



Lämpimän käyttöveden kehittämisen ja lämpöhäviöiden optimointi

Jaakko Kuitunen

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2022

Talotekniikan koulutus
LVI-talotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutus
LVI-talotekniikka

KUITUNEN, JAAKKO:

Lämpimän käyttöveden kehittämisen ja lämpöhäviöiden optimointi

Opinnäytetyö 57 sivua, joista liitteitä 32 sivua
Toukokuu 2022

Opinnäytetyön taustana on muuttuneet energiamuotojen kertoimet sekä rakennusten muilta osin parantunut energiatehokkuus. Näiden johdosta selvitettiin mahdollisuutta toteuttaa asuinrakennuksen lämpimän käyttöveden kehitys asuntokohtaisilla sähkövaraajilla. Tutkimuskohteiksi valittiin kaksi Pirkanmaalle suunniteltua asuinrakennusta, joista toinen on 6-kerroksinen kerrostalo ja toinen on kahdeksan asunnon rivitalo.

Työssä selvitettiin valittujen kohteiden lämmin käyttövesijärjestelmien lämpöhäviöt ja energiankulutus niihin suunnitelluilla keskitetyillä järjestelmillä. Lisäksi tutkittiin, että paljonko kohteiden lämmin käyttövesijärjestelmien lämpöhäviöt ja energiankulutus olisivat, jos ne toteutettaisiin hajautetulla järjestelmällä käyttäen asuntokohtaisia sähkövaraajia. Lisäksi tutkittiin vaikutuksia rakennusten E-luvun laskentaan, kun lämminkäyttövesijärjestelmä muutetaan asuntokohtaiseksi ja energiamuotona olleet kaukolämpö ja maalämpö vaihdetaan sähköön.

Tutkimuksen perusteella todetaan, että lämpöhäviöt ovat rivitalossa huomattavasti pienemmät asuntokohtaisilla sähkövaraajilla kuin keskitetyllä järjestelmällä. Kerrostalossa lämpöhäviöt taas kasvavat huomattavasti asuntokohtaisilla sähkövaraajilla. Tämä johtuu siitä, että kerrostalossa on paljon enemmän asuntoja ja rivitalossa on paljon maahan asennettua putkielementtiä, joka tuottaa paljon lämpöhäviöitä.

Molemmissa kohteissa keskitetyn lämminkäyttövesijärjestelmien vaihtaminen asuntokohtaisiin sähkövaraajiin vaikutti E-lukuun negatiivisesti. Kerrostalo ei täyttänyt sille asetettua E-lukuvaatimusta, mutta rivitalo sen sijaan täytti kuitenkin vaatimuksensa ja sen pystyisi toteuttamaan asuntokohtaisilla sähkövaraajilla. Kerrostalossa tarvittavan ostoenergian hinta nousi myös huomattavasti, mutta rivitalossa se nousi hyvin vähän, vaikka sen keskitetty järjestelmä on suunniteltu energiatehokkaalla maalämpöpumpulla. Mahdollisina jatkotoimenpiteinä voisi tutkia keskitetyn ja hajautetun järjestelmän rakentamis- ja elinkaarikustannuksia.

Asiasanat: lämpöhäviö, lämmin käyttövesijärjestelmä, energiatehokkuus, E-luku

ABSTRACT

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

KUITUNEN, JAAKKO:
Optimization of Producing Domestic Hot Water and Energy Loss

Bachelor's thesis 57 pages, appendices 32 pages
May 2022

This thesis was made to investigate the possibilities of producing domestic hot water in residential buildings by using apartment-specific electric boilers. Using electric energy in hot water production was not possible with the old energy efficiency decrees and factors of energy forms. The decrees and factors were updated in year 2018, after which using electric energy might be possible.

The research was made in two residential buildings. One was a block of flats with six floors, and the other a row house with eight apartments. Both buildings were planned with centralized hot water producing systems. Heat losses and energy consumptions were calculated for the systems of both buildings. Heat losses and energy consumptions were also calculated for both buildings with apartment-specific electric boilers if they were planned like that.

Along with heat loss and energy consumption, it was examined how changing a central domestic hot water system to an apartment specific system in a residential building, impacts the energy efficiency calculations of both buildings.

As a result of this study, it was found out that the row house could have been planned with apartment-specific electric boilers. It passed the energy efficiency calculations for a new building with this system, and the heat losses also decreased. The block of flats did not pass the energy efficiency calculations, and therefore, could not be built with electric boilers.

key words: domestic hot water, heat loss, energy efficiency

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	LÄMMIN KÄYTTÖVESILAITTEISTO	8
	2.1 Verkoston toimintalämpötilat	8
	2.1.1 Legionella	8
	2.1.2 Kiertojohto	9
	2.2 Lämpimän käyttöveden kehitys	9
	2.2.1 Keskitetty lämpimän käyttöveden kehitys	9
	2.2.2 Hajautettu lämpimän käyttöveden kehitys	10
3	ASETUKSET JA ENERGIAMÄÄRÄYKSET	11
	3.1 Laki energiatodistuksesta	11
	3.2 Energiamuotojen kertoimet	11
4	LÄMMIN KÄYTTÖVESILAITTEISTON LÄMMÖNLUOVUTUS	13
	4.1 Putket ja putkieleментit	13
	4.2 Sähkövaraajat	13
	4.3 Muut laitteet	13
5	LÄMPÖHÄVIÖ- JA ENERGIALASKENTA	15
	5.1 As. Oy Pirkkalan Mustikka	15
	5.1.1 Keskitetyn lämmin käyttövesijärjestelmän lämpöhäviöt	15
	5.1.2 Hajautetun lämmin käyttövesijärjestelmän lämpöhäviöt	16
	5.1.3 Vaikutukset E-lukuun	17
	5.2 Vuoreksen Aurinkorinne	17
	5.2.1 Keskitetyn lämmin käyttövesijärjestelmän lämpöhäviöt	18
	5.2.2 Hajautetun lämmin käyttövesijärjestelmän lämpöhäviöt	19
	5.2.3 Vaikutukset E-lukuun	19
	5.3 Energiankulutusten kustannusvertailu	20
	5.3.1 As Oy Pirkkalan Mustikka	20
	5.3.2 Vuoreksen Aurinkorinne	21
6	POHDINTA	23
	LÄHTEET	25
	LIITTEET	26
	Liite 1. Pirkkalan Mustikan energialaskelmat, keskitetty lämpimän käyttöveden kehitys	26
	Liite 2. Pirkkalan Mustikan energialaskelmat, hajautettu lämpimän käyttöveden kehitys	34
	Liite 3. Vuoreksen Aurinkorinteen energialaskelmat, keskitetty lämpimän käyttöveden kehitys	42

Liite 4. Vuoreksen Aurinkorinteen energialaskelmat, hajautettu lämpimän käyttöveden kehitys	50
--	----

LYHENTEET JA TERMIT

E-luku	Rakennuksen laskennallisen energiatehokkuuden vertailuluku
SPF-luku	Lämpöpumpun vuoden keskimääräinen lämpökerroin, joka on lämpöpumpulla tuotetun vuotuisen energian suhde lämpöpumpun sekä apulaitteiden vuotuisen sähkönkulutukseen

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Insinööritoimisto Jarmo Kuitunen Oy. Työn tavoitteena on selvittää, onko asuinrakennuksen lämpimän käyttöveden kehitys mahdollista toteuttaa asuntokohtaisilla sähkövaraajilla nykyisten asetusten ja energiamuotojen kertoimien puitteissa.

Muuttuneet energiamuotojen kertoimet ja muilta osin parantunut energiatehokkuus, esimerkiksi ilmanvaihdon hyötysuhteen ja johtumishäviöiden osalta, antavat mahdollisuuden saavuttaa rakennustyyppikohtainen E-lukuvaatimus kehittämällä lämmin käyttövesi sähkövaraajalla. Asuntokohtaisia lämminvesilaitteita käytettäessä rakennuksessa ei kuluteta lämpimän käyttöveden lämpötilan ylläpitämiseksi tarvittavan putkiston kuluttamaa energiaa.

Tavoitteeseen pyritään pääsemään laskennan avulla. Laskennan kohteina on jo suunniteltuja asuinrakennuskohteita. Ensimmäinen kohde on kerrostalokohde nimeltä Pirkkalan Mustikka, joka on 6-kerroksinen kerrostalo. Toisena kohteena on rivitalokohde nimeltä Vuoreksen Aurinkorinne, johon sisältyy yksi kahdeksan asunnon rivitalo, yksi kolmen asunnon rivitalo ja yksi paritalo. Tästä kohteesta tarkastellaan tarkemmin kahdeksan asunnon rivitaloa. Näiden kohteiden lämpimän käyttöveden vuotuinen energiankulutus ja lämpöhäviöt lasketaan ja sen jälkeen tutkitaan paljonko kulutus olisi asuntokohtaisilla sähkövaraajilla. Vastavasti tehdään asetusten vaatima energialaskenta kohteisiin sekä keskitetyllä, että hajautetulla käyttöveden kehityksellä.

Työn alussa käydään läpi asioita, jotka tulee ottaa huomioon lämmin käyttövesilaitteistoa suunniteltaessa. Tällaisia asioita ovat nykyiset energiamääräykset ja asetukset, verkoston korkeat lämpötilat, lämpimän veden odotusaika sekä verkoston lämmönluovutus. Tämän jälkeen käydään tarkemmin läpi tutkittavat kohteet sekä esitellään laskenta ja siitä saadut tulokset. Lopuksi vedetään johtopäätökset saaduista tuloksista.

2 LÄMMIN KÄYTTÖVESILAITTEISTO

Jokaisessa asuinrakennuksessa tarvitaan lämmin käyttövesilaitteisto, koska nykyaikainen asuminen edellyttää sitä. Ihminen kuluttaa vettä päivässä keskimäärin noin 120 litraa. Asuinkerrostalon käyttöveden kulutuksesta noin 40 % on lämmintä vettä. Veden lämmittäminen vaatii energiaa, joten laitteisto ja verkosto tulisi suunnitella ja rakentaa siten, että lämpöhäviöt olisivat mahdollisimman alhaiset. (Seppänen & Seppänen, 1996, 213)

2.1 Verkoston toimintalämpötilat

Lämpimän käyttövesiverkoston toimintalämpötilat ovat korkeat. Laitteisto ja verkosto on suunniteltava siten, että veden lämpötila on siinä vähintään 55 °C. Vesikalusteista saatavan veden lämpötila ei saa kuitenkaan nousta yli 65 °C, jotta vältetään liian kuumien veden aiheuttamilta tapaturmilta. (Ympäristöministeriö, 2017)

2.1.1 Legionella

Legionellabakteerit ovat bakteereita, joita esiintyy pieniä määriä makeassa vedessä. Ne pystyvät lisääntymään haitallisiin pitoisuuksiin lämpimässä käyttövedessä, jos veden lämpötila ei ole riittävän korkea. Lämpimän käyttöveden lämpötilan ollessa vähintään 55 °C legionellabakteereiden lisääntyminen haitallisiin pitoisuuksiin saadaan estettyä. Legionellabakteerit voivat aiheuttaa haittaa ihmisen terveydelle, jos niitä pääsee kulkeutumaan esimerkiksi suihkusta tulevan vesihöyryn mukana hengitykseen. Pahimmillaan se voi aiheuttaa vaikean keuhkokuumeen. (Legionella, Terveystieteiden tutkimuskeskus, 2019)

2.1.2 Kiertojohto

Lämpimään käyttövesiverkoston suunnitellaan kiertojohto ylläpitämään veden lämpötilaa, ellei kyseessä ole niin pieni verkosto, että 20 sekunnin odotusaika alittuu muuten. Kiertojohdon tehtävänä on siis pitää huoli, että lämpötila verkostossa ei pääse laskemaan alle 55 °C. Vesikalusteen ja kiertojohdolla varustetun putkiston välisen putken tulee olla mitoitukseltaan sellainen, että se täyttää odotusajalle asetetut vaatimukset. Kiertojohto on siis tuotava riittävän lähelle vesikalustetta ja kiertojohdon jälkeiset putkiosuudet mitoitettava siten, että ne tyhjenevät 20 sekunnissa, kun vesikalusteesta laskee lämmintä vettä täydellä virtaamalla. (Ympäristöministeriö, 2017)

2.2 Lämpimän käyttöveden kehitys

Rakennuksen lämpimän käyttöveden kehitys voidaan tehdä monilla eri tavoilla. Veden lämmittämiseen tarvitaan energiaa, esimerkiksi kaukolämpöä, sähköä tai maalämpöä. Lisäksi tarvitaan laitteisto, joka vaihtelee riippuen energiamuodosta ja siitä, että tapahtuuko kehitys keskitetysti vai hajautetusti.

2.2.1 Keskitetty lämpimän käyttöveden kehitys

Keskitetyssä järjestelmässä rakennuksen lämpimän käyttöveden kehitys tapahtuu keskitetysti rakennuksen teknisessä tilassa, jossa on siihen tarvittavat laitteistot. Tässä työssä tarkastellaan tarkemmin kahta erilaista keskitettyä järjestelmää, jotka on suunniteltu työssä tutkittaviin kohteisiin. Toinen palvelee rivitaloyhtiötä, johon sisältyy kolme taloa ja erillinen tekninen tila taloyhtiön pihamaalla. Toinen palvelee kerrostaloyhtiötä, johon sisältyy yksi 6-kerroksinen kerrostalo. Lämmönjakohuone sijaitsee rakennuksen kellarikerroksessa.

2.2.2 Hajautettu lämpimän käyttöveden kehitys

Hajautetussa järjestelmässä rakennuksen lämpimän käyttöveden kehitys on hajautettu pienempiin osiin ja laitteistoja on useampia. Hajautettu järjestelmä voidaan toteuttaa esimerkiksi asuntokohtaisilla lämminvesivaraajilla tai lämmönsiirtimillä. Tällöin asuntoihin tuodaan vain kylmä vesi ja veden lämmitys tapahtuu vasta asunnossa, jolloin rakennukseen ei tarvitse rakentaa keskitettyä putkistoa lämmintä käyttövettä ja sen kiertojohtoa varten. Tässä työssä tarkastellaan tarkemmin hajautettua järjestelmää, joka toimii asuntokohtaisilla sähkövaraajilla. Tarkastelu tapahtuu samoilla kohteilla, jotka on suunniteltu keskitetyillä järjestelmillä.

3 ASETUKSET JA ENERGIAMÄÄRÄYKSET

3.1 Laki energiatodistuksesta

Ympäristöministeriön laki energiatodistuksesta uudistui vuonna 2018 ja se muodostaa yhtenäisen kokonaisuuden rakennusten energiatehokkuutta koskevan lainsäädännön kanssa. Lain mukaan jokaiselle uudelle rakennukselle tulee laatia energiatodistus ja määritellä E-luku. Kiristyneet vaatimukset energiatehokkuudesta ja E-luvusta aiheuttavat sen, että energiatehokkuus tulee huomioida rakennuksen kaikissa rakenteissa ja teknisissä järjestelmissä, jotta rakennus täyttää sille asetetut vaatimukset. (Ympäristöministeriö, 2017)

Lämpimän käyttöveden kulutus on suuressa osassa rakennuksen energiankulutuksessa. Lämmintä vettä käytetään ympäri vuoden ja lämpötila verkostossa on ympäri vuoden yhtä korkea.

3.2 Energiamuotojen kertoimet

Energiatodistusta laadittaessa rakennuksen energialaskennasta saatu kokonaisenergiankulutus kerrotaan lopuksi käytettävillä energiamuodon kertoimilla. Vuonna 2018 tuli voimaan asetus, jossa kertoimia uudistettiin. Tämä asetus pienensi esimerkiksi sähkön ja kaukolämmön kertoimia. Vuonna 2018 voimaan tulleet energiamuotojen kertoimet, sekä ennen sitä voimassa olleet kertoimet on esitetty alla olevassa taulukossa 1. (Ympäristöministeriö, 2017)

TAULUKKO 1. Energiamuotojen kertoimet

Energiamuoto	Kerroin (vanha)	Kerroin (2018)
Sähkö	1.70	1.20
Kaukolämpö	0.70	0.50
Kaukojäähdytys	0.40	0.28
Fossiiliset polttoaineet	1.00	1.00
Uusiutuvat polttoaineet	0.50	0.50

Sähkön kertoimen pienemisen myötä esimerkiksi sähkölämmityksen käytön mahdollisuus parani ja tässä työssä tutkitaan tarkemmin, olisiko asuinrakennuksen lämpimän käyttöveden kehitys mahdollista toteuttaa suoralla sähköllä käyttäen lämminvesivaraajia. Lämpimän käyttöveden kiertojohtoon kuluttama energia on vuosittain niin suuri, koska verkoston lämpötilaa pidetään jatkuvasti korkeana, että sen poistuessa energialaskennasta saattaa sähkövaraajien käyttö olla mahdollista, vaikka kerroin onkin huomattavasti korkeampi kuin esimerkiksi kaukolämmöllä.

4 LÄMMIN KÄYTTÖVESILAITTEISTON LÄMMÖNLUOVUTUS

4.1 Putket ja putkielementit

Suurin lämmönluovuttaja lämmin käyttövesijärjestelmissä on yleensä putkisto. Se toimii ikään kuin lämpöpatteri ja luovuttaa jatkuvasti lämpöä ympäristöönsä, kun kuuma vesi kiertää siinä. Eristeet vähentävät huomattavasti putkiston lämmönluovutusta, mutta nekään eivät estä sitä kokonaan. Käyttöveden lämmitykseen kuluu energiaa, joten putkiston lämpöhäviöt kasvattavat rakennuksen energiankulutusta ja vaikuttavat sen E-lukuun huomattavasti.

Suuremmissa käyttövesijärjestelmissä, joissa useampaa rakennusta palvelee yhteinen tekninen tila, käytetään rakennusten välisiin vesijohtoihin maahan asennettavia putkielementtejä. Ne ovat muoviputkia, jotka ovat valmiiksi polyuretaanilla eristetyissä suojaputkissa. Putkielementeissäkin eriste auttaa huomattavasti vähentämään lämmönluovutusta, mutta silti se luovuttaa lämpöä ympäröivään maahan.

4.2 Sähkövaraajat

Jos lämmin käyttövesijärjestelmä suunnitellaan hajautetusti, tai muuten vain sähkövaraajalla esimerkiksi pienessä omakotitalossa, niin suurin lämmönluovuttaja järjestelmässä on silloin sähkövaraaja. Näissä tapauksissa järjestelmään ei tarvita kiertojohtoa, koska varaajan jälkeen verkostot ovat niin pieniä, että odotusaika alittuu muutenkin.

4.3 Muut laitteet

Lämmin käyttövesilaitteistoon kuuluu myös muita laitteita, jotka kuluttavat energiaa ja aiheuttavat lämpöhäviöitä. Tässä työssä tutkittavavan kerrostalokohteen järjestelmään sisältyy kaukolämmön lämmönsiirrin ja kiertovesipumppu. Kiertovesipumppu kierrättää vettä jatkuvasti lämminvesiputkistossa ja kuluttaa myös

jatkuvasti energiaa. Lämmönsiirtimissä aiheutuu lämpöhäviötä, kun kuuma kaukolämpövesi lämmittää kylmää vettä lämpimäksi käyttövedeksi. Yleensä lämmönsiirtimet on eristetty niin hyvin, että siitä aiheutuva lämpöhäviö on erittäin vähäistä.

Rivitalon energiamuotona on maalämpö ja järjestelmään sisältyy putkiston lisäksi kiertovesipumppu sekä yksi iso varaaja, joka sijaitsee teknisessä tilassa. Kiertovesipumppu kuluttaa tässä järjestelmässä energiaa niin ikään jatkuvasti ja varaajan vaipan läpi aiheutuu lämpöhäviötä.

5 LÄMPÖHÄVIÖ- JA ENERGIALASKENTA

Tässä osiossa esitellään kahdesta jo suunnitellusta asuinrakennuskohteesta lämmin käyttövesijärjestelmän lämpöhäviölaskennan tulokset kohteisiin jo suunnitelluilla keskitetyillä järjestelmillä. Sen jälkeen tutkitaan paljonko kohteiden lämmin käyttövesijärjestelmien lämpöhäviöt olisivat hajautetulla järjestelmällä ja asuntokohtaisilla sähkövaraajilla. Lisäksi tutkitaan mitä vaikutuksia sillä on kohteiden energialaskentaan ja E-lukuun, kun lämmin käyttövesi kehitetään hajautusti sähkövaraajilla.

5.1 As. Oy Pirkkalan Mustikka

Pirkkalan Mustikka on taloyhtiö Pirkkalassa, johon kuuluu yksi 6-kerroksinen kerrostalo, jossa on 52 asuntoa. Energiamuotona on kaukolämpö ja lämmönjakohuone sijaitsee talon kellarikerroksessa. Käyttövesiputkisto rakennuksen sisällä on rakennettu kupariputkesta ja eristetty villakouruilla. Kohteen lämminkäyttövesijärjestelmän lämpöhäviöt kyseisellä järjestelmällä esitellään kohdassa 5.1.1. Kohdassa 5.1.2 esitellään, paljonko lämpöhäviöt olisivat asuntokohtaisilla sähkövaraajilla. Kohdassa 5.1.3 käydään läpi, että miten tämä muutos vaikuttaa kohteen energialaskentaan ja E-lukuun.

5.1.1 Keskitetyn lämmin käyttövesijärjestelmän lämpöhäviöt

Keskitetyn lämmin käyttövesijärjestelmän kiertojohton laskennallinen lämpöhäviö Pirkkalan Mustikassa on 2,1 kW. Kun kerrotaan laskennallinen lämpöhäviö yhden vuoden tuntimäärällä eli 8760:llä, saadaan kiertojohton vuotuinen lämpöhäviö, joka on 18396 kWh. Järjestelmässä ei ole varaajia, joten varaajahäviöitä ei tule. Kaukolämmön lämmönsiirtimet ovat hyvin eristettyjä, joten siirtimessä tapahtuva lämpöhäviö on erittäin pientä, eikä sitä ole huomioitu laskelmissa. Lämpimän käyttöveden kiertopumpun ottoteho on noin 100 W, kun se kerrotaan yhden vuoden tuntimäärällä eli 8760:llä saadaan pumpun vuosittaiseksi energiankulutukseksi 876 kWh. Yhteensä vuosittainen energiankulutus on siis 19272

kWh. Alla olevassa taulukossa 2. on esitetty Pirkkalan Mustikan keskitetyn järjestelmän lämpöhäviöt sekä kiertopumpun ottoteho.

TAULUKKO 2. Mustikan keskitetyn järjestelmän lämpöhäviöt

	Laskennallinen (W)	Kulutus (kWh/a)
Kiertojohto	2100	18396
Varaajat	-	-
Pumppu	100	876
Yhteensä	2200	19272

Kiertojohtoon lämpöhäviö laskettiin TechCalc 2.0 laskentaohjelman avulla. Ohjelmalla pystyy laskemaan putken lämmönluovutuksen syöttämällä putken pituuden, putkikoon, lämpötilan putken sisä- ja ulkopuolella sekä valitun eristemateriaalin sekä paksuuden.

5.1.2 Hajautetun lämmin käyttövesijärjestelmän lämpöhäviöt

Hajautetulla lämmin käyttövesijärjestelmällä ei tarvita lämpimän käyttöveden kiertojohtoa, joten sen aiheuttamasta lämpöhäviöstä päästään eroon. Koska kiertojohtoa ei ole, niin ei tarvita myöskään lämpimän käyttöveden kiertopumppua, joten myös pumpun energiankulutusta ei ole. Näiden tilalle tulee sähkövaraajien lämpöhäviöt. Varaajatoimittajalta saatujen lämpöhäviötietojen mukaan yhden sähkövaraajan laskennallinen lämpöhäviö on 75 W, joten 52 asunnon talossa se tekee yhteensä 3,9 kW. Järjestelmän vuotuinen lämpöhäviö on siis 33800 kWh. Alla olevassa taulukossa 3. on esitetty Pirkkalan Mustikan hajautetun lämmin käyttövesijärjestelmän lämpöhäviöt.

TAULUKKO 3. Mustikan hajautetun järjestelmän lämpöhäviöt

	Laskennallinen (W)	Kulutus (kWh/a)
Kiertojohto	-	-
Varaajat	3900	33800
Pumppu	-	-
Yhteensä	3900	33800

Tämän perusteella voidaan todeta, että hajautetun järjestelmän energiankulutus on 14528 kWh/h vuodessa suurempi, kuin keskitetyllä järjestelmällä.

5.1.3 Vaikutukset E-lukuun

Pirkkalan Mustikassa oli rakennuksen laskennallisen energiatehokkuuden vertailuvun eli E-luvun vaatimuksena $90 \text{ kWh}_E/\text{m}^2\text{a}$. Rakennukseen suunnitellussa keskitetyssä lämmin käyttövesijärjestelmässä energiamuotona on kaukolämpö, jonka energiamuotokerroin on 0,5. Energialaskennassa tällä kertoimella kerrotaan lopuksi kokonaisenergiankulutus. Kaukolämmöllä ja keskitetyllä järjestelmällä Pirkkalan Mustikan E-luvuksi saatiin $83 \text{ kWh}_E/\text{m}^2\text{a}$ ja rakennuksen E-lukuvaatimus täyttyi ja energiatehokkuusluokaksi tuli B-luokka.

Hajautetulla lämmin käyttövesijärjestelmällä, jossa lämmin käyttövesi kehitetään asuntokohtaisilla sähkövaraajilla, on energiamuotona sähkö. Sähkön energiamuotokerroin on 1,2 ja energialaskennassa tällä kertoimella kerrotaan lämpimän käyttöveden kokonaisenergiankulutus laskennan lopuksi. Sähköllä ja hajautetulla järjestelmällä rakennuksen E-luvuksi saatiin $114 \text{ kWh}_E/\text{m}^2\text{a}$. Tällä järjestelmällä rakennus ei täytä sille asetettua E-lukuvaatimusta ja energiatehokkuusluokaksi tuli C-luokka. Tällä järjestelmällä rakennusta ei siis voitaisi rakentaa, ellei energiatehokkuutta saataisi parannettua jollain muulla tavalla.

5.2 Vuoreksen Aurinkorinne

Vuoreksen Aurinkorinne on taloyhtiö Tampereen Vuoreksessa, johon kuuluu yksi kahdeksan asunnon rivitalo, yksi kolmen asunnon rivitalo ja yksi paritalo. Kohteesta käsitellään tarkemmin kahdeksan asunnon taloa. Energiamuotona on maalämpö ja tekninen tila sijaitsee erillisessä rakennuksessa taloyhtiön pihamaalla, josta lämmin käyttövesi kiertojohtoineen viedään taloihin maahan asennettavilla putkielementeillä. Asunnoissa on jakolaatikot vaatehuoneen lattiassa. Ensimmäiselle jakolaatikon tullaan putkielementillä ja siitä eteenpäin muhin

asuntoihin PEX-muoviputkella. Kohteen lämmin käyttövesijärjestelmän lämpöhäviöt kyseisellä järjestelmällä esitellään kohdassa 5.2.1. Kohdassa 5.2.2 esitellään, paljonko lämpöhäviöt olisivat asuntokohtaisilla sähkövaraajilla. Kohdassa 5.2.3 käydään läpi, että miten tämä muutos vaikuttaa kohteen energialaskentaan ja E-lukuun.

5.2.1 Keskitetyn lämmin käyttövesijärjestelmän lämpöhäviöt

Vuoreksen Aurinkorinteen keskitetyn lämmin käyttövesijärjestelmän kiertojohdon laskennallinen lämpöhäviö on 1,8 kW. Tämä tarkoittaa, että kiertojohdon lämpöhäviö vuodessa on 15768 kWh. Tulos saadaan, kun kerrotaan laskennallinen lämpöhäviö 8760:llä, eli yhden vuoden tuntimäärällä. Koska kohteen energiamuoto on maalämpö, tulee tähän lisäksi vielä lämminvesivaraajan vuotuinen lämpöhäviö, joka on 1500 kWh vuodessa. Lisäksi järjestelmän energiankulutukseen tulee vielä lämpimän käyttöveden kiertopumpun ottoteho. Teho on noin 100 W, joten vuosittainen energiankulutus on 876 kWh. Yhteensä järjestelmän energiankulutus vuodessa on siis 18144 kWh. Alla olevassa taulukossa 4. on esitetty Vuoreksen Aurinkorinteen keskitetyn järjestelmän lämpöhäviöt sekä pumpun energiankulutus.

TAULUKKO 4. Aurinkorinteen keskitetyn järjestelmän lämpöhäviöt

	Laskennallinen (W)	Kulutus (kWh/a)
Kiertojohdo	1800	15768
Varaajat	170	1500
Pumppu	100	876
Yhteensä	2200	18144

Kiertojohdon lämpöhäviö laskettiin putkielementtitoimittajalta saatujen putkielementtien lämpöhäviötaulukoiden sekä TechCalc 2.0 laskentaohjelman avulla. Varaajan lämpöhäviötiedot saatiin varaajatoimittajalta.

5.2.2 Hajautetun lämmin käyttövesijärjestelmän lämpöhäviöt

Hajautetulla lämmin käyttövesijärjestelmällä ei tarvita lämpimän käyttöveden kiertojohtoa, joten kiertojohdon pumppuakaan ei tarvita ja näiden aiheuttamasta energiankulutuksesta päästään eroon. Maalämmön lämminvesivaraajan häviöt jäävät myös pois, mutta tilalle tulee asuntokohtaisten sähkövaraajien häviöt. Varaajatoimittajalta saatujen lämpöhäviötietojen mukaan yhden asuntokohtaisen sähkövaraajan laskennallinen lämpöhäviö on 75 W, eli yhteensä kahdeksasta asunnosta siis 0,6 kW. Tämä tarkoittaa, että varaajahäviöt ovat 5200 kWh vuodessa ja samalla myös koko järjestelmän lämpöhäviöt ovat 5200 kWh vuodessa, koska muita lämpöhäviöitä tai kulutusta ei ole. Alla olevassa taulukossa 5. on esitetty rakennuksen hajautetun järjestelmän lämpöhäviöt.

TAULUKKO 5. Aurinkorinteen hajautetun järjestelmän lämpöhäviöt

	Laskennallinen (W)	Kulutus (kWh/a)
Kiertojohdo	-	-
Varaajat	600	5200
Pumppu	-	-
Yhteensä	600	5200

Tämän perusteella voidaan todeta, että hajautetun järjestelmän vuosittainen energiankulutus ja lämpöhäviö on vuodessa 12944 kWh/h pienempi, kuin keskiteytissä järjestelmässä.

5.2.3 Vaikutukset E-lukuun

Vuoreksen Aurinkorinteessä oli rakennuksen laskennallisen energiatehokkuuden vertailuluvun eli E-luvun vaatimuksena 105 kWh_E/m²a. Rakennukseen suunnitellun keskitetyn lämmin käyttövesijärjestelmän energiamuotona on maalämpö. Maalämmön energiamuotokerroin on sama kuin sähköllä eli 1,2, mutta siinä huomioidaan maalämpöpumpun SPF-luku, joka ilmoittaa saadun käyttökelpoisen lämpöenergian määrän suhteessa ostettuun sähköenergiaan vuodessa. Vuoreksen Aurinkorinteen maalämpöpumpun SPF-luku on 2,3. Maalämmöllä ja keskiteytillä käyttöveden kehityksellä rakennuksen E-luvuksi saatiin 90 kWh_E/m²a. Tämä

täyttää rakennukselle asetetun E-lukuvaatimuksen ja energiatehokkuusluokaksi tuli B-luokka.

Hajautetussa järjestelmässä, jossa lämpimän käyttöveden kehitys tapahtuu asuntokohtaisilla sähkövaraajilla, on energiamuotona sähkö. Sähkön energiamuotokerroin on 1,2 ja nyt kyseessä on suora sähkölämmitys toisin kuin maalämpöä käytettäessä, eli laskennallisessa kulutuksessa ei huomioida lämpöpumpun SFP-lukua. Kokonaisenergiankulutus kerrotaan lopuksi tuolla kertoimella ja rakennuksen E-luvuksi saadaan $102 \text{ kWh}_E/\text{m}^2\text{a}$. Rakennuksen E-lukuvaatimus oli $105 \text{ kWh}_E/\text{m}^2\text{a}$, joten se täyttyy tälläkin järjestelmällä ja energiatehokkuusluokkana on B-luokka. Tämä rivitalokohde olisi siis toteutettavissa myös hajautetulla käyttöveden kehityksellä, joka toteutetaan asuntokohtaisilla sähkövaraajilla, toisin kuin kerrostalokohde.

5.3 Energiankulutusten kustannusvertailu

Tässä osiossa tarkastellaan molempien rakennusten vuosittaisen energiankulutuksen kustannuksia sekä keskitetyllä, että hajautetulla järjestelmällä.

5.3.1 As Oy Pirkkalan Mustikka

Alla olevassa taulukossa 6. on esitelty rakennuksen keskitetyn lämmin käyttövesijärjestelmän energiankulutus sekä tarvittavan ostoenergian hinta vuodessa.

TAULUKKO 6. Mustikan keskitetyn järjestelmän kulutus ja ostoenergian hinta

	Energiamäärä (kWh)	Hinta (€/kWh)	Kulutus (€)
LV-laitteet	18396	0,07	1288
Kiertopumppu	876	0,12	105
Varaajat	-	-	-
Vedenkulutus	88149	0,07	6170
Yhteensä			7563

Seuraavassa taulukossa 7. on esitetty hajautetun lämmin käyttövesijärjestelmän vuosittainen energiankulutus sekä tarvittavan ostoenergian hinta.

TAULUKKO 7. Mustikan hajautetun järjestelmän kulutus ja ostoenergian hinta

	Energiamäärä (kWh)	Hinta (€/kWh)	Kulutus (€)
LV-laitteet	-	-	-
Kiertopumppu	-	-	-
Varaajat	33800/2	0,12	2028
Vedenkulutus	88149	0,12	10578
Yhteensä			12606

Varaajien energiamäärä on jaettu kahdella, koska puolet lämpöhäviöstä voidaan laskea hyödyksi asunnon lämmityksessä. Näiden taulukoiden perusteella voidaan todeta, että tarvittavan ostoenergian hinta on noin 5000 euroa enemmän hajautetulla, kuin keskitetyllä järjestelmällä.

5.3.2 Vuoreksen Aurinkorinne

Alla olevassa taulukossa 8. on esitetty Vuoreksen Aurinkorinteen keskitetyn järjestelmän energiankulutus ja tarvittavan ostoenergian hinta.

TAULUKKO 8. Aurinkorinteen keskitetyn järjestelmän kulutus ja ostoenergian hinta

	Energiamäärä (kWh)	Hinta (€/kWh)	Kulutus (€)
LV-laitteet	15678/2,3	0,12	818
Kiertopumppu	876	0,12	105
Varaajat	1500	0,12	180
Vedenkulutus	16437/2,3	0,12	858
Yhteensä			1961

Lämminvesilaitteiston ja vedenkulutuksen energiamäärät on jaettu maalämpöpumpun SPF- luvulla. Seuraavassa taulukossa 9. on esitetty Aurinkorinteen hajautetun järjestelmän energiankulutus sekä tarvittavan ostoenergian hinta.

TAULUKKO 9. Aurinkorinteen hajautetun järjestelmän kulutus ja ostoenergian hinta

	Energiamäärä (kWh)	Hinta (€/kWh)	Kulutus (€)
LV-laitteet	-	-	-
Kiertopumppu	-	-	-
Varaajat	5200/2	0,12	312
Vedenkulutus	16437	0,12	1972
Yhteensä			2284

Näiden taulukoiden perusteella voidaan todeta, että hajautetulla järjestelmällä tarvittavan ostoenergia on noin 300 euroa enemmän kuin keskitetyllä järjestelmällä. Jos kohteessa olisi energiamuotona maalämmön sijaan kaukolämpö, niin hajautetun käyttökustannukset olisivat pienemmät kuin keskitetyllä.

6 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, onko asuinrakennuksen lämpimän käyttöveden kehitys mahdollista toteuttaa asuntokohtaisilla sähkövaraajilla nykyisten asetusten ja energiamuotojen kertoimien puitteissa. Asiaa selvitettiin kerrostalossa ja rivitalossa, jotka on suunniteltu keskitetyillä lämmin käyttövesijärjestelmillä. Kohteiden lämmin käyttövesijärjestelmien lämpöhäviöt ja lämpimän käyttöveden kiertopumpun energiankulutukset laskettiin ja sen jälkeen laskettiin, paljonko lämpöhäviöt olisivat asuntokohtaisilla sähkövaraajilla. Tämän jälkeen tutkittiin, minkälaisia vaikutuksia järjestelmän vaihtaminen asuntokohtaisiin sähkövaraajiin aiheuttaa rakennuksen energialaskennassa, ja että olisiko rakennuksia ylipäättään mahdollista toteuttaa asuntokohtaisilla sähkövaraajilla.

Laskennasta saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että kerrostalossa, jossa on paljon pieniä asuntoja lämpöhäviöt nousevat asuntokohtaisilla sähkövaraajilla huomattavasti verrattuna keskitettyyn järjestelmään. Vuosittaiset lämpöhäviöt nousivat sähkövaraajilla 14528 kWh. Lisäksi kaukolämmön energiamuotokerroin 0,5 vaihtuu sähkön kertoimeen 1,2. Tämä aiheuttaa sen, että rakennus ei täytä sille asetettua E-lukuvaatimusta, joten rakennusta ei voisi toteuttaa asuntokohtaisilla sähkövaraajilla, ellei sen energiatehokkuutta saataisi parannettua muilla tavoin. Lisäksi tarvittavan ostoenergian hinta olisi noin 5000 euroa kalliimpi kuin keskitetyllä järjestelmällä.

Rivitalon laskennan perusteella sen sijaan voidaan todeta, että rakennus olisi mahdollista toteuttaa myös asuntokohtaisilla sähkövaraajilla. Rakennuksen lämmin käyttövesijärjestelmän vuosittaiset lämpöhäviöt pienenevät 12944 kWh. Rakennuksen E-luku nousi, vaikka lämpöhäviöt pienenevät, koska energiamuodon kertoimena on edelleen sähkön kerroin 1,2, mutta koska maalämpöpumppua ei ole, niin kokonaisenergiankulutusta ei jaeta lämpöpumpun SPF-luvulla. Rakennuksen tarvitseman ostoenergian hinta kasvoi hajautetulla järjestelmällä noin 300 euroa vuodessa.

Tutkimusta voisi jatkaa selvittämällä, että kuinka paljon keskitetyn ja hajautetun lämmin käyttövesilaitteiston rakentaminen kohteisiin maksaa. Hajautetussa järjestelmässä säästetään huomattavasti, kun lämpimälle käyttövedelle ei tarvitse rakentaa putkistoa, mutta tilalle tulee varaajien aiheuttamat kulut.

Lisäksi voisi tutkia järjestelmien elinkaarikustannuksia. Käyttövesiputkisto vaatii säännöllistä huoltoa, jotta se pysyy hyvässä kunnossa mahdollisimman pitkään. Putkisto täytyy joka tapauksessa uusia jossain vaiheessa ja siitä seuraa putkiremontti, joka maksaa asukkaille ja hankaloittaa elämää rakennuksessa. Myös sähkövaraajat hajoavat varmasti jossain vaiheessa, jolloin ne vaativat myös uusia. Uudet varaajat maksavat myös, mutta niiden vaihtaminen ei vaadi niin suurta remonttia rakennuksessa.

LÄHTEET

Seppänen, O. & Seppänen, M. 1996. Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka. Helsinki: Sisäilmayhdistys ry.

Legionella. 2019. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. Luettu 25.2.2022.
<https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/taudit-ja-torjunta/taudit-ja-taudinaiheuttajat-a-o/legionella>

Ympäristöministeriö. 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 1047/2017. Luettu 1.3.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171047#Pidm45237815779328>

Ympäristöministeriö. 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017. Luettu. 13.3.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171048>

Ympäristöministeriö. 2017. Valtioneuvoston asetus rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista 788/2017. Luettu 13.3.2022.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2017/20170788>

LIITTEET

Liite 1. Pirkkalan Mustikan energialaskelmat, keskitetty lämpimän käyttöveden kehitys

1(8)

ENERGIATODISTUS 2018	
LUONNOSVERSIO - virallinen todistus ARA:n valvontajärjestelmästä	
Rakennuksen nimi ja osoite:	As.Oy Pirkkalan Mustikka, kaukolämpö LV-siirrin
Pysyvä rakennustunnus:	
Rakennuksen valmistumisvuosi:	2022
Rakennuksen käyttötarkoituusluokka:	
Asuinkerrostalo	
Todistustunnus:	
Energiatodistus on laadittu: Uudelle rakennukselle rakennuslupaa haettaessa	
	Energiatehokkuusluokka
A	
B	B 2018
C	
D	
E	
F	
G	
Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailukoko eli E-luku	kWh _E /m ² /vuosi
Uuden rakennuksen E-luvun vaatimus	83
(Huom! Ylioleva on 2018 säädöksen vaatimustaso mahdolliset helpotukset huomioiden)	90
Todistuksen laatija:	Yritys:
Jaakko Kultunen	Insinööritoimisto Jarmo Kultunen Oy
Sähköinen allekirjoitus:	
Todistuksen laatimispäivä:	Viimeinen voimassaolopäivä:
20.04.2022	

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

ENERGIASELVITYS

2018 säädöksiä mukaisesti

Kohde: As.Oy Pirkkalan Mustikka, kaukolämpö LV-siirrin

Osoite:

Käyttöveden lämmitysjärjestelmän kuvaus:

Kaukolämpö, LV-siirrin

Tilojen lämmitysjärjestelmän kuvaus:

Kaukolämpö, vesikiertoinen patterilämmitys

Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:

Koneellinen keskitetty tulo-/poistoilmanvaihto

Selvityksen antaja:
Jaakko Kuitunen
Insinööritoimisto Jarmo Kuitunen Oy

Selvityksen tilaaja:
As.Oy Pirkkalan Mustikka

Allekirjoitus:

Selvityksen antamispäivä:

20.04.2022

3(8)

ENERGIASELVITYKSEN PÄÄTIEDOT (2018 säädöksen mukaisesti)			
Rakennuskohde			
Osoite	-		
Rakennuksen käyttötarkoitus	Asuinkerrostalo		
Rakennusvuosi	2022		
Lämmitetty nettoala	2963	m ²	
Rakennuksen kokonaisenergian kulutus (E-luku)			
	Ostoenergia kWh/(m ² a)	E-luku kWh/(m ² a)	
Tilojen lämmitys (2)	9,89	8,27	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)	21,91	10,95	
Lämmin käyttövesi	38,31	19,36	
Sähkölaitteet	36,79	44,15	
Jäähdytys	0,00	0,00	
Yhteensä	106,90	82,74	
<small>(2) sisällä vuotinen - korvauslman ja lämmön lämpenergian lassa.</small>			
<small>(3) jääkylmityspatterin - laskettu lämmönlähteen kanssa.</small>			
E-luku		83	kWh/(m ² a)
E-luvun vaatimustaso (mahdolliset helpotukset huomioiden, kts. erillinen liite)		90	kWh/(m ² a)
Todellinen ostoenergia			
	kWh/a	kWh/(m ² a)	
Tilojen lämmitys	30311	10,23	
Ilmanvaihdon lämmitys	70105	23,66	
Lämmin käyttövesi	113513	38,31	
Sähkölaitteet	110875	37,42	
Jäähdytys	0	0,00	
Yhteensä	324834	109,63	
<small>Laskettu sprintsätkäkalun viivityksen mukaisilla säätöarvoilla.</small>			
<small>(E-luku laskennassa käytety viivityksiä I)</small>			
Energialaskennan lähtötiedot ja tulokset			
2018 säädöksen mukaisesti erillisessä liitteessä.			
Kesäaikainen huonelämpötila ja tarvittaessa jäähdytysteho			
2018 säädöksen mukaisesti.			
(muille kuin pientaloille erillisen laskelman mukaan)			
Rakennuksen lämpöhäviön määrystenmukaisuus			
2018 säädöksen mukaisesti erillisessä liitteessä.			
Rakennuksen lämmitysteho mitoitustilanteessa			
	kW	W/m ²	
Tilojen lämmitys	49,03	17	
Ilmanvaihdon lämmitys (jääkylmityspatteri)	61,44	21	
Lämmin käyttövesi	311,78	105	
Jäähdytys	0,00	0	
Rakennuksen lämmitystehontarve	469,17	158	
<small>Laskettu sprintsätkäkalun viivityksen mukaisilla mitoitusarvoilla.</small>			
<small>Lämpimin käyttöveden tehontarve hakeiltaan mitoitusarvojen mukaan.</small>			
Rakennuksen energiatodistus			
Energialodistusasetuksen 2018 mukaisesti erillisessä liitteessä.			
E-luokka:	B	(Energialodistusasetuksen 2018 mukaisesti)	
Laskentatyökalun nimi ja versio numero			
Laskentatyökalun nimi ja versio numero		www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (01.12.2019)	

4(8)

ENERGIASELVITYKSEN LISÄTIEDOT				
Uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian osuus (oltava vähintään 38%)				
Lämmitetty nettoala, m ²	2963			
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	Kaukolämpö, vesikiertoinen patterilämmitys / Kaukolämpö, LV-aiirin			
Iltanvaihtojärjestelmän kuvaus	Koneellinen keskitetty tulo-/poistoilmanvaihto			
Käytettävä energiamuoto	Vakioidulla käytöllä laskettu ostoenergia		Uusiutuvan energian osuus	Uusiutuvan energian määrä
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)		
Sähkö	123972	42	52 %	21.8
Kaukolämpö	192773	65	63 %	41.0
Yhteensä		107		62.7
Uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian osuus				58.7 %

5(8)

LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Päättiedot				
Rakennuskohde:	As.Oy Pirkkalan Mustikka, kaukolämpö LV-siimin			
Osoite 1:				
Osoite 2:				
Todistustunnus:				
Kirjeistötunnus:				
Rakennustunnus:				
Rakennusluvun hakemisvuosi:	2021			
Vaivastutkimusvuosi:	2022			
Rakennuksen käyttötarkoitus:	Asuinkerrostalo			
Pääsuunnittelija:				
Laskelman tekijä:	Jaakko Kultunen			
Yritys:	Insinööritoimisto Jarmo Kultunen Oy			
Tilaaaja:	As.Oy Pirkkalan Mustikka			
Päiväys:	20.04.2022			
Sijainti/paikkakunta:	Pirkkala=2			
Rakennusluokka:	2 Asuinkerrostalot			
Kerrostalokäärä:	6			
Rakennuslavuus (m ³):	10250			
Rakennuksen ilmatilavuus (m ³):	8570			
Maanpäällinen kerrostalosaala (m ²):	2978.5			
Lämmitetty nettoala Anetto (m ²):	2963			
Lämpökapasiteetti Crak omin (Wh/m ² K):	220			
Ulkopuolisen tilan lämpötila:	17,0 astetta			
Lasketamallin tila:	Ei tiedossa			
Rakennuslupa hyväksytty (pvm):	-			
Käyttöönottotarkastus suoritettu (pvm):	-			
Rakennosat				
rakennosa:	Pinta-ala:	U-arvo:	g-arvo:	Fvertio * Fkehä:
	m ²	W/m ² K		
Ulkoseinä ulkoilmaa vasten	1210	0,17		
Ulkoseinä ulkoilmaa vasten	48	0,17		
Yläpohja ulkoilmaa vasten	442	0,09		
Alapohja (maanvastainen)	244	0,16		
Alapohja (maanvastainen)	65,5	0,16		
Alapohja (ulkoilmaa rajoittuva)	109	0,11		
Muu maanvastainen rakennusosa	85	0,16		
Ikkunat pohjoiseen	70	1,00	0,50	0,75
Ikkunat itään	145	1,00	0,50	0,75
Ikkunat etelään	65	1,00	0,50	0,75
Ikkunat länteen	165	1,00	0,50	0,75
Ulkio-ovet	11,5	1,00		
Kylmäsiilit				
Kylmäsiilit:	Pituus:	Lisäkonduktanssi:		
	m	W/mK		
US-US (ulkonurkka)	91	0,04		
US-YP	86	0,05		
US-VP	550	0,05		
US-AP	120	0,1		
US-ikkunat	1160	0,04		
US-ovet	23	0,04		
Ilmanvaihto				
Vaipan ilmanvuodot:				

6(8)

LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT												
Ilmanvuoiteluku q50:	1											
Ilmanvaihto:												
Kuvaus:	Koneellinen keskitetty tulo-/poistoilmanvaihto											
LTO %:	58											
Ominais sähköteho/SFP-luku (kW/m ²):	1.8											
Muu ilmanvaihtojärjestelmän sähköteho (W):	0											
Tuloilman lämpötilan asetusarvo:	19 astetta											
Jäteilman lämpötila mitoitusolanteessa:	5 astetta											
Poistoilnamäärän suunnitteluarvo (L/s):	1500											
Poistoilnamäärän suunnitteluarvo ilman LTO-vaatimusta (L/s):	100											
Tuloilman suhde poistoilmanvirtaan:	1											
Lämpötilan nousu puhaltimessa:	0,5 astetta											
Esilämmityspiirin vuosituotto:	0 kWh											
IV-laitteessa automaattinen LTO:n poiskytkentä asetustilanteen ylityessä:	Ei											
LTO:n ja jälkilämmityspatterin kuukausipäälläde:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lämmitysjärjestelmä												
Käyttöveden lämmitys:												
Kuvaus:	Kaukolämpö, LV-siirrin											
Käyttöveden varaajahäviöt (kWh/vuosi):	0											
Käyttöveden kiertojohdon häviöt (kWh/vuosi):	18396											
Käyttöveden siirron hyötysuhde:	0,97											
Käyttöveden mitoitusvirtaama (litra/s):	1,4											
Käyttöveden kiertojohdon ominaisteho (W/m ²):	6											
Käyttöveden kiertojohdon pumpun olettotoho:	100 W											
Jäteveden LTO:sta hyödynnetty energia:	0 kWh/vuosi											
Sähkölämmityksen hyötysuhde (käyttövesi):	1											
Tilojen lämmitys:												
Kuvaus:	Kaukolämpö, vesikiertoinen patterilämmitys											
Lämmityksen varaajahäviöt (kWh/vuosi):	0											
Häviöt lämmittämättömään tilaan (kWh/vuosi):	0											
Lämmön jakelujärjestelmän hyötysuhde:	0,9											
Lämmön jakelujärjestelmän apulaitteet (kWh/m ²):	2											
Varaavien tuloiltojen lukumäärä:	0											
Ilmalämpöpumppujen lukumäärä:	0 kpl (SPF-luku=2,6)											
Sähkölämmityksen hyötysuhde (tilojen lämmitys):	1											
Märkätilojen sähköisen lattialämmityksen osuus tilojen lämmityksestä:	0,35											
Laskenta ja tulokset												
Tilojen lämmitystapa:	Kaukolämpö											
Käyttöveden lämmitystapa:	Kaukolämpö											
Jälkilämmityspatteri:	Lämmitysjärjestelmä											
Oma sähköntuotanto (kWh/a):	0											

7(8)

Kohde: As.Oy Pirkkalan Mustikka, kaukolämpö, LV-siirrin, As.Oy Pirkkalan Mustikka, kaukolämpö LV-siirrin. (PRT=)

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT (2018 säädöksen mukaisesti)				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Asuinkerrostalo (Asuinkerrostalot)			
Rakennuksen valmistusvuosi	2022	Lämmitetty nettoala	2963	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvustoluku q50	1	m ³ /(h m ²)		
	A	U	UxA	Osuus lämpöhäviöstä
	m ²	W/(m ² K)	W/K	%
Ulkoseinät	1343.00	0.17	227.46	25.85
Yläpohja	442.00	0.09	39.78	4.52
Alapohja	418.50	0.15	61.51	6.99
Ikkunat	445.00	1.00	445.00	50.57
Ulkiovet	11.50	1.00	11.50	1.31
Kylmäsilat	-	-	94.76	10.77
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A	U	g _{ikkunat} -arvo	
	m ²	W/(m ² K)	-	
Pohjoinen	70.00	1.00	0.56	
Itä	145.00	1.00	0.56	
Etelä	85.00	1.00	0.56	
Länsi	185.00	1.00	0.56	
Koillinen	-	-	-	
Kaakko	-	-	-	
Lounas	-	-	-	
Luode	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Koneellinen keskitetty tulo-/poistoilmanvaihto			Jäätymisenesto
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	C
Pääilmanvaihtokoneet	1,482 / 1,482	1.8	> 75	5.00
Erillispoistot	-	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	1,482 / 1,482	1.8	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		58 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Kaukolämpö, vesikiertoinen patterilämmitys / Kaukolämpö, LV-siirrin			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökertoimen (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² /vuosi)
Tilojen ja hv:n lämmitys LKV:n valmistus	0.97	90 %		2.07
	0.97	97 %		0.30
(1) vuoden keskimääräinen lämpökertoimen lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumpputehokkuuskoefficientti ja sähkylämpöpumpun vuoden keskimääräinen lämpökertoimen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varava tulsiija ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² /vuosi)	Lämmitysenergian nattorekko kWh/(m ² /vuosi)		
Lämmin käyttövesi	510.00	30		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Vaistatus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	3.00	4.00	
Vaistatus	10 %			9.00

Laatija: Jaakko Kultunen, Insinööritoimisto Jarmo Kultunen Oy,

8(8)

Kohde: As.Oy Pirkkalan Mustikka, kaukolämpö, LV-siirrin, As.Oy Pirkkalan Mustikka, kaukolämpö LV-siirrin, (PRT=)

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET (2018 säädöksiä mukaisesti)				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitukseluokka	Asuinkerrostalo (Asuinkerrostalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2022			
Lämmitetty nettoala, m ²	2963			
E-luku, kWhE/(m ² vuosi)	83 (< vaatimustaso=90)			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	123972	1.20	148766	50.2
Kaukolämpö	192773	0.50	96386	32.5
YHTEENSÄ	316745		245153	82.7
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2.1	7.7	
Tuloilman lämmitys			21.2	
Lämpimän käyttöveden valmistus		0.3	36.9	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		7.9		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		28.9		
YHTEENSÄ		39.2	65.8	0
<small>(1) Ilmanvaihtoon lämpöä lämpenemisen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen</small>				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		20437	7	
Ilmanvaihtoon lämmitys (3)		62959	21	
Lämpimän käyttöveden valmistus		88149	30	
Jäähdytys		0	0	
<small>(2) sisäilma vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa</small>				
<small>(3) laakeita lämmittämiseen tilassa</small>				
Lämpökuormat				
		kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinko		90855	30.66	
Ihmiset		46721	15.77	
Kuluttajalaitteet		62294	21.02	
Valaistus		23360	7.88	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		9198	3.10	
Laskentatyökalun nimi ja versio numero				
Laskentatyökalun nimi ja versio numero	www.laskentapalvelu.fi , versio 1.4 (01.12.2019)			

Laatija: Jaakko Kultunen, Insinööritoimisto Jarmo Kultunen Oy.

Liite 2. Pirkkalan Mustikan energialaskelmat, hajautettu lämpimän käyttöveden kehitys

1(8)

ENERGIATODISTUS 2018	
LUONNOSVERSIO - virallinen todistus ARA:n valvontajärjestelmästä	
Rakennuksen nimi ja osoite:	As.Oy Pirkkalan Mustikka, LV-varaajat
Pysyvä rakennustunnus:	
Rakennuksen valmistusvuosi:	2022
Rakennuksen käyttötarkoituusluokka:	
Asuinkerrostalo	
Todistustunnus:	
Energiatodistus on laadittu: Uudelle rakennukselle rakennustupaa haettaessa	
	Energiehokkuusluokka
A	
B	
C	C 2018
D	
E	
F	
G	
Rakennuksen laskennallinen energiehokkuuden vertailuluku eli E-luku	kWh _e /m ² vuosi 114
Uuden rakennuksen E-luvun vaatimus (Huom! Ylläoleva on 2018 säädöksen vaatimustaso mahdolliset helpotukset huomioiden)	90
Todistuksen laatija: Jaakko Kultunen	Yritys: Insinööritoimisto Jarmo Kultunen Oy
Sähköinen allekirjoitus:	
Todistuksen laatimispäivä: 20.04.2022	Viimeinen voimassaolopäivä:

ENERGIASELVITYS

2018 säädöksen mukaisesti

Kohde: As.Oy Pirkkalan Mustikka, LV-varaajat

Osoite:

Käyttöveden lämmitysjärjestelmän kuvaus:

Kaukolämpö, LV-siirrin

Tilojen lämmitysjärjestelmän kuvaus:

Kaukolämpö, vaillieritoinen patterilämmitys

Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:

Koneellinen keskitetty tulo-/poistoilmanvaihto

Selvityksen antaja:

**Jaakko Kuitunen
Insinööritoimisto Jarmo Kuitunen Oy**

Selvityksen tilaaja:

As.Oy Pirkkalan Mustikka

Allekirjoitus:

Selvityksen antamispäivä:

20.04.2022

3(8)

ENERGIASELVITYKSEN PÄÄTIEDOT (2018 säädöksen mukaisesti)			
Rakennuskohde			
Osoite	:		
Rakennuksen käyttötarkoitus	:	Asuinrakennus	
Rakennusvuosi	:	2022	
Lämmitetty nettoala	:	2963	m ²
Rakennuksen kokonaisenergian kulutus (E-luku)			
	Ostoenergia kWh/(m ² a)	E-luku kWh/(m ² a)	
Tilojen lämmitys (2)	8,86	7,51	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)	21,91	10,95	
Lämmin käyttövesi	42,08	50,49	
Sähkölaitteet	36,79	44,15	
Jäähdytys	0,00	0,00	
Yhteensä	109,64	113,11	
<small>(2) sisäilma- ja ulkoilman, kirkkauden ja lämpötilan lämpenemisen lämpö.</small>			
<small>(3) jälkilämmityspatterin lisäksi lämmityslaitteen kanssa.</small>			
E-luku		114	kWh/(m ² a)
E-luvun vaatimustaso (mahdolliset helpotukset huomioiden, ks. erillinen liite)		90	kWh/(m ² a)
Todellinen ostoenergia			
	kWh/a	kWh/(m ² a)	
Tilojen lämmitys	27230	9,19	
Ilmanvaihdon lämmitys	70105	23,66	
Lämmin käyttövesi	124683	42,08	
Sähkölaitteet	110875	37,42	
Jäähdytys	0	0,00	
Yhteensä	332893	112,35	
<small>Laskettu sijaintipaikkakunnan vyöhykkeen mukaisella säädöksellä.</small>			
<small>(E-luku laskennassa käytetty vyöhyke 1)</small>			
Energialaskennan lähtötiedot ja tulokset			
2018 säädöksen mukaisesti erillisessä liitteessä.			
Kesäaikainen huonelämpötila ja tarvittaessa jäähdytysteho			
2018 säädöksen mukaisesti.			
(muille kuin pientaloille erillisen laskelman mukaan)			
Rakennuksen lämpöhäviön määrätystenmukaisuus			
2018 säädöksen mukaisesti erillisessä liitteessä.			
Rakennuksen lämmitysteho mitoitustilanteessa			
	kW	W/m ²	
Tilojen lämmitys	49,03	17	
Ilmanvaihdon lämmitys (jälkilämmityspatterin)	61,44	21	
Lämmin käyttövesi	311,78	105	
Jäähdytys	0,00	0	
Rakennuksen lämmitystehontarve	469,17	158	
<small>Laskettu sijaintipaikkakunnan vyöhykkeen mukaisella mitoitustilanteella.</small>			
<small>Lämpimän käyttöveden tehontarve heikollisen mitoitustilanteen mukaan.</small>			
Rakennuksen energiatodistus			
Energiatodistusasetuksen 2018 mukaisesti erillisessä liitteessä.			
E-luokka:	C	(Energiatodistusasetuksen 2018 mukaisesti)	
Laskentatyökalun nimi ja versio numero			
Laskentatyökalun nimi ja versio numero	www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (01.12.2019)		

4(8)

ENERGIASELVITYKSEN LISÄTIEDOT				
Uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian osuus (oltava vähintään 38%)				
Lämmitetty nettoala, m ²	2963			
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	Kaukolämpö, vesikiertoinen patterilämmitys / Kaukolämpö, LV-siirrin			
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Koneellinen keskitetty tulo-/poistoilmanvaihto			
Käytettävä energiamuoto	Vakioidulla käytöllä laskettu ostoenergia		Uusiutuvan energian osuus	Uusiutuvan energian määrä
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)		
Sähkö	246729	83	52 %	43,3
Kaukolämpö	78134	26	63 %	16,6
Yhteensä		110		59,9
Uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian osuus				54,6 %

5(8)

LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Pää tiedot				
Rakennuskohde:	As.Oy Pirkkalan Mustikka, LV-varaajat			
Osoite 1:				
Osoite 2:				
Todistustunnus:				
Kiinteistötunnus:				
Rakennustunnus:				
Rakennusluvan hakemisvuosi:	2021			
Vaivastunnusvuosi:	2022			
Rakennuksen käyttötarkoitus:	Asuinkerrostalo			
Pääsuunnittelija:				
Laskelman tekijä:	Jaakko Kuitunen			
Yritys:	Insinööritoimisto Jarmo Kuitunen Oy			
Tilaaja:	As.Oy Pirkkalan Mustikka			
Päiväys:	20.04.2022			
Sijainti/paikkakunta:	Pirkkala-2			
Rakennusluokka:	2 Asuinkerrostalot			
Kerroslukumäärä:	8			
Rakennusala (m ²):	10250			
Rakennuksen ilmalavuus (m ³):	8570			
Maanpäällinen kerrosala (m ²):	2978.5			
Lämmitetty nettoala Anetto (m ²):	2963			
Lämpökapasiteetti Crak omin (Wh/m ² K):	220			
Ulkoilman lämpötila:	17,0 astetta			
Lasketamallin tila:	Ei tiedossa			
Rakennuslupa hyväksytty (pvm):	-			
Käyttöönottotarkastus suoritettu (pvm):	-			
Rakennososat				
rakennososa:	Pinta-ala:	U-arvo:	g-arvo:	Fv-arho * Fkeh ä:
	m ²	W/m ² K		
Ulkoseinä ulkoilmaa vasten	1210	0.17		
Ulkoseinä ulkoilmaa vasten	48	0.17		
Yläpohja ulkoilmaa vasten	442	0.09		
Alapohja (maanvastainen)	244	0.16		
Alapohja (maanvastainen)	65.5	0.16		
Alapohja (ulkoilmaa rajoittuva)	109	0.11		
Muu maanvastainen rakennososa	85	0.16		
Ikkunat pohjoiseen	70	1.00	0.50	0.75
Ikkunat itään	145	1.00	0.50	0.75
Ikkunat etelään	65	1.00	0.50	0.75
Ikkunat länteen	165	1.00	0.50	0.75
Ulko-ovet	11.5	1.00		
Kylmäsiilit				
Kylmäsiilit:	Pituus:	Lisäkonduktanssi:		
	m	W/mK		
US-US (ukonurkka)	91	0.04		
US-YP	86	0.05		
US-VP	550	0.05		
US-AP	120	0.1		
US-ikkunat	1160	0.04		
US-ovet	23	0.04		
Ilmanvaihto				
Vaipan ilmanvuodot:				

6(8)

LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT												
Ilmanvuotoluku q50:	1											
Ilmanvaihto:												
Kuvaus	Koneellinen keskitetty tulo-/poistoilmanvaihto											
LTO %:	58											
Ominais sähköteho/SFP-luku (kW/m ² /a):	1,8											
Muu ilmanvaihtojärjestelmän sähköteho (W):	0											
Tuloilman lämpötilan asetusarvo:	19 astetta											
Jäteilman lämpötila mitoituslanteessa:	5 astetta											
Poistoilmamäärän suunnitteluarvo (L/s):	1500											
Poistoilmamäärän suunnitteluarvo ilman LTO-vaatimusta (L/s):	100											
Tuloilman suhde poistoilmavirtaan:	1											
Lämpötilan nousu puhaltimessa:	0,5 astetta											
Esiilämmityspiirin vuosituotto:	0 kWh											
IV-laitteessa automaattinen LTO:n poiskytkentä asetustämpötilan ylityessä:	Ei											
LTO:n ja jäkilämmityspatterin kuukausipäästö:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lämmitysjärjestelmä												
Käyttöveden lämmitys:												
Kuvaus	Kaukolämpö, LV-siirrin											
Käyttöveden varaajahäviöt (kWh/vuosi):	33800											
Käyttöveden kiertojohdon häviöt (kWh/vuosi):	0											
Käyttöveden siirron hyötysuhde:	0,97											
Käyttöveden mitoitusvirtaama (litra/s):	1,4											
Käyttöveden kiertojohdon ominaisteho (W/m ²):	6											
Käyttöveden kiertojohdon pumpun ottoteho:	0 W											
Jäteveden LTO:sta hyödynnetty energia:	0 kWh/vuosi											
Sähkölämmityksen hyötysuhde (käyttövesi):	1											
Tilojen lämmitys:												
Kuvaus	Kaukolämpö, vesikiertoinen patterilämmitys											
Lämmityksen varaajahäviöt (kWh/vuosi):	0											
Häviöt lämmitettävään tilaan (kWh/vuosi):	0											
Lämmön jakelujärjestelmän hyötysuhde:	0,9											
Lämmön jakelujärjestelmän apulaitteet (kWh/m ²):	2											
Varaavien tuloajojen lukumäärä:	0											
Ilmalämpöpumpujen lukumäärä:	0 kpl (SPF-luku=2,8)											
Sähkölämmityksen hyötysuhde (tilojen lämmitys):	1											
Märkätilojen sähköisen lattialämmityksen osuus tilojen lämmityksestä:	0,35											
Laskenta ja tulokset												
Tilojen lämmitystapa:	Kaukolämpö											
Käyttöveden lämmitystapa:	Lämminvesivaraaja sähkövastuksilla											
Jäkilämmityspatteri:	Lämmitysjärjestelmä											
Oma sähköntuotanto (kWh/a):	0											

7(8)

Kohde: As.Oy Pirkkalan Musikka, kaukolämpö, käyttövesivaraajat, As.Oy Pirkkalan Musikka, LV-varaajat. (PRT=)

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT (2018 säädöksen mukaisesti)				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Asuin kerrostalo (Asuin kerrostalot)			
Rakennuksen valmistusvuosi	2022	Lämmitetty nettoala	2963	m ²
Rakennusvaipe				
Ilmanvuotoluku q50	1	m ³ /(h m ²)		
	A	U	UxA	Osuus lämpöhäviöstä
	m ²	W/(m ² K)	W/K	%
Ulkoseinät	1343,00	0,17	227,46	25,85
Yläpohja	442,00	0,09	39,78	4,52
Alapohja	418,50	0,15	61,51	6,99
Ikkunat	445,00	1,00	445,00	50,57
Ulkiovet	11,50	1,00	11,50	1,31
Kylmäsiilat	-	-	94,76	10,77
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A	U	g kohtainen arvo	
	m ²	W/(m ² K)		
Pohjoinen	70,00	1,00	0,56	
Itä	145,00	1,00	0,56	
Etelä	65,00	1,00	0,56	
Länsi	165,00	1,00	0,56	
Koillinen	-	-	-	
Kaakko	-	-	-	
Lounas	-	-	-	
Luode	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Koneellinen keskitetty tulo/poistoilmanvaihto			
	Ilmavirta	Järjestelmän	LTO:n	Jäätymisenesto
	tulo/poisto	SFP-luku	lämpötilasuhde	
	(m ³ /s) / (m ³ /s)	kW/(m ³ /s)	-	C
Pääilmanvaihtokoneet	1,482 / 1,482	1,8	> 75	5,00
Erillispöistot	-	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	1,482 / 1,482	1,8	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		58 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Kaukolämpö, vesikiertoinen patterilämmitys / Kaukolämpö, LV-siirin			
	Tuoton	Jaon ja luovutuksen	Lämpö-	Apulaitteiden
	hyötysuhde	hyötysuhde	kerroin (1)	sähkönkäyttö (2)
	-	-	-	kWh/(m ² vuosi)
Tilojen ja lvn lämmitys	0,97	90 %	-	2,07
LKV:n valmistus	1,00	97 %	-	0,00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökierroksen lämpöpumppu				
(2) lämpöpumppujärjestelmässä voi sisältää lämpöpumpun vuoden keskimääräisen lämpökierroksen				
	Määrä	Tuotto		
	kpl	kWh		
Varavaa tulisija				
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus	Lämmitysenergian nettotarve		
	dm ³ /(m ² vuosi)	kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	510,00	30		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt	Kuluttajalaitteet	Valaistus
	%	W/m ²	W/m ²	W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	3,00	4,00	
Valaistus	10 %			9,00

Laatija: Jaakko Kuitunen, Insinööritoimisto Jarmo Kuitunen Oy

8(8)

Kohte: As.Oy Pirkkalan Mustikka, kaukolämpö, käyttövesivaraajat, As.Oy Pirkkalan Mustikka, LV-varaajat, (PRT=)

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET (2018 säädöksen mukaisesti)				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitussuokka	Asuinkerrostalo (Asuinkerrostalot)			
Rakennuksen valmistusvuosi	2022			
Lämmitetty nettoala, m ²	2963			
E-luku, kWhE/(m ² vuosi)	114 (> vaatimustaso=90)			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/(m ² vuosi)
Sähkö	246729	1,20	296075	99,9
Kaukolämpö	78134	0,50	39067	13,2
YHTEENSÄ	324863		335142	113,1
Uusiutuva omavaraenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2,1	6,7	
Tuulilman lämmitys			21,2	
Lämpimän käyttöveden valmistus			42,1	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		7,9		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		28,9		
YHTEENSÄ		38,9	70,0	0
(1) Ilmanvaihdon tuulilman lämpeneminen lämpö- ja korvausilman lämmitys kukaan tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		17761	6	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		62959	21	
Lämpimän käyttöveden valmistus		88149	30	
Jäähdytys		0	0	
(2) sisältää vuotilman, korvausilman ja tuulilman lämpenemisen lämpö- ja korvausilman lämmitys kukaan tilojen lämmitykseen				
(3) laskettu ilmastointilaitteen korvaus				
Lämpökueumat				
		kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinko		90855	30,66	
Ihmiset		46721	15,77	
Kuluttajalaitteet		62294	21,02	
Valaistus		23360	7,88	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		16900	5,70	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero	www.laskentapalvelut.fi , versio 1.4 (01.12.2019)			

Laatija: Jaakko Kulunen, Insinööritoimisto Jarmo Kulunen Oy.

Liite 3. Vuoreksen Aurinkorinteen energialaskelmat, keskitetty lämpimän käyttöveden kehitys

1(8)

ENERGIATODISTUS 2018

LUONNOSVERSIO - virallinen todistus ARA:n valvontajärjestelmästä

Rakennuksen nimi ja osoite: **As.Oy Lempäälän Vuoreksen Aurinkorinne, talo A, maalämpö**

Pysyvä rakennustunnus:
 Rakennuksen valmistumisvuosi: **2022**
 Rakennuksen käyttötarkoituksiluokka:
Rivitalo
 Todistustunnus:

Energiatodistus on laadittu:
 Uudelle rakennukselle käyttööntottovaiheessa

	Energiehokkuusluokka
A	
B	← B 2018
C	
D	
E	
F	
G	

Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku eli E-luku	kWh _E /m ² vuosi
Uuden rakennuksen E-luvun vaatimus	90
(Huom! Ylläoleva on 2018 säädöksen vaatimustaso mahdolliset helpotukset huomioiden)	105

Todistuksen laatija: **Jaakko Kultunen**

Yritys: **Insinööritoimisto Jarmo Kultunen Oy**

Sähköinen allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä: **20.04.2022**

Viimeinen voimassaolopäivä:

ENERGIASELVITYS

2018 säädöksen mukaisesti

Kohde: As.Oy Lempäälän Vuoreksen Aurinkorinne, talo A, maalämpö

Osoite:

Käyttöveden lämmitysjärjestelmän kuvaus:

Maalämpö

Tilojen lämmitysjärjestelmän kuvaus:

Maalämpö, vesikiertoinen lattialämmitys

Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:

Asuntokohtainen tulo-/poistoilmanvaihto

Maalämpöpumpun kuvaus:

Gebwell

Selvityksen antaja:

**Jaakko Kuitunen
Insinööritoimisto Jarmo Kuitunen Oy**

Selvityksen tilaaja:

As.Oy Lempäälän Vuoreksen Aurinkorinne

Allekirjoitus:

Selvityksen antamispäivä:

20.04.2022

ENERGIASELVITYKSEN PÄÄTIEDOT (2018 säädöksen mukaisesti)			
Rakennuskohde			
Osoite			
Rakennuksen käyttötarkoitus	Rivitalo		
Rakennusvuosi	2022		
Lämmitetty nettoala	552.5	m ²	
Rakennuksen kokonaisenergian kulutus (E-luku)			
	Ostoenergia kWh/(m ² a)	E-luku kWh/(m ² a)	
Tilojen lämmitys (2)	13.87	16.65	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)	5.99	7.18	
Lämmin käyttövesi	29.35	35.22	
Sähkölaitteet	25.23	30.27	
Jäähdytys	0.00	0.00	
Yhteensä	74.44	89.33	
<small>(2) sisältää vuotuisen korvauslaman ja lämpöenergian lämpöarvoa. (3) jäähdytyspatterit laskettu lämmityslaitteiden kanssa.</small>			
E-luku		90	kWh/(m ² a)
E-luvun vaarallisuus (mahdolliset helpotukset huomioiden, kts. erillinen liite)		105	kWh/(m ² a)
Todellinen ostoenergia			
	kWh/s	kWh/(m ² a)	
Tilojen lämmitys	7812	14.14	
Ilmanvaihdon lämmitys	3591	6.50	
Lämmin käyttövesi	16216	29.35	
Sähkölaitteet	14136	25.59	
Jäähdytys	0	0.00	
Yhteensä	41763	75.59	
<small>Laskettu ajantallustuksen vääryyden mukaisella säätötoimella. (E-luku laskennassa käytetty vääryydestä 1)</small>			
Energialaskennan lähtötiedot ja tulokset			
2018 säädöksen mukaisesti erillisessä liitteessä.			
Kesäaikainen huonelämpötila ja tarvittaessa jäähdytysteho			
2018 säädöksen mukaisesti, (muille kuin pientaloille erillisen laskelman mukaan)			
Rakennuksen lämpöhäviön määrittelymukaisuus			
2018 säädöksen mukaisesti erillisessä liitteessä.			
Rakennuksen lämmitysteho mitoitustilanteessa			
	kW	W/m ²	
Tilojen lämmitys	13.52	24	
Ilmanvaihdon lämmitys (jäähdytyspatterit)	8.93	16	
Lämmin käyttövesi	110.53	200	
Jäähdytys	0.00	0	
Rakennuksen lämmitystehontarve	147.75	267	
<small>Laskettu ajantallustuksen vääryyden mukaisella mitoitustilanteella. Lämpönsäätölaitteiden tehontarve heikentäen mitoitustilanteen mukaan.</small>			
Rakennuksen energiatodistus			
Energiatodistusasetuksen 2018 mukaisesti erillisessä liitteessä.			
E-luokka:	B	(Energiatodistusasetuksen 2018 mukaisesti)	
Laskentatyökalun nimi ja versio numero			
Laskentatyökalun nimi ja versio numero	www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (01.12.2019)		

4(8)

ENERGIASELVITYKSEN LISÄTIEDOT				
Uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian osuus (oltava vähintään 38%)				
Lämmitetty nettoala, m ²	552,5			
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	Maalämpö, vesikiertoinen lattialämmitys / Maalämpö			
Iltanvaihtojärjestelmän kuvaus	Asuntokohtainen tulo-/poistoilmanvaihto			
Käytettävä energiamuoto	Vakioidulla käytöllä laskettu ostoenergia		Uusiutuvan energian osuus	Uusiutuvan energian määrä
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)		
Sähkö	41128	74	52 %	38,7
Yhteensä		74		38,7
Uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian osuus				52,0 %

LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Pää tiedot				
Rakennuskohde:	As.Oy Lempäälän Vuoreksen Aurinkorinne, talo A, maalämpö			
Osoite 1:				
Osoite 2:				
Todistuslunnus:				
Kiinteistötunnus:				
Rakennustunnus:				
Rakennusluvan hakemisvuosi:	2020			
Valmistumisvuosi:	2022			
Rakennuksen käyttötarkoitus:	Rivitalo			
Pääsuunnittelija:				
Laskelman tekijä:	Jaakko Kuitunen			
Yritys:	Insinööritoimisto Jarmo Kuitunen Oy			
Tilaaaja:	As.Oy Lempäälän Vuoreksen Aurinkorinne			
Päiväys:	20.04.2022			
Sijaintipaikkakunta:	Tampere=2			
Rakennusluokka:	1 Rivi- ja ketjutalot			
Kerrostukumäärä:	1			
Rakennusilavuus (m³):	2065			
Rakennuksen ilmatilavuus (m³):	2000			
Maanpäällinen kerrostasoala (m²):	596			
Lämmitetty nettoala Anetto (m²):	552.5			
Lämpökapasiteetti Crsk omin (Wh/m³K):	70			
Ulkopuolisen tilan lämpötila:	17,0 astetta			
Asuntojen lukumäärä:	8			
Laskentamallin tila:	Ei tiedossa			
Rakennuslupa hyväksytty (pvm):	-			
Käyttöönottotarkastus suoritettu (pvm):	-			
Rakennneosat				
rakenneseosa:	Pinta-ala:	U-arvo:	g-arvo:	Fverho * Fkehä:
	m²	W/m²K		
Ulkoselän ulkoilmaa vasten	372	0,17		
Yläpohja ulkoilmaa vasten	586	0,08		
Alapohja (maanvastainen)	539	0,14		
Ikkunat kaakkoon	2,5	1,00	0,50	0,75
Ikkunat koilliseen	17	1,00	0,50	0,75
Ikkunat luteeseen	2,5	1,00	0,50	0,75
Ikkunat lounaaseen	51	1,00	0,50	0,75
Ulkiovet	17	1,00		
Kylmäsiilat				
Kylmäsiilat:	Pituus:	Lisäkonduktanssi:		
	m	W/mK		
10% muista häviöistä				
Ilmanvaihto				
Vaipan ilmanvuodot:				
Ilmanvuotokulu q50:			0,6	
Ilmanvaihto:				
Kuvaus:	Asuntokohtainen tulo-/poistoilmanvaihto			
LTO %:			72	
Ominais sähköteho/SFP-luku (kW/m²/s):			1,2	
Muu ilmanvaihtojärjestelmän sähköteho (W):			0	
Tuloilman lämpötilan asetusarvo:			18 astetta	
Jäteilman lämpötila mitoitusilanteessa:			5 astetta	

LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT												
Poistolimamäärän suunniteltu arvo (L/s):	240											
Poistolimamäärän suunniteltu arvo ilman LTO-vaatimusta (L/s):	0											
Tuloilman suhde poistolimavirtaan:	1											
Lämpötilan nousu puhaltimessa:	0.5 astetta											
Esilämmityspiirin vuosituotto:	0 kWh											
IV-laitteessa automaattinen LTO:n poiskytkentä asetuslämpötilan ylityksessä:	Ei											
LTO:n ja jälkilämmityspatterin kuukausipäästö:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lämmitysjärjestelmä												
Käyttöveden lämmitys:												
Kuvaus	Maalämpö											
Käyttöveden varaajahiavit (kWh/vuosi):	1500											
Käyttöveden kiertojohdon häviöt (kWh/vuosi):	15768											
Käyttöveden siirron hyötysuhde:	0.96											
Käyttöveden mitoitusvirtaama (litra/s):	0.5											
Käyttöveden kiertojohdon ominaisteho (W/m ²):	10											
Käyttöveden kiertojohdon pumpun ottoteho:	100 W											
Jäteveden LTO:sta hyödynnetty energia:	0 kWh/vuosi											
Sähkölämmityksen hyötysuhde (käyttövesi):	1											
Tilojen lämmitys:												
Kuvaus	Maalämpö, vesikiertoinen lattialämmitys											
Lämmityksen varaajahiavit (kWh/vuosi):	1500											
Häviöt lämmitettävään tilaan (kWh/vuosi):	0											
Lämmön jakelujärjestelmän hyötysuhde:	0.8											
Lämmön jakelujärjestelmän apulaitteet (kWh/m ²):	2											
Varaavien tuloilmojen lukumäärä:	0											
Ilmalämpöpumppujen lukumäärä:	0 kpl (SPF-luku=2.8)											
Sähkölämmityksen hyötysuhde (tilojen lämmitys):	1											
Märkätilojen sähköisen lattialämmityksen osuus tilojen lämmityksestä:	0											
Lämpöpumput												
Maalämpöpumppu:												
Kuvaus	Gebwell											
Tuotto-osuus lämpöenergian tarpeesta:	0.98											
SPF-luku tilojen lämmitykselle:	4.0											
SPF-luku käyttöveden lämmitykselle:	2.3											
Laskenta ja tulokset												
Tilojen lämmitystapa:	Maalämpöpumppu											
Tilojen varalämmitys:	Sähkövastukset varaajassa											
Käyttöveden lämmitystapa:	Maalämpöpumppu											
Käyttöveden varalämmitys:	Sähkövastukset varaajassa											
Jälkilämmityspatteri:	Sähkö											
Oma sähköntuotanto (kWh/a):	0											

Kohde: As Oy Lempäälän Vuoreksen Aurinkorinne, talo A, maalämpö, As.Oy Lempäälän Vuoreksen Aurinkorinne, talo A, maalämpö, (P)

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT (2018 säädöksen mukaisesti)				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitustyyppi	Rivitalo (Rivi- ja asuinkerrostalot joissa alle 3 asuinkerrosta)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2022	Lämmitetty nettoala	552.5	m ²
Rakennusvaiippa				
Ilmanvuotoluku q50	0.6	m ³ /(h m ²)		
	A	U	UxA	Osuus lämpöhäviöstä
	m ²	W/(m ² K)	W/K	%
Ulkoseinät	372.00	0.17	63.24	20.86
Yläpohja	586.00	0.08	46.88	15.46
Alapohja	539.00	0.14	75.46	24.89
Ikkunat	73.00	1.00	73.00	24.08
Ulkiovet	17.00	1.00	17.00	5.61
Kylmäsiilat	-	-	27.56	9.09
Ikkunat lämpösuunnitain				
	A	U	g _{ikkunat} -arvo	
	m ²	W/(m ² K)	-	
Kaakko	2.50	1.00	0.56	
Koillinen	17.00	1.00	0.56	
Luode	2.50	1.00	0.56	
Lounas	51.00	1.00	0.56	
Koillinen	-	-	-	
Kaakko	-	-	-	
Lounas	-	-	-	
Luode	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Asuntokohtainen tulo-/poistoilmanvaihto			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	0.221 / 0.221	1.2	> 75	5.00
Eriilispöistöt	-	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.221 / 0.221	1.2	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:	72 %			
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Maalämpö, vesikiertoinen lattialämmitys / Maalämpö			Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² /vuosi)
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin (1)	
Tilojen ja iv:n lämmitys LKV:n valmistus	-	80 % 96 %	4.00 2.30	2.00 1.59
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumpujärjestelmässä voi säätyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökerrotimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varava tulisi jo maalämpöpumpun				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² /vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² /vuosi)		
Lämmin käyttövesi	510.00	30		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2.00	3.00	6.00
Valaistus	10 %			

Laatija: Jaakko Kultunen, Insinööritoimisto Jarmo Kultunen Oy.

Kohde: As Oy Lempäälän Vuoreksen Aurinkorinne, talo A, maalämpö, As Oy Lempäälän Vuoreksen Aurinkorinne, talo A, maalämpö, IF

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET (2018 säädöksen mukaisesti)				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitustyyppi	Rivitalo (Rivi- ja asuinkerrostalot joissa alle 3 asuinkerrosta)			
Rakennuksen valmistusvuosi	2022			
Lämmitetty nettoala, m ²	552,5			
E-luku, kWhE/(m ² vuosi)	90 (< vaatimustaso=105)			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	41128	1,20	49354	89,3
YHTEENSÄ	41128		49354	89,3
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Maalämpö		37242	67,41	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2,0	44,8	
Tuloilman lämmitys		6,0		
Lämpimän käyttöveden valmistus		1,6	62,2	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		4,2		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		21,0		
YHTEENSÄ		34,8	107,0	0
(1) Ilmanvaihtojärjestelmän lämpeneminen tilassa ja konvekttorin lämmitys-kulutus tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		18602	34	
Ilmanvaihtojärjestelmän lämmitys (3)		3309	6	
Lämpimän käyttöveden valmistus		16437	30	
Jäähdytys		0	0	
(2) sisätilat, vuotoilmat, konvekttorit ja tilojen lämpeneminen tilassa				
(3) lämpösiirto lämmitysjärjestelmän kautta				
Lämpökuormat				
		kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinko		16704	30,23	
Ihmiset		5808	10,51	
Kuluttajalaitteet		6712	15,77	
Valaistus		2904	5,26	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		0	0,00	
Laskentatyökalun nimi ja versio				
Laskentatyökalun nimi ja versio	www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (01.12.2019)			

Laatija: Jaakko Kultunen, Insinööritoimisto Jarmo Kultunen Oy.

Liite 4. Vuoreksen Aurinkorinteen energialaskelmat, hajautettu lämpimän käyttöveden kehitys

1(8)

ENERGIATODISTUS 2018	
LUONNOSVERSIO - virallinen todistus ARA:n valvontajärjestelmästä	
Rakennuksen nimi ja osoite:	As.Oy Lempäälän Vuoreksen Aurinkorinne, talo A, LV-varaajat
Pysyvä rakennustunnus:	
Rakennuksen valmistumisvuosi:	2022
Rakennuksen käyttötarkoituusluokka:	
Rivitalo	
Todistustunnus:	
Energiatodistus on laadittu: Uudelle rakennukselle käyttöönottovaiheessa	
	Energiatehokkuusluokka
A	
B	B 2018
C	
D	
E	
F	
G	
Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku eli E-luku	kWh _E /m ² vuosi 102
Uuden rakennuksen E-luvun vaatimus	105
(Huom! Yläoleva on 2018 säädöksen vaatimustaso mahdolliset helpotukset huomioiden)	
Todistuksen laatija: Jaakko Kuitunen	Yritys: Insinööritoimisto Jarmo Kuitunen Oy
Sähköinen allekirjoitus:	
Todistuksen laatimispäivä: 20.04.2022	Viimeinen voimassaolopäivä:

ENERGIASELVITYS

2018 säädöksen mukaisesti

Kohde: As.Oy Lempäälän Vuoreksen Aurinkorinne, talo A, LV-varaajat

Osoite:

Käyttöveden lämmitysjärjestelmän kuvaus:

Asuntokohtaiset käyttövesivaraajat, sähkövastus

Tilojen lämmitysjärjestelmän kuvaus:

Maalämpö, vesikiertoinen lattialämmitys

Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:

Asuntokohtainen tulo-/poistoilmanvaihto

Maalämpöpumpun kuvaus:

Gebwell

Selvityksen antaja:

**Jaakko Kuitunen
Insinööri-toimisto Jarmo Kuitunen Oy**

Selvityksen tilaaja:

As.Oy Lempäälän Vuoreksen Aurinkorinne

Allekirjoitus:

Selvityksen antamispäivä:

20.04.2022

ENERGIASELVITYKSEN PÄÄTIEDOT (2018 säädöksen mukaisesti)			
Rakennuskohde			
Osoite	Rivitalo		
Rakennuksen käyttötarkoitus	2022		
Rakennusvuosi	552.5 m ²		
Lämmitetty nettoala			
Rakennuksen kokonaisenergian kulutus (E-luku)			
	Ostoenergia kWh/(m ² a)	E-luku kWh/(m ² a)	
Tilojen lämmitys (2)	12.94	15.53	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)	5.99	7.19	
Lämmin käyttövesi	40.40	48.48	
Sähkölaitteet	25.23	30.27	
Jäähdytys	0.00	0.00	
Yhteensä	84.56	101.47	
<small>(2) sisältää kotolämmin, kirkkauslaman ja lämmön talvehtimisen lämmön.</small>			
<small>(3) jäähdytyslaitteet, laskettu lämmönvaihtimen kanssa.</small>			
E-luku		102	kWh/(m ² a)
E-luvun vaatimustaso (mahdolliset helpotukset huomioiden, kts. erillinen liite)		105	kWh/(m ² a)
Todellinen ostoenergia			
	kWh/a	kWh/(m ² a)	
Tilojen lämmitys	7287	13.19	
Ilmanvaihdon lämmitys	3591	6.50	
Lämmin käyttövesi	22321	40.40	
Sähkölaitteet	14138	25.59	
Jäähdytys	0	0.00	
Yhteensä	47344	85.69	
<small>Laskettu sijaintipaikkakunnan vyöhykkeen mukaisella säätövedellä.</small>			
<small>(E-luku laskennassa käytetty vyöhykettä 0)</small>			
Energialaskennan lähtötiedot ja tulokset			
2018 säädöksen mukaisesti erillisessä liitteessä.			
Kesäaikaan huonelämpötila ja tarvittaessa jäähdytysteho			
2018 säädöksen mukaisesti.			
(muille kuin pientaloille erillisen laskelman mukaan)			
Rakennuksen lämpöhäviön määrätystenmukaisuus			
2018 säädöksen mukaisesti erillisessä liitteessä.			
Rakennuksen lämmitysteho mitoitusilanteessa			
	kW	W/m ²	
Tilojen lämmitys	13.52	24	
Ilmanvaihdon lämmitys (jäähdytyspatien)	8.93	16	
Lämmin käyttövesi	110.53	200	
Jäähdytys	0.00	0	
Rakennuksen lämmitystehontarve	147.75	267	
<small>Laskettu sijaintipaikkakunnan vyöhykkeen mukaisella mitoitussarvella.</small>			
<small>Lämpimän käyttöveden tehontarve hetkellisen mitoitussarvan mukaan.</small>			
Rakennuksen energiatodistus			
Energiatodistusasetuksen 2018 mukaisesti erillisessä liitteessä.			
E-luokka:	B	(Energiatodistusasetuksen 2018 mukaisesti)	
Laskentatyökalun nimi ja versio numero			
Laskentatyökalun nimi ja versio numero	www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (01.12.2019)		

4(8)

ENERGIASELVITYKSEN LISÄTIEDOT				
Uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian osuus (ollava vähintään 39%)				
Lämmitetty nettoala, m ²	552.5			
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	Maalämpö, vesikiertoinen lattialämmitys / Asuntokohtaiset käyttövesivaraajat, sähkövastus			
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Asuntokohtainen tulo-/poistoilmanvaihto			
Käytettävä energiamuoto	Vakioidulla käytöllä laskettu ostoenergia		Uusiutuvan energian osuus	Uusiutuvan energian määrä
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)		
Sähkö	46719	85	52 %	44,0
Yhteensä		85		44,0
Uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian osuus				52,0 %

LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Päätiedot				
Rakennuskohde:	As.Oy Lempäälän Vuoreksen Aurinkorinne, talo A, LV-varaajat			
Osoite 1:				
Osoite 2:				
Todistustunnus:				
Kiinteistötunnus:				
Rakennustunnus:				
Rakennusluvan hakemisvuosi:	2020			
Valmistumisvuosi:	2022			
Rakennuksen käyttötarkoitus:	Rivitalo			
Pääsuunnittelija:				
Laskelman tekijä:	Jaakko Kuitunen			
Yritys:	Insinööritoimisto Jarmo Kuitunen Oy			
Tilaaaja:	As.Oy Lempäälän Vuoreksen Aurinkorinne			
Päiväys:	20.04.2022			
Sijainti/paikkakunta:	Tampere=2			
Rakennusluokka:	1 Rivi- ja ketjutalot			
Kerroslukumäärä:	1			
Rakennusblavuus (m ²):	2085			
Rakennuksen ilmatilavuus (m ³):	2000			
Maanpäällinen kerrostasala (m ²):	598			
Lämmitetty nettoala Anetto (m ²):	552.5			
Lämpökapasiteetti Crak omin (Wh/m ² K):	70			
Ulkopuolisen tilan lämpötila:	17,0 astetta			
Asuntojen lukumäärä:	8			
Laskentamallin tila:	Ei tiedossa			
Rakennuslupa hyväksytty (pvm):	-			
Käyttöönottotarkastus suoritettu (pvm):	-			
Rakenneosat				
rakenneosa:	Pinta-ala:	U-arvo:	g-arvo:	Fverho * Fkehä:
	m ²	W/m ² K		
Ulkoseinä ulkoilmaa vasten	372	0,17		
Yläpohja ulkoilmaa vasten	586	0,08		
Alapohja (maanvastainen)	539	0,14		
Ikkunat kaakkoon	2,5	1,00	0,50	0,75
Ikkunat koilliseen	17	1,00	0,50	0,75
Ikkunat luoteeseen	2,5	1,00	0,50	0,75
Ikkunat lounaaseen	51	1,00	0,50	0,75
Ulkö-ovet	17	1,00		
Kylmäsiilit				
Kylmäsiilit:	Pituus:	Lisäkonduktanssi:		
	m	W/mK		
10% muista häviöistä				
Ilmanvaihto				
Vaipan ilmanvuodot:				
Ilmanvuotoluku q50:	0,6			
Ilmanvaihto:				
Kuvaus	Asuntokohtainen tulo-/poistoilmanvaihto			
LTO %:	72			
Ominais sähköteho/SFP-luku (kW/m ² /s):	1,2			
Muu ilmanvaihtojärjestelmän sähköteho (W):	0			
Tuloilman lämpötilan asetusarvo:	18 astetta			
Jäteilman lämpötila mitoitusilanteessa:	5 astetta			

LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT												
Poistolämämäärän suunniteluarvo (L/s):	240											
Poistolämämäärän suunniteluarvo ilman LTO-vaatimusta (L/s):	0											
Tuloilman suhde poistoilmavirtaan:	1											
Lämpötilan nousu puhallimessa:	0,5 astetta											
Esiilämmityspiiriin vuosituotto:	0 kWh											
IV-laitteessa automaattinen LTO:n poiskytkentä asetustiämpötilan ylityessä:	Ei											
LTO:n ja jälkilämmityspatterin kuukausipäästö:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lämmitysjärjestelmä												
Käyttöveden lämmitys:												
Kuvaus	Asuntokohtaiset käyttövesivaraajat, sähkövastus											
Käyttöveden varajahäviöt (kWh/vuosi):	5200											
Käyttöveden kiertojohdon häviöt (kWh/vuosi):	0											
Käyttöveden siirron hyötysuhde:	0,96											
Käyttöveden mitoitusvirtaama (litra/s):	0,5											
Käyttöveden kiertojohdon ominaisteho (W/m ²):	10											
Käyttöveden kiertojohdon pumpun ototeho:	0 W											
Jäteveden LTO:sta hyödynnetty energia:	0 kWh/vuosi											
Sähkölämmityksen hyötysuhde (käyttövesi):	1											
Tilojen lämmitys:												
Kuvaus	Maalämpö, vesikiertoinen lattialämmitys											
Lämmityksen varajahäviöt (kWh/vuosi):	1500											
Häviöt lämmittämättömään tilaan (kWh/vuosi):	0											
Lämmön jakelujärjestelmän hyötysuhde:	0,8											
Lämmön jakelujärjestelmän apulaitteet (kWh/m ²):	2											
Varaajien tullejoiden lukumäärä:	0											
Ilmalämpöpumppujen lukumäärä:	0 kpl (SPF-luku=2,8)											
Sähkölämmityksen hyötysuhde (tilojen lämmitys):	1											
Märkätilojen sähköisen lattialämmityksen osuus tilojen lämmityksestä:	0											
Lämpöpumput												
Maalämpöpumppu:												
Kuvaus	Gebwell											
Tuotto-osuus lämpöenergian tarpeesta:	0,98											
SPF-luku tilojen lämmitykselle:	4,0											
SPF-luku käyttöveden lämmitykselle:	2,3											
Laskenta ja tulokset												
Tilojen lämmitystapa:	Maalämpöpumppu											
Tilojen varalämmitys:	Huonekohtainen sähkölämmitys											
Käyttöveden lämmitystapa:	Lämminvesivaraaja sähkövastuksilla											
Jälkilämmityspatteri:	Sähkö											
Oma sähköntuotanto (kWh/a):	0											

Kohde: As.Oy Lempäälän Vuoreksen Aurinkorinne, talo A, käyttövesivaraajat, As.Oy Lempäälän Vuoreksen Aurinkorinne, talo A, LV-vari

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT (2018 säädöksen mukaisesti)				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitukseluokka	Rivitalo (Rivi- ja asuinkerrostalot joissa alle 3 asuinkerrosta)			
Rakennuksen valmistusvuosi	2022	Lämmitetty nettoala	552,5	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	0,6	m ³ /(h m ²)		
	A	U	UxA	Osuus lämpöhäviöstä
	m ²	W/(m ² K)	W/K	%
Ulkoseinät	372,00	0,17	63,24	20,86
Yläpohja	586,00	0,08	46,88	15,46
Alapohja	539,00	0,14	75,46	24,89
Ikkunat	73,00	1,00	73,00	24,08
Ulkio-ovet	17,00	1,00	17,00	5,61
Kylmäsiilat	-	-	27,56	9,09
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A	U	g kohteessa -arvo	
	m ²	W/(m ² K)	-	
Kaakko	2,50	1,00	0,56	
Koillinen	17,00	1,00	0,56	
Luode	2,50	1,00	0,56	
Lounas	51,00	1,00	0,56	
Koillinen	-	-	-	
Kaakko	-	-	-	
Lounas	-	-	-	
Luode	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Asuntokohtainen tulo-/poistoilmanvaihto			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätyminenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	0,221 / 0,221	1,2	> 75	5,00
Erillispoistot	-	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	0,221 / 0,221	1,2	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		72 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Maalämpö, vesikiertoinen lattialämmitys / Asuntokohtaiset käyttövesivaraajat, sähkövastus			
	Tuoton hyötysuhde	Jaan ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² /vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys LKV:n valmistus	-	-	4,00	2,00
	1,00	80 % 96 %		0,00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmässä on sisällytetty lämpöpumppu tuotteen keskimääräiseen lämpökerroin				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija				
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² /vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² /vuosi)		
Lämmin käyttövesi	510,00	30		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2,00	3,00	6,00
Valaistus	10 %			

Laatija: Jaakko Kuitunen, Insinööritoimisto Jarmo Kuitunen Oy.

Kohde: As.Oy Lempäälän Vuoreksen Aurinkorinne, Ialo A, käyttövesivarsajat, As.Oy Lempäälän Vuoreksen Aurinkorinne, Ialo A, LV-vari

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET (2018 säädöksen mukaisesti)				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitustyyppi	Rivitalo (Rivi- ja asuinkerrostalot joissa alle 3 asuinkerrosta)			
Rakennuksen valmistusvuosi	2022			
Lämmitetty nettoala, m ²	552,5			
E-luku, kWhE/(m ² vuosi)	102 (< vaatimustaso=105)			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	46719	1,20	56063	101,5
YHTEENSÄ	46719		56063	101,5
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Maalämpö		16761	30,34	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2,0	41,3	
Tuloilman lämmitys		6,0		
Lämpimän käyttöveden valmistus			40,4	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		4,2		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		21,0		
YHTEENSÄ		33,2	81,7	0
<small>(1) Ilmanvaihtoon kuukauten lämpenemisen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen</small>				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		17043	31	
Ilmanvaihtoon lämmitys (3)		3309	6	
Lämpimän käyttöveden valmistus		16437	30	
Jäähdytys		0	0	
<small>(2) sisältää vuotuisen korvausilman ja tubettaman lämpenemisen tilassa</small>				
<small>(3) sisältää lämmintalähteen kanssa</small>				
Lämpökuormat				
		kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinko		16704	30,23	
Ihmiset		5808	10,51	
Kuluttajalaitteet		8712	15,77	
Valaistus		2904	5,26	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		2600	4,71	
Laskentatyökalun nimi ja versio numero				
Laskentatyökalun nimi ja versio numero	www.laskentapalvelut.fi , versio 1.4 (01.12.2019)			

Laatija: Jaakko Kuitunen, Insinööritoimisto Jarmo Kuitunen Oy.