

Tunne huominen.



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

TP4 – Selvitys geoenergian roolista lämmöntuotannossa Kymenlaakson alueella

Erja Tuliniemi, Markus Ahtiainen, Timo
Juusola

2026



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu



Euroopan unionin
osarahoittama

KYMEN
LAAKSON
LIITTO



KESKI-POHJANMAAN LIITTO
MELLERSTA ÖSTERBOTTENS FÖRBUND

Työpaketin tavoite ja keskeinen sisältö

- Työpaketin tavoitteena oli selvittää geoenergian, erityisesti keskisyvän geoenergian, potentiaali Kymenlaakson kaukolämmön peruslämmön tuotannossa sekä arvioida sen hybridiratkaisuja muiden energialähteiden kanssa ja niihin liittyviä teknisiä, taloudellisia ja ympäristövaikutuksia mittausdataa hyödyntäen ja alueelliset klusterit, kuten vetylaakso ja geoenergian varastointi huomioiden.
- **Sisällys**
 - Geoenergian off-grid tarkastelu
 - Geoenergian mahdollisuudet kaukolämpöverkoissa Kymenlaakson alueella
 - Geoenergiajärjestelmän laskentamallit kaukolämmön korvaamisen arviointiin
 - Opiskelijatyöt
 - Mainitaan liitteet selvitysten lopussa

Geoenergian off-grid-tarkastelu

Geoenergian off-grid tarkastelu

- Tarkastelussa on laskettu kerrostalolle lämpöenergian ja – huipputehon tarpeet.
- Energian- ja tehontarpeen perusteella on mitoitettu lämpöpumppu ja energiakaivot.
- Järjestelmälle on laskettu investointi- ja käyttökustannukset ja niitä on verrattu kaukolämpöön, jonka perusteella on laskettu takaisinmaksuaika.



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Tausta

- Tarkastelun kohteeksi määritettiin yksi 18 asunnon kerrostalo.

Asuinkerroksia	6	kr
Kerros pinta-ala	300	m ²
Asuntoja	18	kpl
Asunnon pinta-ala	100	m ²
Huonekorkeus	2,7	m
Ulkoseinä 1. leveys	20	m
Ulkoseinä 2. leveys	15	m
Ulkoseinien korkeus	16,2	m
Ikkunoiden pinta-ala/asunto	20	m ²
Ulko-ovien pinta-ala yhteensä	4	m ²
Rakennuksen tilavuus	4860	m ³



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Toimenpiteet

- Kerrostalokohteelle suoritettiin Ympäristöministeriön ohjeen mukainen energiatodistuksen laskenta, jolla saatiin rakennuksen nettolämpö- ja sähköenergiankulutus kaukolämmöllä.
- Rakennukselle laskettiin säävyöhyke 2. mitoitusulkolämpötilaan -29 °C perustuva lämmityksen huipputehontarve.
- Lämmitysenergian- ja tehontarpeen perusteella kohteelle mitoitettiin lämpöpumppu ja energiakaivot.



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Toimenpiteet

- Geoenergiajärjestelmälle laskettiin investointi- ja käyttökustannukset.
- Investointi- ja käyttökustannukset laskettiin myös kaukolämpöjärjestelmälle ja tulosten perusteella laskettiin geoenergiainvestoinnin koroton takaisinmaksuaika.
- Laskennassa käytettiin Kotkan Energian ja Kymenlaakson sähkön hinnastoja.
- Lopuksi tehtiin taulukko useamman samanlaisen rakennuksen tarvittavasta energiakaivojen määrästä, kokonaismetreistä ja lämpötehosta kaivometriä kohden.

Tulokset

- Kohteen laskennalliseksi ostoenergian määräksi saatiin 150,3 MWh lämpöenergiaa ja 47,6 MWh sähköenergiaa vuodessa. Rakennuksen E-luku lämmitettyä nettoalaa kohden on 74 kWhE/(m²/a). Rakennuksen energialuokka on A.
- Rakennuksen lämmityksen huipputehoksi laskettiin 36,86 kW ja lämpimän käyttöveden huipputehoksi 50 kW. Yhteisteho on siis noin 87 kW.

Tulokset

- Geoenergiajärjestelmän teho-osuudeksi valittiin 70 %:a huipputehosta ja loput katetaan sähköllä. Maalämpöpumpun tehoksi saatiin 61 kW.
- 70 % tehomitoitettu maalämpöjärjestelmä kattaa vuotuisesta energiankulutuksesta noin 99 %:a.
- Maasta tarvittavan energian määrä maalämpöpumpun optimistisella COP-arvolla 3 on 99,2 MWh/a.
- Energiakaivojen teho-osuus on 40,6 kW.



Tulokset

- Maasta otettavan energian mitoitusarvo saatiin NIBE:n taulukosta. NIBE on ilmoittanut lämpöpumppuoppaassa lämpötilavyöhykkeelle 2. energiakaivosta purettavaksi energiamääräksi 130-140 kWh/m/a, riippuen pumpusta ja tehoksi 33,38 W/m.
- Energiakaivojen kokonaismetrimääräksi saatiin 1160 metriä.
- Sähkövastuksien teho-osuudeksi 70 %:n tehomitoitetulla lämpöpumpulla jää 26,1 kW ja vuotuiseksi energiantuotannoksi 1 %, eli 1,5 MWh.

Tulokset

- Geoenergiajärjestelmän energiantuotanto on 148,8 MWh/a, josta ilmaiseenergiaa on 99,2 MWh ja sähköä 49,6 MWh. Maalämpöpumpun kompressorin ja vastusten huipputeho on 46,4 kW.



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Tulokset

Kustannustekijä	Geoenergia (sähkö)	Kaukolämpö	Säästö geoenergialla
Energiakustannus	4 960 €/a	14 279 €/a	9 319 €/a
Perusmaksu	2 053 €/a	3 332 €/a	1 279 €/a
Siirto	591 €/a	-	-
Vero	1 117 €/a	-	-
Teho	3 007 €/a	-	-
Kokonaiskustannus	11 728 €/a	17 610 €/a	5 882 €/a
Maalämpöpumppu (Inv.)	27 232 €	-	-
Energiakaivo (Inv.)	46 400 €	-	-
Investointi yhteensä	73 632 €	8 226 €	-
Takaisinmaksuaika	11 vuotta		

Tulokset

- Taulukoissa on esitetty energiakaivojen määrä, kokonaissyvyys ja teho eri rakennusmäärillä. kWh/m arvot ovat arvioita eri syvyisten kaivojen muodostamista kaivokentistä.

		80 kWh/m	85 kWh/m	90 kWh/m	95 kWh/m	100 kWh/m	105 kWh/m
Rakennuksia	Energiaa maasta MWh/a	Kaivojen määrä (300 m)	Kaivojen määrä (400 m)	Kaivojen määrä (500 m)	Kaivojen määrä (600 m)	Kaivojen määrä (700 m)	Kaivojen määrä (800 m)
2	187	7,8	5,5	4,2	3,3	2,7	2,2
3	281	11,7	8,3	6,2	4,9	4,0	3,3
4	375	15,6	11,0	8,3	6,6	5,4	4,5
5	469	19,5	13,8	10,4	8,2	6,7	5,6
6	562	23,4	16,5	12,5	9,9	8,0	6,7
7	656	27,3	19,3	14,6	11,5	9,4	7,8
8	750	31,2	22,0	16,7	13,2	10,7	8,9
9	843	35,1	24,8	18,7	14,8	12,0	10,0
10	937	39,0	27,6	20,8	16,4	13,4	11,2

Rakennuksia	Kokonaissyvyys 300 m	Kokonaissyvyys 400 m	Kokonaissyvyys 500 m	Kokonaissyvyys 600 m	Kokonaissyvyys 700 m	Kokonaissyvyys 800 m
2	2343	2205	2082	1973	1874	1785
3	3514	3307	3123	2959	2811	2677
4	4685	4409	4164	3945	3748	3570
5	5856	5512	5206	4932	4685	4462
6	7028	6614	6247	5918	5622	5354
7	8199	7716	7288	6904	6559	6247
8	9370	8819	8329	7891	7496	7139
9	10541	9921	9370	8877	8433	8031
10	11713	11024	10411	9863	9370	8924

Rakennuksia	Teho per metri 300 m	Teho per metri 400 m	Teho per metri 500 m	Teho per metri 600 m	Teho per metri 700 m	Teho per metri 800 m
2	21,8	23,2	24,6	25,9	27,3	28,6
3	21,8	23,2	24,6	25,9	27,3	28,6
4	21,8	23,2	24,6	25,9	27,3	28,6
5	21,8	23,2	24,6	25,9	27,3	28,6
6	21,8	23,2	24,6	25,9	27,3	28,6
7	21,8	23,2	24,6	25,9	27,3	28,6
8	21,8	23,2	24,6	25,9	27,3	28,6
9	21,8	23,2	24,6	25,9	27,3	28,6
10	21,8	23,2	24,6	25,9	27,3	28,6



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Geoenergian mahdollisuudet kaukolämpöverkoissa Kymenlaakson alueella

Geoenergian mahdollisuudet kaukolämpöverkoissa Kymenlaakson alueella

- Työssä selvitettiin kaukolämmöntuotannon ja -käytön nykytilaa Kymenlaakson alueella.
- Tarkasteltiin keskisyvän geoenergian mahdollisuuksia kaukolämmön peruslämmöntuotannossa Kymenlaakson kaukolämpöyhtiöiden tuotantolukuihin perustuen.
- Selvitetiin maalämmön käytön laajuutta asuinrakennuksissa Kymenlaaksossa myytävien asuntojen tietojen sekä maalämpöä tarjoavien yritysten referenssikohteiden perusteella.



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Tausta

- Kymenlaaksossa keskeisiä kaukolämpöyhtiöitä ovat Kotkan Energia, KSS Energia ja Haminan Energia.
- Yhtiöillä on käytössä suurempia biovoimalaitoksia, kuten Hovinsaaren voimalaitos Kotkassa, Kymin Voima Kouvolaassa ja Poitsilan lämpölaite Haminassa.
- Hukkalämpöä hyödyntäviä lämpöpumppulaitoksia on rakennettu esimerkiksi Kotkaan MM Kotkamillsin ja Haminaan Googlen datakeskuksen yhteyteen.



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Toimenpiteet

- Selvitettiin Kotkan Energian, KSS Energian ja Haminan Energian vuotuinen kaukolämmöntuotanto ja keskeiset tuotantotavat sekä tuotannon CO₂-päästöt.
- Muodostettiin kaukolämmön pysyvyyskäyrät jokaisen kohdeyrityksen kokonaiskaukolämmöntuotannon perusteella.
- Pysyvyyskäyrästä saatiin peruslämmön tarve, jonka perusteella laskettiin energiakaivojen määrä kattamaan peruslämpö.

Toimenpiteet

- Laskettiin kaukolämmöntuotannon hiilidioksidipäästöjen alenema, jos peruslämpö tuotettaisiin geoenergialla.
- Tehtiin esimerkkilaskenta korttelitason geoenergiamitoituksesta energia- ja tehoperusteisesti.
- Tarkasteltiin teknisiä mahdollisuuksia ja rajoituksia geoenergiajärjestelmien toteutukselle Kymenlaaksossa.
- Tutkittiin maalämmön hyödyntämisen laajuutta Kymenlaaksossa.



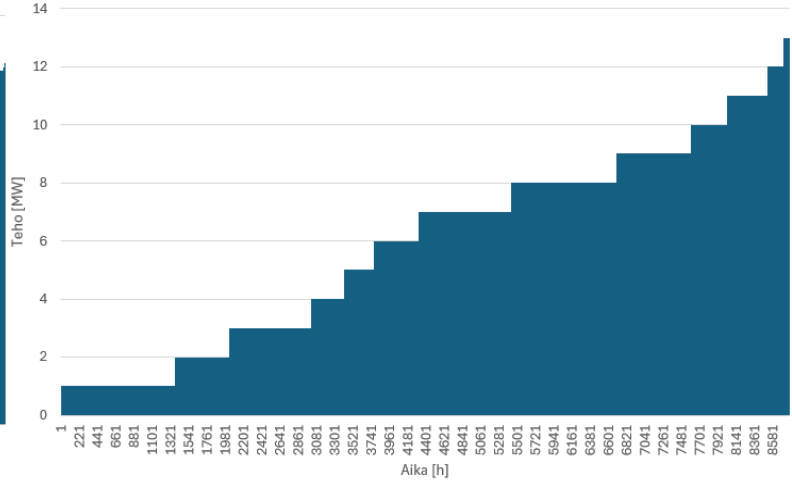
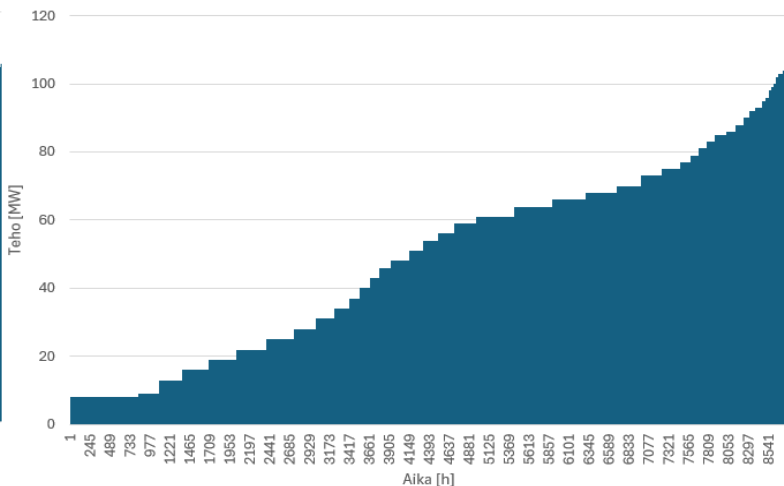
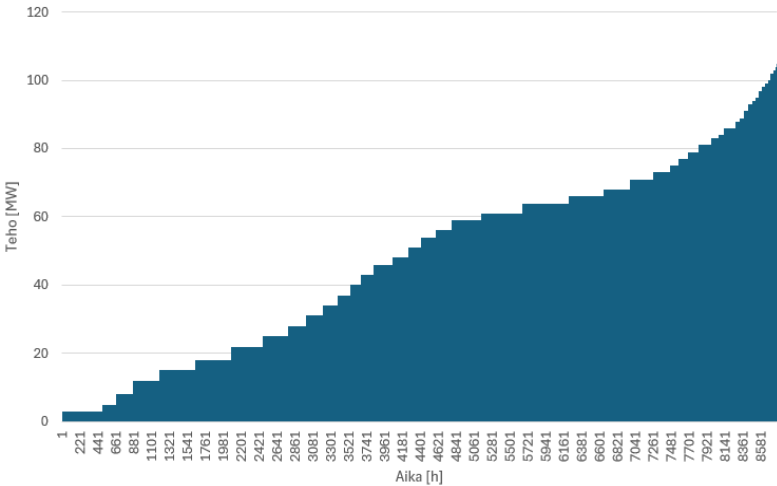
Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Tulokset

Kaukolämpöyrittäjä	Kaukolämmön tuotanto	Hiilidioksidipäästö	Päästökerroin
Kotkan Energia	410 GWh/a (2023)	23 870 tCO ₂ /a (2024)	57,7 t/GWh
KSS Energia	407 GWh/a (2024)	23 372 tCO ₂ /a (2024)	58,3 t/GWh
Haminan Energia	50 GWh/a (2024)	2 082 tCO ₂ /a (2024)	34,6 t/GWh

Tulokset

Kotkan Energian tuotanto 2024						KSS-Energian tuotanto 2024						Haminan Energian tuotanto 2024					
			410 GWh						407 GWh						50 GWh		
Tyypillinen kulutusjakauma	GWh/kk	Tunteja/kk	Teho MW	Keskilämpötila		Tyypillinen kulutusjakauma	GWh/kk	Tunteja/kk	Teho MW	Keskilämpötila		Tyypillinen kulutusjakauma	GWh/kk	Tunteja/kk	Teho MW	Keskilämpötila	
Tammikuu	15 %	61	744	82	-9,1	Tammikuu	15 %	60	744	81	-9,9	Tammikuu	15 %	7	744	10	-9,1
Helmikuu	13 %	55	672	82	-4,7	Helmikuu	13 %	54	672	81	-5,4	Helmikuu	13 %	7	672	10	-4,7
Maaliskuu	13 %	52	744	70	0,5	Maaliskuu	13 %	51	744	69	0,1	Maaliskuu	13 %	6	744	8	0,5
Huhtikuu	9 %	38	720	52	3,4	Huhtikuu	9 %	37	720	52	2,9	Huhtikuu	9 %	5	720	6	3,4
Toukokuu	6 %	23	744	31	13,2	Toukokuu	6 %	23	744	31	13,8	Toukokuu	6 %	3	744	4	13,2
Kesäkuu	3 %	11	720	15	17,3	Kesäkuu	3 %	11	720	15	17,8	Kesäkuu	3 %	1	720	2	17,3
Heinäkuu	1 %	6	744	8	16,9	Heinäkuu	1 %	6	744	8	16,8	Heinäkuu	1 %	1	744	1	16,9
Elokuu	2 %	10	744	13	17,5	Elokuu	2 %	10	744	13	17,4	Elokuu	2 %	1	744	2	17,5
Syyskuu	5 %	21	720	29	14,5	Syyskuu	5 %	21	720	29	14,4	Syyskuu	5 %	3	720	4	14,5
Lokakuu	9 %	35	744	47	3,9	Lokakuu	9 %	35	744	47	3,3	Lokakuu	9 %	4	744	6	3,9
Marraskuu	11 %	45	720	63	-1,2	Marraskuu	11 %	45	720	62	-1,7	Marraskuu	11 %	5	720	8	-1,2
Joulukuu	13 %	54	744	72	-5,6	Joulukuu	13 %	53	744	72	-6,5	Joulukuu	13 %	7	744	9	-5,6
Yhteensä	100 %	410	8760			Yhteensä	100 %	407	8760			Yhteensä	100 %	50	8760		



Tulokset

Kaukolämpö yritys	Peruslämpö -teho	Peruslämpö -energia	800-metrinen energiakaivojen määrä	Hiilidioksidipäästöjen vähenemä
Kotkan Energia	8 MW	70 GWh/a	200-245 (5,2 MW)	3 200 tCO ₂ /a (13,8 %)
KSS Energia	8 MW	70 GWh/a	200-245 (5,2 MW)	3 400 tCO ₂ /a (14,1 %)
Haminan Energia	1 MW	8,6 GWh/a	25-31 (0,6 MW)	210 tCO ₂ /a (10,1 %)



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Tulokset

- Edellä esitettyt energiakaivojen määrät eivät ole käytännössä kovinkaan realistisia toteuttaa.
- Mahdollinen 800-metrinen energiakaivojen määrä tukemaan kaukolämmön tuotantoa voisi olla esimerkiksi 1-10 kaivoa, jolloin energiantuotanto olisi 210-2100 MWh/a ja lämpöteho 24-240 kW.
- Seuraavassa taulukossa on esitetty lämpöenergian ja lämpötehon määrä kaivojen lukumäärää kohden.



Tulokset

Energiakaivojen lukumäärä (800 m)	Lämpöenergia [MWh/a]	Lämpöteho [kW]
1	210	24
3	630	72
5	1 050	120
10	2 100	240
15	3 150	360
30	6 300	719
50	10 500	1 199
100	21 000	2 397
200	42 000	4 795
300	63 000	7 192
500	105 000	11 986



Tulokset

- Selvityksen mukaan maalämpöä hyödynnetään Kymenlaaksossa asuinrakennuksissa hyvin laajasti sekä omakotitaloissa, että taloyhtiöissä.
- Geoenergian hyödyntäminen kaukolämpöverkossa on teknisesti mahdollista, mutta keskisyviä energiakaivoja tarvittaisiin Kotkan ja Kouvolan peruslämmöntarpeen kattamiseen epärealistisen suuri määrä.
- Haminassa hyödynnetään jo merkittävästi teollisuuden hukkalämpöjä, minkä vuoksi investointi energiakaivoihin ei nykytilanteessa välttämättä ole taloudellisesti perusteltu, erityisesti korkeiden investointikustannusten vuoksi.

Geoenergiajärjestelmän laskentamallit kaukolämmön korvaamisen arviointiin

Geoenergiajärjestelmän laskentamallit kaukolämmön korvaamisen arviointiin

- Microsoft Excelillä toteutettu laskentamalli kaukolämmön korvaamiseen geoeenergiajärjestelmällä eri kokoisille asuinrakennuksille.
- Laskentamalleihin sisältyy aurinkosähköjärjestelmä ja kiinteistöakku.
- Laskentamallit rakennuksille, joiden lämmitysteho on 6,5-22 kW, 40-115 kW, 120-580 kW.
- Valmiiksi laadittu data kaukolämpökustannuksista, aurinkosähkön tuotannosta ja sähkön kulutuksesta.



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Tausta

- Geoenergian yleistyminen ja sen päästövähennyspotentiaali tekevät siitä yhä ajankohtaisemman vaihtoehdon kaukolämmölle erityisesti kiristyvien ilmastotavoitteiden myötä.
- Laskentamalli mahdollistaa kaukolämmön ja geoenergian kustannusten sekä kannattavuuden vertailun yhtenäisillä oletuksilla.
- Malli vähentää päätöksenteon epävarmuutta ja tukee teknisesti ja taloudellisesti perusteltuja ratkaisuja.



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Toimenpiteet

- Kolmeen eri teholuokkaan soveltuvat laskurit koottiin samaan tiedostoon erillisinä kokonaisuuksina.
- Laskentaa varten laadittiin valmiit lähtötiedot, jotka kuvaavat kaukolämmön kulutusta, sähkön käyttöä, sähkön hintaa sekä aurinkosähkön tuotantoa.
- Lisäksi huomioitiin maalämpöpumppujen investointikustannukset, energiakaivojen teho- ja energiatiedot sekä COP- ja SCOP-arvot.
- Kiinteistöakkudatan avulla voidaan tarkastella sähkön varastointia ja kuormien optimointia.

Toimenpiteet

- Kaukolämpödata muodostettiin Kotkan Energian, KSS Energian ja Haminan Energian hintataulukoiden pohjalta.
- Data sisältää kaukolämmön tehon, energian kulutuksen, kustannukset sekä päästöt eri rakennustyypeille.
- Omakotitaloissa teho ja energia määräytyy rakennuksen pinta-alan perusteella.
- Kerrostaloissa vastaavat arvot määrittyvät asuntojen lukumäärän mukaan.



Toimenpiteet

- Sähkönkulutusdata on sovitettu omakotitaloille ja kerrostaloille vastaamaan laskurien lämpöteholuokkia.
- Omakotitaloissa kulutus (5000-24 200 kWh/a) ja kerrostaloasunnoissa (2000 kWh/a) on jaettu tyypillisten kulutusprofiilien mukaan.
- Kiinteistösähkö perustuu Kotkan todellisiin EnerKey-mittaustietoihin ja se on skaalattu 40-580 kW teholuokkiin (20-180 MWh/a).



Toimenpiteet

- Aurinkosähködata on laadittu PVGIS-ohjelmalla Kotkan, Kouvolan ja Haminan kaupungeille vuoden 2023 tuntituotantona eri paneelitehoilla (1-100 kW).
- Tuotanto on mallinnettu useilla asennuskulmilla ja näistä on muodostettu sovite 1-500 kW järjestelmien vuosituotannon arviointiin.
- Sähkön hintadata perustuu Tilastokeskuksen vuosien 2020-2025 toteutuneisiin hintoihin.
- Maalämpöpumppujen hinnat on johdettu 90 pumpun hintadatasta eri verkkokaupoista.

Toimenpiteet

- Energiakaivojen mitoitus perustuu tyypillisiin arvoihin: matalissa kaivoissa 100 kWh/m/a ja keskisyvissä 120 kWh/m/a.
- Maalämpöpumppujen hyötysuhteet on johdettu Gebwellin eri pumppujen teknisistä tiedoista ja ne riippuvat laskureissa lämmönjakotavasta.
- Lämmityksen tuntiprofiilit on muodostettu neljän todellisen kohteen kaukolämpödatasta.
- Kiinteistöakun mallinnus perustuu tuntikohtaiseen aurinkosähködataan, jossa ensisijaisesti sähkö käytetään itse ja ylijäämäsähkö ladataan akkuun.

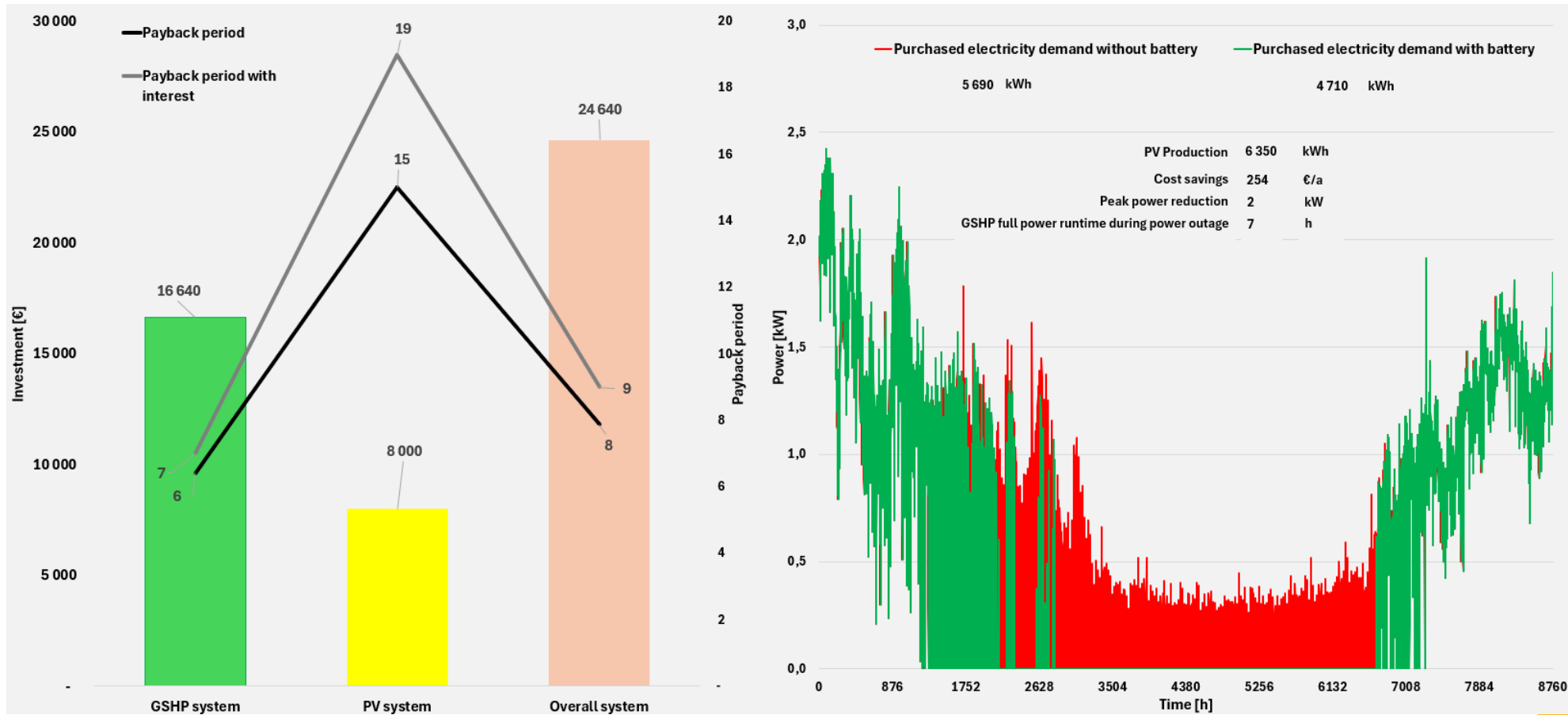
Tulokset

Input data ↓	
Source of input data	Example
Location [select from dropdown]	Kotka
Power and Energy	
Building area [select from dropdown]	300 m ²
Heating power	11 kW
Heating energy	33 MWh/a
Household battery power	10 kW
Household battery capacity	15 kWh
Share of solar electricity in consumption	40 %
GSHP service life	20 a
Boreholes and Heat Distribution	
Heat distribution system [select from dropdown]	Underfloor
GSHP share of heating power [select from dropdown]	70 %
Collector diameter	40,00 mm
Collector wall thickness	2,40 mm
Heat transfer fluid	Naturet
Cost Factors	
Borehole price per meter	40 €/m
PV price	1000 €/kWp
Electricity purchase price	100 €/MWh
Electricity selling price	25 €/MWh
Discount rate	2 %
Interest rate	2 %

Laskuri omakotitaloille, joiden lämmitysteho on 6,5-22 kW

Results ↓	
Investment and Payback Period	
GSHP system investment	16 640 €
GSHP system payback period	6 a
GSHP system payback period (with interest)	7 a
Internal rate of return	15 %
PV system investment	8 000 €
PV system payback period	15 a
Annuity	489 €/a
Internal rate of return	3 %
Total investment	24 640 €
Overall payback time	8 a
Overall payback time (with interest)	9 a
Overall internal rate of return	11 %
Energy and Solar Electricity	
GSHP share of heating energy	99 %
GSHP energy production	32 761 kWh
GSHP nominal power	8 kW
Total borehole length	240 m
Electricity consumption of heating system	7 290 kWh/a
PV power	8 kWp
Actual share of solar electricity in consumption	18 %
Costs, Savings & Emissions	
GSHP operating costs	1 290 €/a
Savings in operating costs	2 600 €/a
Total electricity cost	3 670 €/a
Savings in electricity costs with PV	530 €/a
GSHP CO ₂ emissions	130 kgCO ₂ /a
Savings from CO ₂ emissions with GSHP	1 770 kgCO ₂ /a
Savings from CO ₂ emissions with PV	160 kgCO ₂ /a
Total savings from CO ₂ emissions	1 930 kgCO ₂ /a
Technical details	
Collector inner cross-sectional area	0,00097 m ²
Total nominal volume flow	0,55 l/s
Heat transfer fluid density	967 kg/m ³
Heat transfer fluid specific heat capacity	3,697 kJ/(kgK)
Flow rate	0,57 m/s
Collector friction factor	0,01
Collector pressure drop	10 581 Pa

Tulokset



Omakotitalon laskurin kuvaajat. Vasemmalla geoenergian, aurinkosähkön ja näiden yhdistelmän investointi ja takaisinmaksuaika. Oikealla aurinkosähkön ja akuston vaikutus vuoden sähköenergian kustannuksiin ja huipputehoon.

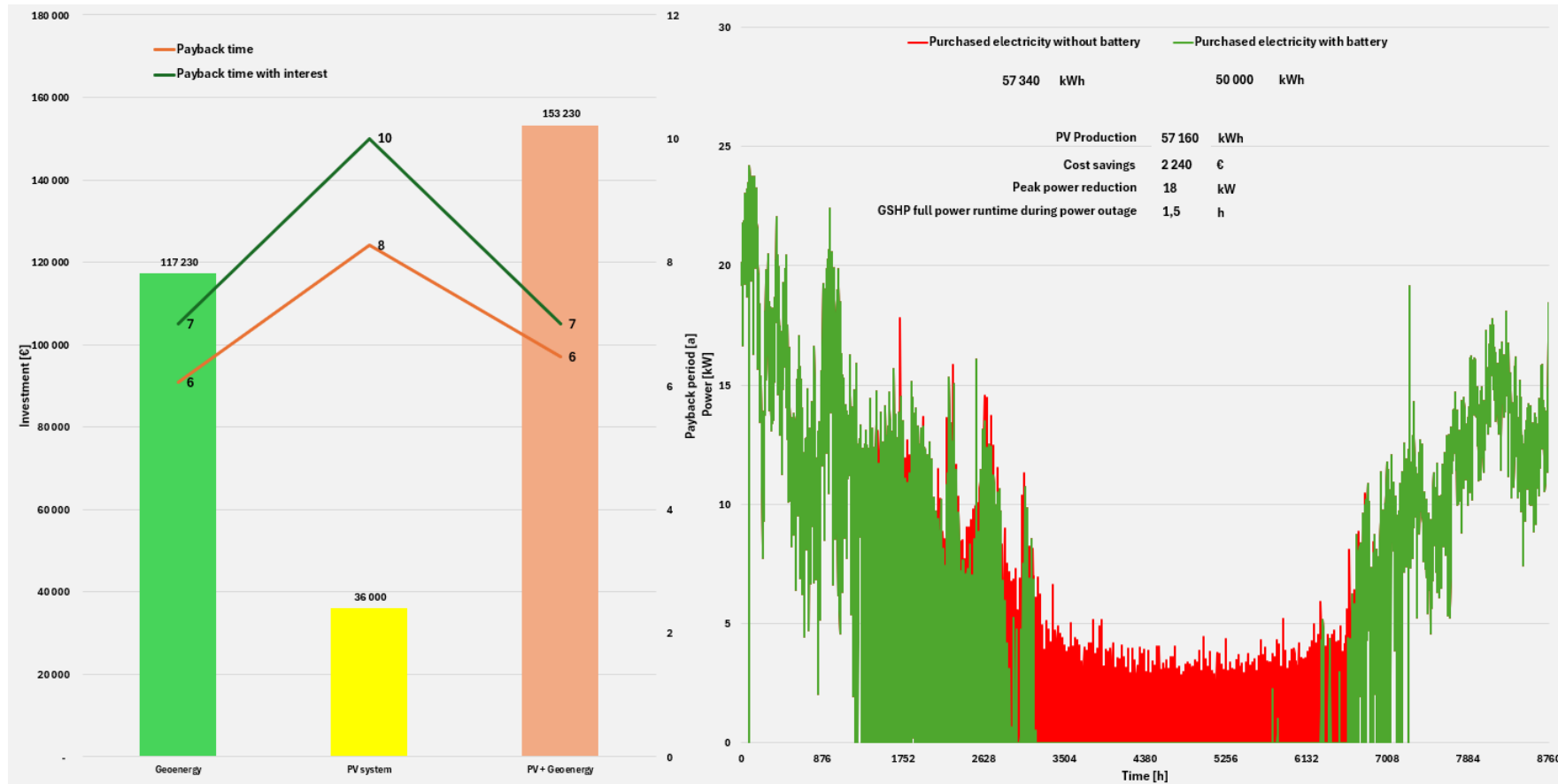
Tulokset

Input Data ↓		
Source of input data	Example	
Location [select from dropdown]	Kouvola	
Power and Energy		
Heating power	110	kW
Heating energy	291	MWh/a
Battery power	20	kW
Battery capacity	50	kWh
GSHP share of heating power [select from dropdown]	70	%
Share of solar electricity in consumption	40	%/a
Use of solar electricity	Total electricity	
Boreholes and Heat Distribution		
Heat distribution system [select from dropdown]	Radiator	
Borehole type	Medium-depth	
Collector diameter	55,0	mm
Collector wall thickness	3,3	mm
Heat transfer fluid	GeoFrost	
Heat transfer fluid density	1 080	kg/m ³
Heat transfer fluid specific heat capacity	3,29	kJ/(kgK)
Min. Distance between two boreholes	15	m
Area length	50	m
Area width	60	m
Single borehole active depth	600	m
Cost Factors		
Borehole price per meter <500m	35	€/m
Borehole price per meter >500m	35	€/m
PV price	500	€/kWp
Electricity purchase price	100	€/MWh
Electricity selling price	10	€/MWh
Discount rate	2	%
Interest rate	2	%

Laskuri kerrostaloille, joiden
lämmitysteho on 40-110 kW

Results ↓		
Investments and Payback Times		
Geoenergy investment	117 230	€
Geoenergy payback time	6	a
Geoenergy payback time incl. Interest	7	a
PV system investment	36 000	€
PV system payback time	8	a
PV system payback time incl. Interest	10	a
Total system investment	153 230	€
Total system payback time	6	a
Total system payback time incl. Interest	7	a
Energy and Solar Electricity		
GSHP share of heating energy	99,3	%
GSHP energy production	288 823	kWh
GSHP nominal power	77	kW
Total borehole depth (Power Based)	1 700	m
Power per meter (Power Based)	30	W/m
Energy per meter (Power Based)	128	kWh/m/a
Total borehole depth (Energy Based)	1 818	m
Power per meter (Energy Based)	28	W/m
Energy per meter (Energy Based)	120	kWh/m/a
Electricity consumption of heating system	72 770	kWh/a
Total consumption of electricity	134 770	kWh/a
PV production	53 910	kWh/a
PV max power	72	kW
Actual share of solar electricity in consumption	32	%/a
Costs, Savings and Emissions		
GSHP operating costs	12 620	€/a
Savings in operating costs with GSHP	19 350	€/a
Savings in electricity costs with PV	4 350	€/a
CO ₂ emissions	1 470	kgCO ₂ /a
Savings in CO ₂ emissions	15 320	kgCO ₂ /a
Savings in CO ₂ emissions with PV	1 400	kgCO ₂ /a
Technical details		
Collector inner cross-sectional area	0,0018	m ²
Total GSHP nominal volume flow	6,1	l/s
Flow rate	3,3	m/s
Collector friction factor (PE-pipe)	0,01	
Max. area for boreholes	3 000	m ²
Max. Number of boreholes	12	
Number of boreholes (based on single chosen borehole and total borehole depth)	2,83	
Single collector nominal volume flow	2,2	l/s
Single collector flow rate	1,2	m/s
Single collector pressure drop	184 854	Pa
Maximum differential pressure between collector internal pressure and hydrostatic groundwater pressure at borehole bottom	4,71	Bar

Tulokset



40-110 kW kerrostalon laskurin kuvaajat. Vasemmalla geoenergian, aurinkosähkön ja näiden yhdistelmän investointi ja takaisinmaksuaika. Oikealla aurinkosähkön ja akuston vaikutus vuoden sähköenergian kustannuksiin ja huipputehoon.

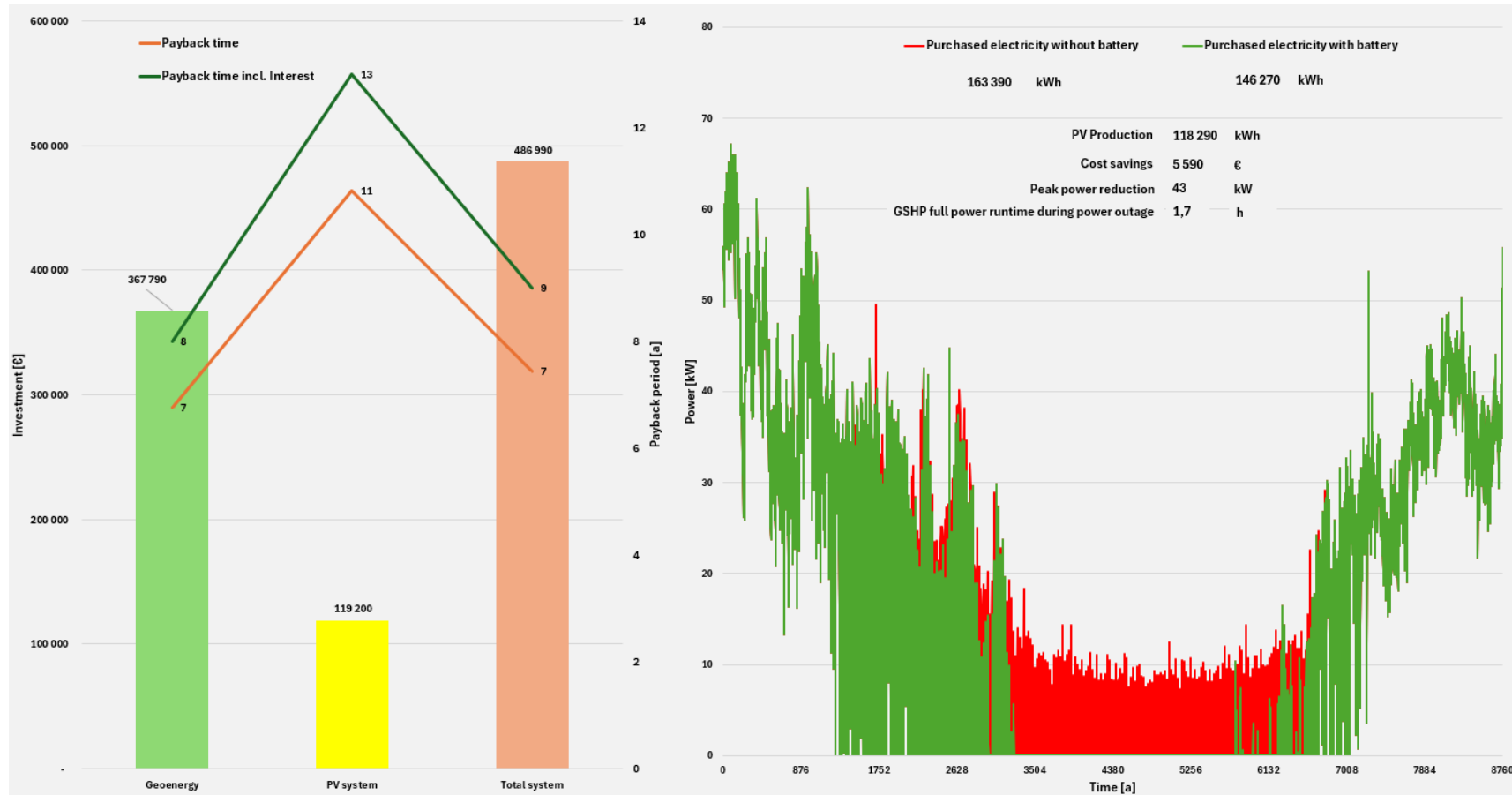
Tulokset

Input Data ↓	
Source of input data	Example
Location [select from dropdown]	Kotka
Power and Energy	
Heating power	270 kW
Heating energy [based on heating power]	822 MWh/a
Battery power	70 kW
Battery capacity	150 kWh
GSHP share of heating power [select from dropdown]	80 %
Share of solar electricity in consumption	30 %
Use of solar electricity	Total electricity
Boreholes and Heat Distribution	
Heat distribution system [select from dropdown]	Radiator
Borehole type	Medium-depth
Collector diameter	55,0 mm
Collector wall thickness	3,3 mm
Heat transfer fluid	GeoFrost
Heat transfer fluid density	1 080 kg/m ³
Heat transfer fluid specific heat capacity	3,29 kJ/(kgK)
Min. Distance between two boreholes	15 m
Area length	50 m
Area width	60 m
Single borehole active depth	800 m
Cost Factors	
Borehole price per meter <500m	30 €/m
Borehole price per meter >500m	50 €/m
PV price	800 €/kWp
Electricity purchase price	100 €/MWh
Electricity selling price	25 €/MWh
Discount rate	2 %
Interest rate	2 %

Laskuri kerrostaloille, joiden
lämmitysteho on 120-580 kW

Results ↓	
Investments and Payback Times	
Geoenergy investment	367 790 €
Geoenergy payback time	7 a
Geoenergy payback time incl. Interest	8 a
PV system investment	119 200 €
PV system payback time	11 a
PV system payback time incl. Interest	13 a
Total system investment	486 990 €
Total system payback time	7 a
Total system payback time incl. Interest	9 a
Energy and Solar Electricity	
GSHP share of heating energy	100 %
GSHP energy production	820 764 kWh
GSHP nominal power	216 kW
Total borehole active depth (Power Based)	4 780 m
Power per meter (Power Based)	30 W/m
Energy per meter (Power Based)	130 kWh/m/a
Total borehole active depth (Energy Based)	5 166 m
Power per meter (Energy Based)	28 W/m
Energy per meter (Energy Based)	120 kWh/m/a
Electricity consumption of heating system	202 160 kWh/a
Total consumption of electricity	394 610 kWh/a
PV production	118 380 kWh/a
PV max power	149 kW
Actual share of solar electricity in consumption	27 %
Costs, Savings and Emissions	
GSHP operating costs	31 410 €/a
Savings in operating costs with GSHP	54 460 €/a
Savings in electricity costs with PV	11 010 €/a
CO ₂ emissions	4 020 kgCO ₂ /a
Savings in CO ₂ emissions	43 420 kgCO ₂ /a
Savings in CO ₂ emissions with PV	3 540 kgCO ₂ /a
Technical details	
Collector inner cross-sectional area	0,0018 m ²
Total GSHP nominal volume flow	15,1 U/s
Flow rate	8,2 m/s
Collector friction factor (PE-pipe)	0,01
Max. area for boreholes	3 000 m ²
Max. Number of boreholes	12
Number of boreholes (based on single chosen borehole and total borehole depth)	6,0
Single collector nominal volume flow	2,5 U/s
Single collector flow rate	1,4 m/s
Single collector pressure drop	338 321 Pa
Maximum differential pressure between collector internal pressure and hydrostatic groundwater pressure at borehole bottom	6,28 Bar

Tulokset



40-110 kW kerrostalon laskurin kuvaajat. Vasemmalla geoenergian, aurinkosähkön ja näiden yhdistelmän investointi ja takaisinmaksuaika. Oikealla aurinkosähkön ja akuston vaikutus vuoden sähköenergian kustannuksiin ja huipputehoon.

Tulokset

Input data			Results for calculations		
Date & Time	Hourly heating energy consumption kWh	Hourly electricity consumption kWh		Monthly electricity [kWh/kk]	Share
1.1.2026 0:00	5	2,0	January	1 097	8 %
1.1.2026 1:00	2	2,0	February	1 005	8 %
1.1.2026 2:00	4	2,0	March	1 113	8 %
1.1.2026 3:00	8	1,0	April	1 065	8 %
1.1.2026 4:00	8	2,0	May	1 115	8 %
1.1.2026 5:00	8	1,0	June	1 082	8 %
1.1.2026 6:00	4	2,0	July	1 118	9 %
1.1.2026 7:00	4	1,0	August	1 128	9 %
1.1.2026 8:00	6	1,0	September	1 084	8 %
1.1.2026 9:00	1	2,0	October	1 110	8 %
1.1.2026 10:00	2	1,0	November	1 080	8 %
1.1.2026 11:00	1	1,0	December	1 132	9 %
1.1.2026 12:00	6	2,0	Sum	13 129	100 %
1.1.2026 13:00	5	1,0			
1.1.2026 14:00	8	2,0	Annual heating energy [MWh/a]	39	
1.1.2026 15:00	4	1,0			
1.1.2026 16:00	8	2,0	Annual electricity [kWh/a]	13 129	
1.1.2026 17:00	1	2,0			
1.1.2026 18:00	6	1,0	Annual max heating power [kW]	8	
1.1.2026 19:00	1	2,0			
1.1.2026 20:00	3	1,0	Annual max el. power [kW]	2	

Jokaiselle laskurille on samanlainen 'Oma Data'-välilehti, mihin voidaan syöttää vuoden tuntikohtainen lämpö- ja sähköenergian kulutus

Opinnäytetyöt

- **Geoenergian teknistaloudellinen tarkastelu aluelämmityksessä.** Ilmari Pelkonen, 2025.
- **Keskisyvän energiakaivon toiminta lämpövarastona.** Suvi Peltola, 2025. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2025052214882>
- **Geoenergiakaivon hyödyntäminen vedyn tuotannossa syntyvän hukkalämmön varastona.** Energiatekniikan erikoistyö. Maija Nygren, 2025. **liite**



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Geoenergian teknistaloudellinen tarkastelu aluelämmityksessä

- Kohteena asuinkerrostaloja Valkamakadulla Kotkan Hovinsaarella, joiden kaukolämmön yhteiskulutus 1475 MWh/a.
- Kohteeseen mitoitettiin 5x600 m kaivokenttä täydentäväksi lämmitysmuodoksi, joka kattaisi noin 50 %:a lämmitysenergiasta.
- Geoenergian investointikustannukset olisivat noin 200 000 € ja säästöä kertyisi vuodessa 65 600 €.
- Investoinnin takaisinmaksuaika olisi 7 vuotta.



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Keskisyvän energiakaivon toiminta lämpövarastona

- Työssä tarkasteltiin lämmön siirtymistä eri syvyyksissä ja etäisyyksillä keskisyvässä energiakaivossa.
- Tarkastelun kohteena oli Xamkin 817 metriä syvä energiakaivo Kotkan Sunilassa.
- Keskisyvät energiakaivot tarjoavat perinteisiin energiakaivoihin verrattuna paremman lämpöenergian oton, mutta niiden lataaminen ei ole yhtä tehokasta.
- Keskisyvien energiakaivojen lataaminen on järkevää purkujakson jälkeen, kun kallioperä on viilentynyt.



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Geoenergiakaivon hyödyntäminen vedyn tuotannossa syntyvän hukkalämmön varastona

- Energiakaivojen tulee sijaita tuotantolaitoksen yhteydessä ja energiakaivokenttä on kannattavampi, kuin yksi kaivo.
- Vedyn tuotannon hukkalämpö kannattaa hyödyntää ensisijaisesti kaukolämpöverkossa ja ladata energiakaivoihin kesäaikana.
- Kotkan Mussaloon suunnitellun P2X-laitoksen hukkalämpöteho olisi 25 MW.
- Laitoksen hukkalämpöä kannattaisi ladata energiakaivoihin huhti-toukokuusta syys-lokakuuhun.



Liitteet

- Yksityiskohtaisemmat raportit selvityksistä



Tunne huomisen.