|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Datum : | 21/05/2014 | Ref. | [Document Number] |
| Van : | Laenen Ben | Bijlage(n): | Bijlagen invoeren. |
| Aan : | Stijn Vranckx | | |
| Kopie : | Namen van geadresseerden] | | |
|  |  | | |

Betreft : EFRO910 - kostenmodel geothermie

# Kostenmodel geothermie

## Aanloopkosten en projectkosten

De kosten voor voorstudies, het bekomen van de nodige vergunningen en projectmanagement belopen gemiddeld tussen 3,5 en 5% van de totale projectkost afhankelijk van de complexiteit van het project en de voorkennis op vlak van geothermie binnen het projectgebied.

## Geologische verkenning

In het geval de beschikbare geologische data ontoereikend is, kan een seismische campagne uitgevoerd worden om extra informatie te krijgen over de opbouw van de ondergrond. De omvang van de campagne wordt bepaald door de diepte waarop de verwachtte watervoerende lagen voorkomen en de omvang van het project.

Voor een 2D seismische campagne kan een eerste kostenraming gebeuren op basis van de cumulatieve lengte van de seismische lijnen en de diepte van de target:

Cs = 121 + dt \* (1,95 + 1,25 \* l) + 5,05 \* l

Met Cs de kosten voor de seismische campagne (in kEuro voor het jaar 2013),

dt de diepte van de te onderzoeken geothermische laag in kilometer,

l de cumulatieve lengte van de 2D seismische lijnen.

De totale projectkost, inclusief kwaliteitsopvolging en interpretatie, wordt tenslotte berekend via:

Cst = Cs \* (1 + fqi)

fqi = 0,33 \* Cs-0,22

## Boringen

**Boorkosten**

De kostprijs veel elk van de boringen uitgedrukt in kEuro voor het jaar 2013 kan ingeschat worden op basis van het aantal effectief te boren meters vermeerderd met de kosten voor de aanleg van het terrein, het ontwerp van de boring en de supervisie tijdens de boorwerkzaamheden:

Cb = Cd \* (1+ fs + fwe + fds)

Met d: is het aantal effectief geboorde meters (MD – of einddiepte van de boring),

Cd de ruwe boorkost in kEuro,

fs de factor voor de aanleg van het terrein,

fwe een factor voor well design,

fse een factor voor toezicht tijdens de boorwerkzaamheden.

De terreinkosten per boring hangen in sterke mate af van het aantal boringen dat vanaf één platform uitgevoerd kunnen worden.

Cd, fs, few en fds worden geschat op basis van een machtsfunctie:

Q = a \* xb

De waardes voor de constanten en de grenzen waarbinnen de correlatie opgaat worden aangegeven in Tabel 1. Kosten zijn berekend in kEuro voor het jaar 2013.

Tabel 1: Parameters voor het inschatten van de boorkosten

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Parameter | a | b | X | xmin | xmax |
| Cd | 0,17 | 1,275 | diepte (m) | 500 | 5000 |
| fs | 0,088 | -0,89 | aantal boringen | 1 | 4 |
| fwe | 0,17 | -0,29 | boorkost (kEuro) | 250 | 5000 |
| Fds | 0,18 | -0.17 | boorkost (kEuro) | 250 | 5000 |

**Putafwerking**

De kosten voor de afwerking van een put (in kEuro) wordt ingeschat op basis van de volgende formule:

Cc = Cwc \* (fm + ferw + fi)

Cwc = 0,215 \* pd1,15

Waarbij Pd staat voor de ontwerpdruk (bar) voor de range 30 tot 300 bar,

fm een correctiefactor voor het gebruik van hoogwaardigere materialen (zie Tabel 2);

ferw de installatiefactor voor het puthoofd,

fi de installatiefactor voor meet- en regelinstrumenten.

ferw bedraagt 0,175. fi komt op 0,1.

Tabel 2: Waardes voor fm

|  |  |
| --- | --- |
| materiaal | fm |
| koolstofstaal | 1,0 |
| RVS 304 | 1,3 |
| RVS 316 | 1,3 |
| RVS 321 | 1,5 |
| Hastelloy C | 1,55 |
| Monel | 1,65 |
| Nikkel en Inconel | 1,7 |

**Pomp**

De kosten voor de installatie van de pomp en het aanbrengen van de productiebuis (beiden in kEuro) worden ingeschat op basis van de volgende formules:

Cpt = (Cp + Ct) \* [fm + ferp + fi + fel)

Cp = 9,15 \* (W/4)0,55

Ct = dp \* 0,055 \* (D/4)1,05

Met W het vermogen van de pomp in kW binnen de range van 4 tot 700 kW,

dp de installatiediepte van de pomp,

D de diameter van de productiebuis in inch (range 4” – 18 5/8”),

ferp de installatiefactor voor de pomp en de productiebuis,

fel de installatiefactor voor de elektrische bekabeling en controle.

ferp bedraagt 0,15. fi bedraagt 0,1. fel bedraagt 0,1.

**Totale investering boringen**

De totaal investeringskost voor de afgewerkte putten wordt berekend met de volgende formule:

Cbt = 

Met i het aantal putten (minimaal 2: één productie- en een injectieput).

## Pomphuis en warmtewisselaar

De overdracht van de geothermische energie naar het verwarmingssysteem kan gebeuren door middel van een shell & tube of een platenwarmtewisselaar. Het kostenmodel voor shell & tube warmtewisselaars is overgenomen van R. Smith, 2005. Chemical process design. Wiley, New York. Het kostenmodel voor een platenwarmtewisselaars is afkomstig van C. Haslego & G. Polly, 2002. Compact heat exchangers: part 1. CEP Magazine September 2002, p. 32-37.

De productkost voor een shell & tube warmtewisselaar (in kEuro voor het jaar 2013) uitgevoerd in koolstofstaal wordt gegeven door:

ChXs = 35 \* (A/80)0,68

Waarin A staat voor de het warmtewisselend oppervlak in m2. De formule is geldig binnen een bereik voor A van 80 tot 4.000 m2.

De productkost voor een platenwarmtewisselaar (in kEuro) wordt als volgt ingeschat:

ChXp = 0,770 \* A0,6907 voor uitvoering in RVS 316

ChXp = 0,857 \*A0,7514voor uitvoering in Grade 1 titanium

Met A het warmtewisselend oppervlak in m2. De formule is geldig voor A groter dan 18 m2. Voor een warmtewisselend oppervlak van meer dan 210 m2 wordt meerdere parallelle warmtewisse­laars geplaatst.

De grootte van de warmtewisselaar wordt berekend op basis van de log-gemiddelde temperatuur­verschil over de warmtewisselaar en het vermogen:

Met U de warmteoverdrachtscoëfficiënt (W/m2.K), F de log-gemiddelde temperatuur­verschilcorrec­tiecoëfficiënt (F = 1 voor cross-flow warmtewisselaars), V het vermogen (W) en LMTD het de log-gemiddelde temperatuur­verschil (°C). Voor shell & tube warmtewisselaars wordt U gelijk gesteld aan 1500 W/m2.K, voor platenwarmtewisselaars aan 5000 W/m2.K.

Waarin het subscript h verwijst naar de hoge temperatuurkant (voor een geothermiecentrale de brine-zijde van de warmtewisselaar) en c naar de lage temperatuurkant. i verwijst naar de inputzijde en o naar de outputzijde.

Om de totale installatiekost te kennen moet de productkost vermeerderd worden met een factor die de plaatsing, aansluiting en behuizing dekt. In het gevallen waar andere materialen (zie Tabel 2) gebruikt worden of bij verhoogde druk (zie Tabel 4) of temperaturen (zie Tabel 5) moeten bijkomende correctiefactoren toegepast worden. De totale installatiekost voor de warmtewisselaar wordt berekend via:

ChXt = ChX \* fm \* fp \* ft \* foi

Met ChX de productkost voor een shell & tube of frame & plate warmtewisselaar. fm, fp en ft zijn de respectievelijke correctiefactoren voor afwijkende materiaalkeuze, druk en temperatuur. foi is de ontwerp- en installatiefactor en omvat een reeks kosten die verbonden zijn met het ontwerpen en het installeren van de warmtewisselaar (Tabel 3). foi wordt als volgt berekend:

fi = (1 + ferx + fa + fix + fel +fc + fs + fl) \* (1 + fde + fx)

Tabel 3: Parameters voor het berekenen van de ontwerp- en installatiefactor (foi)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Factor | Omschrijving | waarde |
| ferx | Oprichting | 0.3 |
| fa | Aansluitingen | 0.8 |
| fix | controle- en regeltechniek | 0.3 |
| fel | elektriciteit | 0.1 |
| fc | civiele werken | 0.3 |
| fs | fundering en behuizing | 0.2 |
| fl | isolatie en schilderwerk | 0.1 |
| Som |  | 2,1 |
| fde | ontwerp en engineering | 0.3 |
| fx | contingeny | 0,1 |
| foi | ontwerp- en installatiefactor | 2,94 |

Tabel 4: Waardes voor fp

|  |  |
| --- | --- |
| ontwerpdruk (bar) | fp |
| 1 – 7 | 1,0 |
| 7 – 50 | 1,5 |

Tabel 5: Waardes voor ft

|  |  |
| --- | --- |
| temperatuur (°C) | ft |
| 0 – 100 | 1,0 |
| 100 – 300 | 1,6 |

## Elektriciteitsproductie

Voor installaties van minder dan 1.500 kW wordt een specifieke kost 3.750 Euro/kWe gehanteerd. We gaan er van uit dat kleine installaties skid-gemonteerd aangeleverd worden, wat de kosten zou moeten drukken. Voor installaties met een netto output van 1.500 kW of meer wordt de specifieke investeringskost wordt berekend op basis van het netto elektrische vermogen.

**Luchtgekoelde binaire cyclus**

De investeringskost voor een luchtgekoelde binaire cyclus is gebaseerd op de specifieke investerings­kost (kEuro/MWe) voor een eenvoudige (enkelvoudige druk), luchtgekoelde binaire cyclus met recupe­rator en isobutaan als werkingsmedium die geven wordt in [[[1]](#endnote-1)]. De correlatie is gebaseerd op een systeemoptimalisatie over een temperatuurbereik van 100 tot 150°C en een netto vermogen van 2 tot 10 MWe.

Met Tb,i de inputtemperatuur en Tb,o de outputtemperatuur van de brine (beide in °C). cpb staat voor de specifieke warmte van de brine (in J/kg.°C) en wordt berekend volgens de formule geven in [[[2]](#endnote-2)].

Cbin is uitgedrukt in kEuro en is gebaseerd op kostfuncties voor de verschillende onderdelen van een binaire elektriciteitsplant die herrekend werden naar het jaar 2013. is het net netto elektri­sche vermogen van de binaire plant in kWe en is de energetische cyclusefficiëntie in %.

De systeemoptimalisatie uitgevoerd in [1] leert dat een dergelijke binaire cyclus de brine afkoelt tot ca. 65°C. Dit laat een parallelschakeling toe van de binaire cyclus met warmtelevering op 65 - 45°C.

Om een geleidelijke overgang tussen beide kostenmodel te verkrijgen werd de investeringskost voor installatie tot 1.500 kW aangepast:

**Watergekoelde binaire cyclus**

De investeringskost voor een binaire cyclus die gekoeld wordt met een natte koeltoren is gebaseerd op de specifieke investeringskost voor een eenvoudige (enkelvoudige druk), watergekoelde binaire cyclus met isobutaan als werkingsmedium die geven wordt in [[[3]](#endnote-3)]. De correlatie is gebaseerd op een systeemoptimalisatie over een temperatuurbereik van 100 tot 150°C en een netto vermogen van 2 tot 10 MWe.

Met Tb,i de inputtemperatuur en Tb,o de outputtemperatuur van de brine (beide in °C). cpb staat voor de specifieke warmte van de brine (in J/kg.°C) en wordt berekend volgens de formule geven in [[[4]](#endnote-4)].

Cbin is uitgedrukt in kEuro en is gebaseerd op kostfuncties voor de verschillende onderdelen van een binaire elektriciteitsplant die herrekend werden naar het jaar 2013. is het net netto elektri­sche vermogen van de binaire plant in kWe en is de energetische cyclusefficiëntie in %.

De systeemoptimalisatie uitgevoerd in [1] leert dat een dergelijke binaire cyclus de brine afkoelt tot ca. 60°C.

### Bepaling van het massadebiet en de productietemperatuur

Tb,i wordt opgehaald uit de temperatuurkaart voor de top van de Kolenkalk. In Daar deze kaart geen rekening houdt met de dikte van Kolenkalk en met temperatuursverliezen in de productieput, dient afgelezen temperatuur gecorrigeerd te worden om het massadebiet te bepalen. De correctie kan berekend worden op basis van de dikte van de Kolenkalk op een bepaalde plaats, de lengte en het ontwerp van de productieput en het volumedebiet. Gemiddeld ligt de productietemperatuur 5 tot 10% hoger dan de waarde die afgelezen wordt uit de temperatuurkaart. Dit is vooral te wijten aan de dikte van de Kolenkalk, die in Kempen varieert van enkele honderden meters tot ruim 800 m. Als benadering wordt de volgende correctiefunctie gebruikt:

Waarin staat voor de temperatuur aan de top van de Kolenkalk (°C).

Het massadebiet van de brine ( in kg/s) wordt berekend uit het vermogen van een geothermische doublet en de temperatuur van het geproduceerde water:

Waarin MWth staat voor het thermisch vermogen van het doublet (in MW), Tb,i voor temperatuur van de opgepompte brine (in °C) en cpb voor de specifieke warmte van de brine (in J/kg.K).

MWthi (in MW) wordt berekend op basis van de dieptekaart voor de top van de Kolenkalk:

voor het p50-vermogen

voor het p70 vermogen

Waarin d staat voor de diepte t.o.v. TAW(in m, negatieve waarde). De kaarten werden opgesteld voor een retourtemperatuur van 40°C.

## Operationele kosten

De aannames voor de operationele kosten zijn weergeven in onderstaande tabel.

Tabel 6: Aannames voor het berekenen van de operationele kosten van een geothermische centrale

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Post | Formule | Parameters |
| Onderhoud boringen | 1,5% van de investeringskost (Cb + Cc) |  |
| Onderhoud bronpompen | 10% van de investeringskost (Cpt) |  |
| Onderhoud binaire cyclus | 2,5% van de investeringskost (Cbin) |  |
| Onderhoud warmtewisselaars | 2% van de investeringskost (ChXt) |  |
| Waterverbruik (m3/y) \* | -2000 x MWe2 + 52000 x MWe + 400000 | 0,5 Euro/m3 |
| Andere vaste kosten | 100.000 Euro |  |
| Personeelskosten (VTE) | 0,25 VTE x MWheat,t + 0,52 VTE x MWe ° | 50.000 Euro/VTE |
| Pompenergie (MWh) | (MWhheat,t + MWhe/)/COP | 50 Euro/MWh |

° Zie referenties [[[5]](#endnote-5)] en [[[6]](#endnote-6)]

\* Enkel voor een binaire cyclus die gekoeld wordt met een natte koeltoren. Gerekend met 7500 vollasturen per jaar.

Met MWheat,t het geïnstalleerd vermogen voor warmtetevering in jaar t uitgedrukt in MW. MWe het geïnstalleerd vermogen voor elektriciteitsproductie in MW. MWhheat,t de geleverde warmte in jaar t.

COP staat voor de verhouding tussen het thermische vermogen van de putten en het benutte vermogen van de bronpompen (kW/kW). COP wordt afgeleid uit de corresponderende p50 of p70-kaart. De kaarten werden opgesteld voor een retourtemperatuur van 40°C. de COP is gelding voor uitkoeling van Tb,i -> 40°C.

voor de COP bij het p50-vermogen

voor de COP bij het p70-vermogen

Waarin d staat voor de diepte van de top van de Kolenkalk ten opzichte van TAW (in m; negatieve waarde).

# Inschatting van de haalbaarheid van een centrale

De haalbaarheid van een geothermische centrale op een bepaalde plaats wordt ingeschat op basis van een vereenvoudigde berekening van de netto contante waarde over een projectduur van 30 jaar. Het evaluatieschema is hieronder bondig weergeven. In een eerste stap wordt er van uitgegaan dat de thermische energie geleverd wordt door één geothermische doublet. Deze output wordt vergeleken met de vraag naar thermische energie in een reeks temperatuursintervallen die binnen een bepaalde zoekstraal rond de centrale gelegen zijn. Indien de vraag groter is dan de output van het doublet, wordt de NPV-berekening herhaald voor een centrale met 2 doubletten.

De NPV voor centrale n wordt als volgt ingeschat:

Met CGPPn de investeringskosten (in Euro), t het jaar, Tl de looptijd van het project (gelijke genomen aan 30 jaar), de netto elektrische output van de centrale (kW), pe,t de gemiddelde elektrici­teitsprijs in jaar t (Euro/MWh), ne,t het aantal vollasturen voor elektriciteitsproductie in jaar t (h), j de temperatuurklasse, Sj,t de geleverde warmte binnen temperatuurklassen j in jaar t (MWh), pj,t de gemiddelde prijs van de geleverde warmte binnen temperatuurklassen j in jaar t (Euro/MWh), CO&M,t de operationele kosten in jaar t (Euro).

Tabel 7: gebruikte temperatuurklassen en relatie met elektriciteitsproductie

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Klasse | Temperatuurbereik (°C) | Relatie met elektriciteitsproductie |
| 1 | Tb,i – 80 | Parallel |
| 2 | 85 – 65 | Parallel |
| 3 | 65 – 45 | Serieel |
| 4 | 45 - 30 | Serieel |

### Reductie van de investeringskosten voor een bijkomend doublet op een bepaalde plaats

In geval een 2e doublet op dezelfde plaats geboord wordt (centrale met 4 boringen) wordt de investeringskosten voor het 2e doublet verminderd met 15%. Deze reductie is een gevolg van leer­effecten met betrekking tot de boringen en projectmanagement, hergebruik van reeds aangelegde infrastructuur en schaaleffecten met betrekking tot bouw van de geothermische centrale.

### Reductie van de investeringskosten bij toenemend aantal centrales

Om geothermie in Vlaanderen commercieel uit te rollen komt het er aan de boorkosten te drukken. Een vergelijking van kosten voor CBM-boringen leert dat de kosten in Europa ongeveer 40% hoger liggen dan in Noord-Amerika. Het prijsverschil is het grotendeels het gevolg van de veel grotere concurrentie op de Noord-Amerikaanse markt. Het beste bewijs hiervoor is het aantal rotary rigs dat operationeel is op beide markten.

Ook ervaring en kennis van de ondergrond van een gebied bepaalt in sterke mate de boorkosten. Dit blijkt bijvoorbeeld uit het verschil in de kosten voor boringen uitgevoerd in het kader van pilootprojecten en boorkosten binnen commerciële projecten. Na correctie voor regionale verschil­len blijken verkenningsboringen gemiddeld dubbel zo duur dan boringen uitgevoerd in het kader van commerciële projecten.



Figuur 1: Kosten voor CBM-boringen uitgevoerd in het kader van pilootprojecten enerzijds en commerciële projecten anderzijds.

Daarnaast vallen ook leereffecten te verwachten met betrekking tot de projectorganisatie en het ontwerpen, bouwen en opleveren van de geothermische centrale. Het valt dan ook te verwachten dat de investeringskosten zullen dalen naarmate het aantal diepe boringen in de Kempen toeneemt, en er meer installatie operationeel zijn.

Als eerste benadering van de leereffecten wordt de volgende reductiecurve voor de totale inves­te­rings­kost aangenomen:

Met x met aantal reeds geïnstalleerde centrales en CPP1 de totale investeringskost voor de centrale op basis van de hoger aangegeven parameters.

## Bepaling van de productie van elektriciteit en warmte

De volgende stappen worden doorlopen voor de verschillende jaren t van de inplantingsanalyse. Hierbij worden eerst de in jaar t operationele centrales doorgerekend. Vervolgens worden de locaties voor eventuele nieuwe centrales bepaald. Nieuwe centrale kunnen alleen in cellen geplaatst worden die gelegen zijn in gebieden die buiten de invloedssfeer van bestaande centrales vallen en waar de bouw van een centrale conform andere criteria mogelijk is.

Stap 1: In de eerste stap wordt de warmtevraag bepaald op basis van de jaarbelasting-duurcurves voor de verschillende warmtevragers binnen een van zoekcircel xi km rond de centrale. De warmte­vragers worden daarvoor ingedeeld in een aantal warmteklassen (100 – 80°C; 80 -95°C; 65 – 45°C en 45 – 30°C). Voor elke klasse wordt de cumulatieve vermogenscurve opgesteld.

Stap 2: Op basis van het massadebiet van de productieput of –putten en de productietemperatuur wordt het maximaal leverbare vermogen binnen elke temperatuurklasse bepaald. Het thermische vermogen (in kW) wordt berekend via de formule:

Met Th,c en Tl,c respectievelijk de hoge en lage temperatuur van de specifieke temperatuurklasse (°C), cpb,c de specifieke warmte van de brine bij een temperatuur van Th,c (J/kg.K) en het massadebiet (kg/s).

Stap 3: Het aanbod (kWg,c) wordt vervolgens vergeleken met de vraag. Indien de maximale vraag groter is dan het aanbod wordt uit de jaarbelasting-duurcurve het aantal vollasturen bepaald dat overeenkomt met het leverbare vermogen (kWg,c) binnen de temperatuurklasse. De totale warmte­levering binnen de specifieke temperatuurklasse c (MWh) komt dan overeen met de oppervlakte onder de jaarbelasting-duurcurve afgekapt op maximaal vermogen gelijk aan kWg.c.

Indien het maximale gevraagde vermogen binnen temperatuurklasse c lager ligt dan het vermogen dat vanuit de productieput(ten) geleverd kan worden, is de geleverde warmte binnen de warmte­klasse (MWh) gelijk aan de oppervlakte onder de jaarbelasting-duurcurve. Voor warmteklassen met een lage temperatuur van 65°C of meer en in het geval de productietemperatuur van de brine hoger is dan 100°C is optimalisatie mogelijk op basis van de NPV door verdeling over elektriciteit- en hoge temperatuur warmtelevering (in relatie met stap 4).

Stap 4: Indien de productietemperatuur hoger ligt dan 100°C wordt vervolgens het elektrische ver­mogen van een eventuele CHP-geothermische centrale berekend op basis van Tb,i en het reste­rende massadebiet na aftrek van het massadebiet dat nodig is om in de warmtelevering in de tempe­ratuurklassen met een minimale temperatuur van 65°C (100 – 800C en 80 -65°C) te voorzien.

Stap 5: berekening van de NPV van de centrale. Indien de warmtevraag het aanbod overtreft en de (beoogde) centrale nog maar 1 double bevat, wordt stappen 1 t/m 5 herhaald voor een centrale met 4 putten (2 injectie en 2 productieputten) waarbij de investeringen voor het 2e doublet aangepast worden zoals hierboven aangegeven. De configuratie met de hoogste NPV wordt behouden.

In het geval de NPV positief is en het geen bestaande centrale betreft, wordt de centrale vastgelegd op de betreffende locatie. Cellen die binnen een ellips met stralen a = 1500 m en b = 750 m + 250 m x (#doubletten – 1) gelegen zijn, worden uitgesloten voor de lokalisatie van bijkomende centrales. Indien het een bestaande centrale betreft waaraan een extra doublet werd toegevoegd, wordt de invloedssfeer uitgebreid.

1. Walraven, B. Laenen and W. D'haeseleer, 2015. Economic system optimization of air-cooled organic Rankine cycles powered by low-temperature geothermal heat sources. Energy 80: 104-113 [↑](#endnote-ref-1)
2. Batzle and Wang, 1992. Geophysics 57, p. 1396 – 1408. [↑](#endnote-ref-2)
3. Walraven, D., Laenen, B., D’haeseleer, W., 2015. Minimizing the levelized cost of electricity production from low-temperature geothermal heat sources with ORCs: Water or air cooled? Applied Energy, 142C: 144-153. [↑](#endnote-ref-3)
4. Batzle and Wang, 1992. Geophysics 57, p. 1396 – 1408. [↑](#endnote-ref-4)
5. Hance C., 2005. Factors Affecting Costs of Geothermal Power Development. Publication by the Geothermal Energy Association for the U.S. Department of Energy. [↑](#endnote-ref-5)
6. Data verzameld door Euroheat & Power wijzen op een directe tewerkstelling in het kader van warmtenetten van 0,22 tot 0,30 VTE per MWth. De effectieve tewerkstelling hangt onder andere af van de lengte en de complexiteit van het netwerk en het aantal aansluitingen. Naast elke voltijdse directe werkkracht worden nog eens 5 tot 6 jobs gecreëerd in ondersteunende diensten en voor toelevering van materialen en producten. (zie [euroheat.org/Statistics-69.aspx](file:///D:\Geothermie\euroheat.org\Statistics-69.aspx)) [↑](#endnote-ref-6)