

Kraftvärme i samspel med borrhåslager

Termiska Energilager

WP3.1

Powered by  Tekniska
Verken

José Acuna
Max Hesselbrandt

2019-01-30



Team



José Acuna, Tekn Dr
Projektledare
& bi-handledare



Monika Topel, Tekn Dr
Bi-handledare&konsult



Willem Mazzotti, MSc
Doktorand&konsult



Max Hesselbrandt
Ex-jobbare & konsult



Malin Malmberg, MSc
Konsult



Alberto Lazzarotto, Tekn Dr
Bi-handledare



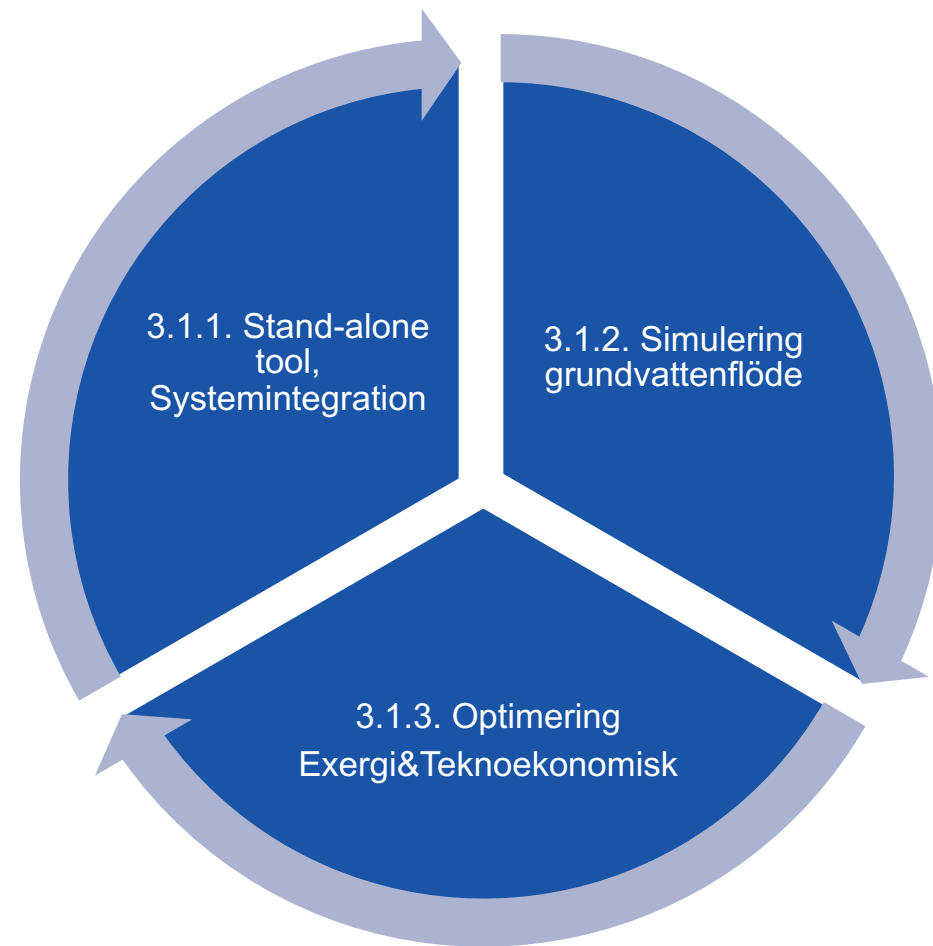
Mohammad Abuasbeh, MSc
Doktorand



José Garcia, MSc
konsult

Mål och metod

- Framtagning av stand-alone simuleringsverktyg för HT-BTES
 - ✓ För design och optimering av högtemperaturlagring integrerad i FV system
 - ✓ Ska kunna användas med olika inputs och randvillkor samt hantera grundvattenflöde





High temperature borehole thermal energy storage – A case study

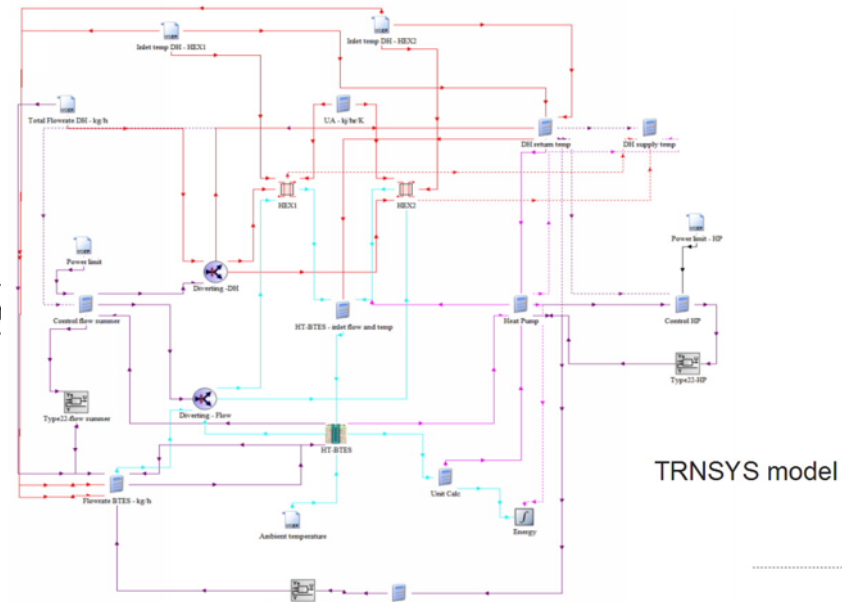
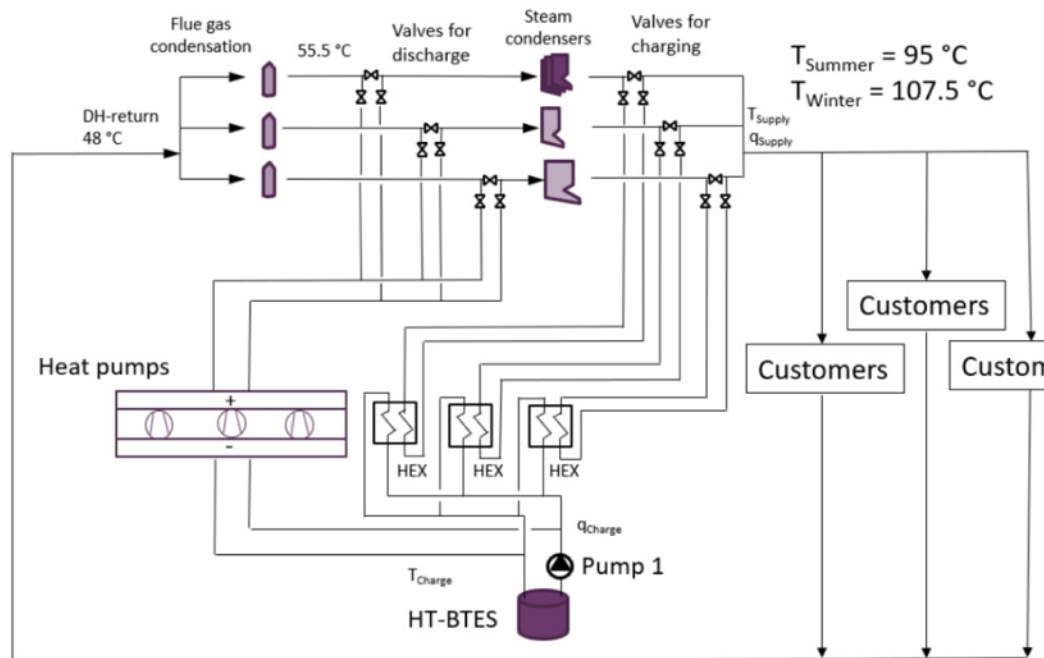
Malin Malmberg

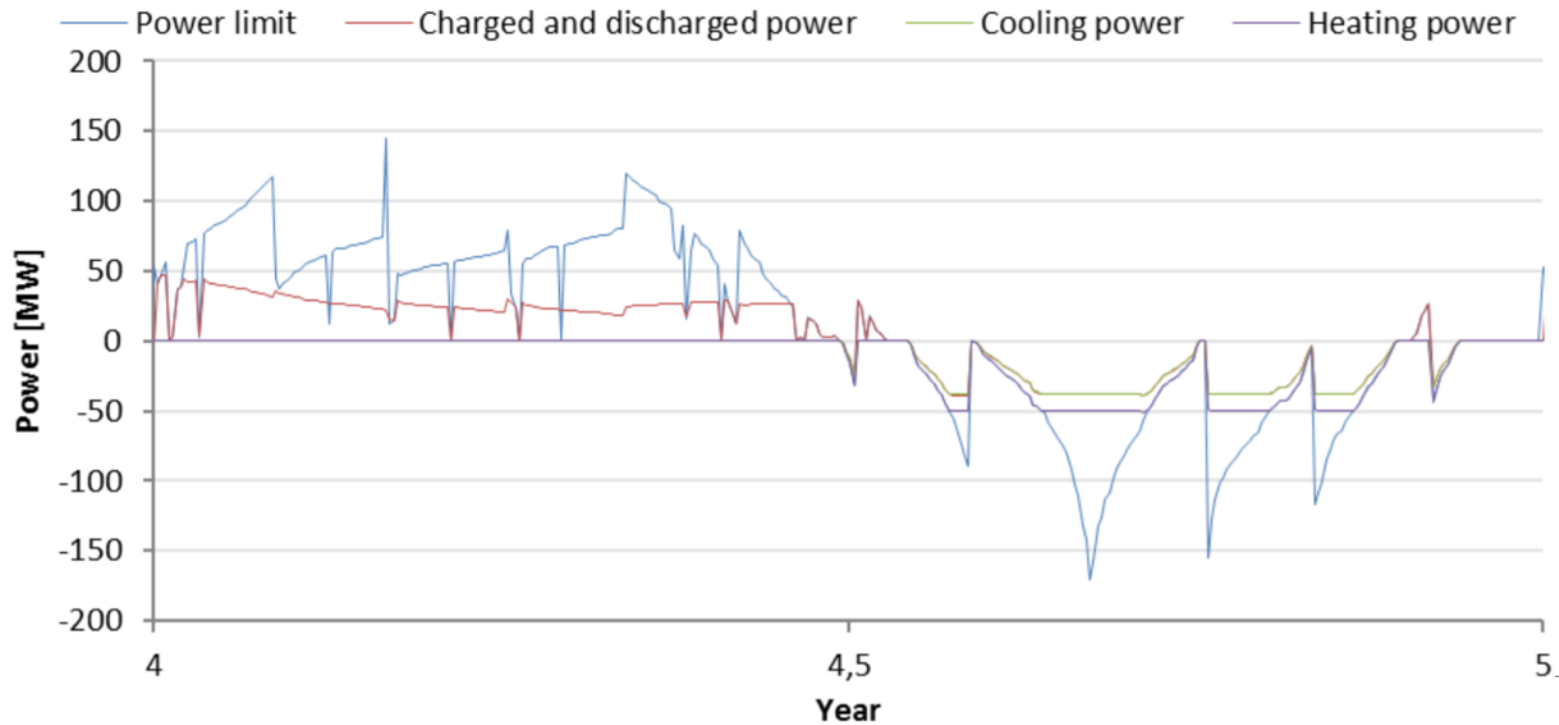
Willem Mazzotti

José Acuña

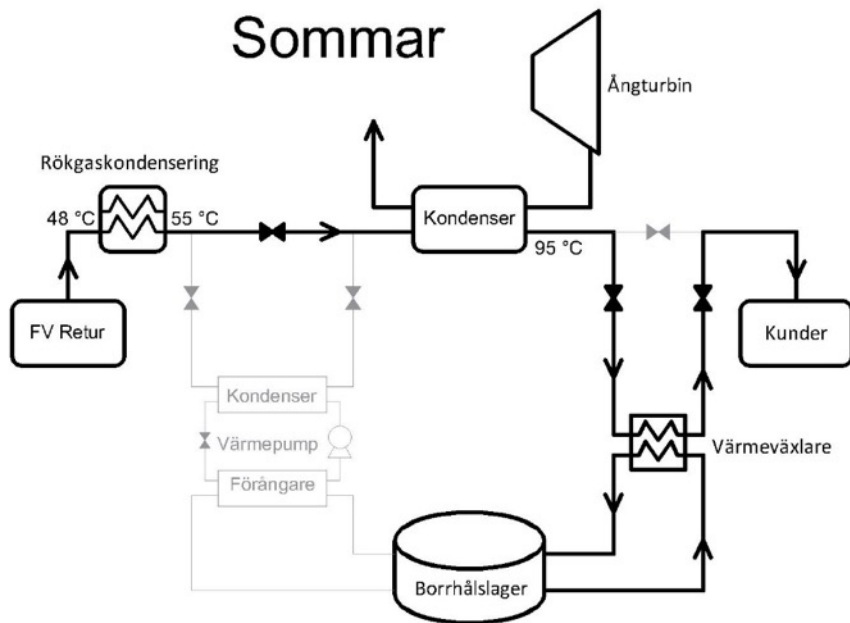
Henrik Lindstahl

Alberto Lazzarotto

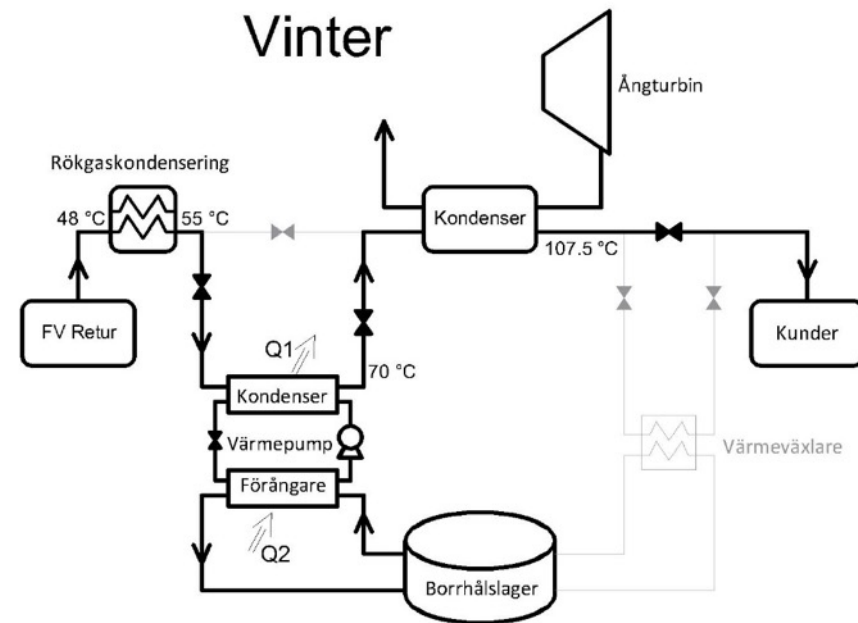




Sommar



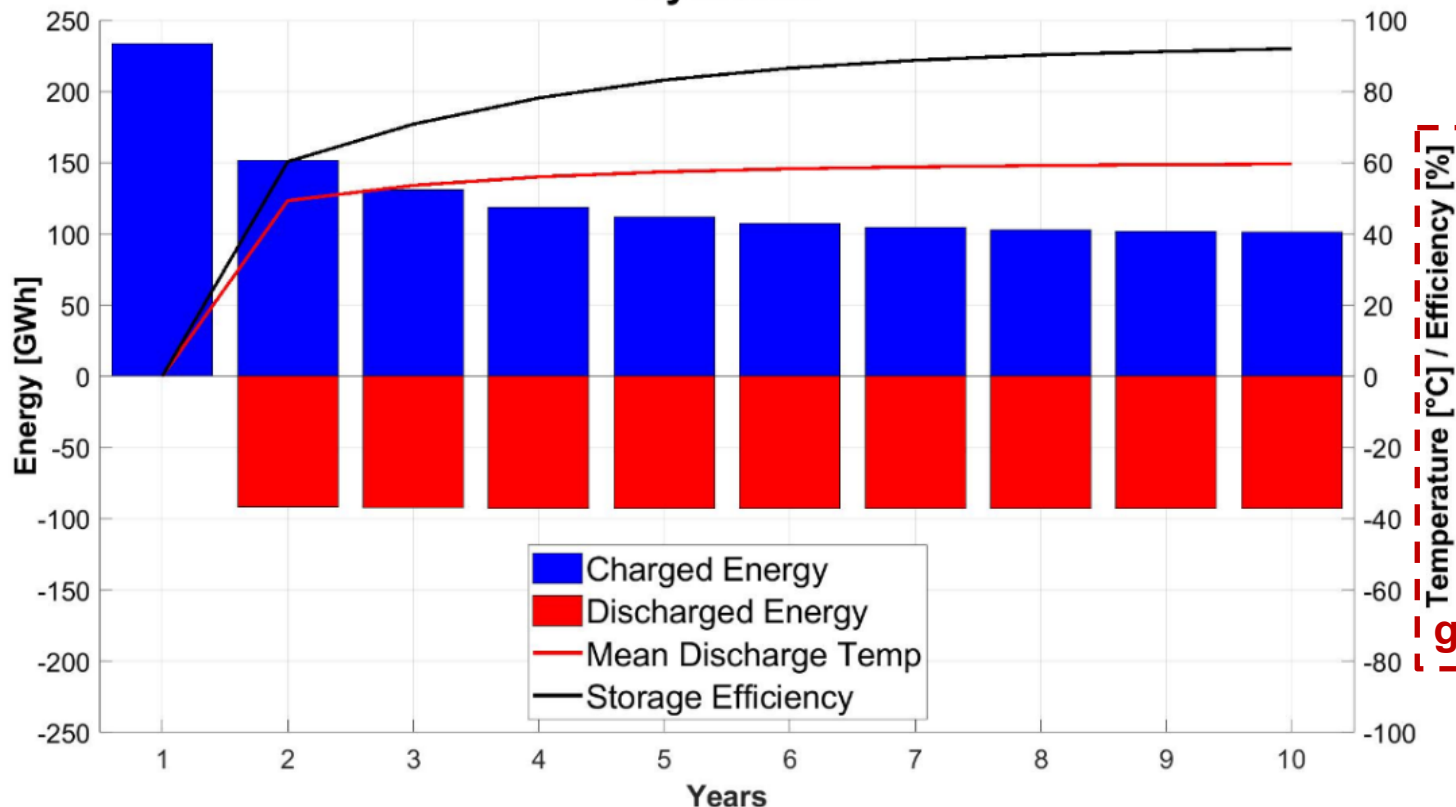
Vinter



Ev. borrhålslager i Linköping

- 1300 borrhål
- 300 m djupa
- Seriekoppling
- 50 MW kapacitet
- 100 GWh/år
- Koaxial kollektorer
- 95 C in under laddning
- ca40-70 C under urladdning
- Endast värmeledning i berg

Nyckeltal



Vi behöver definiera prestanda

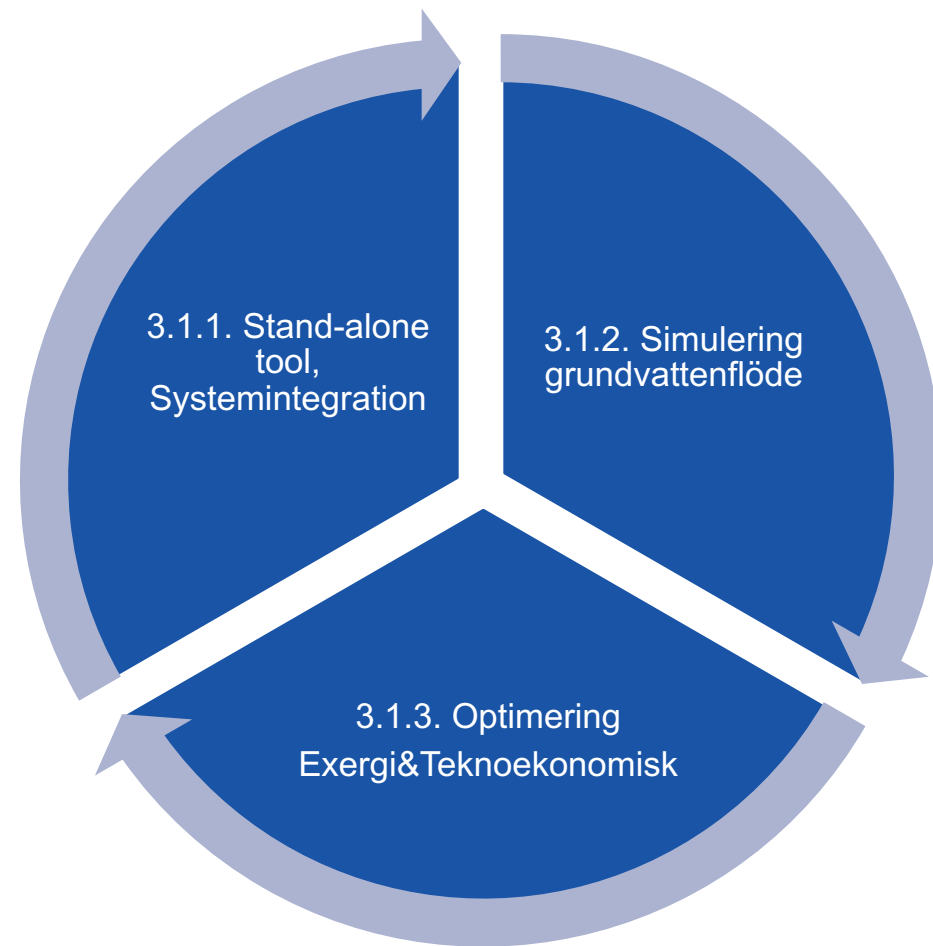
Exergi?

Hur blir det med

grundvattenflöde?

Mål och metod

- Framtagning av stand-alone simuleringsverktyg för HT-BTES
 - ✓ För design och optimering av högtemperaturlagring integrerad i FV system
 - ✓ Ska kunna användas med olika inputs och randvillkor samt hantera grundvattenflöde





Stand-alone tool

- En första version baserad på TRNSYSmodellen utvecklat åt Tekniska Verken.
- Användarvänlig
- Enkel resultatredovisning
- Inget behov av licens
- DEMO

BOREHOLE THERMAL ENERGY STORAGE
TRNSYS input file: BTES_MODEL_v1.trd
TrnsysStudio Project: BTES_MODEL_v1.tpf
Developed by KTH - Bengt Dahlgren

Simulation Parameters
Simulation Length years
Timestep hr
Temp for DH Control °C

Number of Condensers
☒ One Condenser
☐ Two Condensers

Heat Exchangers
HX for Condenser 1 - UA-value kW/K

Input Files
Time interval of data hr
Temperature File - Condenser 1
Flow Rate File - DH System
Temperature File - Ambient Temperature
Power Limit File - BTES System
Power Limit File - Heat Pump

Borehole Type
☐ U-tube
☒ Coaxial

Coaxial BTES System - Parameters
Number of Boreholes units
Borehole Depth m



Inverkan av grundvattenrörelser i högttemperaturlager

MODELLING AND SIMULATION OF GROUNDWATER INFLUENCE ON BOREHOLE THERMAL ENERGY STORES

D. Bauer, W. Heidemann, H. Müller-Steinhagen

University of Stuttgart, Institute of Thermodynamics and Thermal Engineering
Pfaffenwaldring 6, D-70550 Stuttgart, Germany
Tel: +49-(0)711-685-69445
bauer@itw.uni-stuttgart.de

H.-J. G. Diersch

DHI-WASY GmbH
Berlin, Germany



ELSEVIER

Geothermics

Volume 66, March 2017, Pages 110-118



Borehole thermal energy storage systems under the influence of groundwater flow and time-varying surface temperature

A. Nguyen , P. Pasquier, D. Marcotte

Show more

<https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2016.11.002>

Get rights and content



Contents lists available at ScienceDirect

International Journal of Thermal Sciences

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ijts



A moving finite line source model to simulate borehole heat exchangers with groundwater advection

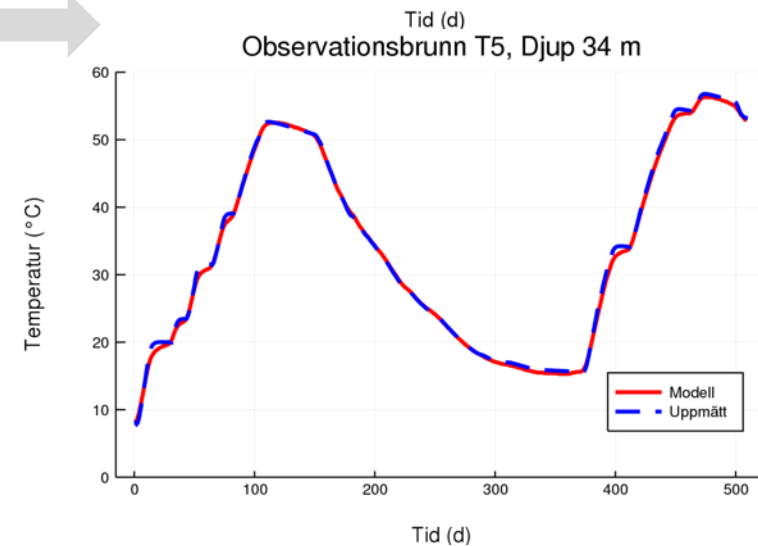
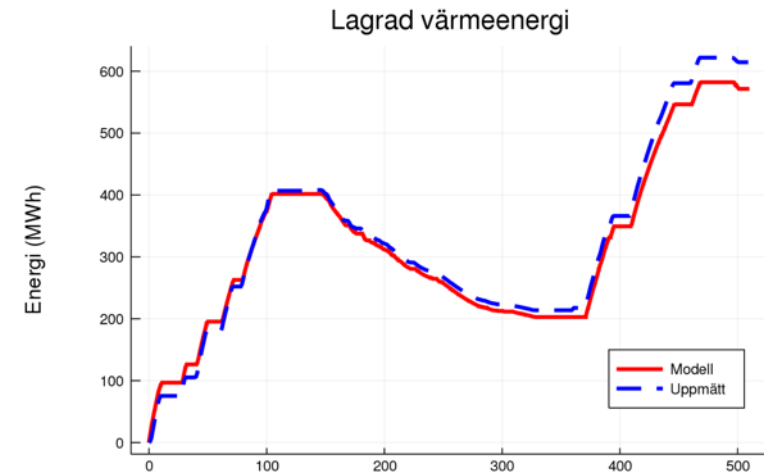
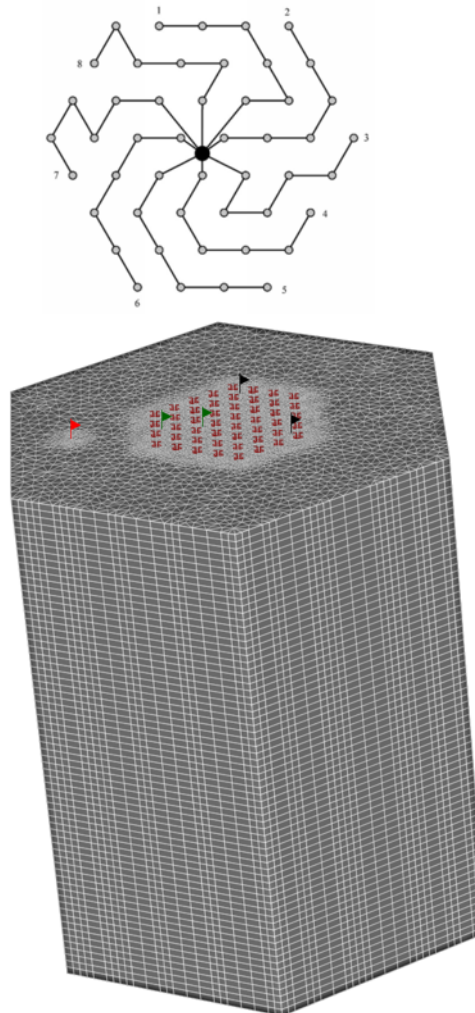
Nelson Molina-Giraldo^{a,*}, Philipp Blum^b, Ke Zhu^a, Peter Bayer^c, Zhaohong Fang^d

University of Tübingen, Center for Applied Geoscience (ZAG), Sigwartstrasse 10, 72076 Tübingen, Germany
Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Institute for Applied Geosciences (AGW), Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe, Germany
ETH Zürich, Engineering Geology, Sonneggstrasse 5, 8092 Zurich, Switzerland
Shandong Jianzhu University, Fengming Road, Lingang Development Zone, Jinan 250101, China

Modellering av befintligt högtemperaturlager

Brædstrup, Danmark

- 48 st 45 m djupa borrhål
- Seriekopplingar om 8x6 borrhål med skiftande flödesriktning
- 5 observationsbrunnar med totalt 100 mätpunkter
- Temperatur- och flödesdata, 510 dagar
- Inget grundvattenflöde

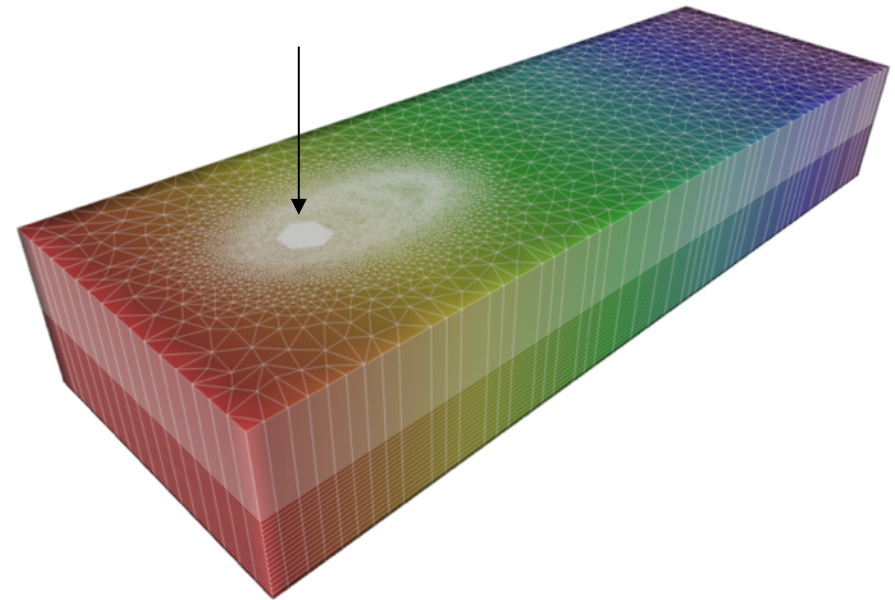
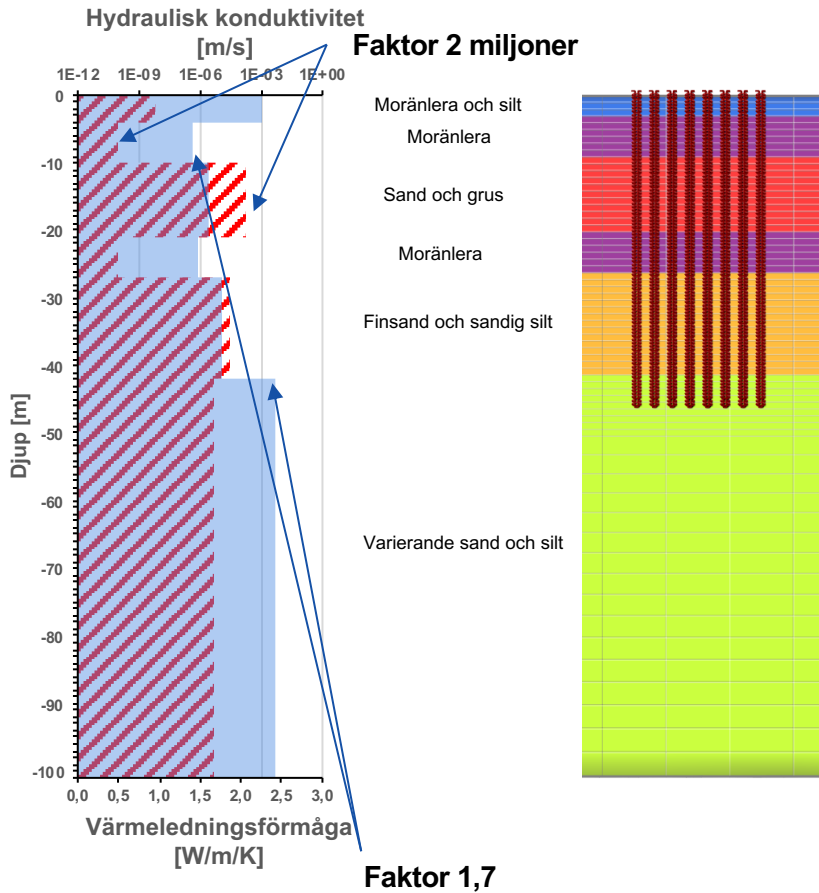


2018-09-20

Grundvattenflöde och värmetransport

$$T_{\text{fram, sommar}} = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{fram, vinter}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$



0 % Hydraulisk gradient

Isoy

Hydraulisk konduktivitet [m/s]

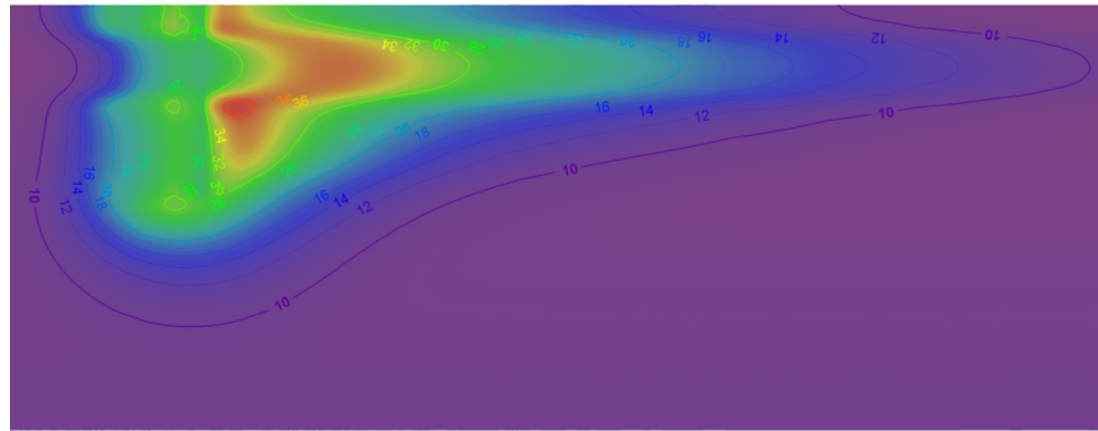
1E-12	1E-08	1E-04	1E+00
-------	-------	-------	-------

0,5 % hydraulisk gradient

stratifiering?

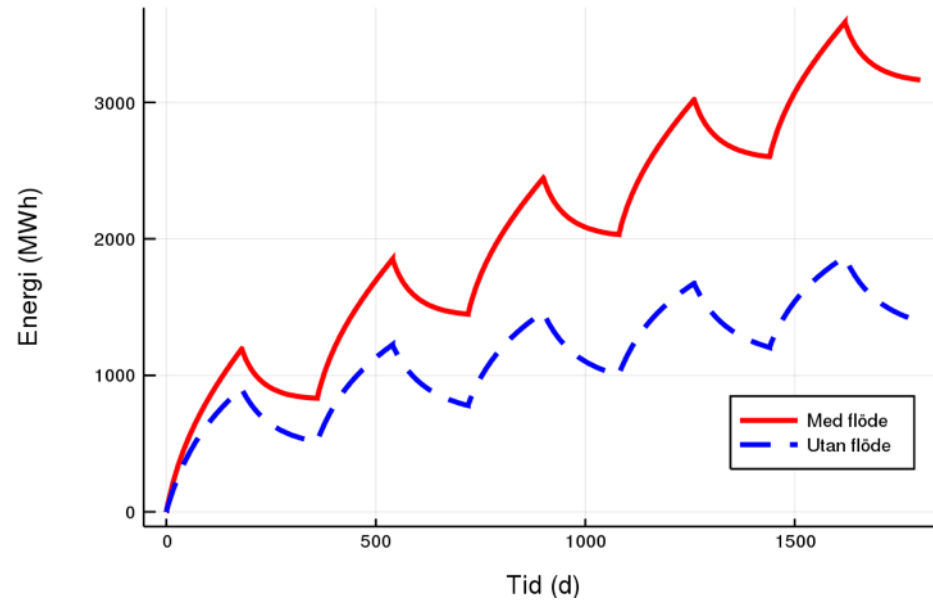
Isolyta $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Termisk stratifisering?

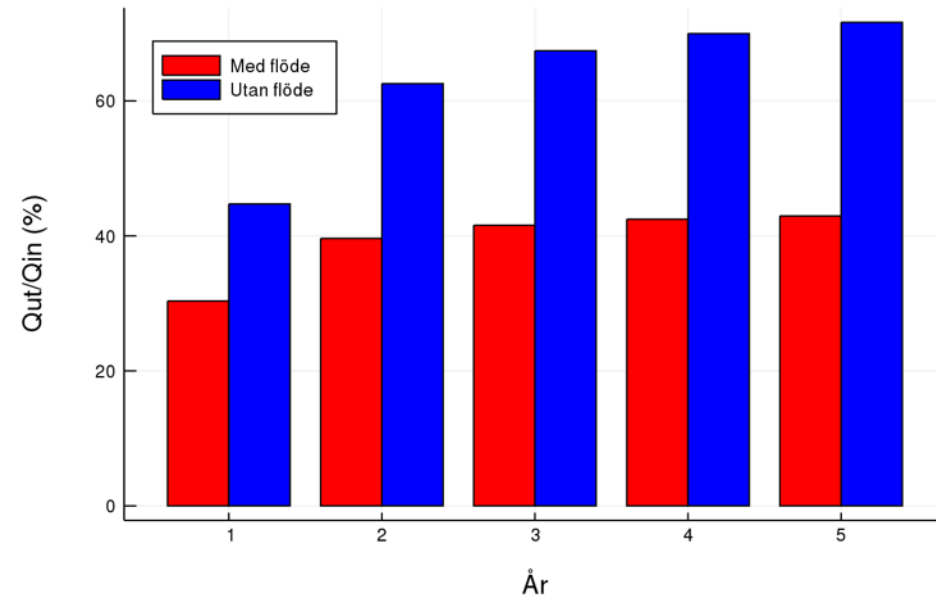


Hur påverkas värmeväxling och verkningsgrad?

Tillförd energi, netto



Verkningsgrad Q_{ut}/Q_{in}





Optimering av lagret, exergi

Verkningsgraden i ett energilager utvärderas ofta genom η där

η = Tillförd värme under (laddning) / uttagen värme (urladdning)

η säger inget ang hur nära vi är till optimala förhållanden,
temperaturen som värmeväxlingen sker vid beaktas inte

Exempel

Fall 1: $\eta=60\%$,
delivery temperature 90°C ,
extraction temperature 60°C

Fall 2: $\eta=60\%$
delivery temperature 90°C ,
extraction temperature 30°C

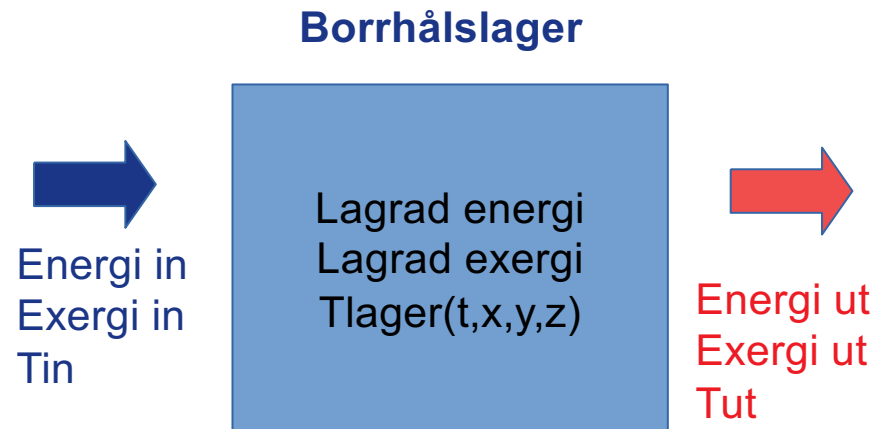
Även om η är lika i båda fallen framgår det att fall 1 har (i HT-BTES sammanhang) mycket högre prestanda eftersom värmeuttaget sker vid en högre temperatur, och således högre “värde” / “kvalitet”.



Optimering av lagret, exergi

- Tar hänsyn till både mängden värme så väl som temperaturen vid vilken värmeväxlingen sker

Analys av energiflöden, exergiflöden
+
fram- och returtemperaturer
+
temperaturfördelningar inom lagret
bidrar till:



- bättre design och drift, mer korrekt utvärdering
- bättre jämförelse mellan system som verkar under olika förhållanden

Systemoptimering

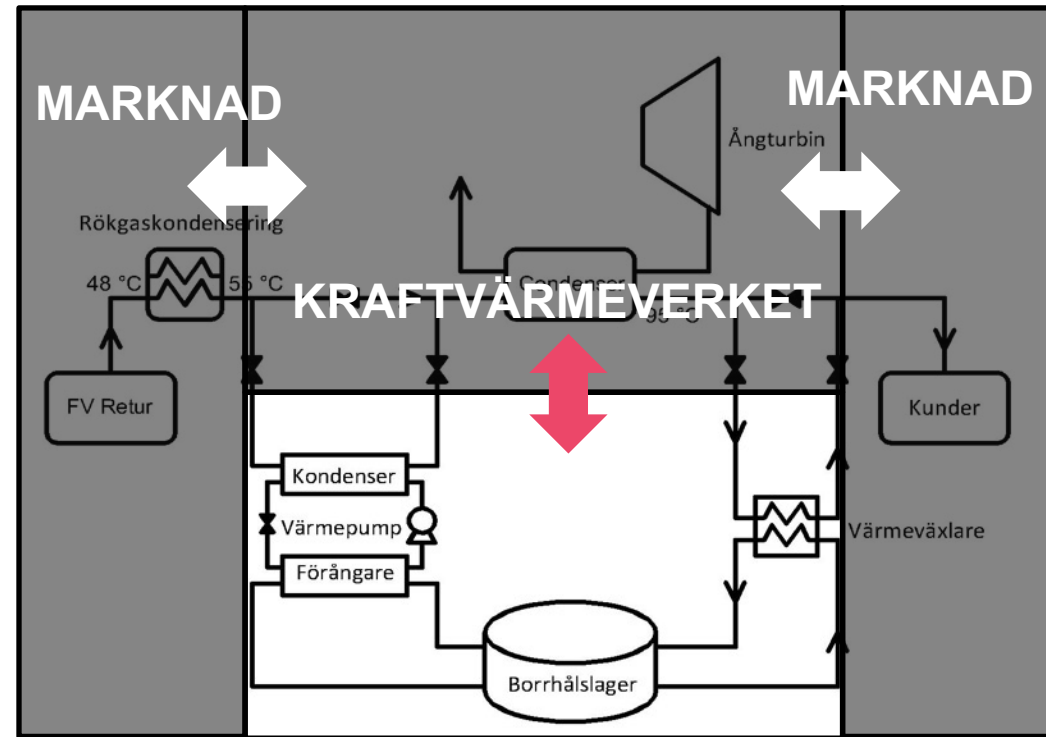
- Motstridiga mål mellan teknik och ekonomi?

Design:

- Storlek och layoutkonfigurationer för en viss efterfrågan och tariffer:
 - **Vilken lagerstorlek passar bäst? (CAPEX)**
- Prestation, olika layoutkonfigurationer

Drift:

- Efterfrågan / marknadens krav
- Integration av lager i systemet
 - **Hur att förändras lagrets roll för en spets eller en baslast? (OPEX)**



Kommande aktiviteter

1. Stand-alone tool

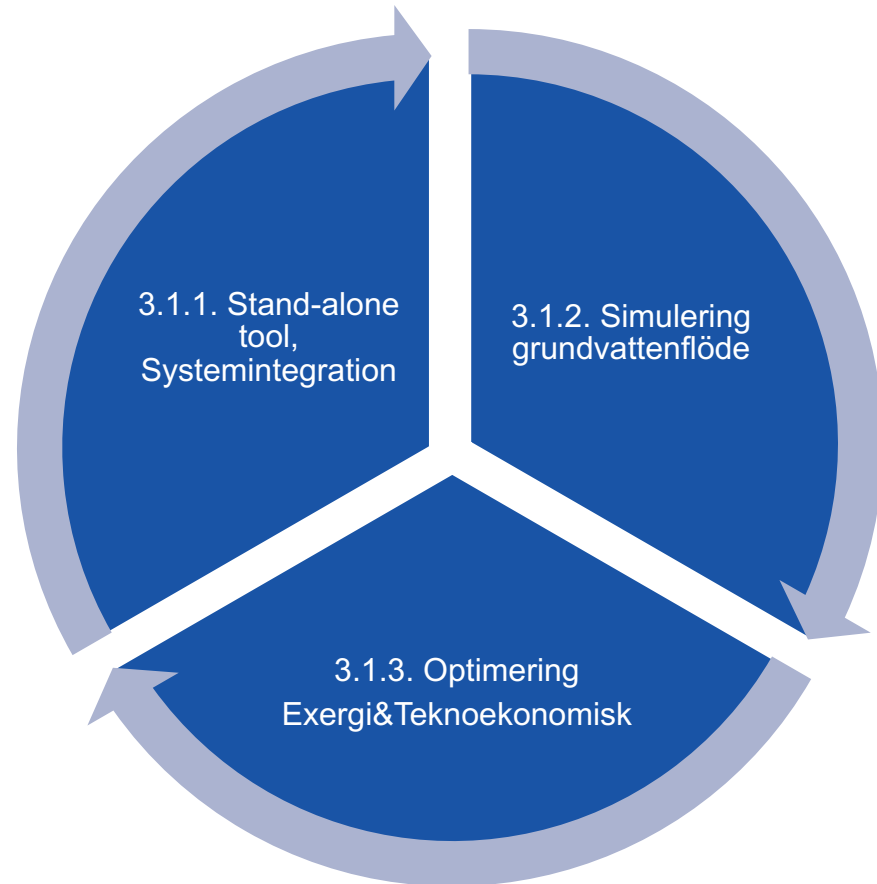
- Anpassning, mer flexibel
- Testperioder
 - 2019-02 till 2019-04
 - 2019-09 till 2019-11

2. Grundvattenflöde

- Ex-jobb Max Hesselbrandt (slutrapport och presentation)
- Vetenskaplig artikel om grundvattenflödets påverkan i marklager

3. Optimering

- Teknoekonomisk analys (CHP+BTES). 2st Ex-jobb studenter
- Exergi i BTES, prestanda





Tack!



José Acuna, Tekn Dr
Projektledare
& bi-handledare



Monika Topel, Tekn Dr
Bi-handledare&konsult



Willem Mazzotti, MSc
Doktorand&konsult



Max Hesselbrandt
Ex-jobbare & konsult



Malin Malmberg, MSc
Konsult



Alberto Lazzarotto, Tekn Dr
Bi-handledare



Mohammad Abuasbeh, MSc
Doktorand



José Garcia, MSc
konsult