POHJAVESIENERGIAN HYÖDYNTÄMINEN SKANSSISSA

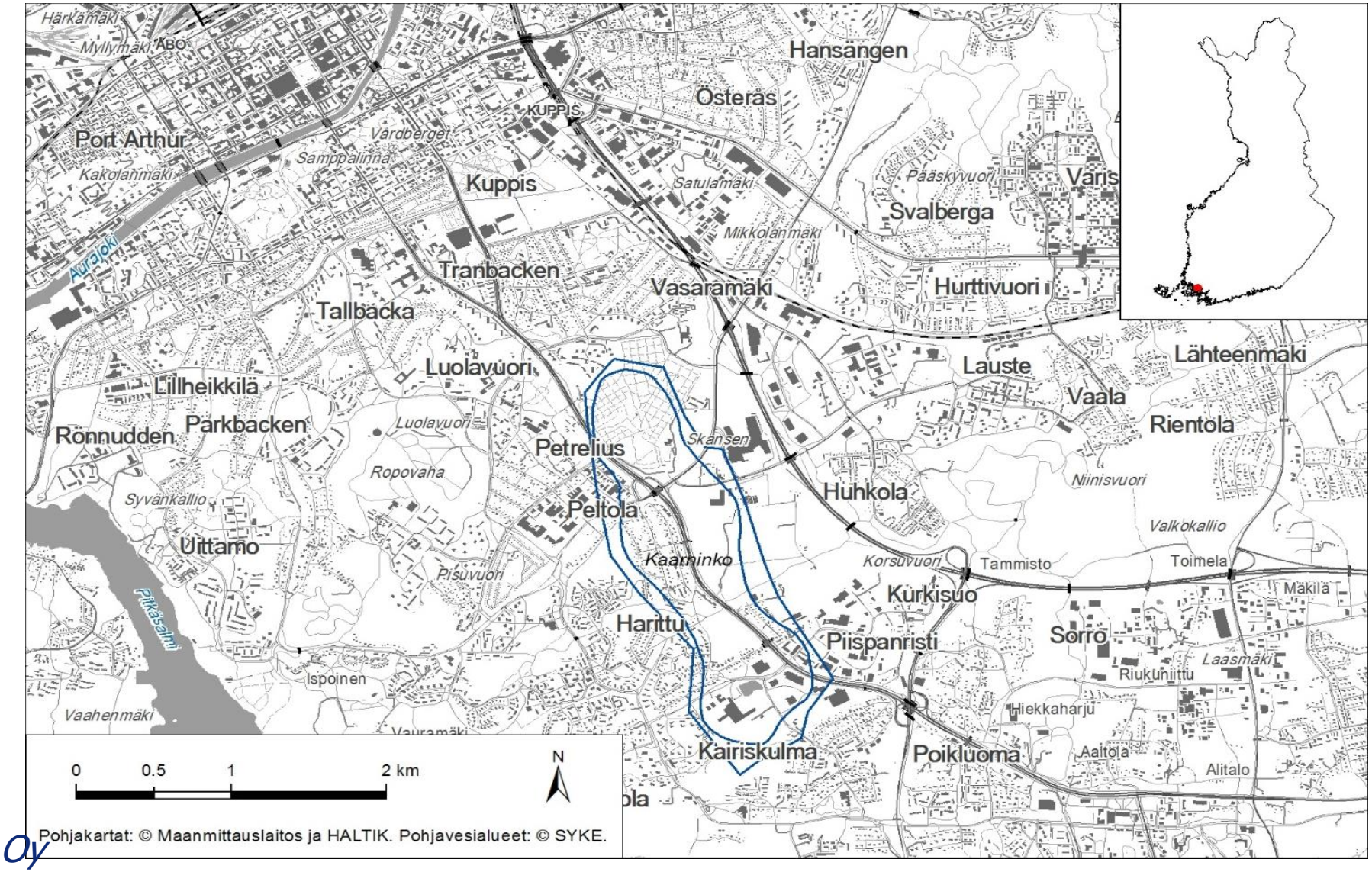
Aluetason energiaratkaisut. 25.8.2020

Teppo Arola ja Kari Kauppila

EnerSys CM Oy

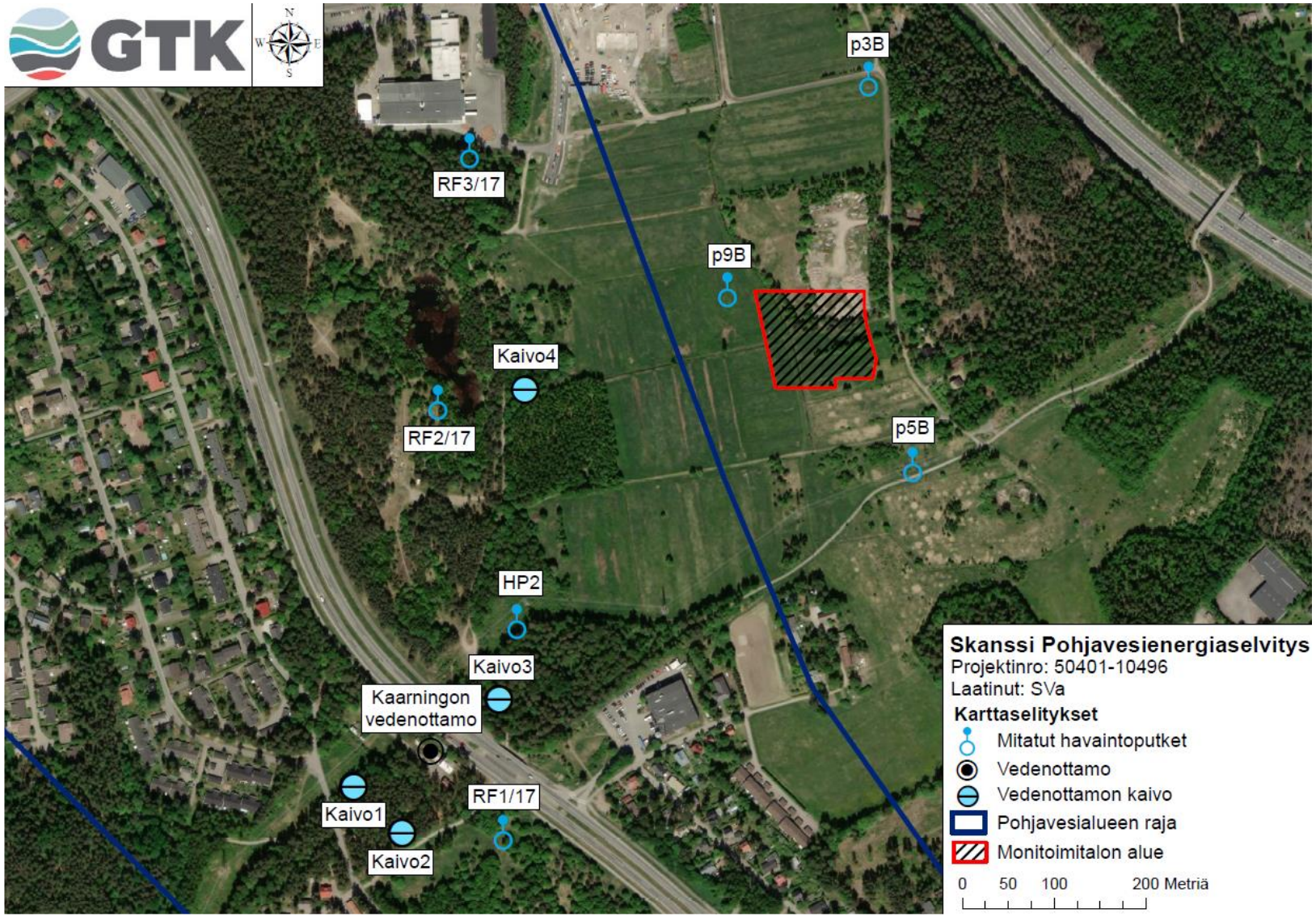
GTK

SIJAINTI



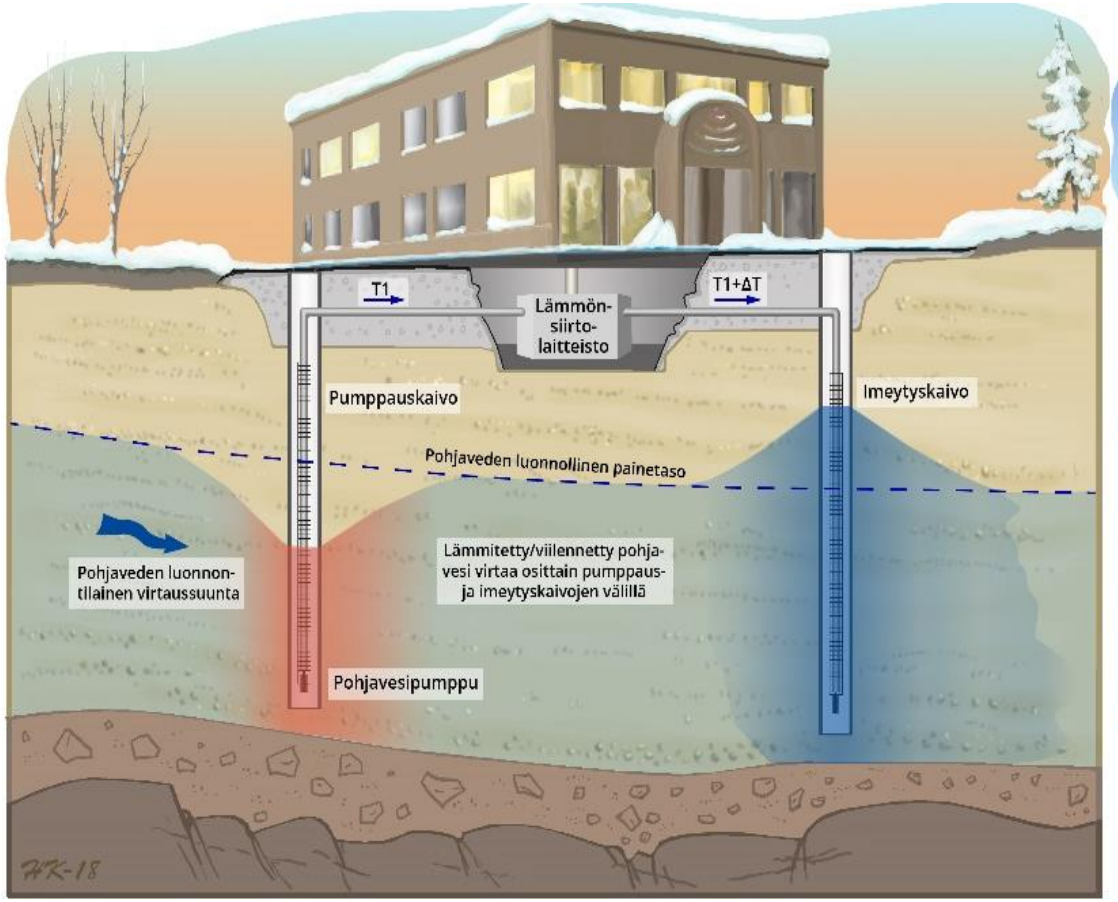
EnerSys CM Oy

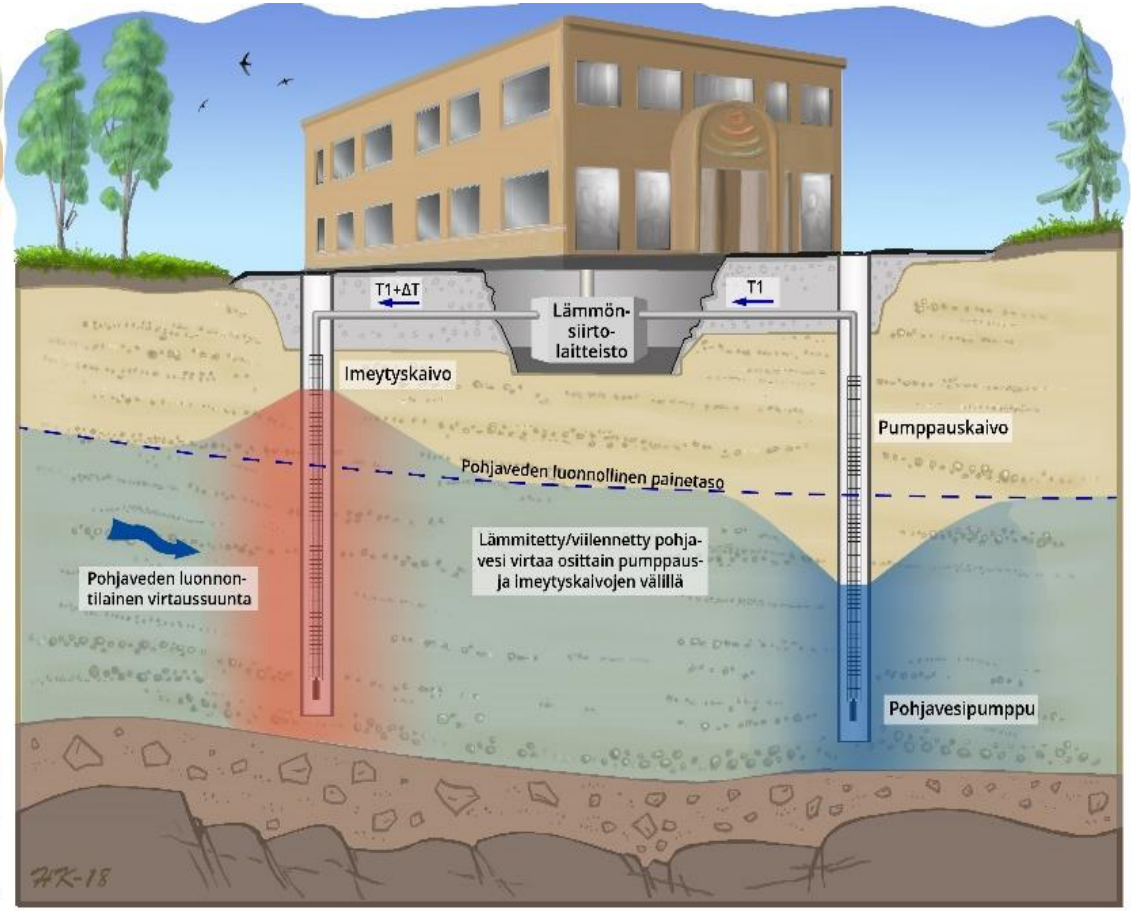
SIJAINTI - MONIOTIMITALON ALUE



GTK

POHJAVESIENERGIAN PERIAATE

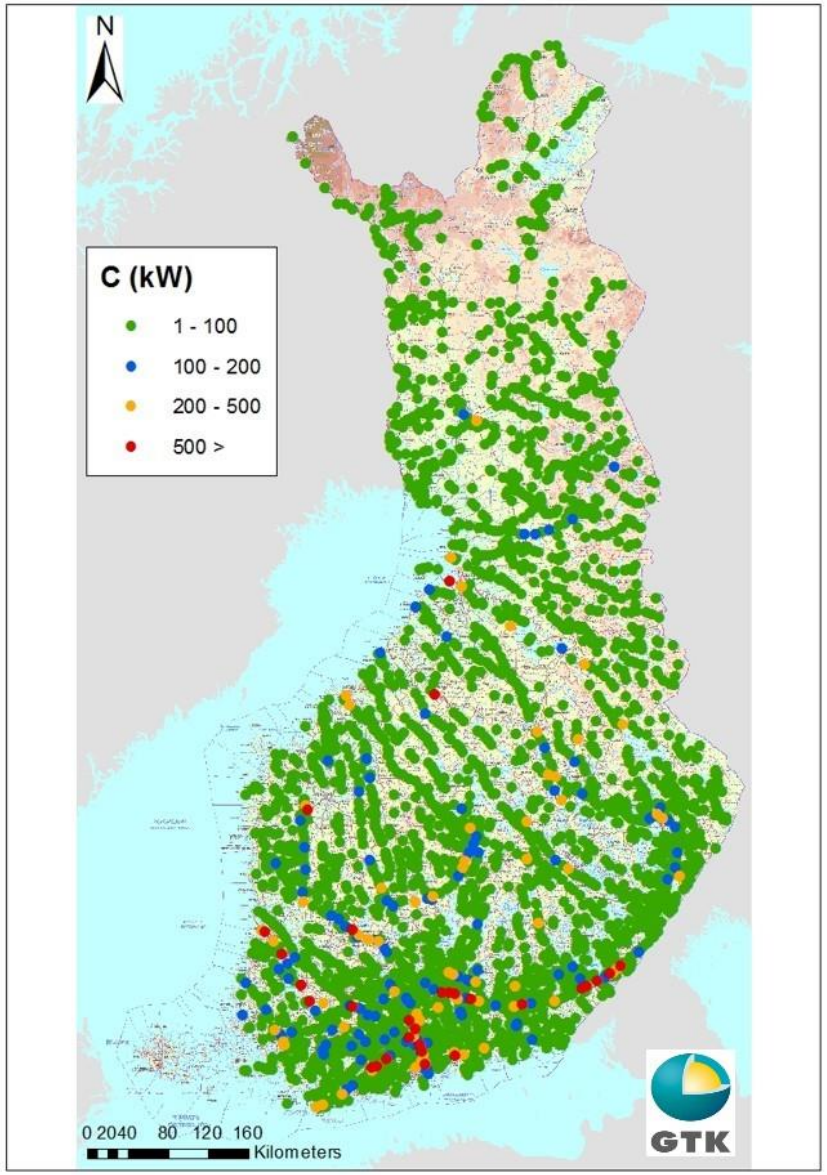




EnerSys CM Oy

GTK

GEOENERGIAPOTENTIAALI - POHJAVESI



http://gtkdata.gtk.fi/maankamara/

https://hakku.gtk.fi/en/

POHJAVESIENERGIAN SAATAVUUS

- Tarve:

  a) riittävä määrä pohjavettä kohteen lämmitys/viilennys-tarpeisiin.

  b) sopiva pohjaveden lämpötila suunniteltuun energia-käyttöön.

- Geologia määrittää pohjaveden saannin.
- Fysiikka energian hyödyntämis-mahdollisuuden virtaavasta vedestä.

LUONTO ON AINA OIKEASSA !

SKANSSIN ALUE – PERUSTEET POHJAVESIENERGIALLE

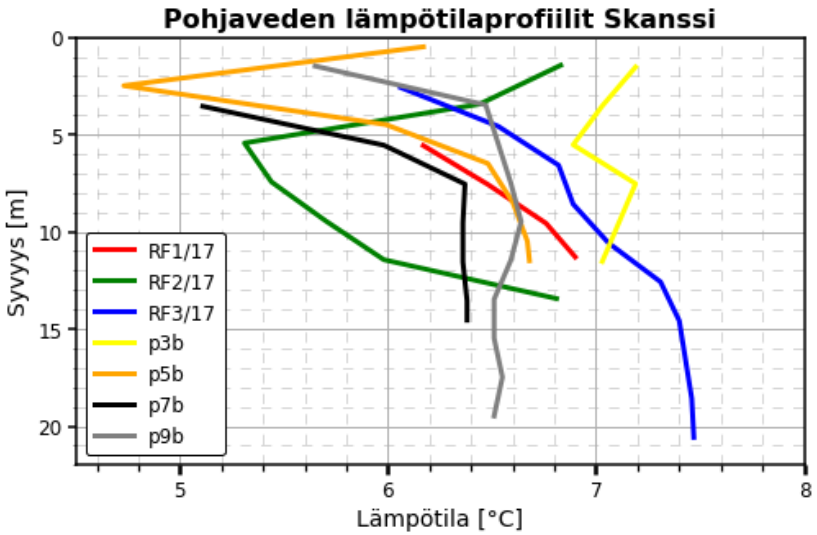
- Kaarningon ottamon pohjavelle on jatkuva pumppaustarve, vaikkei vettä käytetä enää juomavedeksi.
- Kaarningosta on paljon tutkittua pohjavesi- ja rakennusgeologista tietoa sekä pumppaukselle voimassa oleva Vesilain mukainen lupa.
- Pumpattu vesi johdetaan Jaaninojaan, jota pitkin se virtaa Aurajokeeen – pohjavettä ei siis hyödynnetä mitenkään!

SKANSSIN ALUEEN MAHDOLLISUUDET

- Alue sopii erittäin hyvin pohjavesienergian hyödyntämiseen.
- Kaaringon ottamon lupa pohjaveden pumppaamiselle on 1300 m^3/d (n. 2,7 GWh/v hyötylämpönä eli n. 2..3 x monitoimitalon tarve) vuosittaisena keskiarvona laskettuna. Ottamolta on pumpattu historiallisesti noin 1000 – 1500 m^3/d. Vedenottolupa sallii pumpata hetkellisesti 2500 m^3/d (n. 0,6 MW lämmitystehoa lämpöpumpusta)

SKANSSIN ALUEEN MAHDOLLISUUDET

- Hautausmaan ottamon lupa sallii 1600 m^3/d vedenoton. Vettä on vuosina 2017-2019 pumpattu kastelukäyttöön heinäkuussa maksimissaan 587 m^3/d ja muuten touko-syyskuussa noin 100-300 m^3/d.
- Huomioiden pohjavesiolosuhteet, alueelta on mahdollisuus ottaa pohjavettä erityisesti talvi-aikana ainakin arvioitu antoisuus, eli 2500 m^3/d.
- Pohjaveden lämpötila on Kaarningon alueella noin 6,5 °C. Urabanisoituminen nostaa lämpö-tilaa, esim. Skanssin rakennetun alueen vuoden ka. lämpötila on 7,1 °C ja Piispanristin kauppakeskuksen läheisyydessä 8,2 °C.



EnerSys CM Oy

POHJAVEDEN ENERGIAPOTENTIAALI

- Pohjaveden lämpöä voidaan hyödyntää lämmitykseen lämpöpumpun avulla jäähdyttämällä pohjavettä tässä tapauksessa noin +6,5 → +3°C:een.
- Pohjavettä voidaan hyödyntää sellaisenaan myös viilennyksen tuotantoon, mutta kokonaisuuden kannalta parasta olisi hyödyntää viilennykseen jäähtynyttä pohjavettä (ns. kylmän kaivon alueelle varastoitua pohjavettä), jolloin pohjaveden lämpötilataso pysyy lähellä luonnollista tasoaan ja viilennys on tehokkaampaa.
- Lämpöpumpulla tuotetusta lämmöstä jopa ¾ on päästötöntä pohjaveden lämpöä ja loppu ¼ käyttösähköä. Lämpöpumpulla tuotetun lämmön ominaispäästö on luokkaa 25 – 30 kg CO_2/MWh, joka on selvästi alempi kuin Turun seudun kaukolämmön keskimääräinen päästö (2018: 144 kg CO_2/MWh). Päästöjä voidaan siis vähentää suhteellisen tehokkaasti ja useissa tapauksissa myös taloudellisesti kannattavasti pohjaveden energiakäytöllä.

POHJAVEDEN ENERGIAPOTENTIAALI

Taulukko. Pohjavesienergian kokonaispotentiaaleja eri pohjavesisaannoilla

Laskennan lähtöolettamukset								
Pohjaveden lämpötila	6,5	C talvella						
Pohjaveden jäähtymä	3,5	C						
Lämpöpumpun COP	3,5							
Kaukolämmön CO2-päästöt	144	kg CO2/MWh						
Sähkön CO2-päästöt	100	kg CO2/MWh						
LP:n CO2-päästöt	28,6	kg CO2/MWh						
Päästöero KL - LP	115	kg CO2/MWh						

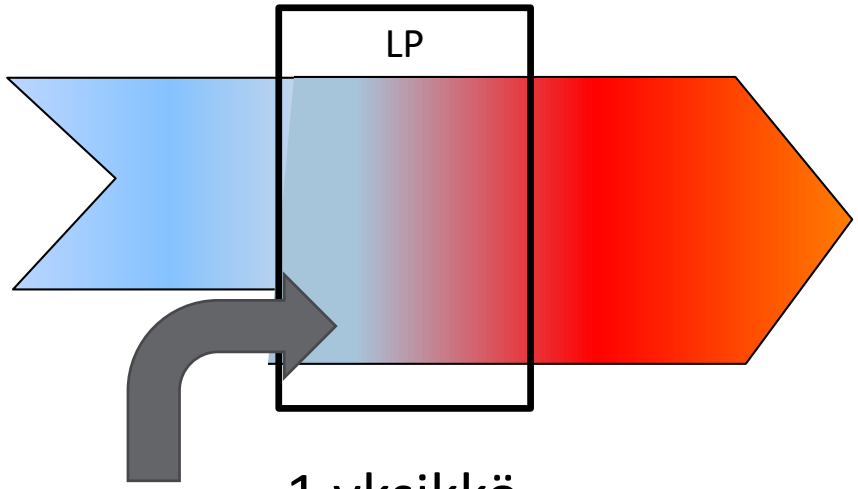
	Arvioitu saanto		*Hetkellistehot*		*En.säästö*	*Lämmitys*	*CO2-*
			Pohjav.	*LP lämpö*	*potentiaali*	*potentiaali*	*säästöpot.*
	m3/vrk	*l/s*	*kW*	*kW*	*MWh/v*	*MWh/v*	*t/v*
Kaaringon vedenottamo	1300	15,0	221	310	1938	2713	313
Koko alueen antoisuus	2500	28,9	425	595	3726	5216	602
Yksittäinen kaivo tyypillisesti	500	5,8	85	119	745	1043	120
Kaksi kaivoa tyypillisesti	1000	11,6	170	238	1490	2087	241

Pohjavettä voi lisäksi käyttää viilennykseen, jolloin säästöpotentiaali kasvaa entisestään

LÄMPÖPUMPUN (LP) PERUSIDEA

3 yksikköä ilmaislämpöä sisään matalassa lämpötilassa

- maaperästä
- jäähdytyksestä
- ilmasta
- vedestä



1 yksikkö käyttösähköä

4 yksikköä lämpöä ulos, lämpötila esim. +40-60°C

- Lämmityksen hyötysuhde = Lämpö/Sähkö = 4/1 = 4
- Jäähdytyksen hyötysuhde = Jäähdytys/Sähkö = 3/1 = 3
- Jos sekä lämpö että jäähdytys hyödynnetään (esim. liikerakennukset), Kokonaishyötysuhde = (Lämpö + Jäähdytys)/Sähkö = (4+3)/1 = 7
- Lisäksi ilmaisviilennystä saatavissa suoraan pohjavedestä

LÄMPÖPUMPPU MONITOIMITALOSSA 1/2

- Monitoimitalon energiatiedot vielä hyvin epävarmat, tarkempien lähtötietojen puuttuessa lämmitystarpeen olettamuksena käytetty 1000 MWh/v, jolloin monitoimitalon omaan käyttöön riittäisi 1 noin 500 m^3/vrk kaivo (hetkellinen maksimiotto voisi olla lähellä 1000 m^3/vrk) ja lämpöpumpputehon noin 250 kW.
- Teoreettinen laskelma Kaarningon vedenottamon vesiluvan mahdollistamalla määrällä 1300 m^3/vrk vastaten ilmaisenergiana noin 1900 MWh/v ja lämmitysenergiaksi muutettuna noin 2700 MWh/v.
- Tämä olisi hyödynnettävissä noin 350 kW tehoisella lämpöpumpulla tasaisella kuormalla, mutta suurin hetkellinen pumppauskapasiteetti 2500 m^3/vrk mahdollistaisi noin 600 kW lämpöpumpputehon, jolloin lämpöpumppua voitaisiin käyttää tehokkaammin lämmön tarpeen vuosivaihteluiden mukaan.
- Koko lämmitystarpeesta saataisiin vähintään 2/3 ilmaisenergiana pohjavedestä (tehokkaissa maalämpölaitoksissa päästy todistetusti ¾ ilmaisenergiaosuuteen)

ATES-LAITOKSEN TARKASTELUVAIHTOEHDOT

- Kohteen ja koko alueen suunnittelu on vasta alkamassa, joten tässä vaiheessa ei voida eikä kannata lyödä lukkoon mitään tarkkoja/ehdottomia toteutusvaihtoehtoja
- Tarkastelutavaksi on otettu tässä vaiheessa kahden ”äärivaihtoehdon” vertaileva tarkastelu, todellisuudessa voidaan päätyä vaikkapa näiden välimuotoon tai jopa laajempaan konseptiin, jos hyödyntämiskelpoista pohjavettä löytyy

VE 1 Suppea toteutusvaihtoehto

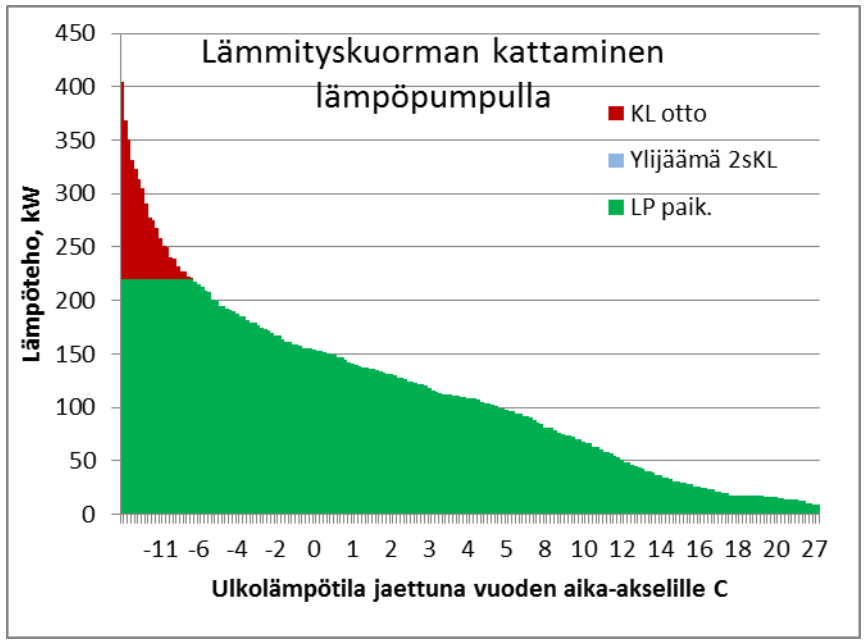
- Kaivot 1 x 500 m^3/vrk (hetkellisesti 800 m^3/vrk)
- Lämpöpumppukoneina voi käyttää edullisia ”vakiolaitteita”
- Ei 2-suuntaisen kaukolämmön tuotantomahdollisuutta
- LP-teho n. 200 – 250 kW -> lisälämpöä tarvitaan KL-verkosta huippupakkasilla n. 150 kW/50 MWh/v
- Vapaaviilennys pohjavedellä max. n. 200 kW

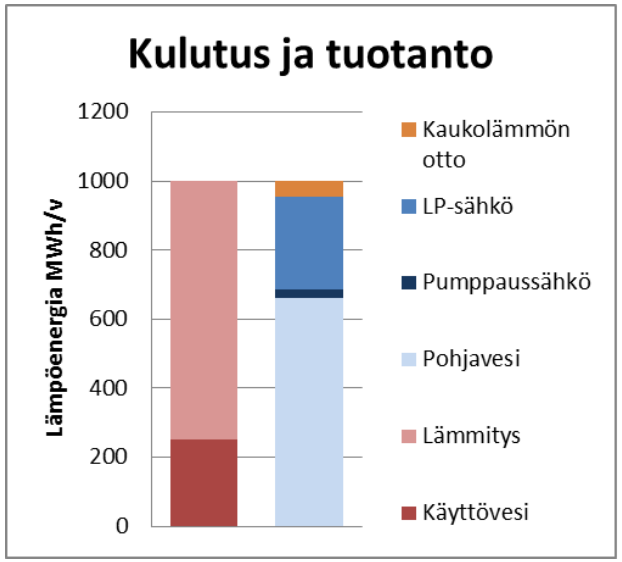
VE 2 Laaja toteutusvaihtoehto

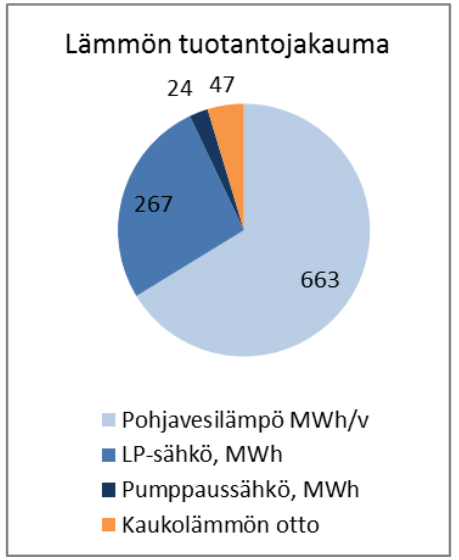
- Vastaa Kaaringon lupamäärää 1300 m^3/vrk (hetkellisesti 2500 m^3/vrk)
- Lämpöpumppuina käytettävä ”raskaampia” koneita, jotka soveltuvat myös 2sKL-tuotantoon
- LP-teho n. 500 - 600 kW
- Myös konejäähdytysmahdollisuus, max. Viilennysteho n. 500 kW (josta osa vapaajäähdytyksellä kaivoista) -> mahdollista viilentää myös ”naapuritaloja”

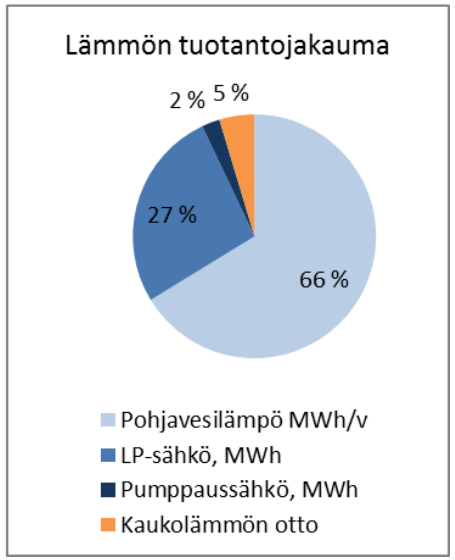
SUPPEAN VAIHTOEHDON ENERGIATASE

- Käytettyjen olettamusten mukaan laskien LP energiakattavuus kohteen lämmityksessä n. 95 % vasemmalla olevan pysyvyyskäyräkuvan mukaisesti
- Pohjavedestä saatavan ilmaisenergian osuus noin 2/3 ts. n. 650 MWh/v
- Lisäksi viilennys pohjaveden avulla, pumppauksen osuus n. 5 % viilennysenergiasta



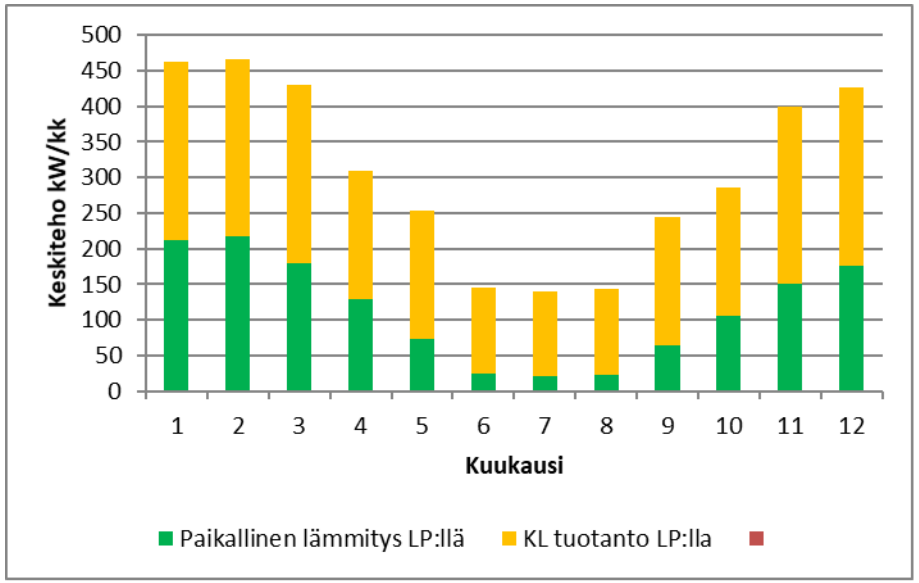


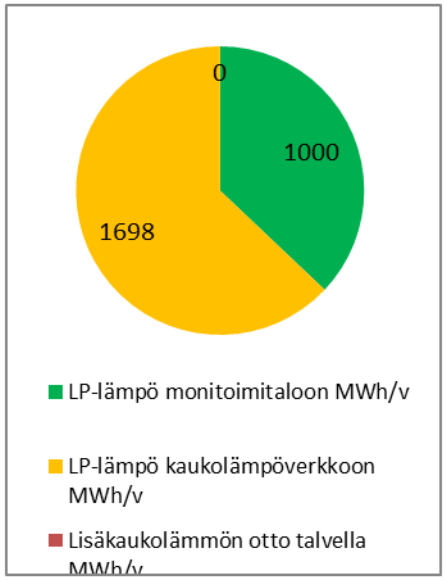


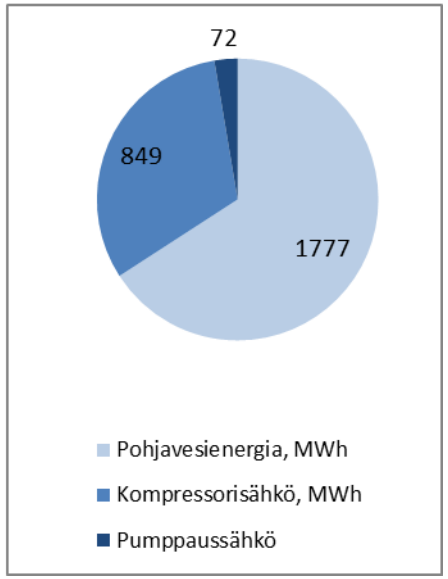


LAAJAN VAIHTOEHDON ENERGIATASE

- Laaja vaihtoehto mahdollistaisi Kaarningon lupamäärällä noin 2700 MWh/v hyötylämmön tuotannon, josta siis n. 1000 MWh/ oletettaisiin kuluvan Monitoimitalossa, jolloin Skanssin aluelämmön tuotantoon jäisi käytettäväksi vielä noin 1700 MWh/v
- Pohjavedestä saatavissa ilmaisenergiaa jopa **1800 MWh/v**
- Lisäksi viilennyspotentiaalia vähintään saman verran, max. viilennysteho n. 500 kW







EnerSys CM Oy

teppo.arola@gtk.fi

kari.kauppila@enersyscm.fi

www.gtk.fi