



14.11.2019

MAALÄMMÖN HANKESELVITYS
Lapon Oy
Miikka Peltokorpi DI

Maalämmön hankeselvitys

Riihikallion koulukeskus
Pellavamäentie 15
04320 Tuusula

Yleistä

Osa riihikallion vanhasta koulurakennuksesta puretaan ja tilalle rakennetaan uusi rakennus. Vanhasta rakennuksesta liikuntasali ja vuonna 2007 rakennettu laajennus säästetään. Nykyinen lämmitys on toteutettu kaukolämmöllä.

Lähtötiedot:

Uusi koulurakennus	noin 50 000 m ³
Vanha liikuntasali	noin 9600 m ³
Vuonna 2007 rakennettu laajennus	noin 6900 m ³

Lämmönjako lattialämmityksellä ja seinäpattereilla. Lämmitysverkon suunniteltu maksimilämpötila noin +80 astetta, mutta tyypillisesti noin +65..70 asteen menoveden maksimilämpötila riittää.

Tässä hankeselvityksessä selvitetään alustavasti, onko maalämpö kohteeseen toteutettavissa ja onko se taloudellisesti kannattava investointi.

Energiahinnat laskelmassa

Kaukolämmön kokonaishinta (perusmaksu+energiamaksu) **80 €/MWh**

Sähkön hinta (tehomaksu+energiamaksu) **120 €/MWh**

Hinnat sis. alv-24%

Lämmitysenergian- ja tehontarve

Insinööritoimisto Jäntti Oy on tehnyt 9.11.2019 kohteeseen alustavan lämpöteholaskelman. Laskelman perusteella tilojen lämmityksen ja ilmastoinnin lämmitystehontarve on yhteensä noin **1600 kW**. Lämpimän käyttöveden tehontarve on noin 350 kW, joten lämmitystehontarve on yhteensä noin 1950 kW. Todennäköisesti lämmitystehontarvetta voidaan kuitenkin hieman pienentää tarpeenmukaisella ilmanvaihdolla.

Rakennusten lämmitysenergiatarve arvioidaan alustavasti seuraavasti:

Uusi koulurakennus noin	$50\,000\text{ m}^3 * 20\text{ kWh/m}^3 = 1000\text{ MWh/vuosi}$
Vanha liikuntasali noin	$9600\text{ m}^3 * 20\text{ kWh/m}^3 = 190\text{ MWh/vuosi}$
Vuonna 2007 rakennettu laajennus noin	$6900\text{ m}^3 * 25\text{ kWh/m}^3 = 170\text{ MWh/vuosi}$
Lämmitysenergiatarve yhteensä	1360 MWh/vuosi

Tämän hankeselvityksen laskelmat tehdään sillä oletuksella, että lämmitysenergiatarve olisi **1360 MWh/vuosi**. Tämä sisältää lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluvan energian.

Maalämmön soveltuvuus kohteeseen

Koulun tontti on suuri, joten käytettävissä oleva kalliomassa on suuri. Tontin kallioperästä saadaan tarvittava määrä energiaa. Tontti ei sijaitse pohjavesialueella, joten kaivojen poraamiselle ei ole esteitä.

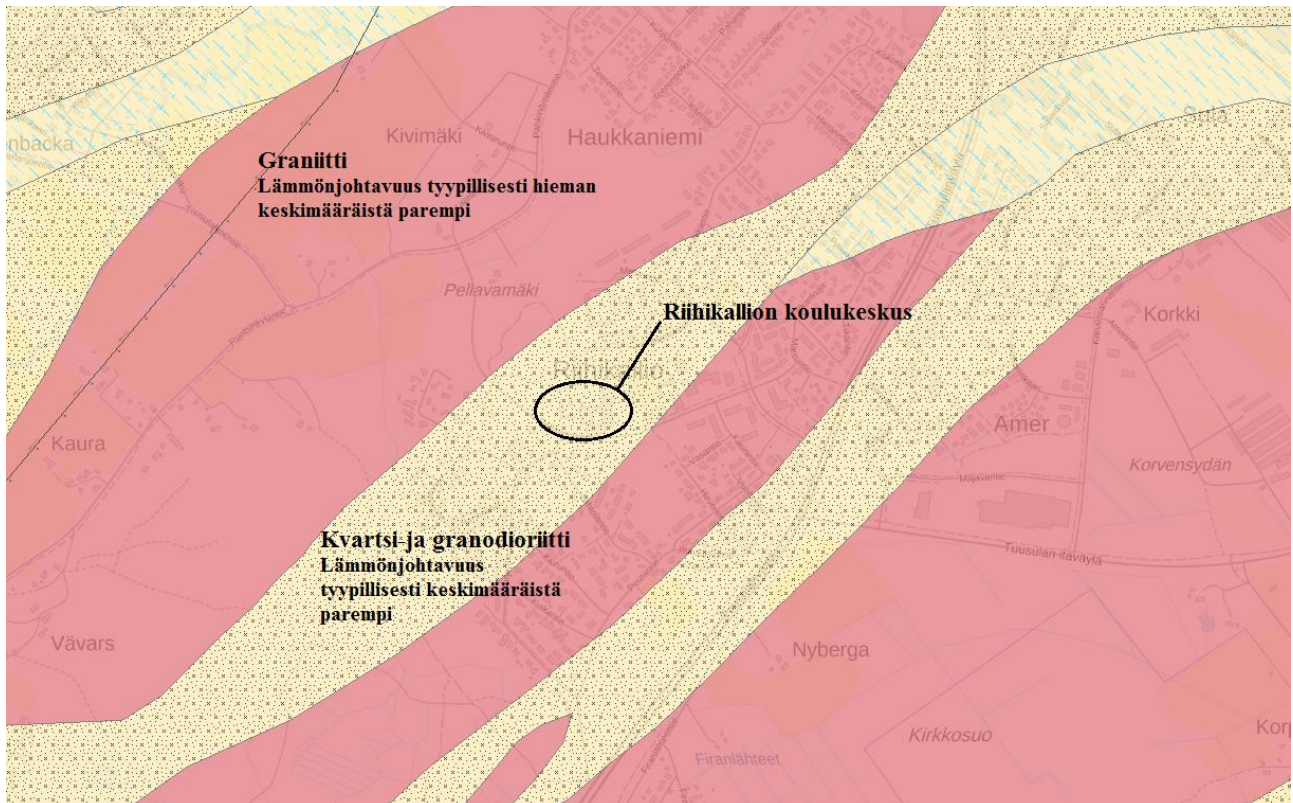
Lämmitystehontarve on todella suuri suhteessa tarvittavaan energiamäärään. Ilmanvaihdon huipputehontarve on koulurakennuksissa niin suuri, että tyypillisesti tehontarve on yhtä suuri, kuin lämmitysenergiatarve. Näin suurta tehoa ei maalämpöpumpuilla (ja sähkökattilalla) ole kannattavaa tuottaa, joten pelkkä maalämpö ilman kaukolämpöä ei ole kohteeseen vaihtoehto.

Kaukolämmön rinnalle voidaan rakentaa osatehoinen maalämpölaitteisto, jolla tuotettaisiin osa lämmitysenergiatarpeesta. Lämpimän käyttöveden esilämmitys tehtäisiin maalämmöllä. Tässä hankeselvityksessä selvitetään minkä tehoinen maalämpölaitteisto kohteeseen olisi taloudellisinta rakentaa.

Kallioperän termiset ominaisuudet

Kohde sijaitsee Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) kallioperäkarttojen mukaan kahden kallioperävyöhykkeen (Etelä-Suomen graniittivyöhykkeen ja Etelä-Suomen plutonisen vyöhykkeen) rajavyöhykkeellä. Etelä-Suomen plutonisella vyöhykkeellä (kuvassa keltaisella) pääkivilajeina ovat kvartsi- ja granodioriitti ja Etelä-Suomen graniittivyöhykkeellä nimensä mukaan graniitti. Kaikkien kivilajien lämmönjohtavuus on keskimäärin Suomen kallioperän keskimääräistä lämmönjohtavuutta 3 W/Km parempi.

Kallioperän lämmönjohtavuudeksi voidaan melko luotettavasti arvioida noin 3,2 W/Km. Maakerroksen paksuus on maastokarttojen sekä aiemmin tehtyjen kairausten perusteella todennäköisesti melko pieni (noin 5-10 metriä). Noin 300 metriä syvän kaivon keskilämpötila Tuusulassa on noin +8,0 °C.



Ote GTK:n kallioperäkartasta Riihikallion koulun alueelta

Kaivokentän alustavassa mitoituksessa käytettävät parametrit:

Kallioperän häiriintymätön lämpötila: 8,0 °C

Lämmönjohtavuus (λ): 3,2 W/Km

Porakaivon lämpövastus: 0,11 Km/W (tyypillinen arvo 115mm kaivolla ja 40mm kollektoreilla)

Tontin kallioperä soveltuu kallioperäkarttojen mukaan hyvin maalämmön hyödyntämiseen. Tontin kallioperän termiset ominaisuudet on kuitenkin suositeltavaa mitata TRT-mittauksella, mikäli hanketta lähdetään viemään eteenpäin.

Lämpöpumpputeho ja hyötysuhde

Alla taulukko, jossa on laskettu arviot tuotettavasta lämmitysenergiämäärästä eri lämpöpumpputehoilla

Tuotettava energia eri lämpöpumpputehoilla							
	Osuus	MWh	100 kW	160 kW	180 kW	200 kW	250 kW
Tammikuu	0,159	216,2	72	119	127,2	136,8	176,7
Helmikuu	0,150	203,5	72	115,2	123,1	136,8	171
Maaliskuu	0,138	187,2	72	115,2	123,1	129,6	162
Huhtikuu	0,091	123,8	68,4	103,7	111,4	111,4	111,4
Toukokuu	0,040	54,3	40,7	40,7	46,2	46,2	51,6
Kesäkuu	0,011	15,0	9	9	9	9	9
Heinäkuu	0,008	10,8	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Elokuu	0,012	16,5	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9
Syyskuu	0,043	57,9	43,4	43,4	49,2	49,2	55
Lokakuu	0,085	115,3	67	95,2	103,8	103,8	109,6
Marraskuu	0,118	160,3	72	109,4	123,1	129,6	144,3
Joulukuu	0,146	199,0	72	115,2	123,1	136,8	162
	1,00	1360	603,9	881,5	954,6	1004,5	1167,9
	Osuus energiasta		0,44	0,65	0,7	0,74	0,86

Taulukon perusteella havaitaan, että hyvinkin osatehoisella maalämpölaitteistolla voidaan tuottaa suuri osa lämmitysenergiantarpeesta.

Alla toinen taulukko, johon on laskettu kaukolämmön- ja sähkönkulutus eri lämpöpumpputehoilla sekä arvioitu maalämmön investointisumma.

Lämpöpumpputeho	100 kW	160 kW	180 kW	200 kW	250 kW
Lämpöpumpuilla tuotettava energia MWh	604	882	955	1005	1168
Kaukolämmöllä tuotettava energia MWh	756	478	405	355	192
Lämpöpumppujen COP	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Maalämmön sähkönkulutus MWh	184	267	290	305	354
"ilmaisenergia" kallioperästä MWh	420	615	665	700	814
Porausmetritarve alustava	4600m	6900m	7600m	8400m	10 400m
Kaivomäärä	15 kpl	23 kpl	25 kpl	28 kpl	35 kpl
Investointilaskelma					
Kaivokenttä	180 000 €	260 000 €	290 000 €	320 000 €	390 000 €
Lämpöpumput,varaaja ym.	50 000 €	60 000 €	60 000 €	70 000 €	80 000 €
Asennustyö	20 000 €	30 000 €	30 000 €	40 000 €	40 000 €
Sähkötyö	10 000 €	10 000 €	10 000 €	10 000 €	10 000 €
Investointisumma yhteensä	260 000 €	360 000 €	390 000 €	440 000 €	520 000 €

Lämpöpumppujen hinta ei muutu lineaarisesti, sillä noin 180 kW tehoon asti selvittää kahdella lämpöpumpulla. 200 kW ja 250 kW lämpöpumpputeholla tarvitaan kolme lämpöpumppua. Myös porausmetritarve ei ole lineaarisesti kasvava, sillä suuremmassa kaivokentässä kaivojen väliset vaikutukset kasvavat ja sen kautta porausmetriltä otettavissa oleva energiamäärä pienenee. Alustavat porausmetrimäärä on simuloitu EED-simulointiohjelmalla.

Maalämmön kannattavuuslaskelma

Alla taulukko, jossa on laskettu maalämmön kannattavuus eri lämpöpumpputehoilla.

	Lämpöpumpputeho				
	100 kW	160 kW	180 kW	200 kW	250 kW
Lämmityskustannus pelkkä kaukolämpö	108 800 €	108 800 €	108 800 €	108 800 €	108 800 €
Lämmityskustannus maalämpö+kaukolämpö					
Kaukolämpö	60 486 €	38 278 €	32 430 €	29 149 €	16 326 €
Maalämpösähkö	22 068 €	31 980 €	34 752 €	36 540 €	42 468 €
Lämmityskustannus yhteensä	82 554 €	70 258 €	67 182 €	65 689 €	58 794 €
Säästö €/vuosi	26 246 €	38 542 €	41 618 €	43 111 €	50 006 €
30 vuoden elinkaarisäästö (lainan korko 2% ja hintojen nousu 2%)	750 000 €	1 130 000 €	1 230 000 €	1 210 000 €	1 400 000 €
Takaisinmaksuaika	9,9 vuotta	9,3 vuotta	9,4 vuotta	10,2 vuotta	10,4 vuotta
Elinkaarisäästöt/investointi	2,88	3,14	3,15	2,75	2,69

Kaukolämmön kustannus kasvaa hieman, kun sillä tuotettava energiamäärä pienenee. Tämä johtuu siitä, ettei kaukolämmön perusmaksu laske samassa suhteessa, kuin energiakulutus. Laskelmassa 100-180 kW maalämpölaitteistojen kaukolämmöhintana on käytetty arvoa 80 €/MWh, 200 kW laitteistolla arvoa 82 €/MWh ja 250 kW laitteistolla 85 €/MWh.

Taulukon perusteella noin 160-180 kW maalämpölaitteisto on kohteeseen taloudellisesti kannattavin. Investoinnin takaisinmaksuaika on alle 10 vuotta ja 30 vuoden elinkaaren aikana maalämpö tuottaa yli kolminkertaisen määrän säästöjä suhteessa investointisummaan. Kaukolämmön rinnalle rakennettava osatehoinen maalämpölaitteisto näyttäisi olevan hyvin kannattava investointi.

Yhteenveto

Maalämpö ei ole yksistään kohteeseen soveltuva lämmitysmuoto. Maalämmön ja kaukolämmön yhdistelmä on kuitenkin mahdollinen vaihtoehto. Kohde ei sijaitse pohjavesialueella, joten kaivojen poraamiselle ei ole estettä.

Tontin kallioperä on GTK:n kallioperäkarttojen perusteella keskimääräistä parempaa. Kallioperän puolesta kallio soveltuu siis hyvin maalämmön hyödyntämiseen. Tontin kallioperän termiset ominaisuudet on kuitenkin suositeltavaa mitata TRT-mittauksella, mikäli hanketta lähdetään viemään eteenpäin.

Taloudellisesti kannattavin vaihtoehto näyttäisi olevan noin 160..180 kW maalämpölaitteisto, jolla saadaan tuotettua laskennallisesti noin 65-70 % koko lämmitysenergiantarpeesta.

Maalämpö näyttäisi olevan taloudellisesti hyvin kannattava investointi. Investoinnin takaisinmaksuaika on alle 10 vuotta ja 30 vuoden elinkaaren aikana maalämpö tuottaa yli kolminkertaisen määrän säästöjä suhteessa investointisummaan.

Tämän laskelman energiakulutukset perustuvat hyvin alustaviin arvioihin energiakulutuksesta. Laskelma on kuitenkin hyvin suuntaa-antava maalämmön kannattavuudesta.