

25.6.2015



Mynämäen kaivon geoenergiatutkimukset 2010-2014



GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS • GEOLOGISKA FORSKNINGSCENTRALEN • GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND

PL / PB / P.O. Box 96
FI-02151 Espoo, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 12

PL / PB / P.O. Box 1237
FI-70211 Kuopio, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 13

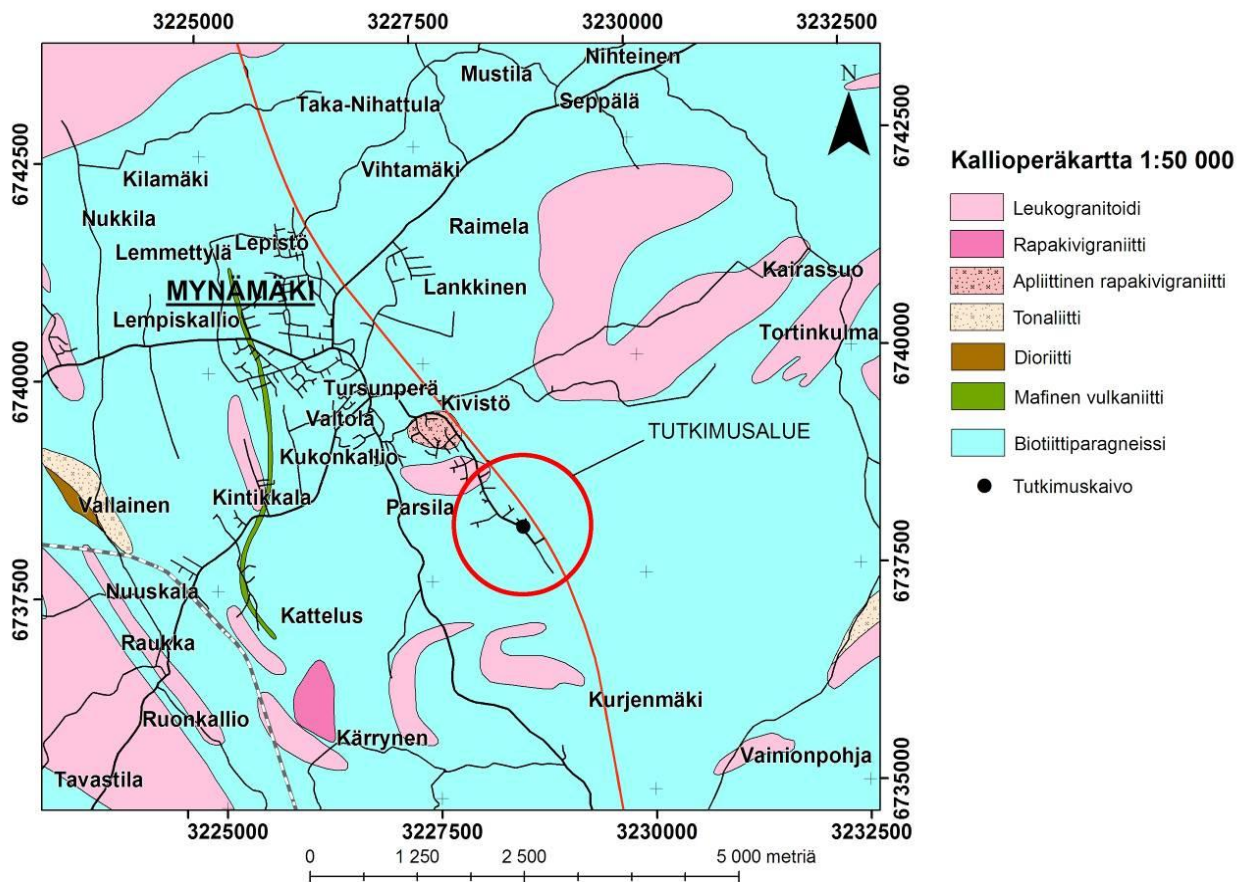
PL / PB / P.O. Box 97
FI-67101 Kokkola, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 5209

PL / PB / P.O. Box 77
FI-96101 Rovaniemi, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 14

Y-tunnus / FO-nummer / Business ID: 0244680-7 • www.gtk.fi

1 TUTKIMUSALUE

Tutkimusalue sijaitsee Kivistönmäen teollisuusalueella Mynämäellä 8-tien vieressä. Kohteen osoite on Kivistöntie 5. Tutkimusalue kuuluu yleislehtijaon karttalehteen 104405. Tutkimuskaivon sijainti on merkitty Kuvaan 1 mustalla pisteellä. Kaivon koordinaatit ovat KKJ -järjestelmässä 3228588, 6738081. Alueen kallioperägeologinen kartta Geologian tutkimuskeskuksen 1:50 000 -mittakaavaisen kartoituksen mukaan on esitetty ao. Kuvassa 1.



Kuva 1. Tutkimusalueen sijainti. Tutkimuskaivo on merkitty kuvaan mustalla pisteellä. Pohjakartta: © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10.

Mynämäki sijaitsee pääosin graniitti-migmatiittivyöhykkeellä, jolle on tyypillistä myöhäis-Svekofenninen matalan paineen ja korkea lämpötilan metamorfoosi. Tämä on aiheuttanut vaihtelevasti kuoren sulamista eli migmatiittituumista ylemmässä amfiboliitti- ja granuliittifasiyksessä. Mynämäki sijoittuu Turun granuliittialueelle. Korkea metamorfoosiaste on vaikuttanut alueen geologiaan monin tavoin, ja esimerkiksi pintasyntyisten kivien mineralogia on kauttaaltaan metamorfinen ja kivien raekoko on useimmiten keski- ja karkearakeinen. Mynämäen alue on geologialtaan heterogeeninen ja siellä esiintyy lähes kaikkia Etelä-Suomelle tyypillisiä kivilajeja.



Alueen pääkivilajeina voidaan pitää erityyppisiä kiillegneissejä, joiden koostumus vaihtelee. Kaivosta ei analysoitu soijanäytteitä mutta TRT- mittaustenn tulosten perusteella kaivo on porattu graniittiin, jota yleisesti myös alueella tavataan.

2 TUTKIMUSKAIVO

Tutkimuskaivon koordinaatit KKKJ -järjestelmässä ovat 3228588, 6738081. Tutkimuskaivon sijainti on merkitty Kuviin 1 ja 2. Kaivon syvyys on 212,5 metriä. Kaivon halkaisija ensimmäisessä oli alunperin 115 mm ja mutta se porattiin 140 mm kokoon syyskuussa 2010. Tuolloin kiinnostuksen kohteena oli halkaisijan vaikutus kaivon toimintaan. Mitattavia eroja ei halkaisijoiden välillä havaittu. Vuonna 2011 kollektoriputki varustettiin erottimin ja kaivo mitattiin uudestaan.

Kaivossa haluttiin tutkia bentoniittitäytteen vaikutusta sen toimintaan vuonna 2014. Ensimmäinen TRT- mittaus huhtikuussa 2014 epäonnistui GTK:n mittavaunun virtausmittarin rikkouduttua. Uusi TRT- mittaus suoritettiin syyskuussa 2014.

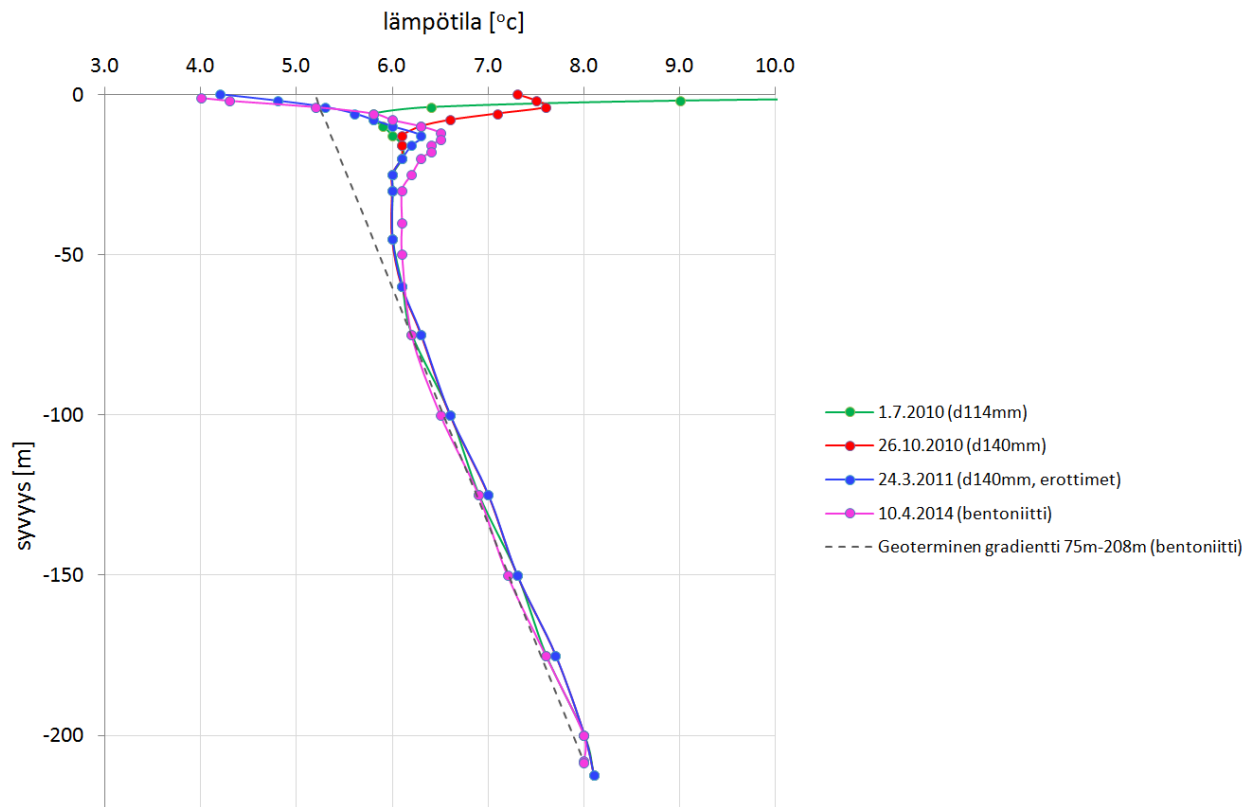
Bentoniittitäytteistä TRT- mittausta varten kaivo varustettiin valokuitukaapeleilla TRT- mittauksen aikaisen lämpötilaprofiilin mittaamiseksi keruuputken sisällä. Kuituoptysen DTS- mittauksen perusteella saadaan mittauksen aikainen lämpötilaprofiili koko kaivon syvyydeltä. Samalla voidaan karkeasti arvioida myös täytön onnistumista, koska mittaus indikoisi kaivon jääneistä ilmataskuista ja mahdollisista rakovirtauksista.

Alkuperäisen porausraportin mukaan syvyydellä 53 metriä oli vedentuottoa ja 7 metrin syvyydessä pintakosteutta tai vettä. Pehmeimmät havaitut kohdat olivat syvyydellä 34 m, 53 m, 73 m, 118 m, 159 m, 165 m, 174 m ja 200 m. Kaivon tuotoksi oli 2010 mitattu 210 l/tunti.

3 GEOFYSIKAALISET MITTAUKSET

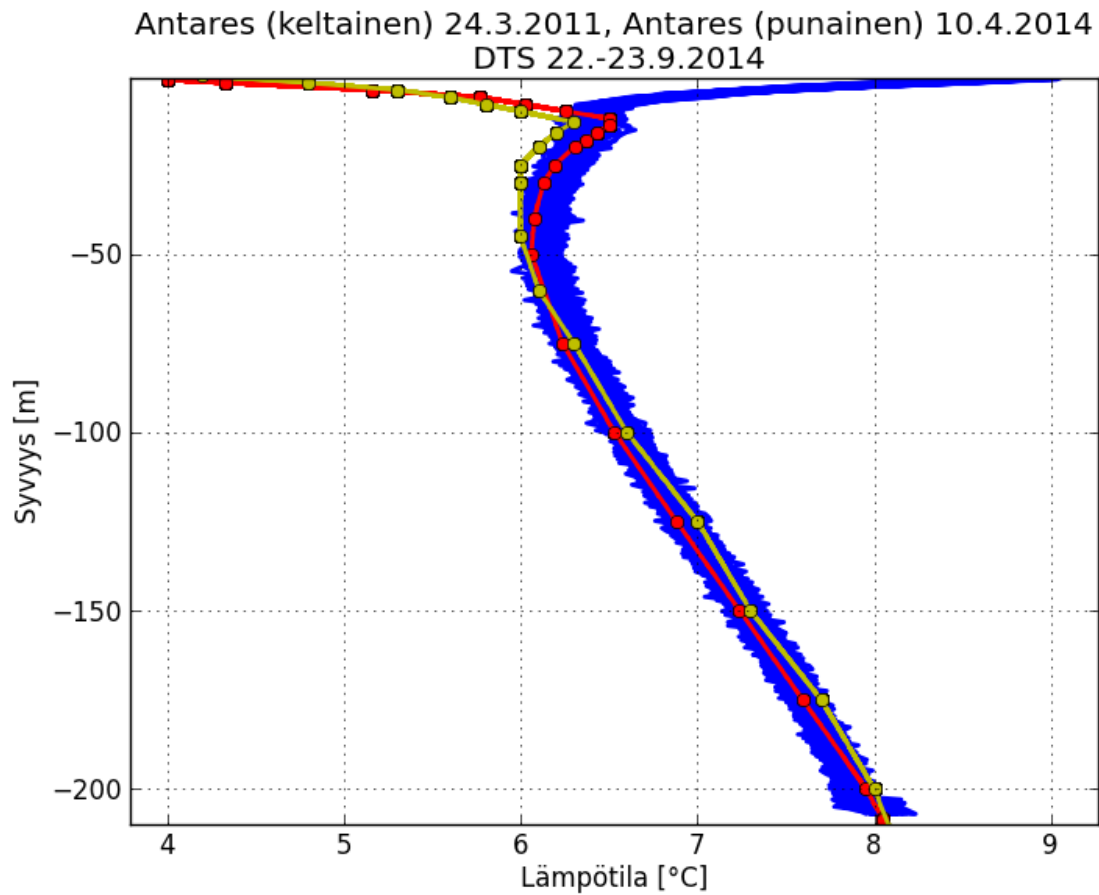
3.1 Tutkimuskaivon lämpötilamittaukset

Tutkimuskaivon lämpötila mitattiin neljästi Antares-lämpötila-anturilla. Ensimmäisen kerran kaivon lämpötilaprofiili mitattiin 1.7.2010 ennen ensimmäisen TRT -mittauksen aloittamista. Toinen lämpötilamittaus tehtiin 26.10.2010 kaivon leventämisen jälkeen ennen toisen TRT -mittauksen aloittamista. Kolmas mittaus tehtiin 24.3.2011 kun kaivo oli varustettu erottimilla ja neljäs 10.4.2014 bentoniittitäytteenä. Kaikki lämpötilamittaukset tehtiin lämmönkeruuputken sisällä olevassa lämmönkeruunesteessä, jonka lämpötilan oletetaan vastaavan kaivossa olevan pohjaveden ja kaivoa ympäröivän kallion lämpötilaa.



Kuva 2. Tutkimuskaivon lämpötilaprofiilit.

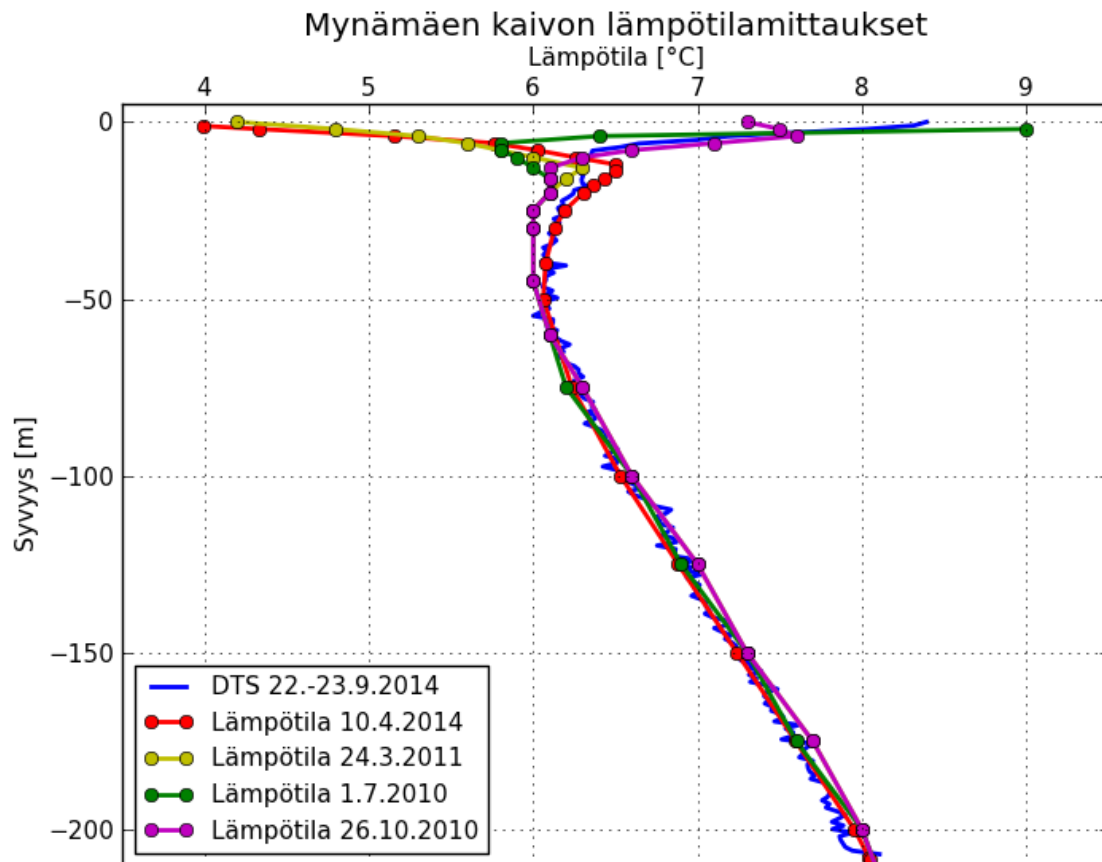
Kaivon keskimääräinen lämpötila on noin 6,9- 7,0 °C mikä on Mynämäen maantieteellinen sijainti huomioiden normaalia tasoa. Geotermisen gradientin vaikutus on havaittavissa 75 metrin syvyydestä alkaen. Geotermisen gradientti on Mynämäellä samaa tasoa kuin Suomessa yleisesti vallitseva geotermisen gradientti eli 1,0 °C/100 m.



Kuva 3. Tutkimuskaivon lämpötilaprofiilit maaliskuussa 2011 ja huhtikuussa 2014 sekä DTS- mittaus syyskuussa 2014.

Noin kolmen vuoden välein mitatut lämpötilaprofiilit noudattavat kevättalven/kevään tyypillistä profiilia.

Kuvan 3. DTS-mittausdatasta (keskiarvoistamaton ns. raakadata) on havaittavissa vain vähäisiä piikkejä, joiden perusteella voidaan olettaa täytön onnistuneen. Suuremmat piikit kertoisivat ilmataskuista ja rakovirtauksista täyteaineessa. Toisaalta DTS- data ei kerro, miten keruuputket ovat kaivon seinämiin nähden asettuneet.



Kuva 4. Tutkimuskaivon kaikki mitatut lämpötilaprofiilit eri vuosilta sekä keskiarvoistettu DTS- mittausdata syyskuulta 2014.

Vertailtaessa kaikkia lämpötilamittauksia kuvassa 4., huomataan vuodenaikaisvaihtelun aiheuttaman lämpötilaprofiilin ulottuvan kaivossa 15 metrin syvyyteen saakka. Viimeisimmästä Antares- lämpötilaprofiilista ja keskiarvoistetusta DTS- mittausdatasta voi havaita, että kallion lämpötila syvyydellä 20- 50 m on neljän vuoden aikana noussut hieman auringon säteilyn vaikutuksesta. Kaivon vieressä olevasta, toistaiseksi kylmänä olevasta rakennuksesta ei ole voinut vuotaa lämpöä maaperään ja edelleen kallioon. 50 metrin syvyydestä alkaen lämpötilaprofiilit leikkaavat toisensa ja lämpötila pysyy lähes samana kaivon pohjalle asti vaihdellen noin asteen kymmenesosan verran.

3.2 TRT- mittausten tulokset

Taulukko 1. TRT -mittausten tulokintojen tulokset.

	Tehollinen lämmönjohtavuus [W/(m·K)]	Lämpövastus [K/(W/m)]	Kaivon halkaisija [mm]
1. mittaus	3,5	0,10	115
2. mittaus	3,5	0,10	140
3. mittaus	3,5	0,09	140
4. mittaus	3,45	0,085	140

Kivilajikarttatiedosta poiketen TRT -mittauksen tulokset kallioperän tehollisesta lämmönjohtavuudesta viittaavat graniittiin. Tutkimuskaivoa ympäröivän kallion lämmönjohtavuus on yleisesti parempi kuin Suomessa keskimäärin.

Lämpövastukseksi saatiin vesitäytteisissä mittauksissa 0,09- 0,10 K/(W/m), mikä vastaa tyypillistä arvoa veden täyttämälle kaivolle. Vertailevassa tutkimuksessa ei havaittu eroja kaivon lämpövastuksessa eri halkaisijoiden välillä. Mittauksissa 1 ja 2 ei käytetty erottimia. Erottimien lisääminen pienensi lämpövastusta hieman mittauksessa 3. Mikäli erottimilla saataisiin keruuputket kiinni kaivon seinämiin koko kaivon syvyydeltä, olisi lämpövastus pienempi.

Bentoniittitäytteen vaikutus teholliseen lämmönjohtavuuteen sekä lämpövastukseen on mittaus- tarkkuuden rajoissa havaittavissa. Täyttö on kuitenkin onnistunut ilmeisen hyvin ja lämpövastusta kasvattavia ilmataskuja ei liene jäänyt.

Bentoniitti ei tuo parannusta kaivon toimintaan, mikä selittyy osin mittaustavalla. TRT- mittauksessa normaalin vesitäytteisen kaivon lämpötila nousee suhteellisen korkeaksi, jolloin luonnollinen konvektio voimistuu (veden tehollinen lämmönjohtavuus kasvaa) ja pienentää samalla hieman kaivon lämpövastusta. Normaalissa käyttötilanteessa veden lämpötila kaivossa on selvästi alhaisempi ja konvektio heikompaa (joten kaivon lämpövastus hieman suurenee). GTK:n näkemyksen mukaan TRT- mittauksessa kalliota voimakkaasti lämmitettäessä ero vesi- ja bentoniittikaivon välillä on pieni. Tosin tilanne ehkä kääntyy bentoniitin eduksi silloin, kun täytemateriaalin (vesi tai bentoniitti) lämpötila on alhaisempi vastaten todellista käyttötilannetta. Tätä tulisi jatkossa tutkia ajamalla rinnan vesi- ja bentoniittitäytteisiä kaivoja todellisessa lämmitys- /viilennyskäytössä.