

Tunne huominen.



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

TP7

Benchmarking -ja teknologiaselvitys

TP8

Konseptoidaan, kehitetään ja lanseerataan Xamkin ja GTK:n yhteinen geoenergian TKI-ympäristö

Erja Tuliniemi, Markus Ahtiainen, Timo
Juusola

2026



Euroopan unionin
osarahoittama

KYMEN
LAAKSON
LIITTO



KESKI-POHJANMAAN LIITTO
MELLERSTA ÖSTERBOTTENS FÖRBUND



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu



TP7

Benchmarking -ja teknologiaselvitys

- Työpaketin tavoitteena on geoenergian hyödyntämisen ja siihen liittyvien innovaatioiden ymmärryksen lisääminen
- **Sisällys**
 - Selvitys teknologiaratkaisuista ja niiden kehitystarpeista
 - Benchmarking Suomessa ja maailmalla olevista energiaratkaisuista
 - Kokonaisanalyysi tutkimustarpeista ja kehityksen suuntaviivoista
 - Alustavat liiketoimintasuunnitelmat



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Selvitys teknologiaratkaisuksista ja niiden kehitystarpeista

- **Arola et al. 2024.**

- Suomeen on porattu yhdeksän keskisyvää ja yksi syvä energiakaivo elokuuhun 2024 mennessä.
- Geoenergiaa voidaan hyödyntää ottamalla energiaa avoimella tai suljetulla piirillä energiakaivosta. Geoenergia-kaivoja voidaan jaotella syvyyden mukaan mataliin (<500 m), keskisyviin (500–3000 m) ja syviin energiakaivoihin (>3000 m).
- Raportin haastattelujen perusteella hankkeiden keskeiseksi kehitystarpeeksi nousi yhtenäisen toimintatavan puuttuminen. Havaittiin, että keskittyminen kohdistui enemmän tekniseen kuin geologiseen etukäteissuunnitteluun, ja sekä taloudellisessa suunnittelussa että kustannusten arvioinnissa oli suurta hajontaa.

- **Lens-patenttiverkkokannasta etsittiin seuraavilla sanoilla uusia patenteja löytämään tuoreimpia teknologiaratkaisuja sekä niiden kehityssuuntia.**

- Geoterminen energia ja keskisyvä geoenergia
- Hybridigeotermiset energiateknologiat
- Lämpöpumput (R290)
- Kollektorit
- Geoenergia ja energiavarastointi

- **Wehrenbrecht 2024.**

- Patent landscape yhteistyö Genesis-hankkeen kanssa geoenergian osalta.



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Benchmarking Suomessa ja maailmalla olevista energiaratkaisuista

- **Lund & Toth 2021.**

- Katsausartikkelissa kerrotaan, että geoenergiaa käytettiin 1 020 887 TJ/vuodessa (283 580 GWh/vuosi), mikä on 72,3 % enemmän kuin vuonna 2015. Geoenergian käyttö on kasvanut 11,5 %:n vuosivauhdilla.
- Lämpöenergian käyttö jakautuu eri käyttökategorioihin seuraavasti: noin 58,8 % käytetään maalämpöpumppeihin, 18,0 % kylpy- ja uimatoimintaan, 16,0 % tilojen lämmitykseen (josta 91,0 % kaukolämmitykseen), 3,5 % kasvihuoneiden lämmitykseen, 1,6 % teollisiin sovelluksiin, 1,3 % kalankasvatusaltilaiden ja virtausratojen lämmitykseen, 0,4 % maataloustuotteiden kuivaukseen, 0,2 % lumen sulatukseen ja jäähdytykseen sekä 0,2 % muihin käyttötarkoituksiin.

- **International Renewable Energy Agency 2023.**

- Geoenergiajärjestelmiä voidaan jaotella kolmeen alaluokkaan: Enhanced geothermal systems (EGS), advanced geothermal systems (AGS) ja supercritical geothermal systems (SCGS).
- EGS perustuu syvän kallioperän läpäisevyyden parantamiseen hydraulisella stimuloinnilla.
- AGS on suljettu järjestelmä, jossa lämpöä otetaan suoraan maaperästä tai kalliosta ja prosessin kiertoneste kiertää maahan asennettujen putkien muodostamassa verkostossa.
- SCGS-järjestelmät hyödyntävät geotermisiä resursseja superkriittisissä olosuhteissa, joissa vesi käyttäytyy sekä nesteen että kaasun tavoin. Tällaiset järjestelmät soveltuvat tulivuoriolosuhteisiin.

Kokonaisanalyysi tutkimustarpeista ja kehityksen suuntaviivoista

Raportti liitteenä

- **Energiakaivoja hyödyntävät hybridijärjestelmät kehittyvät.**
 - ORC (Organic Ranking Cycle): Geotermistä energiaa voidaan hyödyntää yksin tai yhdessä aurinkokeräinten kanssa tuottamaan lämpöä ORC-kiertoon, minkä avulla saadaan tuotettua sähköä.
 - PVT (Photovoltaic-Thermal) -järjestelmässä yhdistetään aurinkokeräimet energiakaivon kanssa parantamaan järjestelmän tasapainoa ja hyötysuhdetta.
- **Lämmönvarastoinnin mahdollisuuksia on tarkasteltu.**
 - Lämmönvarastointi voidaan jakaa tuntuvan lämmönvarastointiin (SHS), latenttilämmönvarastointiin (LHS) ja termokemialliseen lämmönvarastointiin (TCHS).
 - Faasimuutosmateriaaleja voidaan hyödyntää lämpöpumppujärjestelmissä (Launonen 2026).
 - Vähemmän käytetyissä termokemiallisissa lämpövarastoissa nähtiin potentiaalia Pohjois-Euroopassa.
 - Ylijäämälämmön vieminen energiakaivoon on myös lämmön varastointimahdollisuus.
- **Kompressoritekniikassa tapahtuu kehitystä.**
 - Scroll-kompressorit ovat yleistyneet maalämpöpumpuissa. Kompressoritekniologia kehittyi erityisesti öljyttömien keskipakokompressorien ja magneettilaakeritekniologian parissa.
 - GEHP-järjestelmissä kompressoria voidaan käyttää eri energialähteillä, kuten biokaasulla toimivalla polttomoottorilla. Polttomoottori mahdollistaa sekä lämpöpumppuprosessin että moottorin hukkalämmön hyödyntämisen. Järjestelmiä käytetään erityisesti maissa, joissa on kehittynyt kaasuverkko.

Alustavat liiketoimintasuunnitelmat

- Tutkimusympäristö ja data palveluna
 - Energiatehokkuuden analysoinnin tuki
 - Energiaratkaisujen referenssi ja analytiikka
 - Validointi ja referenssialusta
-
- **Raportti liitteenä**

Tutkimusympäristö ja data palveluna

- **Kohderyhmä:**
 - Energiayhtiöt
- **Tarjonta:**
 - Alusta uusien teknologioiden testaamiseen sekä mittausdatan hyödyntämiseen. Sisältö painottuu TKI-yhteistyöhön, pilotointiprojekteihin ja datan kaupallistamiseen.
- **Avainresurssit:**
 - Energiakaivo ja laitteistot, mittaus- ja datankeruujärjestelmä, asiantuntijatiimi.



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Energiatehokkuuden analysoinnin tuki

- **Kohderyhmä:**

- ESCO-yritykset ja energiapalveluiden tarjoajat

- **Tarjonta:**

- Tutkimusympäristön avulla validoidaan säästöpotentiaalia ja lisätään tilaajan palveluiden uskottavuutta asiakkaiden suuntaan. Sisältö keskittyy datan todentamiseen, analytiikkaan ja asiakasreferensseihin.

- **Avainresurssit:**

- Tutkimusympäristö, mittausdata ja analytiikka, asiantuntijaresurssit.

Energiaratkaisujen referenssi ja analytiikka

- **Kohderyhmä:**

- Energiaratkaisuiden investointien päättäjät: taloyhtiöt, isännöitsijät, rakennuttajat

- **Tarjonta:**

- Päätöksenteon tukeminen ja referenssien tarjonta:
 - Todellisen ympäristön toiminta käytännössä: kuinka keskisyvä geoenergia, energiakaivot ja aurinkosähkö toimivat yhdessä.
 - Arviointi investointien kannattavuudesta todellisen datan perusteella.

- **Avainresurssit:**

- Tutkimusympäristö, mittausdata ja analytiikkatyökalut, asiantuntijatiimi.



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

TP8

Konseptoidaan, kehitetään ja lanseerataan Xamkin ja GTK:n yhteinen geoenergian TKI-ympäristö

- Työpaketin tavoitteena on luoda suunnitelmat TKI-ympäristön toiminnalle
- **Sisälllys**
 - Geoenergian tutkimusympäristö
 - Yhteistyö
 - Jatkokehittäminen



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Geoenergian tutkimusympäristö

- Lanseerattu Xamkin Energiatekniikan tutkimusyksikön alle [Geoenergian tutkimusympäristö](#)
- Käyttöön otettu keväällä 2026
- Video ympäristön rakentamisesta:
 - [Geoenergian tutkimusympäristön rakentaminen](#)
- Visio, toimintamalli, jatkosuunnitelmat



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Palvelutoiminnan toimitusketju

Esiselvitys ja
lähtötiedot

Asiakaskontakti

Tarpeen määrittäminen

Esiselvitys, toiminta-
suunnitelma,
aikataulu, sopimus

Työn
suoritus

Tiedon ja
materiaalin
toimitus

Tiedon hankinta,
testien
suorittaminen,
alihankinta

Tulosten
analysointi,
johtopäätökset,
raportointi

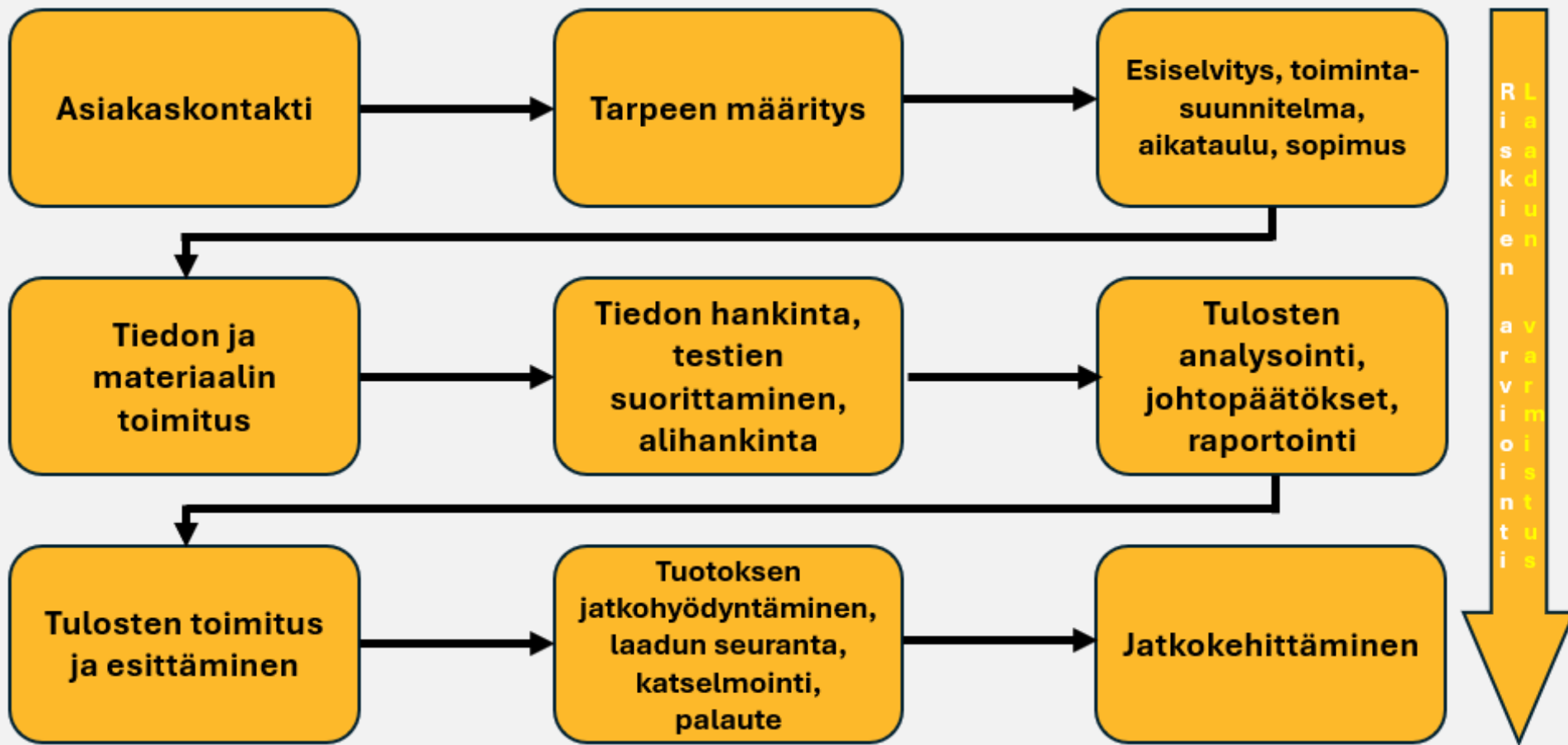
Tulosten
käyttö

Tulosten toimitus
ja esittäminen

Tuotoksen
jatkohyödyntäminen,
laadun seuranta,
katselmointi,
palaute

Jatkokehittäminen

Laadun
arvioinnin
tulokset



Geoenergian tutkimusympäristö

- **Kotkaan vuonna 2026 valmistuneen Geoenergian tutkimusympäristön keskiössä:**
 - Keskisyvä energiakaivo, 817 m
 - 40 kW maalämpöpumppu, propaani
 - Uusi maalämpöneste, GeoFrost Strong
 - Reaaliaikainen automaatio- ja mittausjärjestelmä
- **Tutkimusympäristö tarjoaa:**
 - Harvinaiset kenttäolosuhteet
 - Geoenergian testauksen osana muita energiajärjestelmiä
 - Puolueetonta tutkimustietoa
- **Yhteistyössä Energiatekniikan TKI-yksikön kanssa saat:**
 - Luotettavaa mittausdataa
 - Simulaatioita, konsultaatiota, asiantuntija-arvioita
 - Mahdollisuuden laitetestaukseen ja –kehitystyöhön
 - Kehityshankkeet
 - Pääset osaksi verkostoja

Geoenergian tutkimusympäristön ensimmäisen vaiheen investoinnit ovat toteutettu hankkeissa Geoenergialoikka ja Automaatiojärjestelmällä moniulotteisuutta keskisyvien energiakaivojen ympärille. Lisätietoja:



Euroopan unionin
osarahoittama

KYMEN
LAAKSON
LIITTO



KESKI-POHJANMAAN LIITTO
MELLERSTA ÖSTERBOTTENS FÖRBUND



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Yhteistyössä:

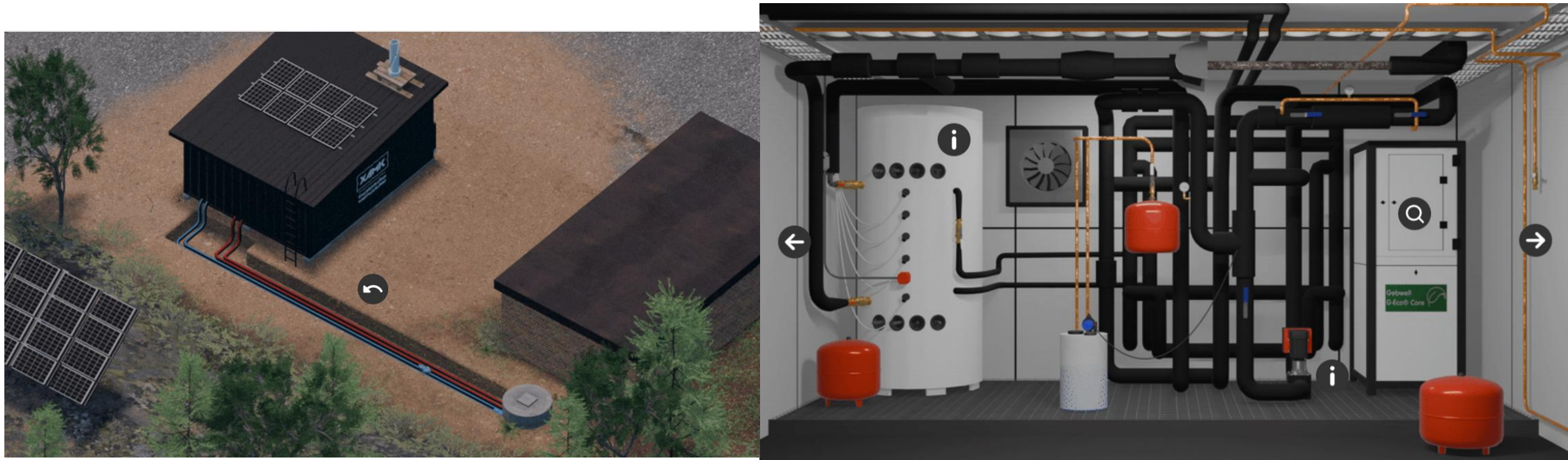
[Kymvake](https://www.kymvake.fi/)

Kymenlaakson alueellisen varautumisyhteistyön kehittäminen

Noora Karhulahti

Xamkin Geoenergian tutkimusympäristön 3D-virtuaalimalli

<https://www.thinglink.com/view/scene/2052013573625873252>



Geoenergian tutkimusympäristö

- **Jatkosuunnitelmat**

- Kehityshankkeet

- Geoenergian tutkimusympäristön mittaustiedon hyödyntäminen investointipäätösten tukena, Siemens Amesim, raportti liitteenä.

- Yritysyhteistyö

- Sisäiset ja ulkoiset kehityshankkeet

- Koulutusyhteistyö

- Xamk Energiatekniikan koulutusohjelma: opinnäytetyöt, työharjoittelu, projektityöt.



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Yhteistyö

- Muiden alueille rakentuvien keskusten kanssa
- Xamkin kestävän energian TKI-ympäristö
- Yhteistyökumppaneiden TKI-klusteri
- Geoenergian tutkimusympäristö yritysten kokeilu- ja testausalustana eri teknologioiden pilotoinneissa
- Geoenergian tutkimuspalvelut



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Yhteistyö

- **Muiden alueille rakentuvien keskusten kanssa**
 - Ympäristöstä kertyvän tiedon jakamista ja tulosten vertailua
 - Xamk tehnyt Oulun tarpeisiin kaivon ajoa
 - Kaivokortit: [Tutkimuskaivojen tiedot - Geoenergialoikka](#)
 - Oulu, 604 m ja 613 m
 - Kokkola, tulossa syksyn 2026 aikana
- **Raportti liitteenä**

Yhteistyö

- **Xamkin kestävän energian TKI-ympäristö**
 - Koostuu [Geoenergian](#)- ja [vetyjärjestelmien](#) tutkimusympäristöistä
 - Yhteistyö Geoenergian tutkimusympäristössä
 - Aurinkopaneelien tuotannon hyödyntäminen prosesseissa
 - Aurinkokeräinten lämmön lataamisen mahdollisuudet
 - Elektrolyserin ylijäämälämmön lataamisen mahdollisuudet
 - Kaivon lämmitys- ja jäähdytyspotentiaali
- **Maakunnan muut energia-alan ekosysteemit**
 - Power Coast, ylijäämälämpöjen hyödyntämismahdollisuudet
 - Suomen Vetylaakso ry, ylijäämälämpöjen hyödyntämismahdollisuudet
 - Alueen kehittämissyhtiöt, Cursor ja Kinno

Yhteistyö

- **Yhteistyökumppaneiden TKI-klusteri**
 - Geoenergialoikka-hankeryhmän kesken ja laajentaen sitä on luotu toimiva yhteistyöverkosto
 - Kerran kuukaudessa järjestettävä iltapäiväkahvitilaisuus, alan tuloksia
 - GTK hallinnoi toteutusta, muut toimijat nostavat tarpeita esille.
 - Keskusteltu vastaavan mallin mukaisen toiminnan aloittamisesta kohdennetusti Kymenlaakson alueella kohderyhmänä yritykset, ensimmäinen kokeilu syksyllä 2026.

Yhteistyö

- **Geoenergian tutkimusympäristö yritysten kokeilu- ja testausalustana eri teknologioiden pilotoinneissa**
 - Tutkimusympäristö toimii puolueettomana kokeilualustana
 - Erityyppisiä testauksia on aloitettu
 - Maalämpöneste
 - Kollektoriputket
 - Värähtelyanturi osana kunnonvalvontaa
 - Lämpömittari, raportti liitteenä
 - Aurinkopaneelit- ja keräimet
 - Kehitystyö yllä olevien teemojen osalta tulee jatkumaan Geoenergian tutkimusympäristössä.

Maalämpöneste

- **GeoFrost Strong**

- Uusi maalämpöneste, jonka soveltuvuutta tarkastellaan erityisesti keskisyviin energiakaivoihin
- Nesteen ominaisuudet 23.5.2025
 - Testing was performed by an ISO/IEC 17025 accredited external service provider
 - Testing temperature: 10 °C, Kinematic viscosity 40 °C

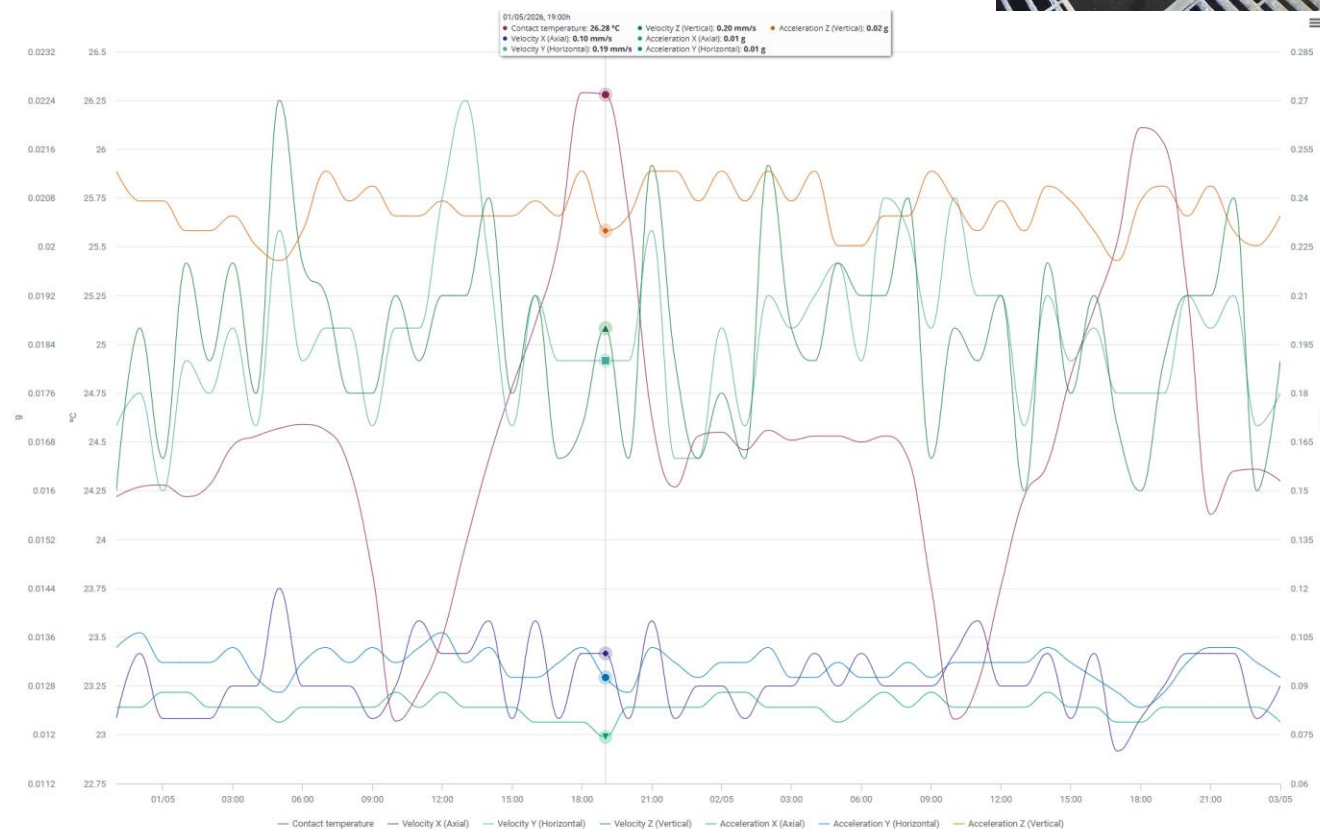
Name	Method	Result	Unit
Density	EN ISO 12185:2024	1080,1	kg/m ³
Thermal Conductivity	ASTM D2717:1995	420,9	mW/(K·m)
Thermal diffusivity	ASTM D2717:1995	118,5	mm ² /s
Specific heat	In-house method	3,29	J/(g·K)
Kinematic viscosity	ASTM D 445	1,436	mm ² /s

Kollektoriputket

- Vertailua eri putkityyppien kesken
- Kotkassa uusi 55 mm putki
- Kotka
 - 810 m Debe 55 mm SDR 17 3,3 mm PN 10
 - 185 m Debe 40mm SDR 17 2,4 mm PN 10
- Oulu
 - 572 m Muovitech 55 mm SDR 15 3,7 mm PN 12,5
 - 530 m Muovitech E Turbo collector 55 mm SDR 15 3,7 mm PN 10

Värähtelyanturi osana kunnonvalvontaa

- WEGscan 100 –
värähtelyanturi on
kiinnitetty keruupiirin
pumppuun.
- Anturilla saadaan
tietoa pumpun
laakereiden kunnosta.



Aurinkopaneelit- ja keräimet

- **Aurinkopaneelit**

- Paneelien 3,12 kWp ja 4,64 kWp tehon hyödyntäminen ympäristön käytössä, akuston latauksessa ja myynnissä.

- **Akusto**

- Akun käytön mahdollisuuden hyödyntäminen
 - Varautumisessa, Kymvake-hanke
 - Kotitaloudessa älykkään energiahallinnan avulla (lämmitys, sähkö, varautuminen, riippumaton korkeista sähkön hinnoista, myynti), kehitystyö Kiinteistöakku-hankkeessa

- **Aurinkokeräimet**

- Aurinkokeräinten lämmön lataamisen mahdollisuudet energiakaivoon, GENESIS-hanke

Yhteistyö

- **Geoenergian tutkimuspalvelut**
 - Laskentatyökalujen hyödyntäminen
 - DaaS-malli
 - Ottaa käyttöön, testata ja analysoida asiakkaan prosessilaitteita
 - Materiaalikestävyys
 - Yrityskohtaiset



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Jatkokehittäminen

- [Automaatiojärjestelmällä moniulotteisuutta keskisyvien energiakaivojen ympärille](#), kehitys- ja investointihanke, AKKE-rahoitus, 300 599 €, 3/26-2/27
- 300 m kaivo osaksi tutkimusympäristöä, 06/26 ->
- Passiivijäähdytys- ja lataus, 07/26->
- Geoenergian tutkimusympäristön mittaustiedon hyödyntäminen investointipäätösten tukena, 07/26 ->
- Aktiivijäähdytys
- Lisälämmönlähde kaivon lataukselle
- Tekoälyn hyödyntäminen ajosuunnittelussa
- Pohjavesienergian hyödyntämismahdollisuudet



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Kirjallisuuslähteet

- T. Arola, A. Martinkauppi, K. Piipponen, K. Piipponen, S. Vallin, M. Wiberg. Keskisyvän ja syvän geotermisen energian hankkeet Suomessa. 2024. GTK. GTK:n tutkimustyöraportti. Available at: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:gtk-1.2.246.563.1.127707>
- N. Wehrenbrecht. Patent landscape report. 2024. Available at: <https://www.xamk.fi/app/uploads/sites/2/2024/10/Patent-landscape-report.pdf>
- J.W. Lund and A.N. Toth. 2021. Direct utilization of geothermal energy 2020 worldwide review. Geothermics, 90, p.101915. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2020.101915>
- International Renewable energy agency (IRENA). 2023. Global geothermal market and technology assessment. Available at: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Feb/IRENA_Global_geothermal_market_technology_assessment
- P. Launonen. 2026. Faasimuutosmateriaalien hyödyntäminen lämpöpumppujärjestelmässä. Diplomityö. Lappeenranta–Lahden teknillinen yliopisto LUT. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2026052252251>



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu



Tunne huomisen.