

Hydrothermische Energie: Duurzame voordelen voor eiland – en kustgemeenschappen

Auteur: Tadeusz (Ted) Jagusztyn
ASHRAE Lid
Vertaling uit het Engels: Paul Straatman

Samenvatting

Uitgaand van de gemeenschappelijke kennis van geothermische energie en waterkracht, beschrijft dit artikel de energieomzetting "hydrothermische energie". Dit artikel beschrijft in het kort de geschiedenis van Oceaan Thermische Energie Conversie. Deze technologie is gebaseerd op het verzinken van buizen met grote diameter om grote hoeveelheden diep koud water aan te voeren. De schrijver pleit voor vernieuwing door middel van het gebruik van tunnelboormachines en gestuurde boringstechnologie. Zodoende om van wal naar zee of meer, water aan te voeren voor duurzame technologieën, met meerdere voordelen die hieruit voortvloeien. Hydrothermische koelings projecten in Canada en meerdere bedrijven van het Natural Energy Hawaii's Laboratory (NELHA) geven aan dat de sleutel tot commercieel succes is om te meer dan alleen maar een voordeel van hydrothermische energie te benutten. De schrijver introduceert acht verschillende voordelen van hydrothermische energie voor kustgemeenschappen, met een thermisch onder bereik van 39 graden fahrenheit (4 C). Hierbij wordt verwezen naar mogelijke plaatsen voor exploitatie in de VS / Canada, Florida, Californië, Mexico en eilanden over de hele wereld.

Introductie

De uitdaging voor de huidige en toekomstige generaties zal liggen in het terugdringen van de CO₂-uitstoot, terwijl er een toenemende vraag naar energie, water en voedsel zal zijn. Deze uitdaging wordt aangepakt met het gebruik van alternatieve energiebronnen in plaatsen zoals Boise Idaho, waar geothermische energie, of warmte uit de aarde, geëxploiteerd wordt. Ook wordt water op een natuurlijke manier verwarmd om vervolgens huizen te verwarmen. Bijvoorbeeld in Californië, waar natuurlijke stoomvelden warmte produceren voor gebouwen. Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) werd voor het eerst ontworpen en gebouwd in 1881, met een aansluitend een succesvolle demonstratie. Echter, de meeste OTEC-projecten werden verder ontwikkeld in het laatste deel van de 20e eeuw. Hoewel met behulp van temperatuurverschillen die voorkomen in oceanen en meren, is momenteel het belangrijkste commerciële voordeel van deze technologie zeewater koeling, of "meer" koeling, gezamenlijk bekend als hydrothermische koeling. Het Natural Energy Laboratory in Hawaii (NELHA) is de thuisbasis van oceaan energie-onderzoek en vandaag de dag zijn er bijna 30 florerende bedrijven die inkomsten genereren van water uit de oceaan. Dit artikel behandelt de integratie van de meerdere technologieën uit andere energie-gerelateerde vakgebieden, samen met het toepassen van hydrothermische energie. Hiermee wordt dus daadwerkelijk voor hydrothermische energie de systeem efficiency en duurzaamheidte verhoogd. In het bijzonder wordt hier de gestuurde boring van uit de aardolie-industrie en de tunnelboormachine vanuit de hydro-elektrische industrie onderzocht. De schrijver citeert acht commerciële voordelen die kunnen worden verkregen door de natuurlijke energie inhoud van het water. In alle gevallen wordt verwezen naar een minimum temperatuur verschil van 20C (36F). Het belangrijkste doel van het artikel is om het bewustzijn van deze alternatieve energie bron te verhogen als een opmaat naar verder onderzoek en eventuele commercialisering.

Hydrothermische energie

Hydrothermische energie is het proces van het verkrijgen van warmte of elektriciteit uit een grote hoeveelheid water. De term "warmte" moet niet worden geassocieerd met een hoge

temperatuur, maar eerder een relatief temperatuur verschil. Oceaan Thermische Energie Conversie (OTEC) is een deelverzameling van wat wordt genoemd "hydrothermische energie" in dit artikel. Deze OTEC energie opwekkings systemen kunnen worden toegepast vanaf drijvende platforms of vanaf de kust. Om met meer realisme te verwijzen naar betere commerciële toepasbaarheid, hangt hydrothermische energie in dit samen met applicaties op zee of op een meer. De lezer moet zich realiseren dat water de maximale dichtheid bereikt bij een temperatuur van ongeveer 39F (4C). Koudere, minder dicht water komt van nature naast deze zware laag voor. Veel kustgebieden hebben zowel diep koud water en warm oppervlaktewater beschikbaar. De meeste airconditioning processen zijn een tweefase proces, maar HVAC-professionals laten zien dat het proces, in zijn eenvoudigste vorm, er uitziet als een systeem met een werkvloeistof (zoals R-134a) dat een compressor elektrisch aandrijft wat haar beurt een temperatuur verschil creëert. Als dit proces omgekeerd wordt wordt warmte omgezet in elektriciteit. Dit is meer bekend als de Organische Rankine Cyclus (ORC), deze term is is bekend bij de oceaan energie professionals, waarbij een minimum temperatuur verschil van 36F (20C) in water, kan worden gebruikt met een werkvloeistof (zoals R-290) en een ORC-turbine, om elektriciteit op te wekken. Dit proces, maakt het mogelijk voor kustgemeenschappen met toegang tot koud en warm water zowel de koeling en elektriciteitsopwekking te kunnen gebruiken.

Het concept van de opwekking van elektriciteit uit zeewater temperatuur verschil werd voor het eerst geïntroduceerd in 1881 door Jacques-Arsène d'Arsonval en de eerste praktische demonstratie was in 1930. De Franse innovator Georges Claude, was dermate geboeid met het potentieel van de oceaan energie dat hij de Cubaanse dictator, Gerardo Machado, overtuigde oceaan thermische centrales te bouwen die "niet alleen het hele eiland en de nieuwe industrie, zouden kunnen verlichten, maar ook overtollige energie naar Florida te leveren door een onderzeese kabel aan te leggen naar het vasteland"(Chiles 2009). Matanzas Bay, Cuba werd geselecteerd voor het relatief nabije koude en warme water. Vanaf augustus van 1929 werden zes meter dikke stalen pijpen in 70 voet secties aan elkaar gelast en zweefde deze de zee op, op drijvers in drie delen. Echter een storm stak op en daarbij zonk het grootste deel van de pijp. Latere pogingen om de buizen aan elkaar te zetten door Georges Claude 's team, eindigde eveneens in een volledig verlies van de leidingen. In de vierde en laatste poging bestelde Claude meer leidingen uit Frankrijk, maar deze keer voor zijn eigen rekening, met zijn toch al reeds slinkende fortuin. In september 1930 werd de buis met succes gelegd, maar niet zo diep als gepland en dus met lager temperatuur verschil. De centrale liep gedurende 11 dagen en geproduceerde genoeg energie om veertig 500 watt gloeilampen (Chiles 2009) te voorzien van stroom. Beleggers zagen dit als te weinig rendement ten opzichte van het risico. Hoewel deze pogingen succesvol bleken, werden waardevolle lessen geleerd van Claude 's tegenslagen. Deze lessen zouden worden toegepast in toekomstige toepassingen.

Oceaan Thermische Energie vindt een thuis in Hawai

In 1974 werd het Natural Energy Laboratory van Hawai (later genoemd NELHA), opgericht door de staat Hawai, de wethouder op een 322 hectare groot gebied op Keahole Point op Big Island. Deze instelling werd als een ondersteunings faciliteit voor Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) onderzoek in gebruik genomen. Als het project zou lukken, zou NELHA 'bewijzen dat de haalbaarheid en het nut van OTEC als een alternatieve niet-vervuilende energiebron (" Deep ", 2010) succesvol is. In 1979, was het eerste succesvolle project een op zee aangelegde gesloten cyclus een OTEC systeem welke opereerde aan boord van de Mini-OTEC, een marine schip dat actief was in wateren voor de kust Keahole Point, Hawaii. Deze plant draaide voor drie maanden en genereerde tot 55 kW aan het bruto vermogen. Hiervan was ongeveer 40 kW nodig om de pomp van 2700 liter / min die 42 ° F water uit de 2200-meter diepte haalde door een 24-inch diameter polyethyleen buis waarbij nog extra een

2700 liter / min 79 ° F van het oppervlaktewater, waardoor een maximaal netto-vermogen van 15 kW slechts overbleef. Dit ging vooraf aan een kust project van NELHA in 1980. Oceaan Thermische elektriciteits opwekking en zeewaterkoelsysteem technieken werden praktisch bewezen door NELHA door gebruik te maken van een reeks van pijpleidingen die werden gebouwd om warm zeewater van het oceaanoppervlak te trekken en het diepgelegen koude zeewater van 2000 voet te halen. De diepe oceaan leiding ging van land onder water om de branding te mijden waarna vervolgens een doorsteek buiten de zeevering gemaakt wordt, waar het afdaalt langs de zeebodem naar de 2000 voet diepte. Tijdens een bezoek aan de NELHA faciliteiten, heeft de schrijver gezien dat in 2006, de koudwater pijp, ongewoon warmer water naar boven bracht. Deze verandering in temperatuur viel samen met een aardbeving van 2006 in het gebied. Daaropvolgend onderzoek bleek een scheur in de pijp in de buurt van het uitstekende ellebooggewricht te zijn gevormd. Deze breuk is gerepareerd en de installatie is weer in volle werking. Deze ervaring brengt een punt van zorg voor de kwetsbaarheid van oppervlakkig gelegde leidingen. Hoewel er noodzaak is voor verbetering voor het algemene ontwerp van de toepassingen, is het vermeldenswaardig dat "NELHA " verhuurder is aan om en nabij 30 bloeiende ondernemingen die ongeveer \$ 30-40 miljoen per jaar omzetten, inclusief belastinginkomsten genereren, plus meer dan 200 banen, bouw-activiteit en hoge waarde export product (" NELHA, "2010). NELHA is een uitstekend model voor de duurzame toekomst welke nodig is in de 21e eeuw, maar toont ook de noodzaak aan om de kwetsbaarheid van OTEC te herevalueren zodat het moeder Natuur 's geweld kan trotseren.

Vroege aanhangers van hydrothermische koeling

Ondanks het terugtrekken van de ondersteuning van de Amerikaanse regering voor OTEC, bleven deze pioniers bezig met koeling met diep water van het meer of diep zeewater. Deze projecten werden gezamenlijk bekend als "hydrothermische koeling." Vanaf 2010 zijn er vier grote hydrothermische koelinstallaties geïnstalleerd over de hele wereld. De Purdy 's Wharf Complex in Halifax, Nova Scotia koelde een klein kantoor complex (" Zeewater, "1992). Cornell University, is gekoeld met een Lake Source Cooling (LSC) Systeem dat ongeveer 18.000 tot 20.000 ton (63.300 tot 70.340 kW) koeling meer dan tien jaar leverde, heeft de Cornell campus gekoeld met 39 F (4 C) water uit de aangrenzende Lake Cayuga. De voorgaande mechanische koelmachine in Cornell in 1999 presteerde naar verluidt 0,83 KW / ton (4,24 COP). De LSC fabriek die werd geïnstalleerd in 2000 produceert 0,1 KW / ton (35,16 COP) of 86% minder elektriciteit (Cornell, 2011). Het InterContinental Hotel in Bora Bora, van de Benedenwindse eilanden in Frans Polynesië, wordt gekoeld door diep zeewater en is gedocumenteerd dat tot 90% besparing over het elektrisch airco-systeem bereikt werd ("InterContinental," 2007).

De huidige meest vooraanstaande hydrothermische koelings installatie, het Enwave District Cooling project in Toronto, biedt ongeveer 59.000 ton (207.500 kW) koeling van 39F (4C) water uit de diepte uit het naburige Lake Ontario ("Enwave," 2010) . Het project kostte uiteindelijk circa 128 miljoen dollar, maar van de belangrijkste terugverdienste was de oorsprong tweeledig. Namelijk strategie was tweeledig; Het water was niet alleen voor koeling, maar ook bestemd voor zuiver drinkwater. Het Enwave Lake District Source Cooling project verbond drie delen van een 2 kilometer lange pijp zodat de 6000 meter in totaal op Lake Ontario zweefde zoals te zien is in figuur 1. Om de leidingen te laten zinken werd gebruik gemaakt van een gecontroleerde zinkings techniek ontwikkeld door Joe Van Rysin en zijn team bij Makai Engineering, Hawaii. De schrijver heeft een documentaire video op de Enwave kantoren bekeken en hierbij werd opgemerkt dat tijdens de installatie dat de wind plotseling grip kreeg op de grote pijpleiding zodat deze op het water oppervlak onder een gevaalijke hoek werd gebogen als een waterslang. De pijp werd desondanks met succes

onder water gebracht, maar er werd gespeculeerd dat een verdere toename van de windsnelheid de pijp zou hebben gebroken en dat deze verloren zou zijn gegaan naar de bodem. Dit klinkt verbazingwekkend vergelijkbaar met de tegenslagen van Georges Claude, waar dit bijna-ongeval wederom aangegeven dat de noodzaak van een meer robuuste oplossing in de implementatie van leidingen naar toegang tot water bestaat.

Een meer als bron van koeling is commercieel haalbaar, maar toont tegelijk kwetsbaarheden in het gebruiken van pijpleidingen



Figuur 1

Het 1997 Toronto Canada, Enwave Deep Lake Water Cooling-project is een baanbrekendproject in hydrothermische koeling. De HDPE buis met betonkragen dreef op Lake Ontario en werd ondergedompeld door middel van een gecontroleerd proces. Het 39F (4C) water van het meer wordt gebruikt om meer dan 59.000 ton (~ 207.500 kW) natuurlijke koeling te produceren. De video van de historische installatie vertelde van de spannende momenten tijdens het installeren en dat de wind gevaarlijk toenam tijdens de installatie, waarbij misschien wel het gehele project in gevaar kwam.

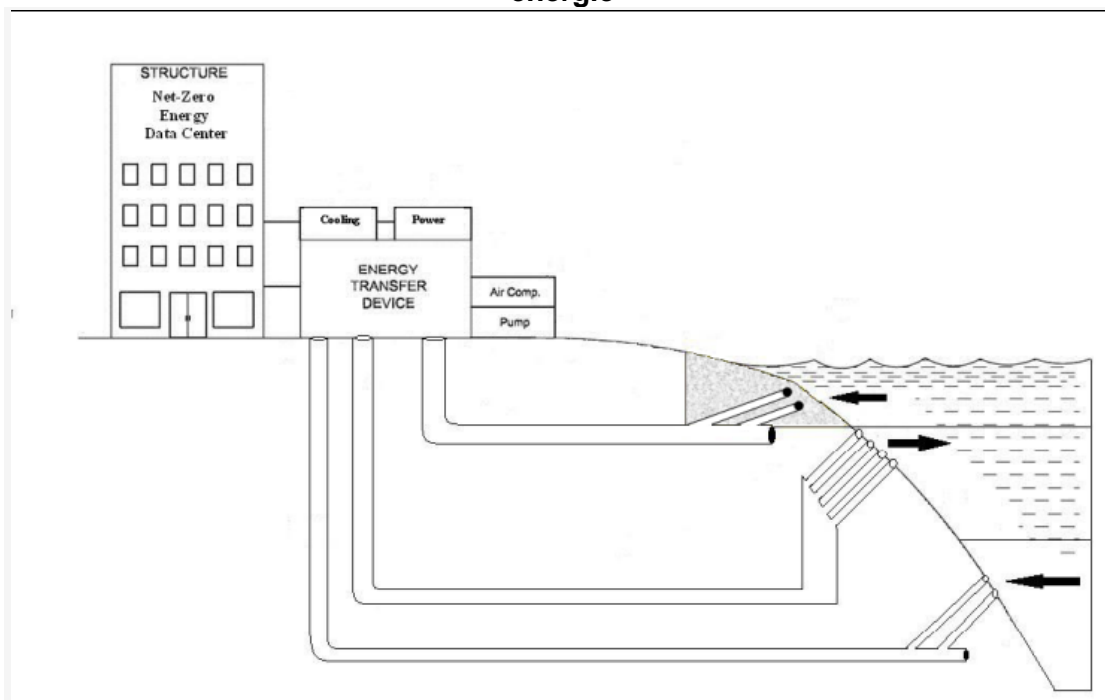
Aanboren van hydrothermische energie

Het voorgaande suggereert dat hydrothermische energie projecten haalbaar zijn, maar er is een behoefte aan innovatie die het risico verlaagt en wellicht daarmee de commerciële levensvatbaarheid van hydrothermische energie verhoogt. Een alternatieve manier van toegang tot het diepzeewater van de leidingen die gelegd zijn in de oceaan beveelt de auteur tunnelboormachines (TBM) aan om zogenaamde hydro tunnels te creëren. De grootste TBM voor "hard steen" met diameter 14,4 m, werd gebouwd door het bedrijf "Robbins" voor het Canadese Niagara Tunnel Project. De machine werd gebruikt om een hydro-elektrische tunnel onder de Niagara Falls door te boren. Deze boor heeft de naam "Big Becky" in verwijzing naar de Sir Adam Beck hydro-elektrische dammen waar een extra hydro-tunnel "(TBM "2011) is geboord. Een andere optie is om de technologie van "Verlengd Bereik Boren" (VBB) te lenen van de aardolie-industrie. Met de VBB technologie wordt geboord naar de diepe waterlaag, waarbij de tunnel meer dan tweemaal de diepte in de horizontale lengte meet.

De VBB techniek is eigenlijk een lange radiale put. De boorput verschuift heel geleidelijk van verticaal naar horizontaal, met slechts kleine veranderingen in de mate van helling in de loop van de bocht. De oliemaatschappij BP heeft gerapporteerd dat de VBB putten die vanaf september 2006 geboord zijn een horizontaal bereik kunnen hebben van 11 kilometer ("K & M", 2003).

De lokale omstandigheden spelen een belangrijke rol bij het bepalen van de kosten van een hydro tunneling / VBB -project. Volgens Tim Boulay, Senior Drilling Engineer van de K & M Technology Group, 'Kosten van VBB putten kunnen overall sterk variëren, van \$ 3-4million tot ruim boven de \$ 150 miljoen. Bijdragende factoren zijn complexiteit van het geheel, de locatie, geologie, vorming van druk, zowel onshore als offshore, de waterdiepte, tuigage eisen, en de industrie economie "(Boulay 2010). Zoals weergegeven in figuur 2, met behulp van een combinatie van een gestuurde boring en tunnelboormachine met de huidige technologie, laten zien dat er van afstanden tot 35,4 mijl (57 kilometer) uit het water hulpmiddelen in goede staat binnen het bereik van vele kustgemeenschappen te hydrothermische energie centrales bouwen. Niet alleen hebben deze technieken op te lossen de risico's bij het onder te dompelen buizen, maar worden de geboorde leidingen ook beschermd tegen gewelddadige zeestromingen, in tegenstelling tot blootliggende leidingen. Een blootliggende leiding moet beschermd zijn bij het passeren van de branding. Tijdens een aardbeving kan de pijp worden blootgesteld aan verschillende krachten, met name op de verbindingstukken. Multidisciplinaire teams evalueren de kosten en het risico van verschillende alternatieven. Net zo belangrijk in elke haalbaarheid van hydrothermische energie systemen zijn de inkomsten. Een uitgebreide lijst van meervoudige inkomsten bronnen zijn opgenomen en toegelicht in de volgende paragraaf.

Directional Drilling en Tunnel Boring te Water Toegang voor hydrothermische energie



Figuur 2

Het bovenstaande illustreert het concept van het gebruik tunnelboormachine en gestuurde boringen om water van de diepte en het oppervlak te halen uit oceanen en meren. Met ingang van 2010 is de langste tunnel die geboord is met behulp van tunnelboormachines een tunnel en horizontaal bereik van 35,4 mijl (57 kilometer), terwijl de gestuurde boring een horizontaal bereik heeft van 7 mijl (11 kilometer) en de verticale diepte van meer dan een mijl (~ 1600 meter) bereikt wordt. Deze milieuvriendelijke methode van extractie- en afvoer tijdens het boren zorgt dat er geen storende koraalriffen en thermische verontreiniging vervuילend kunnen optreden, terwijl de investering beschermd wordt tegen aardbevingen en orkanen. De watervoorraden die naar putten aan land worden gebracht, zullen worden gebruikt voor ruimtekoeling en proceskoeling, wat een percentage tot 90% van de energie die vergelijkbare mechanische koeling gebruikt uitspaart. Schone en laaggeprijsde elektriciteit kan worden opgewekt uit het temperatuurverschil van warm oppervlaktewater en diep koud water. Deze manier van energie produceren kan ook worden toegeschreven aan goedkope waterstof, als met laaggeprijsde electriciteit waterstof en tal van andere producten gemaakt worden. Bij het ophalen van de mineraalrijke diepe waterstroom naar boven, neemt het water atmosferische koolstof op, waardoor antropogene klimaatverandering kan optreden (Crews, 1997).

Acht voordelen van geavanceerde hydrothermische energie systemen

1. hydrothermische koeling

De meeste diepe meren hebben een dichte grenslaag genoemd een "hypolimnion" laag, die een enorm duurzame levering van 39F (4C) kan waarborgen, het hele jaar door. Lake Ontario is een bijzonder diep meer. Hier staan al enkele van de eerder genoemde hydrothermische koelings projecten. Milieu-wetenschappers bestuderen de milieu-impact van hydrothermische koeling en zij hebben verklaard dat 20.000 kubieke meter water per seconde kan worden gewonnen als koudebron en vervangen zonder merkbaar afbreuk te doen aan de fysische eigenschappen van Lake Ontario (Newman en Herbert 2009). Bij

een temperatuur verschil van 10 graden Fahrenheit (39 ° F tot 49 ° F), kan dit water in potentie al koeling bieden. Stadskoeling wordt dan mogelijk waar bijvoorbeeld koelings faciliteiten langs de oevers van de staat New York en Ontario, Canada zouden kunnen worden gesitueerd met een potentieel van meer dan 132 miljoen ton (464 miljoen kW). De meren Superior, Michigan en Huron hebben een nog groter potentieel. Veel industrieën maken gebruik van een groot deel van de elektrische stroom voor de proceskoeling die nodig is voor het assembleren van hun producten. Data Centers, Flat screen TVfabrikanten, micro-chip industrie, automobiel-, zuivel-en voedingsmiddelenindustrie, maken allemaal gebruik van koeling in hun proces, waarvan de kosten ongeveer 1,0 KW / ton (3,52 COP) zijn. Deze kosten worden onderdeel van de productkosten.

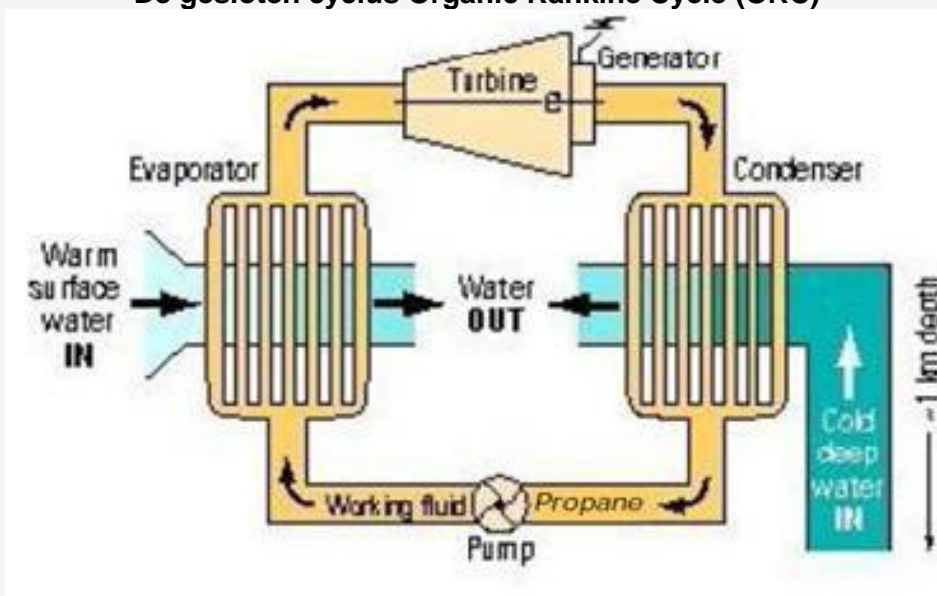
Kustgemeenschappen in de buurt van diep koud water kunnen overwegen Hydrothermische koelinstallaties aan te leggen om daarmee ook de industrie aan te trekken naar hun gebied om de arbeidsparticipatie te verhogen, terwijl de bedrijven hun kosten en hun carbon foot print verlagen. Een vertegenwoordiger van het Amerikaanse ministerie van Energie, Erda, in 1975-1977, financierde twee studies naar de "Haalbaarheid van een District Cooling System met behulp van natuurlijk koude water" (Hirshman en Kirklin 1977). Het eerste rapport komt tot de conclusie dat de kust van Zuid-Florida, van Fort Lauderdale naar Miami Beach, de meest geschikte locatie in de VS zou zijn om natuurlijk koud water voor comfort koeling te gebruiken. Het tweede rapport maakte een feitelijke haalbaarheidsstudie voor een Miami Beach zeewater district koelinstallatie gelegen aan Indian Beach Park. In de conclusie van het rapport staat dat de "uitbetaling van de investeringskosten met energiebesparing wordt verwacht in het vijfde jaar van de productie met behulp van de erkende korting / inflatie van tien procent en een differentieel energie kosten escalatie tarief van zeven procent" (Hirshman en Kirklin 1977). De haalbaarheid lijkt nog steeds te bestaan op dit moment (september 2011). Miami, Los Angeles, Chicago, Puerto Rico, de eilanden van het Caribisch gebied en Hawaï, en vele andere gebieden, bevinden zich allemaal binnen het bereik van diep water en kunnen daarom gebruik maken van Hydrothermische Koeling, waarschijnlijk wordt een besparing van elektriciteit bereikt in de orde van 86% tot 90% . Dit zoals was vastgelegd in de eerder genoemde Cornell en InterContinental Bora Bora Hotel hydrothermische koeling projecten. HVAC professionals, zijn koel-klanten en nutsbedrijven in diep water kustgemeenschappen doen er goed aan om te overleggen met oceanografen om de natuurlijke koelings mogelijkheden voorlopig te beoordelen op hun lokale mogelijkheden. Zodra dit is bevestigd, beveelt de auteur aan dat een gekwalificeerd, multi-disciplinair team een haalbaarheidsstudie maakt.

2. Hydrothermische elektriciteitsopwekking

Figuur 3 geeft de lezer een visuele voorstelling van de Organische Rankine Cyclus voor de productie van elektriciteit. HVAC professionals beschrijven deze cyclus als het omgekeerde van de airco-cyclus. Er is wat onderzoek gedaan om de output en efficiëntie van een OTEC ORC-systeem door de integratie van zonne-energie in de cyclus te verbeteren. Straatman et al.. (2008) en Yamada et al.. (2009) bedenken en vergelijken twee methoden om thermische zonne-energie te integreren met zee energie. Het "Sotec 1 concept maakt gebruik van zonnecollectoren voor voorverwarming van het water uit de oceaan vóór binnenkomst in de verdampers warmtewisselaar waardoor het verschil in temperatuur en daarmee het energie potentieel vergroot wordt. Yamada "s" Sotec b "stelt voor om de werkvloeistof over te verhitten met zonnecollectoren om het rendement te verhogen. De auteur heeft het conceptuele idee hiervan een stap verder ontwikkeld door de bovengenoemde concepten te integreren, door zoveel mogelijk uit te gaan van het principe van een airco unit. Hiermee wordt het concept van hydrothermische electriciteitsopwekking gecreëerd. Een innovatieve stap in het ontwerpen van een kosteneffectief hydrothermisch energie opwekkings systeem

zou zijn om met de turbine generator te starten en door het maximaliseren van de capaciteit binnen de afmetingen van een 40 voets-ISO-container. Dit zou zorgen voor een turbine generator module die gemakkelijk kan worden gedupliceerd en kosteneffectief geleverd en geïnstalleerd kan worden. Met behulp van een warm water bron van 76F in warmtewisselaars op propaan (R-290) en een 40F koud water-warmtewisselaar voor propaan condensatie, zal een enkele fase turbine met generator theoretisch kunnen worden gemaakt binnen de afmetingen van een 40 voets-ISO-container en 9,6 megawatt aan elektriciteit produceren. Zie ook figuur 3. Met de integratie van zonne-energie in dit concept wordt meer dan 40 megawatt gegenereerd uit dezelfde unit. De uitgebreide resultaten en diagrammen werden gedocumenteerd in een eerder artikel van de auteur ("Jagusztyn & Reny 2010"). Er wordt gesuggereerd dat meer werk in onderzoek en ontwikkeling gedaan moet worden om dit potentieel te realiseren, maar de weg is voorbereid voor een technologie welke werkt op een temperatuurverschil van minstens 20 ° C of 36F.

Hydrothermische Power Generation De gesloten cyclus Organic Rankine Cycle (ORC)



Figuur 3

De bovenstaande aangepaste grafiek (Inman 2009) toont een gesloten kringloop Organische Rankine Cyclus met een propaan als een werkvloeistof. In de condensor verandert water van gasvormig tot een vloeistof, terwijl de condensatiewarmte van propaan een gas maakt. Het gas, op weg naar het eindpunt van de cyclus, geeft haar energie af aan een turbine die een generator aandrijft waarmee elektrische energie geproduceerd wordt.

3. Schoon water productie

Slechts een procent van al het water op aarde is drinkbaar zoet water. Inspanningen worden gedaan om effectief te ontzilten voor de kust gemeenschappen over de hele wereld, maar deze systemen zijn energie-intensief. Bij NELHA, "Skywater" wordt door is John Craven koud water uit de diepte aangewend om vocht iot de lucht te laten condenseren op een pijpenwarmtewisselaar zodat zuiver zoet water kan worden opgevangen. Een ander alternatief is om een deel van de Hydrothermische elektriciteit die gegenereerd wordt te gebruiken om zeewater te ontzilten, waardoor een surplus gezond drinkwater beschikbaar

wordt. In de speciale uitgave van National Geographic april 2010, die gewijd aan het water is, wordt in een artikel het volgende beschreven; "drie technologieën om energie-eisen voor ontzilting te verminderen tot 30 procent". De technologieën worden Forward Osmose (op de markt 2010-2012), koolstof nanobuisjes (op de markt 2013-2015) en Biometrie (op de markt 2013-2015) (Lange 2010) genoemd.

4. brandstof produceren met hydrothermische energie

Land, lucht en overzeese voertuigen kunnen worden aangedreven op basis van hydrothermische energie. Het proces kan worden geïnitieerd door het blootstellen van gefilterde vochtige lucht aan koud zeewater in een gesloten circuit, zodat zuivere vloeistof H₂O wordt opgevangen. Uit het proces van elektrolyse, een gelijkstroom uit Hydrothermische elektriciteitsopwekking kunnen waterstof atomen uit het water worden gedreven. Het vrijgekomen waterstofgas aan de anode van het toestel van Hoffmann kan vloeibaar gemaakt worden door een andere speciale hydrothermische energie turbine, die een compressor aandrijft om waterstof te comprimeren. Het nadeel van waterstof als brandstof, zijn echter de relatief hoge kosten om de veiligheid te waarborgen tijdens transport. Als alternatief kan stikstof worden gescheiden van de lucht en worden gecombineerd met waterstof tot ammoniak NH₃, wat een prima brandstof is en relatief veilig in vervoer is. Dit wijst een pad naar een brandstof na het koolwaterstof tijdperk. Eilanden, zoals het eiland San Salvador in de Bahama's, met warme binnenlandse zoutmeren, en diepe koude wateren net voor de kust, kunnen dan zelfvoorzienend worden in al hun koel- en elektrische stroom en de brandstof die men nodig heeft. Zij kunnen de brandstof exporteren die een surplus vormt en die dan een mogelijkheid voor nieuwe welvaart creëert.

5. Waterbehandeling met hydrothermische energie

Samen met de productie van waterstof in de elektrolyse proces wordt zuurstof geproduceerd als een bijproduct. Zuurstofgas kan worden verzameld om een overvloedige bron van goedkope zuurstof aan het afvalwater schoon te maken voor hergebruik of voor re-introductie in het milieu. De zuurstof kan ook een extra bron van inkomsten vormen. Het bedrijf Linde gas, een leverancier van industriële gassen, adviseert haar klanten in het gebruik van industriële gassen, zoals zuurstof. Linde "s artikel" Enhanced Waste Water Treatment met zuivere zuurstof ("Enhanced", 2009) kan dienen als een goede verwijzing zuurstof te gebruiken die vrijkomt uit het eerder genoemde waterstof productie proces.

6. Koud water agricultuur

Zoals eerder vermeld heeft het Natural Energy Laboratory in Hawaii (NELHA) niet alleen de haalbaarheid van enkele oceaan technologieën vastgesteld, maar toonde de commerciële levensvatbaarheid van hun huurders van meerdere extra voordelen, zoals de landbouw en de maricultuur ("NELHA", 2011). Het gebruik van koud water om de natuurlijke productiewaarde van de landbouw en vis te verhogen is ontwikkeld door de oceaan energie-expert dr. John Craven in Hawaii. ColdAGTM heeft het potentieel om de productie van landbouw in kustgebieden te verdrievoudigen. Zoals Dr Craven uitlegt in de video "Deep Ocean Water agriculture", wordt "koud diep oceaan water gepompt door irrigatie leidingen welke ingebed zijn in de bodem. Het zoute water raakt de aarde niet direct, maar de grond is koud (10 ° C / 50 ° F). Dit levert condens op de leidingen net zoals druppelirrigatie. Maar meer dan dat, een temperatuurgradiënt bestaat tussen wortel en bloem die pompen fosfaten en nitraten in de plant met een Carnot rendement dat ten minste drie keer groter is dan de natuur kan bieden. De resultaten zijn ongelooflijk in termen van omvang, zoetheid en de snelheid van de groei ("Global", 2007). Dr. Craven "s team in Hawaiï heeft 120 dagen laten groeien met behulp van Diepe Oceaan Water Landbouw. De normale

draagtijd voor druiven is 240 dagen. ColdAGTM, produceert daarom ook drie druiven oogsten per jaar in plaats van slechts een. De mogelijkheid bestaat nu om de kustgebieden in de buurt van diep koud water om te zetten in een zeer productieve agrarische gemeenschap. Landen als Haïti, met diep water zeer dicht bij de kust, hebben een slechte bodemgesteldheid door ontbossing. Diepe Oceaan Water Landbouw is in staat om hun landbouw-industrie opnieuw te starten.

Afgezien van de landbouw, kan het mineraalrijke zeewater ook gebruikt worden voor de maricultuur om algen te produceren voor biobrandstoffen en een overvloedig voedselaanbod voor de kweek van vis en schelpdieren. Meer informatie kan worden verkregen bij de website van "Common Heritage Corporation". Dit bedrijf is opgericht door dr. Craven en is gevestigd in Honolulu, Hawaii, Verenigde Staten.

7. Hydrothermische gezondheidscentra

Het mineraal rijke zeewater kan worden gebruikt om de gezondheid te bevorderen bij de mens. Vaak gebruikt in Thalasso therapie, worden de elementen magnesium, kalium, calcium, natrium en jodium uit het zeewater. Hiervan wordt aangenomen dat deze mineralen worden geabsorbeerd door de huid en dat dit positieve gezondheidseffecten genereert. De therapie wordt toegepast in verschillende vormen, zoals douches verwarmd zeewater. Thalasso therapie kan een effectieve omzet genereren zoals wordt aangetoond in Bora Bora ("InterContinental," 2007).

8. CO₂ absorptie door hydrothermische energie

Momenteel is er een naar schatting 8 miljard ton CO₂ per jaar uitstoot in de atmosfeer, terwijl slechts 3 miljard ton CO₂-instroom wordt geabsorbeerd door de oceanen en het land (Senge et al. 2008). De 5 miljard ton CO₂ in de atmosfeer vormt dus een onbalans en vormt een serieuze uitdaging voor de menselijke samenleving. Om het oceaan water na het thermische gebruik te retourneren aan de oceaan is een belangrijk onderdeel van de ecologisch verantwoorde winning van hydrothermische energie. Zie ook midden in de illustratie in figuur 3. Bij voorkeur wordt gebruikt water geretourneerd in de oceaanlaag die daar ongeveer dezelfde temperatuur heeft als het gebruikte water. Doordat de geloosde stroom mineraalrijke diep water naar het bovenste niveau van de oceaan brengt, is een proces vastgesteld dat gunstig voor het milieu is. In een gedetailleerd overzicht van het OTEC-systeem, toont Richard Crews (1997) aan dat "OTEC niet-vervuilend is. In feite is het ecologisch positief, omdat het verrijkt voedselarme oppervlaktewater en de neiging heeft om CO₂ op te nemen. De stikstof, fosfor, silicium, en andere voedingsstoffen uit de diepte worden gecombineerd via fotosynthese met atmosferische en in de oceaan-opgeloste kooldioxide om meer biomassa te produceren en hiermee atmosferische koolstof belasting te verminderen. Dienovereenkomstig ligt de toekomst voor hydrothermische energie centrales aanvullend op elektriciteitsproductie ook in koolstof absorptie door de techniek. Goed uitgevoerde en uitgebreide hydrothermische energie systemen bootsen de natuur na in de zin dat er geen afval wordt geproduceerd. Bovendien is er een groot omzetspotentieel in emissiehandel.

Conclusie

De beproevingen en triomfen van de oceaan energie in de periode 1930-2010 hebben buiten de haalbaarheid voor de hydrothermische energie nog aangetoond dat de toepassing van innovatieve manieren om het systeem te maken zowel commercieel als milieuhygiënisch verantwoord zijn. De schrijver introduceert een concept om bestaande technologie te combineren met een technologie uit de aardolie industrie: het gestuurd boren of boren van tunnels om voor hydrothermische energie een betrouwbare toegang tot verschillende water lagen te creëren. Deze methode vermindert een aantal van de risico's van de oceaan waterwinning voor energieproductie. Hiermee worden ervaringen uit het verleden gebruikt

voor succesvollere nieuwe toepassingen. Op basis van de prestaties van de reeds bestaande Lake Source Cooling Plant bij Cornell, New York en de Deep Zeewater koelinstallatie in Bora Bora, kunnen Hydrothermische koelinstallaties worden geïnstalleerd op locaties als de kust van Florida en van Stuart naar Miami. De technologie vermindert de kosten van airconditioning met maar liefst 90%. De kustgemeenschappen van de Verenigde Staten en Canada en van Lake Ontario kunnen tot 132 miljoen ton (464 miljoen kW) met hydrothermische energie afdekken en hydrothermische industrie aan trekken. Naast de koeling, is er toegang tot een warm water bron die ten minste 36F (20C) temperatuurverschil heeft en daarmee het potentieel om elektrische energie te genereren door gebruik te maken van warmtewisselaars en Organische Rankine Cyclus turbines. Uit voorontwerp wordt geschat dat ongeveer 10 megawatt aan vermogen kan worden verkregen uit modulaire warmtewisselaars en een turbine generator die zo zijn ontworpen dat het geheel in twee of drie ISO 40 voet containers past. Vier keer meer vermogen is theoretisch mogelijk door het integreren van zonne-energie als voorziene ruimte beschikbaar is. Deze techniek kan worden gebruikt voor vele doeleinden waaronder energieopwekking voor eiland gemeenten zonder verbranding van brandstof, zodat drinkwaterproductie, waterstof of ammoniak productie van brandstof, zuurstof behandeling van afvalwater en het verhogen van de landbouw en maricultuur kan plaatsvinden. Hydrothermische energie systemen pakken klimaatverandering aan door niet alleen het verminderen van de snelheid waarmee wij op dit moment CO2 uitstoten, maar ook door het absorberen van de CO2 uit de atmosfeer. Hydrothermische energie-installaties vormen een substantiële inkomstenbron door de potentie van emissiehandel. Overheid, NGO's, commerciële, academische en onderzoeksinstellingen worden uitgedaagd om haalbaarheid van hydrothermische energie systemen in gebieden die binnen 35 mijl (57 kilometer) van 39 ° F (4 ° C) water en ten minste 36 ° F (20 ° C) temperatuur verschil bevatten te onderzoeken. Ingenieurs en ondernemers worden geadviseerd om te overleggen met oceanografen, geologen, en gestuurde boringen / tunnelboormachine professionals om het uitgebreide scala van hydrothermische energie mogelijkheden in hun lokale gemeenschap te beoordelen.

Referenties

- Boulay, Tim. "Directional Drilling Comments to Preliminary Draft." Message to the author. 27 May 2010.
- Chiles, James R. "The Other Renewable Energy." INVENTION & TECHNOLOGY WINTER 2009. Web. <<http://www.clubdesargonautes.org/energie/chiles.pdf>>.
- Crews, Richard. "OTEC Sites." Aquarius Rising Maldives - An Ocean Research Centre and Eco-tourist Facility. 28 Dec. 1997. Web. 13 June 2010. <http://www.trellis.demon.co.uk/reports/otec_sites.html>.
- "Cornell University Facilities Services Energy and Sustainability." Lake Source Cooling Project at Cornell: Cooling Production Home 2011. Web. 06 September 2011. <<http://energyandsustainability.fs.cornell.edu/util/cooling/production/default.cfm>>.
- "Deep Pipelines for Ocean Thermal Energy Conversion." Makai Ocean Engineering. 6 May 2010. Web. 13 June 2010. <<http://www.makai.com/p-otec.htm>>.
- Enhanced Waste Water Treatment with Pure Oxygen. Norcross: Linde Gas, 2009. Print.
- Enwave Energy Corporation. Enwave. Web. 13 June 2010. <<http://www.enwave.com/home.php>>.
- "Global Cooling Technology: Deep Ocean Water Agriculture." YouTube. 13 Sept. 2007. Web. 13 June 2010. <http://www.youtube.com/watch?v=U2OddCiG0_M>.
- Hirshman J. and R. Kirklin. 1977. Feasibility Of A District Cooling System Using Natural Cold Waters Final Report – Phase II: Site Specific Study & Preliminary Design of a Miami Beach Seawater Cooling District / Phase III: Preliminary

assessment of the Fresh Water Resource for the District Cooling of Buildings. Community Systems Branch US Energy Research & Development Administration. Washington, D.C.

Inman, Mason. "Sea Power, Part 1." *Renewable Energy World*. 3 Aug. 2009. Web. 22 July 2010. <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2009/*%2008/sea-power-part-1>.

"InterContinental Bora Bora - Deep Sea Water Air Conditioning." YouTube. 27 Feb. 2007. Web. <<http://www.youtube.com/watch?v=zTGvPrkVAA>>.

Jagusztyn, Tadeusz F., Reny, Marie (2010) "Natural Cold Water District Cooling Plants Enabled by Directional Drilling" Road to Climate Friendly Chillers UNEP – ASHRAE Conference Sept 2010 Cairo Egypt <<http://www.ashraenpc.org.pk/PDF%20Files/Natural%20Cold%20Water%20District%20Cooling%20Plants%20Enabled%20by%20Directional%20Drilling.pdf>>

K&M Technology - Extended Reach Drilling and Horizontal Directional Drilling. K&M Technology Group, 2003. Web. 13 June 2010. <<http://www.kmtechnology.com/>>.

Lange, Karen E. "Water Our Thirsty World." *National Geographic*. Apr. 2010: 33-35. Print.

"NELHA History." Natural Energy Laboratory of Hawaii Authority. Web. 13 June 2010. <<http://www.nelha.org/about/history.html>>.

"NELHA Tenants." Natural Energy Laboratory of Hawaii Authority. Web. 06 September 2011. <<http://www.nelha.org/tenants/commercial.html>>.

Newman, L., and Y. Herbert. 2009. The use of deep water cooling systems: Two Canadian examples - *Renewable Energy*. 34: 727–730 pp.

"Properties of Water." Density of saltwater and ice. Web. 2011. <http://en.wikipedia.org/wiki/Properties_of_water>.

"Seawater Cooling System for Buildings." Caddet Energy Efficiency. International Energy Agency Organization for Economic Co-operation and Development, Nov. 1992. Web. 13 June 2010. <<http://oee.nrcan-rncan.gc.ca/publications/infosource/pub/ici/caddet/english/pdf/R118.pdf>>.

Senge, P., Smith, B., Kruschwitz, N., Laur, J., and S. Schley. 2008. *The Necessary Revolution – How Individuals and Organizations Are Working Together to Create a Sustainable World*. Doubleday. New York.

Straatman, P.J.T., van Sark, W.G.J.H.M. 2008. "A new hybrid ocean thermal energy conversion-offshore solar pond design; an optimization approach." *Solar Energy* 82, 2008 igitur-archive.library.uu.nl/chem/2009-0306.../NWS-E-2008-25.pdf

Yamada, N., Hoshi, A., and Y. Ikegami. 2009. "Performance simulation of solar-boosted ocean thermal energy conversion plant" *Renewable Energy* 34: 1752–1758 pp.

TBM 2011, Tunnel Boring Machines. Web. <http://en.wikipedia.org/wiki/Tunnel_boring_machine>.