

Geothermische elektriciteitsproductie, België en zijn natuurlijke rijkdommen?

Eric Messens

Introductie

Vorig jaar, tijdens onze zomervakantie in IJsland ben ik getroffen door de uitstekende geothermische elektriciteitsproductie aldaar. IJslanders produceren viermaal te veel elektriciteit voor eigen gebruik, niettegenstaande hun hoge levensstandaard. Wat me verwonderde was dat op 1600 m geboord werd om een stabiele ontginning te krijgen. Toen vroeg ik mij af hoe diep zou men moeten gaan in het Belgisch oud-vulkanisch gebied, want ontginning van geothermische energie is een evidente oplossing voor een aantal zeer actuele problemen. Gezien dit niet mijn vakgebied is, mijn expertise ligt in de biochemie, de genetica en de plantpathologie, ben ik te rade gegaan bij mijn collega's geologen.

Inderdaad geothermie is een onderwerp dat veel meer aandacht verdient. Elementen die de doorslag kunnen geven naar geothermische energiewinning zijn de zero CO₂ uitstoot, de gedecentraliseerde en kleinschalige elektriciteitsproductie, de onafhankelijkheid van het buitenland, de prijsstabiliteit, de hernieuwbaarheid en de onuitputtelijkheid van de aardwarmte.

Het merkwaardige is dat hier in België, niemand over geothermie spreekt en geen verband legt met de CO₂ uitstoot van energieproductie via klassieke verbranding. Meer dan ooit is er nood aan duurzame energiewinning bij deze tweede oliecrisis. De problemen zijn ons bekend van de ontoereikende wind- en getijdenenergie, de dure zonnecellen en de vragen bij alternatieven zoals duurzame productie van biobrandstoffen.

Breakeven sneller dan gedacht

In een zestaljaar-oud rapport (1) werden de mogelijkheden van boringen voor geothermische energie in België uiteengezet. Gezien de toenmalige olieprijs (18 \$/vat in 2002) en de voorspellingen van de "Department of Energy of the USA" (DOE), dat er zou moeten gewacht worden tot na 2020 om iets te ondernemen op het gebied van geothermie. Er werd geschat dat de ruwe olieprijs pas na 2020 de gestelde grensprijs van 22,73 \$ zou overschrijden, grensprijs die noodzakelijke koerswijzigingen en een economisch rendabele geothermie-uitbating zouden in de hand werken.

Laat ons echter deze getallen goed evalueren: Breakeven* moet ook gebaseerd zijn op de evolutie van de marktprijzen voor boringen en materialen. Wij weten dat de prijzen van andere grondstoffen, zoals metalen, de olieprijs volgen, wat niet verwonderlijk is vermits de ruilvoeten voor grondstoffen enkele tientallen jaren stelselmatig gedaald zijn en nu eindelijk gecorrigeerd worden. De vraag naar boomaterialen en gespecialiseerde diensten is sterk toegenomen, na een lange periode van afbouw en afdankingen alsook de biedprijs voor deze diensten ten gevolge van de stijgende olieprijs. Een aantal mechanismen zijn actief die de breakeven prijs ook hebben opgedreven. Hoeveel is niet geweten, maar dit zal aanzienlijk zijn (bijvoorbeeld x3, x4?), doch zeker niet in dezelfde mate als de olieprijsstijging. Die zo aangepaste kost van zeg maar 3 of 4 x 23 \$ voor een vat ruwe olie is nog ver onder de huidige prijs en is de breakeven dus wel degelijk en ruimschoots overschreden.

Sinds 2002 ligt dit rapport in de schuif. Ondertussen schieten door marktspeculaties de olieprijsen ongecontroleerd de hoogte in (in juli 2008 nog 143 \$/vat maar gevreesd wordt voor 250 \$/vat omstreeks december 2008).

Deze gegevens moeten beschouwd worden met de nodige nuancering, alhoewel marktspeculaties zorgen voor uitschieters, is deze prijsstijging wel structureel. Heel het Westen zit in een dalende en weldegelijk onomkeerbare olieproductietrend door de uitputting van de grondstoffen. De productieperiode kan verlengd worden en de productiehoeveelheid wat uitgetrokken door nieuwe technieken of door nieuwe grondstoffen in gebruik te nemen. Noch bijkomende productie van olie, noch van om het even welke andere energie, zal de olieprijs structureel terug omlaag krijgen.

Even concreet, wat houdt de ontginning van geothermische energie in?

In België moet men waarschijnlijk 5 tot 10 km diep boren om rotstemperaturen hoger dan 230-250°C te vinden, temperaturen die voor stoomturbines rendabel zijn (2; <http://geothermal.marin.org>). Momenteel is het technisch mogelijk tot 8 km en zelfs 10 km diepte te boren, het record ligt bij 14 km, (*Kontinentales Tiefbohrprogramm* <http://icdp.gfz-potsdam.de/html/ktb/ktb.htm>).

Slechts eenmaal is er in België tot 5648 m diep aangeboord in de provincie Namen, maar het experiment werd stopgezet wegens instortingen rond het boorgat. Bovendien, op die plaats is de temperatuurgradiënt erg laag, slechts een temperatuur van 125°C was bereikt. De geologen weten nog niet of in België wel voldoende warmte zou zijn op andere plaatsen. De hoogste geothermische gradiënt wordt aangetroffen in de Kempen, terwijl in het zuiden van Oost-Vlaanderen granietkoepels op een geschatte diepte van 2200 m tot 2500 m de diepere aardwarmte kunnen afschermen.

Warmte wordt niet alleen opgewekt door de diffusie van het magma, maar ook voornamelijk door de radioactiviteit bij de desintegratie van Thorium en Kalium in het graniet.

Eventueel zou het ook interessant zijn boringen te overwegen naast de granietsoekel omdat de temperaturen daar eventueel sneller stijgen per 100 meter diepgang.

Als alles goed verloopt, zou het prijskaartje voor een proefboring tot een diepte van 2 km, zonder veel extra's zoals boorkernen of allerhande metingen en analyses, volgens de collega's geologen, 1 miljoen euro (M€) bedragen. Daarna stijgt de prijs exponentieel en kunnen onverwachte omstandigheden het geheel doen falen, met verlies voor het economische, maar gelukkig niet voor het wetenschappelijke project. Zuiver wetenschappelijk gezien, zou een diepe boring in de Brabant sokkel al 100% verantwoord zijn en is zelf 10 M€ niet overdreven veel geld, de prijs voor een 500 meter diepe boring in harde gesteenten met het wetenschappelijk verantwoord uitgevoerd werk inclusief In tegenstelling, boringen in zachte gesteenten, bijvoorbeeld in de petroleumbekkens zijn veel goedkoper. Goed om weten is dat de Noren reeds met nieuwe technieken boren naar petroleum op zee. De meeste nieuwe boortechnieken, zoals microdrilling en directional drilling, werden oorspronkelijk ontwikkeld in de mijnbouw. De grote oliefirma's staan daartegenover sterk in automatisatie, metingen tijdens boren en simulaties van de ondergrond. Onverwacht en geniaal is het onderzoek naar een boorrobot met nieuwe boortechniek aan het Massachusetts Institute for Technology (onder leiding van Anette Hosoi & PhD student Amos Winter, industriële partner Chevron), men zoekt er met succes inspiratie bij de boormossel die 10 keer efficiënter boort dan de beste menselijke techniek.

Is geothermie overdreven duur?

Om even te vergelijken, de bioethanolfabriek aan de Gentse haven vroeg 250 M€ investeringen. De hernieuwing van het Flageyplein in Brussel 16 M€, met aanbod tot overname van een onafgewerkte ruimte van de gemeente aan het Brussels Gewest. Omdat er geen ervaring is, is het dus moeilijk een realistische prijs te voorzien. Als men met alle eventualiteiten rekening poogt te houden, wordt de prijs afschrikwekkend hoog. In het andere geval, moet men alsnog kunnen rekenen op bijkredieten, maar deze worden best niet ingecalculeerd bij het opstellen van een project wil men het goedgekeurd krijgen. Diepere boringen zijn in België indertijd wel volgens dit systeem van bijkredieten uitgevoerd.

Voordelen

Weinig mensen in België zijn met diepe geothermie betrokken. Sinds 1886 tot heden (3, 4), zijn slechts 46 artikels hierover gepubliceerd van Belgische onderzoekers, dit in schrille tegenstelling tot IJsland, Australië, Duitsland, Frankrijk en ten slotte ook Italië, waar geothermische energiewinning sinds 1903 wordt gebruikt.

Geothermiegebruik heeft enorme voordelen op tal van vlakken. Eenmaal de installatie werkt, is men totaal onafhankelijk van brandstofvoorziening voor de volgende 1000 jaar. Opgelet, de levensduur van een installatie wordt begroot op 20-30 jaar. Het rendement aan elektriciteit van een installatie met drie boorgaten, met name een triplet, is noch te kleinschalig, noch te grootschalig, zoals enkele getallen verder aangeven.

Als men bedenkt dat deze opgewekte elektrische energie zero CO₂ uitstoot en dus aan de Kyoto-norm meer dan voldoet, en daarenboven CO₂-bonus wordt opgebouwd. Alle brandstofenergie is bij geothermische ontginningen van den beginne af voorradig, er moet niets meer worden aangekocht. Dit staat in schril contrast met kolencentrales of kerncentrales die hinder teweegbrengen, hun bevoorrading moeten blijven voorzien, en inhouden dat er totale afhankelijkheid is van de grondstoffenmarkt.

Bij kerncentrales moet het gevaarlijk radioactieve materiaal worden ontgonnen en vervoerd, het radioactief afval moet worden verwerkt, en het misbruikpotentieel voor kernwapens is reëel.

Voor de elektriciteitscentrales met fossiele brandstof, zijn de gevolgen gekend van het olie- en steenkolenverbruik, het vervoerprobleem, de stockageproblemen, de mijn- en milieurampen, de marktspeculaties.

Ondanks het feit dat de nieuwe centrales "CO₂-ready" worden geprogrammeerd, [of met andere woorden dat alle voorzieningen zijn getroffen om uit te breiden met een CO₂-opvanginstallatie van minimum 90% van de CO₂, van zodra de wet dit zou vereisen], blijven de resterende 10% CO₂ uitstoot onverantwoord om de toekomst, het mensdom, het milieu op deze manier verder te hypothekeren.

Bij succesvolle boring naar de warmte in graniet of ander gesteenten en temperaturen rond de 230-270°C, kan door de zogenaamde "Hot Dry Rock" technologie, elektrische energie gegenereerd worden. Dit gebeurt door gebruik te maken van oververhitte stoom en turbines, zoals in de klassieke kern- of kolencentrales. De vraag rijst hierbij of de klassieke centrales logischerwijze eventueel niet omgebouwd zouden kunnen worden en de oude generatoren en turbines overgenomen, indien de geothermische boringen succesvol blijken.

"Hot Dry Rock" (HDR) technologie

HDR bestaat hierin water in te spuiten in het middelste boorgat en oververhitte stoom op te vangen uit twee retourboringen, diagonaal geboord vanuit eenzelfde kleine bovengrondse site. Hierbij wordt een ondergronds reservoir van 1 km³ in beslag genomen door in de diepte de granietrotsen te doen barsten hetzij met gecontroleerde explosies, hetzij met hydraulische druk uit te oefenen op de rotsen ter plaatse zodat ze fragmenteren volgens de natuurlijke zwakterichting van het spanningsveld in de aardkorst en volgens aanwezige anisotropie. Afstanden moeten berekend worden in functie van de gevraagde calorietoevoer (m.a.w. debiet), warmtegeleidbaarheid, en mogelijkheid tot fracturatie. De boorafstand-waarde in het triplet onderaan, moet sitespecifiek berekend worden, maar 500 m kan wel als richtwaarde gelden.

Indien 16 cent/KWh aangerekend wordt

In het geval van een kleine elektriciteitscentrale op een boortriplet werd de converteerbare warmtevoorraad berekend vervat in 1 km³ bij 230-270°C.

Welnu, gedurende minimum 20 jaar kunnen ongeveer 8000 gezinnen met 2000 kWh per jaar voorzien worden. De jaarlijkse elektriciteitsrekening wordt dan, aan 16 eurocent slechts 320 € wat goedkoop is**. Verondersteld kan worden dat de distributiekosten ook laag blijven gezien de nabijheid van de centrale alsook de huur van meters. Zuiver voor de elektriciteit zullen de inkomsten 51,2 M€ bedragen***, en wordt dit inkomstenkapitaal door samengestelde interest normaliter verdubbeld tijdens de lopende 20 jaar. De grootte orde van de nodige startinvestering is redelijk hoog geschat op 10-16 M€, eventueel zelfs 20 M€. Is men van overheidswege niet bereid in eerst enkele substantiële onderzoeks- en ontwikkelingskredieten te hebben verleend voor proefboringen in België, dit relatief laag risico te lopen?

Prachtig project, niet?

Het koelwater kan via een warmtewisselaar worden gebruikt voor lokale gezamenlijke voorzieningen in de woongemeenschap, de verwarming van de scholen, de wasserij, het badhuis, het zwembadwater, de individuele centrale verwarming, en het warm water in het algemeen. Als er bijkredieten nodig zijn zullen die hier worden gevonden.

Een millennium duurzaamheid

Bij werking, koelt het geheel, en volgens de berekening, na ongeveer 20- 25 jaar onder de gunstigste temperaturen voor de stoomturbines. Er kan worden voorzien 10 km verder opnieuw hetzelfde te doen of na afloop van tijd zal de warmte op een meer efficiënte manier gebruikt worden.

Hoopgevend is dat hiervoor reeds succesvol onderzoek gevoerd werd, onder andere met andere vloeistoffen dan water in het warmte-uitwisselingssysteem, de zogenaamde Kalina binaire centrales die 30-40% meer efficiëntie vertonen, zelfs bij temperaturen die zakken tot 150°C (<http://hotrock.anu.edu.au/>).

In ieder geval, na 4 à 5 x 20-25 jaar, of dus 100 jaar later, komt het eerste boorgat opnieuw op bruikbare temperatuur door warmtediffusie uit het magma en het verder verval van radioactieve elementen. Dus, met vier of vijf centrales op geothermische boorputten, in een kring geplaatst omheen een woongemeenschap kan men de populatie eeuwig van groene energie voorzien. Een bijkomend idee zou kunnen zijn dat wanneer na 20 jaar het HDR reservoir afgekoeld is tot onder de oorspronkelijk rendabele temperaturen, 500 m dieper

geboord zou worden in bestaande boorgaten, wat eventueel goedkoper zou kunnen zijn dan een volledig nieuwe installatie bouwen. Er is trouwens de zekerheid dat daar nog 15-20°C hogere temperaturen heersen. Alternatief zou elk jaar 25 m dieper kunnen geboord worden, of om de 2 jaar, 50 m bijvoorbeeld; vooropgesteld dat de boorlimiet 14 km is, is er energie voorhanden tot het jaar 2250 met één enkele installatie, bij een start bij 8 km diepte.

Drawback

Nadelen van exploitatie van de ondergrond zijn het optreden van bodemverzakkingen of/en verstoringen in de waterhuishouding, de gekende gevaren van mijnbouw. Alhoewel in het geval van geothermie dit risico beperkt is tot de installatie zelf, met onze gekende Belgische geologie is het quasi uitgesloten dat burgers last van lekken of bodembewegingen krijgen. Het economische succes van de eerste proefboring kan niet gegarandeerd worden: integendeel, een proefboring is bijna per definitie niet succesvol omdat een aantal voorwaarden moeten uitgetest worden. Verder zou men denken dat bij een aardbeving een boorgat kwetsbaar is, maar in seismisch weinig actieve gebieden ontbreken bewijzen hiervoor. Bij sommige boringen lijkt de corrosie met de oververhitte stoom een belangrijker probleem te zijn. Daarom wordt vaak een liner gebruikt, een soort wegwerp inlegbuis die de vaste buis beschermt. Eventueel bestaan extreem duurzame legeringen of nieuwe materialen, maar hiervoor moeten we bij onze ingenieurs of polymeerchemici zijn.

Nuttige ervaringen in het buitenland

Er zijn in 1971 proefboringen uitgevoerd in Fenton Hill, (New Mexico, USA) (<http://www.ees4.lanl.gov./hdr/>) tot 2900 en 3500 m diep met respectievelijk 10% en 7 % waterverlies.

In de Elzas, in Soultz is sinds 1986 een lopend Frans-Duitse samenwerking-, pilootproject geothermie, eerst tot 3500 en nu naar 5000 m diep, zonder waterverlies en met een vermogen van 1.5 MW. (<http://www.soultz.net/>).

In Innamincka, Zuid Australië, is een experiment aan de gang om een eerste 10 MW HDR uit te testen en ook gelegen op 5 km tot 10km diepte. De inzet is fenomenaal, het totaal potentiaal van de granietlaag, 5- 10 GW, of 20 % van Australië's verbruik. Het gaat om technisch en vooral economisch evalueren van een kleine installatie zoals ter sprake, met als leidende rol de firma Geodynamics, Brisbane, (<http://www.geodynamics.co.au>).

In Landau, Duitsland, is een 3 MW HDR geothermische pilootcentrale reeds effectief stroom aan het leveren aan de bevolking, weliswaar met zware subsidies van de overheid.

Een recente studie van het Massachusetts Institute of Technology suggereert dat 1 miljard \$ investeringen in HDR, meer dan 100 GW betaalbare elektriciteit zal opleveren in de US tegen 2050, 6% van hun huidig gebruik (5).

Deze en andere resultaten leren veel over de te gebruiken nieuwe boortechnieken, anticorrosieplastics en -metalen, en vernieuwde warmtewisseling op lagere temperaturen met andere circulatievloeistoffen dan water.

Conclusie

Het milieu, de verwachte prijsstabiliteit van de kWh, de onafhankelijkheid van de fossiele brandstofmarkt, de breakeven en banken bereid geld te lenen als er hoge winsten worden verwacht, zijn

sterke argumenten om het Belgisch stiefmoederlijk gedrag ten aanzien van geothermie te verlaten en proefboringen uit te voeren. Onze ingenieurs en geologen zijn wereldbepaald omwille van de excellentie van hun opleiding en expertise, maar moeten op eigen bodem worden ingezet om onze elektriciteitsproductie onafhankelijk te maken van fossiele brandstoffen.

Elektriciteit is de edelste vorm van energie en kan voor tal van doeleinden worden aangewend. Eventueel kan met de overvloedige elektriciteit, moest die er zijn overnachten, de aanmaak van de zo gegeerde brandstof gebeuren door eenvoudige elektrolyse van water met generatie van waterstof en zuurstof. De beste brandstof voor onze toekomstige groene motor die enkel water zal produceren als uitlaatgas, geen roet, geen CO₂, geen stikstofdioxide.

1. Els Vanthournout. Technum , 20 februari 2002. Onderzoek naar het potentieel van de Brabant Sokkel voor geothermische elektriciteitsproductie door middel van Hot Dry Rock technologie. VLA98-HOT, pp 167. Eindrapport.
2. W. Geysen & R. Belmans (1993). Algemene Electrotechniek. Garant Uitgevers n.v.
3. A. Rutot, 1886, Sur une question concernant l'hydrographie des environs de Bruxelles. Annales de la Société géologique de Belgique 13: 74-84.
4. R. Dreesen & B. Laenen, 2007/MAT/R/014.VLAKO-Technology watch 2006. Eindrapport. VITO, Mol.
5. R. Nowak, 19 July 2008, New Scientist 199: 24-25.

* Breakeven: tijdstip waarbij het goedkopere systeem even duur wordt als het duurdere systeem, en het overschakelen economisch rendabel wordt.

** Productiekosten voor HDR zou voor een kleine elektrische centrale van 10 MW vermogen, zoals ter sprake, op 0,10 US \$/kWh geschat zijn in 2001. Geodynamics schatte HDR bij 0,03-0,08 US \$/kWh. Dus uitgenomen zonnecellen (0,30-1,11 US \$/kWh), is dit identiek aan de prijsklasse hernieuwbare energie geschat in de periode tussen 1996 en 2001 (wind 0,05-0,10; biomassa, 0,05-0,13; waterkracht kleine centrales 0,10-0,11; hydrothermaal 0,03-0,12; zonnearmte 0,15; nucleair 0,05-0,09; vergelijkende productiekosten voor kolen, gas, olie, en waterkracht met grote centrales: 0,03-0,05 US \$/kWh). Bronnen: 2001 "Shell world"; dan Barbier E. (1999). Geothermal energy: a world overview. In: Renewable Energy World (1999); en De Ruyck J. (1996). Potentieel van duurzame energiebronnen voor elektriciteitsproductie in België. Vrije Universiteit Brussel, Faculteit toegepaste wetenschappen, Dienst Werktuigkunde.

*** $0.16 \times 20 \times 8000 \times 2000 = 51,2 \text{ M€}$, 16 eurocent/KWh is vandaag goedkoop.

•