



glas & energie

Productschap  Tuinbouw

## Meer druk op geothermie

**Fase 1: Juridische aspecten**

**Fase 2: Techniek en kosten**

**Fase 3: Verzekerbaarheid**

Opdrachtgever

Productschap Tuinbouw

Louis Pasteurlaan 6

2719 EE Zoetermeer

T 079 347 0707

Contactpersoon: J. Smits

Adviseur

IF Technology

Velperweg 37

Postbus 605

6800 AP ARNHEM

T 026 - 35 35 555

F 026 - 35 35 599

E [info@iftechnology.nl](mailto:info@iftechnology.nl)

Contactpersoon: N. A. Buik

Gecontroleerd door

G. Diephuis

G. Nitters

# Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	2
1 Inleiding .....	4
2 Reservoirstimulatie .....	5
2.1 Algemeen .....	5
2.2 Verschil fraccen schaliegas en geothermie .....	10
3 Seismiciteit .....	12
3.1 Magnitudes .....	12
3.2 Opzet seismisch meetnetwerk (algemeen) .....	12
3.3 Locatiespecifieke opzet seismisch meetnetwerk .....	14
3.3.1 Doel en detectieniveau .....	14
3.3.2 Soort meetnetwerk .....	15
3.3.3 Ontwerpen meetnetwerk .....	16
3.3.4 Materiaal en installatie .....	16
3.3.5 Dataverwerking .....	17
3.3.6 Stappenplan .....	18
4 Case Jamuflor .....	19
4.1 Verbetering P90 .....	19
4.2 Kosten stimulatie .....	21
4.3 Kosten meetnet .....	22
4.4 Samenvatting .....	22
5 Praktijkzaken .....	24
5.1 Invloed op putontwerp .....	24
5.2 Levensduur frac.....	24
5.3 Onderhoud .....	25
5.4 Frac om skin te verwijderen .....	25
6 Juridisch kader .....	26
6.1 Mijnbouwwet.....	26
6.2 Barmm .....	28
6.3 Wabo .....	29
6.4 Doorlooptijden .....	29
6.5 Conclusies .....	30
Referenties .....	31

Bijlagen:

- 1 Kamerbrief
- 2 Vragen stichting SchaliegasVrij Haaren aan SodM
- 3 Korte toelichting REACH
- 4 Quote Schlumberger
- 5 Mijnbouwbesluit hoofdstuk 4

# 1 Inleiding

IF Technology (IF) en DLV glas & energie voeren in het kader van Kas als Energiebron een onderzoek uit naar de mogelijkheid van het stimuleren van putten ten behoeve van aardwarmte. Het onderzoek wordt gefinancierd door Productschap Tuinbouw (PT) in het kader van de kas als energiebron.

In heel Nederland lopen initiatieven op het gebied van geothermie. Veel van deze initiatieven stagneren omdat de P90 niet voldoende hoog is om een economisch rendabel project te realiseren. Bij deze projecten kan reservoirstimulatie uitkomst bieden. De aandacht in dit onderzoek gaat uit naar de juridische aspecten en de technische aspecten van reservoirstimulatie. Hierbij wordt uitgegaan van de conventionele geothermische reservoirs: de Onder-Krijt zanden, Trias zanden en de Slochteren Formatie. Deze bevinden zich grofweg op dieptes tussen 1.500 en 3.000 m-mv.

In dit rapport worden alle resultaten beschreven van het onderzoek. Fase 1 bestaat uit de juridische aspecten van reservoirstimulatie. Er wordt aangegeven welke vergunningen benodigd zijn en wie hiervoor het bevoegd gezag is. Ook wordt ingegaan op het begrip seismiciteit en hoe hiermee omgegaan dient te worden. In fase 2 wordt ingegaan op de technische aspecten en de kosten van reservoirstimulatie. Er wordt tevens beschreven welke praktische zaken komen kijken bij reservoirstimulatie. In fase 3 wordt aangegeven welke aspecten meespelen bij het verzekeren van een dergelijk project.

## 2 Reservoirstimulatie

### 2.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt in algemene zin uitgelegd hoe reservoirstimulatie werkt en welke informatie nodig is om een gedetailleerd onderzoek te kunnen doen naar de werking en effecten ervan. Wanneer een vergunningaanvraag wordt ingediend zal dit stuk verder uitgewerkt moeten worden waarbij voor de locatie specifieke waarden worden meegenomen.

De term reservoirstimulatie is erg algemeen en omvat vele stimulatietechnieken die allen een specifiek doel dienen. Zo zijn er onder andere stimulatie door middel van zuurinjectie, thermische stimulatie en stimulatie door geluid. De meest toegepaste - en in de meeste gevallen meest succesvolle - techniek is *hydraulic fracturing, fracking* of het hydraulisch breken van het reservoirgesteente. Deze techniek wordt met succes al tientallen jaren in de olie en- gasindustrie toegepast.

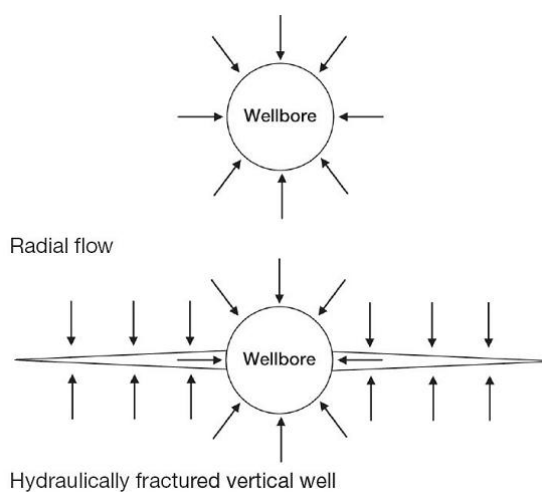
Bij deze techniek wordt een vloeistof in het reservoir geïnjecteerd met een snelheid die groter is dan de snelheid waarmee het reservoir de vloeistof kan opnemen en afvoeren. Door de drukopbouw zal het reservoirgesteente breken. De breuk (frac) die ontstaat wordt vervolgens gevuld met zand of een keramisch materiaal, bekend als proppant. De frac dient vervolgens als een stromingspad waardoor een grotere stroming mogelijk is dan via de rotsmatrix van het reservoir. De frac die gecreëerd wordt is enkele tientallen tot honderden meters lang en hoog en enkele millimeters tot centimeters dik. Deze frac creëert in principe een sterk negatieve skin - een mate van weerstand rond het boorgat - en daarmee een verbetering van de productiviteit.

In veel gevallen wordt uitgegaan van een skin van 0 voor een onvervuild, onverstoord reservoir. Er kan echter ook een positieve skin optreden, wanneer een reservoir - vaak dichtbij de put - vervuild is. Dit zorgt voor een verslechtering van de productiviteit, ook al zijn de natuurlijke porositeit en permeabiliteit van het reservoir hoog. Ook in deze gevallen kan fraccen verbetering opleveren. Niet door de hierboven 'grote' frac te creëren, maar door een kleinere stimulatie die alleen doorgevoerd wordt in een omtrek van centimeters tot enkele meters rondom de put. Dit vermindert de positieve skin van het vervuilde reservoir en zorgt op die manier voor een verbetering van de productiviteit.

In figuur 2.1 staat schematisch weergegeven op welke wijze een frac positief bijdraagt aan de productie capaciteit van een put. Zonder frac is richting de put alleen radiale (cirkelvormige) stroming mogelijk.

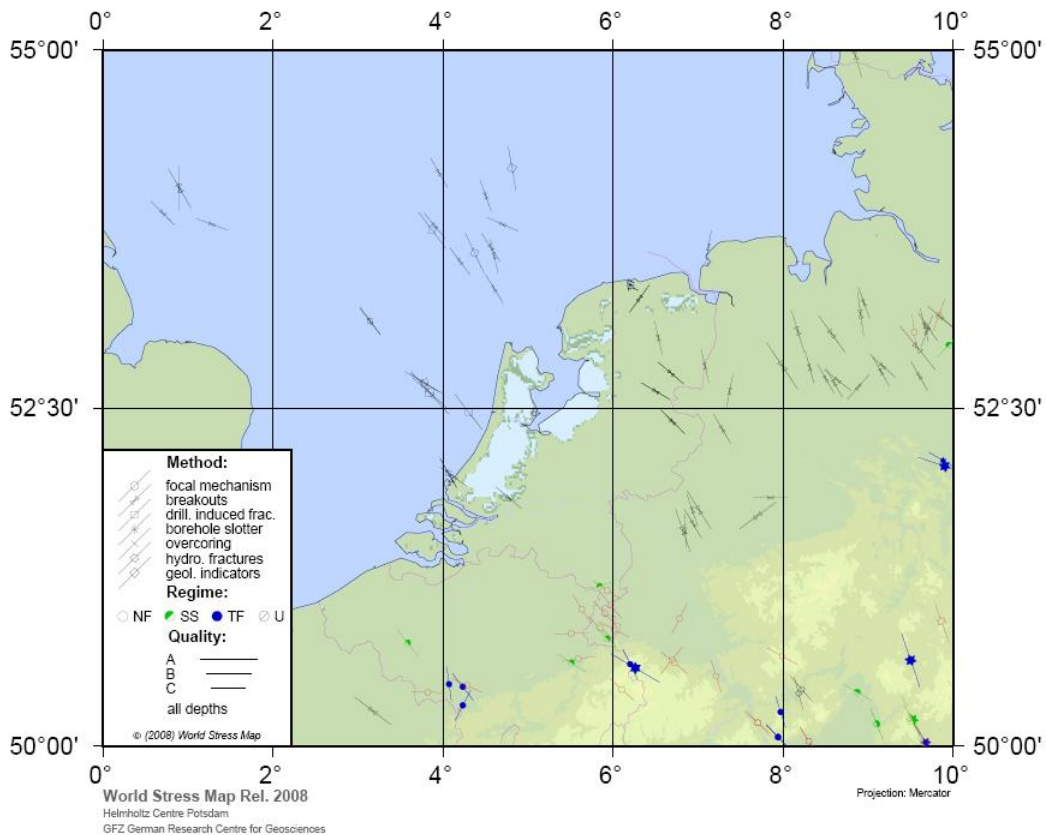
Het contactoppervlak met het reservoir is beperkt tot het oppervlak van het boorgat. Bij een boorgat met een doorsnede van 100 mm en met een hoogte van 100 m, bedraagt dit contactoppervlak circa 30 m<sup>2</sup>.

Bij een frac met een totale lengte van 100 m (2x50 m) en een hoogte van 100 m, bedraagt dit contactoppervlak 10.000 m<sup>2</sup>. De opbrengst van de put wordt hierdoor niet direct verhoogd met een factor 330 (10.000/30), maar het leidt wel tot een aanzienlijke verbetering van de putopbrengst. Afhankelijk van de reservoir eigenschappen en het frac ontwerp kan een verbetering van een factor 2 tot 7 gerealiseerd worden.



Figuur 2.1 Verskil in stroming naar een niet-gestimuleerde put (boven) en een wel- gestimuleerde put (onder). Uit: Economides and Martin (2007).

De globale richting waarin een frac zich ontwikkelt is te voorspellen aan de hand van de aanwezige spanningen (stress) in de ondergrond. Een grove indicatie van het aanwezige horizontale spanningsveld kan verkregen worden door middel van de World Stress Map, zie figuur 2.2.



Figuur 2.2 World Stress Map (Heidbach et al (2008)).

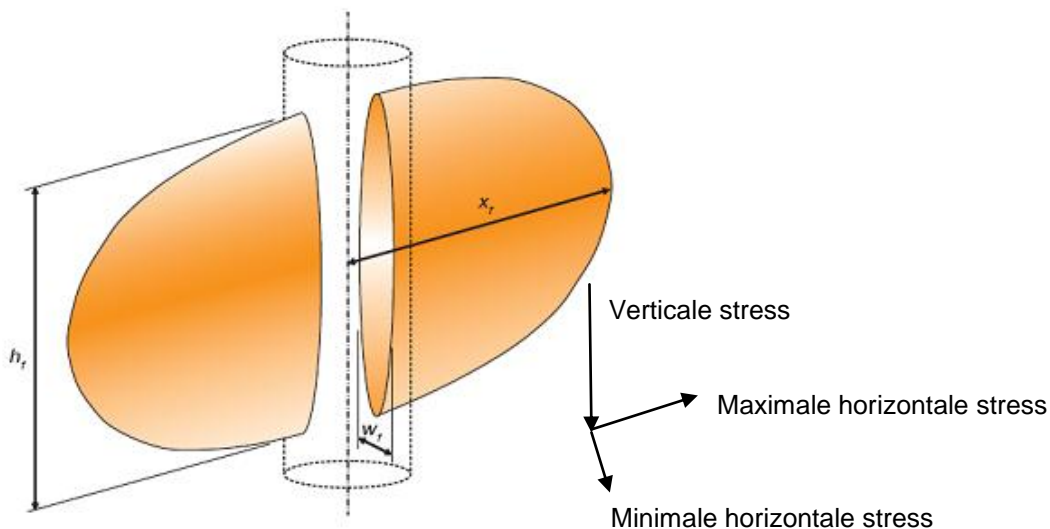
Uit figuur 2.2 valt op te maken dat het horizontale spanningsveld in West-Nederland min of meer noordwest - zuidoost is georiënteerd. De fracs zullen zich dan ook in deze richting ontwikkelen. Dit is de richting van de maximale horizontale stress. Verder zijn er nog twee andere stresstypen van belang; de minimale horizontale stress en de verticale stress. In totaal zijn er dus drie typen stress van belang om de vorm en de richting van de frac te kunnen voorspellen:

- De verticale (of overburden) stress ( $S_v$ );
- De minimale horizontale stress ( $S_{h,min}$ );
- De maximale horizontale stress ( $S_{h,max}$ ).

De onderlinge verhoudingen tussen deze drie krachten bepalen het type stress regime. In grote delen van Nederland wordt aangenomen dat een normaal stress regime heerst. In dit geval geldt:

$$S_v \geq S_{h,max} \geq S_{h,min}$$

In dit geval kan worden aangenomen dat de frac zich verticaal ontwikkelt, plant zich voort in de richting van de maximale horizontale stress en opent zich in de richting van de minimale horizontale stress. Dit kan echter worden beïnvloed door de aanwezigheid van een natuurlijk breuknetwerk. Afhankelijk van het verticale spanningsprofiel is de lengte van de breuk vaak groter dan de hoogte.



Figuur 2.3 Aanwezige stressrichtingen in relatie tot frac oriëntatie (Economides and Martin, 2007).

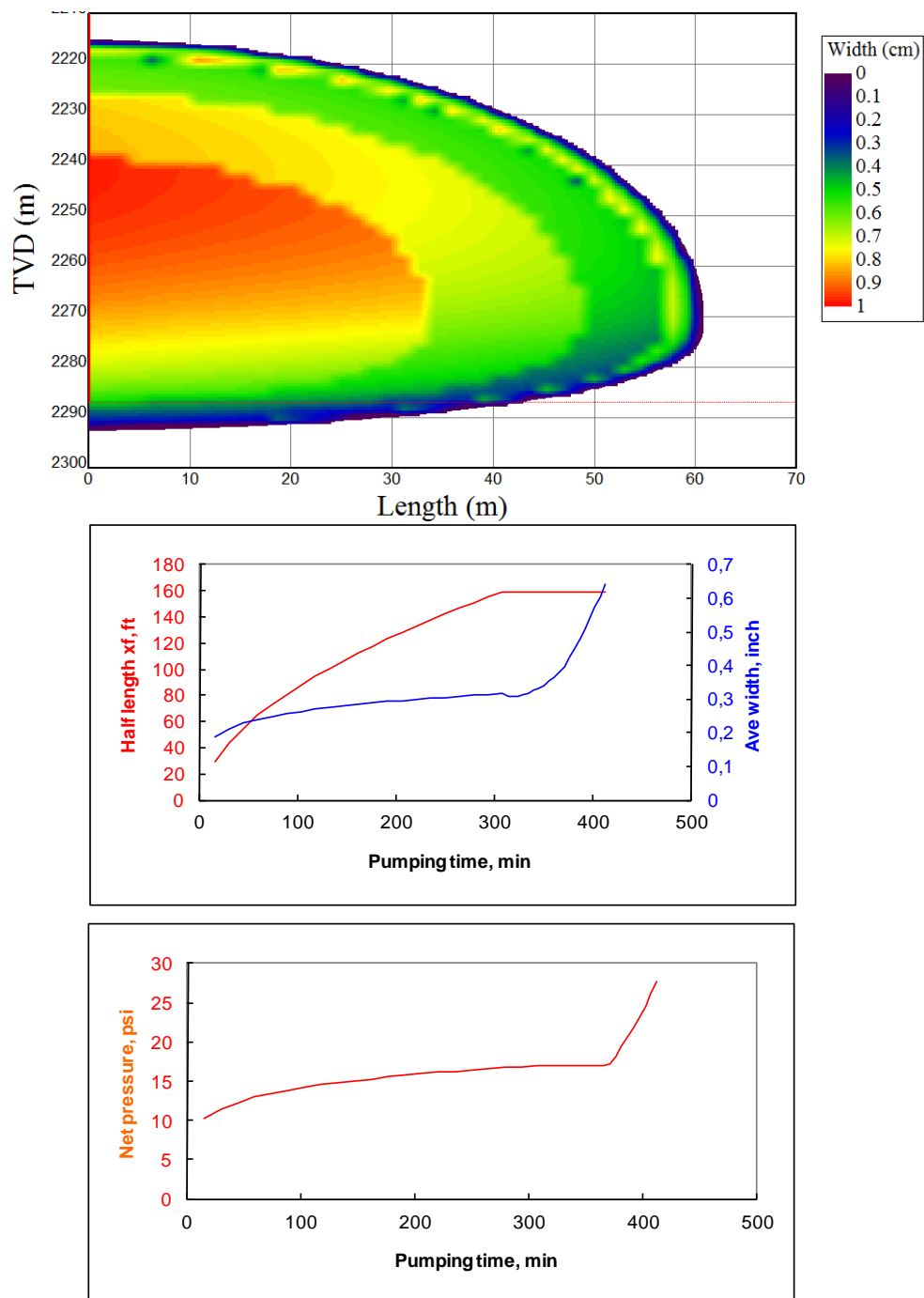
De verticale stress hangt af van de diepte. Als vuistregel kan worden aangenomen dat de verticale stress met 0,027 MPa/m toeneemt. Op een diepte van 2 km bedraagt, bij deze stressgradiënt, de verticale stress 54 MPa.

De minimale horizontale stress bedraagt ongeveer 60% van de verticale stress (Zoback, 2008, eq 4.45). In dit geval 32 MPa. Een analyse van gesteente-eigenschappen is vereist om dit getal preciezer te bepalen. Om een frac te induceren - openen - hoeft de benodigde vloeistofdruk slechts iets hoger te zijn dan de minimale horizontale stress. Zoals hierboven genoemd zal de frac doorgaans langer worden dan dat hij hoog wordt. Het is daardoor zeer onwaarschijnlijk dat een frac doorbreekt naar het oppervlak. Bovendien zorgen sterke contrasten in het vertical  $S_{h, \min}$  profiel ervoor dat dit nog eens verder wordt bemoeilijkt.

Voordat met een putstimulatie begonnen wordt, worden eerst uitgebreide modelberekeningen uitgevoerd. Deze berekeningen worden uitgevoerd om een indruk te krijgen van de haalbare dimensies van de frac, de benodigde vloeistofdrukken, de benodigde hoeveelheid proppant en de verbeteringsfactor. Een voorbeeld van een dergelijke modelberekening is weergegeven in figuur 2.4



Hydraulische stimulatie van olie- en gasputten om de productiviteit van die putten te verbeteren is een bewezen techniek en is in de Nederlandse ondergrond al op grote schaal toegepast bij - conventionele - aardgaswinning (zoals in het Slochteren gasveld). De risico's voor de omgeving zijn hierbij doorgaans beperkt.



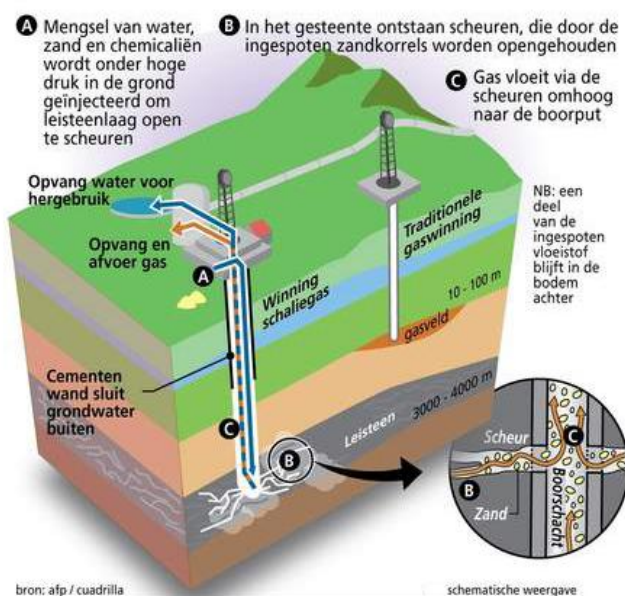
Figuur 2.4 Voorbeeld frac-simulatie. Boven: dimensies gecreëerde frac, Midden: ontwikkeling van de frac in de tijd, Onder: netto drukverloop in de tijd (1 psi is 0,007 MPa).

## 2.2 Verschil fraccen schaliegas en geothermie

Schaliegas winning kan niet plaatsvinden zonder hydraulische stimulatie. Ook hierbij wordt een vloeistof samen met een proppant zoals zand onder hoge druk het reservoir ingepompt (zie figuur 2.5). Het proppant houdt de breuken open en zorgt ervoor dat gas via deze breuken naar de put kan stromen. Afhankelijk van de situatie wordt tussen de 15% en 80% van de geïnjecteerde vloeistof teruggewonnen na de behandeling.

De vloeistof die wordt gebruikt tijdens het fraccen bestaat voor het overgrote deel (meestal rond 90%) uit water. Het overige deel bestaat uit de proppant en toegevoegde chemicaliën (zie figuur 2.6). Alle gebruikte stoffen vallen onder de Europese verordening voor chemische stoffen REACH (zie ook hoofdstuk 6). Veel van de toevoegingen zijn thermisch- of biologisch afbreekbaar of oplosbaar. Het is in het belang van de resultaten van de hydraulische stimulatie dat er zo min mogelijk van de gebruikte vloeistof in het reservoir achterblijft.

Recent is er veel controverse ontstaan rond fraccen vooral met betrekking tot schaliegas. Midden vorig jaar schreef de minister van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie in een kamerbrief dat voordat er daadwerkelijk geboord wordt naar schaliegas, eerst de veiligheid moet zijn gewaarborgd (zie bijlage 1). Aanleiding voor deze brief was dat er bij burgers en lokale overheden veel zorgen leven over de veiligheid. Deze zorgen zijn vooral veroorzaakt door negatieve berichten over grondwaterverontreiniging, milieuvervuiling en seismische activiteit die gerelateerd worden aan de winning van schaliegas in de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk.

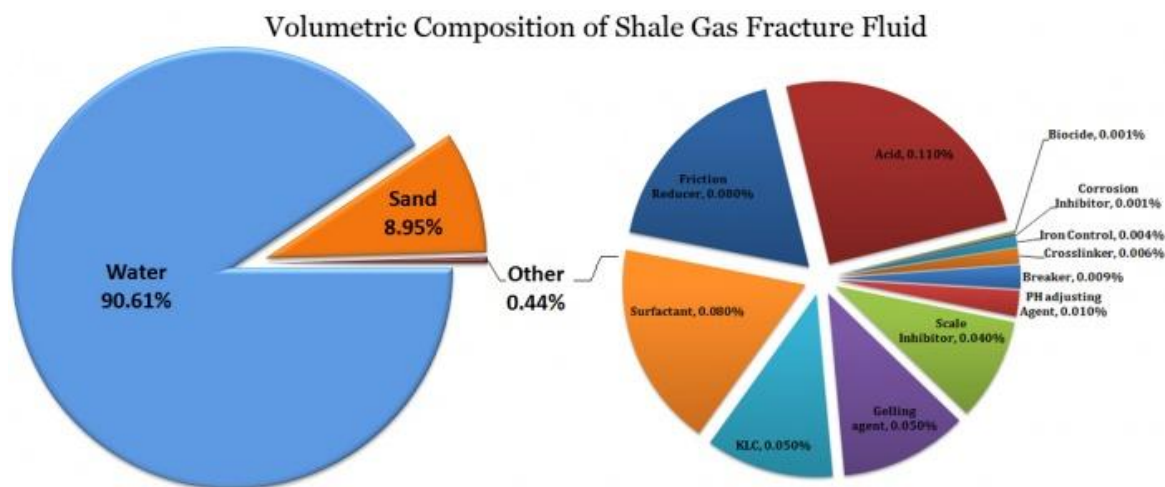


3  
Figuur 2.5 Schematische voorstelling van hydraulische stimulatie voor het winnen van schaliegas (bron: AFP/Cuadrilla).

Er zijn echter grote verschillen tussen hoe het fraccen wordt toegepast bij schaliegas en bij geothermie. De techniek van fraccen is vrijwel dezelfde, maar de bijbehorende risico's zijn zeer verschillend. De grootste verschillen komen voort uit het feit dat reservoirs waarin gefraced wordt heel anders zijn. Schaliegas wordt gewonnen uit oude kleilagen die verrijkt zijn aan zware metalen en radioactieve stoffen (zoals arsenicum, uranium en radium). Deze stoffen kunnen na het fraccen met de vloeistof mee omhoog naar het oppervlak komen. In geval van geothermie bestaat het aan te boren reservoir uit zand- of kalksteen dat van nature arm is aan radioactieve stoffen.

Daarnaast zijn de schalies in vergelijking tot zand- en kalkstenen zeer impermeabel. Dat wil zeggen dat vloeistof of gas zeer moeilijk door het gesteente stroomt en waardoor de benodigde druk tijdens het fraccen in schalie veel groter is. Hierdoor zijn de risico's voor de omgeving groter in vergelijking met fraccen voor geothermie. Ook is het benodigde aantal putten bij schaliegas hierdoor groter dan bij geothermie. Bij geothermie volstaat doorgaans een doublet waarvan iedere put wordt voorzien van één frac. In het geval van schaliegas kunnen er tot een tiental putten per vierkante kilometer nodig zijn.

Hydraulische stimulatie is een bewezen techniek en is in de Nederlandse ondergrond al op grote schaal toegepast bij conventionele aardgaswinning (zoals in het Slochteren gasveld). De risico's voor de omgeving zijn hierbij beperkt. Omdat bij geothermie water wordt aangeboord in plaats van gas of olie, zijn de risico's van fraccen bij geothermie nog kleiner dan bij conventionele gaswinning.



Figuur 2.6 Gemiddelde compositie van de vloeistof gebruikt bij fraccen (bron: Arthur et al. 2009).

## 3 Seismiciteit

### 3.1 Magnitudes

Het is bekend dat hydraulische stimulatie lichte aardbevingen kan veroorzaken met magnitudes tussen de -4 en 3 op de schaal van Richter (logaritmische schaal) (COGA report, 2012; Cuenot, 2010).

In april 2011 werd in de Britse stad Blackpool lichte seismiciteit geregistreerd met een magnitude van 1,5 op de schaal van Richter. In juni van dat jaar werd deze gevolgd door een beving met een kracht van 2,5 op de schaal van Richter (zie tabel 3.1). In dezelfde periode werd in dit gebied hydraulische stimulatie toegepast door het bedrijf Cuadrilla Resources. Het bedrijf staakte op dat moment alle activiteiten in het gebied en heeft opdracht gegeven voor een onderzoek. Dit is ook de aanleiding geweest voor de kamerbrief van de minister van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie die is toegevoegd in bijlage 1.

Tabel 3.1 Overzicht van magnitudes met de uitwerking op de omgeving.

Magnitude (M <sub>L</sub> )	Uitwerking
-3 tot 1	Microseismiciteit, voor de mens niet voelbaar aan het oppervlak.
1 tot 3	Bijna niet voelbaar, alleen onder bijzondere omstandigheden. Vrijwel nooit schade.
3 tot 4	Wordt door weinig mensen gevoeld, vooral door mensen op hogere etages. Zeer lichte schade zoals losse dakpannen.
4 tot 5	Gevoeld door de meeste mensen met trillingen als van zwaar voorbijrijdend verkeer. Lichte schade mogelijk aan bijvoorbeeld schoorstenen of kleine scheuren in het wegdek en muren.
5 tot 6	Heftige trillingen, voorwerpen vallen om en meubels bewegen. Lichte tot matige schade aan gewone gebouwen.
6 tot 7	Zelfs voelbaar in rijdende auto's. Paniek, matige tot zware schade aan gebouwen. Tientallen doden mogelijk.
7 tot 8	Grootschalige paniek, zware schade, gebouwen gedeeltelijk of volledig ingestort. Honderden doden en gewonden.

### 3.2 Opzet seismisch meetnetwerk (algemeen)

Tijdens het fraccen of stimuleren van een reservoir ontstaat er microseismiciteit, die veelal niet voelbaar zijn aan de oppervlakte. Om die microseismiciteit te kunnen meten, is het noodzakelijk om seismometers te installeren.

Het opzetten van een microseismisch meetnetwerk heeft twee doelen. Het eerste doel is het meten van de microseismiciteit om op basis daarvan te voorspellen wat de sterkste bevingen kunnen zijn. Indien deze voorspelde bevingen te sterk zijn, dan kan beslist worden om het fracprogramma te stoppen.

Een tweede belangrijk doel van een meetnetwerk is om de gecreëerde breuken te detecteren en lokaliseren. Een groot aantal belangrijke gesteente- en breukeigenschappen kunnen aan de hand van seismische metingen bepaald worden.

De belangrijkste hiervan zijn:

- Het voortschrijden van de frac (dimensies en oriëntatie);
- Het lokale spanningsveld in de ondergrond;
- Globale eigenschappen van breuken al aanwezig in de ondergrond;

Ook is het mogelijk om het fracprogramma te onderbreken en aan te passen indien het gewenste resultaat niet bereikt wordt.

Hierbij moet opgemerkt worden dat sommige van de hierboven genoemde eigenschappen alleen herleidbaar zijn als het meetnetwerk zeer uitgebreid en van hoge kwaliteit is. Het overzicht geeft slechts de mogelijkheden aan. In volgende paragrafen wordt ingegaan op wat het doel is van het meetnet in het kader van dit onderzoek.

De techniek om microseismiciteit te meten is passieve seismiek, omdat er geen kunstmatige seismische bron gebruikt wordt. De drie meest gebruikelijke methodes zijn:

1. Een kabel met seismometers die in een nabijgelegen observatieput wordt afgehangen ter hoogte van het reservoir;
2. Een dicht netwerk van ondiep begraven ( $\pm 5$ m diep) drie component (3C) seismometers, die in een geometrisch patroon rond de gestimuleerde put worden uitgezet;
3. Een netwerk van enkele tot tientallen putten (20 - 100m diep) met daarin 3C seismometers.

Bij al deze methodes is het ook mogelijk om nog andere meetapparatuur toe te voegen. Meettoestellen die extra informatie kunnen leveren over deze microseismiciteit zijn accelerometers (meten de versnelling, terwijl geofoons snelheden meten) en tiltmeters (erg gevoelige waterpassen).

Bij het uiteindelijk op te zetten meetnetwerk moet een afweging gemaakt worden tussen

- hetgeen juridisch geëist wordt;
- hetgeen wenselijk is om mogelijke schadeveroorzakende seismiciteit te kunnen waarnemen en voorkomen;
- hetgeen voor de uitvoering gewenst is i.v.m. een accurate waarneming van het fracproces zelf, en
- de kosten van de metingen.

### 3.3 Locatiespecifieke opzet seismisch meetnetwerk

#### 3.3.1 Doel en detectieniveau

Voor het opstellen van een meetplan is het belangrijk om te weten wat het minimale detectieniveau moet zijn van de microseismiciteit. Het meest belangrijke doel van het meetnetwerk bij een “gewoon” geothermie project voor een tuinder in NL is het inschatten van de maximale seismiciteit om een goede inschatting te kunnen maken van de risico's.

Vanuit technisch oogpunt is het aantrekkelijk om seismiciteit zo goed mogelijk te kunnen lokaliseren en te detecteren tot een magnitude van minstens  $-2 M_L$ , omdat hiermee de eigenschappen van de gecreëerde fracs bepaald kunnen worden. Dit vereist echter een uitgebreid monitoringsnetwerk en brengt te hoge kosten met zich mee. Daarom heeft het beoogde meetnetwerk uitsluitend als doel te voorkomen dat schade zou optreden door seismiciteit.

Een beving die potentieel schade zou kunnen aanrichten heeft een magnitude van groter dan 2,6 op de schaal van Richter. Dit mag dan ook de maximale sterkte zijn  $v$ , die mag veroorzaakt worden door het fraccen (Green et al., 2012). De waarde waarbij schade optreedt, is bodemspecifiek en zal dus lokaal verschillen. Dit betekent dat deze waarde nog kan bijgesteld worden na overleg met het KNMI.

Uit voorgaande EGS (Enhanced Geothermal Systems) projecten blijkt dat de maximale intensiteit van de geïnduceerde bevingen optreedt tijdens de start van de frac job ofwel pas uren of zelfs dagen na het uitvoeren van de fracjob (Majer et al., 2012). Om te voorkomen dat de sterkte van de seismiciteit bij de start van het fraccen te groot zou zijn, wordt aangeraden om initieel kleinere volumes te injecteren (Green et al., 2012). Dit wordt meestal al gedaan door middel van het uitvoeren van een minifrac test.

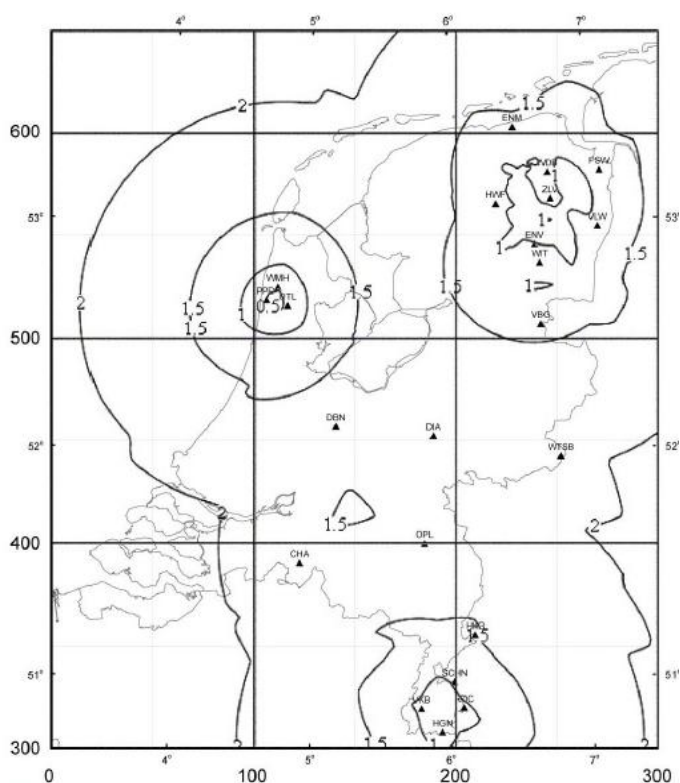
Om de maximale seismiciteit te kunnen inschatten, die zou kunnen optreden in de uren en dagen na de uitvoering van de fracjob, is het aan te raden om bevingen te kunnen meten vanaf een magnitude van minstens 0 en zelfs  $-1$  op de schaal van Richter (Green et al., 2012).

Om de kosten in de hand te houden - doch daarbij wel mogelijke schade te voorkomen - wordt voorgesteld een netwerk op te zetten dat seismiciteit met magnitudes van minstens  $0 M_L$  kan registreren. Het is de bedoeling om in samenwerking met SodM een stoplichtsysteem op te zetten gelijkaardig aan dat voorgesteld in Bergermeer, maar dan specifiek voor geothermie (TAQA, 2011). Dit systeem werkt met vier niveaus - van groen tot rood - die ieder een range aan gemeten seismiciteit vertegenwoordigen. Per niveau is een aantal acties beschreven die ondernomen moeten worden, indien dit niveau van kracht is of wordt.

Voordat een meetplan wordt opgesteld nemen we eerst het huidige detectieniveau van het bestaande KNMI meetnetwerk onder de loep. Dit meetnetwerk bestaat uit een aantal in de ondergrond (25 tot 200 m diep) geïnstalleerde seismometers in heel Nederland die bodembewegingen continu registreren. Deze data van het KNMI zijn publiek beschikbaar.

Tijdens het onderzoek naar seismiciteit ten gevolge van gasopslag in Bergermeer is het netwerk uitgebreid met enkele waarnemingsputten. Vanwege de ervaring van het KNMI op het vlak van het opzetten en gebruiken van een seismisch meetnetwerk, zal ook contact met hen worden opgenomen.

Figuur 3.1 laat zien welke detectiecapaciteit verwacht kan worden bij een EGS-project op locatie met het KNMI meetnetwerk. Hieruit blijkt dat het detectieniveau in Nederland tussen een de 0,5 en 2  $M_L$  ligt. Dit is te weinig om de maximale seismiciteit bij een EGS project te kunnen inschatten. Het is dus noodzakelijk om zelf een meetnetwerk te gaan ontwikkelen of om het huidige netwerk uit te breiden.



FH  
Figuur 3.1 Detectiecapaciteit (ondergrens) van seismische stations, berekend voor detectie door drie stations (uit: van Eck et al, 2004).

### 3.3.2 Soort meetnetwerk

Kostentechnisch kan de geïnduceerde seismiciteit tijdens de reservoirstimulatie het best met relatief ondiepe putten gemeten worden. Echter, de methode met ondiep begraven seismometers is in Nederland doorgaans niet mogelijk vanwege de hoge omgevingsruis op geringe diepte.

De meting ter hoogte van het reservoir kan enkel uitgevoerd worden in de put zelf. Dit omdat er geen nabijgelegen diepe put aanwezig is. Het meten vanuit de put zelf is echter onmogelijk, omdat het plan is om een gepropte frac te creëren.

De deeltjes (proppant) die met een gel in de put gepompt worden, brengen schade toe aan de kabel en de meettoestellen.



Een optie is om enkele middeldiepe putten (ca 20 a 100 m diep) te boren waarin seismometers worden geplaatst. De hoeveelheid putten hangt af van de grootte van het onderzoeksgebied en de minimaal te meten magnitude. Echter, voordat hier een plan voor wordt opgesteld is het wellicht mogelijk om data van het KNMI te gebruiken. Wellicht is het in de toekomst ook mogelijk om kosten en data te delen.

Uit het bovenstaande blijkt dat in Nederland meestal slechts de derde optie overblijft. In de volgende paragrafen gaan we er vanuit dat dit soort meetnetwerk ontwikkeld zal worden.

### 3.3.3 Ontwerpen meetnetwerk

De omgevingsruis zal bepalen waar en op welke diepte de gefoons het best kunnen worden geplaatst om het vooropgestelde detectieniveau van magnitude 0  $M_L$  te bereiken. Omgevingsruis kan niet gefilterd worden, omdat deze zowel in ruimte als in tijd varieert. Het is mogelijk om seismiciteit te detecteren vanaf het moment dat het inkomend signaal twee tot drie keer sterker is dan de omgevingsruis.

Om het ruisniveau te bepalen moeten in de buurt van de projectlocatie voorafgaande seismische metingen uitgevoerd worden aan en nabij het oppervlak. Het KNMI heeft ervaring met dit soort van testen. Daarom is het plan om hen hierover te contacteren. Het doel van deze tests is om te bepalen waar en op welke diepte de gefoons moeten worden geplaatst.

Verwacht wordt dat de diepte van de waarnemingsput(ten) tussen de 20 en 100 m diep zal moeten liggen om de omgevingsruis voldoende te filteren en dus het detectieniveau op magnitude 0  $M_L$  te krijgen. Afhankelijk van het feit of de seismiciteit al dan niet moet worden gelokaliseerd, zal men 1 tot 2 of minstens 3 waarnemingsputten installeren. Dit moet nog eens besproken worden met het KNMI en partijen die deze meetnetwerken opzetten zoals CGG Veritas (Frankrijk) en DMT (Duitsland). SodM zal ook uitgenodigd worden om aanwezig te zijn op deze gesprekken.

### 3.3.4 Materiaal en installatie

Bij seismiciteit ontstaan er twee soorten golven: snelle, laag energetische primaire golven en tragere, hoog energetische secundaire golven. Omdat het hier om microseismiciteit gaat, waarbij weinig energie vrijkomt, is het dus noodzakelijk om seismometers te installeren die beide golven kunnen waarnemen. Dit kan met zogenaamde 3-componenten seismometers.

De gevoeligheid van de gefoons aan de lage frequentiekant moet ook beter zijn dan deze van de gebruikelijke gefoons. Het is aan te raden om sensors te gebruiken die 50 maal gevoeliger zijn dan die van een gebruikelijke gefoon. Op deze manier zal het detectieniveau zeker niet gelimiteerd worden door het toestel zelf.



Als extra meetapparatuur kunnen ook 3-componenten accelerometers en/of tiltmeters toegevoegd worden in de waarnemingsputten. De toegevoegde waarde ten opzichte van de kosten van deze meettoestellen moet in een vervolgonderzoek nog bepaald worden.

De boorgatdiameter van deze waarnemingsputten wordt bepaald door de doorsnede van de te installeren meetapparatuur. Deze is ongeveer 10 cm voor de 3-componenten seismometers. Na het plaatsen van de meettoestellen met drie componenten is het erg belangrijk dat de oriëntatie van de x en y (de horizontale componenten) voor alle gefoons en accelerometers achterhaald wordt. Dit wordt gedaan door middel van calibratieshots.

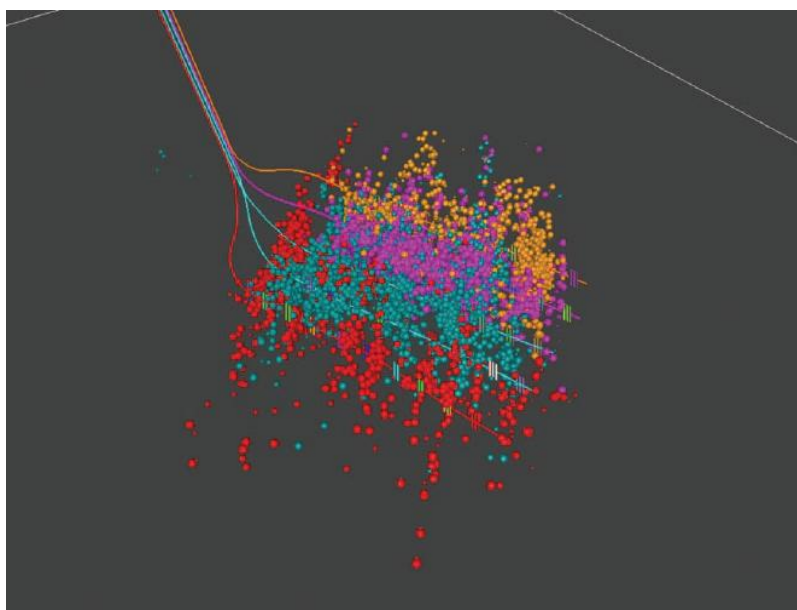
De gefoons worden afhankelijk van de hoeveelheid ruis aan de oppervlakte en het gewenste detectieniveau geïnstalleerd op een diepte tussen 20 en 100 meter. Het aantal putten hangt ook af van eerder genoemde criteria.

### 3.3.5 Dataverwerking

In het kort samengevat, houdt het verwerken van microseismische data de volgende drie stappen in:

- Het neerwaarts vervolgen van het signaal door de metingen van alle toestellen te correleren en te combineren.
- Het detecteren van plaats en aard van microseismiciteit door middel van inversie van seismic moment tensor elementen.
- Het lokaliseren in tijd en ruimte van de microseismiciteit.

Wanneer deze drie stappen voor alle microseismische data voltooid zijn, is het mogelijk om een overzichtsfiguur te maken. Een voorbeeld hiervan is te zien in figuur 3.2. Het doel en streven zijn om een dergelijk figuur te kunnen produceren na de verwerking van de data.



Figuur 3.2 Resultaten van microseismische monitoring na fracactiviteiten in de Marcellus Shale in Pennsylvania, USA. De kleuren van de hypocentra corresponderen met het bijbehorende horizontale traject. Uit: Duncan and Eisner (2010).

### 3.3.6 Stappenplan

Voordat de survey uitgevoerd kan worden is het noodzakelijk de survey eerst verder uit te werken. Hieronder staan de stappen weergegeven die doorlopen moeten worden alvorens de survey daadwerkelijk uitgevoerd kan worden:

1. Opstellen monitoringsplan, waaronder het bepalen van:
  - het detectieniveau (tot op welke grootte/magnitude moet de microseismiciteit nog gemeten kunnen worden);
  - Verkeerslichtsysteem gelijkaardig aan Bergermeer, maar dan specifiek voor reservoirstimulatie;
  - de laterale en verticale resolutie (hoe nauwkeurig moet de locatie van deze microseismiciteit bepaald worden);
  - eigenschappen van het al bestaande monitoringsnetwerk van het KNMI;
  - mogelijkheid tot integratie van het KNMI netwerk in het huidige meetplan;
  - de diepte van de aanvullend te boren waarnemingsputten;
  - het aantal putten;
  - de afstand tussen de putten;
  - de locaties van de putten.
2. Bestellen/aankopen seismometers, en eventueel accelerometers en/of tiltmeters voor in de ondiepe waarnemingsputten. Ook moet hierbij de nodige software voor de dataverwerking aangeschaft worden. Ingeschat wordt dat dit een half jaar voor de daadwerkelijke frac-job moet gebeuren.
3. Boren van de observatieputten, en installeren en kalibreren van de meettoestellen. Deze toestellen moeten constant kunnen meten geruime tijd voordat de frac-job uitgevoerd gaat worden.
4. Uitvoeren van een test door middel van een mini-frac en controleren of de microseismiciteit gedetecteerd kan worden en niet te sterk zijn. Dit kan pas uitgevoerd worden nadat de put voltooid is. De resultaten van deze test kunnen voor projecten in de omgeving gebruikt worden.
5. Creëren van de frac en het volgen en uitwerken van de metingen.

## 4 Case Jamuflor

### 4.1 Verbetering P90

In 2010 is een geologisch onderzoek naar de mogelijkheden van geothermie in het zuidelijke gedeelte van Noord-Holland uitgevoerd (Geological study of the Slochteren Formation in the southern part of the province of Noord-Holland, 22.039/109140/NB, IF Technology). Uit dit onderzoek bleek dat de mogelijkheden van geothermie in dit gedeelte van Noord-Holland (en Utrecht) onzeker zijn. Om te bepalen wat reservoirstimulatie in dit gebied kan betekenen is een praktijk case doorgerekend. De case betreft een glastuinbouwbedrijf met een grote warmtevraag op jaarbasis, maar met een relatief beperkt vermogen.

De locatie ligt vlakbij de goed gedocumenteerde put SPL-01-S1. Tabel 4.1 geeft een overzicht van de P90 reservoir eigenschappen die zijn bepaald voor de locatie Jamuflor. Figuur 4.1 geeft de ligging van Jamuflor en de meest relevante bestaande putten weer.



Figuur 4.1 Ligging Jamuflor en bestaande putten.

In de eerdere studie is steeds uitgegaan van een onvervuild reservoir met een skin van 0. Uit tabel 4.1 blijkt dat de natuurlijke transmissiviteit van de Slochteren Formatie onder Jamuflor niet toereikend is voor een economisch rendabel project. Bij deze reservoir eigenschappen bedraagt het P90 debiet ongeveer  $25 \text{ m}^3/\text{h}$ . Door middel van reservoirstimulatie kan deze productie verhoogd worden doordat een negatieve skin wordt gecreëerd.

Tabel 4.1 P90 reservoir- en systeemeigenschappen voor de locatie Jamuflor.

parameter	eenheid	p90
diepte top formatie	[m-mv]	1974
bruto dikte	[m]	104
N/G	[-]	0,84
netto dikte	[m]	84
kh	[mD]	19
transmissiviteit	[Dm]	2,0
TDS	[g/l]	100
temperatuur reservoir	[°C]	80
retour temperatuur	[°C]	40
viscositeit warm	[Pa s]	0.51e-3
viscositeit koud	[Pa s]	0.86e-3
dichtheid warm	[kg/m <sup>3</sup> ]	1048
dichtheid koud	[kg/m <sup>3</sup> ]	1066
afstand tussen de putten	[m]	1000
boorgatdiameter	[inch]	7 5/8

Er zijn simulaties uitgevoerd met een model van IF Technology, gebaseerd op een 2D *fracture design model* ontwikkeld door Valkó (2001). Het model simuleert de initiatie en ontwikkeling van een frac. Dit resulteert in een ideaal frac design scenario bestaande uit de frac dimensies, afhankelijk van:

- de in tabel 4.1 beschreven reservoir- en systeemeigenschappen;
- opgegeven design parameters als volume proppant, type proppant, volume geïnjecteerde frac vloeistof, type vloeistof etc.

In tabel 4.2 staat voor de locatie Jamuflor het effect dat reservoirstimulatie heeft op de productiecapaciteit vanuit de Slochteren Formatie. Voor elke COP is een negatieve skin van -5,4 bereikt.

Tabel 4.2 Verbetering in P90 flow rate en *productivity improvement factor* (PIF) als gevolg van reservoirstimulatie voor de locatie Jamuflor.

excl reservoir stimulatie			
<b>COP</b>	10	15	20
<b>Q [m³/h]</b>	38	26	19
incl reservoir stimulatie			
<b>COP</b>	10	15	20
<b>Q [m³/h]</b>	124	80	57
<b>PIF [-]</b>	3,26	3,07	3

Deze resultaten zijn specifiek voor de locatie van Jamuflor. In de omgeving van Jamuflor kunnen de eigenschappen van het reservoir sterk verschillen. De eerdere studie uit 2010 heeft aangetoond dat de natuurlijke permeabiliteit van de Slochteren Formatie sterk toeneemt richting het noordwesten. Een hogere natuurlijke permeabiliteit resulteert doorgaans in een kleinere PIF (*productivity improvement factor*). Voor reservoirs met een hogere permeabiliteit zijn de debieten exclusief reservoirstimulatie hoger - aannemende dat andere reservoir eigenschappen gelijk blijven - maar de verbetering na fraccen lager. De permeabiliteit (kh=19) van de Slochteren Formatie onder Jamuflor wordt gecategoriseerd als middelmatig (zie tabel 4.3).

Tabel 4.3 geeft een inschatting van de verbeterfactoren die gehaald worden bij bepaalde permeabiliteiten. Hierbij is uitgegaan dat de overige reservoir eigenschappen gelijk zijn aan die van Jamuflor. Deze tabel is dus niet toepasbaar op ieder ander geothermisch project en dient slechts om een inschatting te geven. Er moet per locatie gekeken worden hoe de natuurlijke permeabiliteit en reservoir eigenschappen zijn, om een kwantitatieve inschatting te maken van de verbetering door reservoirstimulatie.

Tabel 4.3 Indicatieve inschatting van verwachte PIF bij bepaalde permeabiliteit.

reservoir permeabiliteit [mD]	PIF [-]
0,01 – 1 (laag)	4,5 - >6
1 – 100 (middelmatig)	2,5 - 4,5
100 – 1000 (hoog)	1,5 - 2,5

## 4.2 Kosten stimulatie

Er is bij een van Europa's grootste leverancier en uitvoerder van frac jobs - Schlumberger - een kostenindicatie opgevraagd van een frac job die vergelijkbaar is met de behandeling die is doorgerekend voor Jamuflor. Het totaal aan kosten komt volgens deze offerte uit op €290.000 (per frac). Er zijn echter enkele verschillen met de situatie bij Jamuflor.

In de quote (offerte) is te zien dat de proppant kosten ongeveer een derde van de totale kosten bedragen. De hoeveelheid proppant staat in de quote op 75 ton voor een prijs van €1.250, - per ton.

Op dit moment wordt voor Jamuflor een hoeveelheid proppant voorzien die 2 tot 3 keer zo hoog is (150 tot 225 ton). De verwachting is dat met een minder hoogwaardige proppant volstaan kan worden. In veel gevallen wordt als proppant grof zand gebruikt en de kosten hiervoor bedragen ongeveer €250, - per ton. In dit geval vallen de kosten voor de proppant vijf keer zo goedkoop uit.

Verder moet opgemerkt worden dat het een losse quote betreft. Er zijn geen meerdere offertes opgevraagd en er hebben geen onderhandelingen over de prijs plaatsgevonden.

### 4.3 Kosten meetnet

Op het moment dat reservoirstimulatie plaatsvindt, moeten de effecten hiervan gemeten worden. Het meten van deze effecten vindt plaats middels een meetnet. Het meetnet wordt ingericht geruime tijd voordat de werkelijke stimulatie plaatsvindt. Dit is noodzakelijk om de nulsituatie te bepalen.

De kosten van het meetnet hangen sterk af van de nauwkeurigheid/gevoeligheid waarmee gemeten moet kunnen worden. Uit overleg met SodM blijkt dat zij seismische activiteit met een magnitude vanaf nul willen kunnen detecteren. Uit het uitgevoerde onderzoek blijkt dat seismische activiteiten met een magnitude tot 1 niet voelbaar zijn en dat pas schade ontstaat vanaf magnitude 1. Het lijkt hierom logischer om de detectiegrens bij 1 te leggen. In tabel 4.4 is een inschatting gegeven van de kosten van het seismisch meetnet, afhankelijk van de detectiegrens.

Tabel 4.4 Indicatieve inschatting van de kosten van het seismisch meetnet.

detectiegrens [ML]	kosteninschatting [€]
-2 - 0	200.000 - 500.000
0 - 1	60.000 - 200.000
<1	30.000 - 60.000

Op het moment dat het definitieve frac ontwerp gereed is, kan het meetplan opgesteld worden. Op dat moment kan ook in overleg met SodM, TNO en KNMI bepaald worden welke detectiegrens behaald moet kunnen worden en in hoeverre gebruik gemaakt kan worden van het bestaande net van het KNMI (zie figuur 3.1)

### 4.4 Samenvatting

Bij een COP van 15 wordt bij Jamuflor een debiet verwacht van 26 m<sup>3</sup>/uur. De permeabiliteit bij Jamuflor wordt beoordeeld als middelmatig. Na reservoirstimulatie kan een PIF van ca. 3 worden gehaald. In de P90 case komt het debiet hiermee uit op 80 m<sup>3</sup>/uur.

Voor deze studie zijn een aantal indicatieve berekeningen uitgevoerd. Op basis van deze berekeningen is het mogelijk een schatting te geven van de kosten die verwacht kunnen worden.

In tabel 4.5 zijn de verwachte kosten voor Jamuflor opgenomen voor de reservoirstimulatie. De stimulatie moet zowel op de productieput als op de injectieput worden toegepast.

Tabel 4.5      Inschatting investeringskosten voor Jamuflor voor de eerste put.

<b>onderdeel</b>	<b>kosteninschatting [€]</b>
putstimulatie excl. proppant	150.000 - 180.000
proppant	40.000 - 280.000
meetnet	30.000 - 60.000
<i>totaal</i>	<i>220.000 - 520.000</i>

Voor het meetnet is in deze tabel een detectiegrens van 1 aangenomen. Bij de bovengrens van de proppant kosten is uitgegaan van het hoogste tonnage en een hoogwaardige proppant. Dit is een worst-case scenario. Op dit moment wordt ingeschat dat de proppant kosten een derde van de totale kosten bedragen. Door IF Technology wordt geschat dat de kosten van de putstimulatie ongeveer €250.000, - bedragen voor de eerste put. De tweede put is goedkoper, omdat het al aangelegde seismische meetnet hiervoor gebruikt kan worden. Indien beide putten door dezelfde partij gestimuleerd gaan worden is uit ervaring wellicht 10 tot 20% korting mogelijk.

Wanneer de aanwezige mudpomp - gebruikt tijdens het boren - gebruikt kan worden voor putstimulatie zal de fracjob naar verwachting ca € 30.000 goedkoper worden.

De verwachting is dat na enige tijd de frac opnieuw behandeld moet worden (zie ook hoofdstuk 5). Daarvoor is minder proppant nodig dan bij de eerste stimulatie. In sommige gevallen is geen nieuwe proppant nodig. Afhankelijk van het type proppant dat wordt gebruikt zullen de kosten van de regeneratie onder de hierboven genoemde totaalkosten liggen. Pas wanneer overeenkomst is bereikt over de te gebruiken proppant en vloeistoffen is hier meer over te zeggen.

## 5 Praktijkzaken

### 5.1 Invloed op putontwerp

Bij het uitvoeren van een frac job moet allereerst rekening gehouden worden met de hoge drukken die worden toegepast. De put moet hier tegen bestand zijn. Doorgaans voldoet een put die niet expliciet ontworpen is voor een frac job hier al aan. Als bij een bestaande put een frac job uitgevoerd gaat worden, moet dit gecontroleerd worden.

Wanneer de frac job dient om de skin rondom het boorgat te verminderen zijn de benodigde hoeveelheid proppant en vloeistof een stuk lager. De injectiesnelheid is mogelijk ook lager. Dit proces is minder ingrijpend, maar zal nog steeds dezelfde veiligheids- en ontwerpeisen met zich meebrengen. Wel zal een dergelijke ingreep een stuk goedkoper zijn dan een job waarbij een frac tot ver in het reservoir gemaakt wordt.

Ook bij het bepalen van de puttrajecten moet rekening gehouden worden met het ontwerp van de frac. Een frac ontwikkelt zich altijd in de richting van de maximale horizontale stress ( $S_{hmax}$ ). In Nederland is dit bijna overal NW-ZO. Dit is ook de verwachte oriëntatie bij Jamuflor. De fracs moeten zodanig geplaatst worden dat de geproduceerde warmte uit de concessie komt en niet van daarbuiten. Hierbij zal rekening gehouden worden bij het ontwerpen van de putlocaties. Ook de plaatselijke geologie kan het ontwerp van de frac beïnvloeden. Er moet rekening gehouden worden met breuken en ruimtelijke variaties in de dimensies van het reservoir.

### 5.2. Levensduur frac

Bij het uitvoeren van een reguliere stimulatiebehandeling of *frac job* wordt een bepaalde hoeveelheid proppant geïnjecteerd samen met de frac vloeistof. Deze proppant bestaat uit zand of een hoogwaardiger materiaal, afhankelijk van de gesteentedruk. Na het openbreken van het gesteente door de hoge vloeistofdruk, zorgt de proppant ervoor dat de frac openblijft als de injectiedruk weer wordt verlaagd. In het geval van een grootschalige frac vindt deze distributie van proppant plaats over de gehele frac lengte. Wanneer sprake is van verwijdering van de aanwezige positieve skin, zal alleen het gebied rondom het boorgat gepropt worden.

Direct na uitvoering van de frac job zal de hoogste productiviteit worden bereikt. Na verloop van tijd zal deze echter afnemen. Dit heeft verschillende redenen. De geïnjecteerde proppant zal, afhankelijk van de sterkte van de korrels en de gesteentedruk, langzaam in elkaar gedrukt worden. Er ontstaan breukjes in de korrels en het omliggende gesteente zal zich mogelijk ook iets om de korrels heen vormen. Dit heeft als gevolg dat de permeabiliteit in de frac daalt. Daarnaast vindt er ook natuurlijke vervuiling van de frac plaats.



De geothermische vloeistof die geproduceerd wordt bestaat uit water met zouten en andere mineralen. Zouten en mineralen kunnen neerslaan en daarmee kan ook de permeabiliteit van de frac afnemen.

De mate waarin de productiviteit afneemt hangt onder andere af van de gesteente-eigenschappen, proppanteigenschappen, vloeistofeigenschappen en gesteentedruk. Totdat een definitief frac design is opgesteld en meer bekend is over de gesteente-eigenschappen en stress situatie is dit moeilijk in te schatten. Er moet rekening mee gehouden worden dat een frac elke 2 tot 10 jaar opnieuw behandeld moet worden. De frac kan hierna weer dezelfde productiviteit opleveren als vlak na de initiatie.

### 5.3 Onderhoud

Wanneer de productiviteit van een frac afneemt en een waarde bereikt die niet gunstig is voor de rendabiliteit van het project, moet de frac opnieuw behandeld worden. Hiervoor is in principe dezelfde installatie nodig als voor de initiële frac job. Er zijn echter minder hoge drukken nodig, omdat het gesteente al gebroken is. Het gesteente zal alleen opnieuw geopend moeten worden.

Vervolgens wordt de frac schoongespoeld. Eventuele skin ten gevolge van mineraaldepositie en neerslag van resten frac vloeistof worden verwijderd. Dit kan met een vloeistof gebaseerd op water.

Het verschil in kosten tussen de initiële frac job en de regeneratie zit vooral in de proppant. Deze is slechts in kleinere hoeveelheden - of zelfs helemaal niet - nodig om de productiviteit tot het initiële niveau te brengen. In het algemeen kan met een kwart van de initiële hoeveelheid worden volstaan. De kosten voor het opnieuw behandelen van de frac zullen daarom lager zijn dan de initiële frac job.

### 5.4 Frac om skin te verwijderen

Net is genoemd dat de proppant kosten ongeveer een derde van het totaal zijn. Wanneer een frac job wordt uitgevoerd om de skin te verminderen rondom de put, zijn slechts kleine hoeveelheden proppant (ongeveer de helft) nodig. Hetzelfde geldt ook voor de hoeveelheid frac vloeistof.

Ook wanneer een screen al is geplaatst, is het alsnog mogelijk een frac job - inclusief proppant - uit te voeren. Hier moet in het putontwerp rekening mee gehouden worden. In zulke gevallen plaatst met een port collar waardoor het proppant buiten het screen om in de formatie kan worden geplaatst.

De kosten voor dit type fracjob liggen significant lager. De reductie zit vooral in de proppant- en vloeistofkosten en tijdsduur van de job.

## 6 Juridisch kader

### 6.1 Mijnbouwwet

De Mijnbouwwet regelt alles wat met de opsporing, winning en opslag van delfstoffen te maken heeft. Geothermische warmte valt ook onder de delfstoffen. De Minister van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I) is het bevoegd gezag van de Mijnbouwwet. In deze wet en de daarop gebaseerde regelingen - het Mijnbouwbesluit en de Mijnbouwregeling - is bepaald waar een aanvrager van een vergunning aan moet voldoen, welke procedures van toepassing zijn en onder welke voorwaarden vergunningen worden verleend. Het vergunningstelsel reguleert het gebruik van de ondergrond vanaf een diepte van 500 meter.

De opsporingsvergunning en winningsvergunning zorgen ervoor dat technische, organisatorische, procedurele en toezichthoudende aspecten behandeld en gewaarborgd worden. Het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) voert onafhankelijk toezicht uit op de aangevraagde vergunningen. Een opsporingsvergunning (of spontane winningsvergunning) dient altijd eerst aangevraagd te worden voordat winning mag plaatsvinden.

Het is verplicht om een vergunning te verkrijgen voor het opsporen van aardwarmte (Mijnbouwwet artikel 6). Deze opsporingsvergunning moet een aantal vragen beantwoorden die in de mijnbouwregeling opgenomen zijn. Vragen die gelden voor ieder project gaan onder andere over de duur van het project, het aangevraagde gebied, de te winnen delfstof, gegevens van de aanvrager, een planning en plan van aanpak etc. Voor een project waarbij reservoirstimulatie gepland staat, zijn extra eisen gesteld. Deze worden hieronder beschreven.

#### **Meetplan**

Reservoirstimulatie kan lichte aardschokken veroorzaken. Deze zijn meestal niet voelbaar voor de mens. Het is van belang om deze seismiciteit te registreren en monitoren. Dit dient om te voorspellen hoeveel en met welke kracht bevingen te verwachten zijn en om de geïnduceerde breuken te monitoren.

In het Mijnbouwbesluit artikel 30 staat beschreven welke eisen gelden bij het indienen van een meetplan. Dit meetplan moet worden goedgekeurd voordat winning kan plaatsvinden en beschrijft onder andere de tijdstippen, plaatsen en methoden waarmee de metingen worden verricht.

#### **Zorgsysteem**

Gedurende de verschillende fasen van een aardwarmteproject wordt een aantal risicovolle activiteiten uitgevoerd. Een goed doordacht veiligheid- en gezondheidsbeleid is van belang, eveneens als de invoering en de correcte toepassing van dit beleid.

Het zorgsysteem behandelt de volgende aspecten: (1) beleid en organisatie; (2) planning, uitvoering en monitoring; (3) evaluatie, doorlichting en verbetering. Het zorgsysteem beschrijft alle processen behorende bij de werkzaamheden gedurende de verschillende fases van een aardwarmteproject.

De bijbehorende procedures, taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden bij de werkzaamheden worden opgenomen in het veiligheids- en gezondheidsdocument. Dit document heeft als doel om zowel in normale situaties als in noodsituaties de veiligheid en gezondheid van werknemers te waarborgen.

### **Evaluatie**

Alvorens de eerste boring uitgevoerd wordt, zal in verschillende fasen advies worden gegeven door verschillende partijen, bestaande uit TNO en het KNMI en zullen inspecties worden uitgevoerd door het SodM. De opsporingsvergunning bevat een geologische rapport dat zal worden geëvalueerd. Verder wordt een zelfevaluatie uitgevoerd door de operator waarin wordt bepaald of de beoogde werkzaamheden op een verantwoordelijke manier zullen worden uitgevoerd. Ook deze wordt geverifieerd. Daarnaast zullen het uiteindelijke meetplan, putontwerp en boor- en stimulatieprogramma worden getoetst door verschillende bevoegdheden.

### **REACH**

In het algemeen geldt dat alle stoffen, die gebruikt worden voor fraccen moeten voldoen aan de vigerende regelgeving op het gebied van chemicaliën en biociden. Naast regels over bijvoorbeeld opslag en transport van stoffen, regels voor het gebruik van stoffen, regels met betrekking tot de arbeidshygiëne en vergunningvoorschriften, gelden ook regels voor het op de markt brengen en gebruiken van stoffen ingevolge de REACH-verordening. REACH staat voor Registratie, Evaluatie en Autorisatie van Chemische stoffen. Deze verordening geldt sinds 2007 voor stoffen die op de Europese markt worden vervaardigd, ingevoerd, verhandeld of gebruikt. De verordening is zowel van toepassing op het vasteland als in de gehele Exclusieve Economische Zone.

De REACH-verordening bevat drie belangrijke onderdelen: een registratieplicht voor stoffen die op de markt worden gebracht, waarin een chemische veiligheidsbeoordeling van de stoffen moet worden vastgelegd; een verplichting voor importeurs en producenten van stoffen om een veiligheidsinformatieblad te verstrekken aan afnemers van de stoffen,

Het doel van REACH is bij de productie en het gebruik van chemische stoffen een hoog veiligheidsniveau te waarborgen voor mens en milieu, terwijl het concurrentievermogen van de industrie behouden blijft of verbetert. Dit wordt bereikt door goede communicatie over de gebruikte stoffen in de gehele keten van producent tot en met de eindgebruiker.

De REACH-verordening legt meer verantwoordelijkheid bij de industrie om de risico's van chemische stoffen te beheren en beperken en tevens (veiligheids)informatie te verschaffen over de stoffen. Fabrikanten en importeurs zijn verplicht om informatie over de eigenschappen van hun chemische stoffen te registreren in een centrale database die wordt beheerd door de European Chemicals Agency (ECHA).

Het agentschap fungeert als het centrale punt in het REACH-systeem. Het beheert de databases, coördineert de evaluatie van verdachte chemicaliën en bouwt een openbare database op waarin consumenten en professionals informatie kunnen vinden over eigenschappen en risico's van chemicaliën.

De verordening roept ook op tot de geleidelijke vervanging van de gevaarlijkste chemische stoffen wanneer geschikte alternatieven zijn geïdentificeerd.

Naast de REACH-verordening zijn de algemene eisen uit de nationale wetgeving onverkort van kracht. Zo worden via het Besluit Algemene Regels Milieu Mijnbouw bijvoorbeeld eisen gesteld aan de benodigde bodembeschermende voorzieningen, mogen geen stoffen worden gebruikt die geuroverlast veroorzaken, dient opslag van stoffen te geschieden conform PGS 15 van de Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen en wordt de aanwezigheid van Veiligheidsinformatiebladen voor aanwezige gevaarlijke stoffen voorgeschreven.

In december 2011 is een lijst samengesteld van alle producten die daadwerkelijk de afgelopen 5 jaar bij het fraccen van putten op land en offshore zijn toegepast.

Als aan de Europese richtlijnen voldaan wordt, is er geen reden om aan te nemen dat reservoirstimulatie bij geothermie te hoge risico's met zich mee brengt.

In bijlage 3 is meer informatie te vinden over REACH.

Naast de Mijnbouwwet is ook andere wet- en regelgeving van toepassing. Dit betekent dat voor het uitvoeren van reservoirstimulatie mogelijk extra vergunningen dan wel meldingen zijn vereist. Deze worden hieronder beschreven.

## 6.2 Barmm

Het Barmm (Besluit algemene regels milieu mijnbouw) is sinds 1 juli 2008 een besluit dat geldt voor alle mijnbouwactiviteiten - dus ook geothermie. Een melding aan EL&I is nodig wanneer het een mijnbouwwerk betreft dat onder de werking van het Barmm valt, zie artikel 4 van het Barmm. De melding in het kader van het Barmm betreft uitsluitend de milieuaspecten van de werkzaamheden. Dit betekent dat aan het Ministerie van EL&I moet worden gemeld hoe aan de milieuregels wordt voldaan, alvorens een boring wordt uitgevoerd. De melding heeft alleen betrekking op tijdelijke werkzaamheden zonder bestaande inrichting of tijdelijke werkzaamheden die niet in hoofdzaak mijnbouw betreffen - zoals een aardwarmteboring- en is alleen van toepassing op de milieuaspecten van de werkzaamheden.

In de melding onderbouwt de mijnonderneming hoe men aan de milieuregels ten aanzien van bodem, lucht, licht, geluid en externe veiligheid zal voldoen. Na ontvangst toets het SodM - namens het Ministerie van EL&I - de melding eerst op papier en daarna tijdens uitvoering van de boring op locatie door inspectie.

Echter, voor de melding voor de Barmm moet in bepaalde gevallen een kwantitatieve risico analyse (QRA) worden uitgevoerd. De QRA wordt uitgevoerd op basis van de Handleiding Risicoberekeningen BEVI (Besluit externe veiligheid inrichtingen), uitgegeven door het RIVM. Een QRA is altijd noodzakelijk wanneer naast de boorlocatie zich ook meer dan twee woningen (of andere beperkt kwetsbare objecten) per hectare bevinden.

Een exploratieboring inclusief reservoirstimulatie valt onder de in artikel 4 van de Barmm genoemde mijnbouwwerken. Op grond van artikel 2.5 van het Besluit Omgevingsrecht is, in afwijking van artikel 2.1, eerste lid, aanhef en onderdeel e, geen omgevingsvergunning vereist van de Wabo als het betreffende mijnbouwwerk valt onder artikel 4. Dit is voor een exploratieboring waarbij (later) reservoirstimulatie wordt toegepast het geval, en dus kan worden volstaan met een melding in het kader van de Barmm aan EL&I in plaats van de aanvraag van een omgevingsvergunning.

Het kan voorkomen dat naast de melding in het kader van de Barmm ook een omgevingsvergunning vereist is voor de niet-milieuaspecten, zoals het bouwen van een putkelder. Voor deze vergunning is de gemeente bevoegd gezag.

### 6.3 Wabo

Sinds 1 oktober 2010 is de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) van kracht. In de Wabo worden toestemmingen die nodig zijn als een burger of een bedrijf op een bepaalde plek iets wil gaan slopen, (ver) bouwen, oprichten of gaan gebruiken samengevoegd. Eén omgevingsvergunning leidt tot de invoering van één loket, één (digitaal) aanvraagformulier, één bevoegd gezag (één aanspreekpunt), één uniforme en in het algemeen ook kortere procedure, één rechtsbeschermingsprocedure en één handhavend bestuursorgaan.

De gemeente is bevoegd gezag voor het afgeven van een omgevingsvergunning met activiteit bouwen. De milieuaspecten hoeven hierin niet te worden meegenomen, omdat milieu via de Barmm wordt geregeld.

Wanneer, na de exploratieboring, sprake is van het oprichten en operationeel krijgen van een mijnbouwactiviteit, dan is EL&I bevoegd gezag voor het afgeven van een omgevingsvergunning.

### 6.4 Doorlooptijden

In tabel 6.1 wordt een korte samenvatting gegeven van de activiteiten met een tijdsplanning. Dit omvat het vergunningstraject, het opzetten van een seismisch meetnet, de voorbereiding en de booractiviteiten. In deze tabel wordt aangenomen dat de opsporingsvergunning verleend is. In de laatste kolom staat of extra werkzaamheden uitgevoerd moeten worden ten opzichte van een project zonder putstimulatie. Bij de activiteiten 2, 5, 11 en 15 moeten extra werkzaamheden worden uitgevoerd.

Tabel 6.1 Overzicht van alle activiteiten met doorlooptijd

nr.	Activiteit	Bevoegd gezag/ overleg organisatie	duur	extra
1	Uitgebreid geologisch onderzoek incl seismische interpretatie en ontwerp putstimulatie	nvt	4 tot 6 weken	deels
2	Ontwerp boorprogramma	nvt	4 tot 6 weken	nee
3	Aanvragen omgevingsvergunning boorkelders	gemeente	8 weken	nee
4	Tendering verzekeringen	nvt	1 tot 2 maanden	deels
5	Opstellen QRA	EL&I/SodM	2 tot 4 weken	Ja
6	Opstellen en toetsen monitoringsplan	SodM/TNO, KNMI	3 tot 4 weken	ja
7	Boren observatieputten	SodM	2 weken	ja
8	Melding BARM	EL&I/SodM	4 tot 6 weken	nee
9	Opstellen vg plan	SodM	1 tot 2 maanden	nee
10	Contacten contractors en tendering	nvt	3 tot 4 maanden	deels
11	Klaarmaken boorlocatie	SodM	3 tot 4 weken	nee
12	Daadwerkelijke boring	SodM	3 tot 6 maanden	nee
13	Klaarmaken boorlocatie voor putstimulatie	SodM	1 week	nee
14	Putstimulatie incl. cleanup	SodM	1 week	deels
15	puttest	nvt	3 tot 4 weken	nee
<b>Totaal benodigde tijd ná opsporingsvergunning</b>			<b>12 - 18 maanden</b>	

## 6.5 Conclusies

Voor het boren van een exploratieput en het uitvoeren van reservoirstimulatie werkzaamheden dient een opsporingsvergunning worden aangevraagd bij de Ministerie van EL&I.

Tijdelijke werkzaamheden vallen onder de Barm. Daarom is een melding bij het Ministerie van EL&I afdoende.

Voor tijdelijke niet-milieuaspecten is de gemeente bevoegd gezag. Dit is van toepassing voor het uitgeven van bijvoorbeeld een omgevingsvergunning met activiteit bouwen.

Er vinden in de nabije toekomst mogelijk wijzigingen in de regelgeving plaats waardoor de volledige verantwoordelijkheid bij EL&I zou kunnen komen te liggen. De regelgeving omtrent het hierboven genoemde vergunningstraject dient daarom nauwkeurig in de gaten gehouden te worden.

Tot slot gelden voor de frac-vloeistof en de proppant regels volgens de REACH-verordening. De gebruiker moet de veiligheids- en gezondheidsmaatregelen nemen die de leverancier aanbeveelt. Deze informatie staat op de veiligheidsbladen die met de producten zijn meegeleverd.

## 7 Verzekeraarheid

Een belangrijke vraag die beantwoord moet worden is in hoeverre putstimulatie verzekeraar is. Het gaat hierbij dan om het verzekeren van de opbrengst (debiet) die een put moet leveren (bij een bepaalde drukval) na stimulatie.

### **SEI-regeling, garantiefonds**

Eerst is bekeken of een dergelijk project met reservoir stimulering onder de SEI regeling verzekerd kan worden. De SEI-regeling gaat uit van een minimaal vermogen van 2 MW<sub>t</sub> (p90). Zonder stimulatie is het vermogen bij Jamuflor lager. Om na te gaan of dit project met stimulatie onder het garantiefonds verzekeraar is, is contact opgenomen met EL&I. Zij geven aan dat zij op dit moment reservoirstimulatie nog niet willen meenemen bij de bepaling van het p90 debiet. In de toekomst kan dit anders worden. De enige mogelijkheid op dit moment is om een dergelijk project te verzekeren via de particuliere markt.

### **Particuliere markt**

Om na te gaan welke mogelijkheden er zijn om een dergelijk project te verzekeren op de particuliere markt is een globaal marktonderzoek uitgevoerd. Uit dit marktonderzoek is gebleken dat op dit moment de meeste geothermie systemen in Duitsland zijn gerealiseerd en dat hier ver weg de meeste ervaring zit met het verzekeren van dergelijke projecten. Voor dit onderzoek is daarom contact opgenomen met een verzekeringsmakelaar in Duitsland. Verwacht wordt dat dit een representatief beeld geeft van wat mogelijk is.

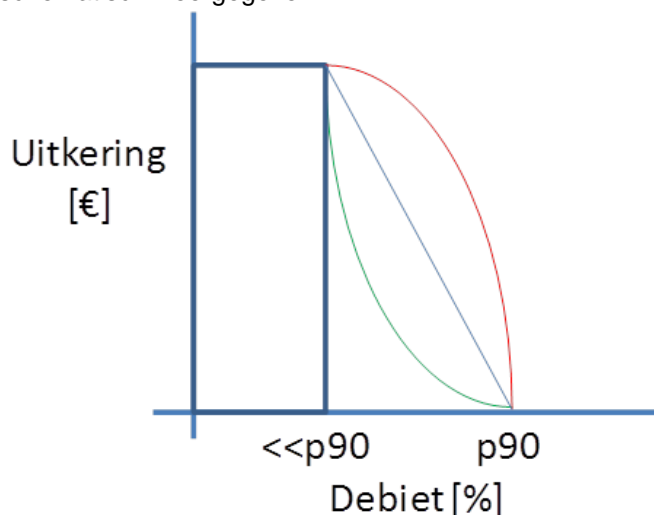
Uit de gesprekken met de Duitse verzekeringsmakelaar is gebleken dat zij positief staan tegen over het verzekeren van een geothermie project in combinatie met reservoir stimulatie. Voor hen is een dergelijk project zeer interessant omdat zij het enerzijds zien als tussenstap naar het verzekeren van EGS projecten (Enhanced Geothermal System) en anderzijds als risicobeheersing bij de traditionele geothermie projecten.

### **Premie en eigenrisico**

De premie die betaald moet worden is niet alleen afhankelijk van de hoeveelheid beschikbare data en de kwaliteit van het uitgevoerde onderzoek. Ook zaken zoals track record van het adviesbureau en booraannemer spelen een belangrijke rol. Verder is de premie afhankelijk van het uitkeringsmodel en de grootte van het risico dat verzekerd wordt. Als de p90 ruim voldoende is voor een business case, kan bijvoorbeeld ook een p95 verzekerd worden. Dit resulteert in een lagere premie.

Uit de gesprekken die gevoerd zijn, is gebleken dat de premie voor de eerste put tussen de 10 en 15% bedraagt en voor de tweede tussen de 8% en 10%. De premie wordt berekend over de totale investering inclusief alle vooronderzoeken die zijn uitgevoerd. De premie voor de eerste boring is doorgaans hoger dan de premie van de tweede boring. Het eigenrisico bedraagt 10% maar ook dit kan bij het te verzekeren bedrag opgeteld worden.

De premie hangt ook af van het uitkeringsmodel dat gekozen wordt. In figuur 7.1 is dit schematisch weergegeven.



Figuur 7.1 Relatie premie en uitkering.

Indien het aangetroffen debiet veel lager is dan de p90, dan wordt volledig uitgekeerd. Indien het debiet tussen lager is dan de p90 kan voor verschillende uitkeringsmogelijkheden gekozen worden:

Rode lijn: hoogste uitkering, hoogste premie.

Groene lijn: laagste uitkering laagste premie.

### Beslisboom

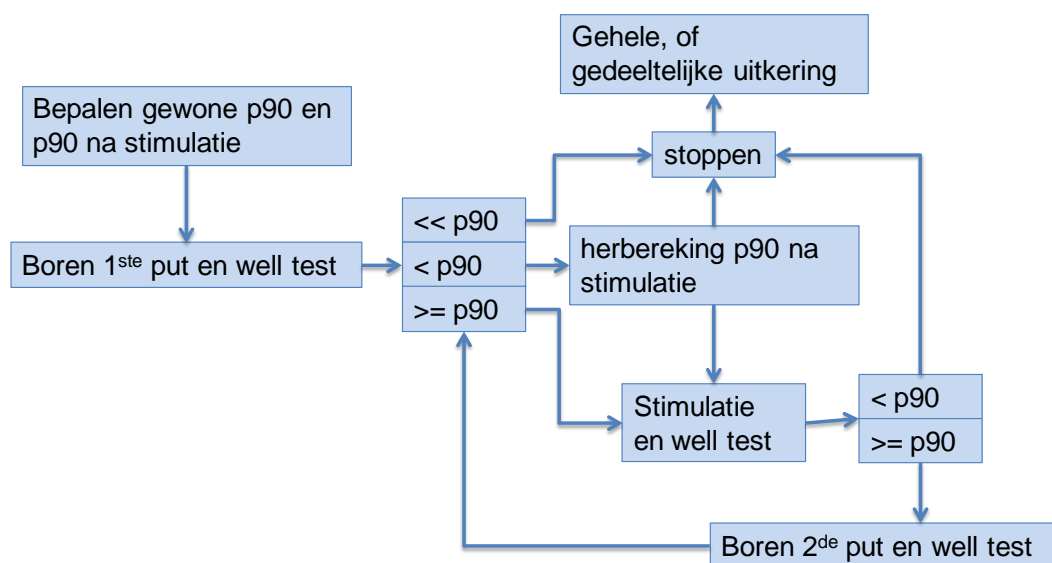
De verzekering deelt het boren op in verschillende stappen. Na iedere stap wordt bepaald of verder gegaan wordt, of dat geheel of gedeeltelijk uitgekeerd wordt. Hoe dit proces er in de praktijk uitziet, is weergegeven in onderstaande schema (figuur 7.2). In dit voorbeeld is uitgegaan van een p90 waarde.

De eerste stap is het bepalen van het p90 debiet/vermogen voor de situatie met en zonder stimulatie. Vervolgens wordt de put geboord en beproeft. Op basis van de resultaten van deze test wordt besloten of stimulatie uitgevoerd wordt. Indien de put ruim onder de p90 zit, zal waarschijnlijk besloten worden om te stoppen. De kans zal namelijk klein zijn dat na stimulatie wel voldoende debiet gerealiseerd wordt.

Indien het debiet nabij de p90 ligt zal een herberekening van het p90 debiet na stimulatie uitgevoerd worden. Deze kan nu nauwkeuriger bepaald worden aangezien er nu meer data beschikbaar is.

Na dat stimulatie is uitgevoerd zal de put opnieuw beproeft worden. Op basis van deze gegevens wordt besloten of doorgedaan wordt of niet.





Figuur 7.2 Beslisboom reservoir stimulatie.

## Referenties

- Arthur, J.D., Bohm, B., Cornue, D. (2009) Environmental considerations of modern shale gas development. SPE 122391.
- Colorado Oil and Gas Association (2012). Does Hydraulic Fracturing Cause Earthquakes? Facts on Geo-Seismic Activity & Natural Resource Development. [http://www.coga.org/pdfs\\_facts/SeismicActivity.pdf](http://www.coga.org/pdfs_facts/SeismicActivity.pdf)
- Cuenot, N. (2010). Induced microseismic activity at the Soultz-sous-Forêts EGS site: Main scientific results obtained in different experimental conditions. Proceedings ECGS Workshop on Induced Seismicity – Luxembourg.
- Duncan, P.M., Eisner, L. (2010). Reservoir characterization using surface microseismic monitoring. Geophysics, Vol. 75, No. 5. pp. 8.
- Economides, M.J., Martin, T. (2007). Modern Fracturing. Enhancing natural gas production. Energy Tribune Publishing Inc. ISBN 978 1 60461 688 0.
- Heidbach, O., Tingay, M., Barth, A., Reinecker, J., Kurfeß, D., and Müller, B. (2008). “The 2008 release of the World Stress Map”, [www.world-stress-map.org](http://www.world-stress-map.org).
- Majer, E.L., and J.E. Peterson (2005), Application of microearthquake monitoring for evaluating and managing the effects of fluid injection at naturally fractured EGS Sites. GRC Transactions, 29, 103–107.
- Majer et al (2011), Protocol for Addressing Induced Seismicity Associated with Enhanced Geothermal Systems (EGS), IEA.
- Preese Hall (2012), Shale gas fracturing review & recommendations for induced seismic mitigation
- TAQA Energy B.V. (2011). Plan van maatregelen ter voorkoming of beperking van bodembeweging gebaseerd op microseismische monitoring bij de gasopslag in het Bergermeerveld.
- Van Eck, T. Goutbeek, F, Haak, H, Dost, B. (2004). Seismic hazard due to small shallow induced earthquakes. Scientific report; WR 2004-01. KNMI. pp. 87.
- Zoback, M.D. (2008). Reservoir Geomechanics. Cambridge University Press, New York, pp. 449.

# Bijlage 1

## Kamerbrief

Ministerie van Economische Zaken,  
Landbouw en Innovatie

> Retouradres Postbus 20101 2500 EC Den Haag

De Voorzitter van de Tweede Kamer  
der Staten-Generaal  
Binnenhof 4  
2513 AA 's-GRAVENHAGE

**Directoraat-generaal voor  
Energie, Telecom en Markten**  
Directie Energiemarkt

**Bezoekadres**  
Bezuidenhoutseweg 30  
2594 AV Den Haag

**Postadres**  
Postbus 20101  
2500 EC Den Haag

**Factuuradres**  
Postbus 16180  
2500 BD Den Haag

**Overheidsidentificatienr**  
00000001003214369000

T 070 379 8911 (algemeen)  
[www.rijksoverheid.nl/eleni](http://www.rijksoverheid.nl/eleni)

Datum 20 juni 2011

Betreft Reactie op uw brief aangaande schaliegas

Geachte voorzitter,

Met uw schrijven van d.d. 15 juni jl. verzoekt u mij om u te informeren over de startdatum van de proefboringen voor de winning van schaliegas, en om geen onomkeerbare stappen te nemen inzake de winning van schaliegas.

Zoals ik ook heb aangegeven in mijn brief van 6 juni jl., zal gas de komende decennia een belangrijke rol in de Nederlandse en Europese energievoorziening blijven spelen. De ontwikkeling van schaliegas in Nederland kan een belangrijke bijdrage leveren in de ambitie van het kabinet om de Nederlandse gasvoorraden ten volle te benutten.

Ik hecht groot belang aan de veiligheid en zorgvuldigheid bij de opsporing en winning van schaliegas. Hoewel het winnen van schaliegas an sich nog niet eerder heeft plaatsgevonden in Nederland, zijn de te gebruiken technieken zeker niet nieuw, maar ook in Nederland beproefd en bewezen. De winning van schaliegas betekent het winnen van gas in een laag die een slechte doorstroming kent. Om dit (schalie)gas uit de grond te halen, wordt allereerst een normale boring gezet, dus een boring zoals die voor elke gaswinning in Nederland geldt. Daarna maakt men barsten in het gesteente met een techniek die fraccen heet. Ook deze techniek wordt in Nederland zowel op land als op zee al lange tijd toegepast. Daarnaast gelden in Nederland heldere wettelijke normen en is het toezicht van Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) van hoge kwaliteit. Op voorhand is de veiligheid bij de winning van schaliegas naar huidige inzichten dus goed geborgd.

De afgelopen periode merk ik desondanks dat er ten aanzien van de opsporing en de eventuele daaropvolgende winning van schaliegas in Nederland zorgen leven bij decentrale overheden en burgers. Deze zorgen komen met name voort uit berichten over grondwaterverontreiniging in de Verenigde Staten en aardbevingen die zijn opgetreden in het Verenigd Koninkrijk die gerelateerd worden aan schaliegas.

De zorgen die mede hierdoor ontstaan, zijn begrijpelijk en neem ik heel serieus. Het ministerie en de toezichthouder kijken zorgvuldig naar incidenten als deze. Ten aanzien van de grondwaterverontreiniging is inmiddels bekend geworden dat deze niet gerelateerd is geweest aan het fraccen ten behoeve van schaliegas,

**Ons kenmerk**  
ETM/EM / 11091817

**Uw kenmerk**  
2011Z12235/2011D31383

maar aan het gebrekkig cementeren van de put. Over de bevingen in het Verenigd Koninkrijk is echter nog niet alles bekend en informatie hierover kan dus eventueel ook relevant zijn voor de Nederlandse situatie.

In Nederland lopen op dit moment voorbereidingen voor de opsporing en de eventuele daaropvolgende winning van schaliegas in Noord-Brabant. Op dit moment verkeert dit project nog in de opsporingsfase. De hiervoor benodigde vergunningen zijn reeds verleend. Om de proefboringen te kunnen laten plaatsvinden, zullen de komende tijd voorbereidende werkzaamheden plaatsvinden op de geplande locatie. Deze werkzaamheden zullen aan het eind van de zomer afgerond worden. De vergunninghouder verwacht dat eind dit jaar de feitelijke proefboring naar schaliegas zal plaatsvinden. Tot eind van dit jaar zullen er dus geen boringen plaatsvinden.

Voordat er daadwerkelijk geboord wordt, zal worden geborgd dat de veiligheid - op het moment dat (proef)boringen plaatsvinden - is verzekerd. Voordat er feitelijk geboord kan worden, moet namelijk voldaan zijn aan eisen zoals deze gesteld zijn in het Besluit algemene regels milieu mijnbouw, en moet een veiligheid- en gezondheidsdocument en een boorprogramma worden overlegd aan SodM. Het is van belang dat hier alle relevante, actuele inzichten in worden meegenomen. Daarom vind ik het van groot belang dat na het bekend worden van de tweede beving in het Verenigd Koninkrijk, SodM direct actie heeft ondernomen. SodM heeft Cuadrilla, de vergunninghouder in het Verenigd Koninkrijk, op 14 juni schriftelijk laten weten dat, voorafgaande aan de indiening van het boorprogramma bij SodM, onderzocht moet zijn wat de oorzaak is van de trillingen.

Als uit het onderzoek blijkt dat er (mogelijk) een verband is tussen de fracking-operaties en de geregistreerde trillingen, dan dient hier afdoende rekening mee gehouden te worden bij het uitvoeren van het fraccen. Deze risico's dienen in het veiligheid- en gezondheidsdocument geadresseerd te worden, en daarin dient te worden aangetoond dat het gaat om een acceptabel risico. In het kader van de Arbeidsomstandighedenwet zijn er diverse mogelijkheden om handhavend op te treden, waaronder eis tot naleving (art. 27), stillegging van het werk (art. 28) of last onder dwangsom (art. 28a). Ook in het kader van het boorprogramma kan de Inspecteur Generaal der Mijnen last onder dwangsom opleggen bij niet-naleving van de Mijnbouwwet (art. 132).

Concluderend betekent dit dat er de komende maanden geen (proef)boringen naar schaliegas plaats zullen vinden. Er zullen ook geen onomkeerbare stappen worden gezet. Met de specifieke aandachtspunten die SodM bij de vergunninghouder heeft neergelegd, waarop getoetst zal worden, en de mogelijkheden om op de veiligheid van het ingediende boorprogramma handhavend op te treden zijn de instrumenten voorhanden om de veiligheid te waarborgen. Ik kan u aangeven dat, indien blijkt dat er sprake is van onacceptabele risico's, er geen boringen naar schaliegas zullen plaatsvinden.

Op deze manier waarborg ik – samen met de toezichthouder - dat er geen proefboringen plaats zullen vinden totdat de veiligheid is verzekerd en afdoende rekening is gehouden met de onderzoeksresultaten van de aardbevingen in het Verenigd Koninkrijk. Voor mij, en ook voor de toezichthouder, staan namelijk bij de boringen veiligheid en zorgvuldigheid voorop.

Daarnaast zeg ik u toe dat ik zorgvuldigheid betracht bij alle nog te nemen besluiten, die nodig zullen zijn om tot daadwerkelijk winning van schaliegas te komen. Daarbij zal ik zorgen dat de communicatie hierover met u, en ook met de andere overheden, op zorgvuldige wijze plaatsvindt.

(w.g.) drs. M.J.M. Verhagen  
Minister van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie

## **Bijlage 2**

### **Vragen stichting SchaliegasVrij Haaren aan SodM**

## **Staatstoezicht op de Mijnen**

### Vragen van de Stichting SchaliegasVRIJ Haaren aan SodM

Vragen en antwoorden:

#### **Vraag 1**

*Het Strategie&Programma 2007 – 2011 van het SodM maakt bij haar strategische doelstellingen (hoofdstuk 5) geen gewag van nonconventionele gaswinning of –opsporing. Is er naar de mening van het SodM desalniettemin voldoende expertise en capaciteit voorhanden?*

#### **Antwoord 1**

SodM had in haar Strategie & Programma 2007-2011, dat vier jaar geleden is opgesteld, inderdaad niet voorzien dat ondernemingen geïnteresseerd zouden kunnen zijn in de opsporing van schaliegas. Wel is er rekening gehouden met de voortdurende ontwikkeling in technieken voor de winning van olie en gas. Schaliegas is een voorbeeld van zo'n ontwikkeling. SodM reserveert tijd voor het volgen van dergelijke ontwikkelingen (zie initiatief 24, kennisopbouw, in het S&P document).

Hoewel de interesse voor schaliegas nieuw is, is er bij SodM voldoende expertise en capaciteit voorhanden om verantwoord toezicht te kunnen houden op de opsporing en winning naar dit type gas. De opsporing en winning van schaliegas is qua techniek namelijk niet afwijkend van conventionele boringen. Het boren, afwerken van het boorgat, hydraulische fracturing, testen en winnen is allemaal gebaseerd op voor SodM bekende technieken. Deze technieken worden al sinds de jaren 60 in Nederland toegepast. Het onconventionele zit hem daarin dat bij schaliegaswinning een ander type gesteente wordt gekraakt (gefracted), namelijk leisteen (schalie) in plaats van een zandsteen. Een andere bijzonderheid is, dat "gewone" gasvelden worden afgedekt door een hard gesteente, dat ervoor zorgt dat een frac uitdooft en niet naar boven kan voortplanten. Bij schalielagen ontbreekt doorgaans zo'n afdekkende laag, waardoor de frac uit de schalielaag kan treden. Door een goede techniek te gebruiken kan dit worden beperkt of voorkomen.

Schalie is dermate slecht doorlatend dat het gas alleen vrijgemaakt kan worden door het gesteente lokaal open te scheuren en zodoende een groter stromingsoppervlak te hebben. Bij schaliegas moet altijd worden gefracted, bij conventionele gasreservoirs wordt dat alleen gedaan indien de toestroming van het gas naar de put onvoldoende is.

Cuadrilla beschikt over een opsporingsvergunning. Deze vergunning is geen carte blanche voor booractiviteiten. Er zijn diverse administratieve verplichtingen aan verbonden, zoals het werkprogramma voor de boring, fracturing en testing. Daarin zal men dienen aan te tonen dat deze activiteiten zo worden verricht dat schade wordt voorkomen; dus ook schade (ongewenste gebeurtenissen) in de ondergrond. Tevens is de mijnonderneming verplicht veiligheids- en gezondheidsdocumenten voor deze activiteiten bij SodM in te dienen waarin onderbouwd wordt hoe de werkzaamheden worden uitgevoerd en hoe de risico's tot een aanvaardbaar niveau worden teruggebracht voor de werknemers zelf maar ook voor de externe omgeving. SodM verifieert in haar inspecties of de onderneming doet wat hij zegt.



## **Staatstoezicht op de Mijnen**

### **Vraag 2**

*Waar onder de Wabo het ministerie van EL&I de bevoegde instantie is, de minister van EL&I een beleid heeft ter bevordering van opsporing en winning van gas, en ook nog een keer het SodM deel uitmaakt van hetzelfde ministerie, ontstaat een mogelijke belangenverstremming die de publieke geloofwaardigheid van het SodM als bewaker van de veiligheid van de proefboringen ondermijnt. Hoe ziet het SodM dit probleem, en hoe lost zij dit op?*

### **Antwoord 2**

In het Nederlandse staatsbestel valt een rijksinspectiedienst altijd onder de verantwoordelijkheid van een minister (of meerdere ministers). Om verstremming van beleid en toezicht te voorkomen rapporteert een inspectiedienst nooit aan een beleidsdirectie, maar aan de hoogste ambtenaar, de Secretaris-Generaal. Dat is ook het geval voor SodM. Deze constructie is verankerd in een Organisatiebesluit en een Mandaatbesluit. De positionering van SodM garandeert een goede functiescheiding tussen beleid en toezicht.

SodM legt van haar werk verantwoording af in een jaarverslag, dat op de website wordt geplaatst en aan het parlement wordt aangeboden.

### **Vraag 3**

*Welke risico-analyse gaat het SodM maken voor de proefboringen door Cuadrilla in Noord-Brabant, gezien:*

- *noviteit en complexiteit van technieken*
- *gebrek aan ervaring van/met deze toezichtgenieter*
- *nabijheid van omwonenden en kwetsbare natuur?*

### **Antwoord 3**

SodM voert in beginsel zelf geen risico-analyses uit. Het is namelijk de taak van de vergunninghouder – in dit geval Cuadrilla – om een risico analyse uit te voeren. Deze analyse is onderdeel van het veiligheids- en gezondheidsdocument (vg-document) als bedoeld in de Arbeidsomstandighedenwet. SodM toetst dit vg-document en daarmee de risico analyse.

- *noviteit en complexiteit van technieken*

zie antwoord vraag 1. SodM volgt de ontwikkelingen over Shalegas in andere landen en zal de informatie die daaruit beschikbaar komt telkens op hun relevantie toetsen voor de situatie in Nederland

- *gebrek aan ervaring van/met deze toezichtgenieter*

SodM heeft nog geen praktijkervaring met deze operator (toezichtgenieter) en zal daarom intensiever toezicht houden, zoals beschreven onder vraag 4.

In dit verband wordt opgemerkt, dat SodM goede contacten onderhoudt met collega-toezichthouders in het buitenland. Als SodM wil weten wat de ervaringen elders zijn met een bepaalde nieuwe operator, dan is dat relatief gemakkelijk te achterhalen. Zo geldt dat ook voor Cuadrilla, die op dit moment boringen uitvoert naar schaliegas in het Verenigd Koninkrijk.

- *nabijheid van omwonenden en kwetsbare natuur?*

De proefboringen vallen onder het Besluit Algemene Regels Milieu Mijnbouw (BARMM). Volgens het BARMM dient de mijnonderneming de activiteit vier weken van te voren te melden aan het

## ***Staatstoezicht op de Mijnen***

Ministerie van EL&I. In de melding omschrijft en onderbouwt de mijnonderneming hoe men aan de milieuregels ten aanzien van bodem, lucht, licht, geluid en externe veiligheid zal gaan voldoen. SodM toetst de melding bij ontvangst op papier en tijdens uitvoering op locatie door inspectie.

Ten aanzien van het risico van meegeproduceerde radioactiviteit wordt het volgende opgemerkt:

Het verschijnsel dat met het meegeproduceerde water bij gaswinning (productiewater) enige natuurlijk radioactiviteit uit de ondergrond mee kan komen, is al jaren bekend uit de "gewone" gaswinning. Daarvoor zijn normen gesteld in het Besluit Stralingsbescherming (van de Kernenergiewet), waarboven een vergunningplicht in werking treedt.

In de praktijk is het productiewater meestal niet vergunningplichtig in het kader van de Kernenergiewet maar wordt het vanwege het hoge zoutgehalte, teruggeïnjecteerd in het gesteente waar het water uit afkomstig is.

In Brabant zal vooralsnog alleen een proefboring naar schaliegas worden uitgevoerd. Het is niet de verwachting dat tijdens een eventuele productietest al radioactieve stoffen in meer dan natuurlijke concentratie mee zullen komen. Bovendien dient al het productiewater opgevangen te worden en na bemonstering te worden afgevoerd naar een erkende verwerker.

### **Vraag 4**

*Als dit project Toezichtcategorie A gaat genieten, hoe wordt dit dan concreet uitgevoerd?*

### **Antwoord 4**

SodM zal extra toezicht houden omdat we hier te maken hebben met een nieuwe mijnonderneming.

In navolging van de brief aan de Minister van EL&I over de veiligheidscheck op boringen n.a.v. de ramp in de GOM is het volgende reeds aan Cuadrilla verzocht:

1. Uitvoeren van een intern onderzoek m.b.t. boor- en andere putactiviteiten.
  - a. In navolging van andere mijnondernemingen werkzaam in Nederland, wordt men verzocht een diepgaand onderzoek/audit uit te voeren over de wijze waarop de boor- en andere putactiviteiten binnen de onderneming worden beheerst, met als doelstelling dat de bestuurder zichzelf ervan overtuigt dat deze activiteiten veilig kunnen worden uitgevoerd. Daarbij moet worden gekeken naar beleid, procedures, materieel, organisatie, competentie van personeel en dergelijke. Dit dient in een schriftelijk verslag te worden ingediend bij SodM.
  - b. In het kader van dit onderzoek wordt men verzocht het 'worst case scenario' binnen de eigen operaties te identificeren en zeker te stellen dat de calamiteitenplannen met alle daarin genoemde voorzieningen adequaat zijn voor dit scenario.
  - c. Er wordt van de bestuurder van de mijnonderneming verwacht persoonlijk de resultaten van het bovenstaande onderzoek toe te lichten, door middel van een presentatie bij SodM. Op basis van de resultaten van het onderzoek en de presentatie zal SodM een oordeel vormen over de kwaliteit en effectiviteit van de beheersmaatregelen binnen de onderneming.
2. Verificatie van vg-zorgsysteem, putontwerp en boorinstallatie.

## **Staatstoezicht op de Mijnen**

Op basis van de resultaten van de door andere mijnondernemingen uitgevoerde interne onderzoeken, is een aantal mijnondernemingen verzocht verificaties uit te voeren t.a.v. hun vg-zorgsysteem, putontwerp en boorinstallatie(s). Onderneming die nog niet eerder boor- of andere putwerkzaamheden in Nederland hebben uitgevoerd, worden verzocht ook deze acties en verificaties uit te voeren waartoe men:

- a. Voor de aanvang van boorwerkzaamheden, een volledige versie van het vg-zorgsysteem bij SodM doet toekomen, dat volledig voorziet in een adequate uitvoering van alle, momenteel voor de onderneming relevante processen, tenminste t.a.v. veldontwikkeling en boor- en putactiviteiten. Hierbij dient men een audit rapport toe te voegen van een onafhankelijke auditor, waaruit blijkt dat het vg-zorgsysteem voldoet aan internationaal erkende normen voor kwaliteit, veiligheid- of milieuzorgsystemen en dat de daarin genoemde beheersmaatregelen uitgevoerd of geïmplementeerd zijn.
- b. Vier weken vóór de aanvang van de boorwerkzaamheden een boorprogramma indient, dat door een 'independent well examiner' is beoordeeld en goedgekeurd op basis van de relevante documenten uit het vg-zorgsysteem en voldoet aan de wettelijke eisen voor het ontwerpen en boren van putten in Nederland.
- c. Daarnaast dient er vier weken vóór aanvang van de boorwerkzaamheden een verklaring te komen van een onafhankelijke en deskundige rig-inspectieorganisatie, waaruit blijkt dat de ingezette boorinstallatie aan alle eisen voldoet, dus zowel aan alle wettelijke eisen, als aan de eisen die de onderneming zelf in het vg-zorgsysteem of vg-bridging document heeft opgenomen, als ook aan de eisen van de booronderneming die in hun vg-document of - zorgsysteem zijn opgenomen.

3. Aanwezigheid van sleutelpersonen in Nederland, tijdens boor- en putwerkzaamheden. In verband met de VGM-risico's bij de geplande boor- en putactiviteiten wordt de Country Manager gevraagd om in Nederland aanwezig te zijn tijdens het uitvoeren van niet-routine of kritische boor- en putactiviteiten. Daarbij wordt er van uitgegaan dat deze in de Kamer van Koophandel geregistreerd staat als bestuurder van de onderneming, met alle bevoegdheden die daarbij horen. In de staf (en in Nederland) zitten op elk moment mensen die aantoonbare ervaring hebben met de activiteiten die de onderneming zelf plant en/of uitvoert of laat uitvoeren en die volledig in staat zijn alle contractors aan te sturen die voor de onderneming mijnbouwkundige activiteiten uitvoeren. Dit betekent bijvoorbeeld dat bij de planning en uitvoering van een boring in de eigen staf senior mensen zijn opgenomen met grote en aantoonbare ervaring op het gebied van drilling operaties en drilling engineering en tevens in Nederland gevestigd te zijn. Tevens dient in de organisatie een HSE-adviseur / HSE-manager te zijn opgenomen, die direct aan de Country Manager rapporteert en die eveneens in Nederland werkzaam is.

### **Vraag 5**

*In bijlage 1 van het SodM document BMP04 (pagina 8) wordt gesteld dat voor verkenningsonderzoek bij de uitvoering volstaan zal worden met reageren op Incidenten en Klachten (nl. door beoordeling van de klachten en het uitvoeren van eigen onderzoek). Acht het SodM dit in het onderhavige project voldoende?*

### **Antwoord 5**

## **Staatstoezicht op de Mijnen**

Hier is sprake van een misverstand. Verkenningsonderzoek is iets anders als "opsporingsonderzoek". Opsporingsonderzoek houdt in dat er een boring wordt uitgevoerd. Verkenningsonderzoek is beperkt tot seismisch onderzoek. Dat houdt in, dat er een soort echoscopie van de ondergrond wordt gemaakt. Op basis van trillingen wordt de ondergrond in kaart gebracht en wordt vastgesteld waar de meest kansrijke boring geplaatst kan worden. Cuadrilla wil echter geen "verkenningsonderzoek", maar een "opsporingsonderzoek" (boring) uitvoeren.

### **Vraag 6**

*In de opsporingsvergunning staat dat volgens TNO de kwaliteit van de geologische onderbouwing van de aanvraag van Cuadrilla beperkt is, maar dat TNO dat "wel aanvaardbaar" acht gezien het gebrek aan ervaring binnen Nederland. Hoe gaat het SodM het in te dienen boorplan van Cuadrilla beoordelen, in het licht van deze onzekerheid?*

### **Antwoord 6**

TNO doelt in haar advies op de "geologische risico's". Deze geologische risico's hebben betrekking op de kans van het aantreffen van gesteentelagen waarin aardgas aanwezig kan zijn op een bepaalde diepte en niet op de kans op schade. Het rapport van TNO heeft dus geen gevolgen voor de wijze waarop SodM het boorplan zal beoordelen.

### **Vraag 7**

*Door autoriteiten op het gebied van hydraulisch fractureren wordt microseismische monitoring gezien als belangrijk instrument om de veiligheid van fractureren te verhogen. Door op deze manier te documenteren hoe ver de fractures propageren in verticale en horizontale richting wordt gewaarborgd dat de fractures tot de doelformatie beperkt blijven, zonder tot communicatie met bovenliggende formaties te leiden, met risico's van verontreinigingen. Bovendien zal kennis van de lateralisatie van de fractures onontbeerlijk zijn voor het bepalen van een winningsscenario, mn. voor het bepalen van het benodigde aantal winningsputten. Toch zegt Cuadrilla dit te lastig en te duur te vinden. Kan het SodM microseismische monitoring aan de uitvoerder opleggen?*

### **Antwoord 7**

Het bevoegd gezag (EL&I) en toezichthouder SodM zullen alleen maatregelen "afdwingen" als deze redelijk en billijk zijn en in verhouding staan tot de risico's. Microseismisch monitoren is alleen op een goede manier mogelijk als er een tweede put is waarin de seismometers geplaatst kunnen worden in nabijheid van de te fraccen formatie. Het is echter in eerste instantie aan Cuadrilla om aan te tonen dat de fractures niet tot verontreinigingen (schade) leiden. Cuadrilla heeft daarvoor ook gegevens nodig uit de nog uit te voeren boring. SodM zal de motivering van Cuadrilla verifiëren, zonodig met een contra-expertise van TNO (adviesgroep EL&I).

### **Vraag 8**

## **Staatstoezicht op de Mijnen**

*Op welke manier kan het SodM aan Cuadrilla waarborgen opleggen ter borging van de risico's van schaliegaswinning, zoals die ervaren zijn in de VS en Canada (o.a. blow-outs, ondergrondse verontreiniging van grondwater, verontreiniging van oppervlaktewater en bodem)?*

### **Antwoord 8**

SodM legt geen waarborgen op, daarvoor is de Mijnbouwwet. Deze bevat het raamwerk voor een veilige opsporing en winning van delfstoffen. Dit raamwerk wordt nader uitgewerkt in het Mijnbouwbesluit en de Mijnbouwregeling. Het is primair aan Cuadrilla om deze regels na te leven en SodM ziet erop toe, dat Cuadrilla zich houdt aan deze regels.

De regelgeving in Nederland is niet vergelijkbaar met de regelgeving in de VS.

### **Vraag 9**

*Kunnen door het SodM 'bovenwettelijke'eisen gesteld worden aan Cuadrilla indien die eisen dienen ter zekerstelling van de veiligheid van milieu, omgeving, en omwonenden?*

### **Antwoord 9**

Nee. Het zou vreemd zijn als we in Nederland naast de regels die er zijn, nog "bovenwettelijke eisen" gaan stellen. Het is standaard al zo, dat alle redelijke maatregelen genomen moeten worden om schade bij boren te voorkomen (art.67 Mijnbouwbesluit). SodM kan daarnaast ingrijpen mocht er een "ernstige aantasting van veiligheid en milieu" ontstaan of dreigen te ontstaan (Mijnbouwwet, art. 50). Zie ook vervolgvraag 11.

### **Vraag 10**

*Worden bij het beoordelen van de toelaatbaarheid van chemische stoffen voor het hydraulisch fractureren de REACH criteria aangehouden? Welke grenzen cq. eisen worden gesteld aan de beschikbaarheid van humaan en "environmental" toxicologisch onderzoek, op te slaan en te gebruiken concentraties en hoeveelheden, beschikbaarheid van Material Safety Data sheets, en andere veiligheidsaspecten van deze potentiële verontreinigingen?*

### **Antwoord 10**

Stoffen en mengsels, die in de Europese Unie op de markt, verhandeld en of gebruikt worden, vallen sinds juni 2007 onder de Europese Verordening REACH. REACH staat voor Registratie, Evaluatie, Autorisatie CHEmicaliën. De strafbepalingen zijn opgenomen in hoofdstuk 9 van de Wet milieubeheer. Daarnaast speelt ook de Europese Verordening CLP een rol. CLP is de afkorting van Classification, Labelling (etikettering) en Packaging. Voor meer informatie wordt verwezen naar de website: <http://stoffenbeleid.nl/onderwerpen/reach/>. Deze verordeningen gelden zowel op land als op zee en zijn ook van toepassing op mijnbouwactiviteiten zoals bij de exploratie en winning van schaliegas. De Minister van EL&I, waaronder het SodM ressorteert, heeft geen bevoegdheid om in dit EU kader stoffen of mengsels voor gebruik goed te keuren. SodM toetst in haar toezicht of de gebruikte chemicaliën geregistreerd zijn en gebruikt worden conform REACH.

## **Staatstoezicht op de Mijnen**

### **Vraag 11**

*Hoe wordt het toezicht zo ingericht dat het SodM meteen kan ingrijpen indien nodig ter voorkoming van milieu- en/of gezondheidsschade?*

### **Antwoord 11**

Indien in het toezichtproces van SodM (bijv. tijdens het dagelijks volgen van de booractiviteiten via het dagrapport, n.a.v. meldingen of tijdens inspecties) blijkt dat er onmiddellijk gevaar c.q. schade voor de omgeving, werknemers dreigt te ontstaan dan is SodM bevoegd de werkzaamheden stil te leggen totdat dit gevaar is weggenomen. Zij kan hiertoe zelfs dwangsommen opleggen bij het nalaten van het doorvoeren van correctieve maatregelen door de in overtreding zijnde onderneming.

### **Vraag 12**

*Hoe gaat het SodM met belanghebbenden (gemeentelijke overheid, omwonenden) communiceren over inspectiebevindingen?*

### **Antwoord 12**

SodM publiceert sinds 2010 de bevindingen na afloop van een inspectieproject (thema-inspectie die bij meerdere mijnondernemingen worden uitgevoerd). Deze zijn terug te vinden op de website [www.sodm.nl](http://www.sodm.nl)

## **Bijlage 3**

### **Korte toelichting over REACH**



# REACH: Nieuwe regels voor chemische stoffen

Informatie voor professionele gebruikers van stoffen



Arbeidsinspectie

VRM  Inspectie

 voedsel en waren autoriteit

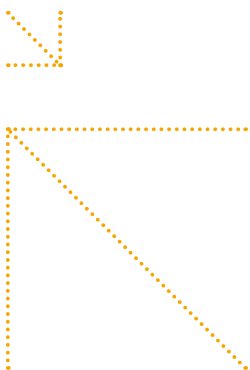






# REACH: Nieuwe regels voor chemische stoffen

**Informatie voor professionele gebruikers van stoffen**



### **Wat is er veranderd?**

Er zijn nieuwe regels voor chemische stoffen. Deze staan in de Europese verordening REACH, die vanaf 1 juni 2007 gefaseerd in werking treedt. REACH staat voor **R**egistratie, **E**valuatie en **A**utorisatie van **C**hemische stoffen. De Europese Verordening vervangt eerdere regels, zoals de Wet milieugevaarlijke stoffen (Wms). De kern is dat álle bedrijven die te maken hebben met chemische stoffen er voor moeten zorgen dat er zo veilig mogelijk kan worden gewerkt met die stoffen. Dat geldt voor fabrikanten, importeurs en distributeurs. Maar het geldt ook voor professionele gebruikers van chemische stoffen en preparaten, zoals verf, schoonmaakmiddelen, oplosmiddelen, thinner, chloor, zuren en logen. Daarom is REACH ook relevant voor uw bedrijf. In deze brochure kunt u lezen wat de regels inhouden en welke gevolgen ze hebben voor uw bedrijf.

### **Wat houdt REACH in?**

De kern van de verordening is dat een bedrijf dat chemische stoffen produceert, verwerkt of verhandelt, aan klanten doorgeeft hoe men veilig (en gezond) met de stof kan werken. Deze klant-de professionele gebruiker - zal de risico's moeten kennen en maatregelen moeten treffen om die risico's te beheersen.

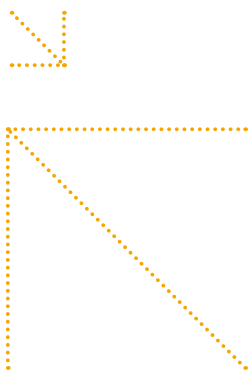
Van veel chemische stoffen zijn onvoldoende gegevens beschikbaar over schadelijkheid en risico's. Er komt daarom een Europees registratiesysteem van stoffen, preparaten en producten.

Bijna elke stof waarvan meer dan 1 ton per jaar in de EU wordt geproduceerd of geïmporteerd, moet worden geregistreerd bij het Europees Agentschap voor chemische stoffen in Helsinki (ECHA). Voor iedere geregistreerde stof moet de producent of importeur een *Veiligheidsinformatieblad (VIB)* opstellen. Daarin staat hoe men zonder risico's voor veiligheid en gezondheid met de stof kan werken.

### **Wat betekent dit voor gebruikers van chemische stoffen?**

Als professionele gebruiker moet u de veiligheids- en gezondheidsmaatregelen nemen die uw leverancier voor dit gebruik aanbeveelt. Die informatie vindt u in het *Veiligheidsinformatieblad (VIB)*, in het Engels; *Material Safety Data Sheet*, of *MSDS*. De leverancier is verplicht zo 'n blad bij het product mee te leveren. Deze veiligheidsbladen bestaan nu al, maar zullen de komende tijd een wijziging ondergaan als gevolg van REACH. Die wijziging houdt in dat een VIB straks een beschrijving moet bevatten van het zogenoemde 'geïdentificeerd' gebruik van een stof. Dat is het gebruik waarvoor de fabrikant de stof heeft ontwikkeld. In het veiligheidsblad beschrijft hij dit gebruik, de risico's die aan dit gebruik verbonden zijn en de maatregelen die nodig zijn om deze risico's te beheersen.

Wilt u de stof of het preparaat voor een andere toepassing gebruiken, dan kunt u dit het beste melden aan uw leverancier. Dan kan deze dat



als een nieuw geïdentificeerd gebruik opnemen in het veiligheidsinformatieblad en daarvan de risico's en de maatregelen beschrijven.

#### **Wat moet u als professionele gebruiker doen?**

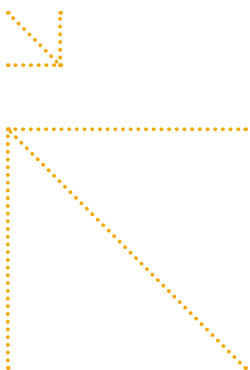
Voor een goed arbeidsomstandighedenbeleid moet u als de werkgever inzicht hebben in de risico's van de gevaarlijke stoffen die in uw bedrijf aanwezig zijn. VIB's zijn een ideaal hulpmiddel bij het opstellen van de RI&E (RisicoInventarisatie & Evaluatie) en het daarbij behorende plan van aanpak.

#### **Wat u altijd al moest doen was:**

- Een overzicht maken van de chemische stoffen (of preparaten) waarmee u werkt en per stof de toeleveranciers in beeld brengen. Vaak is een eerste opzet hiervoor al aanwezig in uw bedrijf in de vorm van een map met (bestaande) Veiligheidsinformatiebladen (VIB's). Een nuttig hulpmiddel hierbij is de zogenaamde "Stoffenmanager" (te vinden op [www.stoffenmanager.nl](http://www.stoffenmanager.nl)).
- Uw werknemers informeren over de gevaren en risico's van de stoffen waarmee zij werken.
- Maatregelen nemen om uw werknemers te beschermen als zij met chemische stoffen werken. (Denk hierbij in volgorde van belangrijkheid aan maatregelen zoals het zoeken naar een alternatieve stof die minder gevaarlijk is, afzuiging of persoonlijke beschermingsmiddelen)

De Veiligheidsinformatiebladen (VIB) zullen allemaal worden aangepast aan de REACH regelgeving, maar dat proces zal geleidelijk gaan en kan wel ruim een jaar in beslag nemen. Op korte termijn kunt u als professionele gebruiker dus nog het bestaande VIB aantreffen. Houd daarom in de gaten wanneer het VIB is gewijzigd. Want dan leest u daarin alles over het geïdentificeerd gebruik en de te nemen veiligheidsmaatregelen.





### Als gevolg van REACH moet u nu ook:

- Veranderde veiligheids- en gezondheidsmaatregelen in uw bedrijf doorvoeren en uw werknemers instrueren over deze maatregelen. In de nieuwe VIB's kunnen namelijk nieuwe maatregelen beschreven zijn om uw werknemers te beschermen.
- Als uw toepassing van de chemische stof niet door de producent als 'geïdentificeerd' gebruik is opgenomen, dit doorgeven aan de leverancier van het product. Dan kan deze het gebruik alsnog als nieuw geïdentificeerd gebruik opnemen. U kunt ook zelf een rapport opstellen over gebruik, risico's en maatregelen en dit opsturen naar het Europees agentschap voor chemische stoffen.

### Wie controleert of u zich aan REACH houdt?

De Arbeidsinspectie, de VROM-inspectie en de Voedsel en Waren Autoriteit houden samen toezicht op de naleving van REACH bij alle bedrijven. De Arbeidsinspectie concentreert zich daarbij op professionele gebruikers van stoffen en preparaten, zoals u. De komende jaren neemt de Arbeidsinspectie dit onderwerp mee bij meer algemene inspecties in uw bedrijf.

### Meer informatie

Op de website [www.reach-helptdesk.nl](http://www.reach-helptdesk.nl) is meer informatie te vinden die kan helpen bij de invoering van REACH. Bij de REACH-helptdesk kunt u ook telefonische vragen stellen via 070-3735905. Daarnaast houden brancheorganisaties zich actief bezig met REACH. Dit kan variëren van het informeren van bedrijven tot beschrijvingen van wat te doen en hoe dit aan te pakken. Ook zijn er kant en klare hulpmiddelen ontwikkeld om u te helpen bij het invoeren van REACH in uw bedrijf. Zie hiervoor: [www.reach.startpagina.nl](http://www.reach.startpagina.nl).

Voor meer informatie over de controles van de Arbeidsinspectie: [www.Arbeidsinspectie.nl](http://www.Arbeidsinspectie.nl) [zie button 'Reach' op de homepage]







**De handhaving van REACH is een samenwerkingsverband van de Arbeidsinspectie, Voedsel en Waren Autoriteit en de VROM-Inspectie.**

## **Bijlage 4**

### **Quote Schlumberger**



Client: <b>IF Technology</b>	Well Name: <b>IF Technology</b>	Job Type: <b>Hydraulic Fracture_Vertical_Single</b>
------------------------------	---------------------------------	---

THE ESTIMATED CHARGES AND DATA SHOWN BELOW ARE SUBJECT TO CORRECTION BY SCHLUMBERGER.

	Description	UOM	Qty	Price	Discount	Amount
1 Engineers	<b>Technical Engineer</b>					
	12 hours job charge	DAY	1	1,200.00	0%	1,200.00
1 Supervisors	<b>Field Specialist</b>					
	12 hours job charge	DAY	7	828.00	0%	5,796.00
2 Lab/ Electrician	<b>Lab/Elect. Technician</b>					
	12 hours job charge	DAY	14	650.00	0%	9,100.00
6 Operators	<b>Equipment Operator</b>					
	12 hours job charge	DAY	42	560.00	0%	23,520.00
	<b>Personnel Accomodation Charges</b>					
	Accomodation charge	DAY	70	120.00	0%	8,400.00
<b>Total Personnel Charges</b>						<b>48,016.00</b>

6 Units	<b>Single Pump Unit (2000 HHP rated)</b>					
	12 hr minimum job	JOB	6	4,500.00	0%	27,000.00
1 Unit	<b>Centrifugal Pump &lt; 3000 l/min</b>					
	Job charges	JOB	1	650.00	0%	650.00
1 Set	<b>3in High Pressure Treating Iron</b>					
	Job charges	JOB	1	2,000.00	0%	2,000.00
1 Unit	<b>High Pressure Manifold</b>					
	Job Charges	JOB	1	1,500.00	0%	1,500.00
1 Unit	<b>Air Compressor</b>					
	Job charges	JOB	1	625.00	0%	625.00
1 Unit	<b>GelStreak - On-the-fly Gel Mixing Unit</b>					
	Job charges	JOB	1	4,200.00	0%	4,200.00
1 Unit	<b>Gas Operated Relief Valve, 3in</b>					
	Job charges	JOB	1	2,500.00	0%	2,500.00
1 Units	<b>Pressure Relief Valve, 2"</b>					
	Job charges	JOB	1	410.00	0%	410.00
1 Unit	<b>FracCAT Monitoring Unit</b>					
	Job charges	JOB	1	3,000.00	0%	3,000.00
2 Unit	<b>Sand Silo 22m3 Load Volume</b>					
	Job charges	JOB	2	650.00	0%	1,300.00
1 Unit	<b>Pressurized Sand Silo 40m3 Load Volume</b>					
	Job charges	JOB	1	870.00	0%	870.00
1 Unit	<b>Liquid Additive Trailer</b>					
	Job charges	JOB	1	1,800.00	0%	1,800.00
2 Units	<b>190 m3 Pillow Tank</b>					
	Job charges	DAY	14	900.00	0%	12,600.00
1 Unit	<b>80 or 70 m3 Frac Tank</b>					
	Job charges	DAY	7	630.00	0%	4,410.00
<b>Total Equipment Charges</b>						<b>62,865.00</b>

<b>Proppant Handling</b>						
	Loading and unloading charge	Tons	75	50.00	0%	3,750.00
<b>Fluid Mixing Charges</b>						
	Mixing charge based on batch or continous mixed fluids	M <sup>3</sup>	400	57.50	0%	23,000.00
<b>Fluid Pumping Charges</b>						
	Corrosive/abrasive fluids	M <sup>3</sup>	300	60.00	0%	18,000.00
	Non corrosive	M <sup>3</sup>	100	35.00	0%	3,500.00
<b>Total Pumping Charges</b>						<b>48,250.00</b>

<b>Equipment Mobilization Charges</b>						
	Mobilizations Charges (estimated)	EA		third party cost + handling fee		
	De-mobilizations Charges (estimated)	EA		third party cost + handling fee		
<b>Total Transportation Charges</b>						third party cost + handling fee

<b>Total Chemical Charges</b>				34,707.00	0%	<b>34,707.00</b>
-------------------------------	--	--	--	-----------	----	------------------

<b>Proppant Charges</b>						
	Sinterlite 20/40	Ton	75	1,250.00	0%	93,750.00
<b>Total Proppant Charges</b>						<b>93,750.00</b>

**Field Ticket Total (EUR): 287,588.00**

COST ESTIMATE ABOVE IS BASED ON THE FOLLOWING ASUMPTIONS:

Frac Fluid	ThermaFRAC	350 m3
Frac proppant	Sinterlite 20/40	75 Ton
Operating Time		7 days
Standby Time		0 days
Personnel		10 people
Number of Units Mobilized		23 Trucks

## **Bijlage 5**

### **Mijnbouwbesluit hoofdstuk 4**

## Mijnbouwbesluit

### Hoofdstuk 4 Meten van bodembeweging (artikelen 30-33)

#### 4.1 Metingen met het oog op bodembeweging (artikelen 30-32)

##### Artikel 30

- **1.**De uitvoerder verricht metingen naar bodembeweging ten gevolge van het winnen van delfstoffen of aardwarmte als bedoeld in [artikel 41 van de wet](#). De metingen worden verricht overeenkomstig een meetplan.
- **2.**De uitvoerder dient het meetplan in bij Onze Minister voor ieder voorkomen waaruit wordt gewonnen.
- **3.**Het meetplan behoeft de instemming van Onze Minister alvorens met de winning wordt aangevangen.
- **4.**Onze Minister beslist over het meetplan binnen acht weken na indiening ervan. De instemming is van rechtswege gegeven, indien Onze Minister niet binnen de instemmingstermijn een beslissing heeft genomen. De instemming van rechtswege wordt voor de mogelijkheid van bezwaar en beroep gelijkgesteld met een besluit als bedoeld in [artikel 1:3, eerste lid, van de Algemene wet bestuursrecht](#).
- **5.**Onze Minister kan de instemming onder beperkingen geven en aan zijn instemming voorschriften verbinden.
- **6.**Het meetplan beslaat de termijn van de winning en de daarop volgende dertig jaren. De uitvoerder actualiseert het meetplan gedurende de periode van winning en de daarop volgende vijf jaren jaarlijks en verstrekt daarvan voor 1 november afschrift aan Onze Minister. Onze Minister kan de uitvoerder een aanwijzing geven omtrent de tijdstippen waarop en de plaatsen waar gemeten wordt.
- **7.**Het meetplan bevat tenminste een beschrijving van:
  - o **a.**de tijdstippen waarop de metingen worden verricht;
  - o **b.**de plaatsen waar gemeten wordt, en
  - o **c.**de meetmethoden.
- **8.**Een van de tijdstippen, bedoeld in het zevende lid, onderdeel a, ligt voor de aanvang van de winning.
- **9.**Bij ministeriële regeling kunnen nadere regels worden gesteld omtrent het meetplan.

#### Artikel 31

- **1.**De uitvoerder draagt ervoor zorg dat de metingen op een zorgvuldige en betrouwbare wijze plaatsvinden.
- **2.**De uitvoerder overlegt de resultaten van de eerste meting, bedoeld in [artikel 30, achtste lid](#), uiterlijk twee weken voor de aanvang van de winning aan de inspecteur-generaal der mijnen.
- **3.**De uitvoerder overlegt de resultaten van de metingen twaalf weken na het verrichten van de metingen aan de inspecteur-generaal der mijnen.
- **4.**Bij ministeriële regeling kunnen nadere regels worden gesteld omtrent de inhoud van en de wijze van verstrekking van de meetresultaten.

#### Artikel 32

De [artikelen 30](#) en [31](#) zijn van overeenkomstige toepassing op de opslag van stoffen