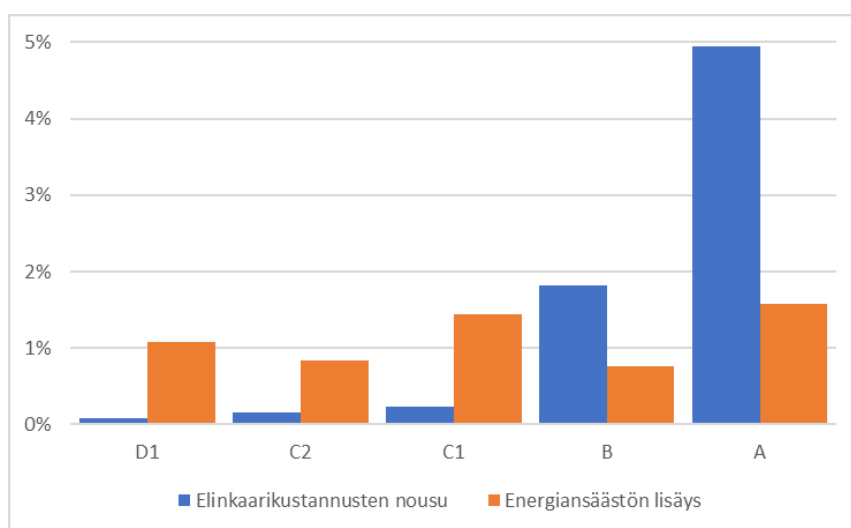
Matalalämpöistä 40/35-lämmityskäyrää käytettäessä teho-osuus valikoitui lähes poikkeuksetta samansuuruisiksi lämmitysvyöhykkeestä riippumatta. Tälläkin lämmityskäyrällä vähiten vaihtelua teho-osuudessa tapahtui Sodankylän mitoitusvyöhykkeellä. Suuria eroja teho-osuuksissa alaryhmien B ja C2 taloissa selittää se, että yhden kilowatin muutos nimellistehossa saattoi muuttaa lämpöpumpun teho-osuutta $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$:n ulkolämpötilassa yli kymmenellä prosenttiyksiköllä elinkaarikustannusten muutosten ollessa kymmeniä euroja. Kuvassa 13 on esitetty 40/35-lämmityskäyrällä valikoituneet teho-osuudet tavoiteltaessa pienimpiä elinkaarikustannuksia.



Kuva 13. Lämpöpumpun tuottama osuus rakennuksen lämmitystehontarpeesta $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$:n ulkolämpötilassa eri mitoitusvyöhykkeillä pienimpiä elinkaarikustannuksia tavoiteltaessa 40/35-lämmityskäyrällä.

Alaryhmän C2 ja sitä energiatehokkaampien rakennusten matalampi teho-osuus verrattuna vanhempiin kiinteistöihin johtuu siitä, että 40/35-lämmityskäyrällä laskettaessa tuloilman lämmitys tapahtui lisälämmöllä ja laskurin ilmoittama teho-osuus kertoo osuuden koko rakennuksen tehontarpeesta. Vanhemmissa rakennuksissa ei erillistä tuloilman lämmitystä ole, joten teho-osuus kasvaa suuremmaksi. Mitoitusosuuden tasaisuutta eri mitoitusvyöhykkeillä puolestaan selittää se, että lämpöpumppu tuottaa matalalämpöisempää vettä korkeammalla hyötysuhteella myös alhaisissa lämpötiloissa.

Koska elinkaarikustannusperusteinen mitoitus valikoitui Sodankylän mitoitusvyöhykkeellä korkeimmalle teho-osuudelle, nousi kustannukset maltillisimmin suurinta energiansäästöä tavoiteltaessa juuri pohjoisessa. Alaryhmien D2 ja D3, eli matalaenergia- ja passiivitalon tapauksessa elinkaarikustannusperusteisella mitoituksella päädyttiin samaan ratkaisuun kuin suurinta energiansäästöä tavoiteltaessa käytettäessä 70/40-lämmityskäyrää. Lämmitysenergian tarpeen kasvaessa kustannusten nousu suhteessa saavutettuun energiansäästöön kuitenkin kasvoi. Kuvassa 14 on esitetty elinkaarikustannusten ja saavutetun energiansäästön suhteellinen kasvu verrattuna elinkaarikustannusperusteiseen mitoitukseen eri alaryhmillä Sodankylän mitoitusvyöhykkeellä.

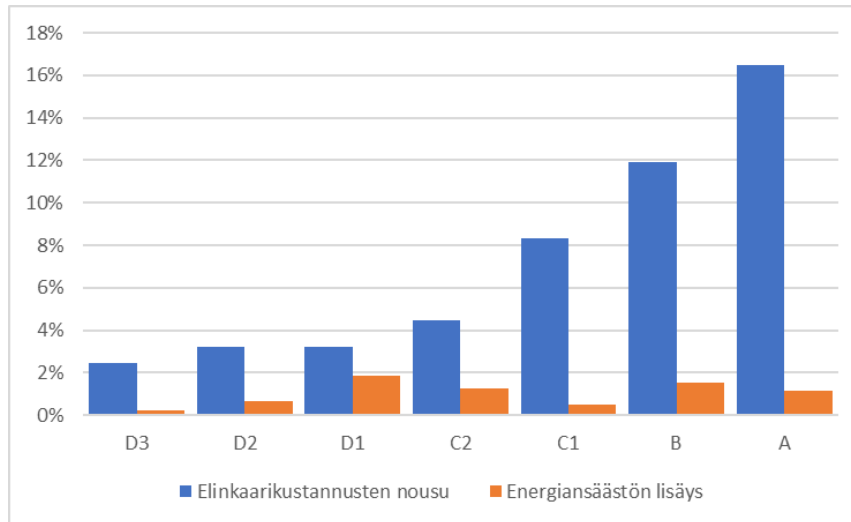


Kuva 14. Elinkaarikustannusten ja saavutetun energiansäästön suhteellinen kasvu suurinta energiansäästöä tavoiteltaessa verrattuna elinkaarikustannusperusteiseen mitoitukseen Sodankylän mitoitusvyöhykkeellä 70/40-lämmityskäyrällä.

Alaryhmiin C1, C2 ja D1 kuuluvien omakotitalojen lämpöpumppumitoituksessa saavutettiin suhteellisesti suurempi energiansäästön kuin kustannusten kasvu mitoittaessa lämpöpumppu energiansäästö etusijalla. Energiatehokkuuden heikentyessä suhde kuitenkin kääntyi ja alaryhmään A kuuluvassa kiinteistössä saavutettiin enää 1,6 %:n energiansäästön lisäys elinkaarikustannusten noustessa 4,9 %.

Eteläisemmillä mitoitusvyöhykkeillä saavutettu energiansäästön lisäys suhteessa kustannusten nousuun laski edelleen. Vähäisintä se oli vanhoissa rakennuksissa Vantaan mitoitusvyöhykkeellä. Kuvassa 15 on esitetty saavutetun energiansäästön ja elinkaari-

kustannusten suhteellinen kasvu verrattaessa elinkaarikustannusperusteiseen mitoitukseen Vantaan mitoitusvyöhykkeellä.



Kuva 15. Elinkaarikustannusten ja saavutetun energiansäästön suhteellinen kasvu suurinta energiansäästöä tavoiteltaessa verrattuna elinkaarikustannusperusteiseen mitoitukseen Vantaan mitoitusvyöhykkeellä 70/40-lämmityskäyrällä.

Kustannusten merkittävä nousu suhteessa saavutettuun energiansäästöön selittyy sillä, että etelässä huippupakkasia ilmenee niin harvoin, että jo lämpöpumpulla, joka kattaa vain puolet rakennuksen tehontarpeesta $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$:n ulkolämpötilassa pystytään kattamaan valtaosa rakennuksen vuotuisesta energiantarpeesta. Pohjoisessa, jossa kovia pakkasia esiintyy useammin, tarvitaan suurempaa lämmitystehoa suurempi osa vuodesta.

Matalalämpoisemmällä 40/35-lämmityskäyrällä kustannusten nousu suhteessa saavutettuun säästöön oli maltillisempaa, ja erot etelän ja pohjoisen välillä olivat pienemmät. Tämä oli oletettavaa, sillä elinkaarikustannusperusteisessä mitoituksessakin mitoitettavat teho-osuudet olivat etelässä korkeammat kuin 70/40-lämmityskäyrällä, kun huomioidaan tuloilman lämmitys, ja ne pysyivät samoina mitoitusvyöhykkeestä riippumatta.

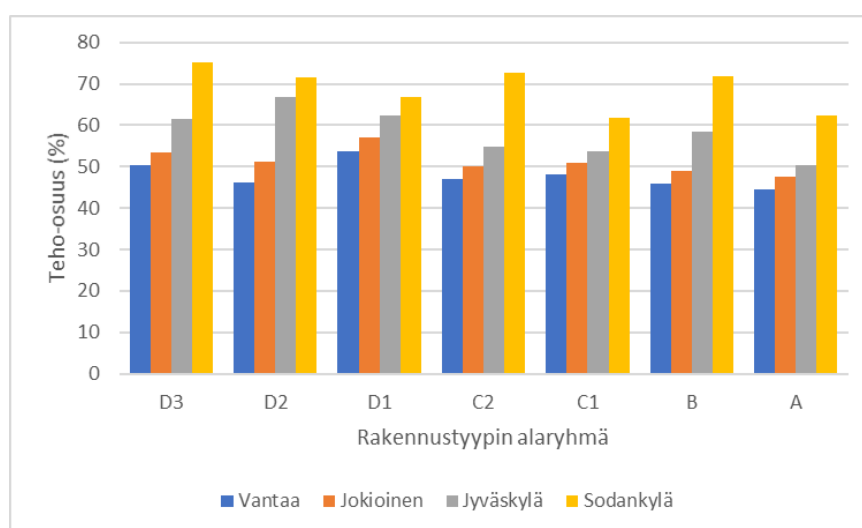
Lyhintä takaisinmaksuaikaa tavoiteltaessa ei ilmaantunut merkittävää eroa elinkaarikustannusperusteiseen mitoitukseen. Vanhemmissa rakennuksissa, joissa energiantarve oli suurinta, valikoitui pienintä takaisinmaksuaikaa tavoiteltaessa lämpöpumpuksi nimellisteholtaan yhdestä kahteen kilowattia pienempi laite, kuin tavoiteltaessa mahdollisimman alhaisia käyttöajan kustannuksia.

Myöskään lämpökerrointen muutoksilla ei ollut vaikutusta mitoitettavaan teho-osuuteen. Keskiarvo-omakotitaloon mitoitettava lämpöpumppu pysyi kaikilla mitoitusvyöhykkeillä muuttumattomana COP-kertoimesta riippumatta.

4.2 Kerrostalo

Kerrostaloissa mitoitettavissa teho-osuuksissa tapahtui vähemmän huojuntaa eri alaryhmien välillä kuin omakotitalossa. Teho-osuudet -20 °C :n ulkolämpötilassa olivat kauttaaltaan hiukan pienempiä, mikä johtunee ainakin osittain suurempien lämpöpumppujen heikommasta tehontuotosta suhteessa nimellistehoon, jolloin hankintahinta tuotettuun tehoon nähden kasvaa nopeammin.

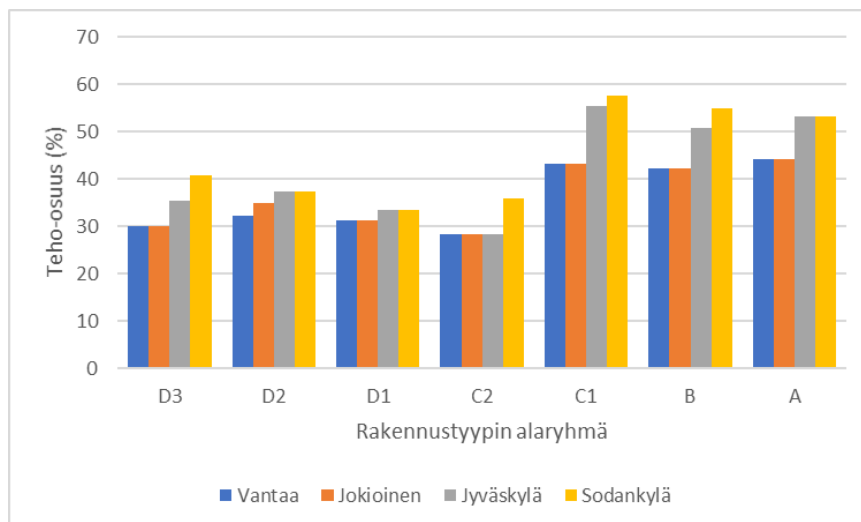
Alimpia käyttöajan kustannuksia tavoiteltaessa teho-osuus asettui 70/40-lämmityskäyrällä etelässä 50 %:n molemmin puolin ja Sodankylän mitoitusvyöhykkeellä 60–75 %:n väliin, kun lisälämmönlähteenä oli sähkö. Kuvassa 16 on esitetty mitoitettavat teho-osuudet alaryhmittäin eri mitoitusvyöhykkeillä käytettäessä lisälämpönä sähköä.



Kuva 16. Mitoitettavat teho-osuudet kerrostalolle 70/40-lämmityskäyrällä eri mitoitusvyöhykkeillä.

Kaukolämpökiinteistöissä teho-osuus oli kautta linjan noin kymmenen prosenttiyksikköä pienempi johtuen korkeammista hankintakustannuksista ja edullisemmasta lisäenergian hinnasta.

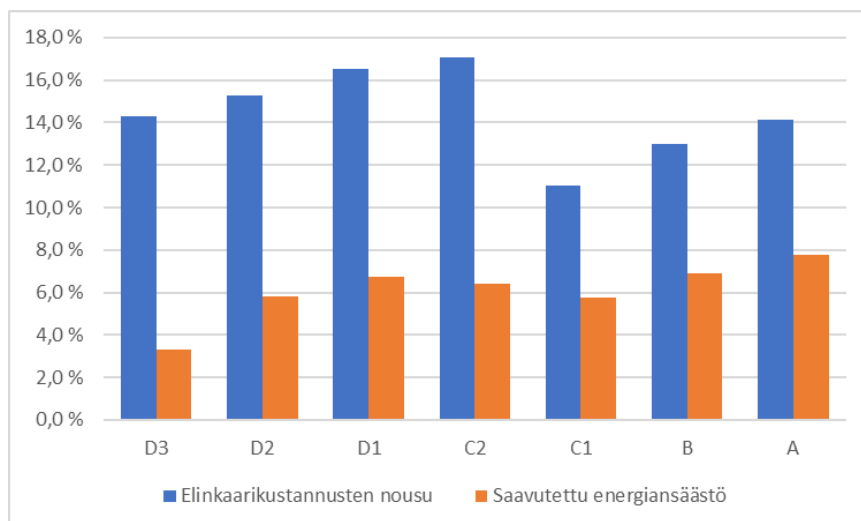
Kun kerrostaloissa käytettiin 40/35-lämmityskäyrää, oli mitoitusvyöhykkeiden vaikutus mitoittavaan teho-osuuteen omakotitalojen tavoin hyvin vähäinen. Kuvassa 17 on esitetty kaukolämpöön liitettyjen kerrostalojen lämpöpumpulle mitoittavat teho-osuudet 40/35-lämmityskäyrällä.



Kuva 17. Kaukolämpöön liitettyjen kerrostalojen mitoittavat teho-osuudet $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$:n ulkolämpötilassa 40/35-lämmityskäyrällä elinkaarikustannusperusteisella mitoituksella.

Tavoiteltaessa pienintä energiankulutusta ei kerrostalon kohdalla enää missään tilanteessa saavutettu suhteellisesti elinkaarikustannusten nousua suurempaa energiansäästön lisäystä. Alimmillaan suhde oli 40/35-lämmityskäyrällä Sodankylän mitoitusvyöhykkeellä rakennuksessa, joka oli liitetty kaukolämpöön. Siellä 14 prosentin elinkaarikustannusten nousulla saavutettiin kahdeksan prosentin energiansäästö verrattaessa elinkaarikustannusperusteiseen mitoitukseen. Hintaa säästetylle megawattitunnille tuli tällöin 195 euroa.

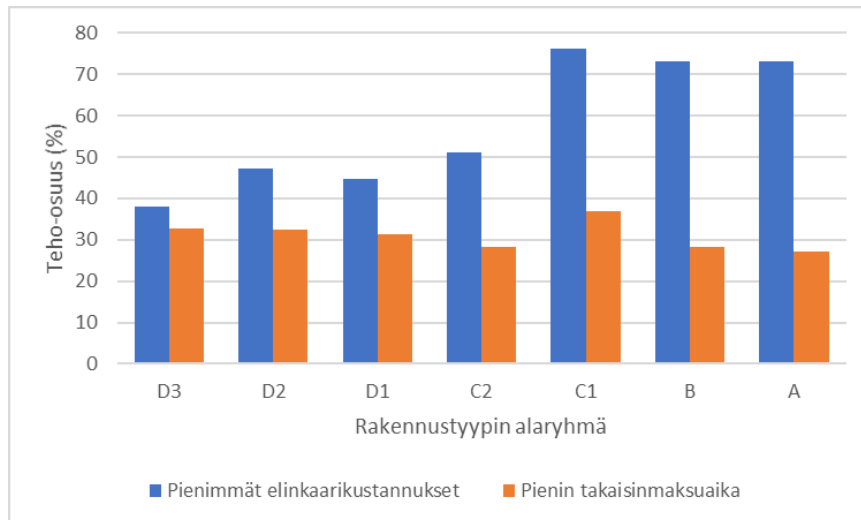
Suurin kulujen kasvu säästettyyn energiaan nähden tuli Vantaan mitoitusvyöhykkeellä 70/40-lämmityskäyrällä rakennuksessa, jossa lisälämmönlähteenä käytettiin sähköä. Siellä 37 prosentin lisäkustannuksilla saavutettiin alle neljän prosentin energiansäästö. Hintaa säästetylle megawattitunnille tuli noin 820 euroa. Kuvassa 18 on esitetty elinkaarikustannusten kasvun ja kasvaneen energiansäästön suhde kaukolämpökiinteistössä 40/35-lämmityskäyrällä.



Kuva 18. Elinkaarikustannusten ja saavutetun energiansäästön suhteellinen kasvu kaukolämpökiinteistössä 40/35-lämmityskäyrällä Sodankylän mitoitusvyöhykkeellä.

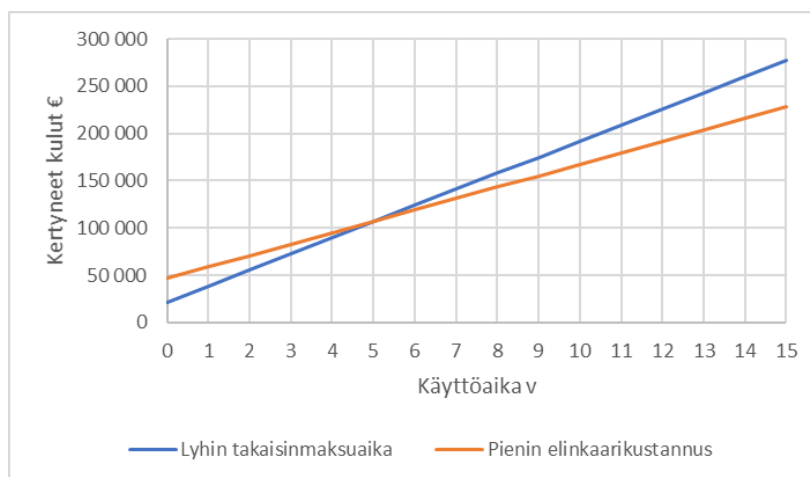
Kuvan tapaus on suosiollisin lasketuista tavoiteltaessa suurimpia energiansäästöjä. Parhaassakin tapauksessa elinkaarikustannusten suhteellinen nousu oli siis kaksinkertainen verrattuna saavutettuun energiansäästön lisäykseen.

Pienintä takaisinmaksuaikaa tavoiteltaessa mitoitettava teho-osuus pääsääntöisesti pieni rakennuksen tehontarpeen kasvaessa. Vantaan ja Jokioisten mitoitusvyöhykkeillä energiatehokkaimmissa rakennuksissa pienin takaisinmaksuaika saatiin elinkaarikustannusperusteisesti mitoitettulla lämpöpumppujärjestelmällä, mutta tehontarpeen kasvaessa eroja alkoi syntyä. Suurin ero takaisinmaksuaika- ja elinkaarikustannusperusteisesti mitoitettussa järjestelmässä tuli Sodankylän mitoitusvyöhykkeellä 40/35-lämmityskäyrällä käytettäessä lisälämmönlähteenä sähköä. Siellä teho-osuudeksi -20 °C :n ulkolämpötilassa valikoitui takaisinmaksuaikaperusteisella mitoituksella 27 %, kun se alimpia elinkaarikustannuksia tavoiteltaessa oli 73 %. Kuvassa 19 on esitetty elinkaarikustannus- ja takaisinmaksuaikaperusteisesti valikoituneet mitoitusosuudet eri alaryhmien kerrostaloille Sodankylän mitoitusvyöhykkeellä käytettäessä lisälämmönlähteenä sähköä.



Kuva 19. Vesi-ilmalämpöpumpun mitoitettava teho-osuus $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$:n ulkolämpötilassa 40/35-lämmityskäyrällä Sodankylän mitoitusvyöhykkeellä käytettäessä lisälämpönä sähköä.

Lyhimmän takaisinmaksuajan tavoittelu ei välttämättä pitkällä aikavälillä tarkasteltuna ole taloudellisesti kannattavaa. Sodankylän mitoitusvyöhykkeen tapauksessa, jossa lämpöpumppu mitoitettiin kattamaan $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$:n ulkolämpötilassa 27 prosenttia rakennuksen lämmitystehontarpeesta elinkaarikustannusperusteisen 73 prosentin sijaan, olivat hankintakustannukset alle puolet elinkaarikustannusperusteisesti mitoitetusta, mutta takaisinmaksuaika lyheni vain vuodella. Elinkaarikustannukset puolestaan nousivat viidenneksen. Kuvassa 20 on esitetty tapauksen käyttöaikainen kulurakenne.



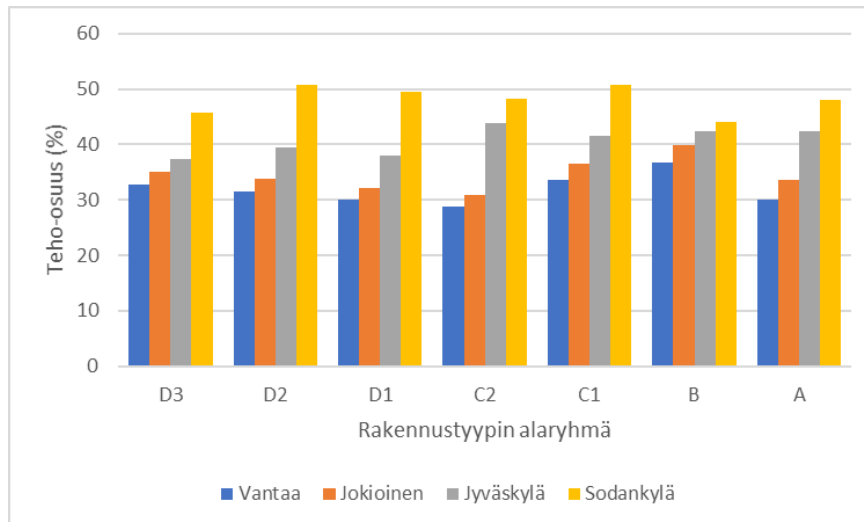
Kuva 20. Alaryhmän A kerrostalon eri mitoituserusteilla mitoitettujen lämpöpumppujärjestelmien kulukertymä elinkaaren aikana.

Lyhimmän takaisinmaksuajan perusteella mitoitettun lämpöpumppujärjestelmän kumulatiiviset käyttökustannukset saavuttavat elinkaarikustannusten perusteella mitoitettun järjestelmän kulut alle viidessä vuodessa. Elinkaaren aikana takaisinmaksuaikaperusteinen mitoitus tulisi laskennassa käytetyillä hinnoilla noin 50 000 euroa kalliimmaksi. Investointimielessä riski on kuitenkin pienempi, ja kustannuserojen ollessa suhteellisen pieniä korolaskennalla saattaa olla suurikin merkitys eri ratkaisujen kannattavuudelle.

Lämpökerrointen muutoksilla ei ollut juurikaan merkitystä järjestelmien mitoitukseen. Vantaan, Jokioisten ja Sodankylän mitoitusvyöhykkeillä lämpöpumpun tuottama tehoosuus -20 °C :n ulkolämpötilassa valikoitui muutaman prosenttiyksikön pienemmäksi tavoiteltaessa pienimpiä elinkaarikustannuksia COP-kertoimella 0,7. Jyväskylän mitoitusvyöhykkeellä puolestaan takaisinmaksuaikaperusteisesti mitoitettun lämpöpumpun tehoosuudeksi valikoitui viisi prosenttiyksikköä pienempi, kun käytettiin COP-kerrointa 0,7.

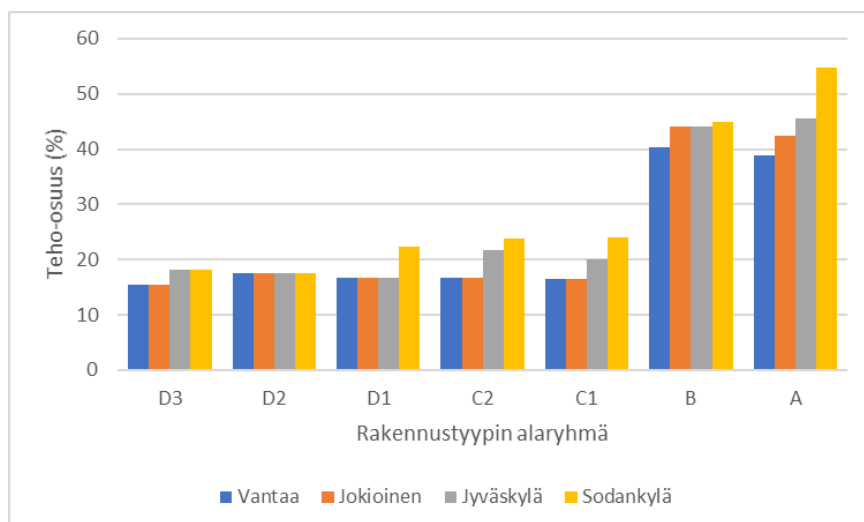
4.3 Toimistorakennus

Toimistorakennusten elinkaarikustannusperusteiset mitoitusosuudet 70/40-lämmityskäyrällä vaihtelivat mitoitusvyöhykkeittäin samalla tavalla kuin omakoti- ja kerrostalossa. Teho-osuus oli kaikilla mitoitusvyöhykkeillä omakoti- ja kerrostalon vastaavaa alhaisempi. Kuvassa 21 on esitetty 70/40-lämmityskäyrällä mitoitettavat teho-osuudet käytettäessä lisälämmönlähteenä kaukolämpöä.



Kuva 21. Kaukolämpöön liitettyjen toimistorakennusten lämpöpumpulle mitoitettava teho-osuus $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$:n ulkolämpötilassa 70/40-lämmityskäyrällä.

Toimistorakennusten mitoitettava teho-osuus oli 70/40-lämmityskäyrällä Vantaan mitoitussyöhykkeellä 30 prosentin luokkaa ja ylimmillään Sodankylän mitoitussyöhykkeellä hiukan yli 50 prosenttia. 40/35-lämmityskäyrällä teho-osuus oli kaukolämpökohteissa melko tasaisesti 40 prosentin luokkaa lukuun ottamatta alaryhmän A toimistorakennusta Sodankylän mitoitussyöhykkeellä, jossa se nousi 55 prosenttiin. Kuvassa 22 on esitetty lämpöpumpulle mitoitettavat teho-osuudet 40/35-lämmityskäyrällä kun lisälämmönlähteenä käytetään kaukolämpöä.

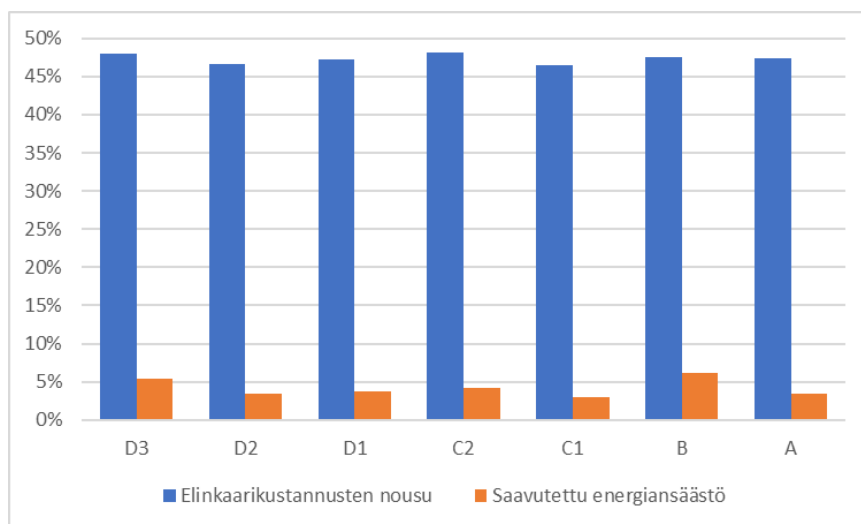


Kuva 22. Elinkaarikustannusperusteisesti mitoitettava teho-osuus 40/35-lämmityskäyrällä.

Alaryhmien C1–D3 tuloilman lämmitys tapahtuu lisälämmöllä, minkä vuoksi lämpöpumpun teho-osuus koko rakennuksen tehontarpeesta on pienempi kuin vanhoissa rakennuksissa, joissa korvausilman lämmitys tapahtuu tilojen lämmityksen kautta.

Pienintä energiankulutusta tavoiteltaessa kulujen suhteellinen kasvu suhteessa saavutettuun energiansäästöön verrattuna elinkaarikustannusperusteiseen mitoitukseen oli samassa suuruusluokassa kuin kerrostaloissakin. Pienimmällä kulujen kasvulla päästiin Sodankylän mitoitusvyöhykkeellä 40/35-lämmityskäyrällä alaryhmän A toimistorakennuksessa, jonka lisälämmönlähteenä oli kaukolämpö. Tässä tapauksessa 17 prosentin kulujen kasvulla päästiin seitsemän prosentin lisääntyneeseen energiansäästöön. Hintaa säästetylle megawattitunnille tuli noin 230 euroa.

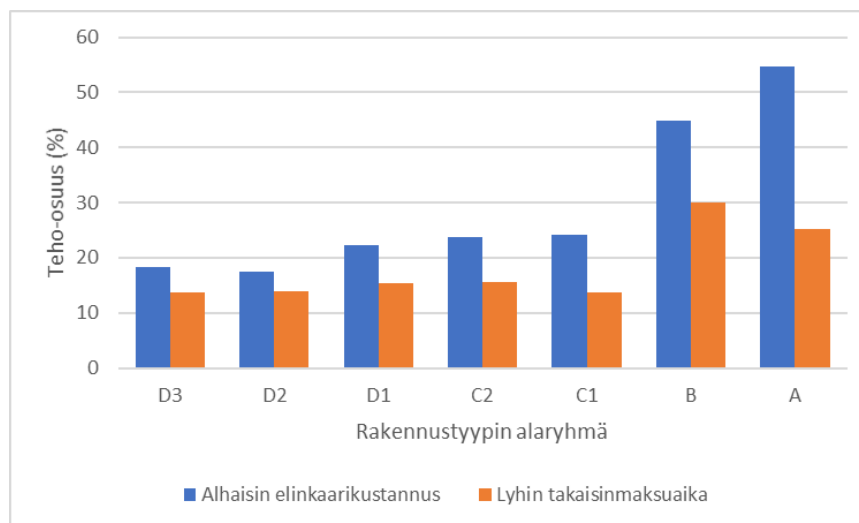
Kalleimmaksi energiansäästöön maksimointi tuli Vantaan mitoitusvyöhykkeellä 70/40-lämmityskäyrällä lämmitettävässä toimistorakennuksessa, jossa lisälämmönlähteenä oli sähkö. Kyseisen rakennuksen kohdalla 47 prosentin elinkaarikustannusten kasvulla saavutettiin alle neljän prosentin lisäys säästetyn energian määrässä. Säästetylle megawattitunnille tuli tuolloin hinnaksi 920 euroa. Kuvassa 23 on esitetty elinkaarikustannusten kasvun ja saavutetun energiansäästöön lisäyksen suhde Vantaan mitoitusvyöhykkeellä 70/40-lämmityskäyrällä käytettäessä lisälämmönlähteenä sähköä.



Kuva 23. Elinkaarikustannusten kasvu suhteessa saavutettuun energiansäästöön lisäykseen verrattuna 70/40-lämmityskäyrällä Vantaan mitoitusvyöhykkeellä.

Elinkaarikustannusten nousun ja saavutetun energiansäästön suhdetta tulee tarkastella varauksella, sillä hankintahinnan laskennassa käytetyn kaavan lineaarisuudesta johtuen etenkin rakennuksissa, joiden energiantarve on suuri, laskennalliset kustannukset saattavat nousta todellista korkeammaksi. Tuloksista voidaan kuitenkin päätellä, että maksimaalisen energiansäästön tavoittelu on harvoin taloudellisesti kannattavaa.

Takaisinmaksuajan minimoimista tavoiteltaessa mitoitettavan teho-osuuden ero elinkaarikustannusperusteisesti mitoitettuun teho-osuuteen kasvoi energiantarpeen kasvaessa. Suurin ero näiden kahden välillä oli Vantaan mitoitusvyöhykkeellä ja pienin Sodankylässä. Kuvassa 24 on esitetty eri mitoitusperusteilla valikoituneet mitoitettavat teho-osuudet kaukolämpökiinteistössä Sodankylän mitoitusvyöhykkeellä.

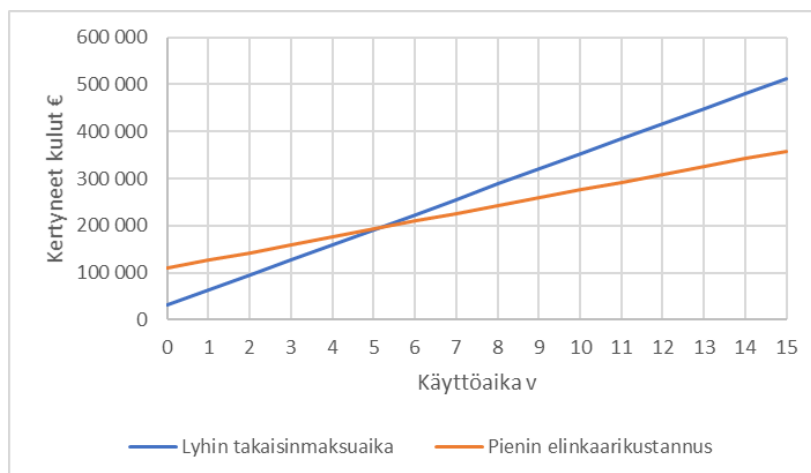


Kuva 24. Takaisinmaksuaika- ja elinkaarikustannusperusteiset mitoitettavat teho-osuudet $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$:n ulkolämpötilassa kaukolämpöön liitettyssä toimistorakennuksessa Sodankylän mitoitusvyöhykkeellä.

Kuvasta nähdään, että energiatehokkaiden toimistorakennusten kohdalla ei ole suurta merkitystä sillä, mitoitetaanko lämpöpumppujärjestelmä lyhimmän takaisinmaksuajan vai alhaisimpien elinkaarikustannusten perusteella. Energiantarpeen kasvaessa ero kuitenkin kasvaa.

Suurin ero takaisinmaksuaika- ja elinkaarikustannusperusteisen mitoituksen välillä tuli Vantaan mitoitusvyöhykkeellä sijaitsevan 40/35-lämmityskäyrällä lämpiävän A-alaryhmän toimistorakennuksessa, jonka lisälämpö tuotetaan sähköllä. Lyhintä takaisinmaksu-

aikaa tavoiteltaessa lämpöpumpun teho-osuudeksi $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$:n ulkolämpötilassa mitoitettiin 12 prosenttia, kun se elinkaarikustannusperusteisella mitoituksella oli 53 %. Kuvassa 25 on esitetty näiden ratkaisujen kulukertymä elinkaaren aikana.



Kuva 25. Lämpöpumpputjärjestelmän elinkaaren kulurakenne eri mitoitustapojen perusteella.

Pienimmän takaisinmaksuajan mukaan mitoitettun lämpöpumpputjärjestelmän kustannukset kasvavat elinkaarikustannusperusteisesti mitoitettun järjestelmän tasolle noin viiden vuoden jälkeen. Elinkaaren aikaiset käyttökustannukset ovat yli 150 000 euroa suuremmat, vaikka hankintakustannukset ovat lähes 80 000 euroa pienemmät.

Toimistorakennuksessakaan lämpökerrointen muutoksella ei ollut merkittävää vaikutusta mitoitukseen. Elinkaarikustannusperusteinen mitoitettava teho-osuus oli kaikilla mitoitustapojen parilla prosenttiyksikköä pienempi, kun käytettiin COP-kerrointa 0,7. Kaikissa muissa tapauksissa mitoitettavaksi valikoitui saman tehoinen lämpöpumpputjärjestelmä COP-kertoimesta riippumatta.

5 Taloudellinen herkkyystarkastelu

Erilaisten rakennustyyppien laskennassa kävi ilmi, että optimaalisin tapa mitoitaa vesilämpöpumppu on sellainen, jolla saadaan aikaiseksi pienimmät mahdolliset elinkaarikustannukset. Sen vuoksi herkkyystarkasteluun valittiin kyseinen mitoitustapa. Vertailtavaksi rakennukseksi valittiin keskiarvokerrostalo, jonka lämmitys tapahtuu 70/40-

lämmityskäyrällä, tuloilma lämmitetään lämpöpumpulla ja lisälämmönlähteenä on kaukolämpö. Tarkastelun eri skenaariot laskettiin Jyväskylän lämmitysvyöhykkeellä. Tämän verrokkirakennuksen tehontarve mitoitustilanteessa oli 33,8 kW.

Aiemmissakin laskelmissa käytetyillä oletusarvoilla verrokkikerrostaloon valikoitui lämpöpumppu, joka tuottaa -20 °C :n ulkolämpötilassa 48 % rakennuksen tarvitsemasta lämmitystehosta. Tällä mitoituksella lämpöpumppu kattaa 92 % rakennuksen vuotuisesta lämmitysenergiatarpeesta. Tarkastelussa tutkittiin seitsemää erilaista skenaariota:

1. Sekä kaukolämmön että sähkön hinta nousee 2 % vuodessa
2. Sähkön hinta nousee 2 % vuodessa, kaukolämmön hinta pysyy ennallaan
3. Kaukolämmön hinta nousee 2 % vuodessa, sähkön hinta pysyy ennallaan
4. Laskentakorko 3 %, energian hinta pysyy ennallaan
5. Laskentakorko 3 %, lisäksi tapaus 1
6. Laskentakorko 3 %, lisäksi tapaus 2
7. Laskentakorko 3 %, lisäksi tapaus 3.

Energiakustannusten ja korkojen vaikutus laskettiin luvussa 3.2 esitetyllä tavalla kaavoilla 8–11. Inflaation vaikutusta ei huomioitu. Vertailulaskenta suoritettiin samalla tavoin kuin normirakennustenkin vertailussa. Taulukossa 3 on esitetty erilaisten skenaarioiden vaikutukset lämpöpumpun mitoitukseen ja järjestelmän kustannuksiin.

Taulukko 3. Herkkyystarkastelun tulokset

Tapaus	Teho- osuus % (-20 °C)	Elinkaari- kustannus (DCF) €	Takaisin- maksuaika v	Kassa-virran nykyarvo (DCF) €
Verrokki	49	119 767	9,1	24 449
1	49	132 077	9,1	37 514
2	48	129 992	9,0	14 224
3	49	121 452	9,1	48 139
4	44	102 167	10,4	12 609
5	48	111 823	10,7	21 683
6	44	109 742	10,4	5 034
7	48	104 074	10,7	29 433

Herkkyystarkastelun perusteella lämmitysenergian hinnanmuutoksilla ei juurikaan ole vaikutusta lämpöpumpulle mitoitettavaan teho-osuuteen. Ainoastaan tapauksissa 4 ja 6, joissa huomioitiin laskentakorko, mitoitettava teho-osuus pieneni useammalla prosenttiyksiköllä. Tapauksissa 5 ja 7 kaukolämmön hinnan nousu kompensoi laskentakoron vaikutusta mitoitukseen.

Laskentakorko siis jonkin verran pienensi mitoitettavaa teho-osuutta. Suurempi merkitys sillä on kuitenkin investoinnin kannattavuuteen. Tapauksessa 6, jossa lisälämmön hinnan oletettiin pysyvän ennallaan mutta sähkön hinnan nousevan, jäi kassavirran nykyarvoksi enää 5 000 euroa. Lisälämmitykseen käytetyn energian hinnan noustessa lämpöpumpuinvestoinnin kannattavuus puolestaan parani.

6 Yhteenveto

Insinööriyössä pyrittiin tutkimaan mahdollisimman yleispätevästi mille teho-osuudelle vesi-ilmalämpöpumppu kannattaa mitoitaa. Insinööriyön aikana pyrittiin käymään läpi mahdollisimman laaja kirjo erilaisia rakennustyyppisiä eri rakentamisaikakausilta ja selvittämään, löytyykö niiden väliltä jonkinlaista yhteistä tekijää, jota voisi käyttää yleispätevästi perusteena lämpöpumpun mitoitamiselle.

Erilaisten rakennusten mitoituksia laskiessa kävi ilmi, että optimaalisin tapa mitoitaa vesi-ilmalämpöpumppu on käyttää mitoituserusteena mahdollisimman pieniä käyttö-

ajan kustannuksia. Lyhintä mahdollista takaisinmaksuaikaa tavoittelemalla pääsee harvemmin pitkällä aikavälillä yhtä suuriin energiansäästöihin, ja toisaalta suurinta mahdollista energiansäästöä tavoitellessa kustannukset nousevat helposti kohtuuttoman suuriksi energiansäästön kasvun ollessa marginaalista.

Insinööriyön aikana tehtyjen laskelmien perusteella jonkinlaisena ohjenuorana vesi-ilmalämpöpumpun mitoittamiselle voisi pitää, että lämpöpumppu kannattaa mitoittaa kattamaan noin puolet -20 °C :n ulkolämpötilassa tarvittavasta lämmitystehontarpeesta. Tällöin lämpöpumpulla pystytään kattamaan noin 90–95 % rakennuksen tarvitsemasta vuotuisesta lämmitysenergiasta.

Mitoitettavaan teho-osuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa lämmitysvyöhyke ja rakennuksen energiankulutus. Pohjoisella lämmitysvyöhykkeellä, jossa kylmien ajanjaksojen osuus vuodesta on suurempi, kannattaa lämpöpumppu mitoittaa suuremmalle teho-osuudelle kuin lauhemmillä Etelä- ja Keski-Suomen lämmitysvyöhykkeillä. Rakennuksissa, joiden energiankulutus on suurta, kannattaa lämpöpumppu mitoittaa pienemmälle teho-osuudelle kuin kiinteistöissä, joissa energiankulutus on vähäistä.

Myös taloudellisilla tekijöillä on vaikutusta lämpöpumpun mitoitukseen. Energian hinnan muutoksilla ei insinööriyön laskelmien perusteella ole juurikaan merkitystä lämpöpumpun mitoitukseen, mutta etenkin lisälämmitykseen käytetyn energian hinnalla on suuri vaikutus investoinnin kannattavuuteen. Jos lämpöpumpun hankinta joudutaan rahoittamaan lainarahalla tai sijoitukselle haetaan jonkinlaista tuottoa, tulisi mitoittavaa teho-osuutta laskea, ellei lisälämmitysenergian hinnan oleteta nousevan. Käytetyllä rahoituksella voi olla suurikin merkitys investoinnin kannattavuuteen, joten sen vaikutus tulee ottaa huomioon aina järjestelmän hankinnan taloudellista kannattavuutta arvioitaessa. Mikäli tarkasteltavia rakennuksia olisi ollut vähemmän, olisi työssä voitu keskittyä enemmän taloudellisten tekijöiden vaikutukseen mitoituksessa, mutta työn ensisijainen tarkoitus oli löytää yleispäteviä linjauksia nimenomaan rakennuksen tehontarpeen ja lämpöpumpun tehontuoton suhteen.

Vaikka insinööriyön aikana pyrittiin käymään läpi mahdollisimman laaja otanta erilaisia rakentamis- ja lämmitysratkaisuja, tulee jokaisen kiinteistön mitoitus suunnitella tapauskohtaisesti. Vaikka laskennasta pyrittiin tekemään kattava, on olemassa paljon muut-

tujia, jotka voivat poiketa tässä insinööriyössä käytetyistä tai joita ei otettu tai edes voitu ottaa laskennassa huomioon. Tällaisia muuttujia ovat muun muassa energian hinta, lämmitysjärjestelmien hyötysuhteet ja inflaatio. Myös erilaiset laskentatavat vaikuttavat siihen, millaiseen lopputulokseen päädytään.

Tämän insinööriyön laskennat perustuvat yhden valmistajan ilmoittamiin suorituskykyarvoihin, mutta työn aikana tutustuttiin myös muiden valmistajien antamiin tietoihin omista laitteistaan, eikä eri valmistajien välillä ollut kovinkaan suuria vaihteluita laitteiden suorituskyvyssä. Lisäksi työn aikana suoritettiin tarkistuslaskentoja, joilla tarkasteltiin lämpökerrointen muutoksen vaikutusta mitoitustulokseen, eivätkä erot olleet senkään osalta merkittäviä.

Lähteet

- 1 Eskola, Lari; Holopainen, Riikka; Jokisalo, Juha; Laitinen, Ari; Sirén, Kai; Tuomaala, Pekka; Tuominen, Pekka. 2014. Renewable energy production of Finnish heat pumps. Espoo: VTT.
- 2 Energialaskennan testivuodet nykyilmastossa. 2011. Verkkoaineisto. Ilmatieteen laitos. <ilmatieteenlaitos.fi/energialaskennan-testivuodet-nyky>. Luettu 20.4.2018.
- 3 Kulutuksen normitus. Laskentakaavat ja ohjeet. 2016. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/files/12186/Kulutuksen_normitus_Laskentakaavat_ja_ohjeet_Motiva_Oy_12-2016.pdf>. Luettu 20.4.2018.
- 4 Rakennusten energialaskennan testivuosien kuvaus. 2012. Verkkoaineisto. Ilmatieteen laitos. <https://ilmatieteenlaitos.fi/c/document_library/get_file?uuid=3b0cb383-0c9a-4682-80d9-ef492ae4e955&groupId=30106>. Luettu 20.4.2018
- 5 Käyttöohje Oilon AWPRO 10-40. 2017. Lahti: Oilon Oy.
- 6 Nibe tuoteseloste F2120. Verkkoaineisto. Nibe Energy Systems Oy. <www.nibe.fi/nibedocuments/19858/M12010-2.pdf>. Luettu 20.4.2018.
- 7 Energiatehokkuus. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. 2017. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- 8 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajakset. 2008. RT 18-10922. Helsinki: Rakennustieto.
- 9 Ilma-vesilämpöpumput. Verkkoaineisto. Maalämpötukku. <www.maalampotukku.fi/category/3/ilma--vesilampopumput>. Luettu 5.7.2018.
- 10 Rakennusten kaukolämmitys. Määräykset ja ohjeet. Julkaisu K1/2013. 2014. Helsinki: Energiateollisuus ry.
- 11 Ilma-vesilämpöpumppu. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiat/ilma-vesilampopumppu>. Luettu 5.7.2018.

Lämmitysverkoston lämpötilat ja lämpöpumpun suorituskyky

Lämmitysverkoston meno- ja paluovesien lämpötilat:

	70/40		40/35
	t_m	$t_p (-22^{\circ}\text{C}...9^{\circ}\text{C})$	t_m
Vantaa	$-0,0067 * t_u^2 - 1,0201 * t_u + 48$	$-0,0072 * t_u^2 - 0,3439 * t_u + 35,942$	$-0,0029 * t_u^2 - 0,3894 * t_u + 31,472$
Jokioinen	$-0,0063 * t_u^2 - 0,9799 * t_u + 46,857$	$-0,0061 * t_u^2 - 0,3366 * t_u + 35,378$	$-0,0026 * t_u^2 - 0,3814 * t_u + 31,16$
Jyväskylä	$-0,0060 * t_u^2 - 0,9451 * t_u + 45,925$	$-0,0063 * t_u^2 - 0,3443 * t_u + 35,322$	$-0,0024 * t_u^2 - 0,3672 * t_u + 30,724$
Sodankylä	$-0,0058 * t_u^2 - 0,8904 * t_u + 44,552$	$-0,0055 * t_u^2 - 0,3399 * t_u + 34,895$	$-0,0023 * t_u^2 - 0,3459 * t_u + 30,17$

Lämmitysverkoston menoveden lämmittämisen lämpökerroin:

t_u	Lämmityskäyrä	
	70/40	40/35
-22 °C...2 °C	$\frac{2,42}{25} * (t_u + 22) + 1,38$	$\frac{2,48}{25} * (t_u + 22) + 2$
3 °C	3,8	4,48
4 °C	4,02	4,7
5 °C	4,48	5,18
6 °C...	$\frac{2,18}{17} * (t_u - 5) + 4,48$	$\frac{1,5}{17} * (t_u - 5) + 5,18$

Lämpimän käyttöveden tuoton lämpökerroin:

t_u	COP
-22...3	$0,03 * t_u + 2,22$
4	2,51
5...	$0,03 * t_u + 2,55$

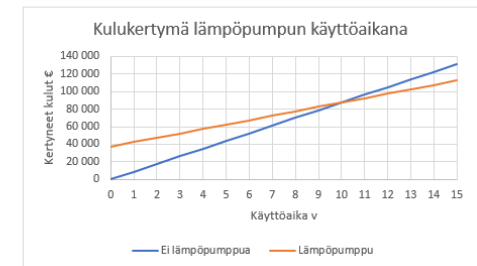
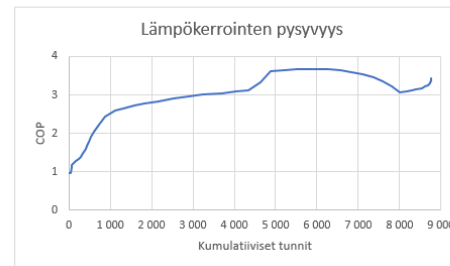
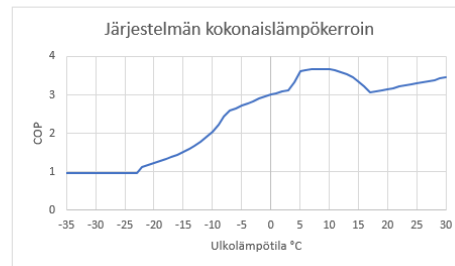
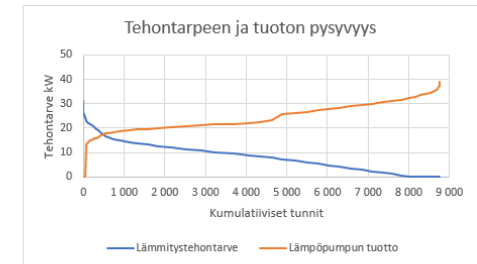
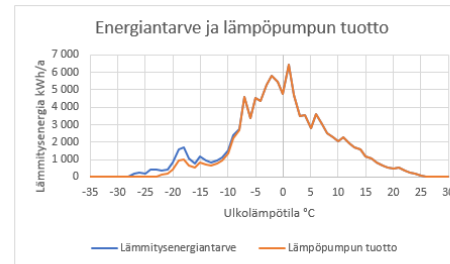
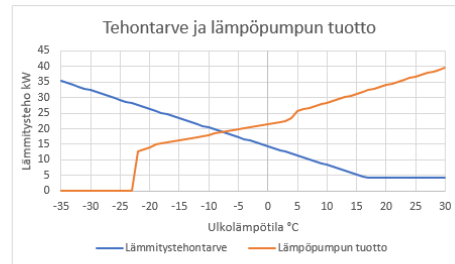
Lämpöpumpun tehontuotto:

t_u	Lämpöpumpun nimellisteho			
	10 kW		20 kW	
	70/40	40/35	70/40	40/35
-22 °C...2 °C	$\frac{2,67}{25} * (t_u + 22) + 7$	$\frac{4}{25} * (t_u + 22) + 5,5$	$\frac{6,34}{25} * (t_u + 22) + 10,33$	$\frac{7,34}{25} * (t_u + 22) + 9,33$
3 °C	9,67	9,5	16,67	16,67
4 °C	9,83	9,83	17,33	17,33
5 °C	11	10,67	19	19
6 °C...	$\frac{3,83}{17} * (t_u - 5) + 11$	$\frac{4,16}{17} * (t_u - 5) + 10,67$	$\frac{7}{17} * (t_u - 5) + 19$	

Laskurin etusivu

LÄHTÖTIEDOT:	
RAKENNUS:	Kerrostalo
ENERGIATASO:	C1 (1980-2000)
LÄMMITYSVYÖHYKE:	III Jyväskylä
LÄMMITYSKÄYRÄ:	70/40
TULOILMAN LÄMMITYS:	Muu
ENERGIANTARVE:	MWh/a
KÄYTTÖVEDEN LÄMMITYS:	MWh/a
TULOILMAN LÄMMITYS:	MWh/a
MITOITUSTEHO:	kW
PINTA-ALA:	m ²
COP-KERROIN:	<input checked="" type="checkbox"/> Laske keskiarvolla
LÄMPÖPUMPUN KÄYTTÖLÄMPÖTILAT:	
ALIN:	°C
YLIN:	°C
VILP 10 kW:	kpl
VILP 15 kW:	kpl
VILP 20 kW:	1,35 kpl
VILP 30 kW:	kpl
VILP 40 kW:	kpl
Nimellisteho yhteensä:	27 kW
Lisälämpö (+hyötysuhde):	Kaukolämpö 97 %
Hankintahinta:	€
Vuotuiset huoltokulut:	% hank.hinnasta
Sähkön nykyhinta:	snt/kWh (11)
Kaukolämmön nykyhinta:	snt/kWh (8)
Laskentakorko:	%/a
Sähkön hinnannousu:	%/a
Kaukolämmön hinnannousu:	%/a
Inflaatio:	%/a

Mitoitusteho:	29,4 kW	Energiantarve:	106,2 MWh/a	Hankintahinta:	37 350 €	Vuotuinen säästö:	4 491 € (lämmityskuluissa nykyhinnoilla)
VILP teho-osuus (-20 °C):	54 %	LKV:n osuus:	36,6 MWh/a	Lämmityskustannus:	4 271 €/a		69,1 MWh
Täysteho ulkolämpötilassa:	-8 °C	IV:n osuus:	0,0 MWh/a	Käyttöajan kustannus:	112 615 €	Käyttöajan säästö:	18 812 € (DCF)
VILP energiaosuus:	95 %	Energiankulutus:	40,4 MWh/a	Takaisinmaksuaika:	10,0 vuotta		1036,5 MWh
SCOP:	2,63						



Omakotitalon laskentatulokset

Vantaan mitoitusvyöhyke

Pienin elinkaarikustannus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
OKT D3 I Sähkö 3 kW 40/35 IV: Lisä	3,5	54	-8	22 058	18,3	108,03
OKT D3 I Öljy 3 kW 40/35 IV: Lisä	3,5	54	-8	22 010	18,7	120,83
OKT D3 I Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	3,5	74	-16	19 868	14,6	130,30
OKT D3 I Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	3,5	74	-16	19 868	14,9	146,09
OKT D2 I Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,1	62	-11	22 936	15,0	127,78
OKT D2 I Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,1	62	-11	22 889	15,3	142,82
OKT D2 I Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	4,1	63	-13	20 693	12,4	148,17
OKT D2 I Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	4,1	63	-13	20 690	12,7	166,03
OKT D1 I Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,9	53	-8	24 860	13,3	139,89
OKT D1 I Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,9	53	-8	24 794	13,6	156,28
OKT D1 I Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	4,9	54	-9	21 789	10,6	167,81
OKT D1 I Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	4,9	54	-9	21 781	10,9	187,91
OKT C2 I Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	5,8	45	-5	25 134	10,4	171,23
OKT C2 I Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	5,8	45	-5	25 076	10,6	191,07
OKT C2 I Sähkö 5 kW 70/40 IV: VILP	5,8	58	-11	22 966	9,2	193,30
OKT C2 I Öljy 5 kW 70/40 IV: VILP	5,8	58	-11	22 960	9,4	216,42
OKT C1 I Sähkö 7 kW 70/40	7,2	66	-14	24 951	7,6	234,96
OKT C1 I Öljy 7 kW 70/40	7,2	66	-14	24 947	7,8	263,02
OKT C1 I Sähkö 7 kW 40/35	7,2	78	-14	23 992	7,3	243,67
OKT C1 I Öljy 7 kW 40/35	7,2	78	-14	23 990	7,5	271,79
OKT B I Sähkö 7 kW 70/40	8,5	56	-11	26 764	6,5	269,22
OKT B I Öljy 7 kW 70/40	8,5	56	-11	26 753	6,7	301,21
OKT B I Sähkö 9 kW 40/35	8,5	69	-13	25 956	6,5	281,29
OKT B I Öljy 8 kW 40/35	8,5	76	-13	25 624	6,4	314,34
OKT A I Sähkö 9 kW 70/40	10,4	59	-12	29 459	5,5	325,56
OKT A I Öljy 9 kW 70/40	10,4	59	-12	29 450	5,6	364,19
OKT A I Sähkö 9 kW 40/35	10,4	70	-12	28 099	5,3	337,92
OKT A I Öljy 9 kW 40/35	10,4	70	-12	28 091	5,4	376,62
Pienin energiankulutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
OKT D3 I Sähkö 6 kW 40/35 IV: Lisä	3,5	109	-22	22 749	19,5	108,84
OKT D3 I Öljy 6 kW 40/35 IV: Lisä	3,5	109	-22	22 703	20,0	121,75
OKT D3 I Sähkö 6 kW 70/40 IV: VILP	3,5	112	-22	20 359	15,3	130,56
OKT D3 I Öljy 6 kW 70/40 IV: VILP	3,5	112	-22	20 359	15,6	146,40
OKT D2 I Sähkö 7 kW 40/35 IV: Lisä	4,1	108	-21	23 666	16,0	128,24
OKT D2 I Öljy 7 kW 40/35 IV: Lisä	4,1	108	-21	23 620	16,4	143,35
OKT D2 I Sähkö 7 kW 70/40 IV: VILP	4,1	111	-21	21 361	13,2	149,19
OKT D2 I Öljy 7 kW 70/40 IV: VILP	4,1	111	-21	21 361	13,5	167,22
OKT D1 I Sähkö 8 kW 40/35 IV: Lisä	4,9	105	-21	25 759	14,4	141,17
OKT D1 I Öljy 8 kW 40/35 IV: Lisä	4,9	105	-21	25 696	14,8	157,74
OKT D1 I Sähkö 8 kW 70/40 IV: VILP	4,9	108	-21	22 487	11,4	170,92
OKT D1 I Öljy 8 kW 70/40 IV: VILP	4,9	108	-21	22 487	11,6	191,51
OKT C2 I Sähkö 9 kW 40/35 IV: Lisä	5,8	101	-20	25 827	11,1	176,74
OKT C2 I Öljy 9 kW 40/35 IV: Lisä	5,8	101	-20	25 781	11,4	197,33
OKT C2 I Sähkö 10 kW 70/40 IV: VILP	5,8	116	-22	23 996	10,0	195,75
OKT C2 I Öljy 10 kW 70/40 IV: VILP	5,8	116	-22	23 996	10,2	219,27
OKT C1 I Sähkö 12 kW 70/40	7,2	113	-22	27 034	8,9	236,11
OKT C1 I Öljy 12 kW 70/40	7,2	113	-22	27 034	9,1	264,37
OKT C1 I Sähkö 9 kW 40/35	7,2	100	-20	24 405	7,6	244,65
OKT C1 I Öljy 9 kW 40/35	7,2	100	-20	24 405	7,7	272,91
OKT B I Sähkö 14 kW 70/40	8,5	112	-22	29 948	8,3	273,36
OKT B I Öljy 14 kW 70/40	8,5	112	-22	29 948	8,4	306,01
OKT B I Sähkö 11 kW 40/35	8,5	104	-21	26 693	6,9	283,45
OKT B I Öljy 11 kW 40/35	8,5	104	-21	26 693	7,0	316,10
OKT A I Sähkö 17 kW 70/40	10,4	111	-21	34 320	7,6	329,23
OKT A I Öljy 17 kW 70/40	10,4	111	-21	34 320	7,7	368,46
OKT A I Sähkö 13 kW 40/35	10,4	101	-20	30 093	6,1	341,66
OKT A I Öljy 13 kW 40/35	10,4	101	-20	30 093	6,2	380,88

Pienin takaisinmaksuaika						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
OKT D3 I Sähkö 3 kW 40/35 IV: Lisä	3,5	54	-8	22 058	18,3	108,03
OKT D3 I Öljy 3 kW 40/35 IV: Lisä	3,5	54	-8	22 010	18,7	120,83
OKT D3 I Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	3,5	74	-16	19 868	14,6	130,30
OKT D3 I Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	3,5	74	-16	19 868	14,9	146,09
OKT D2 I Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,1	62	-11	22 936	15,0	127,78
OKT D2 I Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,1	62	-11	22 889	15,3	142,82
OKT D2 I Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	4,1	63	-13	20 693	12,4	148,17
OKT D2 I Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	4,1	63	-13	20 690	12,7	166,03
OKT D1 I Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,9	53	-8	24 860	13,3	139,89
OKT D1 I Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,9	53	-8	24 794	13,6	156,28
OKT D1 I Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	4,9	54	-9	21 789	10,6	167,81
OKT D1 I Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	4,9	54	-9	21 781	10,9	187,91
OKT C2 I Sähkö 5 kW 40/35 IV: Lisä	5,8	56	-9	25 015	10,4	174,67
OKT C2 I Öljy 5 kW 40/35 IV: Lisä	5,8	56	-9	24 965	10,6	194,97
OKT C2 I Sähkö 5 kW 70/40 IV: VILP	5,8	58	-11	22 966	9,2	193,30
OKT C2 I Öljy 5 kW 70/40 IV: VILP	5,8	58	-11	22 960	9,4	216,42
OKT C1 I Sähkö 6 kW 70/40	7,2	56	-11	24 944	7,6	232,65
OKT C1 I Öljy 6 kW 70/40	7,2	56	-11	24 935	7,7	260,37
OKT C1 I Sähkö 6 kW 40/35	7,2	67	-11	24 022	7,3	241,04
OKT C1 I Öljy 6 kW 40/35	7,2	67	-11	24 014	7,4	268,80
OKT B I Sähkö 6 kW 70/40	8,5	48	-7	26 940	6,5	265,25
OKT B I Öljy 6 kW 70/40	8,5	48	-7	26 921	6,6	296,66
OKT B I Sähkö 6 kW 40/35	8,5	57	-7	25 901	6,3	274,70
OKT B I Öljy 6 kW 40/35	8,5	57	-7	25 882	6,4	306,15
OKT A I Sähkö 7 kW 70/40	10,4	46	-7	29 811	5,4	317,63
OKT A I Öljy 7 kW 70/40	10,4	46	-7	29 783	5,5	355,11
OKT A I Sähkö 7 kW 40/35	10,4	54	-7	28 551	5,2	329,09
OKT A I Öljy 7 kW 40/35	10,4	54	-7	28 524	5,3	366,62
Lämpökertoimen vaikutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
Pienin elinkaarikustannus						
OKT KA I Sähkö 6 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	6,3	64	-13	26 850	10,0	182,70
OKT KA I Sähkö 6 kW 70/40 IV: VILP COP*1	6,3	64	-13	23 763	8,5	210,77
OKT KA I Sähkö 6 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	6,3	64	-13	21 949	7,8	227,26
Pienin energiankulutus						
OKT KA I Sähkö 10 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	6,3	106	-21	27 785	10,8	183,66
OKT KA I Sähkö 10 kW 70/40 IV: VILP COP*1	6,3	106	-21	24 650	9,1	212,16
OKT KA I Sähkö 10 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	6,3	106	-21	22 807	8,3	228,92
Pienin takaisinmaksuaika						
OKT KA I Sähkö 5 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	6,3	53	-9	26 827	10,0	180,55
OKT KA I Sähkö 5 kW 70/40 IV: VILP COP*1	6,3	53	-9	23 818	8,4	207,91
OKT KA I Sähkö 5 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	6,3	53	-9	22 051	7,7	223,97

Jokioisten mitoitusvyöhyke

Pienin elinkaarikustannus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
OKT D3 II Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	3,7	79	-17	19 834	14,6	130,61
OKT D3 II Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	3,7	79	-17	19 834	14,9	146,42
OKT D3 II Sähkö 3 kW 40/35 IV: Lisä	3,7	54	-8	22 053	18,3	108,07
OKT D3 II Öljy 3 kW 40/35 IV: Lisä	3,7	54	-8	22 005	18,7	120,87
OKT D2 II Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	4,4	68	-13	20 653	12,4	148,53
OKT D2 II Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	4,4	68	-13	20 651	12,6	166,42
OKT D2 II Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,4	62	-11	22 930	15,0	127,84
OKT D2 II Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,4	62	-11	22 883	15,3	142,88
OKT D1 II Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	5,2	58	-9	21 745	10,6	168,21
OKT D1 II Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	5,2	58	-9	21 738	10,8	188,33
OKT D1 II Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	5,2	53	-8	24 853	13,3	139,95
OKT D1 II Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	5,2	53	-8	24 787	13,6	156,34
OKT C2 II Sähkö 5 kW 70/40 IV: VILP	6,2	62	-11	22 913	9,2	193,78
OKT C2 II Öljy 5 kW 70/40 IV: VILP	6,2	62	-11	22 907	9,3	216,93
OKT C2 II Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	6,2	45	-5	25 125	10,4	171,31
OKT C2 II Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	6,2	45	-5	25 067	10,6	191,15
OKT C1 II Sähkö 7 kW 70/40	7,7	71	-14	24 880	7,6	235,60
OKT C1 II Öljy 7 kW 70/40	7,7	71	-14	24 877	7,8	263,70
OKT C1 II Sähkö 7 kW 40/35	7,7	78	-14	23 978	7,3	243,80
OKT C1 II Öljy 7 kW 40/35	7,7	78	-14	23 976	7,4	271,92
OKT B II Sähkö 7 kW 70/40	9,1	60	-11	26 687	6,5	269,92
OKT B II Öljy 7 kW 70/40	9,1	60	-11	26 677	6,6	301,95
OKT B II Sähkö 7 kW 40/35	9,1	66	-11	25 658	6,3	279,27
OKT B II Öljy 7 kW 40/35	9,1	66	-11	25 649	6,4	311,31
OKT A II Sähkö 9 kW 70/40	11,2	63	-12	29 362	5,5	326,44
OKT A II Öljy 9 kW 70/40	11,2	63	-12	29 353	5,6	365,12
OKT A II Sähkö 10 kW 40/35	11,2	78	-14	28 083	5,3	340,43
OKT A II Öljy 9 kW 40/35	11,2	70	-12	28 071	5,4	376,81
Pienin energiankulutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
OKT D3 II Sähkö 5 kW 70/40 IV: VILP	3,7	99	-20	20 076	14,9	130,77
OKT D3 II Öljy 5 kW 70/40 IV: VILP	3,7	99	-20	20 076	15,2	146,61
OKT D3 II Sähkö 6 kW 40/35 IV: Lisä	3,7	109	-22	22 744	19,5	108,88
OKT D3 II Öljy 6 kW 40/35 IV: Lisä	3,7	109	-22	22 698	20,0	121,80
OKT D2 II Sähkö 6 kW 70/40 IV: VILP	4,4	102	-20	21 073	12,8	149,44
OKT D2 II Öljy 6 kW 70/40 IV: VILP	4,4	102	-20	21 073	13,1	167,47
OKT D2 II Sähkö 7 kW 40/35 IV: Lisä	4,4	108	-21	23 659	16,0	128,30
OKT D2 II Öljy 7 kW 40/35 IV: Lisä	4,4	108	-21	23 613	16,4	143,41
OKT D1 II Sähkö 8 kW 70/40 IV: VILP	5,2	116	-22	22 454	11,3	171,22
OKT D1 II Öljy 8 kW 70/40 IV: VILP	5,2	116	-22	22 454	11,6	191,81
OKT D1 II Sähkö 8 kW 40/35 IV: Lisä	5,2	105	-21	25 751	14,4	141,24
OKT D1 II Öljy 8 kW 40/35 IV: Lisä	5,2	105	-21	25 688	14,8	157,81
OKT C2 II Sähkö 9 kW 70/40 IV: VILP	6,2	112	-21	23 698	9,8	196,10
OKT C2 II Öljy 9 kW 70/40 IV: VILP	6,2	112	-21	23 698	10,0	219,62
OKT C2 II Sähkö 9 kW 40/35 IV: Lisä	6,2	101	-20	25 817	11,1	176,83
OKT C2 II Öljy 9 kW 40/35 IV: Lisä	6,2	101	-20	25 771	11,4	197,42
OKT C1 II Sähkö 11 kW 70/40	7,7	111	-21	26 271	8,5	236,54
OKT C1 II Öljy 11 kW 70/40	7,7	111	-21	26 271	8,6	264,81
OKT C1 II Sähkö 9 kW 40/35	7,7	100	-20	24 390	7,6	244,78
OKT C1 II Öljy 9 kW 40/35	7,7	100	-20	24 390	7,7	273,05
OKT B II Sähkö 13 kW 70/40	9,1	112	-21	29 177	7,9	273,87
OKT B II Öljy 13 kW 70/40	9,1	112	-21	29 177	8,0	306,52
OKT B II Sähkö 11 kW 40/35	9,1	104	-21	26 676	6,9	283,61
OKT B II Öljy 11 kW 40/35	9,1	104	-21	26 676	7,0	316,26
OKT A II Sähkö 16 kW 70/40	11,2	112	-22	33 535	7,2	329,87
OKT A II Öljy 16 kW 70/40	11,2	112	-22	33 535	7,4	369,10
OKT A II Sähkö 13 kW 40/35	11,2	101	-20	30 072	6,1	341,85
OKT A II Öljy 13 kW 40/35	11,2	101	-20	30 072	6,2	381,08

Pienin takaisinmaksuaika						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
OKT D3 II Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	3,7	79	-17	19 834	14,6	130,61
OKT D3 II Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	3,7	79	-17	19 834	14,9	146,42
OKT D3 II Sähkö 3 kW 40/35 IV: Lisä	3,7	54	-8	22 053	18,3	108,07
OKT D3 II Öljy 3 kW 40/35 IV: Lisä	3,7	54	-8	22 005	18,7	120,87
OKT D2 II Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	4,4	68	-13	20 653	12,4	148,53
OKT D2 II Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	4,4	68	-13	20 651	12,6	166,42
OKT D2 II Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,4	62	-11	22 930	15,0	127,84
OKT D2 II Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,4	62	-11	22 883	15,3	142,88
OKT D1 II Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	5,2	58	-9	21 745	10,6	168,21
OKT D1 II Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	5,2	58	-9	21 738	10,8	188,33
OKT D1 II Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	5,2	53	-8	24 853	13,3	139,95
OKT D1 II Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	5,2	53	-8	24 787	13,6	156,34
OKT C2 II Sähkö 5 kW 70/40 IV: VILP	6,2	62	-11	22 913	9,2	193,78
OKT C2 II Öljy 5 kW 70/40 IV: VILP	6,2	62	-11	22 907	9,3	216,93
OKT C2 II Sähkö 5 kW 40/35 IV: Lisä	6,2	56	-9	25 006	10,4	174,76
OKT C2 II Öljy 5 kW 40/35 IV: Lisä	6,2	56	-9	24 955	10,6	195,06
OKT C1 II Sähkö 6 kW 70/40	7,7	60	-11	24 879	7,5	233,25
OKT C1 II Öljy 6 kW 70/40	7,7	60	-11	24 871	7,7	260,99
OKT C1 II Sähkö 6 kW 40/35	7,7	67	-11	24 008	7,3	241,16
OKT C1 II Öljy 6 kW 40/35	7,7	67	-11	24 000	7,4	268,92
OKT B II Sähkö 7 kW 70/40	9,1	60	-11	26 687	6,5	269,92
OKT B II Öljy 7 kW 70/40	9,1	60	-11	26 677	6,6	301,95
OKT B II Sähkö 7 kW 40/35	9,1	66	-11	25 658	6,3	279,27
OKT B II Öljy 7 kW 40/35	9,1	66	-11	25 649	6,4	311,31
OKT A II Sähkö 7 kW 70/40	11,2	49	-7	29 726	5,4	318,41
OKT A II Öljy 7 kW 70/40	11,2	49	-7	29 699	5,5	355,92
OKT A II Sähkö 7 kW 40/35	11,2	54	-7	28 532	5,2	329,26
OKT A II Öljy 7 kW 40/35	11,2	54	-7	28 505	5,3	366,79
Lämpökertoimen vaikutus						
Pienin energiankulutus						
OKT KA II Sähkö 10 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	6,8	113	-22	27 729	10,8	184,17
OKT KA II Sähkö 10 kW 70/40 IV: VILP COP*1	6,8	113	-22	24 608	9,1	212,55
OKT KA II Sähkö 10 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	6,8	113	-22	22 773	8,3	229,23
Pienin takaisinmaksuaika						
OKT KA II Sähkö 5 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	6,8	57	-9	26 764	9,9	181,12
OKT KA II Sähkö 5 kW 70/40 IV: VILP COP*1	6,8	57	-9	23 762	8,4	208,41
OKT KA II Sähkö 5 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	6,8	57	-9	21 999	7,7	224,44
Pienin elinkaarikustannus						
OKT KA II Sähkö 6 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	6,8	68	-13	26 782	10,0	183,32
OKT KA II Sähkö 6 kW 70/40 IV: VILP COP*1	6,8	68	-13	23 702	8,4	211,32
OKT KA II Sähkö 6 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	6,8	68	-13	21 892	7,7	227,78

Jyväskylän mitoitusvyöhyke

Pienin elinkaarikustannus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
OKT D3 III Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	4,0	84	-17	21 220	13,0	142,96
OKT D3 III Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	4,0	84	-17	21 214	13,3	160,58
OKT D3 III Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,0	72	-14	23 855	16,4	119,00
OKT D3 III Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,0	72	-14	23 796	16,8	133,30
OKT D2 III Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	4,7	72	-13	22 342	11,0	162,81
OKT D2 III Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	4,7	72	-13	22 331	11,3	182,74
OKT D2 III Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,7	62	-11	24 848	13,3	140,03
OKT D2 III Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,7	62	-11	24 786	13,6	156,69
OKT D1 III Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	5,6	61	-9	23 746	9,5	185,10
OKT D1 III Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	5,6	61	-9	23 728	9,7	207,61
OKT D1 III Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	5,6	53	-8	27 211	11,9	153,59
OKT D1 III Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	5,6	53	-8	27 126	12,1	171,78
OKT C2 III Sähkö 6 kW 70/40 IV: VILP	6,6	79	-15	25 242	8,2	216,29
OKT C2 III Öljy 6 kW 70/40 IV: VILP	6,6	79	-15	25 231	8,4	242,68
OKT C2 III Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	6,6	45	-5	27 722	9,2	189,01
OKT C2 III Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	6,6	45	-5	27 644	9,4	211,14
OKT C1 III Sähkö 7 kW 70/40	8,2	75	-14	27 725	6,8	261,19
OKT C1 III Öljy 7 kW 70/40	8,2	75	-14	27 710	6,9	292,92
OKT C1 III Sähkö 7 kW 40/35	8,2	78	-14	26 562	6,5	271,76
OKT C1 III Öljy 7 kW 40/35	8,2	78	-14	26 547	6,6	303,52
OKT B III Sähkö 7 kW 70/40	9,7	64	-11	30 077	5,8	299,91
OKT B III Öljy 7 kW 70/40	9,7	64	-11	30 050	5,9	336,13
OKT B III Sähkö 7 kW 40/35	9,7	66	-11	28 758	5,5	311,89
OKT B III Öljy 7 kW 40/35	9,7	66	-11	28 732	5,6	348,14
OKT A III Sähkö 10 kW 70/40	11,9	75	-14	33 492	4,9	366,10
OKT A III Öljy 10 kW 70/40	11,9	75	-14	33 470	5,0	410,39
OKT A III Sähkö 10 kW 40/35	11,9	78	-14	31 801	4,7	381,47
OKT A III Öljy 10 kW 40/35	11,9	78	-14	31 779	4,8	425,79
Pienin energiankulutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
OKT D3 III Sähkö 5 kW 70/40 IV: VILP	4,0	105	-21	21 423	13,2	143,47
OKT D3 III Öljy 5 kW 70/40 IV: VILP	4,0	105	-21	21 418	13,5	161,20
OKT D3 III Sähkö 6 kW 40/35 IV: Lisä	4,0	109	-22	24 352	17,2	119,21
OKT D3 III Öljy 6 kW 40/35 IV: Lisä	4,0	109	-22	24 294	17,6	133,54
OKT D2 III Sähkö 6 kW 70/40 IV: VILP	4,7	108	-21	22 655	11,4	164,68
OKT D2 III Öljy 6 kW 70/40 IV: VILP	4,7	108	-21	22 650	11,6	184,96
OKT D2 III Sähkö 7 kW 40/35 IV: Lisä	4,7	108	-21	25 476	14,1	141,40
OKT D2 III Öljy 7 kW 40/35 IV: Lisä	4,7	108	-21	25 418	14,4	158,28
OKT D1 III Sähkö 7 kW 70/40 IV: VILP	5,6	107	-21	24 051	9,8	189,41
OKT D1 III Öljy 7 kW 70/40 IV: VILP	5,6	107	-21	24 046	10,0	212,66
OKT D1 III Sähkö 8 kW 40/35 IV: Lisä	5,6	105	-21	27 965	12,7	156,20
OKT D1 III Öljy 8 kW 40/35 IV: Lisä	5,6	105	-21	27 886	13,0	174,78
OKT C2 III Sähkö 8 kW 70/40 IV: VILP	6,6	105	-21	25 612	8,5	217,66
OKT C2 III Öljy 8 kW 70/40 IV: VILP	6,6	105	-21	25 605	8,7	244,30
OKT C2 III Sähkö 9 kW 40/35 IV: Lisä	6,6	101	-20	28 157	9,8	196,88
OKT C2 III Öljy 9 kW 40/35 IV: Lisä	6,6	101	-20	28 097	10,0	220,14
OKT C1 III Sähkö 10 kW 70/40	8,2	107	-21	28 240	7,1	263,59
OKT C1 III Öljy 10 kW 70/40	8,2	107	-21	28 232	7,2	295,77
OKT C1 III Sähkö 9 kW 40/35	8,2	100	-20	26 785	6,6	274,46
OKT C1 III Öljy 9 kW 40/35	8,2	100	-20	26 776	6,8	306,63
OKT B III Sähkö 12 kW 70/40	9,7	109	-21	31 616	6,6	306,00
OKT B III Öljy 12 kW 70/40	9,7	109	-21	31 606	6,7	343,28
OKT B III Sähkö 11 kW 40/35	9,7	104	-21	29 482	6,0	318,91
OKT B III Öljy 11 kW 40/35	9,7	104	-21	29 472	6,1	356,19
OKT A III Sähkö 15 kW 70/40	11,9	112	-21	36 680	6,1	369,61
OKT A III Öljy 15 kW 70/40	11,9	112	-21	36 668	6,2	414,55
OKT A III Sähkö 13 kW 40/35	11,9	101	-20	33 513	5,3	385,40
OKT A III Öljy 13 kW 40/35	11,9	101	-20	33 501	5,4	430,32

Pienin takaisinmaksuaika						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
OKT D3 III Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	4,0	84	-17	21 220	13,0	142,96
OKT D3 III Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	4,0	84	-17	21 214	13,3	160,58
OKT D3 III Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,0	72	-14	23 855	16,4	119,00
OKT D3 III Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,0	72	-14	23 796	16,8	133,30
OKT D2 III Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	4,7	72	-13	22 342	11,0	162,81
OKT D2 III Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	4,7	72	-13	22 331	11,3	182,74
OKT D2 III Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,7	62	-11	24 848	13,3	140,03
OKT D2 III Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,7	62	-11	24 786	13,6	156,69
OKT D1 III Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	5,6	61	-9	23 746	9,5	185,10
OKT D1 III Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	5,6	61	-9	23 728	9,7	207,61
OKT D1 III Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	5,6	53	-8	27 211	11,9	153,59
OKT D1 III Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	5,6	53	-8	27 126	12,1	171,78
OKT C2 III Sähkö 5 kW 70/40 IV: VILP	6,6	66	-11	25 243	8,2	213,91
OKT C2 III Öljy 5 kW 70/40 IV: VILP	6,6	66	-11	25 226	8,3	239,90
OKT C2 III Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	6,6	45	-5	27 722	9,2	189,01
OKT C2 III Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	6,6	45	-5	27 644	9,4	211,14
OKT C1 III Sähkö 6 kW 70/40	8,2	64	-11	27 761	6,7	258,50
OKT C1 III Öljy 6 kW 70/40	8,2	64	-11	27 739	6,8	289,79
OKT C1 III Sähkö 7 kW 40/35	8,2	78	-14	26 562	6,5	271,76
OKT C1 III Öljy 7 kW 40/35	8,2	78	-14	26 547	6,6	303,52
OKT B III Sähkö 7 kW 70/40	9,7	64	-11	30 077	5,8	299,91
OKT B III Öljy 7 kW 70/40	9,7	64	-11	30 050	5,9	336,13
OKT B III Sähkö 7 kW 40/35	9,7	66	-11	28 758	5,5	311,89
OKT B III Öljy 7 kW 40/35	9,7	66	-11	28 732	5,6	348,14
OKT A III Sähkö 7 kW 70/40	11,9	52	-7	34 062	4,8	353,82
OKT A III Öljy 7 kW 70/40	11,9	52	-7	34 010	4,9	396,23
OKT A III Sähkö 7 kW 40/35	11,9	54	-7	32 541	4,6	367,65
OKT A III Öljy 7 kW 40/35	11,9	54	-7	32 490	4,7	410,08
Lämpökertoimen vaikutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
Pienin elinkaarikustannus						
OKT KA III Sähkö 6 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	7,2	72	-13	29 840	9,0	200,97
OKT KA III Sähkö 7 kW 70/40 IV: VILP COP*1	7,2	84	-17	26 303	7,6	235,48
OKT KA III Sähkö 7 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	7,2	84	-17	24 140	6,9	255,14
Pienin energiankulutus						
OKT KA III Sähkö 9 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	7,2	108	-21	30 432	9,4	202,67
OKT KA III Sähkö 9 kW 70/40 IV: VILP COP*1	7,2	108	-21	26 727	7,9	236,35
OKT KA III Sähkö 9 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	7,2	108	-21	24 541	7,2	256,23
Pienin takaisinmaksuaika						
OKT KA III Sähkö 5 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	7,2	60	-9	29 829	8,9	198,69
OKT KA III Sähkö 5 kW 70/40 IV: VILP COP*1	7,2	60	-9	26 329	7,5	230,51
OKT KA III Sähkö 6 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	7,2	72	-13	24 117	6,9	252,99

Sodankylän mitoitusvyöhyke

Pienin elinkaarikustannus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
OKT D3 IV Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	4,4	87	-17	24 858	12,3	149,49
OKT D3 IV Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	4,4	87	-17	24 820	12,6	168,49
OKT D3 IV Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,4	72	-14	27 591	15,5	124,64
OKT D3 IV Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,4	72	-14	27 495	15,8	139,93
OKT D2 IV Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	5,3	74	-13	26 730	10,5	169,94
OKT D2 IV Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	5,3	74	-13	26 679	10,7	191,37
OKT D2 IV Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	5,3	62	-11	29 279	12,6	146,77
OKT D2 IV Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	5,3	62	-11	29 172	12,8	164,61
OKT D1 IV Sähkö 5 kW 70/40 IV: VILP	6,3	80	-14	28 783	9,0	197,37
OKT D1 IV Öljy 5 kW 70/40 IV: VILP	6,3	80	-14	28 727	9,2	222,25
OKT D1 IV Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	6,3	53	-8	32 565	11,2	160,62
OKT D1 IV Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	6,3	53	-8	32 423	11,5	180,04
OKT C2 IV Sähkö 6 kW 70/40 IV: VILP	7,4	82	-15	31 170	7,7	228,00
OKT C2 IV Öljy 6 kW 70/40 IV: VILP	7,4	82	-15	31 106	7,9	256,71
OKT C2 IV Sähkö 6 kW 40/35 IV: Lisä	7,4	67	-12	33 523	8,7	206,61
OKT C2 IV Öljy 7 kW 40/35 IV: Lisä	7,4	78	-15	33 439	8,9	233,85
OKT C1 IV Sähkö 7 kW 70/40	9,2	78	-14	35 114	6,4	275,70
OKT C1 IV Öljy 7 kW 70/40	9,2	78	-14	35 032	6,5	310,27
OKT C1 IV Sähkö 7 kW 40/35	9,2	78	-14	33 635	6,0	289,14
OKT C1 IV Öljy 7 kW 40/35	9,2	78	-14	33 554	6,1	323,71
OKT B IV Sähkö 9 kW 70/40	10,8	85	-16	38 664	5,5	323,10
OKT B IV Öljy 9 kW 70/40	10,8	85	-16	38 575	5,6	363,67
OKT B IV Sähkö 9 kW 40/35	10,8	85	-16	36 869	5,2	339,42
OKT B IV Öljy 9 kW 40/35	10,8	85	-16	36 780	5,3	380,00
OKT A IV Sähkö 10 kW 70/40	13,3	78	-14	44 141	4,6	388,10
OKT A IV Öljy 10 kW 70/40	13,3	78	-14	44 024	4,7	436,59
OKT A IV Sähkö 10 kW 40/35	13,3	78	-14	41 992	4,4	407,64
OKT A IV Öljy 10 kW 40/35	13,3	78	-14	41 875	4,4	456,13
Pienin energiankulutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
OKT D3 IV Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	4,4	87	-17	24 858	12,3	149,49
OKT D3 IV Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	4,4	87	-17	24 820	12,6	168,49
OKT D3 IV Sähkö 6 kW 40/35 IV: Lisä	4,4	109	-22	28 052	16,1	125,18
OKT D3 IV Öljy 6 kW 40/35 IV: Lisä	4,4	109	-22	27 957	16,5	140,56
OKT D2 IV Sähkö 5 kW 70/40 IV: VILP	5,3	93	-18	26 682	10,5	172,75
OKT D2 IV Öljy 5 kW 70/40 IV: VILP	5,3	93	-18	26 639	10,7	194,68
OKT D2 IV Sähkö 7 kW 40/35 IV: Lisä	5,3	108	-21	29 777	13,1	149,34
OKT D2 IV Öljy 7 kW 40/35 IV: Lisä	5,3	108	-21	29 676	13,4	167,57
OKT D1 IV Sähkö 6 kW 70/40 IV: VILP	6,3	96	-19	28 807	9,0	199,51
OKT D1 IV Öljy 6 kW 70/40 IV: VILP	6,3	96	-19	28 758	9,2	224,79
OKT D1 IV Sähkö 8 kW 40/35 IV: Lisä	6,3	105	-21	33 074	11,8	165,44
OKT D1 IV Öljy 8 kW 40/35 IV: Lisä	6,3	105	-21	32 944	12,1	185,58
OKT C2 IV Sähkö 7 kW 70/40 IV: VILP	7,4	96	-19	31 218	7,8	229,92
OKT C2 IV Öljy 7 kW 70/40 IV: VILP	7,4	96	-19	31 160	8,0	258,99
OKT C2 IV Sähkö 9 kW 40/35 IV: Lisä	7,4	101	-20	33 959	9,1	209,73
OKT C2 IV Öljy 9 kW 40/35 IV: Lisä	7,4	101	-20	33 843	9,3	235,11
OKT C1 IV Sähkö 9 kW 70/40	9,2	100	-20	35 198	6,5	279,66
OKT C1 IV Öljy 9 kW 70/40	9,2	100	-20	35 128	6,6	314,97
OKT C1 IV Sähkö 9 kW 40/35	9,2	100	-20	33 631	6,1	293,91
OKT C1 IV Öljy 9 kW 40/35	9,2	100	-20	33 561	6,3	329,22
OKT B IV Sähkö 11 kW 70/40	10,8	104	-21	39 369	5,9	325,55
OKT B IV Öljy 11 kW 70/40	10,8	104	-21	39 288	6,0	366,61
OKT B IV Sähkö 11 kW 40/35	10,8	104	-21	37 510	5,6	342,46
OKT B IV Öljy 11 kW 40/35	10,8	104	-21	37 428	5,7	383,52
OKT A IV Sähkö 14 kW 70/40	13,3	109	-22	46 326	5,4	394,24
OKT A IV Öljy 14 kW 70/40	13,3	109	-22	46 227	5,6	443,88
OKT A IV Sähkö 13 kW 40/35	13,3	101	-20	43 370	4,9	414,61
OKT A IV Öljy 13 kW 40/35	13,3	101	-20	43 269	5,0	464,18

Pienin takaisinmaksuaika						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
OKT D3 IV Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	4,4	87	-17	24 858	12,3	149,49
OKT D3 IV Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	4,4	87	-17	24 820	12,6	168,49
OKT D3 IV Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,4	72	-14	27 591	15,5	124,64
OKT D3 IV Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	4,4	72	-14	27 495	15,8	139,93
OKT D2 IV Sähkö 4 kW 70/40 IV: VILP	5,3	74	-13	26 730	10,5	169,94
OKT D2 IV Öljy 4 kW 70/40 IV: VILP	5,3	74	-13	26 679	10,7	191,37
OKT D2 IV Sähkö 4 kW 40/35 IV: Lisä	5,3	62	-11	29 279	12,6	146,77
OKT D2 IV Öljy 4 kW 40/35 IV: Lisä	5,3	62	-11	29 172	12,8	164,61
OKT D1 IV Sähkö 5 kW 70/40 IV: VILP	6,3	80	-14	28 783	9,0	197,37
OKT D1 IV Öljy 5 kW 70/40 IV: VILP	6,3	80	-14	28 727	9,2	222,25
OKT D1 IV Sähkö 5 kW 40/35 IV: Lisä	6,3	66	-12	32 461	11,2	163,93
OKT D1 IV Öljy 5 kW 40/35 IV: Lisä	6,3	66	-12	32 326	11,4	183,83
OKT C2 IV Sähkö 6 kW 70/40 IV: VILP	7,4	82	-15	31 170	7,7	228,00
OKT C2 IV Öljy 6 kW 70/40 IV: VILP	7,4	82	-15	31 106	7,9	256,71
OKT C2 IV Sähkö 6 kW 40/35 IV: Lisä	7,4	67	-12	33 523	8,7	206,61
OKT C2 IV Öljy 6 kW 40/35 IV: Lisä	7,4	67	-12	33 399	8,9	231,50
OKT C1 IV Sähkö 7 kW 70/40	9,2	78	-14	35 114	6,4	275,70
OKT C1 IV Öljy 7 kW 70/40	9,2	78	-14	35 032	6,5	310,27
OKT C1 IV Sähkö 7 kW 40/35	9,2	78	-14	33 635	6,0	289,14
OKT C1 IV Öljy 7 kW 40/35	9,2	78	-14	33 554	6,1	323,71
OKT B IV Sähkö 7 kW 70/40	10,8	66	-11	39 136	5,5	314,09
OKT B IV Öljy 7 kW 70/40	10,8	66	-11	39 023	5,6	353,16
OKT B IV Sähkö 7 kW 40/35	10,8	66	-11	37 490	5,2	329,05
OKT B IV Öljy 7 kW 40/35	10,8	66	-11	37 378	5,3	368,12
OKT A IV Sähkö 9 kW 70/40	13,3	70	-12	44 409	4,6	383,30
OKT A IV Öljy 9 kW 70/40	13,3	70	-12	44 279	4,7	431,00
OKT A IV Sähkö 9 kW 40/35	13,3	70	-12	42 339	4,3	402,12
OKT A IV Öljy 9 kW 40/35	13,3	70	-12	42 209	4,4	449,82
Lämpökertoimen vaikutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
Pienin elinkaarikustannus						
OKT KA IV Sähkö 7 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	8,1	87	-17	37 031	8,7	210,09
OKT KA IV Sähkö 7 kW 70/40 IV: VILP COP*1	8,1	87	-17	32 750	7,1	249,01
OKT KA IV Sähkö 7 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	8,1	87	-17	30 216	6,5	272,05
Pienin energiankulutus						
OKT KA IV Sähkö 8 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	8,1	100	-20	37 208	8,8	210,84
OKT KA IV Sähkö 8 kW 70/40 IV: VILP COP*1	8,1	100	-20	32 867	7,2	250,31
OKT KA IV Sähkö 8 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	8,1	100	-20	30 296	6,5	273,68
Pienin takaisinmaksuaika						
OKT KA IV Sähkö 6 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	8,1	75	-13	37 000	8,6	208,01
OKT KA IV Sähkö 6 kW 70/40 IV: VILP COP*1	8,1	75	-13	32 838	7,1	245,84
OKT KA IV Sähkö 7 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	8,1	87	-17	30 216	6,5	272,05

Kerrostalon laskentatulokset

Vantaan mitoitusvyöhyke

Pienin elinkaarikustannus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
KT D3 I KL 15 kW 70/40 IV: VILP	17,2	38	-2	84 861	12,2	717,33
KT D3 I Sähkö 20 kW 70/40 IV: VILP	17,2	50	-8	67 161	2,9	860,76
KT D3 I KL 11 kW 40/35 IV: Lisä	17,2	30	4	93 096	15,7	550,58
KT D3 I Sähkö 14 kW 40/35 IV: Lisä	17,2	38	-1	85 738	3,2	652,88
KT D2 I KL 15 kW 70/40 IV: VILP	19,2	35	-1	88 165	11,5	749,27
KT D2 I Sähkö 20 kW 70/40 IV: VILP	19,2	46	-6	70 393	2,8	908,44
KT D2 I KL 13 kW 40/35 IV: Lisä	19,2	32	2	96 443	14,5	603,69
KT D2 I Sähkö 14 kW 40/35 IV: Lisä	19,2	35	1	88 788	2,9	702,21
KT D1 I KL 19 kW 70/40 IV: VILP	21,8	39	-3	92 897	11,0	833,56
KT D1 I Sähkö 26 kW 70/40 IV: VILP	21,8	54	-10	76 450	3,0	995,12
KT D1 I KL 14 kW 40/35 IV: Lisä	21,8	31	2	103 282	14,3	623,17
KT D1 I Sähkö 14 kW 40/35 IV: Lisä	21,8	31	2	98 380	2,9	717,76
KT C2 I KL 21 kW 70/40 IV: VILP	26,4	37	-2	101 139	9,9	939,18
KT C2 I Sähkö 27 kW 70/40 IV: VILP	26,4	47	-7	84 532	2,7	1 121,83
KT C2 I KL 15 kW 40/35 IV: Lisä	26,4	28	3	111 662	12,1	713,70
KT C2 I Sähkö 20 kW 40/35 IV: Lisä	26,4	38	-1	109 231	3,0	851,80
KT C1 I KL 21 kW 70/40	25,8	37	-3	100 690	9,9	934,28
KT C1 I Sähkö 27 kW 70/40	25,8	48	-8	84 074	2,8	1 114,19
KT C1 I KL 21 kW 40/35	25,8	43	-3	97 886	9,4	960,09
KT C1 I Sähkö 27 kW 40/35	25,8	56	-8	80 918	2,7	1 142,88
KT B I KL 30 kW 70/40	39,6	36	-3	125 404	8,0	1 270,34
KT B I Sähkö 38 kW 70/40	39,6	46	-7	110 580	2,6	1 511,91
KT B I KL 30 kW 40/35	39,6	42	-3	121 096	7,6	1 309,98
KT B I Sähkö 39 kW 40/35	39,6	55	-8	106 019	2,6	1 559,87
KT A I KL 40 kW 70/40	57,5	34	-2	156 610	6,7	1 684,07
KT A I Sähkö 52 kW 70/40	57,5	44	-7	144 282	2,5	2 017,83
KT A I KL 44 kW 40/35	57,5	44	-4	151 062	6,5	1 775,82
KT A I Sähkö 52 kW 40/35	57,5	52	-7	137 345	2,4	2 080,89
Pienin energiankulutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
KT D3 I KL 45 kW 70/40 IV: VILP	17,2	113	-22	103 860	20,2	761,40
KT D3 I Sähkö 45 kW 70/40 IV: VILP	17,2	113	-22	83 060	5,4	878,73
KT D3 I KL 40 kW 40/35 IV: Lisä	17,2	109	-22	112 429	28,0	574,73
KT D3 I Sähkö 40 kW 40/35 IV: Lisä	17,2	109	-22	103 165	6,6	663,45
KT D2 I KL 50 kW 70/40 IV: VILP	19,2	115	-22	109 689	19,9	810,82
KT D2 I Sähkö 50 kW 70/40 IV: VILP	19,2	115	-22	88 889	5,5	935,30
KT D2 I KL 44 kW 40/35 IV: Lisä	19,2	109	-22	117 284	26,2	626,51
KT D2 I Sähkö 44 kW 40/35 IV: Lisä	19,2	109	-22	108 019	6,6	722,38
KT D1 I KL 56 kW 70/40 IV: VILP	21,8	116	-22	116 984	19,4	876,72
KT D1 I Sähkö 56 kW 70/40 IV: VILP	21,8	116	-22	96 184	5,6	1 010,72
KT D1 I KL 49 kW 40/35 IV: Lisä	21,8	110	-22	127 117	27,3	643,76
KT D1 I Sähkö 49 kW 40/35 IV: Lisä	21,8	110	-22	120 736	7,0	742,02
KT C2 I KL 66 kW 70/40 IV: VILP	26,4	115	-22	129 926	18,5	999,78
KT C2 I Sähkö 66 kW 70/40 IV: VILP	26,4	115	-22	109 126	5,6	1 151,76
KT C2 I KL 58 kW 40/35 IV: Lisä	26,4	110	-22	139 938	24,5	755,07
KT C2 I Sähkö 58 kW 40/35 IV: Lisä	26,4	110	-22	134 518	6,9	868,91
KT C1 I KL 65 kW 70/40	25,8	116	-22	128 992	18,5	991,05
KT C1 I Sähkö 65 kW 70/40	25,8	116	-22	108 192	5,6	1 141,93
KT C1 I KL 53 kW 40/35	25,8	109	-22	117 039	14,7	1 021,71
KT C1 I Sähkö 53 kW 40/35	25,8	109	-22	96 239	4,5	1 172,59
KT B I KL 97 kW 70/40	39,6	117	-22	168 715	17,2	1 352,49
KT B I Sähkö 97 kW 70/40	39,6	117	-22	147 915	5,9	1 555,99
KT B I KL 78 kW 40/35	39,6	110	-22	149 941	13,1	1 399,66
KT B I Sähkö 78 kW 40/35	39,6	110	-22	129 141	4,6	1 603,17
KT A I KL 137 kW 70/40	57,5	117	-22	218 667	16,2	1 812,76
KT A I Sähkö 137 kW 70/40	57,5	117	-22	197 867	6,0	2 083,20
KT A I KL 109 kW 40/35	57,5	109	-22	191 123	12,0	1 881,17
KT A I Sähkö 109 kW 40/35	57,5	109	-22	170 323	4,6	2 151,60

Pienin takaisinmaksuaika						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
KT D3 I KL 15 kW 70/40 IV: VILP	17,2	38	-2	84 861	12,2	717,33
KT D3 I Sähkö 13 kW 70/40 IV: VILP	17,2	33	1	69 146	2,4	797,21
KT D3 I KL 11 kW 40/35 IV: Lisä	17,2	30	4	93 096	15,7	550,58
KT D3 I Sähkö 10 kW 40/35 IV: Lisä	17,2	27	4	86 136	2,8	623,26
KT D2 I KL 15 kW 70/40 IV: VILP	19,2	35	-1	88 165	11,5	749,27
KT D2 I Sähkö 14 kW 70/40 IV: VILP	19,2	32	1	72 930	2,4	846,37
KT D2 I KL 14 kW 40/35 IV: Lisä	19,2	35	1	96 814	14,7	609,41
KT D2 I Sähkö 10 kW 40/35 IV: Lisä	19,2	25	5	90 934	2,6	656,70
KT D1 I KL 15 kW 70/40 IV: VILP	21,8	31	1	92 847	10,8	787,75
KT D1 I Sähkö 14 kW 70/40 IV: VILP	21,8	29	2	80 222	2,3	882,83
KT D1 I KL 14 kW 40/35 IV: Lisä	21,8	31	2	103 282	14,3	623,17
KT D1 I Sähkö 11 kW 40/35 IV: Lisä	21,8	25	5	99 743	2,6	685,87
KT C2 I KL 20 kW 70/40 IV: VILP	26,4	35	-2	101 030	9,8	929,26
KT C2 I Sähkö 14 kW 70/40 IV: VILP	26,4	24	4	95 746	2,2	935,39
KT C2 I KL 15 kW 40/35 IV: Lisä	26,4	28	3	111 662	12,1	713,70
KT C2 I Sähkö 13 kW 40/35 IV: Lisä	26,4	25	4	110 590	2,5	793,94
KT C1 I KL 20 kW 70/40	25,8	36	-2	100 551	9,9	924,81
KT C1 I Sähkö 14 kW 70/40	25,8	25	4	94 555	2,2	934,40
KT C1 I KL 20 kW 40/35	25,8	41	-2	97 812	9,4	950,01
KT C1 I Sähkö 14 kW 40/35	25,8	29	4	92 364	2,1	954,32
KT B I KL 27 kW 70/40	39,6	33	-1	125 113	7,8	1 240,23
KT B I Sähkö 15 kW 70/40	39,6	18	6	140 834	1,9	1 087,37
KT B I KL 28 kW 40/35	39,6	39	-2	120 985	7,5	1 289,50
KT B I Sähkö 16 kW 40/35	39,6	23	5	134 303	1,9	1 153,24
KT A I KL 34 kW 70/40	57,5	29	0	156 706	6,4	1 613,99
KT A I Sähkö 20 kW 70/40	57,5	17	6	187 332	1,7	1 418,47
KT A I KL 30 kW 40/35	57,5	30	2	153 249	6,0	1 589,90
KTA I Sähkö 20 kW 40/35	57,5	20	6	183 549	1,7	1 452,86
Lämpökertoimen vaikutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
Pienin elinkaarikustannus						
KT KA I Sähkö 27 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	29,6	42	-5	110 698	3,0	1 020,63
KT KA I Sähkö 29 kW 70/40 IV: VILP COP*1	29,6	46	-7	90 769	2,7	1 214,80
KT KA I Sähkö 29 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	29,6	46	-7	79 152	2,4	1 320,40
Pienin energiankulutus						
KT KA I Sähkö 74 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	29,6	116	-22	140 499	6,9	1 055,21
KT KA I Sähkö 74 kW 70/40 IV: VILP COP*1	29,6	116	-22	118 952	5,7	1 251,09
KT KA I Sähkö 74 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	29,6	116	-22	106 696	5,2	1 362,50
Pienin takaisinmaksuaika						
KT KA I Sähkö 14 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	29,6	22	5	123 025	2,5	824,06
KT KA I Sähkö 14 kW 70/40 IV: VILP COP*1	29,6	22	5	107 452	2,1	965,63
KT KA I Sähkö 14 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	29,6	22	5	98 647	1,9	1 045,67

Jokioisten mitoitusvyöhyke

Pienin elinkaarikustannus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
KT D3 II KL 15 kW 70/40 IV: VILP	18,4	40	-2	84 760	12,2	718,38
KT D3 II Sähkö 20 kW 70/40 IV: VILP	18,4	53	-8	67 015	2,9	862,08
KT D3 II KL 11 kW 40/35 IV: Lisä	18,4	30	4	93 081	15,7	550,72
KT D3 II Sähkö 14 kW 40/35 IV: Lisä	18,4	38	-1	85 721	3,2	653,03
KT D2 II KL 15 kW 70/40 IV: VILP	20,5	37	-1	88 059	11,5	750,39
KT D2 II Sähkö 21 kW 70/40 IV: VILP	20,5	51	-7	70 448	2,8	914,44
KT D2 II KL 14 kW 40/35 IV: Lisä	20,5	35	1	96 794	14,7	609,59
KT D2 II Sähkö 14 kW 40/35 IV: Lisä	20,5	35	1	88 768	2,9	702,39
KT D1 II KL 19 kW 70/40 IV: VILP	23,3	42	-3	92 766	11,0	834,95
KT D1 II Sähkö 26 kW 70/40 IV: VILP	23,3	57	-10	76 258	3,0	996,87
KT D1 II KL 14 kW 40/35 IV: Lisä	23,3	31	2	103 262	14,3	623,36
KT D1 II Sähkö 14 kW 40/35 IV: Lisä	23,3	31	2	98 359	2,9	717,95
KT C2 II KL 21 kW 70/40 IV: VILP	28,3	39	-2	100 984	9,8	940,80
KT C2 II Sähkö 27 kW 70/40 IV: VILP	28,3	50	-7	84 314	2,7	1 123,82
KT C2 II KL 15 kW 40/35 IV: Lisä	28,3	28	3	111 636	12,1	713,94
KT C2 II Sähkö 20 kW 40/35 IV: Lisä	28,3	38	-1	109 202	3,0	852,07
KT C1 II KL 21 kW 70/40	27,6	40	-3	100 538	9,9	935,88
KT C1 II Sähkö 27 kW 70/40	27,6	51	-8	83 859	2,8	1 116,14
KT C1 II KL 21 kW 40/35	27,6	43	-3	97 843	9,4	960,48
KT C1 II Sähkö 27 kW 40/35	27,6	56	-8	80 871	2,7	1 143,31
KT B II KL 30 kW 70/40	42,4	39	-3	125 171	8,0	1 272,79
KT B II Sähkö 38 kW 70/40	42,4	49	-7	110 255	2,6	1 514,87
KT B II KL 30 kW 40/35	42,4	42	-3	121 031	7,6	1 310,57
KT B II Sähkö 39 kW 40/35	42,4	55	-8	105 946	2,6	1 560,53
KT A II KL 40 kW 70/40	61,5	37	-2	156 280	6,7	1 687,52
KT A II Sähkö 52 kW 70/40	61,5	48	-7	143 816	2,5	2 022,07
KT A II KL 44 kW 40/35	61,5	44	-4	150 965	6,5	1 776,70
KT A II Sähkö 52 kW 40/35	61,5	52	-7	137 241	2,4	2 081,84
Pienin energiankulutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
KT D3 II KL 43 kW 70/40 IV: VILP	18,4	115	-22	102 315	19,4	762,45
KT D3 II Sähkö 43 kW 70/40 IV: VILP	18,4	115	-22	81 515	5,2	879,77
KT D3 II KL 40 kW 40/35 IV: Lisä	18,4	109	-22	112 411	28,0	574,90
KT D3 II Sähkö 40 kW 40/35 IV: Lisä	18,4	109	-22	103 146	6,6	663,62
KT D2 II KL 47 kW 70/40 IV: VILP	20,5	115	-22	107 415	18,9	811,99
KT D2 II Sähkö 47 kW 70/40 IV: VILP	20,5	115	-22	86 615	5,2	936,46
KT D2 II KL 44 kW 40/35 IV: Lisä	20,5	109	-22	117 261	26,1	626,71
KT D2 II Sähkö 44 kW 40/35 IV: Lisä	20,5	109	-22	107 997	6,6	722,59
KT D1 II KL 53 kW 70/40 IV: VILP	23,3	116	-22	114 693	18,5	878,04
KT D1 II Sähkö 53 kW 70/40 IV: VILP	23,3	116	-22	93 893	5,3	1 012,05
KT D1 II KL 49 kW 40/35 IV: Lisä	23,3	110	-22	127 093	27,3	643,99
KT D1 II Sähkö 49 kW 40/35 IV: Lisä	23,3	110	-22	120 712	7,0	742,24
KT C2 II KL 63 kW 70/40 IV: VILP	28,3	117	-22	127 604	17,7	1 001,38
KT C2 II Sähkö 63 kW 70/40 IV: VILP	28,3	117	-22	106 804	5,4	1 153,36
KT C2 II KL 58 kW 40/35 IV: Lisä	28,3	110	-22	139 906	24,4	755,36
KT C2 II Sähkö 58 kW 40/35 IV: Lisä	28,3	110	-22	134 486	6,8	869,21
KT C1 II KL 61 kW 70/40	27,6	115	-22	125 960	17,5	992,62
KT C1 II Sähkö 61 kW 70/40	27,6	115	-22	105 160	5,3	1 143,50
KT C1 II KL 53 kW 40/35	27,6	109	-22	116 987	14,7	1 022,19
KT C1 II Sähkö 53 kW 40/35	27,6	109	-22	96 187	4,5	1 173,07
KT B II KL 91 kW 70/40	42,4	117	-22	164 160	16,1	1 354,90
KT B II Sähkö 91 kW 70/40	42,4	117	-22	143 360	5,5	1 558,41
KT B II KL 78 kW 40/35	42,4	110	-22	149 861	13,1	1 400,39
KT B II Sähkö 78 kW 40/35	42,4	110	-22	129 061	4,6	1 603,90
KT A II KL 129 kW 70/40	61,5	118	-22	212 562	15,2	1 816,26
KT A II Sähkö 129 kW 70/40	61,5	118	-22	191 762	5,6	2 086,69
KT A II KL 109 kW 40/35	61,5	109	-22	191 006	12,0	1 882,23
KT A II Sähkö 109 kW 40/35	61,5	109	-22	170 206	4,6	2 152,66

Pienin takaisinmaksuaika						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
KT D3 II KL 15 kW 70/40 IV: VILP	18,4	40	-2	84 760	12,2	718,38
KT D3 II Sähkö 13 kW 70/40 IV: VILP	18,4	35	1	69 036	2,4	798,21
KT D3 II KL 11 kW 40/35 IV: Lisä	18,4	30	4	93 081	15,7	550,72
KT D3 II Sähkö 10 kW 40/35 IV: Lisä	18,4	27	4	86 121	2,8	623,40
KT D2 II KL 15 kW 70/40 IV: VILP	20,5	37	-1	88 059	11,5	750,39
KT D2 II Sähkö 14 kW 70/40 IV: VILP	20,5	34	1	72 808	2,4	847,48
KT D2 II KL 14 kW 40/35 IV: Lisä	20,5	35	1	96 794	14,7	609,59
KT D2 II Sähkö 10 kW 40/35 IV: Lisä	20,5	25	5	90 918	2,6	656,85
KT D1 II KL 15 kW 70/40 IV: VILP	23,3	33	1	92 734	10,8	788,93
KT D1 II Sähkö 14 kW 70/40 IV: VILP	23,3	31	2	80 094	2,3	884,00
KT D1 II KL 14 kW 40/35 IV: Lisä	23,3	31	2	103 262	14,3	623,36
KT D1 II Sähkö 11 kW 40/35 IV: Lisä	23,3	25	5	99 725	2,6	686,04
KT C2 II KL 20 kW 70/40 IV: VILP	28,3	37	-2	100 880	9,8	930,83
KT C2 II Sähkö 14 kW 70/40 IV: VILP	28,3	26	4	95 611	2,2	936,61
KT C2 II KL 15 kW 40/35 IV: Lisä	28,3	28	3	111 636	12,1	713,94
KT C2 II Sähkö 13 kW 40/35 IV: Lisä	28,3	25	4	110 566	2,5	794,16
KT C1 II KL 20 kW 70/40	27,6	38	-2	100 403	9,8	926,36
KT C1 II Sähkö 14 kW 70/40	27,6	26	4	94 422	2,2	935,61
KT C1 II KL 20 kW 40/35	27,6	41	-2	97 771	9,3	950,38
KT C1 II Sähkö 14 kW 40/35	27,6	29	4	92 333	2,1	954,61
KT B II KL 27 kW 70/40	42,4	35	-1	124 895	7,8	1 242,51
KT B II Sähkö 15 kW 70/40	42,4	19	6	140 680	1,9	1 088,77
KT B II KL 28 kW 40/35	42,4	39	-2	120 922	7,5	1 290,07
KT B II Sähkö 16 kW 40/35	42,4	23	5	134 264	1,9	1 153,60
KT A II KL 34 kW 70/40	61,5	31	0	156 408	6,4	1 617,08
KT A II Sähkö 20 kW 70/40	61,5	18	6	187 115	1,7	1 420,44
KT A II KL 30 kW 40/35	61,5	30	2	153 172	6,0	1 590,60
KT A II Sähkö 20 kW 40/35	61,5	20	6	183 497	1,7	1 453,33
Lämpökertoimen vaikutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
Pienin elinkaarikustannus						
KT KA II Sähkö 27 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	31,7	45	-5	110 431	3,0	1 023,05
KT KA II Sähkö 29 kW 70/40 IV: VILP COP*1	31,7	49	-7	90 528	2,6	1 216,99
KT KA II Sähkö 29 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	31,7	49	-7	78 932	2,4	1 322,40
Pienin energiankulutus						
KT KA II Sähkö 70 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	31,7	117	-22	137 374	6,6	1 057,62
KT KA II Sähkö 70 kW 70/40 IV: VILP COP*1	31,7	117	-22	115 893	5,4	1 252,89
KT KA II Sähkö 70 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	31,7	117	-22	103 677	4,9	1 363,95
Pienin takaisinmaksuaika						
KT KA II Sähkö 14 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	31,7	23	5	122 864	2,5	825,53
KT KA II Sähkö 14 kW 70/40 IV: VILP COP*1	31,7	23	5	107 314	2,1	966,89
KT KA II Sähkö 14 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	31,7	23	5	98 524	1,9	1 046,79

Jyväskylän mitoitusvyöhyke

Pienin elinkaarikustannus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
KT D3 III KL 18 kW 70/40 IV: VILP	19,6	50	-6	92 613	12,0	778,30
KT D3 III Sähkö 22 kW 70/40 IV: VILP	19,6	62	-10	75 661	2,9	919,61
KT D3 III KL 13 kW 40/35 IV: Lisä	19,6	35	1	101 802	15,6	581,95
KT D3 III Sähkö 14 kW 40/35 IV: Lisä	19,6	38	-1	96 531	3,0	677,88
KT D2 III KL 19 kW 70/40 IV: VILP	21,8	49	-5	96 577	11,3	827,85
KT D2 III Sähkö 26 kW 70/40 IV: VILP	21,8	67	-12	81 079	3,0	987,62
KT D2 III KL 15 kW 40/35 IV: Lisä	21,8	37	0	105 849	14,3	640,08
KT D2 III Sähkö 14 kW 40/35 IV: Lisä	21,8	35	1	100 652	2,8	731,69
KT D1 III KL 20 kW 70/40 IV: VILP	24,8	46	-4	101 852	10,5	890,13
KT D1 III Sähkö 27 kW 70/40 IV: VILP	24,8	62	-10	86 384	2,9	1 067,59
KT D1 III KL 15 kW 40/35 IV: Lisä	24,8	34	1	113 562	13,8	655,78
KT D1 III Sähkö 14 kW 40/35 IV: Lisä	24,8	31	2	112 216	2,7	748,24
KT C2 III KL 26 kW 70/40 IV: VILP	30,1	51	-7	112 751	9,7	1 039,68
KT C2 III Sähkö 28 kW 70/40 IV: VILP	30,1	55	-8	96 341	2,6	1 210,40
KT C2 III KL 15 kW 40/35 IV: Lisä	30,1	28	3	123 729	11,6	744,08
KT C2 III Sähkö 20 kW 40/35 IV: Lisä	30,1	38	-1	124 552	2,8	901,93
KT C1 III KL 25 kW 70/40	29,4	50	-6	111 797	9,7	1 025,60
KT C1 III Sähkö 27 kW 70/40	29,4	54	-8	95 445	2,6	1 195,50
KT C1 III KL 27 kW 40/35	29,4	56	-8	108 832	9,3	1 071,06
KT C1 III Sähkö 28 kW 40/35	29,4	58	-8	91 778	2,5	1 235,33
KT B III KL 30 kW 70/40	45,2	41	-3	140 970	7,5	1 359,10
KT B III Sähkö 43 kW 70/40	45,2	59	-10	128 829	2,6	1 662,64
KT B III KL 36 kW 40/35	45,2	51	-6	136 325	7,4	1 465,93
KT B III Sähkö 44 kW 40/35	45,2	62	-10	123 126	2,6	1 720,98
KT A III KL 52 kW 70/40	65,5	50	-7	181 106	6,9	1 921,50
KT A III Sähkö 52 kW 70/40	65,5	50	-7	168 470	2,3	2 209,92
KT A III KL 53 kW 40/35	65,5	53	-7	173 216	6,5	2 002,32
KT A III Sähkö 52 kW 40/35	65,5	52	-7	160 108	2,2	2 285,95
Pienin energiankulutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
KT D3 III KL 41 kW 70/40 IV: VILP	19,6	115	-22	107 520	17,7	809,53
KT D3 III Sähkö 41 kW 70/40 IV: VILP	19,6	115	-22	87 369	4,6	936,67
KT D3 III KL 40 kW 40/35 IV: Lisä	19,6	109	-22	120 168	26,7	599,34
KT D3 III Sähkö 40 kW 40/35 IV: Lisä	19,6	109	-22	113 435	6,3	693,21
KT D2 III KL 45 kW 70/40 IV: VILP	21,8	115	-22	113 276	17,2	865,61
KT D2 III Sähkö 45 kW 70/40 IV: VILP	21,8	115	-22	93 185	4,7	1 001,07
KT D2 III KL 44 kW 40/35 IV: Lisä	21,8	109	-22	125 593	24,6	658,42
KT D2 III Sähkö 44 kW 40/35 IV: Lisä	21,8	109	-22	118 920	6,2	760,61
KT D1 III KL 50 kW 70/40 IV: VILP	24,8	115	-22	120 714	16,5	940,36
KT D1 III Sähkö 50 kW 70/40 IV: VILP	24,8	115	-22	100 703	4,7	1 086,91
KT D1 III KL 49 kW 40/35 IV: Lisä	24,8	110	-22	136 647	25,6	678,12
KT D1 III Sähkö 49 kW 40/35 IV: Lisä	24,8	110	-22	133 409	6,6	783,08
KT C2 III KL 59 kW 70/40 IV: VILP	30,1	115	-22	134 462	15,5	1 078,72
KT C2 III Sähkö 59 kW 70/40 IV: VILP	30,1	115	-22	114 595	4,7	1 245,96
KT C2 III KL 58 kW 40/35 IV: Lisä	30,1	110	-22	150 975	22,6	803,81
KT C2 III Sähkö 58 kW 40/35 IV: Lisä	30,1	110	-22	148 999	6,4	926,69
KT C1 III KL 58 kW 70/40	29,4	116	-22	133 336	15,5	1 067,55
KT C1 III Sähkö 58 kW 70/40	29,4	116	-22	113 452	4,6	1 233,30
KT C1 III KL 53 kW 40/35	29,4	109	-22	125 453	13,4	1 106,74
KT C1 III Sähkö 53 kW 40/35	29,4	109	-22	105 564	4,1	1 272,50
KT B III KL 86 kW 70/40	45,2	117	-22	174 741	14,0	1 475,11
KT B III Sähkö 86 kW 70/40	45,2	117	-22	155 281	4,7	1 701,66
KT B III KL 78 kW 40/35	45,2	110	-22	162 393	11,8	1 535,40
KT B III Sähkö 78 kW 40/35	45,2	110	-22	142 928	4,1	1 761,96
KT A III KL 122 kW 70/40	65,5	118	-22	227 659	13,0	1 994,82
KT A III Sähkö 122 kW 70/40	65,5	118	-22	208 743	4,8	2 298,80
KT A III KL 109 kW 40/35	65,5	109	-22	208 754	10,7	2 082,18
KTA III Sähkö 109 kW 40/35	65,5	109	-22	189 838	4,1	2 386,17

Pienin takaisinmaksuaika						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
KT D3 III KL 15 kW 70/40 IV: VILP	19,6	42	-2	92 344	11,8	746,50
KT D3 III Sähkö 14 kW 70/40 IV: VILP	19,6	39	-1	78 544	2,4	841,40
KT D3 III KL 13 kW 40/35 IV: Lisä	19,6	35	1	101 802	15,6	581,95
KT D3 III Sähkö 11 kW 40/35 IV: Lisä	19,6	30	4	97 225	2,8	652,07
KT D2 III KL 16 kW 70/40 IV: VILP	21,8	41	-2	96 467	11,1	793,66
KT D2 III Sähkö 15 kW 70/40 IV: VILP	21,8	38	-1	83 403	2,4	894,99
KT D2 III KL 15 kW 40/35 IV: Lisä	21,8	37	0	105 849	14,3	640,08
KT D2 III Sähkö 12 kW 40/35 IV: Lisä	21,8	30	3	101 798	2,7	708,26
KT D1 III KL 20 kW 70/40 IV: VILP	24,8	46	-4	101 852	10,5	890,13
KT D1 III Sähkö 14 kW 70/40 IV: VILP	24,8	32	2	95 272	2,2	902,29
KT D1 III KL 15 kW 40/35 IV: Lisä	24,8	34	1	113 562	13,8	655,78
KT D1 III Sähkö 12 kW 40/35 IV: Lisä	24,8	27	4	113 756	2,6	721,25
KT C2 III KL 21 kW 70/40 IV: VILP	30,1	41	-2	111 965	9,3	992,60
KT C2 III Sähkö 17 kW 70/40 IV: VILP	30,1	33	1	105 690	2,1	1 053,91
KT C2 III KL 15 kW 40/35 IV: Lisä	30,1	28	3	123 729	11,6	744,08
KT C2 III Sähkö 14 kW 40/35 IV: Lisä	30,1	26	4	127 247	2,4	838,44
KT C1 III KL 21 kW 70/40	29,4	42	-3	111 217	9,4	987,10
KT C1 III Sähkö 17 kW 70/40	29,4	34	1	104 161	2,1	1 051,26
KT C1 III KL 21 kW 40/35	29,4	43	-3	107 844	8,9	1 017,90
KT C1 III Sähkö 17 kW 40/35	29,4	35	1	101 213	2,1	1 078,06
KT B III KL 28 kW 70/40	45,2	38	-2	141 336	7,4	1 329,93
KT B III Sähkö 19 kW 70/40	45,2	26	4	155 228	1,9	1 266,64
KT B III KL 28 kW 40/35	45,2	39	-2	136 363	7,0	1 375,33
KT B III Sähkö 20 kW 40/35	45,2	28	3	147 918	1,8	1 339,60
KT A III KL 37 kW 70/40	65,5	36	-1	179 932	6,2	1 764,01
KT A III Sähkö 23 kW 70/40	65,5	22	5	217 848	1,7	1 572,54
KT A III KL 37 kW 40/35	65,5	37	-1	172 930	5,8	1 827,93
KT A III Sähkö 24 kW 40/35	65,5	24	4	209 010	1,7	1 659,38
Lämpökertoimen vaikutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
Pienin elinkaarikustannus						
KT KA III Sähkö 29 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	33,8	51	-7	126 671	2,9	1 100,83
KT KA III Sähkö 29 kW 70/40 IV: VILP COP*1	33,8	51	-7	103 866	2,5	1 308,15
KT KA III Sähkö 29 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	33,8	51	-7	90 859	2,2	1 426,40
Pienin energiankulutus						
KT KA III Sähkö 66 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	33,8	117	-22	149 364	5,7	1 135,03
KT KA III Sähkö 66 kW 70/40 IV: VILP COP*1	33,8	117	-22	124 863	4,7	1 357,77
KT KA III Sähkö 66 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	33,8	117	-22	110 864	4,3	1 485,03
Pienin takaisinmaksuaika						
KT KA III Sähkö 15 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	33,8	27	4	142 595	2,4	865,07
KT KA III Sähkö 18 kW 70/40 IV: VILP COP*1	33,8	32	2	115 997	2,1	1 126,37
KT KA III Sähkö 18 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	33,8	32	2	105 214	1,9	1 224,40

Sodankylän mitoitusvyöhyke

Pienin elinkaarikustannus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
KT D3 IV KL 19 kW 70/40 IV: VILP	22,0	55	-7	108 687	12,6	774,58
KT D3 IV Sähkö 26 kW 70/40 IV: VILP	22,0	75	-14	97 555	3,2	942,05
KT D3 IV KL 15 kW 40/35 IV: Lisä	22,0	41	-2	118 007	16,7	581,85
KT D3 IV Sähkö 14 kW 40/35 IV: Lisä	22,0	38	-1	119 255	3,1	666,78
KT D2 IV KL 20 kW 70/40 IV: VILP	24,5	53	-6	114 315	11,9	824,49
KT D2 IV Sähkö 27 kW 70/40 IV: VILP	24,5	71	-13	103 796	3,1	1 005,64
KT D2 IV KL 15 kW 40/35 IV: Lisä	24,5	37	0	122 928	14,9	628,71
KT D2 IV Sähkö 19 kW 40/35 IV: Lisä	24,5	47	-5	125 693	3,3	754,57
KT D1 IV KL 21 kW 70/40 IV: VILP	27,9	50	-5	121 835	11,0	886,63
KT D1 IV Sähkö 28 kW 70/40 IV: VILP	27,9	67	-11	112 203	2,9	1 087,47
KT D1 IV KL 15 kW 40/35 IV: Lisä	27,9	34	1	132 906	14,4	643,14
KT D1 IV Sähkö 20 kW 40/35 IV: Lisä	27,9	45	-4	140 398	3,3	779,15
KT C2 IV KL 28 kW 70/40 IV: VILP	33,8	57	-8	136 560	10,2	1 052,30
KT C2 IV Sähkö 36 kW 70/40 IV: VILP	33,8	73	-13	129 133	3,0	1 265,02
KT C2 IV KL 19 kW 40/35 IV: Lisä	33,8	36	-1	147 358	12,3	772,01
KT C2 IV Sähkö 27 kW 40/35 IV: Lisä	33,8	51	-7	158 792	3,3	936,89
KT C1 IV KL 28 kW 70/40	32,9	58	-8	135 472	10,3	1 043,57
KT C1 IV Sähkö 30 kW 70/40	32,9	62	-10	126 734	2,7	1 223,77
KT C1 IV KL 28 kW 40/35	32,9	58	-8	130 764	9,5	1 086,39
KT C1 IV Sähkö 37 kW 40/35	32,9	76	-14	122 952	3,0	1 303,65
KT B IV KL 37 kW 70/40	50,7	52	-7	176 442	8,1	1 425,67
KT B IV Sähkö 51 kW 70/40	50,7	72	-13	175 566	2,9	1 740,85
KT B IV KL 39 kW 40/35	50,7	55	-8	169 825	7,6	1 507,35
KT B IV Sähkö 52 kW 40/35	50,7	73	-13	167 895	2,8	1 817,09
KT A IV KL 53 kW 70/40	73,5	53	-7	229 858	7,0	1 950,84
KT A IV Sähkö 62 kW 70/40	73,5	62	-10	235 008	2,5	2 324,13
KT A IV KL 53 kW 40/35	73,5	53	-7	219 707	6,4	2 043,16
KT A IV Sähkö 73 kW 40/35	73,5	73	-14	225 845	2,7	2 478,93
Pienin energiankulutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
KT D3 IV KL 38 kW 70/40 IV: VILP	22,0	110	-22	119 960	17,0	823,07
KT D3 IV Sähkö 38 kW 70/40 IV: VILP	22,0	110	-22	104 529	4,2	956,65
KT D3 IV KL 40 kW 40/35 IV: Lisä	22,0	109	-22	134 883	27,2	601,09
KT D3 IV Sähkö 40 kW 40/35 IV: Lisä	22,0	109	-22	134 474	6,3	697,42
KT D2 IV KL 41 kW 70/40 IV: VILP	24,5	109	-22	126 487	16,2	883,12
KT D2 IV Sähkö 41 kW 70/40 IV: VILP	24,5	109	-22	111 568	4,2	1 025,98
KT D2 IV KL 44 kW 40/35 IV: Lisä	24,5	109	-22	141 688	24,9	665,16
KT D2 IV Sähkö 44 kW 40/35 IV: Lisä	24,5	109	-22	141 783	6,1	770,80
KT D1 IV KL 46 kW 70/40 IV: VILP	27,9	110	-22	135 901	15,6	963,31
KT D1 IV Sähkö 46 kW 70/40 IV: VILP	27,9	110	-22	121 648	4,2	1 118,61
KT D1 IV KL 49 kW 40/35 IV: Lisä	27,9	110	-22	154 839	25,8	686,52
KT D1 IV Sähkö 49 kW 40/35 IV: Lisä	27,9	110	-22	159 361	6,5	795,26
KT C2 IV KL 54 kW 70/40 IV: VILP	33,8	109	-22	152 437	14,4	1 110,55
KT C2 IV Sähkö 54 kW 70/40 IV: VILP	33,8	109	-22	139 389	4,1	1 288,79
KT C2 IV KL 58 kW 40/35 IV: Lisä	33,8	110	-22	172 513	22,5	821,68
KT C2 IV Sähkö 58 kW 40/35 IV: Lisä	33,8	110	-22	179 485	6,2	950,28
KT C1 IV KL 53 kW 70/40	32,9	109	-22	150 857	14,5	1 097,54
KT C1 IV Sähkö 53 kW 70/40	32,9	109	-22	137 664	4,1	1 273,90
KT C1 IV KL 53 kW 40/35	32,9	109	-22	145 202	13,1	1 148,98
KT C1 IV Sähkö 53 kW 40/35	32,9	109	-22	132 004	4,0	1 325,36
KT B IV KL 78 kW 70/40	50,7	110	-22	200 583	12,7	1 532,40
KT B IV Sähkö 78 kW 70/40	50,7	110	-22	190 959	4,1	1 776,41
KT B IV KL 78 kW 40/35	50,7	110	-22	191 881	11,4	1 611,56
KT B IV Sähkö 78 kW 40/35	50,7	110	-22	182 249	3,9	1 855,60
KT A IV KL 110 kW 70/40	73,5	110	-22	264 074	11,5	2 087,48
KT A IV Sähkö 110 kW 70/40	73,5	110	-22	259 028	4,1	2 417,77
KT A IV KL 109 kW 40/35	73,5	109	-22	250 747	10,3	2 202,09
KT A IV Sähkö 109 kW 40/35	73,5	109	-22	245 707	3,9	2 532,36

Pienin takaisinmaksuaika						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
KT D3 IV KL 19 kW 70/40 IV: VILP	22,0	55	-7	108 687	12,6	774,58
KT D3 IV Sähkö 14 kW 70/40 IV: VILP	22,0	40	-1	103 201	2,5	812,72
KT D3 IV KL 15 kW 40/35 IV: Lisä	22,0	41	-2	118 007	16,7	581,85
KT D3 IV Sähkö 12 kW 40/35 IV: Lisä	22,0	33	2	120 279	2,9	644,47
KT D2 IV KL 20 kW 70/40 IV: VILP	24,5	53	-6	114 315	11,9	824,49
KT D2 IV Sähkö 16 kW 70/40 IV: VILP	24,5	42	-2	108 634	2,5	890,15
KT D2 IV KL 15 kW 40/35 IV: Lisä	24,5	37	0	122 928	14,9	628,71
KT D2 IV Sähkö 13 kW 40/35 IV: Lisä	24,5	32	2	127 192	2,8	701,95
KT D1 IV KL 21 kW 70/40 IV: VILP	27,9	50	-5	121 835	11,0	886,63
KT D1 IV Sähkö 14 kW 70/40 IV: VILP	27,9	33	2	126 519	2,3	866,32
KT D1 IV KL 15 kW 40/35 IV: Lisä	27,9	34	1	132 906	14,4	643,14
KT D1 IV Sähkö 14 kW 40/35 IV: Lisä	27,9	31	2	141 393	2,8	731,11
KT C2 IV KL 24 kW 70/40 IV: VILP	33,8	49	-5	135 843	9,9	1 013,90
KT C2 IV Sähkö 18 kW 70/40 IV: VILP	33,8	36	0	140 107	2,2	1 048,26
KT C2 IV KL 16 kW 40/35 IV: Lisä	33,8	30	2	147 239	12,2	738,21
KT C2 IV Sähkö 15 kW 40/35 IV: Lisä	33,8	28	3	161 593	2,5	833,44
KT C1 IV KL 23 kW 70/40	32,9	47	-4	134 649	9,9	994,38
KT C1 IV Sähkö 18 kW 70/40	32,9	37	0	137 837	2,2	1 044,83
KT C1 IV KL 25 kW 40/35	32,9	51	-6	130 309	9,3	1 058,14
KT C1 IV Sähkö 18 kW 40/35	32,9	37	0	134 292	2,2	1 077,06
KT B IV KL 28 kW 70/40	50,7	39	-2	177 152	7,8	1 303,60
KT B IV Sähkö 20 kW 70/40	50,7	28	3	206 699	2,0	1 256,33
KT B IV KL 28 kW 40/35	50,7	39	-2	171 358	7,2	1 356,29
KT B IV Sähkö 20 kW 40/35	50,7	28	3	202 292	1,9	1 296,39
KT A IV KL 39 kW 70/40	73,5	39	-2	230 260	6,4	1 772,79
KT A IV Sähkö 26 kW 70/40	73,5	26	4	284 995	1,8	1 635,70
KT A IV KL 39 kW 40/35	73,5	39	-2	221 841	5,9	1 849,35
KT A IV Sähkö 27 kW 40/35	73,5	27	3	275 078	1,7	1 732,35
Lämpökertoimen vaikutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
Pienin elinkaarikustannus						
KT KA IV Sähkö 36 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	37,9	66	-11	165 535	3,4	1 130,27
KT KA IV Sähkö 38 kW 70/40 IV: VILP COP*1	37,9	69	-12	139 994	2,9	1 375,46
KT KA IV Sähkö 39 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	37,9	71	-13	125 148	2,6	1 516,93
Pienin energiankulutus						
KT KA IV Sähkö 60 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	37,9	110	-22	179 750	5,1	1 157,05
KT KA IV Sähkö 60 kW 70/40 IV: VILP COP*1	37,9	110	-22	152 112	4,1	1 408,30
KT KA IV Sähkö 60 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	37,9	110	-22	136 243	3,7	1 552,56
Pienin takaisinmaksuaika						
KT KA IV Sähkö 19 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	37,9	35	1	174 442	2,6	938,80
KT KA IV Sähkö 19 kW 70/40 IV: VILP COP*1	37,9	35	1	154 490	2,2	1 120,19
KT KA IV Sähkö 19 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	37,9	35	1	143 092	2,0	1 223,80

Toimistorakennuksen laskentatulokset

Vantaan mitoitusvyöhyke

Pienin elinkaarikustannus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
TSTO D3 I KL 104 kW 70/40 IV: VILP	166,2	33	-3	322 386	4,9	3 963,82
TSTO D3 I Sähkö 122 kW 70/40 IV: VILP	166,2	38	-5	322 795	2,2	4 674,41
TSTO D3 I KL 45 kW 40/35 IV: Lisä	166,2	15	6	433 440	6,9	1 689,62
TSTO D3 I Sähkö 52 kW 40/35 IV: Lisä	166,2	18	5	570 017	2,6	1 971,94
TSTO D2 I KL 104 kW 70/40 IV: VILP	172,7	31	-2	332 995	4,7	4 076,12
TSTO D2 I Sähkö 146 kW 70/40 IV: VILP	172,7	44	-8	338 223	2,5	4 945,30
TSTO D2 I KL 53 kW 40/35 IV: Lisä	172,7	18	5	444 980	6,8	1 872,72
TSTO D2 I Sähkö 52 kW 40/35 IV: Lisä	172,7	17	5	581 217	2,4	2 125,27
TSTO D1 I KL 104 kW 70/40 IV: VILP	181,5	30	-2	347 447	4,5	4 221,31
TSTO D1 I Sähkö 149 kW 70/40 IV: VILP	181,5	43	-7	353 073	2,4	5 169,99
TSTO D1 I KL 53 kW 40/35 IV: Lisä	181,5	17	5	457 589	6,1	2 041,97
TSTO D1 I Sähkö 59 kW 40/35 IV: Lisä	181,5	19	5	596 194	2,3	2 374,79
TSTO C2 I KL 107 kW 70/40 IV: VILP	194,6	29	-1	369 570	4,3	4 466,31
TSTO C2 I Sähkö 153 kW 70/40 IV: VILP	194,6	41	-7	375 579	2,4	5 501,66
TSTO C2 I KL 57 kW 40/35 IV: Lisä	194,6	17	5	472 754	5,4	2 390,38
TSTO C2 I Sähkö 80 kW 40/35 IV: Lisä	194,6	23	3	608 240	2,5	2 912,06
TSTO C1 I KL 142 kW 70/40 IV: VILP	220,8	34	-3	415 709	4,6	5 254,96
TSTO C1 I Sähkö 194 kW 70/40 IV: VILP	220,8	46	-9	429 288	2,6	6 300,45
TSTO C1 I KL 64 kW 40/35 IV: Lisä	220,8	17	5	538 791	5,3	2 578,06
TSTO C1 I Sähkö 93 kW 40/35 IV: Lisä	220,8	24	2	705 792	2,6	3 130,27
TSTO B I KL 103 kW 70/40	146,5	37	-5	291 957	5,4	3 594,66
TSTO B I Sähkö 103 kW 70/40	146,5	37	-5	287 193	2,2	4 109,16
TSTO B I KL 104 kW 40/35	146,5	40	-5	277 528	5,1	3 725,71
TSTO B I Sähkö 112 kW 40/35	146,5	43	-6	273 272	2,3	4 294,22
TSTO A I KL 120 kW 70/40	209,9	30	-2	395 360	4,3	4 859,52
TSTO A I Sähkö 175 kW 70/40	209,9	44	-8	405 961	2,5	5 963,78
TSTO A I KL 143 kW 40/35	209,9	39	-4	378 331	4,5	5 237,92
TSTO A I Sähkö 188 kW 40/35	209,9	51	-8	388 154	2,5	6 210,16
Pienin energiankulutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
TSTO D3 I KL 377 kW 70/40 IV: VILP	166,2	119	-22	498 438	15,6	4 298,98
TSTO D3 I Sähkö 377 kW 70/40 IV: VILP	166,2	119	-22	477 638	6,7	4 924,25
TSTO D3 I KL 326 kW 40/35 IV: Lisä	166,2	112	-22	626 857	47,3	1 811,05
TSTO D3 I Sähkö 326 kW 40/35 IV: Lisä	166,2	112	-22	755 641	16,3	2 065,46
TSTO D2 I KL 392 kW 70/40 IV: VILP	172,7	119	-22	516 626	15,6	4 462,60
TSTO D2 I Sähkö 392 kW 70/40 IV: VILP	172,7	119	-22	495 826	6,7	5 111,55
TSTO D2 I KL 338 kW 40/35 IV: Lisä	172,7	112	-22	642 040	42,3	1 982,48
TSTO D2 I Sähkö 338 kW 40/35 IV: Lisä	172,7	112	-22	770 824	15,1	2 260,56
TSTO D1 I KL 412 kW 70/40 IV: VILP	181,5	119	-22	540 876	15,5	4 680,76
TSTO D1 I Sähkö 412 kW 70/40 IV: VILP	181,5	119	-22	520 076	6,7	5 361,28
TSTO D1 I KL 356 kW 40/35 IV: Lisä	181,5	112	-22	663 715	37,7	2 211,05
TSTO D1 I Sähkö 356 kW 40/35 IV: Lisä	181,5	112	-22	792 499	14,0	2 520,70
TSTO C2 I KL 442 kW 70/40 IV: VILP	194,6	119	-22	577 251	15,5	5 008,01
TSTO C2 I Sähkö 442 kW 70/40 IV: VILP	194,6	119	-22	556 451	6,7	5 735,87
TSTO C2 I KL 381 kW 40/35 IV: Lisä	194,6	112	-22	686 855	30,4	2 668,20
TSTO C2 I Sähkö 381 kW 40/35 IV: Lisä	194,6	112	-22	809 274	12,0	3 040,97
TSTO C1 I KL 501 kW 70/40 IV: VILP	220,8	119	-22	649 287	15,3	5 662,50
TSTO C1 I Sähkö 501 kW 70/40 IV: VILP	220,8	119	-22	628 487	6,7	6 485,04
TSTO C1 I KL 432 kW 40/35 IV: Lisä	220,8	112	-22	785 475	33,1	2 839,64
TSTO C1 I Sähkö 432 kW 40/35 IV: Lisä	220,8	112	-22	936 538	13,0	3 236,08
TSTO B I KL 333 kW 70/40	146,5	119	-22	444 590	15,9	3 808,11
TSTO B I Sähkö 333 kW 70/40	146,5	119	-22	423 790	6,7	4 362,37
TSTO B I KL 288 kW 40/35	146,5	112	-22	393 231	12,3	3 982,51
TSTO B I Sähkö 288 kW 40/35	146,5	112	-22	372 431	5,5	4 536,77
TSTO A I KL 476 kW 70/40	209,9	119	-22	618 974	15,3	5 389,79
TSTO A I Sähkö 476 kW 70/40	209,9	119	-22	598 174	6,7	6 172,89
TSTO A I KL 411 kW 40/35	209,9	112	-22	545 011	11,8	5 639,68
TSTO A I Sähkö 411 kW 40/35	209,9	112	-22	524 211	5,5	6 422,77

Pienin takaisinmaksuaika						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
TSTO D3 I KL 53 kW 70/40 IV: VILP	166,2	17	5	353 438	4,1	2 936,66
TSTO D3 I Sähkö 39 kW 70/40 IV: VILP	166,2	12	7	476 564	1,4	2 737,01
TSTO D3 I KL 30 kW 40/35 IV: Lisä	166,2	10	9	435 539	6,3	1 496,77
TSTO D3 I Sähkö 21 kW 40/35 IV: Lisä	166,2	7	12	611 266	1,8	1 395,45
TSTO D2 I KL 53 kW 70/40 IV: VILP	172,7	16	5	368 803	4,1	2 979,87
TSTO D2 I Sähkö 43 kW 70/40 IV: VILP	172,7	13	7	482 792	1,4	2 961,53
TSTO D2 I KL 37 kW 40/35 IV: Lisä	172,7	12	8	444 076	6,0	1 712,72
TSTO D2 I Sähkö 23 kW 40/35 IV: Lisä	172,7	8	11	626 692	1,8	1 523,36
TSTO D1 I KL 53 kW 70/40 IV: VILP	181,5	15	5	389 810	4,0	3 030,22
TSTO D1 I Sähkö 40 kW 70/40 IV: VILP	181,5	12	8	529 930	1,4	2 853,69
TSTO D1 I KL 39 kW 40/35 IV: Lisä	181,5	12	8	459 068	5,6	1 869,09
TSTO D1 I Sähkö 26 kW 40/35 IV: Lisä	181,5	8	11	646 068	1,7	1 706,89
TSTO C2 I KL 53 kW 70/40 IV: VILP	194,6	14	6	421 487	3,9	3 103,47
TSTO C2 I Sähkö 42 kW 70/40 IV: VILP	194,6	11	8	570 308	1,4	3 009,89
TSTO C2 I KL 44 kW 40/35 IV: Lisä	194,6	13	8	477 282	5,0	2 184,61
TSTO C2 I Sähkö 30 kW 40/35 IV: Lisä	194,6	9	10	673 352	1,6	1 995,13
TSTO C1 I KL 78 kW 70/40 IV: VILP	220,8	19	4	443 607	3,7	4 127,60
TSTO C1 I Sähkö 48 kW 70/40 IV: VILP	220,8	11	8	641 484	1,3	3 422,39
TSTO C1 I KL 48 kW 40/35 IV: Lisä	220,8	12	8	542 765	4,9	2 347,87
TSTO C1 I Sähkö 27 kW 40/35 IV: Lisä	220,8	7	12	793 786	1,6	1 901,32
TSTO B I KL 53 kW 70/40	146,5	19	4	307 363	4,4	2 806,84
TSTO B I Sähkö 39 kW 70/40	146,5	14	6	403 049	1,5	2 639,92
TSTO B I KL 53 kW 40/35	146,5	21	4	297 764	4,1	2 886,28
TSTO B I Sähkö 39 kW 40/35	146,5	15	6	396 462	1,5	2 699,80
TSTO A I KL 73 kW 70/40	209,9	18	4	425 578	3,8	3 889,36
TSTO A I Sähkö 47 kW 70/40	209,9	12	8	604 708	1,4	3 324,99
TSTO A I KL 74 kW 40/35	209,9	20	4	410 499	3,6	4 034,90
TSTO A I Sähkö 45 kW 40/35	209,9	12	8	606 391	1,3	3 296,69
Lämpökertoimen vaikutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
Pienin elinkaarikustannus						
TSTO KA I Sähkö 145 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	184,6	41	-7	431 181	2,7	4 555,41
TSTO KA I Sähkö 150 kW 70/40 IV: VILP COP*1	184,6	43	-7	358 356	2,4	5 249,95
TSTO KA I Sähkö 152 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	184,6	43	-7	316 030	2,3	5 647,73
Pienin energiankulutus						
TSTO KA I Sähkö 419 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	184,6	119	-22	609 109	7,9	4 718,87
TSTO KA I Sähkö 419 kW 70/40 IV: VILP COP*1	184,6	119	-22	528 634	6,7	5 450,46
TSTO KA I Sähkö 419 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	184,6	119	-22	482 369	6,2	5 871,05
Pienin takaisinmaksuaika						
TSTO KA I Sähkö 39 kW 70/40 IV: VILP COP*1	184,6	11	8	546 989	1,4	2 813,60
TSTO KA I Sähkö 39 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	184,6	11	8	526 970	1,3	2 995,60
TSTO KA I Sähkö 40 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	184,6	11	8	577 408	1,6	2 543,57

Jokioisten mitoitusvyöhyke

Pienin elinkaarikustannus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
TSTO D3 II KL 104 kW 70/40 IV: VILP	177,8	35	-3	321 434	4,8	3 973,74
TSTO D3 II Sähkö 124 kW 70/40 IV: VILP	177,8	42	-6	321 594	2,3	4 698,34
TSTO D3 II KL 45 kW 40/35 IV: Lisä	177,8	15	6	433 335	6,9	1 690,57
TSTO D3 II Sähkö 52 kW 40/35 IV: Lisä	177,8	18	5	569 906	2,5	1 972,96
TSTO D2 II KL 104 kW 70/40 IV: VILP	184,8	34	-2	332 026	4,7	4 086,19
TSTO D2 II Sähkö 146 kW 70/40 IV: VILP	184,8	48	-8	336 809	2,5	4 958,15
TSTO D2 II KL 53 kW 40/35 IV: Lisä	184,8	18	5	444 861	6,8	1 873,80
TSTO D2 II Sähkö 52 kW 40/35 IV: Lisä	184,8	17	5	581 098	2,4	2 126,34
TSTO D1 II KL 104 kW 70/40 IV: VILP	194,1	32	-2	346 459	4,5	4 231,56
TSTO D1 II Sähkö 149 kW 70/40 IV: VILP	194,1	46	-7	351 609	2,4	5 183,29
TSTO D1 II KL 53 kW 40/35 IV: Lisä	194,1	17	5	457 462	6,1	2 043,13
TSTO D1 II Sähkö 59 kW 40/35 IV: Lisä	194,1	19	5	596 060	2,3	2 376,01
TSTO C2 II KL 107 kW 70/40 IV: VILP	208,2	31	-1	368 536	4,3	4 477,01
TSTO C2 II Sähkö 153 kW 70/40 IV: VILP	208,2	44	-7	374 044	2,3	5 515,61
TSTO C2 II KL 57 kW 40/35 IV: Lisä	208,2	17	5	472 608	5,4	2 391,71
TSTO C2 II Sähkö 80 kW 40/35 IV: Lisä	208,2	23	3	608 069	2,5	2 913,61
TSTO C1 II KL 143 kW 70/40 IV: VILP	236,2	36	-4	414 639	4,6	5 276,41
TSTO C1 II Sähkö 195 kW 70/40 IV: VILP	236,2	50	-9	427 786	2,6	6 320,59
TSTO C1 II KL 64 kW 40/35 IV: Lisä	236,2	17	5	538 629	5,3	2 579,53
TSTO C1 II Sähkö 93 kW 40/35 IV: Lisä	236,2	24	2	705 604	2,6	3 131,97
TSTO B II KL 104 kW 70/40	156,7	40	-5	291 374	5,4	3 610,64
TSTO B II Sähkö 103 kW 70/40	156,7	39	-5	286 112	2,2	4 118,99
TSTO B II KL 104 kW 40/35	156,7	44	-5	275 555	5,0	3 755,05
TSTO B II Sähkö 109 kW 40/35	156,7	46	-6	269 787	2,2	4 306,39
TSTO A II KL 125 kW 70/40	224,5	34	-2	394 436	4,4	4 924,37
TSTO A II Sähkö 176 kW 70/40	224,5	47	-8	404 532	2,5	5 983,27
TSTO A II KL 143 kW 40/35	224,5	42	-4	375 594	4,5	5 278,55
TSTO A II Sähkö 182 kW 40/35	224,5	54	-8	382 054	2,4	6 226,61
Pienin energiankulutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
TSTO D3 II KL 352 kW 70/40 IV: VILP	177,8	119	-22	479 451	14,4	4 309,09
TSTO D3 II Sähkö 352 kW 70/40 IV: VILP	177,8	119	-22	458 651	6,2	4 934,37
TSTO D3 II KL 326 kW 40/35 IV: Lisä	177,8	112	-22	626 728	47,2	1 812,22
TSTO D3 II Sähkö 326 kW 40/35 IV: Lisä	177,8	112	-22	755 512	16,2	2 066,63
TSTO D2 II KL 366 kW 70/40 IV: VILP	184,8	119	-22	496 879	14,3	4 473,11
TSTO D2 II Sähkö 366 kW 70/40 IV: VILP	184,8	119	-22	476 079	6,2	5 122,06
TSTO D2 II KL 338 kW 40/35 IV: Lisä	184,8	112	-22	641 898	42,2	1 983,77
TSTO D2 II Sähkö 338 kW 40/35 IV: Lisä	184,8	112	-22	770 682	15,1	2 261,85
TSTO D1 II KL 384 kW 70/40 IV: VILP	194,1	119	-22	519 641	14,2	4 691,81
TSTO D1 II Sähkö 384 kW 70/40 IV: VILP	194,1	119	-22	498 841	6,2	5 372,32
TSTO D1 II KL 356 kW 40/35 IV: Lisä	194,1	112	-22	663 555	37,6	2 212,51
TSTO D1 II Sähkö 356 kW 40/35 IV: Lisä	194,1	112	-22	792 339	14,0	2 522,15
TSTO C2 II KL 412 kW 70/40 IV: VILP	208,2	119	-22	554 498	14,2	5 019,85
TSTO C2 II Sähkö 412 kW 70/40 IV: VILP	208,2	119	-22	533 698	6,2	5 747,71
TSTO C2 II KL 381 kW 40/35 IV: Lisä	208,2	112	-22	686 659	30,3	2 669,99
TSTO C2 II Sähkö 381 kW 40/35 IV: Lisä	208,2	112	-22	809 078	12,0	3 042,76
TSTO C1 II KL 467 kW 70/40 IV: VILP	236,2	119	-22	623 498	14,0	5 675,93
TSTO C1 II Sähkö 467 kW 70/40 IV: VILP	236,2	119	-22	602 698	6,2	6 498,48
TSTO C1 II KL 432 kW 40/35 IV: Lisä	236,2	112	-22	785 266	33,0	2 841,54
TSTO C1 II Sähkö 432 kW 40/35 IV: Lisä	236,2	112	-22	936 329	12,9	3 237,98
TSTO B II KL 311 kW 70/40	156,7	119	-22	427 879	14,6	3 817,02
TSTO B II Sähkö 311 kW 70/40	156,7	119	-22	407 079	6,2	4 371,28
TSTO B II KL 260 kW 40/35	156,7	110	-22	372 913	11,0	3 985,22
TSTO B II Sähkö 260 kW 40/35	156,7	110	-22	352 113	4,9	4 539,48
TSTO A II KL 444 kW 70/40	224,5	119	-22	594 689	14,1	5 402,57
TSTO A II Sähkö 444 kW 70/40	224,5	119	-22	573 889	6,2	6 185,66
TSTO A II KL 372 kW 40/35	224,5	111	-22	516 699	10,5	5 643,57
TSTO A II Sähkö 372 kW 40/35	224,5	111	-22	495 899	4,9	6 426,66

Pienin takaisinmaksuaika						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
TSTO D3 II KL 53 kW 70/40 IV: VILP	177,8	18	5	352 883	4,1	2 942,34
TSTO D3 II Sähkö 39 kW 70/40 IV: VILP	177,8	13	7	476 085	1,4	2 741,37
TSTO D3 II KL 30 kW 40/35 IV: Lisä	177,8	10	9	435 457	6,3	1 497,53
TSTO D3 II Sähkö 21 kW 40/35 IV: Lisä	177,8	7	12	611 207	1,8	1 395,99
TSTO D2 II KL 53 kW 70/40 IV: VILP	184,8	17	5	368 248	4,1	2 985,56
TSTO D2 II Sähkö 41 kW 70/40 IV: VILP	184,8	13	7	491 495	1,4	2 869,42
TSTO D2 II KL 37 kW 40/35 IV: Lisä	184,8	12	8	443 977	6,0	1 713,62
TSTO D2 II Sähkö 23 kW 40/35 IV: Lisä	184,8	8	11	626 626	1,8	1 523,95
TSTO D1 II KL 53 kW 70/40 IV: VILP	194,1	16	5	389 255	4,0	3 035,92
TSTO D1 II Sähkö 40 kW 70/40 IV: VILP	194,1	12	8	529 437	1,4	2 858,17
TSTO D1 II KL 39 kW 40/35 IV: Lisä	194,1	12	8	458 961	5,6	1 870,06
TSTO D1 II Sähkö 26 kW 40/35 IV: Lisä	194,1	8	11	645 994	1,7	1 707,56
TSTO C2 II KL 53 kW 70/40 IV: VILP	208,2	15	6	420 930	3,9	3 109,18
TSTO C2 II Sähkö 42 kW 70/40 IV: VILP	208,2	12	8	569 790	1,4	3 014,61
TSTO C2 II KL 44 kW 40/35 IV: Lisä	208,2	13	8	477 158	5,0	2 185,74
TSTO C2 II Sähkö 30 kW 40/35 IV: Lisä	208,2	9	10	673 265	1,6	1 995,92
TSTO C1 II KL 78 kW 70/40 IV: VILP	236,2	20	4	442 786	3,7	4 136,01
TSTO C1 II Sähkö 48 kW 70/40 IV: VILP	236,2	12	8	640 890	1,3	3 427,79
TSTO C1 II KL 48 kW 40/35 IV: Lisä	236,2	12	8	542 630	4,9	2 349,09
TSTO C1 II Sähkö 27 kW 40/35 IV: Lisä	236,2	7	12	793 708	1,6	1 902,03
TSTO B II KL 53 kW 70/40	156,7	20	4	306 811	4,3	2 812,50
TSTO B II Sähkö 39 kW 70/40	156,7	15	6	402 571	1,5	2 644,27
TSTO B II KL 53 kW 40/35	156,7	22	4	296 167	4,1	2 909,57
TSTO B II Sähkö 39 kW 40/35	156,7	17	6	394 311	1,4	2 719,36
TSTO A II KL 73 kW 70/40	224,5	20	4	424 811	3,8	3 897,23
TSTO A II Sähkö 48 kW 70/40	224,5	13	8	599 379	1,4	3 379,93
TSTO A II KL 74 kW 40/35	224,5	22	4	408 253	3,5	4 067,65
TSTO A II Sähkö 45 kW 40/35	224,5	13	8	603 891	1,3	3 319,41
Lämpökertoimen vaikutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
Pienin elinkaarikustannus						
TSTO KA II Sähkö 145 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	197,5	44	-7	429 484	2,7	4 570,83
TSTO KA II Sähkö 150 kW 70/40 IV: VILP COP*1	197,5	46	-7	356 874	2,4	5 263,42
TSTO KA II Sähkö 152 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	197,5	46	-7	314 678	2,3	5 660,03
Pienin energiankulutus						
TSTO KA II Sähkö 391 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	197,5	119	-22	587 407	7,3	4 734,17
TSTO KA II Sähkö 391 kW 70/40 IV: VILP COP*1	197,5	119	-22	507 379	6,2	5 461,70
TSTO KA II Sähkö 391 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	197,5	119	-22	461 372	5,7	5 879,94
Pienin takaisinmaksuaika						
TSTO KA II Sähkö 39 kW 70/40 IV: VILP COP*1	197,5	12	8	546 509	1,4	2 817,97
TSTO KA II Sähkö 39 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	197,5	12	8	526 545	1,3	2 999,46
TSTO KA II Sähkö 40 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	197,5	12	8	576 815	1,6	2 548,96

Jyväskylän mitoitusvyöhyke

Pienin elinkaarikustannus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
TSTO D3 III KL 104 kW 70/40 IV: VILP	189,4	37	-3	383 672	4,4	4 379,53
TSTO D3 III Sähkö 150 kW 70/40 IV: VILP	189,4	54	-9	394 087	2,4	5 399,85
TSTO D3 III KL 53 kW 40/35 IV: Lisä	189,4	18	5	510 014	6,6	1 933,84
TSTO D3 III Sähkö 52 kW 40/35 IV: Lisä	189,4	18	5	676 113	2,3	2 198,97
TSTO D2 III KL 114 kW 70/40 IV: VILP	196,8	40	-4	396 998	4,5	4 618,23
TSTO D2 III Sähkö 152 kW 70/40 IV: VILP	196,8	53	-9	407 820	2,3	5 590,18
TSTO D2 III KL 53 kW 40/35 IV: Lisä	196,8	18	5	521 599	6,1	2 079,92
TSTO D2 III Sähkö 59 kW 40/35 IV: Lisä	196,8	20	4	689 730	2,3	2 422,85
TSTO D1 III KL 115 kW 70/40 IV: VILP	206,8	38	-3	415 024	4,3	4 790,03
TSTO D1 III Sähkö 162 kW 70/40 IV: VILP	206,8	53	-9	427 999	2,3	5 874,62
TSTO D1 III KL 53 kW 40/35 IV: Lisä	206,8	17	5	538 424	5,5	2 254,39
TSTO D1 III Sähkö 76 kW 40/35 IV: Lisä	206,8	24	3	709 803	2,5	2 753,76
TSTO C2 III KL 142 kW 70/40 IV: VILP	221,8	44	-5	443 848	4,6	5 315,47
TSTO C2 III Sähkö 192 kW 70/40 IV: VILP	221,8	59	-11	464 187	2,5	6 344,98
TSTO C2 III KL 74 kW 40/35 IV: Lisä	221,8	22	4	558 370	5,4	2 820,91
TSTO C2 III Sähkö 103 kW 40/35 IV: Lisä	221,8	30	0	728 870	2,7	3 360,27
TSTO C1 III KL 153 kW 70/40 IV: VILP	251,7	42	-5	496 526	4,3	5 944,53
TSTO C1 III Sähkö 206 kW 70/40 IV: VILP	251,7	56	-10	519 297	2,4	7 143,67
TSTO C1 III KL 77 kW 40/35 IV: Lisä	251,7	20	4	636 560	5,2	2 988,05
TSTO C1 III Sähkö 103 kW 40/35 IV: Lisä	251,7	27	1	840 090	2,5	3 557,87
TSTO B III KL 104 kW 70/40	166,9	42	-5	343 755	4,9	4 009,35
TSTO B III Sähkö 119 kW 70/40	166,9	49	-7	347 320	2,2	4 716,99
TSTO B III KL 104 kW 40/35	166,9	44	-5	323 852	4,5	4 191,11
TSTO B III Sähkö 124 kW 40/35	166,9	53	-8	326 489	2,2	4 938,86
TSTO A III KL 148 kW 70/40	239,2	42	-5	474 335	4,4	5 681,27
TSTO A III Sähkö 206 kW 70/40	239,2	59	-11	498 628	2,5	6 827,95
TSTO A III KL 153 kW 40/35	239,2	45	-5	446 534	4,2	5 986,24
TSTO A III Sähkö 206 kW 40/35	239,2	61	-11	466 441	2,4	7 120,56
Pienin energiankulutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
TSTO D3 III KL 331 kW 70/40 IV: VILP	189,4	119	-22	519 876	11,8	4 852,44
TSTO D3 III Sähkö 331 kW 70/40 IV: VILP	189,4	119	-22	504 163	5,1	5 575,66
TSTO D3 III KL 326 kW 40/35 IV: Lisä	189,4	112	-22	699 037	38,6	2 040,46
TSTO D3 III Sähkö 326 kW 40/35 IV: Lisä	189,4	112	-22	857 373	13,9	2 332,16
TSTO D2 III KL 344 kW 70/40 IV: VILP	196,8	119	-22	538 761	11,7	5 038,08
TSTO D2 III Sähkö 344 kW 70/40 IV: VILP	196,8	119	-22	523 246	5,1	5 788,85
TSTO D2 III KL 338 kW 40/35 IV: Lisä	196,8	112	-22	716 110	34,8	2 236,08
TSTO D2 III Sähkö 338 kW 40/35 IV: Lisä	196,8	112	-22	874 644	12,9	2 555,32
TSTO D1 III KL 361 kW 70/40 IV: VILP	206,8	119	-22	563 703	11,7	5 285,60
TSTO D1 III Sähkö 361 kW 70/40 IV: VILP	206,8	119	-22	548 453	5,1	6 073,09
TSTO D1 III KL 356 kW 40/35 IV: Lisä	206,8	112	-22	740 303	31,3	2 496,90
TSTO D1 III Sähkö 356 kW 40/35 IV: Lisä	206,8	112	-22	899 102	12,0	2 852,87
TSTO C2 III KL 387 kW 70/40 IV: VILP	221,8	119	-22	601 472	11,6	5 656,89
TSTO C2 III Sähkö 387 kW 70/40 IV: VILP	221,8	119	-22	586 619	5,1	6 499,47
TSTO C2 III KL 381 kW 40/35 IV: Lisä	221,8	112	-22	766 205	25,5	3 018,55
TSTO C2 III Sähkö 381 kW 40/35 IV: Lisä	221,8	112	-22	917 994	10,3	3 447,97
TSTO C1 III KL 439 kW 70/40 IV: VILP	251,7	119	-22	677 011	11,5	6 399,47
TSTO C1 III Sähkö 439 kW 70/40 IV: VILP	251,7	119	-22	662 951	5,1	7 352,23
TSTO C1 III KL 432 kW 40/35 IV: Lisä	251,7	112	-22	876 955	27,6	3 214,17
TSTO C1 III Sähkö 432 kW 40/35 IV: Lisä	251,7	112	-22	1 062 867	11,1	3 671,13
TSTO B III KL 292 kW 70/40	166,9	119	-22	463 222	12,0	4 295,50
TSTO B III Sähkö 292 kW 70/40	166,9	119	-22	446 914	5,1	4 936,09
TSTO B III KL 260 kW 40/35	166,9	110	-22	415 839	9,6	4 518,25
TSTO B III Sähkö 260 kW 40/35	166,9	110	-22	399 532	4,3	5 158,83
TSTO A III KL 417 kW 70/40	239,2	119	-22	645 299	11,5	6 090,05
TSTO A III Sähkö 417 kW 70/40	239,2	119	-22	630 908	5,1	6 996,90
TSTO A III KL 372 kW 40/35	239,2	111	-22	578 013	9,2	6 409,25
TSTO A III Sähkö 372 kW 40/35	239,2	111	-22	563 622	4,3	7 316,10

Pienin takaisinmaksuaika						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
TSTO D3 III KL 61 kW 70/40 IV: VILP	189,4	22	4	419 913	4,0	3 348,05
TSTO D3 III Sähkö 45 kW 70/40 IV: VILP	189,4	16	6	568 842	1,4	3 128,66
TSTO D3 III KL 39 kW 40/35 IV: Lisä	189,4	13	7	509 659	6,0	1 784,94
TSTO D3 III Sähkö 25 kW 40/35 IV: Lisä	189,4	9	11	721 072	1,8	1 614,75
TSTO D2 III KL 73 kW 70/40 IV: VILP	196,8	25	2	420 728	3,9	3 793,26
TSTO D2 III Sähkö 47 kW 70/40 IV: VILP	196,8	16	6	588 988	1,4	3 260,69
TSTO D2 III KL 39 kW 40/35 IV: Lisä	196,8	13	8	524 605	5,6	1 881,88
TSTO D2 III Sähkö 27 kW 40/35 IV: Lisä	196,8	9	10	740 890	1,7	1 749,76
TSTO D1 III KL 73 kW 70/40 IV: VILP	206,8	24	3	444 732	3,8	3 865,73
TSTO D1 III Sähkö 47 kW 70/40 IV: VILP	206,8	16	7	628 610	1,4	3 303,39
TSTO D1 III KL 43 kW 40/35 IV: Lisä	206,8	14	7	542 411	5,3	2 086,21
TSTO D1 III Sähkö 29 kW 40/35 IV: Lisä	206,8	9	10	769 988	1,7	1 901,13
TSTO C2 III KL 75 kW 70/40 IV: VILP	221,8	23	3	478 610	3,7	4 029,01
TSTO C2 III Sähkö 49 kW 70/40 IV: VILP	221,8	15	7	678 478	1,4	3 467,39
TSTO C2 III KL 53 kW 40/35 IV: Lisä	221,8	16	6	561 976	4,8	2 537,60
TSTO C2 III Sähkö 27 kW 40/35 IV: Lisä	221,8	8	11	832 031	1,6	1 928,45
TSTO C1 III KL 81 kW 70/40 IV: VILP	251,7	22	4	543 333	3,6	4 423,16
TSTO C1 III Sähkö 52 kW 70/40 IV: VILP	251,7	14	7	783 766	1,3	3 738,41
TSTO C1 III KL 53 kW 40/35 IV: Lisä	251,7	14	7	643 449	4,7	2 624,15
TSTO C1 III Sähkö 27 kW 40/35 IV: Lisä	251,7	7	12	961 378	1,5	1 961,25
TSTO B III KL 66 kW 70/40	166,9	27	2	358 505	4,2	3 351,37
TSTO B III Sähkö 41 kW 70/40	166,9	17	6	499 080	1,4	2 830,35
TSTO B III KL 53 kW 40/35	166,9	22	4	364 215	3,9	3 047,59
TSTO B III Sähkö 41 kW 40/35	166,9	17	6	489 004	1,4	2 921,95
TSTO A III KL 78 kW 70/40	239,2	22	4	517 125	3,6	4 242,01
TSTO A III Sähkö 52 kW 70/40	239,2	15	7	733 469	1,3	3 692,03
TSTO A III KL 81 kW 40/35	239,2	24	3	493 480	3,4	4 517,67
TSTO A III Sähkö 52 kW 40/35	239,2	15	7	720 434	1,3	3 810,53
Lämpökertoimen vaikutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
Pienin elinkaarikustannus						
TSTO KA III Sähkö 152 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	210,4	49	-7	521 516	2,5	5 103,36
TSTO KA III Sähkö 169 kW 70/40 IV: VILP COP*1	210,4	55	-9	436 331	2,4	5 988,27
TSTO KA III Sähkö 184 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	210,4	60	-11	388 909	2,4	6 516,87
Pienin energiankulutus						
TSTO KA III Sähkö 367 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	210,4	119	-22	655 748	6,0	5 280,57
TSTO KA III Sähkö 367 kW 70/40 IV: VILP COP*1	210,4	119	-22	557 404	5,1	6 174,60
TSTO KA III Sähkö 367 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	210,4	119	-22	500 833	4,6	6 688,88
Pienin takaisinmaksuaika						
TSTO KA III Sähkö 45 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	210,4	15	7	694 858	1,6	2 832,02
TSTO KA III Sähkö 49 kW 70/40 IV: VILP COP*1	210,4	16	6	633 189	1,4	3 418,65
TSTO KA III Sähkö 49 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	210,4	16	6	607 093	1,3	3 655,89

Sodankylän mitoitusvyöhyke

Pienin elinkaarikustannus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
TSTO D3 IV KL 122 kW 70/40 IV: VILP	212,5	46	-5	522 979	4,8	4 645,80
TSTO D3 IV Sähkö 179 kW 70/40 IV: VILP	212,5	67	-12	577 613	2,6	5 811,71
TSTO D3 IV KL 53 kW 40/35 IV: Lisä	212,5	18	5	645 779	6,5	1 981,89
TSTO D3 IV Sähkö 74 kW 40/35 IV: Lisä	212,5	25	2	874 743	2,8	2 428,03
TSTO D2 IV KL 141 kW 70/40 IV: VILP	220,9	51	-7	543 815	5,1	4 968,26
TSTO D2 IV Sähkö 190 kW 70/40 IV: VILP	220,9	68	-13	600 682	2,6	6 050,34
TSTO D2 IV KL 53 kW 40/35 IV: Lisä	220,9	18	5	663 781	6,0	2 113,83
TSTO D2 IV Sähkö 77 kW 40/35 IV: Lisä	220,9	25	2	894 898	2,7	2 641,15
TSTO D1 IV KL 144 kW 70/40 IV: VILP	232,1	49	-7	568 378	4,9	5 176,42
TSTO D1 IV Sähkö 203 kW 70/40 IV: VILP	232,1	70	-13	630 958	2,7	6 362,07
TSTO D1 IV KL 71 kW 40/35 IV: Lisä	232,1	22	3	688 706	6,2	2 480,74
TSTO D1 IV Sähkö 98 kW 40/35 IV: Lisä	232,1	31	-1	925 617	2,9	3 000,84
TSTO C2 IV KL 151 kW 70/40 IV: VILP	248,9	48	-6	605 871	4,8	5 509,04
TSTO C2 IV Sähkö 206 kW 70/40 IV: VILP	248,9	66	-12	671 697	2,5	6 764,91
TSTO C2 IV KL 81 kW 40/35 IV: Lisä	248,9	24	3	717 871	5,6	2 955,43
TSTO C2 IV Sähkö 103 kW 40/35 IV: Lisä	248,9	30	0	950 482	2,5	3 560,99
TSTO C1 IV KL 180 kW 70/40 IV: VILP	282,5	51	-7	683 399	4,8	6 317,35
TSTO C1 IV Sähkö 214 kW 70/40 IV: VILP	282,5	60	-10	756 929	2,3	7 549,46
TSTO C1 IV KL 93 kW 40/35 IV: Lisä	282,5	24	2	819 167	5,7	3 205,22
TSTO C1 IV Sähkö 103 kW 40/35 IV: Lisä	282,5	27	1	1 095 659	2,4	3 748,60
TSTO B IV KL 104 kW 70/40	187,4	44	-5	466 079	4,9	4 065,91
TSTO B IV Sähkö 152 kW 70/40	187,4	64	-11	510 672	2,5	5 114,22
TSTO B IV KL 106 kW 40/35	187,4	45	-5	442 274	4,5	4 306,87
TSTO B IV Sähkö 154 kW 40/35	187,4	65	-12	482 433	2,4	5 383,95
TSTO A IV KL 162 kW 70/40	268,5	48	-6	650 043	4,7	5 924,90
TSTO A IV Sähkö 207 kW 70/40	268,5	61	-11	720 724	2,4	7 205,02
TSTO A IV KL 184 kW 40/35	268,5	55	-9	617 318	4,6	6 457,12
TSTO A IV Sähkö 210 kW 40/35	268,5	62	-11	680 608	2,3	7 589,20
Pienin energiankulutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
TSTO D3 IV KL 297 kW 70/40 IV: VILP	212,5	111	-22	620 808	10,0	5 181,40
TSTO D3 IV Sähkö 297 kW 70/40 IV: VILP	212,5	111	-22	642 715	4,2	5 986,88
TSTO D3 IV KL 326 kW 40/35 IV: Lisä	212,5	112	-22	828 911	35,3	2 190,02
TSTO D3 IV Sähkö 326 kW 40/35 IV: Lisä	212,5	112	-22	1 045 634	12,6	2 512,48
TSTO D2 IV KL 308 kW 70/40 IV: VILP	220,9	111	-22	643 176	10,0	5 380,34
TSTO D2 IV Sähkö 308 kW 70/40 IV: VILP	220,9	111	-22	666 761	4,2	6 216,62
TSTO D2 IV KL 338 kW 40/35 IV: Lisä	220,9	112	-22	850 553	31,9	2 402,13
TSTO D2 IV Sähkö 338 kW 40/35 IV: Lisä	220,9	112	-22	1 068 943	11,8	2 755,43
TSTO D1 IV KL 324 kW 70/40 IV: VILP	232,1	111	-22	673 952	9,9	5 645,78
TSTO D1 IV Sähkö 324 kW 70/40 IV: VILP	232,1	111	-22	699 749	4,2	6 523,19
TSTO D1 IV KL 356 kW 40/35 IV: Lisä	232,1	112	-22	880 838	28,7	2 684,96
TSTO D1 IV Sähkö 356 kW 40/35 IV: Lisä	232,1	112	-22	1 101 451	10,9	3 079,35
TSTO C2 IV KL 347 kW 70/40 IV: VILP	248,9	111	-22	719 401	9,8	6 043,80
TSTO C2 IV Sähkö 347 kW 70/40 IV: VILP	248,9	111	-22	748 537	4,2	6 982,86
TSTO C2 IV KL 381 kW 40/35 IV: Lisä	248,9	112	-22	915 310	23,5	3 250,60
TSTO C2 IV Sähkö 381 kW 40/35 IV: Lisä	248,9	112	-22	1 130 968	9,4	3 727,21
TSTO C1 IV KL 394 kW 70/40 IV: VILP	282,5	111	-22	811 014	9,7	6 839,92
TSTO C1 IV Sähkö 394 kW 70/40 IV: VILP	282,5	111	-22	846 813	4,2	7 902,33
TSTO C1 IV KL 432 kW 40/35 IV: Lisä	282,5	112	-22	1 046 889	25,3	3 462,71
TSTO C1 IV Sähkö 432 kW 40/35 IV: Lisä	282,5	112	-22	1 306 522	10,1	3 970,16
TSTO B IV KL 262 kW 70/40	187,4	111	-22	552 277	10,2	4 584,31
TSTO B IV Sähkö 262 kW 70/40	187,4	111	-22	569 186	4,2	5 297,28
TSTO B IV KL 260 kW 40/35	187,4	110	-22	518 683	8,9	4 876,67
TSTO B IV Sähkö 260 kW 40/35	187,4	110	-22	535 598	3,9	5 589,62
TSTO A IV KL 374 kW 70/40	268,5	111	-22	772 545	9,8	6 508,17
TSTO A IV Sähkö 374 kW 70/40	268,5	111	-22	805 571	4,2	7 519,18
TSTO A IV KL 372 kW 40/35	268,5	111	-22	725 019	8,6	6 927,26
TSTO A IV Sähkö 372 kW 40/35	268,5	111	-22	758 040	3,9	7 938,28

Pienin takaisinmaksuaika						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
TSTO D3 IV KL 74 kW 70/40 IV: VILP	212,5	28	2	547 635	4,1	3 695,59
TSTO D3 IV Sähkö 46 kW 70/40 IV: VILP	212,5	17	6	784 598	1,5	3 065,53
TSTO D3 IV KL 40 kW 40/35 IV: Lisä	212,5	14	7	648 137	6,1	1 799,06
TSTO D3 IV Sähkö 28 kW 40/35 IV: Lisä	212,5	10	10	922 501	1,8	1 694,87
TSTO D2 IV KL 75 kW 70/40 IV: VILP	220,9	27	2	569 890	4,1	3 779,59
TSTO D2 IV Sähkö 49 kW 70/40 IV: VILP	220,9	18	6	808 999	1,4	3 240,04
TSTO D2 IV KL 42 kW 40/35 IV: Lisä	220,9	14	7	667 545	5,8	1 933,23
TSTO D2 IV Sähkö 30 kW 40/35 IV: Lisä	220,9	10	10	950 707	1,8	1 828,29
TSTO D1 IV KL 76 kW 70/40 IV: VILP	232,1	26	3	600 275	4,0	3 877,16
TSTO D1 IV Sähkö 50 kW 70/40 IV: VILP	232,1	17	6	854 948	1,4	3 331,30
TSTO D1 IV KL 49 kW 40/35 IV: Lisä	232,1	15	6	690 867	5,5	2 198,90
TSTO D1 IV Sähkö 32 kW 40/35 IV: Lisä	232,1	10	10	991 012	1,7	1 977,35
TSTO C2 IV KL 78 kW 70/40 IV: VILP	248,9	25	3	645 220	3,9	4 038,94
TSTO C2 IV Sähkö 53 kW 70/40 IV: VILP	248,9	17	6	917 222	1,4	3 538,36
TSTO C2 IV KL 53 kW 40/35 IV: Lisä	248,9	16	6	725 870	4,9	2 520,14
TSTO C2 IV Sähkö 27 kW 40/35 IV: Lisä	248,9	8	11	1 083 492	1,6	1 857,82
TSTO C1 IV KL 83 kW 70/40 IV: VILP	282,5	23	4	734 700	3,7	4 381,12
TSTO C1 IV Sähkö 53 kW 70/40 IV: VILP	282,5	15	7	1 070 841	1,4	3 649,21
TSTO C1 IV KL 53 kW 40/35 IV: Lisä	282,5	14	7	829 813	4,8	2 595,63
TSTO C1 IV Sähkö 27 kW 40/35 IV: Lisä	282,5	7	12	1 246 107	1,6	1 886,88
TSTO B IV KL 70 kW 70/40	187,4	30	1	482 485	4,4	3 407,75
TSTO B IV Sähkö 41 kW 70/40	187,4	17	6	693 512	1,5	2 730,55
TSTO B IV KL 71 kW 40/35	187,4	30	1	463 526	4,0	3 597,85
TSTO B IV Sähkö 42 kW 40/35	187,4	18	6	677 674	1,4	2 881,02
TSTO A IV KL 79 kW 70/40	268,5	23	4	700 434	3,8	4 170,95
TSTO A IV Sähkö 53 kW 70/40	268,5	16	7	1 006 680	1,4	3 604,41
TSTO A IV KL 85 kW 40/35	268,5	25	3	668 819	3,5	4 583,34
TSTO A IV Sähkö 53 kW 40/35	268,5	16	7	992 085	1,3	3 737,10
Lämpökertoimen vaikutus						
Järjestelmä	Tehontarve mitoitustilanteessa kW	Teho-osuus -20 °C ulkolämpötilassa %	Täysteho ulkolämpötilassa °C	Elinkaari- kustannus €	Takaisin- maksuaika v	Energiansäästö käyttöaikana MWh
Pienin elinkaarikustannus						
TSTO KA IV Sähkö 184 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	236,1	62	-11	745 248	2,9	5 379,02
TSTO KA IV Sähkö 206 kW 70/40 IV: VILP COP*1	236,1	69	-13	641 295	2,7	6 467,05
TSTO KA IV Sähkö 206 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	236,1	69	-13	576 851	2,4	7 052,90
Pienin energiankulutus						
TSTO KA IV Sähkö 329 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	236,1	111	-22	830 374	5,1	5 547,65
TSTO KA IV Sähkö 329 kW 70/40 IV: VILP COP*1	236,1	111	-22	711 034	4,2	6 632,55
TSTO KA IV Sähkö 329 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	236,1	111	-22	642 347	3,8	7 256,98
Pienin takaisinmaksuaika						
TSTO KA IV Sähkö 52 kW 70/40 IV: VILP COP*0,7	236,1	18	6	913 677	1,7	2 989,84
TSTO KA IV Sähkö 52 kW 70/40 IV: VILP COP*1	236,1	18	6	864 011	1,4	3 441,36
TSTO KA IV Sähkö 52 kW 70/40 IV: VILP COP*1,3	236,1	18	6	835 460	1,3	3 700,91