

SVENSK

# GEOENERGI

EN TIDNING OM FÖRNYELSEBAR ENERGI

NR 2 2018

**6 400 meter  
genom stenhård  
finsk granit**

**Trolle-Ljungby  
skrotar gasolen**

*Profilen:*

**Palne Mogensen  
ligger inte på soffan**

**TEMA:**

## **GEOENERGI PÅ DJUPET**

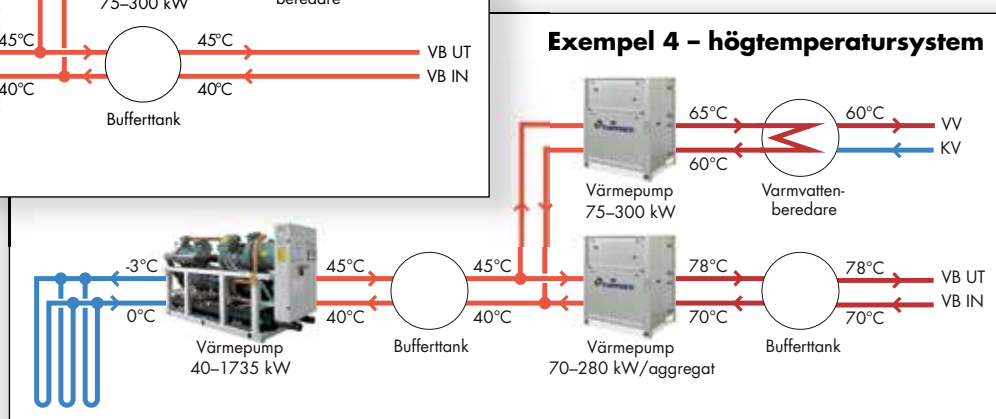
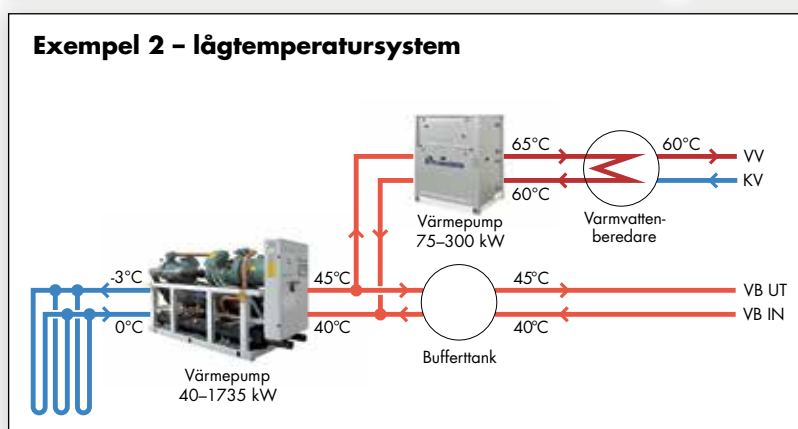
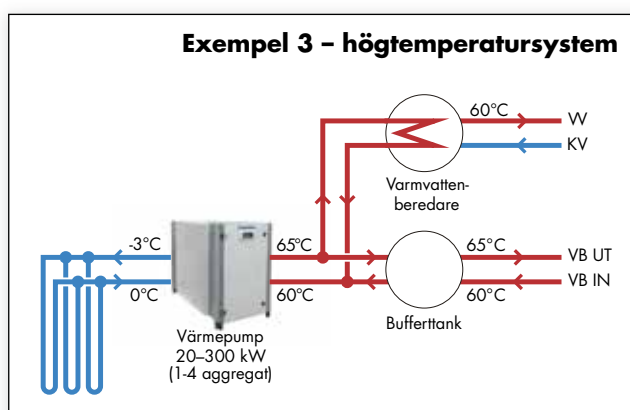
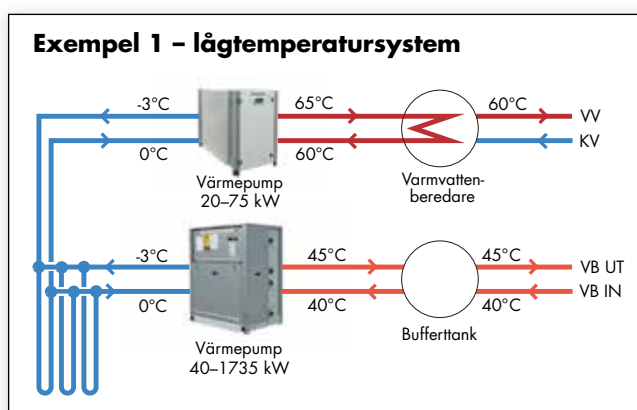
*Djupare borrhål ställer nya krav*

# Maximal energieffektivitet med rätt värmebärartemperatur!

En geo-värmepumpsanläggnings energieffektivitet beror på värmebärartemperaturen. Ju lägre värmebärartemperatur, desto högre energieffektivitet.

AQS/Climavenetas sortiment av värmepumpar gör det möjligt att välja rätt värmebärartemperatur till

varje anläggning och ändå kunna producera 60°C tappvarmvatten. Från 30/35°C värmebärartemperatur i lågtemperatursystem till 70/78°C i äldre fastigheter med högtemperatursystem.



Hör av dig om du vill veta mer!

**AQS**

**INNEKLIMAT**

# HETT I GEOENERGIBRANSCHEN

Foto: André de Loisted



I MARS 2018 firade Svenskt Geoenergicentrum femårs-jubileum. Det är något som vi knappt har hunnit reflektera över. Vi har varit fullt sysselsatta med våra verksamheter.

Kunskapen hos människorna i geoenergibranschen är hett eftertraktade idag. Efterfrågan är mycket hög och branschen mer eller mindre kokar. Och detta hör vi i princip från alla håll.

Det borras och installeras geoenergisystem som aldrig förr och det är fler och fler större och djupare system som sätts i drift. Det senare har vi sagt förut men det är en trend som är tydlig.

Nyetableteringar i bostadskomplex, upphottning (i dubbel bemärkelse) i miljonprogramsområden och inte minst det nyvaknade intresset för högtemperaturlager och kombinationerna med fjärrvärmesystem.

Det är inte längre den traditionella bergvärmeinstallationen som är basen utan de riktiga geo-

energisystemen, där effektiviteten och ekonomin blir än tydligare. Konkurrenten med andra energisystem når andra nivåer och utslagen vid utvärderingarna utkristalliserar också oftare till geoenergins fördel.

Jag får det här intresset bekräftat även i de mediabevakare som jag använder mig av. Ordet ”geoenergi” förekommer betydligt mer frekvent nu än för fyra år sedan. Och när jag skannar igenom vad som är skrivet om geoenergin under det senaste året kan jag konstatera en segmentering av omnämmandet av geoenergi. När det handlar om projekt – då är det information från entreprenörer, användare eller tillverkare som ligger till grund för omnämmandet.

Men är det politik eller myndigheter, då är det oftast en källhänvisning till Svenskt Geoenergicentrum eller våra publikationer som ligger till grund för informationsinhämtningen.

Och det är precis den här uppdelningen som vi tycker ska finnas. Utbildning och information till samhället är en central del i vår verksamhet och den kommer branschen till godo förr eller senare!

Vi har under det senaste året upplevt en del motstånd inom geoenergibranschen vid nyetableteringar, och framförallt vad gäller borrhållstånd. Problemen ligger oftast på kommunal nivå och normalt utanför politiken. Det kommunala enväldet är svårt att rå på och därför tror jag att typen av information som finns

hos Svenskt Geoenergicentrum är livsviktig för geoenergibranschen. Att så frön, och att det finns saklig och därtill lättfattlig information att hitta, är en grundläggande uppgift för Svenskt Geoenergicentrum.

När det gäller Svenskt Geoenergicentrums verksamhet kan jag konstatera att den håller hög klass och att vi är hårt sysselsatta. Vi har bland annat genomfört flertalet utbildningar, publicerat tidskrifter och artiklar, hållit föredrag, tagit fram riktlinjer och varit delaktiga i nätverk.

Och med detta i perspektiv kan det vara befogat att nämna Svenskt Geoenergicentrums vision:

*”Svenskt Geoenergicentrum skall vara det självklara valet för den som är i behov av information och utbildning inom geoenergi. Den information som organisationen sprider, skall ha vetenskapligt stöd eller komma från väl beprövad erfarenhet. Organisationen ska bidra till kunskapsuppbyggnad och kontaktskapande inom geoenergiområdet nationellt och internationellt.”*

En vision ska stå för ett mål i framtiden som inrymmer en nivå som man nästan inte ska kunna nå. Jag tycker att vi har nått långt med vår verksamhet och att det nu är dags att skriva om visionen, för vi är faktiskt redan där!

Johan Barth  
VD Svenskt Geoenergicentrum



Finspångs Brunnsborring AB

# Rätt från början. Hållbart i längden.

Solen värmer jorden varje dag. Vår uppgift är att hjälpa dig ta vara på den förnybara geoenergin på ett ansvarsfullt och långsiktigt hållbart sätt. Vi gör det med hög kvalitet och kompetens, hela vägen från förstudie och dimensionering till genomförande och uppföljning. På så sätt gör vi skillnad både för dig och för miljön. Välkommen till FBB. **Vi borrar för en planet i balans™**



## FBB – EN TRYGG GEOENERGIPARTNER

- Medarbetare med certifierad kompetens
- Sveriges ledande maskinpark och största borrarformat
- Kvalificerad projektledning och egen teknikavdelning
- Projekteringstjänster: EED-beräkningar, TRT, borrarplaner, tryckfallsberäkningar m.m.
- Projektreferenser, exempel: IKEA och IKANO, Biltema, Rusta, Akademiska Hus, HSB, Swedavia, E.ON m.fl.
- Verksamma i hela Sverige
- Branschens bästa trygghetspaket



[www.fbb.se](http://www.fbb.se)

- 8 **SLOTT TAR KLIMATKLIV:** Det anrika slottet Trolle-Ljungby i Skåne sparar stora pengar genom att byta från gasol till geoenergi i form av ett akviferlager.
- 13 **GEOENERGI PÅ DJUPET:** Geoenergin växer allt mer på djupet. I det här numret belyser vi djupborrning och hur långt forskning, utveckling och borrning har nått.
- 17 **800 METER I SCHWEIZ:** I Lausanne i Schweiz borras det för geoenergi till en helt ny stadsdel. Genom att gå djupt får man ut tre gånger så mycket energi.
- 22 **6,4 KILOMETER I FINLAND:** I finska Esbo har energiföretaget St1 borrar ned till 6 400 meters djup i vad som kommer att bli den första djupgeotermiska anläggningen av sitt slag i Skandinavien som levererar värme till fjärrvärmenätet.
- 24 **GEOENERGIDAGEN:** Årets Geoenergidagen höll hög temperatur, med bland annat föreläsningar om solhybrider, högtemperaturlager och riktigt djup geotermi.
- 28 **PROFILEN:** Palne Mogensen har utvecklat svensk geoenergiteknik från grunden. När en dansk firma ville sälja markvärmepumpar i Sverige började Palne Mogensen mäta bergets värmeledningsförmåga. Det ledde till teknikens genombrott.

Foto: Stures Brunnborrningar



Foto: Anette Lindfors Persson



Foto: Anette Lindfors Persson



## REDAKTION

SVENSK **GEOENERGI**

Svensk Geoenergi ges ut av Svenskt Geoenergicentrum.  
Tel: 075-700 88 20.  
E-post: [info@svenskgeoenergi.se](mailto:info@svenskgeoenergi.se)  
[www.svenskgeoenergi.se](http://www.svenskgeoenergi.se)

Ansvarig utgivare: Johan Barth.  
Redaktör: Signhild Gehlin.

Redaktionell produktion: Wirtén Content Agency.  
På omslaget: Palne Mogensen, geoenerginestor.  
Foto: Anette Lindfors Persson.  
Annonser: Mnemonista, David Lundström, 0735-699 350,  
[david@mnemonista.se](mailto:david@mnemonista.se)  
Tryck: ExaktaPrinting 2018.  
Papper: Munken Lynx 150 gram.  
ISSN 2000-4788

# ICA MAXI SPARAR MED GEOENERGI

EN NY GEOENERGIANLÄGGNING med tjugo borrhål invigdes i mars på Ica Maxi i Uppsala. Den gör att butiken producerar all sin värme och kyla lokalt. Ica Maxi nyttjas som energicentral för hela Stenhagen köpcentrum och alla hyresgäster.

– Anläggningen gör att butiken inte längre använder någon köpt värme samt reducerar elförbrukningen med 15 procent, motsvarande 110 normalstora villor per år, säger Per-Erik Jansson, teknisk konsult på ICA Fastigheter.

Ica har som mål att vara klimatneutrala 2020. Geoenergianläggningar vid Icas butiker är en del i det arbetet.



Geotermisk lösning för butik

Bild: Ica Maxi

## BRAINHEART ENERGY HAR FÖRVÄRVAT KLIMATTEKNIK

I AUGUSTI UPPTOGS Klimatteknik i Väst och Klimatteknik i Väst Borr som en del av Brainheart Energy Sweden. Därmed har Brainheart Energy etablerat sig även i Göteborgsområdet.

Tidigare under året förvärvades Energikontroll med verksamhet i Söderköping, Norrköping, Linköping och Västervik. Brainheart Energy erbjuder installation, borrning och service av geoenergilösningar samt övriga förnyelsebara energilösningar baserat på värmepumpar för privatfastigheter i Sverige.

## ENERGIÅTERVINNING ÖKAR BESPARINGEN

FASTIGHETSBOLAGET D Carnegie & Co, som bland annat förvaltar och rustar upp miljonprogramsområden, investerar i en ny geoenergianläggning till bostadsområdet Rönholmstränd i Värberg i Stockholm.

Systemet är försett med Energy Machines underkylningsteknik, där en extra värmepump utvinnet överskottsenergi ur köldmediet efter den traditionella kylprocessen. På så sätt ska man enligt beräkningarna få ut 30-35 procent mer värme. På Rönholmstränd leder det till att man sparar 2 000 MWh köpt fjärrvärme.



D. CARNEGIE & CO.

## STATE-OF-THE-ART-RAPPORT OM BORRHÅLSANLÄGGNINGAR

INOM RAMEN FÖR det internationella expertsamarbetet om kvalitets-säkring av borrhålssystem, IEA

ECES Annex 27, har Sverige tagit fram en svensk state-of-the-art-rapport för borrhålsanläggningar.

**ECES Annex 27**  
**BoreSysQM**

Rapporten har skrivits av Olof Andersson och Signhild Gehlin. Den svenska geoenergibrans-

schan har varit involverad och bidragit genom workshops, diskussioner och remisser. Rapporten blev klar i början av sommaren och går att ladda ned på [geoenergicentrum.se](http://geoenergicentrum.se).

Det svenska arbetet inom Annex 27 finansieras med anslag från Energimyndigheten, och löper 2016-2019.

# → NYA RIKTLINJER FÖR MÄTNING, UPPFÖLJNING OCH KOLLEKTORSLANGAR

**Text:** Lars Wirtén

Före sommaren publicerade Svenskt Geoenergicentrum *Riktlinjer för mätning och uppföljning av geoenergianläggningar* på sin webbplats. De följdes i oktober av nya riktlinjer för förläggning av kollektorslang i mark för konsumentanläggningar.

**SYFTET MED RIKTLINJER** för mätning och uppföljning är att skapa förutsättningar för beställare och konsulter att göra relevanta uppföljningar av hur anläggningen fungerar och hur den lever upp till den förväntade prestandan. Riktlinjerna ska också vara en handledning i att optimera driften utifrån anläggningens aktuella förutsättningar. Genom att använda riktlinjerna ska man få svar på tre huvudsakliga frågor:

- Fungerar anläggningen som det var tänkt?
- Fungerar anläggningen ”bra”?
- Fungerar anläggningen optimalt?

Klas Berglöf på Climacheck har ingått i arbetsgruppen. Han menar att uppföljning utifrån rätt ingångsdata är ett eftersatt område idag.

– Många investerar i kostsamma anläggningar, men lägger inte mycket resurser på att följa upp om de verkligen fungerar.

När prestandan i geoenergianläggningar dimensioneras sker det ofta utifrån extrema driftpunkter, det vill säga kalla vintertemperaturer och höga sommartemperaturer som sällan förekommer. Det ger ingen bra utvärdering och stämmer sällan med den typiska driften.

– Det är viktigt att istället dimensionera utifrån driftpunkter där du har mycket drifttid.

## MER SYSTEMTÄNK

För att kunna utvärdera prestandan och optimera en geoenergianläggning behöver systemets samtliga delar mätas: värmekällan (geoenergisystemet), distributionsystemet (radiatorer, ventilation med mera), klimatet (utetemperatur, luftfuktighet) som ofta påverkar både last och temperaturnivåer samt styrsystemet. Klas Berglöf tror att riktlinjerna kommer att driva på mot mer systemutveckling och helhetstänk, då dagens anläggningar ofta inte optimeras och samma fel upprepas många gånger.

– De här riktlinjerna ger ett ökat fokus på energieffektivitet sett över ett helt år i ett helt system, snarare än prestanda vid en viss driftpunkt. Att föra in värden utifrån mätta förhållanden leder till systemtänk.



Foto: Johan Andersson

Joakim Hjulström, Geotec, har varit engagerad i att ta fram riktlinjerna för förläggning av kollektorslang.

## BLIR INTERNATIONELLA

Nästa steg är att de svenska riktlinjerna ska bli en del av det internationella samarbetsprojektet IEA HPT Annex 52. Genom Annex 52 samlas kunskap, information och erfarenhet kring kvalitetsmässiga långtidsuppföljningar av olika typer av geoenergisystem för såväl kommersiella och offentliga byggnader som flerfamiljshus.

Riktlinjerna kommer att revideras efter hand som förslag på förbättringar och andra synpunkter kommer in.

## NYA RIKTLINJER FÖR KOLLEKTORSLANGAR

Svenskt Geoenergicentrum har också tagit fram nya riktlinjer för förläggning av kollektorslang i mark för konsumentanläggningar. Riktlinjerna har gått på remiss till Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB.

– Det är angeläget att MSB står bakom riktlinjerna, de får större tyngd då, säger Joakim Hjulström på Geotec som har varit djupt engagerad i att ta fram riktlinjerna åt Svenskt Geoenergicentrum.

– Vi har haft mycket fokus kring brandskyddet, eftersom det är en brandfarlig vätska i kollektorslangarna. Vi går till exempel igenom hur man ska göra genomföringen i byggnadsväggen och vilket brandskydd som krävs, säger Joakim Hjulström.

Utöver avsnitt om brandskydd innehåller riktlinjerna exempelvis anvisningar om krav som ska ställas på material i slangar, kopplingar och lämpliga metoder vid provtryckning.

Parallellt håller råd och riktlinjer för större, kommersiella borrhålsanläggningar på att tas fram inom ramen för det internationella samarbetet i IEA ECES Annex 27.

**Ladda ned** *Riktlinjer för mätning och uppföljning av geoenergianläggningar* och *Riktlinjer för förläggning av kollektorslang i mark* på Svenskt Geoenergicentrums webbplats.

# TROLLE-LJUNGBY TAR KLIMATKLIV

Trolle-Ljungby gods och slott i Skåne har fått nästan elva miljoner kronor i statligt stöd för att byta energilösning från gasol till geoenergi.

– Vi gör väldigt stora besparingar genom att gå över till geoenergi, säger Carl-Fredrik Wachtmeister som driver godset.

**Text och foto:** Lars Wirtén

PÅ 1960-TALET installerades en flispanna för att värma godsets samtliga byggnader: slottet, gårdshus, djurstallar, spannmålstork, verkstäder och flera bostadshus. För sex-sju år sedan insåg Carl-Fredrik Wachtmeister att den var för gammal och behövde ersättas. Man tittade på ny flispanna, gasol och även geoenergi.

– Då tyckte vi att geoenergi var en för stor investering, det handlar om cirka 16 miljoner kronor. Vi lockades istället av gasolen. Det var en billigare och

enklare investering, förklarar Carl-Fredrik Wachtmeister.

Gasollösningen kostade bara en tredjedel i investering. Men det var ett kortsiktigt tänkande, medger Carl-Fredrik Wachtmeister.

– Driftskostnaden var inte en tredjedel kan jag säga. Det var ett enormt dyrt och kortsiktigt felbeslut.

#### KYLA OCH BEVATTNING

Godset använder över 4 000 megawattimmar energi för uppvärmning per år. När Carl-Fredrik Wachtmeister fick klart

för sig driftskostnaden för de totalt 21 000 kvadratmeter som värms på godset, kontaktade han en installatör av geoenergi och en energirådgivare. Kalkylerna visade att en geoenergianläggning i form av ett akviferlager skulle kapa kostnaderna betydligt.

– Då blev jag samtidigt uppmärksam på att vi kunde få statligt stöd via Klimatklivet. När jag undersökte det närmare såg jag att det var klockrent, att vi uppfyllde alla kriterier. Och nu har vi fått 10,8 miljoner av Naturvårdsverket.



Trolle-Ljungby ligger vackert beläget i nordöstra Skåne strax utanför Kristianstad.





## GEOENERGI PÅ TROLLE-LJUNGBY

Trolle-Ljungby är ett slottsgods utanför Kristianstad med anor från 1300-talet. Godset ägs sedan början av 1800-talet av släkten Wachtmeister. Idag driver godset jordbruk med spannmål, slaktsvin och mjölkkor, skogsbruk samt serviceverkstad åt jordbruks- och väghållningsmaskiner. Här finns även bland annat bryggeri, konferenslokaler, jakt och försäljning av viltkött.

**Typ:** Akviferlager.

**Effekt:** Totalt 1 500 kW, varav geoenergi 750 kW.

**Leverans:** 3 250 MWh, varav 90 procent från geoenergi. Köpt energi, inklusive elspets, 1 300 MWh.

**Årsvärmefaktor:** 3,0.

**Projektörer:** Åhus Energikonsult AB.

Med stödet från Klimatklivet landar pay-off-tiden på fem-sex år. Det innebär stora besparingar.

– Gasolen var väldigt dyr, det här var lite av ett öppet mål, säger Carl-Fredrik Wachtmeister.

### SJÄLVFÖRSÖRJANDE

Det som talade till geoenergins fördel var inte bara ekonomin.

– Jag tycker om idén att vara självförsörjande. Det är värt en stor investering att ha en långsiktig trygghet. Det är rätt val även miljömässigt.

Dessutom ges möjlighet i framtiden att få frikyla till svinstallarna och att nyttja brunnarna till bevattning under sommaren när uttaget av värme är lågt.

Miljöfördelarna var dock inte avgörande för beslutet. Allt har ett pris, konstaterar Carl-Fredrik Wachtmeister.

– Vi tittar även på solceller, både av miljöskäl och för att bli ännu mer självförsörjande. Men ekonomin i det gör att vi inte kan genomföra det nu.

Den enda delen av godset som inte kommer att få all värme från geoenergi är spannmålstorcken. Den kräver så pass höga temperaturer under torkningen att den antingen kommer att separeras helt från anläggningen under torkperioden eller att geoenergin endast står för grundvärmen. Här kommer en elpanna stå för spetsbehovet istället.

Geoenergianläggningen i Trolle-Ljungby ska stå klar vid halvårsskiftet 2019.



Trolle-Ljungby består av många byggnader utöver själva slottet, bland annat flera bostadshus. Nu kopplas gasolen bort till förmån för geoenergi.

# EXIT EFFSYS

## – MEN FORSKNINGEN FORTSÄTTER FRAMÅT

Den första september avslutades en epok i och med att forskningsprogrammet Effsys Expand avslutades. Men forskningen går vidare i andra program. Nu finns också planer på att starta ett innovationskluster inom geoenergi och värmepumpsteknik.

**Text:** Lars Wirtén

**EFFSYS HAR INNEFATTAT** en rad forskningsprogram inom kyl- och värmepumpssystem och kyl- och värmelager som har avlöst varandra sedan 1994. Effsys Expand som startade 2014 blev det sista.

Effsys-programmen har gjort det möjligt att bedriva ny forskning som direkt har kopplat vidare på tidigare projekt. I de tre senaste programmen har sammanlagt 23 licentiat- och doktorsexamina finansierats – doktorander som i flera fall fortsatt sin forskning inom Effsys-programmet.

– Kontinuiteten i programmet är ett viktigt skäl till att vi idag är världsledande inom geoenergi och värmepumpsteknik, säger Viktor Ölen på Svenska Kyl- och Värmepumpsföreningen som har varit programsekreterare.

– Doktorander som har forskat i ett projekt har senare kunnat bygga egna forskargrupper inom geoenergi, både på Chalmers och KTH, med hjälp av Effsys. Det har varit en stor styrka och visar på värdet i att kontinuerligt satsa på ett forskningsområde.

### NATURLIGT UTBYTE

Viktor Ölen lyfter också fram programmets utformning. Energimyndigheten har stått för hälften av forskningsmedlen och har i gengäld krävt den andra hälften i extern så kallad samfinansiering.

– Det har lett till ett naturligt utbyte av information, kunskap och erfarenheter mellan forskning och industri. Kontakterna har utvecklats och fördjupats under den här långa perioden, vilket har underlättat den idag täta kopplingen

mellan forskning och industri.

Effsys Expand har haft ett programråd som har utvärderat projektansökningar, följt projekten och varit rådgivande i Energimyndighetens egen utvärdering.

– Genom att ha en sammansättning av personer med olika kompetenser och fokus inom ramen för samma teknikområde, har vi fått en bra mix av projekt med olika inriktningar. En styrka i programmet är att alla projekten ändå hänger ihop. Genom att koppla ihop resultaten från de olika projekten får vi ett starkare sammantaget resultat, säger Viktor Ölen.

### EN FJÄRDEDEL GEOENERGI

Vilken forskning har då bedrivits i Effsys Expand? 25 olika projekt beviljades anslag under programmet. Av dessa är fyra renodlade geoenergiprojekt och står för cirka 25 procent av den totala programbudgeten:

- Design- och reglerstrategier för högttemperaturkyllning av svenska kontorsbyggnader med hjälp av marklager. Pro-



Foto: Privat

”Effsys-programmen har betytt mycket och är en del av förklaringen till att Sverige är världsledande inom värmepumpsteknik och geoenergi”, säger Viktor Ölen som har varit programsekreterare för Effsys Expand.

### EFFSYS EXPAND

Ett forskningsprogram som löpte 2014 till 2018, där industrin, högskolor och Energimyndigheten har samverkat för forskning, utveckling och innovation inom resurseffektiva kyl- och värmepumpssystem samt kyl- och värmelager.

Programmets totala budget uppgick till 96 miljoner kronor, där Energimyndigheten bidrog med hälften. 25 projekt beviljades forskningsanslag.

Effsys Expand är en fortsättning på de tidigare programmen ”Alternativa köldmedier”, ”Klimat 21”, ”Effsys”, ”Effsys2” och ”Effsys+”, vilka sammantaget har löpt sedan 1994.

Det övergripande syftet med programmet är att bidra till samhällets och omvärldens omställning till en hållbar energianvändning och att minska miljökadliga ämnen i termiska lager och värmepumpande system.

jektet har bland annat undersökt hur den typen av system styrs optimalt och vilken typ av kylbafflar som är bäst och var i byggnaden de bör placeras.

- Djupa borrhålsvärmväxlare för bergvärmepumpar (läs mer på sid 18).
- Värme och kyla från akviferlager – en inblick i framtiden. Projektet har studerat möjligheter och begränsningar för akviferlager, både miljömässigt och tekniskt.
- Prestanda och effektivitet hos markkolektorer för vertikala borrhål. Projektet har bland annat studerat hur u-rör förhåller sig till koaxialrör.

Ytterligare två projekt har bäring på geoenergi. Det ena har utvärderat olika kyl- och värmebärarvätskor. Det visar att de vätskor som används i Sverige och som finns på marknaden är bland de bättre.

Det andra har tittat på bästa teknologi för miljövänliga bergvärmepumpar. Här har man bland annat testat att använda rent vatten som köldbärare och låg halt av propan (R290) som köldmedium. Systemet fungerade med god prestanda i intervallet 2-10 kilowatt med 100 gram propan, en mängd där risken för brand betraktas som låg.

### TERMO TAR ÖVER

Nu har Energimyndigheten, som ansvarat för Effsys-programmen och stått för hälften av forskningsmedlen, beslutat att föra över dessa medel i ett annat forskningsprogram, Termo. Forskningen fortsätter med andra ord i oförminskad styrka.

– Forskningsmedlen minskar inte som en följd av att Effsys-programmen nu är avslutade, tvärtom. Framöver kommer fokus ligga mer på tillämpad forskning för innovation och produktutveckling.

Svenskt Geoenergicentrum och SKVP har dessutom ansökt om medel från Energimyndigheten för att driva innovationsklustret Varmt & kallt.

– Det är tänkt att vara en plattform för möten och en drivbänk för idéer, något av en inkubator. Om medlemmarna i klustret har en idé är det tänkt att vi ska kunna bilda en projektgrupp och samordna projektet. Vi vill också sprida kunskap och nya rön till branschen, förklarar Viktor Ölen.

## NY GENERALDIREKTÖR FÖR ENERGIMYNDIGHETEN...

REGERINGEN HAR UTSETT Robert Andrén till ny generaldirektör för Energimyndigheten. Robert kommer närmast från en tjänst som departementsråd och chef för energienheten vid Miljö- och energidepartementet.

Han har tidigare bland annat varit länsråd vid Länsstyrelsen i Värmland och haft chefspositioner vid Naturvårds-verket samt Jordbruksdepartementet. Robert Andrén tillträdde den 1 september.



Foto: Regeringskansliet

## ...OCH FÖR VINNOVA

DEN 20 AUGUSTI tillträdde Vinnovas nya generaldirektör Darja Isaksson. Hon har mångårig erfarenhet från chefspositioner inom den privata sektorn. Inom det statliga området sitter hon bland annat som ledamot för nationella innovationsrådet, nationella samverkansprogrammet Life Science och har även engagemang i Rise. Hennes förordnande gäller i sex år.

Vinnova är Sveriges innovationsmyndighet med uppgift att främja hållbar tillväxt genom att finansiera forskning och utveckling av effektiva innovationssystem.



Foto: Carlos Zaya

# CTC GSi 16 är större, starkare och snällare mot miljön

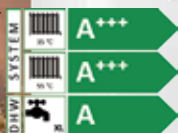
GSi-familjen har vuxit med  
vår nya varvtalsstyrda  
värmepump CTC GSi 16.

CTC GSi 16 har ett effektområde på 4,5–16 kW och anpassar sig automatiskt efter husets effektbehov. Passar perfekt för den stora villan eller flerbostadshuset.

Läs mer och kontakta oss på [ctc.se](http://ctc.se)



FINNS I 2 STORLEKAR:  
CTC GSi 12 & CTC GSi 16



\* CTC GSi 16 – energieffektivitetsklass, värmesystem och varmvatten inkl. styrning (skala A+++ till G).

Foto: Hurte



Foto: Oslo Lufthavn



Foto: Kraftingen



# TEMA

## GEOENERGI PÅ DJUPET

Text: Signhild Gehlin

I DET HÄR NUMRET av Svensk Geoenergi går vi på djupet med borrhålen, för att belysa hur långt forskning och utveckling har nått. Det finns en lockelse i att nå större djup och tänja på gränser, och visst är det kul att slå rekord?

Med ökat djup finns yta att spara och högre temperaturer att nå, men det finns också tekniska och ekonomiska utmaningar på vägen och utrymme för utveckling och innovation. Läs om borrharnas och leverantörernas erfarenheter, forskningsresultat och djupa borrhålsprojekt i Norge, Schweiz, Finland och Sverige.

Kanske dags att lansera en ny Bellman-historia? Det var en norrman, en finländare, och en som hette Bellman. De skulle borra ett borrhål.

Först kom norrmannen: "Mitt borrhål är 1500 meter och det kan smälta snön på en hel flygplats."

Sen kom finländaren: "Mitt borrhål är 6400 meter och det kan värma en hel stad."

Då kom Bellman: "Mitt borrhål är så djupt att jag får värmen direkt från helvetet."

Det är väl bra att det bara är norsken och finsken som är på riktigt...

# MÖJLIGHETER OCH UTMANINGAR MED DJUPARE BORRHÅL

Geoenergisystemen blir fler och större – och samtidigt ökar borrhjupen. I synnerhet gäller detta de kommersiella anläggningarna, där utrymmesbrist på ytan i kombination med utsikten att spara tid och pengar genom att borra djupare driver på utvecklingen.

**Text:** Jörgen Olsson

DE DJUPARE HÅLEN öppnar nya möjligheter, men ställer också nya krav – på borrhsteknik, på dimensionering och kalkylering samt på utrustning.

Svensk Geoenergi har talat med borrhare med erfarenhet av att gå på djupet, med utvecklare och tillverkare av utrustning och med forskare. Vi ger också ett par internationella exempel på stora, djupa geoenergiprojekt. Bilden som tonar fram är att viljan och kunskapen att borra djupare finns, men att osäkerheten kring hur de högre investeringskostnaderna ska uppvägas av mer effektiv energiutvinning fortfarande är stor – liksom behovet av teknikutveckling på materialsidan.

## ÄNDRADE FÖRUTSÄTTNINGAR

Per Wessman driver sedan år 2000 Wessman Drilling Solutions och är en av pionjärerna när det gäller djup borrhning för geoenergi i Sverige.

– Vi borrar mycket i centrala Stockholm och där började vi tidigt att borra djupt, eftersom det ofta rör sig om små utrymmen i kombination med fastigheter med stort energibehov.

Pionjärprojektet genomfördes under 2011. Per Wessman fick i uppdrag att borra sex stycken hål ”så djupt det bara går” – och sedan dimensionera anläggningen efter det.

– Vi borrhade fem hål på 400 meter och ett på 500. Sedan dess har det blivit 150 hål på mellan 400 och 601 meter, som är det djupaste vi borrhade hittills.

På djup mer än 300 meter ändras förutsättningarna, berättar Per:

– Det blir svårare för de som står vid maskinen. Hammare och stänger kan fastna, men framför allt blir det svårt att lyfta upp stora mängder vatten och borrhkax från de djupen.

## HITTA BALANSEN

En av de stora utmaningarna är att få upp energin. Ett 500 meters

hål betyder att köldbäraren ska cirkuleras genom 1 000 meter kollektorslang med tillräckligt högt flöde för att kompensera det tryckfall som annars hotar att undergräva ekonomin i systemet.



Foto: Muovitech

Trenden går mot djupare hål, bekräftar Adib Kalantar, chef för forskning och utveckling på Muovitech.



Det finns ett stort behov av teknikutveckling på materialsidan i takt med att borrhålen når allt djupare. Inte minst driver platsbrist på efterfrågan av djupare och färre borrhål.

– Det krävs mer av både kollektorn och pumparna. Det gäller att hitta jämvikten mellan borrhålsdjup, cirkulationshastighet, värmepumpens effektivitet och pumpens elförbrukning. Vi har gjort ganska många mätningar. De visar att vid 250 meters djup får vi en vätska som är max 10–11 grader varm. Vid 500 meter är temperaturen 14 grader. Varje extra grad värme innebär cirka fem procent mindre elförbrukning i värmepumpen.

Wessman Drilling Solutions har också gjort försök med olika typer av kollektorer.

– Det är här hindret finns. Vi har tekniken för att borra djupt och värmepumparna blir bara mer och mer effektiva. Men när det gäller slangarna behövs både teknik- och materialutveckling. Ju grövre slang man kan ha, desto mindre blir problemen med flödesförluster. Vi har till exempel konstaterat att koaxialkolllektorer fungerar bra i djupa hål, men jag skulle gärna se att

det kom ännu bättre sådana, med större volym i slangen.

### TEKNIKUTVECKLING PÅGÅR

På Muovitech, en av de ledande tillverkarna av kollektorer och kringutrustning för geoenergi, är Adib Kalantar chef för forskning och utveckling. Han bekräftar att trenden går mot djupare hål.

– Tekniken medger djupare borring och utrymmesbristen kräver den. Bland annat SGU-statistiken är tydlig. På bara några år har geoenergisystem med 300–350 meter djupa hål blivit vanliga, när snittet tidigare låg på 220 meter. Med det följer behov av nya tekniska lösningar, eftersom det uppstår utmaningar kring värmväxlingen på de stora djupen.

### TRE UTMANINGAR

Adib Kalantar pekar på de främsta principiella utmaningarna:

– Tryckfallet ökar med djupet. För att kompensera det behövs

antingen starkare pump eller större genomströmningsyta i kollektorn.

– Mekanisk påverkan på kollektorn. I Europa är hålen återfyllda, men här i Sverige är de vattenfyllda. Ju djupare vi borrar, desto högre blir det omgivande trycket på kollektorn, som kan klämmas ihop.

– Värmväxlingen. Systemet är slutet, med kall vätska ner och varmare vätska upp. Den naturliga processen är att temperaturerna vill jämnas ut sig mellan rören, vilket till slut ger så stora kortslutningseffekter att det inte lönar sig att borra djupare.

En annan aspekt, som också innebär en utmaning, är det växande intresset för att lagra överskottsvärme som håller riktigt hög temperatur, till exempel från fjärrvärmeproduktion.

– Här är det de höga temperaturerna som skapar påfrestningar och ställer högra krav på materialen, säger han.

### INGET SJÄLVÄNDAMÅL

Muovitech har ett par egna patent och bedriver omfattande forsk-



→ ning för att förbättra material och prestanda. Tillsammans med Borås högskola har man ett antal provhål av olika djup, där nya kollektorer kan testas.

– Vi arbetar bland annat med prototyper och fälttest av en koaxialkolektor. Här står vi inför stora utmaningar när det gäller konstruktionen, eftersom den har för stor dimension för att kunna lägga på rulle, säger Adib Kalantar.

Han tror att trenden med djupare borrning kommer att hålla i sig – men inte utan förbehåll:

– Att vi kommer att få se fler och fler stora och djupa geoenergianläggningar är jag säker på. Men det finns ingen poäng med att borra djupare bara för att man kan. Varje projekt har sin egen unika profil och sina egna optimala förutsättningar och ska utformas efter det.

### STÖRRE DIMENSIONER

En annan välkänd tillverkare av kollektorer är Pemtec, nu en del

av Debe Flow Group. Thomas Karlsson är vd.

– Det tydligaste tecknet på att man borrar djupare och djupare är att efterfrågan på kollektorer med större dimension ökar. Min bild är att när hålen är djupare än 250 meter så går man upp från 40 till 45 eller 50 millimeters rördiameter.

Man byter också SDR-klass. SDR är förhållandet mellan ytterdiametern och vägg tjockleken i kolektorn. Standard i Sverige är SDR 17, vilket innebär att vägg tjockleken är 1/17 av ytterdiametern. Det ger en vägg tjocklek på 2,4 millimeter i en 40 millimeters kolektor.

– Men det är för tunt på de större djupen, då behövs tjockare väggar för att inte kolektorn ska kollapsa av det större trycket. Här använder man SDR 11, som har 3,7 millimeters väggar. Men det påverkar värmeöverföringen negativt. Det vi – och

hela branschen – letar efter är ett material som är tunnare men mer tryckhållfast, säger Thomas Karlsson.

### PAUSAD LANSERING

Pemtec har presenterat en lösning i form av sin patenterade Green Collector. Istället för att sätta ett cirkulerande u-rör, fodrar man borrhålet på insidan med en mjuk liner, fyller kolektorn med vatten uppifrån och låter ytterligare ett invändigt, mindre kolektorrör, som är öppet i botten, suga upp det varmare vattnet.

– Green Collector är delvis lanserad, men vi har pausat marknadsföringen lite eftersom det fortfarande behövs en del utveckling när det gäller materialet till fodringen av borrhålet, säger Thomas Karlsson.

Ett annat svenskt företag, Triopipe Geotherm AB, har utvecklat en koaxial-liknande kolektor kallad Thermex.

## BORRHÅLSDJUP SVERIGE

**Trenden mot allt djupare borrhål är tydlig, både vad gäller privata geoenergianläggningar för enskilda hushåll och för kommersiella system.**

Enligt SGU:s brunnregister, som bygger på entreprenörernas inrapporterade uppgifter, ökade det genomsnittliga borrhålets djup från 100 till 171 meter mellan 1995 och 2013.

Större kommersiella system borrar betydligt djupare än så. Borrhåldjup på 200–300 meter är vanligt.

Motiven för att borra djupare är flera. Att borra färre men djupare hål kan till exempel vara fördelaktigt bland annat av tids- och utrymmesskäl. En annan faktor kan vara förekomsten av geoenergibrunnar på angränsande fastigheter.

Ekonomiska faktorer att väga in vid djupare borrning är bland annat ökade kostnader för själva borrningen, för energianvändning till cirkulationspump, för slitage av utrustning liksom för ökad risk för borrhålsavvikelse och andra komplikationer.

**Källa: Gehlin, S.E.A., J.D. Spitler and G. Hellström. 2016. Deep Boreholes for Ground Source Heat Pump Systems - Scandinavian Experience and Future Prospects. ASHRAE Winter Meeting, Orlando, Florida, January 23–27, 2016.**



Foto: Muovitech



# KOAXIAL EN VINNARE NÄR SCHWEIZ GÅR PÅ DJUPET

**Text:** Jörgen Olsson **Foto/Illustration:** Augsburg Geothermie

I schweiziska Lausanne går nu startskottet för ett stort geoenergiprojekt, där 140 stycken 800 meter djupa hål ska förse ett helt nytt bostads- och affärsområde med geoenergi.

– På de här djupen krävs en annan teknik för att hämta upp energin på ett kostnads-effektivt sätt och vi har fastnat för koaxialkollektorer, säger Nicolas de Varreux till Svensk Geoenergi.

HAN ÄR CHEFSINGENJÖR och projektledare vid Augsburg Geothermie, en del av den internationella Grisoni-Zaugg-gruppen, med verksamhet i bland annat Schweiz, Frankrike och Monaco.

– Den schweiziska marknaden för geoenergi är ungefär lika stor som den franska, trots att befolk-

ningen bara är en tiondel så stor. Dessutom har de schweiziska myndigheterna ökat kraven på att använda förnybar energi både vid nybyggen och renoveringar. Det har ökat marknaden både för borrning i allmänhet och även intresset för att börja borra djupare, i synnerhet inne i städerna, där det oftast är dåligt med utrymme, säger Nicolas de Varreux.

## NY STADSDEL I LAUSANNE

Med 50 anställda och 16 borrhuggar är Augsburg Geothermie ett av de ledande företagen när det gäller borrning och geoenergianläggningar i Schweiz. En av uppdragsgivarna är Lausanne Energy Services, där man sedan ett par år är involverade i att dimensionera och bygga en geoenergianläggning för en helt ny stadsdel.

– Projektet heter Metamorphose och där kommer att finnas bostäder för 8 000 personer och arbetsplatser för 3 000. Totalt handlar det om en yta på 300 000 kvadratmeter, med byggnader med olika

energiprofiler och behov, både sett över dygnet och över säsongerna.

## SÖKTE NY TEKNIK

I samband med arbetet med en geoenergianläggning till en annan kund för några år sedan började Nicolas de Varreux och Augsburg Geothermie att på allvar studera vilka skillnader olika borrhugg medför, i kombination med olika typer av kollektorer.

– Vi kunde konstatera att vid 800 meters borrhugg blir energituttaget inte större än vid 500 meter med traditionell kollektor. På större djup än 500 meter blir förlusterna så stora att det påverkar effektiviteten och totalekonomin i anläggningen på ett negativt sätt. Vi insåg att vi behövde en annan teknik och efter jämförelser har vi fastnat för koaxialkollektorer.

## FÖRDELAR MED KOAXIALKOLLEKTOR

De vidare undersökningarna vid platsen för stadsdelen Metamorphose visade att ett 800 meter djupt hål med koaxialkollektor gav tre gånger så mycket energi – och medger ett betydligt större spann i drifttemperatur jämfört med dubbla u-rörskollektorer. Det blir även möjligt att vända cirkulationen och ladda systemet med överskottsvärme på sommaren, vilket ger komfortkyla i retur.

– Det motiverar den större investeringen med djupare borrning och en dyrare kollektor, säger Nicolas de Varreux.

## PROJEKTET MÖTER INTRESSE

Det stora arbetet med geoenergianläggningen i Lausanne startar i december. Totalt ska det bli 140 borrhugg på 800 meter. I den inledande fasen borrar 34 hål.



Nicolas de Varreux är chefsingenjör och projektledare vid Augsburg Geothermie som borrar 800 meter djupa hål i schweiziska Lausanne.



– Vi räknar med att kunna göra klart ett hål varannan vecka, säger Nicolas de Varreux, som gläder sig åt att projektet fått en hel del uppmärksamhet:

– Lausanne Energy Services är vår beställare. De kommer att äga anläggningen och energin och sälja den till användarna. Det vi gör tillsammans har dragit till sig stort intresse från sidlinjen – många företag, institutioner och myndigheter följer det. Många står inför skärpta miljö- och hållbarhetskrav både vad gäller energianvändning och energiproduktion. Självt är jag övertygad om att geoenergi är framtiden i vår del av världen, alldeles särskilt när det gäller säsongslagring. Vi går mot större och allt mer effektiva system och jag tror att många positiva upptäckter väntar längs vägen – geoenergi har en enorm potential.

Utöver det stora projektet i Lausanne arbetar Augsburger Geothermie en hel del med att uppgradera gamla geoenergisystem, för att göra dem mer effektiva.

### SCHWEIZ GEOLOGI UTMANAR

Geologin i Schweiz är på sina håll så speciell och utmanande att den nästan utesluter borrhåll för geoenergi.

– Vi har två dominerande zoner; alpzonan och det vi kallar platån. I alpzonan är berget hårt och mycket trasigt. Alla borrhåll måste förses med foderör hela vägen, vilket av kostnadsskäl begränsar borrhållsdjupet till 150 meter.

– Platån har mer normala förhållanden, med ett topplager på i snitt 50 meter av lera, sand och grus innan man når berggrunden. I vissa områden på platån kan man också hitta hett vatten på mellan 700 och 1 200 meters djup, vilket är perfekt för den som vill satsa på geotermisk uppvärmning.



Metamorphose är en helt ny stadsdel i Lausanne med bostäder och arbetsplatser för totalt 11 000 personer.

# HÖG TERM I DJUPA BORRHÅL

Värmeöverföring från den varma till den kalla sidan av kollektorn, så kallad termisk kortslutning, kan vara stor i djupa borrhåll och därmed minska effektiviteten.

Det visar forskningsprojektet Djupa borrhåll för värmepumpar som avslutades i juni.

**Text:** Lars Wirtén

DET BLIR ALLT VANLIGARE att borra djupare än 300 meter i Sverige när anläggningar för geoenergi installeras. Inte minst i storstadsområdena där det råder brist på tillgänglig mark i anslutning till fastigheterna är detta tydligt.

Ett av de största forskningsprojekten inom Energimyndighetens program Effsys Expand har därför undersökt olika aspekter av djupa borrhåll.

Ett av projektets mål var att identifiera affärsmöjligheter med djupa borrhåll: när blir det ekonomiskt intressant att borra på djupet? Projektet har därför undersökt investerings- och driftskostnader. Här påverkar många olika faktorer: elpris, värmepumpens pris och effektivitet, användning av cirkulationspump med mera.

– Mer studier behövs för att fastställa driftkostnaderna i anläggningar med djupa borrhåll, säger Willem Mazzotti Pallard, doktorand på KTH, som har genomfört forskningsprojektet.

En avgörande del i investeringen är kostnaden för att borra. I vanliga borrhåll går det i normalfallet att räkna på ett pris per meter för att borra och installera kollektorslangar. Men från och med 300 meters djup gäller inte den tumregeln längre. Då börjar även andra faktorer att spela in.

### SPECIFIKA EFFEKTER

När det gäller driftskostnaderna är två faktorer avgörande: värmepumpens prestanda och användning av cirkulationspumpar i geoenergisystemet. Här har Willem Mazzotti Pallard kunnat notera effekter som är specifika för djupa borrhåll och som kan påverka driftskostnaden. En är högre termisk kortslutning, det vill säga att energi förs över från

# ISK KORTSLUTNING HÅL

den varma till den kalla sidan av kollektorn under vätskans färd uppåt i borrhålet.

– Eftersom det är längre kollektorer, vilket ger större yta, kan det ge större effekt på kortslutningen.

En annan effekt av djupet är större tryckfall.

– Man kan förvänta sig att prestandan hos värmepumpen ökar med djupet vilket borde ge lägre driftskostnader, eftersom temperaturen i berget ökar med djupet. Samtidigt blir tryckfallet större vilket kan göra att energianvändningen för att cirkulera borrhålvätskan blir markant högre.

## KOAXIALRÖR INTRESSANT

Projektet har gjort tester i olika borrhål, bland annat två stycken 800 meter djupa borrhål i Asker i Norge. Här används två olika typer av koaxialkollektorer, där ett rör med den varma vätskan ligger inne i ett större rör med kall vätska eller tvärtom. Här innebar den termiska kortslutningen en förlust på upp till 70 procent av tillgänglig värme. Storleken på den termiska kortslutningen är dock starkt beroende på flödet i kollektorn.

– Tryckfallet blir lägre med koaxialrör jämfört med u-rör, vilket gör dem mer intressanta vid djupa borrhål.

– Ett annat sätt att minska den termiska kortslutningen är att isolera centerröret i en koaxiallösning, vilket antagligen skulle göra kollektorn dyrare. Mig veterligen finns dessutom ingen sådan lösning på marknaden.

## LUFTISOLERING TESTAS

Bo Jansson, senior advisor och tidigare vd på Stures Brunnsborr-

ningar som är en av projektets sponsorer, är inte förvånad över forskningsprojektets resultat kring termisk kortslutning.

– Vi tittar nu på olika typer av kollektorlösningar, bland annat en slang med dubbelt hölje som är isolerad med luft emellan.

Vanligt isolerade rör fungerar inte när trycket stiger med djupet.

– När trycket ligger kring tio bar pressas vanligt isoleringsmaterial ihop och isoleringseffekten uteblir. En luftspalt däremot isolerar bra om röret står emot höga tryck.

Bo Jansson pekar ut kollektorerna och effekterna av den termiska kortslutningen som det viktigaste forskningsområdet framöver.

– Fokus måste vara att få energin från berget till värmepumpen via kollektorn så effektivt som möjligt. Rent borrhållstekniskt ligger vi långt framme idag.

## VÄRME VANDRAR UT

Ytterligare en effekt som blir mer märkbar vid djupa borrhål är att eftersom temperaturskillnaden är större mellan botten och ytan försvinner mer värme på väg upp genom hålet.

Projektet kan också konstatera att det är extra viktigt med precisionen vid djupborrning. Det är lätt att få stora avvikelser, det vill säga att borrhålet böjer av från lodlinjen.

– Vi har mätt upp till 30 procent avvikelser från lodlinjen. Hålet når då inte det djup och de temperaturer som man har räknat med.



Foto: Bengt Dahlgren

Willem Mazzotti Pallard är doktorand på KTH och har genomfört forskningsprojektet Djupa borrhål för värmepumpar.

## DJUPA BORRHÅL FÖR VÄRMEPUMPAR

- Projekt inom ramen för Energimyndighetens Effsys Expand (läs mer på sid 10).
- Startade i februari 2016 och avslutades juni 2018.
- Projektet har letts av José Acuña och genomförts av Willem Mazzotti Pallard, doktorand vid institutionen för Energiteknik, Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm. Alberto Lazzarotto och Björn Palm på KTH har också ingått i projektgruppen.
- Projektet har stötts av 35 externa sponsorer, både svenska och internationella, som har bidragit med tid, kunskap och engagemang.

# NORGE: DJUPARE BORRNING KRÄVER TEKNIKSIFTE

Det råder full aktivitet i geoenergi-branschen i Norge, där utfasning av olja för uppvärmning av fastigheter skapar nya jobb. Henrik Holmberg arbetar i Norge sedan flera år med att utforma geoenergisystem. Bland annat har han studerat skillnader mellan olika brunnsdjup och olika typer av kollektorer.

**Text:** Jörgen Olsson

**HENRIK HOLMBERG** doktorerade 2016 vid Norges tekniska och naturvetenskapliga universitet, NTNU, i Trondheim.

– I det arbetet utvecklade jag beräkningsmodeller för energibrunnar, modeller som användes för att studera brunnsdjupets effekter.

I arbetet konstaterades att brunnar som borrar djupare än de i Norge normala 200 till 300 meter medger uttag av mer energi och effekt – men att detta också ställer en rad krav. Till att börja med krävs det en större vätske-cirkulation.

– Med en vanlig kollektor blir tryckfallet för stort. Det går visserligen att kompensera med en kraftigare pump, men den drar då så pass mycket mer ström att det inte lönar sig. I en 500 meter djup brunn

kan man använda sig av u-rörskollektorer med större slangdiameter, men vill man djupare än så är det koaxialkollektor som gäller. I en sådan blir tryckfallet väsentligt mindre och man kan cirkulera mycket mer vätska.

## TESTAT TVÅ PRINCIPER

Henrik Holmberg, som arbetar på norska ingenjör- och konsultföretaget Asplan Viak, har sedan disputationen bland annat varit involverad i ett projekt tillsammans med Askers kommun och borrentreprenören Båsum Brunnsborrning.

– Systemet används för att värma en konstgräsplan för fotboll och ersätter naturgas. Här har vi testat två principiellt olika kollektorer av koaxialtyp, i två borrhål på vardera 800 meter. Varje borrhål kan ge lika mycket värme som fyra till sex vanliga 200-metersbrunnar.

## FEMFALDIGAD CIRKULATION

– I det ena borrhålet har vi cirkulationspumpen i toppen av brunnen och i det andra sitter den i värmecentralen. Båda två driftsattes i februari i år och i synnerhet det ena, det med den sänkta pumpen, har fungerat mycket bra. Pumpen säkerställer att brunnen alltid har ett tillräckligt övertryck och vi har kunnat cirkulera ungefär fem gånger så stor vätskemängd som i en vanlig brunn. Helst hade vi velat ha en

ännu större cirkulation, upp till åtta gånger, men där begränsas vi av en svaghet i kollektorröret. Vi hade behövt ett rör med tjockare väggar för att bättre klara de tryckskillnader som uppstår.

## 1 500 METER VID GARDERMOEN

Asker-projektet är slutrapporterat och lärdomarna har tagits vidare till ett projekt på flygplatsen Gardermoen. Här har två stycken brunnar på vardera 1 500 meters djup



Foto: Asplan Viak



Henrik Holmberg på norska konsultföretaget Asplan Viak.



På en uppställningsplats för flygplan på Gardermoen utanför Oslo har två brunnar på vardera 1 500 meters djup borrats för att användas till snösmältning.

borrats i ett samarbete mellan Båsum Brunnsborrning och det norska företaget Rock Energy. Brunnarna ska användas till snösmältning på en uppställningsplats för flygplanen.

– Jag vet att brunnarna är borrade, och att cirkulationen är testad. Det blir ett system utan värmepumpar, men vi på Asplan Viak är inte involverade i det fortsatta arbetet där, säger Henrik Holmberg.

Vad gäller projektet i Askers kommun, så fortsätter utvärderingen inom ramen för det statliga forskningsprogrammet Rockstore, som syftar till att utveckla tekniken kring energilagring, brunnsborrning och kollektorer.

– Vi märker ett stort intresse för detta och liknande projekt. Ett av skälen är att det från 2020 blir förbjudet att elda

med olja till fastigheter. Även om det säkert kommer att ges dispenser så är det bråttom för många och jag skulle säga att det råder högtryck i den norska geoenergiindustrin. Både brunnsborrare och konsultföretag får många förfrågningar.

#### LITET FOTAVTRYCK LOCKAR

Många geoenergilager ska byggas i Norge framöver, berättar Henrik Holmberg:

– Ett lager – eller en brunnsbörre som vi säger här – har många fördelar. Lik de djupa borrhålen gör det ett väldigt litet fotavtryck och detta är mycket attraktivt nu, när så många står inför kravet att ersätta gamla, fossila energisystem på etablerade och ofta tätbebyggda områden, där det egentligen inte finns plats.

Så intresset för geoenergi är stort – men även om de djupa borrhålen skapar intresse och vidgar horisonten för geoenergi är det vanliga systemet det byggs mest av i Norge.

– Det absolut vanligaste är system med borrhål på 200 till 300 meter. ”Djupt” i Norge idag är hål på 500 och ner till 1 500 meter, men då måste man som sagt använda en delvis annorlunda teknik.



I Askers kommun har man borrat till 800 meters djup för att värma en konstgräsplan.

# STENHÅRD GEOTERMI SKA VÄRMA

I Finland går man rejält på djupet för att producera värme. I Esbo borrar energiföretaget St1 vad som kommer att bli den första djupgeotermiska anläggningen av sitt slag i Skandinavien som levererar värme till fjärrvärmenätet. Det första av två 6 400 meter djupa borrhål är klart. Det andra har kommit halvvägs.

**Text:** Lars Wirtén

**Foto:** Anette Lindfors Persson

MITT I CAMPUS vid universitetet i Esbo, Finlands näst största stad belägen strax väster om Helsingfors, står en 52 meter hög, eldriven borrhög. Här har St1, med stöd av finska staten, borrar sedan sommaren 2015. Projektet syftar både till att bidra till forskning och utveckling och utgöra en kommersiell produktionsanläggning. Den ska stå klar i slutet av 2019 och leverera 40 MWh värme.

Grundtanken med projektet är att injektera stora mängder vatten i ett borrhål, låta det värmas upp i sprickor i berget till 130 grader varvid det sedan pumpas upp genom ett annat borrhål.

De första borrhningarna gick "endast" ned till 2 000 meters djup. Här undersöktes geologin noggrant och borrhningen loggades för att ge så mycket förkunskap som möjligt om förutsättningarna.

– Du kan inte borra sex kilometer ner i berget i blindo. Du måste veta vad du siktar mot och var sprickor-

na finns, säger Tero Saarno, produktionschef på St1 Deep Heat.

Sommaren 2016 inleddes borrhningen av produktionsborrhålet ned till 6 400 meters djup.

## 44 000 JORDSKALV

Det är stenhård borrhning som gäller i projektet, berget består i stort sett helt av granit. Och på det här djupet är berget hett. Även om graniten till största delen är massiv finns enstaka sprickor på djupet. Men inte tillräckligt för att ta emot de stora mängder vatten som behövs. Man måste därför använda teknik för att spräcka upp berget och därmed öka genomsläpligheten. Och här ligger en av de största riskerna med den här typen av djupgeotermiskt projekt. När vatten injekteras med mycket högt tryck för att spräcka upp berget orsakas små jordskalv. Vattnet gör att bergmassorna rör sig.

Runt borrhålet har därför 12 mätthål borrats för att göra seismologiska mätningar och därmed kunna följa och mäta rörelserna i berget.

– Vi har skapat 44 000 jordskalv hittills. Men inga av dem har varit kännbara. Endast ett 30-tal har kunnat uppfattas med hörseln, förklarar Tero Saarno.

De kraftigaste skalven har legat på magnituden 1,9 på Richterskalan. Om skalv över 2,1 inträffar måste projektet avbrytas och nya tillstånd sökas. Med 1,9 som kraftigaste skalv ligger man betydligt under den gränsen. Richterskalan är logaritmisk och 2,1 är därmed flera gånger kraftigare än 1,9.

Liknande projekt i Schweiz och Sydkorea har däremot fått avbrytas efter att ha orsakat kraftiga jordskalv.

– Vi har nu visat att vi kan genomföra ett djupgeotermiskt projekt utan att orsaka skada, säger Tero Saarno.

## INJEKTERING MED CEMENT

Men allt har inte gått som planerat. Vissa delar av berget har varit i sämre skick än väntat. Vid cirka 5 100 meters djup började berg rasa ner över borrhkronan. Borrhningen stoppades och berget förstärktes längs sidorna genom att injektera cement.

– Vi har även haft problem med borrhkronor som har gått sönder av olika anledningar. Och det är inte så roligt. De här borrhkronorna kan kosta 20 000 euro styck plus att man får stillestånd.



Tero Saarno är produktionschef på St1 och djupgeotermiprojektet i Esbo där man har borrar ned till 6 400 meters djup.

# ESBO

I snitt behöver borrkronorna bytas var 350:e meter. Det säger något om kostnaden i projektet.

– Detta är ren forskning och utveckling för oss. Det har varit mycket ”trial and error”, tester och att bygga ny utrustning. Om det inte finns utrustning som håller på marknaden tar vi fram dem. En stor del av budgeten har gått till det. Framtida projekt kommer inte bli lika kostsamma.

## STOR POTENTIAL

St1 avslöjar inte den totala budgeten, men företaget har fått 9,6 miljoner euro av finska staten i bidrag till projektet. Tero Saarno uppger som en annan fingervisning att bara forsknings- och utvecklingsbudgeten ligger på 20-25 miljoner euro. Att St1 satsar så stora pengar på djupgeotermi visar att man från företagets sida ser potentialen.

– I Finland ser vi möjligheter till 10-15 sådana här anläggningar. I Sverige är potentialen ännu större då ni har ett väl utbyggt fjärrvärmenät. Det här kommer att vara den billigaste energikällan för fjärrvärme, även om investeringskostnaden är hög.

## INGA VÄRMEPUMPAR

Med sin kapacitet på 40 MWh kommer den geotermiska värmen stå för tio procent av Esbos värmebehov, en stad med drygt 250 000 invånare. Planen är att växla ned temperaturen till 45 grader och leverera direkt ut på fjärrvärmenätet. Det varma spillvattnet går tillbaka ner i berget. Värmepumpar kommer inte att användas, men kan enkelt installeras och på så sätt höja kapaciteten på anläggningen ytterligare.

Att kombinera med elproduktion är inte aktuellt. Temperaturen på vattnet när det kommer upp till ytan, 115 grader Celsius, är för låg för att det ska vara lönsamt.

– I centrala och södra Europa där temperaturerna är högre och behovet av värme mindre kan däremot en sådan lösning vara intressant, säger Tero Saarno.

## Bli bergsäker på GEOENERGI!



## Våra kurser:

GEOENERGI – Funktion och tillämpningar

GEOENERGI – Fördjupningskurs Design

GEOENERGI – Fördjupningskurs Avancerad Design

Anmälan, priser och  
aktuella kursdatum:  
[www.geoenergicentrum.se](http://www.geoenergicentrum.se)

# HÖGA TEMPERATURER PÅ GEOENERGIDAGEN

Solhybrider, högtemperaturlager, riktigt djup geotermi och geoenergi i akademins tjänst.

Som vanligt erbjöds både bredd och djup när Geoenergidagen genomfördes för sjätte året i början av oktober i Stockholm.

**Text:** Lars Wirtén  
**Foto:** Anette Lindfors Persson

ÅRETS GEOENERGIDAGAR följde tidigare års upplägg: En inledande dag med en workshop, i år med bland annat kollektorriktlinjer och brandklassning i fokus, och en efterföljande seminarie- och utställningsdag.

– Det kokar i branschen. Det installeras geoenergisystem i en aldrig tidigare skådad omfattning, där det är stora anläggningar som driver branschen, konstaterade Johan Barth, vd för Svenskt Geoenergicentrum när han hälsade välkommen till dag två.

Signhild Gehlin, teknisk expert på Svenskt Geoenergicentrum, redovisade energistatistik för Sverige från 2016 och konstaterade att geoenergin levererade drygt 23 TWh värme och kyla från cirka 550 000 anläggningar.

– Under 2016 sattes 13 000 nya anläggningar i drift med en leverans på 0,7 TWh.

En tydlig trend är att borrhjupen ökar. På 1980-talet borrade man 50-100 meter till villaanläggningar.

– I större anläggningar med mer än tio borrhål ligger medeldjupet idag på 250 meter och det djupaste borrhålet i Sverige når 600 meter.

## TJUGO ÅR MED GEOENERGI

En fastighetsägare som har investerat i många stora geoenergianläggningar är Akademiska hus. Johan Tjernström, affärsutvecklare på det statliga fastighetsbolaget med universitet och högskolor som kunder, delade med sig av 20 års erfarenheter av geoenergi.

– Vårt mål är att all elanvändning ska komma från ny, förnybar elproduktion 2025. Där det är möjligt vill vi producera förnybar

energi lokalt med hjälp av solceller och småskalig vindkraft för el och geoenergi för värme och kyla. Cirka tio procent av vårt behov av värme och kyla täcks idag av geoenergi.

Akademiska hus har geoenergianläggningar över hela landet. Det första som installerades var ett högtemperaturlager i Luleå som var i drift 1983-88, där man säsongslagrade spillvärme från stålindustrin SSAB. Idag satsar man främst på att komplettera fjärrvärmens i befintliga byggnader eller ersätta den helt vid nybyggen.

– Det skakade om fjärrvärmebranschen när vi beslutade att ersätta fjärrvärme med geoenergi på campus i Karlstad. Men det är något av ett mantra för oss, att vi alltid ska konkurrensutsätta våra energilösningar, förklarade Johan Tjernström.

Akademiska hus planerar fyra nya större geoenergianläggningar, varav två akviferlager.

– Geoenergi är särskilt intressant ur ekonomiskt perspektiv vid nybyggnad och om vi har behov av processkyla. Ur miljösynpunkt har geoenergin även fördel gentemot fjärrvärmens om elen är koldioxidfri.

## LAGRAR SPILLVÄRME

Leif Rydell, energiansvarig på Xylem i Emmaboda som tillverkar dränkbara pumpar, berättade om företagets högtemperaturlager, där spillvärme från framför allt det värmealstrande gjuteriet säsongslagras. Anläggningen i Emmaboda har en uppvärmd yta på 110 000 kvadratmeter och ett värmebehov på 30 GWh per år. Samtliga byggnader är ihopkopplade i ett internt värmenät.

– Idag köper vi fjärrvärme motsvarande 38 kWh per kvadratmeter och år. Men vi har potential att komma ner till 15 kWh.

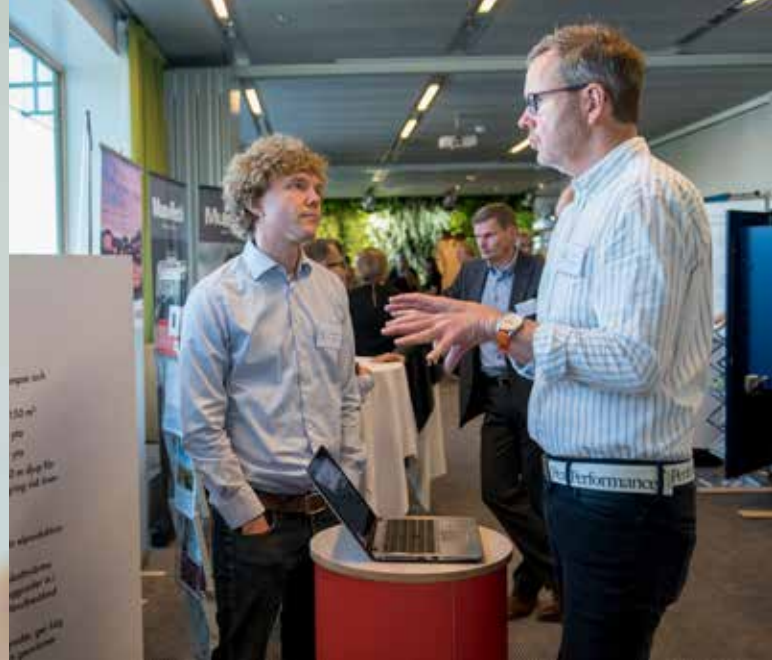


Finspångs Brunnsbörning, FBB, har deltagit utställare alla sex åren på Geoenergidagen. "Det är ett väldigt bra forum som kopplar ihop alla aktörer i näringen med forskningen. Det är en av de viktigaste mässorna vi är med på under året", säger vd David Johansson.





"Geoenergi är särskilt intressant ur ekonomiskt perspektiv vid nybyggnad och om vi har behov av processkyla", förklarade Johan Tjernström på Akademiska hus.



Michael Hägg, Eon i samtal i utställningsområdet med Lars Hoppe, IVT.

Högtemperaturlagret består av 140 borrhål som är 150 meter djupa. Det sattes i drift 2010 och värmer en 320 000 kubikmeter stor bergvolym. Det laddas med 3,8 GWh värme per år. 2,6 GWh ska kunna plockas ut årligen, vilket ger en verkningsgrad på 70 procent. Högsta inlagringstemperatur har varit 60 grader, men för att bli ännu mer effektiv kommer Xylem nu att sänka temperaturen till 40 grader när det är fullladdat och 20 när det är som lägst.

– Det kommer att ge oss en rad fördelar. Värmepumparna som jobbar med inflödet kommer att få betydligt bättre verkningsgrad när de inte behöver jobba med så höga temperaturer. Trots att vi nu måste ta hjälp av värmepumpar även när vi plockar upp värmen kommer vi inte att använda mer el.

– Vi får även effekten att vi kan producera komfortkyla på sommaren, vilket betyder mycket för arbetsmiljön. Vi kommer att kunna nå en verkningsgrad, COP, på både åtta och nio.

#### SOLHYBRIDER LADDAR BORRHÅL

Nelson Sommerfeldt är doktorand på KTH och forskar på geoenergisystem som kombineras med solhybridsystem, det vill säga paneler med både elproducerande solceller och värmeproducerande solfångare.

– Idag har solcellerna endast en effektivitet på 20 procent. Resten är spillvärme som till viss del kan tas tillvara med solfångare som sitter under solcellerna.

Nelson Sommerfeldt har i sin forskning studerat system där solvärmen laddar borrhålen. Det gör det möjligt att lagra det överskott som produceras på sommaren då efterfrågan på värme är låg.

Han hade förväntat sig att det skulle göra det möjligt att ta ut mer värme från borrhålen. Men det visade sig inte vara där fördelen ligger i att koppla ihop solhybrider med geoenergi, då anläggningen endast blir fyra procent mer effektiv med hjälp av solvärmen.

– Den stora fördelen ligger i att solhybridsystemet kan minska den totala borrhållslängden →

# GEOENERGIDAGEN 2018

ÅLVSIÖ 3-4 OKTOBER

## STORT TACK!

till alla föredragshållare,  
deltagare och utställare under  
Geoenergidagen 2018  
och dess workshop och middag.

  
**AQS**  
PRODUKTER AB

  
**ENSTAR**

  
**MuoviTech**  
HEAT IN EARTH

  
**EnergyMachines**

  
**FBB**  
Finspångs Brunnborring AB

  
**GEOTEC**

  
**e-on**

  
**Carrier**  
United Technologies

  
**NIBE**

  
**sonority**  
SUSTAINABLE ENERGY

  
**ROTOTEC**  
CLEVER GEOENERGY PIONEER

  
**ENRAD**  
A PART OF THE GREEN SOLUTION

Vi ses på  
**GEOENERGIDAGEN 2019!**  
[www.geoenergicentrum.se](http://www.geoenergicentrum.se)

SVENSK GEOENERGI NR 2 2018

25



”Det brukar vara bra ämnen på programmet på Geoenergidagen. I år var framför allt solhybriderna intressanta, vi får mycket förfrågningar på det”, säger Sara Östberg på Sweco.



Nelson Sommerfeldt forskar på geoenergisystem som kombineras med solhybridsystem som producerar både el och värme.

→ och/eller avstånden mellan borrhålen och därmed minska kraven på markyta.

Nelson Sommerfeldts forskning visar också att borrhålslager kombinerat med endast solceller ger bäst ekonomi.

– Men det finns system som installerades för cirka 20 år sedan med underdimensionerade borrhålsfält där berget fryser. Där kan det vara klart intressant att komplettera med ett solhybridsystem som kan komma tillrätta med de problemen.

#### EXEMPLET VÄRLÖKEN

Jessica Benson från forskningsinstitutet Rise anslöt till ämnet för Nelson Sommerfeldts forskning genom att redovisa erfarenheter från verkliga förhållanden.

Bostadsrättsföreningen Världen i Kungälv, som består av fyra huskroppar med 70 radhuslägenheter, investerade 2013 i en kombination med solhybridpaneler och geoenergi. 11 borrhål à 220 meter är sammankopplade med 330 kvadratmeter solhybridpaneler.

– Systemet fungerar bra med en årsvärmefaktor på tre. Man har gjort en del åtgärder för att minska behovet av tillsatsel och har lyckats öka egenanvändning av solelen med elva procent.

Jessica Benson har studerat hur utfallet skulle ha blivit utan solhybrider respektive om andelen solvärme hade ökat med 50 procent.

– Utan solhybrider skulle årsvärmefaktorn minska med 15 procent,

samtidigt som behovet av tillsatsel skulle öka med 230 procent.

– Om vi istället ökar solvärmens med 50 procent förbättras årsvärmefaktorn med nio procent och behovet av tillsatsel minskar med 60 procent.

Sist ut på årets upplaga av Geoenergidagen var Tero Saarno från det finska energibolaget St1. Han berättade om företagets djupgeotermiska projekt i Esbo. Där har man borrar ner till 6 400 meters djup för att pumpa ner vatten som tar sig in i sprickor i berggrunden, värms till 130 grader av berget och sedan tas upp genom ett närliggande borrhål för distribution ut i Esbos fjärrvärmenät. Mer om det projektet kan du läsa i en separat artikel på sidan 22–23.



Jessica Benson från Rise delgav erfarenheter från bostadsrättsföreningen Världen som kombinerar solhybrider med geoenergi.



Leif Rydell, energiansvarig på Xylem i Emmaboda, berättade om företagets högtemperaturlager.

# 61WG - GENERATION 2

NÄSTA GENERATIONS VÄRMEPUMP LANSERAS NU PÅ MARKNADEN MED EGENSKAPER  
OCH FÖRDELAR FÖR ATT MÖTA MARKNADENS NUVARANDE OCH FRAMTIDA BEHOV



VI PROJEKTERAR OCH INSTALLERAR VÄRMEPUMPAR FÖR GEOENERGI, FRIKYLA OCH VÄRMEÅTERVINNING.



www.eneri-montage.se  
Tel. 08-761 38 90



pure  
energy  
clean  
water

www.malmberg.se  
Tel. 044-780 18 00



www.kylkontroll.se  
Tel. 031-68 57 20



# NYFIKEN NESTOR NOBBAR SOFFAN

Han har varit med och utvecklat svensk geoenergiteknik från grunden. Genom sin metod att mäta bergets värmeledningsförmåga bidrog han till teknikens genombrott. Palne Mogensen kan med fog kallas geoenergins nestor.

**Text:** Lars Wirtén

**Foto:** Anette Lindfors Persson

DET HELA BÖRJADE med oljekrisen i början av 1970-talet. Palne Mogensen, civilingenjör i teknisk fysik, ledde ett projekt inom AGA Innovation som byggde på tillgång till billig olja. Men så kom oktoberkriget 1973 mellan Egypten/Syrien och Israel, och som en följd av det den så kallade oljekrisen med minskad produktion och kraftigt höjda oljepriser. Grunden för projektet föll.

Palne Mogensen hann dock knappt mer än att pusta ut förrän han blev kontaktad av AGA:s värmedivision. Nu skulle det sparas energi i samhället. AGA hade erbjudits en option på en markvärmepump från en dansk firma. Den byggde på att en slang grävdes ned i marken och att värmen hämtades upp med en cirkulerande vätska i slangen. Kunde Palne Mogensen tänka sig att räkna på om detta kunde vara en kommersiellt lönsam teknik?

– Jag kom fram till att det ur flera aspekter var särskilt lönsamt för svenska förhållanden. Oljepriset var högt, vi hade låga elpriser och gott om mark att gräva i, förklarar Palne Mogensen.

– Jag fick i uppdrag att leda en grupp som utvecklade en simuleringsmodell för att studera olika marktypers egenskaper vid uttag av värme i olika klimat och fuktförhållanden. Den skulle kunna användas

vid bland annat dimensionering av anläggningar för jordvärme.

## TJÄLHÄVNING

Palne Mogensen presenterade sin simuleringsmodell i Venedig 1979. Han kunde visa på en del intressanta resultat, exempelvis att det optimala djupet för slangen normalt var mellan en halv och drygt en meter.

– En allmän uppfattning dessförinnan var att slangen måste läggas väl under frostfritt djup. I Tyskland hade man dittills använt stora lägningsdjup, ibland mer än två meter, vilket gjorde installationen både dyr och omständlig. Med våra erfarenheter kunde man ofta använda samma grävteknik som vid kabelläggning, det vill säga gräva ett smalt dike, lägga ned kollektorslangen och sedan skyffla igen och trampa till marken.

Det fanns bara ett bekymmer man inte hade förutsett: tjälhävning. Något undertecknad själv kan vittna om. Mina tonår var förenade med livsfara om jag dristade mig till att ta mig ut på gräsmattan i familjens trädgård i Karlshamn. Den såg ut som en nyplöjd åker om somrarna med djupa, dolda hål efter att min far låtit installera geoenergi i form av jordvärme under tidigt 1980-tal.

– Vi lyckades definiera vid vilka markförhållanden dessa

problem uppstod och uppmana till att minska värmeuttaget och öka lägningsdjupet. Om riskerna bedömdes som stora kunde vi även avstå från att installera. Det var såklart inte acceptabelt att gräsmattorna blev vågiga.

## BERGVÄRME NÄSTA STEG

Jordvärme blev hur som helst väldigt populärt och Palne Mogensen och hans kollegor på Thermia, som ingick i AGA-koncernen, kunde bemästra tjälhävningen. (Jo, det kom någon och grävde upp gräsmattan och la om kollektorslangarna efter ett antal år. Sedan fick vi en normal gräsmatta vi kunde gå på igen).

Nu började husägare vars hus stod på berg, och därmed inte kunde ha jordvärme, efterfråga en lösning även för dem. Tekniken att borra vertikala hål i berget utvecklades. Men att borra i berg är betydligt dyrare.

– Därför blev det intressant att bedöma hur bra berget leder värme, vilket är den viktigaste parametern vid bergvärme. Inte minst vid stora anläggningar med kanske hundra borrhål eller fler blev det viktigt för att kunna dimensionera rätt.

## BESTÄMDE MOTSTÅNDET

Palne Mogensen utvecklade då en metod att mäta bergets värmeled-





ningsförmåga på plats – det som kom att kallas termisk responstest och som än idag är centralt vid all projektering av större borrhålsanläggningar i berg.

– Jag visade att man kan bestämma både värmeledningsförmågan och det så kallade borrhålsmotståndet, det vill säga värmemotståndet mellan kollektorvätskan och borrhålsväggen. Det motståndet bestämmer i hög grad vilken längd du behöver på kollektorlangan, vilket i sin tur styr borrhålens djup men också till viss del diametern.

Palne Mogensen presenterade metoden 1983 – och ingenting hände.

– Först blev jag besviken när ingen hörde av sig eller visade intresse. Det visade sig att metoden i allmänhet var för dyr att tillämpa på enstaka borrhål. Sedan var det väldigt trevligt när stora borrhålsfält började borras och det tog fart tio år senare i samband med att en doktorand vidareutvecklade metoden och använde den i sin avhandling. Med tiden blev det väldigt stort. Det har jag all heder av får jag nog säga.

### VÄRMELEDNING

Den gemensamma nämnaren för Palne Mogensens yrkesgärning är värmeledning i olika material och förhållanden. Men det är marken och berget och tillämpningen med värmepumpar och geoenergi som Palne har fokuserat mest på.

– Att de enkla materialen jord och berg kan vara så svårhanterliga ur matematisk synpunkt är fascinerande. Det hänger ihop med att värmen sprids i dessa material med en hastighet som är tillräckligt snabb för att inte kunna bortses från utan behöver tas hänsyn till i beräkningarna. Det är inte bara att plocka fram räknestickan och så är det klart.

### ÄVEN KÄRNFYSIKER

Men räknar man rätt har geoenergin stor potential i om-

ställningen till ett förnybart energisystem, menar han.

– Geoenergin kan ge ett väsentligt bidrag i energihushållningen. Men den måste ha tillgång till el för att driva värmepumpar.

Palne Mogensen har varit inne och nosat även på elproduktionen. När han ändå var igång med studierna i yngre dagar passade han på att skriva en avhandling inom kärnfysik. Han följer därför med intresse debatten om kärnenergin.

– Vi kan få en hel del el från vind och sol, men det finns en gräns för hur mycket som kan utvinnas, samt för tillgängligheten. Risken med koldioxidutsläppen är stor och då tycker jag att kärnenergin kan behövas tills vi har hittat något bättre.

– Den kraftiga utbyggnaden av kärnenergi under 1975 till 1985 var värdefull för att hjälpa oss förbi oljekrisens verkningar. Ett och annat vattenfall kan nog också ha räddats till kommande generationer.

### PARKINSONS HINDRAR

När Palne Mogensen var yngre orienterade han mycket. En sport som har en del gemensamt med ingenjörskonsten.

– Det gäller att både hålla farten och tänka rätt, att vara analytisk och hela tiden göra rätt vägval.

Men för tolv år sedan fick Palne Mogensen diagnosen Parkinsons och orienteringsskorna och kartorna fick läggas på hyllan. Det är framför allt balansen som har påverkats, varför han går med kryckor eller rullator. Det hindrar honom dock inte från att fortfarande vara aktiv i branschen som bollplank i KTH:s forskarlag kring markvärmepumpar. Inte helt i alla fall.

– Det är svårt att hänga med de andra om vi ska titta på en anläggning till exempel. Men jag kan inte lägga mig på soffan och käka praliner. Jag tycker inte om praliner, skrattar han och tillägger:

– Jag är nyfiken. Jag vill vara med och se vad som väntar runt hörnet.



## PALNE MOGENSEN

**Ålder:** 84 år.

**Bor:** Villa i Djursholm utanför Stockholm med geoenergi i form av bergvärme.

**Läser:** Ska just börja läsa Hans Roslings *Factfulness*.

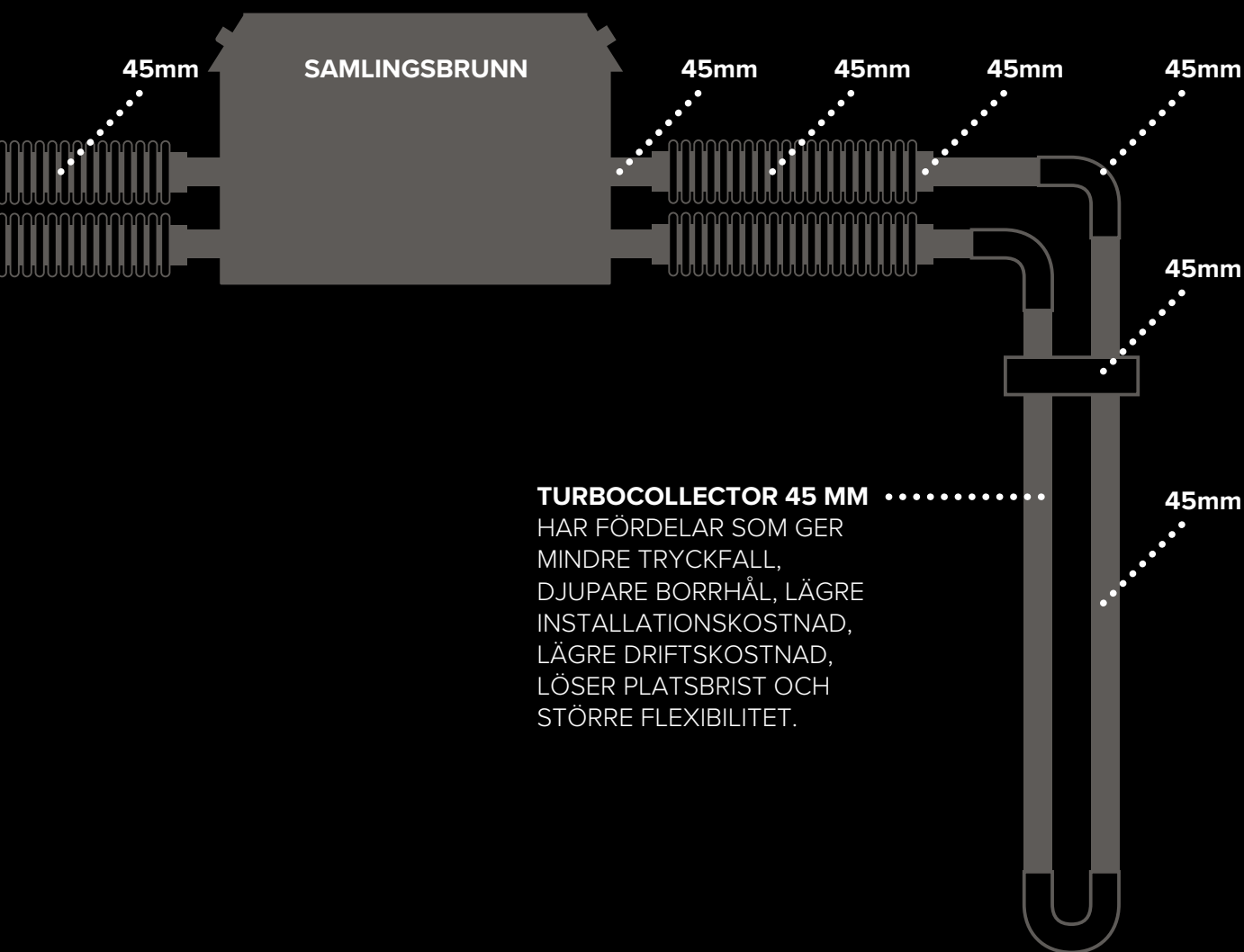
**Lyssnar på:** Mer och mer klassiskt, framför allt barock. "I yngre dagar var det mycket jazz."

**Gör annars:** Begrundar Axel Oxenstiernas ord, som lär ha sagt: "Min son, om Du visste med hur lite förstånd världen styrs."



## FRÅN BERG TILL VÄRMEPUMP

45 MM I HELA SYSTEMET GER LÅGT TRYCKFALL,  
LÅG KOSTNAD OCH LÄTT INSTALLATION.



**TURBOCOLLECTOR 45 MM** .....  
HAR FÖRDELAR SOM GER  
MINDRE TRYCKFALL,  
DJUPARE BORRHÅL, LÄGRE  
INSTALLATIONSKOSTNAD,  
LÄGRE DRIFSKOSTNAD,  
LÖSER PLATSBRIST OCH  
STÖRRE FLEXIBILITET.

# MuoviTech®

BÄST I JORDEN.

# Vi är Sveriges största leverantör av geoenergi. Vill du växa med oss?

På fem år har vi tillsammans med vår delägare Vattenfall vuxit till att bli marknadsledande i Sverige inom värme- och kyllosningar baserade på geoenergi. Vi vill fortsätta utvidga vårt geografiska verksamhetsområde.

Nu söker vi fler duktiga **Värmepumpsinstallatörer**, **Servicetekniker** och **Brunnsborrhare** som vill följa med på vår tillväxtresa. Är du en av dem? Hör av dig till [jobb@brainheart.com](mailto:jobb@brainheart.com).

# BRAINHEARTENERGY

[www.brainheartenergy.se](http://www.brainheartenergy.se)

I Brainheart Energys bolagsgrupp finns idag BGE Värmepumpar, BGE Energi- & Vattenbörning, Höjdens Brunnsbörning, Värmepumpcenter i Karlstad, Morkarlby Elektromekaniska, Mälardalens Värmepumpcenter, Energikontroll i Söderköping, Klimatteknik i Väst och Klimatteknik Borr i Väst.