

## 8 MEI 2009. — Decreet betreffende de diepe ondergrond. — Erratum

In het *Belgisch Staatsblad* van 6 juli 2009 werd op blz. 45942 en volgende bovengenoemd decreet gepubliceerd.

De publicatie gebeurde evenwel zonder de bijlagen die integraal deel uitmaken van het decreet.

Hieronder volgen de bijlagen.

**BIJLAGE I****IN ARTIKEL 39 BEDOELDE CRITERIA VOOR DE KARAKTERISERING EN EVALUATIE VAN HET POTENTIËLE OPSLAGCOMPLEX EN HET OMLIGGENDE GEBIED**

De in artikel 39 bedoelde karakterisering en evaluatie van het potentiële opslagcomplex en het omliggende gebied wordt overeenkomstig de op het moment van de evaluatie bestaande optimale praktijken en met gebruikmaking van de hierna volgende criteria uitgevoerd in drie fasen. Afwijkingen van één of meer van die criteria kunnen door de Vlaamse Regering worden toegestaan op voorwaarde dat de exploitant heeft aangetoond dat niet wordt geraakt aan het vermogen om via karakterisering en evaluatie geschikte opslaglocaties aan te duiden overeenkomstig artikel 39.

**Fase 1 - Gegevensverzameling**

Er moeten voldoende gegevens worden verzameld om een volumetrisch en statisch driedimensionaal (3D) model voor de opslaglocatie en het opslagcomplex uit te werken, met inbegrip van de afdichtende laag en het omliggende gebied, inclusief de hydraulisch verbonden gebieden. Deze gegevens omvatten minimaal de volgende intrinsieke kenmerken met betrekking tot het opslagcomplex:

- a) geologie en geofysica;
- b) hydrogeologie (met name de aanwezigheid van voor consumptie bestemd grondwater);
- c) engineering van het reservoir (onder meer volumetrische berekening van het poriënvolume met het oog op koolstofdioxide-injectie en uiteindelijke opslagcapaciteit);
- d) geochemie (oplossnelheid, mineraliseringssnelheid);
- e) geomechanica (permeabiliteit, breukspanning);
- f) seismische activiteit;
- g) aanwezigheid van natuurlijke en door de mens veroorzaakte lekroutes, met inbegrip van bronnen en boorgaten die kunnen leiden tot lekkage, en de toestand van deze routes.

De volgende kenmerken van de omgeving van het opslagcomplex dienen te worden gedocumenteerd:

- h) domeinen die het opslagcomplex omringen waarvoor de opslag van koolstofdioxide in de opslaglocatie gevolgen kan hebben;
- i) bevolkingsspreiding in de regio boven de opslaglocatie;
- j) nabijheid van waardevolle natuurlijke rijkdommen (met name onder meer de speciale beschermingszones overeenkomstig het decreet van 21 oktober 1997 betreffende het natuurbehoud en het natuurlijk milieu, drinkbaar grondwater en koolwaterstoffen);
- k) activiteiten in de omgeving van het opslagcomplex en mogelijke interactie met deze activiteiten (bijvoorbeeld opsporing, winning en opslag van koolwaterstoffen, geothermisch gebruik van waterhoudende grondlagen en gebruik van ondergrondse waterreserves);
- l) nabijheid van de voor opslag in overweging genomen potentiële koolstofdioxidebronnen (inclusief raming van de totale potentiële massa van koolstofdioxide die economisch beschikbaar is voor opslag) en van adequate vervoersnetwerken.

**Fase 2 - Opbouw van het driedimensionaal statisch geologisch model**

Met de in fase 1 verzamelde gegevens wordt een driedimensionaal statisch geologisch model, of worden een reeks modellen van het kandidaat-opslagcomplex, met inbegrip van de afdichtende laag en de hydraulisch verbonden gebieden en vloeistoffen, opgebouwd met computersimulaties van reservoirs. Met die statische geologische modellen wordt een opslagcomplex gekarakteriseerd in termen van:

- a) de geologische structuur van de fysische insluiting;
- b) de geomechanische, geochemische en stroomtechnische kenmerken van het reservoir, van de bovenliggende lagen (afdichtende laag, afdichtingen, poreuze en ondoordringbare horizonts) en van de omliggende formaties;

- c) karakterisering van het breukensysteem en de aanwezigheid van door de mens gemaakte routes;
- d) oppervlakte en hoogte van het opslagcomplex;
- e) volume van de poriënruimte (inclusief de verdeling van de porositeit);
- f) uitgangssituatie van de waterdistributie;
- g) andere relevante kenmerken.

De onzekerheid op het gebied van de afzonderlijke parameters die worden gebruikt om het model te ontwerpen, wordt ingeschat door voor elke parameter een reeks scenario's uit te werken en de desbetreffende betrouwbaarheids grenzen te berekenen. Ook de onzekerheid op het gebied van het model als geheel moet worden ingeschat.

### Fase 3 - Karakterisering van het dynamisch opslaggedrag, karakterisering van de gevoeligheid, risicobeoordeling

De karakterisering en de beoordeling worden gebaseerd op een dynamische modellering, die een reeks timestep-simulaties van koolstofdioxide-injecties in de opslaglocatie omvat en waarbij gebruik wordt gemaakt van het statische geologische model voor de in de tweede fase ontworpen computersimulatie van het opslagcomplex.

#### Fase 3.1 - Karakterisering van het dynamisch opslaggedrag

Ten minste de volgende elementen worden in de beschouwing betrokken:

- a) mogelijke injectiesnelheden en koolstofdioxidestroomkenmerken;
  - b) de efficiëntie van de modellering van gekoppelde processen (d.w.z. de manier waarop verschillende afzonderlijke effecten in de simulator op elkaar inwerken);
  - c) reactieve processen (d.w.z. de manier waarop het model terugkoppelt op reacties van het geïnjecteerde koolstofdioxide met mineralen in situ);
  - d) de gebruikte simulator van het reservoir (om bepaalde bevindingen te valideren, moeten wellicht meerdere simulaties worden gebruikt);
  - e) korte- en langetermijnsimulaties (om het gedrag van het koolstofdioxide te bestuderen in een tijdsbestek van decennia, dan wel millennia, inclusief de oplosbaarheid van koolstofdioxide in water).
- De dynamische modellering moet een inzicht geven in:
- f) druk en temperatuur van de opslagformatie afgezet tegen de injectiesnelheid en de in de tijd geaccumuleerde injectiehoeveelheid;
  - g) oppervlakte en hoogte van de koolstofdioxideformatie versus tijd;
  - h) aard van de koolstofdioxidestroom in het reservoir, inclusief fasegedrag;
  - i) koolstofdioxide-insluitingsmechanismen en -snelheden (inclusief overlooppunten en laterale en verticale afsluitingen);
  - j) omliggende opslagformaties in het geheel van het opslagcomplex;
  - k) opslagcapaciteit en drukgradiënten in de opslaglocatie;
  - l) het risico van het doorbreken van de opslagformatie(s) en de afsluitende laag;
  - m) het risico dat koolstofdioxide in de afdichtende laag binnendringt;
  - n) het risico van lekkage uit de opslaglocatie (bijvoorbeeld via verlaten of niet goed afgesloten putten);
  - o) het migratietempo (in niet-begrensde reservoirs);
  - p) afdichtingsnelheden bij breuken;
  - q) wijzigingen van de vloeistofchemie in formatie(s) en daaruit voortkomende reacties (bijvoorbeeld wijziging van de pH, vorming van mineralen) en integratie van reactieve modellering om de effecten in te schatten;

- r) verplaatsing van vloeistoffen in de opslagformatie;
- s) toegenomen seismische activiteit en landhoogte aan de oppervlakte.

(bijvoorbeeld fysieke structuren in verband met het project).

### Fase 3.2 - Karakterisering van de gevoeligheid

Er moeten meerdere simulaties worden uitgevoerd ter bepaling van de gevoeligheid van de simulaties aan aannamen voor specifieke parameters. Daarbij worden de parameters in het statische geologische model van de opslaglocatie gewijzigd, alsook de snelheidsaannamen en de aannamen bij de dynamische modellering. Bij de risico-evaluatie wordt rekening gehouden met elke significante gevoeligheid.

De karakterisering van de gevaren verloopt voor de volledige reeks potentiële bedrijfsomstandigheden waarbij de veiligheid van het opslagcomplex wordt getest.

### Fase 3.3 - Risicobeoordeling

De risicobeoordeling omvat onder meer:

#### 3.3.1 Karakterisering van de gevaren

De karakterisering van de gevaren gebeurt op grond van een inschatting van het lekkagerisico voor het opslagcomplex, als bepaald via de hierboven beschreven dynamische modellering en karakterisering van de veiligheid. Daarbij wordt onder meer gekeken naar:

- a) potentiële lekroutes;
- b) potentiële omvang van lekkages voor welbepaalde lekroutes (stroomsnelheden);
- c) kritische parameters die het lekkagepotentieel beïnvloeden (bijvoorbeeld maximale reservoirdruk, maximale injectiesnelheid, temperatuur, gevoeligheid aan de verschillende aannamen in het statische geologische model enzovoort);
- d) secundaire effecten van de opslag van koolstofdioxide, zoals weggedrukte vloeistoffen in de formatie en nieuwe verbindingen die bij de opslag van koolstofdioxide worden gevormd;
- e) andere factoren die een gevaar kunnen vormen voor de volksgezondheid of het milieu

3.3.2 Evaluatie van de blootstelling gebaseerd op de kenmerken van het milieu en de spreiding en de activiteiten van de menselijke bevolking boven het opslagcomplex, en het potentiële en toekomstige gedrag van koolstofdioxidelekken via de in fase 3.3.1 geïdentificeerde potentiële lekroutes;

3.3.3 Evaluatie van de effecten – gebaseerd op de gevoeligheid van bepaalde soorten, gemeenschappen of habitats voor potentiële lekkageincidenten als geïdentificeerd in fase 3.3.1. Wanneer relevant worden ook de effecten van blootstelling aan verhoogde koolstofdioxideconcentraties in de biosfeer in rekening gebracht (inclusief bodems, mariene sedimenten en water bij de zeebodem (asfyxiatie, hypercapnia enzovoort) en verlaagde pH in dergelijke omgevingen ten gevolge van weglekkend koolstofdioxide). Dit omvat ook een beoordeling van de effecten van andere stoffen die aanwezig kunnen zijn in de ontsnappende koolstofdioxidestromen (hetzij de in de oorspronkelijke injectiestroom aanwezige onzuiverheden, hetzij nieuwe verbindingen die bij de opslag van koolstofdioxide zijn ontstaan). Deze effecten worden nader bekeken op diverse schalen van ruimte en tijd en er wordt gekeken naar de onderscheiden grootteordes van lekkageincidenten.

3.3.4 Karakterisering van de risico's – Dit omvat een evaluatie van de veiligheid en integriteit van de locatie op korte en lange termijn, met inbegrip van een beoordeling van het lekkagerisico onder de voorgestelde exploitatieomstandigheden en de effecten op milieu en volksgezondheid in het worstcasescenario. De karakterisering van de risico's wordt uitgevoerd op basis van de karakterisering van de gevaren en de evaluatie van de blootstelling en de effecten. Zij omvat een beoordeling

van de bronnen van onzekerheid die tijdens de karakteriseringsfases en de beoordeling van de opslaglocatie zijn vastgesteld en, indien haalbaar, een beschrijving van de mogelijkheden om de onzekerheid te verminderen.

Gezien om gevoegd te worden bij het decreet betreffende de diepe ondergrond.

Brussel, 8 mei 2009

De minister-president van de Vlaamse Regering,

Kris Peeters

De Vlaamse minister van Openbare Werken, Energie,  
Leefmilieu en Natuur,

Hilde Crevits

---



## BIJLAGE II

### CRITERIA VOOR DE VASTSTELLING EN ACTUALISERING VAN HET IN ARTIKEL 48 BEDOELDE MONITORINGSPLAN EN VOOR DE MONITORING IN DE PERIODE NA AFSLUITING

#### 1. Vaststelling en actualisering van het monitoringsplan

Het in artikel 48 bedoelde monitoringsplan wordt vastgesteld overeenkomstig de in fase 3 van bijlage I uitgevoerde risicoanalysebeoordeling, en geactualiseerd teneinde te voldoen aan de monitoringseisen van artikel 48, met gebruikmaking van de volgende criteria:

##### 1.1 Vaststelling van het plan

Het monitoringsplan bevat nadere gegevens betreffende de monitoring die moet gebeuren in de voornaamste fasen van het project, inclusief de monitoring in de voorbereidingsperiode, de exploitatieperiode en de periode na afsluiting. In elke fase worden de volgende elementen gespecificeerd:

- a) de gemonitorde parameters;
- b) de gebruikte monitoringstechnologie en een rechtvaardiging voor de keuze van die technologie;
- c) de plaatsen waar wordt gemonitord en de redenen voor die ruimtelijke verdeling;
- d) de monitoringsfrequentie en de redenen voor die spreiding in de tijd.

De te monitoren parameters worden zo gekozen dat zij de monitoringsdoeleinden dienen. Het monitoringsplan moet echter in ieder geval de continue of periodieke monitoring omvatten van de volgende items:

- e) de vluchtige emissie van koolstofdioxide aan de injectiefaciliteit;
- f) de volumetrische koolstofdioxidestroom in de injectieboorputten;
- g) de koolstofdioxidedruk en -temperatuur in de injectieboorputten (om de massastroom te bepalen);

- h) de chemische analyse van het geïnjecteerde materiaal;
- i) temperatuur en druk van het reservoir (om het fasegedrag van het koolstofdioxide en de fase-toestand te bepalen).

De keuze van de monitoringstechnologie wordt gebaseerd op de beste praktijken die op het tijdstip van ontwerp beschikbaar zijn. De volgende opties worden nader bekeken en naar gelang van de behoeften gebruikt:

- j) technologieën die het mogelijk maken het bestaan, de plaats en de migratieroutes van koolstofdioxide in de ondergrond en aan de oppervlakte te detecteren;
- k) technologieën die informatie kunnen opleveren over het druk-volumegedrag en de distributie van saturatie in horizontale en verticale richting van de koolstofdioxidepluim, meer bepaald ter verfijning van de numerieke 3D-simulatie op de 3D-geologische modellen van de opslagformatie als uitgewerkt overeenkomstig artikel 39 en bijlage I;
- l) technologieën die een brede zonale spreiding mogelijk maken teneinde informatie te verzamelen over eventueel vroeger over het hoofd geziene potentiële lekroutes in het geheel van het gebied van het opslagcomplex en de omgeving daarvan, in het geval van belangrijke onregelmatigheden of de migratie van koolstofdioxide uit het opslagcomplex.

##### 1.2 Actualisering van het plan

De bij de monitoring verzamelde gegevens worden bijeengebracht en geïnterpreteerd. De resultaten van de waarnemingen worden vergeleken met het gedrag dat werd voorspeld in de dynamische simulatie van het 3D-druk-volume- en saturatiegedrag, uitgevoerd in de context van de karakterisering van de veiligheid overeenkomstig artikel 39 en bijlage I, fase 3.

Wanneer er een aanzienlijke afwijking wordt geconstateerd tussen het waargenomen en het voorspelde gedrag wordt het 3D-model opnieuw geijkt met het oog op een betere weergave van het reële gedrag. Die herijking wordt gebaseerd op de gegevenswaarneming van het monitoringsplan. Waar nodig om het vertrouwen in de bij de herijking gebruikte aannamen te versterken, worden aanvullende gegevens verzameld.

Fase 2 en 3 van bijlage I worden herhaald met gebruikmaking van het (de) herijkte 3D-model(len) ten einde nieuwe gevarensenario's en fluxen te genereren en de risicobeoordeling te herzien en te actualiseren.

Wanneer nieuwe koolstofdioxidebronnen, lekroutes en fluxen of waargenomen significante afwijkingen van eerdere beoordelingen worden vastgesteld als resultaat van de verwerking van waarnemingen en de herijking van modellen, wordt het monitoringsplan dienovereenkomstig geactualiseerd.

## 2. Monitoring in de periode na afsluiting

De monitoring in de periode na afsluiting wordt gebaseerd op de informatie die is ingezameld en in een model gegoten is tijdens de tenuitvoerlegging van het monitoringsplan als bedoeld in artikel 48, en hierboven in punt 1.2 van deze bijlage. De monitoring in de periode na afsluiting wordt vooral gebruikt om de informatie te verkrijgen die nodig is voor de vaststelling van het in artikel 53 bedoelde besluit.

Gezien om gevoegd te worden bij het decreet betreffende de diepe ondergrond.

Brussel, 8 mei 2009

De minister-president van de Vlaamse Regering,

Kris Peeters

De Vlaamse minister van Openbare Werken, Energie,  
Leefmilieu en Natuur,

Hilde Crevits