Djupa borrhål för bergvärmepumpar

Samarbete mellan näringsliv och akademi

KTH GSHP Conference, 15th of September 2016

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager

Our sponsors

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager

Energimyndigheten

ACCIO

AVANTI

asplan viak

värmex

BRUGG CABLES
Well connected.

BENGT DAHLGREN

BOSTADSRÄTTSFÖRENINGEN INGEMAR 5

DRILLEX
CORE DRILLING CONSULTANCY

wilo

COOLY

IVT
VÄRMEPUMPAR

Thermia

LAPLAST

GEOBATTERI AB

NIBE

NOWAB

NTNU

PALNE MOGENSEN AB

SINDEQ

STURES
BRUNNSBORRNINGAR

FBB
Finspångs Brunnsborrning AB

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

SWECO

Team Wåhlin
BYGG & VVS AB
IVT VÄRMEPUMPAR · BYGG · VVS · PLATTSÄTTNING · EL · MÅLERI

TRIOPIPE GEOTHERM AB

BRUNNSBORRNINGAR H.P. KLIPPAN

uponor

WERMER
FÖRNUFTIGA VÄRMELÖSNINGAR FÖR SMÅ OCH STORA HUS

WESSMAN ENTREPRENAD AB

KTH – our activities

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager

- GSHP research team:
  - 4-5 PhD students, 2 post-doc, 1 researcher (+1)
  - Köldbärare
  - Sol + bergvärmepumpar (PV och solfångare)
  - Fälttest (DTRT)
  - Numerisk simuleringar
  - Akviferlager
  - Djupa borrhål
  - Prestanda uppföljning

Djupa borrhål: status

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager

- Deep(er) boreholes?
  - Deep for GSHPs but not ”deep geothermal”
  - ≥ 300 m

Sverige

- Birger Jarlsgatan, 4x510 m
- Vallentuna, 1x550 m
- Helsingborg, 1x342 m
- Uppsala, 22x335 m grouted
- Stockholm, 1x500 m
- Stockholm, 2 andra anläggningar (fler?)
- Täby, ?x600 m(?)
- Stockholm, 18x300 m
- Farsta, 14x300 m
- KTH live-in-lab, 225-350 m
- DN huset, ?x300 m

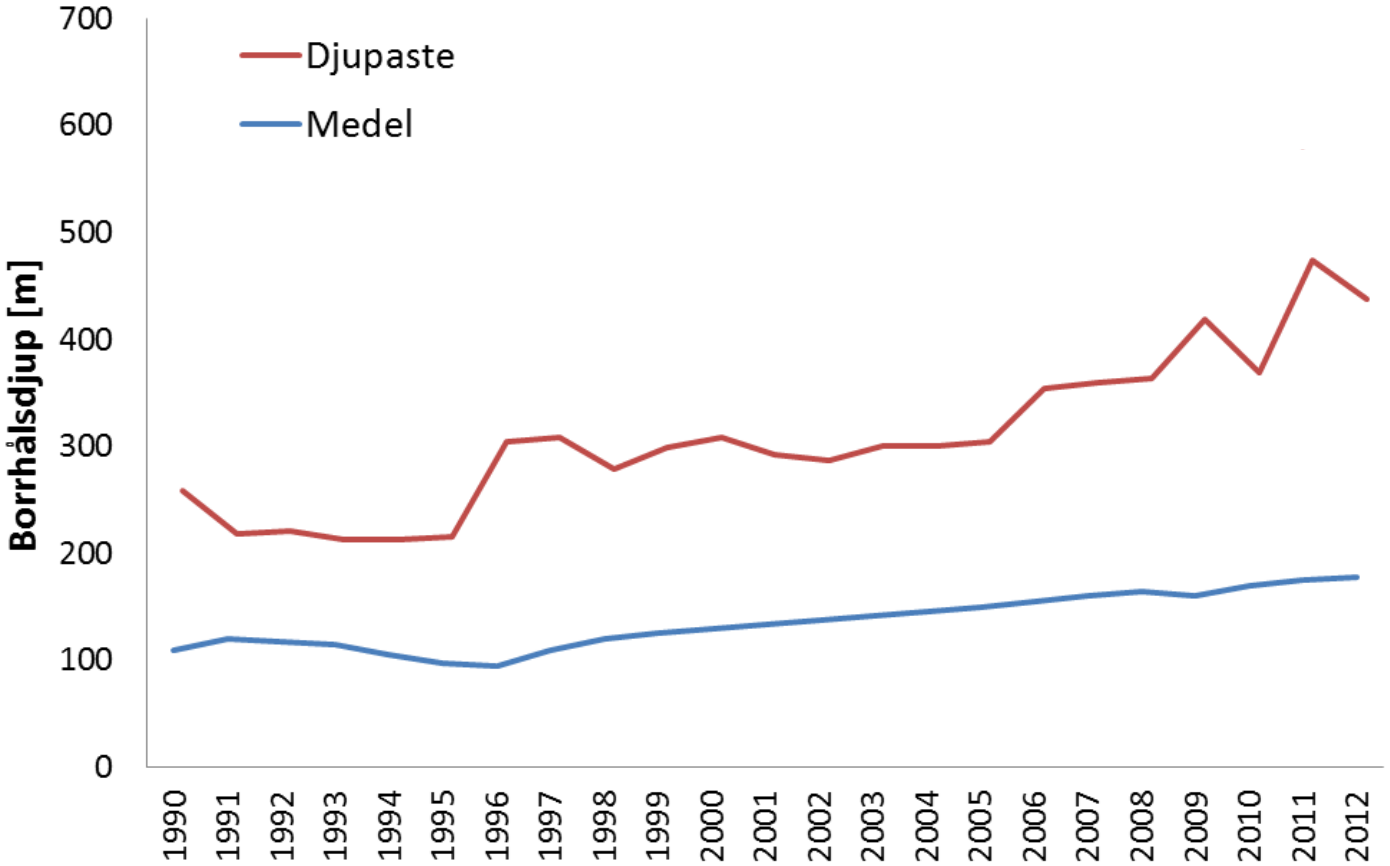
Norge –

- Skoger skole 5 x 500 m – single 50 mm U-collector- 2011
- Vollen 9 x 500 m – single 50 mm U-collector – 2012
- Asker 2 x 800 m – pilot plant – Coaxial collector -2016

Motivation?

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager

- Borrhål borras djupare och djupare

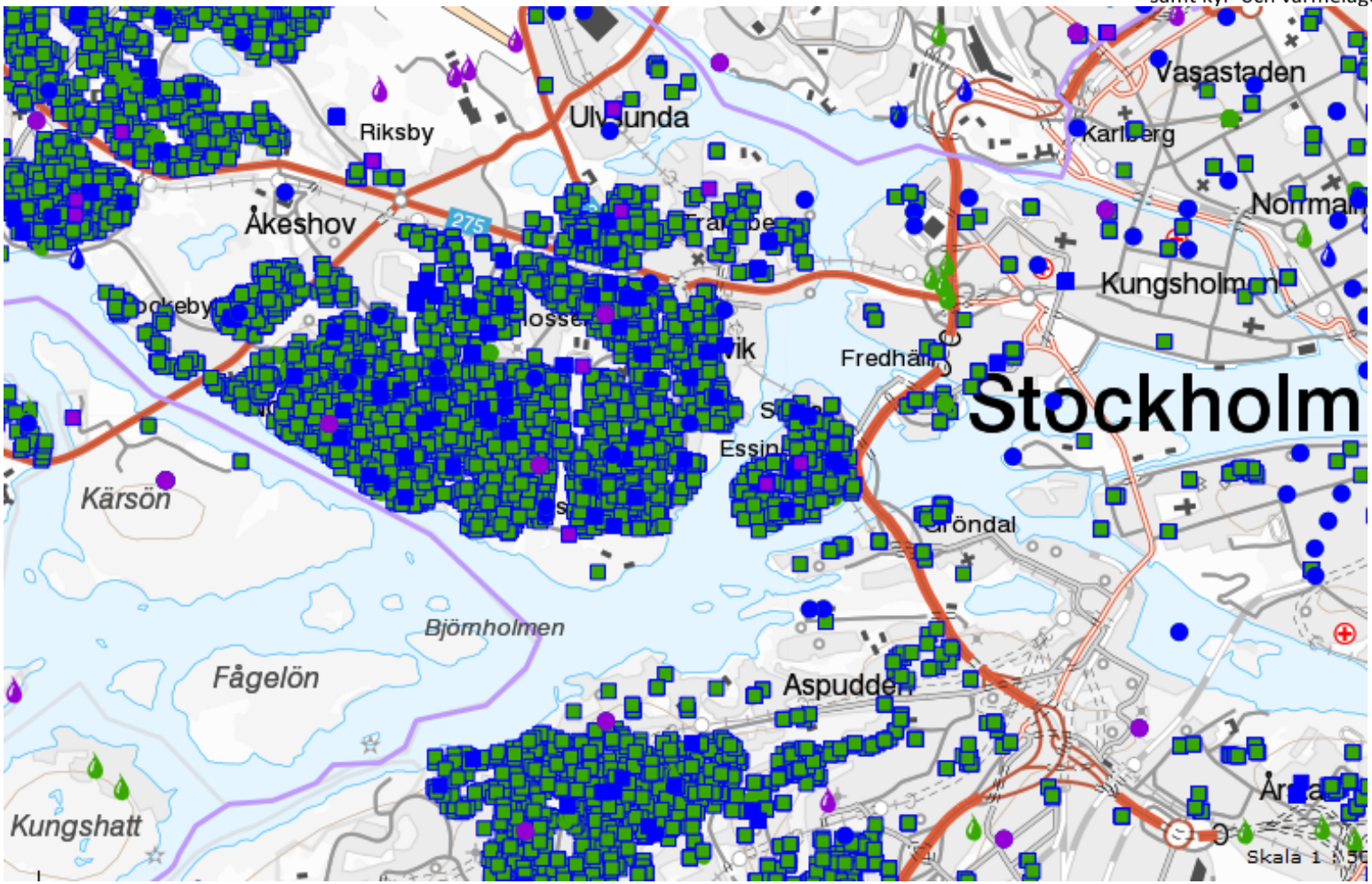


Deep and coaxial BHEs

SGU (2016)
Gehlin et al. (2016)

Djupa borrhål, fördelar

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager



Deep and coaxial BHEs

SGU (2016)
Gehlin et al. (2016)

Djupa borrhål, utmaningar

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager

- **Vad måste man ta hänsyn till när man borra djupa borrhål?**
- Precision of the drilling: need to measure the boreholes position? – **behovet av rakhetsmätning?**
- Economical considerations – drilling / (collector) – **investering och återbetalningstid**
- Collector design and installation
- Bouancy forces, U-collector
- Pressure drop - **Tryckfall**

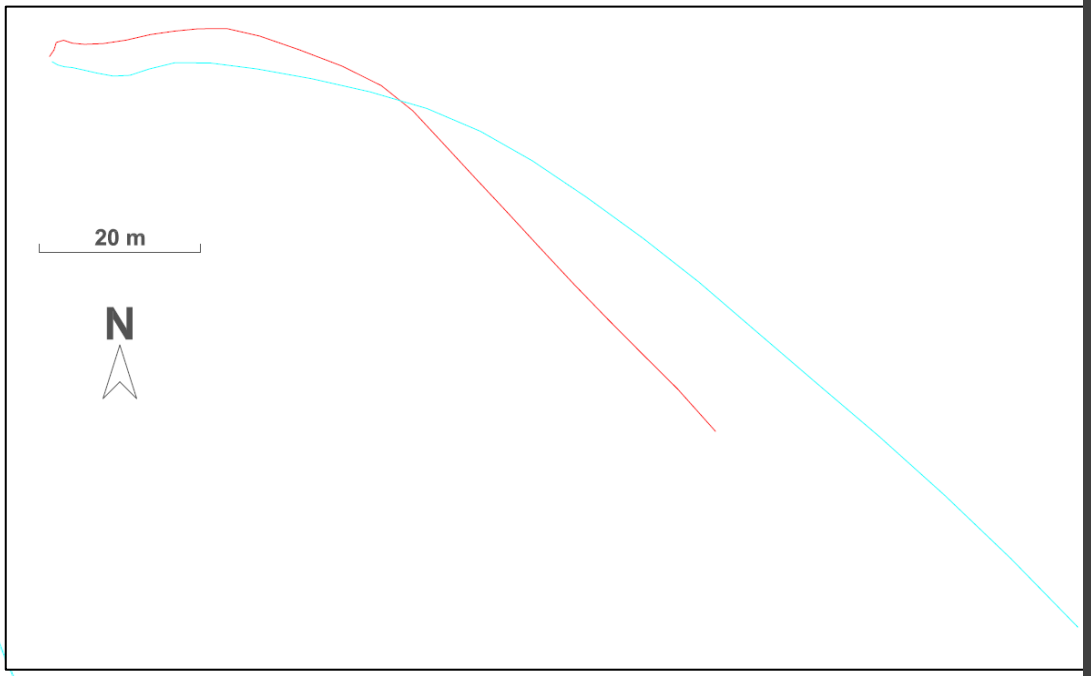
Djupa borrhål, nackdelar

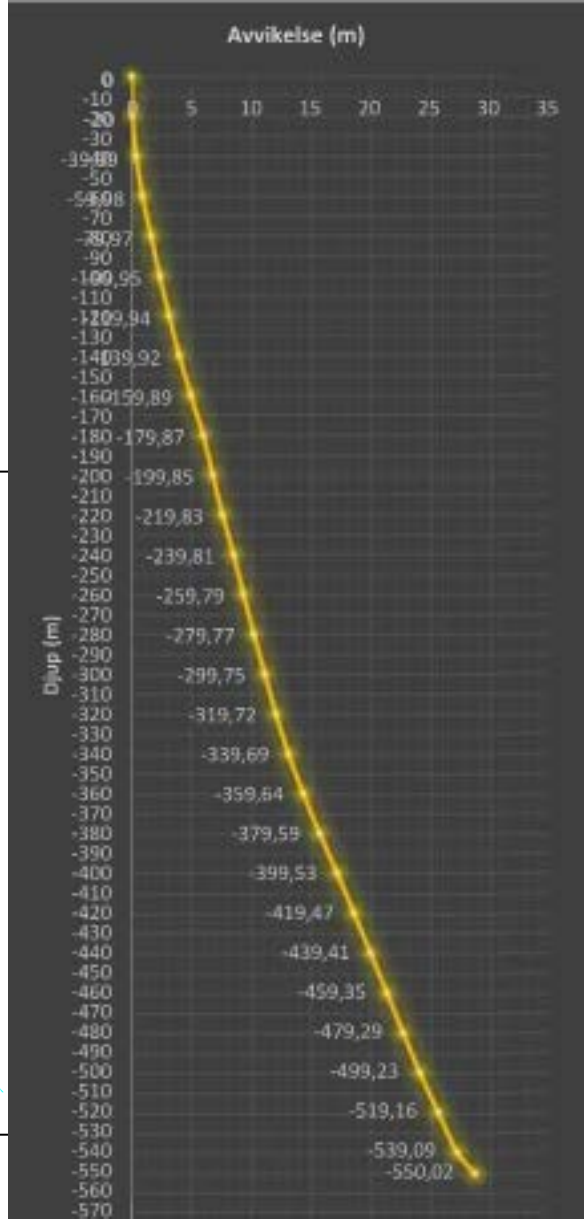
effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager

- Economic limitations
  - Higher investment costs, drilling / collector?
- Risk- drilling depth / collector installation.
- (Only) for heat extraction
- Pressure drop has to be considered for deep U-collectors.
- Little experience with coaxial BHEs.

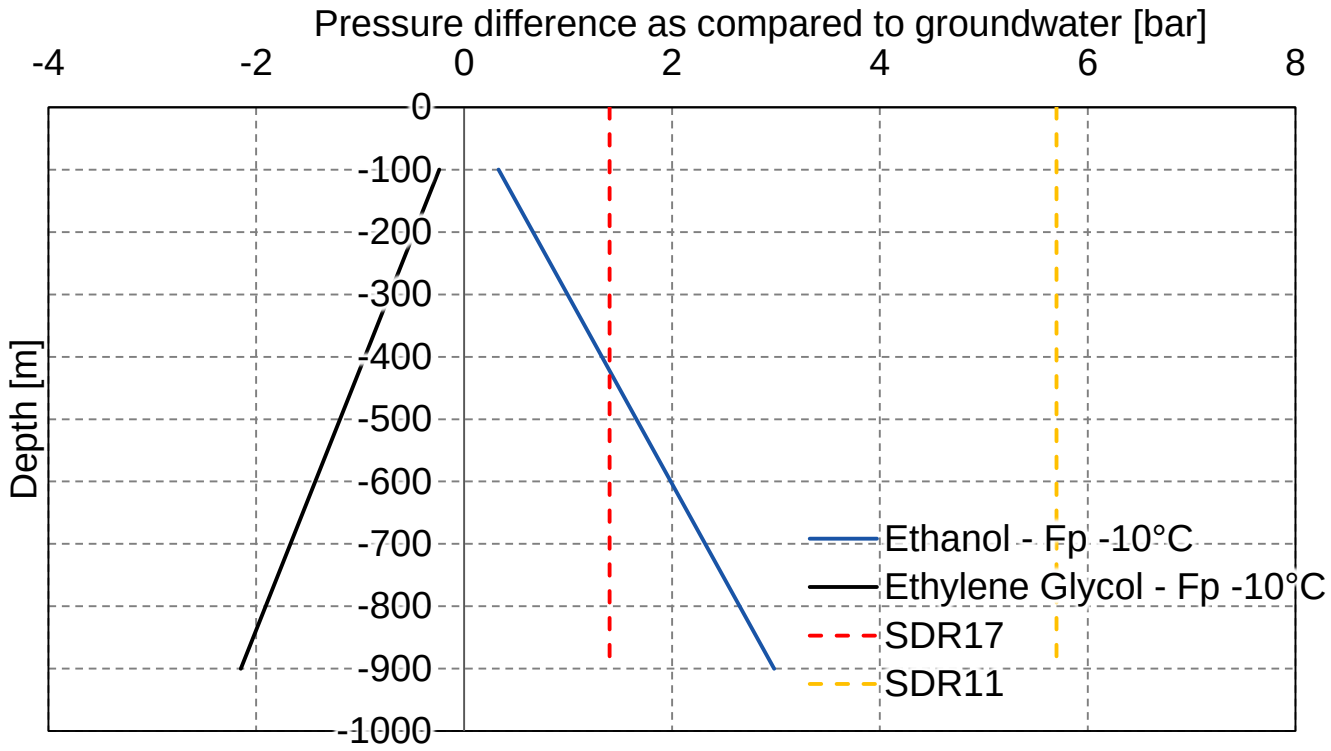
Deviation measurements

- Up to 29% deviation with respect to total depth
- Down to 5,5 %
- Preferred drilling direction?





Deep boreholes, limitations



- Krushelnitzky and Brachman (2009): vertical differential pressures up to 30 bar in 100 mm HDPE DR11 & DR26 → no evidence of buckling but deformation into elliptical shapes

Melinder (2007)
Gehlin et al. (2016)

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager

Asker - 800 m coaxial pilot plant

- Asker kommune
- Båsum boring
- Enova
- Innovasjon Norge
- Asplan Viak

Asker kommune

Innovasjon Norge

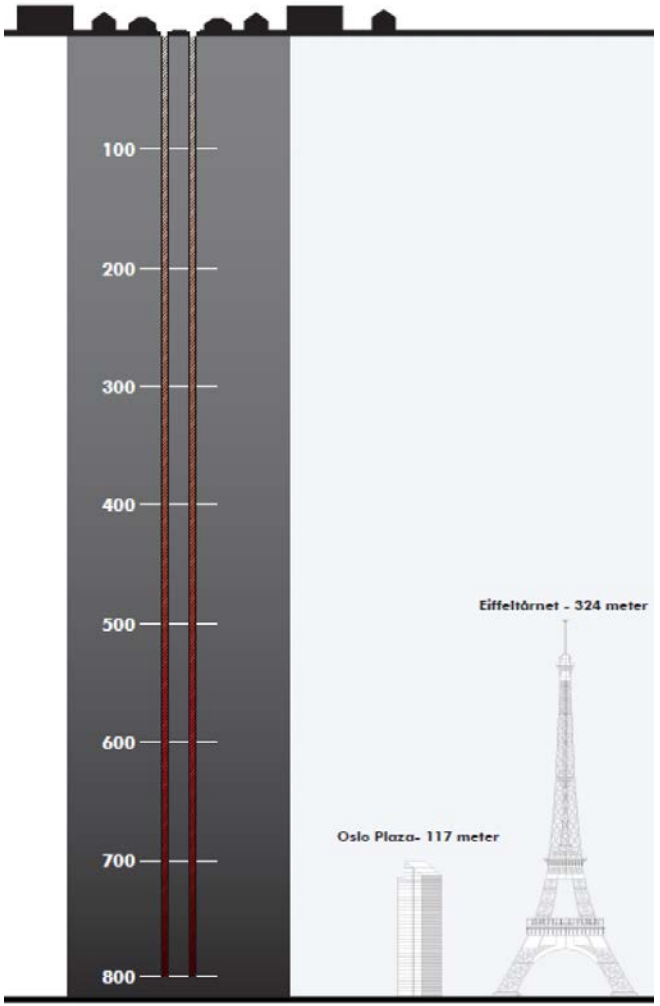
enova
Vi gir støtte til energi- og klimatiltak

Båsum Boring AS

Asker - 800 m coaxial pilot plant

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager

- Flexible outer flexible pipe (“hose”).
- PE 75mm SDR17 center pipe. 15.8.16
- First cooling DTRT performed 16.8.16 – 25.8.16.



Asker - 800 m coaxial pilot plant

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager

- Drilling of 2 x 800 m (14.4 - 12.5.2016)
- 0- 200 m, Ø165 mm
- 200 – 800 m, Ø140 (east borehole) and Ø150 mm (vest borehole)

Rotary hammer drilling, with boster air compressor (65 bar)

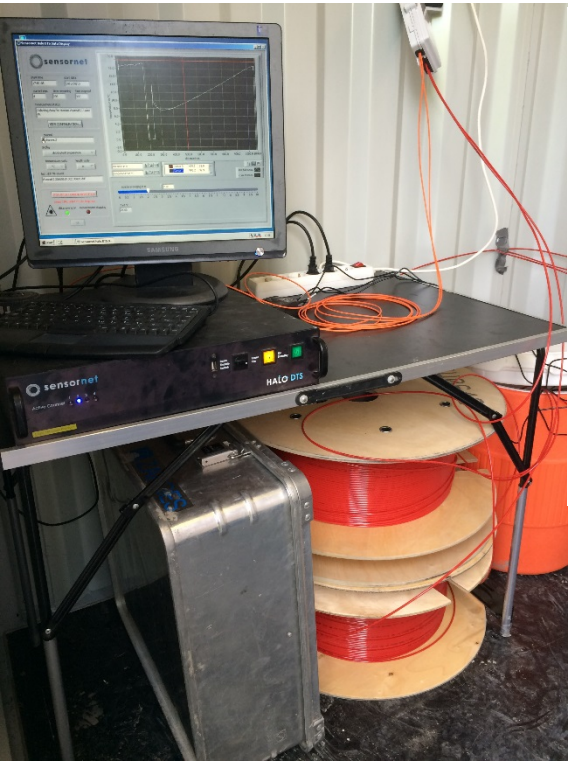
Asker - 800 m coaxial pilot plant

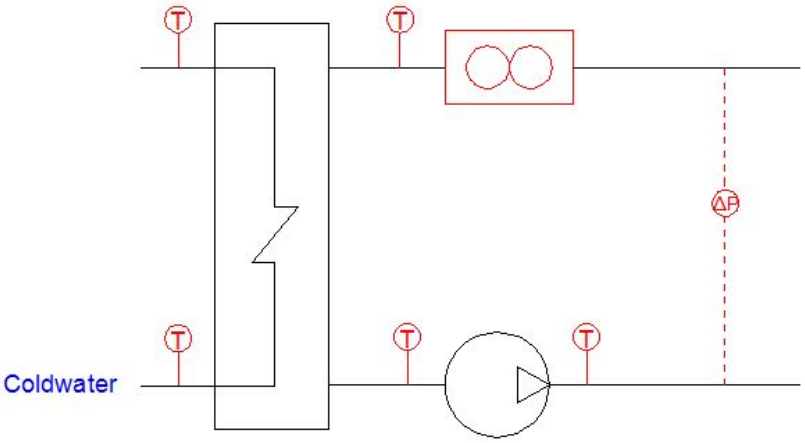
effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager

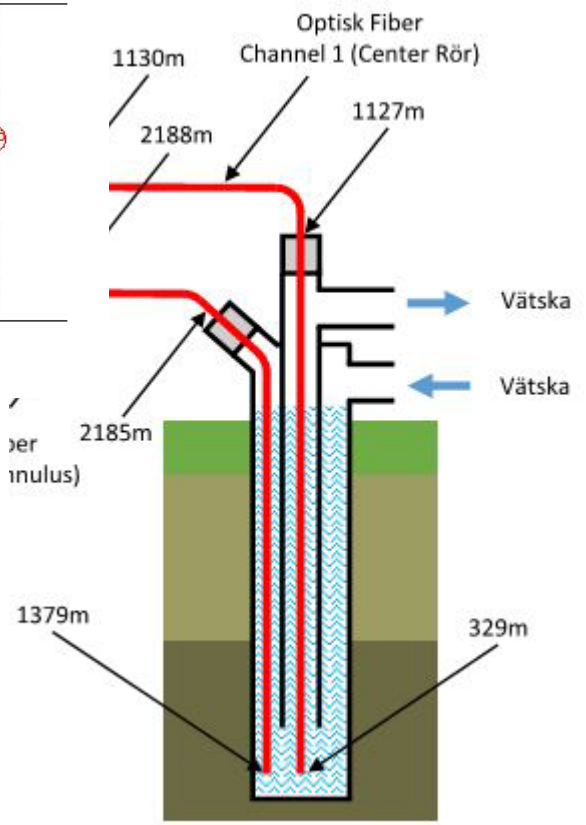
Installation of the center pipe + fiber

Asker - 800 m coaxial pilot plant

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager







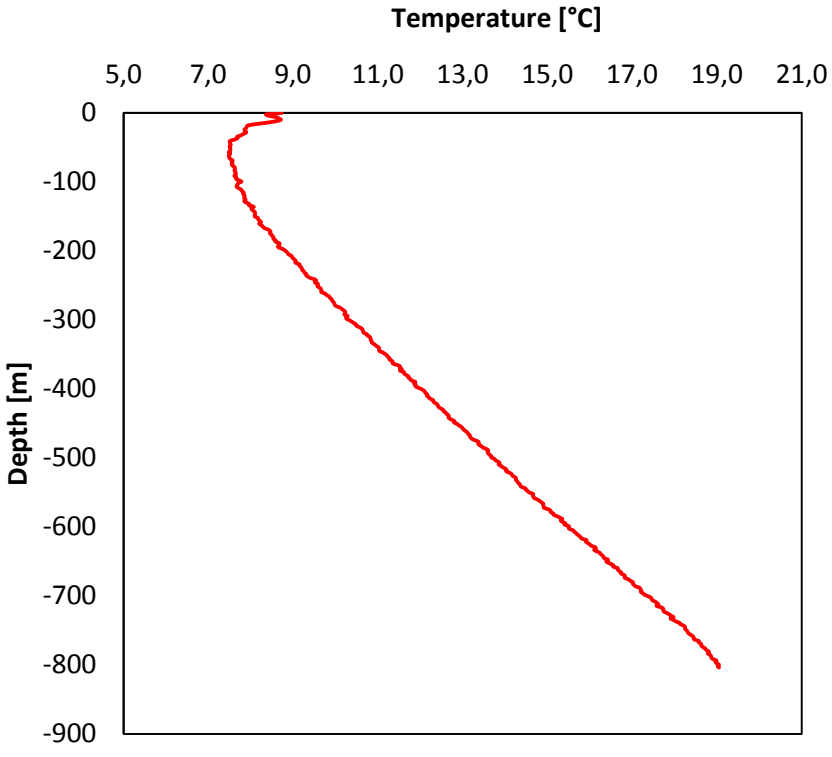
Fiber optic: measuring system

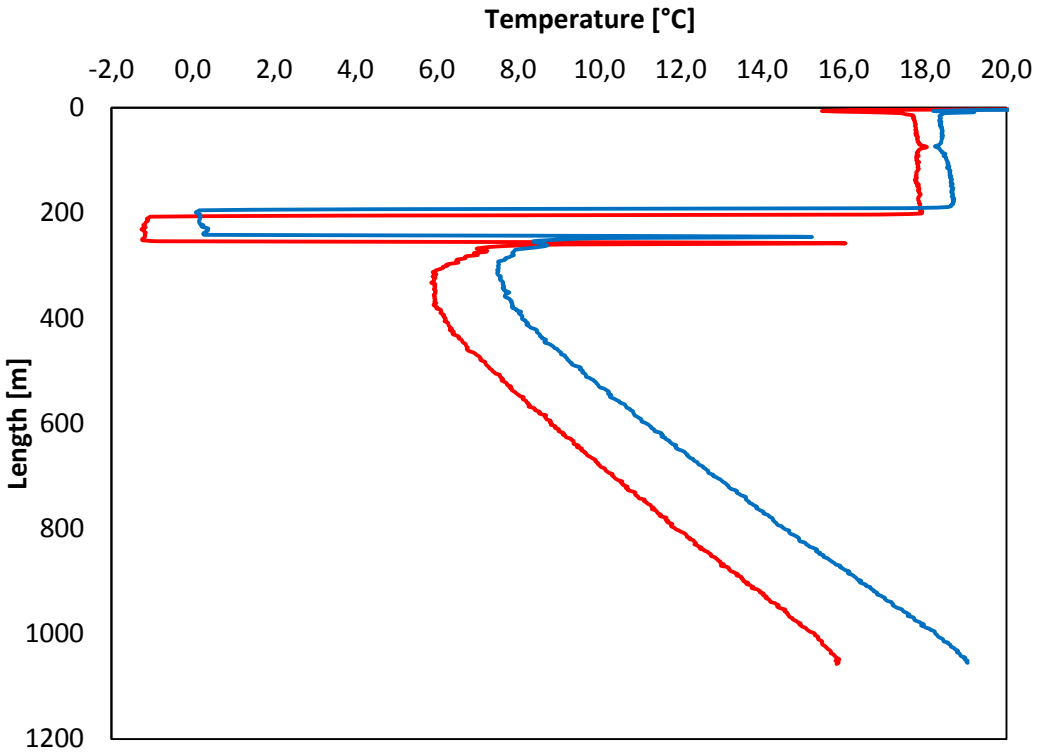
Asker - 800 m coaxial pilot plant

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager

Asker - 800 m coaxial pilot plant

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager



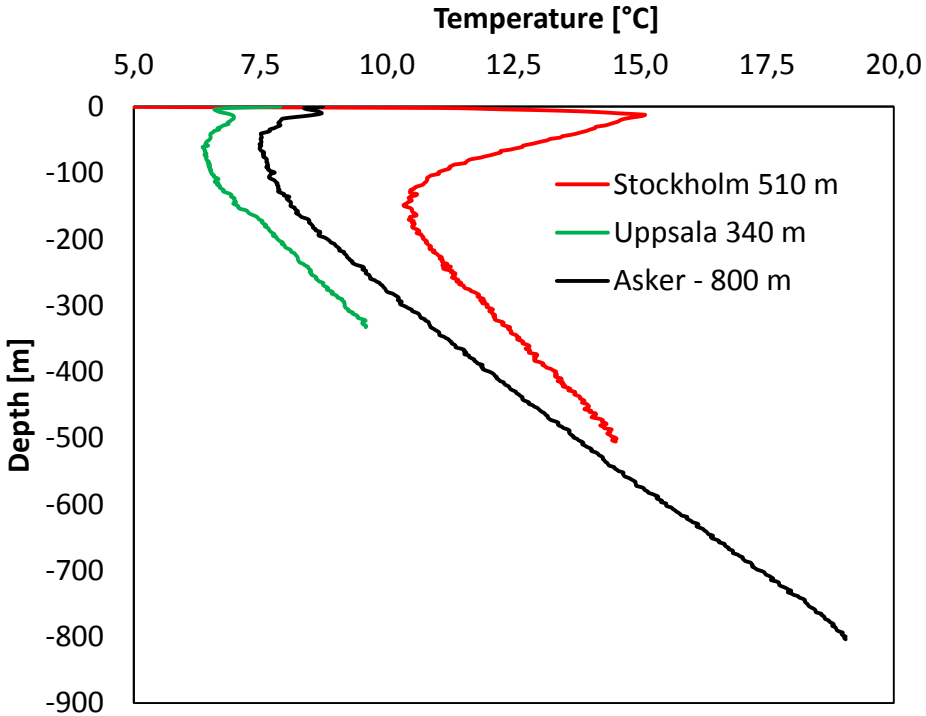


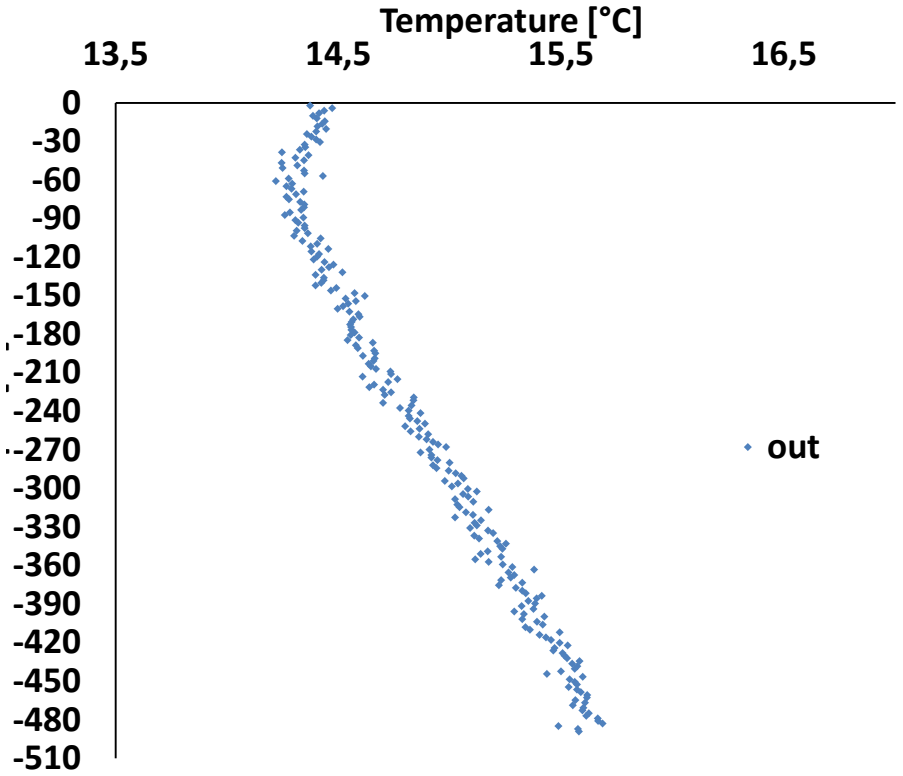
Calibration error

Temperature measurements

Deep boreholes, tests: 510 m borehole in Stockholm

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager





Temperature measurements

BRUGG CABLES
Well connected.

WERMER
FÖRNUFTIGA VÄRMELÖSNINGAR FÖR SMÅ OCH STORA HUS

Wessman Entreprenad AB

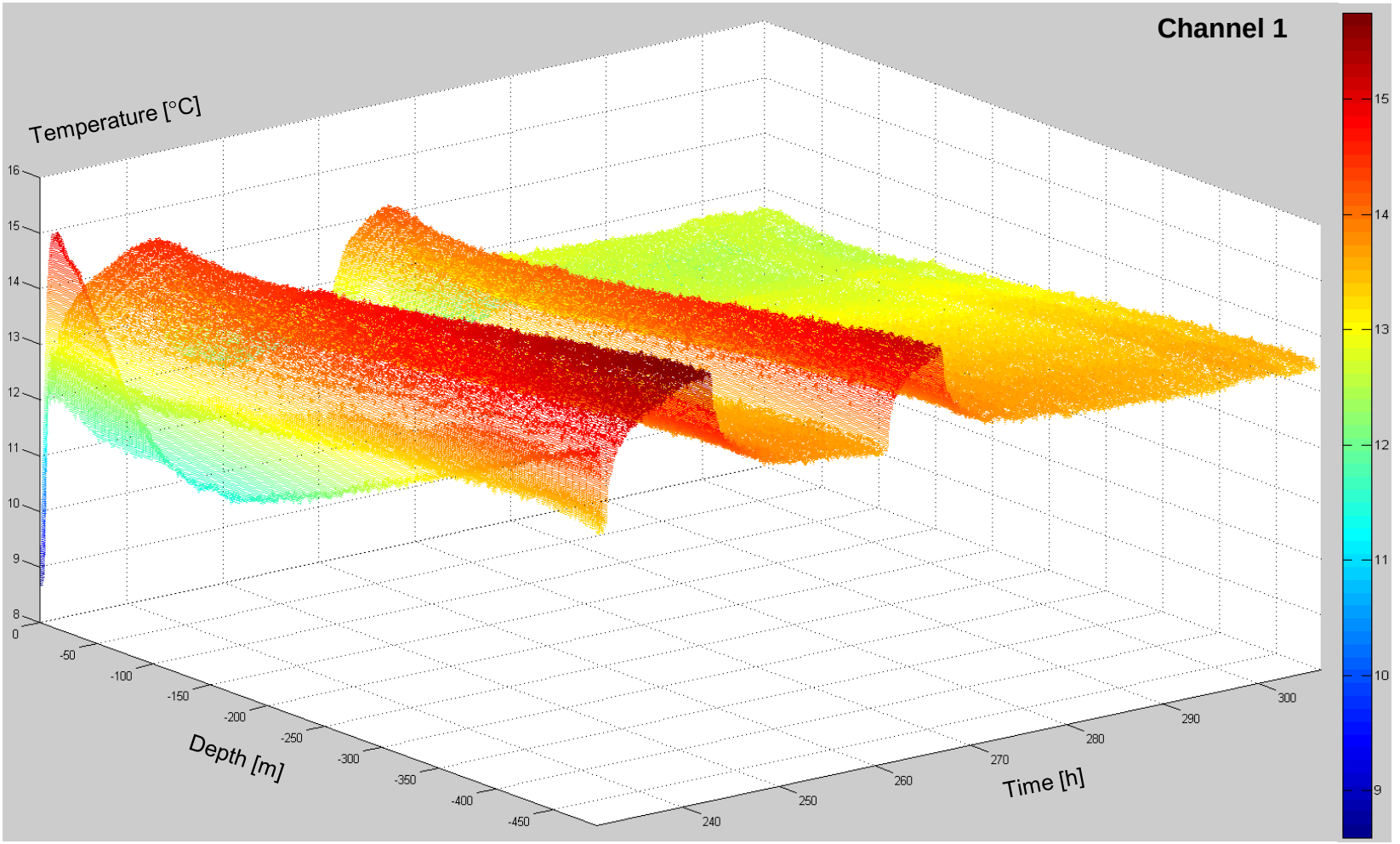
FBB
Finspångs Brunnsborrning AB

NTNU

Field tests / installations

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager

Raw data

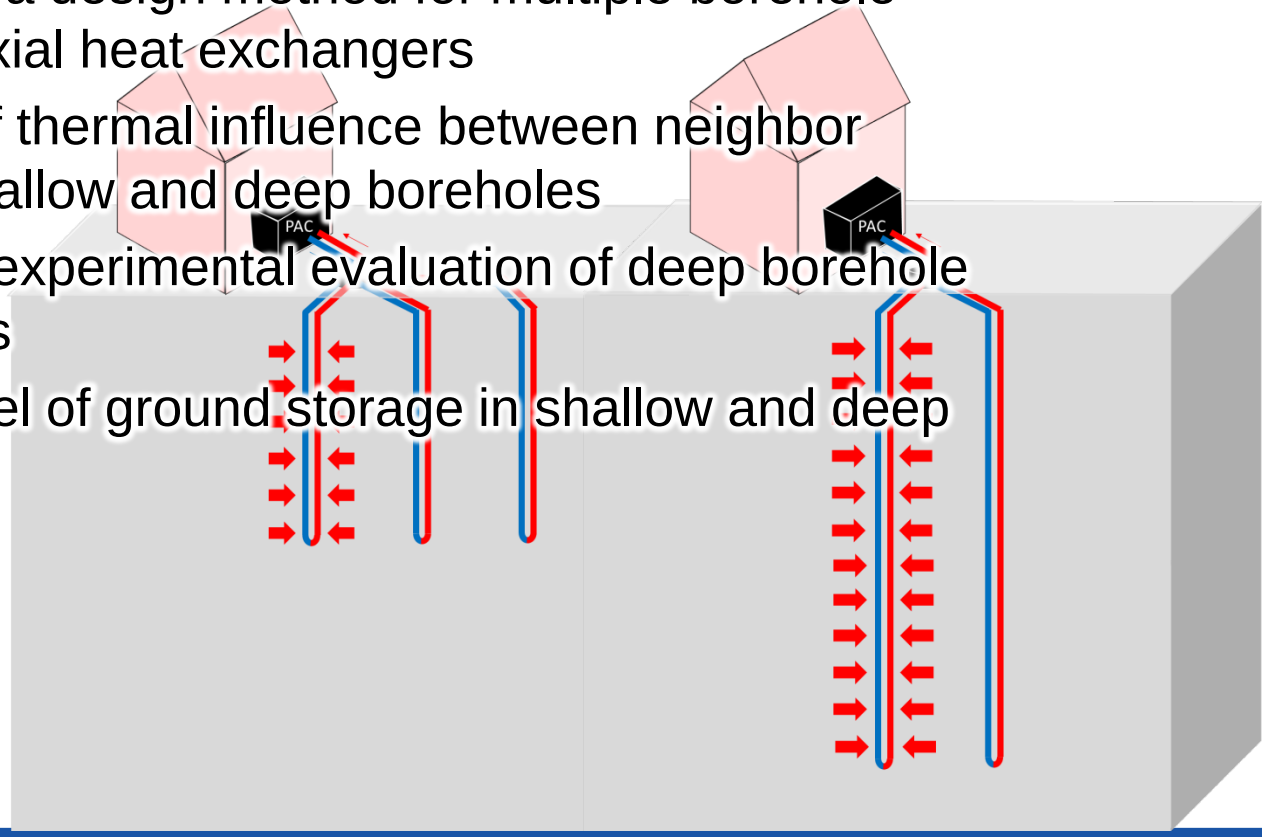


Deep and coaxial BHEs

Deep and coaxial BHEs project

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager

1. Deep boreholes: advantages and drawbacks for existing and new projects
2. Development of a design method for multiple borehole fields using coaxial heat exchangers
3. Quantification of thermal influence between neighbor systems with shallow and deep boreholes
4. Installation and experimental evaluation of deep borehole heat exchangers
5. Laboratory model of ground storage in shallow and deep boreholes



Our sponsors

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager

Energimyndigheten

ACCIO

AVANTI

asplan viak

värmex

BRUGG CABLES
Well connected.

BENGT DAHLGREN

BOSTADSRÄTTSFÖRENINGEN INGEMAR 5

DRILLEX
CORE DRILLING CONSULTANCY

wilo

COOLY

IVT
VÄRMEPUMPAR

Thermia

LAPLAST

GEOBATTERI AB

NIBE

NOWAB

NTNU

PALNE MOGENSEN AB

SINDEQ

STURES
BRUNNSBORRNINGAR

FBB
Finspångs Brunnsborrning AB

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

SWECO

Team Wåhlin
BYGG & VVS AB
IVT VÄRMEPUMPAR · BYGG · VVS · PLATTSÄTTNING · EL · MÅLERI

TRIOPIPE GEOTHERM AB

BRUNNSBORRNINGAR H.P. KLIPPAN

uponor

WERMER
FÖRNUFTIGA VÄRMELÖSNINGAR FÖR SMÅ OCH STORA HUS

WESSMAN ENTREPRENAD AB

TACK!

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager

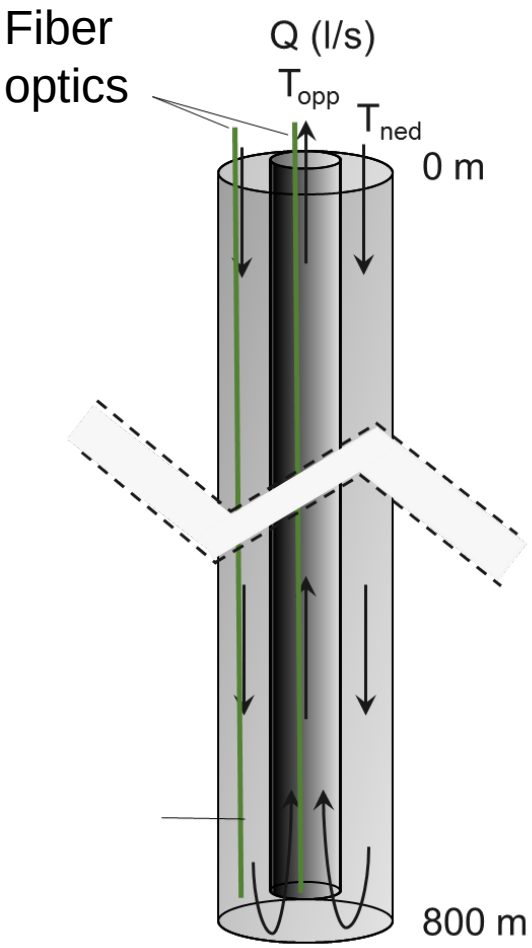
Kontakt:

Willem Mazzotti, Doktorand
Kungliga Tekniska Högskolan
Mob: +46 72 582 62 81
Email: willem.mazzotti@energy.kth.se

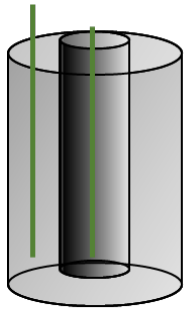
www.energy.kth.se/energibrunnar

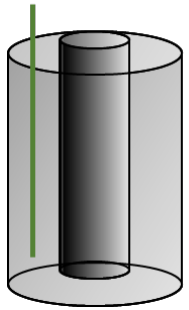
Asker - 800 m coaxial pilot plant

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager

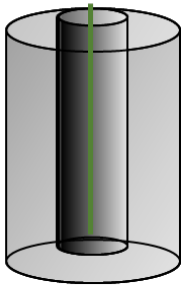


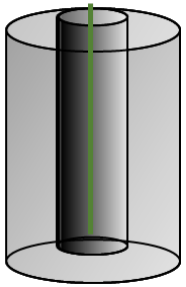
West borehole





East borehole



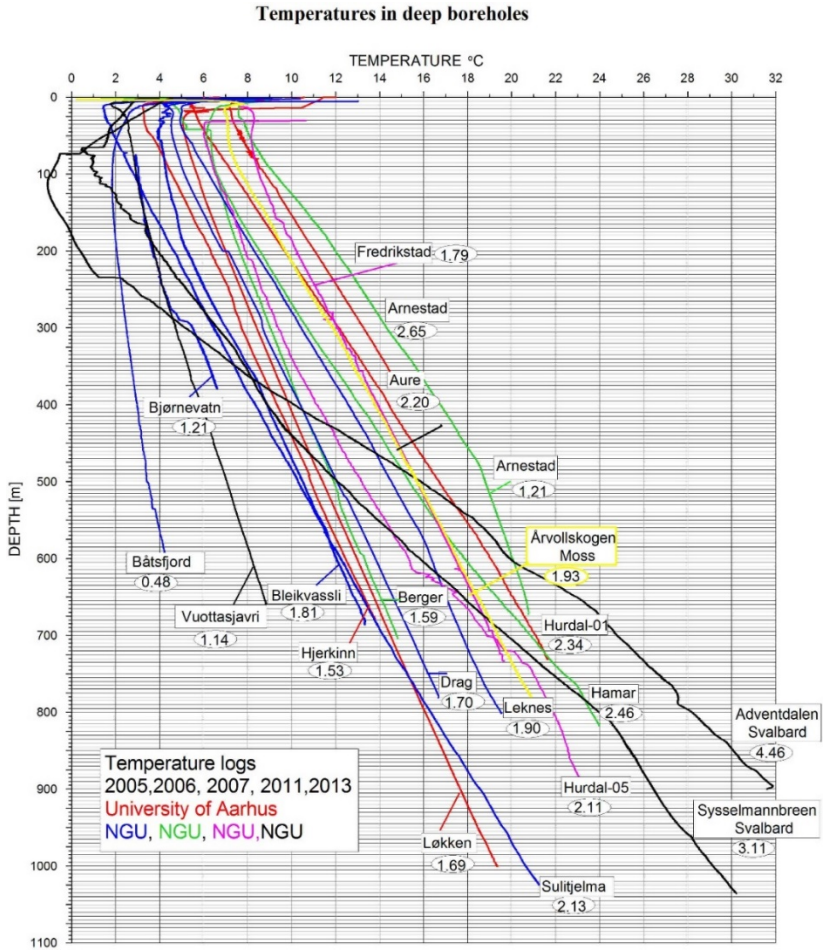


Asplan Viak / NTNU

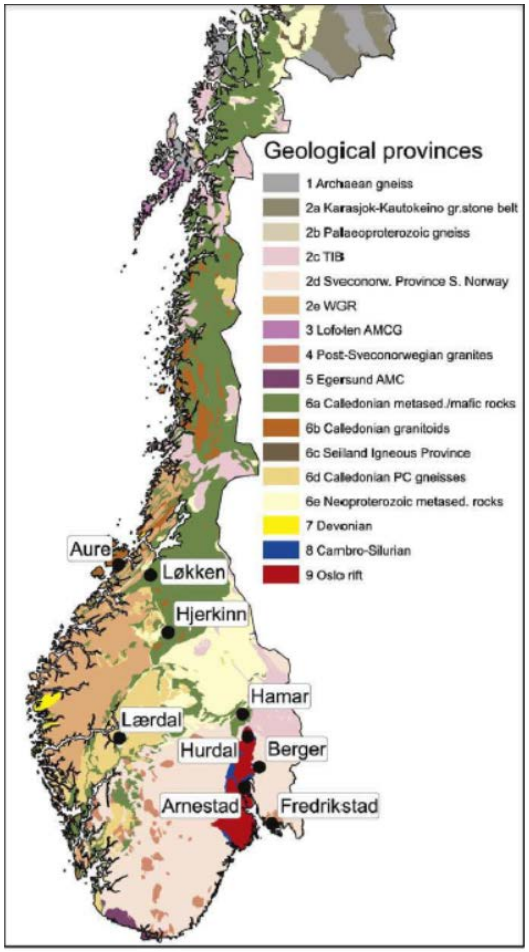
asplan viak

Temperature measurements in on-shore boreholes in Norway

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager



Source: NGU Report 2013.008, Evaluation of the deep geothermal potential in Moss area, Østfold County.

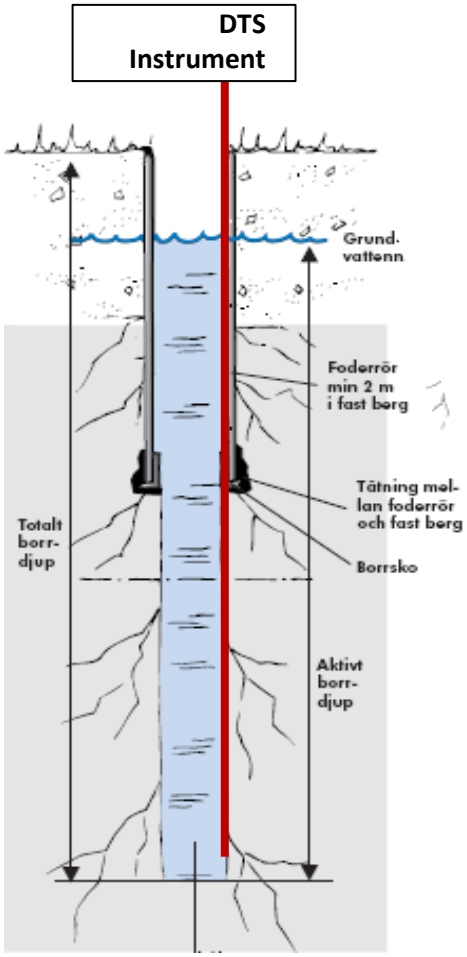


Source: Slagstad et al. 2009

Deep and coaxial BHEs

Temperature measurement with optic fiber

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager



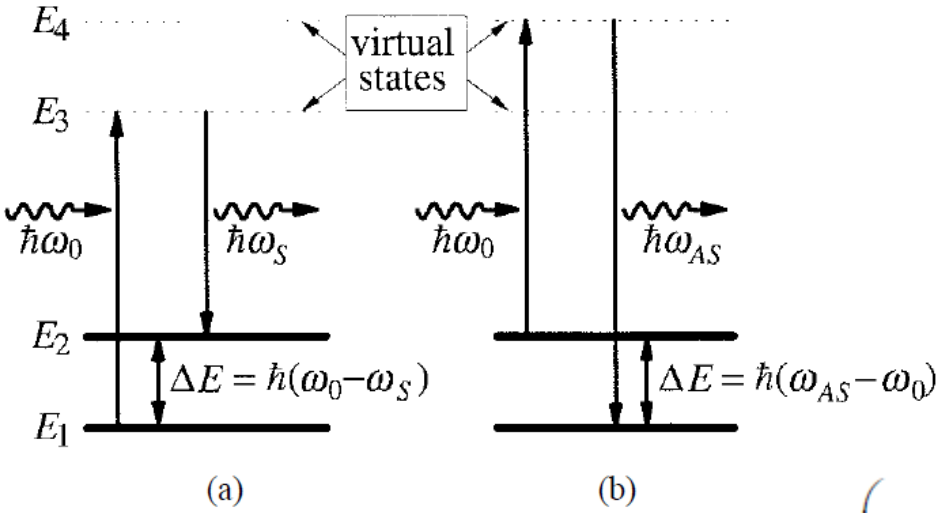
www.svepinfo.se
www.pemtec.se

Deep and coaxial BHEs

Temperature measurement with optic fiber

effsys EXPAND
Resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager

- The Raman effect (Raman scattering)



Farahani and Gogolla (1999)

$$\Delta P_{AS} = \wp_{AS}\Gamma_{AS}P_0 \cdot \Delta z$$

$$\Delta P_S = \wp_S\Gamma_S P_0 \cdot \Delta z$$

$$T\left(z, \frac{P_S}{P_{AS}}\right) = \frac{\Delta E/k}{\ln\frac{P_S}{P_{AS}} + \ln\frac{R_{AS}}{R_A} + \ln\left[\left(\frac{\lambda_S}{\lambda_{AS}}\right)^4\right] - \Delta\alpha z}$$

Calibration

Hausner et al. (2011)