

# **Integrale Veiligheidsbeoordeling**

*Ondergrondse opslag van CO<sub>2</sub> in  
Barendrecht*

# **Integrale Veiligheidsbeoordeling**

*Ondergrondse opslag van CO<sub>2</sub> in  
Barendrecht*

## Opstellers

L. Vijgen – DCMR Milieudienst Rijnmond  
M. Nitert – Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond  
B. Buijtendijk – Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond  
A. van Dalen – Staatstoezicht op de Mijnen

## m.m.v.

H. Lemmens – DCMR Milieudienst Rijnmond  
C. Mommers – Geneeskundige Hulpverlening bij Ongevallen en Rampen  
J. de Cock – Geneeskundige Hulpverlening bij Ongevallen en Rampen  
R. van Elsen - Staatstoezicht op de Mijnen  
R. Berns – ministerie VROM

Datum : 28 oktober 2009



# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>6</b>
Beoordeling	6
<b>1 Inleiding</b>	<b>8</b>
1.1 Integrale Veiligheidsbeoordeling	8
1.2 Beoordelingscriteria	9
1.3 Beoordeelde documenten en adviezen	10
<b>2 Beoordeling</b>	<b>12</b>
2.1 Algemeen	12
2.2 Modelleren CO <sub>2</sub>	12
2.3 Compressorstation Pernis	12
2.4 Ondergrondse buisleiding	12
2.5 Locatie Barendrecht en Barendrecht-Ziedewij	13
2.6 Ondergrondse opslag CO <sub>2</sub>	14
2.7 Preparatie ten aanzien van incidenten	14
2.8 Domino-effecten en cumulatie	15
2.9 Monitoring en detectie	15
<b>3 Conclusies</b>	<b>16</b>
3.1 Algemeen	16
3.2 Doorwerking in besluiten	16
<b>Bijlagen</b>	<b>18</b>
Bijlage 1 Aangeleverde adviezen en aandachtspunten	20
Bijlage 2 Beoordeling modellering en toxiciteit CO <sub>2</sub>	26
Bijlage 3 Onderbouwing van de faalfrequentie in leidingtunnels	28
Bijlage 4 Aanzet verantwoording groepsrisico	30
Bijlage 5 Domino-effecten en cumulatie van risico's	32
Bijlage 6 Toelichting bij de Kwantitatieve Risico Analyse (QRA)	34



## Samenvatting

Onder leiding van de DCMR Milieudienst Rijnmond hebben de betrokken veiligheids- en toezichtinstanties gezamenlijk een 'Integrale Veiligheidsbeoordeling CO<sub>2</sub>-opslag Barendrecht' opgesteld. Hierbij is gekeken naar de volgende onderdelen van het gehele opslagproject en de veiligheidsaspecten daarvan:

- het compressorstation te Pernis;
- de ondergrondse leidingen tussen het compressorstation en de injectielocaties;
- de injectielocaties Barendrecht-Ziedewij en Barendrecht.

De veiligheid is beoordeeld op wettelijke criteria. Bij de compressorlocatie is dat het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI). Het gaat hier om de toetsing van de risico's voor de omgeving (de externe veiligheidsrisico's). Dit vindt plaats aan de hand van een berekening (de kwantitatieve risicoanalyse of QRA). Hierin worden het zogeheten plaatsgebonden risico en het groepsrisico berekend. Het plaatsgebonden risico geeft de kans aan dat iemand die zich een jaar lang op één plek bevindt, overlijdt door een ongeval binnen een inrichting met gevaarlijke stoffen. Het groepsrisico is kans dat een groep personen overlijdt door een ongeval binnen een inrichting met gevaarlijke stoffen.

Voor de ondergrondse leidingen en de injectielocaties geldt momenteel nog geen norm ten aanzien van de externe veiligheidscriteria. Er zijn criteria zoals 'best beschikbare techniek' (BBT) en 'zorgplicht'<sup>1</sup>. Daarnaast zullen mijnbouwinstallaties in de toekomst onder het BEVI komen te vallen en zal ook de AMvB Buisleidingen aansluiten bij het BEVI. De opstellers hebben daarom – net als de initiatiefnemers en in het MER – er voor gekozen om in de beoordeling te toetsen aan de criteria uit het BEVI.

In het rapport wordt speciale aandacht besteed aan omstandigheden waarbij een opeenstapeling van risico's zou kunnen ontstaan, hetzij onafhankelijk van elkaar (cumulatie) hetzij als gevolg van elkaar (domino). In Barendrecht gaat het bij cumulatie met name over een samenloop met incidenten bij het transport over weg, water en spoor. Bij domino gaat het om situaties waarbij een eerste incident als direct gevolg heeft dat er een tweede, groter incident plaatsvindt.

### Beoordeling

De conclusie is dat op basis van de beschikbare en gedegen onderbouwde informatie geen sprake is van overschrijding van de normen voor plaatsgebonden en groepsrisico. Er is één uitzondering. Bij de buisleidingtunnel Beneluxplein is in sommige varianten sprake van een beperkte overschrijding van de oriënterende waarde van het groepsrisico. Hier zullen maatregelen moeten worden getroffen. Het gaat dan om monitoring en detectie waarmee eventuele uitstroming ten gevolge van een incident vroegtijdig kan worden onderkend, opdat direct passende maatregelen kunnen worden genomen.

Het risico van de ondergrondse opslag na de injectiefase is beperkt tot het ontsnappen van CO<sub>2</sub> uit het reservoir via de geboorde putten. Een adequate afsluiting en monitoring hiervan zal geborgd worden in het Opslagplan en Sluitingsplan.

Van cumulatie van risico's is sprake op locaties die binnen het directe invloedgebied liggen van meerdere risicobronnen, zoals de plaats waar de buisleiding onder de weg doorgaat. Hiervoor geldt geen wettelijke maximale norm.

---

<sup>1</sup> voorbeelden van zorgplicht voor leidingen zijn te vinden in de NEN3650 en NTA 8000-2008

Voor de CO<sub>2</sub>-transport en opslag geldt dat de risico's hiervan nergens leiden tot een belangrijke verhoging van het cumulatieve risico. Realistisch geachte risico's van CO<sub>2</sub>-transport of -opslag hebben geen relevant effect op dit totale kwantitatieve risico.

De kans op domino-effecten vanwege incidenten bij het CO<sub>2</sub>-transport en de CO<sub>2</sub>-opslag wordt verwaarloosbaar klein geacht. De effecten van een incident met CO<sub>2</sub> zijn nergens zo groot dat er een tweede incident veroorzaakt kan worden.

Het tegelijkertijd plaatsvinden van twee losstaande incidenten binnen of nabij het grondgebied van de gemeenten legt een extra beslag op de capaciteit van de hulpverleningsdiensten. Dit geldt voor de huidige situatie met diverse risicobronnen en voor de toekomstige met CO<sub>2</sub>-transport en -opslag daaraan toegevoegd. Hoe de hulpverleningsdiensten hiermee omgaan wordt beschreven in het gemeentelijk crisisplan. In algemene zin geldt dat geziene de relatief geringe risico's en mogelijke effecten van CO<sub>2</sub>-transport en -opslagen de eventuele incidenten met CO<sub>2</sub> niet een zodanige extra beroep op de hulpverleningscapaciteit doen dat daarmee specifiek de hulpverleningscapaciteit tekort zou schieten.

# 1 Inleiding

## 1.1 Integrale<sup>2</sup> Veiligheidsbeoordeling

De activiteiten ten gevolge van de geplande ondergrondse CO<sub>2</sub>-opslag in Barendrecht worden gereguleerd door verschillende wetten. Om deze activiteiten te mogen uitvoeren dienen de initiatiefnemers dan ook meerdere vergunningen aan te vragen die worden behandeld door verschillende bevoegde gezagen. Om er voor te zorgen dat de samenhang niet verloren gaat, is gekozen om een integrale veiligheidsbeoordeling te maken waarin alle activiteiten zijn beoordeeld, voor zover dat in dit stadium van het project mogelijk is.

De opdracht voor deze Integrale veiligheidsbeoordeling is verleend door het Bestuurlijk Afstemmingsoverleg CO<sub>2</sub>-opslag Barendrecht (BCO<sub>2</sub>). Het BCO<sub>2</sub> fungeert onder voorzitterschap van de gedeputeerde Milieu van de provincie Zuid-Holland als overlegplatform van de betrokken overheden (gemeente Barendrecht en Albrandswaard, betrokken departementen). De opdracht is in de brief van de Ministers van Economische Zaken en van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 26 juni 2009 aan de colleges van B en W van de gemeenten Barendrecht en Albrandswaard aangekondigd als een van de nadere onderzoeken die moet worden uitgevoerd, alvorens zij, mede daarop gebaseerd, tot een besluit komen over de vergunningaanvragen voor dit project.

Bij deze integrale veiligheidsbeoordeling is de volgende onderverdeling van de activiteiten gemaakt:

- Het compressorstation te Pernis. Deze activiteit valt onder de Wet Milieubeheer omdat het onderdeel vormt van de inrichting Shell Raffinaderij Pernis en zal waarschijnlijk met een artikel 8.19 melding in het kader van de Wet Milieubeheer kunnen worden gelegaliseerd.
- De ondergrondse leidingen tussen het compressorstation (Pernis) en de injectielocaties in Barendrecht. Wetgeving hiervoor is voorhanden via onder meer de ruimtelijke vastlegging, aanlegvergunningen en de Mijnbouwwet, inclusief onderliggende normeringen als NEN-3650 en NTA. De toekomstige AMvB buisleidingen is nog in ontwikkeling. Momenteel is nog niet definitief welk exact traject gevolgd wordt. Omdat hiervoor nog geen aanvraag is ingediend en ook het detailontwerp van de leiding nog niet bekend is, zal de beoordeling van de leidingen beperkt blijven tot de varianten zoals die in de MER beschreven staan.
- De injectielocaties Barendrecht-Ziedewij en Barendrecht. Hiervoor zijn de volgende vergunningen nodig:
  - een vergunning op grond van de Wet milieubeheer en een ontheffing op grond van het Lozingenbesluit bodembescherming voor het permanent in de grond brengen van CO<sub>2</sub>, inclusief het Voorontwerprapport;
  - een Opslagvergunning en bijbehorende goedkeuring van het Opslagplan onder de Mijnbouwwet.

De aanvragen van de genoemde vergunningen zijn reeds ingediend en opgenomen in de Verzamelband vergunningen "Ondergrondse opslag van CO<sub>2</sub> in Barendrecht" (december 2008).

De beoordeling beperkt zich tot de activiteit zelf. Tijdens de aanleg is er geen sprake van externe risico's. De periode na afsluiting wordt in deel 3 van de MER behandeld en zal grotendeels via het sluitingsplan geregeld worden.

---

<sup>2</sup> De beoordeling is integraal omdat de risico's en de effecten van alle activiteiten en locaties, opslag en transport, van CO<sub>2</sub> afgewogen worden. De beoordeling betreft echter enkel de Externe Veiligheid, dit wil zeggen de risico's voor de omgeving (i.t.t. interne veiligheid, de risico's voor werknemers).



## 1.2 Beoordelingscriteria

Voor inrichtingen die onder het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI) vallen vindt de toetsing van de externe veiligheidsrisico's plaats aan de hand van een kwantitatieve risico-analyse (QRA). Hierin worden het Plaatsgebonden Risico (PR) en het Groepsrisico (GR) berekend.

Voor de ondergrondse leidingen en de injectielocaties geldt momenteel echter nog geen normstelling ten aanzien van het PR en GR, enkel algemene criteria zoals best beschikbare techniek (BBT) en zorgplicht (bijvoorbeeld in de NEN3650 en NTA 8000:2009 voor leidingen). Wel zullen in de toekomst mijnbouwinstallaties onder BEVI komen te vallen en zal ook de AMvB Buisleidingen aansluiten bij het BEVI. Er is dan ook – ook reeds door de initiatiefnemers en in de MER – voor gekozen om in deze beoordeling alle activiteiten te toetsen aan de criteria uit het BEVI.

In de beoordeling wordt tevens rekening gehouden met de aandachtspunten en adviezen die uit de MER-traject en de specifiek voor dit project ingerichte Kennistafel naar voren zijn gekomen. Deze punten zijn opgenomen in bijlage 1.

### **Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen**

#### *Algemeen*

Op 27 oktober 2004 is het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI) van kracht geworden. Het BEVI verplicht overheden om bij het verlenen van milieuvergunningen en het maken van ruimtelijke plannen met externe veiligheid rekening te houden. Dit betekent bijvoorbeeld dat kwetsbare objecten zoals woningen e.d. op een bepaalde afstand moeten staan van een bedrijf dat werkt met gevaarlijke stoffen.

Het besluit geeft grens- en richtwaarden voor het plaatsgebonden risico en geeft een verantwoordingsplicht voor het groepsrisico in relatie tot de wettelijk vastgestelde oriënterende waarde.

- Het plaatsgebonden risico, afgekort PR, geeft de kans aan dat iemand die zich een jaar lang continu op één plek bevindt, overlijdt door een ongeval binnen een inrichting met gevaarlijke stoffen.
- Het groepsrisico, afgekort met GR, is kans dat een groep personen overlijdt door een ongeval binnen een inrichting met gevaarlijke stoffen.

De vestiging of verandering van een risicovol bedrijf kan tot gevolg hebben dat het risico voor omwonenden toeneemt bijvoorbeeld doordat het heersende bestemmingplan reeds voorziet in de bouw van veel woningen of doordat er in het bedrijf andere of grotere hoeveelheden gevaarlijke stoffen worden opgeslagen. Het bevoegd gezag moet in of bij het desbetreffende besluit (vergunning of aanpassing bestemming) altijd verantwoording afleggen over de mogelijke gevolgen die dat besluit kan hebben voor het risico. Bij die verantwoording moet er onder andere aandacht besteed worden aan de zelfredzaamheid van de bevolking en aan de mogelijkheden voor hulpverlening bij een ongeval in een risicobedrijf, bijvoorbeeld de bereikbaarheid voor ambulances en brandweer.

Conform artikel 4 van het BEVI moet bij de beslissing op een aanvraag om een vergunning rekening worden gehouden met de in het BEVI genoemde grens- en oriënterende waarden van het plaatsgebonden en groepsrisico. Eenzelfde verantwoordingsplicht stelt artikel 5 van het BEVI voor ruimtelijke plannen, waaronder ook het Rijksinpassingsplan voor deze CO<sub>2</sub>-opslag.

Bij de motivering van dergelijke besluiten moet conform artikel 12 en 13 van het BEVI in elk geval vermeld worden:

- de aanwezige dichtheid van personen in het invloedsgebied;
- de hoogte van het groepsrisico en de vergelijking met de oriënterende waarde;
- de mogelijkheden en de voorgenomen maatregelen tot beperking van het groepsrisico in de nabije toekomst;
- de mogelijkheden tot voorbereiding op rampenbestrijding;
- de mogelijkheden tot zelfredzaamheid van de in het invloedsgebied aanwezige personen.

Naast de verantwoording van het groepsrisico moet tevens advies gevraagd worden aan de regionale brandweer over het groepsrisico en de mogelijke gevolgen van het besluit voor de mogelijkheden van rampbestrijding en de zelfredzaamheid van de bevolking binnen het invloedsgebied van de activiteiten.

#### *Cumulatie en domino-effecten*

In de beoordeling van de risico's kan tevens gekeken worden naar de aspecten van cumulatie en domino-effecten. Door het Bestuurlijk Afstemmingsoverleg CO<sub>2</sub>-opslag Barendrecht (BCO2) is in haar opdracht specifiek aandacht gevraagd voor dit onderwerp.

Daarbij is onderscheid gemaakt in:

- cumulatie van risico's: cumulatie van risico's is het bij elkaar tellen van de risico's die veroorzaakt worden door verschillende risicobronnen. Hiervoor bestaat geen wettelijke norm of richtwaarde, enkel een beleidsmatige richtwaarde voor het plaatsgebonden risico van 10<sup>-5</sup> per jaar;
- domino-effecten: er is sprake van een domino-effect als een eerste incident de oorzaak vormt van een tweede incident. Hierbij gelden twee randvoorwaarden, het effect van het tweede incident moet relevant zijn ten opzichte van het effect van het eerste incident en de kans op het tweede incident moet door de domino-effect relevant toenemen. Als aan beide voorwaarden voldaan wordt, moet het domino-effect meegenomen worden in de risicoanalyse;
- beslag op hulpverleningscapaciteit: gevraagd is om in de analyse rekening te houden met het beslag op de hulpverleningscapaciteit van het zich onafhankelijk van elkaar gelijktijdig voordoen van verschillende incidenten met gevaarlijke stoffen.

### **1.3 Beoordeelde documenten en adviezen**

Ten behoeve van haar analyse en rapportage over de Integrale Veiligheidsbeoordeling is gebruik gemaakt van de volgende documenten:

1. MER Ondergrondse opslag van CO<sub>2</sub> in Barendrecht, december 2008, EP200809225671.
2. Veiligheidsanalyse Ondergrondse Opslag van CO<sub>2</sub> in Barendrecht, bijlage 6 bij bovengenoemd MER.
3. Aanvraag vergunning Wet milieubeheer en ontheffing Lozingsbesluit Bodembescherming – Ondergrondse opslag CO<sub>2</sub>.
4. Externe Veiligheidsadvies van de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond [d.d. 23 maart 2009, kenmerk: 09uit01178/SRC/JT/BB/DG].

5. Aanvullende brief extern veiligheidsadvies inzake CO<sub>2</sub>-opslag Barendrecht en Barendrecht-Ziedewij van de veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond [d.d 21 oktober 2009, kenmerk 09uit09426/SRC/JT/JB/DdG].
6. Ondergrondse opslag van CO<sub>2</sub> in Barendrecht – Toetsingsadvies over het milieueffectrapport, Commissie voor de Milieueffectrapportage, 23 april 2009, rapportnummer 2047172.
7. Kennistafel CO<sub>2</sub> opslag Barendrecht – einddocument, april 2009, DCMR.
8. Vragen over CO<sub>2</sub>-modellering Barendrecht, advies RIVM d.d. 14 april 2009, kenmerk 100/09 CEV Spo/mva-2440.
9. Advies VROM, 23 maart 2009, kenmerk 20090013076-16255-HRU-ZW.
10. Memo faalkans leiding in leidingtunnels (OCAP 8 juli 2009).

## 2 Beoordeling

### 2.1 Algemeen

Voor de beoordeling van externe veiligheid is als basis de bij de MER toegevoegde kwantitatieve risicoanalyse (QRA) gebruikt.

Uit de eigen analyse van de betrokken overheden en het beschikbare nadere materiaal is geconcludeerd dat de QRA op een goede en volledige wijze de risico's weergeeft van alle voorgenomen activiteiten. De risicoanalyse is helder opgezet volgens de Handreiking risico-berekeningen inrichtingen welke wordt voorgeschreven door het BEVI.

Bij de beoordeling wordt gebruik gemaakt van de in de risicoanalyse gevolgde opsplitsing van activiteiten.

### 2.2 Modelling CO<sub>2</sub>

Voor CO<sub>2</sub> bestaat er nog geen officieel vastgestelde "probitrelatie". Probitrelaties worden in een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) gebruikt om de kans te bepalen dat een persoon overlijdt als gevolg van blootstelling aan toxische stoffen. In de QRA bij de MER is een probitrelatie voor CO<sub>2</sub> afgeleid.

Deze, in de MER gehanteerde probitrelatie voor de modellering van CO<sub>2</sub> is conservatiever dan de huidige inzichten en zal dus naar verwachting leiden tot een overschatting van het risico. Een onderbouwing hiervan wordt gegeven in bijlage 2 van deze Integrale veiligheidsbeoordeling. Naar het oordeel van de betrokken overheden kan de in de MER aangehouden probitrelatie derhalve als basis voor de risicoanalyse voor dit project worden gehanteerd.

### 2.3 Compressorstation Pernis

Bij het compressorstation vindt een uitbreiding plaats met twee boostercompressoren (waarmee de noodzakelijke drukverhoging naar 40 bar(a) wordt gecreëerd). Deze uitbreiding leidt niet tot een relevante toename van het risico.

Er zijn geen (beperkt) kwetsbare objecten met een plaatsgebonden risico (PR) groter dan 10<sup>-6</sup> per jaar (grenswaarde) ten gevolge van het compressorstation. Verder is er geen sprake van een relevant groepsrisico.

Ten aanzien van het aspect externe veiligheid kan op grond van de Wet Milieubeheer (Wm) voor de uitbreiding bij het compressorstation ten gevolge van de activiteit waarschijnlijk worden volstaan met een artikel 8.19 Wm-melding.

### 2.4 Ondergrondse buisleiding

Voor de ondergrondse leiding tussen het compressorstation in Pernis en de injectielocaties in Barendrecht is onderscheid gemaakt tussen de locaties waar de leiding in de grond ligt en de twee locaties waar de leiding in een leidingtunnel ligt (onder de A4 en de Groene Kruisweg). Dit onderscheid is noodzakelijk omdat er in geval van een in de grond liggende leiding enkel sprake kan zijn van een verticale uitstroming. Gezien de hoge druk in de leiding zal bij een incident de uitstroomsnelheid van de CO<sub>2</sub> enkele honderden meters per seconde bedragen waardoor er op leefniveau, 5 meter vanaf de leiding, geen sprake meer is van een verhoogde concentratie CO<sub>2</sub>. In geval van de tunnel komt de CO<sub>2</sub> echter in de tunnel vrij en zal aan de uiteinden van de tunnel met minder snelheid vrijkomen waardoor er wel sprake zou kunnen zijn van relevante effecten op leefniveau.

Zoals hiervoor reeds is aangegeven is momenteel nog niet definitief bepaald welk exact traject gevolgd wordt. Omdat hiervoor nog geen aanvraag is ingediend en ook het detailontwerp van de leiding nog niet bekend is, is deze de beoordeling van de leidingen gericht op de varianten zoals die in de MER beschreven staan.

## **Leidingen**

Op grond van het beschikbare materiaal wordt in deze integrale veiligheidsbeoordeling de conclusie van de MER onderschreven dat er bij de ondergrondse leidingen geen sprake is van een PR  $10^{-6}$  per jaar contour. De maximale effectafstand op bedraagt 2 meter (horizontale afstand tot de leiding). Er is hier dan ook evenmin sprake van een groepsrisico.

## **Leidingtunnels**

Bij de leidingtunnels is er sprake van een afwijkende faalkans (zie bijlage 3). Aan dit onderwerp is veel aandacht gegeven, met name omdat in eerste instantie de indruk ontstaan is dat sprake was van een onderschatting van de faalkansen in de MER.

Bij de voorbereiding van deze integrale veiligheidsbeoordeling is gebruik gemaakt van een nadere onderbouwing door de OCAP van de faalkans van een leiding in de buisleidingtunnel (zie bijlage 10). Hierbij wordt de link gelegd naar leidingen met aardgas en worden de afzonderlijke directe faaloorzaken behandeld waarbij aangegeven wordt hoe deze worden afgedekt. De betrokken overheden hebben daarnaast zich ook ter plekke van de bestaande buisleidingtunnel een oordeel kunnen vormen over de constructie en de onmogelijkheid om in de afgesloten betonnen constructie een leidingbreuk door een mechanische oorzaak van buiten te kunnen veroorzaken.

Het nader beschikbaar gekomen materiaal en de nadere analyses hebben in het kader van deze Integrale veiligheidsbeoordeling tot de conclusie geleid bij de betrokken overheden dat de in de MER gebruikte faalkansen conservatief zijn en dus naar verwachting een overschatting van de werkelijke risico's zijn (zie bijlage 3 van deze Integrale Externe Veiligheidsbeoordeling). Ook bij de leidingtunnel is er geen sprake van (beperkt) kwetsbare objecten binnen de PR  $10^{-6}$  per jaar contour. Wel is er in sommige varianten sprake van een beperkte overschrijding van de oriënterende waarde van het groepsrisico, met name in de variant van de 28" leiding. De overschrijding ligt bij deze variant in orde van grootte van een factor 1,6.

De formele verantwoording van de risico's rond de buisleiding zal plaats hebben via het Rijksinpassingsplan, op basis van het concrete tracé van de buisleiding. Indien de buisleiding wordt aangewezen als een werk onder de Mijnbouwwet zal daarenboven een instemming voorafgaand aan het eerste gebruik noodzakelijk zijn. Deze wordt door het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) verricht. De VRR (Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond) heeft in het kader van het Rijksinpassingsplan over het definitieve tracé nog een formele adviesbevoegdheid.

## **2.5 Locatie Barendrecht en Barendrecht-Ziedewij**

Voor de injectielocaties kan een onderscheid gemaakt worden tussen de periode waarin de injectie plaatsvindt en de periode na afsluiting van de put. In het kader van deze integrale veiligheidsbeoordeling en de Kennistafel zijn alle mogelijke incidenten beoordeeld; daarbij zijn geen additionele incidenten naar voren gekomen die niet reeds in de MER en de kwantitatieve risicoanalyse voorzien waren. Voor beide injectielocaties en perioden geldt dan ook dat er geen (beperkt) kwetsbare objecten liggen binnen de PR  $10^{-6}$  per jaar contour en dat er geen sprake is van een relevant groepsrisico.

Naar aanleiding van het advies van de commissie MER en de Kennistafel is een aanvullend onderzoek gedaan naar de effectgebieden voor de injectielocaties (bijlage 9). Specifiek is daarbij gekeken naar door de deskundigen van de gemeente Barendrecht als kritisch ervaren locaties als de brandweerpost, enkele lager gelegen delen als fietstunnels en de vestiging van IKEA. Uit deze studie blijkt dat de maximale concentraties bij onder andere deze (beperkt) kwetsbare objecten, ook bij de meest ongunstige weersomstandigheden, beperkt blijven tot 1,2 vol% en dus niet leiden tot waarneembare effecten.

## 2.6 Ondergrondse opslag CO<sub>2</sub>

Het risico van de ondergrondse opslag tijdens de injectiefase wordt bepaald door het risico op een zogenaamde blow-out van de put. Dit risico is meegenomen bij de bepaling van de PR 10<sup>-6</sup> contour van de bovengrondse inrichting (zie 2.5).

Het risico van de ondergrondse opslag na de injectiefase is beperkt tot het ontsnappen van CO<sub>2</sub> uit het opslagreservoir. De vier potentiële lekpaden hiervoor zijn: door de afsluitende laag, via lekkende breuken, via het ondergrondse overstromingspunt (Spill point) en via geboorde putten.

Alleen via het laatstgenoemde potentiële lekpad (een put) zou in korte tijd een significante hoeveelheid CO<sub>2</sub> aan de oppervlakte kunnen komen (blow-out). De kans hierop is echter na afsluiting van de put nog vele malen geringer dan de kans op een blow-out tijdens de injectiefase, omdat na de injectiefase meerdere afsluitende pluggen in de put geïnstalleerd zullen worden. Deze pluggen zullen voor het definitieve verlaten van de putten geruime tijd op afsluitendheid gemonitord worden.

Het bewijs dat het opslagreservoir gasdicht was voordat er putten in werden geboord, is voor aardgas aangetoond door het feit dat het geproduceerde gas voor miljoenen jaren opgesloten heeft gezeten. Hoewel dit bewijs niet zonder meer ook voor andere gassen (zoals CO<sub>2</sub>) hoeft te gelden, hebben onderzoeken aannemelijk gemaakt dat het reservoir ook voor CO<sub>2</sub> gasdicht is.

Daarnaast blijkt uit onderzoek dat zelfs als al het CO<sub>2</sub> uit het Barendrecht reservoir zou ontsnappen, dit nooit de atmosfeer zal bereiken omdat het in bovenliggende lagen zou worden (af)gevangen onder andere afsluitende lagen, door oplossing, en door mineralisatie.

In het kader van de beoordeling en goedkeuring van het Opslagplan en het Sluitingsplan zal de Minister van Economische Zaken voorwaarden of beperkingen opleggen, waarmee geborgd wordt dat een adequate monitoring en een adequate afsluiting zal plaatsvinden.

## 2.7 Preparatie ten aanzien van incidenten

In het kader van de voorbereiding van deze integrale veiligheidsbeoordeling heeft de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond in algemene zin beoordeelt wat de benodigde capaciteit kan zijn bij het zich voordoen van een incident en op welke wijze de preparatie (voorbereiding) daarop dient plaats te vinden.

De VRR heeft geconcludeerd dat gezien de omvang van de mogelijke incidenten er geen sprake zal zijn van incidenten met het transport of de injectie van CO<sub>2</sub> die de beschikbare hulpverleningscapaciteit kunnen overschrijden. Deze regionale capaciteit is gedimensioneerd op Maatrap niveau III (zie bijlage 8).

Qua preparatie kan aansluiting worden gevonden bij de bestaande gemeentelijke crisis-beheersingsplannen. Een afzonderlijk rampenbestrijdingsplan is niet vereist en zou geen toegevoegde waarde hebben. Wel zal een generieke inzetprocedure worden opgesteld. Vanuit preparatief oogpunt zal vanuit de Regionale Brandweer Rotterdam-Rijnmond District Zuid een aanvalsplan of Bereikbaarheidskaart+ (BBK+) opgesteld worden voor de transportleiding, waaronder de leidingtunnel alsmede voor de CO<sub>2</sub>-injectielocatie en zullen beide opgenomen worden in het (Multidisciplinair) oefenschema van de VRR.

## 2.8 Domino-effecten en cumulatie

De kans op domino-effecten vanwege incidenten bij het CO<sub>2</sub>-transport en de CO<sub>2</sub>-opslag wordt verwaarloosbaar klein geacht. De effecten van een incident met CO<sub>2</sub> zijn nergens zo groot dat deze op zichzelf een tweede incident kunnen veroorzaken.

In Nederland geldt geen wettelijke norm voor het maximale gecumuleerde risico, enkel een beleid dat spreekt van een maximum PR van 10<sup>-5</sup> per jaar voor kwetsbare objecten (nota van toelichting BEVI). Het hanteren van deze waarde als maat voor 'cumulatie van risico's' betekent dat de risico's van het CO<sub>2</sub>-transport en de CO<sub>2</sub>-opslag beoordeelt moeten worden waar deze samenvallen met andere risico's; dit doet zich alleen voor ter plaatse van het kruisen van de buisleiding met wegen waar gevaarlijke stoffen over vervoerd worden. Hier kan het plaatsgebonden risico's van het transport over de weg groter zijn dan 10<sup>-6</sup>. Aangezien het plaatsgebonden risico van de CO<sub>2</sub>-activiteiten overal kleiner is dan 10<sup>-6</sup> zal dit nooit een relevante bijdrage vormen aan een eventueel aandachtspunt van het totale risico. Met andere woorden: realistisch geachte risico's van CO<sub>2</sub>-transport of -opslag hebben geen relevant effect op dit totale (cumulatieve) kwantitatieve risico.

Het tegelijkertijd plaatsvinden van twee losstaande incidenten binnen of nabij het grondgebied van de gemeenten legt een extra beslag op de capaciteit van de hulpverleningsdiensten. Dit geldt voor de huidige situatie met diverse risicobronnen en voor de toekomstige met CO<sub>2</sub>-transport en -opslag daaraan toegevoegd. Hoe de hulpverleningsdiensten hiermee omgaan wordt beschreven in het gemeentelijk crisisplan. In algemene zin geldt dat geziene de relatief geringe risico's en mogelijke effecten van CO<sub>2</sub>-transport en -opslagen de eventuele incidenten met CO<sub>2</sub> niet een zodanig extra beroep op de hulpverleningscapaciteit doen dat daarmee specifiek de hulpverleningscapaciteit tekort zou schieten.

Deze onderwerpen zijn verder uitgewerkt in bijlage 5.

## 2.9 Monitoring en detectie

Tijdens de injectiefase vindt detectie plaats op locaties waar grotere hoeveelheden CO<sub>2</sub> vrij kunnen komen. Dit betreft de buisleidingtunnels en de injectielocaties. Deze detectie en de koppeling hiervan aan het alarmeren van de regionale brandweer indien een overschrijding van vastgestelde waarden plaatsvindt wordt geregeld in de vergunningen.

Door de initiatiefnemer is een opzet voor een integrale aanpak van het onderwerp monitoring opgesteld in het Monitoringplan. Dit plan dient goedgekeurd te worden door het ministerie van Economische Zaken in het kader van de Mijnbouwwet.

## **3 Conclusies**

### **3.1 Algemeen**

De beoordeelde stukken geven een volledig beeld van de externe veiligheids risico's van de activiteiten.

Het plaatsgebonden risico vormt geen probleem voor de diverse besluiten in het kader van de CO<sub>2</sub>-opslag. De PR 10<sup>-6</sup>-contour ligt nergens over (beperkt) kwetsbare objecten. Er is derhalve geen sprake van overschrijding van de (wettelijke) grenswaarde voor plaatsgebonden risico.

Het groepsrisico vormt alleen ter hoogte van de leidingtunnels een aandachtspunt; de oriënterende waarde wordt daar in bepaalde varianten in beperkte mate overschreden. De formele beoordeling van de aanvaardbaarheid hiervan dient in het Rijksinpassingsplan aan de orde te komen. Een aanzet hiervoor wordt gegeven in bijlage 4 van deze Integrale veiligheidsbeoordeling.

Gezien de kleine risico's en effecten is er bij de activiteiten in het kader van het transport en de ondergrondse CO<sub>2</sub>-opslag sprake van een niet substantiële bijdrage aan een cumulatieve plaatsgebonden risico en een verwaarloosbaar kleine kans op domino-effecten. De activiteiten met CO<sub>2</sub> leiden niet tot situaties waarin de hulpverleningscapaciteit tekort schiet.

### **3.2 Doorwerking in besluiten**

De Integrale veiligheidsbeoordeling kan gebruikt worden als basis voor de verantwoording van de risico's bij het nemen van de diverse besluiten. Bij die besluiten moeten voorschriften worden opgenomen teneinde de voorziene maatregelen in onder andere de aanvragen, het Monitoringplan en de MER en aanvullend door de overheden noodzakelijke geachte maatregelen ook daadwerkelijk te kunnen opleggen. Bij de beoordeling van het definitieve tracé van de buisleiding kunnen nog additionele maatregelen volgen uit de nadere advisering daarover door de VRR en de nadere verantwoording van de risico's van de leidingen die gegeven zal worden in de onderbouwing van het Rijksinpassingsplan.





## Bijlagen

In dit document:

1. Aangeleverde adviezen en aandachtspunten
2. Beoordeling modellering en toxiciteit CO<sub>2</sub>
3. Onderbouwing van de faalfrequentie in leidingtunnels (basis MER)
4. Aanzet verantwoording groepsrisico bij de buisleidingtunnels
5. Domino-effecten en cumulatie van risico's
6. Toelichting bij de Kwantitatieve Risico Analyse (QRA)
7. Externe Veiligheidsadvies van de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond [d.d. 23 maart 2009, kenmerk: 09uit01178/SRC/JT/BB/DG]
8. Aanvullende brief extern veiligheidsadvies inzake CO<sub>2</sub> -opslag Barendrecht en Barendrecht-Ziedewij van de veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond [d.d 21 oktober 2009, kenmerk 09uit09426/SRC/JT/JP/DdG]
9. CO<sub>2</sub>-concentraties kritische locaties d.d. 24 maart 2009
10. Faalkans CO<sub>2</sub> leiding in leidingtunnels (OCAP 8 juli 2009)
11. Uitstroming met lage snelheid (Tebodin 8 mei 2009)
12. Reactie RIVM op vragen CO<sub>2</sub> modellering d.d. 8 april 2009



## Bijlage 1 Aangeleverde adviezen en aandachtspunten

In het kader van de Kennistafel en de MER-procedure zijn enkele adviezen gevraagd. De aandachtspunten uit deze documenten worden in deze bijlage beschreven en van een reactie voorzien. Dit betreft de volgende documenten:

- a. Ondergrondse opslag van CO<sub>2</sub> in Barendrecht – Toetsingsadvies over het milieueffectrapport, 23 april 2009, rapportnummer 2047172
- b. Externe Veiligheidsadvies van de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond [d.d. 23 maart 2009, kenmerk: 09uit01178/SRC/JT/BB/DG]
- c. Aanvullende brief van de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond [d.d. 21 oktober 2009, kenmerk 09uit09426/SRC/JT/JP/DdG]
- d. Advies VROM [d.d. 23 maart 2009, kenmerk 20090013076-16255-HRU-ZW]
- e. Kennistafel CO<sub>2</sub>-opslag Barendrecht - einddocument, april 2009, DCMR

### a. Advies van de commissie MER

In dit advies worden de volgende aandachtspunten ten aanzien van de externe veiligheid genoemd:

1. De commissie adviseert om in het rampenbestrijdingsplan rekening te houden met de gezondheidseffecten van CO<sub>2</sub>.  
*Voor de beschreven activiteiten hoeft door de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond geen rampenbestrijdingsplan gemaakt te worden (dit is enkel het geval bij inrichtingen die onder het Besluit risico's zware ongevallen vallen). De VRR zal wel, in afstemming met de GHOR in de voorbereiding op de hulpverlening rekening houden met de effecten van eventuele incidenten met CO<sub>2</sub>. Mocht, ondanks alle voorgenomen veiligheidsmaatregelen, toch langdurig CO<sub>2</sub> vrijkomen, dan stelt de VRR dat, na analyse van de nu bekende scenario's voor eventuele calamiteiten van het transport en de injectie/opslag van CO<sub>2</sub> zonder meer aansluiting gevonden kan worden bij het reeds bestaande gemeentelijke crisisbeheersingsplan (het rampenplan volgens de Wet rampen en zware ongevallen). Na inwerkingtreding van de Wet op de Veiligheidsregio's (werktitel) zal het Regionale Crisisplan van kracht zijn. In beide plannen wordt de gehele aanpak van alle mogelijke crisissituaties in de regio Rotterdam-Rijnmond beschreven, met daarin een uniforme beschrijving van bevoegdheden, taken en verantwoordelijkheden en afspraken over randvoorwaarden als opstart en opschaling, leiding en informatievoorziening.*
2. De commissie adviseert om bij de keuze voor de 14"- of 28"- transportleiding mee te wegen dat de overschrijding van de oriëntatiewaarde voor het groepsrisico mogelijk onderschat is. Overigens kan dit risico mogelijk verkleind worden door de transportleiding te voorzien van inblokvoorzieningen.  
*Het advies van de Commissie MER is mede aanleiding geweest om opnieuw de merites van de buisleidingtunnel te analyseren. In de hoofdtekst van de Integrale veiligheidsbeoordeling is ingegaan op de resultaten van deze nadere analyse. Hieruit blijkt dat er geen onderschatting plaatsvindt in de MER van de risico's van de buisleidingtunnel. De keuze tussen een 14"- en 28"-leiding wordt bepaald door de behoefte om naast CO<sub>2</sub>-transport naar de injectielocaties ook transportcapaciteit te hebben naar Moerdijk en verder. Een eventuele 28"-leiding heeft daarnaast enkel betrekking op de leiding in de leidingstraat en niet op de aftakking hiervan naar Barendrecht. Indien voor de 28"-leiding gekozen wordt, worden de groepsrisico-verantwoording en eventuele maatregelen hierop afgestemd.*

3. De commissie adviseert om het invloedsgebied voor het gehele voornemen te bepalen. *Het invloedsgebied wordt gedefinieerd als de maximale afstand waarop enig incident met de activiteit nog letale effecten heeft op de omgeving. Alhoewel deze niet met name genoemd is in de QRA is hiervoor wel een inschatting gegeven door de presentatie van de PR  $10^{-9}$  per jaar contour. Controle berekeningen voor de locaties Pernis en Barendrecht laten zien dat deze overeenkomen.*
4. De commissie adviseert om de invloedsgebieden mee te nemen in het kader van de rampenbestrijding. *De Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond zal in het kader van haar inzetprocedures en aanvalsplannen, in afstemming met de GHOR<sup>3</sup> in de voorbereiding op de hulpverlening rekening houden met de maximale afstand waarop letale en niet-letale effecten van eventuele incidenten met CO<sub>2</sub> aanwezig kunnen zijn. Hierbij zal worden aangesloten bij mogelijk bestaande evacuatieplannen.*
5. De commissie adviseert rekening te houden met de ligging van de brandweerkazerne nabij de injectieput van het gasveld Barendrecht. *Een nader studie van Tebodin, welke is opgenomen als bijlage 10 van het Einddocument van de kennistafel, laat zien dat de maximale concentratie bij de brandweerkazerne 1,2 vol% CO<sub>2</sub> bedraagt. Bij deze concentratie zijn effecten op personen en voertuigen niet aannemelijk. Opgemerkt wordt dat de (vrijwillige) brandweerkazerne mogelijk niet aangemerkt zal worden als 'eerst uitrukkende' brandweereenheid. De visuele aspecten van een blow out en het passeren van de injectielocatie om bij de betreffende kazerne te komen spelen hierin een rol. Brandweerkazernes uit de omgeving zullen in geval van deze calamiteit naar alle waarschijnlijkheid worden gealarmeerd.*

#### **b. Advies Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond**

In het advies van de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond (VRR) d.d. 23 maart 2009 zijn een aantal aandachtspunten genoemd. Deze aandachtspunten zijn aanleiding geweest voor een nadere analyse met onder andere de VRR van deze aandachtspunten. De resultaten daarvan worden in deze Integrale veiligheidsbeoordeling gepresenteerd. Het resultaat van deze nadere analyse was voor de VRR aanleiding een aanvullende brief op te stellen waarin zij over deze punten haar nadere standpunt bepaald. In de tekst hierna is slechts voor de punten die niet expliciet in haar aanvullende brief en/of in de Integrale Veiligheidsbeoordeling naar voren komen een reactie (cursief) gegeven.

- De VRR mist enkele scenario's in de analyse zoals een lekkage via de injectieput en de lekkage uit het veld.
- De VRR stelt dat zij de indruk heeft dat een nog op te stellen definitieve probitrelatie voor CO<sub>2</sub> geen invloed zal hebben op haar advies.
- De VRR heeft bij haar advies op de MER zowel rekening gehouden met effect-afstanden bij weertype D5 als bij weertype F1,5. Bij deze laatste zijn de afstanden groter en vallen bij de scenario's voor de leidingtunnel beperkt kwetsbare objecten binnen de effectafstand.

---

<sup>3</sup> De GHOR maakt deel uit van de VRR.

De door Tebodin beschreven scenario's voor de locaties Barendrecht en Barendrecht-Ziedewij zijn door de VRR nagerekend. Geconstateerd is dat de scenario's op de injectielocaties in Barendrecht bij de stabiliteitsklasse D5 een maximale effectafstand (AGW-afstand) heeft van 100 meter. Binnen deze 100 meter bevinden zich geen (beperkt) kwetsbare objecten. In geval van de stabiliteitsklasse F1,5 vallen de effectafstanden anders uit qua afstand en vorm dan bij stabiliteitsklasse D5. Dit maakt een reële vergelijking lastig. In verschillende rekenmodellen is de stabiliteitsklasse F1,5 ingevoerd en de resultaten hiervan verschillen per rekenmodel. Om toch een inschatting te geven van de maximale effectafstand, zijn de uitkomsten van de berekeningen gemiddeld. De uitkomst hiervan is een gemiddelde maximale effectafstand van 250 meter. Binnen deze afstand bevinden zich een aantal (beperkt) kwetsbare objecten (Shell pompstation, Sligro groothandel, kantoren, fitness en gemeentewerf). Bij de stabiliteitsklasse F1,5 is over het algemeen sprake van een nachtelijke situatie. Gezien de functie van deze objecten ligt het niet voor de hand dat hier 's nachts personen aanwezig zijn.

- De VRR merkt op dat door de onzekerheden in de modellering van een langdurige blow out er geen uitspraak gedaan kan worden over het feit of en hoe snel de vrijgekomen CO<sub>2</sub> zich op leefniveau zal bevinden.

*Ten aanzien van de koolzuursneeuwvorming heeft het RIVM in haar advies aangegeven dat dit zeer conservatief gemodelleerd is en dat in werkelijkheid bijna alle sneeuw verdampt zal zijn voordat het neer kan slaan. Ten aanzien van de lange duur van het incident laat een aanvullende berekening (bijlage 11) voor de buisleiding zien dat de uitstroming pas bij overdrukken onder de 0,1 bar "omslaan" waarbij de wolk op leefniveau blijft. Bij een leidingbreuk gebeurt dit na circa 30 minuten waarbij de 1% letaliteitsafstand (5 vol% CO<sub>2</sub>) ongeveer 25 meter bedraagt.*

- De voor het advies meegenomen scenario's betreffen de scenario's voor de leidingtunnel. Hierbij wordt voor het advies uitgegaan van het scenario "breuk van de leiding".

Ten aanzien van de omvang van de effecten ziet de VRR een aantal mogelijkheden om deze te beperken.

- Er wordt geadviseerd te bezien wat het effect is van afsluiters in de pijpleiding, met name bij de tunnels.
- Er wordt geadviseerd detectoren te plaatsen bij die locaties waar grotere hoeveelheden CO<sub>2</sub> vrij kunnen komen en detectie gepaard te laten gaan met een automatische melding.

*Voor zover dit niet al valt onder de geldende normen zal dit worden meegenomen in de plan- en/of vergunningvoorschriften.*

- Er wordt geadviseerd om de gehele leiding als 14" uit te voeren.

*De uitvoering van de leiding wordt bepaald door nut en noodzaak van een verdere leiding richting Moerdijk waarbij de leiding in de straat als 28" uitgevoerd moet worden (zie opmerking 3 van de commissie MER). Indien hiervoor gekozen wordt moeten groepsrisicoverantwoording en eventuele maatregelen hierop afgestemd worden.*

Er wordt geadviseerd de maatregelen en voorschriften die in het nog op te stellen brandveiligheidsadvies<sup>4</sup> zullen worden benoemd op te nemen in de oprichtingsvergunning voor de CO<sub>2</sub>-opslag in Barendrecht.

---

<sup>4</sup> Het brandveiligheidsadvies [kenmerk: DH/LB/MN/hj/09uit02709] van 20 maart 2009 is reeds verzonden naar het bevoegd gezag Wm. Een afschrift hiervan is verzonden aan de behandelend vergunningverlener van de DCMR.

De aandachtspunten van de GHOR betreffen:

- Er dient bij de zelfredzaamheid rekening gehouden te worden met een door de CO<sub>2</sub> veroorzaakte verminderd vluchtvermogen.
- Er dient met name gekeken te worden naar de personen in de omgeving van de leidingtunnels, zeker in relatie tot mogelijk stilstaand verkeer als gevolg van files.
- Er dient een goede risicocommunicatie gehouden te worden ten aanzien van schuilen, evacueren en zelfredzaamheid.
- Van belang is dat in geval van een incident in de leidingtunnel het mogelijke aantal slachtoffers rond het Beneluxplein en de Groene Kruisweg de bestuurlijke afspraak over de maximale GHOR capaciteit mogelijk kan overschrijden. Dit zal met name afhankelijk zijn van de verkeerssituatie (stilstaand verkeer/file).

### **Aanvullende brief Veiligheidsregio Rotterdam**

De Veiligheidsregio Rotterdam Rijnmond heeft een aanvullend advies gestuurd op haar advies van 23 maart 2009. Op basis van nadere, gezamenlijke analyse waaronder een bezoek aan de leidingtunnel wordt aangegeven tot welke aanpassingen ten opzichte van haar oorspronkelijk advies deze nadere analyse heeft geleid:

- Er wordt nogmaals aangegeven dat verwacht wordt dat de gebruikte probitrelatie voor CO<sub>2</sub> conservatief is (de effecten overschat). De effecten waarvan in het advies uitgegaan wordt zijn dus naar verwachting groter dan die in werkelijkheid kunnen optreden.
- In het oorspronkelijke advies wordt aangegeven dat de scenario's "lekkende caprock" en "lekkende langs de injectieleiding" zijn weggelaten zonder voldoende onderbouwing. Op basis van de nieuwe informatie stelt de VRR dat zij deze scenario's niet waarschijnlijk acht.
- Leidingtunnel  
In het oorspronkelijke advies wordt voor de leidingtunnel uitgegaan van het scenario "breuk leiding in leidingtunnel". Op basis van de nieuwe informatie en een bezoek aan de leidingtunnel wordt dit scenario niet waarschijnlijk geacht en wordt voor de advisering uitgegaan van het scenario "lek leiding leidingtunnel".
- Op basis van het scenario "lek leiding leidingtunnel" wordt aangegeven dat de gewenste snelafsluiters of inblikvoorziening niet meer noodzakelijk is.
- De VRR stelt wel dat alle andere genoemde punten in het extern veiligheidsadvies van 23 maart 2009 van kracht blijven.
- In de conclusie stelt de VRR nu dat *als uitgegaan wordt van het scenario 'lek leiding leidingtunnel', het mogelijke aantal slachtoffers veel lager ligt dan bij het scenario 'breuk leiding leidingtunnel'. Op basis van een globale inschatting die met de beschikbare gegevens gemaakt kon worden, zou het aantal slachtoffers de beschikbare hulpverleningscapaciteit (gedimensioneerd op maatrap III) niet meer overschrijden.*

d. **Advies Ministerie VROM n.a.v. MER**

**Borging risico's transportleiding**

In het MER wordt niet specifiek ingegaan op de borging van de risico's van de transportleiding in relatie tot de organisatie en het beheer van de leiding en de wijze van monitoring. Specifieke aandacht is hiervoor gewenst. Ik adviseer u in de vergunningverlening expliciet te verwijzen naar de branchestandaard voor het beheer de NTA8000-2008 en de technische norm van transportleidingen de NEN3650 van 2003.

**Groepsrisico**

De berekening van de contouren van het plaatsgebonden risico (PR) en de berekening van het groepsrisico (GR) hebben plaats gevonden op basis van een analyse van Tebodin en zijn afgestemd met het RIVM. Hierin zijn conservatieve aannames gehanteerd voor de probitrelatie en de risico's. Uit het MER wordt niet duidelijk wat de conclusies zijn ten aanzien van een mogelijke overschrijding van de norm van het groepsrisico langs het gehele traject van de transportleiding. Ik adviseer u het rapport hierop aan te vullen.

**Gronddekking**

Uit de MER kan niet worden opgemaakt wat de minimale gronddekking van de CO<sub>2</sub>-leiding is. De gronddekking is de grondlaag tussen het maaiveld en de bovenzijde van de buisleiding. Geadviseerd wordt inzichtelijk te maken wat de minimale gronddekking van de leiding moet zijn bij aanleg, mede in relatie tot de uitgangspunten van de ligging van de leiding in de grond (NEN 3650) en de PR- en GR-berekeningen.

**Samenvattend oordeel**

Met in acht neming van bovenstaande opmerkingen zijn naar mijn oordeel in de MER de diverse risico's rond het transport en de injectie van CO<sub>2</sub> voldoende beschreven. Volgens het in Nederland geldende risicobeleid en risiconormen zijn die risico's vergelijkbaar met soortgelijke Industriële activiteiten en in Nederland gangbaar en algemeen aanvaard.

e. **Resultaat van de kennistafel**

In de samenvatting van de Kennistafel externe veiligheid worden de volgende aandachtspunten genoemd:

- Het in kaart brengen van de niet-letale gezondheidseffecten, de gebiedsomvang waar deze zich zouden kunnen voordoen en de mogelijkheden van hulpverlening in die situaties.  
*Niet letale gezondheidseffecten zijn enkel te verwachten bij concentraties boven de alarmeringsgrenswaarde voor CO<sub>2</sub>. Deze bedraagt 2,5 vol%. Uit de QRA en de aanvullende analyse voor kritische locaties (bijlage 9) volgt dat dit enkel bij het scenario leidingbreuk voorkomt ter plaatse van bebouwing. In het aanvullende advies van de VRR (bijlage 8) wordt dit scenario echter niet aannemelijk geacht. De conclusie hierin luidt ook dat er geen incidenten met CO<sub>2</sub> kunnen voorkomen die de hulpverleningscapaciteit te boven gaan.*



- De risico's van de buisleidingen in het bijzonder bij de leidingtunnels.  
*Dit punt is in deze Integrale veiligheidsbeoordeling opgepakt en zal een uitwerking krijgen via de ruimtelijke plannen en vergunningverlening. Validatie vindt plaats wanneer de concrete aanvragen en het detailontwerp voor de leidingen voorliggen. Dit wordt met name besproken in bijlage 3 van deze beoordeling.*

De effecten en mogelijke maatregelen bij een uitstroming van CO<sub>2</sub> uit de put (blow-out)  
*De effecten hiervan worden in de QRA en de nadere studie (bijlage 9) getoond. Er zijn bij de injectielocaties geen effecten te verwachten op een afstand groter dan 90 meter.*

## Bijlage 2 Beoordeling modellering en toxiciteit CO<sub>2</sub>

Probitrelaties worden in een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) gebruikt om het aantal slachtoffers te schatten als gevolg van blootstelling aan toxische stoffen. Een probitrelatie geeft het verband weer tussen de dosis (als functie van de concentratie van de stof en de blootstellingstijd) en de respons (de fractie van de blootgestelde populatie die een bepaald effect vertoont). Op deze manier kan met een probitrelatie voor een stof voor iedere willekeurige concentratie en blootstellingstijd het percentage sterfte worden bepaald.

In verschillende adviezen wordt ingegaan op de onzekerheden in de modellering en toxiciteit van CO<sub>2</sub>. In het kader hiervan is aan RIVM gevraagd hierover een uitspraak te doen.

RIVM constateert ten aanzien van de modellering van CO<sub>2</sub>:

- dat de gebruikte probitrelatie conservatiever is dan de door RIVM in 2007 voorgestelde concentratiegrenzen en conservatiever dan de huidige inzichten en dus naar verwachting niet leidt tot een onderschatting van het risico;
- dat bij het blow-out scenario er in werkelijkheid weinig of geen vast CO<sub>2</sub> de grond zal bereiken en daarmee de modellering in de risicoanalyse waarbij 30-35% van de CO<sub>2</sub> als vast CO<sub>2</sub> zal neerslaan en verdampen een conservatieve aanname is.

Als aanvulling kan gemeld worden dat RIVM een evaluatie van de acute toxiciteit van CO<sub>2</sub> heeft uitgevoerd waarvan in april 2009 (en geactualiseerd 2 oktober 2009) verslag is gedaan (Evaluation of the acute toxicity of CO<sub>2</sub>, Wouter ter Burg, Peter M.J. Bos; RIVM/SIR). Hierin wordt aangegeven dat:

- het niet goed mogelijk is een probitfunctie voor CO<sub>2</sub> af te leiden;
- de volgende schattingen gebruikt kunnen worden als conservatieve benadering voor de mens voor een blootstellingstijd tot één uur:
  - geen doden bij concentraties tot 5 à 10 volume procent CO<sub>2</sub>;
  - ernstig letsel en start letaliteit bij 10 à 15 volume procent CO<sub>2</sub>;
  - hoge letaliteit bij 20 à 25 volume procent CO<sub>2</sub>.

De aanname in de risicoanalyse van de MER van 1% letaliteit bij 5 volume procent CO<sub>2</sub> en 99% letaliteit bij 10 volume procent CO<sub>2</sub> bij een blootstellingsduur van 30 minuten is op basis van bovenstaande (zeer) conservatief, dat wil zeggen leidt naar verwachting tot een grote overschatting van de werkelijke effecten van blootstelling.



### Bijlage 3 Onderbouwing van de faalfrequentie in leidingtunnels

In de risicoanalyse (QRA) van de MER (bijlage 6 van de MER) wordt in §4.3.2.1 een faalkans voor de leidingtunnel afgeleid. Deze is gebaseerd op de volgende uitgangspunten en aannames:

- de faalkans NEN3650 leiding conform Paarse Boek:  $6,1 \cdot 10^{-4}$  /j/km
- de verdeling breuk-lek 10%-90% conform leiding in leidingstraat: hierbij is de kans op breuk dus  $6,1 \cdot 10^{-5}$  /j/km;
- een reductiefactor 100 gebaseerd op:
  - maatregelen tegen beschadiging van buiten (external interference): factor 100;
  - extra wanddiktetoeslag van 50%: factor 10;
  - totale reductiefactor 100 (in plaats van de boven afgeleide factor 1000);
- uiteindelijke kans op breuk leiding in tunnel:  $6,1 \cdot 10^{-7}$  /j/km.

In het advies van RIVM ten aanzien van de faalkans in de tunnel (bijlage 12) worden twee opties gegeven:

- een faalkans op basis van de faalkans voor de leidingstraat, te weten voor breuk leiding  $7 \cdot 10^{-6}$  /j/km. Hierbij mag geen extra reductie meer worden toegepast;
- een faalkans op basis van de faalkans voor een NEN 3650 leiding te weten:
  - de faalkans NEN3650 leiding conform Paarse Boek:  $6,1 \cdot 10^{-4}$  /j/km;
  - de verdeling breuk-lek 25%-75%: kans breuk  $1,525 \cdot 10^{-4}$  /j/km;
  - een maximale reductie voor beheer factor 10:  $1,525 \cdot 10^{-5}$  /j/km;
  - de reductie voor wanddiktetoeslag is niet beoordeeld omdat deze niet gebruikt is
  - geen extra reductie door uitsluiting andere faaloorzaken, met name corrosie, omdat dit niet aangetoond is.

De faalkans volgens het RIVM is een factor 11 respectievelijk 25 hoger dan de kans die in de QRA is gehanteerd. Dit wordt veroorzaakt enerzijds door een verdeling 25%-75% over breuk en lek, anderzijds door de beperking van de reductie voor beheer tot een factor 10. Deze laatste beperking wordt veroorzaakt door het feit dat werkzaamheden in de tunnel niet uit te sluiten zijn.

### Standpunt bevoegde gezagen

De betrokken bevoegde gezagen hebben nadere informatie ontvangen over het specifieke regime voor buisleidingtunnels en de betreffende CO<sub>2</sub> leiding (zie bijlage 10); deze informatie is gezamenlijk geanalyseerd en ook met het RIVM besproken. Dit betrof onder andere dat:

- vrije toegang tot tunnelingang niet mogelijk is door een hek rond de tunnelingang, daarnaast zijn de tunnel deuren afgesloten en voorzien van inbraakbeveiliging;
- slechts zeer beperkte werkzaamheden zijn toegestaan in de tunnel. Alle leiding-eigenaren worden hiervan op de hoogte gesteld;
- periodiek in de leidingtunnel visuele inspectie van de buitenkant plaatsvindt, waarbij beschadigingen en corrosie gedetecteerd worden;
- er intelligent pigging van de leiding plaatsvindt waarbij corrosie en erosie van de binnenkant van de leiding wordt gedetecteerd;
- er detectie is in de tunnel waarbij lekkages gedetecteerd worden voordat er sprake is van escalatie;
- er een extra wanddiktetoeslag van 50% geldt;
- achter elke compressiestap het vochtgehalte van de CO<sub>2</sub> gemeten wordt (dauwpuntsbewaking). In geval van water in de CO<sub>2</sub> wordt het CO<sub>2</sub> niet de leiding ingestuurd maar afgeblazen;
- de CO<sub>2</sub>-leiding hiermee minstens vergelijkbaar wordt met aardgasleidingen waarbij wel door het RIVM een hogere reductiefactor wordt toegestaan.

Op basis van bovengenoemd regime en nader overleg waarbij een bezoek aan de buisleidingtunnel heeft plaatsgevonden is nu de conclusie getrokken dat de in de QRA gebruikte faalkans conservatief is en dus terecht gehanteerd is.

## **Bijlage 4 Aanzet verantwoording groepsrisico**

Bij alle activiteiten in het kader van de CO<sub>2</sub>-opslag te Barendrecht is er enkel sprake van een mogelijke overschrijding van de oriënterende waarde van het groepsrisico ten gevolge van het transport van de CO<sub>2</sub> door de buisleidingtunnels bij het Beneluxplein en de Groene Kruisweg. Alle andere activiteiten leiden tot een berekend groepsrisico waarbij maximaal één persoon overlijdt.

Voor de verantwoording van het groepsrisico ten gevolge van het transport door de leidingtunnels moeten de volgende aspecten behandeld worden:

- de aanwezige dichtheid van personen in het invloedsgebied;
- de hoogte van het groepsrisico en de vergelijking met de oriënterende waarde;
- de mogelijkheden en de voorgenomen maatregelen tot beperking van het groepsrisico in de nabije toekomst;
- de mogelijkheden tot voorbereiding op rampenbestrijding;
- de mogelijkheden tot zelfredzaamheid van de in het invloedsgebied aanwezige personen.

In het kader van de verantwoording van het groepsrisico moet tevens advies gevraagd worden aan de regionale brandweer over de mogelijkheden van rampbestrijding en de zelfredzaamheid van de bevolking binnen het invloedsgebied van de activiteiten. In deze bijlage wordt op basis van in de MER aangehouden traces reeds een aanzet gegeven voor deze verantwoording.

### **Algemene beschouwing berekening**

De berekening van het groepsrisico is conservatief (het feitelijke groepsrisico zal lager liggen) Dit heeft een aantal oorzaken:

- de gebruikte probitrelatie voor CO<sub>2</sub> is conservatief;
- de modellering van de leidingbreuk door middel van een impulsloze uitstroming is conservatief. In realiteit zal de uitstromende CO<sub>2</sub> nog altijd een snelheid omhoog hebben waardoor de concentratie op leefniveau lager zal zijn.

### **De aanwezige dichtheid van personen binnen het invloedsgebied**

In de directe omgeving van de tunnels is er geen sprake van bewoning. Gezien de grote effectafstand voor het scenario "catastrofale breuk" wordt het groepsrisico voor de leidingtunnel Beneluxplein bepaald door de bebouwing in Pernis en noord-Hoogvliet en het groepsrisico van de tunnel onder de Groene Kruisweg door de bebouwing in Rhoon.

### **De hoogte van het groepsrisico in relatie tot de oriënterende waarde**

Voor de leidingtunnel Beneluxplein is het maximale groepsrisico 160% van de oriënterende waarde, voor de leidingtunnel Groene Kruisweg maximaal 30%.

### **De mogelijkheden en voorgenomen maatregelen ter beperking van het groepsrisico**

Er worden een aantal maatregelen genomen die het risico beperken, maar die niet verwerkt kunnen worden in het berekende risico. Dit betreffen met name:

- extra sterke leiding door extra wanddikte;
- detectie en monitoring, waardoor kleine lekkages reeds worden opgemerkt voordat zij groter worden.

### **Mogelijkheden voor de zelfredzaamheid en hulpverlening**

In het kader van bovenstaande vragen is advies gevraagd aan de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond, zie bijlage 7 en 8.

In bovenstaande adviezen geeft de VRR aan dat het transport en de injectie van CO<sub>2</sub> geen incident kan veroorzaken dat de beschikbare hulpverleningscapaciteit kan overschrijden.

Om de mogelijkheden van zelfredzaamheid en hulpverlening te optimaliseren worden wel enkele algemene maatregelen aanbevolen zoals:

- het plaatsen van detectoren bij installaties waar grotere hoeveelheden CO<sub>2</sub> kunnen vrijkomen, waarbij detectie leidt tot een automatische melding;
- specifieke maatregelen ten aanzien van de brandveiligheid van de injectielocatie;
- communicatie van zelfredzaamheid verhogende maatregelen naar de burgers.

Als aandachtspunt blijft hierbij wel de zelfredzaamheid van verkeersdeelnemers in geval van een file. Gegeven de aard van de stoffen in de andere buisleidingen in de buisleidingtunnels geldt dit in versterkte mate voor de calamiteiten met andere stoffen.

## **Bijlage 5 Domino-effecten en cumulatie van risico's**

### **Domino-effecten**

Er is sprake van een domino-effect als een eerste incident als gevolg heeft dat er een tweede incident plaatsvindt. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan een lekkage van benzine die in brand vliegt (eerste incident) waardoor een tankauto faalt (tweede incident).

Bij domino-effecten geldt dat het tweede incident relevant moet zijn ten opzichte van het eerste (het is niet belangrijk als de banden van een fiets springen in bovengenoemd voorbeeld, wel mogelijk de banden van een voorbijrijdende tankauto). Verder geldt dat de kans op het tweede incident significant moet toenemen (als het tweede incident al elke dag plaatsvindt is het "niet erg" dat er 1 keer per jaar bijkomt).

De kans op domino-effecten vanwege incidenten bij het CO<sub>2</sub>-transport en de CO<sub>2</sub>-opslag wordt verwaarloosbaar klein geacht. De effecten van een incident met CO<sub>2</sub> zijn nergens zo groot dat deze op zichzelf een tweede incident kunnen veroorzaken. In het geval van een CO<sub>2</sub>-lekkage naar de buitenlucht, is de concentratie van CO<sub>2</sub> niet hoog genoeg om bv. bij een bestuurder van een tankwagen met gevaarlijke stoffen bewusteloosheid te veroorzaken. Dit omdat een bestuurder van een rijdende tankwagen niet lang genoeg in contact met het CO<sub>2</sub> kan komen om een effect te veroorzaken. In het geval dat het verkeer goed doorstroomt is de periode te kort. Als er sprake is van een file en als er al sprake zou kunnen zijn van concentraties CO<sub>2</sub> die een lichamelijk effect veroorzaken, is de kans zeer klein dat een stilstaande tankwagen daardoor een groot ongeval veroorzaakt. Er zijn in zo'n situatie altijd diverse andere oorzaken nodig voordat een lekkage van CO<sub>2</sub> uiteindelijk combineert tot een groot incident. Te denken valt dan aan de combinaties van slecht zicht, onoplettendheid van weggebruikers en te hard rijden. Bij dergelijke situaties is het echter ook zonder CO<sub>2</sub>-lekkage mogelijk dat een groot incident ontstaat.

Voor de hulpverlening en zelfredzaamheid zal het in zo'n geval weinig uitmaken of er enige tijd daarvoor sprake is geweest van een CO<sub>2</sub>-lekkage. De hulpverlening zal zich concentreren op het verhelpen van het grote incident.

### **Cumulatie van risico's**

Er is sprake van cumulatie van risico's als er op een bepaalde plaats risico's worden veroorzaakt door verschillende risicobronnen, bijvoorbeeld door een LPG tankstation, het transport van gevaarlijke stoffen over de weg en het transport van gevaarlijke stoffen over het spoor. Bij cumulatie van deze risico's spreken we dus over het totale risico dat door de verschillende samen wordt veroorzaakt.

In Nederland geldt geen wettelijke norm voor het maximale gecumuleerde risico, enkel een beleid dat spreekt van een maximum PR van 10<sup>-5</sup> per jaar voor kwetsbare objecten (nota van toelichting BEVI).

De risico's van het CO<sub>2</sub>-transport en de CO<sub>2</sub>-opslag vallen alleen samen met andere risico's ter plaatse van het kruisen van wegen waar gevaarlijke stoffen over vervoerd worden. Hier kan het plaatsgebonden risico's van het transport groter zijn dan 10<sup>-6</sup>. Aangezien het plaatsgebonden risico van de CO<sub>2</sub>-activiteiten overal kleiner is dan 10<sup>-6</sup> zal dit nooit een relevante bijdrage vormen aan een eventueel aandachtspunt van het totale risico.



**Beslag op hulpverleningscapaciteit**

Het tegelijkertijd plaatsvinden van twee losstaande incidenten binnen of nabij het grondgebied van de gemeenten legt een extra beslag op de capaciteit van de hulpverleningsdiensten. Dit geldt voor de huidige situatie met diverse risicobronnen en voor de toekomstige met CO<sub>2</sub>-transport en -opslag daaraan toegevoegd. Hoe de hulpverleningsdiensten hiermee omgaan wordt beschreven in het gemeentelijk crisisplan. In algemene zin geldt dat geziene de relatief geringe risico's en mogelijke effecten van CO<sub>2</sub>-transport en -opslagen de eventuele incidenten met CO<sub>2</sub> niet een zodanige extra beroep op de hulpverleningscapaciteit doet dat daarmee specifiek de hulpverleningscapaciteit tekort zou schieten.

## Bijlage 6 Toelichting bij de Kwantitatieve Risico Analyse (QRA)

Een kwantitatieve risicoanalyse bestaat uit de volgende onderdelen:

1. welke activiteiten worden er uitgevoerd met gevaarlijke stoffen;
2. op welke manier kan dit leiden (scenario's) tot het ongewenst vrijkomen van deze stof en hoe groot achten we de kans dat dit gebeurt (kans);
3. wat is het effect van de vrijgekomen stof op de mens (effect);
4. wat is het totale risico van al deze scenario's.

### Ad 1. Activiteiten

Het CO<sub>2</sub>-project kunnen we in 4 onderdelen verdelen:

- de CO<sub>2</sub>-compressie op de locatie Shell Pernis;
- het transport van Pernis naar de injectielocatie in Barendrecht;
- de injectie in de ondergrond;
- de opslag in de ondergrond.

### Ad 2. Scenario's

Voor de compressie het transport en de injectie worden de volgende situaties beschouwd waardoor CO<sub>2</sub> ongewild kan vrijkomen:

- het volledig falen of lekken van compressoren;
- het volledig falen of lekken van warmtewisselaars;
- het volledig falen (breuk) of lekken van leidingen;
- volledig verlies van putcontrole (blow out).

Voor al deze scenario's zijn op basis van ervaringen uit het verleden de kansen afgeleid dat ze optreden.

Voor de opslag in de grond worden ook situaties beschouwd waardoor CO<sub>2</sub> ongewild kan vrijkomen. Dit zijn:

- het lekken via de afdekkende laag (caprock);
- het lekken langs een overstromingspunt;
- het lekken door breukzones;
- het lekken langs de putwand.

Voor deze scenario's is geen kans uit het verleden bepaald dat ze voorkomen. De kans is afhankelijk van de specifieke situatie in het opslagveld. Door maatregelen wordt deze kans, of het effect van het scenario, zodanig beperkt dat deze uiteindelijk verwaarloosbaar is.

Deze scenario's kunnen hierom ook niet meegenomen worden in de QRA. Ze worden behandeld in het opslagplan, waarin de risico's ten aanzien van de verspreiding van de CO<sub>2</sub> in de ondergrond zijn uitgewerkt.

Welke scenario's moeten worden beschouwd en wat de kans is dat deze optreden wordt voorgeschreven door de Handreiking Risicoberekeningen Inrichtingen.

### Ad 3. Effecten

Als er gevaarlijke stoffen in de lucht zitten die we inademen zal dat effect op ons functioneren hebben. De grootte van het effect is afhankelijk van de hoeveelheid gevaarlijke stof die we inademen (concentratie) en hoelang (tijdsduur) dat we dat doen.

De "probit-relatie" is de relatie die aangeeft hoe groot de kans op overlijden is afhankelijk van de concentratie en tijdsduur.

Voor alle scenario's wordt nu bepaald wat de hoeveelheid CO<sub>2</sub> is die vrijkomt en wat als gevolg hiervan op een bepaalde plaats de concentratie CO<sub>2</sub> is. Deze concentratie, samen met de tijd dat het scenario duurt, bepaalt hiermee de kans dat iemand op die bepaalde plaats overlijdt.

#### Ad 4. Het risico

##### Plaatsgebonden Risico (PR)

Bij het plaatsgebonden risico wordt nu voor elke plaats bekeken welke scenario's een effect hebben en worden de risico's opgeteld. Voorbeeld voor twee scenario's:

Scenario	kans optreden	kans overlijden	risico
Breuk leiding	$10^{-7}$	20%	$2 * 10^{-8}$
Lek leiding	$10^{-6}$	1%	$1 * 10^{-8}$
Totaal risico			$3 * 10^{-8}$

##### Groepsrisico (GR)

Bij het groepsrisico wordt bij elk scenario, op basis van de aanwezige mensen in de omgeving, gekeken hoeveel mensen overlijden. Vervolgens wordt dit in de groepsrisicografiek (Fn curve) weergegeven. Hierin staat dus bij 10 personen (n) de opgetelde kans (F) van alle scenario's die 10 of meer doden veroorzaken.

## **Bijlage 7**

Externe Veiligheidsadvies van de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond  
[d.d. 23 maart 2009, kenmerk: 09uit01178/SRC/JT/BB/DG]



## Bijlage 8

Aanvullende brief extern veiligheidsadvies inzake CO<sub>2</sub>-opslag Barendrecht en Barendrecht-Ziedewij van de veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond [d.d 21 oktober 2009, kenmerk 09uit09426/SRC/JT/JB/DdG]



Bijlage 9

CO<sub>2</sub>-concentraties kritische locaties d.d. 24 maart 2009





Bijlage 10

Faalkans CO<sub>2</sub> leiding in leidingtunnels (OCAP 8 juli 2009)



Bijlage 11

Uitstroming met lage snelheid (Tebodin 8 mei 2009)



Bijlage 12

Reactie RIVM op vragen CO<sub>2</sub> modellering d.d. 8 april 2009