



# Energi fra de store bergdyp

**Går det som planlagt, kan Hafslund fjernvarme få mye av sin varmeenergi fra fjellmassivene langt under Oslo.**

Det er mange måter å hente ut energi fra jorden. Den mest vanlige her til lands, og i mange andre land med oppvarmingsbehov, er å bruke varmepumper i kombinasjon med energibrønner ned til 150 til 200 meter. Her nede holder temperaturen seg noen grader over null om det er aldri så kaldt på overflaten. En annen metode, som stort sett benyttes i land med vulkanisme slik som på Island, er å bruke geotermale vannkilder. Svært varmt vann som sirkulerer nær overflaten. Men disse metodene tapper bare termiske kilder i overflaten. Og gode hydrotermale ganger finnes bare på enkelte områder.

## Termisk gradient

Jo lenger ned man kommer i jorden, desto varmere blir det. Den såkalte geotermiske gradienten varierer fra rundt 20 grader per kilometer på våre breddegrader, til over 40 i andre land, med et snitt på rundt 25 grader. I enkelte områder, slik som enkelte steder i USA og i Australia, er temperaturgradienten på opptil 50 grader per kilometer.

Utfordringen har vært å tappe varmen fra så store dyp. Inntil nylig har vi ikke hatt boreteknologi som kunne nå slike dyp på en økonomisk måte.

Men jakten på stadig vanskeligere beliggende olje- og gassforekomster har utviklet boreteknologien voldsomt. Ikke bare kan vi bore ned til svært store dyp, vi kan treffe akkurat der vi ønsker. Erfaringene fra Nordsjøen har gjort at norske ingeniører ligger helt i front på dette område. Nå pågår en voldsom teknologitvilling for å hente opp termisk energi fra store dyp.

## Varme

Jo lenger ned i jordskorpen vi kommer, desto varmere blir det. De krystalline bergartene her nede, som gneis, granitt og basalt, inneholder en del radioaktive grunnstoffer. Uran, thorium, kalium og andre elementer brytes ned i kjernefysiske fisjonsprosesser. Det genererer varme.

En del av varmen stammer også fra en varmestrøm fra den flytende magmaen under jordskorpen, som varierer i tykkelse på landjorden fra 30 til 50 km. Mellom 60 og 70 prosent av varmen produseres i jordskorpen, mens resten kommer fra varmestrømmen.

## Tappe varme

Det er denne varmen, som vi finner i den delen av den kontinentale jordskorpen, som inneholder krystalline bergarter, som er så interessant å få tak i.

Det er lite erfaringsgrunnlag med like varmeforekomster. Geofysiske metoder kan gi oss en indikasjon på bergartstypene, men ikke på varmegradiene. Likevel finnes det grove kart over hvordan de varierer. I noen land holder det å bore ned til mellom 2000 og 3000 meter for å hente opp varmt vann på 200 grader eller mer. I Norge må vi ned til rundt 5000 meter for å få opp vann på rundt 100 grader.

## I Oslo

I Oslo har norske Rock Energy planer om å bygge et pilotanlegg på Haraldrud i samarbeid med Hafslund Fjernvarme. Rock Energy er etablert av folk med erfaring fra olje- og bergindustri som har spesiell kunnskap om boreteknologi.

Det dypeste hullet som har vært boret på land i Norge er ned til 1600 meter. Den termiske gradienten i dette hullet i Oslo feltet ble målt til hele 26 grader per km.

Prosjektet på Haraldrud vil bli boret som i form av to brønner. En injeksjonsbrønn hvor vann pumpes med og en produksjonsbrønn hvor det varme vannet strømmer opp.

Det Rock Energy vil gjøre er å bore en rekke radiatorstrenger som forbinder de to brønnene. I pilotanlegget er planen å bore ti strenger på hver 2000 meter. Hver av dem, som vil ligge 50 meter fra hverandre slik at de ikke influerer på hverandre. Hver av radiatorstrengene er beregnet til å produsere 0,5 MW.

## Varme

Det planlagte anlegget på Haraldrud skal bores ned til rundt 5000 meters dyp og skal gi varmt vann på 90 til 95 grader. Det er en perfekt temperatur for å veksle strømmen inn i Hafslunds fjernvarmesystem. Returstrømmen vil ligge på mellom 60 og 65 grader og vil bli pumpet ned i injeksjonsbrønnen i en lukket krets.

## Stabil forsyning

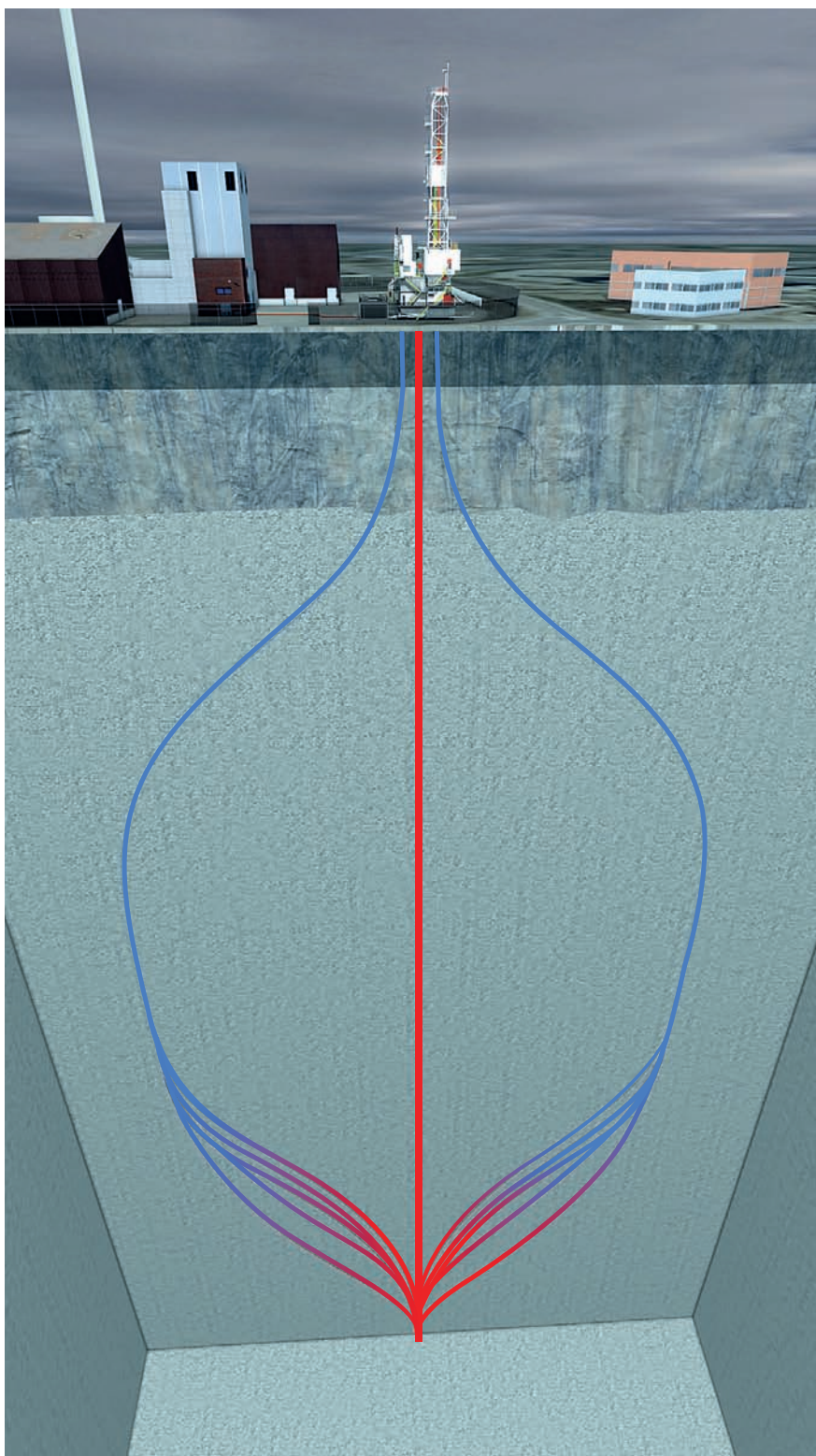
Lykkes Rock Energy i å etablere denne typen fornybar energi, vil vi ha en energiform som ikke influeres

**PRINSIPP:** Ved å bore en rekke radiatorbrønner på flere tusen meters dyp er det mulig å hente ut store mengder varmeenergi. ILL.: ROCK ENERGY

## BOREKRONEN

- En moderne borekrone besatt med diamanter kan rotasjonsbore 8,5 tomers hull med 16 til 18 meter i timen.
- En slik krone varer fra 400 til 600 meter før den må skiftes ut med en ny.

Les mer på:  
[www.tu.no](http://www.tu.no)



### UTPRØVET METODE

- Dypboring av energibrønner har vært utført på flere steder rundt om i verden, men på en litt annen måte enn det Rock Energy vil gjøre. Det vanlige har vært å sette et enormt hydraulisk trykk i injeksjonsbrønnen slik at bergarten sprekker opp helt til produksjonsbrønnen (omtrent samme metode som nå brukes for å hente ut såkalt skifergass). I teorien vil det skape en slags sprekkeradiator mellom brønnene. I praksis får man vanntap fordi man ikke har kontroll på hvor sprekken utvikler seg og sprekkesystemet har lett for å tette seg.
- Et annet problem med sprekkeметoden er at den kan utløse jordskjelv og således gi utslag på Richterskalaen og det virker skremmende på folk.

**HARALDRUD:** Prosjektet på Haraldrud vil ha en vertikal produksjonsbrønn og en avviksboret injeksjonsbrønn. Injeksjonsbrønn blir boret i en kurvet bane for å skape tilstrekkelig avstand til produksjonsbrønn slik at de kan forbindes med de ti rundt 2000 meter lange radiatorbrønnene. Illustrasjonen viser også hvordan man i fremtiden kan bore en ekstra injeksjons- og radiatorbrønner for å øke kapasiteten i anlegget.

ILL.: ROCK ENERGY

av vær og vind som andre fornybare kilder. Energien kommer stabilt året rundt.

### Elkraft

I land med høyere termisk gradient vil det være aktuelt å bruke teknologien for å produsere strøm, eller strøm og varme i kombinasjon. Jo større anlegg man bygger, jo lavere energikost får man. Rock Energy tror at 25 til 50 MW vil være typiske anlegg. I et slikt kraftverk kan man ta ut 10 prosent av energien som elektrisk kraft gjennom dampturbiner og ha 60 prosent tilgjengelig som varme. Eller man kan ta ut all energien som strøm, som i så fall vil bety 17 prosent av den produserte energien fra det varme vannet som holder rundt 200 grader. Fysikkens ubarmhjertige Cartnotprinsipp setter en begrensning på virkningsgraden, men beregninger viser at selv dette er lønnsomt.

### Retningsboring

Rock Energy baserer seg på teknologi for presis retningsboring som ble utviklet for å utvinne det tynne oljelaget på Trollfeltet. Det er denne teknologien selskapet vil bruke til å lage energibrønner i form av en underjordisk «radiator».

Selve boremaskinen senkes ned i hullet. Den er hydraulisk drevet og styrbar med borekrone tilpasset den aktuelle fjellformasjonen. Anlegget på Haraldrud vil bestå av en boret vertikal produksjonsbrønn for returvann, og en avviksboret injeksjonsbrønn som bores ut til siden i forhold til vertikalbrønnen. Injeksjonsbrønnen vil bli boret ned til en forutbestemt dybde, før brønnen blir utvidet fra ett hovedløp til ti grenløp som utgjør den viktigste delen av selve «radiatoren». Grenløpene gis retning i bunnen av injeksjonsbrønnen ved hjelp av retningsinstallerte kiler, såkalte whipstocks.

### Møtes på dypet

Den vanskeligste delen av boringen er å få lateralbrønnene til å treffe vertikalbrønnen 5000 meter under bakken. For å få til det bruker man avansert pulsutstyr som senkes ned i brønnen. Ved å sende elektromagnetiske eller akustiske pulser, kan mottakere i borekronen styre denne mot målet.

De første 2000 meterne av brønnene bores med en 12,25" tomers krone. Helt ned hit settes det ned et føringsrør for å beskytte brønnen. Siden bores det videre med 8,5 tomers krone.

Hvis alt går etter planen, vil etableringen av anlegget på Haraldrud ta et halvt år og selve boreoperasjonen ett år. Så skal alt være klart til produksjon. ●

Kilde: Rock Energy