

# Wetenschappelijk onderzoek naar het inschatten van seismisch risico bij de kleine gasvelden in Nederland

*Publiekssamenvatting behorend bij het onderzoek "Geomechanische analyse als middel voor het beter voorspellen van het optreden van geïnduceerde aardbevingen in kleine gasvelden in Nederland" (KEM07) dat via het expertpanel van het Kennisprogramma Effecten Mijnbouw (KEM) uitgevoerd. Kijk voor meer informatie over KEM en de resultaten van het onderzoek op [kemprogramma.nl](https://www.kemprogramma.nl). <https://www.kemprogramma.nl/blog/view/57979348/kem-07-geomechanical-analysis-for-investigating-the-occurrence-of-induced-seismicity-in-small-gas-fields-in-the-netherlands-finished>*

## Inleiding

Nederland kent ongeveer 166 kleine velden op land. In een aantal van deze velden zijn geïnduceerde bevingen waargenomen, in andere velden niet. We willen graag weten wat de risico's op aardbevingen zijn, zodat we hierop kunnen inspelen. Mijnbouwbedrijven moeten bijvoorbeeld in hun winningsplan aangeven wat het risico op geïnduceerde bevingen is, en welke maatregelen ze nemen om het risico zo veel mogelijk te beperken. Kunnen we aan de hand van een geomechanisch model bepalen of een gasveld risico op geïnduceerde seismiciteit heeft?

SodM heeft hiervoor wetenschappelijk onderzoek uitgezet, via het Kennisprogramma Effecten Mijnbouw (KEM). Het KEM07 project onderzoekt met geomechanische modellen, of er bepaalde kenmerken van kleine velden voorspellend kunnen zijn bij het optreden van geïnduceerde seismiciteit. Het onderzoek is uitgevoerd door Q-Con.

## Eerder onderzoek

Uit eerder onderzoek is al gebleken dat bepaalde kenmerken van het gasveld een indicatie zijn voor het optreden van bevingen. Dit wordt bijvoorbeeld toegepast in het Deterministic Hazard Analysis Scheme (DHAIS): mijnbouwbedrijven gebruiken deze analyse om te kijken wat het seismische risico is bij gasproductie in Nederland. Hiervoor worden 4 parameters gebruikt: relatieve drukverandering, de verhouding tussen breuk-oppervlak en reservoir-volume, en de verhouding tussen de gesteente-sterkte van het reservoir en de laag erboven.

Maar dit risico op bevingen is nog niet eerder gekwantificeerd in een geomechanisch model. Het voordeel van het gebruik van een model, is dat je ook voor andere gasvelden en andere kenmerken een voorspelling kan doen van het risico op bevingen.

Tijdens de KEM07 studie is gekeken naar een 80-tal reservoirs in kleine gasvelden (dus de helft van het totale aantal kleine gasvelden op land). De gegevens van deze velden zijn gebruikt om een geomechanisch model te maken. Met dit model willen we kunnen voorspellen welke kleine gasvelden risico op bevingen hebben: óf deze velden gaan beven, en wat de maximale magnitude is als er een beving optreedt.

## Indeling van gasvelden

Het geomechanisch model kijkt wanneer breuken in het gasveld kritisch gespannen worden. Hiervoor is er een groot aantal kenmerken (parameters) van het veld nodig, om deze in het model te stoppen.

Bekende kenmerken zijn kenmerken die je kan meten of observeren. Ze zijn onder meer terug te vinden zijn in winningsplannen ([www.nlog.nl](http://www.nlog.nl)) en geologische kaarten van Nederland ([www.dinoloket.nl](http://www.dinoloket.nl)). Voorbeelden van bekende kenmerken zijn de diepte van het reservoir, de dikte van de reservoir laag, en het type gesteente van het reservoir. Ook de druk in het reservoir kan gemeten worden, voordat productie begon en zoals de druk nu is.

Onbekende kenmerken zijn kenmerken die we (nog) niet nauwkeurig kunnen bepalen, meten of observeren. Bijvoorbeeld de helling van een breuk in het reservoir en de verplaatsing van gesteentelagen langs die breuk, en de regionale stress verdeling bij het veld. Omdat we deze kenmerken niet kunnen meten zijn ze heel onzeker: het model gebruikt dan ook verschillende gekozen waardes van deze kenmerken in een bandbreedte.

De gasvelden zijn geclassificeerd op basis van de waargenomen bevingen: Categorie A is het meest waarschijnlijk geassocieerd met seismiciteit (minstens 1 beving is waargenomen). Categorie D is het minst waarschijnlijk geassocieerd met seismiciteit (geen bevingen waargenomen). In totaal zijn er voor de 81 reservoirs 272 bevingen waargenomen. Voor 27 reservoirs uit deze groep van 81 zijn er 1 of meerdere bevingen waargenomen.

De bekende kenmerken van de gasvelden, en de waargenomen bevingen voor elk gasveld, zijn opgenomen in een database. De onbekende kenmerken worden als gekozen parameters ingevoerd in het model.

### Het bouwen van het model

Het geomechanisch model kijkt naar de spanning op de breuken. Deze spanning neemt toe met het produceren van gas uit het reservoir, en kan toenemen tot een kritiek niveau. Op dit kritieke spanningsniveau kan de breuk gaan schuiven, hierdoor ontstaan bevingen.

In het model worden zowel de bekende als de onbekende kenmerken van het gasveld ingevoerd. De uitkomst van het model, namelijk "is een breuk kritisch gespannen", moet overeenkomen met de gemeten bevingen in het veld. Op die manier kan je testen of het model klopt.

Wanneer je een aantal onbekende parameters in het model stopt, zijn er verschillende mogelijkheden om toch bij een en dezelfde uitkomst te komen (namelijk de gemeten bevingen in het veld). Als voorbeeld:  $2+2 = 4$ , maar  $1+3$  is ook 4 en  $10-6$  is ook 4. Daarom kunnen we niet praten over DE groep van onbekende parameters: er zijn veel verschillende mogelijkheden.

In het model is eerst gekeken naar heel veel groepen van onbekende parameters. Daarna is er 1 groep uitgekozen om verder mee te werken, deze groep had het meeste overeenkomst met de gemeten bevingen voor de velden in Categorie A.

### Wat kwam er uit het model?

Voor de gasvelden in Categorie A, die het meest waarschijnlijk geassocieerd zijn met seismiciteit, was er 100% overeenkomst tussen de model uitkomst en de gemeten bevingen. Dit was met een bepaalde groep van onbekende parameters.

Voor de gasvelden in Categorie D, die het minst waarschijnlijk geassocieerd zijn met seismiciteit, was er met dezelfde groep van onbekende parameters maar 30% overeenkomst tussen de model uitkomst en de gemeten bevingen. Er was vooral weinig overeenkomst in het zuidwesten van Nederland, omdat daar minder bevingen geregistreerd zijn. Hierdoor is het model moeilijk te kalibreren.

Dit zegt dus het volgende: voor de velden waar al een beving is geregistreerd, kan je met het aanpassen van de groep onbekende parameters een overeenkomst (match) krijgen tussen de gemodelleerde kritisch gespannen breuken en de gemeten bevingen. Voor de velden waar (nog) geen beving geregistreerd is, kan het model wel aangeven dat de breuken kritisch gespannen zijn, maar we hebben geen gemeten bevingen om een overeenkomst (match) te krijgen. We weten alleen niet zeker of dit komt door gebreken aan het model zelf, door onzekerheden in de bekende en onbekende kenmerken van het veld, of door de beperkte registratie van bevingen.

Bovendien hebben we in het model verschillende groepen van onbekende kenmerken gebruikt. Dit betekent dat verschillende groepen hetzelfde resultaat geven, en hiermee kan het model dus niet gebruikt worden om seismisch risico te voorspellen.

Wel is er na kalibratie van de verschillende groepen onbekende kenmerken, 1 groep gekozen waarmee verder gemodelleerd is. Als we met dit model in de toekomst kijken, voorspelt het model wel dat een aantal gasvelden uit de Categorie D (minst waarschijnlijk geassocieerd met seismiciteit) wel kritische spanning op de breuken hebben opgebouwd of nog gaan opbouwen.

De DHAIS methode heeft met behulp van statistiek tussen reservoir eigenschappen en waargenomen bevingen, 3 reservoir eigenschappen bepaald die iets zeggen over de kans op beven. Omdat DHAIS op een heel kleine dataset gebaseerd is, zijn de resultaten niet altijd zeker.

KEM07 werkt met een geologisch model op basis van meerdere reservoir eigenschappen. Ook hiermee wordt niet altijd een match gevonden tussen de kritisch gespannen breuken uit het model en de waargenomen bevingen in het reservoir.

Toch kan men beter wel een methode (DHAIS of KEM07) gebruiken om na te gaan waarom sommige velden beven en andere niet, dan helemaal niets doen met de informatie die men over de velden heeft.

### Wat gaan/kunnen we nog verder doen?

Voor de door het KNMI geobserveerde bevingen is het soms vrij moeilijk om aan te geven bij welk reservoir een bepaalde beving hoort. Het epicentrum van een beving kan met het huidige KNMI meetnetwerk vaak maar met een nauwkeurigheid van enkele kilometers bepaald worden. Zeker in het geval van meerdere gasvelden dicht bij elkaar, kan je dus moeilijk zeggen bij welk veld een beving hoort. Een uitbreiding van het seismisch meetnetwerk zou hierbij kunnen helpen.

Ook zou de huidige, simpele 2D versie van het model uitgebreid kunnen worden met meer parameters, waardoor er een betere overeenkomst met de werkelijkheid zal zijn.

We kunnen voor de groep "onbekende kenmerken" specifiekere waardes bepalen in plaats van een algemeen, gemiddeld getal, zodat er minder onzekerheid in zit. Bijvoorbeeld de helling van een breuk en de verplaatsing op die breuk. Deze kenmerken kunnen met enige moeite wel gehaald worden uit de beschikbare gegevens over een veld.

Omdat we het model gebouwd hebben met alle beschikbare data voor 81 reservoirs, kunnen we niet testen of het model ook goed werkt op andere gasvelden. Hiervoor zou de database uitgebreid kunnen worden met de kenmerken voor de overige gasvelden in Nederland, en hiermee zou het model dan getest kunnen worden.

SodM, januari 2020