

Kantvikin koulu Energiantuotantoratkaisut

TEKIJÄ: OSKARI LOIKKANEN
TARKASTANUT: JOONAS RYYNÄNEN

21.02.2025

Sisällysluettelo

- Alueen geoenergiapotentiaali.....3
- Kaukolämmön ja maalämmön alustavat elinkaarikustannusvertailut.....5
- Aurinkoenergiapotentiaali ja elinkaarikustannusvertailu.....11

ALUEEN GEOENERGIAPOTENTIAALI

Alueen geoenergiapotentiaali

- Tarkasteltava alue ei sijaitse pohjavesialueella
- Ei tiedossa olevaa maanalaista rakentamista/varausta
- GTK:n paikkatietokartastojen perusteella kallioperä osittain amfiboliittia ja osittain gneissia, joiden lämmönjohtavuus on keskimääräistä heikompaa
- Saatava geoenergiateho 300 m syvyisellä energiakaivolla on paikkatietokartastojen perusteella lähes 30 % heikompi verrattuna esimerkiksi eteläpuolella sijaitsevaan Sepänkannaksen alueeseen
- Pehmeän maan peitepaksuus kartastojen perusteella kohtalaisella tasolla
- Alustava maalämpökaivomäärä on arvioitu simulointiohjelman EED-avulla, jolloin kaivokentän tarpeeksi tulee 12 kpl x 320 m ja lämpöpumpputehoksi 110 kW, jotta saavutetaan noin 95 % lämmitysenergianpeitto
 - Lisälämmitys (5 %) tuotetaan sähkökattilalla
- Tarvittavan maalämpökaivomäärän on alustavasti arvioitu mahtuvan kohteen tontille riittävät suojaetäisyydet huomioituna
 - Mikäli maalämpöratkaisu valitaan edistettäväksi, tulee tarkemmassa suunnittelussa huomioida mm. puuston sekä rinteellisen tontin vaikutus energiakaivojen toteutuksen



Alueen kallioperä karkeasti paikkatietokartastojen perusteella Vihreällä amfiboliittia ja vaalealla gneissia

KAUKOLÄMMÖN JA MAALÄMMÖN ELINKAARIKUSTANNUSVERTAILUT

Energiaratkaisujen elinkaarikustannustarkastelun lähtökohdat

- Vuotuiset energiakustannukset on määritetty uudisrakennusvaihtoehdon kaukolämpöratkaisulle sekä maalämpöratkaisulle (ilman aurinkopaneeleita)
- Vuotuiset energiantarpeet on arvioitu alustavasti referenssikohteiden kulutuslukemien perusteella kohteen laajuuteen skaalaamalla
 - Todelliseen kulutukseen vaikuttaa merkittävästi mm. rakennuksen suunnittelu- ja toteutusratkaisut sekä rakennuksen todellinen käyttö ja toteutunut sää (eroaa merkittävästi E-lukulaskennan vakioidun käytön mukaisesta laskennasta)
 - Vuotuinen lämmöntarve noin 400 MWh/v (noin 100 kWh/m²)
 - Vuotuinen sähköntarve noin 320 MWh/v (noin 79 kWh/m²) sisältäen vedenjäähdytyskoneiden sähkönkäytön
 - Vuotuinen jäähdytysenergiantarve noin 40 MWh (noin 10 kWh/m²)
- Arvioidut huipputehontarpeet (energiälaskennan vuosisään mukaan tunnin keskiarvona sis. mitoitusulkolämpötilajakso) tehomaksulaskentaa varten
 - Lämmitys yhteensä 280 kW
 - Tilalämmitys 90 kW
 - Ilmanvaihto 170 kW
 - Lämmin käyttövesi 50 kW
 - Jäähdytys 200 kW
 - Sähkö 100 kW (ilman mahdollista lämmitys- ja jäähdytyssähköä)
- Kaukolämmön energia- ja tehomaksut Fortumin voimassa olevan Viisas-hinnaston mukaisesti
- Sähkönsiirto Carunan voimassa olevan hinnaston mukaisesti (oletuksena pienjännitetehosiirto PJ1)
- Sähkön kokonaishinta yhteensä 116,13 €/MWh (alv 0 %)
 - Sähköenergia 76,9 €/MWh (Fortum, yritys Varma kiinteähintainen sähkösopimus)
 - Sähkönsiirto 16,7 €/MWh (Caruna PJ1 tehosiirto)
 - Sähkövero 22,53 €/MWh

Energiakustannukset – Kaukolämpö, ei paneeleita (uudisrakennus)

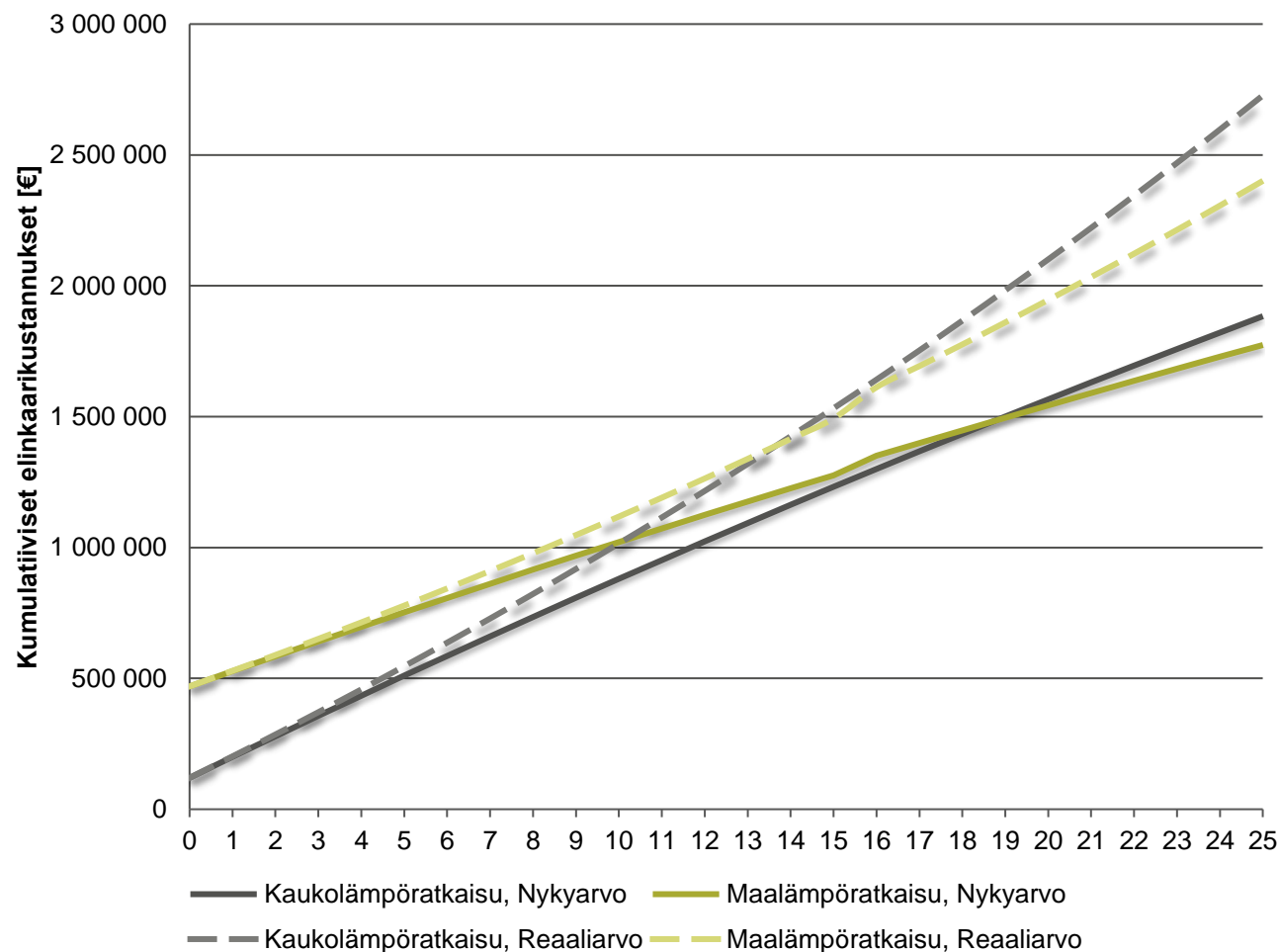
Kuukausi (arvioitu 1. vuoden osalta)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YHTEENSÄ per vuosi
Kaukolämmöntarve MWh/kk	65	61	55	32	14	3	1	4	19	35	51	60	400
Energiamaksut (Fortum viisas), €/MWh alv 0 %	60,57	60,57	60,57	43,11	43,11	24,07	24,07	24,07	43,11	43,11	60,57	60,57	
Energiamaksut yhteensä, € alv 0 %	3 940	3 670	3 330	1 370	620	80	30	90	800	1 510	3 080	3 650	22 170
Tehomaksut (Fortum viisas), € alv 0 %	1 380	1 380	1 380	1 380	1 380	1 380	1 380	1 380	1 380	1 380	1 380	1 380	16 560
													38 730
Sähkötarve MWh/kk	26	25	26	25	27	24	25	25	25	27	26	26	310
Sähkön energiamaksut, € alv 0 %	3 700	3 250	3 470	3 420	3 700	1 990	1 770	3 500	3 410	3 600	3 450	3 630	38 890
Teho ja perusmaksut, € alv 0 %	170	170	170	170	240	140	110	220	200	170	170	170	2 100
Energiamaksut yhteensä alv 0 %													
Sähkö yhteensä, €	3 870	3 420	3 640	3 590	3 940	2 130	1 880	3 720	3 610	3 770	3 620	3 800	40 990
Kaukolämpö yhteensä, €	5 320	5 050	4 710	2 750	2 000	1 460	1 410	1 470	2 180	2 890	4 460	5 030	38 730
Energia -ja tehomaksut yhteensä, €	9 190	8 470	8 350	6 340	5 940	3 590	3 290	5 190	5 790	6 660	8 080	8 830	79 700

Energiakustannukset – Maalämpö, ei paneeleita (uudisrakennus)

Kuukausi (arvioitu 1. vuoden osalta)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YHTEENSÄ per vuosi
Sähkötarve MWh/kk	58	49	46	39	37	20	17	32	34	39	42	49	463
Sähkön energiamaksut, € alv 0 %	6 750	5 720	5 340	4 560	4 250	2 300	2 020	3 770	3 920	4 590	4 910	5 640	53 770
Teho ja perusmaksut, € alv 0 %	460	380	260	220	240	150	110	210	200	220	270	270	2 990
Sähkö yhteensä, €	7 210	6 100	5 600	4 780	4 490	2 450	2 130	3 980	4 120	4 810	5 180	5 910	56 760
Energia -ja tehomaksut yhteensä, €	7 210	6 100	5 600	4 780	4 490	2 450	2 130	3 980	4 120	4 810	5 180	5 910	56 800

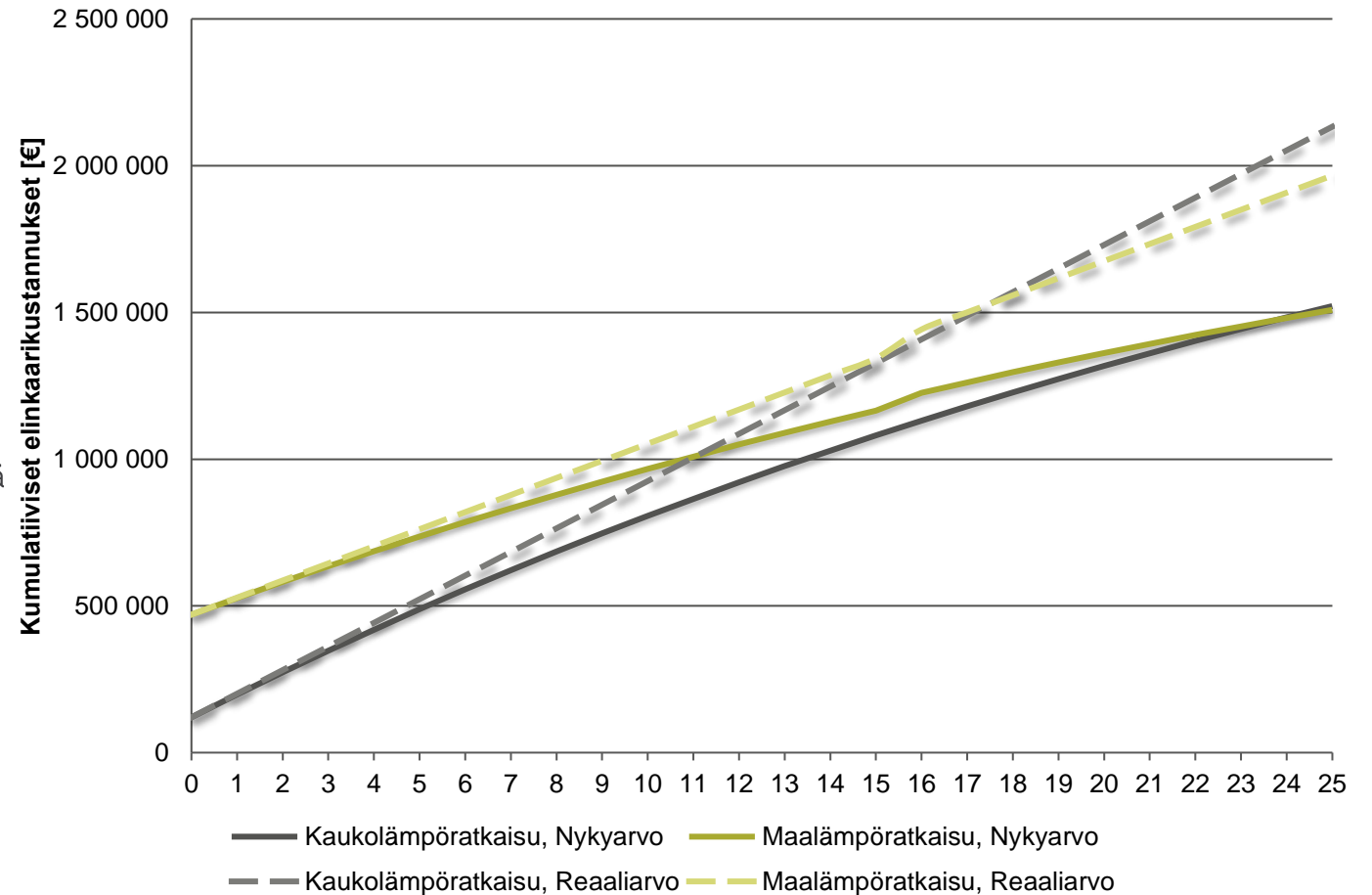
Elinkaarikustannukset (kaukolämpö vs. maalämpö, uudisrakennus)

- Tarkastelussa on huomioitu energianjärjestelmien elinkaarikustannukset 25 vuoden tarkastelujaksolle
- Diskonttauskorkona käytetty arvoa 3,0 %
 - Tulokset esitetty myös ilman diskonttauskorkoa
- Kaukolämmön investointikustannusarvio noin 60 000 € alv 0 % (liittymän osuus Fortumin hinnaston mukaan 20 000 €)
 - Kaukolämpöpaketin käyttöiäksi arvioitu 25 vuotta
 - Jäähdytys vedenjäähdytyskoneilla (investointikustannukset arviolta + 60 000 €)
 - Vuotuiset huoltokustannukset (kaukolämpö ja vedenjäähdytyskoneet yhteensä) arviolta noin 1 000 €/v
- Maalämpöjärjestelmän investointikustannusarvio noin 440 000 € alv 0 %
 - Kompressorien ja ohjausautomaatiikan uusinta 15 vuoden kohdalla
 - Tarvittava jäähdytyksen huipputeho vedenjäähdytyskoneilla (kustannusarvio +30 000 €)
 - Vuotuiset huoltokustannukset arviolta noin 1 500 €/v
- Energian vuotuiset hintanousut oletuksena 2 % (sähkö ja kaukolämpö)
- Elinkaarikustannukset 25 vuoden tarkastelujaksolla
 - Kaukolämpöratkaisu
 - Diskontattuna (nykyarvoilla) 1 883 500 € alv 0 %
 - Ilman diskonttausta 2 727 400 € alv 0 %
 - Maalämpöratkaisu
 - Diskontattuna (nykyarvoilla) 1 773 900 € alv 0 %
 - Ilman diskonttausta 2 401 600 € alv 0 %



Elinkaarikustannukset (herkkyystarkastelu)

- Herkkyystarkastelussa on esitetty aiemmat tulokset ilman energiakustannusten vuotuista nousua
- Elinkaarikustannukset 25 vuoden tarkastelujaksolla
 - Kaukolämpöratkaisu
 - Diskontattuna (nykyarvoilla) 1 521 700 € alv 0 %
 - Ilman diskonttausta 2 132 400 € alv 0 %
 - Maalämpöratkaisu
 - Diskontattuna (nykyarvoilla) 1 509 200 € alv 0 %
 - Ilman diskonttausta 1 966 300 € alv 0 %
- Elinkaarikustannukset 25 vuoden tarkastelujaksolla nykyarvoilla laskettuna lähes samaa tasoa molemmilla ratkaisuilla
- Maalämpöratkaisun kannattavuuteen vaikuttaa mm. keskimääräistä heikompi kallioperän geoenergiapotentiaali kohteen tontilla



AURINKOENERGIAPOTENTIAALI

Aurinkoenergiapotentiaalin lähtökohdat

- Tarkasteltu aurinkopaneelien sijoitusta uudisrakennuksen eteläpuoleiselle etelään kallistetulle kattopinnalle
 - Kahdella eri puuston korkeudella (15 m ja 23 m) maaston pinnanmuodot huomioituna
 - Kallistus noin 10 astetta katon pinnan kaltevuustasosta (yhteensä noin 15 astetta vaakatasoon nähden)
- Alustava järjestelmän maksimilaajuus soveltuvalla kattopinnalla noin 80 kWp
 - Arvioitu investointikustannus 65 000 € (alv 0 %)
 - Oletuksena nykyaikainen älykäs aurinkosähköjärjestelmä
 - Sis. mikroinvertterit/optimoijat → yhden paneelin varjostus ei heikennä muiden tuottoa
 - Tuntitasolla arvioitu vuotuinen omakäyttöaste 80 kWp järjestelmällä on vajaa 90 %
 - Koulujen kesälomien aikainen pienempi sähkönkulutus huomioitu arviossa
- Alustavissa elinkaarikustannustarkasteluissa lähtökohtana mm.
 - Laskentakorko 3 %
 - Sähkön vuotuinen hintanousu 2 %
 - Invertterien uusimiset
 - Aurinkopaneelien tuotannon vuotuinen heikentyminen (noin 0,5 % vuodessa) on huomioitu
 - Arvioidut ylläpito- ja huoltokustannukset noin 700 €/v
 - Sähkön kokonaishinta yhteensä 116,13 €/MWh (alv 0 %)
 - Sähköenergia 76,9 €/MWh (Fortum, yritys Varma kiinteähintainen sähkösopimus)
 - Sähkönsiirto 16,7 €/MWh (Caruna PJ1 tehosiirto)
 - Sähkövero 22,53 €/MWh

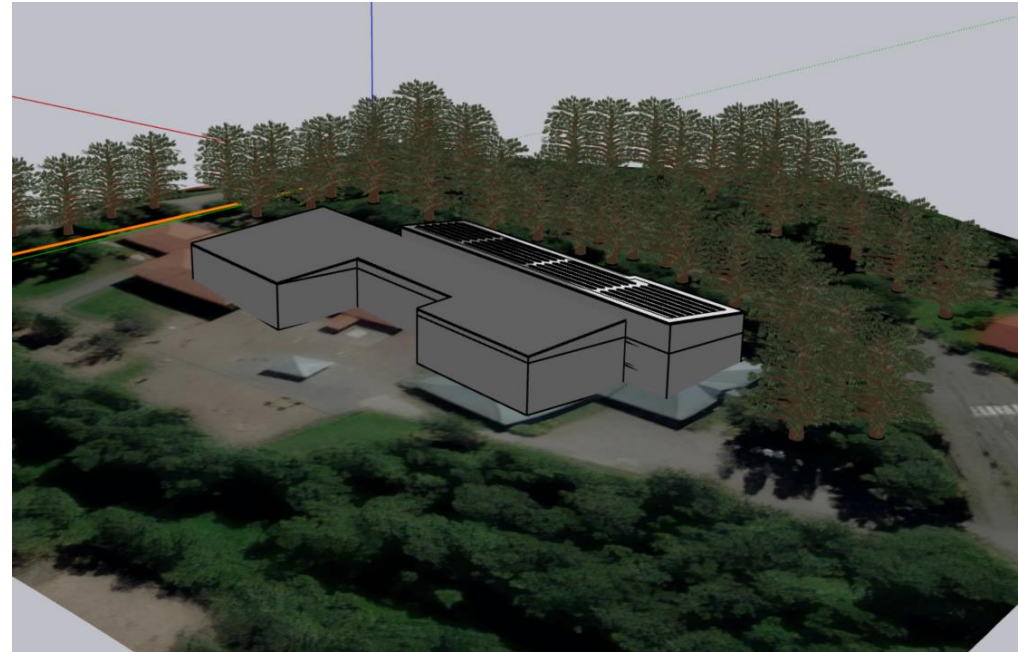


Tuotannon ja varjostushäviöiden simuloinnit

- V1: Mallinnettu oletuksena puusto 23 m
- Simuloidut varjostushäviöt noin 30 %
- Vuosituotanto noin 650 kWh/kWp



- V2: Mallinnettu oletuksena puusto 15 m
- Simuloidut Varjostushäviöt noin 10 %
- Vuosituotanto noin 800 kWh/kWp



- Todellisuudessa puuston sijainnit ja korkeustaso vaihtelee (15-23 m) simuloiduista versioista, jolloin todelliset varjostushäviöt ovat todennäköisesti 10-30 % välillä, lisäksi puista tippuvat lehdet/neulaset lisäävät paikoittaisia häviöitä

Aurinkoenergiapotentiaali - Johtopäätökset

- Tuotannon kuukausitason varjostushäviöt ovat pienimmillään kesäkuukausina (V1 kesä-heinäkuussa noin 10 %), jolloin rakennuksen käyttö ja sähköntarve on pienempää
 - Suuremman sähköntarpeen ajankohtana keväällä ja syksyllä kuukausitason keskimääräiset varjostushäviöt merkittävästi suuremmat (V1 simuloinnissa varjostushäviöiden kuukausitason vaihteluväli 35–65 %)
- Esitetyillä lähtökohdilla puuston varjostuksen vaikutus takaisinmaksuaikaan nykyarvoilla laskettuna eri varjostusskenaarioilla:
 - Ei puuston varjostusta → noin 10 vuotta
 - Varjostushäviöt 15 m (n. 10 %) puustolla → noin 12 vuotta
 - Varjostushäviöt 23 m (n. 30 %) puustolla → noin 16 vuotta
- Herkkyystarkasteluna ilman sähkön vuotuista hintanousua takaisinmaksuaika nykyarvoilla eri varjostusskenaarioilla:
 - Ei puuston varjostusta → noin 11 vuotta
 - Varjostushäviöt 15 m (n. 10 %) puustolla → noin 13 vuotta
 - Varjostushäviöt 23 m (n. 30 %) puustolla → noin 19 vuotta
- Todellisuudessa paneelien puustosta aiheutuvat varjostushäviöt ovat lähempänä n. 20 % tasoa, mutta tuotantoa heikentää entisestään heikentää myös esimerkiksi puustosta tippuvat lehdet/neulaset
- Tarkastelujen perusteella aurinkopaneelit nostavat rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkeä päästötietokannan vakiopaneelilla sekä myös matalamman päästöarvon omaavalla Longi Solarin peruspaneelilla (päästövaikutukset paneelin EPD-ympäristöselosteen perusteella) ympäristöministeriön arviointimenetelmällä tarkasteltuna (arvioidulla käyttöjaksolla 2028-2077 päästötietokannan päästökertoimilla)

SWECO

