

Harri Pulkkanen

LÄMMITYSMUODON HINTAVERTAILU RIVI- JA LUHTITALOHANKKEISSA

LÄMMITYSMUODON HINTAVERTAILU RIVI- JA LUHTITALOHANKKEISSA

Harri Pulkkanen
Opinnäytetyö
Kevät 2024
Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t): Harri Pulkkanen

Opinnäytetyön nimi: Lämmitysmuodon hintavertailu rivi- ja luhtitalohankkeissa

Työn ohjaaja(t): Niko Peltokangas

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2024

Sivumäärä: 29 + 5 liitettä

Tämän opinnäytetyön tavoitteina oli selvittää teknisen tilan sijainnista syntyviä hankintakustannuksia ja samalla selvittää, onko tilan sijainnilla isoja rakennuskustannuksiin vaikuttavia seikkoja ja miten ne näkyvät hankintahinnoissa. Työssä laskettiin teknisen tilan eri sijainneista syntyviä kuluja ja verrattiin niitä keskenään. Samalla vertailtiin maalämmön ja kaukolämmön hankintakustannuksia ja niiden takaisinmaksuaikoja.

Työn lähteenä käytettiin valmiiksi laskettuja ja urakoituja kohteita, ympäristöministeriön, rakennusvalvonnan, Motivan ja energiateollisuuden määräyksiä ja tutkimuksia sekä koulun opetusmateriaaleja.

Asiasanat: kaukolämpö, mittaus, maalämpö, porakaivo, uusiutuva energia, energia tehokkuus, COP, SCOP

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences

Degree Programme in Building Services

Author(s): Harri Pulkkanen

Title of thesis: Price comparison of heating methods in terraced house and balcony building projects

Supervisor(s): Niko Peltokangas

Term and year when the thesis was submitted:

Number of pages: 29 + 5 appendices

The objectives of this thesis were to investigate the acquisition costs arising from the location of the technical space and at the same time to find out whether the location of the facility has major factors affecting construction costs and how they are reflected in the acquisition prices. The costs incurred in different locations of the technical room were calculated and compared with each other. At the same time, the procurement costs of geothermal heat and district heat and their payback periods were compared.

The sources of the work were pre-calculated and contracted sites, regulations and studies by the Ministry of the Environment, building supervision, Motiva and the energy industry, as well as teaching materials from the school.

Keywords: district heating, metering, geothermal heat, borehole, renewable energy, energy efficiency, COP, SCOP

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	LÄMMITYSMUODOT.....	7
2.1	Maalämpö.....	7
2.2	Maalämpölaitteisto.....	9
2.3	Energiakaivot maaperässä	10
2.4	Kaukolämpö	12
2.5	Kaukolämpölaitteisto.....	13
3	TEKNISENTILAN SIJAINTI.....	17
4	HANKINTAKUSTANNUKSET	20
4.1	Maalämpölaitteiston hankinta kustannus	20
4.2	Kaukolämpölaitteiston hankintakustannus	21
5	ENERGIAN KULUTUS	23
5.1	Maalämpö.....	23
5.2	Kaukolämpö	24
6	TAKAISINMAKSUAIKA.....	25
7	YHTEENVETO	26
	LÄHTEET	28

LIITTEET

Liite 1. Porausraporttiin tarvittavat tiedot (1)

Liite 2. Muokattu asemapiirustus, syöttöputket

Liite 3. Muokattu asemapiirustus, maalämpöputket

Liite 4. Muokattu asemapiirustus, kaukolämmön runkoputket

Liite 5. Motiva-lämmitystapa vertailulaskuri

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön idea syntyi OKT Talotekniikan toimistolla eri hankkeiden hintoja vertaillen ja pohdittaessa, kuinka paljon hintaan vaikuttaa teknisen tilan sijainti, lämmitysmuoto ja takaisinmaksuaika. Rakennusten sijaintina on Oulu, ja rakennuskohteita rakennuttaa rakennusliike Pajala Pohjois-Suomi Oy.

OKT Talotekniikka Oy on vuonna 2015 perustettu yritys, joka tekee LVI-urakointia ja sähkötoita suunnittelusta toteutukseen, omakotitaloista suurempiin kokonaisuuksiin sijainnista ja asiakkaasta riippumatta. Asiakkaiden tyypillisiä kohteita ovat omakotitalot, rivi- ja kerrostalot, liikekiinteistöt, taliosakkeet, hoivatilat, koulut ja päiväkodit. Yritys työllistää tällä hetkellä runsaat 40 työntekijää.

Opinnäytetyön tarkoituksena on kaukolämmön ja maalämmön kustannusvertailu uudisrakentamisessa rivi- ja luhtitalohankkeissa sekä teknisen tilan sijainnista johtuvien hankintakustannuksien laskeminen. Tämän työn vertailukohteina ovat OKT Talotekniikan asiakkaan hankkeissa käyttämät maalämpö ja kaukolämpö. Työssä käytetyt lämmityslaitteistot ovat Gebwell Oy:n laitteistoilla toteutettuja hankkeita. Gebwell Oy on kotimainen Leppävirralta kotoisin oleva kaukolämmön sekä maalämmön suunnitteluun ja laitteiden valmistukseen erikoistunut yritys.

2 LÄMMITYSMUODOT

Suomessa taloja lämmitetään monella tavalla, joista vuonna 2022 (taulukko 1) kaukolämpö on yleisin ja öljylämmitystä korvataan kovaa vauhtia vaihtoehtoisilla sekä ympäristöystävällisiin vaihtoehtoihin, kuten maalämmöllä.

TAULUKKO 1. Lämmitysmuodot rakennustyypeittäin vuonna 2022. (1)

	Kaukolämpö	Suora sähkölämmitys	Öljylämmitys	Maalämpö	Ilmalämpöpumppu	Muu	Kaikki lämmitystavat
Prosentti							
2022*							
Omakotitalo	7	36	10	15	12	20	100
Rivitalo, paritalo tai muu	48	28	5	11	5	2	100
Kerrostalo	89	5	0	3	0	3	100
Kaikki talotyypit	51	21	5	9	5	9	100

2.1 Maalämpö

Maalämpö on maa- ja kallioperään ja vesistöihin varastoitunutta auringosta kertynyttä energiaa. Syvemmillä maaperässä lämpöenergia on taas pääosin radioaktiivisten aineiden hajoamisesta peräisin olevaa geotermistä energiaa. Lämpöä maaperästä hyödynnetään yleensä vaak- tai pystysuoralla putkituksella, joka tuodaan maalämpöpumpun höyrytimeen. Järjestelmän vahvuutena on ekologisuuden ja energiatehokkuuden ohella laitteiston kyky tuottaa lämmityksen ohella tarvittaessa myös viilennys rakennukseen. (2, s. 7.)

Pystysuoraan poratut keruupiirit ovat yleensä noin 150–350 metrin syvyisiä riippuen kohteen maaperästä ja lämmitysenergian tarpeesta. Pystysuunnassa asennettavat kaivot vaativat vähemmän tilaa verrattuna vaakakaivoon ja antavat samalla mahdollisuuden porata samalle tontille useampia energiakaivoja. (2, s. 8.)

Vaakaputkisto on mahdollinen ratkaisu, jos tontti on riittävän suuri. Kosteasta savimaasta saadaan enemmän lämpöä kuin hiekkamaasta. Kivinen maaperä ei sovellu vaakaputkistolle hyvin, sillä roudan liikuttamat kivet saattavat vaurioittaa putkistoa. Vaakaputkisto asennetaan noin metrin syvyyteen, yleensä noin 1,5 metrin välein. Rakennuskuutiota kohden tarvitaan 1–2 metriä putkea ja putkimetriä kohden noin 1,5 neliometriä tonttimaata. (2, s. 8.)

Taulukossa 2 on esitetty vuoden 2021 maalämpöjärjestelmällä toteutettu lämpöenergia talotyypeittäin.

TAULUKKO 2. Asuinrakennusten lämmitysenergian kulutus lämpöpumpulla vuonna 2021 (3)

	Asuinrakennusten lämmitysenergian kulutus, GWh	Asuinrakennusten lämmitysenergian kulutus, TJ
2021		
Lämpöpumppuenergia		
Yhteensä	6 258	22 529
Asuinrakennukset	5 977	21 516
Erilliset pientalot	5 221	18 795
Rivi- ja ketjutalot	547	1 971
Asuinkerrostalot	208	751
Vapaa-ajan asuinrakennukset	281	1 013

Miettiessä maalämpöjärjestelmää on tärkeää, että maalämmön energiaputkisto mitoitetaan oikein. Maalämmössä myös kompressori vaatii sähköä toimiakseen. Maalämmön tuottamasta energiasta noin 2/3 on maaperästä hyödynnettyä energiaa ja loput noin 1/3 on sähköllä tuotettua energiaa. (4.)

Maalämmön investointikustannukset voivat tuntua suurilta, mutta pienet käyttökustannukset maksavat investoinnin takaisin mahdollisesti jo muutamassa vuodessa. Mitä suurempi rakennus on ja sen energian tarve on, sitä kannattavammaksi maalämpöjärjestelmä tulee. Kiinteistöä käyttävien osapuolien kannalta maalämpöjärjestelmä on myös helppokäyttöinen. Järjestelmä vaatii vain vähän tarkistus- ja huoltotoimia. (4.)

2.2 Maalämpölaitteisto

Maalämpöpumpun laitteiston (kuva 1) pääkomponentit ovat kompressori, lauhtutin, paisuntaventtiili ja höyrystin (kuva 2). Maahan, kallioon tai vesistöön asennetuissa putkistoissa lämmennyt neste kiertää maalämpöpumpun höyrystimen kautta. Kompressori imee höyrystimestä lähtevän höyryn ja puristaa tämän korkeampaan paineeseen, jolloin höyry lämpenee. Lauhduttimessa höyry lauhtuu ja nesteytyy, tällöin vapautunut lämpö luovutetaan lauhduttimessa kiertävään veteen. Lauhduttimessa nesteytynyt kylmäaine johdetaan paisuntaventtiin ja sieltä takaisin höyrystimeen (kuva 2). (5, s. 230.)



T² lämpöpumppu



T3 Inverter lämpöpumppu

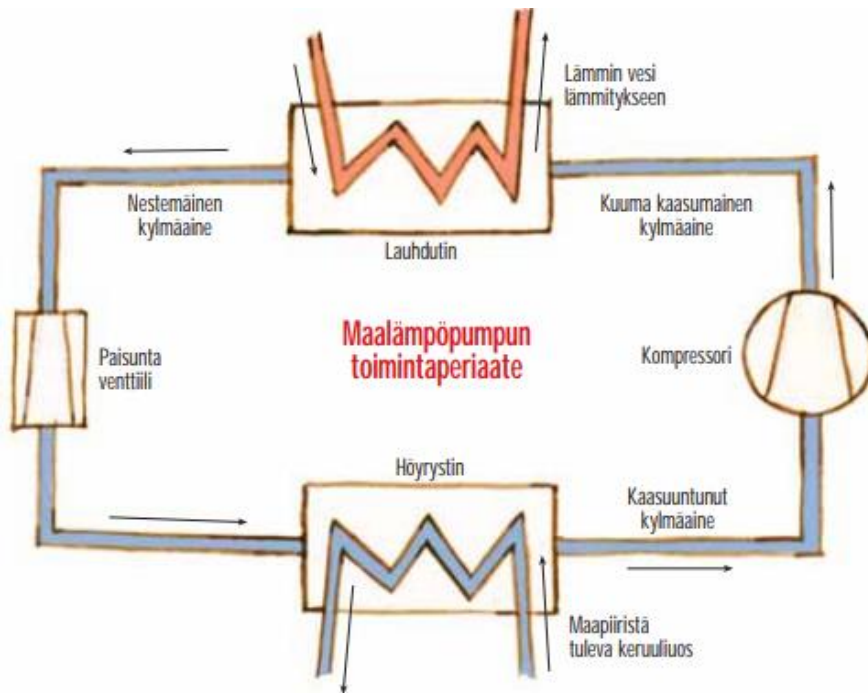


Gemini lämpöpumppu

KUVA 1. Gebwell Oy:n maalämpölaitteistoja (6)

Maalämpöpumppujen hyötysuhteet ilmoitetaan COP-lukuina (COP = Coefficient Of Performance). COP-luku kertoo, miten tehokkaasti lämpöpumppu saa muutettua kulutetun sähköenergian lämpöenergiaksi. Esimerkiksi COP 4,1 tarkoittaa, että 1 kilowatilla saadaan tuotettua 4,1 kilowattia lämpöenergiaa. COP-luku lasketaan EN 14511 –standardin mukaan. (25.)

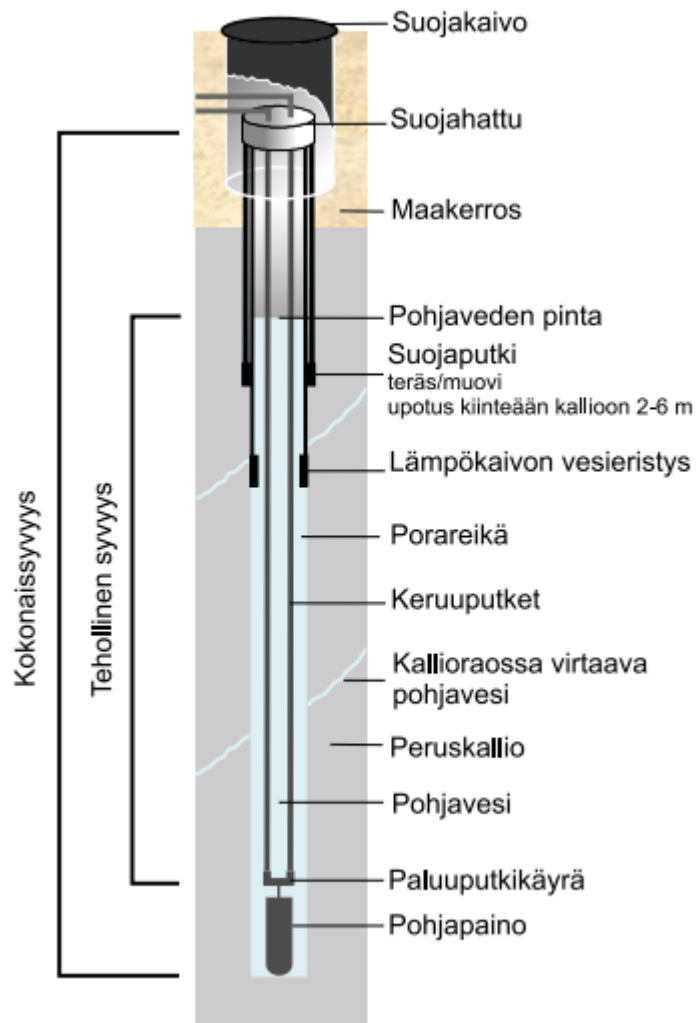
Vuosihyötysuhteet ilmoitetaan SCOP-lukuina (SCOP = Seasonal Coefficient Of Performance). SCOP-luku kertoo koko lämmityskauden hyötysuhteen. SCOP-luvun standardi on EN 14825. (25.)



KUVA 2. Maalämpöpumpun toimintaperiaate (7, s. 3.)

2.3 Energiakaivot maaperässä

Maalämmön keruupiirit asennetaan maahan joko vaaka- tai pystysuoralla putkituksella. Pystysuoraan poratut keruupiirit (kuva 3) ovat yleensä 150–300 metrin pituisia riippuen kohteen maaperästä ja energian tarpeesta. Rakennuksen energiantarvetta varten on mahdollisesti tarve porata useampia kaivoja. Useiden kaivojen aluetta kutsutaan energiakentäksi. Pystysuunnassa asennettava kaivo vaatii vähemmän tilaa kuin vaakakaivo ja antaa samalla mahdollisuuden porauttaa samalle tontille useamman energiakaivon. Energiakaivot kootaan kokoojakaivoon, josta putket johdetaan tekniseen tilaan. Kaivot koeponnistetaan ennen käyttöönottoa. (7, s. 4.)



KUVA 3. Maalämpökaivon rakenne. (8, s. 35.)

Vaakaputkisto on mahdollinen ratkaisu, jos tontti on riittävän suuri. Kosteasta savimaasta saadaan enemmän lämpöä kuin hiekkamaasta. Kivinen maaperä ei sovellu vaakaputkistolle hyvin, sillä roudan liikuttamat kivet saattavat vaurioittaa putkistoa. Vaakaputkisto asennetaan noin metrin syvyyteen, yleensä noin 1,5 metrin välein. Rakennuskuutiota kohden tarvitaan 1–2 metriä putkea ja putkimetriä kohden noin 1,5 neliometriä tonttimaata. (8, s. 8.)

Maalämpöjärjestelmän rakentamista varten tarvitaan rakennus- ja maankäyttölain mukainen toimenpide lupa. Lupa haetaan paikalliselta rakennusvalvonnan viranomaiselta. Rakennusvalvonnan tulee ottaa huomioon lupaa käsiteltäessä mahdolliset pohjavesialueet, suojellut muinaismuistoalueet tai sellaiset maanalaiset rakennelmat, jotka rajoittavat energiakaivojen poraamista. (8, s. 15–28.)

Jokaisesta energiakaivosta on laadittava porausraportti, joka toimitetaan urakoitsijalle, asiakkaalle ja mahdollisesti rakennusvalvonnalle. Porausraporttiin vaadittavat tiedot löytyvät liitteestä 1. (8, s. 8.)

2.4 Kaukolämpö

Kaukolämpö Oulussa tuotetaan hyvin pitkälti sähkön tuotannon sivutuotteena syntyvänä ylimääräisenä lämpöenergiana, joka jaetaan Oulun seudulla hyvin suurelle alueelle. Sähkön tuotannossa syntyvä hukkalämpö on näin ollen hyvin ympäristöystävällinen vaihtoehto, joka menisi hukkaan, jos sitä ei hyödynnettäisi erinäköisissä kiinteistöissä lämpöenergiana. Kaukolämpölaitosten polttoaineena toimii usein joko kivihiili, turve, maakaasu tai jokin uusiutuva energiamuoto, kuten biokaasu tai puu. Käytettävä kaukolämpölaitoksen polttoaine vaikuttaa suoraan kaukolämmön ympäristöystävällisyyteen. Kaukolämmön käytön edellytyksenä on rakennuksen sijainnin oltava kaukolämpöverkon alueella. Kaukolämpö lämmittää lähes puolet suomalaisten kiinteistöistä. (9.)

Lämmitysenergian tuottaja toimittaa kaukolämmön asiakkailleen 70–120 °C:n vetenä. Vesi johdetaan lämmönvaihtimeen, joka hyödyntää lämmön kiinteistön omaan lämmitysverkostoon ja käyttöveteen. Kaukolämmön etuina ovat sen kompaktit vaihtimet, jotka eivät vaadi hirveästi tilaa, sekä hinta, joka on suhteellisen edullinen ja vakaa. (9.)

Suomessa on noin 16 200 kilometriä kaukolämpöverkkoa ja se tavoittaa 2,9 miljoonaa ihmistä tuotetulla lämmöllä. Kaukolämmön toimittajat myyvät vuosittain noin 33 TWh energiaa ja myydyn lämmön hinta on kolme miljardia euroa. Kaukolämmön markkinaosuus lämmitysmuotona on 2022 vuonna ollut 46 % asuin- ja kerrostaloissa. (10, s. 2.)

Kaukolämmön isona etuna on järjestelmän luotettavuus. Suomalaisessa kaukolämmössä on verkostovaurioita 0,07–0,08 vahinkoa verkostokilometriä kohden sekä lämmöntoimituksen keskeytymisen kesto aika 1,5–2 tuntia vuodessa asiakasta kohden, joista arviolta puolet tulevat verkostovaurioista ja tuotantolaitosten puolelta, esim. lämmöntoimituksen keskeytyksistä. (11, s. 16.)

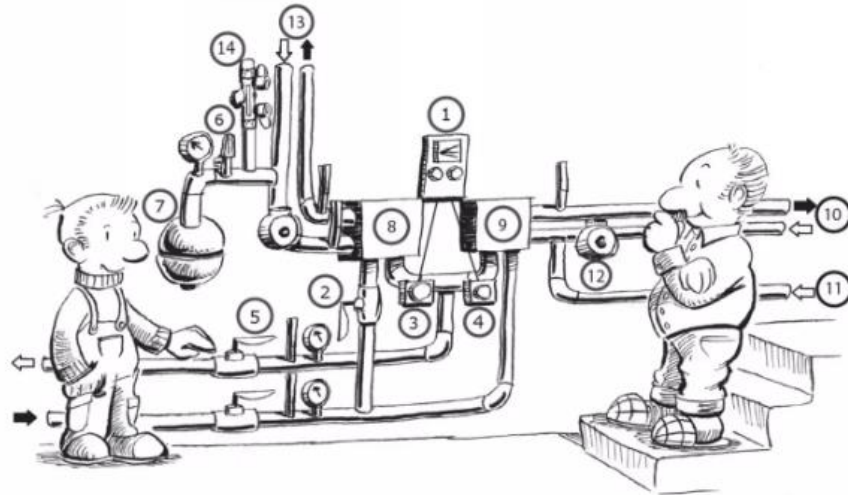
2.5 Kaukolämpölaitteisto

Kaukolämpölaitteiston pääkomponentteja ovat lämmönsiirtimet, pumput, säätölaitteet sekä muut varusteet, joita tarvitaan jakamaan lämpöä rakennuksissa oleviin kohteisiin, kuten tavanomaiset lämmitysverkostot, ilmavaihto ja lämmin käyttövesi. Kaukolämpölaitteisto mitoitetaan säädöksen K1 mukaan. Lämmönsiirtimiä on vähintään kaksi, joista toinen on lämmitykseen ja toinen lämpimään käyttöveteen. Lämmönsiirtimiä on mahdollista tarpeen mukaan myös lisätä, jos kiinteistössä on sille tarvetta, esimerkiksi ilmanvaihtoa varten. (11, s. 65.)



KUVA 4. Gebwell Oy:n G-Power tehdasvalmis kaukolämmönjakokeskus (12)

Kaukolämpölaitteiston mitoittaa suunnittelija, ja laitteet on mitoitettava rakennushankekohtaisesti. Suunnittelijan on otettava yhteyttä paikalliseen lämmitysenergian myyjään ja selvitettävä suunniteluun tarvittavat tiedot kuten mitoituslämpötilat ja verkoston paine. Kaukolämpösiirtimen sekä muiden laitteiden mitoitus ja valinta riippuu tarvittavasta lämpötehosta, vesivirrasta ja sallitusta korkeimmasta kokonaispainehäviöstä lämmönsiirtimessä. (11, s. 92.)

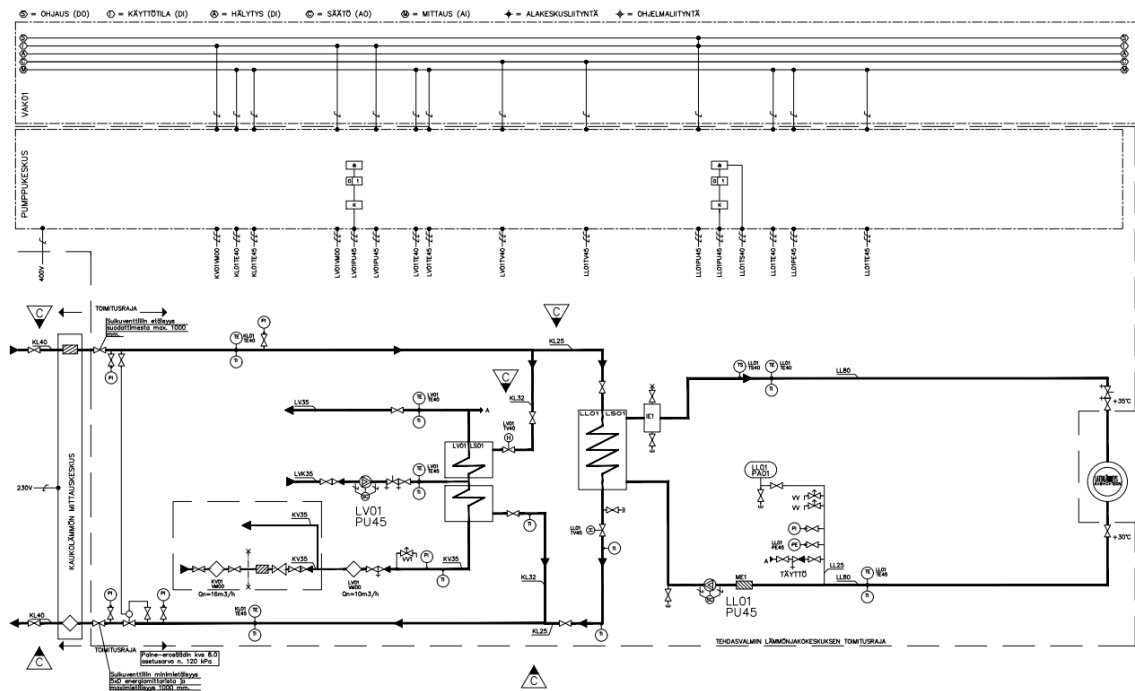


- | | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| 1 Säätokekus | 8 Lämmityksen lämmönsiirrin |
| 2 Kesäsulku | 9 Käyttöveden lämmönsiirrin |
| 3 Lämmityksen säätöventtiili | 10 Lämmin käyttövesi |
| 4 Käyttöveden säätöventtiili | 11 Kylmä vesi |
| 5 Asiakkaan pääsulkuventtiilit | 12 Pumppu |
| 6 Varoventtiili | 13 Lämmitysverkko |
| 7 Paisunta-astia | 14 Täyttöventtiili |

Energiateollisuus ry 25.8.2009

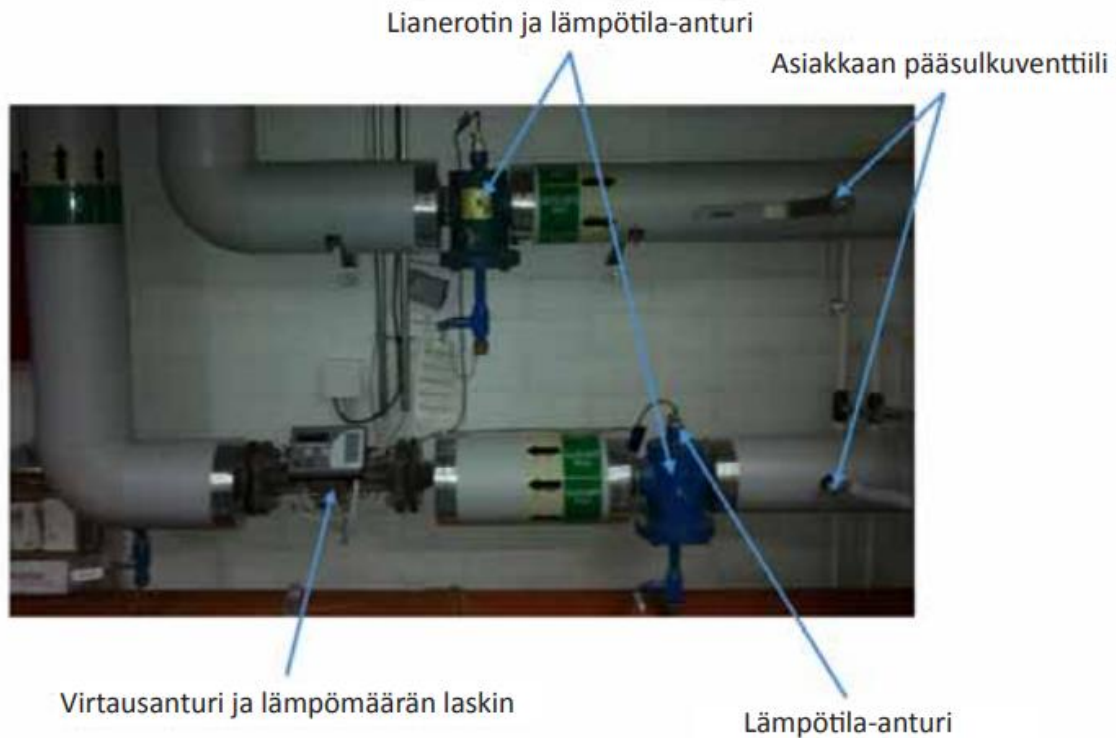
KUVA 5. Kaukolämpölaitteiston vakiotarvikkeet (13)

Nykyisin kaukolämmönsiirtimet ovat pääasiassa tehdasvalmisteisia lämmönsiirtimiä (kuva 5). Tehdasvalmisteinen lämmönsiirrin koostuu mekaanisten ja elektronisten laitteiden kokoonpanosta, joka on esitetty rakennuksen lämmönlähteen kytkentäkaaviossa. Kuvassa 7 on esimerkkikytkentä kaukolämpölaitteille. Tehdasvalmis laitekokonaisuus sisältää lämpöeristetyt lämmönsiirtimet, toimintavalmiit lämmönsäätöjärjestelmät, hälytysjärjestelmän painetasoista, lämpötiloista sekä muista toiminnoista, kiertovesipumput asennettuina, paine- ja lämpöantureita, mahdolliset energiamittarit sekä muut laitteet, kuten lämpö- ja painemittarit, lianerottimet, ilmanpoistimet ja paineerosäädin. Nämä asennetaan mekaanisesti ja sähköisesti yhdeksi kokonaisuudeksi. Putkistot eristetään ja kaikki laitteet sekä virtaussuunnat merkitään tekstein ja virtausnuolin kytkentäkaavion mukaisesti. (11, s. 66.)



KUVA 6. As Oy Oulun Veneenveistäjän kaukolämpölaitteiden kytkentäkaavio.

Kaukolämmössä siirtimelle tulevat ensiöpuolen putket toimittaa kaukolämmön myyjä omalle mittarilleen saakka. Myyjä toimittaa rakennusliikkeelle valmiin nousukulman, jonka rakennusliike itse tai aliurakoitsijan asentaa paikalleen ennen perustuksia. Kaukolämmön toimittaja asentaa tai asentuttaa omalla aliurakoitsijallaan verkostonsa putket nousukulmaan ja käy asentamassa omat energiamittarinsa eli mittauskeskuksen (kuva 7) ennen kaukolämmönvaihtimen asennusta. Kaukolämpölaitteisto on mahdollista kytkeä rakennusautomaatioon tai laitteisto voidaan toimittaa omalla säätimellä ja lähettimellä.



KUVA 7. Kaukolämmön mittauskeskus. (11, s. 18.)

Kaukolämmön vesi pumpataan kuumana menoputkea pitkin tilaajalle, jossa se jäähtyy asiakkaan kaukolämpökeskuksen lämmönsiirtimessä luovuttaen lämpöenergiaa tilaajan lämmitysjärjestelmiin, kuten lattialämmitykseen tai käyttöveteen. Tilaajalta jäähtynyt kaukolämmön vesi on lämpötilaltaan noin 45 °C – 25 °C , ja se johdetaan paluuputkistoa pitkin takaisin kaukolämmön tuotantolaitokselle uudelleen lämmitettäväksi. (8, s. 18.)

Kaukolämmönjakokeskuksen ja sen laitteet omistaa ja huoltaa kaukolämmön tilaaja. Lämmön mittauskeskuksen hankkii, omistaa sekä huoltaa kaukolämmön myyjä. (8, s. 19.)

Kuten maalämmössä, on myös kaukolämpölaitteisto mahdollista kytkeä rakennusautomaatioon tai laitteisto voidaan toimittaa omalla säätimellä ja lähettimellä.

3 TEKNISEN TILAN SIJAINTI

Teknisen tilan sijainnissa ei ole tarkkaa ohjetta. Tilan sijainti ja koko kuitenkin vaikuttavat kohteen rakennushintaan. On hyvä suunnitteluvaiheessa miettiä, onko tekninen tila mahdollista sijoittaa asuinkiinteistöjen keskelle taloyhtiön varaston tai väestönsuojan yhteyteen, josta putket on helppo jakaa kohteisiin tai rivitalokiinteistön päähän, mistä on lyhyt matka myös muihin asukasyhtiön kiinteistöihin tai kerrostalossa mahdollisesti keskelle rakennusta. Mahdollisimman lyhyillä putkivedoilla kustannukset saadaan pidettyä maltillisena ja materiaalin sekä työn kustannukset eivät karkaa.

Maalämmön laitteisto tarvitsee omakotitalon kokoisessa tilassa noin 1200 mm x 700 mm tilan. Laitteisto on mahdollista sijoittaa oman tekniseen tilaan tai tuulikaappiin, jossa laitteet voi piilottaa esimerkiksi liukuovilla. (14.) Isommat kiinteistöt vaativat jo oman teknisen tilan laitteille. Maalämpöpumppu ei itsessään vaadi kummoista tilaa, mutta kaikki sen lisäksi tulevat varaajat ja kattilat vaativat jo neliöitä tekniseltä tilalta.

Kaukolämpölaitteisto on asuinpuolella pienissä ja isoissa kiinteistöissä toteutettu samalla periaatteella, mutta eri kokoluokissa. Pienissä kiinteistöissä vaihdin on mahdollista nostaa seinälle, jossa kyseinen laitteisto vie vähän tilaa. Isommissa kiinteistöissä kaukolämpö vaatii jo useamman neliön tilaa, jolloin on tarvetta omalle tekniselle tilalle.

Putkityyppien hinnat on otettu tukkuliike Onnisen listahinnastosta (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Putkikokojen listahinnat

Putkityypit ja koko	Listahinta (€/m)
Putki 1. Lämmitys 75+75/200	162,00 €
Putki 2. Lämmitys 63+63/200	136,00 €
Putki 3. LV/LVK 40+25/160	79,10 €
Putki 4. LV/LVK 32+20/125	63,80 €
Putki 5. KV 32/90	36,60 €

Taulukkoon 4 on laskettu Flextran syöttöputkista koitua kustannus teknisen tilan sijainnin perusteella. Teknisen tilan sijainnit löytyvät liitteenä 2 olevasta asemapiirustuksesta. Teknisen tilan nykyinen paikka tontilla on sijainnin 1 kohdalla. Laskennassa ei ole otettu huomioon rakentamisesta

syntyviä muita kuluja, kuten rakennusurakoitsijan ja sähköurakoitsijan rakentamisesta syntyviä kuluja.

TAULUKKO 4. Putkimäärien hinnan vaikutus asennettuna sijainnin mukaan

	Sijainti 1	Sijainti 2	Sijainti 3	Sijainti 4	Sijainti 5
	Määrä (m)	Määrä (m)	Määrä (m)	Määrä (m)	Määrä (m)
Putki 1	21	5	11	49	88
Putki 2	113	240	103	53	128
Putki 3	21	5	11	49	88
Putki 4	113	240	103	53	128
Putki 5	134	245	114	102	216
NH/m Du -54	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
NH/m Du -35	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
NH/m Du -35	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
NH yhteensä	88,36	159,55	74,76	69,24	145,68
Putkien asennus (€)	3 273 €	5 911 €	2 770 €	2 565 €	5 397 €
Hinta asennettuna(€)	0 €	28 544 €	12 794 €	9 244 €	20 463 €

Valmiiksi eristettyjen syöttöputkien asennuksista koituvaa hintaa ei aivan tarkkaan pysty tässä kohteessa laskemaan. Työehtosopimuksen normituntikertoimet loppuvat putkikokoon 54 ja kaikki tätä isommat putket asennetaan tuntitöinä. Tämän työn Du -54 putkissa tai sitä isoimmissa on käytetty isointa työehtosopimuksen kerrointa. (15, s.107.)

Kaukolämmön toimittajan liittymismaksut sijaintien mukaan on laskettu taulukossa 5.

Taulukko 5. Kaukolämpötoimittajan liittymismaksut teknisentilan sijainnin mukaan

	Sijainti 1	Sijainti 2	Sijainti 3	Sijainti 4	Sijainti 5
	Määrä (m)	Määrä (m)	Määrä (m)	Määrä (m)	Määrä (m)
KL-Liittymismaksu	79	126	85	75	10
Hinta (€)	25 050,11 €	33 209,31 €	26 091,71 €	24 355,71 €	13 071,71 €

Liittymismaksun hinnat on laskettu Oulun Energian sivuilta löytyvällä kaavalla Rivitalo, pienikerrostalo 0,21–2,0.

$$\text{Liittymismaksu} = 359,6 + (7\,675,6 * V) + (173,6 * L)$$

Laskentakaavassa:

V = sopimusvesivirta (m³/h)

L = liittymisjohdon pituus (m)

Hinnat sisältävät alv. 24 %.

Taulukossa 6 on esitetty maalämmön kokoojakaivon ja teknisen tilan välisen matkan hintavaikutus kohteeseen. Runkoputken hinta 88 €/m (eristetty maalämpöputki 90 x 5,4/125) on otettu suoraan Flextran sivulta. (26.)

Taulukko 6. Energiakaivojen runkoputken hintavaikutus

MLP runkoputki	2 x 20	2 x 32	2 x 32	2 x 49	2 x 85
Putken hinta (€/m)	88 €	88 €	88 €	88 €	88 €
Normituntikerroin	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Putkien asennus	237 €	379 €	379 €	581 €	1 037 €
Hinta (€)	4 478 €	7 165 €	7 165 €	10 971 €	37 085 €

Teknisen tilan sijaintien mukaan muodostunut hinta on esitetty taulukossa 7, jossa näkyy energia-kaivojen runkoputkesta, kaukolämmöntoimittajan liittymismaksusta sekä rakennusten välisistä syöttöputkista koostuva hinta. Taulukkoon 7 on myös laskettu materiaalikustannuksista ja hankinnoista syntyvä ero.

Taulukko 7. Hinnat kootusti

	Sijainti 1	Sijainti 2	Sijainti 3	Sijainti 4	Sijainti 5
	Määrä (m)	Määrä (m)	Määrä (m)	Määrä (m)	Määrä (m)
Syöttöputket	40 681 €	72 720 €	34 268 €	32 607 €	68 267 €
KL-liittymismaksu	25 050 €	33 209 €	26 092 €	24 356 €	13 072 €
MLP runkoputki	4 478 €	7 165 €	7 165 €	10 971 €	37 085 €
Syöttöputket + KL-liittymismaksu	65 731 €	105 930 €	60 360 €	56 963 €	81 338 €
Syöttöputket + MLP runkoputki	45 159 €	79 885 €	41 433 €	43 578 €	105 352 €
Hinta ero	20 572 €	26 044 €	18 927 €	13 385 €	24 013 €

Työn ja tarvikkeiden katteena on käytetty 13 % ja sosiaalikulujen kertoimena 1,73. Laskenta ei ota huomioon rakennusliikkeelle tai sähköurakoitsijalle kuuluvia tai tulevia hintavaikutuksia.

4 HANKINTAKUSTANNUKSET

Lämmityslaitteisto muodostaa rakennuksen sydämen, joka ylläpitää kodin lämpöä ja muita mukavuuksia. Näistä myös koituu rakennusvaiheessa jonkinlainen kulurakenne, joka on hyvä ottaa huomioon ennen lopullisia päätöksiä. Maalämpöä tai kaukolämpöä ei ole joka paikkaan mahdollista asentaa verkoston puutteen tai paikallisen rakennusvalvonnan päätösten vuoksi.

4.1 Maalämpölaitteiston hankintakustannus

Maalämmön hankintakustannukset tulevat maalämpöpumpusta, energiakaivoista, varaajista, sähkökattiloista, asennustarvikkeista ja asennuksesta (taulukko 8). Laitteisto voidaan kytkeä rakennusautomaatioon tai laitteiston on mahdollista toimia itsenäisesti omalla säätimellä. Suunnittelija on suunnitellut kaukolämpölaitteet ja ilmoittanut tarvittavat tehot, joiden mukaan on maalämpölaitteistosta kysytty tarjous. Suunnittelija tai maalämpölaitteiston valmistaja tekee energiakaivoille mitoituksen, joilla on mahdollista kilpailuttaa kaivojen poraus. Materiaalihankintoja on myös mahdollista pilkkoa ja kilpailuttaa, jolloin on urakoitsijalla mahdollisuus vaikuttaa myönteisesti urakkahintaan.

TAULUKKO 8. Maalämpölaitteiston hankintakustannukset

	Hinta
Maalämpölaitteet, varaajat ja kattilat	56 703,71 €
Energiakaivot	61 170,74 €
Tarvikkeet	24 006,82 €
Työ	7 430,00 €
Yhteensä alv 0%	149 311,27 €
Yhteensä alv 24%	185 145,97 €

4.2 Kaukolämpölaitteiston hankintakustannus

Kaukolämmössä liittymän hinta lasketaan lämmityssuunnitelmista saatavan vesivirran ja lämpöjohdon mukaan. Sopimusvesivirta mitoitetaan rakennuksen isoimman lämmöntehtötarpeen mukaan. Mitoituslämpötila on -32 °C. (16.) Oulussa hinta muodostuu liittymis-, perus- ja energiamaksuista. Tähän lisätään vielä lisäksi 24 %:n arvonlisävero. (17.) Kyseisen kohteen kaukolämmön vaihdin tilattiin täysin tehdasvalmiina pakettina sisältäen myös oman ohjauskeskuksen. Taulukossa 9 on esitetty Oulun Energian kaukolämmön liittymismaksut ja laskentakaavat, joilla liittymismaksu voidaan laskea.

TAULUKKO 9. Kaukolämmön liittymismaksu Oulussa (16)

Sopimusvesivirta m ³ /h	Laskentakaava
Pientalot 0-0,2, uudet alueet	2900€. Sisältää talojohtoa 10m, jonka jälkeen lisämetri 60€/m. Metrit lasketaan tontin rajalta tekniseentilaan.
Pientalot 0-0,2, vanhat alueet	Hinnat alkaen 3500€
Rivitalo, pieni kerrostalo 0,21-2,0	$359,60 + (7675,6€ \times V) + (173,60€ \times L)$
Suuri kerrostalo tai muu kiinteistö 2,01-10,0	$4699,60€ + (5691,60€ \times V) + (198,40€ \times L)$
Suurkäyttäjä >10	$25668€ + (3596€ \times V) + (223,20 \times L)$

Kaukolämmön liittymismaksu kohteeseen. Rivitalo, pieni kerrostalo 0,21–2,0.

$$359,6 + (7\,675,6 * 1,43 \text{ m}^3/h) + (173,6 * 79 \text{ m}) = 25\,050,11€$$

Laskentakaavassa:

V = sopimusvesivirta (m³/h)

L = liittymisjohdon pituus (m)

Hinnat sisältävät alv. 24 %.

Kaukolämmön hankintakustannukset on laskettu alle ja taulukko 10 on eritelty eri hankinnoista koituvat kustannukset. Taulukkoon on jaoteltu eri osa-alueista koituvat kustannukset.

TAULUKKO 10. Kaukolämmön hankintakustannukset.

	Hinta
Kaukolämpövaihdin	12 352,94 €
Liittymismaksu	25 071,81 €
Tarvikkeet	18 612,84 €
Työ	4 619,68 €
Perusmaksu	2 866,64 €
Yhteensä alv 0%	63 523,91 €
Yhteensä alv 24%	78 769,65 €

Lisäksi tähän tulee vielä energian hinta (sis. alv 24 %) 84,13 €/MWh. Perusmaksun on laskettu Oulun Energian sivuilta löytyvän kaavan mukaan. (18.)

Rivitalo, Pieni kerrostalo, Sopimusvesivirta (V) 0,21–5,0

$$2,973 * (34 + 520 * V) * 1,24$$

V = sopimusvesivirta

5 ENERGIANKULUTUS

Energiankulutuksessa on käytetty pörssisähkön keskihintaa vuodelta 2023. Pörssisähkön hinta (alv 24 %) tuolloin oli 7,02 snt/kWh. (19.) Siirtomaksun hinta (alv 24 %) Oulussa on 2,81 snt/kWh ja perusmaksu pääsulakkeen koon mukaan 68,15 €/V (20).

Kaukolämmössä Oulun energian hinta verojen kanssa on 84,13 €/MWh (17).

5.1 Maalämpö

Vertailukohteen lämmitysenergian kulutuksen osuus on 134 216 kWh/a ja käyttöveden osuus 45 000 kWh/a. Laitteiston COP on 2,9 ja energian tarve kohteessa on yhteensä 179 216 kWh/a, josta 42 816 kWh/a on ostoenergiaa.

Ostettavalle lisäenergialle tulee hintaa pörssisähkön keskihintaa ja siirtomaksua käyttäen

$$\begin{aligned} & \left(7,02 \frac{\text{snt}}{\text{kWh}} * 42\,816 \frac{\text{kWh}}{\text{a}} \right) / 100 = 3\,005,68 \text{ €/a.} \\ & \frac{\left(2,81 \frac{\text{snt}}{\text{kWh}} * 42\,816 \frac{\text{kWh}}{\text{a}} \right)}{100} + 68,15 \text{ €} = 1\,271,28 \text{ €/a} \\ & 3\,005,68 \frac{\text{€}}{\text{a}} + 1\,271,28 \frac{\text{€}}{\text{a}} = 4\,276,96 \text{ €/a} \end{aligned}$$

snt/kWh = senttiä kilowattitunti

kWh/a = kilowattituntia vuodessa

€/a = euroa vuodessa

7,02 snt/kWh = pörssisähkön hinta

2,81 snt/kWh = sähkönsiirtohint

Niin sanottua säästöä ostoenergian jälkeen kertyisi

$$\frac{7,02 \frac{\text{snt}}{\text{kWh}} * \left(179\,216 \frac{\text{kWh}}{\text{a}} - 42\,816 \frac{\text{kWh}}{\text{a}} \right)}{100} = 9\,575,28 \text{ €/a}$$

$$\frac{2,81 \frac{\text{snt}}{\text{kWh}} * (179\,216 \frac{\text{kWh}}{\text{a}} - 42\,816 \frac{\text{kWh}}{\text{a}})}{100} + 68,15 \text{ €} = 3\,900,99 \text{ €/a}$$

$$9\,575,28 \frac{\text{€}}{\text{a}} + 3\,900,99 \frac{\text{€}}{\text{a}} = 13\,476,27 \text{ €/a}$$

snt/kWh = senttiä kilowattitunti

kWh/a = kilowattituntia vuodessa

€/a = euroa vuodessa

7,02 snt/kWh = pörssisähkön hinta

2,81 snt/kWh = sähkönsiirtohint

5.2 Kaukolämpö

Kaukolämpökohteen energian tarve on 181 006 kWh/a ja perusmaksu 2 866,64 €/a. Kaukolämmön energialle hintaa tulisi vuodessa.

$$\left(\frac{84,14 \frac{\text{€}}{\text{MWh}}}{1\,000} \right) * 181\,006 \frac{\text{kWh}}{\text{a}} + 2\,866,64 \text{ €} = 18\,096,48 \text{ €/a.}$$

€/MWh = euroa megawattitunnilta

kWh/a = kilowattituntia vuodessa

€/a = euroa vuodessa

Sähköllä tuotettuna energialle hintaa tulisi

$$\frac{7,02 \frac{\text{snt}}{\text{kWh}} * 181\,006 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}}{100} + \frac{2,81 \frac{\text{snt}}{\text{kWh}} * 181\,006 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}}{100} + 68,15 \text{ €} = 17861,04$$

€/MWh = euroa megawattitunnilta

kWh/a = kilowattituntia vuodessa

€/a = euroa vuodessa

7,02 snt/kWh = pörssisähkön hinta

2,81 snt/kWh = sähkönsiirtohint

6 TAKAISINMAKSUAIKA

Kohteiden hankintakustannusten takaisinmaksuajat eroavat toisistaan merkittävästi. Jos lämmitys-
muodon investointi ajatellaan kustannettavan vuositasolla syntyvillä säästöillä, saadaan koroton
takaisinmaksuaika seuraavasti.

$$a_{\text{koroton}} = \frac{I}{S_t}$$

a_{koroton} = koroton takaisinmaksuaika (a)

I = investoinnin kustannus (€)

S_t = vuotuinen energia säästö (€)

Tällä kaavalla kaukolämpö maksaa itsensä takaisin noin 4,4 vuodessa ja maalämmöllä menee noin
13,7 vuotta. Korollinen takaisinmaksuaika 3 % korolla saadaan kaavalla.

$$a_{\text{korollinen}} = \frac{-\ln\left(\frac{1}{i} - \frac{I}{S_t}\right) - \ln(i)}{\ln(1+i)}$$

$a_{\text{korollinen}}$ = korollinen takaisinmaksuaika (a)

i = laskentakorko

S_t = vuotuinen energia säästö (€)

Korolliset takaisinmaksuajat huomioon ottaen on maalämmön takaisinmaksuaika noin 18 vuotta
ja kun maalämmön kompressorin tekninen käyttöikä on noin 20 vuotta. Ei investoinnille jää hir-
veän isoa rahallista hyötyä. Kompressorin rikkoutuessa ei kuitenkaan tarvitse koko maalämpölait-
teistoa uusia, vaan vanhan tilalle on mahdollista vaihtaa uusi kompressori, joka on vain pieni
murto-osa maalämmön hankintahinnasta. (14, s.10.)

Kaukolämpölaitteiston takaisinmaksuaika korkojenkin jälkeen on lyhyt, noin 4,8 vuotta. Kaukoläm-
mössä on hyvä ottaa huomioon, että lämmönsiirtimen tekninen käyttöikä on noin 20 vuotta ja
huoltotarve vähäinen, mikä takaa taloyhtiölle turvallisia käyttö vuosia. Vaihtimen vuotoriski kuiten-
kin kasvaa sen vanhetessa, joten sen kuntoa ja liitoksia kannattaa seuraila laitteiston vanhe-
tessa. (24, s. 5.)

Kustannustehokkain tapa huoltaa vaihdin on uusia koko kaukolämpövaihdin yhdellä kertaa. Sa-
malla on mahdollista tarkistuttaa lämmönvaihtimen laitemitoitukset olemassa olevien tehontarpei-
den ja kaukolämpöverkoston olosuhteiden mukaisiksi. (11, s. 105.)

7 YHTEENVETO

Tässä työssä lasketut esimerkkinä käytetyt teknisen tilan sijainnit antavat osviittaa mahdollisista säästöistä kaikille rakentamiseen osallistuville osapuolille. Maalämmöllä toteutettaessa talotekniikan osalta teknisen tilan sijainnissa 3 osoittautui edullisimmaksi ratkaisuksi, mutta energiakaivojen toteutus kohteen tontille olisi haastavaa. Kaukolämmön osalta kustannuksiltaan tehokkain teknisen tilan sijainti olisi numero 4. Yksinkertaiset ja suhteellisen lyhyet vedot pitävät rakentamisen kulurakenteen maltillisena. Maalämmössä teknisten tilojen sijaintien 1. ja 3. hintaero on 3 868 euroa. Kaukolämmössä teknisten tilojen hintaero on huomattavasti suurempi sijaintien 1. ja 4. välillä, 8 768 euroa.

Hankintakustannuksiltaan maalämpö tulee rakennuttajalle kalliiksi ja liikkuvia sekä särkyviä osia tulee enemmän, mutta energia on maaperästä ja näin ollen ympäristöystävällisempää. Takaisinmaksuaika maalämmöllä on todella pitkä verrattuna kaukolämpöön. Tekniseltä tilalta maalämpö vaatii kuitenkin enemmän tilaa, kun isoissa kokonaisuuksissa mukaan tulee useat varaajat rinnalle. Kaukolämpö on tilaajalle edullisempi ratkaisu alueilla, missä toimii kaukolämmön toimittajia. Kaukolämpö ei tarvitse tekniseltä tilalta niin suuria toimintatiloja kuin maalämpö, ja huollettavuus on yksinkertaisempaa. Takaisinmaksuaikakin on kaukolämmöllä lyhyempi kuin maalämmöllä.

Motivan lämmitystapojen vertailulaskurilla (liite 5) maalämpö tulee käyttö- ja energiakustannuksiltaan pitempää aikaväliä tarkastellen kustannustehokkaimmaksi, vaikkakin hankintakustannukset ovat suuret. Liitteen 5 lopussa esitetty arvio kumulatiivisista kokonaiskustannuksista näyttää kaukolämmön menevän sähkökustannuksista ohi noin 5 vuoden jälkeen ja maalämmön noin 9,7 vuoden jälkeen. Kaukolämmöstä maalämpö menee ohitse 12 vertailuvuoden jälkeen.

8 POHDINTA

Lämmitysmuodon hintavertailu on aiheellista isoissa ja pienissä rakennuskokonaisuuksissa. Jokaisella lämmitysmuodolla pyritään tuottamaan tarvittavat olosuhteet kiinteistöihin, joissa ihmiset ja kanssakulkijat elävät sekä harrastavat. Tänä päivänä lämmöntuotannon energiakulut elävät suuresti ja hinnat heittelevät päättömästi. Rakennettaessa uutta kiinteistöä tulee myös ottaa huomioon päästövaikutukset. Lämmitysmuodot kuten öljy, hake ja puu alkavat olla suhteellisen isopäästöisiä tapoja tuottaa lämpöenergiaa. Maalämpö otetaan maaperästä, ja kaukolämpö on mahdollista tuottaa sähkön kanssa samassa tuotannossa, vaikkakin siitäkin päästöjä syntyy. Maalämpö on ympäristöystävällinen ja energiakustannuksiltaan maltillinen, mutta hankintahinta on paljon kovempi kuin kaukolämpö. Tässä työssä näille lämmitysmuodoille kertyi hankintakustannuksille hintaeroa 106 376,25 euroa, ja unohtamatta takaisinmaksuaikaa on sitäkin sen 17 vuotta. Kyseisellä erolla on mahdollista rakentaa jotain muuta kiinteistöön tai rakennuksen tontille, mutta silloin ylläpitokulut kohoavat jonkin verran.

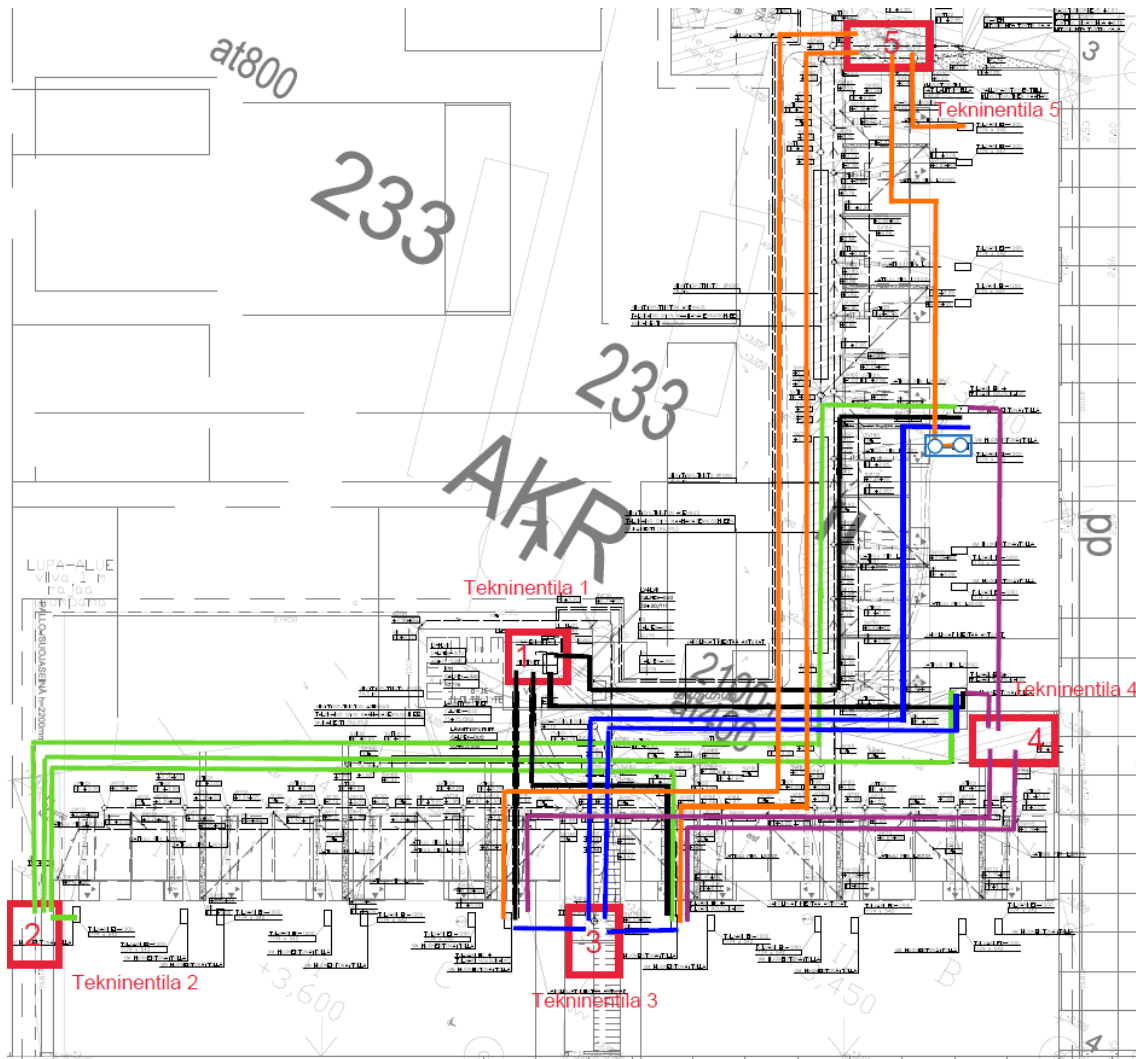
Teknisen tilan sijainnillakin on kustannuksissa iso merkitys. Mahdollisimman lyhyet putkivedot pitävät rakennuskustannuksia pienempänä. Kuten laskelmista huomaa, on sijainnilla hinnallisesti merkitystä. Tästä herääkin kysymys, onko teknisen tilan pakko olla erillisen väestönsuojan yhteydessä. Voisiko rakennusten väliin tai pätyyn tehdä teknisen tilan ja siirtää roska- ja pyöräkatoksen väestönsuojan kylkeen? Vaikkakaan tässä työssä ei ole otettu sähköpuolen syöttökaapeleiden vetoa ja rakennusliikkeen pystytyksestä syntyviä kuluja, voidaan olettaa, että sähköpuolenkin kulut pienenisivät jossain määrin.

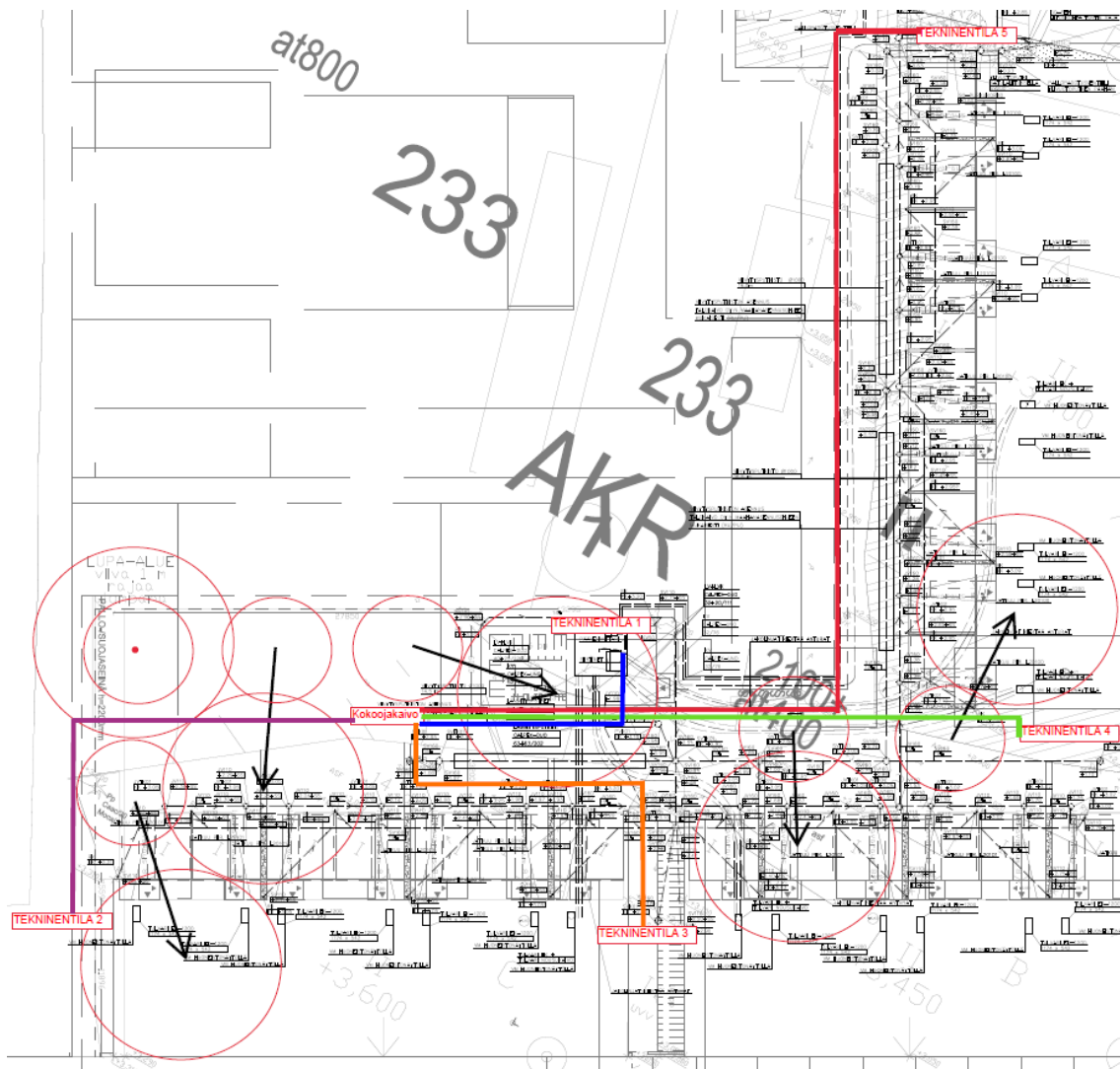
LÄHTEET

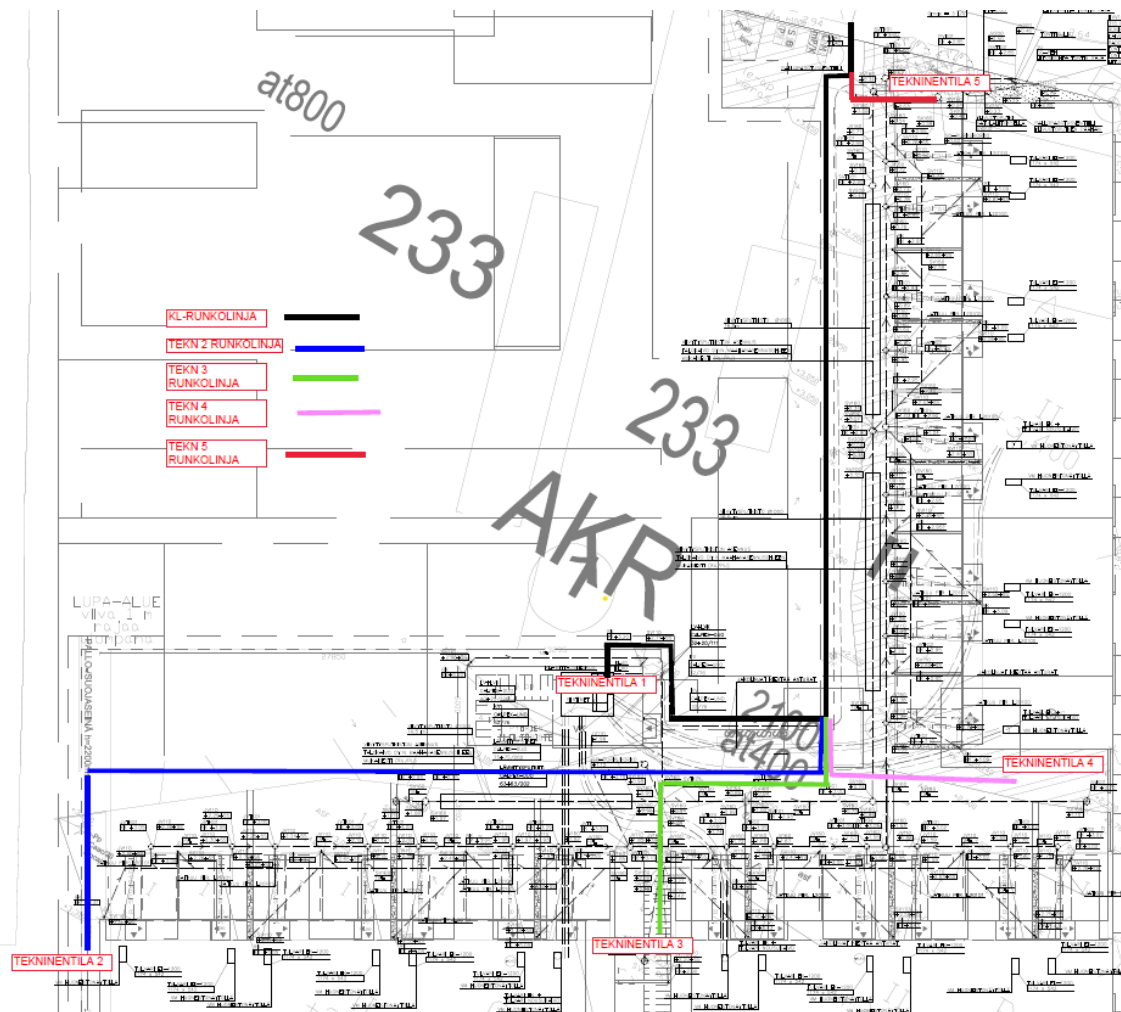
1. Tilastokeskus. Kotitalouksien lämmitystavat. Hakupäivä 15.11.2023. https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_ktutk/stat-fin_ktutk_pxt_13qk.px/table/tableViewLayout1/.
2. Juvonen, J & Lapinlampi, T. Ympäristöopas 2013 Energiakaivo. Maalämmön hyödyntäminen pientalossa. Hakupäivä 13.10.2023. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/40953/YO_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
3. Tilastokeskus. Lämpöpumppujen tuottama lämmitysenergia vuonna 2021. Hakupäivä 15.11.2023. https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_asen/stat-fin_asen_pxt_11zr.px/table/tableViewLayout1/.
4. Sulpu. Maalämpöpumpun mitoitus ja asentaminen. Hakupäivä 4.2.2024. <https://www.sulpu.fi/lampopumput/maalampopumput/#lue-lisaa>.
5. Hakala, P. & Kaappola, E. Opetushallitus. Kylmälaitoksen suunnittelu.
6. Gebwell–maalämpölaitteistoa. Hakupäivä 1.2.2024. https://gebwell.fi/tuotteet/lampopumput/?property_sizes=keskikokoinen.
7. Sulpu. Lämpöä omasta maasta. Hakupäivä 1.2.2024. https://www.sulpu.fi/wp-content/uploads/2021/05/Motiva-Lampoa_omasta_maasta-1.pdf.
8. Juvonen, J. & Lapinlampi, T. Ympäristöopas 2013. Energiakaivo. Maalämmönhyödyntäminen pientaloissa. Hakupäivä 13.10.2023. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/40953/YO_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
9. Oulun rakennusvalvonta. Tekninen kortti, kaukolämpö. Hakupäivä 12.11.2023. http://energiakorjaus.info/pages/kortit/Pientalo_12_Kaukolampo_2013_02_01.pdf.
10. Energiäteollisuus. Kaukolämpö 2022 graafeina. Hakupäivä 12.11.2023. <https://www.sli-deshare.net/energiateollisuus/kaukolampo-2022-graafeina>.
11. Mäkelä, V-M & Tuunanen, J. 2015. Suomalainen kaukolämmitys. C: Oppimateriaalia – Study Material 16. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Hakupäivä 25.1.2024. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/97138/URNISBN9789515885074.pdf>.
12. Gebwell–kaukolämpökeskus. Hakupäivä 1.2.2024. <https://gebwell.fi/tuotteet/kaukolampokeskukset/g-power-kaukolammonjakokeskus/>.
13. Energiäteollisuus. Asiakkaan kaukolämpölaitteet. Hakupäivä 15.11.2023. <https://www.sli-deshare.net/energiateollisuus/kyt-kaukolmplaitteita-oikein-sstt-energiaa>.

14. Sulpu. Maalämpöpumpun mitoitus ja asentaminen. Hakupäivä 4.2.2024. <https://www.sulpu.fi/lampopumput/maalampopumput/#lue-lisaa>.
15. Talotekniikka-alan LVI-toimialan työehtosopimus. Hakupäivä 21.3.2024. https://rakennusliitto.fi/wp-content/uploads/2023/04/Talotekniikka_LVI_TES_2023_2025_www.pdf.
16. Oulun Energia. Kaukolämmön liittymismaksu. Hakupäivä 12.11.2023. <https://www.ouluenergia.fi/palvelumme/kaukolampo/hinnastot/kaukolammon-liittymismaksu/>.
17. Oulun Energia. Kaukolämmön hinnastot. Hakupäivä 12.11.2023. <https://www.ouluenergia.fi/palvelumme/kaukolampo/hinnastot/palveluhinnasto/>.
18. Oulun Energia. Kaukolämmön energia- ja perusmaksu. Hakupäivä 12.11.2023. <https://www.ouluenergia.fi/palvelumme/kaukolampo/hinnastot/kaukolammon-energia--ja-perusmaksut/>.
19. Halvinsähkö sopimus.fi. Hakupäivä 4.2.2024. <https://xn--halvinshksopimus-1nb04a.fi/sahkon-hintaennuste/>.
20. Oulun Energia. Verkkopalveluhinnasto. Hakupäivä. 20.03.2024. <https://www.ouluenergia.fi/palvelumme/sahkoverkkopalvelut/hinnastot/verkkopalveluhinnasto/>.
21. Ympäristöministeriö. D5 Rakentamismääräyskokoelma. Hakupäivä 4.2.2024. https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/D5_2012.pdf.
22. Ympäristöministeriö. Lämmitysjärjestelmät ja lämmin käyttövesi –laskentaopas. Hakupäivä 4.2.2024. https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Lammitysjarjestelmat-Laskentaopas-2012-150911-CA99FFCB_627B_48C8_8EB0_607F36B178A5-30751.pdf/a2f589d0-47ac-5d04-b739-759b514e2245/Lammitysjarjestelmat-Laskentaopas-2012-150911-CA99FFCB_627B_48C8_8EB0_607F36B178A5-30751.pdf?t=1603260210304.
23. Motiva. Rakennusten kaukolämmitys määräykset ja ohjeet. Julkaisu K1/2021. Hakupäivä 4.2.2024. https://www.motiva.fi/files/19694/Rakennusten_kaukolammitys_-_Maaraykset_ja_ohjeet_-_Julkaisu_K1_2021.pdf.
24. Motiva. Lämpöä kotiin keskitetysti. Hakupäivä 22.4.2024. https://www.motiva.fi/files/7963/Lampoa_kotiin_keskitetysti_Kaukolampo.pdf.
25. Nilan. COP VS. SCOP – hyötysuhteiden erot. Hakupäivä 27.4.2024. <https://www.nilan.fi/energiansaasto/cop-vs-scop-hyotysuhteiden-erot/>.
26. Flextra. Maalämpötuotteiden hinnasto. Hakupäivä 29.4.2024. <https://flextra.fi/maalampo-tuotteet/>.

Porareiän sijaintitiedot	<ul style="list-style-type: none"> • Sijainti koordinaatteina tai sijainnin muu kuvaus (linkitetty asemapiirros) • Koordinaattijärjestelmä • Sijainnin viimeisin määrittystapa (esim. GPS, kartalta) ja päivämäärä • Sijaintitarkkuus • Mahdollinen korkeustieto (mistä mitattu) • Käytetty korkeusjärjestelmä
Porareiän tiedot	<ul style="list-style-type: none"> • Kokonaissyvyys (mittayksikkö) • Maaperäkerrosten paksuus (mittayksikkö) • Halkaisija (mittayksikkö) • Porauksen suuntaus (lähtökulma alaspäin sekä kompassin suunta)
Suojarakenteiden tiedot	<ul style="list-style-type: none"> • Suojaputken pituus (mittayksikkö) • Suojaputken laatu (standardi ja poikkeamat) • Suojaputken kiinnitystapa kallioon • Suojaputken kiinnityssyvyys kallionpinnasta (mittayksikkö) • Suojaputken kiinnityssyvyys kiinteään kallioon (mittayksikkö) • Suojakaivon halkaisija • Suojakaivon syvyys • Suojakaivon materiaali ja paksuus • Muut mahdolliset tekniset standardit ja niiden noudattaminen (suojakaivo, lämmönkeruuneste, liitokset, koeponnistus)
Keruuputkisto	<ul style="list-style-type: none"> • kokonaispituus • syvyys mitattuna maanpinnasta • materiaali: halkaisija, seinämän paksuus, paineluokka • lämmönkeruunesteen laatu • nesteen määrä
Siirtoputkisto	<ul style="list-style-type: none"> • kokonaispituus • asennussyvyys mitattuna maanpinnasta • materiaali: halkaisija, seinämän paksuus, paineluokka • lämmönkeruunesteen laatu • nesteen määrä • lämmöneristys: sijoitus, laatu, määrä • materiaali
Havainnot	<ul style="list-style-type: none"> • Havainnot maaperästä • Havainnot kallioperästä • Havainnot pohjaveden pinnan tasosta, mistä mitattu (esim. maanpinnasta), päivämäärä • Havainnot veden laadusta, miten havaittu, päivämäärä (mittalaitteen tiedot, havainnointitiheys)
Muut tiedot	<ul style="list-style-type: none"> • Muut havainnot, korjaus- ja huoltotoimenpiteet







Lämmitystapojen vertailulaskuri

Tällä laskurilla voit vertailla pientalon lämmitysvaihtoehtojen kustannuksia. Laskuria voidaan käyttää sekä uusille vanhoille taloille. Muuttuneen markkinatilanteen vuoksi investointien oletushinnat eivät ole palvelussa ajantasalla, joten kehoitamme muuttamaan hintatasoja esimerkiksi saatujen tarjousten perusteella.

Laskuri soveltuu vain pientaloille: laskurin ohjeavot vastaavat pientaloja ja esitetyt arvot ovat uuden pientalon tyyppisiä arvoja. Kaikki ilmoitetut hinnat sisältävät niihin liittyvät verot.

Voit muuttaa vihreiden kenttien arvoja. Hyödyllistä lisätietoa saat klikkaamalla kenttiä, joiden viereissä on (i)-merkki. Laskurin tulokset ovat suuntaa-antavia. Nykyisessä tilanteessa, jossa energian hinnat muuttuvat ja ihmisillä on erihintaisia sopimuksia, suositellaan tarkistamaan oman sopimuksen mukainen hinta ja käyttämään sitä laskurissa.

[Lisätietoja laskurista \(Motiva.fi\)](#)



Voit valita enintään 8 lämmitystapaa kerrallaan vertailuun. Valittuna 3.

Valitse päälämmitystapa		Valitse tukilämmitys			
Puupelletti	<input type="checkbox"/>	Tulisija	<input type="checkbox"/>	Ilmalämpöpumppu	<input type="checkbox"/>
Kaukolämpö	<input checked="" type="checkbox"/>	Tulisija	<input type="checkbox"/>	Ilmalämpöpumppu	<input type="checkbox"/>
Maalämpö	<input checked="" type="checkbox"/>	Tulisija	<input type="checkbox"/>	Ilmalämpöpumppu	<input type="checkbox"/>
Ilma-vesilämpöpumppu ja sähkö	<input type="checkbox"/>	Tulisija	<input type="checkbox"/>	Ilmalämpöpumppu	<input type="checkbox"/>
Poistoilma-lämpöpumppu ja sähkö	<input type="checkbox"/>	Tulisija	<input type="checkbox"/>	Ilmalämpöpumppu	<input type="checkbox"/>
Ilma-vesilämpöpumppu ja öljy	<input type="checkbox"/>	Tulisija	<input type="checkbox"/>	Ilmalämpöpumppu	<input type="checkbox"/>
Sähkölämmitys	<input checked="" type="checkbox"/>	Tulisija	<input type="checkbox"/>	Ilmalämpöpumppu	<input type="checkbox"/>
Öljy	<input type="checkbox"/>	Tulisija	<input type="checkbox"/>	Ilmalämpöpumppu	<input type="checkbox"/>

Aurinkolämpö	<input type="checkbox"/>
Aurinkolämpö	<input type="checkbox"/>

Haluan määrittää lämmitysenergian kulutus tiedot: Rakennuksen tiedoilla Antamalla vuosikulutuksen

Vuosikulutus	Lämmitysenergian tarve vuodessa
Asukasmäärä <input type="text" value="88"/>	Käyttöveden lämmitysenergia <input type="text" value="88000"/> kWh/a
	Lämmitysenergian kokonaistarve vuodessa <input type="text" value="181006"/> kWh/a

Voit tarkentaa laskelmaa muuttamalla energiahintatietoja, investoinnin laskentakorkoa tai laskenta-aikaa.

2. Lämmitystapojen hinnat		Energiahintojen nousu (%:a vuodessa)		Investoinnit	
Kaukolämpö	<input type="text" value="8.41"/> c/kWh <small>(lupki)</small>	Kaukolämpö	<input type="text" value="2"/> %	Korko	<input type="text" value="2"/> %
Sähkö	<input type="text" value="9.83"/> c/kWh <small>(lupki)</small>	Sähkö	<input type="text" value="3"/> %	Laskenta-aika	<input type="text" value="25"/> Vuotta
Sähkölämmitys	<input type="text" value="9.83"/> c/kWh <small>(lupki)</small>	Sähkölämmitys	<input type="text" value="3"/> %		

Voit tarkentaa laskelmaa jos esimerkiksi investointikustannus tai järjestelmän hyötysuhde ovat tarkemmin tiedossa.

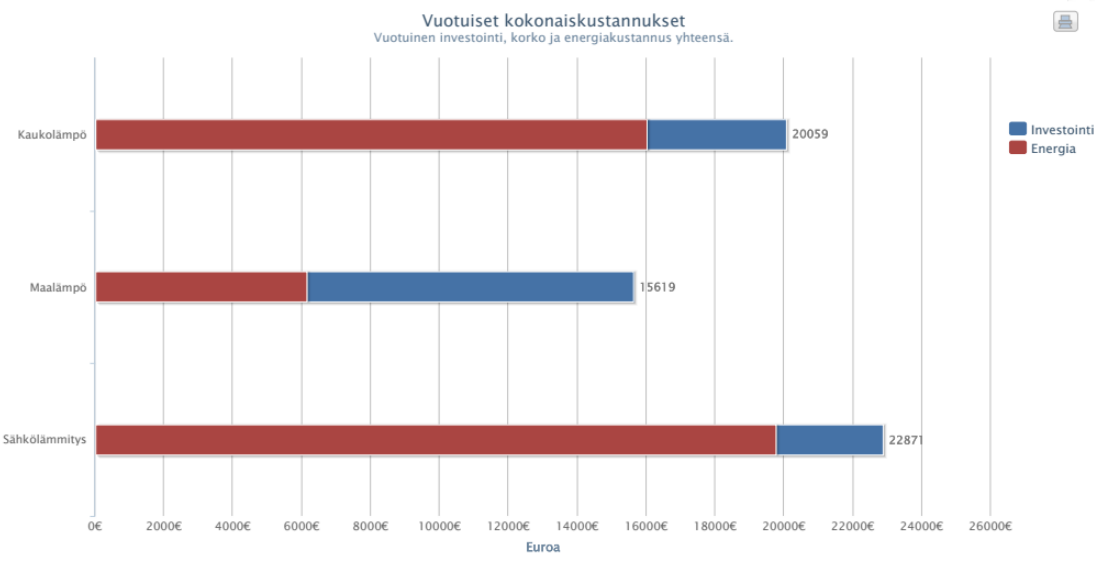
3. Lämmitystapojen tiedot			
	Kaukolämpö	Maalämpö	Sähkölämmitys
Vuoshihtysuhde	<input type="text" value="95"/> %	<input type="text" value="2.9"/> SPF	<input type="text" value="90"/> %
Investointikustannus (€)			

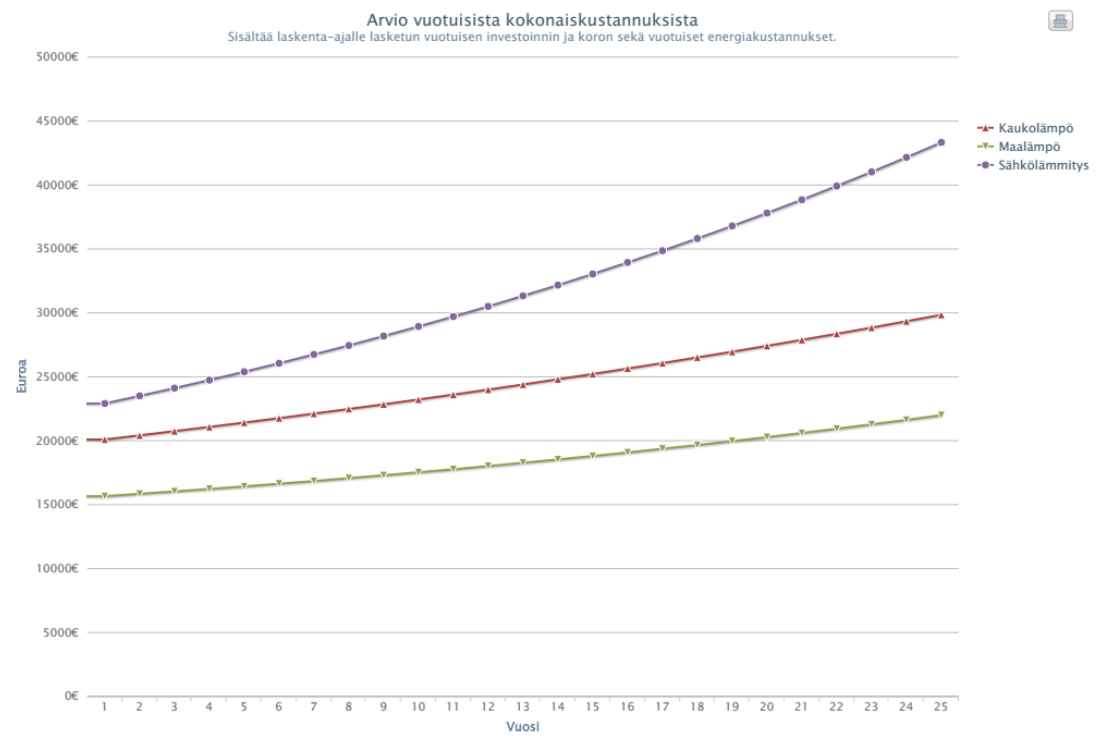
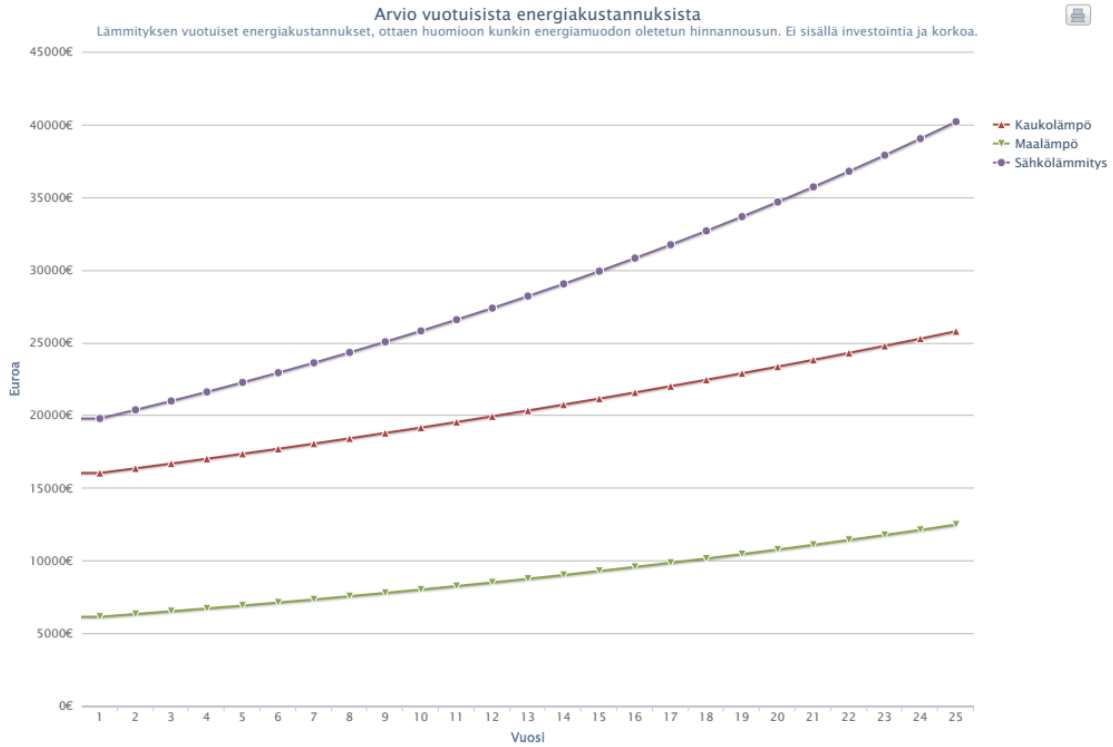
Avustukset ja tuet	<input type="text" value="78769.65"/> €	<input type="text" value="185145.9"/> €	<input type="text" value="60541.18"/> €
Lopullinen investointikustannus	<input type="text" value="0"/> €	<input type="text" value="0"/> €	<input type="text" value="0"/> €
	<input type="text" value="78770"/> €	<input type="text" value="185146"/> €	<input type="text" value="60541"/> €

Laskuri laskee annetuilla lähtötiedoilla arvon vuotuisista investointi- ja energiakustannuksista.

4. Arvio vuotuisista kokonaiskustannuksista

	Kaukolämpö	Maalämpö	Sähkölämmitys
Vuosittaiset lämmityskulut			
Vuotuinen investointikustannus	<input type="text" value="4035"/> €/a	<input type="text" value="9483"/> €/a	<input type="text" value="3101"/> €/a
Vuotuinen energiakustannus	<input type="text" value="16024"/> €/a	<input type="text" value="6136"/> €/a	<input type="text" value="19770"/> €/a
YHTEENSÄ			
Vuotuinen kokonaiskustannus (€ vuodessa)	<input type="text" value="20059"/> €/a	<input type="text" value="15619"/> €/a	<input type="text" value="22871"/> €/a
Vuotuinen kokonaiskustannus (c/kWh)	<input type="text" value="11.1"/> c/kWh	<input type="text" value="8.6"/> c/kWh	<input type="text" value="12.6"/> c/kWh





Arvio kumulatiivisista kokonaiskustannuksista

Sisältää investointikustannuksen sekä vuotuiset energia- ja korkokustannukset.

