

Maalämpöselvitys - hankesuunnittelu

Hyökkälän koulu – Tuusulan kunta

Laatija: Matti Välke

Laadunvarmistaja: Panu Rautio

Laadittu: 29.02.2024



Johdanto

Tämä selvitys on tehty hankesuunnitteluvaiheessa.

Selvityksessä on kartoitettu maalämmön toteutettavuuskelpoisuutta sekä vaihtoehtoja lämpöpumppujärjestelmän toteutukselle. Lisäksi on laskettu niiden energiantuotantopotentiaaleja sekä kannattavuuksia elinkaarikustannusten suhteen.

Selvitystä varten on laskettu karkea arvio järjestelmän investointikustannuksista.

Sisällysluettelo

1. Tiivistelmä
 2. Kaivosijoittelu ja laitteiston tilantarve
 3. Elinkaarikustannukset
 4. Kaivosimulointi
 5. Kohteen energiankulutus
 6. Laskentamenetelmä
 7. Vastuuvapauslauseke
- Yhteystiedot

1. Tiivistelmä

Tarkastelussa vertailtiin järjestelmää eri laajuuksilla

Vaihtoehto 0. Kaukolämpö (vertailutapaus)

Vaihtoehto 1. Maalämpö (120 kW, 17 kaivoa) + Kaukolämpö, ei jäähdytystä

Vaihtoehto 2. Maalämpö (120 kW, 15 kaivoa) + kaukolämpö + jäähdytys

Järjestelmä	Investointi [€]	Vaikutus kaukolämmössä		Vaikutus sähköenergiassa		Kustannus-vaikutus yhteensä [€/v]	Suora takaisinmaksuaika [vuotta]	Diskontattu takaisinmaksuaika [vuotta]	Sisäinen korkotuotto 20 v ajanjaksolla [%]	Elinkaari-kustannussäästö [€/20v]
		[MWh/v]	[€/v]	[MWh/v]	[€/v]					
1 ML 120 kW / 17 kaivoa + KL, ei J	530 400 €	583	53 000 €	-167	-21 800 €	29 600 €	15,6	14,9	6,3 %	172 400 €
2 ML 120 kW / 15 kaivoa + KL + J	507 800 €	583	53 000 €	-173	-22 700 €	27 800 €	15,8	15,1	6,3 %	162 100 €

KL = kaukolämpö

ML = maalämpö

J = jäähdytys

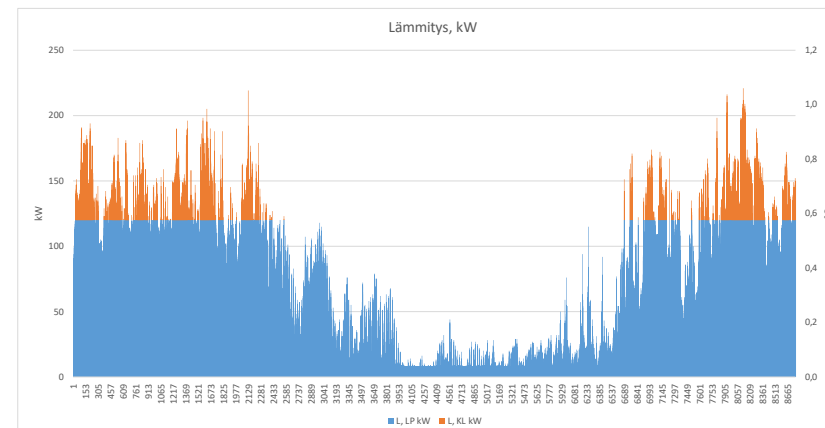
1. Tiivistelmä: suositeltu järjestelmä

Suosittelava vaihtoehto on 15 kaivoa / 120 kW lämpöpumppu mikäli tiloihin tulee jäähdytys. Se on elinkaarikustannusten suhteen taloudellinen ja sillä saavutetaan hyvä lämmitys- ja jäähdytysenergianpeitto. Järjestelmän takaisinmaksuaika vertailutapaukseen (KL) verrattuna on noin 16 vuotta.

Mikäli jäähdytystä ei toteuteta, suositeltava vaihtoehto on 17 kaivoa / 120 kW lämpöpumppu. Järjestelmän takaisinmaksuaika vertailutapaukseen verrattuna on noin 16 vuotta.

Energiajärjestelmän valintaan voivat vaikuttaa myös muut tekijät, kuten E-luku ja hiilijalanjälki.

1) 15 kpl kaivoja 15 m välein, LP 120 kW



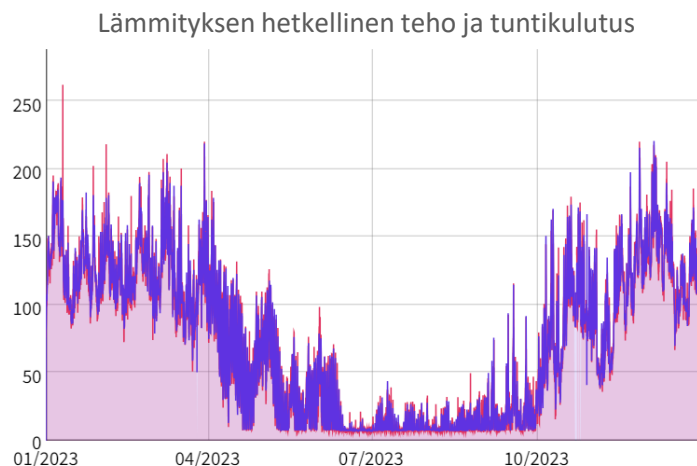
Lämpöpumppu, lämmitys	583,2 MWh/a
• Energianpeitto	92 %
• Tehonpeitto*	54 %
Lämpöpumppu, jäähdytys	69 MWh/a
• Energianpeitto	97 %

*lämmityksen tehonpeitto 2023 toteutuneen energiankulutuksen mukaisesti

1 Tiivistelmä: kohteen tehontarve

Lämmitys

- Kohteen lämmityksen sopimusteho on 247 kW ja vuoden 2023 mitattu energiankulutus 634,9 MWh.



Kuva: Raportointikansio.fi

Jäähdytys

- Kohteen jäähdytystehontarve on määritetty referenssipohjaisesti vastaavien kohteiden perusteella.
- Laskennassa on käytetty vuosittaisena jäähdytysenergiantarpeena 71 MWh.
- Ehdotetuilla porakaivomäärillä pystytään kattamaan suuri osa jäähdytystarpeesta
- Jäähdytystehontarve tulee tarkentaa jatkosuunnittelussa tilojen kesäkäytön ja taidetilojen kuivatustarpeen mukaisesti

2. Kaivosijoittelut – tontin mahdolliset rajoitteet

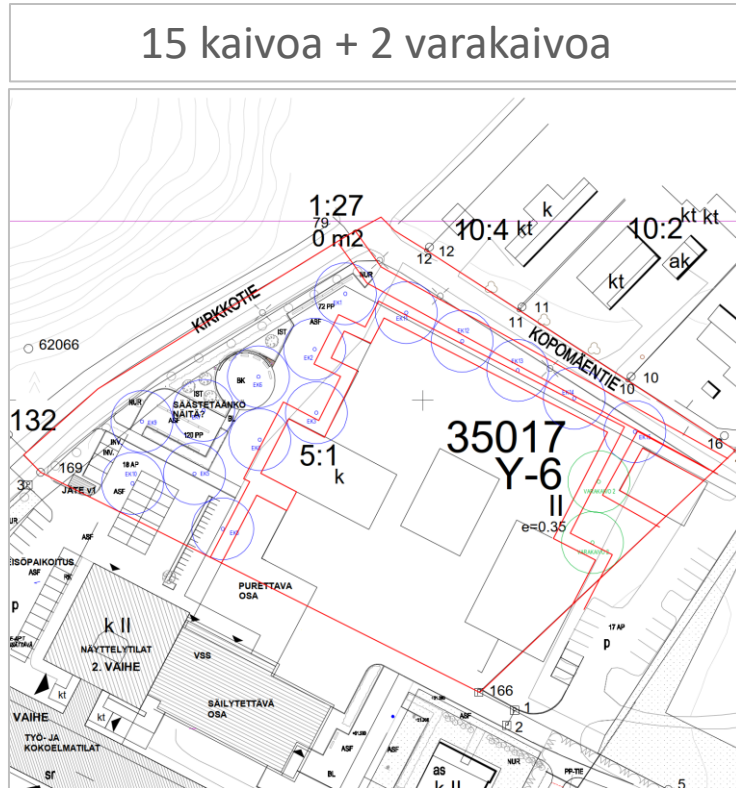
Tontin johtokartoituksen mukaan tontin pohjois- ja länsipuolella on sijoituksiin vaikuttavia putkia ja kaapelointeja. Nämä on pyritty ottamaan sijoittelussa huomioon ja tarvittavat kaivot saadaan sijoitettua suojaetäisyydet huomioiden. Tontti sijaitsee lähellä pohjavesialuetta, mutta rakennusvalvonnalta saadun kommentin mukaan estettä poraamiselle ei ole.

Kun porakaivojen määrä ja sijainnit on valittu, täytyy rakennuslupaa varten tilata rakennettavuus selvitys.



2. Kaivosijoittelut ja laitteiston tilantarve

Kaivojen poraamiseen soveltuvalle tontille 858-402-5-1 on alustavasti sijoitettu 15 kaivoa. Tämän lisäksi on huomioitu paikat 2 varakaivoille. Kaivojen sijainteja voidaan joutua muuttamaan mikäli tontin rakennussuunnitelmat muuttuvat. Mikäli päädytään 17 kaivon ratkaisuun, ei tontilta löydy tilaa varakaivoille.



Maalämpöjärjestelmän laitteistolle tulee varata riittävä tila rakennuksen teknisistä tiloista. Ne voidaan sijoittaa esimerkiksi yhdessä kaukolämpölaitteiden kanssa lämmönjakohuoneeseen (tilantarve n. 60 m²) tilan riittävydestä riippuen.

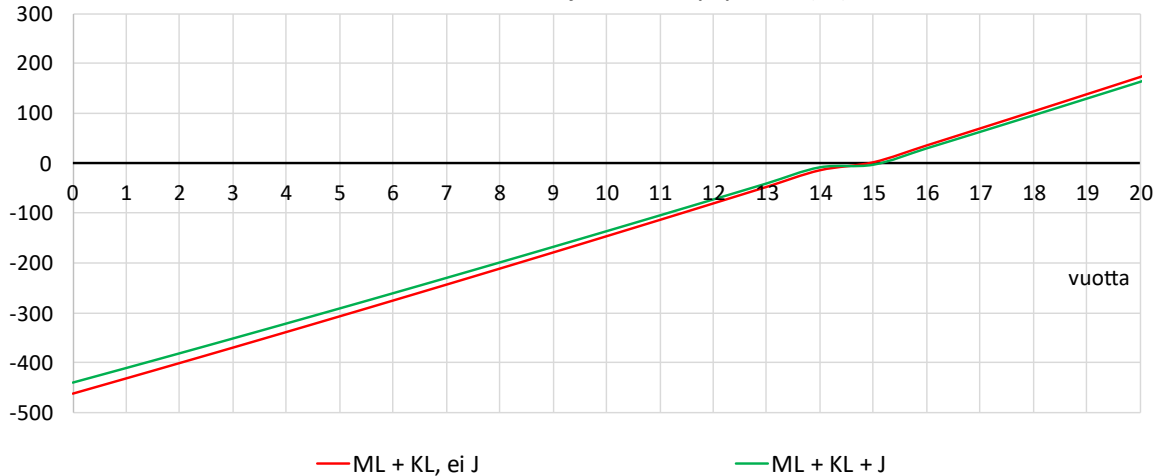
3. Elinkaarikustannukset – laskennan parametrit ja energian hinta

Lämpöpumppujen elinkaarikustannukset			
Vuosihuolto LP-järjestelmälle	1000 €/a		
Kompressorien uusiminen, 15 vuoden kohdalla	50 % lämpöpumpun hinnasta		
Elinkaarikustannuslaskennan parametrit			
Laskenta-aika	20 vuotta		
Korkokanta	3,0 %		
Lämmityksen eskalaatio	3,0 %		
Sähkön eskalaatio	2,0 %		
Energian hinnat (Alv 0%)			
Lämpö: Vantaan Energia hinnasto		Sähkö: Arvio yleiseen hintatasoon perustuen,	
Liittymämaksu	Vakio (liittymä mitoitetaan huipputehon mukaan, vaikka maalämpö toteutetaan)	Liittymämaksu	Vakio
Tehomaksu	160,14 €/kW + 168,40€/vuosi, tehomaksun perusteena on viimeisen 36 kk:n korkein 3 h keskiteho	Tehomaksu	Tehomaksu 3,48 €/kW + siirto 3,43 c/kWh + 57,20 €/kk
Energia	55,04 €/MWh	Energia	120 €/MWh

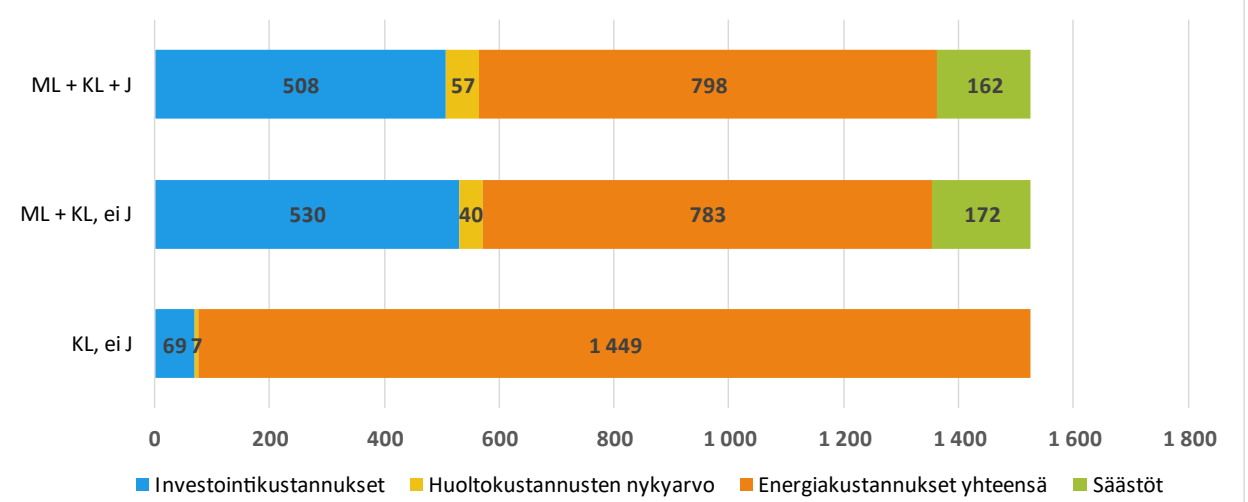
3. Elinkaarikustannukset – tulokset

Järjestelmä	Investointi [€]	Vaikutus kaukolämmössä		Vaikutus sähköenergiassa		Kustannus-vaikutus yhteensä [€/v]	Suora takaisinmaksuaika [vuotta]	Diskontattu takaisinmaksuaika [vuotta]	Sisäinen korkotuotto 20 v ajanjaksolla [%]	Elinkaari-kustannussäästö [€/20v]
		[MWh/v]	[€/v]	[MWh/v]	[€/v]					
1 ML 120 kW / 17 kaivoa + KL, ei J	530 400 €	583	53 000 €	-167	-21 800 €	29 600 €	15,6	14,9	6,3 %	172 400 €
2 ML 120 kW / 15 kaivoa + KL + J	507 800 €	583	53 000 €	-173	-22 700 €	27 800 €	15,8	15,1	6,3 %	162 100 €

Elinkaarikustannussäästöjen nettonykyarvot (t€)



Investointi-, huolto- ja energiakustannusten nettonykyarvot (t€)



4. Kaivosimulointi – lähtötiedot

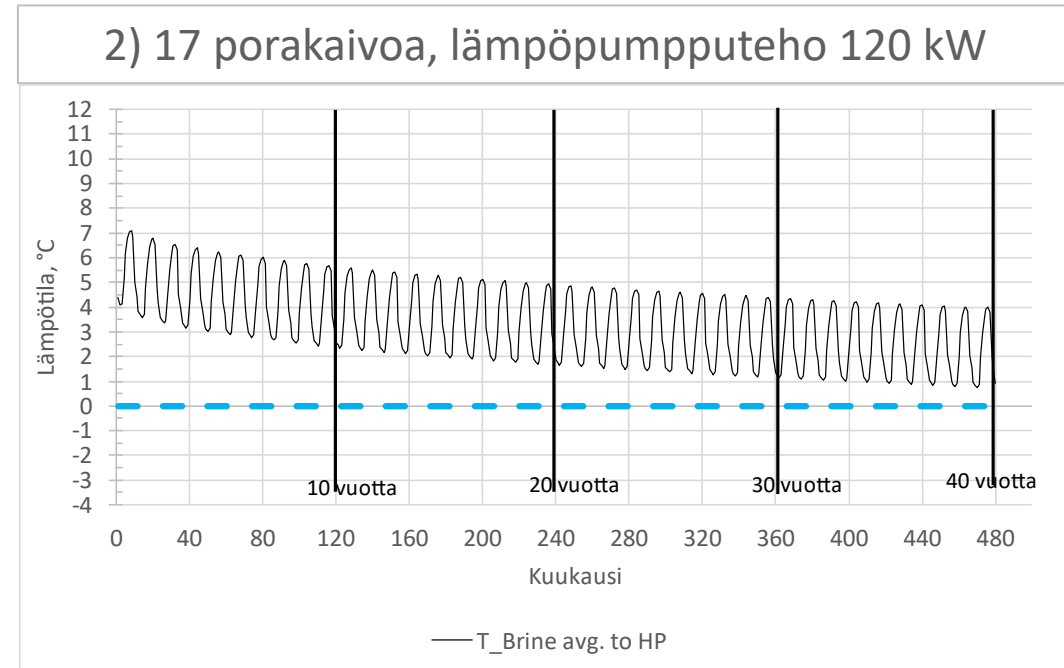
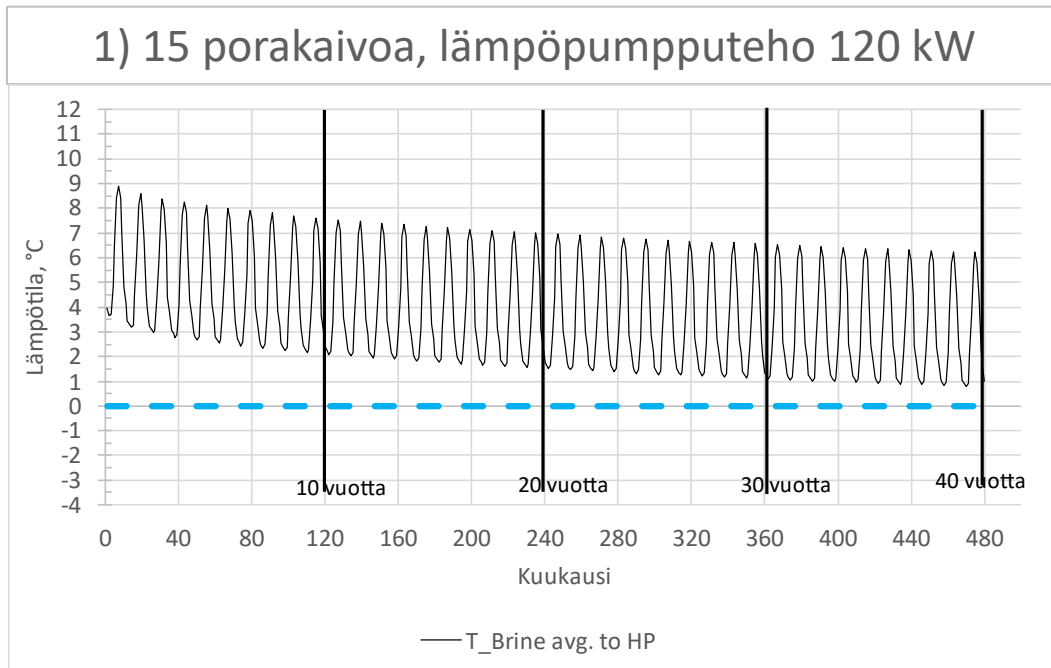
Kohde	
Porakaivojen lämpötilasimulointi on suoritettu GLHEPro sovelluksella. Energiankulutustiedot on kartoitettu toteutuneisiin kulutustietoihin perustuen.	
Kaivosijainnit on laadittu 22.2.2024 päivättyjen arkkitehtikuvien mukaan.	
Kaivosimuloinnit ja maalämpökentän mitoitus perustuvat suunnitteluryhmältä saatuihin lähtötietoihin ja karttapalveluista saatuihin tietoihin.	
Kaivokentän lähtötiedot	
Porakaivomäärä	15 tai 17 kpl, jäähdytstarpeesta riippuen
Porakaivojen aktiivinen syvyys	380 m
Porakaivojen välit	15 m
Maaperä	Pintakallio, n. 10 metriä perusmaata, kivilaji mikrokliini
Maalämpöjärjestelmän suunnitteluarvot	
Maan terminen lämmönjohtavuus	3,0 W/m*K
Maan lämpökapasiteetti	2300 kJ/(K*m ³)
Porakaivon halkaisija	4,5" (114,3 mm)
Vuoden keskimääräinen maan lämpötila	7,8 °C
Lämmönkeruuneste ja pitoisuus	Etanoli/vesi, liuosvahvuus 30 %
Porakaivon kollektori	DN40 (paineluokka PN10)
TRT-mittauksia (Thermal Response Test) suositellaan maaperän todellisten arvojen selvittämiseksi.	

4. Kaivosimulointi – tulokset

Kuvaajissa on esitetty lämpöpumppujärjestelmien kaivokentän simulointitulokset 15 porakaivolle 120 kW teholla sisältäen jäähdytyksen ja 17 porakaivolle 120 kW teholla ilman jäähdytystä.

15 porakaivon vaihtoehdossa simuloinnissa on oletettu, että jäähdytyksestä saatavaa lauhdelämpöä syötetään ensisijaisesti lämmitysverkostoihin. Jos jäähdytystarve ylittää lämmitystarpeen, käytetään porakaivoja vapaajäähdytykseen.

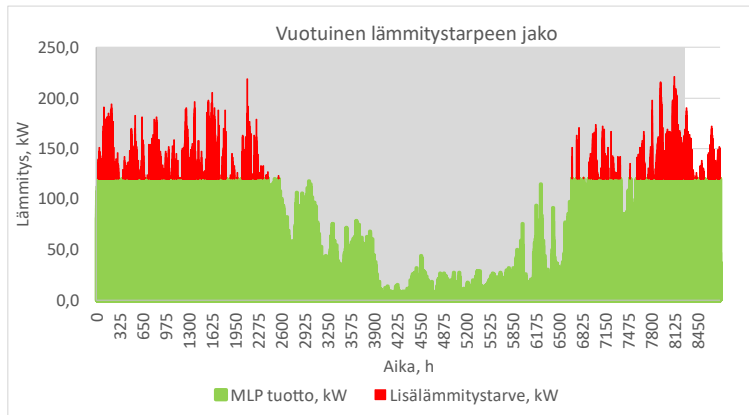
Lämpöpumpuilla otettava teho ja maalämmön kaivokenttä on syytä mitoittaa niin, että ne eivät jäädy elinkaarensa aikana. Hyvän hyötysuhteen ja tehonsaannin varmistamiseksi maasta palaavan liuoksen lämpötila tulisi olla yli 0 °C.



5. Energiankulutus – tulokset

Kuvaajissa on lämmityksen energianpeitto eri lämpöpumppujärjestelmillä. Maalämpöä/energiankierrätystä priorisoidaan ennen kaukolämpöä.

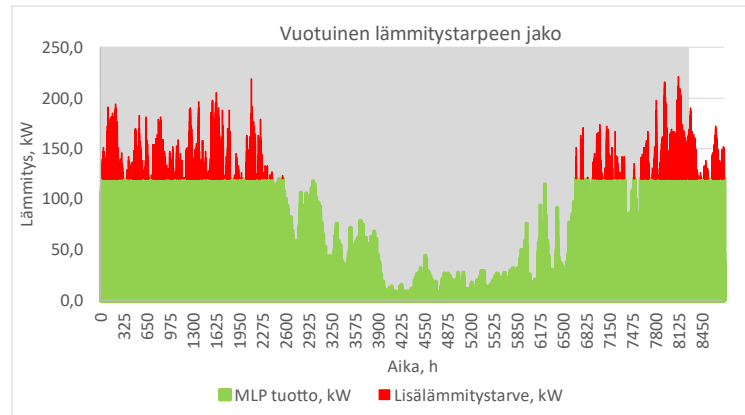
1) 15 kpl kaivoja 15 m välein, LP 120 kW



Lämmitystarve	634,9 MWh/a
MLP tuotto	583,2 MWh/a
Lisälämmitystarve	51,7 MWh/a

Energianpeitto, ML	92 %
Tehonpeitto, ML	54 %

2) 17 kpl kaivoja 15 m välein, LP 120 kW



Lämmitystarve	634,9 MWh/a
MLP tuotto	583,2 MWh/a
Lisälämmitystarve	51,7 MWh/a

Energianpeitto, ML	92 %
Tehonpeitto, ML	54 %

6. Laskentamenetelmä

Tontin tiedot on pyydetty Johtotietopankki-palvelusta ja noudettu Maankamara-karttapalvelusta.

Maalämpökenttä on simuloitu GLHEPro (Ground Loop Heat Exchanger Pro) ohjelmistolla, joka mallintaa porakaivokentän lämpötilaa kuukausitason tarkkuudella kaivokentän elinkaaren ajan.

Kohteen energiantarve on arvioitu hankesuunnitteluvaiheessa toteutuneen kulutustiedon ja vastaavien referenssikohteiden perusteella. Energiantarpeita on käsitelty tuntitason tarkkuudella.

Lisäksi laskennassa on hyödynnetty eri Excel-laskureita elinkaarikustannusten laskentaan sekä lämpöpumpun mitoitukseen.

7. Vastuulauseke

Tässä raportissa esitetään lämpöpumppujärjestelmän toteutettavuus- ja kannattavuusselvitys sekä alustava laajuus. Selvitystyö raportointineen on suoritettu ammattilaisista koostuvalla projektihenkilöstöllä huolellisuutta noudattaen.

Raportti on laadittu tilaajalta tai hänen osoittamilta tahoilta saatuihin tietoihin, suunnitelmiin ja informaation oikeellisuuteen luottaen. Ellei kirjallisesti ole toisin sovittu, Granlund ei vastaa miltään osin eikä millään perusteella raportin sisällöstä kolmannelle osapuolelle eikä muille tahoille. Näin ollen kolmas osapuoli ei voi raportin perusteella esittää mitään vaatimuksia Granlundia kohtaan. Raportti on laadittu vain tilaajalle ja raporttia voi hyödyntää vain sen alkuperäiseen tarkoitukseen. Granlund ei ota vastuuta mikäli energian hinnat, laitetoimittajien antamat tarjoukset tai muut lähtötiedot poikkeavat raportissa esitetyistä arvioista.

Granlundilla on yksinoikeus ja omistus tähän raporttiin sekä kaikki immateriaalioikeudet koskien Granlundin omistamaa tietotaitoa, tietokoneohjelmistoja ja -ohjelmia, luonnoksia, dokumentteja, keksintöjä, patenteja ja suunnitelmia, joita Granlund käyttää palveluiden tuottamiseen.

Suunnitteluvaiheesta johtuen lähtötiedot saattavat monelta osin tarkentua hankkeen edetessä. Raportin tuloksia ei tule käyttää sellaisenaan päätöksentekoon ilman keskustelua Granlundin edustajien kanssa.

Toimeksiannon ja tämän raportin laadinnan ehdot (mukaan lukien Granlundin vastuu siltä osin kuin edellä todetusta ei muuta johdu) määräytyvät konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen KSE2013 mukaisella tavalla.

Yhteystiedot

Matti Välke

matti.valke@granlund.fi

p. 040 487 3837

Tom Bergström

tom.bergstrom@granlund.fi

p. 010 759 2213



Granlund