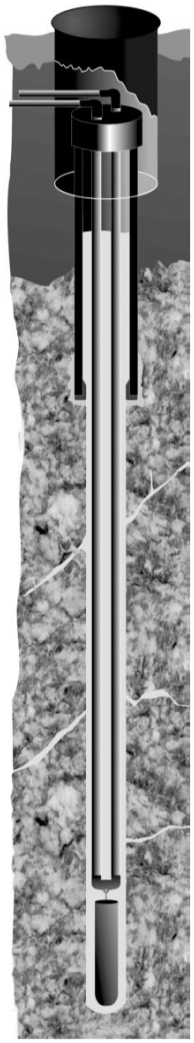
Geoenergia ja pohjavesi

Asmo Huusko
Geologian tutkimuskeskus GTK
asmo.huusko@gtk.fi

Geoenergiaa voidaan hyödyntää eri lähteistä

- Maaperästä (irtaimet maalajit), jolloin energia on peräisin auringosta (vaakaputket, porapaalut)
- Kallioperästä (kiteinen kallioperä), matalista porakaivoista 50 –400 m, energia peräisin auringosta + pienen pieni lisä myös geotermisestä lämmöstä
- Syvistä kalliorei'istä (St1:n Deep Heat-projekti, 7 km?)
- Vesistöistä, järvi- sekä merisedimenteistä
- Tunneleista tai suljetuista kaivoksista
- Pohjavedestä

Energiakaivot ovat yleisin hyödyntämistapa mutta kaikki vaihtoehdot ovat teknisesti Suomessakin mahdollisia.

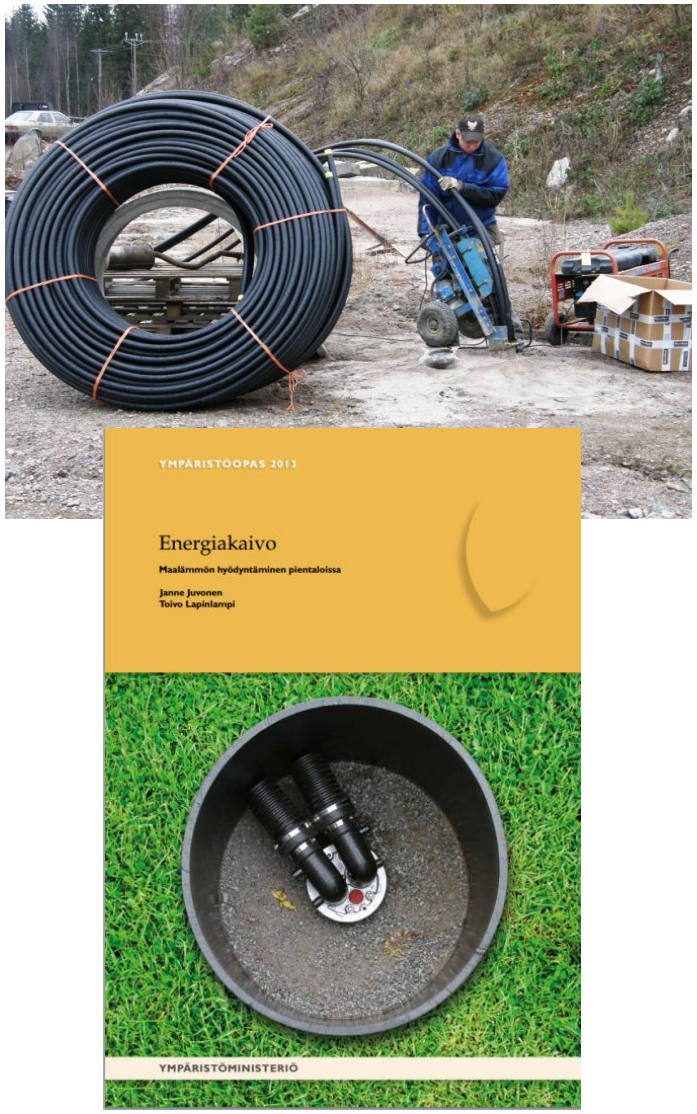


Geoenergian saatavuuteen vaikuttavia geologisia ja hydrogeologisia tekijöitä

- **Kallioperän laatu**
  - Kivilajikoostumus, kallioperän rakoilu -> porattavuus
  - Kivilajien mineraalikoostumus vaikuttaa geoenergian saatavuuteen
- **Maapeitteen paksuus / kallionpinnan syvyys**
  - Maaporaus on kalliimpaa
  - Irtomaan lämmönjohtavuus on heikko, pitää kompensoida lisäsyvyydellä
  - Alueellista vaihtelua voi olla kymmeniä metrejä!
- **Pohjavesiolosuhteet**
  - Pohjaveden pinnankorkeus ja virtausolosuhteet kallioperässä
    - Huomioitava virtaussuunnat, etäisyys vedenottoon
    - Suolainen pohjavesi, pilaantuneet maa-alueet
    - Tekniset ratkaisut riskien minimoimiseksi

Poraamislupa pohjavesialueelle

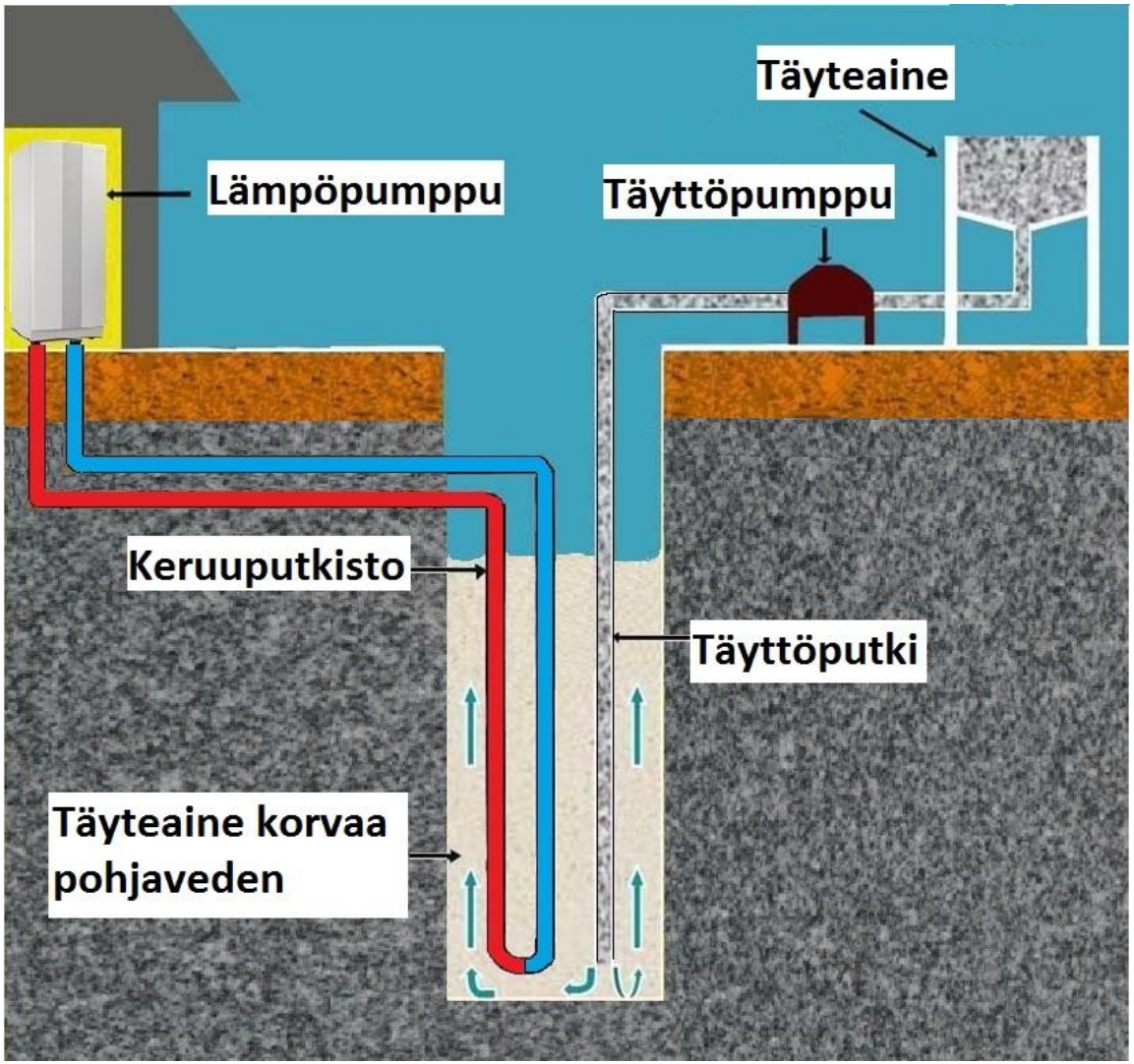
- I- tai II- luokan pohjavesialueelle poraaminen edellyttää lausuntoa kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselta ja tarvittaessa ELY:ltä.
- Luvan myöntäminen on mahdollista, jos poraus ei vaaranna vedenlaatua ja haittaa vedenhankintaa.
- Tarvittaessa vesilain mukaisen luvan käsittely.
- Lupaprosessi on kuvattu SYKEn Energiakaivo-oppaassa. Lupaprosessin käytännöt vaihtelevat kunnittain edelleen.



Maalämpönesteen pohjavesivaikutukset

- **Etanoli**: vaikutukset ovat lyhytkestoisia, jos yhdiste pääsee hapellisissa olosuhteissa hajoamaan.
- **Denaturointiaineet:** ovat biologisesti hapellisissa ja hapettomissa olosuhteissa helposti hajoavia orgaanisia yhdisteitä.
  - Merkittävin etanolin ja denaturointiaineiden vaikutus pohjaveteen on pohjaveden happipitoisuuden väliaikainen aleneminen.
- **Korroosioinhibiittorit:** vesiliukoisia ja hitaasti biohajoavia. Pohjaveteen joutuessaan inhibiittori laimenee maalämpönesteenä käytettävästä pitoisuudesta voimakkaasti. Inhibiittoreiden käytöstä on jo osittain luovuttu (mm. Altia Naturet Geosafe).

Energiakaivon täyttö

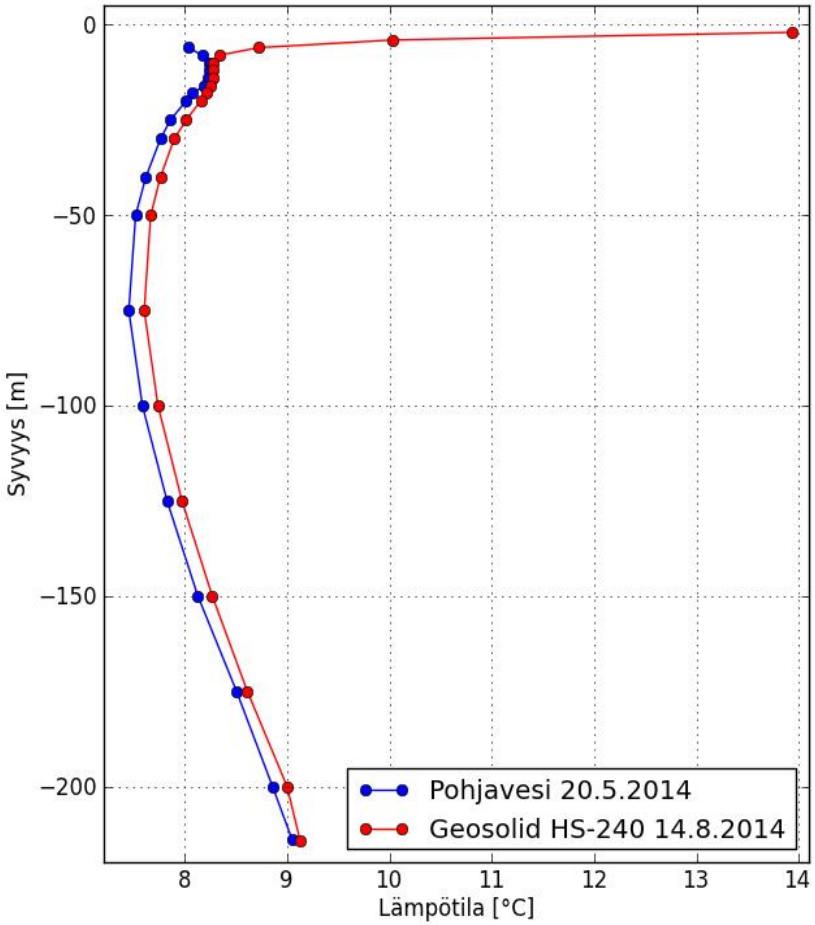


Energiakaivon täyttö

- **Kaivon toiminta:**
  - Täyteaineella on parempi lämmönjohtavuus kuin staattisella vedellä -> teoriassa lämmön siirtyminen kalliosta keruuputkeen paranisi.
  - Kaivon sortumisen estäminen (mm. Saksassa kaivot täytetään).
- **Ympäristönsuojelu:**
  - Kaivo voidaan sijoittaa pohjavesialueelle, keruupiirin vuoto pysähtyisi täyteaineeseen.
  - Täyttö estää veden liikkeen kaivossa ja siten vesikerrostumien sekoittumisen (suolainen vesi, pilaantuneet maat).
- **Kysymyksiä:**
  - Optimaalisin seos Suomen oloihin (jäätymisen halkeilematta kestävä)
  - Katoaako täyteaine veden mukana kallioperän rakoihin? Miten estetään?
  - Kaivon osittainen täyttö mahdollista?

Kenttätutkimukset Porvoossa 2014

- Energiakaivon tehollinen lämmönjohtavuus riippuu kaivon lämpövastuksesta johon edelleen vaikuttavat pohjaveden liike ja luonnollinen konvektio.
- Ensimmäinen lämpötilamittauspiste pohjavesikaivossa oli 6,0 m syvyydellä maanpinnasta ja täytetyssä kaivossa 2,0 m syvyydellä.
- Lämpötila kaivon pohjalla oli n. 9,0 °C.
- Kallion keskimääräinen painotettu lämpötila vesikaivossa oli 8,0 °C ja täytetyssä kaivossa 8,2 °C.
- Täytemateriaali luovuttaa kuivuessaan lämpöä.



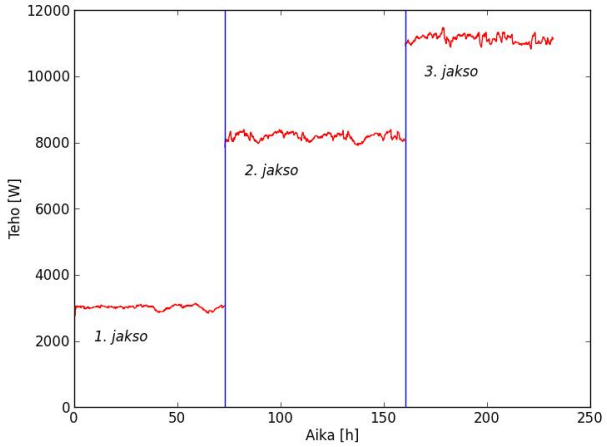
GeoSolid 240-HS
PFT G4
NEXT GENERATION
smart
PFT
LK 250

GeoSolid® 240-HS
Speziell für Erdwärmesonden
VDI 4640
25 kg
GeoSolid
VDI 4640
240-HS

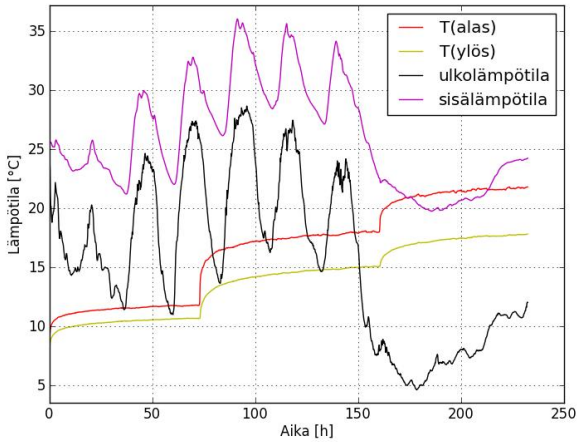
Kaivojen kuormituskokeet

-Kaivon kuormitusta nostettiin portaittain (3,0 kW, 8,0 kW ja 11,0 kW)
- Lämmönkeruunesteen lämpötila täytetyssä kaivossa oli korkeampi kuin vesikaivossa
  → lämpö siirtyy heikommin/hitaammin kallioon kun kaivo on täytetty.

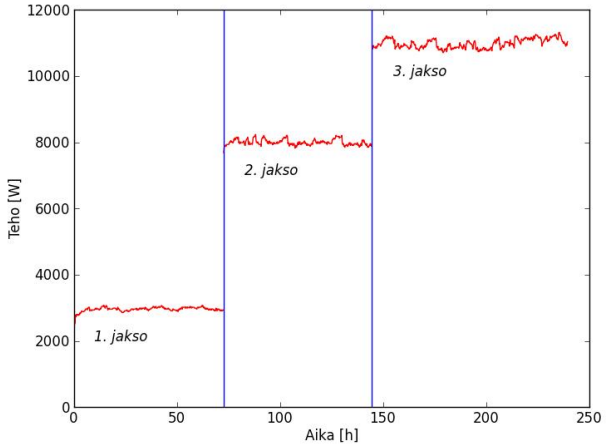
- Pohjavesi



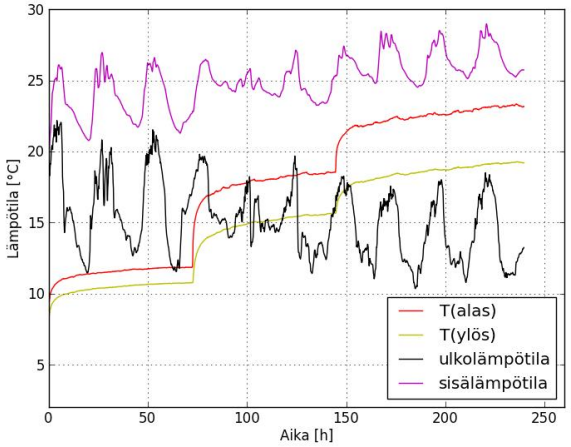
→



- Täyteaine



→



Johtopäätökset

- **Pohjavesi:**
  - Luonnollinen konvektio vesitäytteisessä kaivossa tehostuu lämmitystehon kasvaessa pienentäen kaivon lämpövastusta.
  - Kallion tehollinen lämmönjohtavuus myös paranee, koska veden lämpöä siirtävä vaikutus tehostuu.
- **Täyteaine:**
  - Täytetyn kaivon tapauksessa kallion lämmönjohtavuus pysyi lähes vakiona jokaisessa lämmitysjaksossa.
  - Kaivon täyttö on saattanut sulkea kalliossa olevia vesiyhteyksiä ja siksi kallion tehollinen lämmönjohtavuus oli hieman alhaisempi vesikaivoon nähden.
  - Täytön hyödyt liittyvät lämmöntuoton parantamisen sijasta ympäristönäkökohtien huomioimiseen.

Lisätutkimuksia täyteaineilla tulee vielä tehdä!

Kuiva kaivo?