

**Onderwerp**

vergelijking van statistische methoden

Princetonlaan 6  
3584 CB Utrecht  
Postbus 80015  
3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T +31 88 866 42 56

**Vergelijking van statistische methoden**J.N. Breunese (TNO), M. Nepveu (TNO), F.P. Pijpers (CBS), K. van Thienen-Visser (TNO)  
17-11-2014**Datum**

19 november 2014

**Onze referentie**  
14-10.078**E-mail**

ingrid.kroon@tno.nl

**Doorkiesnummer**

+31 88 866 45 31

**Doorkiesfax**

+31 30 256 45 05

*Onafhankelijke kruisvalidatie*

De registraties van aardbevingen die optreden in het Groningen gasveld ([www.knmi.nl](http://www.knmi.nl)) zijn door onderzoekers van twee verschillende instanties onafhankelijk geanalyseerd: het Centraal bureau voor de Statistiek (CBS) enerzijds en de Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO) anderzijds.

De analysemethodiek die is gekozen door de onderzoekers verschilt. Het CBS heeft een aanpak gekozen die past in een meer klassieke context waarin hypothesen getest en al dan niet verworpen worden op basis van de beschikbare gegevens. TNO heeft een Bayesiaans uitgangspunt gekozen waarin de relatieve aannemelijkheid van verschillende modellen/hypothesen wordt vergeleken om uit de beschikbare set de meest toepasselijke te kunnen kiezen. In het kort het volgende over deze methoden:

Op opdrachten aan TNO zijn de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, zoals gedeponeerd bij de Griffie van de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Den Haag van toepassing. Deze algemene voorwaarden kunt u tevens vinden op [www.tno.nl](http://www.tno.nl). Op verzoek zenden wij u deze toe.

Handelsregisternummer 27376655.

*De Klassieke Methode.*

De klassieke methode beperkt zich tot het al dan niet verwerpen van hypothesen, met een bepaald niveau van betrouwbaarheid. Strikt genomen is alleen het verwerpen/uitsluiten van een hypothese mogelijk in deze aanpak. De methode kan aantonen dat de gegevens niet compatibel zijn met een bepaalde hypothese, in welk geval de hypothese wordt verworpen. Als de gegevens wel compatibel zijn met de gegevens is de enige statistisch verdedigbare conclusie dat het betreffende model niet uitgesloten kan worden, tenzij meer of andere data beschikbaar komt. *Juistheid* van een hypothese kan in een dergelijke aanpak niet worden bewezen.

*De Bayesiaanse Methode.*

De Bayesiaanse aanpak heeft zijn wortels in een ruimere definitie van het begrip waarschijnlijkheid, waardoor het mogelijk is om te spreken van de waarschijnlijkheid van een hypothese binnen een vooraf bepaald 'universum' van hypothesen. De zogenaamde Bayesfactor is het quotiënt van de kansen van twee hypothesen. Deze geeft de relatieve aannemelijkheid van de twee hypothesen aan. Als deze factor niet veel verschilt van 1 zijn de modellen even waarschijnlijk of even

Datum  
19 november 2014

onwaarschijnlijk. Bij een factor die heel veel van 1 verschilt is één van de twee modellen duidelijk beter dan de andere.

Onze referentie  
14-10.078

De twee methoden maken dus op verschillende manier gebruik van de data, maar zijn beide primair gedreven door de meetgegevens.

Blad  
2/2

### *Convergente conclusies*

Vanwege de verschillen in technisch taalgebruik is het niet altijd eenvoudig voor externen om te kunnen bepalen of de conclusies van de verschillende methoden overeenkomen of juist strijdig zijn. Na afronding van ieder afzonderlijk onderzoek (CBS en TNO) zijn daarom door de betrokken experts de resultaten vergeleken.

Bij beide onderzoeken wordt uit de data geconcludeerd dat er vóór 2014 een sterk toenemende frequentie van bevingen is geweest. Daarnaast is de karakteristieke tijdschaal van toename met elkaar consistent.

De resultaten over de ontwikkeling sinds januari 2014 voor het centrale winningsgebied, waar de productie nagenoeg is stopgezet, zijn gelijklopend in de twee analyses: de stijgende trend in bevingsfrequentie wordt niet voortgezet.

Voor de andere twee gebieden 'zuid-west' en 'overig', zijn de conclusies met elkaar *consistent* maar de beschrijving is niet identiek. Dit verschil kan worden toegeschreven aan technische verschillen in aanpak en de conclusies van de twee rapportages zijn daarom niet met elkaar strijdig.

De toename van bevingen in het meest recente korte tijdvak is meer of minder duidelijk te bepalen, wanneer informatie uit de daaraan voorafgaande periode wel of niet wordt betrokken bij de analyse. De twee methoden verschillen hierin. In de CBS analyse wordt een toenemende trend bepaald op basis van de gehele dataset, en vervolgens bekeken wat dit als consequentie heeft voor de te verwachten aantallen bevingen in het tijdvak na 23 Maart 2014. In de TNO analyse wordt bepaald of op basis van *uitsluitend* de bevinggegevens van na 17 Januari 2014 een stijgende / dalende trend waar kan worden genomen voor de drie gebieden afzonderlijk en integraal via de relevante Bayesfactoren.



Dr. I.C. Kroon  
Hoofd Adviesgroep Economische Zaken



F.P. Pijpers  
CBS