

Kennistafel
CO₂-opslag Barendrecht

einddocument

Kennistafel

CO₂-opslag Barendrecht

einddocument

Auteur	: drs. A. Deelen
Afdeling	: Expertisecentrum
Datum	: april 2009

1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel en opzet van de Kennistafel	5
1.3	Opzet van het Einddocument	6
1.4	Verhouding Kennistafel tot andere, formele stappen	6
2	Resultaten cluster 'externe veiligheid'	7
2.1	Schadelijkheid van CO ₂ voor de mens	7
2.2	Mogelijke oorzaken van het vrijkomen van CO ₂ , onder hoge druk en onder lage druk	8
2.3	Modellering van het vrijkomen en verspreiden van CO ₂	8
2.4	Risiconormering in Nederland	9
2.5	Risico's van de buisleidingen	9
2.6	Incidenten en preparatie op incidenten	10
3	Resultaten cluster 'veiligheid diepe ondergrond'	11
3.1	Vergelijkbare projecten	11
3.2	Het volgen van de concept richtlijn CCS van de EU	11
3.3	Beperking toekomstig ruimtegebruik	12
3.4	Beheersing van druk in het reservoir	12
3.5	Corrosiemanagement	13
3.6	Reacties in reservoir en caprock	13
3.7	Bodembeweging	14
3.8	Integriteit en geschiktheid van de putten voor het beoogde project in Barendrecht	14
3.9	Afsluiting van verlaten putten met het oog op lange termijn monitoring	15
4	Resultaten cluster 'monitoring'	16
5	Resultaten locatiekeuze	18
5.1	Visie initiatiefnemer	18
5.2	Visie deskundigen Barendrecht	19

Bijlage 1 -	Deelnemers Kennistafel CO ₂ -opslag Barendrecht (externe veiligheid)	20
Bijlage 2 -	Deelnemers Kennistafel CO ₂ -opslag Barendrecht (ondergrond)	21
Bijlage 3 -	Deelnemers Kennistafel CO ₂ -opslag Barendrecht (monitoring)	22
Bijlage 4 -	Toetsingskader gemeente Barendrecht - ordening vragen t.b.v. clusters Kennistafel	23
Bijlage 5 -	Cluster Externe Veiligheid – ordening van vragen uit het Toetsingskader	41
Bijlage 6 -	Cluster Ondergrond – ordening van vragen uit het Toetsingskader	42
Bijlage 7 -	Cluster Monitoring – ordening van vragen uit het Toetsingskader	43
Bijlage 8 -	Brief RIVM - Hoofd Centrum Externe Veiligheid, Ir. C. M. van Luijk, d.d. april betreffende Vragen over CO ₂ -modellering Barendrecht	44
Bijlage 9	Brief Algemeen directeur Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond, J.D. Berghuijs, d.d. 23 maart 2009 betreffende Extern veiligheids- advies inzake CO ₂ -opslag Barendrecht en Barendrecht-Ziedewij	50
Bijlage 10	Brief Shell CO ₂ Storage B.V. d.d. 26 maart 2009 met bijgevoegd “Addendum toetstafel Barendrecht: CO ₂ concentraties kritische locaties; Maximale effectafstand”, rapportage Tebodin d.d. 24 maart 2009	63
Bijlage 11	Brief Shell CO ₂ Storage B.V. d.d. 6 maart 2009, betreffende “bijdrage Kennistafel: rekenschap EU richtlijn CCS”	82
Bijlage 12	Bijlage bij brief Shell CO ₂ Storage B.V. d.d. 6 maart 2009, betreffende “bijdrage Kennistafel: rekenschap EU richtlijn CCS”	85
Bijlage 13	Brief Shell CO ₂ Storage B.V. d.d. 9 maart 2009, betreffende “toelichting Toetsingskader CO ₂ -opslag: hydrostatische reservoirdruk”	88
Bijlage 14	Brief Shell CO ₂ Storage d.d. 25 maart 2009, betreffende “bijdrage Kennistafel: corrosiebeheer putten en opslagreservoir”	90

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Door de gemeente Barendrecht is een aantal extern deskundigen ingeschakeld ter formulering van de vragen die beantwoording behoeven alvorens de gemeente in juni 2009 tot een principebesluit kan komen. Deze vragen zijn samengebracht in het zgn. gemeentelijk "Toetsingskader". Deze vragen zijn reeds geformuleerd voordat het definitieve MER door de initiatiefnemer op 11 december 2008 is ingediend.

In het Bestuurlijk Afstemmingsoverleg CO₂-opslag Barendrecht (BCO₂) is besloten om voor de bespreking van een groot deel van deze vragen een zogenaamde 'kennistafel' in te richten. Doel van de Kennistafel is om voor de vragen die in principe vallen binnen de reikwijdte van het MER tot een gezamenlijke bespreking, discussie en zo mogelijk gezamenlijke beantwoording te komen door de deskundige deelnemers van de verschillende overheden en van de initiatiefnemer.

1.2 Doel en opzet van de Kennistafel

De Kennistafel is bedoeld om kennis te delen en niet bedoeld om op voorhand tussen de betrokken deskundigen op alle punten tot overeenstemming te komen. Het primaat lag op:

- het scherper in beeld krijgen van de vragen uit het Toetsingskader van de gemeente die, ook na lezing van het MER, nog een verduidelijking of toelichting vragen. De initiatiefnemer heeft op basis van de bespreking aan de Kennistafel een aantal toelichtende notities opgesteld, c.q. door de overheden is een aantal onderwerpen in notities beschreven. Aangezien het geen formele aanvullingen zijn op het MER of de vergunningaanvragen, maar wel wezenlijk onderdeel van de beantwoording van het Toetsingskader, zijn deze bijdragen als bijlagen bij dit einddocument opgenomen;
- het voor de deskundigen van de gemeente Barendrecht scherper in beeld krijgen van wat voor hen cruciale aandachtspunten blijven, ook na de bestudering van het MER en de daarop aan de Kennistafel verkregen toelichting. Deze aandachtspunten vormen de basis van de advisering van hen aan de gemeente Barendrecht over de zienswijze van de gemeente naar aanleiding van het MER;
- het voor de vergunningverleners en de Commissie MER helder maken wat de achtergrond is van de vragen in het Toetsingskader van de gemeente Barendrecht en welke onderwerpen speciale aandacht behoeven bij de beoordeling van de volledigheid en objectiviteit van de informatie in het MER, in het Toetsadvies van de Commissie MER en bij de verwerking in (de considerans van) de ontwerpvergunningen. Dit Einddocument met bijlagen van de Kennistafel zal om die reden ter kennisneming worden gebracht van de Commissie MER en de vergunningverleners.

In de maand februari 2009 zijn in een viertal bijeenkomsten vragen besproken in de clusters:

- externe veiligheid;
- ondergrond;
- monitoring ;
- locatiekeuze.

Voor ieder cluster zijn als deelnemers uitgenodigd de extern deskundigen van Barendrecht, specialisten die namens de initiatiefnemer hebben gewerkt aan de voorbereiding van het MER en specialisten van verschillende betrokken overheidsdiensten (bijlagen 1 t/m 3).

1.3 Opzet van het Einddocument

Dit einddocument is een weerslag van hetgeen er tijdens de Kennistafel is besproken. Het is opgebouwd vanuit de vier clusters waarover de vragen uit het Toetsingskader zijn verdeeld. Per cluster zijn deelonderwerpen onderscheiden. Per deelonderwerp zijn de resultaten van de bespreking samengevat.

Tijdens de bijeenkomsten van de Kennistafel bleek het voor veel vragen uit het Toetsingskader mogelijk een gezamenlijk antwoord te formuleren. Soms was daartoe het verkrijgen van nadere informatie noodzakelijk. Deze nadere schriftelijke toelichting of verduidelijking die door de initiatiefnemer of een van de betrokken overheden is ingebracht is als bijlagen bij dit Einddocument gevoegd. Daar waar relevant is in de tekst van het Einddocument aangegeven welke vraagpunten voor een of meer deelnemers na de bespreking zijn blijven bestaan.

Inherent richt dit Einddocument zich op de discussiepunten. Veel vragen uit het Toetsingskader konden positief en zonder nadere discussie met de informatie uit het MER worden beantwoord. Naast dit einddocument zal in een afzonderlijk document de specifieke beantwoording per vraag uit het Toetsingskader worden opgenomen.

Het Toetsingskader van de gemeente Barendrecht kent naast 'vragen', de zogenaamde 'eisen'. Deze zijn aan de Kennistafel maar in beperkte mate aan de orde gekomen. Naar hun aard lenen deze zich meer voor het overleg tussen partijen. Zij zullen worden "toegewezen", ter agendering in het per eis relevante besluitvormingstraject (vergunningen, wetgeving en private afspraken): hierover wordt een afzonderlijk document gemaakt.

De tekst van het Einddocument is zoveel mogelijk gebaseerd op de visies zoals deze door de verschillende aanwezige deskundigen zijn ingebracht. De eindverantwoordelijkheid voor de formulering van dit Einddocument berust bij de vertegenwoordigers van de DCMR Milieudienst Rijnmond, als initiatiefnemer voor de Kennistafel.

1.4 Verhouding Kennistafel tot andere, formele stappen

In de komende maanden zal in het proces van besluitvorming over het project "CO₂-opslag in Barendrecht" nog een aantal stappen worden gezet. In ieder van deze stappen zullen onderwerpen die aan de kennistafel besproken zijn opnieuw aan de orde komen en verder worden uitgewerkt. De verhouding van de Kennistafel en de vastlegging daarvan in dit Einddocument tot deze verdere stappen kan als volgt worden geschetst:

- zienswijze van de gemeente Barendrecht naar aanleiding van het MER: de inhoud van de zienswijze betreft voor een deel onderwerpen die ook aan de Kennistafel besproken zijn. Het betreft die onderwerpen waarover a. tijdens de Kennistafel niet een gemeenschappelijk en eenduidig inzicht bestond of nog niet alle relevante informatie beschikbaar was, dan wel waarover b. de gemeente expliciet behoefte heeft om van de Commissie MER in haar Toetsadvies een oordeel over de volledigheid en objectiviteit van de in het MER beschikbare informatie te ontvangen;
- Toetsadvies Commissie MER: het secretariaat heeft als toehoorder deelgenomen aan enkele bijeenkomsten van de Kennistafel. De werkgroep van de commissie die is belast met de opstelling van het Toetsadvies over dit MER zal de informatie uit deze bijeenkomsten en de informatie uit dit Einddocument benutten bij de opstelling van haar Toetsadvies;
- ontwerpvergunningen: op basis van het Toetsadvies van de Commissie MER zullen de bevoegde gezagen ontwerpvergunningen voorbereiden. Over zorgpunten uit de discussie van de Kennistafel kan het bevoegd gezag via bijvoorbeeld vergunningvoorwaarden duidelijkheid scheppen. Dit heeft bijvoorbeeld betrekking op eisen ten aanzien van de monitoring door de initiatiefnemer.

2 Resultaten cluster 'externe veiligheid'

Bij dit cluster zijn circa 35 vragen (bijlage 5) uit het Toetsingskader aan de orde gekomen. Deze vragen hebben betrekking op de volgende deelonderwerpen.

2.1 Schadelijkheid van CO₂ voor de mens

Voor de schadelijkheid van CO₂ bestaat momenteel nog geen officiële Nederlandse norm.

Het MER geeft in Bijlage 6 (Externe Veiligheid) sub 2.2 (Toxiciteit van CO₂ – de probitrelatie) aan dat er verscheidene informatiebronnen zijn die aangeven vanaf welke concentratie er nadelige effecten op de gezondheid optreden. Er is in dit MER, zoals te doen gebruikelijk, verder geen inschatting gemaakt van andere gezondheidseffecten dan de letale effecten. Aan de Kennistafel is geconstateerd dat er voldoende reden is om de mogelijke effecten op de gezondheid van de bewoners in de nabije omgeving als gevolg van een emissie en bijgevolg blootstelling wel inzichtelijk te maken. Gezien de nabijheid van een bewoond gebied en het mogelijk vrijkomen van belangrijke hoeveelheden CO₂ in een calamiteitsscenario achten de deelnemers van de Kennistafel het gewenst om hierover in het kader van de besluitvorming vroegtijdig duidelijkheid te scheppen. Dit punt wordt hierna verder uitgewerkt.

In het MER is de gebruikte probit relatie toegelicht uitgaande van een vooropgestelde conservatieve aanname met 2 ankerpunten (het overlijden van 1% van de mensen die 30 minuten worden blootgesteld aan een atmosfeer van 5% CO₂ enerzijds, en een 100% letaliteit bij 30 minuten blootstelling aan 10% CO₂). Het eerste ankerpunt werd mondeling verduidelijkt tijdens het kennistafeloverleg. Voorts is onduidelijk hoe de parameter "n" is berekend in de probitrelatie: de waarde voor "n" is namelijk niet gebaseerd op letaliteit maar op incapacitation". Er is geen bewijs dat de relatie $C^n \times T$ voor incapacitation dezelfde is als voor letaliteit.

Tijdens de bijeenkomst van de Kennistafel is:

- afgesproken het RIVM te vragen expliciet haar oordeel over de gehanteerde veronderstelling ten aanzien van de letale effecten te geven. Het RIVM heeft naar aanleiding van dit verzoek in een brief dd. april 2009 (bijlage 8) aangegeven dat de gebruikte veronderstelling conservatiever is dan de in 2007 door het RIVM voorgestelde concentratiegrenzen en de huidige inzichten en dus naar verwachting niet leidt tot een onderschatting van het risico, dat wil zeggen dat de werkelijke effecten naar verwachting niet groter zullen zijn dan de nu veronderstelde effecten;
- geconstateerd dat de normering van het Nederlandse risicobeleid gebaseerd is op letale effecten. In het MER zijn dan ook uitsluitend de letale effecten uitgewerkt. Door de deskundigen van de gemeente Barendrecht is aangegeven dat ook de niet-letale effecten in de beoordeling van het project moeten worden betrokken. Door alle deelnemers aan de Kennistafel is onderschreven dat het inzicht in deze effecten essentieel is voor de transparantie naar de burgers, voor de besluitvorming over het project door bestuurders en voor de preparatie van de hulpdiensten. De deskundigen van Barendrecht hebben daarenboven aandacht gevraagd voor de mogelijke psychosomatische klachten die het gevolg kunnen zijn van de risicoperceptie van bewoners, vergelijkbaar met dergelijke effecten bij locaties van mogelijke bodemverontreiniging. In de visie van de deskundigen had aan de niet-letale effecten meer aandacht moeten worden besteed in het MER. De gemeente zal dit in haar zienswijze dan ook signaleren;

- vastgesteld dat het inzicht in de mogelijke gezondheidseffecten een normaal onderdeel is van de besluitvorming over ruimtelijke plannen en vergunningaanvragen. Ten behoeve van het bevoegd gezag wordt in dergelijke gevallen door de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond (VRR) een beoordeling van het groepsrisico uitgevoerd en wordt in dat kader de omvang van de mogelijke gezondheidseffecten in beeld gebracht. Door de bevoegde gezagen Wet Milieubeheer is de VRR inmiddels gevraagd deze beoordeling uit te voeren; in haar advies naar aanleiding van het MER heeft de VRR een eerste beoordeling hiervan uitgevoerd (bijlage 9). De VRR heeft haar analyse gebaseerd op nadere berekeningen van de maximale omvang van de effectgebieden. Tevens is aangegeven wat het effect kan zijn op het vermogen tot vluchten van burgers.

2.2 Mogelijke oorzaken van het vrijkomen van CO₂, onder hoge druk en onder lage druk

Gezamenlijk is geconcludeerd dat het MER en in het bijzonder bijlage 6 een gedetailleerde analyse bevat van de mogelijke oorzaken van het vrijkomen van CO₂ ten gevolge van de bovengrondse installaties en handelingen. Gezamenlijk is geconcludeerd dat het MER alle mogelijke, huidig denkbare oorzaken heeft beschreven. Daarmee kunnen de vragen uit het Toetsingskader van de gemeente Barendrecht op dit punt worden beantwoord.

2.3 Modellering van het vrijkomen en verspreiden van CO₂

In het MER zijn de in Nederland voorgeschreven modellen voor het analyseren van alle denkbare scenario's van het vrijkomen en verspreiden van CO₂ gehanteerd. Deze modellen zijn geschikt voor dit type activiteiten. Wel bestond er bij de bespreking aan de kennistafel behoefte om van het RIVM een bevestiging te verkrijgen van de juistheid van de gewijzigde parameterfile die het heeft mogelijk gemaakt om de uitstroombenaderingen voor superkritische CO₂ te modelleren met het voorgeschreven rekenmodel Safeti-NL. Het RIVM heeft middels in een nadere brief d.d. april 2009 ten behoeve van de deelnemers van de Kennistafel aangegeven dat de parameterfile met betrekking tot de dispersieberekeningen door haar is aangepast om de berekeningen met dit model voor dit doel te kunnen uitvoeren (zie bijlage 8). De opsteller van het MER heeft deze door het RIVM aangeleverde parameterfiles gehanteerd. Tevens heeft het RIVM aangegeven dat de gekozen modellering van de uitstroming van CO₂ bij een breukopening een conservatieve benadering is.

Uit de resultaten blijkt dat indien er bij een incident CO₂ zou vrijkomen de verspreiding van CO₂ vrijwel altijd onder een relatief hoge druk plaatsvindt, waardoor bij de verspreiding al actieve menging met de lucht plaatsvindt en dat de niveaus waarbij voor de mens letale effecten kunnen optreden, zich alleen voordoen in de directe nabijheid van de compressoren en van de injectieput. Zoals hiervoor al is aangegeven, is tijdens de bespreking van de Kennistafel afgesproken dat voor een aantal aspecten, zoals de omvang van de effectgebieden en het verspreidingsgebied in relatie tot bijvoorbeeld tunnels in de woonwijk zekerheidshalve nog specifiekere berekeningen over de concentraties en maximale effectafstanden zullen worden uitgevoerd. Deze aanvullende berekeningen, in opdracht van de initiatiefnemer zijn als bijlage bij dit einddocument gevoegd (bijlage 10), maar zijn nog niet betrokken bij de eerste beoordeling door de Veiligheidsregio bij haar wettelijke taak ter beoordeling van het groepsrisico (zie bijlage 9). Dit dient plaats te vinden in het verdere proces van de voorbereiding van de vergunningen en het ruimtelijk besluit voor de uitvoering van het project.

2.4 Risiconormering in Nederland

Gehanteerd zijn de geldende, landelijke normen met betrekking tot het plaatsgebonden risico en het groepsrisico. Aan deze landelijke normen wordt grotendeels voldaan. Wel vindt bij de integrale leidingentunnel Benelux (in aanbouw) in het buisleidingstracé nabij het Vaanplein in een enkele variant een overschrijding van de oriëntatiewaarde van het groepsrisico plaats. Door de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond heeft conform de wettelijke verplichtingen reeds een eerste beoordeling van het groepsrisico en ook van deze overschrijding plaatsgevonden; deze zal worden uitgewerkt op basis van de nader beschikbare informatie (zie bijlage 9). Actie VRR.

2.5 Risico's van de buisleidingen

Tijdens de Kennistafel zijn de analyses met betrekking tot de mogelijke risico's van de buisleidingen gedetailleerd besproken. De initiatiefnemers hebben de intentie gebruik te maken van de meest recente inzichten rond het ontwerp en het beheer van buisleidingen. De borging van de integriteit van de leidingen vindt dan plaats door een veelheid van maatregelen. Hierbij kan gedacht worden aan bewaking van het watergehalte, de kathodische bescherming en visuele inspecties.

Tijdens de kennistafel is gebleken dat momenteel gewerkt wordt aan een specifieke wettelijke regeling voor buisleidingen (de AMvB Buisleidingen); momenteel is nog onduidelijk of deze regeling ook geheel betrekking heeft op CO₂-buisleidingen. Voorts wordt via een Joint Industry Project, waarvan Shell en het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) mede sponsors zijn, gewerkt aan het opstellen van een best practice voor transport van CO₂ via een pijpleiding. In de loop van 2009 zal dit uitmonden in een Recommended Practice voor CO₂-pijpleidingen. Het onderzoeksproject heeft een wereldwijde dimensie en wordt geleid door DNV. De initiatiefnemers hebben aan de kennistafel aangegeven op de hoogte te zijn van deze ontwikkelingen; de Recommended Practice gaat met name over hoge druk leidingen, waarvan in dit geval geen sprake is. Zij hebben toegezegd zich bij het ontwerp en het beheer van de buisleidingen te zullen conformeren aan de huidige en redelijkerwijze te verwachten wettelijke regelingen en Recommended Practices, voorzover relevant. In het MER zijn ze hierop al zoveel mogelijk vooruitgelopen. Actie: OCAP in het kader van monitoring en beheer van de buisleiding.

Er is momenteel nog een gebrek aan gegevens voor het bepalen van de precieze faalkansen bij buisleidingen in leidingtunnels. Om deze reden zijn bepaalde aannames gedaan in de bijlagen bij het MER. Het RIVM is naar aanleiding van deze discussie gevraagd om verduidelijking te geven ten aanzien van deze faalkansen van leidingtunnels. De nadere informatie van het RIVM is als bijlage 8 bij dit Einddocument gevoegd. Het RIVM geeft in haar beoordeling aan dat de in het MER gebruikte, gecorrigeerde faalfrequentie te optimistisch genoemd kan worden, voornamelijk omdat de gemaakte aannames niet correct zijn of niet voldoende konden onderbouwd worden. Dit betekent dat het MER bij de leidingtunnels naar verwachting een onderschatting geeft van de risico's. Actie: de initiatiefnemer dient een herberekening te maken van de risico's op basis van de door het RIVM aangegeven standaard faalfrequentie

Aandachtspunt is derhalve een mogelijke overschrijding van de oriëntatiewaarde van het groepsrisico ter plekke van de Integrale Leidingen Tunnel Benelux (in aanbouw); over de aanvaardbaarheid hiervan zal een beoordeling worden gegeven door de VRR. Indien noodzakelijk zal via preventieve maatregelen of monitoringmaatregelen hier naar verwachting actie kunnen worden genomen om de effecten te reduceren. Acties: 1. VRR beoordeling van de eventuele overschrijding van het groepsrisico, 2. Staatstoezicht op de Mijnen/VROM beoordeling maatregelen in het kader van de beoordeling of de buisleiding kan worden vrijgegeven voor gebruik.

Tijdens de kennistafel is geconstateerd dat goede beheersafspraken noodzakelijk zijn tussen Shell, OCAP als beheerder van de buisleiding en de eigenaar van de Buisleidingstraat (SBN). Deze afspraken zijn door deze organisaties voorzien. Actie: Shell, OCAP, SBN en de controlerende overheden.

2.6 Incidenten en preparatie op incidenten

Besproken zijn enkele incidenten die zich de laatste jaren met CO₂ hebben voorgedaan. Deze strekken zich uit van grootschalige incidenten (Kameroen) tot kleine lekkages van leidingen. In het MER zijn deze incidenten genoemd. In een recent DNV-rapport 'Mapping of potential HSE issues related to large-scale capture, transport and storage of CO₂' zijn de incidenten die wereldwijd bekend zijn ook opgenomen, waarbij ook is aangegeven om welke hoeveelheden het daarbij ging.

Gezamenlijk is vanuit deze informatie over die incidenten nagegaan of er zich rond het transport, de injectie en de opslag van CO₂ in het project CO₂-opslag Barendrecht vergelijkbare situaties zouden kunnen voordoen en of daarmee in de analyse voldoende rekening gehouden is. De gezamenlijke conclusie was dat de incidenten onvergelykbaar zijn met de situatie in Barendrecht. De context waarin CO₂ vrijkwam bij die incidenten dan wel de hoeveelheden die daarbij konden vrijkomen zijn onvergelykbaar met de situatie in Barendrecht. Teneinde incidenten uit de pers juister te kunnen interpreteren zijn de deskundigen van Barendrecht er voorstander van dat dit nader wordt toegelicht en de vergelijking met Barendrecht wordt gemaakt t.a.v. hoeveelheden CO₂ die maximaal kunnen vrijkomen en de lokale condities van Barendrecht in vergelijking tot de beschreven incidenten. Deze info kan ertoe bijdragen dat het publiek zich niet nodeloos zorgen maakt over gevaren die geen relatie hebben met dit project.

Actie: de initiatiefnemer zal in het kader van de beantwoording van de individuele vragen uit het Toetsingskader nog een aparte notitie hierover maken.

In het MER is aangegeven dat een van de risicoscenario's betrekking heeft op de uitstroming van CO₂ uit de put (blow out), zowel in de fase van de CO₂-injectie als in de fase nadat de injectie is gestopt. Tijdens de Kennistafel is gesproken over de beheersmaatregelen en interventievoorzieningen in geval een blow-out van de injectieput zich zou voordoen. Door de initiatiefnemer werd een korte toelichting gegeven op de mogelijke effecten van een blow out (zoals beschreven in bijlage 6 bij het MER) en de ervaring die in de mijnbouwindustrie is opgedaan met de mogelijke maatregelen ter reductie van het effect van een blow out. De deskundigen van Barendrecht achten dit een zo wezenlijk punt dat in hun visie meer aandacht gegeven moet worden aan de mogelijkheden en onmogelijkheden om maatregelen te nemen. Actie: Shell in overleg met Staatstoezicht op de Mijnen.

Samenvattend

Dit betekent dat aan de Kennistafel voor het Cluster Externe Veiligheid drie punten naar voren gekomen zijn die bij de vervolgstappen van het project bijzondere aandacht vergen. Dit betreft:

- **het in kaart brengen van niet-letale gezondheidseffecten, de gebiedsomvang waar deze zich zouden kunnen voordoen en de mogelijkheden van hulpverlening in die situaties. Deze analyse zal met name door de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond in het kader van de vergunningverlening en de ruimtelijke inpassing worden uitgevoerd.**
- **de risico's van de buisleidingen in het bijzonder bij de leidingtunnels. Mogelijk is er sprake van een onderschatting van de risico's. Los daarvan dienen een afweging plaats te vinden van de eventueel benodigde maatregelen om deze risico's of de effecten te beperken. Dit vergt nadere afstemming tussen de initiatiefnemer en de bevoegde overheden.**
- **de effecten en mogelijke maatregelen bij een uitstroming van CO₂ uit de put (blow out).**

3 Resultaten cluster ‘veiligheid diepe ondergrond’

Tijdens de bijeenkomst van de Kennistafel van 13 februari jl zijn de vele vragen uit het Toetsingskader met betrekking tot de ondergrond (bijlage 6) aan de orde gekomen.

Deze vragen hebben betrekking op de volgende deelonderwerpen.

3.1 Vergelijkbare projecten

De initiatiefnemers hebben diverse projecten bestudeerd en samengevat in o.m. hoofdstuk 2, appendix 1 van deelrapport 3. Er bestaat ter wereld geen tweede project dat in al z'n facetten vergelijkbaar is met het voorgenomen project in Barendrecht. Wel zijn de uit andere projecten bekende elementen van ondergrondse gasopslag, CO₂-injectie en in verband met Enhanced Oil Recovery (waarna de CO₂ ook opgeslagen blijft), hoge druk transport etc. gehanteerd voor het onderhavige project. Ook werd er als vergelijking verwezen naar de Ondergrondse Gasopslag Alkmaar UGS dat onder bewoond gebied ligt. De publieke acceptatie wordt als uiterst belangrijk ervaren. Mede een reden dat de initiatiefnemer deelneemt aan het CATO2-project (CO₂ Afvang, Transport en Opslag), waarin risicoperceptie een onderdeel is.

Vanuit de Kennistafel zijn bij dit deelonderwerp geen punten geadresseerd die nadere aandacht behoeven; SodM heeft voor de deelnemers van de Kennistafel inzicht gegeven in de opslag van gas onder bewoond gebied (Alkmaar/Bergermeer).

3.2 Het volgen van de concept richtlijn CCS van de EU

De initiatiefnemer houdt rekening met de aanstaande EU-richtlijn, vanuit het principe van “Best Beschikbare Regelgeving” (BBR); dit betekent dat naast de richtlijn ook andere regelgeving wordt toegepast. De richtlijn zal waarschijnlijk van kracht worden tijdens de looptijd van het project. Ook is naar vermogen gekeken naar alle andere internationale wetgeving, zoals OSPAR en London Convention protocol. Een lastig operationeel te maken punt betreft het adagium in de EU-richtlijn van het “opslaan voor de eeuwigheid”, met als verantwoordelijkheid voor een initiatiefnemer te monitoren totdat de gemeten waarden “tenderen naar een stabiele eindsituatie”.

Shell heeft op verzoek van de deskundigen van Barendrecht een document opgesteld waarin wordt aangegeven op welke wijze zij rekenschap zal geven van de EU Directieve. Het document (definitieve versie d.d. 6 maart, zie bijlagen 11 en 12) geeft op hoofdlijnen de intenties weer van de initiatiefnemer, refererend naar de verscheidene secties uit het EU ontwerpdocument. Daaruit komt naar voren dat op alle onderdelen van de ontwerp-richtlijn in de MER een antwoord is gegeven. Een nadere invulling hiervan zal gebeuren als onderdeel van de vergunningverlening.

Voor het project in Barendrecht zal op grond van de te stellen vergunningvoorwaarden de initiatiefnemer ter beoordeling van de overheid plausibel dienen te maken dat sprake is van een stabiele eindsituatie en dat de monitoring-inspanningen op basis daarvan kunnen worden aangepast c.q. verminderd. Actie: Ministerie van Economische zaken en Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) in het kader van de te verlenen vergunningen.

3.3 Beperking toekomstig ruimtegebruik

De initiatiefnemer heeft in het MER aandacht besteed aan ander ruimtegebruik en de (on)mogelijkheden daarvoor in de toekomst. De winning van drinkwater is ter plekke van het project niet voorzien (gezien de aanwezigheid van brak/zout grondwater). Het gebruik als CO₂-opslaglocatie betekent dat eventueel gebruik van geothermie onder het reservoir, waarbij met voorzieningen door het gasreservoir geboord moet worden, niet meer voor de hand ligt, ook niet in geval van een blijvend leeg reservoir.

De Rijks-, provinciale en gemeentelijke overheid hebben voor het gebruik van de ondergrond van het gebied van het project momenteel geen specifiek beleid geformuleerd. SodM zoekt nog uit hoe ander (ruimte)gebruik geborgd is.

Tevens is het markeren van de afgesloten putten aan de orde geweest om (graaf)incidenten in de toekomst te voorkomen. De putten zullen afgesloten worden volgens de regels van de normale Mijnbouwwet-regelingen, aangevuld met een 'pancake'. Gezien het risico dat bijvoorbeeld door graafwerkzaamheden de verlaten putten beschadigd kunnen worden is aan de Kennistafel de wens uitgesproken dat wordt voorzien in de nodige markering via herkenningpunten en een lange termijn afscherming. Verder is de vraag aan de orde gekomen of beperkingen gelden voor de bovengrond boven verlaten putten. Mag hierboven bijvoorbeeld een woning worden gebouwd? Zijn andere bouwactiviteiten toegelaten?

Uit de nadere informatie die van de SodM is verkregen, is gebleken dat:

- er een officiële registratie plaatsvindt van voormalige gaswinputten, dit zou ook voor deze injectieputten gelden;
- vereist wordt dat de initiatiefnemer een injectieput uiteindelijk zodanig ondergronds afsluit dat deze niet meer kwetsbaar is voor beschadiging bij bovengrondse activiteiten;
- er momenteel geen formele belemmeringen zijn om boven een definitief afgesloten injectieput te bouwen.

3.4 Beheersing van druk in het reservoir

In het MER en tijdens de kennistafel is nadrukkelijk aangegeven dat er in beginsel een relatieve onderdruk heerst in het reservoir ten opzichte van de hydrostatische poriedruk in het omliggend en afsluitend gesteente. Deze onderdruk-situatie zorgt ervoor dat er geen stroming van CO₂ uit het reservoir door drukverschillen zal plaatsvinden. De reservoirdruk wordt altijd gegeven voor een 'referentiediepte' per reservoir. Alle gehanteerde drukgegevens worden ten opzichte van deze referentiediepte gerapporteerd. Bijvoorbeeld 8 bar minder dan de initiële druk is dus op de referentiediepte (1700 m in Barendrecht). Op het hoogste en laagste punt van het reservoir zijn er in dit geval andere drukverschillen omdat CO₂ zwaarder is dan het oorspronkelijke gas. Ter illustratie; op het hoogste punt (~1650 m) zal de druk circa 10 bar minder dan initieel zijn en op het diepste punt (~1710 m) van het gasvoerende reservoir circa 7.5 bar. De mogelijkheid is aanwezig dat de druk door natuurlijke processen op de langere termijn zal toenemen.

De verwachting is dat dit op een tijdschaal van honderden tot duizenden jaren of zelfs nog veel langer zal plaatsvinden. In aangrenzende aquifers is geen meetbaar effect in de poriewaterdruk vastgesteld tijdens de gaswinning. In de voor het MER gebruikte modellen wordt daarom aangenomen dat in het reservoir na beëindiging van de CO₂-injectie geen opbouw van het hydrostatische drukverloop tot de initiële waarden van voor de gaswinning kan plaatsvinden. In het monitoringsprotocol ter vaststelling van (tenderen naar) een stabiele eindsituatie dient hieraan om die reden aandacht te worden geschonken.

De deskundigen van de gemeente Barendrecht hebben op dit punt naar voren gebracht dat de metingen waarop deze veronderstelling in de modellen is gebaseerd gedurende een relatief korte periode (de periode van gaswinning) hebben plaatsgevonden. Een (zeer) kleine verandering in de poriedruk in de aangrenzende aquifers, die niet wordt gemeten, kan op langere termijn een indicatie zijn dat wel degelijk instroming in het reservoir plaatsvindt. Dit zal resulteren in drukopbouw in het reservoir. Het uiteindelijke resultaat zou in dat geval kunnen tenderen naar het oorspronkelijke hydrostatische drukverloop. Het is in hun visie dus maar zeer de vraag of op een tijdschaal van honderden jaren de aanname van onveranderlijke druk in het reservoir juist is.

Omdat de informatie in het MER en de referentiedocumenten is opgenomen, maar soms (te) technisch is verwoord zal Shell in duidelijke bewoordingen (als organisatorische maatregel) uitleggen waarom er geen sprake is van een hoge druk situatie c.q. de omgevingsdruk afdoende is om het reservoir te beschermen. De perceptie dat de CO₂-injectie zal leiden tot een hogere druk in de ondergrond dan de omgevingsdruk is in hun visie onjuist. De injectie zal leiden tot een volume CO₂, opgesloten in de porieruimte van het reservoirgesteente, waarvan de druk lager is dan de druk in het omringende gesteente (bijlage 13).

3.5 Corrosiemanagement

Gevraagd naar corrosie door CO₂ en de beheersing daarvan heeft de initiatiefnemer aangegeven dat het geïnjecteerde CO₂ droog is, het dauwpunt continu wordt bewaakt (zoals besproken tijdens de Kennistafel over het onderwerp 'monitoring') en ook het reservoir vrijwel geen vloeistoffen bevat. Er is daarenboven gerekend aan de cementdegradatie voor putten, die erg laag is en op een gegeven moment door hermineralisatie stopt. Het systeem is niet onderhevig aan erosie omdat de dynamiek daarvoor ontbreekt. Door de pancake-plug (waarbij de stalen verbuizing en het cement geheel worden verwijderd over de lengte van de plug in de afsluitende laag) worden de putten geheel gescheiden van het reservoir en kan eventuele corrosie geen weg meer naar het oppervlak vinden. Tenslotte zal er gedurende de injectieperiode jaarlijks middels metingen in de put de kwaliteit van staal en cement worden gemonitord.

Er zal door de initiatiefnemers nog apart inzicht worden gegeven in het beheer van corrosie tijdens transport en opslag (bijlage 14).

3.6 Reacties in reservoir en caprock

Het CO₂ zal na injectie verblijven in de porieruimte (de minuscule ruimtes tussen de zandkorrels in het zandsteen), lost maar gedeeltelijk op in het aanwezige porie-water, mineraliseert gering en gaat geen reacties aan met bijvoorbeeld CH₄. Na bijvoorbeeld 100 jaar zal de porieruimte voor het overgrote deel nog steeds met zuivere CO₂ gevuld zijn.

Wat betreft aantasting van de 'caprock' (de afsluitende laag) is door TNO uitgebreid gerekend in het kader van de voorbereiding van het MER. In het 'worst case' scenario zou een eventuele scheur maar voor een klein deel in de caprock treden. Dit is berekend voor het geval dat er geïnjecteerd wordt met CO₂ met een temperatuur lager dan 5 graden Celsius. Deze aanname komt niet overeen met het opslagplan waarbij gesteld is dat het CO₂ geïnjecteerd wordt met een temperatuur gelijk aan de reservoirtemperatuur. Aanvullende studies – waarbij ook rekening is gehouden met het niet-elastisch gedrag van gesteente – geven aan dat er een kleine kans bestaat op scheurvorming maar dat deze scheuren zich zullen ontwikkelen binnen het reservoir en niet erbuiten. De lagere spanningstoestand in het reservoir ten opzichte van de caprock zorgt ervoor dat een mogelijke scheur zich niet ontwikkelt in de caprock.

Verder wordt door middel van het beheersen, beveiligen en monitoren van de bovengrondse en ondergrondse putdruk en het injectiedebiet zeker gesteld dat onder de 'fracture' condities wordt geïnjecteerd. Deze beheersing zal nog nader aan de orde moeten worden gesteld tijdens de kennistafel rond 'monitoring'.

Er vindt geen chemische degradatie van de caprock plaats, hooguit een remineralisatie van een klein deel van de caprock, waardoor de doorlatendheid tevens afneemt. Dit is modelmatig vastgesteld.

Een lekkage door de caprock wordt vastgesteld via secundaire monitoring (plaatsing van instrumenten boven of in de caprock is technisch niet mogelijk). Het risico op lekkage door de caprock is vrijwel uitgesloten. Als er al lekkage door het caprock optreedt zal er sprake zijn van secundaire containment in de bovenliggende lagen (overburden) en het CO₂ niet terechtkomen in de biosfeer. De put is een waarschijnlijker lekpad, dus daar wordt extra monitoring toegepast (zie onderdeel 4. cluster 'monitoring').

Aan de Kennistafel is besproken dat de genoemde pancakeplug niet meer mogelijk is voor BRT 2A. In het Opslagplan is aangegeven dat de put goed is ("Put BRT-2A (een historische sidetrack) is beoordeeld op de aanwezige risico's. De 7" liner is goed gecementeerd en de cement achter de casing is in orde. De put is volledig gecementeerd (van 220 meter tot 1520 meter) en getest tot 230 bar"). SodM zal bij de beoordeling van het Opslagplan beoordelen of put 2A nadere (technische) aandacht behoeft.

Door de deskundigen van Barendrecht is aan de Kennistafel aangegeven dat zij zien dat door deskundigen van Shell en van TNO op een zeer grondige wijze onderzoek gedaan is naar de reacties in het reservoir en de eventuele aantasting van de caprock. Alle relevante rapportages zijn door de initiatiefnemer openbaar gemaakt als referentiedocumenten bij het MER.

De deskundigen van Barendrecht zijn van mening dat, gelet op het karakter van het project, de bevindingen in dit onderzoekmateriaal nadrukkelijk dienen te worden onderworpen aan een onafhankelijke wetenschappelijke beoordeling door een bredere groep van deskundigen. Hierbij zou ook nadrukkelijk moeten worden betrokken de waarde die aan modelberekeningen kan en mag worden toegekend voor het doen van uitspraken over fysische en chemische processen en de daaraan gerelateerde effecten op zeer lange termijn.

De deskundigen van Barendrecht menen dat in het AMESCO rapport hierover behartenswaardige uitspraken worden gedaan. Hieruit komt naar voren dat met name de lange termijn voorspellingen ten aanzien van het fysische en chemische gedrag van het CO₂ reservoir nog vol zitten met tal van onzekerheden. Het doorschuiven van deze onzekerheden naar de (verre) toekomst past niet in het uitgangspunt van duurzaam handelen.

3.7 Bodembeweging

De kans dat schade optreedt door bodemstijging na de CO₂-injectie wordt door de initiatiefnemer in het MER uiterst gering geacht. Hiervoor is gekeken naar de (bodem)karakteristiek van de omgeving, de productiegeschiedenis van de gasvelden en de geringe daling tot nu toe (hooguit 2 centimeter). Onderzoeken door onafhankelijke onderzoeksbureaus (Geodelft, TNO) hebben in het verleden aangetoond dat bodemdaling door gaswinning niet leidt tot directe schade aan huizen. Daarbij werd bodemdaling beschouwd die een ordegrrootte hoger was dan de geringe bodembeweging boven Barendrecht en Barendrecht Ziedewij. In het wettelijke Meetplan bodembeweging is de meetstrategie voor het vaststellen van de omvang van de bodembeweging vastgelegd (zie onderdeel 4 cluster 'monitoring').

3.8 Integriteit en geschiktheid van de putten voor het beoogde project in Barendrecht

Op dit moment is niet duidelijk aan welke specifieke wettelijke voorwaarden een put moet voldoen indien sprake is van het converteren van een bestaande put (bestemd voor gasproductie) naar een injectieput voor CO₂ in superkritische fase. Op grond van het Mijnbouwbesluit en de geschiktheidseisen, zoals opgenomen in de ontwerptekst van de EU Directieve (Proposal Doc. 17168/08 van 15 januari 2009 met betrekking tot "Geological storage of carbon dioxide") moeten zowel de injectie- als de monitoring put als "fit for purpose" gedurende de hele levensduur van de put worden bestempeld.

Over de integriteit van de putten zal door Shell nadere informatie moeten worden verstrekt aan SodM in onder meer het wettelijk werkprogramma voor converteren van de putten. SodM zal aan de kennistafel extra informatie sturen rond de verankering van putintegriteit in de Nederlandse wetgeving.

3.9 Afsluiting van verlaten putten met het oog op lange termijn monitoring

Er is op dit moment, naast het voorstel door de initiatiefnemer tot gebruik van de pancakeplug en monitoring, nog geen duidelijkheid over de (inter)nationale procedures en praktijken die voorzien zijn inzake putafsluiting en verzegeling met het oog op lange termijn monitoring.

Het voorkomen c.q. beheersen van lekkage via verlaten putten dient te worden benaderd vanuit een zeer-lange-termijn perspectief, en met extra aandacht voor die putten die niet met een pannenkoekplug werden afgesloten. In dat kader is specifiek gesproken over put BRT-2A die conform conventionele richtlijnen werd afgesloten met een cementplug. Bezien moet worden of gelet op het fit-for-purpose dit een afdoende borging betekent tegen putlekkage binnen het kader van een zeer lange termijn ondergrondse opslag is. Via de beoordeling van het Opslagplan door SodM (besproken tijdens de kennistafel over 'monitoring') wordt hieraan aandacht besteed.

Samenvattend

De ondergrond is aan de Kennistafel een intensief besproken onderwerp geweest. De MER- en referentiedocumenten bevatten de noodzakelijke achtergronden, maar zijn tegelijkertijd niet altijd even makkelijk te doorgronden.

Ten aanzien van de lange termijn voorspellingen over het fysisch en chemisch gedrag van het CO₂-reservoir zijn aan de Kennistafel een aantal vragen gesteld onder andere met betrekking tot de drukopbouw in het reservoir en de eventuele aantasting van de caprock. Shell heeft aangegeven dat van de onderzoekers een hoge mate van integriteit mag worden verondersteld en dat een onafhankelijke toets plaats heeft via de Commissie MER en de wettelijke adviseurs. De deskundigen van Barendrecht zijn van mening dat, gelet op het karakter van het project, de bevindingen in dit onderzoekmateriaal nadrukkelijk dienen te worden onderworpen aan een onafhankelijke wetenschappelijke beoordeling. Op deze wijze kan het wetenschappelijk debat gericht op verder onderzoek en wetenschappelijke consensusvorming worden gestimuleerd.

Er zijn voorts een aantal specifieke punten naar voren gekomen die nadere aandacht van onder meer de vergunningverleners behoeven. Dit betreft bijvoorbeeld de afsluiting van put BRT-2a.

4 Resultaten cluster monitoring

Op 20 februari 2009 zijn de vragen rond monitoring aan de orde geweest. Shell heeft in een Integraal Monitoringprotocol alle onderwerpen samengebracht waarvan het noodzakelijk of gewenst is de voortgang te volgen. Het protocol is een samenstel van de parameters die voortvloeien uit de risico-analyse, nodig zijn voor procescontrole, bodembeweging en gebruikt worden voor bijvoorbeeld monitoring onder het emissiehandelssysteem (van die laatste is ook de structuur/cyclus overgenomen). Het is een plan zoals ook de ontwerprichtlijn van de EU voorschrijft.

In dit protocol is tevens aangegeven welke acties worden genomen indien bepaalde signaalwaarden of actiewaarden worden overschreden. De precieze (numerieke) waarden dienen deels nog te worden bepaald, in een aantal gevallen zal dit voortvloeien uit eisen van de overheid in het kader van vergunningverlening.

Bij de deelnemers van de kennistafel bestond waardering voor dit document. Met dit document kan een groot aantal vragen uit het toetskader over 'monitoring' beantwoord worden.

Tijdens de bespreking zijn geen nieuwe onderwerpen naar voren gekomen waarmee Shell nog geen rekening had gehouden. Wel is voor sommige onderwerpen de vraag gesteld of niet langduriger of intensiever zou moeten worden gemonitord. Dit betreft bijvoorbeeld de monitoring van de reservoirdruk 'Bottom Hole Pressure' (BHP). Shell zal nog nagaan of daarvoor een continue meting gehanteerd kan worden. Ook is nog put 2A aan de orde gesteld, welke nadere aandacht zal krijgen van SodM tijdens de beoordeling van het Opslagplan (zie hierboven punt 3.6 en 3.9).

Er is wel een aantal aandachtspunten naar voren gekomen waarover de kennistafel geen uitspraak kan doen. Deze punten behoeven nader overleg tussen de gemeente en de initiatiefnemer of zullen een onderwerp van de vergunningverlening zijn. Te denken valt aan:

- wel of niet extra monitoren in verband met louter publieke perceptie, bv kelders van woningen. Shell heeft daartoe geen voorstellen gedaan, maar wil hierover graag het oordeel van de betrokken overheden vernemen;
- het protocol gaat uit van een continu gegevensverzameling en –analyse vanaf het begin van de injectie. De deskundigen van Barendrecht zijn van mening dat de ervaring en monitoringresultaten met het eerste veld dient te leiden tot een evaluatiemoment waarbij een expliciet go-no go punt wordt ingebouwd, alvorens de beslissing over de tweede fase (Ziedewij) wordt genomen;
- een vergelijkbare integrale inspectiebenadering van de zijde van de overheden lijkt wenselijk ten opzichte van de situatie dat iedere overheid afzonderlijk met Shell in discussie treedt over de monitoringresultaten. Door de deskundigen van Barendrecht is gevraagd om vanuit de overheid een instantie aan te wijzen die het voortouw neemt bij een lange termijn toezichtprogramma. Actie: bevoegde gezagen (provincie, SodM);
- tijdens de kennistafel is geconstateerd dat het protocol met name de opslag behelst en dus nog een verdere uitbreiding vergt op het gebied van het transport c.q. OCAP's aandeel in het project. De deskundigen van de gemeente Barendrecht hebben in die zin gevraagd naar een globaal monitoringprotocol, dat een overzicht biedt van alle monitoringactiviteiten van de initiatiefnemer Shell, de contractor OCAP en eventuele andere uitvoerende partijen om duidelijkheid te hebben in het hele proces. Actie: Shell/OCAP;
- het protocol en ook de ontwerprichtlijn van de EU gaan er vanuit dat na injectie de monitoring afneemt. Voor Barendrecht is belangrijk om vast te leggen dat na overdracht van de locatie van Shell aan de Rijksoverheid de laatste zich verantwoordelijk voelt om de dan nog relevante monitoring te continueren;

- door de deskundigen van Barendrecht is voorgesteld om een overkoepelend gezondheids-, veiligheids- en milieubeheerssysteem op te zetten voor het gehele project. Daarmee kunnen de locatiespecifieke risico's goed geëvalueerd worden en kunnen gepaste beheersmaatregelen ingepland om eventuele risico's te managen. Van de zijde van Shell is daarop aan de Kennistafel aangegeven dat in dit voorstel voorzien is. Shell heeft ruime ervaring met HSE-managementsystemen en de mijnbouw dient als enige industrie op basis van de wet een veiligheids- en gezondheidsmanagementsysteem te voeren (Shell koppelt daar doorgaans tevens een milieuzorgsysteem aan o.b.v. ISO 14001). Dat systeem zal een verankering vinden in het wettelijk VG-document (internationaal bekend als een 'safety case'), waarvan de vooraankondiging in de vorm van het wettelijke Voorontwerprapport is ingediend bij SodM. De deskundigen van Barendrecht stellen voor dat Shell Storage B.V. reeds in een vroege fase (bij de vergunningverlening) nagaat in welke mate de beoogde Safety Case alle elementen bevat van een goed onderbouwd HSE management systeem, zoals dat kort is weergegeven in de zienswijze op het MER van de gemeente Barendrecht.

Samenvattend

Uit dit cluster 'monitoring' is geconstateerd dat een gedegen aanzet tot monitoring is gedaan door de initiatiefnemer. Passend in het dynamische karakter van het Integraal Monitoringsprotocol zal het een nadere aanvulling krijgen vanuit de instanties die de afzonderlijke vergunningaanvragen beoordelen, de zienswijzen of anderszins.

Als principieel punt is naar voren gekomen de vraag of de monitoring over het veld Barendrecht moet leiden tot een expliciet go/no go moment alvorens overgegaan wordt tot de voorbereiding van de injectie in het veld Barendrecht Ziedewij. Principieel is ook de vraag of monitoring in woningen moet plaatsvinden, louter vanwege de publieke perceptie; de initiatiefnemer heeft daartoe geen voorstel gedaan in het Integraal Monitoringsprotocol, maar daartoe aan de Kennistafel wel de bereidheid uitgesproken indien dit een wens van gemeente of bewoners zou zijn.

5 Locatiekeuze

Tijdens de Kennistafel is gesproken over de overwegingen van de initiatiefnemer welke hebben geleid tot de keuze voor een demonstratieproject in de gemeente Barendrecht.

Gekoppeld aan de locatiekeuze is ook gesproken over het karakter van het project als 'demonstratieproject'. Heeft de leerervaring van het project met name betrekking op niet-technische aspecten, zoals door de initiatiefnemer in hoofdzaak is aangegeven. Of is er ook sprake van mogelijk leerpunten op het meer technisch vlak, zo is door de deskundigen van Barendrecht gevraagd. In de zienswijze van de gemeente Barendrecht naar aanleiding van het MER zijn daarover nadrukkelijk vragen gesteld, mede in relatie tot de vraag van de gemeente of er sprake is van "standing technology".

5.1 Visie initiatiefnemer

De initiatiefnemer heeft als toelichting op de locatiekeuze gegeven dat de keuze van de locatie voor CO₂-opslag is een proces waarbij gefaseerd vanuit een breed perspectief uiteindelijk wordt ingezoomd op een specifieke locatie. Voor Barendrecht heeft de locatiekeuze als volgt plaats gevonden.

Eerste inventarisatie

Ten behoeve van de opslag is uitsluitend gekeken naar gasvelden omdat deze, gezien hun intrinsieke veiligheid, het meest geschikt worden geacht. Opslag in aquifers of andere aardlagen is niet nader onderzocht. In de meest brede zin zijn alle gasvelden in Nederland, op zowel land als zee, in beeld gebracht. Deze totaalinventarisatie is uitgevoerd door de Rijksoverheid, door NOGEPA voor velden op zee en reeds door een aantal provincies wat betreft hun grondgebied. De gasvelden in West-Nederland zijn in principe allemaal geschikt voor CO₂-opslag, maar variëren in geschikte grootte of zijn voor lange tijd in productie en dus op kortere termijn nog niet beschikbaar. De ondergrondse reservoirs liggen geologisch vast en bij voorkeur wordt de bestaande infrastructuur hergebruikt. Dan blijkt ook dat vrijwel alle reservoirs of de bovengrondse infrastructuur daarvan zich in bewoond gebied bevinden.

Als initiatiefnemer richtte de inventarisatie zich vervolgens op de velden waar Shell (mede-) beheerder is. Dit in verband met bestaande vergunningen en bovenal beschikbaarheid van veldgegevens om een nadere selectie te kunnen doen.

Selectiecriteria

De velden uit de eerste inventarisatie zijn vervolgens door de initiatiefnemer beoordeeld op hun specifieke geschiktheid, ook wel aangeduid met de 'site assessment'. Daarbij is eerst gekeken naar een geschikte CO₂-bron. Daaruit kwam naar voren dat er in Noord-Nederland geen geschikte bron is en dat de afstand van Pernis naar Noord-Nederland te groot is in termen van veiligheid en kosteneffectiviteit.

Voor de tweede fase van de selectie zijn meerdere selectiecriteria voorhanden en gehanteerd; de criteria van de Europese ontwerp richtlijn voor CO₂-opslag, de criteria verbonden aan de berging van afvalstoffen in de diepe ondergrond, de criteria verzameld in het kader van de AMESCO-studie of aanwezig in de bestaande protocollen van het Staatstoezicht op de Mijnen.

Toepassing criteria

De initiatiefnemer heeft deze criteria in ogenschouw genomen, ingericht naar zijn project en met name vertaald in de eerste van de drie gehanteerde randvoorwaarden "de opslag dient op een veilige wijze plaats te vinden". Vervolgens heeft een verdieping plaats gevonden naar het reservoir, de putten, de situatie aan het maaiveld en dergelijke. De andere randvoorwaarden zijn de kosteneffectiviteit van de opslag en het voldoen aan de overheidsvoorwaarden voor een demonstratieproject. Uit die laatste vloeide voort dat is gekeken naar een situatie op land en een tijdig begin om te leren voor latere projecten. Daarbij geeft een relatief klein veld het voordeel dat in een korte tijdspanne de gehele injectiecyclus wordt doorlopen, de leereffecten snel beschikbaar zijn voor toekomstige projecten, maar ook dat kan worden ingegrepen zonder dat sprake is van onomkeerbaar handelingen of grote volumes.

De fasering en uitwerking van de locatiekeuze is te vinden in hoofdstuk 2, deel 3 van het MER.

5.2 Visie deskundigen Barendrecht

Door de deskundigen van de gemeente Barendrecht is aangegeven dat de locatiekeuze van dit project om een aantal redenen onvoldoende gemotiveerd is:

- er is door de Rijksoverheid geen landelijk Plan-MER uitgevoerd op basis waarvan kan worden beoordeeld op welke locaties in Nederland de opslag van CO₂ het best of het meest veilig zou kunnen plaatsvinden;
- de locatiekeuze is daarmee veeleer bepaald door Shell op bedrijfseconomische overwegingen, dan dat deze vooraf is gegaan door een behoorlijke ruimtelijke- en milieuafweging op nationaal niveau;
- de opslag van CO₂ vindt niet plaats onder steenzout. Deze ondergrond vormt immers de beste afsluitende laag volgens de AMESCO-studie; De locatiekeuze staat haaks op de conclusie in de AMESCO-studie dat er geen voorkeur is voor opslag van CO₂ onder dichtbevolkte gebieden;
- de initiatiefnemers hebben grote inspanningen geleverd op het gebied van onderzoek en modelsimulaties om aan te tonen dat CO₂-opslag ook werkelijk veilig is. Immers alleen dan is de AMESCO-conclusie dat een demonstratie project bij voorkeur in dun bevolkt gebied zou moeten plaatsvinden niet langer relevant (zie ook onze opmerkingen hierboven onder "diepe ondergrond"). Wij willen waarschuwen tegen het te zeer vertrouwen op modellen. In dit verband hebben de deskundigen van Barendrecht gewezen op de ervaringen met de gaswinning in het noorden van Nederland waar indertijd de inmiddels opgetreden negatieve effecten niet uit modelberekeningen naar voren kwamen.

Samenvattend

Bij het onderwerp locatiekeuze heeft de Kennistafel geen nieuwe inzichten voor de betrokkenen opgeleverd. De deskundigen hebben hun verschillen in visie besproken; hieruit is geen consensus voortgekomen.

Bijlage 1 - Deelnemers Kennistafel CO₂-opslag Barendrecht

Cluster: Externe Veiligheid

Datum: 6 februari 2009

Tijd: 10.30 – 16.00 uur

Locatie: DCMR Milieudienst Rijnmond in Schiedam

Naam	Organisatie
KERNGROEP	
Arie Deelen	DCMR, voorzitter
Julia Straathof	DCMR, secretaris
Marc Vink	Gemeente Barendrecht
Cees van den Akker	Deskundige, namens gemeente Barendrecht
Frank Candreva	DNV; deskundige, namens gemeente Barendrecht
Klaas Lemstra	Shell CO ₂ Storage B.V.
GENODIGDEN voor cluster externe veiligheid	
Luc Vijgen	DCMR – Expertisecentrum/bureau Veiligheid
Hans Broekhuizen	Plaatsvervangend Directeur Stafdirectie Risico & Crisisbeheersing Teamleider Risicobeheersing Veiligheidsregio Rotterdam Rijnmond
Arno Bindt	OCAP - projectmanager
Folkert Kaman	TEBODIN
Arthur van Dalen	Staatstoezicht op de Mijnen
David Brandon	DNV
Jan Willem Post	Shell CO ₂ Storage B.V.

Bijlage 2 - Deelnemers Kennistafel CO₂-opslag Barendrecht

Cluster: Ondergrond
Datum: 13 februari 2009
Tijd: 10.00 – 16.00 uur
Locatie: WTC Rotterdam

Naam	Organisatie
KERNGROEP	
Arie Deelen	DCMR, voorzitter
Julia Straathof	DCMR, secretaris
Marc Vink	Gemeente Barendrecht
Cees van den Akker	Deskundige, namens gemeente Barendrecht
Frank Candreva	DNV; deskundige, namens gemeente Barendrecht
Klaas Lemstra	Shell CO ₂ Storage B.V.
GENODIGDEN voor cluster externe veiligheid	
Luc Vijgen	DCMR – Expertisecentrum/bureau Veiligheid
Rob van Eijs	Shell CO ₂ Storage B.V.
Radboud Bisschop	Shell CO ₂ Storage B.V.
Arthur van Dalen	Staatstoezicht op de Mijnen
Jurg Aarnes	DNV
Hans de Ruiter	VROM-inspectie

Bijlage 3 - Deelnemers Kennistafel CO₂-opslag Barendrecht

Cluster: Monitoring
Datum: 20 februari 2009
Tijd: 10.00 – 15.00 uur
Locatie: DCMR Schiedam

Naam	Organisatie
KERNGROEP	
Arie Deelen	DCMR, voorzitter
Julia Straathof	DCMR, secretaris
Marc Vink	Gemeente Barendrecht
Cees van den Akker	Deskundige, namens gemeente Barendrecht
Frank Candreva	DNV; deskundige, namens gemeente Barendrecht
Klaas Lemstra	Shell CO ₂ Storage B.V.
GENODIGDEN voor cluster	
Margriet Kuiper	Shell CO ₂ Storage B.V.
Arthur van Dalen	Staatstoezicht op de Mijnen
Robert Berns	Ministerie VROM – directie Risicobeleid
Ruurt Heijnsman	DCMR

Bijlage 4 - Toetsingskader gemeente Barendrecht - ordening vragen t.b.v. clusters Kennistafel

Notitie Voorstel voor aanpak van de gestelde vragen en eisen bij CO₂-opslag Barendrecht

14 januari 2009

De gemeenteraad van de gemeente Barendrecht heeft besloten een aanvullende externe toetsing uit te willen voeren op het MER. Hiervoor zijn externe deskundigen benaderd en is een verzameling van vragen opgesteld. Bij de vragen van de deskundigen zijn tevens de vragen vanuit de bevolking en de gemeente zelf opgenomen. Dit heeft geleid tot onderstaande lijst met circa 88 vragen en 56 eisen.

Om tot een efficiënte werkwijze te komen is aan de initiatiefnemer gevraagd aan te geven in hoeverre de vragen in het MER dan wel de vergunningaanvragen zijn beantwoord en waar deze antwoorden te vinden zijn. Het is uiteindelijk aan de externe deskundigen en bevoegde instanties om voor deze vragen te bepalen:

- heeft hiernaar voldoende onderzoek plaatsgevonden
- zijn de bevindingen helder verwoord en terugvindbaar in het MER en/of vergunningaanvragen

Onderstaand zijn – in aanzet – verwijzingen in de vragentabel aangegeven. Daarbij is tevens een clustering voorgesteld voor de eventuele bespreking in kennisteams:

- A – heeft betrekking op aspecten van externe veiligheid (bovengronds en de ondiepe ondergrond)
- B – heeft betrekking op de ondergrondse opslag en structuren, inclusief de putten
- C – heeft betrekking op monitoring
- D – heeft betrekking op juridische aspecten en regelgeving
- E – heeft betrekking op economische aspecten
- F – overige aspecten

Ten aanzien van de eisen kan worden aangegeven:

- X – wordt aan voldaan
- Y – zal naderhand over worden afgestemd (komt in een latere fase aan de orde omdat het een detailinvulling betreft)
- Z – zal niet aan worden voldaan

Toetskader CO₂-opslag Barendrecht (versie 5.0a)

	Geuite zorgen en vragen ¹	Toetskader	KT/OT/Z ²	MER Deel + hfst	Bijlagen / referenties	Cluster
Algemeen	- Welk doel dient CCS? - Vergelijkbare gevallen of experiment?	Vragen				
		1. Welke vergelijkbare CSS projecten zijn er in de wereld en op welke punten wijken die af?	KT	D3-A1	Opslagplan Wm-aanvraag	B
		2. Waar gaat de CO ₂ nu naar toe?	KT	D1-2.2.3		F
		3. Hoe lang blijft CO ₂ ondergronds?	KT	D1-1.2		B
		4. Wat is CO ₂ en wat doet het?	KT	D1-5.2		F
		5. Waarom, in afwijking van de adviezen uit de Amesco studie, gekozen voor locatie Barendrecht?	KT	D3-p39		B
		6. Zijn er mogelijkheden om meer CO ₂ te leveren aan de tuinbouw of andere nuttige bestemmingen?	KT	D1-5.5		F
		7. Wat is het netto CO ₂ -rendement van dit project? (De opgeslagen hoeveelheid CO ₂ minus de hoeveelheid CO ₂ die het kost om het op te slaan).	KT	D2-9.5.1		F
		Eisen				
		8. De gemeente Barendrecht en de directe omgeving mogen op geen enkele wijze schade lijden en/of onaanvaardbare risico's lopen als gevolg van het CO ₂ project.	OT			X
		9. Alle gebruikte technologie dient zich, qua betrouwbaarheid en veiligheid, in de praktijk reeds bewezen te hebben.	KT			X
		10. Ondergrondse opslag van CO ₂ is in een nieuwe ontwikkeling en dit dient door alle partijen erkend en duidelijk gecommuniceerd te worden. De kernboodschap van alle partijen moet zijn dat pas wanneer de risico's goed in beeld en beoordeeld zijn en deze beheersbaar zijn gemaakt er kan worden gesproken van een haalbare situatie voor wat betreft Barendrecht.	OT			X
Onderwerp motie						
Veiligheid	Wat gebeurt er als CO₂ vrijkomt;	Vragen 11. Hoe kun je lekkages opsporen/meten?	KT	-	B6	A

¹ Bronnen: verslagen bewonersbijeenkomsten van de Shell/Nam, raadsdiscussies, moti

² KT = Kennistafel, OT = Onderhandelingstafel, Z = Zelf

	Geuite zorgen en vragen ¹	Toetskader	KT/OT/Z ²	MER Deel + hfst	Bijlagen / referenties	Cluster
	kunnen mensen stikken?				protocol B6	AB
	• Waarom vulling van het veld tot initiële druk in plaats van 60-80% daarvan?	12. Wat zijn de verschillende mogelijkheden voor lekkage bij de verschillende onderdelen van het CCS-proces en hoe groot is de kans dat deze zich voordoen.	KT	D3-h5		
	• Is er een alarmering aanwezig voor vrijkomend CO ₂ ?	13. Wat gebeurt er bij lekkage onder hoge druk en wat bij lage druk?	KT	idem	idem	AB
	• Kunnen lekkages uit de putten voorkomen?	14. Wat is de minst risicovolle druk in het gasveld?	KT	idem	idem	B
	• Hoe veilig zijn de putten?	15. Hoe groot is de kans op een ongeluk waarbij verstikkingsverschijnselen kunnen optreden?	KT	idem	idem	A
	• Hoe wordt de veiligheid geborgd?	16. Hoe groot is de kans op schadelijke effecten buiten de locatie van Shell?	KT	idem	idem	A
	• Is er een veiligheidsplan?	17. Hoe groot is de kans op schadelijke effecten voor de woonwijken die direct boven dan wel in de directe nabijheid van het gasveld liggen?	KT	idem	idem	A
		18. Hoe groot is de kans dat er schadelijke effecten optreden voor het dagelijks drukke passerende verkeer, voor huizen aan Carnisserbaan, voor het Shell tankstation en voor hockeyclub?	KT	idem	idem	A
		19. Wat is het maximaal aanvaardbare risico voor een ongeval?	KT/OT	idem	idem	A
		20. Belangrijke verschillen in technologie tussen aardgas en CO ₂ opslag zijn de betreffende volumes (meestal veel hogere volumes bij CO ₂ opslag) en de tijdsschaal (voor CO ₂ wordt een permanente opslag beoogd, terwijl bijvoorbeeld bij Enhanced Oil Recovery toepassingen het gaat om een veel kortere tijdsschaal). Daarnaast is elke CO ₂ opslag in feite uniek is met eigen specifieke risico's. Hoe gaat de initiatiefnemer met deze verschillen om?	KT	D1+D3	-	A
		21. Is er een mogelijke impact van CO ₂ opslag op drinkwaterputten in de omgeving van de opslaglocatie in Barendrecht?	KT	D3	-	B
		22. Worden er drinkwaterstalen genomen voor analyse in deze drinkwaterputten voor, tijdens en na de CO ₂ opslag, teneinde mogelijke CO ₂ lekken op te sporen?	KT	D3-h7	-	C
		23. Heeft het CO ₂ project in Barendrecht een impact op de toekomstige drinkwaterbevoorrading voor de komende generaties?	KT	D3-h7	-	C

	Geuite zorgen en vragen ¹	Toetskader	KT/OT/Z ²	MER Deel + hfst	Bijlagen / referenties	Cluster
		24. Worden er omgevingsluchtmonsters genomen op specifieke bovengrondse locaties (in de nabijheid van bijvoorbeeld injectieputten, monitoring putten, in bepaalde gebouwen met kelders, ondergrondse publieke parkeerplaatsen enz.) teneinde mogelijke CO ₂ lekken op te sporen?	KT	D3-h7		C
		25. De modellering in het kader van de beoordeling van de externe veiligheid is gedaan met behulp van een gewijzigde versie van SafetiNL zoals vermeld in de « Veiligheidsanalyse Ondergrondse Opslag van CO ₂ » (rev2 dd 28 aug 2008). Er werd gebruik gemaakt van een aangepast parameterbestand om de modellering van CO ₂ mogelijk te maken. Is de aangepaste versie van SafetiNL gevalideerd teneinde betrouwbare uitkomsten te borgen?	KT		B6	A
		26. Is in de CO ₂ modellering rekening gehouden met de mogelijke aanwezigheid van gebouwen en tunnels ? <i>N.B. Gebouwen en tunnels kunnen een stagnatie en bijgevolg ophoping van CO₂ veroorzaken met als gevolg hogere CO₂ concentraties dan in een vrije dispersie van een CO₂ lek zonder hindernissen.</i>	KT		B6	A
		27. Worden de CO ₂ modellering en resulterende risicocontouren ook uitgevoerd rekening houdend met de reëel te verwachten pluimdispersie die zich voordoet na een bepaalde tijd, die overeenstemt met een reële responstijd van de brandweer en andere interventiediensten?	KT		B6	A
		28. De dispersieberekeningen voor het merendeel van de potentiële lekken (uitstroomscenarios) geven de indruk dat men enkel rekening houdt met initiële uitstroming (na 1 tot 120 seconden). Worden er ook dispersieberekeningen uitgevoerd na een langere periode van bijvoorbeeld 15 min, mede rekening houdend met de Emergency Shutdown die dan in werking is gesteld en met de volledige uitstroming van het aanwezige CO ₂ in de pijpleiding?	KT		B6	A
		29. Welke ontwerpstandaard/veiligheidsniveaus hebben de initiatiefnemers en direct betrokkenen (SNR + OCAP) gekozen voor de pijpleidingen? In welke mate en op basis waarvan zijn deze aangepast voor het transport van CO ₂ in dichtbevolkte gebieden?	KT	D1-5.6	B6	A

	Geuite zorgen en vragen ¹	Toetskader	KT/OT/Z ²	MER Deel + hfst	Bijlagen / referenties	Cluster
		30. Hoe wordt de integriteit van de pijpleiding voor de gehele duur van het project geborgd?	KT	D1-5.6	B6	A
		31. Hebben de initiatiefnemers en direct betrokkenen (SNR + OCAP) de potentiële impact vd CO ₂ pijpleiding op de andere pijpleidingen in het gehele leidingtracé Pernis – Barendrecht beoordeeld en vice versa de impact van de andere leidingen op de CO ₂ pijpleiding?	KT	-	idem (+ Wm-vergunning)	Idem
		32. Is er een risicobeoordeling uitgevoerd of gepland om de meest geschikte plaatsing voor de pijpleiding te kiezen?	KT			
		33. Op welke wijze heeft de initiatiefnemer op afdoende wijze rekening gehouden met de voorbereiding in noodsituaties ingeval een breuk met groot lek ontstaat bij de CO ₂ leiding onder hoge druk ter hoogte van de CO ₂ injectieleiding?	KT			
		34. In tegenstelling tot de CO ₂ pijpleidingen in de USA zal de pijpleiding in Barendrecht door een dichtbevolkt gebied lopen. Welke aanvullende veiligheidsmaatregelen heeft de initiatiefnemer voorzien om dit verschil te compenseren?	KT			
		35. Hebben de initiatiefnemers en direct betrokkenen (SNR + OCAP) voorzien in de implementatie van een “corrosie management programma” voor het gehele project in Barendrecht?	KT			
		36. Zullen de initiatiefnemers en direct betrokkenen (SNR + OCAP) voordat de CO ₂ injectiefase start de beste praktijkrichtlijnen toepassen evenals de nodige voorzorgsmaatregelen treffen zoals gebruikelijk is voor aardgasgasleidingen (bijvoorbeeld druktesten en pre-start-up safety reviews)?	KT			
		37. Wordt er rekening mee gehouden dat bij het mogelijk voorkomen van kleine lekken in het leidingentracé dit tot mogelijke corrosie van de andere pijpleidingen kan leiden?	KT			
		38. Kunnen kleine CO ₂ lekken in de tunnelleidingen (Leidingtunnel Benelux & Groene Kruisweg) leiden tot gezondheidsgevaar? Wordt het CO ₂ in deze omgevingslucht locaties gemeten/ -monitoord?	KT			
		39. Hoe is de langetermijn opslag geborgd tegen mogelijke lekken voor die putten die vroeger reeds gesloten werden (bijvoorbeeld BRT-2A in Barendrecht) maar waarbij de	KT	D3-H4/5	Opslag plan	B

	Geuite zorgen en vragen ¹	Toetskader	KT/OT/Z ²	MER Deel + hfst	Bijlagen / referenties	Cluster
		speciale « pancake plug » niet werd toegepast?				
		Eisen				
		40. Er dient in beeld gebracht te worden hoe het risicoprofiel van Barendrecht eruit ziet tot het moment waarop de gaswinning gestaakt wordt en vanaf het moment dat zou worden begonnen met CO ₂ opslag	KT			X
		41. Er dient een adequate en betrouwbare analyse te komen van alle mogelijke risico's die zich op de korte (0-10 jaar), middellange (10-100 jaar) en lange termijn (100 jaar - einde opslag) kunnen voordoen.	KT			X
		42. Er komt een overzicht van alle risico's die in de MER en of dit toetskader worden genoemd waarbij voor ieder risico wordt aangegeven welke veiligheidsmaatregelen getroffen zijn om deze risico's tot een minimum te beperken.	KT			X
		43. Er is een adequaat veiligheidsplan opgesteld, door of in samenwerking met de Regionale Brandweer, waarin staat hoe gehandeld wordt bij de verschillende mogelijke calamiteiten.	KT/OT			Y
		44. Er moet een adequaat en betrouwbare alarminstallatie zijn die gelieerd is aan het monitoringssysteem en alarmeert bij lekkage.	KT/OT			X
		45. En er moet continue monitoring plaatsvinden gedurende de periode dat de CO ₂ is opgeslagen.	OT			Z
		46. Er mogen geen levensbedreigende effecten bij het injectiepunt optreden die verder reiken dan de het niet openbare terrein waarop de locaties van Shell gevestigd zijn.	OT			X
		47. Er dient duidelijk te zijn bij welke overschrijding van iedere meetwaarden van het monitoringssysteem welke maatregelen worden getroffen.	KT/OT			X
		48. Er wordt een plan opgesteld waarin wordt beschreven hoe bij calamiteiten de CO ₂ op verantwoorde wijze weer uit het reservoir kan worden gehaald.	OT			Y
		49. De keuze van de locatie Barendrecht en Barendrecht-Ziedewij voor ondergrondse CO ₂ opslag als demonstratieproject is voornamelijk bepaald door de	KT			Z

	Geuite zorgen en vragen ¹	Toetskader	KT/OT/IZ ²	MER Deel + hfst	Bijlagen / referenties	Cluster
		beschikbaarheid van deze locaties op korte termijn. De keuze van een locatie voor een demonstratieproject zou echter veel meer bepaald moeten worden op basis van het zoveel mogelijk vermijden van complicerende factoren. Om deze reden dient er , in aanvulling op de onderbouwing van de locatiekeuze in de MER een aanvullende veel bredere locatiestudie te komen. Complicerende factoren die in ieder geval bij deze studie aan de orde komen zijn, locaties in stedelijk gebied, locaties in gebieden met veel infrastructuur, locaties in gebieden met veel industriële activiteit 50. Er dient aangegeven te worden of in de eindsituatie, met hoge druk en menging van de CO₂ met het resterende aardgas, situaties van lekverlies uit het reservoir al dan niet en in welke mate onveilig zijn dan wel andere risico's met zich mee brengen. Dit aspect dient ook bij de inrichting van het monitorproces te worden meegenomen. 51. Er wordt een globale kartering opgesteld met lokale markering van alle ondergrondse putten (de diepe putten die tot in het reservoir geboord zijn) op de Barendrecht site en de naburige omgeving. <i>Het doel is hierbij een preventieve maatregel te bewerkstelligen door goede herkenningspunten in te bouwen, teneinde mogelijke incidentele schade van de putafsluiting te vermijden bij uitvoering van werken door derden (bijvoorbeeld contractors tijdens graafwerkzaamheden)</i>	KT KT			X ?

Risico-analyse	• Worden er case scenario's uitgewerkt? • Wat zijn de risico's op bv corrosie tijdens injectie?	Vragen				
		52. Welke onwenselijke chemische reacties kunnen ontstaan in de bodem als gevolg van CCS?	KT	D3	REFS	B
		53. Wat zijn de risico's op b.v. corrosie tijdens injectie?	KT	D3	REFS	B
		54. Wat zijn de risico's op corrosie, ook op de lange termijn (>100 maar ook groter dan 1000 jaar) na injectie op de betonnen afsluitplug?	KT	D3	REFS	B
		55. Wat is de kans op een vergelijkbare gebeurtenis in Kameroen/Duitsland?	KT	D3	B6	AB
		56. Wat zijn de eigenschappen van het gas dat ontstaat door menging van CO ₂ met residu aardgas	KT	D3	REFS	B
		Eisen				
		57. Er dient een scenario te komen over hoe en onder welke omstandigheden het het meest waarschijnlijk is dat er een ongeval plaatsvindt met dodelijke slachtoffers. Indien dit niet mogelijk is dient uitgelegd te worden waarom er geen ongeluk met dodelijke slachtoffers mogelijk is.	KT			X
		58. Er dient een scenario te komen over hoe en onder welke omstandigheden het het meest waarschijnlijk is dat er een ongeval plaatsvindt met dodelijke slachtoffers waarin een grote hoeveelheid CO ₂ vrijkomt en op één of andere wijze, tijdelijk, in een deel van Barendrecht blijft hangen. Indien dit niet mogelijk is dient uitgelegd te worden waarom een dergelijk scenario onmogelijk is.	KT			X
		59. Er dienen casescenario's te komen voor de 5 grootste risico's.	KT			X
		60. Er dienen casescenario's te komen voor de 5 meest waarschijnlijke risico's (voor zover deze anders zouden zijn dan de grootste risico's).	KT			X
		61. Er dient door de initiatiefnemer een garantie gegeven te worden dat de afsluitput geen CO ₂ doorlaat/zal doorlaten.	OT			Y

Geologisch onderzoek	• Worden er nulmetingen gedaan ten aanzien van verzakkingen en bodemdaling/-stijging? • Kan er een breuk ontstaan? • Kunnen verschuivingen van aardlagen en aardbevingen lekkagepaden creëren? Hoe zit het met injectiedruk en reservoirdruk; kunnen drukverschillen breken veroorzaken? Hoe wordt de elasticiteit van het reservoir gegarandeerd? • Wat is de invloed van gaswinning en CO₂ injectie op de elasticiteit van zandsteenlagen?	Vragen				
		62. Wat zijn de geologische redenen om juist voor het Veld Barendrecht te kiezen?	KT	D3	REFS	B
		63. Zijn er vanuit het oogpunt van geologie en veiligheid gasvelden in Nederland die geschikter zijn voor CO ₂ opslag? Zo ja, waarom zijn deze geschikter en in welke mate zijn deze veiliger?	KT	idem	idem	
		64. Hoe is het nu gesteld met de geologische bodemgesteldheid in de 2 – 3 km onder Barendrechtse oppervlak?	KT			
		65. Kunnen er door de injectie en opslag van CO ₂ breuken in de lagen van de bodem ontstaan? Indien ja, welke gevolgen heeft dat, wat kan er met het CO ₂ gebeuren?	KT			
		66. Op welke wijze wordt geborgd dat de injectiedruk in het reservoir de “caprock” geen (breuk)schade veroorzaakt? Op welke wijze wordt dit geborgd gedurende de gehele operationele fase ?	KT			
		67. Kunnen door verschuivingen van aardlagen en aardbevingen lekkagepaden ontstaan waardoor CO ₂ kan ontsnappen?	KT			
		68. Wat is de invloed van gaswinning en CO ₂ injectie op de elasticiteit van zandsteenlagen?	KT			
		69. Wat is mogelijke effect op grondwaterkwaliteit en hoe groot is de kans op dergelijk effect?	KT			
		70. Wat zijn de mogelijke ecologische effecten en hoe groot is de kans op een dergelijk effect?	KT			
		71. Heeft de initiatiefnemer in zijn haalbaarheidsstudie de mogelijke degradatie van de “caprock” (afdichtende bovenlaag) door CO ₂ injectie beoordeeld?	KT			
		72. Hoe groot is de verwachte initiële bodemdaling aan het einde van de gaswinning in Barendrecht? Indien dit significant is, wordt dit vervolgens verder opgenomen in het monitoring programma?	KT			
		73. Is de einddruk in het reservoir vastgelegd als criterium voor beperking van het CO ₂ injectievolume / de injectiedruk?	KT			
		74. Is een algemeen aanvaarde beste praktijk richtlijn toegepast om de capaciteit van het Barendrecht reservoir te bepalen ? Werd een specifieke modellering toegepast of werd de capaciteit enkel bepaald (geschat) op basis van volume en	KT			

		drukmetingen? 75. Heeft de initiatiefnemer geborgd dat een Automatisch Shutdown System wordt geïnstalleerd teneinde te vermijden dat breukschade zich kan voordoen tijdens CO₂ injectie (een beheersmaatregel ter voorkoming van een blow out ter hoogte van de injectieput)? 76. Wordt door de initiatiefnemer een follow-up seismisch onderzoek uitgevoerd tussentijds na 1- 2 jaar tijdens de operationele fase en bij het afsluiten van het Barendrecht reservoir, teneinde te kunnen beoordelen of er mogelijkerwijs breuken zijn opgetreden in de “caprock” of een bodemverhoging zich heeft voorgedaan als gevolg van CO₂ injectie? 77. Is het mogelijk dat een verhoging van het reservoir optreedt tijdens de CO₂ injectiefase zodat er breukvorming van de caprock optreedt ? 78. Is het mogelijk dat een verhoging van het reservoir optreedt tijdens de CO₂ injectiefase zodat er een bodemstijging optreedt dat als gevolg kan hebben dat er schade aan de huizen optreedt ? 79. Zijn er feitelijke metingen uitgevoerd van de bodemdaling als gevolg van de lokale gaswinning in ditzelfde reservoir in Barendrecht? 80. Heeft de initiatiefnemer voorzien voor het implementeren van een vroeg waarschuwingssysteem voor mogelijke lekken boven de “caprock” ? 81. Is er een onderbouwing voor het doen van enkel een baseline seismisch onderzoek en geen opvolgingsonderzoek dat toelaat de potentiële gevolgen van CO₂ injectie zowel bovengronds als ondergronds (ter hoogte van de caprock) te beoordelen? 82. Wordt een seismisch opvolgingsonderzoek uitgevoerd dat de potentiële gevolgen van CO₂ injectie zowel bovengronds als ondergronds (ter hoogte van de caprock) beoordeeld? Eisen 83. Er dient een nulmeting te worden gedaan naar de hoogte van de bodem en jaarlijks dient door een onafhankelijke	KT KT KT KT KT KT KT KT KT/OT			X
--	--	--	--	--	--	----------

		instantie onderzoek gedaan te worden naar eventuele bodemdaling/stijging. 84. De seismische activiteit dient te worden gemonitord. (breuken/aardlagen verschuiving) 85. Er dient een real-time monitoringsysteem te komen van het type "recorded monitoring" 86. De initiatiefnemer dient tijdens de sluiting van de putten een tweede barrière tegen lekken aan te brengen, ingeval de eerste afdichtende bovenlaag of "caprock" beschadigd zou zijn door breukvorming (bijvoorbeeld door "microcracks") of door chemische reactie met het superkritisch CO₂ medium tijdens of na injectie. Hiervoor wordt voor aanvang van het project een plan van aanpak opgesteld.	KT/OT KT/OT KT/OT			X ? X
Waardeverandering woningbestand	Wat is de invloed van CO₂ opslag op huizenprijzen in de omgeving van het injectieveld	Vragen 87. In hoeverre is de waardedaling van woningen beschermd in wettelijke regelingen? 88. Zijn de huidige wettelijke regelingen voldoende om iedere waardedaling c.q. vermindering van de gebruiksmogelijkheden van de (diepe) ondergrond voor eigenaren als gevolg van het project te compenseren? 89. Zijn er vergelijkbare projecten die iets kunnen aangeven voor de eventuele ontwikkelingen van de waardeverandering van woningen? Bijvoorbeeld bij gaswinning/kerncentrale? 90. Welke rechten hebben grondeigenaren inzake het gebruik van de diepe ondergrond? Eisen 91. Er dient een risicoanalyse te komen waarin de consequenties van CCS voor de huizenprijzen wordt aangegeven 92. Er dient een regeling te komen waarin voor ieder moment in het project duidelijk is voor eventueel gedupeerde huizenbezitters hoe de waardedaling van hun woning wordt vastgesteld en wanneer de compensatie wordt uitgekeerd. 93. Idem voor landeigenaren in de omgeving en bedrijven (ivm evt schade aan bedrijfsvoering en/of belemmering/onmogelijk geworden gebruik van de (diepe)	Z Z Z KT/Z Z OT OT			E E E D Y Y Y

		ondergrond (b.v. Geothermie)). 94. Er dient een onafhankelijke instantie voor schadevaststelling te worden aangewezen. 95. Bij een eventueel gebrek aan/in een regeling moeten gedupeerden altijd op Staat kunnen terugvallen voor schadeloosstelling. 96. Juridisch wordt geregeld dat de gemeente Barendrecht niet financieel verantwoordelijk/aansprakelijk is voor dit initiatief. 97. Indien er sprake is van planschade krijgen in dit bijzondere geval de eigenaren het 2% wettelijk eigen risico gecompenseerd door de initiatiefnemer.	OT OT OT OT			Y Y Y Y
Juridische zaken	Wie zorgt er straks voor de CO₂?	Vragen 98. Wie is verantwoordelijk voor c.q. eigenaar van het opgeslagen CO₂? 99. Wie is verantwoordelijk/aansprakelijk voor alle mogelijke schade die is te herleiden tot CO₂ opslag. En wie bepaalt of dit te herleiden is tot de CO₂ opslag 100. Hoe kijken andere overheden aan tegen de afweging tussen dit project en de beperkingen die dit kan hebben voor andere potentiële projecten in Barendrecht, met name de geothermische toepassingen (VINEX project) of de opslag van geperste lucht? 101. Heeft de initiatiefnemer voorzien in het tijdig aanvragen van toestemming van betreffende landeigenaren inzake toegang tot hun landgoed voor het uitvoeren van een baseline seismisch onderzoek (ook in het vooruitzicht van mogelijke schade tijdens dit onderzoek)? 102. Op welke wijze is voorzien in een officieel overdrachtproces voor monitoring na sluiting van het reservoir, waarin de verantwoordelijkheden en aansprakelijkheden zijn opgenomen van alle betrokken stakeholders ? <i>N. B. Dit zou een beschrijving van alle kosten voor geplande monitoring kunnen bevatten maar ook de kosten n.a.v. incidenten en aanvullende actueel onvoorziene monitoring.</i> 103. Op welke wijze moet de initiatiefnemer bewijzen dat de geïnjecteerde hoeveelheden CO₂ veilig zijn opgeslagen? <i>N.B. Volgens een nieuwe EU Directieve inzake CO₂ opslag (voorziene verschijning rond medio 2009) blijft de</i>	KT KT KT/OT KT/OT KT KT	D1-h3 - - - - -	AMES CO	D D D D D D

		<i>initiatiefnemer (operator) verantwoordelijk / aansprakelijk tijdens de injectiefase en de periode erna , totdat er voldoende vertrouwen is opgebouwd dat de geïnjecteerde hoeveelheid CO₂ veilig is opgeslagen (de periode is nog niet vastgelegd maar zou kunnen variëren tussen 10 en 50 jaren na sluiting van het reservoir).</i>				
	104.	Wie verifieert / certificeert welke hoeveelheid CO₂ werkelijk is opgeslagen na injectie op de Barendrecht locatie? <i>N.B. De CO₂ emissie credits worden toegekend op basis van de hoeveelheid geïnjecteerde CO₂, maar welke garantie is er dat het CO₂ ook daar aanwezig is waar het is geïnjecteerd?</i>	KT	-		D
	105.	In welke mate hebben de initiatiefnemers en direct betrokkenen (o.a. SNR & OCAP) geanticipeerd op het naleven van de nieuwe EU Directieve?	KT	D1-h3		D
	106.	De nieuwe EU Directieve geeft aan dat er geen lekken aanvaardbaar zijn, en dat ingeval risico op lekken is beoordeeld en / of lekken daadwerkelijk zijn opgetreden, deze aangepakt moeten worden. Hoe denkt de initiatiefnemer SNR deze toekomstige regelgeving na te leven, rekening houdend met de verklaringen omtrent het risico voor lekken zoals weergegeven in het concept MER, versie D 1 September 2008?	KT	D3		D
	107.	Wie zal optreden voor het vaststellen van de mogelijke schade buiten de reikwijdte van de gemeente Barendrecht? <i>N.B. Dit zou kunnen gelden vóór de opstartfase, tijdens injectie en na sluiting van het reservoir.</i>	KT/OT	-		D
	108.	Op welke wijze wordt de socio-economische impact (o.a. werkgelegenheid, mogelijke schade aan gebouwen etc..) van het project meebeoordeeld in de afwegingen van de diverse overheden?	KT/OT	-		D
		Eisen				
	109.	Vastgelegd moet worden wie op welk moment verantwoordelijk is voor het project. Voor zover hier nog geen wettelijke kaders zijn, dienen deze er te komen en ter overbrugging hiervan dienen afspraken privaatrechtelijk te worden vastgelegd.	KT/OT			Y

		110.	Vastgelegd moet zijn wie verantwoordelijk en aansprakelijk is voor de eventuele waardedaling van huizen, voor zover hiervoor geen beroep kan worden gedaan op andere bestaande regelingen (planschade). Ook dient een schadereling te worden opgesteld.	KT/OT/Z			Y
		111.	Vastgelegd moet zijn wie verantwoordelijk en aansprakelijk is voor eventuele calamiteiten.	KT/OT			Y
		112.	Barendrecht is in geen geval op enig moment aansprakelijk of verantwoordelijk voor de veiligheidsrisico's.	OT			Y
		113.	Het juridisch eigendom van de CO ₂ moet zijn vastgelegd.	KT/OT/Z			Y
		114.	Ter zake van de economische en juridische effecten wordt onderzocht in hoeverre grondeigenaren gerechtigd zijn tot het "vermarkten" van het gebruik van hun ondergrond. Hierbij speelt de overweging dat bepaalde vormen van gebruik van de ondergrond onmogelijk worden of worden belemmerd door de opslag van CO ₂ . Als voorbeeld kan worden genoemd het gebruik van geothermie.	Z			Y
		115.	Na sluiting van de putten in Barendrecht wordt er een formeel en geaccordeerd Afsluitingsplan opgesteld. Voor de start van het project is duidelijk wie tekent voor de goedkeuring van het Afsluitingsplan en op basis van welke criteria / beschouwingen. <i>N.B. Het Afsluitingsplan dient de formele overdracht van verantwoordelijkheden te regelen aan de bevoegde instantie, met als voorwaarde dat overtuigende meetresultaten kunnen voorgelegd worden die een veilige overdracht rechtvaardigen.</i>	KT/OT			Y
		116.	Er worden middels contractuele overeenkomsten voorzieningen getroffen inzake de technische integriteit van de installaties in termen van wie betaalt ingeval van falen / tekortkomingen.	KT/OT			Y
		117.	Er komt een regeling voor grondeigenaren waarin wordt vastgelegd dat zij een compensatie ontvangen voor het verlenen van toegang op hun terrein ten behoeve van onder meer de monitoring activiteiten.	OT			Y
		118.	Er komt van de kant van de Rijksoverheid een financiële garantie, bijvoorbeeld in de vorm van een fonds, ten aanzien van de kosten van onder meer de eventuele waardedaling van de woningen, andere schade, calamiteiten en de	OT			Y

		monitoring.				
Monitoring	Wie garandeert en controleert dat het gas echt opgeslagen zit en niet kan ontsnappen?	Vragen 119. Op welke wijze wordt CO₂ in de grond geïnjecteerd en door welke mechanismen/principes wordt het CO₂ in het Barendrechtse veld vastgehouden? 120. Wie is verantwoordelijk voor meten en hoe lang? 121. Wat wordt gemeten? 122. Waar wordt gemeten en hoe vaak? 123. Wordt voorzien, als onderdeel van een globaal Monitoring Master Plan, dat lange-termijn monitoring ook zal gebeuren voor de “andere putten” (deze die niet gebruikt zijn geweest als injectieput of als monitoring put tijdens de operationele fase)? In het bijzonder geldt deze vraag die putten die vroeger reeds gesloten werden (bijvoorbeeld BRT-2A in Barendrecht) maar waarbij de speciale « pancake plug » niet werd toegepast. hoe is de lange-termijn opslag geborgd tegen mogelijke lekken in dit reservoir ervan uitgaande dat deze andere putten op een andere waarschijnlijk minder afdoende wijze zijn afgesloten? 124. In welke mate is het geborgd dat de initiatiefnemers en betrokken partners en belanghebbenden (SNR, OCAP e.a.) toegang krijgen tot ervaringsuitwisseling met andere “operators” op wereldschaal, teneinde te kunnen leren van best practices in de procesvoering, van gemaakte fouten en van incidenten of bijna-ongevallen? Eisen 125. Er dient een globaal Monitoring Master Plan opgesteld te worden voor het gehele CO₂ project in Barendrecht. <i>N.B. Op dit moment is monitoring op verschillende plaatsen in het MER beschreven, echter met onvoldoende details en hierdoor zonder garantie van uitvoering.</i> 126. Welk veiligheidsbeheersysteem wordt door de initiatiefnemers geïmplementeerd dat de daadwerkelijke uitvoering van het voorziene Monitoring Plan borgt en dat er tevens op toeziet dat o.a. de veiligheidskriteke, de	KT KT KT KT KT KT/OT KT/OT KT/OT	D1/D3 D3-h7 D3-h7 D3-h7 D3-h7 - - D3-h3		B C C C C F Y

		milieukritieke en gezondheidskritieke barrières actief zijn en doeltreffend blijven tijdens de gehele loop van het project? 127. In de projectplanning dient ruimte te worden genomen voor een gedegen evaluatie en communicatie met een duidelijk go/no go moment na iedere stap in het project. De gemeente en burgers krijgen zeggenschap bij het nemen van deze besluiten. 128. In het project dient meer aandacht te komen voor monitoring in de ondiepe ondergrond en het grondwater. Gesteld wordt dat dit pas belangrijk wordt als andere monitoringssystemen een ontsnappen van CO₂ laten zien. Hierdoor wordt het onmogelijk om een goede referentiesituatie op te stellen. 129. De monitoring van het transport, de injectie en de opslag van CO₂ dient net zo lang plaats te vinden als de betreffende activiteiten, dat wil zeggen injectie en opslag, duren. De monitoring wordt pas gestaakt als de CO₂ niet langer is opgeslagen. 130. In ieder geval wordt gemonitord of en hoeveel CO₂ het proces uitlekt, hoe het CO₂ zich in de bodem gedraagt, Welke mechanismen/principes in welke mate bijdragen aan het vasthouden van het CO₂, of er al dan niet schadelijke reacties in het reservoir optreden en de staat van de gebruikte apparatuur en leidingen. 131. Er komt een plan waarin vooraf wordt vastgelegd bij welke meetwaarden het CCS-proces gestaakt zal worden. 132. Vastgelegd moet worden wie verantwoordelijk is voor de monitoring in welke fase van het proces (transport, injectie, opslag) 133. Er dient een referentiesituatie milieu te worden opgesteld op de aspecten bodem, water, lucht 134. Alle monitoringsgegevens zijn openbaar 135. Er dient een communicatieplan te komen waarin wordt aangegeven op welke wijze en momenten er met burgers, overheden en wetenschappers wordt gecommuniceerd over de uitkomsten van de monitoring en evaluaties. 136. De samenhang tussen modellering en meten dient verder uitgewerkt te worden. 137. De resultaten van het baseline seismisch onderzoek worden betrokken bij het "Go / No Go"-besluit voor de tweede fase.	KT/OT KT/OT KT/OT KT/OT KT/OT KT/OT KT/OT OT Z/OT KT/OT KT/OT			Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y
--	--	--	--	--	--	---

Verklaring gebruikte afkortingen

Amesco	Algemene Milieu Effecten Studie CO ₂ Opslag. Bij deze studie zijn de volgende partijen betrokken: Electrabel: Energiebedrijf Eneco: Energiebedrijf Essent: Energiebedrijf Ministerie van VROM: Het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) NAM: Nederlandse Aardoliemaatschappij (NAM) NOGEPA: Netherlands Oil and Gas Exploration and Production Association (NOGEPA) Provincie Drenthe: Provinciaal bestuur Provincie Friesland: Provinciaal bestuur Provincie Groningen: Provinciaal bestuur Provincie Zuid-Holland: Provinciaal bestuur SEQ: SEQ Nederland BV houdt zich bezig met het ontwikkelen en exploiteren van projecten op basis van de ZEPP-kringloop: de Zero Emission Power Plant. SodM: Staatstoezicht op de Mijnen (SodM)
Blow-out	Ongecontroleerd naar buiten spuiten van CO ₂ uit de ondergrondse opslag
Caprock	Ondoordringbare laag in de aarde
CCS	Carbon Capture and Storage, in het nederlands: CO ₂ -opslag
Corrosie	Aantasting van metalen door oxidatie (roesten)
Dispersie	Mengsel van stoffen
Geothermie	Gebruiken van de warmte van de aarde om huizen, kantoren etc. te verwarmen.
MER	Milieueffectrapportage; Het rapport.
m.e.r.	Milieueffectrapportage; De procedure.
OCAP	Organic Carbon dioxide for Assimilation of Plants. Organisatie die zuivere CO ₂ levert aan de glastuinbouw
SafetiNL	Een rekenpakket voor het berekenen van de externe veiligheidsrisico's van een inrichting met gevaarlijke stoffen.
Seismisch	Heeft betrekking op aardbevingen en aanverwante verschijnselen en op onderzoek van de bouw van de ondergrond door natuurlijke of kunstmatige schokken.
SNR	Shell Nederland Raffinaderij B.V.
ZEPP	Concept voor klimaatneutrale energiecentrales. Elektriciteit wordt opgewekt op basis van aardgas, waarbij vrijkomende CO ₂ wordt afgevangen en geïnjecteerd in een nabijgelegen aardgasveld.

Bijlage 5 - Cluster Externe Veiligheid – ordening van vragen uit het Toetsingskader

1) Scenarios van accidentele lozingen en langzame kleinere lekken
nrs 12-13

2) Modelleren en resultaten vd dispersieberekeningen
nrs 25-28-27-16-17-18-15-26-46- 57-58-59-60-43

3) Normering in Nederland mbt aanvaardbare risico's
nr 19

4) Risico's en problematiek mbt pijpleidingen, het ondergrondse
buisleidingstracé en tunnels
nrs 29-29-30-35-31-32-33-34-36-37-38-

5) Varia +Locatiespecifieke risico's en complicerende factoren
nrs 55- 105-106-126

Tevens stel ik voor om de volgende vragen morgen mee te behandelen
gezien hun sterke link met Externe Veiligheid:
43-46-57-58-59-60-105-106-126

Bijlage 6 - Cluster Ondergrond – ordening van vragen uit het Toetsingskader

- 1) Algemeen : 1 - 100 -51 -105
- 2) Geologische toestand vd ondergrond ; 62 - 63 - 64
- 3) Voorbereidende activiteiten en risico-evaluatie vooraf : Nrs 14 - 74 - 81
- 4) Injectie van CO₂ en mogelijke gevolgen : Nrs 2 - 53 - 56 - 65 - 66 - 68 - 71 - 73 - 75 - 77 - 78 - 80 - 119 -86
- 5) Mogelijke routes voor lekkage CO₂ : Nrs 12 - 13 - 38 - 67 -
- 6) Lange termijn ondergrondse opslag van CO₂ en mogelijke gevolgen : Nrs 3 - 39 -54 -119
- 7) Potentiële ongewenste interacties / schadelijke effecten buiten locatie Shell + Impact op drinkwaterputten : Nrs 16 - 21 - 51 - 52 -69 -
- 8) Varia + locatiespecifieke aspecten : Nrs 70 - 72 - 76 - 79 - 16 - 51

Bijlage 7 - Cluster Monitoring – ordening van vragen uit het Toetsingskader

1) Nulmetingen

Vraag 83 ,84,79, 80, 81 82, 133

Hierbij ook betrekken de milieumetingen o.a. bodem tpv technische installaties.

2) Monitoring protocol tijdens injectiefase

Vraag 44, 47, 85, 123, 131, 38,104/ 105,53

3) Monitoring in de beheersfase

Vraag 45 ,50 , 39/38, 105,54

4) Milieumonitoring en gezondheidseffecten

Vraag 22, 23, 24 , 76,81,82

5) Verantwoordelijkheid mbt monitoring (wie , wat, waar)

vraag 120, 121, 122, 123, 125, 126, 128, 129, 130, 132, 134, 135, 137

6) Relatie modellen /monitoring

Vraag 136

Bijlage 8

Postbus 1
3720 BA Bilthoven

A. van Leeuwenhoeklaan 9
3721 MA Bilthoven

Tel (030) 274 91 11
Fax (030) 274 29 71

info@rivm.nl
www.rivm.nl

DCMR Milieudienst Rijnmond
T.a.v. dr.ir.L.J.Vijgen
Postbus 843
3100 AV SCHIEDAM
3100AV843

Onderwerp
Vragen over CO₂-modellering Barendrecht

Geachte heer Vijgen,

Datum
8 april 2009
Ons kenmerk
.../07 CEV Spoelstra
Blad
1/3
Behandeld door
Margreet Spoelstra
MEV/CEV
Tel 030 274 7558
Fax 030 274 4442
margreet.spoelstra@rivm.nl

Bijlagen
Bijlage 1 en Bijlage 2

In uw mail van 23 februari 2009¹ vraagt u het Centrum Externe Veiligheid (CEV) om een viertal vragen te beantwoorden met betrekking tot de QRA van de geplande CO₂-opslag in Barendrecht². In deze brief worden de antwoorden op de door u gestelde vragen gegeven.

Vraag 1 - In de QRA (pag. 7-11) wordt de gebruikte probitrelatie beschreven. Deze is door Tebodin zelf aan de stof CO₂ toegevoegd. Volgens Tebodin is de gebruikte probit een conservatieve benadering op basis van de gegevens die door het RIVM verstrekt zijn. Kunnen jullie aangeven dat de gebruikte probit een conservatieve benadering betreft en naar mening van het RIVM niet tot onderschatting van de risico's leidt?

Antwoord 1 – Het betreft hier de probitrelatie die als de gele curve in figuur 1 is weergegeven. De curve wordt als het ware begrensd door de punten bij 5 vol.% CO₂ (hieronder geen sterfte) en 10 vol.% CO₂ (hierboven 100% sterfte).

Tebodin heeft het Groene Boek gevolgd bij het bepalen van de probitrelatie³ waarbij opgemerkt wordt dat de gehanteerde startwaarden geen “echte” data zijn. Ten opzichte van de door het RIVM voorgestelde concentratiegrenzen zijn de door Tebodin gebruikte startwaarden inderdaad conservatiever.

De gebruikte probitrelatie is conservatiever dan de door het RIVM in 2007 voorgestelde concentratiegrenzen⁴ en de huidige inzichten en leidt naar verwachting niet tot een onderschatting van het risico. Meer informatie over de probitrelatie en de afleiding ervan is te vinden in bijlage 1.

Vraag 2 – In de QRA (pag. 40-44) wordt een faalfrequentie afgeleid als een conservatieve benadering voor de faalfrequentie in leidingtunnels. Op basis van de NEN 3650 faalkans en de beschermende factoren in de tunnels komt men tot een faalkans die een factor 10 lager is dan voor de leidingstraat (breukkans $6 \cdot 10^{-7}$ tunnel t.o.v. $7 \cdot 10^{-6}$ leidingstraat). Gezien het feit dat in de betonnen tunnel de aangraafkans nihil is, er visue-

¹ E-mail dhr. L.J.Vijgen, DCMR dd. 23 februari 2009 met verzoek tot beantwoording viertal vragen over de Veiligheidsanalyse van de ondergrondse opslag in Barendrecht.

² Tebodin, *Veiligheidsanalyse Ondergrondse Opslag van CO₂ in Barendrecht*, 38000784 (oktober 2008)

³ VROM, *Methoden voor het bepalen van mogelijke schade*, PGS1 (Groene Boek) 2005

⁴ Brief RIVM aan VROM, Voorlopige resultaten effectberekeningen hoge druk CO₂ leiding door Zoetermeer, 137/07 CEV Rie/pbz-1636 (mei 2007)

Datum
8 april 2009
Ons kenmerk
.../07 CEV Spo/..
Blad
2/3

le inspecties gehouden worden en er detectie is voor alle stoffen die in de leidingen zitten, lijkt dit inderdaad een conservatieve benadering. Kunnen jullie aangeven of naar mening van het RIVM de gebruikte faalkans een conservatieve benadering is die niet tot onderschatting van de risico's leidt?

Antwoord 2 – Om de faalfrequentie voor leidingen in leidingtunnels te kunnen bepalen, worden diverse aannames gedaan die niet correct zijn of die onvoldoende worden onderbouwd.

In Bijlage 2 worden twee benaderingen gegeven die elk op basis van de voorhanden zijnde informatie leiden tot een grotere kans op breuk dan de in de QRA gehanteerde faalfrequentie. Een betere onderbouwing van de toegepaste reductiefactoren kan mogelijk leiden tot een beter gewaardeerde faalfrequentie die lager is dan nu op basis van de beschikbare gegevens kan worden afgeleid.

Vraag 3 – In de QRA (pag. 12-13) wordt aangegeven hoe het superkritische CO₂ in de put gemodelleerd is bij uitstroming. Hierbij is aangegeven dat maximaal 10% als vast CO₂ neerslaat wat conservatief als instantane (user-defined) gasbron van CO₂ wordt gemodelleerd. Verder wordt aangegeven dat om de superkritische uitstroming te modelleren door de RIVM helpdesk een aangepaste parameterfile is aangeleverd. Kunnen jullie aangeven dat jullie een aangepaste parameterfile hebben aangeleverd aan Tebodin waarmee de superkritische CO₂ uitstroming berekend kon worden en dat naar jullie mening de modellering van 10% van de uitstroming als user defined CO₂ gasbron (zonder impuls) een conservatieve benadering is die niet tot onderschatting van de risico's leidt?

Antwoord 3 – De parameterfile met betrekking tot de dispersieberekeningen is aangepast omdat de berekening in een 'loop' zat waar het niet meer uit kon komen. De foutmelding die hier betrekking op heeft, komt vaker voor en op aangeven van DNV Software Solutions (de ontwikkelaar van Safeti) is in het verleden een aantal oplossingen voorgesteld. Deze mogelijkheden zijn onderzocht en uiteindelijk bleek één manier effectief te zijn. De psu-file is hierop punt aangepast en naar Tebodin gestuurd.

Op basis van het Mollierdiagram heeft Tebodin bepaald welke percentages vast CO₂ neerslaan. Uit telefonisch overleg met de opstellers van de QRA is gebleken dat de in de vraag gehanteerde hoeveelheid van 10 m.% vast CO₂ niet klopt, maar dat het afhankelijk van de locatie tussen de 30-35 m.% vast CO₂ betreft. Uit overleg met DNV Engeland is gebleken⁵ dat dit een conservatieve benadering is, omdat onder de gegeven omstandigheden er wel 30-35 m.% vast CO₂ ontstaat bij de breukopening ('orifice') maar dat vrijwel alle CO₂ verdampt voordat het de grond bereikt.

Vraag 4 – Kan CEV bevestigen dat het artikel van Henk Witlox van DNV geen invloed heeft op de rekenresultaten van Tebodin gezien de gedane aannames (10% vast CO₂, verdampend, impulsloos CO₂)?

Antwoord 4 – In het artikel wordt alleen ingegaan op de uitstroom en dispersie van CO₂, niet op de wijze van sublimeren van vast CO₂ (impulsloos). Zowel in het artikel als tijdens de bijeenkomst bij CEV wordt aangegeven dat bij verticale uitstroming van superkritisch CO₂ er weinig of geen vast CO₂ op de grond terecht zal komen dat zal sublimeren. Zoals in Antwoord 3 is aangegeven is de gehanteerde hoeveelheid van 30-35 m.% vast CO₂ een conservatieve aanname.

⁵ Bijeenkomst met Henk Witlox van DNV Software Solutions bij CEV dd. 26 maart 2009.

Datum
8 april 2009
Ons kenmerk
.../07 CEV Spo/..
Blad
3/3

Wij sturen de VROM-inspectie een kopie van deze brief, zodat zij goed geïnformeerd is als er vragen over de CO₂-modellering Barendrecht worden gesteld. Indien u daar bezwaar tegen heeft, verzoeken wij u dit binnen 10 dagen na dagtekening aan ons te laten weten.

Ik vertrouw er op u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd. Voor vragen kunt u contact opnemen met mevrouw M. Spoelstra, telefoonnummer 030 – 274 7558.

Hoogachtend,

Ir.C.M.van Luijk
Hoofd Centrum Externe Veiligheid

Bijlage 1

Opdrachtgever: DCMR Milieudienst Rijnmond
Datum: 8 april 2009
Briefnummer: ./ CEV ./.
Uitvoerder: Margreet Spoelstra, Centrum voor Externe Veiligheid

Het Centrum voor Stoffen en Integrale Risico-inschatting (SIR) van het RIVM heeft op verzoek van CEV de beantwoording op zich genomen. Het volledige antwoord is in deze bijlage opgenomen.

Samenvatting

- Bij de bepaling van de door Tebodin afgeleide probitrelatie zijn een aantal kanttekeningen te plaatsen. De in de rapportage beschreven benadering zal echter naar verwachting niet leiden tot een onderschatting van het risico.
- Het staat op dit moment nog ter discussie of voor de stof CO₂ het gebruik van een probitrelatie überhaupt mogelijk is.

Toelichting

Algemeen

- In 2007 heeft het RIVM geconcludeerd dat geen betrouwbare probitrelatie voor CO₂ kon worden afgeleid (naar het betreffende RIVM-advies wordt ook verwezen in de rapportage van Tebodin). Deze conclusie was aanleiding voor het huidige aanvullende onderzoek uitgevoerd door TNO.
- De beschikbare gegevens die door het RIVM in 2007 zijn geëvalueerd suggereren een soort “alles of niets”-effect voor letaliteit door CO₂: boven een bepaalde concentratie gaat de letaliteit van 0% naar 100% sterfte (althans in dieren). Ook de nieuwe data van TNO lijken een dergelijk verband te bevestigen. Wellicht is het daarom onmogelijk of onwenselijk een betrouwbare probitrelatie voor CO₂ af te leiden; hierover wordt gediscussieerd door de Toetsgroep Probitrelaties in de vergadering van 8 april 2009.

Bepaling van n in de gebruikte probitrelatie

- Het is onduidelijk hoe de waarde voor n is berekend. De berekening lijkt te zijn gebaseerd op curves met “C×T”-relaties uit Speitel (1996). Wij kunnen geen uitspraak doen over de gegevens uit deze curves vanwege het ontbreken van de originele data. Uit de meeste studies naar CO₂ is gebleken dat de concentraties van O₂ of N₂ meestal gecontroleerd werden tijdens de blootstelling. In dergelijke gevallen is geen sprake meer van een goede weerspiegeling van het effect van CO₂-blootstelling op dier of mens. Of hiervan in dit geval sprake is, kunnen we alleen beoordelen wanneer we de originele data tot onze beschikking hebben.
- De waarde voor n is bovendien niet gebaseerd op letaliteit, maar op “incapacitation”. Er is geen enkel bewijs dat de relatie $C^n \times T$ voor incapacitation hetzelfde is, of mag worden aangenomen, voor letaliteit.

Mate van conservativiteit van de probitrelatie

- Tebodin lijkt het Groene Boek gevolgd te hebben bij het bepalen van de probitrelatie. Daarbij wordt opgemerkt dat de gehanteerde startwaarden geen “echte” data zijn, zoals ook in de rapportage wordt aangegeven. Ten opzichte van de door het RIVM voorgestelde concentratiegrenzen zijn deze startwaarden wel conservatiever.
- De gebruikte probitrelatie is conservatiever dan de door het RIVM in 2007 voorgestelde concentratiegrenzen en ook volgens de huidige inzichten. De stelling dat de gebruikte probitrelatie in vergelijking met een aantal andere benaderingen tot de meest conservatieve aanpak leidt, is echter niet geheel correct: de probitrelatie bepaald volgens de PGS1-methodiek is bij lage concentraties conservatiever. (zie ook figuur 1: gele lijn vs donkerblauwe lijn).

Bijlage 2

Opdrachtgever: DCMR Milieudienst Rijnmond

Datum: 8 april 2009

Briefnummer: ./ CEV ./

Uitvoerder: Margreet Spoelstra, Centrum voor Externe Veiligheid

In verband met het overzicht wordt in deze bijlage elke aanname die in § 4.3.2.1 van de QRA gemaakt is, apart beschouwd.

1) *NEN 3650 als uitgangspunt*

2) *Verdeling lek:breuk als bij leidingstraat*

In opdracht van VROM heeft het CEV de faalfrequentie van leidingen in een leidingenstraat tegen het licht gehouden. Hierdoor zijn er twee manieren mogelijk om de in de QRA gehanteerde faalfrequentie voor de tunnelbuizen te beoordelen, namelijk door uit te gaan van ofwel de vigerende situatie (Paarse Boek³) ofwel van de waarschijnlijk toekomstige (gewenste) situatie. Beide manieren worden toegelicht, maar het is aan het bevoegd gezag om te beslissen welke wijze aangehouden dient te worden.

A – Faalcijfers op basis van het Paarse Boek

De leidingtunnel maakt onderdeel uit van de Buisleidingenstraat waarvoor een faalfrequentie geldt van $7 \cdot 10^{-5} \text{ km}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$. Het aandeel breuk voor leidingen in een leidingenstraat is 10% waardoor de faalfrequentie voor breuk komt op $7 \cdot 10^{-6} \text{ km}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$. Het gebruik van de reductiefactor voor beheer (100, 10 of 1,6) is hierbij niet aan de orde omdat het beheer al generiek verwerkt is in de faalfrequentie van een leidingstraat. Zie verder ook vraag 3.

B – Waarschijnlijk toekomstige (gewenste) situatie

In deze situatie wordt uitgegaan van een basis faalfrequentie waar specifiek voor beheer en maatregelen reductiefactoren toegepast kunnen worden. Uitgangspunt is de huidige faalfrequentie van leidingen (NEN 3650), te weten $6,1 \cdot 10^{-4} \text{ km}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$. Het aandeel breuk voor deze leidingen is 25% waardoor de faalfrequentie voor breuk komt op $1,525 \cdot 10^{-4} \text{ km}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$. Het gebruik van de reductiefactor voor beheer in de Buisleidingenstraat is hier wel toegestaan, maar zal in de grootte van orde van 10 liggen omdat activiteiten in de tunnel niet uitgesloten zijn. De faalfrequentie voor breuk komt dan op $1,525 \cdot 10^{-5} \text{ km}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$.

3) *Streng beheer leidingen in leidingtunnel*

In een recentelijk verschenen RIVM rapport⁴ staan diverse maatregelen beschreven om de faalfrequentie te verlagen. Daar waar mogelijk zijn de bijbehorende reductiefactoren gegeven. Zo kunnen voor maatregelen m.b.t. het beheer van leidingen reductiefactoren van 100, 10 en 1,6 worden toegekend. In de QRA wordt uitgegaan van reductiefactor 100. Aangezien activiteiten niet helemaal zijn uitgesloten lijkt een reductiefactor van 100 hier niet op zijn plaats. Maximaal zal de reductiefactor 1,6 of 10 kunnen zijn.

4) *Gebruik wanddiktetoeslag*

Het gebruik van een reductiefactor van 10 in verband met de wanddiktetoeslag kunnen wij niet verifiëren omdat de herkomst van deze reductiefactor niet duidelijk is. Op basis van de zin “op basis van de gegevens van EGIG is een relatie te vinden tussen reductie in faalkans als functie van de

³ Committee for the Prevention of Disasters, *Guidelines for quantitative risk assessment* (Purple Book, 1999)

⁴ RIVM, *Achtergronden bij vervanging van de zoneringsafstanden hoge druk aardgastransportleidingen van de N.V. Nederlandse Gasunie*, 620121001 (2008)

wanddiktevergroting” (blz. 43 van de QRA) kan het CEV dit in ieder geval niet verifiëren. Omdat deze factor verder niet is meegenomen in de QRA, hebben wij hier niet naar gekeken.

5) Uitsluiten andere faaloorzaken dan external interference

Deze aanname is gedaan omdat CO₂-leidingen worden vergeleken met aardgasleidingen waarvoor geldt dat breuk van de leiding voor bijna 100% wordt bepaald door graafschade (external interference). De reductiefactoren die voor hogedruk aardgasleidingen toegepast kunnen worden en die betrekking hebben op graafschade, zouden daarmee ook van toepassing zijn op CO₂-leidingen. Deze redenatie is alleen toegestaan als aangetoond kan worden dat andere faaloorzaken uitgesloten kunnen worden, bijvoorbeeld corrosie. Het hiertoe verzamelen van gegevens en het aantonen van de gehanteerde veiligheids- en beheersystemen is een langdurig proces, waardoor t.b.v. berekeningen de mogelijkheid ontstaat vooruit te lopen op de ‘bewijslast’. Dit is een risico waar het bevoegd gezag mee in moet stemmen.

Bijlage 9

Postadres

Postbus 9152
3007 AD Rotterdam

Bezoekadres	Wilhelminakade 947 Rotterdam	Provincie Zuid-Holland Gedeputeerde Staten
Telefoon	010-4468 900	Directie Omgevingsdiensten
Telefax	010-4468 999	Afdeling Vergunningen
E-Mail	j.broekhuizen@veiligheidsregio-rr.nl	T.a.v. Mw. drs. A.C. van Lier
Ons kenmerk		Postbus 90602
Betreft	Extern veiligheidsadvies inzake CO ₂ -opslag Barendrecht en Barendrecht-Ziedewij	2509 LP DEN HAAG
Datum	23 maart 2009	
Behandeld door	J.M. Broekhuizen	

Geacht college,

Op 2 februari jl. heeft mevrouw A.C. van Lier, Hoofd Bedrijfsbureau Vergunningen, namens Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland advies gevraagd aan de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond (VRR) over de mogelijkheden voor de hulpverlening van hulpverleningsdiensten en de zelfredzaamheid voor burgers met betrekking tot het oprichten van een CO₂-opslag in de lege gasvelden van Barendrecht (fase 1) en Barendrecht Ziedewij (fase 2). Dit externe veiligheidsadvies is een gecombineerd advies in het kader van artikel 12 Bevi (Wet milieubeheer) en artikel 13 Bevi (Wet op de ruimtelijke ordening).

Aandacht wordt gevraagd voor het volgende;

In de veiligheidsanalyse van Tebodin [20 oktober 2008] worden zes scenario's beschreven. De VRR mist de beschouwing van een aantal andere, volgens de VRR, mogelijk relevante scenario's, zoals het lekken langs de CO₂-injectieleiding en lekkage via de bodem. Vanwege het tekort aan informatie aangaande deze scenario's kan de VRR geen standpunt innemen over de relevantie en mogelijke gevolgen van deze scenario's. De VRR heeft haar advies gebaseerd op de informatie die is beschreven in de aangeleverde documenten.

Bij het modelleren van scenario's met CO₂ heeft de VRR te maken met een aantal onzekerheden. De VRR constateert dat er een voorlopige probitrelatie voor CO₂ is. **De indruk dat de nog vast te stellen definitieve probitrelatie geen invloed zal hebben op de inhoud van dit advies.** Voor een gedetailleerder uitwerking en onderbouwing van het advies verwijs ik u naar de bijlagen bij deze brief.

Bij het bepalen van de effectafstanden in de door de VRR beschouwde scenario's is zowel de stabiliteitsklasse D5 als stabiliteitsklasse F1,5 beschouwd. Bij de stabiliteitsklasse D5 zijn de effectafstanden van de scenario's bij de injectielocatie in Barendrecht relatief klein. Hierbinnen bevinden zich geen (beperkt) kwetsbare objecten. Bij stabiliteitsklasse F1,5 bevinden zich wel een aantal beperkt kwetsbare objecten binnen de effectafstand. Echter, stabiliteitsklasse F1,5 komt vooral 's nachts voor en de betreffende beperkt kwetsbare objecten zijn 's nachts niet in gebruik.

Daarnaast wordt opgemerkt dat, door de onzekerheden in de modellering van een langdurige blow out, door de VRR geen uitspraak kan worden gedaan over het feit of en hoe snel de vrijgekomen CO₂ zich op leefniveau zal bevinden. Dit is afhankelijk van de wijze van release (koolzuursneeuwvorming en hoeveelheid) en de weersomstandigheden wanneer dit incident zich voordoet.

In het kader van art. 13 van het Bevi zijn echter de volgende scenario's relevant voor de externe veiligheid. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in een 'worst case scenario' en een 'maximum credible accident' (het maximum geloofwaardige scenario met de grootste effectafstanden).

Worstcase scenario	
1A	Catastrofaal falen 28" CO ₂ leiding in de leidingtunnel
1B	Catastrofaal falen 14" CO ₂ leiding in de leidingtunnel
Maximum credible accident	
2A	Lek van 70 mm in 28" CO ₂ leiding in de leidingtunnel
2B	Lek van 35 mm in 14" CO ₂ leiding in de leidingtunnel

Conclusies scenario-analyse

Afhankelijk van het scenario en de stabiliteitsklasse variëren de LBW effectafstanden van 25 tot 800 meter. Op basis hiervan kunnen zich in het effectgebied 0 tot enkele honderden mensen bevinden.

Dit betreft een globale indicatie als gevolg van een aantal onzekerheden in de aannames zoals het feitelijke aantal aanwezigen in objecten en het verkeer.

Conclusie en advies bestrijdbaarheid

De VRR ziet een aantal mogelijkheden om de omvang van effecten te beperken.

- In de totale pijpleiding is niet voorzien in inblokvoorzieningen/ afsluiters. Om de hoeveelheid uitstromende CO₂ te beperken wordt geadviseerd een aantal afsluiters te plaatsen op regelmatige afstand zodat niet de gehele pijpleiding in 1 keer kan leegstromen. Wel dient uitgezocht en aangetoond te worden dat de kans op lekkage bij deze extra afsluiters niet wordt vergroot.
- Om zo snel mogelijk actie te ondernemen en hulpverleningsdiensten te alarmeren, wordt geadviseerd detectoren te plaatsen bij alle installaties waarbij een grote hoeveelheid CO₂ vrij kan komen. Deze detectoren dienen automatisch een melding te geven aan de betreffende meldkamer van Shell (of een andere meldkamer die deze lekkage kan monitoren), waarna een CIN-melding gemaakt moet worden aan de Gemeenschappelijke Meldkamer van de VRR. Deze manier van alarmeren dient op een juiste wijze procedureel geborgd te zijn.

- Uit de berekeningen van de effecten blijkt dat de effecten bij een beschadiging of breuk van een 14" leiding kleiner zijn dan bij een beschadiging of breuk van een 28' leiding. De VRR adviseert daarom voor het gehele leidingentraject een 14' leiding te gebruiken.
- In het brandveiligheidsadvies⁵ dat wordt opgesteld in het kader van de Wet milieubeheer worden specifiekere maatregelen en voorschriften beschreven. Aanbevolen wordt de voorschriften uit het brandveiligheidsadvies te verbinden aan de oprichtingsvergunning voor de CO₂-opslag in Barendrecht.

Conclusie geneeskundige hulpverlening

- Aangezien CO₂ zich gedraagt als een zwaar gas en blootstelling kan leiden tot verminderd vluchtvermogen dient aan adviezen rond zelfredzaamheid expliciet aandacht geschonken te worden.
- De zelfredzaamheid van verkeersdeelnemers die zich op wegen in de omgeving van leidingtunnels ter hoogte van Beneluxplein en Groene Kruisweg bevinden vormt daarbij een belangrijk aandachtspunt en kan mogelijk problematisch zijn wanneer sprake is van stilstand verkeer als gevolg van een file.
- De risicocommunicatie vooraf is een belangrijke factor in het slagen van de maatregelen t.a.v. schuilen, evacueren en zelfredzaamheid.

Een incident met de CO₂-leiding rond de Beneluxplein en Groene Kruisweg kan de bestuurlijke afspraak over de maximale GHOR capaciteit mogelijk te boven kan gaan. Aangezien gedetailleerde gegevens omtrent aanwezigheid van mensen in bebouwing en verkeer slechts globaal beschikbaar zijn, is het raadzaam dat Gedeputeerde Staten dit nader laat onderbouwen

Graag verneemt de VRR het besluit van Gedeputeerde Staten van de provincie Zuid-Holland inzake de geadviseerde voorzieningen uit dit advies. Voor vragen of nadere toelichting kunt u contact opnemen met de heer J.M. Broekhuizen, projectleider werkgroep CO₂-opslag Barendrecht en plaatsvervangend directeur van de Stafdirectie Risico- en Crisisbeheersing van de VRR.

Hoogachtend,
het bestuur van de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond,
namens deze,

J.D. Berghuijs
Algemeen directeur Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond

Bijlage 1: Veiligheidsadvies
Bijlage 2: Onderbouwing geneeskundige hulpverlening

⁵ Het brandveiligheidsadvies wordt opgesteld door de Brandweer Rotterdam-Rijnmond district Haven in samenwerking met district Zuid. Dit brandveiligheidsadvies wordt separaat verstuurd naar het bevoegd gezag.

Kopie:

- Ministerie van Economische Zaken, dhr. ing. M. Mezger
- College van Burgemeester en Wethouders gemeente Barendrecht
- DCMR Milieudienst Rijnmond, dhr. A. Deelen
- DCMR Milieudienst Rijnmond, dhr. P.C.E.M. Heyne
- Regionaal Cdt Brandweer Rotterdam-Rijnmond, dhr. E. van Strien
- VRR SRC, mevr. J. Trijselaar
- VRR DC Haven, dhr. drs. L. Bontes PBM
- VRR DC Zuid, ir. mevr. E. van der Reijden
- Directie Ambulancezorg en GHOR, mevr. M.L. Oomens (Directeur a.i.)
- Directie Ambulancezorg en GHOR, dhr. J.C. Christiaanse (RGF)

(Bijlage 1)

Extern veiligheidsadvies voor de oprichting van CO2-opslag in Barendrecht (fase 1) en Barendrecht-Ziedewij (fase 2)

INLEIDING

De bewustwording met betrekking tot externe veiligheidsaspecten is de laatste jaren versterkt door rampen en ongevallen die ons land en onze buurlanden hebben getroffen. De wetgeving hieromtrent heeft zich in een snel tempo ontwikkeld en is nog steeds sterk in ontwikkeling. Zo heeft het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) als doel de risico's, voor burgers die in hun leefomgeving worden blootgesteld aan risicovolle activiteiten, te beperken tot een minimum aanvaardbare norm. Deze norm is weergegeven in het Plaatsgebonden Risico (PR) en het Groepsrisico⁶ (GR), die betrekking heeft op inrichtingen die onder het Bevi vallen. De circulaire Risiconormering Vervoer Gevaarlijke Stoffen (cRNGVS) bepaalt hetzelfde met betrekking tot vervoersbesluiten dan wel omgevingsbesluiten waarbij het vervoer van gevaarlijke stoffen een risico vormt.

Naast de milieuwetgeving met betrekking tot externe veiligheid, heeft de hulpverleningsorganisatie te maken met sectorale wetgeving. Dit zijn de Wrzo, Brandweerwet 1985, Wghr en de Politiewet.

De Wrzo bepaalt onder andere dat het college van B&W van een gemeente zorg moeten dragen voor het voorkomen, beperken en bestrijden van rampen en zware ongevallen. De Brandweerwet 1985 bepaalt dat het bestuur van de Regionale Brandweer het gemeentebestuur hierover adviseert. Zo beschikt het gemeentebestuur bij de voorbereiding van een besluit over de noodzakelijke kennis en relevante feiten met betrekking tot de risico's en de benodigde hulpverleningsbehoefte in het geval van calamiteiten, ten einde een zorgvuldige belangenafweging te kunnen maken als bedoeld in afdeling 3:2 van de Algemene wet bestuursrecht (Awb).

Op basis van deze wet- en regelgeving vervuld de regionale brandweer een adviserende rol m.b.t. de twee aspecten:

- Bestrijdbaarheid van het incident
- Zelfredzaamheid van burgers binnen het invloedsgebied⁷

In het kader van de zelfredzaamheid en de geneeskundige hulpverlening is een beroep gedaan op de expertise van de Directie Ambulancezorg & GHOR⁸ (A&G). De Directie A&G is daarom intensief betrokken bij dit externe veiligheidsadvies.

Dit advies is als volgt opgebouwd. Allereerst is de aanleiding voor dit advies gegeven. Daarna wordt in de situatie analyse de afbakening en uitgangspunten voor het advies beschreven. Vervolgens zullen de gekozen scenario's in relatie tot de bestrijding worden geformuleerd in punt drie 'Scenario-analyse EV & maatregelen bestrijdbaarheid'. Wat de gevolgen kunnen zijn voor de geneeskundige hulpverlening komt daarna aan bod in punt vier 'Geneeskundige hulpverlening'. Als laatste wordt het besluit van de VRR weergegeven. Samen met dit advies (incl. bijlage 2) kan dit besluit gebruikt worden bij de bestuurlijk afweging van Gedeputeerde Staten van de Provincie Zuid-Holland.

⁶ Het groepsrisico geeft de cumulatieve kansen weer dat per jaar ten minste 10, 100 of 1.000 personen overlijden als rechtstreeks gevolg van hun aanwezigheid binnen het invloedsgebied van een risicovolle inrichting waar zich een groot incident voordoet. [Art. 1 lid 1 onderdeel k Bevi]

⁷ Het invloedsgebied betreft het gebied van de bron tot en met de letaliteitscontour (LC01) waarbij 1% van de blootgestelde personen kan komen te overlijden. Om een uitspraak te kunnen doen over de bestrijdbaarheid en zelfredzaamheid is de VRR uitgegaan van de totale effectafstand (bron t/m AGW-afstand). Het hanteren van dit effectgebied is gebruikelijk voor de brandweer. [Handreiking Verantwoordingsplicht Groepsrisico, november 2007]

⁸ Geneeskundige Hulpverlening bij Ongevallen en Rampen.

1. AANLEIDING

Ten behoeve van het project CO₂ opslag Barendrecht is door de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond (VRR) een werkgroep opgericht. Deze werkgroep brengt advies uit over de externe veiligheidsaspecten in relatie tot de mogelijkheden van risicoreducerende maatregelen, zelfredzaamheid en hulpverlening in relatie tot het te verwachten aantal slachtoffers. De werkgroepleden zijn afkomstig uit de Stafdirectie Risico- en Crisisbeheersing (SRC), Directie A&G en de Regionale Brandweer Rotterdam-Rijnmond District Zuid en District Haven.

Het doel van dit advies is om Gedeputeerde Staten van de Provincie Zuid-Holland inzicht te geven in de gevolgen van de CO₂ opslag – inclusief het transport – voor mensen in de omgeving (omwonenden, verkeersdeelnemers en werknemers) en de mogelijkheid van zelfredzaamheid en hulpverlening.

2. SITUATIEANALYSE

Bij de analyse is de informatie in de aangeleverde documenten als uitgangspunt genomen. Daarnaast is gebruik gemaakt van de kennis en expertise van de betrokken diensten in de werkgroep CO₂-opslag Barendrecht. De VRR heeft haar externe veiligheidsadvies gebaseerd op de volgende aangeleverde stukken:

- MER Ondergrondseopslag van CO₂ in Barendrecht
Shell CO₂ Storage B.V. Den Haag [december 2008];
- Veiligheidsanalyse ondergrondse opslag van CO₂ in Barendrecht
Tebodin B.V. Den Haag [20 oktober 2008];
- Aanvraagvergunning ingevolge wet milieubeheer en aanvraag ontheffing lozingen besluit
bodembescherming ondergrondse opslag van CO₂, 'locatie Barendrecht ondergrondse CO₂ opslag'
(BRT-OCO)
Shell CO₂ Storage B.V. Den Haag [8 december 2008].

Voor de benodigde Milieueffectrapportage is door Tebodin een veiligheidsanalyse uitgevoerd.

De veiligheidsanalyse beschrijft de onderdelen (compressie, pijpleiding en opslaginstallatie) van het project Barendrecht CO₂ opslag en omvat de bovengrondse en ondergrondse infrastructuur en installaties benodigd voor de opslag van CO₂.

Analyse aangeleverde documenten en ontwikkelingen

De MER en de veiligheidsanalyse bij deze MER vormen de basis voor het advies van de VRR. De VRR heeft echter wel een aantal opmerkingen over de gekozen scenario's van deze veiligheidsanalyse.

In de veiligheidsanalyse worden zes scenario's beschreven, de VRR is van mening dat een aantal andere mogelijke scenario's zoals het lekken langs de CO₂-injectieleiding en lekkage via de bodem niet voldoende zijn beschouwd. Vanwege het te kort aan informatie aangaande deze scenario's kan de VRR geen standpunt innemen over de relevantie van deze scenario's en wat de gevolgen voor de hulpverlening kunnen zijn wanneer deze scenario's zich toch voordoen. Stel dat deze scenario's zich voordoen, dan kan dit bijvoorbeeld gevolgen hebben voor omwonenden en voor de aanrijroute van hulpverleningsdiensten die zich naar de plaats van het incident zullen begeven.

Tevens wordt opgemerkt dat het RIVM binnenkort een definitieve probitrelatie voor CO₂ zal vaststellen. De consequenties daarvan dienen vervolgens bekeken te worden.

Om inzicht te krijgen in de gevolgen van het vrijkomen van CO₂ heeft de werkgroep gebruik gemaakt van de grote en kleine incidenten welke door Tebodin opgesteld zijn. Deze scenario's zijn:

- Flenslekkage;
- Lekkage 25 mm aansluiting;
- Bezwijken ondergrondse leiding;
- Bezwijken CO₂ compressor;
- Bezwijken CO₂ injectieleiding;
- Put Blow Out.

Voor het inzichtelijk maken van de effecten zijn de door Tebodin gehanteerde grenswaarden aangehouden. Deze grenswaarden zijn:

- 10% CO₂ wordt aangenomen als 100% dodelijk (letaal);
- 5% CO₂: 1% letaliteit bij een blootstellingstijd van 30 minuten;

Op basis van de gebruikte ankerpunten⁹ zijn de constanten van de probitrelatie voor CO₂ bepaald.

$$Pr = -98,81 + \ln (C^9 * t)$$

De werkgroep constateert dat de gebruikte grenswaarden en probitrelatie een conservatieve benadering is en dat hiermee het risico van de activiteiten met CO₂ worden overschat. De werkgroep vindt de aannames aangaande de grenswaarden en probitrelatie acceptabel voor het berekenen van de effectafstanden. Daarnaast wordt opgemerkt dat de door Tebodin gegeven grenswaarde¹⁰ van 5 vol% CO₂ gelijk is te beschouwen aan de LBW¹¹ van 100.000 mg/m³ voor CO₂.

In het document 'Interventiewaarden gevaarlijk stoffen 2007' [Ministerie VROM] blijkt dat de LBW 100.000 mg/m³ CO₂ bedraagt voor een blootstellingsduur van één uur. Dit wil echter niet zeggen dat er geen slachtoffers kunnen vallen die afhankelijk zijn van medische zorg en hulpverlening. Bijlage 2 van dit advies zal uitgebreider ingaan op deze aspecten.

2.1 UITGANGSPUNTEN EN AFBAKENING

Omdat in het extern veiligheidsadvies wordt uitgegaan van de effecten die bij de mogelijke scenario's met CO₂ kunnen optreden, zijn de onderstaande uitgangspunten gehanteerd voor het berekenen van deze effectafstanden (t/m AGW-afstand).

⁹ Tebodin B.V. Veiligheidsanalyse Ondergrondse Opslag van CO₂ in Barendrecht, § 2.2.1. Gebruikte probitrelatie [20 oktober 2008].

¹⁰ Uit het document 'Interventiewaarden gevaarlijke stoffen 2007' [Ministerie VROM] blijkt dat 100.000 mg/m³ gelijk staat aan 5,5 vol% CO₂.

¹¹ LBW = *Levensbedreigende waarde*: "concentratie van een stof waarboven mogelijk sterfte of een levensbedreigende aandoening door toxische effecten kan optreden binnen enkele dagen na een blootstelling van één uur."

1%-letaliteitsafstand = LBW-afstand

De VRR heeft bepaald dat de 1%-letaliteitsafstand wordt aangehouden als LBW-afstand. De LC01-afstand (1%-letaliteitsafstand) in de veiligheidsanalyse van Tebodin is bepaald op 5 vol% CO₂ met een blootstellingsduur van 30 minuten. De LBW-afstand die door hulpverleningsdiensten wordt aangehouden is vergelijkbaar met deze waarde.

Stabiliteitsklasse D5 en F1,5

Voor de scenario's is zowel de stabiliteitsklasse D5 (dagsituatie) als F1,5 (nachtsituatie) aangehouden voor de weersomstandigheden. De D5 stabiliteitsklasse is een gemiddelde stabiliteitsklasse en weerspiegelt de meest voorkomende weersomstandigheden in Nederland. Er is dan sprake van een windsnelheid van 5 meter per seconde en half bewolkte omstandigheden.

De F1,5 stabiliteitsklasse weerspiegelt rustige en stabiele weersomstandigheden in Nederland en wordt gehanteerd voor nachtsituaties. Er is dan sprake van een windsnelheid van 1,5 meter per seconde bij onbewolkte weersomstandigheden. Hierbij wordt opgemerkt dat de concentratie vrijgekomen CO₂ door deze stabiele weersomstandigheden niet zo snel wordt opgemengd met de atmosfeer als dat dit bij de stabiliteitsklasse D5 zou gebeuren. Hierdoor kunnen de effectafstanden bij F1,5 groter uitvallen dan bij D5.

Rekenmodel TNO Effects

Wereldwijd bestaan verschillende rekenmodellen die effecten van gemodelleerde scenario's kunnen berekenen. TNO Effects is één van deze rekenmodellen en is een algemeen geaccepteerd rekenmodel dat door hulpverleningsdiensten wordt gehanteerd. Omdat over de berekeningswijze van CO₂-scenario's recentelijk een discussie gaande is tussen verschillende adviserende diensten in Nederland, is gekozen de scenario's door meer rekenmodellen uit te laten rekenen dan alleen TNO Effects. Rekenmodellen die hiervoor gebruikt zijn, zijn: Effects 8, Phast 6.42 (voor wat betreft concentratiecontour CO₂), Aloha en RGS (voor repressieve doeleinden). Alle eindresultaten van deze rekenmodellen komen echter voor wat betreft de CO₂-scenario's in grote lijnen met elkaar overeen.

Gemiddelde bronsterke worstcase scenario's

De door de VRR gehanteerde worstcase scenario's hebben betrekking op een catastrofale breuk van een leiding. Doordat is gerekend met de gebruikte probitrelatie ($Pr = -98,81 + \ln(C^9 \cdot t)$), is uit de resultaten van het gehanteerde rekenmodel gebleken dat ook bij kortdurende scenario's grote effectafstanden kunnen ontstaan. Dit was echter niet op te maken uit de veiligheidsanalyse van Tebodin, waardoor de VRR wel met deze scenario's rekening heeft gehouden.

De uitgangspunten die de VRR heeft aangehouden zijn conservatief. Bij alle scenario's m.b.t. catastrofaal falen is uitgegaan van een fors gemiddelde van de uitgestroomde CO₂. Een voorbeeld hiervan is de gemiddelde uitstroming van de eerste 10 minuten bij een blootstellingsduur van 30 minuten. De reden waarom de VRR heeft gekozen voor deze conservatieve benadering is dat op deze wijze ook in acht wordt genomen dat het activeren van een afsluiter in het systeem vertraging kan oplopen. Hierdoor zal het langer duren voordat de afsluiter ook daadwerkelijk dicht is.

Opgemerkt wordt dat scenario's in de veiligheidsanalyse van Tebodin die een risicocontour van 10⁻⁸ veroorzaken ook nog forse effecten kunnen veroorzaken.

Uitgangspunten scenario's

Bij kortdurende scenario's is uitgegaan van een gemiddelde bronsterkte bij een emissieduur van 2 minuten, waarbij de blootstellingsduur 10 minuten zal zijn. Bij langdurige scenario's is uitgegaan van een gemiddelde bronsterkte bij een emissieduur van 10 minuten, waarbij de blootstellingsduur 30 minuten zal zijn.

Lekkage CO₂-leiding

Om bij een lekkage van de CO₂-leiding de maximale uitstroom (release) van CO₂ te bepalen, is door de werkgroep vastgesteld dat 10% van de leidingdiameter het gat / lek in de leiding bepaald. In de veiligheidsanalyse van Tebodin wordt dit ook weergegeven (hoofdstuk 3 t/m 5).

Reactietijd inzet maatregelen

Normaliter¹² is de reactietijd voordat bij een lekkage van een lange leiding (of een gedeelte van de leiding) voorziene maatregelen zullen werken 3 seconden per kilometer pijpleiding. Na deze reactietijd valt de veiligheidsafsluiter dicht en vindt een passieve outflow van CO₂ plaats, waarbij beide leidinghelften na verloop van tijd zullen leeglopen. In deze situatie gaat het dus om een lange pijpleiding en uit de veiligheidsanalyse van Tebodin blijkt ook dat het sluiten van de afsluiter een tijdje kan duren. De VRR is daarom uitgegaan van een langere reactietijd.

Geen verschil leidingstraten

Het verschil van de leiding pump-inflow van CO₂ tussen de leidingstraat 'Beneluxplein' en de leidingstraat 'Groene Kruisweg' is minimaal. De pump-inflow varieert namelijk altijd omdat de doorzet niet altijd en op elke plek in de leiding hetzelfde is. Hierdoor bestaat er geen onderscheid in effecten bij de scenario's van de genoemde leidingstraat. Alle scenario's zijn daarom gemodelleerd op een maximale pump-inflow bij 40 bar druk met behulp van een long pipelinemodel.

3. SCENARIO-ANALYSE EV & MAATREGELEN BESTRIJDBAARHEID

De door Tebodin beschreven scenario's zijn door de VRR op basis van de gehanteerde uitgangspunten nagerekend.¹³ Geconstateerd is dat de scenario's op de injectielocatie Barendrecht bij de stabiliteitsklasse D5 een maximale effectafstand heeft van 100 meter. Binnen de 100 meter bevinden zich geen (beperkt) kwetsbare objecten¹⁴.

In geval van de stabiliteitsklasse F1,5 zullen de effectafstanden anders uitvallen qua afstand en vorm dan bij stabiliteitsklasse D5. Dit maakt een reële vergelijking lastig. De stabiliteitsklasse F1,5 is ingevoerd in de verschillende rekenmodellen en resultaten van deze berekeningen verschillen per rekenmodel. Hierdoor is het niet mogelijk een concreet en betrouwbaar beeld te schetsen van de exacte effectafstanden als gevolg van de beschouwde scenario's. Om toch een inschatting te geven van de maximale effectafstand, zijn berekeningen uitgevoerd met verschillende rekenmodellen. De uitkomsten van de berekeningen zijn gemiddeld met een uitkomst van 250 meter voor de injectielocatie Barendrecht. Binnen deze effectafstanden bevinden zich **een aantal (beperkt) aantal beperkt kwetsbare objecten**¹⁵. Echter, gezien de functie van deze objecten zullen hierin in de nachtsituatie, met daarin stabiliteitsklasse F 1,5 geen personen aanwezig zijn.

Daarom wordt vanuit art. 12 van het Bevi niet verder met de lekscenario's bij de injectielocatie in Barendrecht gerekend.

Ten aanzien van een langdurige blow-out geldt voor de hulpverlening dat thans gegevens ontbreken om een specifiek advies te geven. Belangrijk voor een dergelijk scenario dienen in elk geval de volgende aandachtspunten ter overweging te worden genomen.

¹² Deze berekeningswijze voor dit lange leidingmodel is algemeen geaccepteerd binnen de effectmodelleringen.

¹³ Gegeven de onzekerheden in de modellering van deze scenario's is voor een conservatief dispersiemodel gekozen waardoor de afstanden niet tot op de meter nauwkeurig kan worden weergegeven.

¹⁴ Art. 1 lid 1b en lid 1l Besluit externe veiligheid inrichtingen.

¹⁵ Shell pompstation, Sligro groothandel, kantoren en fitness, gemeentewerf.

Niet alleen letaliteit is van belang. Concentraties die tot gezondheidseffecten kunnen leiden op leefniveau (AGW-niveau) zijn het uitgangspunt voor de hulpverlening. Daarnaast is de impact van een langdurige blow out een aspect dat bij optreden van dit scenario ongetwijfeld een effect zal hebben op de risicoperceptie en daarmee op de overwegingen rond evacueren.

Afhankelijk van de tijdstermijn waarop er sprake is van problemen op leefniveau en de locatie en omvang van het effectgebied is het vooraf voorbereiden en communiceren van een grootschalige en langdurige evacuatie wellicht aan de orde (specifiek evacuatieplan). Als een evacuatie zeer snel (binnen enkele uren) gerealiseerd moet worden, zal bovendien op voorhand een specifiek evacuatieplan opgesteld moeten worden. Uit de aangeleverde informatie is onvoldoende duidelijk of de hulpverlening zich hierop moet voorbereiden.

Hetzelfde geldt voor een scenario waarbij op een gegeven moment CO₂ uit de ondergrondse opslag via enige route in het leefmilieu terecht komt. Dit scenario is hier dan verder (vooralsnog) ook buiten beschouwing gelaten in de overweging van de hulpdiensten om zich hierop voor te bereiden.

Wel relevant in het kader van art. 13 van het Bevi zijn de volgende scenario's. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in een 'worstcase scenario' en een 'maximum credible accident'.

Worstcase:

- 1A Catastrofaal falen 28" CO₂ leiding in de leidingtunnel
- 1B Catastrofaal falen 14" CO₂ leiding in de leidingtunnel

Maximum credible accident:

- 2A Lek van 70 mm in 28" CO₂ leiding in de leidingtunnel
- 2B Lek van 35 mm in 14" CO₂ leiding in de leidingtunnel

Effecten omgeving leidingtunnels

De resultaten van de scenario's (1A t/m 2B) zijn in de onderstaande tabel weergegeven. Deze afstanden zijn berekend op basis van de uitgangspunten zoals die eerder in dit advies beschreven zijn. Daarnaast worden alleen de LBW- en AGW-afstand gegeven. Deze afstanden zijn het meest relevant voor de hulpverleningsdiensten voor wat betreft de inzetmogelijkheden en de hulpverlening aan gewonde burgers.

Worstcase scenario		D5		F1,5	
		LBW-afstand ¹⁶	AGW-afstand ¹⁷	LBW-afstand	AGW-afstand
1A	Catastrofaal falen 28" CO ₂ leiding in de leidingtunnel	280 meter	440 meter	800 meter	1.100 meter
1B	Catastrofaal falen 14" CO ₂ leiding in de leidingtunnel	100 meter	150 meter	250 meter	375 meter
Maximum credible accident					
2A	Lek van 70 mm in 28" CO ₂ leiding in de leidingtunnel	50 meter	80 meter	125 meter	315 meter
2B	Lek van 35 mm in 14" CO ₂ leiding in de leidingtunnel	25 meter	50 meter	50 meter	125 meter

Tabel 3.1: Effectafstanden bij gekozen scenario's
Methodiek

¹⁶ LBW = *Levensbedreigende waarde*: "concentratie van een stof waarboven mogelijk sterfte of een levensbedreigende aandoening door toxische effecten kan optreden binnen enkele dagen na een blootstelling van één uur."

¹⁷ AGW = *Alarmeringsgrenswaarde*: de concentratie van een stof waarboven irreversibele of andere ernstige gezondheidsschade kan optreden door directe toxische effecten bij een blootstelling van één uur.

Normaliter wordt voor de advisering in het kader van externe veiligheid het aantal slachtoffers tussen de verschillende letaliteitscontouren bepaald. Door de aanname dat de LC01 gelijk is aan de LBW is voor het bepalen van het mogelijk aantal slachtoffers uitgegaan van de bebouwing tussen de CO2 leiding en de LBW. Hierbij is voor zowel het weertype D5 als F1.5 een sectorhoek van 30° gehanteerd. Voor F1.5 is uitgegaan van grotere effectverspreiding in de lengterichting dan in de breedterichting.

Er is een sectorhoek gekozen waarbinnen het grootste aantal slachtoffers zouden kunnen vallen (worst case), het vrijgekomen CO2 zal dus over woonbebouwing, kantoren en/of bedrijven gaan. Voor het bepalen van het aantal slachtoffers die binnenhuis kunnen vallen dient een factor 5 reductie toegepast moeten worden. Bij een LC100 (10% CO2) zal de concentratie 2% CO2 bedragen wat inhoudt dat er geen letale slachtoffers vallen. Dit is gebaseerd op een blootstellingsduur van 1 uur.

Bij de advisering is uitgegaan van een kortere blootstellingsduur waardoor het aantal mogelijke slachtoffers nog geringer zal zijn.

Voor het bepalen van de aanwezige personen kan het volgende gesteld worden.

Op de dag periode wordt voor woningen uitgegaan dat 50% aanwezig is en hiervan is 93% binnen en 7% buiten. In de nacht periode is 100% aanwezig waarvan 99% binnen en 1% buiten.

Voor bedrijven, scholen en kantoren wordt op de dagperiode uitgegaan van 100% aanwezigheid waarvan 70% binnen en 30% buiten. In de nachtperiode is dit 0% tenzij er bedrijven zijn die continue werkzaamheden hebben. Het betreft hier alleen personen in (beperkt) kwetsbare objecten. Verkeerdeelnemers op de omliggende wegen zijn hierin niet meegenomen.

Voor de AGW is aan de hand van de effectafstand een cirkel getrokken om de leidingtunnel Beneluxplein en Groene Kruisweg en hierin zij alle belangrijke objecten zoals bedrijven, wegen e.d. weergegeven.

Scenario	Beneluxplein				Groene kruisweg		Barendrecht	
	links		rechts		D5	F1.5	D5	F1.5
1A	25	15 (b)	3 (b)	5 (b)	10 (w), 50 (b)	100 (w), 450 (b*)	-	-
1B	0	0	0	0	0	20 (w), 50 (b*)	0	5
2A	0	0	0	0	0	0	-	-
2B	0	0	0	0	0	0	0	0

Personen aanwezig binnen effectafstand LBW.

W = woningen b = bedrijven. Voor de getallen zonder * is al rekening gehouden met de 50% en 100% aanwezigheid. Niet het % wie zich binnen of buiten bevindt.

Maatregelen bestrijdbaarheid

Het is beter maatregelen te treffen ter voorkoming dat een grote hoeveelheid CO₂ vrij kan komen bij een lekkage. Indien CO₂ toch vrijkomt dienen repressieve maatregelen getroffen te zijn zodat zo snel mogelijk gealarmeerd kan worden. De maatregelen zullen hier worden beschreven.

Inblokvoorzieningen

Geconstateerd is dat in de totale pijpleiding (vanaf het terrein van SNR Pernis¹⁸ tot aan de injectielocatie in Barendrecht) geen afsluiters voorzien zijn. Aanbevolen wordt om in deze leiding extra afsluiters te realiseren, zodat de hoeveelheid CO₂ wat vrij kan komen wordt beperkt.

¹⁸ SNR = Shell Nederland Raffinaderij B.V.

Detecteren lekkage

Een lekkage van CO₂ is relatief gemakkelijk te monitoren. Door een lekkage zal er drukverschil optreden in de leiding en dat is op te merken bij de controlekamer van Shell. Daarnaast kunnen detectoren (zuurstofmeter) in de leidingtunnels geïnstalleerd worden die een afname het vol% zuurstof in de atmosfeer kunnen meten, waarna vervolgens actie kan worden ondernomen. Hulpverleningsdiensten kunnen zullen ten tijde van een incident het effectgebied monitoren met behulp van zuurstofmeters.

Alarmeren

Geadviseerd wordt om detectie van een lekkage van CO₂ automatisch te koppelen aan de meldkamer van Shell. Procedureel moet geborgd zijn dat na de melding op de meldkamer zo snel mogelijk een CIN-melding wordt gedaan door medewerkers van Shell, zodat hulpverleningsdiensten gealarmeerd kunnen worden.

Operationeel optreden

Na alarmering van de hulpdiensten voor een uitstroom / lekkage van CO₂ zal er in eerste instantie conform de Model Alarmeringsregelen Rotterdam Rijnmond (MARRR) gealarmeerd worden voor een hulpverlening gevaarlijke stoffen. Hierbij zal een tankautospuut (TS), een Officier van Dienst Brandweer (OD), een Adviseur Gevaarlijke stoffen (AG) ter plaatse gaan.

De basisbeschermingsmiddelen van de brandweer (bluspak en ademlucht) zijn voldoende om in hoge concentraties CO₂ op te kunnen treden. CO₂ is immers niet giftig, maar heeft wel de eigenschap zuurstof te verdringen. De explosiemeter waarmee de brandweer standaard is uitgerust kan evens het zuurstofpercentage meten waardoor het effectgebied kan worden vastgesteld.

Inzet van de brandweer zal zich in eerste instantie richten op het veiligstellen en zo nodig ontruimen van het effectgebied.

De ter plaatse zijnde eenheden zullen in eerste instantie opschalen naar gelang de hulpbehoefte. Verdere opschaling naar een GRIP-fase zal afhankelijk van de aard en omvang van het effectgebied plaatsvinden. Uiteindelijk zal de hoeveelheid beschikbare adembescherming van de brandweer bepalend zijn voor de duur en dus de effectiviteit van de inzet. Verdere afhandeling zal plaatsvinden conform regionaal crisisbeheersingsplan.

Stoppen toevoer CO₂

Indien sprake is van een lekkage in de leiding moet zo snel mogelijk de inflow worden gestopt. Aanbevolen wordt dat deze toevoer van CO₂ automatisch (zonder tussenkomst van personen) wordt gestopt. Als eerst een actie van een operator gedaan moet worden kan dit de reactietijd nadelig beïnvloeden.

Onderhoud voorzieningen

Het plegen van tijdig en juist onderhoud van getroffen veiligheidsvoorzieningen speelt een grote rol bij de werking van deze voorzieningen. Detectoren die door slecht onderhoud continu loze meldingen geven kunnen ervoor zorgen dat ten tijde van een werkelijk incident mogelijk niet juist wordt ingegrepen door verantwoordelijke personen. De procedure voor onderhoud en veranderingen moet geborgd zijn.

Conclusie & advies bestrijdbaarheid

In de totale pijpleiding zijn geen inblikvoorzieningen/ afsluiters voorzien. Om de hoeveelheid uitstromende CO₂ te beperken wordt geadviseerd afsluiters te plaatsen zodat niet de gehele pijpleiding kan leegstromen. Wel dient uitgezocht en aangetoond te worden dat de kans op lekkage bij deze extra afsluiters niet wordt vergroot.

Om zo snel mogelijk actie te ondernemen en hulpverleningsdiensten te alarmeren, wordt geadviseerd detectoren te plaatsen bij alle installaties waarbij een grote hoeveelheid CO₂ vrij kan komen.

Deze detectoren dienen automatisch een melding te geven aan de betreffende meldkamer van Shell (of een andere meldkamer die deze lekkage kan monitoren), waarna een CIN-melding gemaakt kan worden aan de GMK-VRR. Deze manier van alaarmen dient op een juiste wijze procedureel geborgd te zijn.

In het brandveiligheidsadvies¹⁹ dat wordt opgesteld in het kader van de Wet milieubeheer worden specifiekere maatregelen en voorschriften beschreven. Aanbevolen wordt de voorschriften uit het brandveiligheidsadvies te verbinden aan de oprichtingsvergunning voor de CO₂-opslag in Barendrecht.

¹⁹ Het brandveiligheidsadvies wordt opgesteld door de Brandweer Rotterdam-Rijnmond district Haven in samenwerking met district Zuid. Dit brandveiligheidsadvies wordt separaat verstuurd naar het bevoegd gezag.

Bijlage 10



AANTEKENEN

Gemeenteraad van Barendrecht
t.a.v. de griffier mw. mr. G.E. Figge
Postbus 501
2990 EA Barendrecht

Shell CO₂ Storage B.V.
Scheepersmaat 2
Postbus 28000
9400 HH Assen
The Netherlands
Tel +31 592 369 111
Fax +31 592 362 200
Internet <http://www.shell.com>

Assen, 26 maart 2009

uw ref.: - onze ref.: EP200903234068

doorkiesnummer: +31 592 362989

Onderwerp : bijdrage Kennistafel: externe veiligheid

Geachte Raad,

Bijgaand treft u de laatste van de toegezegde bijdragen aan de Kennistafel in de vorm van specifieke toelichtingen, maar allereerst dient een correctie te worden gepleegd op de eerdere bijdrage omtrent de reservoirdruk (EP200903203050). Daarin wordt abusievelijk de waarde **8E+9 kg** genoemd. Dit hoort **8E+8 kg** te zijn.

De gehele alinea leest vervolgens aldus: "In Tabel 2.4 van het MER (deelrapport 3) staat dat er 250 miljoen normaal m³ gas is geproduceerd. Om dit terug te rekenen naar in-situ conditie moet er worden gedeeld door de expansiefactor (145 bij 166 bar) om tot een volume te komen van 1.72E+6 m³. Voor het CO₂ geldt dat we 8E+8 kg gaan injecteren. Teruggerekend met de in-situ dichtheid van CO₂ bij 166 bar (569 kg/Nm³) geeft dit in totaal een volume van 1.41E+6 m³."

Tijdens de Kennistafel op 6 februari jongstleden is het onderwerp 'externe veiligheid' aan de orde geweest. Door uw experts en deskundigen van onder meer DCMR, SodM en de Veiligheidsregio (VRR) is toelichting gevraagd op de uitwerking van externe veiligheid in het MER, met name Bijlage 6, ook wat betreft niet-letale effecten. Alvorens in te gaan op de toegezegde berekeningen rond het invloedsgebied wil ik graag ingaan op een aantal aanvullende vragen die na afloop van die Kennistafel van diverse zijden (VRR, GHOR en Commissie MER) zijn gesteld.

Vragen en antwoorden

- V. Bijlage 6, paragraaf 2.2. Indien er bij de injectieputten een lekkage CO₂ voorkomt en een hoeveelheid CO₂ vrijkomt heeft dit mogelijk niet alleen voor mensen in de nabijheid gevolgen, maar ook voor hulpverleningsvoertuigen in de nabijheid. Is er enige bekendheid bij welk vol % CO₂ verbrandingsmotoren stilvallen?
- A. Dit is afhankelijk van type en leverancier, globaal geldt het volgende: voor benzinemotoren ligt de minimaal benodigde O₂ hoeveelheid tussen de 16 en 19%, dus tussen de circa 10 en 24% CO₂. Voor dieselmotoren ligt de minimaal benodigde O₂ hoeveelheid boven tussen de 13 en 15%, dus tussen de circa 28 en 38% CO₂. Natuurlijk geldt, dat bij toenemen CO₂ percentage het beschikbare motorvermogen afneemt en afhankelijk is van de manier waarop de motor wordt bedreven.
- V. Bijlage 6, paragraaf 2.2.2. Wat zijn de scenario's die leiden tot de in het rapport vermelde PR contouren?
- A. Een volledige breuk van de transportleiding.
- V. Bijlage 6, paragraaf 2.4.3. Waarom is voor het scenario ondergrondse leidingbreuk (figuur 11) gerekend met weertype D 5, terwijl voor de overige scenario's gerekend is met F 1.5?
- A. Voor de ondergrondse leidingbreuk is ook gerekend met F 1.5 (zie fig. 8, 9 en 10), alleen de maximaal berekende letale dosis is berekend met D 5.
- V. Bijlage 6, paragraaf 5.5.2.2. Op welke wijze is er bij de CO₂-injectie rekening gehouden met het methaangas dat nog aanwezig is in het aardgasveld en in hoeverre is dit daadwerkelijk meegenomen in de QRA berekening?
- A. Voor de injectieputten zijn de twee mogelijke blow-out scenario's meegenomen; een blow-out met volledig aardgas en een blow-out met volledig CO₂.
- V. Bijlage 6, paragraaf 3.1 & 3.2. Uit het rapport is niet af te leiden dat het leidingentracé in meerdere secties is verdeeld, elk met eigen afsluitmogelijkheden. Is het (ontwerp)leidingentracé verdeeld in diverse secties, welke afzonderlijk zijn in te blokken?
- A. Het leidingtracé is niet verdeeld in diverse secties. De leiding wordt aan het begin en eind ingeblokt.
- V. In Bijlage 6 bij het MER (pagina 19, figuur 11) wordt gerekend met een windsnelheid van 5 meter/seconde, voor het overige wordt gerekend met 1,5 meter/seconde. Waarom wordt dit verschil gehanteerd?
- A. De berekeningen betreffen voorbeeldberekeningen, de afwijkende windsnelheid is niet met specifieke reden gekozen en zal, gezien het scenario, geen significant effect hebben op de letaliteitcontour.

- V. De kortere tunnel lijkt een grotere contour te hebben dan de langere tunnel (pagina's 46 e.v. van Bijlage 6). De verwachting zou andersom zijn. Hoe wordt dit verschil verklaard?
- A. Contouren worden met name bepaald door de oppervlakte van de luiken en de daaruit resulterende uitstroomsnelheid en niet door de lengte van de tunnel. Wij hebben naar aanleiding van deze vraag overigens ontdekt dat figuur 33 dezelfde is als figuur 37. In een erratum zal dit worden gecorrigeerd.
- V. Op pagina 62 wordt Groothandel Sligro gekenmerkt als een "beperkt kwetsbaar object" terwijl dit ogenschijnlijk een "kwetsbaar object" is. Gaarne een toelichting.
- A. Het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) definieert 'kwetsbare objecten' als objecten verbonden aan langdurig verblijf voor wonen, voor kwetsbare groepen, grotere kantoren of winkels en recreatieterreinen. De Sligro groothandel valt hier ons inziens niet onder en is derhalve als beperkt kwetsbaar beoordeeld. Het staat het bevoegd gezag overigens open deze wel als 'kwetsbaar' te behandelen.
- V. Op pagina 189 van deelrapport 2 wordt de "maximale invloedssfeer" gekoppeld aan de 10^{-9} lijn. Dat wijkt af van de normale uitdrukkingwijze. Gaarne een toelichting.
- A. Conform Bevi moet het groepsrisico tot een kans van 10^{-9} per jaar worden weergegeven. De populatie binnen de plaatsgebonden risicocontour van 10^{-9} per jaar wordt derhalve gedetailleerd opgenomen. De populatie buiten de plaatsgebonden risicocontour van 10^{-9} per jaar mag globaal worden opgenomen.
- V. Op pagina 190 van deelrapport 2 wordt gerefereerd naar de huidige situatie Barendrecht en daarbij behorende veiligheidscontour. Welke situatie is dat en wat wordt verstaan onder de "veiligheidscontour"?
- Tevens de volgende, vergelijkbare vraag:
- V. Bijlage 6, paragraaf 5.5 t/m 5.7: Er zijn drie situaties bestudeerd waarvoor een berekening van het PR heeft plaatsgevonden: wat zijn/waren de PR contouren gedurende de aardgasproductie?
- A. Hiermee wordt de bestaande, gecombineerde risicocontour van de gaswinning (puttenterrein en gasbehandelingsinstallatie) aangeduid. De contouren voor deze nulsituatie waarbij geen gasproductie via de putten plaatsheeft, maar wel wordt gemonitord, zijn gegeven op o.m. pagina 64 van bijlage 6. Voor de faalfrequentie van de putten tijdens de monitoring fase is hetzelfde genomen als voor een productiefase.

Invloedsgebied injectielocatie

Inleidende opmerking

Binnen het aspect externe veiligheid worden diverse, soms gelijklopende begrippen gehanteerd als [1] invloedsgebied, [2] effectgebied, [3] effectafstand en [4] schadeafstand. Om enig misverstand te voorkomen; volgens de Handreiking Verantwoording Groepsrisico is invloedsgebied gelijk aan effectgebied en behelst dit het gebied waarbinnen personen worden meegerekend onder het groepsrisico. Volgens de genoemde handreiking valt te concluderen dat effectafstand niet per definitie aan 1% letaliteit gekoppeld hoeft te zijn. De schadeafstand is wel gekoppeld aan 1% letaliteit (zie HARI, versie 3.1, module B, hoofdstuk 4).

Invloedsgebied

Als bijlage is de toegezegde studie naar het effectgebied van de injectielocatie opgenomen. Het is zo veel mogelijk inricht naar de vraag uit de Kennistafel om het effect op de “van belang zijnde” vestiging van IKEA, de brandweerkazerne en de fietstunnels inzichtelijk te maken. Voor de overige externe effecten wordt verwezen naar de bestaande studies.

hoogachtend,
Shell CO₂ Storage B.V.



mr. K. Lemstra

bijlage: Addendum toetstafel Barendrecht: CO₂ concentraties kritische locaties; maximale effectafstand

in afschrift verzonden aan dhr. drs. A. Deelen, DCMR



Tebodin B.V.
Laan van Nieuw Oost-Indië 25 • 2593 BJ Den Haag
Postbus 16029 • 2500 BA Den Haag
Telefoon 070 348 09 11 • Fax 070 348 06 45
den Haag@tebodin.nl • www.tebodin.com

Opdrachtgever: **Shell CO₂ Storage B.V.**
Project: **CO₂ Risicoanalyse**

Ordernummer: T38898.01
Documentnummer: 3412028
Revisie: 1

Auteur: J.S.P. Dijkshoorn
Telefoon: 070 348 07 23
Telefax: 070 348 05 91
E-mail: j.dijkshoorn@tebodin.nl

Datum: 24 maart 2009

**Addendum toetstafel Barendrecht:
CO₂ concentraties kritische locaties;
Maximale effectafstand**

1	24-03-2009	Final	J.S.P. Dijkshoorn	F. Kaman 
0	27-02-2009	Voor commentaar	J.S.P. Dijkshoorn	F. Kaman
Wijz.	Datum	Omschrijving	Opsteller	Gecontroleerd

© Copyright Tebodin

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze ook zonder uitdrukkelijke toestemming van de uitgever.

Addendum toetsafel Barendrecht

	Inhoudsopgave	Pagina
	Inleiding	4
1	Omgeving	5
1.1	Locatie	5
1.2	Afstanden	5
2	Berekening maximale effectafstand	6
3	Berekening concentraties kritische locaties	10
3.1	Parameters	10
3.2	Invoerparameters	10
3.3	Modelparameters	11
3.3.1	Weersgegevens	11
3.3.2	Model	11
3.4	Resultaten	11
3.4.1	Cijfermatige weergave	11
3.4.2	Grafische weergave	12
3.5	Verbrandingsmotoren	13
4	Conclusies	14
4.1	Maximale effectafstand	14
4.2	Kritische locaties	14
	Referenties	15

Inleiding

Shell CO₂ Storage B.V. (SCS) is voornemens het CO₂ nu in de wintermaanden door Shell wordt uitgestoten op te slaan in een leeg aardgasveld bij Barendrecht. Hiervoor zal op de bestaande gasproductielocatie een compressor installatie worden geplaatst.

In februari 2009 is de MER die voor het project is opgesteld publiekelijk geworden. De gemeente Barendrecht heeft een toetstafel aangesteld die de kwaliteit van de opgestelde documenten ten behoeve van het project moet controleren. Tijdens deze toetstafel zijn twee vragen gesteld:

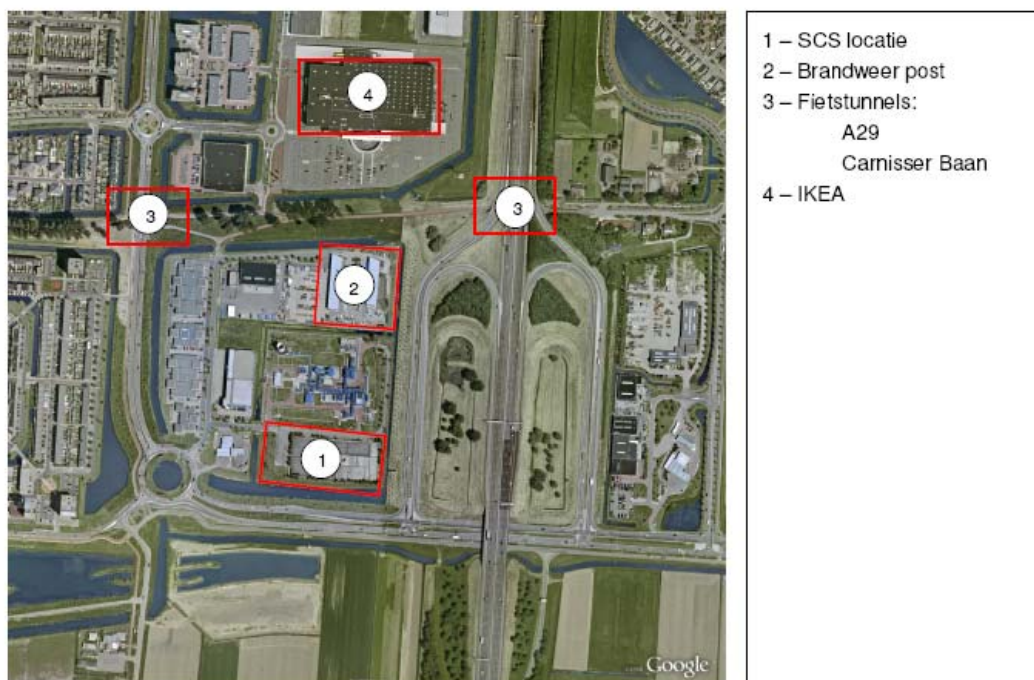
1. Wat is de maximale effectafstand van de QRA [1] voor de locatie Barendrecht?
2. Wat zijn de te verwachten concentraties op kritische locaties?
 - De brandweer van Barendrecht heeft op ca. 240 meter van de SCS locatie een brandweerpost. Vanuit deze post wordt weliswaar niet uitgerukt. Er is tijdens de toetstafel gevraagd aan te geven welke CO₂ concentraties er ter hoogte van de post te verwachten zijn in geval van een Loss Of Containment (LOC) op de SCS locatie.
 - Daarnaast zijn er vragen gerezen welke effecten een CO₂ wolk zal hebben op lager gelegen delen in de omgeving. Het dichtstbijzijnde lager gelegen object in de omgeving is de fietstunnel onder de A29 op ca. 420 meter van de SCS locatie.
 - Als laatste is er gekeken wat de verhoging in CO₂ concentraties zal zijn ter hoogte van de gevel van de IKEA in geval van een LOC scenario bij de SCS locatie Barendrecht.

1 Omgeving

In dit hoofdstuk wordt de omgeving van de SCS locatie te Barendrecht beschreven.

1.1 Locatie

In Figuur 1 worden de omgeving van de SCS locatie Barendrecht weergegeven. In deze figuur worden tevens de voor de berekeningen van belang zijnde locaties weergegeven.



Figuur 1: Omgeving van de SCS locatie

1.2 Afstanden

De afstanden van de voor de berekening van belang zijnde locaties tot de SCS locatie worden weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Afstanden tot objecten

Nummer in Figuur 1	Locatie	Afstand tot SCS locatie (m)
2	Brandweerpost	275
3	Fietstunnels	520
4	IKEA	570

Addendum toetstafel Barendrecht

2 Berekening maximale effectafstand

Methode

Het plaatsgebonden risico van het gehele model is berekend. Voorafgaand aan deze berekening is op ruime afstand van de locatie ter hoogte van de plaatsgebonden risicocontour van 10^{-9} per jaar een risk ranking point aan het model toegevoegd. Het scenario met de grootste effectafstand heeft het meeste invloed op dit punt

Model

De berekeningen zijn uitgevoerd met Safeti-NL, versie 6.53. Het scenario met de grootste effectafstand is een lek in 10 pijpen van een warmtewisselaar die na de compressor wordt opgesteld. De invoerparameters worden in Tabel 2 beschreven.

Tabel 2: Parameters en invoer

Parameter	Invoer
Volume (m ³)	30000
Druk (barg)	149
Temperatuur (°C)	10
Faalkans (per jaar)	$1 \cdot 10^{-5}$
Scenario	Lekkage
Diameter lekkage	80 mm
Release duration (s)	1800
Release angle	Horizontal

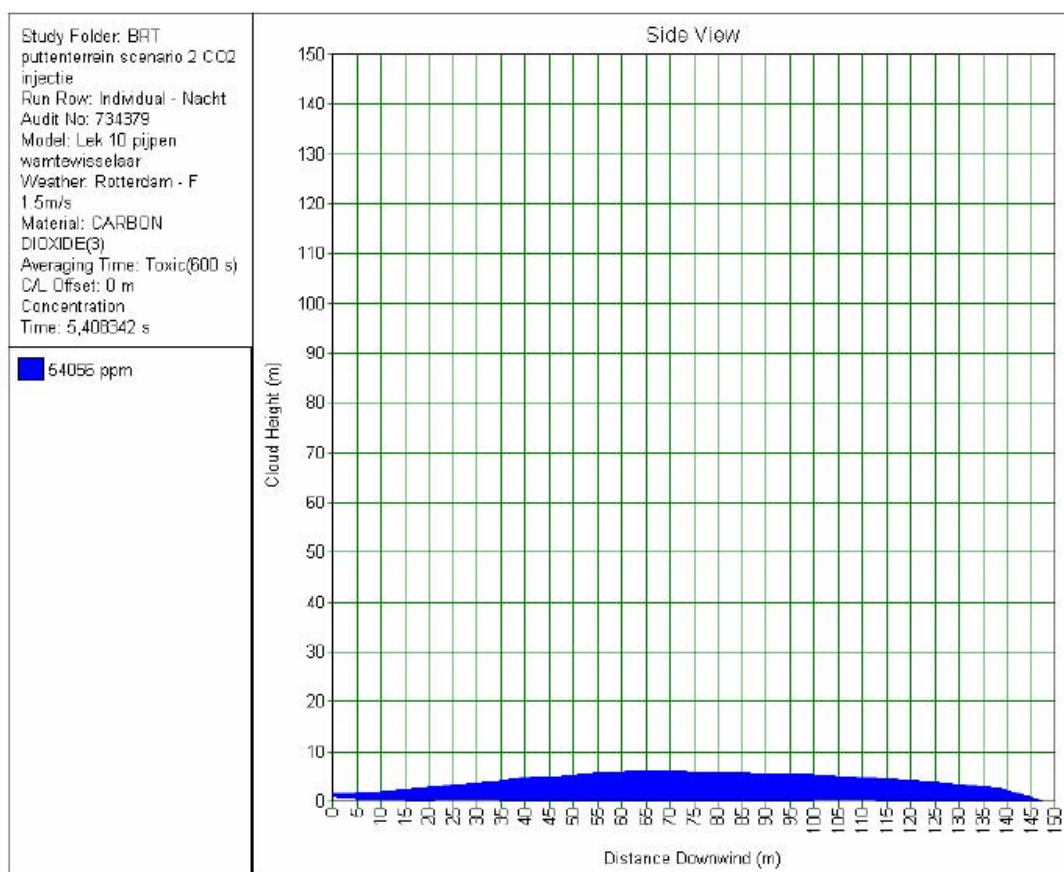
De maximale effectafstand is berekend voor weertype F1,5. In tabel 3 zijn beide weertypes toegelicht. Het weertype F 1,5 is het standaard weertype voor de nacht en D5 het standaard weertype voor de dagsituatie.

Tabel 3: Weertypes

Weertype	Beschrijving
F1,5	Stabiele nacht met windsnelheden tot 1,5 m/s
D5	Gemiddelde dag met weinig zon en veel wind tot 5 m/s

Maximale effectafstand

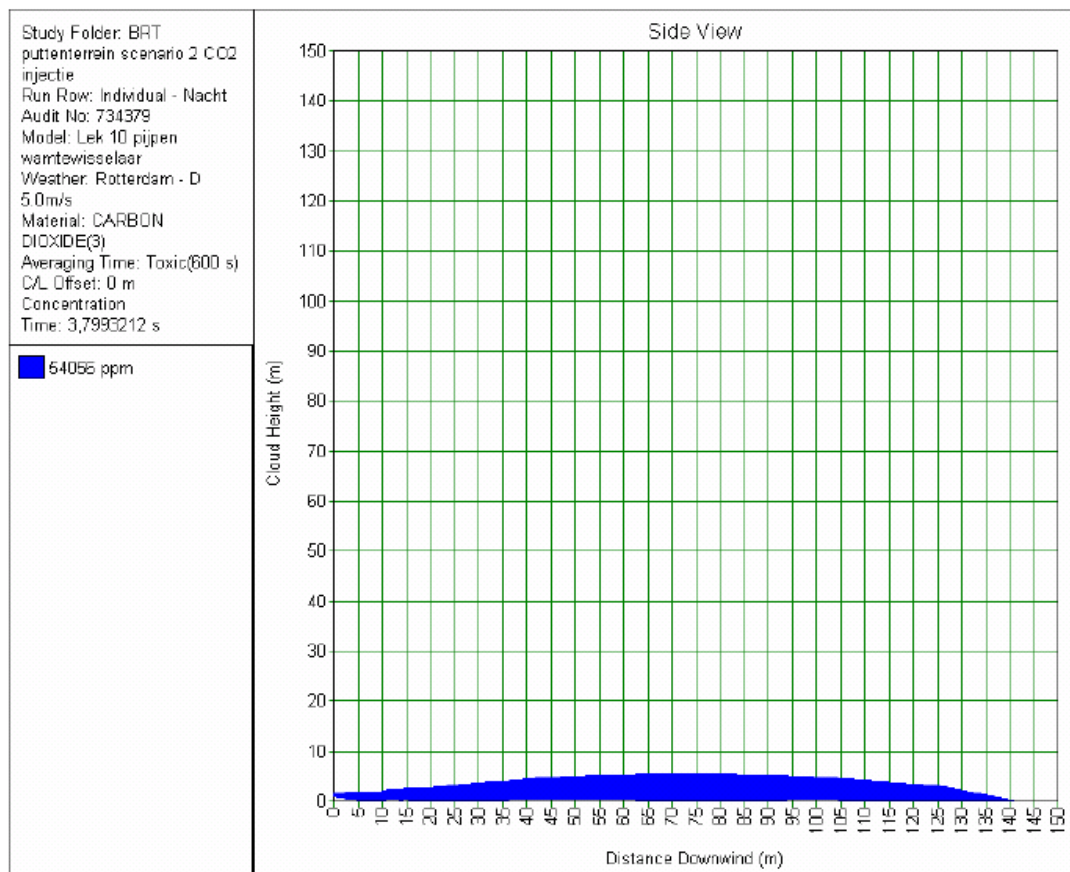
De maximale effectafstand bedraagt ca. 150 meter. Grafisch wordt dit weergegeven in figuur 2.



Figuur 2: Effectafstand na het falen van 10 buizen van de warmtewisselaar, weertype F1,5

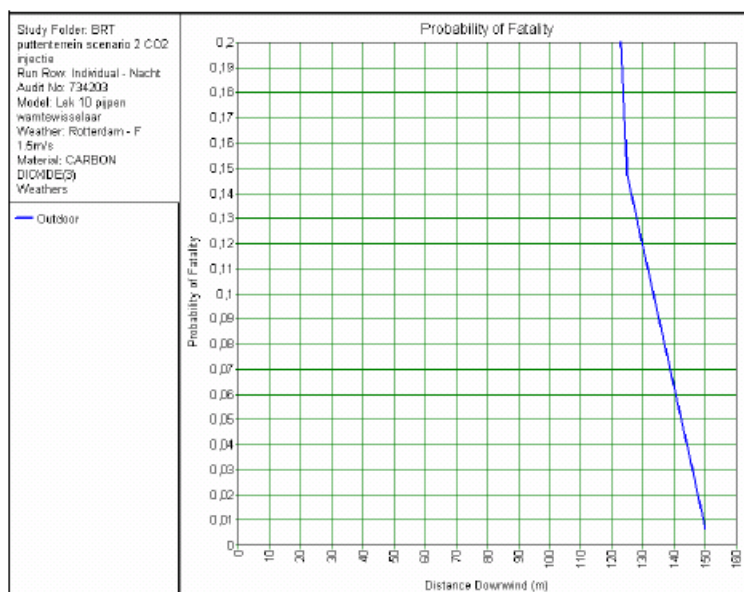
De blauw weergegeven concentratie betreft het gebied waarbinnen de CO₂ concentratie met 54056 ppm wordt verhoogd wat overeenkomt met de 1% letaliteitsgrens.

Daarnaast wordt in Figuur 3 de effectafstand na het falen van 10 buizen van de warmtewisselaar voor weertype D5 weergegeven.



Figuur 3: Effectafstand na het falen van 10 buizen van de warmtewisselaar, weertype D5

Met Safeti NL is voor hetzelfde scenario de letaliteitsgrens berekend. In figuur 4 wordt de afstand tot de letaliteitsgrens weergegeven voor weertype F1,5.



Figuur 4: Afstand tot de 1% letaliteitsgrens (0,01) na het falen van 10 buizen van de warmtewisselaar, weertype F1,5.

De maximale effectafstand is dus circa 150 meter.

3 Berekening concentraties kritische locaties

3.1 Parameters

De berekeningen zijn uitgevoerd met het modelleringsprogramma Phast versie 6.53. De invoerparameters voor het model worden in dit hoofdstuk beschreven.

3.2 Invoerparameters

Voor deze dispersieberekeningen is gebruik gemaakt van het scenario "breuk van de toevoerleiding" uit de Kwantitatieve Risicoanalyse (QRA), zoals die in 2008 door Tebodin is opgesteld [1]. Bij deze berekening uitgegaan van het volledig falen van alle beveiligingen (worst case). De invoerparameters worden weergegeven in Tabel 4. Het scenario creëert een langdurig groot effect.

Tabel 4: Invoerparameters

Scenario	Breuk van de leiding naar de injectieput op 40 meter van de put. Uitstroom putzijde
Scenario	Long pipeline
Druk (barg)	124
Temperatuur (°C)	65
Pumped inflow (kg/min)	1332
Diameter pipe (mm)	203
Duration (sec)	1800

Met de aanwezigheid van veiligheidsafsluiters in de injectieput en aan de zuigzijde en perszijde van de compressor is bij deze berekening van de dispersie geen rekening gehouden.

3.3 Modelparameters

3.3.1 Weersgegevens

De weersomstandigheden zijn van invloed op de dispersie van de vrijgekomen CO₂. De maximale concentraties op de in hoofdstuk 1 beschreven locaties zullen voor het weertype F1,5 en D5 worden berekend. In Nederland is weertype F1,5 is de standaard weersklasse voor de nacht.

3.3.2 Model

Standaard wordt er gerekend met het dispersiemodel "Non-Equilibrium rainout model" zoals opgenomen in Phast. Dit model berekent de temperatuur voor de vrijgekomen damp en vloeistofdruppels afzonderlijk. Het resultaat van deze thermodynamische berekening is dat de vloeistof sneller afkoelt dan het gas waardoor er eerder rainout van vloeistof op zal treden. De bandbreedte van dit model beperkt en kan dit niet gebruikt worden voor de dispersie van CO₂. Gelijk aan de door het RIVM aangepaste Safeti-NL rekenfile (die is gebruikt voor de QRA) is er gekozen om gebruik te maken van het "Equilibrium rainout model".

3.4 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de dispersieberekeningen zowel grafisch als cijfermatig weergegeven.

3.4.1 Cijfermatige weergave

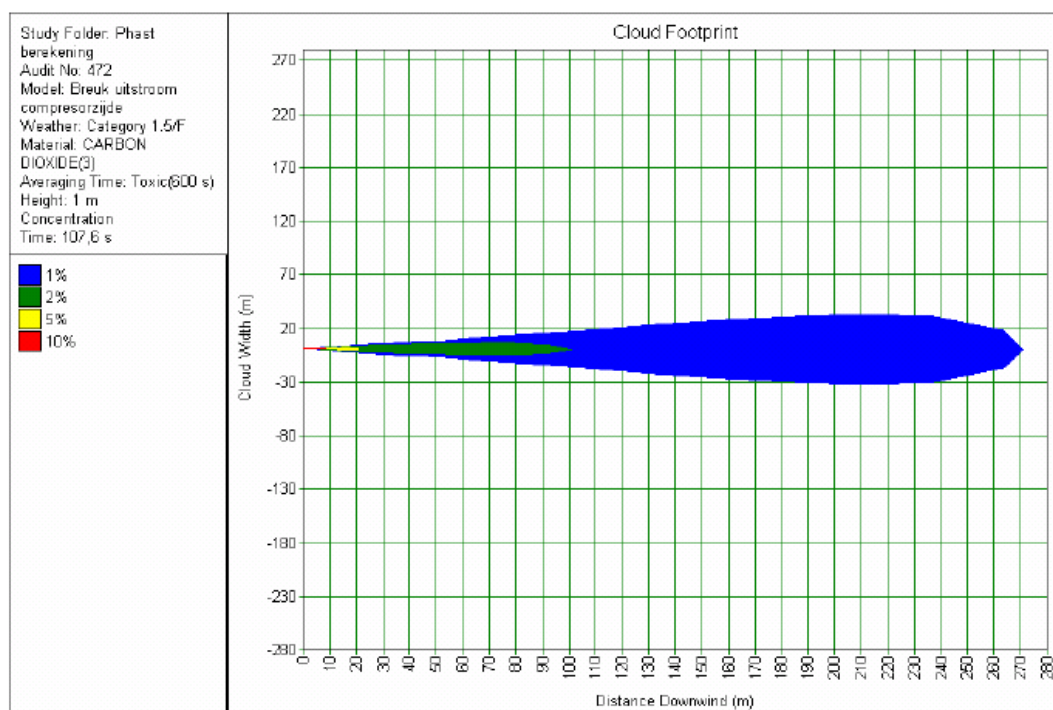
In tabel 5 worden de concentraties ter hoogte van de brandweerpost, de fietstunnel en de vestiging van IKEA weergegeven bij de weertypes F1,5 en D5.

Tabel 5: concentraties ter hoogte van de kritische locaties

Locatie	Concentratie bij F1,5 (ppm)	Concentratie bij D5 (ppm)
Brandweerpost	11237	5572
Fietstunnel	4775	1148
IKEA	3515	877

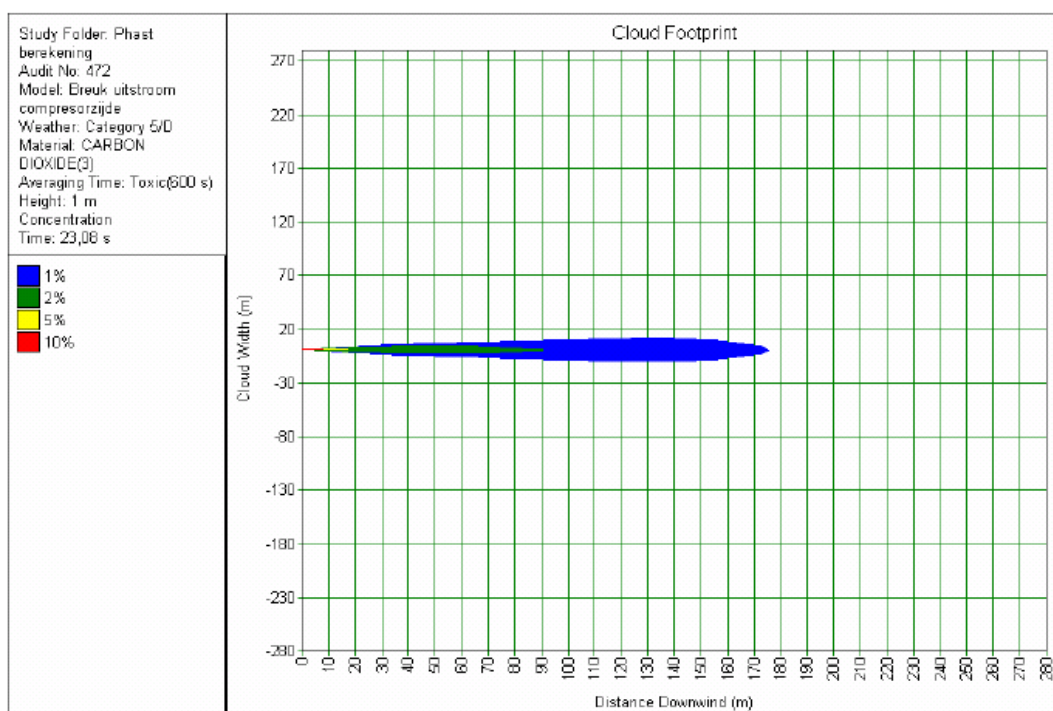
3.4.2 Grafische weergave

In Figuur 5 wordt de dispersie weergegeven bij weertype F1,5 tot waar de concentratie CO₂ in de lucht door een breuk van de leiding wordt verhoogd met 1%.



Figuur 5: Bovenaanzicht van de dispersie bij weertype F1,5

In Figuur 6 wordt de dispersie weergegeven bij weertype D5 tot waar de concentratie CO_2 in de lucht door een breuk van de leiding wordt verhoogd met 1%.



Figuur 6: Bovenaanzicht van de dispersie bij weertype D5

3.5 Verbrandingsmotoren

Met betrekking tot het functioneren van verbrandingsmotoren bij verhoogde CO_2 concentraties kan men stellen dat dit afhankelijk is van type en leverancier. Globaal geldt het volgende: voor benzinemotoren ligt de minimaal benodigde O_2 hoeveelheid tussen de 16-19%, dus tussen de circa 10 en 24% CO_2 . Voor dieselmotoren ligt de minimaal benodigde O_2 hoeveelheid boven tussen de 13 en 15%, dus tussen de circa 28 en 38% CO_2 . Natuurlijk geldt, dat bij toenemen CO_2 percentage het beschikbare motorvermogen afneemt en afhankelijk is van de manier waarop de motor wordt bedreven [3].

Dit betekent dat de brandweer nog altijd in staat is de brandweerpost bij de berekende concentraties CO_2 (< 1.2%) te bereiken.

4 Conclusies

4.1 Maximale effectafstand

- De maximale effectafstand van de QRA voor de locatie Barendrecht bedraagt ca. 150 meter.

4.2 Kritische locaties

Voor de kritische locaties geldt bij een breuk van de injectieleiding en bij niet ingrijpen van de beveiligingen:

- De concentratie CO₂ in de lucht ter hoogte van de brandweerpost zal door een LOC scenario bij de SCS locatie Barendrecht toenemen met 11237 ppm, ongeveer 1.2 %. Deze verhoging zal niet leiden tot effecten waarneembaar voor de gezonde mens.
- De concentratie CO₂ in de lucht ter hoogte van de fietstunnel zal door een LOC scenario bij de SCS locatie Barendrecht toenemen met 4775 ppm, <1 %. Zelfs als deze wolk in de tunnel blijft hangen zal dit geen effecten hebben op gezonde voorbijgangers.
- De concentratie CO₂ in de lucht ter hoogte van de IKEA zal door een LOC scenario bij de SCS locatie Barendrecht toenemen met 3515 ppm, <1 %. Deze verhoging zal niet leiden tot effecten waarneembaar voor de gezonde mens.
- De concentraties bij de brandweerpost zullen geen problemen veroorzaken voor de verbrandingsmotoren van het brandweermaterieel.



Tebodin B.V.
Ordernummer: T38898.01
Documentnummer: 3412028
Revisie: 1
Datum: 24 maart 2009
Pagina: 15 van 15

Referenties

- [1] Veiligheidsanalyse ondergrondse opslag van CO₂ in Barendrecht, M. Heijne & F.J. H. Kaman, Tebodin, oktober 2008
- [2] Phast versie 6.53.1, DNV Software, 2002-2007
- [3] Internal Combustion Engine Performance in the Fireground; Eric Carter & Brian Milton; School of Mechanical and Manufacturing Engineering , University of South Wales 1994

Addendum toetstafel Barendrecht

Bijlage 11



AANTEKENEN

Gemeenteraad van Barendrecht
t.a.v. de griffier mw. mr. G.E. Figge
Postbus 501
2990 EA Barendrecht

Shell CO₂ Storage B.V.
Scheepersmaat 2
Postbus 28000
9400 HH Assen
The Netherlands
Tel +31 592 369 111
Fax +31 592 362 200
Internet <http://www.shell.com>

Assen, 6 maart 2009

uw ref.: -

onze ref.: EP200902214932

doorkiesnummer: +31 592 362989

Onderwerp : bijdrage Kennistafel: rekenschap EU richtlijn CCS

Geachte Raad,

In het Toetsingskader voor het CO₂-opslagproject Barendrecht is een aantal vragen gesteld omtrent de toepassing van de in ontwikkeling zijnde Europese kaders, met name de EU richtlijn voor Carbon Capture and Storage (CCS). Meer specifiek gaat het bijvoorbeeld om de vragen 105 en 106.

Tijdens de Kennistafel hebben wij daaromtrent nadere uitleg gegeven aan de experts, waarop zij hebben verzocht de wijze waarop rekening is gehouden met het Europese kader tevens in een korte, niet-uitputtende beschrijving te ontvangen. Middels dit schrijven, wat verder geen formele status heeft in het besluitvormingsproces, willen wij gestalte geven aan dat verzoek.

In januari 2008 heeft de Europese Commissie een voorstel gedaan tot een richtlijn voor "*the geological storage of carbon dioxide*" (23 januari 2008, COM(2008)XX). Na onder meer consultatieronden en de parlementaire behandeling heeft het Europese Parlement in december jongstleden een aangepaste tekst geadopteerd, hierna aangeduid als de 'ontwerprichtlijn'.

Voor het project Barendrecht is de ontwerprichtlijn door ons op de voet gevolgd opdat het project daarmee zo veel als mogelijk in lijn blijft. Volledige adoptatie is niet mogelijk aangezien de richtlijn niet is gefinaliseerd en aansluitend nog een Nederlandse implementatie behoeft, hetgeen na de besluitvorming rond Barendrecht plaats zal hebben. Naar vigerend recht is de ontwerprichtlijn daarenboven niet het enig leidende kader; de huidige wetgeving op het gebied van onder meer mijnbouw, milieu en arbeidsomstandigheden zijn (mede) bepalend.

Kernpunten van de Europese voorstellen zijn de locatiekeuze (hoofdstuk 2 ontwerprijtlijn), de vergunningverlening (hoofdstuk 3), monitoring (hoofdstuk 4) en activiteiten na sluiting (idem). De ontwerprijtlijn bevat tevens overige aspecten, bijvoorbeeld een directe MER-plicht of non-discriminatoire toegang tot een opslag, welke onderwerpen wij nu gemakshalve niet verder bespreken.

Locatiekeuze

In de aanloop naar de Kennistafel is op 30 januari 2009 de locatiekeuze toegelicht aan uw experts. Daarbij is met name aan de orde geweest waarom de opslag plaats zal hebben in bewoond gebied. Conform de redenering die is opgesteld onder AMESCO is de slotsom dat een opslag dusdanig veilig moet zijn, dat elke vorm van huidige en toekomstige bovengronds ruimtegebruik mogelijk dient te zijn. Kern van de ontwerprijtlijn op dit punt is, dat een reservoir uiteindelijk alleen gekozen kan worden na een uitgebreide beoordeling en aantoning dat er geen significante kans op lekkage is of significante milieu- of gezondheidsrisico's bestaan (zie artikel 4 lid 4). Annex I van de ontwerprijtlijn geeft hiervoor de criteria. Met name in deelrapport 3 van het MER en achterliggende referentiedocumenten, maar ook in de overige MER-delen en -studies, wordt aandacht besteed aan alle relevante criteria. Als bijlage bij deze brief treft u een vergelijking tussen de ontwerprijtlijn op dit punt en de documentatie die wij hebben ingediend ten behoeve van de besluitvorming.

Vergunningverlening

De ontwerprijtlijn introduceert een vergunningsplicht middels een 'Storage Permit'. Naar Nederlands recht kan aan deze vergunningsplicht reeds invulling worden gegeven door de combinatie van een milieuvergunning, een mijnbouwrechtelijke Opslagvergunning (artikel 25 Mijnbouwwet) en het daaraan gekoppelde Opslagplan (artikel 39 Mijnbouwwet). De wijze waarop volgens de EU een dergelijk vergunning dient te worden aangevraagd en verstrekt strookt met de bestaande vergunningverlening in Nederland. De Verzamelband met de overeenkomstige vergunning-aanvragen is in december 2008 aan u gezonden.

Monitoring(splan)

De EU schrijft aansluitend een monitoringsplan voor (artikel 13 en Annex II), welke ingericht dient te zijn op basis van de initiële risicobeoordeling en vervolgens periodiek wordt gezien. De monitoringsresultaten dienen jaarlijks te worden beoordeeld en gerapporteerd (artikel 14) aan de bevoegde instanties. In het onderhavige project Barendrecht is dit monitoringsvereiste nader omschreven in deelrapport 3 van het MER en uitgewerkt in het Integrale Monitoringsprotocol (EP200812202493), zoals opgenomen in de genoemde Verzamelband. Het Integrale Monitoringsprotocol bevat de monitoringstechnieken zoals noodzakelijk geacht uit de risicobeoordeling, aangevuld met de overige (wettelijke) parameters, zoals het bestaande injectieprotocol van Staatstoezicht op de Mijnen, het mijnbouwrechtelijke Meetplan Bodembeweging en Opslagplan, de in ontwikkeling zijde monitoring ten behoeve van het emissiehandelssysteem en de afvalstoffenadministratie.

Bijlage 1 van het Integrale Monitoringsprotocol geeft inzicht in deze vereisten, daarbij is ook de onderhavige EU richtlijn betrokken. Met andere woorden, de inhoud van Annex I is te herkennen in ons protocol.

Het Integrale Monitoringsprotocol voorziet in een jaarlijkse cyclus van monitoring, analyse, validatie, rapportage en eventuele aanpassing van het protocol. Het sluit daarbij aan bij de enig wettelijke regeling van dit moment; de verificatie en rapportage in het kader van de emissiehandel (hoofdstuk 16 Wet milieubeheer).

Handelingen na sluiting

Hoewel de sluitingshandelingen en ‘post-closure’ monitoring een finale beoordeling krijgen ten tijde van het Sluitingsplan (artikel 39 Mijnbouwwet), worden in het genoemde Integrale Monitoringsprotocol en in het Opslagplan aandacht besteed aan de handelingen na de actieve injectiefase. Dit omdat sluiting reeds een vast onderdeel is van het Opslagplan (o.m. artikel 26 Mijnbouwbesluit) en omdat de ontwerprichtlijn ten tijde van de vergunningaanvraag vraagt om een voorlopig sluitingsplan (artikel 9 lid 7 ontwerprichtlijn).

In grote lijnen zal na de actieve fase het reservoir worden ingesloten, maar nog niet geabandonneerd, en gemonitord tot dat een stabiele eindsituatie is aangetoond. Aansluitend worden onder meer de putten gesloten middels (‘pancake’) cementpluggen, welke alvorens de putten en installaties definitief worden verwijderd nog enige tijd worden gemonitord. Voor een nadere uitleg verwijzen wij onder meer naar hoofdstuk 2 van het Integrale Monitoringsprotocol, hoofdstuk C7 van het Opslagplan en deelrapport 3 van het MER.

Naar onze mening is het voornemen nog immer in lijn met de Europese ontwikkelingen rond de opslag van CO₂. In de verwachting te hebben voldaan aan het verzoek van uw experts en u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

hoogachtend,
Shell CO₂ Storage B.V.

mr. K. Lemstra

in afschrift verzonden aan dhr. drs. A. Deelen, DCMR

Bijlage 12 – Bijlage bij brief Shell Storage, d.d. 6 maart 2009, over rekenschap EU richtlijn CCS

EU Annex 1 criteria		indicatieve vindplaats SCS documentatie
<i>versie 17 december 2008</i>		<i>zoals in december 2008 ingediend</i>
Step 1: Data collection		
A	Geology and geophysics	MER deelrapport 3, Opslagplan (onderdeel B2), Referentiedocument 4 (onderdeel 5.2)
B	Hydrogeology (in particular existence of ground water intended for consumption)	MER deelrapport 1 (hoofdstuk 4.2.6), deelrapport 2 (hoofdstuk 3.3)
C	Reservoir engineering (including volumetric calculations of pore volume for CO ₂ injection and ultimate storage capacity)	MER deelrapport 3 (hoofdstuk 5.2.2), Opslagplan (onderdeel B5), Referentiedocument 4 (onderdeel 5.6 en 5.7)
D	Geochemistry (dissolution rates, mineralisation rates)	MER deelrapport 3, Referentiedocumenten 18, 21, 22, 23, 24 en 31
E	Geomechanics (permeability, fracture pressure)	MER deelrapport 3, Referentiedocumenten 3, 4, 10a, 10b en 11
F	Seismicity	MER deelrapport 2 (hoofdstuk 2.6), Opslagplan (onderdeel C t/m C6), Meetplan Bodembeweging (onderdeel C1 en C2), Referentiedocument 4 (onderdeel 5.3 en 5.4) en 11
G	Presence and condition of natural and man-made pathways including wells and boreholes which could provide leakage pathways	MER deelrapport 3 (hoofdstuk 5)
H	Domains surrounding the storage complex that may be affected by the storage of CO ₂ in the storage site	MER deelrapport 1 (hoofdstuk 4)
I	Population distribution in the region overlying the storage site	MER deelrapport 1 (hoofdstuk 4), Externe Veiligheidsstudie (bijlage 6 MER)
J	Proximity to valuable natural resources (including in particular Natura 2000 areas pursuant to Directives 79/409/EEC and 92/43/EEC, potable groundwater and hydrocarbons)	MER deelrapport 1 (hoofdstuk 4), natuuroets (bijlage 2 MER)
K	Activities around the storage complex and possible interactions with these activities (e.g. exploration, production and storage of hydrocarbons, geothermal use of aquifers and use of underground water reserves)	MER deelrapport 1 (hoofdstuk 4), aanvraag Opslagvergunning (bijlagen I/II en IV), Opslagplan (onderdeel B), Referentiedocument 27
L	Proximity to the potential CO ₂ source(s) (including estimates of the total potential mass of CO ₂ economically available for storage) and adequate transport networks.	MER deelrapport 1 (hoofdstuk 5.4)
Step 2: Building the three-dimensional static geological earth model		
A	Geological structure of the physical trap	MER deelrapport 3 (hoofdstuk 2.3), Opslagplan (B2)
B	Geomechanical, geochemical and flow properties of the reservoir overburden (caprock, seals, porous and permeable horizons) and surrounding formations	MER deelrapport 3, Referentiedocumenten 7 en 10 a/b,

C	Fracture system characterisation and presence of any human made pathways	Referentiedocumenten 7, 11 en 26
D	Areal and vertical extent of the storage complex	MER deelrapport 3 (hoofdstuk 2.3), Opslagplan (B2), aanvraag Opslagvergunning
E	Pore space volume (including porosity distribution)	MER deelrapport 3, Referentiedocument 8
F	Baseline fluid distribution	MER deelrapport 3 (hoofdstuk 5.3), Referentiedocumenten 10a/10b, 23 en 24
G	Any other relevant characteristics.	n.a.
Step 3: Characterisation of the storage dynamic behaviour, sensitivity characterisation, risk assessment		
A	Possible injection rates and CO2 stream properties	MER deelrapport 3 (hoofdstuk 5.2)
B	The efficacy of coupled process modelling (i.e. the way various single effects in the simulator(s) interact)	MER deelrapport 3 (hoofdstuk 5), Referentiedocumenten o.m. 2, 3, 4, 15 en 16
C	Reactive processes (i.e. the way reactions of the injected CO2 with in situ minerals feedback in the model)	Referentiedocumenten 18, 21, 22, 23, 24 en 31
D	The reservoir simulator used (multiple simulations may be required in order to validate certain findings)	MER deelrapport 3 (hoofdstuk o.m. 5.2.3), Referentiedocumenten 2, 3 en 15
E	Short and long-term simulations (to establish CO2 fate and behaviour over decades and millennia including the rate of dissolution of CO2 in water).	MER deelrapport 3 (hoofdstuk 5.2.3 en 5.3), Referentiedocumenten 10a, 10b, 15 en 16
F	Pressure and temperature of the storage formation as a function of injection rate and accumulative injection amount over time	MER deelrapport 3 (hoofdstuk 5.2.2), Referentiedocument 21
G	Areal and vertical extent of CO2 vs. time	MER deelrapport 3 (hoofdstuk 2.3), Opslagplan (B2), aanvraag Opslagvergunning
H	The nature of CO2 flow in the reservoir including phase behaviour	MER deelrapport 3 (hoofdstuk 5.2.3)
I	CO2 trapping mechanisms and rates (including spill points and lateral and vertical seals)	MER deelrapport 3 (hoofdstuk 5.3), Referentiedocumenten 12, 13, 14, 18 en 19
J	Secondary containment systems in the overall storage complex	MER deelrapport 3 (hoofdstuk 6.5), Referentiedocumenten 13 en 14
K	Storage capacity and pressure gradients in the storage site	MER deelrapport 3 (hoofdstuk 5.2)

	3.3.2 Exposure assessment	
	Based on the characteristics of the environment and the distribution and activities of the human population above the storage complex, and the potential behaviour and fate of leaking CO ₂ from potential pathways identified under	MER deelrapport 3 (hoofdstukken 3, 4 en 5), Externe Veiligheidsstudie (bijlage 6 MER), Voorontwerprapport, rampenbestrijdingsplannen (volgen)
	3.3.3 Effects assessment	
	Based on the sensitivity of particular species, communities or habitats linked to potential leakage events identified under Step 3.3.1. Where relevant it shall include effects of exposure to elevated CO ₂ concentrations in the biosphere (including soils, marine sediments and benthic waters (asphyxiation; hypercapnia) and reduced pH in those environments as a consequence of leaking CO ₂). It shall also include an assessment of the effects of other substances that may be present in leaking CO ₂ streams (either impurities present in the injection stream or new substances formed through storage of CO ₂). These effects shall be considered at a range of temporal and spatial scales, and linked to a range of different magnitudes of leakage events.	Intrinsieke karakter van het gehele MER
	3.3.4 Risk characterisation	
	This shall comprise an assessment of the safety and integrity of the site in the short and long term, including an assessment of the risk of leakage under the proposed conditions of use, and of the worst-case environment and health impacts. The risk characterisation shall be conducted based on the hazard, exposure and effects assessment. It shall include an assessment of the sources of uncertainty identified during the steps of characterisation and assessment of storage site and when feasible, a description of the possibilities to reduce uncertainty.	Intrinsieke karakter van het MER deelrapport 3

Bijlage 13



AANTEKENEN

Gemeenteraad Barendrecht
t.a.v. de griffier mw. mr. G.E. Figge
Postbus 501
2990 EA Barendrecht

Shell CO₂ Storage B.V.
Scheepersmaat 2
Postbus 28000
9400 HH Assen
The Netherlands
Tel +31 592 369 111
Fax +31 592 362 200
Internet <http://www.shell.com>

Assen, 9 maart 2009

uw ref. - onze ref. EP200903203050 doorkiesnummer: +31 592 362989

Onderwerp : toelichting Toetsingskader CO₂-opslag: hydrostatische reservoirdruk

Geachte Raad,

Tijdens de kennistafel omtrent de 'ondergrond' op 13 februari jongstleden is aan uw experts onder meer uitleg gegeven over de reservoirdruk bij beëindiging van de injectie van CO₂ en de dan heersende onderdruk ten opzichte van de omringende en bovenliggende bodemlagen. De experts hebben verzocht dit drukbeheer – onder meer gememoreerd op pagina 11 van het MER deelrapport 3 – nog eens afzonderlijk inzichtelijk te maken, aangezien de achtergrondinformatie voor hen moeilijk te beoordelen was op grond van de diverse studies. Tevens is uitleg gevraagd (sessie 'monitoring' op 20 februari) over de verschillende eenheden die gebruikt voor de productie van gas en de injectie van CO₂ (m³ versus tonnen).

Drukbeheer

Het kernpunt voor de garantie van lange termijn opslag van CO₂ zonder lekkage is de geplande einddruk van de CO₂ in het reservoir. Uit vragen van het publiek en experts is het duidelijk geworden dat de perceptie leeft dat het CO₂ onder hoge druk het reservoir wordt ingepompt en onder hoge druk wordt opgeslagen, waarbij tevens de gedachte leeft dat het gesteente door de hoge druk kan scheuren waardoor de CO₂ naar de oppervlakte stroomt.

Hoge en lage drukken zijn relatieve begrippen. Inderdaad is 166 bar (einddruk BRT, MER deelrapport 3, paragraaf 5.2.2.) een relatief hoge druk, maar deze poriedruk van het CO₂ is echter 8 bar lager dan de poriedruk van het water in het omliggend en bovenliggend gesteente. Deze waterdruk wordt opgebouwd door de kolom water die al begint op enkele meters onder het maaiveld (het grondwater). Dat wil zeggen dat het water eerder het reservoir zal instromen dan dat de CO₂ het reservoir kan uitstromen. Het is vergelijkbaar met een gastank boven het maaiveld die een lagere druk heeft dan de atmosferische omgevingsdruk.

De injectiedruk bij de putmond zal op het einde van de injectiedruk echter hoger zijn dan 166 bar om het CO₂ in het reservoir te kunnen pompen. Echter de druk zal onder de “scheurdruk” (de vloeistofdruk waarbij het reservoirgesteente kan gaan scheuren) blijven. Mocht het reservoirgesteente toch scheuren, dan heeft dat geen gevolgen voor mogelijke lekkage uit het reservoir. De spanning in het bovenliggend gesteente is hoger waardoor de scheur zich alleen in het reservoir zal ontwikkelen. Maar nogmaals, de druk van het water is hoger dan de druk van het CO₂.

Massabalans (Nm³ versus tonnen)

Verwarring is ontstaan door het gebruik van verschillende eenheden bij de rapportage van de geproduceerde hoeveelheden gas (Nm³ of “normaal kuub”) versus de hoeveelheden CO₂ die geïnjecteerd gaan worden (in tonnen of 10³ kg). Hieronder wordt aangegeven hoe deze eenheden kunnen worden omgerekend naar in-situ volumes.

In Tabel 2.4 van het MER (deelrapport 3) staat dat er 250 miljoen normaal m³ gas is geproduceerd. Om dit terug te rekenen naar in-situ conditie moet er worden gedeeld door de expansiefactor (145 bij 166 bar) om tot een volume te komen van 1.72+6 m³. Voor het CO₂ geldt dat we 8E+9 kg gaan injecteren. Teruggerekend met de in-situ dichtheid van CO₂ bij 166 bar (569 kg/Nm³) geeft dit in totaal een volume van 1.41e+6 m³. Het totaalplaatje voor de eindvolumes is dus eenvoudig uit te rekenen.

De dynamische koppeling ligt ingewikkelder, omdat de dichtheid en de Z-factor van het gas gedurende de injectie veranderen. Hiervoor gebruiken we een dynamisch model waarbij rekening wordt gehouden met PVT gedrag van CO₂ over het gehele traject. Daarbij zijn de gemeten geïnjecteerde volumes en de gemeten drukken de belangrijkste controleparameters.

hoogachtend,
Shell CO₂ Storage B.V.

mr. K. Lemstra



AANTEKENEN

Gemeenteraad Barendrecht
t.a.v. de griffier mw. mr. G.E. Figge
Postbus 501
2990 EA Barendrecht

Shell CO₂ Storage B.V.
Schepersmaat 2
Postbus 28000
9400 HH Assen
The Netherlands
Tel +31 592 369 111
Fax +31 592 362 200
Internet <http://www.shell.com>

Assen, 25 maart 2009

uw ref. -

onze ref. EP200903236178

doorkiesnummer: +31 592 362989

Onderwerp : bijdrage Kennistafel: corrosiebeheer putten en opslagreservoir

Geachte Raad,

Tijdens de kennistafel omtrent de 'ondergrond' op 13 februari jongstleden is aan uw experts uitleg gegeven over het corrosiebeheer tijdens en na afloop van de injectie van CO₂. De experts hebben verzocht dit nog eens afzonderlijk inzichtelijk te maken.

In tegenstelling tot corrosiebeheer rond het transport en compressie van CO₂ middels het pijpleidingnetwerk – waarover OCAP heeft bericht tijdens de kennistafel – valt het corrosiebeheer wat betreft de putten en het reservoir niet onder de regels van onder meer NEN3650, maar de mijnbouwwetgeving. Het beheerssysteem zal een nadere beoordeling vinden in de besluitvorming rond bijvoorbeeld het Opslagplan en het VG-document, maar bestaat uit de samenhang van CO₂-kwaliteit, materiaalgebruik, de reservoiromstandigheden, monitoring en sluitingshandelingen. Welke navolgend kort worden behandeld.

Kwaliteit CO₂

Het CO₂ dat vanuit de pijpleiding en injectiecompressor wordt aangevoerd op de injectielocatie Barendrecht is droog; het maximaal gespecificeerde watergehalte is 40 ppm (zie MER deelrapport 3; paragraaf 5.2.1). Fysische en thermodynamische berekeningen bij hogere injectiedrukken die kunnen optreden hebben aangetoond dat bij het genoemde watergehalte dit niet als vrij water zal condenseren in de injectiefaciliteiten of put. Het watergehalte wordt – net als aan de zijde van Plot 16 – continu gemonitord doormiddel van een 'on-line' dauwpuntsmeting aan de uitlaat van de injectiecompressor, vlak voor het binnenstromen in de injectieput.

De inname en injectie wordt gestopt op het moment dat het gespecificeerde watergehalte wordt overschreden. In het Integrale Monitoringsprotocol en de genoemde bijdrage door OCAP zijn de metingen in het transportnetwerk en compressiesysteem nader uitgewerkt. Naast het water worden nog zeven andere componenten (waaronder CO₂ zelf) continu gemeten en bewaakt voorafgaand aan aflevering bij de injectieput.

In de injectiefaciliteiten op de locatie Barendrecht en de injectieput is derhalve geen sprake van een corrosief milieu.

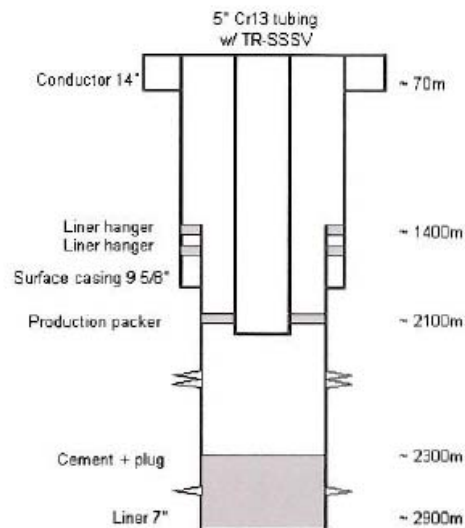
Materiaalgebruik

Injectieput(ten)

Niet tegenstaand dat het geïnjecteerde CO₂ droog en niet corrosief is, is het materiaal van de injectieleiding en putten beoordeeld op corrosiegevoeligheid. De injectieput bestaat uit een stalen mantel ('casing') met daarbinnen een RVS-injectiebuis ('tubing'). De casing is aan het omringende gesteente gezekeerd middels cement. Ter hoogte van het reservoir treedt het CO₂ in het reservoir vanuit de 'tubing' via een perforatie in de casing. Het deel van de casing buiten het opslagreservoir komt in beginsel niet in aanraking met CO₂. Door middel van een 'production packer' wordt tevens de stroming van CO₂ uit het reservoir naar de annulus (de ruimte tussen de casing en de tubing) voorkomen.

Het deel van de casing dat met CO₂ in aanraking komt corrodeert niet, daar het CO₂ rondom injectieput droog is (zie ook volgende paragraaf). De annulus van de put wordt, indien technisch mogelijk voorafgaand aan injectie preventief voorzien van een watervrije vloeistof.

Hieronder staat een schematische weergave van de BRT-2 injectieput (bron: Opslagplan):



Monitoringsput(ten)

De monitoringsputten (voor Barendrecht 1 put, voor Barendrecht-Ziedewij 3 putten) bestaan uit koolstofstaal of RVS. Deze putten hebben een geringe kans om met water en CO₂ in aanraking te komen tijdens injectie, hetgeen echter niet leidt tot integriteitsrisico's (zie volgende paragrafen).

Injectieleiding en -skid

De injectieleiding (inclusief injectie-skid) vanaf de injectiecompressor naar de put wordt gemaakt van koolstofstaal.

Overig materiaalonderzoek.

Ondanks dat het CO₂ droog is en corrosie niet optreedt, kunnen de materialen nog steeds een bepaalde mate van corrosie verdragen (de zogeheten 'corrosie allowance'). Naast corrosie als gevolg van CO₂ opgelost in water is bij de beoordeling van materialen ook rekening gehouden met eventuele corrosie door de 'trace-components' (ordegrootte van concentraties is ppm) in combinatie met water.

Andere te gebruiken materialen naast staal (bijvoorbeeld elastomeren) zullen CO₂-bestendig worden uitgevoerd of zijn onderworpen aan een onderzoek om bestendigheid te confirmeren. Alle materialen worden regelmatig gecontroleerd door middel van monitoring en inspectie.

Reservoiromstandigheden

In het reservoir bevindt zich geen vrij water. Wel bevindt zich in de poriën van het reservoirgesteente zogeheten 'connate water'. Dit water zit hierin 'gevangen' sinds het neerslaan van het sedimentair reservoirgesteente miljoenen jaren geleden en is niet of nauwelijks mobiel. Rond de injectieput is de concentratie van droog CO₂ zo hoog dat al het connate water wordt opgelost in het CO₂ wanneer het de poriën binnengaat waardoor een droog milieu rondom de injectieput ontstaat. Na een droge zone die zich ontwikkelt tijdens injectie tot enkele tientallen meters zal het reservoirmilieu overgaan naar connate water met hierin CO₂ opgelost (zie referentierapport 22 van het MER deelrapport 3).

Wanneer het CO₂ de monitoringsputten bereikt, is het opgelost in het connate water. De pH in het reservoir zal hierdoor enigszins dalen en het milieu zal meer corrosief worden. Hoewel het connate water met CO₂ de monitoringsput kan corroderen (staal) of degraderen (cement) tijdens de injectie, zal de mate hiervan zeer gering zijn omdat:

- het connate water en CO₂ niet mobiel zijn, dus vrijwel niet stromen. Hierdoor is er weinig aanvoer en afvoer van corrosie-ingrediënten mogelijk. Ook zal het water niet de monitoringsput instromen wanneer deze niet wordt gebruikt.
- na het nemen van een monster of het kort produceren van de injectieput zal deze worden volgepompt met droog stikstof om weer een droog milieu te verkrijgen.

Diffusie en reactieberekeningen hebben laten zien dat CO₂ corrosie voor de gebruikte staalsoorten, gegeven het geschetste contact met water en CO₂, acceptabel is gedurende injectie.

Ook worden de monitoringsputten frequent gemonitord op corrosie (zie volgende paragraaf en deelrapport 3, paragraaf 5.6.3 en Referentierapporten 5 en 6). Indien in het zeer onwaarschijnlijke scenario een monitoringsput te veel corrodeert/degradeert kan worden besloten deze voortijdig te abandonneren.

Monitoring & inspectie

De kwaliteit (is er sprake van corrosie en/of degradatie?) van de tubing of casing en de detectie van CO₂ lekkages rondom de verbuizingen in de putten worden tijdens de injectieperiode periodiek gemeten/gedetecteerd middels zogeheten 'loggingtools'. Deze logging vindt plaats tijdens de reguliere injectiestops. Ook wordt de cementkwaliteit rondom de casing voorafgaand en na injectie gemeten door middel van een loggingtool. Een eventuele lekkage tussen tubing en casing wordt ook opgemerkt door de druk in de annulaire ruimte tussen casing en tubing te meten (de zogeheten 'annulaire druk'). Ook de aangebracht 'pancake' plug (zie onder) wordt nog enige tijd gemonitord voordat de put definitief wordt gesloten. Het voorgestelde monitoringsplan staat beschreven in paragraaf 7.3 van het MER, deelrapport 3 en is o.m. gereflecteerd in het Opslagplan en Integrale Monitoringsprotocol.

Bij lange stops gedurende de injectie, wordt terugstroming van CO₂ uit het reservoir in de injectieput en -leiding worden voorkomen door middel van het sluiten van de ondergrondse putklep(pen). Dit scenario wordt echter als zeer onwaarschijnlijk gezien vanwege de genoemde lokale dehydratatie van het reservoir rondom de injectieput.

Ook de injectieleiding en het injectie-skid worden onderworpen aan een regulier inspectie- en onderhoudsprogramma.

Sluitingshandelingen

Na injectie wordt de interne tubing verwijderd en de verbuizing en cementhechting gescheiden van het reservoir door deze ter hoogte van de caprock geheel te verwijderen. Hiertoe wordt de gehele put over de volledige breedte van de plug 'weggefreest' (het zogeheten 'millen') en vervangen door een nieuwe cementplug, de zogeheten 'pancake' plug (zie MER deelrapport 3, paragraaf 5.6.3). Op die wijze is een lekpad door eventuele corrosie van metaal en cement door de caprock geheel geëlimineerd. Boven de plug ter hoogte van de caprock worden nogmaals een tweetal traditionele cementplugs geplaatst in de resterende verbuizing richting oppervlakte.

De degradatie van de cement plug zelf is bestudeerd op basis van het reservoirmilieu (niet mobiel/stromend), reactie- en diffusiemechanismen, de aanwezigheid van reactie-ingrediënten en -producten (zie MER deelrapport 3, paragraaf 5.6 en Referentiedocument 24). De conclusie uit deze studies is, dat de geringe degradatie niet zal leiden tot het lekken van CO₂ uit het opslagreservoir. Hoewel de studies met binnen de industrie gangbaar cement zijn gedaan, zal er bij de uiteindelijke selectie van het type cement voor de pannekoekenplug extra aandacht zijn voor eigenschappen als CO₂-resistent en niet-krimpnd.

Na het plaatsen van de plugs zal er een monitoringsperiode in acht worden genomen om te bevestigen dat de plug het reservoir goed afsluit. Hierna worden de putten volledig geabandonneerd en zal er wederom een monitoringsperiode worden ingesteld alvorens het overdrachtsproces in gang kan worden gezet.

Door het aldus ingerichte beheer is een eventuele corrosie ons inziens afdoende beheersbaar.

hoogachtend,
Shell CO₂ Storage B.V.



mr. K. Lemstra

in afschrift verzonden aan dhr. drs. A. Deelen, DCMR