



Otaniemen geoenergiapotentiaali

**Nina Leppäharju, Annu Martinkauppi, Olli Sallasmaa
ja Marit Wennerström**



30.1.2015



**Geologian tutkimuskeskus
Etelä-Suomen yksikkö
PL 96
Betonimiehenkuja 4
02151 ESPOO**

Työn tilaaja:

**Energiaomavarainen Otaniemi 2030 -hanke
Aalto-yliopistokiinteistöt Oy
Lämpömiehenkuja 2A
02150 Espoo**

Tekijöiden yhteystiedot

**Nina Leppäharju
Geologian tutkimuskeskus
PL 96
02150 Espoo**

**Puh. 029 503 2285
Fax 029 503 2901
Sähköposti: nina.leppaharju@gtk.fi**



30.1.2015

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

KUVAILULEHTI

Päivämäärä / Dnro

30.1.2015 / M131E2014

Tekijät Nina Leppäharju, Annu Martinkauppi, Olli Sallasmaa ja Marit Wennerström		Raportin laji Tilaustutkimusraportti	
		Toimeksiantaja Aalto-yliopistokiinteistöt Oy	
Raportin nimi Otaniemen geoenergiapotentiaali			
Tiivistelmä Tässä raportissa esitellään Otaniemen geoenergiapotentiaalikartta sekä kartan muodostamisessa käytetty aineisto ja menetelmät. Geologian tutkimuskeskus (GTK) toteutti selvityksen Aalto-yliopistokiinteistöjen toimeksiannosta osana Energiaomavarainen Otaniemi 2030 –hanketta. Geoenergiapotentiaalin laskennassa huomioitiin maapeitepaksuus ja kallioperän lämmönjohtavuus, koska nämä vaikuttavat suoraan geoenergian hyödyntämisen kustannuksiin. Otaniemessä on pääosin alle 10 m paksu maapeite ja alueen pääkivilajit ovat graniittia, jolla on hyvä lämmönjohtavuus. Tästä syystä yli 70 % alueen pinta-alasta kuuluu geoenergiapotentiaaliluokkiin <i>erinomainen</i> ja <i>kiitettävä</i> . Otaniemen geoenergiapotentiaalikarttaa voidaan käyttää alueen suunnittelun tukena sekä geoenergiakohteiden hankesuunnittelussa alustavissa kustannuslaskelmissa. Raportissa listataan myös Aalto-yliopistokiinteistöjen erityisen potentiaaliset geoenergiakohteet, jotka tunnistettiin geoenergiapotentiaalikartan avulla.			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) Geoenergia, geoenergiapotentiaali, kalliolämpö, maalämpö			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Suomi, Uusimaa, Espoo, Otaniemi			
Karttalehdet -			
Muut tiedot -			
Arkistosarjan nimi -		Arkistotunnus -	
Kokonaissivumäärä 13 + 1 s.	Kieli suomi	Hinta -	Julkisuus Julkinen
Yksikkö ja vastuualue Etelä-Suomen yksikkö		Hanketunnus 1162070	
Allekirjoitus/nimen selvennys		Allekirjoitus/nimen selvennys	



30.1.2015

GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND

DOCUMENTATION PAGE

Date / Rec. no.

30.1.2015 / M131E2014

Authors Nina Leppäharju, Annu Martinkauppi, Olli Sallasmaa and Marit Wennerström		Type of report Research report	
		Commissioned by Aalto University Properties Ltd	
Title of report Geoenergy potential of Otaniemi area			
Abstract This report presents the geoenergy potential map of Otaniemi area, as well as the geological data and methods that were used in the process. This research was carried out by The Geological Survey of Finland (GTK) as a part of the Energy Self-sufficient Otaniemi 2030 project of Aalto University Properties. The geoenergy potential of Otaniemi was estimated based on soil thickness and thermal conductivity of bedrock, as these factors greatly impact the cost and therefore the profitability of a borehole heat exchanger system. Over 70 % of the land area in Otaniemi has <i>excellent</i> or <i>very good</i> geoenergy potential, due to thin soils and granitic bedrock, which has a good thermal conductivity. The geoenergy potential map of Otaniemi can be used in regional planning and when estimating the costs of a geoenergy project in Otaniemi. The geoenergy potential map was already used in this project for identifying the buildings in Otaniemi owned by Aalto University Properties which are situated in <i>excellent</i> sites and could use borehole heat exchangers for heating and cooling.			
Keywords Geoenergy, shallow geothermal energy, low enthalpy geothermal energy, geoenergy potential			
Geographical area Finland, Uusimaa-region, Espoo, Otaniemi			
Map sheet -			
Other information -			
Report serial -		Archive code -	
Total pages 13 + 1	Language Finnish	Price -	Confidentiality Public
Unit and section Southern Finland Office		Project code 1162070	
Signature/name		Signature/name	



30.1.2015



Sisällysluettelo

Kuvailulehti Documentation page

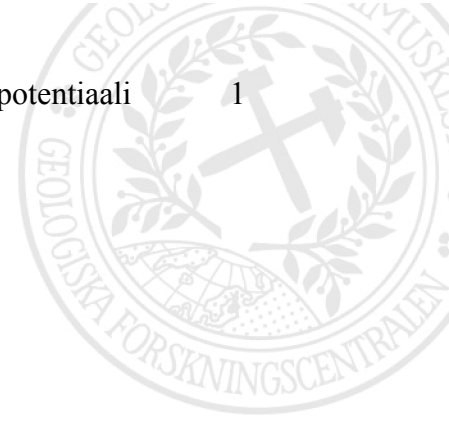
1	JOHDANTO	1
2	YLEISTÄ GEOENERGIASTA JA SEN HYÖDYNTÄMISESTÄ	1
3	OTANIEMEN GEOLOGIA	4
	3.1 Maaperä	4
	3.2 Kallioperä	5
4	GEOENERGIAPOTENTIAALI	7
5	AALTO-YLIOPISTOKIINTEISTÖJEN POTENTIAALISET GEOENERGIAKOhteet OTANIEMESSÄ	11
6	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	12

KIRJALLISUUSLUETTELO

LIITTEET:

Liite 1. Otaniemen geoenergiapotentiaalikartta

30.1.2015



1 JOHDANTO

Geologian tutkimuskeskus (GTK) teki Aalto-yliopistokiinteistöjen toimeksiannosta Otaniemen geoenergiapotentiaalikartoituksen. Työssä hyödynnettiin mm. GTK:n ja Espoon kaupungin olemassa olevaa geologista aineistoa sekä GTK:n ja Rototec Oy:n geoenergian mittaustuloksia alueella yhteensä kolmessa koekaivossa. Tämä selvitys liittyy Aalto-yliopistokiinteistöjen Energiaomavarainen Otaniemi 2030 – projektiin sekä kahteen muuhun Aalto-yliopistokiinteistöjen toimeksiantoon GTK:lle. Otaniemi on rajattu tässä selvityksessä Aalto-yliopistokiinteistöjen toiveiden mukaisesti Miestentien, Tekniikantien sekä Otaniementien länsihaaran ja lintutornin kautta. Muualla Otaniemeä rajaavat vesistöt.

Tässä raportissa esitellään sekä valmis Otaniemen geoenergiapotentiaalikartta että kartan muodostamisessa käytetty aineisto ja menetelmät. Otaniemen geologia kuvataan siltä osin mikä vaikuttaa geoenergian hyödyntämiseen. Otaniemen geoenergiapotentiaalikarttaa voidaan käyttää alueen suunnittelun tukena ja geoenergiakohteiden hankesuunnittelussa alustavissa kustannuslaskelmissa. Tässä raportissa listataan myös Aalto-yliopistokiinteistöjen erityisen potentiaaliset geoenergiakohteet, jotka tunnistettiin geoenergiapotentiaalikartan avulla.

Hankkeessa on toiminut asiantuntijoina geofyysikko Nina Leppäharju (hankepällikkö, geoenergia), geofyysikko Annu Martinkauppi (potentiaalikartan muodostus, geoenergia), geologi Olli Sallasmaa (maalajit, maapeitepaksuus) ja geologi Marit Wennerström (kallioperä, kivilajit).

2 YLEISTÄ GEOENERGIASTA JA SEN HYÖDYNTÄMISESTÄ

Geoenergialla tarkoitetaan maa- ja kallioperään, vesistöön sekä vesistön pohjasedimenttiin varastoitunutta lämpöenergiaa, jota voidaan käyttää rakennusten lämmittämiseen ja viilentämiseen. Toinen yleisesti käytössä oleva termi on maalämpö. Yleisin geoenergian hyödyntämismuoto on kallioperään porattava, 100–300 metriä syvä energiakaivo, josta lämmitys- ja viilennysenergiaa siirretään rakennukseen lämpöpumpun avulla.

Otaniemen geoenergiapotentiaalin selvityksessä on keskitytty nimenomaan energiakaivojen avulla hyödynnettävään kalliolämpöön, koska horisontaaliputkiston avulla kerättävä maalämpö ei ole tällä alueella realistinen vaihtoehto tiheään rakennuskannan vuoksi. Sen sijaan vesistölämpö ja sedimenttilämpö ovat periaatteellisia mahdollisuuksia Otaniemessä, mutta nämä sopivat yleensä vain melko pieniin kohteisiin. Lisäksi on huomioitava Laajalahden Natura-alue.

Geoenergiapotentiaali eli geoenergian hyödyntämismahdollisuudet tietyllä alueella riippuvat voimakkaasti maapeitteen paksuudesta ja kallioperän ominaisuuksista. Maapeitteen paksuus vaikuttaa suoraan energiakaivon tai -kaivokentän porauskustannuksiin, koska Energiakaivo-opiaan (Juvonen & Lapinlampi, 2013) ja Poratekin normilämpökaivo-ohjeiden (Normilämpökaivon kriteerit, 2009) mukaisesti toteutetussa energiakaivossa kaivon irtomaosuus suojaputkitetaan aina. Tämän maaporausosuuden hinta on kaksin- tai jopa kolminkertainen kallioporauksen hintaan verrattuna, jolloin maaporaus voi paikoin muodostaa merkittävän osuuden koko geoenergiajärjestelmän kustannuksista. Kallioperän ominaisuuksilla, kuten lämmönjohtavuudella ja lämpötilalla, on suora yhteys energiakaivon tehokkuuteen. Näin ollen paikallisen kivilajin ominaisuudet vaikuttavat energiakaivojen tarvittavaan syvyyteen ja määrään, projektin kustannuksiin ja sitä kautta koko menetelmän kannattavuuteen. Kallioperän lämmönjohtavuuden vaikutus yksit-



30.1.2015

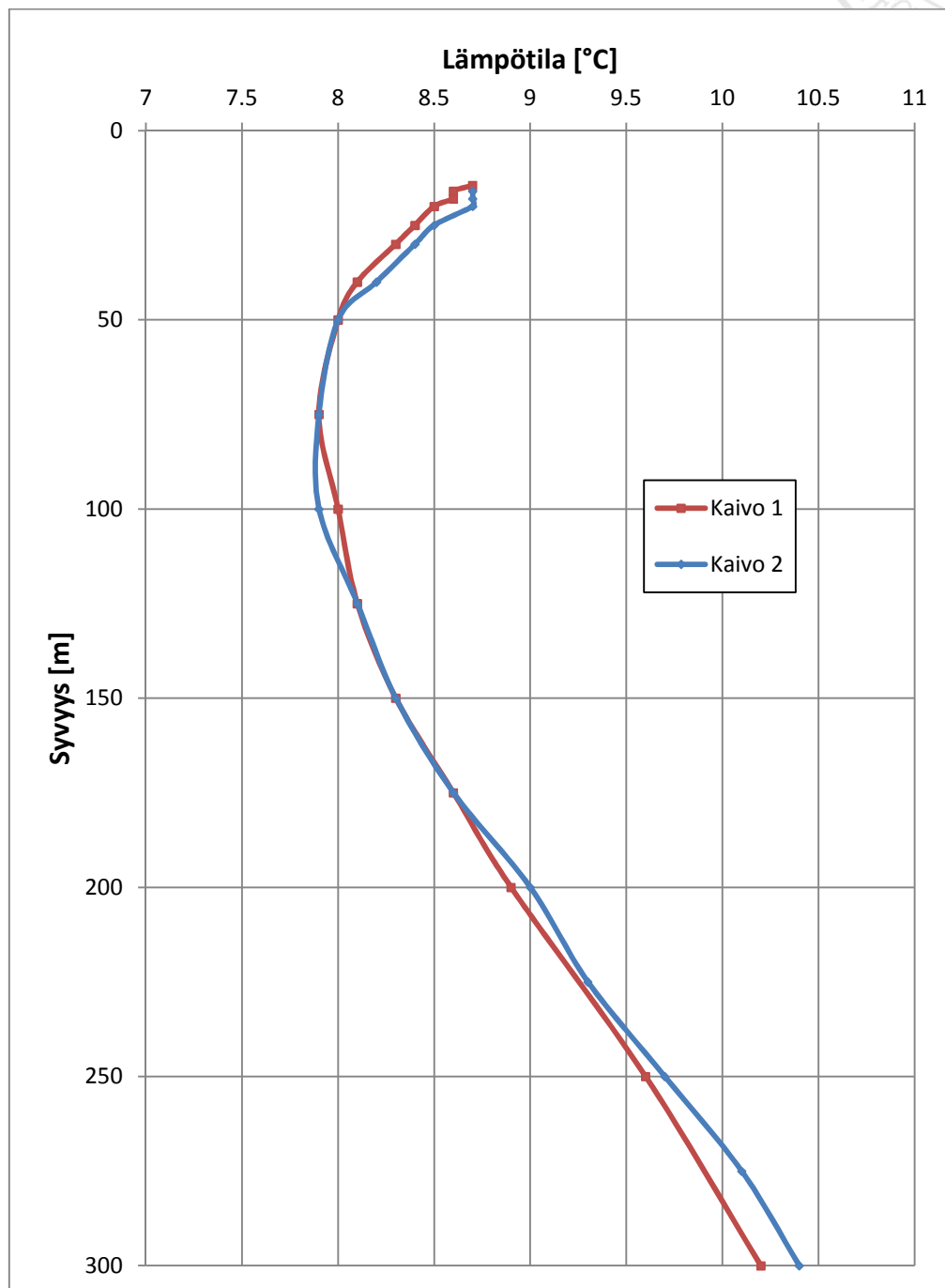
täisen energiakaivon mitoitussyvyyteen voi olla Suomen tyypillisillä lämmönjohtavuusarvoilla helposti 20–30 m (Leppäharju, 2008), ja isommissa kaivokentissä vaikutus moninkertaistuu.

Maankamaran lämpötila riippuu ilman keskilämpötilasta, ja siksi se vaihtelee Suomessa alueen pohjoisuuden mukaan. Maankamaran pintaosissa lämpötila riippuu myös vuodenajasta, mutta noin 15–20 metrin syvyydeltä lähtien lämpötila on ajasta riippumaton vakio. Syvemmälle mentäessä maankamaran lämpötila kasvaa Suomessa noin 1–1,5 °C 100 metriä kohti, ja tätä kutsutaan geotermiseksi gradientiksi. Alueilla, jotka ovat olleet pitkään rakennettuja, infrastruktuuri on vuotanut vuosien ja vuosikymmenien ajan maankamaraan ylimääräistä lämpöä. Tämä on nähtävissä myös Otaniemessä tehdyissä lämpötilamittauksissa.

Kuvassa 1 on esitetty lämpötila Otaniemessä kahdessa Aalto-yliopistokiinteistöjen energiakaivossa. GTK teki mittaukset toisen hankkeen yhteydessä loppusyksystä 2014 ennen energiakaivojen käyttöönottoa, TRT-mittausten eli termisten vastetestien yhteydessä. Lämpötilat mitattiin pohjaveden pinnan alapuolelta aina kaivon pohjalle saakka tarkalla lämpötila-anturilla. Noin 100 metrin alapuolella lämpötila nousee luonnollisen geotermisen gradientin mukaan noin 1,2–1,3 °C / 100 m, ja kaivojen pohjalla 300 metrin syvyydellä lämpötila on hieman yli 10 °C. Mitatut lämpötilat ovat normaalit Etelä-Suomessa mutta Suomen tasolla korkeat ja mahdollistavat geoenergian hyödyntämisen hyvällä hyötysuhteella.

Tässä selvityksessä ei otettu huomioon pohjaveden pinnan korkeuden vaikutusta geoenergian hyödyntämiseen, koska näin pienellä alueella pohjaveden pinnan korkeudessa ei ole todennäköisesti suurta korkeuseroa eri osien välillä. Pohjaveden pinnan korkeus kuitenkin määrittelee mistä kohdasta energiakaivon aktiivinen syvyys alkaa, koska pinnan yläpuolella energia ei siirry putkiston ja maankamaran välillä. Aalto-yliopistokiinteistöjen kahdessa koekaivossa Otaniemessä pohjaveden pinta oli mittaushetkellä noin 15 m syvyydellä, mutta korkeus vaihtelee jonkin verran sekä ajallisesti että paikallisesti. Pohjaveden pinta seurailee karkeasti ottaen topografian muotoja, mutta mäellä pinta löytyy kuitenkin todennäköisesti syvemmältä kuin tasaisella maalla. Vuonna 2007 kesällä pohjaveden pinta oli Otaniemen vesitornin juurella reilun 20 m syvyydellä (Leppäharju, 2008), mutta tämä alue rajautuu tässä selvityksessä tutkimusalueen ulkopuolelle. Myös rakentaminen ja erityisesti maanalainen rakentaminen voivat vaikuttaa pohjaveden pinnan korkeuteen. Espoon kaupunki seuraa pohjaveden pinnan korkeutta useassa mittauspisteessä Otaniemessä.

30.1.2015

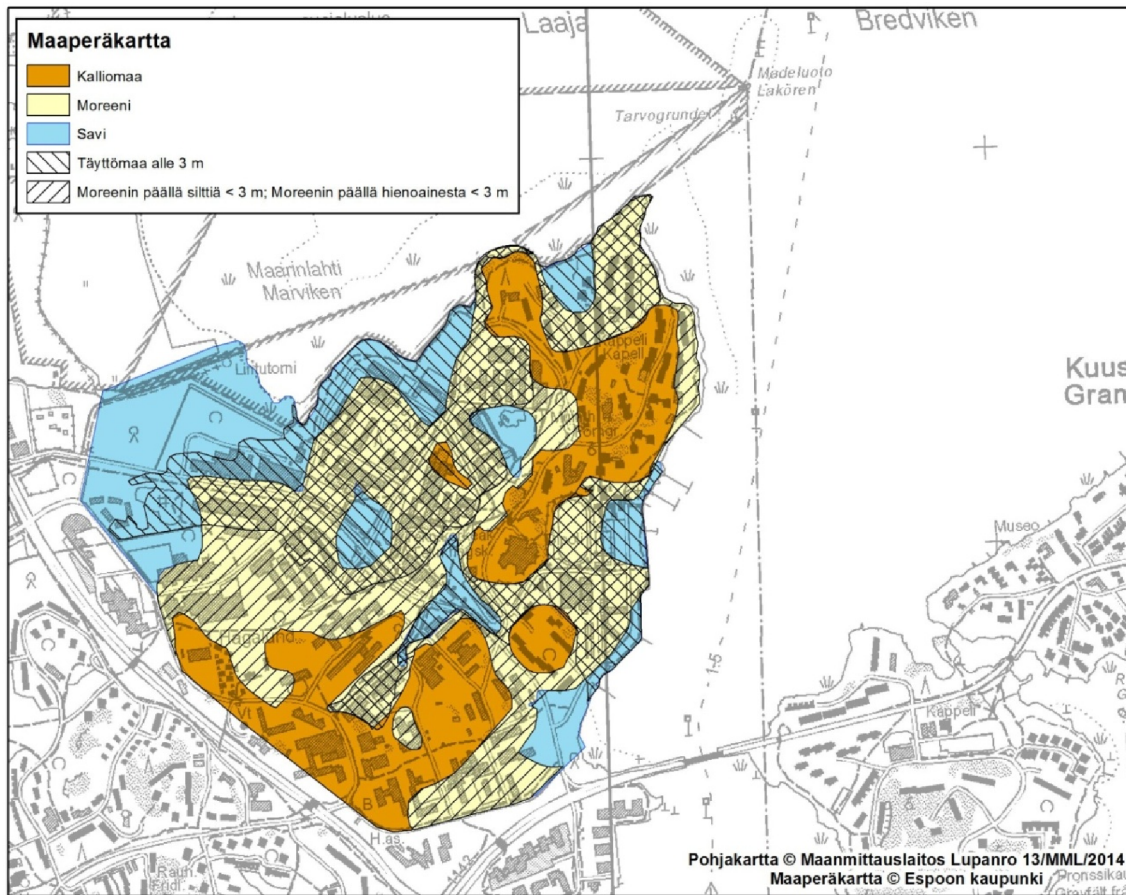


Kuva 1. Maankamaran lämpötila Otaniemessä. Lämpötilat on mitattu anturilla pohjaveden pinnan alapuolelta kaivon pohjalle saakka kahdessa Aalto-yliopistokiinteistöjen energiakaivossa ennen energiantuotannon aloitusta.

30.1.2015

3 OTANIEMEN GEOLOGIA

3.1 Maaperä



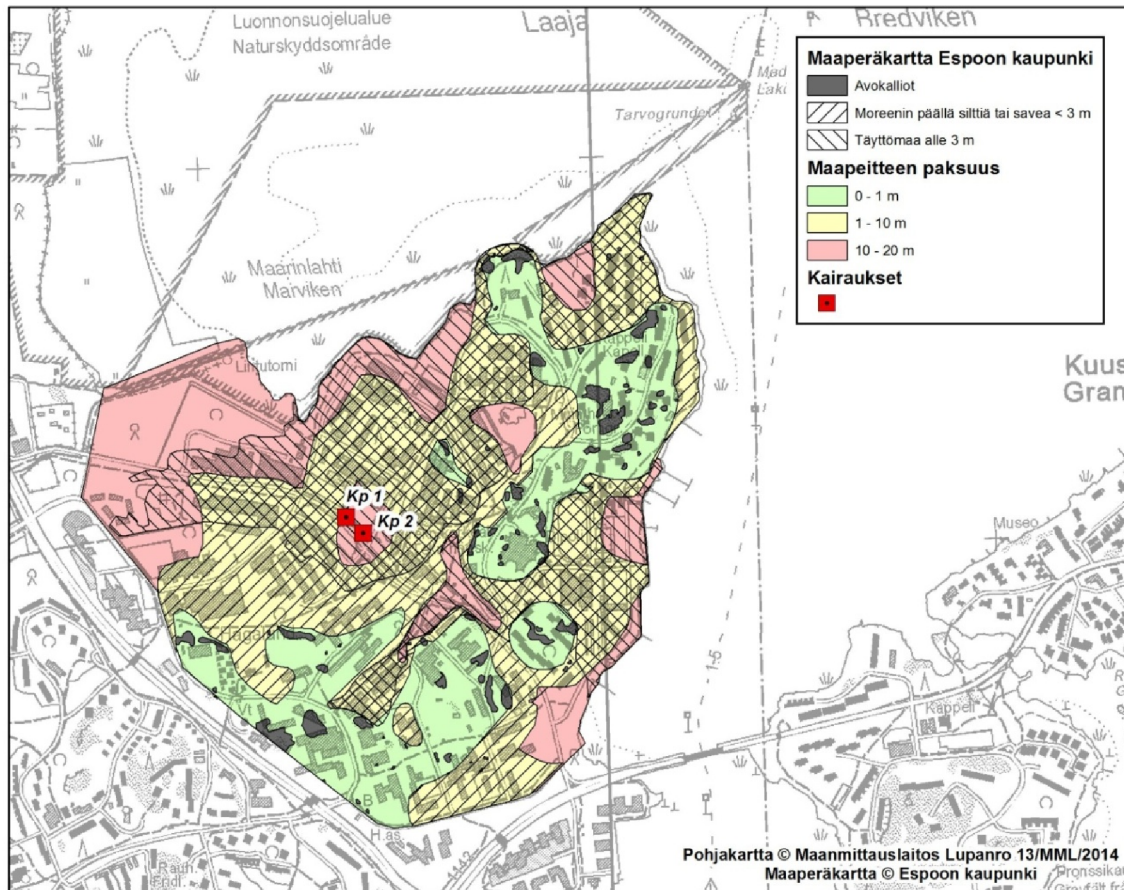
Kuva 2. Yksinkertaistettu maaperäkartta

Geoenergiapotentialikarttaa varten arvioitiin Otaniemen maapeitepaksuus käyttäen Espoon kaupungin maaperäkartta-aineistoa. Ainoastaan maaperäkartan avokalliorajaukset ovat tarkkoja maapeitteen paksuusarvoja – muualla arvot on tulkittu ja jaettu kolmeen eri luokkaan: alle 1 m, 1–10 m ja yli 10 m.

Suunnilleen Otaniemen keskellä koillisen–lounaan suuntaisena selänteenä on kallio monin paikoin pinnassa. Tämä muodostaa maapeitepaksuusluokan alle 1 m (kallioma, Kuva 2). Selänteen kaakkois- ja luoteispuolella esiintyy pääosin moreenia, jonka päällä on paikoin alle 3 m savea ja silttiä, tai täyttömaata (Kuva 2). Tämä alue on tulkittu maapeitteen paksuusluokkaan 1–10 m (Kuva 3). Paikoitellen niemen keskiosissa ja rannan läheisyydessä on savikkoja, joissa kallionpinnan on tulkittu olevan yli 10 m syvyydessä, mutta yli 20 m:n saven kerrospaksuudet ovat epätodennäköisiä. Tulkinnassa hyödynnettiin myös tietoja kahdesta Aalto-yliopistokiinteistöjen energiakaivosta, jotka sijaitsevat Otaniemen lounaispään keskiosan savikkoalueella. Kaivossa 1 (Kuvassa 3 KP1) kallionpinnan syvyys oli 9 m ja kaivossa 2 (Kuvassa 3 Kp2) syvyys oli 11 m.



30.1.2015



Kuva 3. Otaniemen maapeitteen paksuus maaperäkartan tiedoista tulkittuna. Karttaan on merkitty myös avokalliot sekä tulkinnassa hyödynnettyjen energiakaivojen paikat ("Kairaukset").

3.2 Kallioperä

Myös Otaniemen kivilajit selvitettiin tarkemmin geoenergiapotentialikartoitusta varten. Kivilajikarttaa muodostettaessa on käytetty GTK:n kallioperäkartoitusaineistoa 1:100 000 (Laitala, 1967, 1991), "Kallioperän rakennettavuusmalli taajamiin" hankkeen aineistoa (Pajunen ja muut, 2002), Espoon kaupungin kallioperäkartoitusaineistoa, Länsimetron tunnelikartoitusaineistoa sekä Otaniemen keskustassa sijaitsevan tunnelin kartoitusaineistoa (kartoittanut M. Wennerström).

Pääosa Otaniemen kallioperästä on graniittia. Kaksi tyypiltään eroavaa graniittia on merkitty karttaan (Kuva 4) eri punaisilla väreillä. Alueen luoteisosa on punertavaa, pääosin homogeenista, keskirakeista graniittia. Siinä on huomattavasti vähemmän gneissisulkeumia kuin toisessa graniittityypissä, alueen kaakkoisosassa. Jälkimmäinen graniitti on suuntautunutta, paikoin tummaraitaista ja rakenne on paikoin liuskeista. Alueen graniittien päämineraalit ovat mikroklini, plagioklaasi ja kvartsi, jota on 25-44 %.

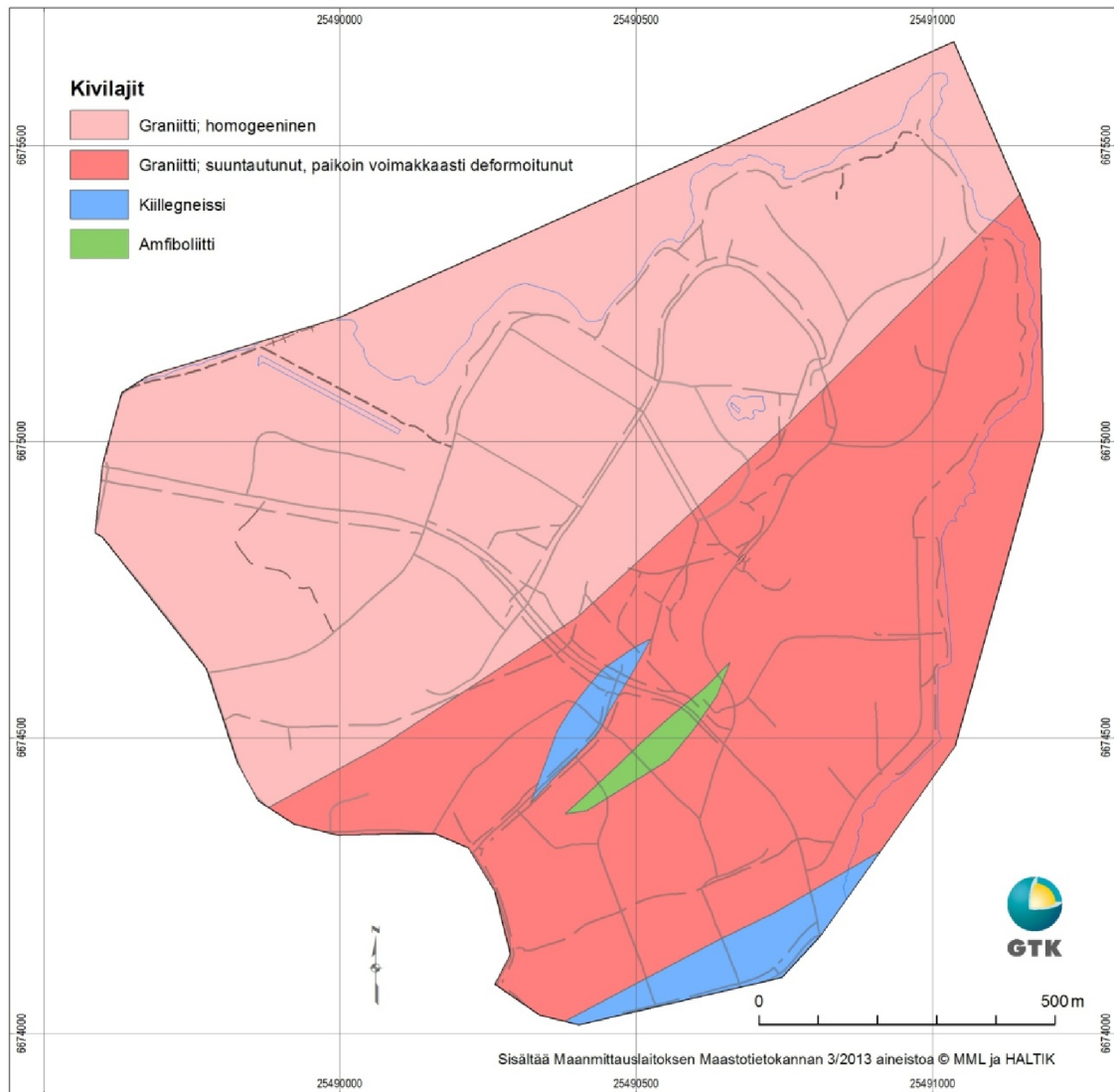


GTK

30.1.2015

Kaakkoisosan graniitissa on eri kokoisia kiillegneissi- ja amfiboliittisulkeumia, joista kaksi n. 30 m leveää vyöhykettä on esitetty kartalla (Kuva 4). Kiillegneissia esiintyy myös alueen kaakkoiskulmassa. Amfiboliitit ovat pieni- tai keskirakeisia, lähes mustia kiviä. Niissä on selvä liuskeisuus kallioperän yleisen rakennesuunnan mukaisesti. Amfiboliittien päämineraalit ovat plagioklaasi, sarvivälke ja kvartsi, jota on 10-20 %. Kiillegneissit ovat juovaisia ja muodostavat osittain suonigneissimäistä seoskiveä, jossa suoniaines on graniittia. Päämineraalit ovat plagioklaasi, kalimaasälpä, biotiitti ja kvartsi vaihtelevassa määrin.

Tunnelihavaintojen perusteella Otaniemen keskiosaan sijoittuu heikomman kalliolaadun alue. Kivessä on tiheä vaakarakoilu (Kuva 5) ja useamman suuntaiset RiIII-RiIV-luokan rikkonaisuusvyöhykkeet risteävät tällä kohdin. Alueelle sijoittuvat myös yhtenäisemmät kiillegneissi- ja amfiboliittisulkeumat (Kuva 4).



Kuva 4. Otaniemen kivilajikartta

30.1.2015



Kuva 5. Karkearakeinen, punainen graniitti, joka on rakoillut vaakakerrosmaisesti ja osittain rapautunut. Kuva: M. Wennerström

4 GEOENERGIAPOTENTIAALI

Otaniemen maapeitteen paksuus luokiteltiin geoenergiapotentiaalin kannalta kahteen luokkaan:

1. Maapeitepaksuus ≤ 10 m, erinomainen
2. Maapeitepaksuus > 10 m, hyvä

Maapeitteen paksuuden ylittäessä 10 m energiakaivon porauksessa alkaa usein tulla lisäkustannuksia maaporauksesta. Otaniemessä savikkojen paksuus ei kuitenkin suurella todennäköisyydellä ylitä 20 metriä, joten maapeite ei merkittävästi rajoita geoenergian hyödyntämistä.

Geoenergiapotentiaalikartan muodostamista varten Otaniemen kivilajit luokiteltiin lämmönjohtavuuden perusteella neljään luokkaan eli jokainen kivilaji omaan luokkaansa (Taulukko 1). Lämmönjohtavuuden arviot sekä luokittelu perustuvat GTK:n asiantuntemukseen. Arvioinnissa hyödynnettiin GTK:n laajaa aineistoa Suomen kivilajien lämmönjohtavuuksista (Peltoniemi, 1996) sekä Otaniemessä Aalto-yliopistokiinteistöjen koekaivoissa muiden projektien yhteydessä tehtyjä TRT-mittauksia. TRT-mittaukset tehtiin syksyn 2014 aikana, ja ne suorittivat GTK (Kaivo 1 ja Kaivo 2: homogeeninen graniitti) ja Rototec (Dipolin kaivo: suuntautunut graniitti). Mittauspisteet on merkitty karttaan (Kuva 6).

30.1.2015

Taulukko 1. Otaniemen kivilajien luokittelu lämmönjohtavuuden perusteella. Lämmönjohtavuuden arvioinnissa hyödynnettiin GTK:n laajaa aineistoa Suomen kivilajien lämmönjohtavuuksista (Peltoniemi, 1996) sekä Otaniemessä syksyllä 2014 tehtyjä TRT-mittauksia.

Kivilajiluokka	Kivilaji	Lämmönjohtavuuden arvio [W/(mK)]	Luokittelu
1.	Graniitti; suuntautunut, paikoin voimakkaasti de- formoitunut	3,6	Erinomainen
2.	Graniitti; homogeeninen	3,3	Kiitettävä
3.	Kiillegneissi	3,0	Hyvä
4.	Amfiboliitti	2,8	Keskinkertainen

Geoenergiapotentialiselvityksessä käytetyt ja Taulukossa 1 esitetyt lämmönjohtavuusarvot ovat siis arvioita. Kivilajien sisällä voi kuitenkin esiintyä jonkin verran vaihtelua lämmönjohtavuudessa, johtuen mm. paikallisista eroista mineraalikoostumuksessa ja rakenteessa sekä kivilajien ominaisuuksien anisotropias-
ta. Otaniemen kivilajeista erityisesti suuntautuneessa graniitissa esiintyy heterogeenisuutta sekä mahdollisesti lämmönjohtavuuden anisotropiaa, joten sen luokan lämmönjohtavuuden arvioon liittyy suurin epävarmuus. Geologian perusteella voidaan kuitenkin olettaa, että lämmönjohtavuus on luokassa 1 vähintään samaa tasoa kuin luokassa 2. Tässä selvityksessä luokan 1 lämmönjohtavuuden arvio perustui mitattuun arvoon Dipolin koekaivossa, jonka arvioitiin edustavan kivilajia riittävällä varmuudella.

Taulukon 1 mukaisilla lämmönjohtavuusarvoilla amfiboliitin kohdalla tulisi yksittäinen energiakaivo mitoittaa ainakin 15 metriä syvemmäksi kuin suuntautuneen graniitin alueella. Useamman energiakaivon kentässä vaikutus on moninkertainen. Isommat kaivokentät tulee aina mitoittaa tapauskohtaisesti, koska kaivojen tarvittava määrä ja syvyys ei kasva lineaarisesti energiantarpeen mukaan. Näissä kohteissa tulisi mitata myös todellinen paikallinen lämmönjohtavuus ja lämpötila kentän optimaalisen mitoituksen ja mallinnuksen varmistamiseksi.

Otaniemen geoenergiapotentialiaali laskettiin luokitellun maapeitepaksuus- ja kivilajiaineiston perusteella käyttäen ESRI:n ArcGis 10.1 –ohjelmistoa, ja geoenergiapotentialiluokkia muodostui 5: *erinomainen–tyydyttävä* (Taulukko 2). Otaniemen geoenergiapotentialikartta on esitetty Kuvassa 6 sekä raportin lopussa erillisenä liitteenä. Kartan mittakaava on 1:10000 lähtöaineiston tarkkuuden perusteella. Karttaan on merkitty myös Otaniemen maanalaistilat 25 m suojaetäisyydellä. Maanalaistilat eivät välttämättä kaikilta osin sulje pois geoenergian hyödyntämisen mahdollisuutta, joten tilat on merkitty kartan päälle viivoituksella, jolloin potentialivärit näkyvät alta.

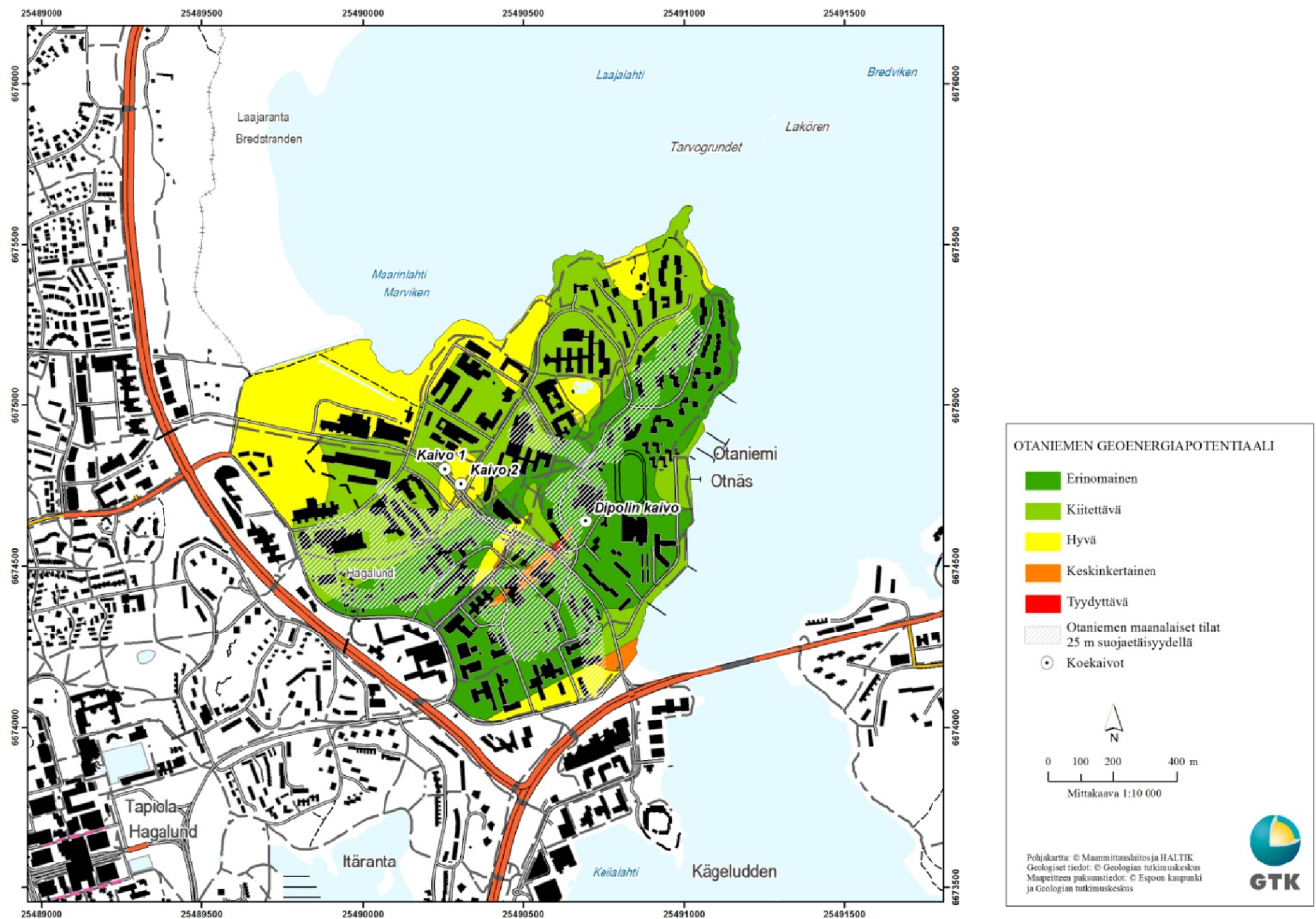
30.1.2015

Taulukko 2. Maapeite- ja kivilajiaineistosta johdetut geoenergiapotentiaaliluokat. Luokkien tunnusväreinä on käytetty samoja värejä kuin lopullisessa Otaniemen geoenergiapotentiaalikartassa.

Geoenergiapotentiaaliluokka	Kivilaji ja maapeitepaksuus
Erinomainen	Suuntautunut graniitti ja maapeite ≤ 10 m
Kiitettävä	Suuntautunut graniitti ja maapeite > 10 m
	Homogeeninen graniitti ja maapeite ≤ 10 m
Hyvä	Homogeeninen graniitti ja maapeite > 10 m
	Kiillegneissi ja maapeite ≤ 10 m
Keskinkertainen	Kiillegneissi ja maapeite > 10 m
	Amfiboliitti ja maapeite ≤ 10 m
Tyydyttävä	Amfiboliitti ja maapeite > 10 m

Otaniemen geoenergiapotentiaali on pääosin erinomainen–hyvä. Koko alueen pinta-alasta, joka on 1,456 km², lähes 99 % kuuluu geoenergiapotentiaaltaan luokkiin erinomainen–hyvä oheisen taulukon (Taulukko 3) mukaisesti. Tämä johtuu Otaniemen ohuista maapeitteistä sekä kahden graniittityypin korkeasta lämmönjohtavuudesta, jotka mahdollistavat geoenergian hyödyntämisen alueella kohtalaisilla kustannuksilla. Huonoimpaan luokkaan *tyydyttävä* kuuluu ainoastaan 0,1 % pinta-alasta. Geologia ja maanalaistilat huomioiden kaikkein potentiaalisimmat geoenergia-alueet löytyvät Otaniemen etelä- ja itäosasta, lukuunottamatta kapeaa huonomman potentiaalilin kaistaletta aivan Miestentien pohjoispuolella.

30.1.2015



Kuva 6. Otaniemen geoenergiapotentialiaalikartta. Karttaan on merkitty myös Otaniemen maanalaiset tilat 25 m suojaetäisyydellä sekä luokittelussa hyödynnetyjen Aalto-yliopistokiinteistöjen koekaivojen paikat. Kartta on myös raportin liitteenä A3-koossa.

Taulukko 3. Geoenergiapotentialiltaan eri luokkiin kuuluvin alueiden pinta-alat ja prosentuaaliset osuudet mallinnetun Otaniemen alueen kokonaispinta-alasta.

Geoenergiapotentialiaali	Pinta-ala [km ²]	[%]
Erinomainen	0,577	39,6
Kiihtettävä	0,521	35,8
Hyvä	0,337	23,2
Keskinkertainen	0,019	1,3
Tyydyttävä	0,002	0,1
	1,456	100

30.1.2015

5 AALTO-YLIOPISTOKIIENTEISTÖJEN POTENTIAALISET GEOENERGIAKOHTEET OTANIEMESSÄ

Geoenergiapotentiaalikarttoja voidaan yleisesti ottaen hyödyntää aluesuunnittelussa ja jopa kaavoituksessa. Otaniemen osalta tässä työssä valmistunutta geoenergiapotentiaalikarttaa haluttiin hyödyntää heti Aalto-yliopistokiinteistöjen erityisen potentiaalisten geoenergiakohteiden tunnistamiseen alueella. Tässä käytettiin myös Gaia Consulting Oy:n Energiaomavarainen Otaniemi 2030 –raporttia (Pesola & al., 2014), johon on koottu mm. Aalto-yliopistokiinteistöjen Otaniemen rakennusten perustiedot sekä energiankulutustiedot.

Tässä raportissa esitetyn Otaniemen geoenergiapotentiaalikartan mukaan suurin osa alueesta kuuluu potentiaaliluokkiin *erinomainen* ja *kiitettävä*, joten näillä alueilla sijaitsee myös useita Aalto-yliopistokiinteistöjen rakennuksia. Kaiken kaikkiaan potentiaalisia kohteita on paljon, mutta tässä työssä tarkoitus oli tunnistaa erityisen potentiaaliset kohteet.

Erityisen potentiaalisia kohteita etsittiin seuraavilla kriteereillä:

- Sijainti geoenergiapotentiaalikartalla luokissa *erinomainen* tai *kiitettävä*
- Sijainti maanalaistilojen ja 25 m varoetäisyyden ulkopuolella
- Rakennuksen välittömässä läheisyydessä arvion mukaan tilaa energiakaivokentän poraamiselle
- Rakennuksella on sekä lämmitys- että viilennysenergiantarvetta
- Vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä

Kriteerien avulla tunnistettiin seuraavat Aalto-yliopistokiinteistöjen Otaniemen rakennukset erityisen potentiaalisiksi geoenergiakohteiksi (Lista 1):

- Nano-talo, Puumiehenkuja 2
- Konetekniikka 1, Otakaari 4
- Vesilaboratorio, Tietotie 1E
- Sähkö- ja tietoliikennetekniikka, Otakaari 5

Kaikki listan 1 mukaiset erityisen potentiaaliset kohteet sijaitsevat geoenergiapotentiaalikartalla alueella *kiitettävä*. Arvion mukaan kaikissa kohteissa olisi tilaa energiakaivokentän poraamiselle, mutta asia täytyy kuitenkin varmistaa tapauskohtaisesti ottaen huomioon tonttirajat jne. Todennäköisesti ainakaan kaikissa kohteissa ei ole tilaa täysimääräiseen energiantarpeeseen mitoitetulle energiakaivokentälle, mutta vähintään osa lämmitys- ja viilennysenergiasta voitaisiin tuottaa geoenergialla. Erityisesti Sähkö- ja tietoliikennetekniikan rakennuksen lämmitysenergiantarve on niin suuri, että tarvittaisiin todennäköisesti hybridijärjestelmä.

Gaian selvityksen mukaan kaikissa listan 1 kohteissa on tehty energiakatselmus ja energiansäästöpotentiaalia on muissa paitsi Sähkö- ja tietoliikennetekniikan rakennuksessa. Kaikissa Aalto-yliopistokiinteistöjen Otaniemen rakennuksissa on GTK:n tietojen mukaan vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä. Tässä selvityksessä ei oteta kantaa siihen onko rakennusten lämmitys- ja viilennysjärjestelmien muutoksille tarvetta.

30.1.2015

Todellisuudessa geoenergian hyödyntämispotentiaali on varsin hyvä myös rakennuksissa, jotka sijaitsevat potentiaalिकartan alueella *hyvä* ja täyttävät kaikki muut kriteerit. Maapeitepaksuus on näillä homogeenisillä graniittialueilla hieman yli 10 metriä, mikä ei vielä vaikuta merkittävästi porauskustannuksiin. Lisäksi samassa luokassa kiillegneissin lämmönjohtavuus on kuitenkin hyvä eikä sen vaikutus kaivomitoitukseen ole merkittävän suuri. Tällaisia Aalto-yliopistokiinteistöjen rakennuksia on mm. TUAS ja Tietotekniikan talo.

Otaniemen laajat maanalaistilat vaikuttavat useiden Aalto-yliopistokiinteistöjen geoenergian hyödyntämismahdollisuuksiin. Ehkä metrotunnelia lukuun ottamatta on kuitenkin periaatteessa mahdollista hyödyntää geoenergiaa maanalaistiloista käsin – esimerkiksi poraamalla energiakaivot maanalaistilasta tai mahdollisten uusien innovaatioiden avulla. Nämä kohteet kuitenkin rajattiin tässä yhteydessä pois listalta.

Erityisen potentiaalisten kohteiden yhtenä lisäkriteerinä käytettiin myös sitä, että rakennuksella on viilennysenergian tarvetta. Geoenergiajärjestelmän toimivuuden kannalta tämä ei ole kuitenkaan välttämätöntä, sillä energiakaivokenttää voidaan ladata myös esimerkiksi aurinkoenergialla eikä kenttää tarvitse välttämättä ladata lainkaan. Järjestelmä toimii kuitenkin tehokkaammin ja kaivokentän lämpötila pysyy paremmalla tasolla, jos latausta tapahtuu. Tämän lisäkriteerin perusteella rajattiin listalta pois Aalto-yliopistokiinteistöjen rakennuksia, vaikka ne olisivat olleet *erinomaisella* potentiaalialueella kartalla. Tällaisia kohteita ovat mm. Kirjasto ja Puunjalostustekniikka 1. Todellisuudessa rakennuksessa voidaan ottaa käyttöön tilaviilennys esimerkiksi saneerauksen yhteydessä, jolloin tilanne muuttuu. Geoenergiajärjestelmällä voidaan tuottaa viilennysenergiaa usein kustannustehokkaasti ns. vapaaviilennyksenä, jolloin kynnyksen viilennyksen käyttöönottoon rakennuksessa on matalampi.

Aalto-yliopistokiinteistöjen kohteiden lisäksi Otaniemen alueella on muita rakennuksia, jotka sijaitsevat geoenergian hyödyntämisen kannalta varsin potentiaalisella alueella, joissa on mahdollisesti sekä lämmitys- että viilennysenergian tarvetta ja tilaa energiakaivokentälle. Tällaisia rakennuksia on mm. Otaniemen eteläosassa.

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Geologian tutkimuskeskus (GTK) selvitti Otaniemen alueen geoenergiapotentiaalin Aalto-yliopistokiinteistöjen toimeksiannosta. Otaniemessä realistinen geoenergian hyödyntämismuoto on kallioperään porattavat energiakaivot, joista saatavaa energiaa voidaan käyttää rakennusten lämmittämiseen ja/tai viilentämiseen lämpöpumpun avulla. Selvityksessä huomioitiin geoenergian hyödyntämisen kannalta olennaiset geologiset tekijät, eli maapeitteen paksuus ja kivilajit sekä kivilajien lämmönjohtavuus. Geoenergiapotentiaalिकartan muodostamista varten maapeitteen paksuus jaettiin kahteen luokkaan ja kivilajit neljään luokkaan lämmönjohtavuuden mukaan.

Tässä raportissa esitetään valmis Otaniemen geoenergiapotentiaalिकartta, johon on merkitty myös Otaniemen laajat maanalaistilat 25 m varoetäisyyden kera. Otaniemen geoenergiapotentiaali on pääosin *erinomainen–kiitettävä*, ja huonoimpaan luokkaan *tyydyttävä* kuuluu ainoastaan 0,1 % Otaniemen pinta-alasta. Tämä johtuu alueen ohuista maapeitteistä sekä kahden pääkivilajin korkeasta lämmönjohtavuudesta, jotka mahdollistavat geoenergian hyödyntämisen kohtalaisilla kustannuksilla. Geologia ja maanalaistilat huomioiden kaikkein potentiaalisimmat geoenergia-alueet löytyvät Otaniemen etelä- ja itäosasta.

30.1.2015

Otaniemen geoenergiapotentialiaalikarttaa voidaan hyödyntää alueen energiataloudellisessa kokonaiskehityksessä Energiaomavarainen Otaniemi 2030 –hankkeen puitteissa, mutta myös geoenergiakohteiden hankesuunnittelussa ja alustavissa kustannuslaskelmissa. Raportissa esitettyjä kallioperän lämmönjohtavuusarvoja ja maapeitteen paksuusarvoja ei kuitenkaan voi käyttää tarkemmissa laskelmissa, kuten energiakaivojen mitoituksessa. Erityisesti yli 10 energiakaivon tapauksissa tulee tehdä aina erilliset kohteelliset TRT- ja lämpötilamittaukset mitoitusta varten.

Otaniemen geoenergiapotentialiaalikarttaa hyödynnettiin tässä projektissa heti Aalto-yliopistokiinteistöjen potentiaalisten geoenergiakohteiden tunnistamiseksi. Kriteereinä käytettiin mm. rakennuksen sijaintia potentiaalikartalla ja sitä, että rakennuksella on sekä lämmitys- että viilennysenergian tarvetta. Tässä raportissa on lueteltu 4 erityisen potentiaalista kohdetta ja muita huomionarvoisia kohteita.

KIRJALLISUUSVIITTEET

- Juvonen, J. & Lapinlampi, T., 2013.** Energiakaivo – Maalämmön hyödyntäminen pientaloissa. Ympäristöopas 2013. Ympäristöministeriö. 64 s.
- Laitala, Matti. 1967.** Kallioperäkartta 1 : 100 000 - Maps of Pre-Quaternary Rocks, Karttalehti 2034, Helsinki. Geologian tutkimuskeskus.
- Laitala, Matti. 1991.** Helsingin kartta-alueen kallioperä. Kallioperäkartan selitys. 1 : 100 000 –Pre-Quaternary rocks of the Helsinki map-sheet area., Karttalehti 2034. Geologian tutkimuskeskus.
- Leppäharju, N., 2008.** Kalliolämmön hyödyntämiseen vaikuttavat geofysikaaliset ja geologiset tekijät. Pro gradu –työ. Oulun yliopisto. 79 + 12 s.
- Normilämpökaivon kriteerit, 2009.** [WWW-dokumentti]. Suomen Kaivonporausurakoitsijat ry – Poratek. [Viitattu 19.1.2015]. <http://www.poratek.fi/fi/lampokaivot/normilampokaivon+kriteerit/>
- Pajunen, M., Airo, M.-L., Elminen, T., Niemelä, R., Salmelainen, J., Vaarma, M., Wasenius, P. ja Wennerström, M. 2002.** Raportti I. Menetelmänkehitys ja ohjeistus. ”Kallioperän rakennettavuusmalli taajamiin” –projekti. Geologian tutkimuskeskus. Raportti K.21.42/2002/5. 95 s.
- Peltoniemi, S., 1996.** Relationship between thermal and other petrophysical properties of rocks in Finland. Helsinki University of Technology, Espoo, 100 pp.
- Pesola, A., Hagström, M., Larvus, L., Vehviläinen, I. & Vanhanen, J., 2014.** Energiaomavarainen Otaniemi 2030. Gaia Consulting Oy, Helsinki. 48 + 12 s.

