



Onko maalämpö uusiutuvaa, osittain uusiutuvaa vai peräti uusiutumaton?

Kuinka pitkään geoenergiakaivosta riittää lämmitysenergiaa?

Ilkka Vähäaho, DI (R-73)
Alef Geo-Consulting Oy

Sisältö

- Maalämpö Helsingissä
- Maalämpökaivon mitoitus (yksittäinen kaivo)
- Maalämpökaivon mitoitus (kaivokenttä)
- Lopuksi
- Yhteystiedot



Maalämpö Helsingissä



Intra - Kotisivu x KYMP x Helsingin karttapalvelu x +

https://kartta.hel.fi/#

Helsinki Karttapalvelu

TIEDOT & OHJEET UUTISET SUOMEKSI

HAKU

AIINEISTOT

VIE, JAA

TULOSTA

LATAA

LUONTOKOhte...

SUUNNITELMAT

Aineistot

Rajaa aineistoja

Pilota valikkopuu

- > Rauhoitetut kohteet
- > Rauhoitettavat kohteet
- > Arvokkaat luontokohteet
- > Liito-oravaverkosto 2022
- > Metsä- ja puustoinen verkosto 2019
- > Niittyverkosto 2021
- > Luontotyyppiaineistoja
- > Luontoselvityksiä
- > Vesi ja meri
- > Muu luontotieto
- > Seudullinen maanpeiteaineisto (2020)
- > Asuminen
- > Korkeusmalli
- > Geotekniset kartat
- > Geotekniset kohteet
 - ☒ Pohjavesialue
 - ☐ Pohjaveden tason mittauspisteet
 - ☐ Kairauspisteet
 - ☐ Sivusiirtymäputki
 - ☐ Kallioruhjeet
 - ☒ Maalämpökaivot
- > Meluselvitysmallit
- > Kiintopisteet
- > Ympäristöluvut ja rekisteröinnit
- > Maalinnoitukset (1996)
- > Hankkeet
- > Tilastot

100 m N:6678669.5 E:25507785.5

Porausvuosi: 2021
Reiän syvyys (m): 300
Kallistusaste: 3.4
Poraussuunta: Etelä

KARTALLA NYT

- Maanomistus- ja vuokrausalueet
- Pohjavesialue
- Maalämpökaivot
- Kantakartta, rajat

LÄHESTYISKARTTA

HELSINKI HELSINGFORS

SPROWISE Aineistot © Helsingin kaupunki

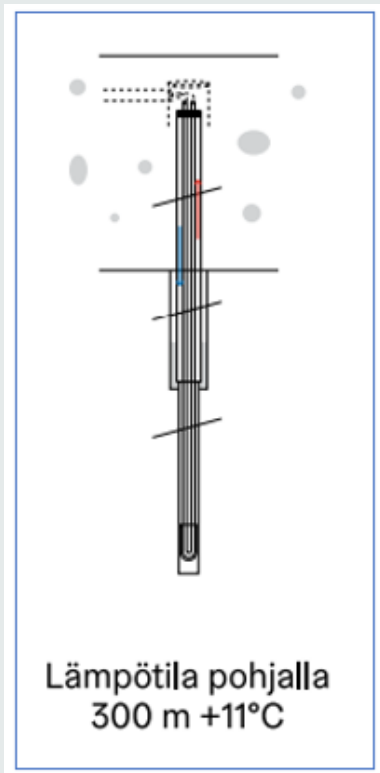
Kirjoita tähän hakeaksesi kohteista

15:46 30.9.2022

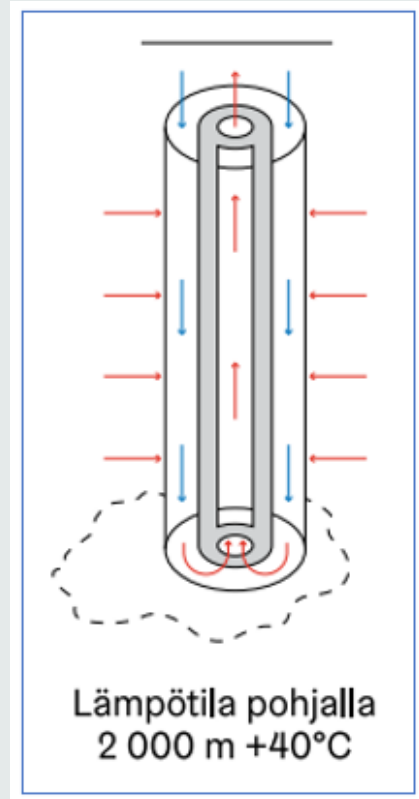


Erilaisia energiakaivoja

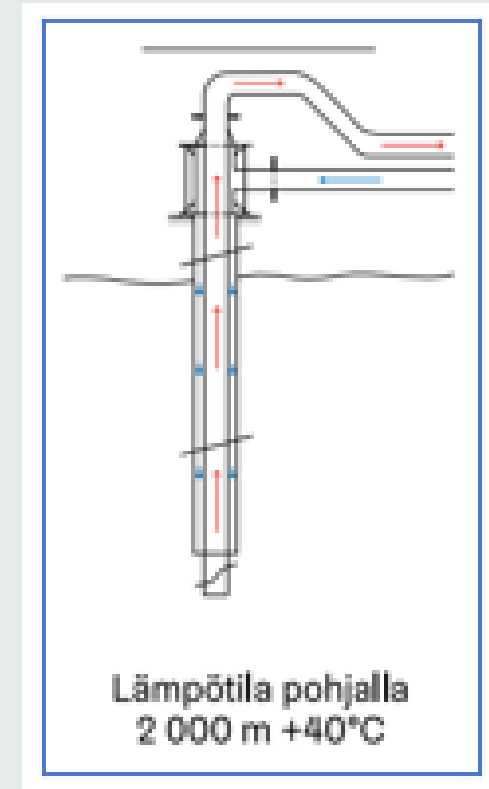
Perinteinen maalämpökaivo



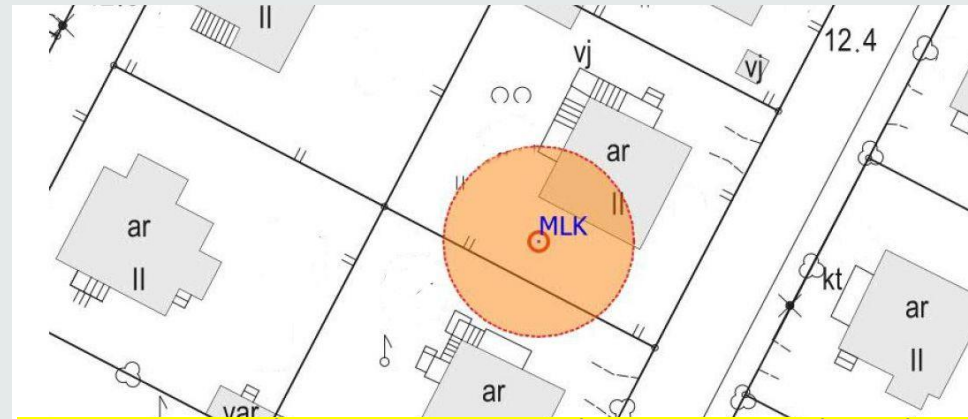
Suljettu geoterminen energiakaivo



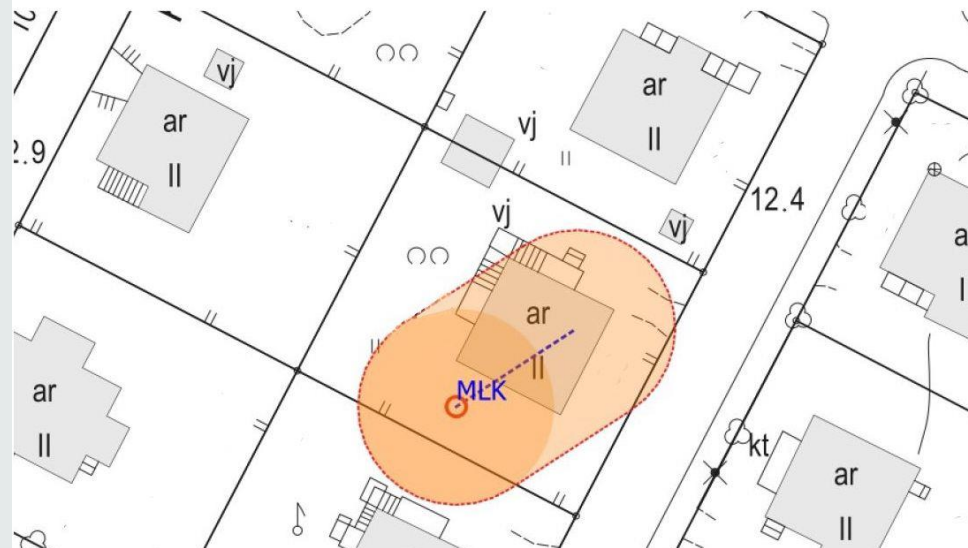
Avoimen kierron
geoterminen energiakaivo



Tarvitaanko perinteiselle maalämpökaivolle naapurin suostumus?

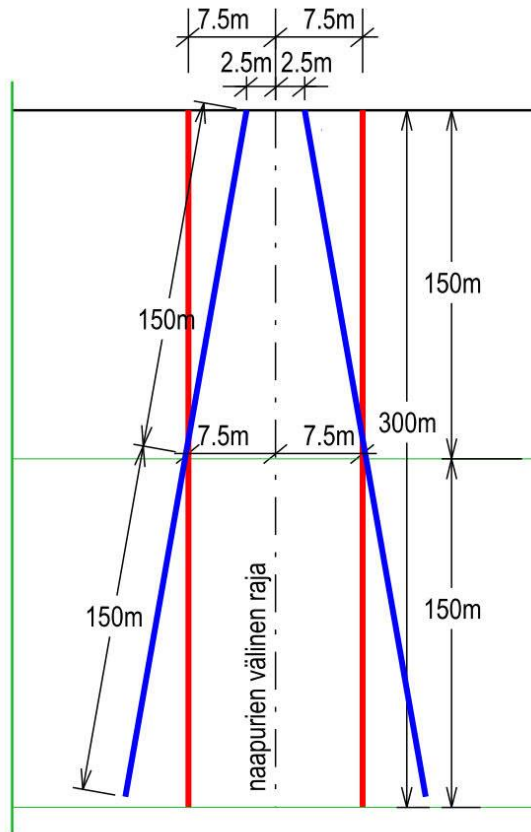


Pystysuora kaivo alle 7,5 m etäisyydellä tontin rajasta
→ naapurin suostumus tarvitaan



Kallistetun kaivon keskisyvyyden etäisyys tontin
rajasta vähintään 7,5 m
→ naapurin suostumusta ei tarvita

Perinteiset maalämpökaivot Helsingissä



- Pystyt maalämpökaivot aina 1 000 metrin syvyyteen voidaan sijoittaa 7,5 metrin etäisyydelle naapurin vastaisesta rajasta.
- Kallistettujen kaivojen kohdalla 7,5 metrin vähimmäisetäisyys naapurin vastaisesta rajasta mitataan kaivon keskisyvyyden kohdalta.
- Kallistetun kaivon alkupisteen vähimmäisetäisyys naapurin vastaisesta rajasta on 2,5 metriä.

Asukkaat pettyivät, kun ekologinen maalämpö ei onnistunutkaan – sitten Helsinki muutti pelisääntöjään ja näyttää nyt mallia muille

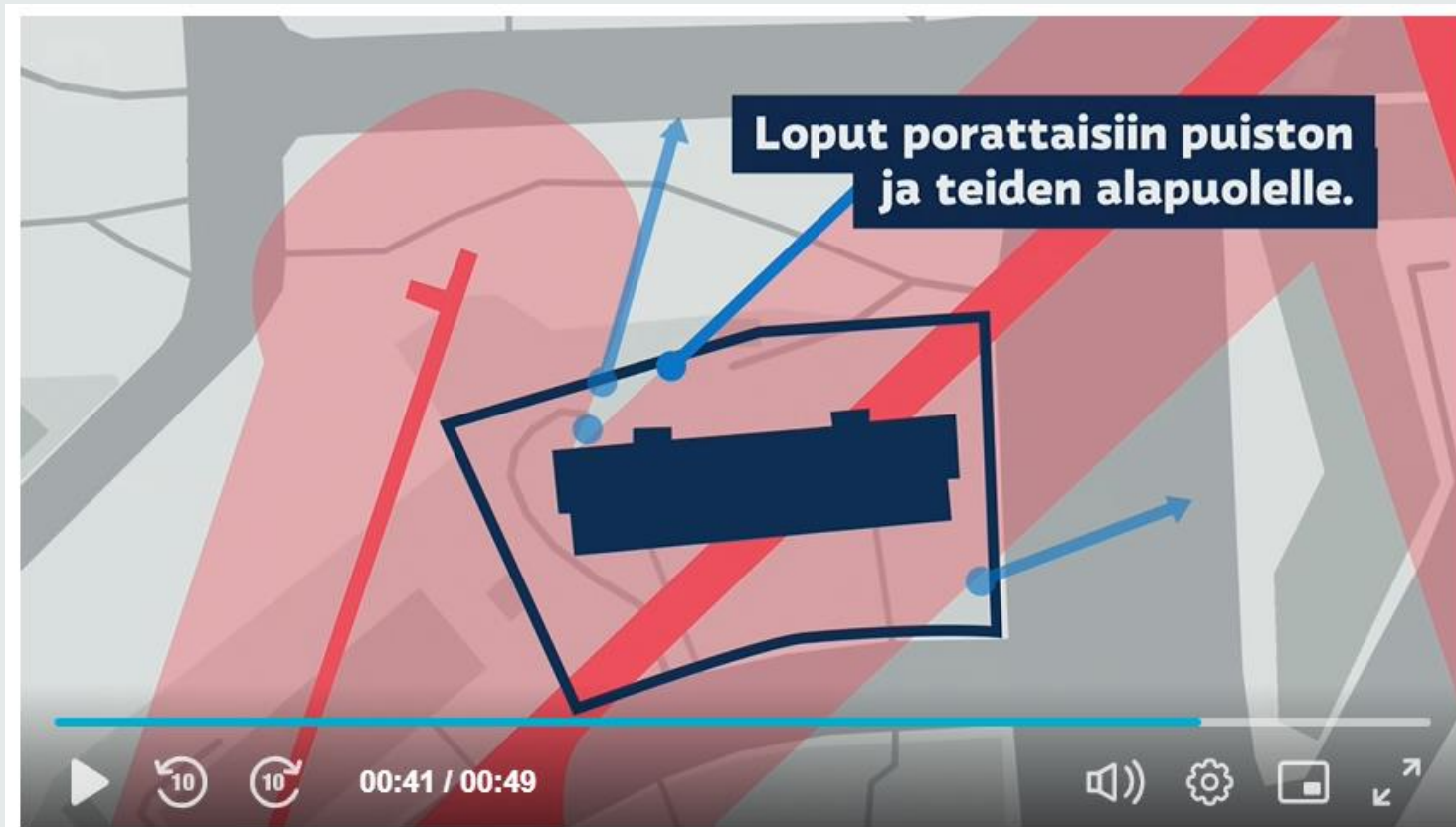


Uudet säännöt ja kehittynyt poraustekniikka tekivät mahdottomasta mahdollisen Meilahdessa.

Maalämpöurakoitsijat toivovat, että muut kaupungit ottavat Helsingistä mallia.

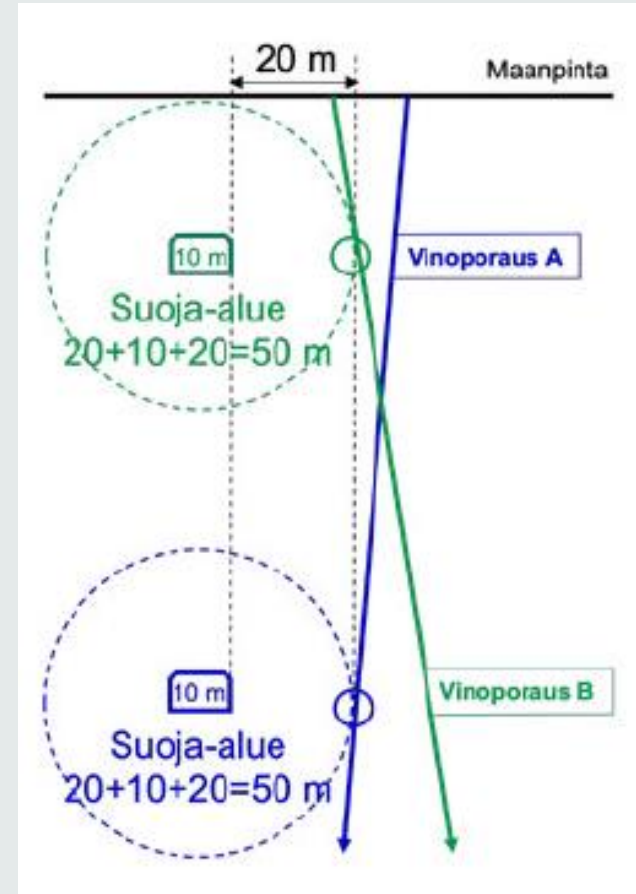
Yle uutiset 21.3.2022

<https://yle.fi/uutiset/3-12351909>



Sijoittaminen lähemmäs rajaa ja tunneleita

20 metrin **suoja-alueet**
tunneleiden ja maanalaisten
tilojen osalta tarkastellaan
uudella **3D-tarkastelulla**



Helsingin kaupungin periaatteet

<https://hel.fi/maalampo>

1. Lähtökohtaisesti energiakaivot sijoitetaan omalle tontille vähintään 7,5 metrin etäisyydelle naapurin vastaisesta rajasta tai viereisen katualueen keskilinjasta.
2. Mikäli riittävää energiapeittoa ei saavuteta, voidaan energiakaivoja sijoittaa alle 7,5 metrin etäisyydelle yleisen alueen rajasta/katualueen keskilinjasta.
3. Jos tämäkään ei riitä, niin energiakaivot voidaan kallistaa yleisen alueen puolelle.
4. Jos sekään ei riitä, niin energiakaivokenttä tai osa kentästä voidaan sijoittaa yleiselle alueelle.

Mahtuuko energiakaivo omalle tontille vähintään 7,5 m tontin rajasta?

Kyllä



Hyvä, voit hakea toimenpide-/rakennusluvan energiakaivolle.

Tarvitset naapurin suostumuksen.

Ei



Mahtuuko kaivo kokonaisuudessaan omalle tontille?

← **Kyllä**

Ei



Mahtuuko energiakaivo omalle tontille, mutta sitä joudutaan kallistamaan yleiselle alueelle?

← **Kyllä**

Ei



Tarvitset sijoitussopimuksen.

Tarvitset vuokrasopimuksen.

Kiinteistö-, kortteli- ja aluekohtaiset maalämpöratkaisut

Kiinteistö-, kortteli- ja aluekohtaiset maalämpöratkaisut Helsingissä

Kaupunkiympäristön julkaisu 2022:24

Helsingin kaupunki

Ilkka Vähääho
Timo T. Tolkki
Timo Laiho

Ramboll Finland Oy

Anna-Maria Rauhala
Jouni Laukkanen
Jukka Kopra
Juha Riihiranta



Kaupunki- ympäristön toimialalla noudatettavat maalämpöä koskevat sitovat ohjeet 1(2)

Sopimukset ja maksut



- Omalta tontilta lähtevät yleisen alueen alle kallistetut maalämpökaivot ovat maksuttomia
- Korkeintaan 9 maalämpökaivoa yleiselle alueelle: kertakorvaus 1 000 euroa/kaivo (sijoitussopimus)
- Vähintään 10 maalämpökaivoa yleiselle alueelle: vuokra 50 euroa/kaivo/vuosi (vuokrasopimus)
- Avoimen kierron geotermiset energiakaivot yleiselle alueelle: vuokra 500 euroa/kaivo/vuosi (vuokrasopimus)
- Energiakaivot liiketoimintatarkoituksiin: vuokra perustuu kilpailutukseen tai ulkopuoliseen kiinteistöarviolausuntoon

Kaupunki- ympäristön toimialalla noudatettavat maalämpöä koskevat sitovat ohjeet 2(2)

Minimietäisyydet naapurin vastaisesta rajasta ja
katualueen keskilinjasta:

- Korkeintaan 1 000 metriä syvä maalämpökaivo
7,5 metriä
- Kallistettu maalämpökaivo
7,5 metriä kaivon keskisyvyyden kohdalla
- Vinoon poratun kaivon alkupiste
2,5 metriä.
- Avoimen kierron geoterminen energiakaivo
24 metriä.



Maalämpö

<https://hel.fi/maalampo>

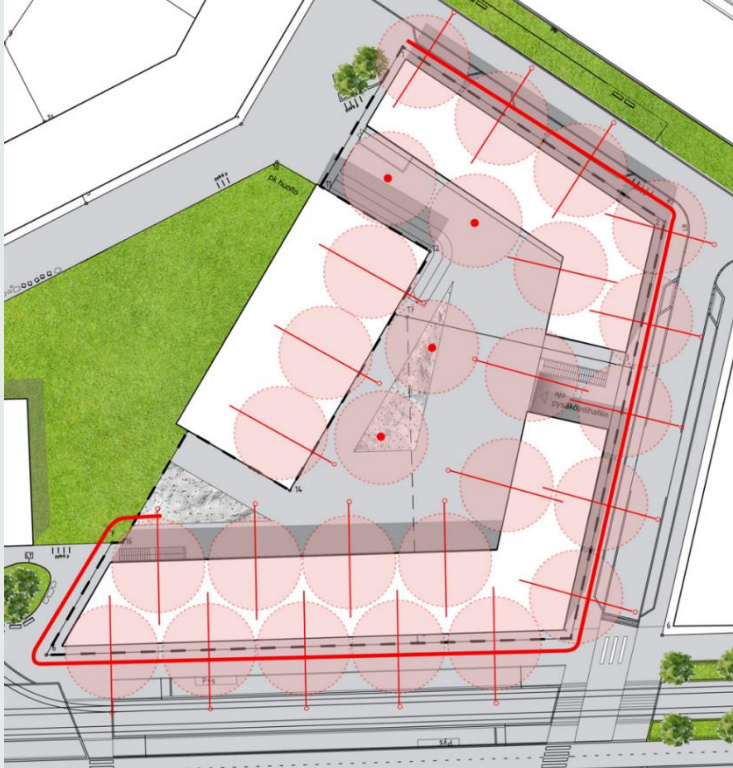
- Omalle tai kaupungin vuokratontille voi yleensä porata maalämpökaivon.
- Maalämpökaivoja voidaan toteuttaa myös katu- tai puistoalueille, jos tietyt ehdot täyttyvät.

Suosittut sivut





Esimerkkejä maalämpökaivojen sijoittamiseksi yleisille alueille 1(2)



Kalasataman alueella sijaitseva Käkikellon
kortteli 1066g



Esimerkkejä maalämpökaivojen sijoittamiseksi yleisille alueille 2(2)

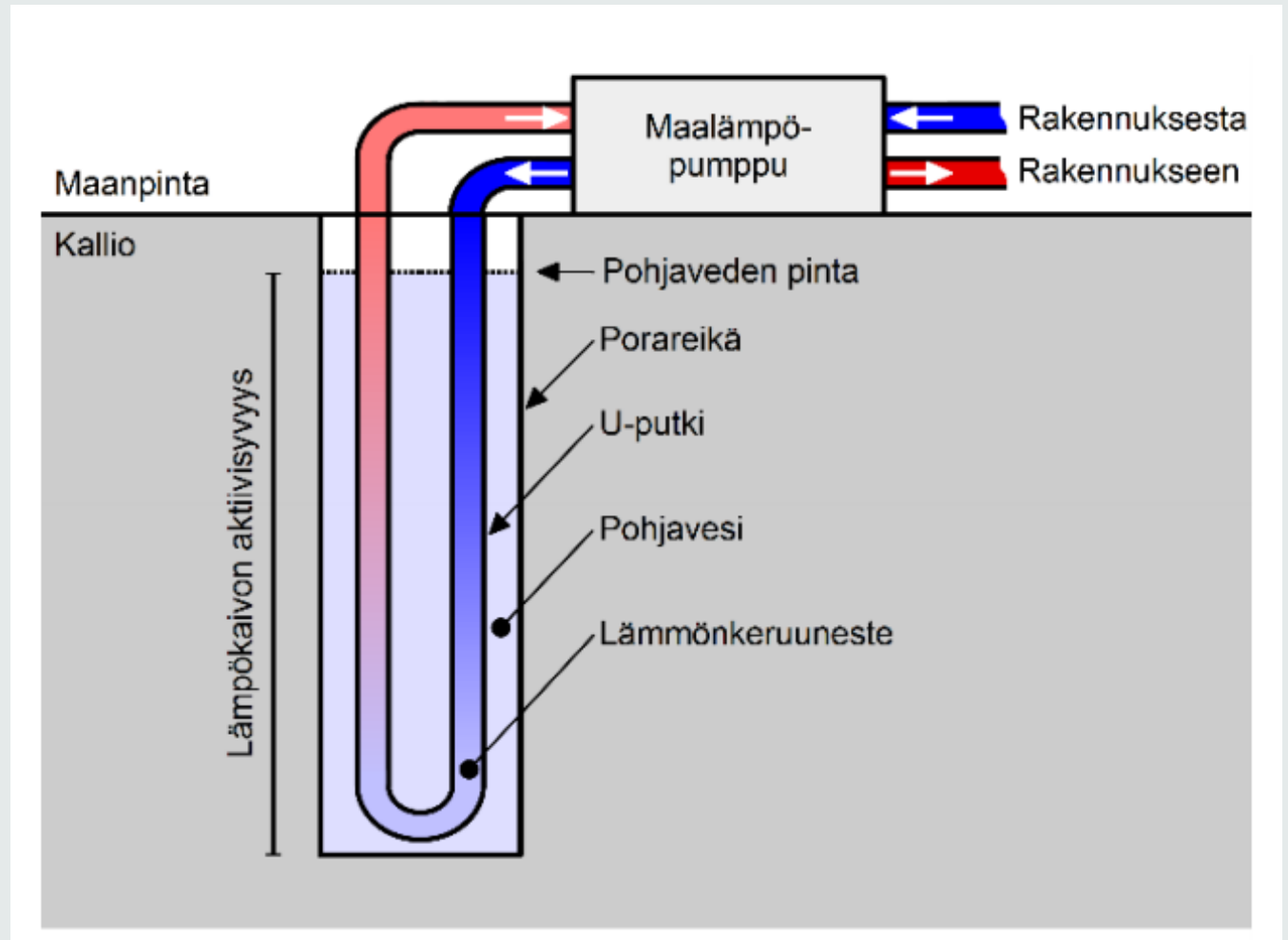


Vattuniemessä sijaitseva kortteli 31114



Maalämpökaivon mitoitus

Yksittäinen kaivo





Peruskäsitteet 1(2)

Maalämpö eli geoenergia

Pääosin Auringon lämpösäteilystä peräisin olevaa energiaa, joka on varastoitunut maahan ja kallioperään tai vesistöön.

Vesistöön varastoitunutta maalämpöä hyödynnetään vaakasuuntaisen putkiston avulla.

Maalämpö-sanalla tarkoitetaan kuitenkin pääsääntöisesti aina **kallioon kertynyttä lämpöenergiaa**, jota hyödynnetään maalämpökaivon eli energiakaivon avulla.

Maalämpö on osittain uusiutuvaa energiaa!

Geoterminen energia (Helsingin kaupungin määritelmä)

Geoterminen energia on yli 1 000 metrin syvyydessä olevaa lämpöenergiaa, jota syntyy pääosin Maan sisuksissa tapahtuvien **radioaktiivisten aineiden hajoamisen seurauksena sekä Maan synty tapahtumasta jääneestä lämmöstä, joka kulkeutuu maapallon kuumasta ytimestä** kohti sen pintaa.

Geoterminen energia on käytännössä uusiutuvaa.



Peruskäsitteet 2(2)

COP, SCOP ja SPF eli lämpöpumppujen hyötysuhteet

Lämpöpumppujen hyötysuhteet kertovat sen, kuinka tehokkaasti kulutettu sähköenergia saadaan muunnettua lämpöenergiaksi.

Lämpöpumpun hyötysuhteen eli COP:in (Coefficient of Performance = Power Output / Power Input) arvo muuttuu maapiirissä kiertävän lämmönkeruunesteen lämpötilojen muuttuessa.

Seasonal COP eli SCOP on vuoden keskimääräinen COP.

SCOP:in laskennassa ei huomioida lämpimän käyttöveden (LKV) tuottamisen vaatimaa energiankulutusta.

Seasonal Performance Factor eli SPF on vuoden keskimääräinen COP, jonka laskennassa LKV on huomioitu.

Esim. merkintä COP 3 tarkoittaa sitä, että 1 kilowatilla sähköä saadaan tuotettua 3 kilowattia lämpöenergiaa (1 osa maksullista sähköä ja 2 osaa ilmaista kalliosta saatavaa geoenergiaa eli $1+2=3$).

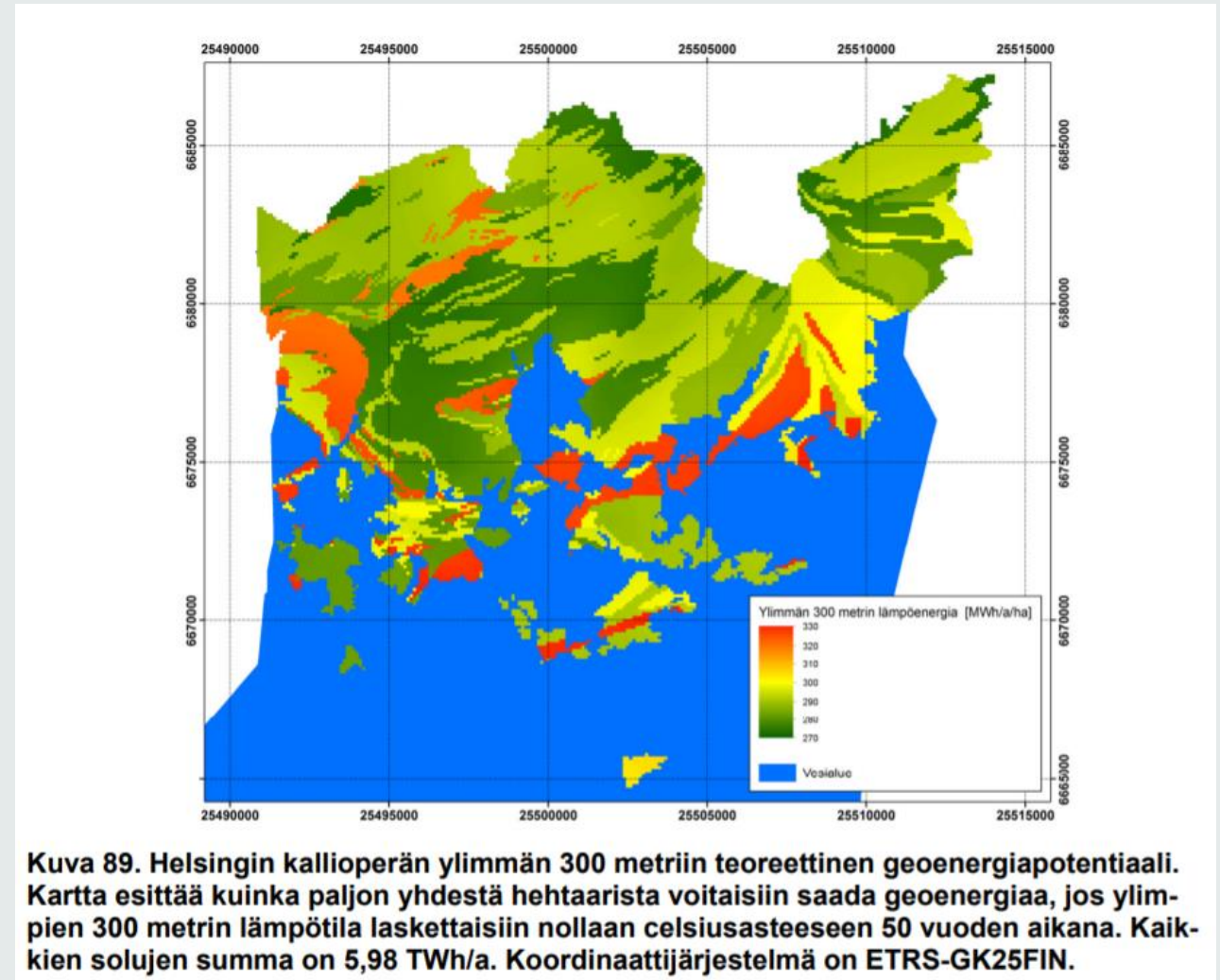
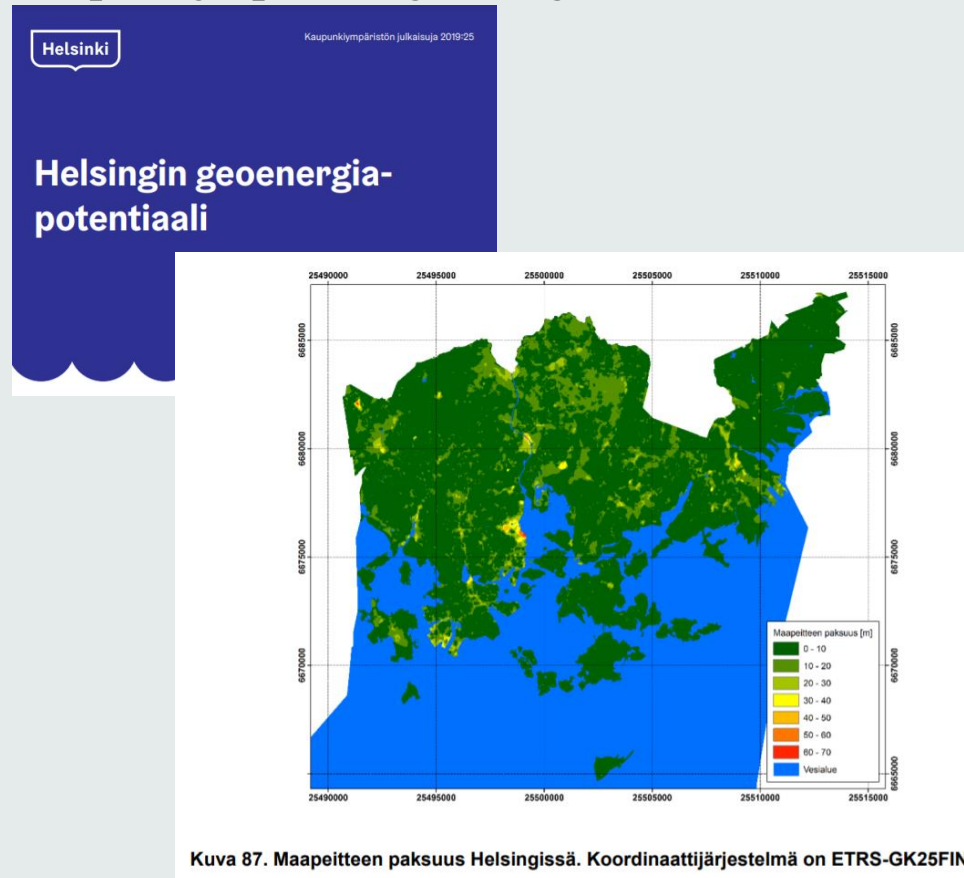
Kerroin 1,5 tulee suhteesta $SPF/(SPF-1)$ eli jos $SPF=3$, niin lämpöpumpulta saatava energia lasketaan kertomalla kalliosta saatava geoenergia luvulla $3/2=1,5$.

Helsingin kallioperässä on runsaasti lämpöenergiaa, ero alueiden välillä on $\pm 10\%$
Alustavasti kaivot kannattaa mitoittaa 50 vuoden käyttöiälle arvolla 100 kWh/m/a
(keskiarvo on 109 kWh/m/a)



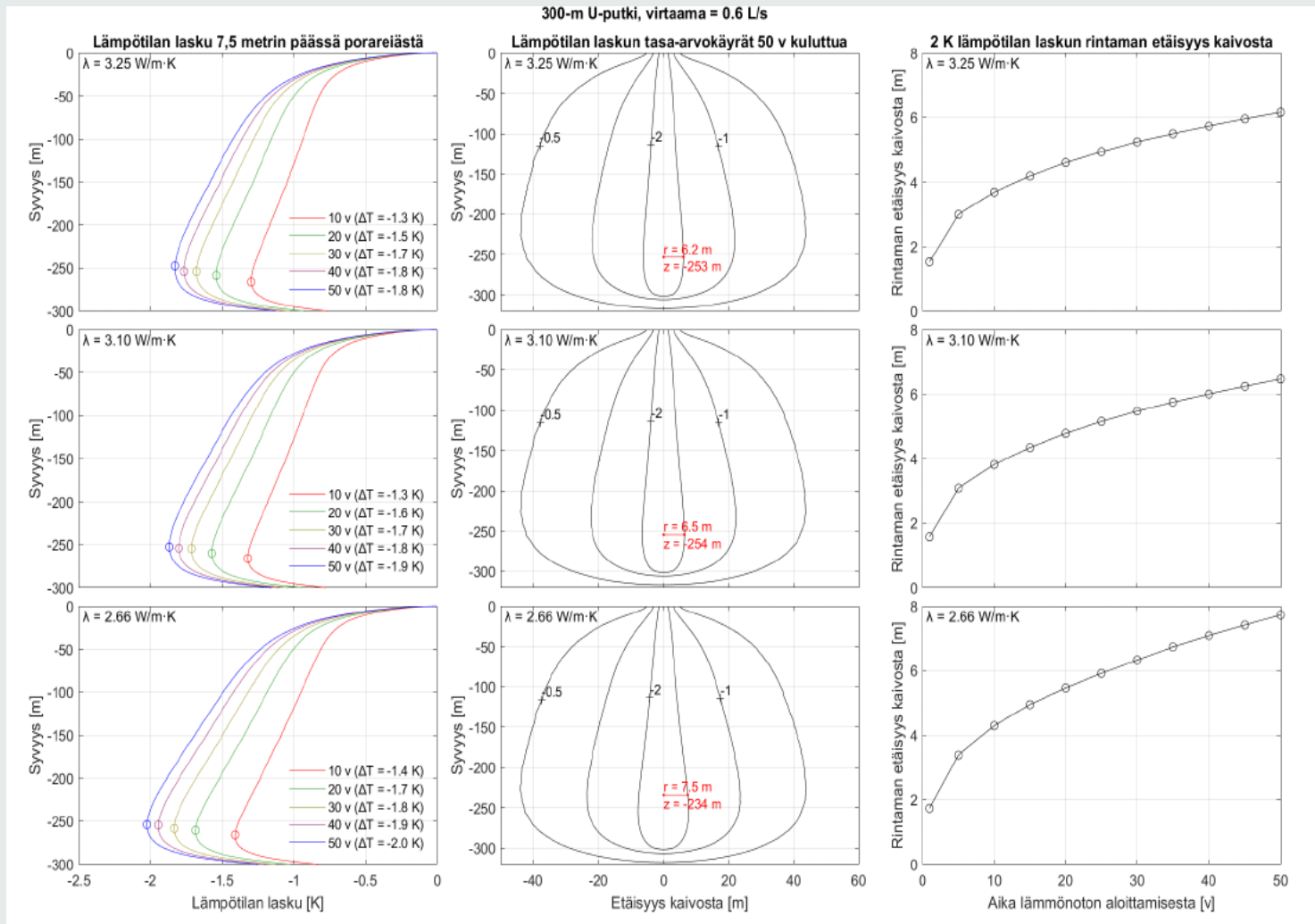
[Helsingin geoenergiapotentiaali](#)

Kaupunkiympäristön julkaisu 2019:25





300 metriä syvän
maalämpökaivon
aiheuttama
lämpötilan
pudotus 7,5 metrin
etäisyydellä kaivon
keskipisteestä on
korkeintaan 2 °C
50 vuodessa





Kalliolämpöjärjestelmiä voidaan käyttää myös rakennusten huoneilman viilennykseen

- Tällöin huoneilmasta kerätty hukkalämpö siirretään lämpökaivoa ympäröivään kallioon.
- Viilennyksellä voidaan parantaa kalliolämpöjärjestelmän toimintaa ja pidentää sen ikää, koska kallioon siirretty lämpö on uudelleenkäytettävissä lämmitykseen.
- Jos vuotuinen viilennysenergian määrä on esimerkiksi 25 prosenttia vuotuisesta lämmitystarpeesta, voidaan kalliolämpöjärjestelmän elinkaarta pidentää noin 17–24 vuodella.
- Erityisesti kaivokentän kohdalla kannattaa hukkalämmön ja Auringon lämmön käyttöä hyödyntää kentän lataamiseen.



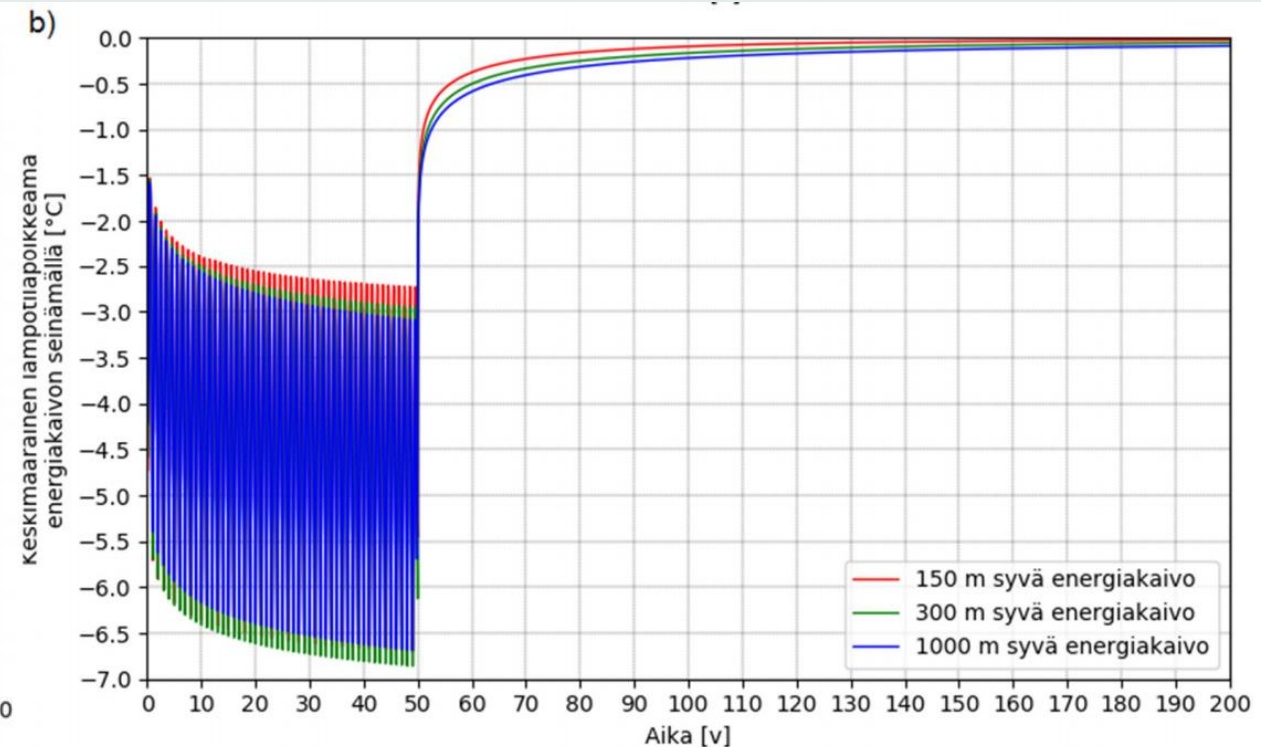
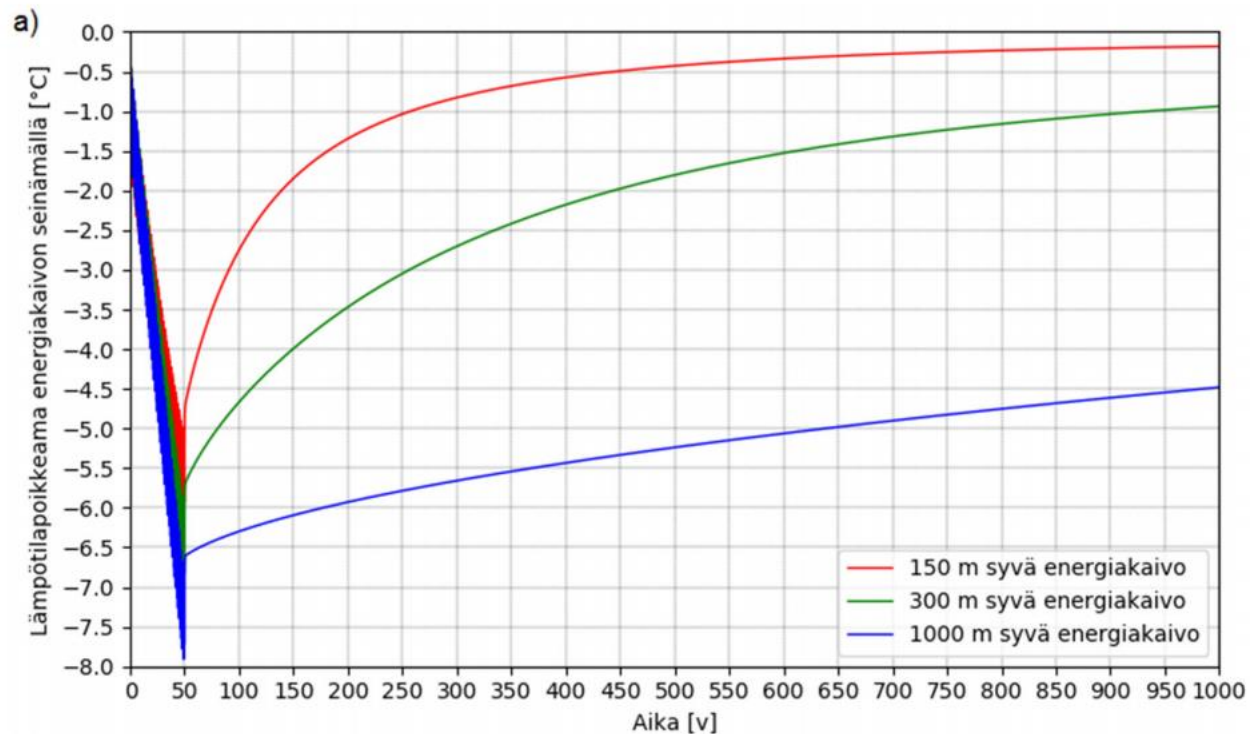
Kallioperän lämpötilojen palautuminen 50 vuotta kestäneen lämmönoton jälkeen

- Palautumiseen vaadittava aika riippuu kaivojen syvyyksistä.
- Palautumisnopeus hidastuu ajan kuluessa.
- Yksittäisten kaivojen tapauksessa kallioperän lämpötila palautuu hyvin lähelle kallion alkuperäistä lämpötilaa 6–14 vuoden päästä lämmönoton lopettamisesta.
- Jos yksittäisen kaivon annetaan palautua kymmenisen vuotta, se voidaan ottaa uudelleen käyttöön ja siitä voidaan saada käytännössä sama määrä energiaa kuin ensimmäiselläkin käyttökerralla.
- Kaivokentän tapauksessa palautuminen on pitkä prosessi.

Lämpökaivon seinämän keskimääräinen lämpötilapoikkeama verrattuna kallioperän häiriintymättömään lämpötilaan



- a) äärettömän kaivokentän
- b) yksittäisen kaivon tapauksessa





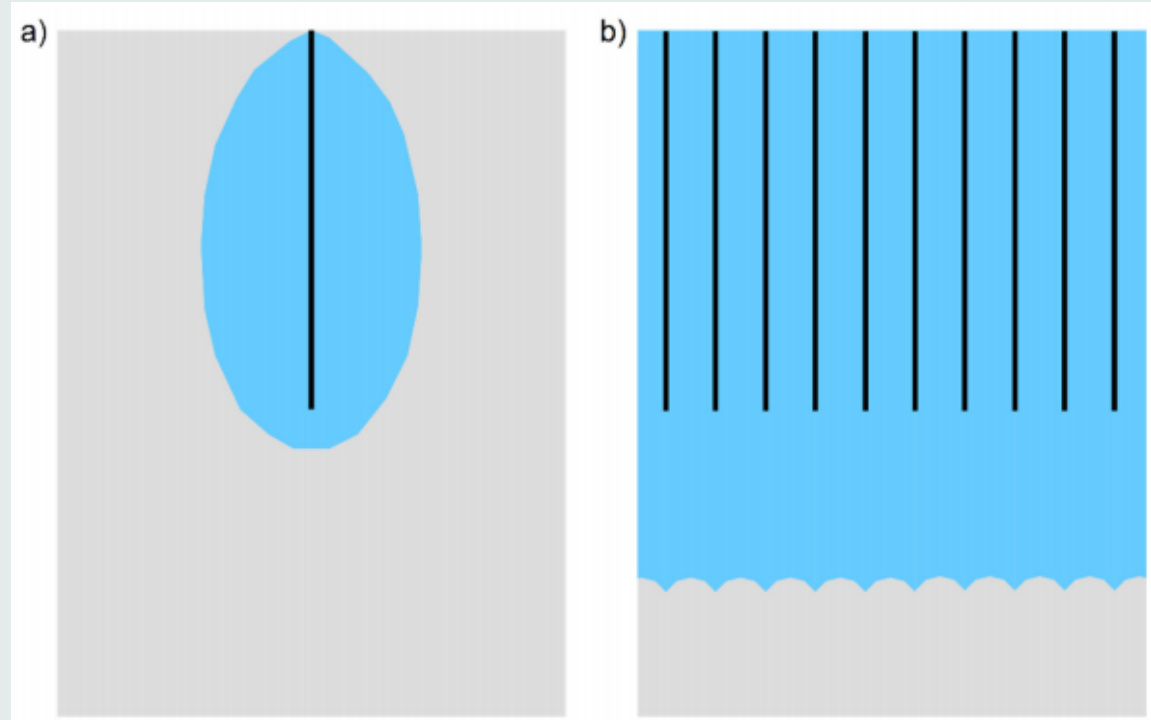
Laskuesimerkki 1

Omakotitalon lämmönlähde öljystä maalämpöön

- Öljyä on kulunut noin 3 500 litraa/vuosi
- 1 000 litraa öljyä vastaa noin 10 MWh sähköä
- 3 500 litraa öljyä/vuosi vastaa 35 MWh/vuosi
- Alustavasti kaivo kannattaa mitoittaa 50 vuoden käyttöiälle arvolla 100 kWh/m/vuosi eli 0,1 MWh/m/vuosi
- Kallioperän ominaislämpöteho 100 kWh/m/vuosi on hyvä lähtökohta karkeaan mitoitukseen hankkeen alkuvaiheessa, mutta em. arvoa ei pidä käyttää "orjallisesti"
- Maalämmön osuudeksi lämmityksestä asetetaan 90–98 %
- Huipputehon aikana käytetään polttopuita
- Lämpöpumpun COP:na käytetään alustavasti arvoa 3
- Energiakaivon alustava pituus =
$$35 \text{ (MWh/vuosi)} / (1,5 \times 0,1 \text{ (MWh/m/vuosi)}) * (90-98 \%) = 210-230 \text{ m}$$
- Kyseessä on konservatiivinen arvio, mutta parempi niin kuin liian optimistisesti arvioitu

Maalämpökaivon mitoitus

Kaivokenttä



- Kuva esittää esimerkinomaisesti sitä, miten laajalta alueelta (a) yksittäinen lämpökaivo ja (b) suuri lämpökaivokenttä ottavat lämpöä.
- Mustat viivat esittävät lämpökaivoja.
- Sininen väri esittää sitä osaa kalliosta, josta lämpöä on otettu ja jonka lämpötila on siitä syystä laskenut.
- Harmaa väri esittää sitä osaa kalliosta, josta lämpöä ei ole saatu otettua eikä lämpötila sen takia ole laskenut.



Esimerkki äärettömästä kaivokentästä, jossa kaivoja on 20 metrin välein (ääretön 20 m x 20 m hila)

- Yksittäisestä lämpökaivosta saatava maksimaalinen vuotuinen geoenergia on Helsingissä keskimäärin luokkaa 109 kWh/m/a 50 vuoden ajan.
- Äärettömästä lämpökaivokentästä saatava maksimaalinen vuotuinen geoenergia on Helsingissä keskimäärin luokkaa 30 kWh/m/a 50 vuoden ajan.
- Toteutettavat kaivokentät tulee mitoittaa tarkoitukseen soveltuvalla ohjelmalla.

Kaivon syvyys [m]	Yksittäisestä lämpökaivosta saatava geoenergia [MWh/a]	Yksittäisestä lämpökaivosta saatava geoenergia metriä kohden [kWh/m/a]
150	16.25 (4.87)	108 (32)
300	32.70 (9.14)	109 (30)
1000	109.00 (30.52)	109 (31)



Laskuesimerkki 2

Rivitaloyhtiö kaukolämmöstä maalämpöön

- Kyseessä on vuonna 1978 valmistunut 1–2-kerroksinen rivitaloyhtiö, jossa on 108 huoneistoa ja 27 rakennusta
- Tontti rajautuu kaupungin puistoalueeseen noin 500 metrin pituudelta
- Yhtiön lämmönkulutus on noin 1 500 MWh/vuosi
- Alustavasti kaivot kannattaa mitoittaa 50 vuoden käyttöiälle arvolla 100 kWh/m/vuosi eli 0,1 MWh/vuosi
- Maalämmön osuudeksi lämmityksestä asetetaan 90–98 %
- Huipputehon aikana käytetään sähkökattilaa
- Lämpöpumpun COP:na käytetään alustavasti arvoa 3
- Valitaan kaivojen pituudeksi á 300 m
- Kaivojen alustava määrä =
$$\frac{1\,500 \text{ (MWh/vuosi)}}{(1,5 \times 0,1 \text{ (MWh/m/vuosi)})} / 300 \text{ (m)} \times (90-98 \%) = 30-33 \text{ kpl}$$
- Kaivot on edullisinta sijoittaa nauhamaisesti lähelle puistoalueen rajaa, koska hilamaisessa sijoittelussa lämmönsaanti kaivoa kohti heikkenisi, erityisesti kaivokentän keskellä.
- Seuraavassa vaiheessa tarvitaan tarkempi mallinnus lämmön riittävydestä kyseiseen kohteeseen.



Julkaisuja ja ohjeita

- [Helsingin geoenergiapotentiaali](#)
Kaupunkiympäristön julkaisuja 2019:25
- [Energiakaivojen vaikutuksen arviointi](#)
Kaupunkiympäristön aineistoja 2022:6
- [Kiinteistö-, kortteli- ja aluekohtaiset maalämpöratkaisut Helsingissä](#)
Kaupunkiympäristön julkaisuja 2022:24
- [Maalämpökaivot – Pikaopas kiinteistö-, kortteli- ja aluekohtaisiin maalämpöratkaisuihin Helsingissä](#)
Kaupunkiympäristön esitteitä 2022:2
- [Helsingin kaupungin ohjeet energiakaivojen toteuttamiseen](#)
- [Energia- ja ilmastoatlas](#)



LOPUKSI

On hyvä muistaa ainakin

- **Mallinnukset tässä esityksessä ovat GTK:n geofyysikko Kimmo Korhosen COMSOL Multiphysics -sovelluksella tekemiä.**
- Lämmön riittävyys riippuu sitä, miten pitkälle ajalle kaivo(t) on mitoitettu.
- Lataus eli kaivojen käyttö kesäaikaiseen viilennykseen lisää kaivojen elinkaarta.
- Jos kyseessä on kaivokenttä, jossa on 10 kaivoa tai enemmän, niin on osoitettava, että naapurikiinteistön vastaisella rajalla lämpöhäviö on korkeintaan 2 °C.
- Maalämpöratkaisun tarjoajalta kannatta kysyä ainakin seuraavat peruskysymykset:
 - Millä metriä kohden saatavalla vuotuisella energiamäärällä (kWh/m/a) kaivo(t) on mitoitettu?
 - Kuinka pitkään kaivo(t) tuottaa energiaa?
 - Jos vastaus on jotain muuta kuin selkeitä numeroita ja yksiköitä, niin kannattaa ottaa tarkemmin selvää tarjoajan pätevyydestä.
- **Alefgeo ottaa mielellään vastaan mielenkiintoisia uusia toimeksiantoja:**
 - <https://alefgeo.com/tarjouspyynto/>



Yhteystiedot

Alef Geo-Consulting Oy

Ilkka Vähäaho, DI

ilkka@alefgeo.com | www.alefgeo.com



+358 500 464 132

