



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

MARIELA DRAGOEVA

Rivitaloyhtiön lämmitysjärjestelmän muutosehdotus

ENERGIA- JA YMPÄRISTÖTEKNIIKAN TUTKINTO-OH-
JELMA
2022

Tekijä(t) Dragoeva, Mariela	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä toukokuu 2022
	Sivumäärä 32	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Rivitaloyhtiön lämmitysjärjestelmän muutosehdotus		
Tutkinto-ohjelma Energia- ja ympäristötekniikka		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää rivitaloyhtiön mahdollisuutta ja kannattavuutta siirtyä suorasähkölämmityksestä maalämpöön. Selvitystä tehtiin rivitaloyhtiö As Oy Porin Paratiisinhoville. Mahdollisuuksia tutkittiin selvittämällä tämänhetkiset energia- ja lämmitystarpeet, mitoittamalla oikeankokoista järjestelmää sekä laskemalla vuosikustannukset, takaisinmaksuajat ja kannattavuuslaskennat tarjousten perusteella.</p> <p>Työssä tarkastellaan maalämmön periaatteita ja teoriaa, sekä selvennetään maalämmön ja geotermisen energian erot. Opinnäytetyössä tarkastellaan myös mitä maalämmön toteuttamiseen vaaditaan sekä mitä tukia rivitaloyhtiön on mahdollista saada, mikäli vaihtoa tehdään.</p> <p>Energia- ja lämmitystarpeet selvitettiin lomakepohjalla, jonka asukkaat saivat täytettäväksi. Täytettyjen lomakkeiden perusteella laskettiin lämmitystarpeet, joita voitiin käyttää mitoitusohjelmassa. Järjestelmän mitoitukseen sekä lämpöpumpun valintaan käytettiin Oilon Selection Tool -sovellusta. Mitoitusohjelman laskennan perusteella voitiin tehdä laskelmat kannattavuudesta.</p>		
<p>Avainsanat</p> <p>maalämpö, lämpöpumput, uusiutuvat energialähteet</p>		

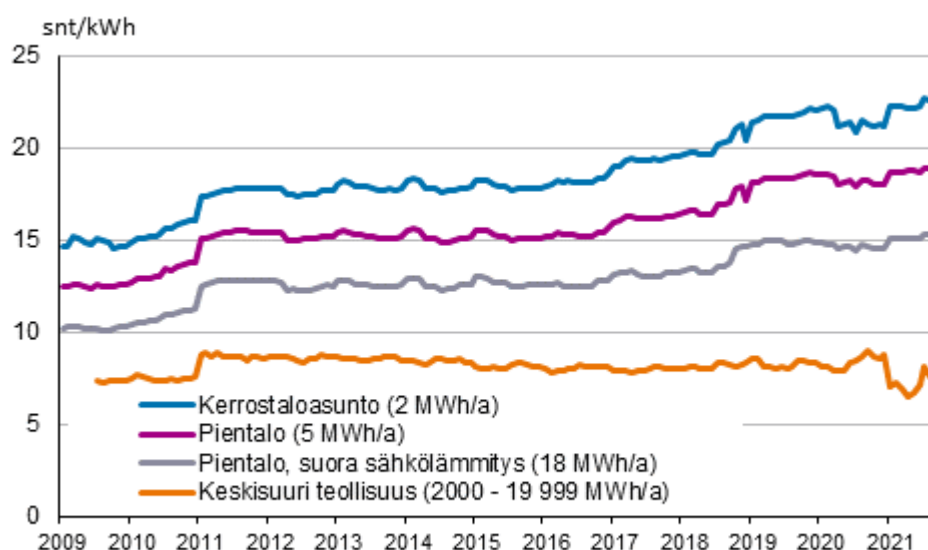
Author(s) Dragoeva, Mariela	Type of Publication Bachelor's thesis	Date May 2022
	Number of pages 32	Language of publication: Finnish
Title of publication Heating system change proposal for row house condominium		
Degree programme Energy- and environmental engineering		
Abstract <p>The purpose of this thesis was to study the feasibility of a heating system change from electric heating to ground source heat pump. The study was made for As Oy Porin Paratiisinhovi condominium. The study was made by investigating the energy- and heating needs, by dimensioning a right sized heating system and by calculating the payback period.</p> <p>This thesis analyses the theory of geothermal energy and the difference between geothermal energy and ground source pump systems. The thesis also explains what is needed to be able to install a ground source heat pump system and what kind of subsidies it is possible to get.</p> <p>The energy- and heating needs were studied by sending forms to the residents of the building. With the returned filled forms, a calculation was made to solve the heating needs of the residential area. After that Oilon Selection Tool could be used to calculate the heating needs throughout a year and to compare different heat pump yields. With the selected heat pump data, the payback period could be calculated.</p>		
Keywords ground heat, heat pumps, renewable energy sources		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 MAALÄMPÖ	9
2.1 Maalämmön ja geotermisen energian erot	9
2.2 Maanpinnan lämpötila.....	10
2.3 Porin maaperä.....	12
2.4 Järjestelmävaihtoehdot	12
2.5 Maalämpöpumput	14
2.6 Jakelujärjestelmät	15
2.7 Luvat ja tuet.....	17
3 KOHTEEN ESITTELY	18
3.1 Lämmitykseen kuluva energia	19
3.2 Käyttöveden kulutus.....	20
4 JÄRJESTELMÄN MITOITUS.....	21
4.1 Lämmitystarve.....	21
4.2 Jakelujärjestelmän valinta	22
4.3 Järjestelmän mitoitus ja valinta patteriverkostolle	23
4.4 Järjestelmän mitoitus lattialämmölle.....	25
5 KANNATTAVUUSLASKENTA	27
5.1 Tarjouspyynnöt	27
5.2 Takaisinmaksuaika	27
5.2.1 Patterijärjestelmä	28
5.2.2 Lattialämpö	29
6 PÄÄTELMÄT	31
7 YHTEENVETO	32
LÄHTEET	
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Sähkön kallistuessa vuosi vuodelta, suorasähkölämmitteisten asuntojen lämmitysjärjestelmän muutos houkuttelee enenevissä määrin. Vieläpä enemmän nykyisessä tilanteessa, jossa omavaraisuus on korostunut sekä COVID-19 koronapandemian että Ukrainan sodan myötä. Tämä pätee myös energian tuotannon kannalta, kun vallitsevien tilanteiden takia sähköä ei haluta ostaa eikä välttämättä edes saada itänaapuriltamme ja tämä omilta osin nostaa hintoja. Kuvassa 1 olevasta kuvaajasta näkeekin sähkön hintakehitystä pientaloille, joissa on suora sähkölämmitys harmaana viivana.



Kuva 1. Sähkön hinta kuluttajatyypeittäin sis. verot (Tilastokeskus, 2021)

Karkeasti kymmenen vuotta sitten samasta sähköstä maksettiin 5 snt/kWh vähemmän. Taulukon mukaan pientalo, jossa on suora sähkölämmitys kuluttaa 18 MWh sähköä jolloin voidaan siitä laskea hintavertailuksi kymmenen vuoden ero.

Tästä voidaan laskea hintavertailuksi 2011 pientalon suoran sähkölämmityksen hinta on ollut n. 12snt/kWh ja vuonna 2021 hinta on ollut jo n. 15snt/kWh.

- 2011: 18 000 kWh/vuosi * 12 snt/kWh = 216 000 snt/vuosi ➔ 2160 €/vuosi
- 2021: 18 000 kWh/vuosi * 15 snt/kWh = 270 000 snt/vuosi ➔ 2700 €/vuosi

Sähkölämmitteisten pientalojen sähkönkulutus on karkeasti noussut 550 € vuosikymmenessä. Hinnannoususta seuraavalle vuosikymmenelle voi melkein olettaa, että se on reilusti suurempi kuin tämä 550 €, jolloin samasta sähköstä voi joutua maksamaan jo 3 500 €/vuosi.

Tässä opinnäytetyössä suunnitellaan rivitaloyhtiölle lämmitysjärjestelmän vaihtoa maalämpöön. Työssä tarkastellaan maalämpöön liittyvää teoriaa, kohteen tietoja sekä teknisiä tietoja. Niiden jälkeen mitoitetaan oikeankokoista järjestelmää yhtiölle ja tarkastellaan vaihtoehtoiset järjestelmät, sekä niiden liittämistä myös käyttöveden lämmitykseen. Lopuksi lasketaan kannattavuuslaskenta investoinnille ja lopetetaan yhteenvedolla. Mainittavan arvoinen asia on myös se, että kaikkien asuntojen arvo nousee, mikäli yhtiö päättää vaihtaa lämmitysjärjestelmän.

Nykyään erilaisia laskureita löytyy, jotka laskevat alustavia säästöjä, jos vaihtaa lämmitysmuotoa. Otetaan tähän esimerkiksi Lämpöpumput Thermian energialaskuri. Laskuriin syötetään samat arvot, mitä ylempänä on käytetty vuodelle 2021 (vaikkakin osa niistä ei ole lämmityskustannuksiin liittyviä), jakeluvaihtoehtona tähän otetaan lattialämmitys ja tulokseksi saadaan, että vuosittaiset säästöt voivat olla lähes 2 000 € (kuva 2). (Maalämmön käyttökustannukset ja säästöt, 2022)

Kuva 2. Thermian energialaskuri (Maalämmön käyttökustannukset ja säästöt, 2022)

Vuodessa siis perhe maksaisi lämmityskustannusten sähköstä karkeasti 800 €. Tämän hinnan päälle tulevat tietysti muut kustannukset kuten järjestelmän lainamaksut ja lisälämmitys, jos talvipakkaset nousevat yli sen mitä järjestelmälle on mitoitettu. Takaisinmaksuaika, eli käytännössä aika mikä kuluu siihen, että on käyttänyt investointiin kuluneen rahan vielä vanhalla järjestelmällä, maalämpöpumpulle ilmoitetaan olevan yleensä 5–10 vuotta. Koska taloyhtiön lämmitys on suorasähkö, niin mitä

kalliimmaksi sähkö muuttuu, sitä lyhyemmäksi takaisinmaksuaika menee. Esimerkkinä järjestelmän asentamiseen ja vaihtoon kuluu 20 000 € ja lämmitys maksaa 2 700 €/vuosi. Taulukosta 1 näkee, että jo kahdeksantena vuotena järjestelmä on maksanut itsensä takaisin, eli takaisinmaksuajaksi ilmoitetaan kahdeksan vuotta.

Taulukko 1. Takaisinmaksuajan esimerkkilasku

1. vuosi	2. vuosi	3. vuosi	4. vuosi	5. vuosi	6. vuosi	7. vuosi	8. vuosi
2 700 €	5 400 €	8 100 €	10 800 €	13 500 €	16 200 €	18 900 €	21 600 €

Tässä opinnäytetyössä kyse on kuitenkin jo 25 vuoden ikäisistä asunnoista, jossa suoräsähkö toimii nykyisenä lämmitysmuotona, joten lisäkustannuksia tulee esim. jakelu- järjestelmän ostosta ja asennuksesta (lattialämmityksestä tai patterilämmityksestä), mahdollisista energiatehokkuutta parantavista toimista, lupahakemuksista yms.

Toimeksiantajana tälle työlle toimi As Oy Porin Paratiisinhovi, jonka tontti on korostettu vihreällä kuvassa 3. Tontti on Porin kaupungin omistuksessa ja sijaitsee Länsi-Porin suunnalla. Taloyhtiö koostuu erillistalosta sekä rivitalosta, jossa on seitsemän asuntoa, jotka näkyvät korostettuina punaisella. Rivitalon lounaispuolella sijaitsee varastotila, violetilla korostettu ja tontilla on myös neljä autokatosta, jotka on korostettu kuvassa keltaisella. Tontin koillisella puolella menee oja, joka on korostettu sinisellä. Asuntojen muita tietoja tarkastellaan työssä myöhemmin.



Kuva 3. Rivitaloyhtiö (Google Maps, 2022)

Tekninen tila sijaitsee varastotilassa, pienessä noin 2 m² kokoisessa kopissa, joten mikäli uusi lämmitysmuoto vaatii teknistä tilaa, sellainen täytyy rakennuttaa.

2 MAALÄMPÖ

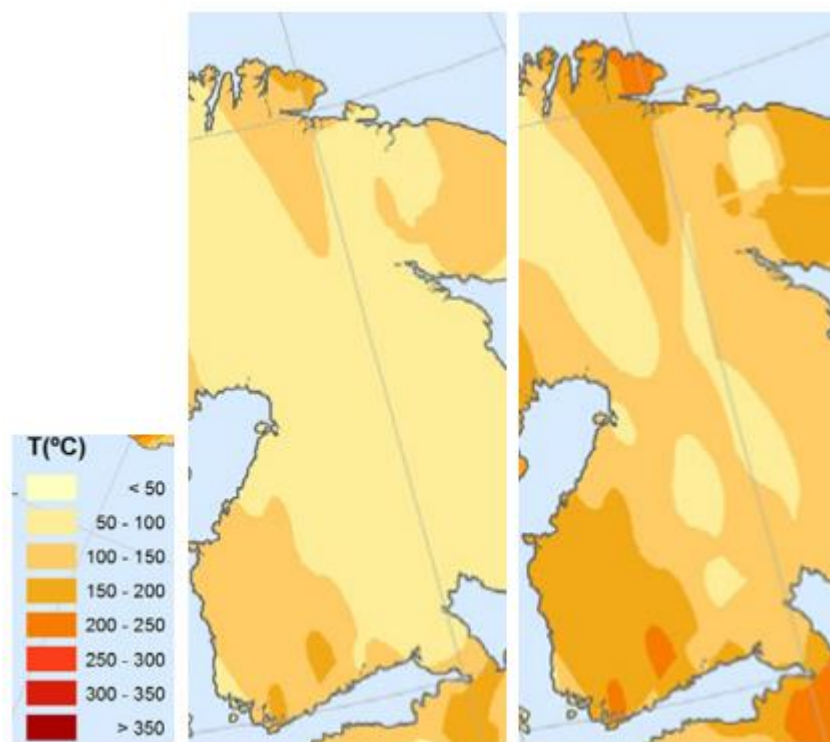
Maalämpö eli maa- ja kalloperän pintaosiin enintään n. 300 metrin syvyydessä varastoitunut energia on pääosin aurinkoenergiaa, eikä sitä saisi sekoittaa geotermiseen energiaan. Geotermisen energia muodostuu syvemmällä kallion sisällä, pääosin radioaktiivisten aineiden hajoamisesta. Sillä voidaan tuottaa sekä lämpöä, että sähköä. Suomessa geotermistä energiaa on todella haastavaa käyttää.

Maalämpö tuottaa pelkästään lämpöä ja isoissa määrin sitä käytetään myös lämmittämään käyttövetä. Nykyään maalämpöä käytetään myös jäähdytykseen jonkin verran, mikäli käytössä on energiakaivo ja lämmityksen jako tapahtuu lattialämmöllä, josta puhutaan tarkemmin myöhemmin tässä luvussa. (Juvonen Janne & Lapinlampi Toivo, 2013)

2.1 Maalämmön ja geotermisen energian erot

Toisin kuin maalämpö, kun puhutaan geotermisestä energiasta ja sen porauskaivosta täytyy ymmärtää, miksi se on Suomessa niin vaikea toteuttaa. Suomessa kaivon pitää olla monta kilometriä syvä, jotta siitä saadaan tarpeeksi lämpöä ja tehoa tuottamaan haluttua lopputuotetta. Riippuen lopputuotteesta haluttu lämpötila on yleensä vähintään 100 °C, mutta sähköntuotanto kaipaa yleensä vähintään 150 °C. Alla oleva kuva 4 on tutkimuksesta, jossa mitattiin ja laskettiin Euroopan tasolla eri syvyyksissä saatavilla olevat lämpötilat. Kuvasta 4 näkee, että 6,5 km syvyydessä lämpötila on keskiarvoltaan 100 °C - 150°C ja korkeimmillaan 200°C. Vaikka kaivaisi 9,5 km syvyyteen, niin lämpötilat eivät kuitenkaan nouse merkittävästi. (Başoğlu ym., 2021)

Valitettavasti tämä ei ole ainut ongelma, vaan toisena ongelmana nousee se, että mikään laitteisto ei vielä pysty poraamaan niin syväälle ja vaikka pystyisi, niin se menee todella kalliiksi ja vaikeaksi. Toisin sanoen helpoiten geotermistä energiaa pystyvät hyödyntämään vulkaaniset alueet, kuten Italia ja Islanti, jossa porakaivoa ei tarvitse kaivaa kuin muutama kilometri, jos sitäkään.



Kuva 4. Lämpötilat syvyyksissä 6,5 km ja 9,5 km

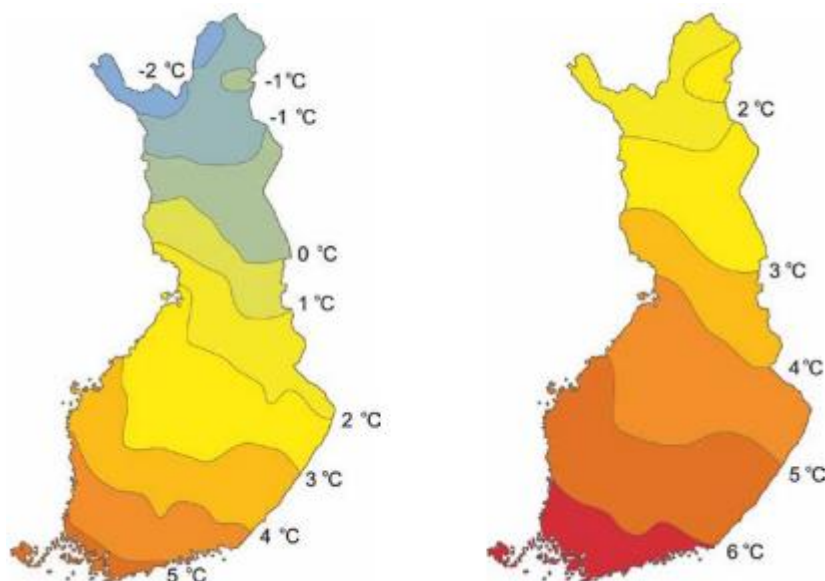
Suomen ensimmäinen geoterminen lämpölaitos suunniteltiin Helsingin Otaniemeen ja valmistumisajankohdaksi ilmoitettiin 2020, siitä on kuitenkin niukasti ollut tiedotusta. Uusimpien tietojen mukaan siellä on yli kuuden kilometrin syvä kaivo, joka on osoittautunut teknistaloudellisesti haastavammaksi kuin alun perin on ajateltu. Tällä hetkellä siellä on meneillään kartoitusvaihe, jonka tarkoituksena on selvittää, miten laitokselle saadaan mahdollisimman hyvää lämpötehoa. (St1, 2021)

Tässä opinnäytetyössä kuitenkin käsitellään maalämpöä, joten geotermistä energiaa ei tarkastella tämän enempää.

2.2 Maanpinnan lämpötila

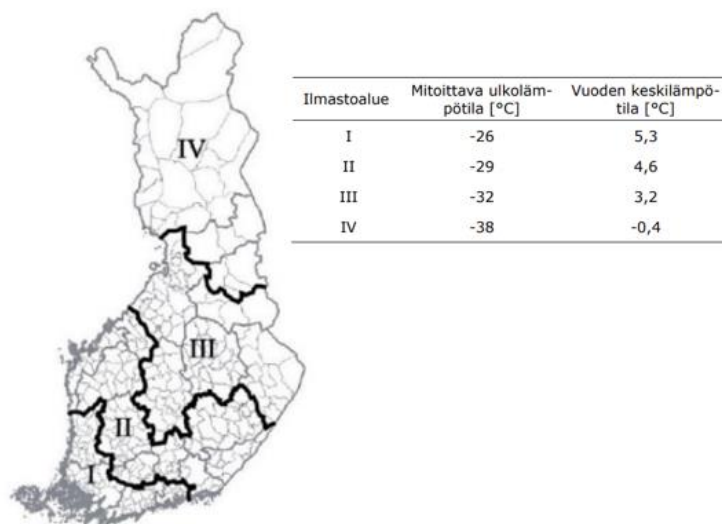
Maalämpö kuten aiemmin todettiin, on aurinkoenergiaa ja syvimmillään porataan n. 300 metrin porauskaivoja. Maalämpöjärjestelmiä on useampia erilaisia ja ne esitellään myöhemmin tässä työssä. Maalämpöjärjestelmää suunnitellessa täytyy huomioida maaperän rakennetta sekä sen lämpötilaa. Maan lämpötila Suomessa on ilmalämpötilaan nähden keskimäärin kaksi astetta korkeampi, vaihdellen tietysti paikallisen- sekä

maantieteellisen sijainnin mukaan, kuten kuvasta 5 näkee. Maanpinnan lämpötilaan vaikuttaa myös rakennukset - jossa rakennusalueilla maaperän lämpötila on muutama aste korkeammalla, kuin esim. metsäalueilla.



Kuva 5. Ilmalämpötilan (vasen) sekä maanpinnan lämpötilan (oikea) vuotuinen keskiarvo vertailukaudelta 1971–2000. (Juvonen Janne & Lapinlampi Toivo, 2013)

Kuvassa 6 näkyy suomen säävyöhykkeet, joita käytetään ulkolämpötilan mitoituslämpötilana. Pori on vyöhykkeessä I, jolloin mitoittavana ulkolämpötilana käytetään -26 °C.



Kuva 6. Suomen säävyöhykkeet (Suomen säädöskokoelma, 2017)

2.3 Porin maaperä

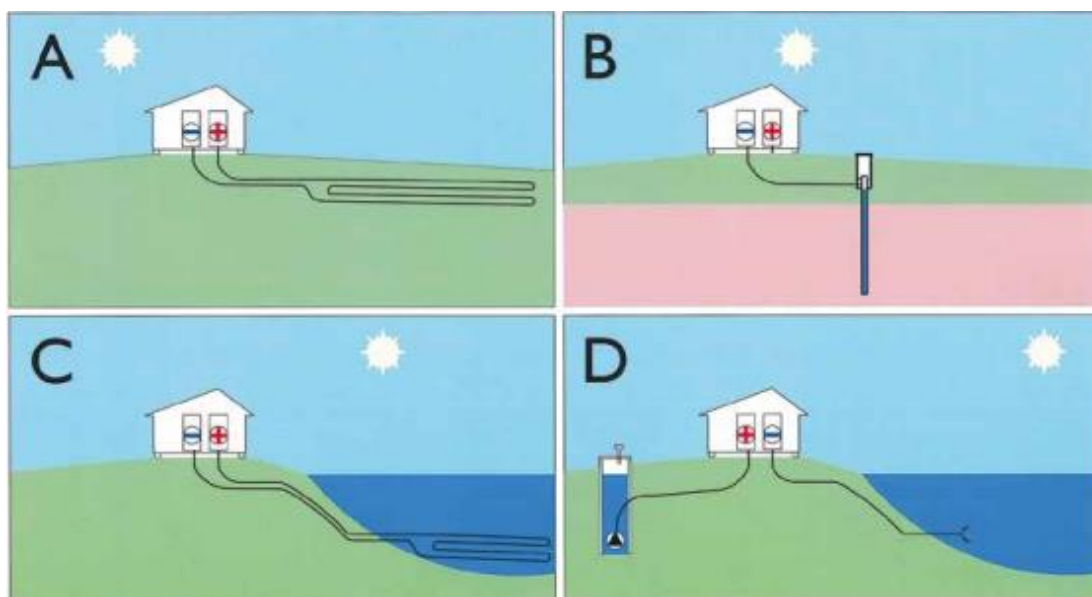
Geologian tutkimuskeskus on tehnyt osana InnoGeo-hanketta Porin alueen maaperän rakennettavuusselvitystä. Porissa vallitseva maalaji on moreenia, eli Suomen yleisintä maalajia, joka ainekseltaan koostuu savesta kallionlohkareisiin. Porin alueen vallitseva kivilaji on hiekkakivi. (Hakala Anu, 2018)

Rakennettavuudeltaan tutkimuksen mukaan taloyhtiön alue on keskinertainen- tai jopa melko vaativa, joten maalämpöjärjestelmän vaatima porauskaivon tekeminen voi olla hankalaa ja suhteellisesti kalliimpaa. Kuten aiemmin kuvassa 3 satelliittikuvan perusteella todettiin, tontin koillisosassa menee oja, mikä myös vaikuttaa maaperään ja voi myös omalta osaltaan hankaloittaa porausreiän prosessia. (Laakso Kati ym., 2010)

2.4 Järjestelmävaihtoehdot

Maalämpöjärjestelmä koostuu lämpöpumpusta, keruupiiristä ja siirtoputkistosta. Keruupiiri voidaan asentaa ja sijoittaa eri tavoin ja sen asennustapaa, pituutta ja sijaintia määrittää kohteen lämmitystarve, käytettävissä oleva pinta-ala, mahdolliset vesistöt sekä maaperän koostumus.

Kuvassa 7 on havainnollistettu eri energialähteet maalämpöpumpulle, jotka avataan alempana.



Kuva 7. Havainnekuva maalämpöpumpun energialähteistä (Juvonen Janne & Lapinlampi Toivo, 2013)

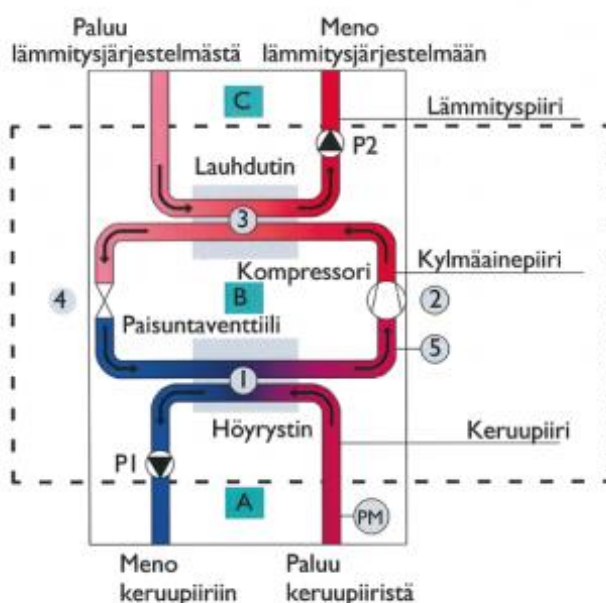
A-kuvassa näkyy maapiiri. Tämä keruupiiri asennetaan noin metrin syvyyteen ja on hieman edullisempi kuin porakaivo. Tämäntyyppinen asennus vaatii paljon käytettävissä olevaa pinta-alaa, eikä sitä suositella jo valmiiksi rakennettuihin kohteisiin, sillä niissä sitä on rajallisesti. Maapiiriä ei myöskään kannata asentaa pihateiden eikä kulkureittien alle, sillä putkistoa on vaikea suojata roudalta, sen sijaan pihan käyttöä se ei häiritse.

B-kuvassa näkyy porakaivo eli toisin sanoen energiakaivo. Tämä keruupiiri asennetaan porakaivoon, jonka syvyys vaihtelee tarpeen mukaan 150 m – 250 m. Käytännössä kaivo on aina alle 300 m syvyydeltään ja halkaisijaltaan vähintään 130 mm. Energiakaivo sopii hyvin saneerauskohteisiin sekä pienille tonteille. Tämäntyyppiset asennukset on helpointa tehdä kallioon poraamalla, koska silloin ei tarvitse lisätä suojaputkia, joita pehmeät maalajit tarvitsevat. Energian saantimäärää lisää porakaivossa oleva vesi ja sitä usein lisätäänkin, jos maasta saatava ei ole riittoisaa. Kuitenkin kaivon tuottaessa vettä liikaa, sitä saa käyttää esim. kasteluvetenä, mutta ei missään tapauksessa talousvetenä. Porakaivoja voi myös tehdä useampia, mutta silloin täytyy pitää huolta, että kaivojen välissä on tarpeeksi tilaa. Suositeltu väli on vähintään 15–20 metriä. Naapurin lämpökaivoa täytyy myös huomioida. Kaivoa voidaan kesällä käyttää viilentämiseen.

C-kuva esittää vesistöpiiriä, missä lämpöä otetaan vedestä suljetulla keruupiirillä ja D-kuva - avoimella keruupiirillä. Vesikeruupiirit vaativat lähellä olevaa rantaa ja vähintään kahden metrin syvyyttä, mikä ei taida toteutua taloyhtiön takana olevassa ojassa, se kuitenkin selviää myöhemmin. Vesistöpiirit ovat muutenkin hankalia toteuttaa, koska ne eivät saisi vaikuttaa vältettävissä olevaa kenenkään edun oikeutta. Lisäksi sen toteuttaminen vaatii suostumusta vesialueen omistajalta sekä suostumusta lähinaapureilta tai lupaa aluehallintovirastolta. (Juvonen Janne & Lapinlampi Toivo, 2013)

2.5 Maalämpöpumput

Kuvassa 8 näkyy lämpöpumpun toimintaperiaate, missä jokaista vaihetta on tarkasti selitetty. Yksinkertaisesti selitettynä energiaa sidotaan keruupiirissä, sen ollessa joko energiakaivo, maapiiri tai vesistöpiiri. Sidottu energia siirretään lämmönsiirtimellä lämmitysjärjestelmään, eli vesikiertoiseen patteriverkkoon, tai lattialämmitykseen, jossa sidottu energia vapautuu lämmittäen asuntoa. (Juvonen Janne & Lapinlampi Toivo, 2013)



1. Höyrystimessä keruupiiristä (A) lämpöenergia siirtyy lämpöpumpun kylmäainepiiriin (B). Kylmäaine muuttuu nesteestä kaasuksi
2. Lämpöpumpun kompressori puristaa kylmäainehöyryn korkeapaineiseksi kaasuksi, jolloin lämpötila kohoaa. Puristamiseen käytetty sähköenergia muuttuu lämmöksi ja nostaa myös kylmäaineen lämpötilaa.
3. Lämpöpumpun lauhduttimessa lämpöenergia siirtyy kylmäaineesta rakennuksen lämmitysjärjestelmään (C). Samalla kylmäaine muuttuu nesteeksi. Lämpöenergia voidaan hyödyntää sekä lämmitysverkostossa että käyttöveden lämmityksessä.
4. Lämpöpumpun paisuntaventtiilissä kylmäaineen painetta alennetaan, jolloin kylmäaineen lämpötila laskee. Kylmäaine virtaa höyrystimeen ja prosessi jatkuu kohdan 1 mukaisesti.
5. Vuodonilmaisimena toimii laitteen matalapainekytkin, joka sammuttaa kompressorin ja kiertopiirin pumpun, sekä antaa samalla hälytyksen, mikäli lämmönkeruunesteen määrä tai kierto ei ole riittävä.

Kuva 8. Lämpöpumpun toimintaperiaate (Juvonen Janne & Lapinlampi Toivo, 2013)

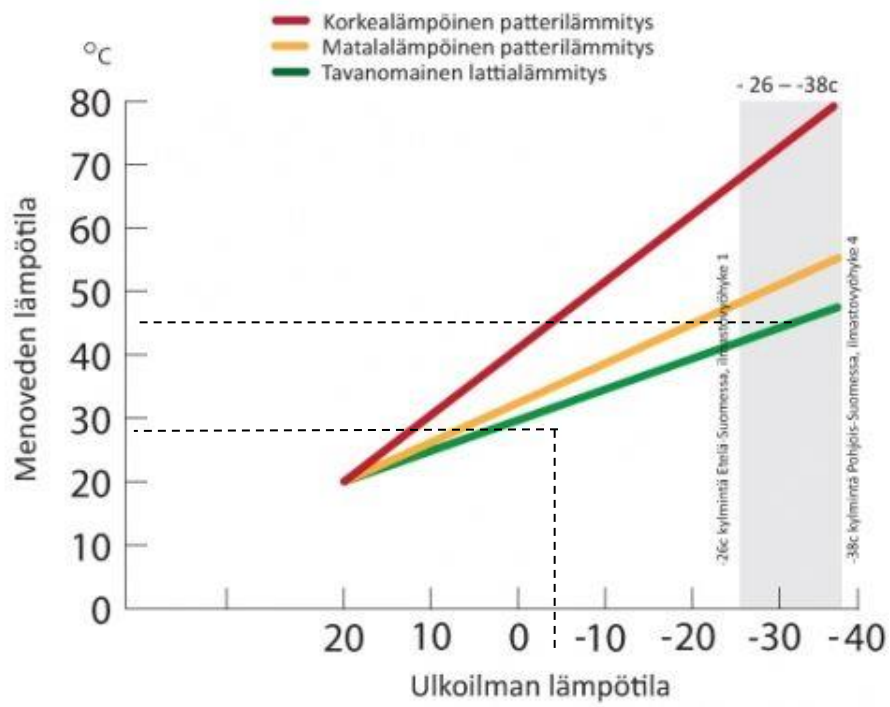
2.6 Jakelujärjestelmät

Lämmönjako tapahtuu yleensä vesikiertoisilla lämmittimillä, eli tämä tarkoittaa joko lämmityspattereita tai lattialämmitystä. Rivitaloyhtiön nykyinen lämmitystapa on suoräsäkö sähköpattereilla ja märkätiloissa sekä eteisissä sähköisellä lattialämmityksellä. Tässä tapauksessa jakelujärjestelmävaihtoehtoja rivitaloyhtiön asuntoihin on kaksi:

- lattian poisto ➔ vesikiertoisen lattialämmityksen asennus ➔ uusi lattia tai
- sähköpattereiden poisto/siirto ➔ vesikiertoisten matalalämpöisten pattereiden asennus

Kuten kuvasta 9 alempana huomaa, lattialämmityksessä veden lämpötilaa on noin 25–35 °C ja korkeimmillaan 40 °C, kun taas patterit vaativat vähintään 32 °C vettä jo ulkoilman ollessa 0 °C, jotta ne toimisivat riittävän tehokkaasti. Korkeintaan kuitenkin matalalämpöisellä patterilämmityksellä tarvitsee alle 50 °C ensimmäisen säävyöhykkeen kohdalla. Lähes kaikki uudet patterit, jotka asennetaan ovat matalalämpöiset, joten korkealämpöpattereiden lämpötilavaatimuksia ei tarkastella. Lattialämmitystä voi myös kesäisin käyttää viilennykseen, jos on valinnut energiakaivon lähteeksi.

Maalämpöjärjestelmiä usein mitoitetaan osatehomitoitukseen, eli niin että ne eivät välttämättä isommissa pakkaskeleissä tuota kaikkea tarvittavaa lämpöä, jolloin loppuosuus tuotetaan sähkövastuksilla tai takalla. Mitoitusta tehdään niin, koska laiteinvestointi voi pienentyä huomattavasti, eikä vuotuinen sähkönkulutus myöskään nouse merkittävästi, jolloin tämä voi olla rahallisesti paljon järkevämpi ratkaisu. Useimmiten huonelämmityksen lisäksi järjestelmiä käytetään käyttöveden lämmittämiseen ja tapoja on myös useampia erilaisia, ja eri valmistajien väliset erot ovatkin juuri siinä (Motiva, 2012).



Kuva 9. Lattia- tai patterilämmityksen lämpötila (Vesikiertoisen lattialämmityksen säätövinkkejä , 2017)

2.7 Luvat ja tuet

Tarkasteltavat rakennukset ovat asemakaava-alueella, joten toimenpidelupaa tarvitaan, jotta mitään toimenpiteitä voi tehdä. Kyseessä on kuitenkin jo olemassa oleva kohde, jolloin rakennuslupaa ei tarvita. Toimenpideluvan hinta on 250 € (Porin kaupungin ympäristö- ja lupapalveluiden toimialan taksa, 2019, §26).

Lisäksi Porin kaupunki vaatii ”Esiselvityslomake Maalämmön lämmönkeruujärjestelmän rakentamista varten” – lomakkeen täyttämistä. (Liite 1)

Alueella, johon toimenpidelupaa haettaisiin ei kuulu pohjavesialueisiin. (Pohjavesialueet - Varsinais-Suomi ja Satakunta, 2020)

Lisäksi hakemuksen yhteydessä muita tarvittavia liitteitä ovat rakennuspaikan hallintaoikeusselvitys, johtokartta sekä asemapiirros, jossa näkyy lämpökaivon syvyys, kulma ja suunta, mikäli kyseessä on vinoporaus. (Maalämpö Pori, 2022)

Taloyhtiöillä voi olla mahdollisuutta hakea Asumisen rahoitus- ja kehittämisen keskus ARA:n energia-avustusta. Avustuksen suuruus on enintään 50 % energiatehokkuutta parantavista kustannuksista. Se on kuitenkin enintään 4000 € tai 6000 € per asunto. ARA:n sivuilta voi ladata Excel-pohjan, josta voi laskea tarkemmin avustuksen määrää, kun tietää tarkemmat hinnat ja miten ne jakautuvat. (Energia-avustus taloyhtiöille, 2020)

3 KOHTEEN ESITTELY

Taloyhtiön yhteiset piha-alueet ovat kuvassa 10 korostettu vihreällä. Piha-alueet on mitattu Google Maps:n työkalulla, jotta lukija saa käsityksen piha-alueen koosta, eivätkä ne korvaa paikan päällä tehtävää tarkempaa maamittausta.



Kuva 10. Rivitaloyhtiö (Google Maps, 2022)

Kaikki tontilla olevat asunnot ovat yksikerroksisia. Osa asunnoista on vuokrauksessa ja osa on omistusasukkaiden käytössä. Asuntojen pinta-alat näkyvät taulukossa 2. Kaikissa asunnoissa on sauna, märkätiloissa sähköinen lattialämmitys, neljässä asunnossa on myös takat ja kolmessa ilmalämpöpumput. Huonekorkeus mitattuna on n. 2,5 m. Tiedot on kerätty liitteistä 2 ja 3.

Taulukko 2. Asuntojen perustiedot

Asunnon numero	Asukkaiden lukumäärä	Asunnon pinta-ala [m ²]	Lisätietoja
1	3	63,0	Takka
2	1	49,0	Ilmalämpöpumppu
3	1	54,0	
4	1	54,0	
5	1	54,0	Ilmalämpöpumppu
6	1	54,0	Takka
7	2	70,0	Takka, Ilmalämpöpumppu
8	4	110,0	Erillistalo, takka, mekaaninen ilmanvaihto
Yhteensä	14	508	

3.1 Lämmitykseen kuluva energia

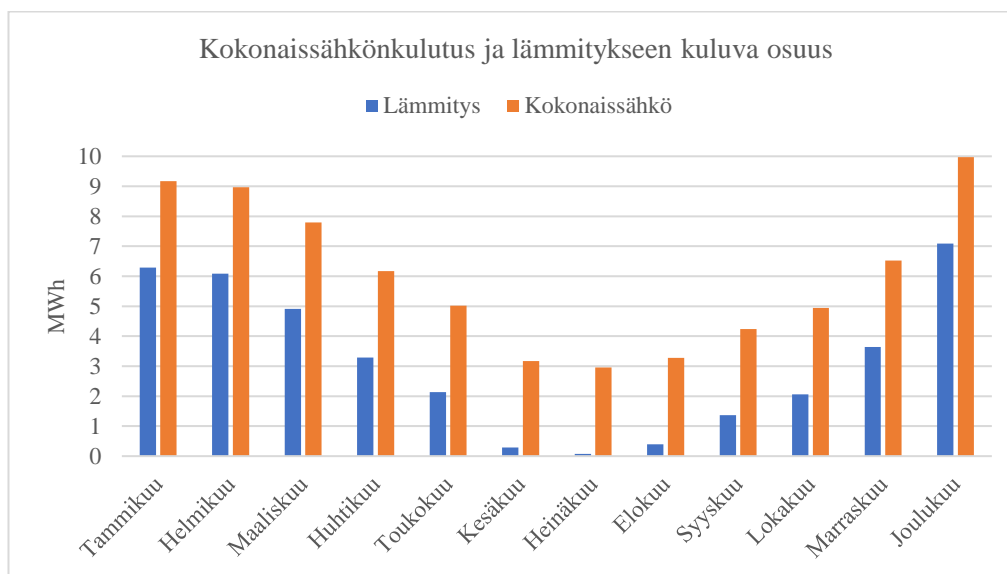
Taloyhtiön asukkaita pyydettiin täyttämään liitteenä oleva lomake (Liite 2), jonka tarkoituksena oli selvittää, kuinka paljon sähköä asukkailla kuluu, sekä kuinka paljon on muita lämmitystapoja käytössä, jotta mitoitus olisi mahdollisimman realistinen. Palautettujen lomakkeiden perusteella, rakennettiin Excel-taulukko, jolla laskettiin lämmitykseen kuluva sähkö. Ainoa vertailukelpoinen vuosi oli 2021, joten sen perusteella mitoitus on tehty. Kokonaissähkönkulutukseksi laskettiin n. 72,5 MWh, joista tilojen sekä käyttöveden lämmitykseen meni n. 58 MWh.

Suorasähköllä lämmitettävän talon sähkönkulutus jakautuu yleensä niin, että varsinkin talvella jopa 80 % sähkönkulutuksesta voi olla pelkästään huonetilojen lämmitykseen menevää energiaa. Mitä vanhempi ja isompi talo, sitä isompi osuus sähkönkulutuksesta menee huonetilojen lämmitykseen (Seuraa sähkönkulutusta, 2021).

Osassa asunnoista on myös takat, mutta vain kahdessa se on käytössä. Oletetaan, että käytössä on 20 % kosteaa koivupuuta, jotta voidaan käyttää Helsingin seudun ympäristöpalveluiden HSY:n antamia arvoja, joiden mukaan koivun lämpömäärä on 1010 kWh/irto-m³ ja tätä arvoa käyttäen voidaan laskea, paljonko lisäsähköä menisi, jollei asunnossa olisi takkaa käytössä. (Mikä on paras puulaji polttoon?, 2022)

Kaaviosta 1 näkee lämmitykseen kuluvan sähkön osuuden kuukausittain verrattuna kokonaissähkönkulutukseen. Tarkempia numeroita käsitellään työssä myöhemmin.

Kaavio 1. Kokonaissähkönkulutus verrattuna lämmitykseen kuluva sähkö



3.2 Käyttöveden kulutus

Vuonna 2020 veden kulutus oli 118,23 L/hlö/vrk, liitteessä 3 olevan tilinpäätöksen mukaan. Vedestä n. 35 % on lämmintä käyttövetä, mikä tarkoittaa n. 42 L/hlö/vrk * 14 hlö = 588 L/vrk. (Vesi ja vedenkulutus, 2021)

$$\bullet \frac{588 \frac{\text{L}}{\text{vrk}} * 365}{1000 \text{ dm}^3/\text{m}^3} \approx 215 \text{ m}^3/\text{v}$$

Veden lämmittämiseen kuluva energia voidaan laskea seuraavalla kaavalla (Laskukaavat: Lämmin käyttövesi, 2019):

$$Q = \frac{\rho * c_p * V * (t_2 - t_1)}{3600} = \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} * 215 \frac{\text{m}^3}{\text{v}} * (55 - 5)^\circ\text{C}}{3600} \approx 12\,542 \text{ kWh/v}$$

Q= Veden lämmittämiseen kuluva energia, **ρ**= veden tiheys (1000 kg/m³), **c_p**=Veden ominaislämpökapasiteetti (4,2 kJ/kg), **V**= veden kulutus (m³), **t₂**= Lämmitetyn veden lämpötila (55 °C), **t₁**= Lämmitettävän veden lämpötila (5 °C)

Veden lämmittämiseen kuluu siis vuosittain n. 12 600 kWh sähköä.

4 JÄRJESTELMÄN MITOITUS

Tässä luvussa selitetään, miten järjestelmän mitoitus tehtiin annettujen sekä kerättyjen tietojen perusteella. Luvussa myös tarkastellaan järjestelmän toteutustapaa sekä vaihtoehtoja.

Mitoitusta tehtiin Oilon Selection Toolin avulla ja sen tulosten perusteella tehtiin kannattavuuslaskenta. Oilon Selection Tool käyttää laskennassa paikkakuntatietoja, energiakulutusta (sisältäen käyttöveden lämmitykseen kuluvaan energiaan), asukasmäärää, meno- ja paluuvien lämpötiloja, huonelämpötilaa, käyttöveden lämpötilaa sekä lämmönlähdettä ja lisälämmityksen muotoa.(Oilon Selection Tool, 2022).

4.1 Lämmitystarve

Palautettujen lomakkeiden perusteella tehtiin Excel-laskenta, jossa aluksi eroteltiin asunnoittain lämmitykseen kuluva energia, kokonaissähkönkulutuksesta. Oletetaan, että kesän kuumimmissa kuukausissa taloja ei lämmitetä lainkaan, joten se on asunton perussähkönkulutus ilman lämmitykseen kuluva sähköä. Tätä arvoa vähentäen muista kuukausista, saadaan lämmitykseen kuluvaan sähkön arvot asunnoittain ja kuukausittain.

Taulukossa 3 näkyikin kokonaissähkönkulutus lämmitykseen koko rivitaloyhtiössä. ”Yhteensä”- lukuun on laskettu myös takkaenergia. Kun lämmitykseen kuluva sähkön määrä oli tiedossa, siihen voitiin lisätä myös käyttöveden lämmitykseen kuluva energia, jolloin saadaan kokonaislämmöntarve. Näiden tietojen perusteella laskettiin, että vuodessa tarvitaan lähes 58 MWh energiaa, tarkemmin 57 750 kWh.

Taulukko 3. Sähkönkulutus kuukausittain

Kuukausi	Kulutus vuodelle 2021	
Tammikuu	6290,76	kWh
Helmikuu	6086,89	kWh
Maaliskuu	4908,19	kWh
Huhtikuu	3289,34	kWh
Toukokuu	2134,56	kWh
Kesäkuu	290,91	kWh
Heinäkuu	77,60	kWh
Elokuu	396,79	kWh
Syyskuu	1362,21	kWh
Lokakuu	2058,70	kWh
Marraskuu	3644,59	kWh
Joulukuu	7089,67	kWh
Yhteensä	45205,21	kWh/vuosi

4.2 Jakelujärjestelmän valinta

Kuten aiemmin mainittiin rivitaloyhtiön nykyinen lämmitys, tapahtuu pääasiassa suoräsähkön kanssa. Toisin sanoen vesikiertoista kalustoa joudutaan asentamaan, mikä nostaa hintaa ja täten takaisinmaksuaikaa suhteellisen paljon. Jakelujärjestelmiä on kahta eri vaihtoehtoa, lattialämmitys tai patteriverkosto.

Tammiputkelta saadun tarjouksen mukaan lattialämmityksen asentaminen maksaisi 15 000 € - 20 000 € per asunto, mikä maksaisi kokonaisuudessaan 120 000 € - 160 000 €. Tämä on aika paljon saneerauskohteeseen, joten se ei vaihtoehtona ole kovin kustannustehokas. Lisäksi tämän toteutusta vaikeuttaa myös se, että kaikki asunnot täytyy tyhjentää kokonaan, mikä on erittäin vaikeaa. Kaiken kaikkiaan tämä vaihtoehto on itsessään todella vaikea ja melkein mahdoton toteuttaa, koska monikaan osakas ei välttämättä tähän suostu. (Vexa, 2022)

Patteriverkosto kustantaisi 5 000 € - 12 000 € per asunto, riippuen siitä montako patteria verkostoon asennetaan. Kokonaisuudessaan tämä maksaisi 40 000 € - 96 000 €, mikä on paljon vähemmän kuin lattialämmityksen asennus. Pattereiden asentaminen on paljon helpompaa ja nopeampaa kuin lattialämmityksen asentaminen, eikä se vaadi asuntojen tyhjentämistä, joten se on siinäkin mielessä helpompaa toteuttaa. Tämä on selkeästi kannattavampi ja parempi vaihtoehto, mutta mitoitusta tehdään kuitenkin molemmille järjestelmille. (Patteriverkosto, 2022)

4.3 Järjestelmän mitoitus ja valinta patteriverkostolle

Oilon Selection Tooliin asetettiin kuvassa 11 ja 12 olevat tiedot ja arvot. Niiden perusteella ohjelma laski ja piirsi kuvioita, joiden avulla pystyi vertailemaan eri lämpöpumput tarvittavan tuoton mukaan.

Paikkakunta
Pori

▼ **Rakennus**

Tunnettu energiankulutus
☒

Lämmitysmuoto
Tunnettu energia

Kulutus
57747 kWh

Asukasmäärä
14

Lisälämmönlähde
☐

▼ **Käyttövesikierto**

Käyttövesikierto
☐

▼ **Lämmitysjärjestelmä**

Menoveden lämpötila
50 °C

Paluulämpötila
35 °C

Huonelämpötila
21 °C

Käyttöveden lämpötila
60 °C

Kuva 11. Oilon Selection Tooliin asetetut arvot

▼ **Lämmitysjärjestelmä**

Menoveden lämpötila
50 °C

Paluulämpötila
35 °C

Huonelämpötila
21 °C

Käyttöveden lämpötila
60 °C

▼ **Lämmönlähde**

Lämmönlähde
Maa, porakaivo

Keruupiirin mitoitustapa
Energiaperusteinen

Ominaiskapasiteetti
115 kWh/m

Ominaisteho
45 W/m

Maapiirin paluulämpötila
0 °C

Maapiirin menolämpötila
-3 °C

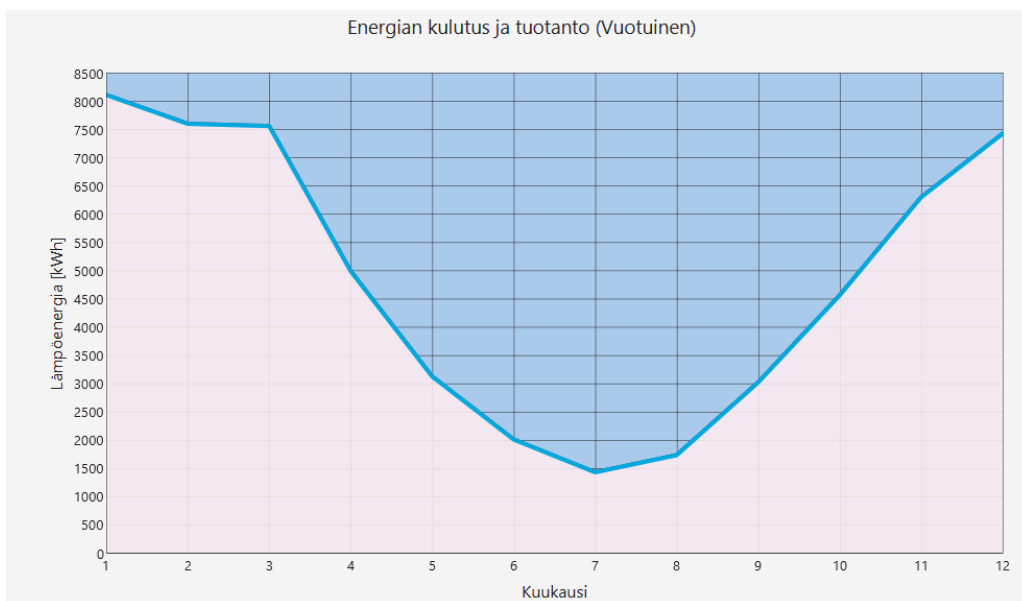
▼ **Näytä kustannuslaskennan parametrit**

Lisälämmityksen muoto
Sähkö

Sähkön hinta
0.12 €/kWh

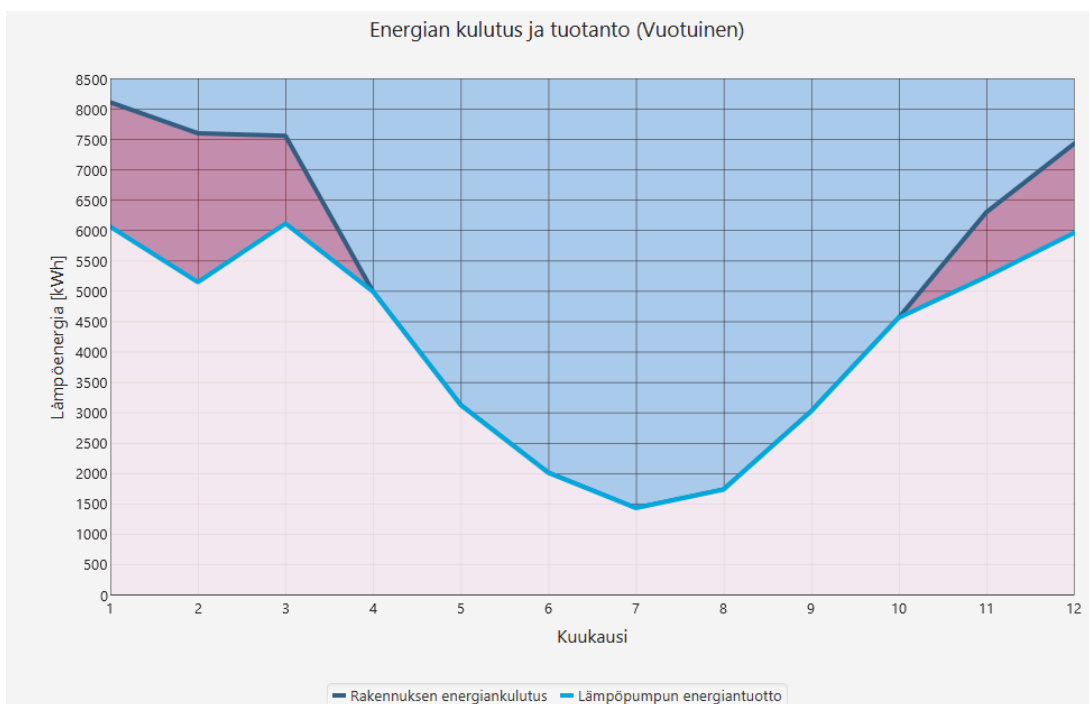
Kuva 12. Lisää asetusarvoja

Kuvassa 13 näkyy lämpöpumpun ECO Inverter+ 7 – 25 VFDx1 (kylmäaineena R410A) energian kulutus ja tuotanto kuukausittain. Laskennan mukaan tämä lämpöpumppu kattaa koko kulutustarpeen. Tämä olisi täysitehomitoitus ja oletettavasti myös kalliimpi vaihtoehto. Lämpöpumppu vaatii myös erillisvaraajan.



Kuva 13. Lämpöpumpun ECO Inverter+ 7 - 25 VFDx1 tuottama energia

Toinen vaihtoehto olisi lämpöpumppu CUBE Inverter + 2 – 9 VFDx1 (kylmäaineella R410A), mikä on sisäänrakennetulla varaajalla ja olisi osatehomitoitus. Lämpöpumpun energiakattavuus on tässä mitoituksessa 85%. Kuvassa 14 näkee vaaleammalla värillä lämpöpumpun energiantuotto suhteessa kulutukseen.



Kuva 14. Lämpöpumpun CUBE Inverter+ 2 - 9 VFDx1 tuottama energia

Taulukossa 4 vertaillaan lämpöpumppujen eri tietoja, joita ohjelma on laskenut. Oletuksena on myös, että täystehomitoitettu lämpöpumppu on paljon kalliimpi, koska se on myös isompi ja vaatii erillisvaraajan, joten alkuinvestointi olisi myös isompi ECO Inverter – pumpulla.

Taulukko 4. Lämpöpumppuvertailu

Lämpöpumppu	ECO Inverter+ 7–25	CUBE Inverter+ 2–9
Lämpöpumpun energiantuotanto vuosittain [kWh]	57746	49290
Tarvittava lisälämmitys vuosittain [kWh]	1	8457
Ilmaisenergia [kWh]	41795	36430
Lämpöpumpun sähkönkulutus vuosittain [kWh]	15962	12860
Lämpöpumpun energiakattavuus [%]	100	85
COP	3.6	3.8
Lämmityskulut		
Lämpöpumppu [€/vuosi]	1915	1543
Lisälämmitys [€/vuosi]	0	1015
Yhteensä [€/vuosi]	1915	2558

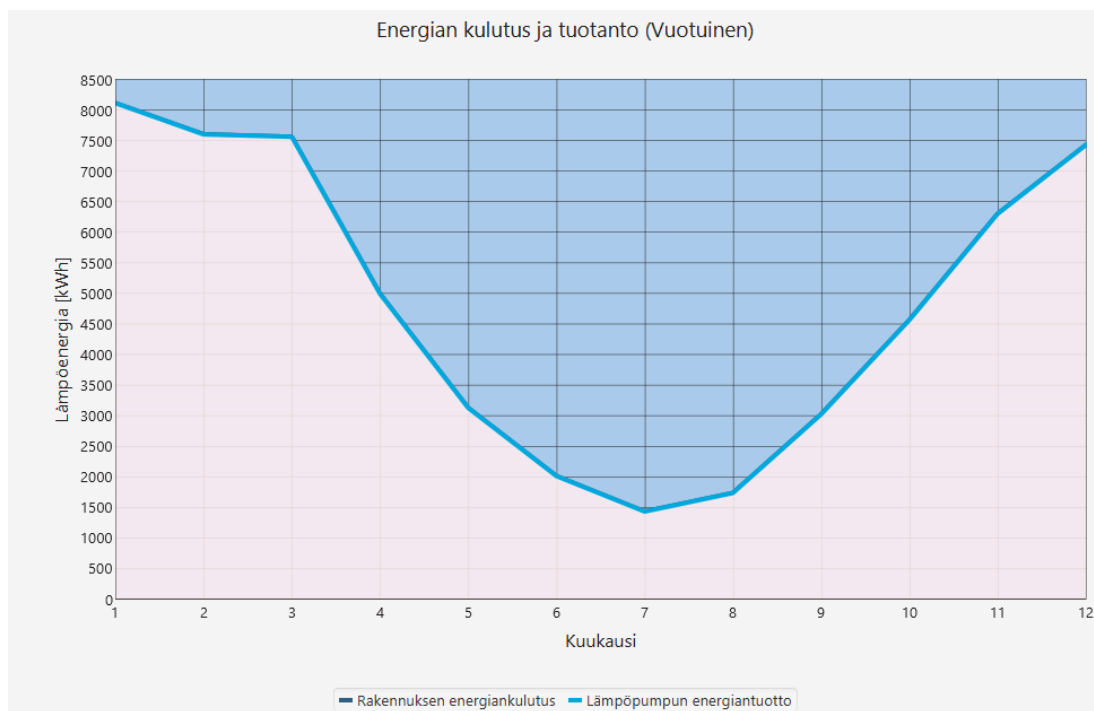
Vaikka osatehomitoituksella oleva pumppu on kalliimpi vertauksessa lisälämmityskulujen takia, se ei voi olla perusteena valita täystehomitoituksella olevaa pumppua. Lisälämmitys vaihtelee kuitenkin vuosittain tarpeen mukaan ja kuten aiemmin työssä mainitaan osalla asunnoista, on takat ja ilmalämpöpumput, joilla voi tuottaa myös halvemmin lisälämmitystä.

Ilmaston lämpenemisen vuoksi ei välttämättä ole myöskään järkevintä ottaa täysitehomitoituksella olevaa pumppua, sillä muutaman vuoden päästä voi olla, että pienempi pumppu tuottaa jo lähes täysin tarvittavan energian. Täten valitaan tähän mitoitukseen pienempi lämpöpumppu CUBE Inverter+ 2 – 9 ja sen arvoja käytetään kannattavuuslaskennassa.

4.4 Järjestelmän mitoitus lattialämmölle

Tälle mitoitukselle asetettiin lähes samat arvot ja tiedot, kuin patteriverkostolle tehdyssä mitoituksessa. Ainut arvo joka muuttui, oli menoveden lämpötilan lasku 40 °C, koska lattialämmitys ei vaadi yhtä kuumaa menovettä, kuten aiemmin työssä selitettiin.

Arvot eivät muuttuneet paljonkaan edellisestä mitoituksesta, mutta koska lattialämmityksellä on mahdollista myös kesäisin jäähdyttää, valitaan tällä kertaa täysitehomitointus. Tähän mitoitukseen valikoitui ylemmästä mitoituksesta oleva lämpöpumppu ECO Inverter+ 7-25 VFDx1, R410A kylmäaineella. Kuten kuvasta 15 huomaa, se kattaa kaiken tarvitseman energian.



Kuva 15. Lämpöpumpun ECO Inverter+ 7 - 25 VFDx1 energian tuotanto

Tähän mitoitukseen tämän pumpun tekniset tiedot näkyvät taulukossa 5, eivätkä ne eroa paljonkaan taulukossa 4 olevista arvoista kokonaisuudessa.

Taulukko 5. ECO Inverter+ 7 - 25 VFDx1 tekniset tiedot

Lämpöpumppu	ECO Inverter+ 7-25
Lämpöpumpun energiantuotanto vuosittain [kWh]	57746
Tarvittava lisälämmitys vuosittain [kWh]	1
Ilmaisenergia [kWh]	43181
Lämpöpumpun sähkönkulutus vuosittain [kWh]	14566
Lämpöpumpun energiakattavuus [%]	100
COP	4
Lämmityskulut	
Lämpöpumppu [€/vuosi]	1748
Lisälämmitys [€/vuosi]	0
Yhteensä [€/vuosi]	1748

5 KANNATTAVUUSLASKENTA

Jo varhaisessa vaiheessa todettiin, että lämmitystavan muuttamisesta tulee erittäin kallista ja hyvin todennäköisesti kannattamatonta. Kuitenkin tätä vielä todennetaan kannattavuuslaskennan kautta, jotta varmistetaan päätelmän todellisuutta. Laskenta tehtiin pääosin Excel-taulukkolaskentaohjelman avulla.

Laskennassa on käytetty Lämpöpartio Oy:n tarjousta maalämpöjärjestelmästä. Laskentaa tehdään sekä lattialämmölle, että pattereille jotta voidaan tehdä molempien jakotapojen kesken myös vertailuja ja päätelmiä. Siinä ei oteta huomioon mahdollisia tukia tai lupiin liittyviä kustannuksia, koska ne eivät vaikuta hintaan tai takaisinmaksuaikaan merkittävästi kumpaakaan suuntaan.

5.1 Tarjouspyynnöt

Tarjouspyyntöjä maalämpöjärjestelmästä lähetettiin useampaan paikkaan, mutta vain yksi yritys vastasi. Keskustelua käytiin puhelimitse Hannuksela Eemilin kanssa Lämpöpartio Oy:stä. Hannuksela teki samojen lähtötietojen perusteella mitoituksen 25 kW järjestelmästä ja sen hinnaksi muodostuisi 40 000 € - 50 000 €. Hänen mukaansa säästöä sähkönkulutuksessa tulisi n. 5 000 €/vuosi, sillä ehdolla että sähkö maksaisi 14 snt/kWh. (Hannuksela, 2022)

Muita tarjouspyyntöjä ei tarvinnut tehdä, koska noin isoissa summissa pienet hintaerot eivät vaikuta lähes lainkaan kannattavuuslaskentaan. Oletettavasti joka tapauksessa järjestelmä maksaa oli sitten tarjous mistä vaan suurin piirtein 50 000 €.

5.2 Takaisinmaksuaika

Takaisinmaksuaika laskettiin käyttämällä kevään 2022 sähkön hintoja. Sähkön hintaan on otettu huomioon, siirto, vero sekä perusmaksu. Taulukosta 6 näkyy kokonaissähkön hintaa, jota on käytetty takaisinmaksuajan laskennassa. Sähkön hinnoiksi valittiin tarkasteluhetken sähkönhinnan lisäksi myös kalliimmat hinnat, jotta nähdään, miten sähkön hinta vaikuttaa takaisinmaksu aikaan. (Sähkön verkkopalveluhinnasto, 2021).

Loppuhinnassa ei oteta perusmaksua huomioon, koska se maksetaan kuukausiperusteisesti, eikä kilowattitunnilta. (Sähkö sopimukset ja sähkön hinta, 2022).

Taulukko 6. Sähkön hinta

sähkön hinta [snt/kWh]	siirto [snt/kWh]	vero [snt/kWh]	perusmaksu [€/kk]	loppuhinta [snt/kWh]
12,39	3,43	2,79372	18,44	18,61
14	3,43	2,79372	18,44	20,22
18	3,43	2,79372	18,44	24,22
24	3,43	2,79372	18,44	30,22

Näiden hintojen perusteella voidaan laskea paljonko maksaa lämmitys suorasähköllä, paljonko uuden järjestelmän lisälämmitys tulee maksamaan ja paljonko itse pumpun käyttämä sähkö tulee maksamaan yllä olevilla hinnoilla.

5.2.1 Patterijärjestelmä

Tässä luvussa tarkastellaan maalämpöpumppujärjestelmää, jossa lämmönjako tapahtuu vesikiertoisilla lämpöpattereilla. Taulukkoon 7 on lisätty yllä mainittujen hintojen lisäksi myös uuden järjestelmän lisälämmityksen ja itse lämpöpumpun kuluttaman sähkön yhteinen kustannus.

Taulukosta 7 voidaan huomata, että kustannusero on valtava nykyisen sekä uuden järjestelmän välillä, mutta valitettavasti tähän hintaan ei ole laskettu uuden järjestelmän ostoa ja asennusta eikä myöskään lämmönjakotavan ostoa ja asennusta.

Taulukko 7. Nykyjärjestelmän ja maalämpöjärjestelmän vuosittaiset kustannukset

sähkön hinta [snt/kWh]	nykyjärjestelmä [€/vuosi]	lisälämmitys [€/vuosi]	lämpöpumppu [€/vuosi]	yhteensä [€/vuosi]
12,39	10970,70	1574,16	2615,00	4189,17
14	11900,48	1710,32	2822,05	4532,37
18	14210,48	2048,60	3336,45	5385,05
24	17675,48	2556,02	4108,05	6664,07

Seuraavassa taulukossa 8 nähdään miten eri sähkönhinnat vaikuttavat takaisinmaksu-aikaan. Taulukossa on myös kolmea eri hintaa lämmönjakojärjestelmälle; korkein hinta, keskihinta ja matalin mahdollinen hinta yhdessä maalämpöjärjestelmähinnan kanssa mikä on 50 000 €. Parhaimmillaan järjestelmä maksaa itsensä takaisin hieman yli viidessä vuodessa (erittäin epärealistinen sähkön hinta) ja huonoimmillaankin 13 vuodessa.

Taulukko 8. Takaisinmaksuaika järjestelmälle patterijaolla

Sähkön hinta/ järjestelmien yhteishinta	90 000 €	118 000 €	146 000 €
12,39 snt/kWh	8,2 vuotta	10,8 vuotta	13,3 vuotta
14 snt/kWh	7,6 vuotta	9,9 vuotta	12,3 vuotta
18 snt/kWh	6,3 vuotta	8,3 vuotta	10,3 vuotta
24 snt/kWh	5,1 vuotta	6,7 vuotta	8,3 vuotta

Edellisessä taulukossa ei kuitenkaan huomioida muuta kuin missä ajassa vanhalla järjestelmällä olisi maksanut saman verran kuin uusi järjestelmä maksaa. Kuitenkin todellisuudessa, kun vaihdetaan järjestelmää harvoin, halutaan maksaa paljon enempää kuin tällä hetkellä maksetaan, joten tarkastellaan myös sen, miten vuosikustannukset vaikuttavat takaisinmaksu-aikaan. Tämä tarkastelu tehdään vain kevään 2022 sähkönhintojen mukaan, koska muissa hinnoissa suhteet pysyvät samoina.

Nykyisellä järjestelmällä vuosittaiset kustannukset ovat n. 11 000 € kokonaisuudessaan, kuten taulukosta 7 nähdään ja uuden järjestelmän kustannukset ovat n. 4 200 €. Näiden lukujen perusteella vuosittain voidaan maksaa järjestelmästä 6 800 € ja tämän perusteella koko järjestelmää maksetaan pois järjestelmän hinnasta riippuen 13,2–21,5 vuotta tarkasteluhetken sähkönhinnalla.

5.2.2 Lattialämpö

Tässä luvussa tarkastellaan samat tiedot kuin edellisessä, mutta lämmönjakotapana on kuten otsikossa lukee lattialämpö.

Isoin ero tämän ja edellisen järjestelmän välillä on se, että tämä järjestelmä ei vaadi lisälämmitystä, joten siitä ei aiheudu mitään lisäkuluja kuten taulukosta 9 huomaa. Jo tässä vaiheessa huomaa, että tämä olisi näennäisesti halvempi vaihtoehto kuin patterijaolla, mutta kuitenkin tässä ei huomioida muuta kuin vuosikustannuksia.

Taulukko 9. Nykyjärjestelmän sekä uuden järjestelmän vuosittaiset kustannukset (lämmönjakotapa lattialämpö)

Sähkön hinta [snt/kWh]	Nykyjärjestelmä [€/vuosi]	Lämpöpumppu [€/vuosi]
12,39	10970,70	2935,55
14	11900,48	3167,07
18	14210,48	3749,71
24	17675,48	4623,67

Seuraavasta taulukosta 10 nähdään sähkön hinnan vaikutusta pelkästään järjestelmän takaisinmaksuaikaan. Tässäkin nähdään kuten aiemmassa luvussa kolmea eri hintaa järjestelmälle. Huonoimmillaan järjestelmä maksaa itseään takaisin 19 vuodessa, mutta parhaimmillaan kymmenessä vuodessa (epärealistisen korkea sähkönhintana).

Taulukko 10. Takaisinmaksuaika järjestelmälle lattialämmitysjaolla

Sähkön hinta/ järjestelmien yhteishinta	170 000 €	190 000 €	210 000 €
12,39 snt/kWh	15,5 vuotta	17,3 vuotta	19,1 vuotta
14 snt/kWh	14,3 vuotta	16,0 vuotta	17,6 vuotta
18 snt/kWh	12,0 vuotta	13,4 vuotta	14,8 vuotta
24 snt/kWh	9,6 vuotta	10,7 vuotta	11,9 vuotta

Tämä taulukko ei kuitenkaan huomioi taas sitä, että harvoin ihmiset haluavat maksaa enempää kuin ovat ennen maksaneet, joten seuraavassa laskussa nähdään, kuinka nopeasti todellisuudessa järjestelmää saadaan maksettua pois. Kun lasketaan samalla laskukaavalla kuin luvussa ylempänä, asukkaat maksavat tässä järjestelmässä n. 8 000 €/vuodessa. Tämä tarkoittaa, että sähkön tämänhetkisellä hinnalla järjestelmä saadaan maksettua pois 21,3 – 26,3 vuoden päästä.

6 PÄÄTELMÄT

Lämmönjakotavan muutto saneerauskohteissa vaikuttaisi olevan suhteellisen kallis ja työläs prosessi, eikä se välttämättä osoittaudu kannattavaksi. Todella usein näennäisesti järjestelmän vaihdon osoitetaan olevan halvempaa ja helpompaa kuin se todellisuudessa on, jotta saadaan mahdollisimman paljon myyntejä. Todellisuus onkin paljon erilaisempi ja usein asiakkaat ihmettelevät jälkikäteen, että ”miten tässä nyt näin kävi”.

Edellisessä luvussa todettiin että, jos asiakas ei halua maksaa enempää kuin on vanhalla järjestelmällä maksanut, niin järjestelmän takaisinmaksuaika pitenee aika paljon. Tämän laskutavan mukaan, lämmönjakotavasta riippuen uusi järjestelmä on maksanut itsensä takaisin aikaisintaan 13 vuoden päästä ja viimeistään 25 vuoden päästä. Toisin sanoen lämmönjakoa vesikiertoisilla pattereilla voi pitää suhteellisen hyvänä, mutta lattialämmityksen kanssa siitä tulee hieman liian vaikea ja pitkä takaisinmaksu.

Jos taloyhtiö ei kuitenkaan ole valmis ottamaan näin isoa investointia vastaan, energiasäästöjä on mahdollista tehdä muullakin tavalla ja kenties jopa halvemmallalla ja nopeammin. Ehdottomasti kannattaa asentaa ilmalämpöpumput kaikkiin asuntoihin, koska se voi kesäisin viilentää ja talvisin laskea energiakulutusta jopa 30 %. Yhden lämpöpumpun hinta asennuksineen on noin 3 000 € ja investointi maksaa itsensä takaisin noin viidessä vuodessa. (Ilmalämpöpumppu haussa?, 2022)

Lisäksi kannattaa harkita ulko-ovien ja ikkunoiden uusimista ja samalla ulkoseinien lisäeristysten lisäämistä. Lämpökameralla voi myös mahdollisesti käydä asunnot läpi ja tarkastaa missä isoimmat vuodot ovat ja tehdä mahdolliset toimenpiteet, jotka vähentäisivät vuotoja. Vaihtoehtoisesti voi myös asunnoissa joissa on koneellinen ilmanvaihto lisätä lämmöntalteenottoa tai käyttää kalliimpaa vaihtoehtoa poistoilmalämpöpumppua.

Vaihtoehtoisesti, jos on valmis asentamaan vesikiertoiset kalusteet, kaukolämpöön on myös mahdollista liittyä ja Pori Energian laskurin mukaan, takaisinmaksu järjestelmälle olisi 5 vuotta (tähän aikaan ei sisälly lämmönjakojärjestelmän osto ja asennus) (Pohdin siirtymistä kaukolämpöön, 2022)

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyö tehtiin selvittämään, onko rivitaloyhtiöllä syytä harkita lämmitysjärjestelmän muutosta. Nykyisen lämmitysmuodon ollessa suora sähkölämmitys vaikkakin tehokas, se on kuitenkin yksi kalliimpia lämmitysmuotoja mitä markkinoilta löytyy, joten syytä olisi vakavasti harkita muutosta. Samalla jos lämmitysjärjestelmän muuttaa, niin se myös nostaisi asuntojen arvoa.

Maalämpöön siirtyminen olisi järkevää vain, jos lämmönjako tapahtuu vesikiertoisilla pattereilla, koska lattialämmityksen asentaminen nostaa takaisinmaksuaikaa todella paljon ja se on muutenkin paljon työläämpi vaihtoehto. Siltikin realistisesti katsottuna, maalämpöjärjestelmä maksaa itsensä takaisin vasta 13 vuoden kuluttua, mikä on aika pitkä takaisinmaksuaika maalämpöjärjestelmälle. Hintaa nostaa lämmönjakolaitteiden osto- ja asennustarve.

Lämmitysjärjestelmän muutos voi tapahtua myös pienemmässä skaalassa, kuten esimerkiksi vain ilmalämpöpumpun asentaminen kaikkiin asuntoihin. Vaihtoehtoisesti, jos vesikiertoisten lämmönjakolaitteiden asentaminen on taloyhtiölle hyväksyttävä asia, niin kaukolämpöön liittyminenkään ei ole poissuljettua. Kannattaa myös harkita miten saisi asuntojen energiatehokkuutta parannettua, koska sitä kautta saa myös energiansäästöä. Esimerkiksi ikkunoiden ja ovien vaihdon yhteydessä voi harkita seiniin lisäeristeiden laittoa.

Työ osoittautui paljon vaikeammaksi, kuin alun perin oli ajateltu, koska matkan varrella selkeni, että lämmönjakolaitteiden asentaminen ja osto tekee tästä kannattamattomasta. Jos valmiiksi on jo olemassa vesikiertoiset lämmitysjärjestelmät, silloin maalämpöä on paljon kannattavampaa harkita.

LÄHTEET

Baçoğul, Y., Güler, O. V. & Keçebaş, A. (2021). Binary geothermal power plant. Thermodynamic Analysis and Optimization of Geothermal Power Plants, 113–129. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821037-6.00013-5>

Energia-avustus taloyhtiöille. (19.8.2020). ARA. Haettu 1.3.2022 osoitteesta https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat_ja_avustukset/Energiaavustus/Taloyhtiot

Google Maps. (2022). Google. Haettu 22.2.2022 osoitteesta <https://www.google.fi/maps/@61.4729995,21.7333365,150m/data=!3m1!1e3!5m1!1e4>

Hakala Anu. (28.5.2018). Moreenit. Moreeni ja moreenimuodostumat. Hannuksela, E. (2022). Puhelinkeskustelu. Lämpöpartio Oy. <https://lampopartio.fi/>

Ilmalämpöpumppu haussa? . (2022). LämpöYkkönen Oy. Haettu 28.4.2022 osoitteesta <https://lampoykkonen.fi/tuotteet/ilmalampopumput/>

Juvonen Janne & Lapinlampi Toivo. (2013). Energiakaivo. Haettu 22.2.2022 osoitteesta https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/40953/YO_2013.pdf;jsessionid=E1C7D3A01A0566E09AB56ECD7D581490?sequence=1

Laakso Kati, Säävuori Heikki & Jarva Jaana. (2010). PORIN ALUEEN MAAPERÄN RAKENNETTAVUUSSELVITYS Summary: Construction conditions in the Pori region. Haettu 22.2.2022 osoitteesta https://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr_183_pages_115_139.pdf

Laskukaavat: Lämmin käyttövesi. (6.2.2019). Motiva. Haettu 28.2.2022 osoitteesta https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kiinteiston_energian kaytto/kulutuksen_normi tus/laskukaavat_lammin_kayttovesi

Maalämmön käyttökustannukset ja säästöt. (2022). Thermia. Haettu 22.2.2022 osoitteesta

https://www.thermia.fi/maalampo/maalampo1/maalampo_saastot/?gclid=Cj0KCQiAjc2QBhDgARIsAMc3SqRBuX93pIH48EX9563drtJ9yD6SHp-A_Iz-Va065XKc7cLnCx7KwbMaArcrEALw_wcB

Maalämpö Pori. (2022). Tom Allen Senera. Haettu 2.3.2022 osoitteesta <https://www.tomallensenera.fi/maalampo/pori/>

Mikä on paras puulaji polttoon? (2022). Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY. Haettu 15.3.2022 osoitteesta <https://www.hsy.fi/poltapuhtaasti/polttopuun-hankinta/puulajit/>

Motiva. (2012). Lämpöä omasta maasta. Haettu 23.2.2022 osoitteesta https://www.motiva.fi/files/7965/Lampoa_omasta_maasta_Maalampopumput.pdf

Oilon Selection Tool (2022.04.13-1480). (2022). Oilon. <https://oilon.com/fi/tuotteet/oilon-selection-tool/>

Patteriverkosto. (2022). Tom Allen Senera. Haettu 4.4.2022 osoitteesta <https://www.tomallensenera.fi/patteriverkosto>

Pohdin siirtymistä kaukolämpöön. (2022). Pori Energia . Haettu 29.4.2022 osoitteesta <https://www.porienergia.fi/lampo/kaukolampo-kotitalouksille/kaukolampo-ei-asiakkaat>

Pohjavesialueet - Varsinais-Suomi ja Satakunta. (26.11.2020). Ympäristöhallinto. Haettu 25.2.2022 osoitteesta [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesiensuojelu/Pohjaveden_suojelu/Pohjavesialueet/Pohjavesialueet___VarsinaisSuomi_ja_Sata\(27242\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesiensuojelu/Pohjaveden_suojelu/Pohjavesialueet/Pohjavesialueet___VarsinaisSuomi_ja_Sata(27242))

Porin Kaupungin ympäristö- ja lupapalveluiden toimialan taksa, Pub. L. No. §26, Porin Kaupunki (2019). Haettu 1.3.2022 osoitteesta www.pori.fi

Sähkön verkkopalveluhinnasto. (1.1.2021). Pori Energia Sähköverkot Oy. Haettu 27.4.2022 osoitteesta <https://www.porienergia.fi/globalassets/hinnastot/pesvin-hinnastot/pesv-hinnastot-1.1.2021-alkaen/pori-energia-sahkoverkot-oy-verkkopalveluhinnasto-1.1.2021-alkaen.pdf>

Sähkösopimukset ja sähkön hinta. (2022). Oomi. Haettu 27.4.2022 osoitteesta https://oomi.fi/sahko/sahkosopimukset/?utm_term=oomi&utm_campaign=Brändi++Oomi&utm_source=google&utm_medium=cpc&hsa_acc=6613321039&hsa_cam=9972358040&hsa_grp=101016414655&hsa_ad=582347503660&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-316961243738&hsa_kw=oomi&hsa_mt=e&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=Cj0KCQjw06OTBhC_ARIsAAU1yOV8jEHIRDvWANiyVSAXE7AYCSgRpptm6hJ0i4Ly8HPHU-IgXF9FwhsaAg0-EALw_wcB

Seuraa sähkönkulutusta. (18.10.2021). Motiva. Haettu 10.3.2022 osoitteesta https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/remontoi_ja_huolla/energiatehokas_sahkola_mmitys/seuraa_sahkonkulutusta

St1. (24.11.2021). St1:n Otaniemen geotermisen lämpölaitoksen pilottiprojektissa selvitetään lämmöntuotantotapoja. Haettu 22.2.2022 osoitteesta <https://www.st1.fi/st1n-otaniemen-geotermisen-lampolaitoksen-pilottiprojektissa-selvitetaan-lammontuotantotapoja->

Suomen säädöskokoelma. (2017). <https://www.ym.fi/download/noname/%7BFD99E48D-F28B-452E-8175-29EA77ABD4CA%7D/133872>

Tilastokeskus. (9.12.2021). 3. Vuosineljännes 2021, Liitekuvio 5. Sähkön hinta kuluttajatyypeittäin. Haettu 22.2.2022 osoitteesta https://www.stat.fi/til/ehi/2021/03/ehi_2021_03_2021-12-09_kuv_005_fi.html

Vesi ja vedenkulutus. (3.11.2021). Motiva. Haettu 28.2.2022 osoitteesta https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot_yhdessa_energiatehokkaasti/vesi_ja_vedenkulutus

Vesikiertoisen lattialämmityksen säätövinkkejä . (12.12.2017). Motiva. Haettu
28.2.2022 osoitteesta

https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/ajankohtaista_nyt/lammityskausi_kaynnistyy/vesikiertoisen_lattialammituksen_saotovinkkejä

Vexa. (2022). Henkilökohtainen sähköpostikeskustelu. <https://www.tammiputki.fi/>

Porin kaupungin esiselvityslomake



Ympäristö- ja lupapalvelut
Rakennusvalvonta

27.6.2019

Esiselvityslomake Maalämmön lämmönkeruujärjestelmän rakentamista varten

Asiakkaan tiedot/ kiinteistön perustiedot

Nimi:	Kaupunginosa/kylä:
Katuosoite:	Kortteli / tontti tai RN:0
Postinumero ja postitoimipaikka:	Puhelin ja sähköposti

Esitiedot

Uudisrakennus <input type="checkbox"/> Saneeraus <input type="checkbox"/> Asuinrakennus <input type="checkbox"/> Vapaa-ajan asunto <input type="checkbox"/> Muu <input type="checkbox"/>
Tontin pinta-ala (m ²)
Kaavoitustilanne
Keruujärjestelmä
Lämpökaivo <input type="checkbox"/> Maapiiri <input type="checkbox"/> Vesistö <input type="checkbox"/>
Sijaitseeko pohjavesialueella Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/>
Hankkeeseen ryhtyvän on varmistettava asia ympäristö- ja lupapalvelut -toimialan ympäristövalvontayksiköstä. Mikäli kiinteistö sijaitsee pohjavesialueella tai sen lähistöllä on asiasta pyydettävä lausunto Varsinais-Suomen ELY-keskukselta (kirjaamo.varsinais-suomi@ely-keskus.fi) ja lisättävä se hakemuksen liitteeksi.

Lämpökaivon tiedot

Kaivojen lukumäärä	Kaivon/ kaivojen reiän koko ja arvioitu syvyys
Arvioitu maaporausten syvyys	Käytettävä lämmönkeruuneste ja määrä (litraa)
Onko pintavesieristyksen kelpoisuus/ toteuttamistapa selvitetty urakoitsijan kanssa Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/>	
Onko kyseessä vinoporaus Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/> (merkittävä asemapiirrokseen porauskulma asteina ja ilmansuunnalla)	
Liete/ karkea kiviaines Kerätään pois kuljetettavaksi Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/> (erillinen selvitys)	

Lämpökaivon etäisyydet

1. Etäisyys naapurin rajaan (>7.5m tai suostumus)	Vähimmäisetäisyys lähimpään porakaivoon > 40m Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/>
2. Vähimmäisetäisyys lähimpään rengaskaivoon >20m Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/>	3. Etäisyys lähimpään rakennukseen (>3m)
4. Etäisyydet viemäriin ja vesijohtoihin > 5m Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/>	5. Mahdollinen rasisetöimitus Ei tarvetta <input type="checkbox"/> Perustettu <input type="checkbox"/> pvm.

6. Etäisyys kiinteistökohtaiseen jätevedenpuhdistamoon >30m (harmaat vedet >20m)

Kyllä ☐ Ei ☐

Maapiirin tiedot

1. Pienin etäisyys naapurin raja- an (>1.0 m tai suostumus)	2. Maapiirien määrä ja yhteispituus (m)
<input type="text"/>	<input type="text"/>
3. Asennussyvyys ja asennusväli (m)	4. Käytettävä lämmönkeruuneste ja määrä (litraa)
<input type="text"/>	<input type="text"/>
5. Etäisyydet viemäriin ja vesijohtoihin riittävät Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/> (eristetään)	6. Etäisyydet rakennuksiin riittävät Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/> (eristetään)
Lisätietoja <input type="text"/>	

Vesistö

1. Lämmönkeruuputkiston pituus ja upotussyvyys (m)	2. Käytettävä lämmönkeruuneste ja määrä (litraa)
<input type="text"/>	<input type="text"/>
3. Ankkurointitapa	4. Vesirakennusilmoitus ELY-keskukselle tehty Kyllä <input type="checkbox"/> (jäljennös luvan liitteeksi)
5. Vesialueen omistajan kirjallinen suostumus saatu Kyllä <input type="checkbox"/> (liitetään lupahakemukseen)	6. Ankkuroinnin kieltävät varoituskyltit asennetaan rannalle Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/>
Lisätietoja <input type="text"/>	

Lämmitysjärjestelmä

Pääasiallinen lämmitysjärjestelmä muutoksen jälkeen: Maalämpö/ vesikeskuslämmitys Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/> muu mikä? <input type="text"/>	
Muutoksia teknisessä tilassa? Ei <input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> (esitettävä pohjapiirros)	
Lisätietoja <input type="text"/>	

Yleistä

Selvityksen tekijää/ rakennuttajaa kehoitetaan tutustumaan Porin kaupungin ympäristönsuojelumääräyksiin ja maalämpökaivon ympäristöoppaaseen.

Porin kaupungin ympäristönsuojelumääräykset (sisältää kartat pohjavesialueista):

https://www.pori.fi/sites/default/files/atoms/files/ymparistonsuojelumääräykset_voimaan_01-01-2016.pdf

Lämpökaivo, maalämmön hyödyntäminen pientaloissa

[https://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Energiakaivoopas_antaa_suosituksia_maala\(25347\)](https://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Energiakaivoopas_antaa_suosituksia_maala(25347))

Lisätietoja

SELVITYKSEN TEKIJÄ

Aika	/	20	Allekirjoitus	Nimen selvennys
Puhelin ja sähköposti:				

ESISELVITYSLOMAKE LIITETÄÄN LUPAHAKEMUKSEN LIITTEEKSI TÄYTETTYNÄ JA ALLEKIRJOITETTUNA.

Hei Paratiisinhovin asukkaat!

Kirjoitan tällä hetkellä opinnäytetyötä, missä tutkin taloyhtiön mahdollisuutta siirtyä sähkölämmityksestä maalämpöön. Opinnäytetyön virallisena nimenä tällä hetkellä on ”Taloyhtiön lämmitysjärjestelmän muutosehdotus”. Opinnäytetyö on julkinen asiakirja ja julkaisun jälkeen se on näkyvissä osoitteessa www.theseus.fi.

Tämä opinnäytetyö tulee sisältämään teoriaopin kyseisistä aiheista, tekniset tiedot asunnoista, lämpimän käyttöveden - sekä lämmitykseen menevät sähkön kulutustiedot, mitoituksen ja suunnittelun, mahdolliset tarjouspyynnöt, kannattavuuslaskennan ja lopuksi päätelmät.

Taloyhtiön hallitus on suostunut toimimaan toimeksiantajana, mutta kaiken tarvittavan tiedon en kuitenkaan niiltä saa. Tämän takia olen tehnyt tämän kyselyn ja toivoisin, että mahdollisimman moni tähän vastaisi, jotta pystyisin mitoittamaan oikeankokoista järjestelmää. Kaikki olennaiset tiedot tulee näkymään opinnäytetyössä, mutta mitään yksittäisiä tietoja siellä ei tule näkymään, mitä voi liittää suoraan yksilöön.

Ystävällisin terveisin,
insinööriopiskelija Mariela Dragoeva

Suostun antamaan tietoni julkisesti: ☐ Kyllä ☐ Ei

Allekirjoitus _____ ja _____ nimenselvennys:

Päivämäärä: __/03/2022

Asunnon numero: _____

Onko teillä jotakin erityistoiveita mitä haluaisitte, että mitoituksessa huomioidaan?

NÄMÄ TIEDOT MENEVÄT OPINNÄYTETYÖHÖN (ei näin yksityiskohtaisesti kuitenkaan)

Sähkönkulutus kuukausittain vuonna 2019, 2020 ja 2021

Omat tiedot yleensä löytyvät omalta sähköntuottajan sivuilta; Eli jos ostat sähköä esim. Pori Energialta/Oomilta, niin niiden internet-sivuilla voit kirjautua sisään ja nähdä sähkönkulutuksesi.

Sähkönkulutus	2019	2020	2021
Tammikuu			
Helmikuu			
Maaliskuu			
Huhtikuu			
Toukokuu			
Kesäkuu			
Heinäkuu			
Elokuu			
Syyskuu			
Lokakuu			
Marraskuu			
Joulukuu			

Lattialämmitys vessassa/kylpyhuoneessa ☐ Kyllä ☐ Ei

Mikä on mieluisin huonelämpötila? _____ °C

Takan käyttö (jos sellaista löytyy)

Yhteen lämmityskauteen kuluu: _____ puuta/muuta, mikä?

Muu lämmitys? ☐ Kyllä ☐ Ei

Jos kyllä, niin mikä? _____

Miten paljon se on käytössä, paljonko lämpöä se tuottaa (arvioi)?

LIITE 3

As Oy Porin Paratiisinhovin tilinpäätös vuodelta 2020 – Ei ole julkinen asiakirja, joten saatavilla vain asunto-osakkaille heidän pyynnöstään.