

Esiselvitys geoenergian hyödyntämisestä

Raision uusi yhtenäiskoulu

Juhaninkuja 3, 21200 Raisio

Emmi Laine

Sisällysluettelo

1. Johdanto ja tulokset
2. Tietoa geoenergiasta
3. Geoenergiapotentiaali
4. Investointi ja tuotto
5. Ilmastovaikutus
6. Hybridiratkaisut
7. Liitteet
 - Liite 1: Lähtötiedot ja oletukset
 - Liite 2: Kohdealueen lämmitystarveluvut
 - Liite 3: Energialaskelma
 - Liite 4: Geoenergiakentän suunnitelma
 - Liite 5: Investointilaskelma
 - Liite 6: Tuottolaskelma
 - Liite 7: Kassavirtalaskelma
 - Liite 8: Investoinnin vaikutus rahoitus- ja hoitovastikkeeseen
 - Liite 9: Investoinnin vaikutus kiinteistön arvoon
 - Liite 10: Investoinnin vaikutus vuokratuottoon
 - Liite 11: Geoenergiajärjestelmän tilantarve
 - Liite 12: Vertailu, energian hinnat ja järjestelmän hankintahinta

1. JOHDANTO JA TULOKSET

Johdanto

Esiselvityksen tarkoitus on antaa kiinteistön omistajalle perustietoa geoenergiasta ja sen hyödyntämisestä. Kiinteistölle luonnostellaan energiakenttä, lasketaan energiamääriä ja hankkeen rahoitusta.

Tulokset

Kiinteistön geoenergiapotentiaali	Hyvä	88 kWh/porattu m/vuosi
Välitön vaikutus energiakustannuksiin	Erinomainen	-53 000 EUR/vuosi
Vaikutus vuokratuottoon (20 v)	Erinomainen	+1 345 000 EUR
Vaikutus velattomaan hintaan	Erinomainen	+949 000 EUR
Investoinnin tuotto (20 v) ¹	Hyvä	602 000 EUR
Keskimääräinen pääoman tuotto (10 v)	Hyvä	9,2 %
Hiilidioksidipäästöjen vähentyminen ²	Erinomainen	131 t CO2-ekv

Esimerkkinä 50 neliön tila

Yhteenlaskettu hoito- ja rahoitusvastike muuttuu -1 EUR/kk.

Tilan arvo nousee noin 7 000 EUR.

Tilan osuus geoenergiajärjestelmän lainasta on noin 3 000 EUR.

Selvityksen kaikki hinnat ALV 0 %.

1) Investoinnin tuotto lainan lyhennyksen ja korkojen jälkeen

2) Suuntaa antava arvio, joka on laskettu Suomen keskimääräisten arvojen perusteella. Kohta 5.

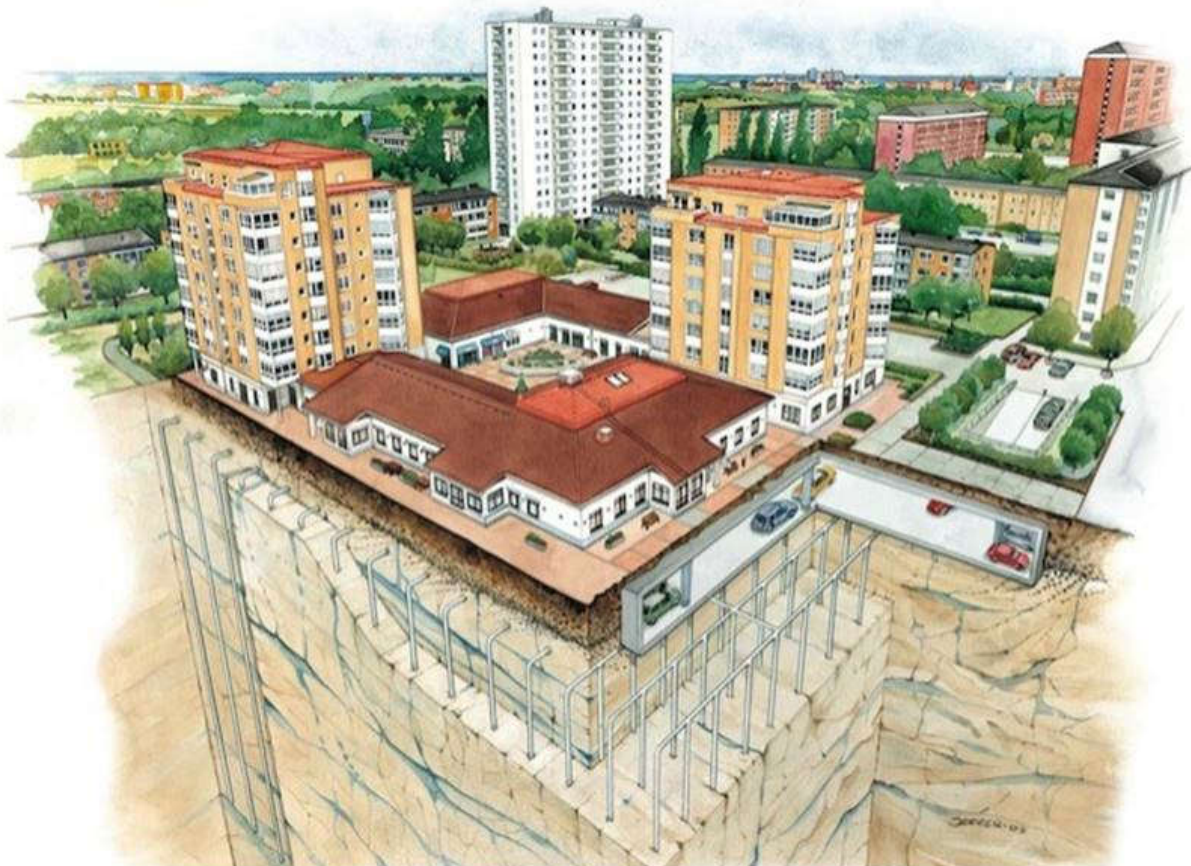
2. TIETOA GEOENERGIASTA

Geoenergialla tarkoitetaan kallioperään varastoitunutta auringon säteilyenergiaa ja maankuoren sisältä johtuvaa geotermistä lämpöenergiaa. Se on varastoitunut maahan, kalliioon tai vesistöön. Lämpöpumpputekniikan hyödyntäminen lämmitysenergian tuotannossa on alkanut kasvaa tasaisesti 2000-luvun alusta lähtien energian hintojen nousun seurauksena.

Omakotitalojen ohella isoja kiinteistöjä kuten ostoskeskuksia, suurkiinteistöjä, kauppakeskuksia sekä teollisuuslaitoksia toteutetaan ja saneerataan geoenergialla. Lämmitys- ja jäähdytysenergian tuottaminen energiakaivokentällä on kustannustehokasta ja lämmitysjärjestelmään on yksinkertaista kytkeä lisäosia kuten lämmöntalteenotto. Hybridijärjestelmät ovat tulossa markkinoille ja niissä sovelletaan uusiutuvien energiamuotojen yhdistämistä.

Geoenergia kuuluu uusiutuviin energian lähteisiin. Suomen on tavoite olla hiilineutraali 2035 ja hiileneutraali pian sen jälkeen. Hajautetulla ja lähellä tuotetulla geoenergialla on siis kansantaloudellisesti sekä ympäristöpoliittisesti merkittävä vaikutus. Euroopan Unionin energiapolitiikan kolme päätavoitetta, missä Suomi on mukana, ovat: energiavarmuudesta huolehtiminen, kestävä kehitys, sekä kilpailukykyyn ylläpitäminen.

Rototec on toimittanut energiakaivoporausten satoihin asunto-osaakeyhtiöihin. Energiakaivoja on porattu Rototecin toiminta-aikana yhteensä yli 60 000 tuhatta.



Geoenergiakentän havainnekuva

3. GEOENERGIAPOTENTIAALI

Kiinteistön geoenergiapotentiaalin määrittävät kallioperän lämpötila, kallion laatu ja maapeitteen paksuus.¹ Energiakaivon aktiivisyyden vaikuttaa lisäksi pohjaveden korkeus kaivossa.

Energiakaivon arvioitu keskilämpötila ²	7,8 °C
Kallion laatu ⁴	Kevyt esiselvitys ei sisällä kallion laadun tarkastelua
Maapeitteen paksuus ³	20 m (± 2 m)
Pohjaveden korkeus ³	6 m (± 3 m)
Energiakaivon arvioitu tuotto ⁵	85 kWh/m/v

1) Maan povessa piilee loputtomasti energiaa – uusi kartta kertoo Suomen kuumimmat paikat http://yle.fi/uutiset/maan_povessa_piilee_loputtomasti_energiaa__uusi_kartta_kertoo_suomen_kuumimmat_paikat/8713434, <http://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>

2) Keski-Suomen geoenergiapotentiaali, http://www.keskisuomi.fi/filebank/24387-Keski-Suomen_geoenergiapotentiaali_4162018_loppuraportti.pdf

3) Rototecin toteuttamat energiakaivot alueella, postinumeroalue 21200

4) Kevyt esiselvitys ei sisällä kallion laadun tarkastelua

5) Arvio perustuu alueen keskimääräisiin tietoihin kaivon keskilämpötilasta, kivilajeista ja niiden ominaisuuksista, maan peitteen paksuudesta ja pohjaveden korkeudesta. Energian tuottoon vaikuttaa myös energiakentän muoto, kaivojen keskietäisyys toisistaan ja kaivon sisäinen energian siirtyminen. Arviossa huomioitu jäähdytys.

4. INVESTOINTI JA TUOTTO

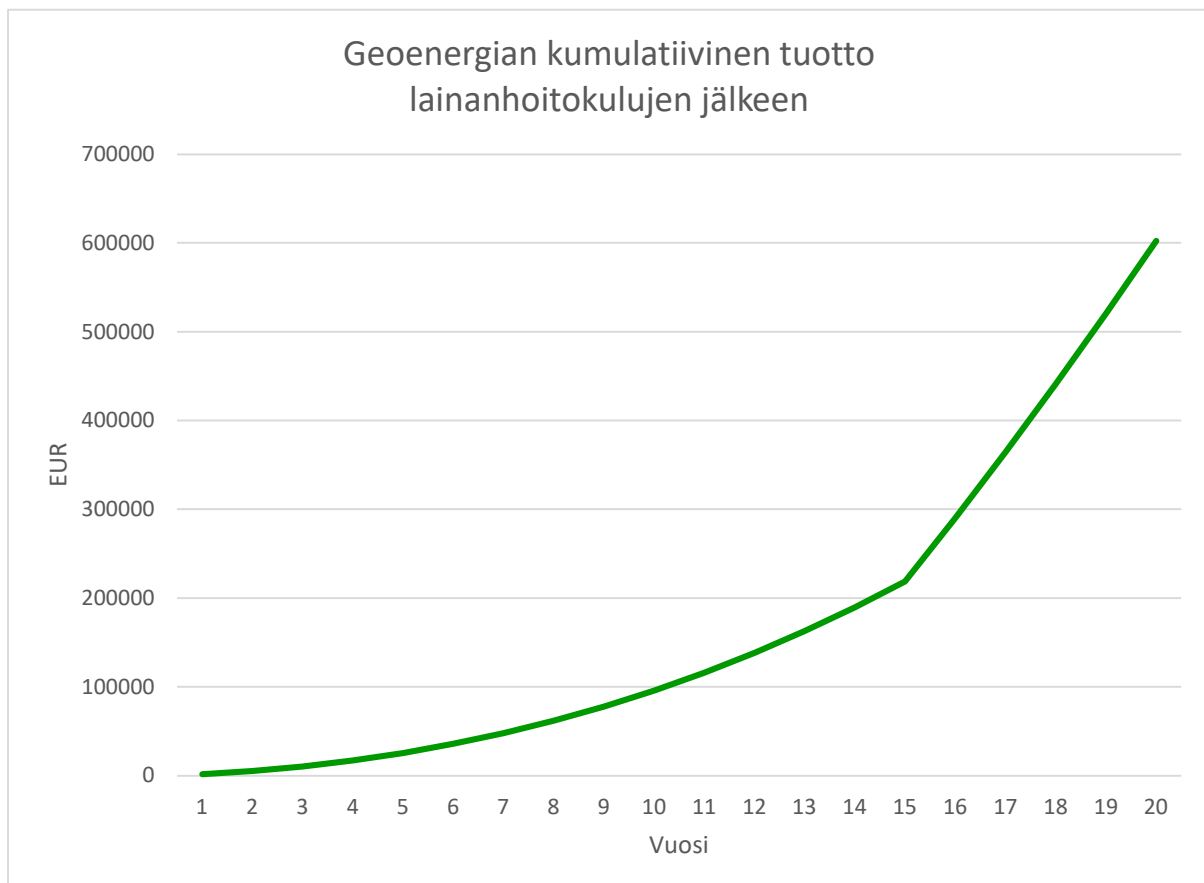
Lämmitysenergiantarve	1 374 MWh/v	(liite 3)
Jäähdytysenergiantarve	98 MWh/v	(liite 3)
Geoenergiajärjestelmän investointi	664 058 EUR	(liite 5)
Laina-aika	15 v	
Lainan korko	2,0 %	
Lainan lyhennys ja korot (kiinteä tasaerä)	51 487 EUR/v	

Kaukolämpö - Turku Energia Oy Ab	72 EUR/MWh	(liite 6)
Geoenergia	36 EUR/MWh	
Säästö lämmityskustannuksissa	36 EUR/MWh	

Jäähdytys vedenjäähdytyskoneella	42 EUR/MWh
Jäähdytys geoenergialla	8 EUR/MWh
Säästö jäähdytyskustannuksissa	34 EUR/MWh

Säästö lämmityskustannuksissa (1. vuosi)	49 935 EUR/v
Säästö jäähdytyskustannuksissa (1. vuosi)	3 312 EUR/v
Lainan lyhennys ja korot (kiinteä tasaerä)	-51 487 EUR/v
Tuotto lainakulujen jälkeen	1 760 EUR/v

EUR	1. vuosi	5. vuosi	10. vuosi	15. vuosi	20. vuosi
Investoinnin kumulatiivinen tuotto	1 760	25 340	95 776	218 433	602 467



5. ILMASTOVAIKUTUS

Rakennusten lämmitykseen käytetään noin neljäsosa kaikesta Suomessa kulutetusta energiasta.¹ Noin puolet lämmityksestä tuotetaan kaukolämmöllä. Muita merkittäviä lämmöntuottotapoja ovat sähkö, lämpöpumput, puu ja polttoöljy. Fossiilisten polttoaineiden käyttö lisää hiilidioksidi- ja muita kasvihuonekaasupäästöjä.

Suomen lämmöntuotantomuotojen hiilidioksidipäästöt

Lämmöntuotantomuoto ²	Energia TWh/v	Hiilidioksidipäästö gCO ₂ /kWh	
Kaukolämpö	33	130	(2)
Lämmityssähkö	12	105	(3)
Lämpöpumput	11	42	(4)
Puu	9	0	(5)
Polttoöljy	6	307	(5)
Muut	1		

Koko maan keskiarvojen perusteella arvioidut hiilidioksidipäästöt kohteessa

Lämmöntuotantomuoto	Energia MWh/v	Hiilidioksidipäästö gCO ₂ /kWh	Hiilidioksidipäästö tCO ₂	
Polttoöljy	1 616	307	496	(6)
Kaukolämpö	1 374	130	179	
Sähkö	1 374	105	144	
Maalämpö	1 374	35	48	

Arvion perusteella maalämpö vähentää hiilidioksidipäästöjä 131 tonnia vuodessa.

Tämä vastaa samaa määrää hiilidioksidia joka syntyisi jos autolla ajettaisiin 23 kertaa maapallon ympäri. (7)

Huomioi että vertailu perustuu keskiarvoihin ja on vain suuntaa antava.

1) Tilastokeskus. Energian kokonaiskulutus.

http://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2017/html/suom0000.htm

2) Energiavuosi 2019 - Kaukolämpö.

https://energia.fi/files/4402/Energiavuosi2019_Kaukolampo_MEDIAKUVAT_20200120.pdf

3) Energiavuosi 2019 - Sähkö. Ominaispäästö 88 g-CO₂/kWh. Lämmityssähkö 105 g-CO₂/kWh (Rototec).

https://energia.fi/julkaisut/materiaalipankki/energiateollisuuden_sahkotilastot_2019_sahkontuotannon_paat_laskivat_viime_vuonna_23_prosenttia.html#material-view

4) Arvio. Oletettu vuosihyötysuhde 3,4.

5) Yksittäisen kohteen CO₂-päästöjen laskentaohjeistus sekä käytettävät CO₂-päästökertoimet

https://www.motiva.fi/files/6817/CO2-laskenta_yksittainen_kohde.pdf

6) Oletettu hyötysuhde 85%.

7) Auton hiilidioksidipäästöksi oletettu 140 g-CO₂/km.

6. HYBRIDIRATKAISUT

Geoenergiajärjestelmä koostuu lämmönjakohuoneessa sijaitsevista lämpöpumpuista apulaitteineen ja rakennuksen ulkopuolella sijaitsevista energiakaivoista. Järjestelmään on usein teknisesti ja taloudellisesti kannattavaa liittää myös muita osia. Tällöin puhutaan hybridiratkaisusta.

Yleisimpiä hybridiratkaisuja ovat maalämmön ja maakylmän yhdistäminen geoenergiaksi sekä poistoilman lämmöntalteenotto. Muita ratkaisuja ovat esimerkiksi hukkalämpöjen hyödyntäminen, kesän luonnolliset lämmönlähteet sekä aurinkosähkö.

Jäähdytyksessä tai mukavuusviilennyksessä syntyvä lämpöenergia varastoidaan energiakaivoihin myöhempää käyttöä varten. Poistoilman lämmöntalteenotossa osa syntyvästä lämmöstä hyödynnetään suoraan esimerkiksi käyttöveden lämmityksessä ja osa varastoidaan energiakaivoihin. Myös hukkalämpöjä teollisuudesta ja datasaleista voidaan hyödyntää suoraan tai varastoiden. Kesän lämpöä voidaan hyödyntää esimerkiksi aurinkokeräimillä, nestejäähdyttimillä tai vesistöihin asennettavilla keruusputkistoilla.

Aurinkosähköä käytetään lämpöpumppujen voimanlähteenä jäähdytystä tai lämmintä käyttövetä tarvitsevilla kohteissa.

Hybridiratkaisu	Arvio osuudesta lämmöntarpeesta
Jäähdytys	7 %
Poistoilman lämmön talteenotto	0 %
Kesäilmalataus nestejäähdyttimellä	Ei kuulu esiselvityksen piiriin
Aurinkokeräimet	Ei kuulu esiselvityksen piiriin
Vesistökeruupiiri	Ei kuulu esiselvityksen piiriin
Hukkalämpö	Ei kuulu esiselvityksen piiriin
Aurinkosähkö ¹	
Asennuspinta-ala	1291 m ²
Asennusteho	129 kWp
Sähköenergian tuotto	116 MWh/v
Sähköenergian arvo	12 251 EUR/v
Investointi	116 100 EUR
Tuotto	10,6 %

1) Tiedot alustavia arvioita. Aurinkosähkön soveltuvuus kohteeseen tulee selvittää erikseen.

Liite 1: Lähtötiedot ja oletukset

LÄHTÖTIEDOT

Osoite	Juhaninkuja 3	
Postinumero	21200	
Kunta	Raisio	
Kiinteistön huoneistoala	11 000	m ²
Kiinteistön lämmitettävä ala	11 000	m ²
Lämmitysenergiantarve	1 374	MWh
Käyttöveden osuus	9	%

OLETUKSET

Lämmityksen huipputehon tarve	1015	kW	Käyttöveden huippu varaajalla
Jäähdytysenergiantarve	98	MWh	
Jäähdytyksen huipputehon tarve	880	kW	

Mitoituspaikkakunta	Raisio
Lämmönjako	Oletus: ilmanvaihto 50/30 °C
Lämpöpumpun vuosihyötysuhde	3,6
Lämmönkeruunesteen lämpötilaero ¹	4 °C

Laina-aika	15 v
Lainan korko	2,0 %
Lyhennystapa	Kiinteä tasaerä
Lyhennyskausi	1 v

Vuokra	15,00	€/m ² /kk
Hoitovastike	4,00	€/m ² /kk
Myyntihinta	4 000	€/m ²
Remonttivaraus	0	€/m ²
Esimerkkiasunnon pinta-ala	50	m ²

Vertailtava energiamuoto	Kaukolämpö
--------------------------	------------

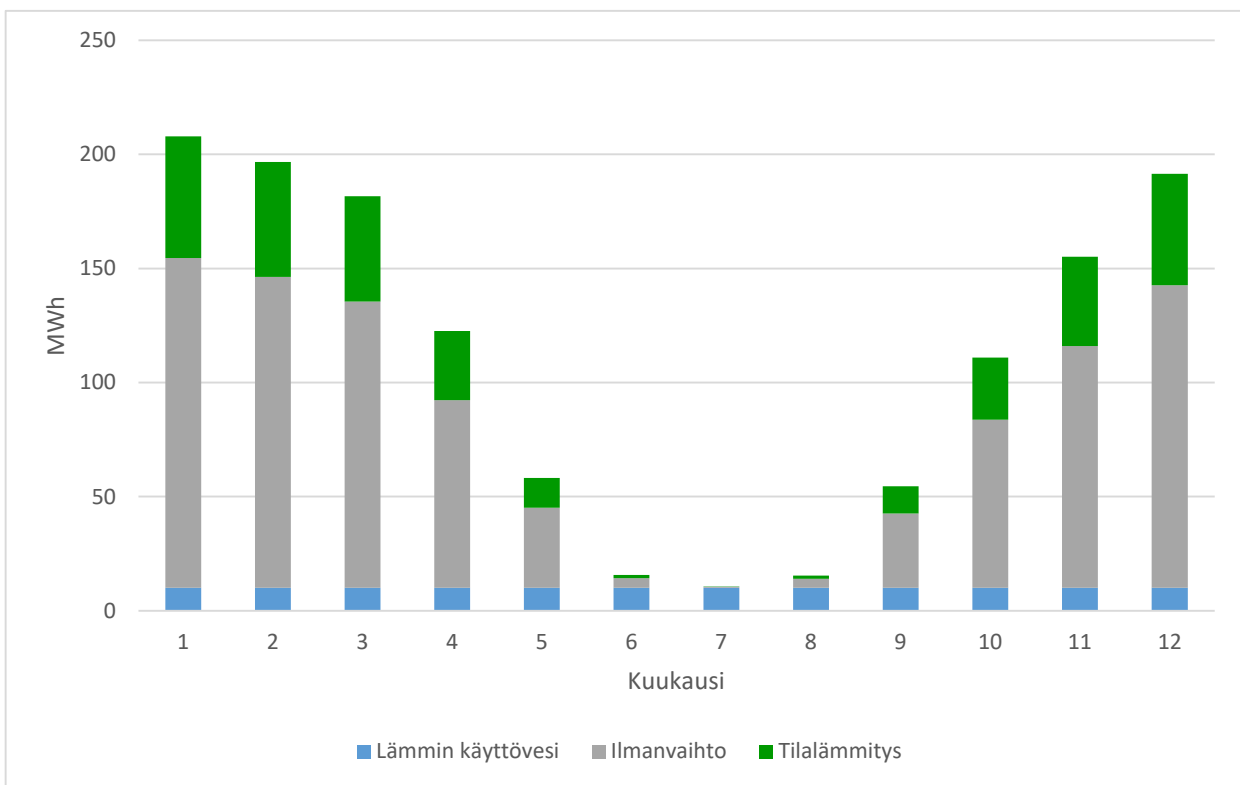
1) Lämmönkeruunesteen lämpötilamuutos maalämpöpumpun höyrystimessä mitoitustilanteessa

Liite 2: Kohdealueen lämmitystarveluvut

Lämmitystarve

Alue	Turku
Lämmitystarve	4 021 °Cvrk
Keskimääräinen lämmitystarve	4 021 °Cvrk
Energian normeerauskerroin (vuosi) ¹	1,00
Paikkakunta	Raisio
Energian normeerauskerroin (kunta) ²	1,02
Energian normeerauskerroin yht.	1,02

Lämmitystarpeen jakautuminen



1) Uudisrakennuksissa kerroin on 1,00 eli normeerausta ei voi tehdä.

2) Paikkakuntakohtainen korjauskerroin verrattuna alueen lämmitystarpeeseen. Käytetään vain uudiskohteiss.

Liite 3: Energialaskelma

Laskelma on lämpöpumppuvalmistajasta riippumaton, eikä ota kantaa laitteen ominaisuuksiin. Laskennassa on käytetty Suomen Ympäristöministeriön ohjeistuksia lämpöpumpun mitoitukseen.

NYKYINEN ENERGIANKULUTUS

Vuosittainen energiankulutus		Lämmöntuotannon hyötysuhde	
Kaasu	0 m ³	93 %	MWh
Öljy	0 litraa	85 %	MWh
Sähkö/kaukolämpö	1350 MWh	100 %	1 350 MWh
Pelletti	0 kg	80 %	MWh
Hake	0 irtokuutio	80 %	MWh
Energiantarve yhteensä (sisältää käyttöveden)			1 350 MWh
Käyttöveden osuus	9 %		
Käyttöveden osuus	121 MWh		
Tilojen lämmitys ja ilmastointi	91 %		
Normeerauskerroin	1,02		
Tilojen lämmitys ja ilmastointi	1253 MWh		
Normeerattu energiantarve	1 374 MWh		
Mitoitus paikkakunta	Raisio		
Mitoittava ulkolämpötila (DUT)	-26 °C		
Ulkolämpötilan mukainen huipputeho	998 kW		
Käyttöveden huipputeho	332 kW		
Valittu huipputehon tarve	1 015 kW	Käyttöveden huippu varaajalla	
Jäähdytyksen tarve ²	98 MWh		
Jäähdytyksen huipputeho ²	880 kW		

LÄMPÖPUMPUN MITOITUS¹

Maalämpöpumpun tehonpeitto	60 %
Maalämpöpumpun huipputeho	609 kW
Lämmityksen lämpötila, DUT	50 °C
Lämpöpumpun tuottama energia	1 264 MWh
Lämpöpumpun energiapeitto	92 %

Kohteessa voidaan käyttää vapaajäähdytystä ja siihen yhdistettyä konejäähdytystä. Vapaa jäähdytyksen osuutta ei voi lähtötietojen perusteella arvioida kovinkaan tarkasti. Yleistäen voidaan sanoa että vapaajäähdytyksellä voidaan kattaa 90-100% asuinrakennuksen jäähdytystarpeesta. Konejäähdytystä tarvitaan vain huippukuormassa. Vapaajäähdytyksen käyttöosuuteen vaikuttaa energiakaivojen lämpötila, käytettävät lämmönvaihtimet ja jäähdytyksen jakotapa. Energiakenttä on simuloitava lämpötilatasojen määrittämiseksi.

1) Mitoitus on alustava ja perustuu vahvistamattomiin lähtötietoihin. Mitoitusta ei pidä käyttää suunnittelun perusteena.

2) Alustava arvio. Arviota tarkennettava rakennuksen lämpökuormien simuloinnilla.

ENERGIKAIVOJEN MITOITUS

Lämpöpumpun vuosihyötysuhde	3,6	
Energia kaivoista ¹	916 MWh/vuosi	
Kaivojen keskimääräinen tuotto ¹	93 kWh/m/vuosi	
Tarvittava tehollinen aktiivisyvyys	9 855 m	
Kaivoja yhteensä	32 kpl	
Arvioitu kaivon poraussyvyys	323 m	Järjestelmän kiertovesipumppu voi rajoittaa
Arvioitu poraussyvyys yhteensä²	10326 m	poraussyvyyttä.

Huomioitavaa:

Energialaskelma on suuntaa-antava, sillä kaivojen keskinäistä sijoittelua todellisuudessa ei voida ottaa huomioon. Kaivosta saatavaan energiamäärään vaikuttaa muun muassa kaivojen keskimääräinen etäisyys, kaivojen sijainti toisiinsa nähden (esim. tiivis suorakulmio tai linja) ja kallion lämpöominaisuudet.

Tarkemman mitoituksen voi tehdä esimerkiksi Earth Energy Designer -mallinnusohjelmalla (EED), johon voidaan syöttää tarkempia ominaisuuksia kallioperästä. Mikäli kohteessa energiakaivoja käytetään lämmityksen lisäksi esimerkiksi vapaajähdytykseen tai muulla tavalla kaivojen lataukseen, on EED:n käyttö erittäin suositeltavaa. EED:ssä otetaan huomioon myös mallinusaika.

Kallioperän ominaisuuksia voidaan arvioida muun muassa geologisista kartoista, jotka perustuvat tietoihin kivilajeista. Tarkat paikkakohtaiset kallioperän ominaisuudet saadaan termisen vastetestin (TRT) avulla. Energiakaivon poraussyvyys arvioidaan paikkakunnan keskimääräisen veden pinnan korkeuden ja maapeitteen paksuuden mukaan. Paikkakunta: Raisio.

1) Lämmöntalteenotosta ja jäähdytyksestä kaivoihin latautuva energia mukaan luettuna.

2) Mitoitus on alustava ja perustuu vahvistamattomiin lähtötietoihin. Mitoitusta ei pidä käyttää suunnittelun perusteena.

Liite 4: geoenergiakentän suunnitelma

Kevyt esiselvitys ei sisällä geoenergiakentän suunnittelua

Liite 5: Investointi

INVESTOINTILASKELMA

Investointiaika	20 v	
Geoenergiajärjestelmän hankinta ¹	831 000 EUR	
Kaukolämpöjärjestelmän hankinta	-92 891 EUR	Liittymä 1164 kW, alakeskukset 1164 kW
Vedenjäähdytin	-126 858 EUR	Vedenjäähdytin 610 kW
Sähkölitiymän päivitys ²	52 806 EUR	3x600 A
Lisäinvestointi geoenergia	664 058 EUR	
Järjestelmäuusinnat 15 v kuluttua (3)	146 000 EUR	

	Osuus	Tekninen käyttöikä (v)
Maalämpöpumppu	38 %	15
Automaatio	13 %	15
Lämmönjakohuoneen putket ja asennus	13 %	30
Energiakaivot	26 %	100
Energian keruuputket ja asennus	11 %	40
Lämmön talteenotto	0 %	25
	100 %	

RAHOITUSLASKELMA

Pankkilaina	664 058 EUR	Geoenergiajärjestelmän hankinta
Korko ⁴	2,0 % /vuosi	
Laina-aika	15 vuotta	
Lyhennys ja korko (tasaerä)	-51 487 EUR/v	
Lyhennys ja korko (tasaerä)	-0,39 EUR/m ² /kk	
Pankkilaina 15 v kuluttua	146 000 EUR	Järjestelmäuusinnat 15 v kuluttua (3)
Korko ⁴	2,0 % /vuosi	
Laina-aika	15 vuotta	
Lyhennys ja korko (tasaerä)	-11 320 EUR/v	
Lyhennys ja korko (tasaerä)	-0,09 EUR/m ² /kk	

1) Investointiarvio perustuu lähtötiedoissa saatuun energiankulutukseen, mitoittavaan tehoon, hyötysuhteeseen, energiakentän luonnokseen ja yleiseen hintatasoon. Aluelämpöverkostoa ei huomioida investoinneissa. Verkoston oletetaan olevan saman hintainen lämmöntuottotavasta riippumatta.

2) Palautuskelpoiseen sähköliittymään ei elinkeinoverolain 6.1 §:n 3 kohdan mukaan lisätä arvonlisäveroa.

3) Lämpöpumpun kompressorin käyttöikä on keskimäärin 50 000 tuntia eli 15-20 vuotta asuinrakennuksessa ja muissa jatkuvassa käytössä olevissa rakennuksissa ja noin 20-30 vuotta rakennuksissa, joissa ilmanvaihtoa vähennetään öisin ja viikonloppuisin. Kompressorin lisäksi voidaan uusia ohjausautomaatiota.

4) Lokakuussa 2016 uusien nostettujen asuntolainojen keskiporko oli 1,14 %.

http://www.suomenpankki.fi/fi/tilastot/tase_ja_korko/Pages/index_29_11_2016.aspx

Liite 6: Tuottolaskelma

ENERGIAN HINNAT

	Hinta	Ero geoenergiaan	Hinnan nousu/vuosi
Sähkö ¹	106 EUR/MWh	70 EUR/MWh	3,00 % ¹
Öljy ²	88 EUR/MWh	52 EUR/MWh	4,58 % ²
Kaukolämpö ³	72 EUR/MWh	36 EUR/MWh	3,00 % ³
Geoenergia ⁴	36 EUR/MWh		3,00 % ⁴
Maakaasu ⁵	65 EUR/MWh	29 EUR/MWh	4,87 % ⁵

1) Sähkön hinta kuluttajatyypeittäin. Vuodet 2001-2007 T1 (Pienteollisuus, sähkön käyttö 150 000 kWh/vuosi, tehontarve 75 kW). Vuodet 2008-2017 T6 (Yritys- ja yhteisöasiakkaat 20 - 499 MWh/vuosi). Tammikuu. http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ene__ehi/?tablelist=true. Spot hinta siirtoverkkoyhtiön hinnaston mukaisesti. Energiaosuus 40 EUR/MWh.

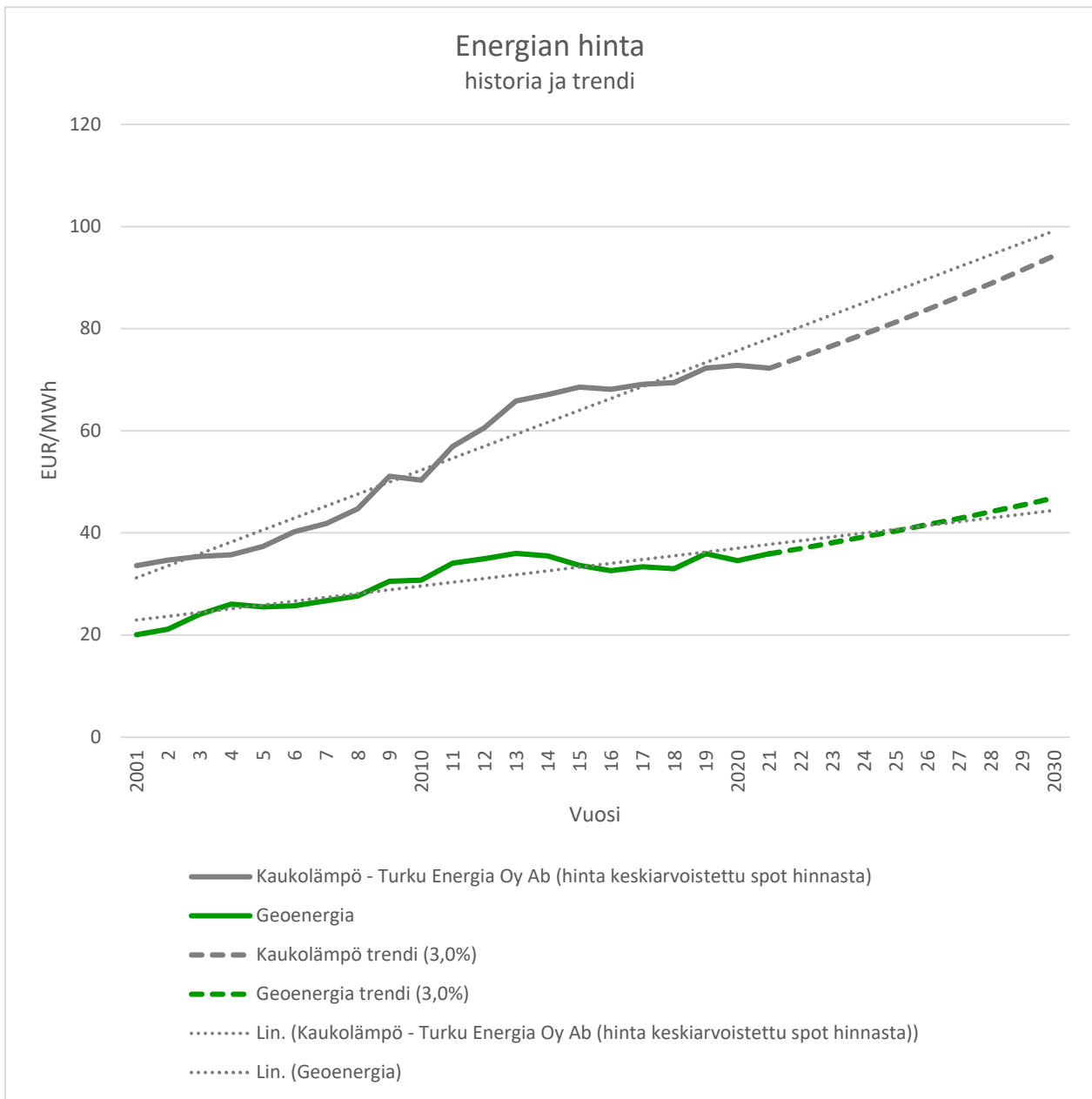
2) Tilastokeskus. Poltonesteiden kuluttajahinnat. Kevyt polttoöljy. http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ene__ehi/040_ehi_tau_104_fi.px. Öljykattilan hyötysuhde 85%.

3) Tilastokeskus. Kaukolämmön hinta kuluttajatyypeittäin. Alle 600 MWh/v: Rivitalo/pienkerrostalo,(tehontarve 70 kW, 500 m³, 150 MWh/a), (2011M1-). Yli 600 MWh/v: Kerrostalo,(tehontarve 230 kW, 20 000 m³, 600 MWh/a), (2011M1-). http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ene__ehi/statfin_ehi_pxt_007_fi.px/. Spot hinta hinnaston mukaisesti.

4) Geoenergia 92,0% energiasta, hyötysuhde 364%. Sähköllä 8,0% energiasta. Sisältää huolto- ja ylläpitokustannuksen 1000 EUR/v.

5) Maakaasun hinta kuluttajatyypeittäin, (sis. valmistamon, alv 24%), T1 (50 GWh/vuosi, huipunkäyttöaika 4000 h, Tilausteho 12,5 MW). http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ene__ehi/060_ehi_tau_106_fi.px

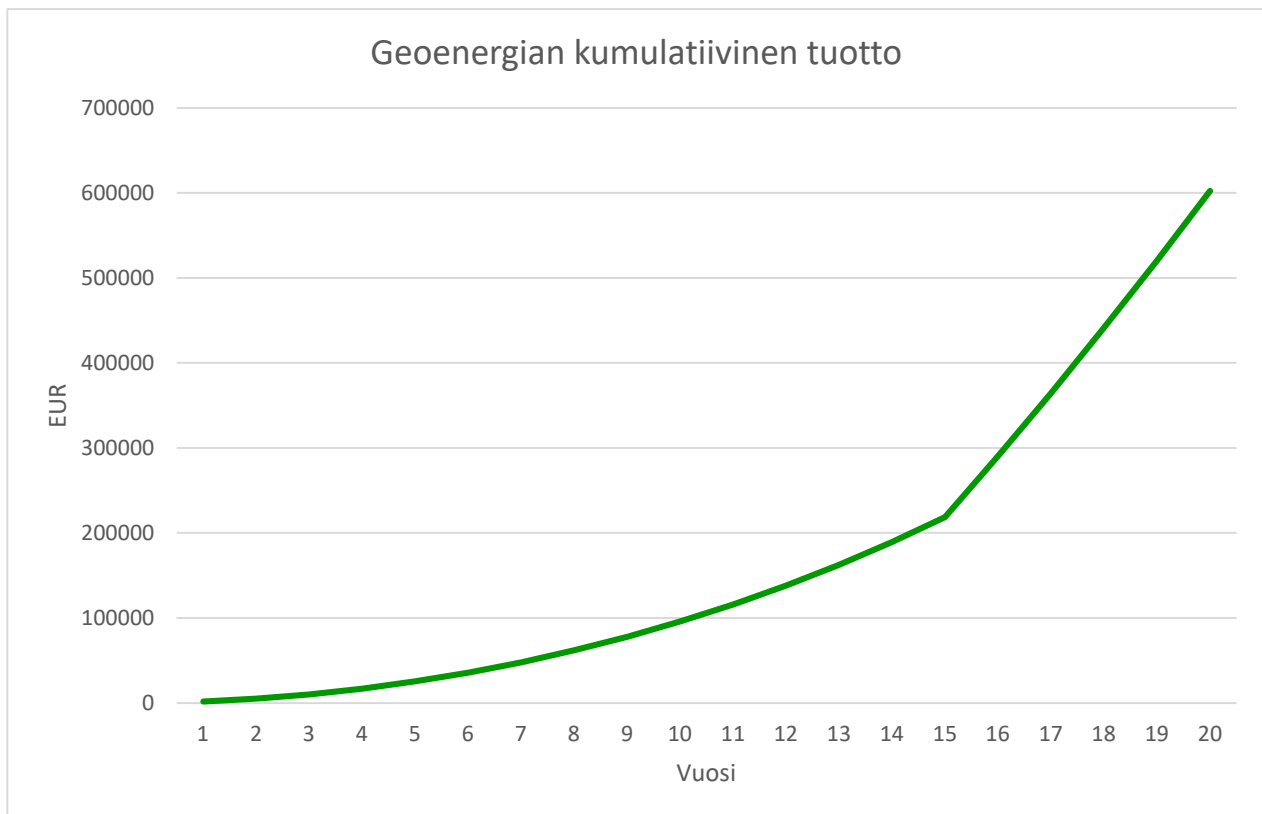
ENERGIAN HINNAN KEHITYS



TUOTTOLASKELMA

Kaukolämpö - Turku Energia Oy Ab	72,26 EUR/MWh
Geoenergia	35,90 EUR/MWh
Säästö lämmityskustannuksissa	36,35 EUR/MWh
Lämpöenergian kulutus	1 374 MWh/vuosi
Säästö lämmityskustannuksissa	49 935 EUR/vuosi
Jäähdytys vedenjäähdytyskoneella	42,25 EUR/MWh
Jäähdytys geoenergialla	8,45 EUR/MWh
Säästö jäähdytyskustannuksissa	33,80 EUR/MWh
Jäähdytysenergian kulutus	98 MWh/vuosi
Säästö jäähdytyskustannuksissa	3312 EUR/vuosi

EUR / v	1. vuosi	5. vuosi	10. vuosi	15. vuosi	20. vuosi
Kaukolämpö	99 250	111 707	129 499	150 124	174 035
Konejäähdytys	4 140	4 660	5 402	6 262	7 260
Geoenergia	49 315	55 504	64 344	74 593	86 473
Jäähdytys geoenergialla	828	905	1 049	1 216	1 410
Geoenergian tuoma säästö	53 248	59 958	69 507	80 578	93 412
Lainanhoitokulut	-51 487	-51 487	-51 487	-4 291	-11 320
Säästö lainakulujen jälkeen	1 760	8 470	18 020	76 288	82 092



Liite 7: Kassavirtalaskelma

Tämä kassavirtalaskelma on osa "Esiselvitys geoenergian hyödyntämiseksi" -dokumenttia. Esiselvityksen tarkoitus on antaa kiinteistön omistajalle perustietoa geoenergiasta ja sen hyödyntämisestä. Kiinteistölle luonnostellaan energiakenttä, lasketaan energiamääriä ja hankkeen rahoitusta.

LÄHTÖTIEDOT

Nimi	Raision uusi yhtenäiskoulu
Osoite	Juhaninkuja 3, Raisio
Arvioitu lisäinvestointi	664 058 EUR
Laina-aika	15 vuotta
Korko	2,0 %
Nykyinen energiakustannus	103 390 EUR/v
Nykyinen energiamuoto	Kaukolämpö - Turku Energia Oy Ab
Energian hinnan nousu	3,0 % /vuosi
Geoenergia	49 315 EUR/v
Energian hinnan nousu	3,0 % /vuosi

KASSAVIRTALASKELMA

Vuosi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vieras pääoma	664058	625519	586230	546174	505336	463703	421258	377985	333868	288891
Korko%	2,0 %	2,0 %	2,0 %	2,0 %	2,0 %	2,0 %	2,0 %	2,0 %	2,0 %	2,0 %
Tulo ¹	103390	106492	109687	112977	116366	119857	123453	127157	130971	134901
Energiakulu ²	50143	51647	53171	54766	56409	58101	59844	61639	63489	65393
Tuotto	53248	54845	56516	58211	59958	61756	63609	65517	67483	69507
Pääoman tuotto%	8,0 %	8,3 %	8,5 %	8,8 %	9,0 %	9,3 %	9,6 %	9,9 %	10,2 %	10,5 %
Korkokulu	12949	12198	11431	10650	9854	9042	8215	7371	6510	5633
Kassavirta	40298	42647	45084	47561	50104	52714	55395	58147	60972	63874
Lainan lyhennys	38538	39290	40056	40837	41633	42445	43273	44117	44977	45854
Ylijäämä	1760	3357	5028	6724	8470	10269	12122	14030	15995	18020

1) Tulo on laskettu nykyisten energiakustannusten mukaan. Vuosittainen korotus on arvioitu lineaarisella regressiolla tilastollisista keskihinnoista (Tilastokeskus).

2) Arvio geoenergiainvestoinnin jälkeisestä energiakustannuksesta. Vuosittainen korotus on arvioitu lineaarisella regressiolla tilastollisista keskihinnoista (Tilastokeskus).

Liite 8: Investoinnin vaikutus rahoitus- ja hoitovastikkeeseen

Geoenergiainvestointi pienentää kiinteistön energiakuluja ja laskee siten hoitovastiketta. Investointi rahoitetaan lainalla, jolloin rahoitusvastike nousee.

HOITOVASTIKE JA RAHOITUSVASTIKE

Kiinteistön huoneisto-ala 11000 m²

EUR/kk	1. vuosi	5. vuosi	10. vuosi	15. vuosi	20. vuosi
Geoenergian säästö	53 248	59 958	69 507	80 578	93 412

EUR/m ² /kk	1. vuosi	5. vuosi	10. vuosi	15. vuosi	20. vuosi
Hoitovastike (geoenergian säästö)	-0,40	-0,45	-0,53	-0,61	-0,71
Rahoitusvastike (pankkilaina)	0,39	0,39	0,39	0,39	0,09
Vastikkeen muutos yhteensä	-0,01	-0,06	-0,14	-0,22	-0,62

KOKONAISVAIKUTUS

Esimerkkitala 50 m²

EUR/kk	1. vuosi	5. vuosi	10. vuosi	15. vuosi	20. vuosi
Hoitovastike (geoenergian säästö)	-20	-23	-26	-31	-35
Rahoitusvastike (pankkilaina)	20	20	20	20	4
Vastikkeen muutos yhteensä	-1	-3	-7	-11	-31

Liite 9: Investoinnin vaikutus kiinteistön arvoon

Kiinteistön arvoon vaikuttavat esimerkiksi sijainti, koko, laatutaso ja hoitokulut. Geoenergiainvestointi vaikuttaa suoraan kiinteistön hoitokuluihin ja välillisesti laatutasoon. Laatutasoa nostaa kiinteistön ostajan antama arvo huoltovapaalle uusiutuvalle energialle.

Laskelmassa kiinteistön arvo määritellään myyntihetken velattomana neliöhintana. Myyntihinta (markkinahinta) lasketaan kiinteistön bruttovuokratuoton kaavasta¹.

$$Vuokratuotto(\%) = \frac{[Vuokra(\text{€}/\text{m}^2) - \text{Hoitokulut}(\text{€}/\text{m}^2)] \times 12}{[1 + \text{Varainsiirtovero}(\%)] \times \text{Markkinahinta}(\text{€}/\text{m}^2) + \text{Remonttivara}(\text{€}/\text{m}^2)}$$

MYNTIHINTA

Myyntihinta lasketaan jakamalla euromääräinen vuokratuotto (vuokra-hoitokulut) nykyisellä vuokratuotto prosentilla. Lisäksi huomioidaan varainsiirtovero ja remonttivaraus.

$$\text{Markkinahinta} \left(\frac{\text{€}}{\text{m}^2} \right) = \frac{\left[\frac{[Vuokra \left(\frac{\text{€}}{\text{m}^2 \text{kk}} \right) - \text{Hoitokulut} \left(\frac{\text{€}}{\text{m}^2 \text{kk}} \right)] * 12 \text{kk}}{Vuokratuotto(\%)} - \text{Remonttivara} \left(\frac{\text{€}}{\text{m}^2} \right) \right]}{1 + \text{Varainsiirtovero}(\%)}$$

Esimerkki myyntihinnan laskemisesta 50 neliön kaksiossa

	€/kk	€/m ² /kk
Vuokra	500	10
Hoitovastike	150	3
Remonttivaraus	200 €/m ² (esim. ensi vuodelle suunniteltu julkisivuremontti)	
Ostajan haluama vuokratuotto	4 %	

$$\text{Markkinahinta} \left(\frac{\text{€}}{\text{m}^2} \right) = \frac{\left[\frac{[10,00 \frac{\text{€}}{\text{m}^2 \text{kk}} - 3,00 \frac{\text{€}}{\text{m}^2 \text{kk}}] * 12 \text{kk}}{4\%} - 200 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \right]}{1,02} = 1862 \left(\frac{\text{€}}{\text{m}^2} \right)$$

VELATON HINTA

Velaton hinta lasketaan vähentämällä myyntihinnasta geoenergiainvestoinnin lainan määrä.

$$\text{Velaton hinta} \left(\frac{\text{€}}{\text{m}^2} \right) = \text{Markkinahinta} \left(\frac{\text{€}}{\text{m}^2} \right) - \text{Geoenergiainvestoinnin laina} \left(\frac{\text{€}}{\text{m}^2} \right)$$

KIINTEISTÖN ARVO KESKIMÄÄRÄISEN VUOKRATUOTON PERUSTEELLA

Keskimääräinen vuokratuotto Suomen suurimmissa kunnissa vaihtelee välillä 2,0 % - 5,5 % riippuen asunnon koosta ja sijainnista¹.

Geoenergiainvestointi vähentää kiinteistön hoitovastiketta ja siten lisää vuokratuottoa.

Laskelmassa vuokratuotto on kiinnitetty 2,0% tai 5,5% ja investoinnin hyöty on laskettu kiinteistön markkinahintaan ja velattomaan hintaan.

Kiinteistön pinta-ala	11 000 m ²
Geoenergian säästö	4 437 €/kk
Säästö hoitokuluissa / m ²	0,40 €/m ² /kk

		Vuokratuotto 2%		Vuokratuotto 5,5%	
Arvioitu vuokratuotto ²		Nykytila	Geoenerg.	Nykytila	Geoenerg.
Vuokra	€/m ² /kk	7,70	7,70	13,30	13,30
Hoitovastike	€/m ² /kk	3,46	3,06	2,60	2,20
Vuokratuotto	€/m ² /v	51	56	128	133
1 + Varainsiirtovero 2%		1,02	1,02	1,02	1,02
Markkinahinta	€/m ²	2000	2237	1800	1886
Remonttivara	€/m ²	500	500	500	500
Yhteensä		2540	2782	2336	2424
Vuokratuotto (%)		2,00 %	2,00 %	5,50 %	5,50 %

	Vuokratuotto 2%	Vuokratuotto 5,5%
Kiinteistön myyntihinnan nousu	€/m ²	€/m ²
Myyntihinta	2000	1800
Myyntihinta geoenergia investoinnin jälkeen	2237	1886
Myyntihinnan nousu	237	86
Myyntihinnan nousu %	11,8 %	4,8 %

	Vuokratuotto 2%	Vuokratuotto 5,5%
Kiinteistön velattoman hinnan nousu	€/m ²	€/m ²
Myyntihinta	2000	1800
Geoenergia investoinnin laina	60	60
Velaton hinta geoenergia investoinnin jälkeen	2177	1826
Velattoman hinnan nousu	177	26
Velattoman hinnan nousu %	8,8 %	1,4 %
Koko kiinteistön velattoman hinnan nousu (EUR)	1 942 011	285 687

1) Asuntosijoittamisen tuotto (%). <http://www.vuokranantajat.fi/attachements/2013-07-03T09-05-3023412.pdf>

2) Vuokratuotot laskettu asuntosijoittajan vuokratuottolaskurilla. Tulokset ovat keskimääräisiä. Tuotto vaihtelee vuokran, hoitokulujen, markkinahinnan ja tulevien remonttien mukaan.

KIINTEISTÖN ARVO LÄHTÖTIETOJEN PERUSTEELLA

Kiinteistön pinta-ala	11 000 m ²	(arvio)
Geoenergian säästö	4 437 €/kk	
Säästö hoitokuluissa / m ²	0,40 €/m ² /kk	
Vuokra	15,00 €/m ² /kk	(arvio)
Hoitovastike	4,00 €/m ² /kk	(arvio)
Myyntihinta	4000 €/m ²	(arvio)
Remonttivaraus	0 €/m ²	(arvio)
Vuokratuotto (%)	3,24 %	

Arvioitu vuokratuotto		Nykytila	Geoenerg.
Vuokra	€/m ² /kk	15,00	15,00
Hoitovastike	€/m ² /kk	4,00	3,60
Vuokratuotto	€/m ² /v	132	137
1 + Varainsiirtovero 2%		1,02	1,02
Markkinahinta	€/m ²	4000	4147
Remonttivarau	€/m ²	0	0
Yhteensä		4080	4230
Vuokratuotto (%)		3,24 %	3,24 %

Kiinteistön myyntihinnan nousu	€/m ²
Myyntihinta	4000
Myyntihinta geoenergia investoinnin jälkeen	4147
Myyntihinnan nousu	147
Myyntihinnan nousu %	3,7 %

Kiinteistön velattoman hinnan nousu	€/m ²
Velaton hinta	4000
Myyntihinta geoenergia investoinnin jälkeen	4147
Geoenergia investoinnin laina	-60
Velaton hinta geoenergia investoinnin jälkeer	4086
Velattoman hinnan nousu	86
Velattoman hinnan nousu %	2,2 %

Koko kiinteistön velattoman hinnan nousu 949 503 EUR

Esimerkiksi 50 neliön tila

Geoenergiainvestointi maksaa 3018 euroa.

Myyntihinta nousee 7334 euroa.

Velaton hinta nousee 4316 euroa.

1) Velaton hinta = myyntihinta geoenergiainvestoinnin jälkeen - geoenergiainvestoinnin laina

Liite 10: Investoinnin vaikutus vuokratuottoon

VUOKRATUOTTO LÄHTÖTIETOJEN PERUSTEELLA

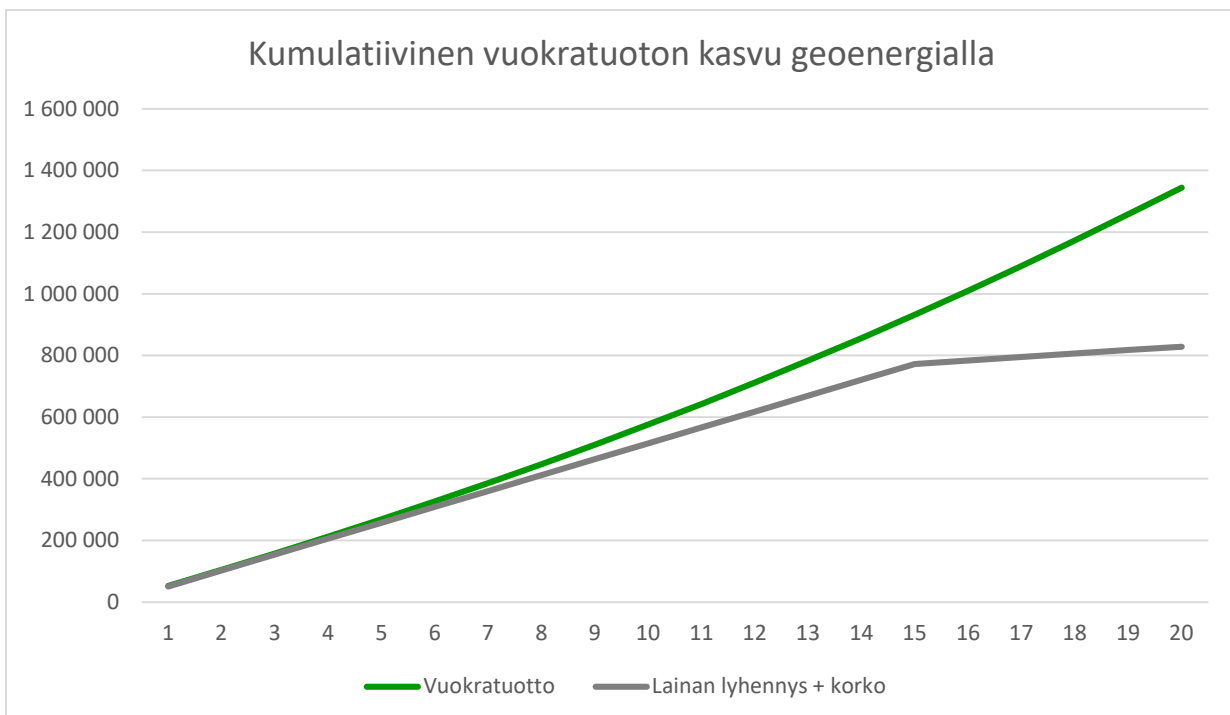
Kiinteistön pinta-ala 11 000 m²

EUR/kk	1. vuosi	5. vuosi	10. vuosi	15. vuosi	20. vuosi
Energiakustannukset - Kaukolämpö	8 271	9 309	10 792	12 510	14 503
Energiakustannukset - Geoenergia	4 110	4 764	5 362	6 216	7 206

EUR/m ² /kk	1. vuosi	5. vuosi	10. vuosi	15. vuosi	20. vuosi
Energiakustannukset - Kaukolämpö	0,75	0,85	0,98	1,14	1,32
- muutos 1. vuoteen	0,00	0,09	0,23	0,39	0,57
Energiakustannukset - Geoenergia	0,37	0,43	0,49	0,57	0,66
- muutos Kaukolämpö 1. vuoteen	-0,38	-0,32	-0,26	-0,19	-0,10

Vuokratuotto	1. vuosi	5. vuosi	10. vuosi	15. vuosi	20. vuosi	
Vuokra	15,00	15,61	16,24	17,24	18,12	€/m ² /kk
Hoitovastike - Kaukolämpö	4,00	4,06	4,17	4,35	4,54	€/m ² /kk
Hoitovastike - Geoenergia	3,60	3,64	3,69	3,78	3,87	€/m ² /kk
Geoenergian säästö	4,8	5,1	5,8	6,9	8,0	€/m ² /v
Geoenergian säästö	53 248	56 203	63 257	75 532	87 562	€/v

Vuokratuotto kumulatiivinen	1. vuosi	5. vuosi	10. vuosi	15. vuosi	20. vuosi	
Geoenergia vs. Kaukolämpö	53 248	268 426	575 766	932 057	1 345 096	€
Lainan lyhennys + korot	51 487	257 437	514 875	772 312	828 913	€



Liite 11: Geoenergiajärjestelmän arvioitu tilantarve

TILANTARVE

Geoenergiajärjestelmä voidaan sijoittaa kiinteistön lämmönjakohuoneeseen tai muuhun tilaan johon voidaan tuoda sähkö- ja vesiliittymä. Tilan korkeus ja oviaukon leveys kannattaa ottaa huomioon maalämpöpumppua ja muita asennettavia osia valitessa.

Järjestelmän tilantarpeeseen vaikuttavat suunnittelussa päätettävät järjestelmän osat:

- Maalämpöpumppu
- Käyttövesi- ja lämmitysvaraajat
- Paisunta-astiat
- Varalämmitysjärjestelmä (sähkö, öljy, kaasu, kaukolämpö...)
- Jakotukit (käyttövesi, lämmitys, jäähdytys)
- Maapiirin putkisto
- Sähköalakeskus

Keskimääräinen tilantarve 610 kW järjestelmälle on 55 - 99 neliötä.

Liite 12: Vertailu, energian hinnat ja järjestelmän hankintahinta

Lämmitysenergian kulutusarvio	1374 MWh/v
Jäähdytysenergian kulutusarvio	98 MWh/v
Energian hinnan nousu (Kaukolämpö)	3,0 %
Energian hinnan nousu (Geoenergia)	3,0 %

Lämmitys- ja jäähdytysenergian hintavertailu

			1 vuosi	20 vuotta
Kaukolämpö	kaukolämpö	72 €/MWh	99 250	2 666 884 €
Maalämpö	sähkö	36 €/MWh	49 315	1 325 100 €
Konejäähdytys	sähkö	36 €/MWh	4 140	111 246 €
Maajäähdytys	sähkö	7 €/MWh	828	21 650 €

Säästö energian hinnassa yhteensä 53 248 1 431 380 €

Energiantuottojärjestelmän hankintahintavertailu

Geoenergiajärjestelmä	830 368 €
Sähköliittymän korotus	52 806 €
Kaukolämpöjärjestelmä	-92 891 €
Konejäähdytys	-126 858 €

Lisäinvestointi yhteensä 663 425 €

Takaisinmaksuaika 11 vuotta

