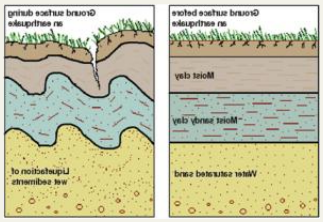
Het mysterie van
Ondergrondse Zaken

Zettingschade:
oorzaken, metingen en verantwoordelijkheden



0

Mysterie van
Ondergrondse Zaken

H. Groeneveld mei 2016

Inhoudsopgave

		pagina
	Korte samenvatting	2
	Inleiding	4
Hst. 1	**Belangrijkste eigenschappen grondbeweging**	6
	1.1 Ondiepe ondergrond	6
	1.2 Belangrijkste eigenschappen grondbeweging voor het oppervlak	7
	1.3 Wat is liquefactie	7
	1.4 Wat is lateral spreading	10
	1.5 Volumeverandering bij zwelkleien	11
	1.5 Wie is verantwoordelijk voor grondwater	12
Hst. 2	**Vanaf welke kracht treedt in Groningen liquefactie op**	13
	2.1 Rapporten over ontstaan liquefactie	13
	2.2 PGA en al dan niet watervoerende grondlagen	13
	2.3 Verweking en verhoging waterdruk	13
	2.4 Bepaling grenswaarde versnelling voor verweking	14
Hst. 3	**Zettingschade als gevolg van trillingen**	17
	3.1 Term zetting	17
	3.2 Aantal oorzaken zettingen/zakkingen	17
	3.3 Aantal instanties over bodemdaling en gevolgen trillingen	19
	3.4 Zettingschade volgens het 'Handboek aardbevingsschade'	26
	3.5 Eisen aan gebouwen i.v.m. liquefactie	29
	3.6 3-d model verwekingsgevoelige lagen	30
	3.7 Kaarten ondiepe ondergrond	30
	3.8 Wetgeving m.b.t. liquefactie in Canada	31
Hst. 4	**Eerder onderzoek gerelateerd aan liquefactie**	32
	4.1 Amerika	32
	4.2 Japan	32
	4.3 Canada	32
	4.4 Nederland (Groningen)	33
Hst. 5	**Verantwoordelijkheden**	34
	5.1 Mijnbouwbesluit	34
	5.2 Het nauwkeurig in kaart brengen van differentiële zettingen	35
	5.3 Onderzoek bij vaststelling zettingsschade	37
	5.4 Onderzoek invloeden bevingen op ondiepe bodem	37
	5.5 Wie bepaalt door wie, wat en waar er moet worden gemeten	37
	5.6 Het meten van de relatie zettingen/trillingen en schade	39
	Nawoord	56
	Eindconclusies	58
	Aanbevelingen	60

Korte samenvatting

In dit artikel wordt duidelijk van hoeveel belang de samenstelling van de bodem is met betrekking tot de kans op schade als gevolg van bevingen.
Noodzakelijk bij het berekenen van die kans is een goed meetsysteem. Het huidige meetsysteem verdient aanvullingen.
Blijft de vraag wie dan verantwoordelijk is voor het kiezen welke meters ingezet zouden moeten worden. Het blijkt dat niemand hiervoor verantwoordelijk gesteld kan worden.

De bodem bestaat uit grondsoorten met verschillende eigenschappen. Zowel op het gebied van samenstelling als het gedrag bij bevingen/trillingen.
Bepaalde grondsoorten bijvoorbeeld zijn gevoelig voor verweking/vervloeiing (in vaktermen liquefaction) of/en voor opslingering (vakterm: amplificatie).
Opslingering vindt plaats wanneer aardbevingsgolven een grotere amplitude krijgen zodra die een andere grondsoort binnentreden. Opslingering is een algemeen verschijnsel op plaatsen met weke grondsoorten als bv. klei.
Site respons omvat alle specifieke reacties van de ondiepe ondergrond op een beving. Hieronder horen o.a. liquefactie en lateral spreading (zijdelingse onomkeerbare verspreiding van grondlagen).

Een van de oorzaken van schade is liquefactie (verweking/vervloeiing) en komt voor in zand, silt of zanderige klei. Zand en silt met korrels van dezelfde grootte zijn met name gevoelig voor liquefactie. Bij liquefactie kan ook verdichting optreden: het water wordt de korrels uit naar boven gestuwd. Naast/gelijk met beweging speelt (water)druk een grote rol bij het ontstaan van liquefactie. Hoewel plaatselijk onderzoek naar de ondiepe ondergrond nog steeds niet het geval is, laat eerder onderzoek zien dat de termen 'liquefactie' en 'lateral spreading' reeds in 1968 gerelateerd werden aan bevingen.
Een fenomeen dat ook wel apart van liquefaction wordt benoemd is lateral spreading. Dit treedt vaak op bij kanalen en rivieroevers.
Het afschuiven van lagen aarde kan bij taluds/hellingen regelmatig voorkomen tijdens bevingen. Ook zijn praktijkvoorbeelden bekend zijn van (huis)wierden die als het ware langzaam 'uit elkaar drijven'. Daarnaast kunnen lagen die extra gevoelig zijn voor opzwellen als knipklei (dat tot de zwelkleien behoort) spanningen op fundaties geven welke door een kleine beving zich kunnen gaan ontladen, met als gevolg scheurvorming.

Volgens de Commissie Bodemdaling Groningen ontstaat nog steeds geen schade door bodemdaling, noch door peilverlaging m.b.t. de 'bodemdaling als gevolg van compactie'. Mocht er schade zijn dan is dit volgens hen zelden tot nooit een gevolg van de gaswinning.
In het rapport van het SodM *'Seismisch risico Groningenveld Beoordeling rapportages & advies Staatstoezicht op de Mijnen dec. 2015'* wordt met geen woord gerept over ongelijkmatige bodemdaling, noch over de gevaren van liquefactie/verweking/vervloeiing, lateral spreading en de effecten van volumeveranderingen van knipklei bij bevingen. Wel zegt het SodM dat er een duidelijk overzicht ontbreekt van de dichtheid van de bevingen, de actuele grondversnellingen en trillingsniveaus aan funderingen (van gebouwen) die in de verschillende gebieden gemeten zijn.

De waterschappen vinden dat zij niet verantwoordelijk gesteld kunnen worden voor zettingschade als gevolg van gas- of zoutwinning en -opslag. Zettingschade bij kunstwerken als dijken, sluizen en gemalen wordt evenwel wel als zodanig erkend. Of het terecht is dat klachten van private personen niet ontvankelijk worden verklaard wordt zelden onderzocht.

Zettingschade als gevolg van bodemverstoring door trillingen/bevingen wordt helaas niet tot nauwelijks meegenomen in de onderzoeken en/of taxaties. De schadeafhandeling is voor een groot deel niet professioneel, aangezien o.a. bij taxaties onderzoek naar fundamenten (belangrijkste onderdeel als drager van de woning) en de ondiepe bodem niet/nauwelijks plaatsvindt.

Gemeten worden plaatselijk ongelijkmatige zettingen aan het maaiveld nauwelijks, ondanks dat de heer Haak (vzt. Tcbb) van mening is dat tiltmetingen inderdaad een wezenlijke bijdrage kunnen leveren in het inzichtelijk maken van bodembewegingen en de mogelijke gevolgen op b.v. bouwwerken.

In het 'Handboek aardbevingsschade' staan voorbeelden hoe taxateurs om moeten/kunnen gaan met schade aan fundamenten. Nergens wordt bij zettingschade gewezen op de noodzaak van lokaal (grond)onderzoek. Bij de taxaties zijn alleen bouwkundigen aanwezig, die onvoldoende kennis hebben van de geologie van de ondergrond. Onafhankelijke geologen zouden samen met onafhankelijke bouwkundigen voor een meer professionele aanpak kunnen zorgen.

Een aantal van mogelijke oorzaken van grondverstoringen zullen besproken worden met (ongelijkmatige) zettingen/zakkingen als gevolg.
Logischerwijs kun je via 4 sporen komen tot mijnbouwschade:
Gas winnen→ drukverschil → spanningsopbouw → ontlading door:

1) → aardbeving/compactie → (ongelijkmatige) bodemdalingen → aanpassen waterpeilen (vanwege verschillen tussen gebieden) → kans op schade door zettingen
2) → aardbeving → bodemdaling (niet overal hetzelfde) → schuif- en trekspanningen → zettingen → zettingschade → kans op schade aan opstallen/pijpleidingen/enz.
3) → aardbeving → ondergrond trilt → kans op schade aan opstallen/pijpleidingen/enz.
4) → aardbeving → ondergrond trilt → veranderingen in ondiepe ondergrond → zettingen→ kans op zettingschade (schade aan opstallen/pijpleidingen/enz.)

Het meten van de versnellingen bij een beving gebeurt met accelerometers. Hiermee wordt de Peak Ground acceleration (PGA) mee bepaald.
De gebouwsensoren zijn, hoewel hun naam anders doet vermoeden, geen meters die schade meten. Het zijn versnellingsmeters.
Accelerometers (versnellingsmeters) kunnen worden aangevuld met tiltmeters. Deze kunnen één op één laten zien hoe een muur is veranderd na bv. een beving. Dit kunnen versnellingsmeters niet. Zij meten de versnelling. De schade wordt na een beving apart vastgesteld en is dan vaak geen hard bewijs.

Vaak komt de woning na een beving in haar oorspronkelijke staat terug. Maar dit wil niet zeggen dat er geen spanning opgebouwd is. Het torderen en de rotatie van woningen kan met tiltmeters inzichtelijk gemaakt worden. Deze eigenschappen genereren extra schade, samen met een tijdspanne tussen het binnenkomen van een P-golf met hoge verticale PGA en een S-golf met horizontale PGA en de verschillende frequenties. Bron: http://accentaigu.nl/wp-content/uploads/2016/01/inbreng-vandergaag.pdf Een gebouw kan daarom bij een aardbeving eerst een dreun in opwaartse richting krijgen en daarna horizontaal worden geschud. Ook kunnen tilt- en glasvezelmeters uitstekend ongelijkmatige zettingen monitoren. De NAM cq Overheid zien deze meters liever niet in Groningen, hoewel ze elders ter wereld al jaren goed functioneren. In Amsterdam bijvoorbeeld zijn ze ingezet bij de bouw van de Noord-Zuidlijn en het Waaggebouw.

Interessant is ook de vraag wie nu eigenlijk waarvoor verantwoordelijk gesteld mag/kan worden.
Verantwoordelijk voor bijvoorbeeld:

1. het nauwkeurig in kaart brengen van differentiële zettingen;
2. onderzoek bij zettingschade;
3. onderzoek naar welke invloeden bevingen kunnen hebben op de ondiepe bodem;
4. het bepalen van wie wat waar moet meten;
5. het meten van de relatie zettingen/trillingen en schade.

Inleiding

Door het winnen van gas uit het gasvoerend gesteente (Rotliegend) ontstaat drukverschil en bouwen zich spanningsverschillen op. Op een gegeven moment is de spanning zo groot dat een beving voor ontlading zorgt waardoor op bepaalde plaatsen het gesteente in elkaar stort en o.a. samendrukking van het Rotliegend veroorzaakt (compactie). Tijdens de Huizingebeving was sprake van een verschoven cirkelvormige breukoppervlak van ongeveer 0,5 km², met een straal van 390 ± 110 m, en met een gemiddelde verplaatsing van 5 ± 3 cm. Bron: EOS Wetenschap, Paniek in Groningen door SciLogs, 4 februari, 2013 - 22:00 http://eoswetenschap.eu/content/paniek-groningen
In de tijd zullen de verschillen in compactie minder worden, omdat het gas overal verdwijnt. Ondertussen is het kwaad geschied.

Bernd Andeweg (Aardwetenschapper VU) vertelt dat de aardkorst allesbehalve ontspannen onder onze voeten ligt. De spanning is zo hoog dat de kleinste verstoring beweging langs breuken kan veroorzaken. Menselijk handelen kan genoeg zijn: gaswinning, het opslaan van gas of CO_2 in de ondergrond of het injecteren van water voor de winning van schaliegas of diepe aardwarmte. Het gasveld is volgens deze aardwetenschapper zeker geen 'gasbel', zoals het vaak wordt genoemd, maar bestaat uit door breuken van elkaar gescheiden lagen zandsteen.
Verschillen in druk, poreusheid en de dikte van de zandsteenlaag bepalen de hoeveelheid compactie. Het gesteente zakt in elkaar, al dan niet gepaard met hele kleine of grotere schokken. De bevingen vinden vaak plaats aan het eind van bestaande breuken, maar ook ontstaan veel nieuwe breuken. Het zout daarboven is plastisch maar reageert uiteindelijk wel op de verstoringen in de gasvoerende laag.
Pickering (2015) geeft aan dat veel van de seismische activiteit plaatsvindt in het reservoir. En in tegenstelling tot eerder werk, is het niet aan te tonen dat de breuken zijn of zullen worden beperkt tot het reservoir. Bron: Appendix G Review of the report Hazard and Risk Assessment by the SED – November 2015. The Staatstoezicht der Mijnen requested a review by the Swiss Seismological Survey of the report "Hazard and Risk Assessment – Interim Update November 2015" prepared by NAM in November 2015. This review was prepared by Stefan Wiemer
Niet alleen kunnen bevingen dus ontstaan in het Rotliegend maar ook boven het zout. Bevingen boven het zout zullen niet direct voor compactie in het Rotliegend zorgen maar genereren naar verhouding wel meer schade aan het oppervlak..
NAM kan de diepte al wel meten hoewel ze de uitkomsten nog niet naar buiten brengt.

Er is ook geen sprake van een 'gelijkmatige schotelvormige' bodemdaling zoals o.a. NAM, Tcbb en Com. Bodemdaling ons willen doen laten geloven.
'Bodemdaling als gevolg van compactie' is daarom een verwarrende term en zet ons op het verkeerde spoor. Om het als een langzaam en schotelvormig proces te benoemen kan het gebruikt worden om een relatie met 'betrouwbare' peilaanpassingen (om de 5 jaar) te creëren.
Maar wordt wel alles meegenomen met de satellietmetingen? Of bepalen alleen de vaste meetpunten op het Pleistoceen (in Groningen op ongeveer 120m diepte) een globale diepte? En zijn alle waterpeilbouten nog voldoende betrouwbaar?
Wanneer hier twijfels over bestaan kunnen de waterschappen niet verantwoordelijk worden gesteld voor het peilbeheer. De huidige satellietmetingen laten ook geen ongelijkmatige zakkingen zien, maar we weten ook niet of ze alles laten zien.

De term 'bevingen' is de enige term waarvan een ieder begrijpt wat ermee wordt bedoeld.

In de praktijk genereren 'bodemdaling' en 'bevingen' op eigen wijze schade. Verwarring alom.
Het is daarom altijd beter te spreken van 'mijnbouwschade' dan van 'aardbevingsschade'.
De mijnbouwwet gebruikt de term 'bodemweging' zowel voor bodemdaling als voor bevingen.
Bodemdalingsanalist Adriaan Houtenbos geeft een goede omschrijving van de term bodembeweging. zie http://bodemdaling.houtenbos.org/bodembeweging-1
Houtenbos zegt in zijn rapport 'Gesjoemel met bodembeweging': "Bodemdaling geeft schade doordat ten eerste niet overal alles gelijkmatig daalt en ten tweede door peilaanpassingen. Maar we

weten nog niet alles. Zo is er een groot verschil van mening in hoeverre de bodem werkelijk in totaal daalt. Bodemdaling en aardbevingen door gaswinning pakken in de praktijk veel ernstiger uit dan voorspeld. De onzekerheden blijken zo groot dat voorspellingen op basis waarvan wordt vergund, niet meer dan een slag in de lucht zijn. Door gesjoemel met metingen blijven fouten in de theorie van het voorspellen structureel onder de radar." Zie:
https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=aG91dGVuYm9zLm9yZ3xib2RlbWRhbGluZ3xneDo3N2IxMTQzYzIyMDFkNjEw

Bevingen/trillingen veroorzaken niet alleen vervormingen aan opstallen, maar generen ook altijd ongelijkmatige (differentiële) zettingen in de ondiepe bodem. Vaak niet waarneembaar, maar dit is op veel plaatsen aan het veranderen.

In het nieuwe winningsplan 2016 staat dat het blijkt dat wanneer de meldingen zijn gecorrigeerd naar schade als gevolg van aardbevingen, het aantal meldingen van 65.000 (van 2012 tot heden) correspondeert met circa 40.000 schades. "Deze correctie bestaat onder meer uit het wegfilteren van zogeheten C-schades (schades die geen relatie blijken te hebben met aardbevingen, maar andere oorzaken kennen) en meervoudige meldingen op één adres."
Een substantieel deel van de schades wordt dus niet gezien als gevolg van bevingen.
Het is voor bewoners vaak moeilijk om bewijs te leveren dat de schade wel het gevolg van de mijnbouwactiviteiten kan zijn.

Dat bevingen kunnen leiden tot verstoring van de ondergrond is ieder wel bekend, maar dat en hoe water in combinatie met bevingen een zeer grote rol speelt bij deze verstoring daar wordt in rapporten verrassend weinig over gesproken.

Meerdere prikkels zorgen ervoor dat bevingen een steeds een grotere impact krijgen. De woningen worden als het ware aardbevingsgevoeliger door mijnbouwactiviteiten als veranderingen in de ondiepe ondergrond (door drukopbouw, liquefactie, enz.), eerdere bevingen, verandering grondwaterstand door peilverlaging, het leggen van leidingen, enz. En het blijft maar doorgaan.
De gevolgen van bevingen gelden voor omstandigheden die voordien weinig tot geen problemen opleverden, als een sloot naast het huis, de ouderdom van de woning, enige achterstand in het onderhoud, op staal gefundeerde woning, wonen op veengronden, op dikke zandpakketten, op wierden of op knipklei.

Bevingen veroorzaken altijd zettingen, hoe je het ook wendt of keert, zowel in de diepe als ondiepe ondergrond. Er zou wanneer geen mijnbouwactiviteiten hadden plaatsgevonden nooit zoveel schade zijn ontstaan als dat nu het geval is.

Ter informatie

- Wanneer in dit artikel gesproken wordt over gaswinning, dan wordt bedoeld gaswinning en alle daaraan gerelateerde activiteiten als gasopslag, gasdoorvoer, compressoren enz.
- Zettingschade als gevolg van mijnbouw vindt ook plaats bij zoutwinning. Deze schade wordt vaak op eenzelfde manier als bij gaswinning afgehandeld.
- Met tiltmeters worden in dit artikel tiltmeters aan het maaiveld bedoeld. Deze brengen zowel de relatie tussen bevingen en schade aan woningen als zettingen en de gevolgen daarvan in beeld.
- De term zetting geeft soms verwarring. Differentiële (ongelijkmatige) zettingen kunnen zowel zettingen aan het maaiveld betekenen als aan opstallen.
- De term 'ongelijkmatige bodemdaling' geeft ook ruis: de bodemdaling kan niet alleen op grote schaal ongelijkmatig zijn, maar ook zeer lokaal. In dit stuk bedoel ik met 'ongelijkmatige of differentiële bodemdaling de kleinschalige lokale zettingen.
- Citaten staan schuin genoteerd.

Hst. 1
Belangrijkste eigenschappen grondbeweging

Om te begrijpen welke invloed bevingen/trillingen hebben is naast kennis van de ondiepe ondergrond ook kennis van de eigenschappen die bevingen/trillingen daarop uitoefenen cruciaal.

1.1 *Ondiepe ondergrond*

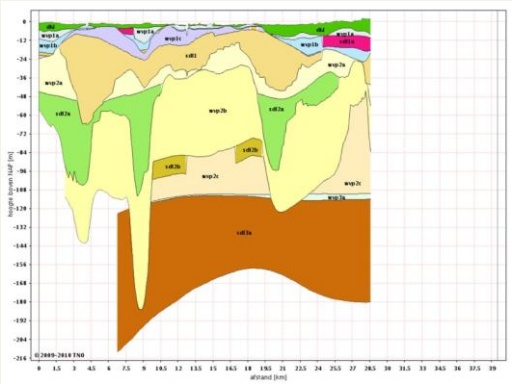
Grond is een mengsel van verweerd materiaal, vloeistoffen en gassen dat aan het aardoppervlak of (vlak) daaronder voorkomt. Het niet verweerde vaste materiaal noemt men gesteente.

Grondsoorten als zand, silt, zavel (klei met zand), (pot)klei, leem en veen komen in alle mogelijke schakeringen afwisselend op soms heel korte afstand van elkaar voor, al dan niet in meer of mindere mate watervoerend. Naast de in eigenschappen sterk verschillende grondsoorten laat de ondiepe ondergrond een zeer gecompliceerde waterhuishouding zien.
Als een waterhoudende grondlaag ingesloten ligt tussen ondoordringbare lagen spreekt men van een begrensde aquifer. Een open of onbegrensde aquifer is aan de bovenzijde niet afgesloten door een ondoordringbaar materiaal. De grondwaterspiegel (ook wel *grondwatertafel* geheten) is de bovenbegrenzing van het grondwater in de verzadigde zone.

In Groningen is de ondiepe grond zeer divers. *"In het holocene pakket (de bovenste laag) hebben zich in het verleden, onder invloed van inbraken vanuit zee en de werking ven eb en vloed, geulen en kreken gevormd die later weer met andersoortige materialen zijn opgevuld. Daardoor kunnen plaatselijk vrij grote verschillen in de samenstelling van de ondergrond optreden.*
Deze inbraken van de zee hebben de mondingen van de diverse rivieren verbreed en verdiept waarbij kreeksystemen zich hebben ingesneden. Deze kreeksystemen zijn naderhand vaak opgevuld met meer zandige zee-afzettingen. Dit is een van de belangrijkste oorzaken van de inhomogeniteiten van de holocene lagen." Bron: deelstudie 2 Cie. Bodemdaling Groningen
Door ophoping, uitspoeling en soms dieper in de grond weer neerslaan van minerale en organische stoffen zijn eerder vormveranderingen in de bodem ontstaan.
Als gevold van gas- en zoutwinning vinden in de ondergrond kleine en grotere vervormingen – zowel horizontaal als verticaal – plaats. Niet alleen in de diepe, maar ook in de ondiepe ondergrond.

Door plaatselijk aanwezige veen, klei- of leemlagen kan de grondwaterspiegel een afwijkend beeld vertonen. Kaarten waarop 'hoogtelijnen' (stijghoogten) van grondwater zijn aangegeven zijn isohypsenkaarten. Bron: http://www2.dinoloket.nl/nl/download/maps/gwMap/groningen.html

De bodem kan opgebouwd zijn uit meerdere watervoerende lagen (pakketten) die niet met elkaar in verbinding staan (zie figuur 1). Een dergelijke laag noemt men een 'aquiclude'.
Doordat een dieper gelegen watervoerend pakket gevoed kan worden door regenwater uit een ander, hoger gelegen gebied, kan de hydrostatische druk (druk uitgeoefend door water in rust) in het diepere pakket (veel) hoger zijn dan in het bovenliggende pakket.
Door bevingen kunnen deze watervoerende lagen met elkaar in contact komen.



figuur 1

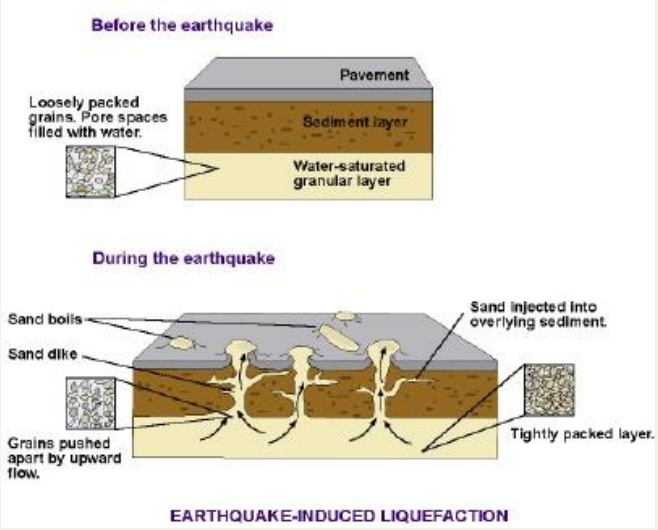
1.2 *Belangrijkste eigenschappen grondbewegingen*

De belangrijkste eigenschappen van de grondbeweging tijdens aardbevingen voor gebouwen zijn: de duur van de beving, de amplitude (van zakking, snelheid en acceleratie) en de frequentie van de grondbeweging. Opslingering vindt plaats wanneer aardbevingsgolven een grotere amplitude krijgen zodra die een andere grondsoort binnentreden.
Opslingering is een algemeen verschijnsel op plaatsen met weke grondsoorten als bv. klei.
Site respons omvat alle specifieke reacties van de ondiepe ondergrond op een beving. Hieronder horen o.a. **liquefactie** en **lateral spreading**. **Zwelkleien** kunnen door veranderingen in volume genereren waardoor spanningen op fundaties kunnen komen.

1.3 *Wat is liquefactie*

De term liquefactie (of liquefaction) kan verwarring geven omdat niet iedereen hetzelfde onder liquefactie verstaat.
Met name zijn zand en silt gevoelig voor liquefactie, maar ook zand vermengd met klei (zavel). Het hangt af van korrelgroottes en percentages.

Bij liquefactie kunnen als gevolg van bevingen/trillingen zandvulkanen/-vulkaantjes ontstaan. Zie figuur 2



Een zandvulkaan is een kegelvormige structuur van zand, gevormd door een uitbarsting van zand vanaf een centraal punt. Het zand vormt bij een dergelijke uitbarsting een kegel met hellingen gelijk aan de frictiehoek van het zand. Aan de top van de kegel is vaak een krater te zien waar het zand uitgestroomd is. Zandvulkanen doen qua vorm wel denken aan echte vulkanen maar zijn slechts enkele millimeters tot meters groot.
Zandvulkanen ontstaan door dichtheidsverschillen in de ondergrond, vooral wanneer liquefactie van een zandige laag optreedt. Het zand zal zich als een vloeistof gedragen en op zwakke plekken door competentere lagen heen breken om daar zandvulkanen te vormen. Liquefactie van zandlagen kan versneld worden wanneer er een grote spanning op het materiaal komt te staan, bijvoorbeeld door aardbevingen.

Sporen van liquefactie, zoals zandvulkanen kunnen gebruikt worden om te onderzoeken waar en wanneer in het verleden aardbevingen plaatsvonden. Een moddervulkaan is een structuur die door vergelijkbare processen ontstaan. Naast zand kan ook lichte zavel verwekingsgevoelig zijn.

Hieronder volgen een aantal omschrijvingen van liquefactie:

- *De horizontale versnellingen in de grond tijdens een aardbeving leiden tot extra schuifspanning. Vooral losgepakt zand zal hierdoor willen verdichten. Voor verdichting moet het water tussen de korrels eerst uitstromen, maar hier is tijdens de aardbeving geen tijd voor, zodat wateroverspanningen optreden. Deze leiden tot tijdelijke vermindering van korrelspanningen en daarmee tot vermindering van sterkte en stijfheid van het zand. Als de trilling sterk is kan het zand zijn sterkte en stijfheid zelfs compleet verliezen (dit wordt verweking genoemd).* Bron: Effecten aardbevingen op kritische infrastructuur Verwekingstudie, 15 januari 2014 Deltares, Opdrachtgever: Ministerie van Economische Zaken

- *"Liquefactie is het verschijnsel, dat door het trillen van de grond (bijvoorbeeld door een aardbeving) fijn zand of silt, welke met water is verzadigd, zich als een vloeistof (liquid) gaat gedragen."* Bron: website van Rob Houtgast, Faculteit der Aardwetenschappen, Vrije Universiteit Amsterdam

- *“Shaking of saturated soils can lead to a build-up of water pressure in the voids, which reduces the forces holding the soil particles together, and results in the soil losing strength and behaving like a liquid.“*Bron: Onderzoek 1 - Preliminary Structural Upgrading Strategy for Groningen 2013 Arup http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2013/08/22/preliminary-structural-upgrading-strategy-for-groningen.html

- *“Strahler zegt dat bij hevige aardbevingen: ... het schudden van de grond de sterkte van het aardmateriaal vermindert dat de zware infrastructuur draagt. Gebieden van veel belangrijke steden, met name havensteden, zijn gebouwd op van nature aanwezige opeenhopingen van zachte, niet gehechte klei-rijke sedimenten (zoals de afzettingen in een rivierdelta) of op gebieden die opgevuld zijn met grote hoeveelheden losse aardmaterialen die gestort zijn om de bodem te verhogen. Deze met water verzadigde afzettingen veranderen van eigenschappen als ze geschud worden door een aardbeving, hetgeen wordt aangeduid als "liquefactie". Het materiaal verliest zijn oorspronkelijk sterkte doordat het verandert in een soort vloeibare modder, die niet meer in staat is om gebouwen te dragen, zodat deze kantelen of zelfs instorten.”* Bron: http://home.kpn.nl/genesis/deel2/Liquefactie2.htm

- *“Liquefactie, 'vloeibaar worden', is een van de voornaamste gevaren die met aardbevingen gepaard gaan. Dit griezelige verschijnsel treedt op als de trillingen die door een beving worden opgewekt, bodem of zand dat verzadigd is met water haar samenhang laat verliezen en laat gedragen als een vloeistof. De gevolgen zijn doorgaans vernietigend. Er ontstaan enorme sink holes waar gebouwen, wegen, rioleringen en dergelijke in verdwijnen. Dit probleem is vooral groot bij stadjes en steden gebouwd op zand of vlak bij zee.”*
  Bron: http://www.grenswetenschap.nl/permalink.asp?i=4587

- *Er zijn twee typen verweking (liquefactie): cyclische verweking en statische verweking. Cyclische verweking betreft de cumulatieve opbouw van waterspanningen bij meerdere belastingswisselingen. Statische verweking betreft de opbouw van wateroverspanningen door het ineenstorten van het losgepakte korrelskelet. Hiervoor is in principe maar één voldoende grote belastingsverandering nodig. Andere voorwaarden zijn dat het zand losgepakt en waterverzadigd is*. Bron: Effecten geïnduceerde aardbevingen op kritische ondergrond

- *Trillingen kunnen in ondiepe losgepakte fijnzandige lagen tot zettingen door verdichten van het zand leiden. Dit kan tot lokale zettingen van de ondergrond onder de gebouwen resulteren*. Bron: Gebouwschade Loppersum Deltares 2011

Ter informatie

- Silt is een sediment dat qua grootte tussen lutum (deeltjes kleiner dan 2 µm [= 0,002 mm]) en zand wordt ingedeeld. Bij silt is er sprake van fractie 2-50 µm (0,002-0,05 mm). Leem is een grondsoort die voornamelijk bestaat uit silt (deeltjes met korrelgrootte tussen de 2 en 50/64 µm). Bij zand is sprake van fractie 50-2000 µm (0,05-2 mm). De fractie die groter is dan 2000 µm (2 mm) wordt grind genoemd.
- *“Voor de permanente verplaatsingen door aardbevingen zijn de aspecten verweking en afschuiving relevant.”* http://www.tcbb.nl/pdf/Schade_aan_buisleiding_door_aardbeving-versie3.pdf

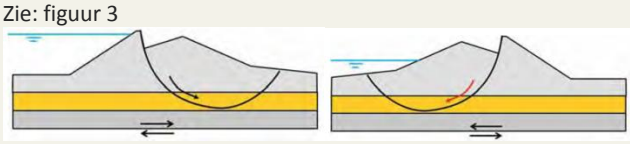
Liquefactie in Groningen

“The liquefaction potential is separately mapped for each of the geological formations, leaving room for formation specific interpretations in future based on influencing factors such as age or overconsolidation.”

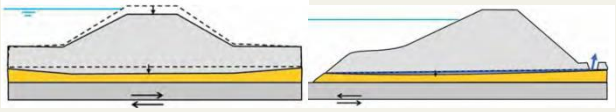
“ The calculation of the amount of liquefaction and the risks related to foundations or structures are not part of this paper and will be presented at a later stage once a specific assessment method for application to the Groningen earthquakes and site conditions has been derived.”

Bron: Liquefaction Mapping for Induced Seismicity in the Groningen Gas Field
https://secure.tcc.co.nz/ei/images/ICEGE15%20Papers/Korff_812.00.pdf

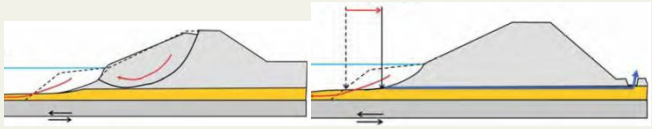
Liquefactie bij dijklichamen
Onderscheid kan gemaakt worden tussen verweking van verzadigde en losgepakte zandlagen in en onder de dijk zelf en in het voorland.
Verweking in en onder de dijk zal leiden tot verlaging van de schuifsterkte (wateroverspanningen) en kan daarmee leiden tot binnen- of buitenwaartse macroinstabiliteit. Na enige tijd zal er in de verweekte lagen compactie (volumeverkleining) optreden. Dit kan leiden tot een daling van de kruinhoogte of, in geval van een kleidijk, het ontstaan van ruimte tussen de zandlaag en de kleidijk, waardoor piping kan ontstaan.
Verweking in en onder de dijk zal leiden tot verlaging van de schuifsterkte (wateroverspanningen) en kan daarmee leiden tot binnen- of buitenwaartse macroinstabiliteit).
Zie: figuur 3



Na enige tijd zal er in de verweekte lagen compactie (volumeverkleining) optreden. Dit kan leiden tot een daling van de kruinhoogte of, in geval van een kleidijk, het ontstaan van ruimte tussen de zandlaag en de kleidijk, waardoor piping kan ontstaan.* Zie:



Statische verweking van zandlagen in het onderwatertalud van het voorland kan leiden tot een zettingsvloeiing. Zettingsvloeiing leidt tot een reductie van de voorlandlengte. Dit kan leiden tot buitenwaartse macrostabiliteit en reductie van de beschikbare pipinglengte. Zie:



*Piping is een term uit de civiele techniek die aangeeft dat er water door een kade, dijk of ander kunstwerk stroomt als gevolg van een groot waterstandsverschil.
Bron: https://www.google.nl/search?q=Effecten+ge%C3%AFnduceerde+aardbevingen+op+kritische+infrastructuur+Groningen+1208149-000-GEO-0006%2C+Versie+02%2C+13+augustus+2013%2C+definitief&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b&gfe_rd=cr&ei=FAArV8ycJpGX-Abmv56oBw

Volgens het nieuwe winningsplan 2016
Samenvattend gaf de studie van Deltares rond infrastructuur geen indicatie voor significante schadeverwachting, maar er wordt aangenomen dat bij een zwaardere aardbeving zandgrond kan verweken, wat kan leiden tot verlaging van de stabiliteit en kruinhoogte van dijken en ongelijke zettingen van constructies. Deze informatie is onderdeel van het Studieprogramma.

In het rapport van Deltares '*Effecten geïnduceerde aardbevingen op kritische infrastructuur Groningen*' staat ook dat in het gebied diverse kunstwerken voorkomen met een waterkerende functie (sluizen, kades, coupures en damwanden). *"Ten aanzien hiervan is vooral gekeken naar zakkingen in de ondergrond en naar de mogelijke verschilzetting die bij een kunstwerk op kan treden. Dit is afhankelijk van de lokale opbouw van de ondergrond. Aan de kust waar dikkere Holocene, relatief losgepakte, zandlagen voorkomen is dit effect groter. Ook hier is het al dan niet optreden van verweking doorslaggevend. Afhankelijk van de aanwezigheid van zandlagen worden zakkingen tot 60 cm niet uitgesloten. Daarbij kan ook sprake zijn van aanzienlijke zettingsverschillen over de constructie. Of een constructie dit aan kan hangt af van de sterkte en stijfheid van de constructie en van de funderingswijze."*

Opmerking
- Wanneer deze risico's bestaan voor kunstwerken als sluizen en kades bestaan ze natuurlijk ook voor andere opstallen en situaties.

Door Deltares wordt aanbevolen nader onderzoek uit te voeren naar:

- Het gedrag van Groningse zandgronden onder de specifieke belasting van geïnduceerde aardbevingen in laboratorium en/of in het veld. Hiermee wordt vastgesteld wat de kans van optreden van verweking is en de mate van verdichting die optreedt. De huidige getallen zijn op basis van internationaal gebruikte methoden, en dus niet nationaal gevalideerd.
- Een nadere specificatie van de mogelijkheid van het optreden van hydraulische kortsluiting per type bodemopbouw.
- Effectiviteit van preventieve maatregelen zoals het aanbrengen van extra hoogte van de dijk of verflauwing van de taluds, danwel het verlagen van de (water)belasting door het verlagen van kanaal- of boezempeil of compartimenteren van boezem of kanaal.
- (Niet destructief) onderzoek naar constructieve staat van kunstwerken (o.a. fundering, aansluitingen), zeker op locaties waar verwekingsgevoelig zand voorkomt.

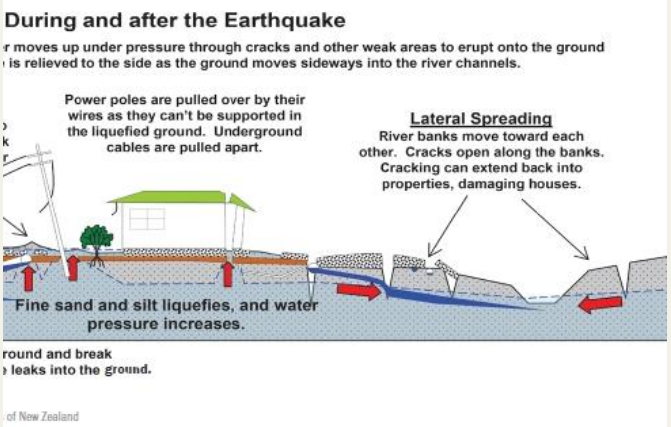
Conclusies

- Voor situaties als bij de bodem in Oosternieland in 2014 had de NAM/EZ kunnen weten van het gevaar en alarm moeten slaan richting gemeente Eemsmond.
- Volgens het nieuwe winningsplan is er nog geen sprake van verweking.

1.4 *Wat is lateral spreading*

Lateral spreading is the finite, lateral movement of gently to steeply sloping, saturated soil deposits caused by earthquake-induced liquefaction.

Lateral spreading is een vorm van liquefaction die voor Groningen belangrijk is en ook wel eens als apart fenomeen wordt beschouwd.
Lateral spreading komt o.a. voor bij oevers van kanalen en rivieren. Zie figuur 4



Van der Gaag heeft het proces van lateral spreading in Nederland geïntroduceerd. *"In Nieuw-Zeeland is daar veel onderzoek naar gedaan. Aan weerskanten van de oevers blijkt daar na een aardbeving de deformatie dichtbij het water veel groter dan verder van de oever verwijderd. Omdat de oevers vrij kunnen bewegen naar een kant, heeft dat niet alleen consequenties voor huizen direct aan het water, maar ook voor bruggen. Wanneer de beide oevers naar elkaar toe bewegen krijgen bruggen en pijpleidingen extra te lijden. Ook hier zijn accelerometers nuttig omdat verwacht mag worden dat op de oevers de horizontale PGA (x-as) loodrecht op de oever (veel) groter zal zijn dan parallel aan de oevers (y-as)."*
Bron: Inbreng Van der Gaag bij hoorzitting EZ 18 januari 2016
http://accentaigu.nl/wp-content/uploads/2016/01/inbreng-vandergaag.pdf

"Voor de permanente verplaatsingen door aardbevingen zijn de aspecten verweking en afschuiving relevant."
http://www.tcbb.nl/pdf/Schade_aan_buisleiding_door_aardbeving-versie3.pdf

"The movement of soil deposits undergoing lateral spreading can range from a few centimeters to a few meters, and can cause significant damage to buildings, bridges, pipelines, and other elements of infrastructure. Lateral spreading often occurs along riverbanks and shorelines where loose, saturated sandy soils are commonly encountered at shallow depths. Structures supported on shallow foundations, pavements, and buried pipelines are particularly susceptible to damage from lateral spreading. Lateral spreading occurs as the generation

of porewater pressure in the soil resulting from earthquake shaking reduces the stiffness and strength of the soil." Bron: Steven L. Kramer

In watervoerende lagen ontstaan bij bevingen doorgaans hogere snelheden (PGV's) dan in vastere lagen, waardoor schuifspanningen kunnen optreden. Gebeurt dit bij dijken en woningen gebouwd op klei met daaronder een dikke laag zand of vlak bij water dan zijn de gevolgen doorgaans ernstig. Door Deltares wordt in haar rapport '*Effecten geïnduceerde aardbevingen op kritische infrastructuur Groningen*' dan ook aanbevolen om gecombineerd experimenteel en numeriek onderzoek te verrichten naar het verband tussen enerzijds de piekversnelling in de harde ondergrond en anderzijds de daaraan gerelateerde grootte van de schuifspanningswisseling op een bepaalde hoogte in de grond daarboven.

1.5 *Volumeverandering bij zwelkleien*

(in Groningen komen deze kleisoorten voor als knip- of knikklei)

"Het gedrag van zwelkleien wordt bepaald door de waterhuishouding. Droogte/natte en schommelingen in het grondwaterpeil zijn hierbij de belangrijkste factoren. Het is bekend dat de waterhuishouding met name het grondwaterpeil in zwelkleigebieden zo constant mogelijk moet worden gehouden.
Het is gemakkelijk de processen in zwelkleien te onderscheiden van processen als bodemdaling door gaswinning. Voor het onderscheiden van verschillende bodembewegingen door achtereenvolgende krimp en zwel van de zwelkleien zijn de huidige meetmethoden (bijvoorbeeld 1 of 2 waterpassingen per jaar) niet toereikend.
Groundcontrol heeft op eigen initiatief onderzoek gedaan naar de Groningse en Friese knikklei of knipklei genoemd. Deze klei is een voor Nederlandse begrippen bijzondere klei die in zich in bijna alle eigenschappen onderscheidt van andere in Nederland bekende kleien. In het veld en in boringen kan worden gezien dat deze klei zeer sterk krimpt bij uitdroging en zwelt bij wateropname."
Bron: http://pvdgaag.home.xs4all.nl/persbericht_groundcontrol_20040219.html

"Met het ontbreken van structuur, het bijna kalkloos zijn en een lutum-gehalte dat zeer hoog is (hoog percentage kleideeltjes), toont deze klei een hoge plasticiteitindex.
Deze eigenschappen wijzen op een zwelklei. Testen met behulp van methyleen blauw en vrije zweltesten tonen aan dat het hier gaat om een echte zwelklei. Een vrije zwel van 30-60% en de classificatie van alle monsters in het bereik van actieve tot zeer actieve bodem ondersteunen deze gegevens. Ontwateringanalyses tonen de aanwezigheid aan van montmorilloniet, het zwelkleimineraal bij uitstek met sterke zwelpotentie. De zwelklei toont grote verschillen met klei onder en boven de laag.
Alle door Groundcontrol onderzochte panden met schade waren in zwelklei gefundeerd. In geen van de boringen is een pakket veen van vermeldenswaardige dikte aangetroffen. Er is wel stijging geconstateerd in het veld, zowel in schadepatronen als in testen met tiltsensoren. Door bewoners en andere onderzoeksbureaus werd eveneens gewezen op bodemstijging.
Uit buitenlands onderzoek is duidelijk te onderkennen dat dergelijke zwelkleien (bij een volumetoename van slechts 3%) kunnen leiden tot schade aan gebouwen en wegen. Vooral de cyclus van krimp en vervolgens zwel, met hierbij verzakking en vervolgens stijging, kan volgens Groundcontrol onterecht de indruk wekken van een slechts geringe bodemdaling.
Er is op de onderzochte locaties geen directe relatie geconstateerd tussen bodemdaling door de gaswinning en de verzakking/stijgingen door zwelkleien. Er wordt door Groundcontrol wel een relatie gedacht tussen het optreden van schade aan panden die onder druk (spanning) staan door processen in zwelkleien en de aardbevingen ten gevolge van de aardgaswinning. Deze panden lopen eerder kans op schade bij aardbevingen dan panden gefundeerd op zand die niet onder spanning staan. "
Bron: Persbericht zwelklei onderzoek 19 februari 2004

Van der Gaag: *"Bij wisselende grondwaterstanden in zwelkleilagen staat de ondiepe ondergrond voortdurend onder spanning. Als in zo'n zwelkleigebied genoeg spanning is opgebouwd, dan kan een lichte aardbeving al de druppel zijn die de emmer doet overlopen. Dat kan tot onevenredig grote schade leiden."*

1.6 *Wie is verantwoordelijk voor grondwater*

Waterwet: art. 3.6

1. De gemeenteraad en het college van burgemeester en wethouders dragen zorg voor het in het openbaar gemeentelijke gebied treffen van maatregelen teneinde structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemming zo veel mogelijk te voorkomen of te beperken, voor zover het treffen van die maatregelen doelmatig is en niet tot de zorg van het waterschap of de provincie behoort.
2. De maatregelen, bedoeld in het eerste lid, omvatten mede de verwerking van het ingezamelde grondwater, waaronder in ieder geval worden begrepen de berging, het transport, de nuttige toepassing en het, al dan niet na zuivering, op of in de bodem of in het oppervlaktewater brengen van ingezameld grondwater, en het afvoeren naar een zuiveringtechnisch werk.

Verantwoordelijkheid perceelseigenaar

"De wetgeving gaat uit van een grote mate van verantwoordelijkheid van de perceelseigenaar. De eigenaar van een perceel (al dan niet met bebouwing) is verantwoordelijk voor de grondwaterstand in zijn perceel voor zover niet direct veroorzaakt door of vanaf een naastgelegen perceel. Dit betekent dat de eigenaar zelf maatregelen moet treffen. Daarnaast is de eigenaar verantwoordelijk voor de bouwkundige staat van eventuele bebouwing op het perceel. Bij dit laatste beperkt de bouwregelgeving zich tot verblijfsruimten, hetgeen bijvoorbeeld betekent dat een droge kruipruimte geen vereiste is. Als de eigenaar een droge kruipruimte wil hebben dan moet hij daar zelf voor zorgen. De afvoer van overtollig grondwater vanaf particuliere percelen kan door gemeenten overgenomen worden vanaf de grens tussen particuliere en openbare percelen. Deze keuze is echter aan de gemeente." Bron: Wikipedia http://nl.wikipedia.org/wiki/Grondwater#Verantwoordelijkheid_perceelseigenaar

Waterschap Noorderzijlvest

"Uw gemeente is verantwoordelijk voor het oplossen van grondwateroverlast in de openbare ruimte. Heeft u een vraag of wilt u melding maken van grondwateroverlast, neem dan contact op met uw gemeente. Als uw kelder nat is door de hoge grondwaterstand moet u zelf zorgen dat deze waterdicht wordt gemaakt. Als u een eigen woning heeft, bent u zelf verantwoordelijk voor eventuele grondwateroverlast op uw eigen perceel (woning en tuin)."

Hst. 2
Vanaf welke krachten treedt in Groningen liquefactie op

2.1 *Rapporten over ontstaan liquefactie*

Liquefactie kan volgens diverse onderzoekbureaus optreden vanaf een versnelling van 0,1g. Maar er is onvoldoende veldonderzoek in Groningen bekend, dat dit kan staven.
"De versnelling waarbij verweking (Liquefactie) kan beginnen is op veel locaties laag (0,1 á 0,2 g), lager dan vooraf op basis van ervaring werd verwacht. Vooral op de locaties bij Eemshaven worden relatief grote maaiveldzakkingen (orde 20 cm) verwacht. Dit wordt veroorzaakt door de hier opgebrachte grond t.b.v. het ontwikkelen van dit terrein welke gevoelig is voor verdichting. Op andere stations is de te verwachten zetting als gevolg van de maatgevende aardbevingsbelasting circa 3-9 cm. Dergelijke zettingen kunnen tot verschilzetting leiden van constructieonderdelen."
Bron: *Effecten geïnduceerde aardbevingen op kritische infrastructuur Groningen* januari 2014

Bij een versnelling van ongeveer 0,1g (als tijdens de Huizinge-beving van 16 augustus) kan verweking optreden. Tijdens de Huizingebeving zijn piekversnellingen gemeten tot ong. 0,1g. (Zie de zin: "De piekversnellingen zijn tot nu toe ook beperkt (tot ongeveer 0,1g)". Bron: Effecten aardbevingen op kritische infrastructuur Verwekingstudie, 15 januari 2014 Deltares, Opdrachtgever: Ministerie van Economische Zaken)

De piekversnellingen zijn tot nu toe ook beperkt (tot ongeveer 0,1g). Volgens de gebruikte methodiek is er bij los zand en een relatief hoge PGA wel een risico van verweking vanaf waarden iets hoger dan tot nu toe gemeten (vanaf ca. 0,15g).
Bron: Effecten aardbevingen op kritische infrastructuur Verwekingstudie, 15 januari 2014 Deltares, Opdrachtgever: Ministerie van Economische Zaken

Liquefactie kan ontstaan door kleine aardbevingen (zeer kortdurende pulsen), die door gaswinning veroorzaakt kunnen worden. Bron: Bodemdalingstudie Waddenzee 2004

Of in zand verweking optreedt tijdens een aardbeving wordt door vele factoren bepaald. Versnellingen kunnen vanaf 0,1g al tot verweking leiden. In Pleistoceen zand is de weerstand tegen verweking, door de hogere leeftijd en daardoor sterkere bijdrage van aging groter dan in 'jonger' zand. Meestal wordt dieper dan 15 of 20m onder het maaiveld geen verweking meer verwacht.*
Bron: Geotechniek dec. 2014 pag. 8
*Aging: Het ondergaan van veranderingen in fysische eigenschappen met het ouder worden of in de loop van de tijd.

2.2 *PGA en al dan niet watervoerende grondlagen*

C.Y. Wang et al (University of California Berkeley, CA, USA) heeft aangetoond dat er slechts een zwakke correlatie bestond tussen de horizontale component van de piekgrondversnelling PGA en het optreden van veranderingen in het waterpeil en liquefactie. Hij bevestigde deze bevinding door middel van een uitgebreide dataset. In plaats daarvan toonde hij aan dat er wel een betere correlatie was tussen de horizontale piekgrondsnelheid (PGV) en de plekken waar liquefactie/verweking optrad. Bron: http://seismo.berkeley.edu/~manga/EQreview.pdf

2.3 *Verweking en verhoging waterdruk*

Het is logisch dat een herverdeling van spanningen in de ondergrond veranderingen in de waterspanning teweeg kan brengen.
Bevingen kunnen leiden tot het ophopen van de waterdruk met als resultaat dat een zandlaag zich gaat gedragen als een vloeistof.
De omstandigheden waarbij verweking kan ontstaan zijn vooraf niet in te schatten. Zowel de kracht (en de soort en richting van bevingen) als de waterdruk is afhankelijk van te veel factoren.

De combinatie verweking en ophoping van waterdruk kan veel schade veroorzaken.
Wanneer voor verweking gevoelige grondsoorten bij een beving geschud/bewogen worden, kan dus verweking/vervloeiing ontstaan. Als bv. zand geschud wordt en de korrels dichter op elkaar komen te liggen, zal er water omhoog worden geperst door de "vallende" zandkorrels.
(Het proces werkt qua effect hetzelfde als bij het lopen op het strand langs de waterlijn. De droge voetafdruk vult zich met water.)
"Hoe hoger de kolom van het gesteente (zand), hoe groter de opwaartse waterdruk zal worden. De bovenste stenen/korrels kunnen dan zelfs opgeheven worden door de waterdruk, zolang de opwaartse stroom voortduurt. Dit is vergelijkbaar met een aardbeving in een gebied van poreus, met water verzadigd, sediment. Als omhoog stromend water de bovenste sedimentlaag oplicht, dan dragen de onderliggende sedimenten niet langer het gewicht daarvan. Het stromende water kan vervolgens de tweede laag opheffen. Hierdoor komt er ruimte vrij voor de elementen van de volgende laag, enzovoorts. De lagen staan dan niet langer met elkaar in vast contact, maar zijn gescheiden en worden gesmeerd door water, zodat ze zich makkelijk langs elkaar kunnen bewegen." Bron: http://home.kpn.nl/genesis/deel2/Liquefactie2.htm
Het is ook bekend dat schommelingen van het grondwaterpeil kunnen worden veroorzaakt door aardbevingen. Zie: Water Level Fluctuations Induced by Ground Motions of Local and Teleseismic Earthquakes at Two Wells in Hualien, Eastern Taiwan. http://tao.cgu.org.tw/pdf/v172p371.pdf

Een voorbeeld van een mogelijke combinatie van verweking en ophoging waterdruk zijn een tweetal welputten waarin een aantal keren het water binnen enkele uren 2 m hoger stond dan de gebruikelijke hoogte. Na enkele dagen had het water zijn normale stijghoogte terug. Dit verschijnsel heeft zich meerdere keren voorgedaan. Dit wijst op het voorkomen van (lichte) bevingen. Zie ook:

> Water level in wells often fluctuates in response to changes of volumetric strains caused by tectonic deformation or by passage of seismic waves.
> Zie: Water Level Fluctuations Induced by Ground Motions of Local and Teleseismic Earthquakes at Two Wells in Hualien, Eastern Taiwan. http://tao.cgu.org.tw/pdf/v172p371.pdf

De watervoerende zandlaag in de ondergrond aldaar is ongeveer 120m dik en ligt onder een (niet meer volledig) afsluitende laag klei van een dikte van ongeveer 8m tot 16m.
Op voornoemde plaats is vermoedelijk sprake van liquefactie met als gevolg ernstige zakkingen (10 – 20 cm) aan het maaiveld in de nabije omgeving.

Opmerkingen

- Het is een aanname dat pas bij PGA's vanaf 0,1g liquefactie kan ontstaan. Ook kleinere versnellingen kunnen de trigger zijn om waterverzadigde zandige grond of andere grond met een gelijkmatige korrelstructuur te laten verweken of verdichten.
- Veel inwoners ervaren vaak trillingen die niet door het KNMI worden geregistreerd.
- Liquefactie kan ook gevaar opleveren voor pijpleidingen.
- Dijken zijn extra gevoelig voor liquefactie en lateral spreading.
- Maatregelen om liquefactie te voorkomen zijn over het algemeen alleen in theorie mogelijk.

2.4 *Bepaling grenswaarde versnelling voor verweking*

Deltares heeft onderzoek gedaan naar de grenswaarden waar vanaf liquefactie kan ontstaan.
"Bij de tot op heden opgetreden aardbevingen in Groningen zijn geen locaties vastgesteld waar verweking is opgetreden. Bij een sterkere aardbeving neemt de kans op verweking volgens de huidige inzichten sterk toe. Als onderdeel van deze vervolgstudie is veldonderzoek uitgevoerd alsmede laboratoriumonderzoek. In het veldonderzoek zijn eigenschappen van de ondergrond bepaald, zoals de dichtheid van de ondergrond door middel van (seismische) sonderingen en elektrische dichtheidsmetingen.
In het laboratoriumonderzoek zijn zandmonsters beproefd met een cyclische belasting om te bepalen bij welke belasting en aantallen wisselingen het zand verweekt."
Bron: Effecten aardbevingen op kritische infrastructuur Verwekingstudie, 15 januari 2014 Deltares, Samenvatting resultaten onderzoek Deltares

“Om meer inzicht in de verschillen tussen tektonische en geïnduceerde aardbevingen te krijgen zijn enkele verkennende berekeningen met PLAXIS gemaakt. Als grondmodel is het hypoplastische grondmodel gebruikt. In de berekening is een kolom grond van 1m breed en 41 m hoog gemodelleerd. De gebruikte parameters zijn ontleend aan onderzoek voor het Spui. Geschikte gegevens voor Groningse zanden waren niet aanwezig.”Er zijn oriënterende berekeningen voor één grondopbouw gemaakt. “Het is zeer wel mogelijk dat de introductie van één of meer slappe lagen in de grondopbouw leidt tot heel andere resultaten.”
Bron: bijlage A *Effecten geïnduceerde aardbevingen op kritische infrastructuur Groningen Versie 02, 13 augustus 2013, definitief*

Door Deltares wordt het uitvoeren van nader onderzoek aanbevolen naar het gedrag van Groningse zandgronden onder de specifieke belasting van geïnduceerde aardbevingen in laboratorium en/of in het veld. Hiermee wordt vastgesteld wat de kans van optreden van verweking is en de mate van verdichting die optreedt. De huidige getallen zijn op basis van internationaal gebruikte methoden, en dus **niet nationaal gevalideerd**.

Opmerkingen

- Juist de samenstelling van het zand kan doorslaggevend zijn. Pleistoceen zand is gevoeliger voor verweking.
- In het onderzoek door Deltares zijn de horizontale versnellingen/snelheden in de grond die tijdens een aardbeving leiden tot extra schuifspanning, onvoldoende meegenomen.
- In het onderzoek wordt niet gesproken welke invloed water heeft op het verspreiden van schade.
- Als leek zie ik dat er veel meer onderzoeken zijn gepubliceerd die waarnemingen door Groningers gedaan, in een ander daglicht stellen. Met andere woorden, we vragen de kennisinstellingen meer naar Groningers te luisteren en de door ons aangehaalde onderzoeken hierbij te betrekken.

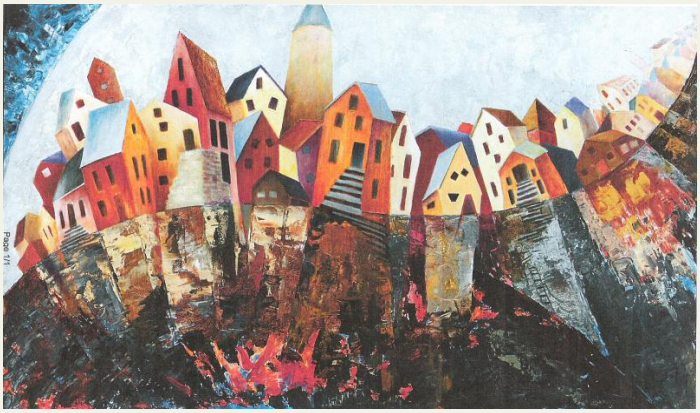
Maar ook staat in dit rapport te lezen dat de resultaten van de gehanteerde methoden gezien moeten worden als indicatief en dat alle berekeningen zo mogelijk geijkt zijn aan de tot op heden gemeten versnellingen.

Analyse en interpretatie
*“De gepresenteerde berekeningen zijn indicatief en illustratief, maar er is geen aanleiding en sluitende onderbouwing om voor geïnduceerde aardbevingen een versoepeling te hanteren van de rekenregels voor tektonische aardbevingen. Hiervoor zijn simpelweg nog te veel mogelijkheden om andere keuzes te maken voor de gehanteerde modelschematisatie en parameters en onzekerheid over de invloed daarvan, en ontbreekt het aan metingen of proeven die kunnen dienen ter verificatie. Verder is er nog onduidelijkheid over het aantal pieken dat op kan treden bij het aan te houden ontwerpsignaal. Dit varieert tussen één enkele piek en mogelijk vier pieken. Bij één enkele piek lijkt er mogelijk een beperking in de **optredende verweking**, maar bij vier pieken lijkt dit voordeel grotendeels teniet gedaan.”*Bron:
https://www.google.nl/search?q=Effecten+aardbevingen+op+kritische+infrastructuur+Verwekingstudie,+15+januari+2014+Deltares,+Opdrachtgever:+Ministerie+van+Economische+Zaken&ie=utf-8&oe=utf-8&gws_rd=cr&ei=TAkBV9WVK8XPOMOgsFA

Opmerkingen

- De voorwaarden voor het ontstaan van liquefactie zijn – naast het lutumgehalte – beweging en druk. Onderzoekers zijn het niet eens vanaf welke grens liquefactie kan ontstaan. Naast de beweging kunnen ook de omvang van het gebied, de (water)druk en schuifsnelheden nooit exact berekend worden, noch voor- , noch achteraf. En zeker niet in een laboratorium zoals Deltares o.a. heeft gedaan.
- Bij het onderzoek is uitgegaan van een homogene grond (zand met een constante relatieve dichtheid). De horizontale versnellingen/snelheden in de grond tijdens een aardbeving leiden tot extra schuif- en/of trekspanningen. Dit is in dit onderzoek onvoldoende meegenomen.

- Laboratorium onderzoek kan veldonderzoek naar liquefactie en lateral spreading nooit vervangen omdat de grote variatie van, en de omstandigheden in de ondiepe bodem zeer divers zijn. De indicatoren zijn zo divers dat het niet zeker is onder welke omstandigheden in Groningen liquefactie kan ontstaan.
- Om dezelfde reden is ook niet zeker welke indicatoren voor het ontstaan van lateral spreading in Groningen van belang zijn en vanaf welke grens lateral spreading kan ontstaan.
- Gedegen veldonderzoek naar liquefactie, lateral spreading en naar de gevolgen van volumeverandering bij knipklei in Groningen is tot nu toe te weinig verricht.
- In 2013 was er al sprake van mogelijke locaties waar liquefactie zou kunnen voorkomen.
- Er is in het onderzoeksrapport *'Effecten geïnduceerde aardbevingen op kritische infrastructuur Groningen* Versie 02, 13 augustus 2013, definitief' sprake van een aanname dat cohesieve grondsoorten als klei en veen niet verwekingsgevoelig zijn. Op zich is het waar dat klei en veen dit niet zijn, maar een combinatie van zand met klei kan wel gevoelig zijn voor verweking, mits de verhouding zand/klei en korreldikte zich daartoe leent.
  Zie voor meer informatie de kaart met grondsoorten in Groningen:
  http://feitenencijfers.namplatform.nl/download/rapport/c08d872c-6df1-40f1-8a86-d2f2325cf9d0?open=true
  NB. deze kaarten van de ondergrond zijn zeer globaal en voldoen daarom niet bij taxaties.
- Op veel plaatsen in de ondiepe ondergrond (ook mogelijk in de bovenste 5 m) is sprake van met water verzadigde klei, potklei, zand, veen of een combinatie daarvan. In vaste gronden is de PGV lager dan in watervoerende grondlagen waardoor deze op elkaar zullen reageren en meer gevolgen kunnen hebben voor de bovengrond dan tot op heden wordt verondersteld.
- Watervoerende lagen kunnen reageren als een 'waterbed'. Diverse bewoners vertellen dat zij de grond tijdens bevingen/trillingen ervaren als een 'waterbed'. Tijdens graafwerkzaamheden worden op diverse plaatsen een vloeibare laag klei aangetroffen.
- Bij het raadplegen van een taxateur of arbiter zal grondonderzoek door een geoloog deel moeten uitmaken van de procedure.



Hst. 3
Zettingschade als gevolg van trillingen

3.1 *Term zetting*

Over de term zetting en zakking bestaan nogal uiteenlopende meningen.
Zetting is volgens Joost de Vree (http://www.joostdevree.nl/bouwkunde2/zetting.htm) het al dan niet toelaatbaar inklinken van de grond ten gevolge van een hierop rustende belasting.
Ongelijke (of differentiële) zetting treedt op bij zettingsverschillen. Deze zettingen geven verzakkingen die constructief gevaarlijk kunnen zijn voor constructies. Dit wordt zettingschade genoemd.
Zettingschade wordt in Groningen afgedaan als niet aardbevingsgerelateerd. Het tegendeel bewijzen is voor inwoners lastig.
Een van de oorzaken voor onvoldoende bewijs is dat lokaal nauwelijks tot geen onderzoek gedaan wordt naar de effecten van bevingen op de ondiepe ondergrond en op het maaiveld. De effecten daarvan kunnen (ongelijkmatige) zakkingen/zettingen aan het maaiveld veroorzaken.

3.2 *Aantal oorzaken zettingen/zakkingen*

Een aantal voorbeelden van oorzaken van zakkingen/zettingen die zettingschade aan opstallen kunnen veroorzaken zijn o.a.:

Mogelijk ontstaan als gevolg van mijnbouw

1. Vervloeiing/verweking (liquefaction) van zand of zanderige grond in de ondiepe ondergrond.
2. Verdichting door liquefactie.
3. Lateral spreading.
4. Volumeveranderingen bij zwelkleien als knip- of Eemsklei die kunnen zorgen voor spanningen in fundaties, die middels bevingen/trillingen tot scheurvorming kunnen leiden.
5. Diverse getuigen hebben tijdens de Huizingebeving van 16 augustus 2012 golven in het landschap waargenomen. Dat hierdoor zettingen zijn ontstaan lijkt niet uitgesloten.
6. Peilaanpassing als gevolg van (langdurende) grondbemaling wegens gaswinning kan leiden tot zettingen. *"De grondwaterstand zorgt tijdens een beving dat de trillingen op de aardkorst worden versterkt. Doordat de grond schudt, veroorzaakt dit golfslag in het grondwater. Als de waterstand voor een bepaald gebied hoog is, zorgt deze golfslag voor een extra grote impact op de aardkorst waardoor er meer schade ontstaat."* Bron: Onderzoeksrapport Maarten Sulmann Fundering en Bevingen 2014
7. Trekspanningen door ongelijkmatige bodemdaling.
8. *Schommelingen van het grondwaterpeil kunnen worden veroorzaakt door aardbevingen*. Zie: Water Level Fluctuations Induced by Ground Motions of Local and Teleseismic Earthquakes at Two Wells in Hualien, Eastern Taiwan. http://tao.cgu.org.tw/pdf/v172p371.pdf
9. Oxidatie bij veengronden (onomkeerbare zetting). Oxidatie kan ontstaan door verlaging van (grond)waterpeil, al dan niet als gevolg van gas- en/of zoutwinning.

Reguliere oorzaken

10. Zettingen aan het maaiveld kunnen ook plaatsvinden door een verhoogde grondwaterspiegel als gevolg van weersomstandigheden, normaal peilbeheer en natuurlijke klink.
11. Klei wordt compacter door trillingen, waardoor er zakkingen kunnen optreden in de grond o.a. door vrachtwagens, de bouw van belendende panden/tunnels, ophoging van de grond en andere verstoringen van de ondergrond.
12. Aan- of verbouw van een woning.
13. Bij nieuwbouw kan zettingschade over het algemeen tot een jaar of drie na de bouw van een woning optreden.
14. Zie voor meer: http://uretek.be/mogelijke-oorzaken-en-gevolgen

De eerste zeven verschijnselen kunnen door bodembeweging (bevingen/trillingen) worden veroorzaakt. De overige oorzaken hebben altijd al voor enige schade gezorgd, maar niet in die mate waarin dit de laatste vijf tot tien jaar plaatsvindt.
Maar volgens het handboek aardbevingsschade van het CVW ligt zettingschade bij woningen voor 1945 aan de wijze van funderen: smal en ondiep op staal, aan de samenstelling van de ondergrond: klei, veen, zand, een sloot nabij, een aanwezige kelder en ouderdom en gebrek aan onderhoud van de materialen.

De ondiepe ondergrond in Groningen bevat op verschillende dieptes watervoerende lagen. Er zijn oude geulen en gedempte oude beddingen. Onbekend is welke invloed de verschillende snelheden in grondsoorten hebben ten aanzien van elkaar. Het vermoeden bestaat dat de van boven afgesloten oude waterlopen – wanneer ze bestaan uit afzettingen verzadigd met water – heftiger kunnen reageren bij aardbevingen dan vastere grond langszij en boven deze stromen. Soms is het voorkomen van schade ver van het epicentrum hieraan te wijten. Naast oude waterlopen kunnen ook andere zandafzettingen als dijken en oude oeverwallen bij trillingen verweking veroorzaken.
De goed doorlatende en slecht doorlatende lagen worden in REGIS II van het Dino-loket hydrogeologische eenheden genoemd; dit zijn lagen met min of meer uniforme hydraulische eigenschappen.

De ondiepe ondergrond en de uitwerkingen van bevingen zijn zo divers en ingewikkeld dat het bijna ondoenlijk is op ter plekke zeker te zijn van de oorzaken. Wat zeker is, is dat de ondiepe ondergrond beroerd is door meer dan natuurlijke klink en gewone peilveranderingen. Ook is zeker dat eerdere zettingen niet de specifieke gevolgen had als die nu ervaren worden, met als gevolg de mogelijkheid dat aan het maaiveld zettingen ontstaan, er sprake kan zijn van lateral spreading bij taluds en waterkanten en van liquefactie. Met als mogelijk gevolg:

- zettingschade aan woningen en landerijen;
- leidingen buigen/breken;
- wegen/spoorrails/dijken vertonen mankementen;
- de trillingen/golven planten zich over een groter gebied voort dan verwacht.

NB. Tiltmeters laten dit laatste duidelijk zien.

Opmerkingen

- Op meerdere plaatsen is er sprake van ernstige verstoring aan het maaiveld. Scheuren in wegen, onverklaarbare zakkingen bij woningen, het ontstaan van kuilen in landerijen, verzakte drainage, welwater dat naar het oppervlak komt.
- ‘Spontane’ zakkingen komen in grote getale voor, met als gevolg klemmende deuren, vensterglas dat plotseling breekt, schilderijen die telkens gaan scheefhangen, enz.
- Ongelijkmatige zettingen hebben altijd een oorzaak. Wanneer redelijkerwijs de zettingen niet ontstaan zijn door reguliere mogelijkheden als bij 3.2 vanaf punt 10 is de mogelijkheid dat zettingen zijn veroorzaakt door bevingen/trillingen het meest voor de hand liggend. Sowieso is grondonderzoek belangrijk. Wanneer NAM geen geologen daarbij betrekt, kan de uitslag nooit zuiver zijn. Wanneer NAM blijft volhouden dat de schade niet aardbevingsgerelateerd is, kan gevraagd worden hiervoor bewijzen aan te leveren.
- De bodem beweegt/trilt vaker dan in de media of door het KNMI naar buiten wordt gebracht. Bevingen kleiner dan M0.5 werden niet geregistreerd. Aan doorlopende trillingen evenwel kan een extra risicoaspect worden toegekend. “Door de inwerking van trillingen kan de stabiliteit van bouwwerken aangetast worden. Hierdoor ontstaat het risico van scheuren, in het ergste geval zelfs instortingen. Deze schade kan zowel door stoten als door continue trillingen veroorzaakt worden.” Bron: http://www.beizein.nl/trillingen%20arbo.htm

Conclusie

- Een betrekkelijk kleine beving kan meer schade genereren dan men verwacht

3.3 *Aantal instanties over bodemdaling en gevolgen trillingen*

TU Delft

Liquefactie en schade

Onderzoeker Leon van Paassen (TU Delft) legt uit dat schades aan huizen bij aardbevingen onder meer ontstaan als er los gepakt zand in de ondergrond aanwezig is, zoals in Groningen. *"Bij een trilling willen de los gepakte zandkorrels dichter naar elkaar toe bewegen. Daarvoor moet wel het grondwater wat tussen de korrels zit eruit worden geperst. Wanneer het water niet snel genoeg weg kan, komt het voor dat het gewicht van de bovenliggende grond niet meer door de korrels wordt gedragen, maar op het water rust, waardoor de zandlaag in vloeibaar 'drijfzand' verandert, met grote verzakkingen tot gevolg"*, legt Van Paassen uit.
Van belang is dus hoe dik de watervoerende zandlaag is.

Deltares

Gevolgen permanente grondbewegingen
Het rapport van Deltares d.d. aug. 2013 zegt:
"De volgende permanente grondbewegingen als gevolg van een aardbeving kunnen worden onderscheiden (O'Rourke, 1998):

- *Verweking van losgepakte granulaire gronden.*
- *Verdichting van granulaire gronden.*
- *Afschuiven van grondlichamen door de zwaartekracht.*
- *Tektonische grondbeweging langs breuken."*

Bron: Effecten geïnduceerde aardbevingen op kritische infrastructuur Groningen Versie 02, 13 augustus 2013, definitief

Aanbevelingen Deltares

"Voor meer gedetailleerde studies (t.a.v. bodemprofielen) moet echter wel rekening gehouden worden met lagere snelheden in de ondiepe grondlagen. Hiervoor zal gecorrigeerd moeten worden. Veldonderzoek zal de ondergrens van de slappe lagen moeten bepalen, die in aardbevingsanalyses gebruikt kunnen worden. Standaard veldonderzoek (sonderingen en boringen) geven hiervoor een goede basis. In kritische situaties kan overwogen worden om een seismische sondering, die direct de golfsnelheid meet, uit te voeren." Bron: Deltares Schade aan buisleiding door aardbeving fase 1 inventarisatie 2010 http://www.tcbb.nl/pdf/Schade_aan_buisleiding_door_aardbeving-versie3.pdf

"Met betrekking tot de permanente grondverplaatsing dient een geotechnische studie te worden uitgevoerd. Aan de hand van een geotechnische studie kunnen worden aangegeven:

- *Gebieden waar verdichting op kan treden.*
- *Gebieden die gevoelig zijn voor liquefactie.*
- *Kritische waarden voor taludhelling in combinatie met de ondergrond voor maximale waarde van de te verwachten grondversnelling."*

Bron: Rapport Deltares 2010 Schade aan buisleiding door aardbeving

In het rapport 'Effecten geïnduceerde aardbevingen op kritische infrastructuur Groningen Deltares 2014' staat dat sterk wordt aanbevolen om in Groningen een aantal verticale meetpunten te installeren waar zowel de trillingen als het verloop van de waterspanningen op verschillende diepten wordt gemeten. De resultaten hiervan kunnen worden gebruikt voor het verkleinen van de onzekerheden die samenhangen met de huidige modellen voor responsieberekeningen en verwekingsstudies.

Opmerkingen

- Onbekend is of deze aanbevelingen van Deltares uit 2010 en 2014 zijn opgevolgd.
- Het mag verwacht worden dat met name de meest kwetsbare plekken in beeld zijn gebracht. Niet alleen de Eemshaven, maar ook dorpen die mogelijk gevaar lopen.

Commissie Bodemdaling Groningen

Geen schade

*"De Commissie gaat er van uit dat er geen direct causaal verband is tussen bodemdaling door aardgaswinning en gebouwschade. Eventuele schade door aardtrillingen vallen buiten het bereik van bodemdalingsovereenkomst. Indirect zou bodemdaling schade kunnen veroorzaken door een relatieve peilverlaging. Aangezien de peilen zoveel mogelijk de bodemdaling volgen is schade door relatieve peilverlaging op een beperkt aantal plaatsen theoretisch mogelijk (o.a. Tweede schil Electraboezem). Deltares voert momenteel een onderzoek uit in hoeverre schade als gevolg van de peilverlaging in de tweede schil in de praktijk op kan treden. Schade door peilverlagingen kan optreden door ongelijkmatige zettingen in het afdekkende Holocene pakket. Ongelijkmatige zettingen van het Holocene pakket komen algemeen voor en worden in het algemeen veroorzaakt door verzakkingen onder invloed van het eigen gewicht en veranderingen aan de constructie. Het eventuele aandeel van de relatieve peilverlaging kan over het algemeen alleen theoretisch worden bepaald."*Bron: vragen/antwoorden 2010 in eigen beheer

De Commissie Bodemdaling zegt dat veel schade afkomstig zou zijn van eerdere peilverlagingen door het waterschap. *"Ter compensatie van de natuurlijke klink en ten behoeve van een verbetering van de Productieomstandigheden in de landbouw is het open waterpeil in de afgelopen 100 jaar in grote delen van het gebied meer dan 1m verlaagd. Zie figuur 5 en figuur 6 "*

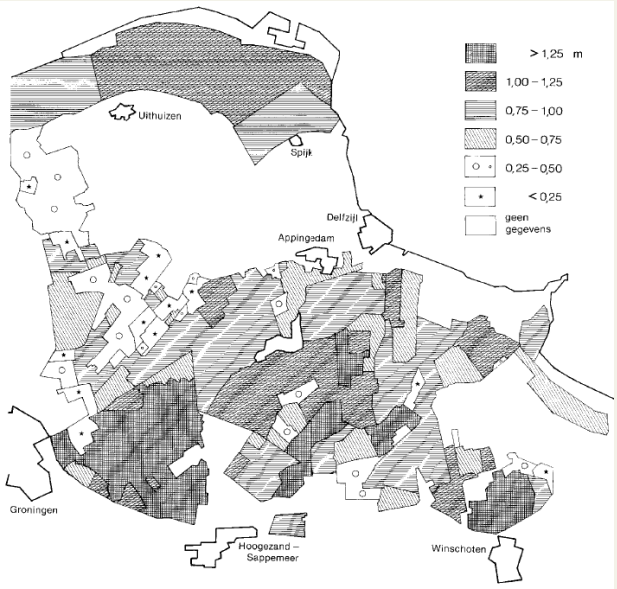


Fig. 8
Peilverlagingen in het onderzoeksgebied gedurende de periode 1888 – 1985.

Figuur 5

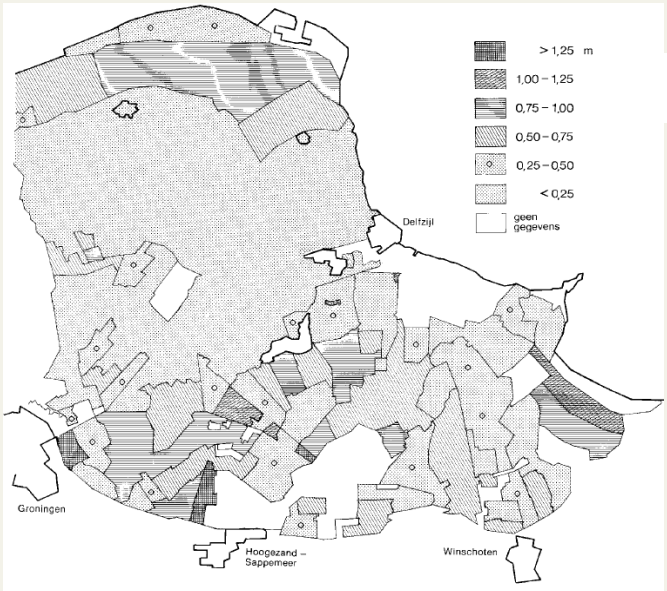


Fig. 9
Peilverlagingen in het onderzoeksgebied gedurende de periode 1960 – 1985.

figuur 6

Wanneer dit het geval is, zou in de loop van de jaren 90 meer schade moeten zijn geconstateerd. In een groot deel boven het Groningenveld is van 1960 tot 1985 slechts een daling geweest van minder dan 25cm.

Geen schade

Volgens de Commissie Bodemdaling Groningen ontstaat nog steeds geen schade door bodemdaling, noch door peilverlaging m.b.t. de bodemdaling als gevolg van compactie. Mocht er schade zijn dan is dit volgens hen zelden tot nooit een gevolg van gaswinning.

Bron: http://www.commissiebodemdaling.nl/gebouwschade/gevolgen-bodemdaling-/

Wel schade
De Commissie Bodemdaling Groningen zegt ook dat het mogelijk is dat de bovenste grondlagen, waarop de bebouwing rust, zodanig zettingen zullen ondergaan door wijzigingen in het peil van polder- en boezemwater, dat onder bepaalde omstandigheden scheurvorming in de bebouwing kan optreden.

Opmerking

- Twee tegenstrijdige uitspraken waardoor blijkt dat onderzoek bij zakking/zetting altijd geëist kan worden.

De Commissie Bodemdaling Groningen schreef in haar deelstudie 2 (uitgevoerd door Ingenieursbureau Grondmechanica te Delft, het Instituut TNO voor Bouwmaterialen en Bouwconstructies te Rijswijk en Ingenieursbureau Tauw BV te Deventer) dat het mogelijk is dat de bovenste grondlagen, waarop de bebouwing rust, zodanig zettingen zullen ondergaan door wijzigingen in het peil van polder- en boezemwater, dat onder bepaalde omstandigheden scheurvorming in de bebouwing kan optreden.

grondprofiel voornamelijk bestaande uit	toelaatbare grondwaterstandsdaling in m	toelaatbare slootpeilverlaging in m
klei	0,10	0,20
veen met kleidek	0,07	0,10
zand	0,24	0,30

De maximale relatieve peilverlagingen zijn gebaseerd op de meest ongunstige situatie met betrekking tot de grondgesteldheid.

"Over een afstand van meters kan bij inhomogene grond de stijfheid van de grond verschillen. Bij één en dezelfde toename van de belasting treden dan toch ongelijke zettingen op. Bij een inhomogene grond en een variërende grondwaterstand kunnen de effecten elkaar zowel versterken als verzwakken."
Bron: Studieresultaten betreffende ongelijkmatige zakkingen i.v.m. aardgaswinning in de provincie Groningen.
http://www.commissiebodemdaling.nl/files/Ongelijkmatige%20zakking%20deelonderzoek%201.pdf

Opmerkingen

- Het is mogelijk uit data af te leiden of de momenten van hoge grondwaterstanden primair door de neerslag en/of verdamping worden bepaald. Bron: ONDERZOEK NAAR DE OORZAKEN VAN DE PROBLEMATIEK BIJ WONINGEN IN DE OMGEVING VAN DE WATERINJECTIE ROSSUM -WEERSELO
- Het verband tussen bodembeweging en bodemdaling is door de Commissie Bodemdaling losgekoppeld. Schade als gevolg van bodemdaling door trillingen valt buiten haar bereik.
- De Cie. Bodemdaling Groningen verwijst daarom niet naar de bij bevingen vaak voorkomende verschijnselen van bodemdaling/-beweging als gevolg van liquefactie/verweking/vervloeiing, lateral spreading en volumeverandering van knipklei en zelden of niet naar de gevolgen door peilwijzigingen. Onderzocht wordt het zelden/nooit.
- Zettingschade kan volgens de Commissie Bodemdaling wel het gevolg zijn van peilveranderingen.
- De termen 'bodembeweging ' en 'bodemdaling' zorgen voor verwarring hetgeen verwarring en ruis veroorzaakt.
- Het inklinken van opstallen vindt vooral plaats tot drie jaar na de bouw. Natuurlijke klink heeft altijd al een rol gespeeld, maar nooit zo veel voorkomend en ernstig als de laatste jaren.

Tcbb

Taken
Het verband tussen opsporing, winning en bodembeweging wordt bekeken door de Technische commissie bodembeweging (Tcbb). De Tcbb is een onafhankelijke commissie met een aantal adviestaken:

- Advies geven aan de minister van Economische Zaken over de gevolgen van mijnbouw voor beweging van de aardbodem en mogelijk hierdoor ontstane schade;
- Advies geven over delfstofwinning en de hierdoor veroorzaakte bodembeweging aan burgers die hiermee te maken hebben;
- Onder voorwaarden advies geven aan burgers die door een dergelijke bodembeweging schade hebben ondervonden over de hoogte van een door de mijnonderneming hiervoor te geven vergoeding. De Tcbb kan dan een technisch onderzoek instellen naar de vraag of, en zo ja in hoeverre de schade is veroorzaakt door bodembeweging als gevolg van mijnbouw.

Opmerkingen

- Tiltmeters zijn sinds dat Haak ze heeft afgekeurd niet meer ingezet in Groningen ondanks dat TNO en StabiAlert de drift hebben geëlimineerd.
- *"Voor de permanente verplaatsingen door aardbevingen zijn de aspecten verweking en afschuiving relevant."* http://www.tcbb.nl/pdf/Schade_aan_buisleiding_door_aardbeving-versie3.pdf
  Dit betekent dat wanneer deze bewegingen niet gemeten worden ook niet meegenomen worden/zijn in de risico-analyses.
- Dat de Tcbb een onafhankelijke commissie zou zijn, wordt niet alleen door bewoners aan getwijfeld, maar ook door prof. Van Dunné. Zie Mijn en dijn in de Mijnbouwwet 2003. Het demasqué van een wetgever op het Groningen gasveld d.d. december 2014_http://njb.nl/Uploads/Magazine/PDF/NJB-144445.pdf

Website informatie

De Tcbb (Technische Commissie BodemBeweging) is op haar website nog steeds eenzijdig in haar oordeel over zettingschade. Als enige oorzaak wordt de relatieve stijging van de grondwaterstand gemeld waardoor schade aan gebouwen zou kunnen ontstaan.
"De Tcbb kan een technisch onderzoek instellen naar de vraag of, en zo ja in hoeverre zaakschade is veroorzaakt door bodembeweging als gevolg van mijnbouw. De commissie bestaat uit deskundigen op vele gebieden, zoals delfstofwinning, geologie, seismologie, grondmechanica, hydrologie, constructieleer en juridische aangelegenheden." Bron: http://www.tcbb.nl/over-ons/
Er wordt veel kennis geëtaleerd, maar over andere oorzaken van zettingschade als liquefactie/verweking, lateral spreading en volumeverandering in knipklei wordt met geen woord gerept.

Zettingschade bij stijgend grondwater

"Bij de huidige beoordeling van zettingen van gebouw en, met name funderingen op staal, wordt het effect van grondwaterstijging tengevolge van bodemdaling niet relevant geacht. Gezien de schadepatronen die toch optreden wil Tcbb dat nader onderzoeken, met name de kruip van grond bij grondwaterstijging.
Er zijn twee effecten, die bij stijgend grondwater zettingen van funderingen teweeg kunnen brengen.

1. *Bij stijgend grondwater neemt de effectieve gemiddelde normaalspanning (p) in de grond af, terwijl de schuifspanning (q) niet in dezelfde mate verandert. Dat betekent dat de spanningsverhouding q/p toeneemt. Het gevolg hiervan is dat de kruipsnelheid toeneemt. Ook neemt de kans op plastisch gedrag toe (kans op bezwijken).*
2. *Het evenwichtdraagvermogen bij funderingen op staal neemt af.*

Effect 1 is in de vakliteratuur nauwelijks onderzocht. Er is geen inzicht in de mate van (schuif)kruip en zetting ten gevolge van grondwaterstijging."
Bron: Onderzoek Tcbb Zettingschade bij grondwaterstijging, febr. 2012
http://www.tcbb.nl/pdf/OnderzoekTcbb-Zettingschade_bij_grondwaterstijging_Februari2012.pdf

Bodemdaling

"De methode Houtenbos is in wetenschappelijke zin duidelijk superieur, want hij gebruikt de meest actuele kennis van geodetische dataverwerkingsmethoden. Het gebruik van een tijd-plaats model voor bodemdaling maakt een statistische toetsing mogelijk op meetfouten, peilmerkmis-identificatie, peilmerkverstoring, abnormale bewegingsnelheid, onjuist a priori ruisniveau en autonome daling. De

aanpak is streng wiskundig zonder (veel) gebruik te maken van inzichten uit disciplines met een fysische achtergrond. Zonder tussenkomst van de gebruiker vindt scheiding van de totale bodemdaling plaats in verschillende componenten, die achteraf moeten worden toegedeeld aan fysische oorzaken. Mogelijk vraagt het meer studie of de methode voldoende gevoelig is voor het vaststellen van een eventuele autonome dalingscomponent. Omdat de verwerkingsmethode zeer complex en ondoorzichtig is en alleen te doen door ervaren geodeten met een goede achtergrond in statistiek, toetsingstheorie en vereffeningtheorie, is zij niet werkbaar voor kleine bedrijven en kan dan zelfs (door de vele knoppen) gevaarlijk zijn. De specialistische complexe software SuRe is (nog) niet voldoende gedocumenteerd. De grote volledigheid van de methode houdt tegelijk de beperking in." Bron: Van Meting naar daling http://www.tcbb.nl/pdf/Rapport_Van_meting_naar_daling_Tcbb2008.pdf

Het meten van bodembeweging en -daling

Reeds in 1996 verrichtte Haak, lid van de Tcbb (en destijds ook hoofd afd. seismologie KNMI) onderzoek naar bruikbaarheid van de techniek van tiltmeters en deed een aanbeveling om een gericht onderzoek te verrichten naar de praktische bruikbaarheid van hiervan i.v.m. de studie van processen waarbij bodembewegingen een rol spelen. In het Technisch Rapport TR 192 (Tiltmeting, een alternatief voor waterpassing. H.W. Haak, 1996) wordt door Haak letterlijk gezegd dat deze methode submillimeter bodemdaling kan aantonen binnen een klein gebied.

"Tiltmetingen kunnen voor een deel waterpasmetingen vervangen. Dit is vooral het geval wanneer er relatief snelle gecontroleerde veranderingen kunnen worden aangebracht in geologische structuren waarvan de omvang in goede verhouding staat met de diepte."

Tiltmetingen worden regelmatig met succes toegepast in de olie- en gasindustrie.

"Met name is contact gezocht met de gebruikers van de techniek: het United States Bureau of Mines (USBM). Het USBM zei dat tiltmetingen te gebruiken voor 'monitoring' om gebeurtenissen te zien aankomen, zoals grote zakkingen, en niet om veiligheid te waarborgen.

Er is ook contact geweest met Dr. G.R. Holzhausen van Applied Geomechanics Incorporated op advies van het USBM. Deze firma, die tiltmeters produceert, stelt met name dat tiltmetingen tot circa 1-2 km goede resultaten kunnen geven, maar dat naar hun oordeel veel dieper niet goed mogelijk is. Uitzonderingen zijn echter mogelijk (Pollard, 1979, pag. 53)."

Aanbeveling tot het meten van beweging (in enge zin)

"Er worden regels gesteld voor het inrichten van meetnetten en de frequentie van metingen voor de bepaling van bodemdaling door delfstofwinning. Deze regels waarborgen, dat er robuuste meetnetten ontstaan van goede kwaliteit en dat er voldoende metingen in ruimte en tijd worden uitgevoerd om het verloop van de bodemdaling, zoals vastgelegd in het winningplan, te kunnen volgen. De werkgroep geeft een aanzet tot regels."

Bron: Tcbb Van Meting naar Daling Bodemdaling door delfstofwinning November 2009

Overige plannen

"Individuele burgers kunnen worden geconfronteerd met ongelijkmatige zettingen van gebouwen door het veranderen van de grondwaterstand, waardoor gebouwschade kan optreden. De werkgroep geeft zich rekenschap van de verschillende invalshoeken; zij rekent het primair tot haar taak om de daling van de diepe ondergrond eenduidig vast te stellen, maar heeft de vragen vanuit andere belangen niet uit de weg willen gaan."

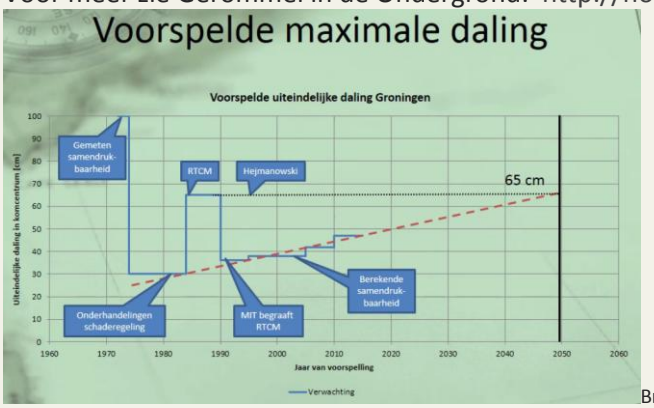
Bron: Tcbb Van Meting naar Daling Bodemdaling door delfstofwinning November 2009

"Het verdient aanbeveling om een gericht onderzoek te verrichten naar de praktische bruikbaarheid van tiltmetingen in verband met de studie van de processen waarbij bodembewegingen een rol spelen. Pas dan kan een volledig oordeel geveld worden over een specifieke toepassing van de tilttechniek."

Bron: Tiltmeting, een alternatief voor waterpassing. H.W. Haak, 1996, in persoonlijk bezit

Opmerkingen

- Opmerkelijk is dat de Tcbb de methode van Houtenbos wel accepteert omdat hij de meest actuele kennis van geodetische dataverwerkingsmethoden gebruikt.
  Voor meer zie Gerommel in de Ondergrond: http://houtenbos.org/Gerommel.mp4



Bron: Gerommel in de ondergrond, Houtenbos

  De Commissie Bodemdaling Groningen daarentegen volgt de methode van NAM.
- "De praktijk sinds de invoering van de Mijnbouwwet in 2003 komt erop neer dat vergoeding van schade aan particulieren eerder uitzondering dan regel is (afgezien van bagatel-schades), hoofdzakelijk omdat door de Tcbb geen causaal verband met door gaswinning veroorzaakte bevingen vastgesteld wordt (evenmin door daling)." Bron: Van Dunné: Mijn en dijn in de Mijnbouwwet 2003. Het demasqué van een wetgever op het Groningen gasveld d.d. december 2014
- Het mag vreemd genoemd worden dat de termen liquefactie, lateral spreading en volumeveranderingen in knipklei niet door de Tcbb genoemd worden. Sinds de jaren 70 wist men dat bij bevingen/trillingen liquefactie en lateral spreading zich zouden kunnen voordoen.
- De werkgroep OMEM (Onafhankelijk Meten Effecten Mijnbouw) heeft vanaf november 2015 4 keer een brief naar de Tcbb verzonden, na de belofte van terugkoppeling van een intern beraad over de uitnodiging een demonstratie mee te maken van de nieuwste tilttechnieken. Op 20 april is Vrouwenvelder als lid van de Tcbb opnieuw door mij hieraan herinnerd. Tot op heden is nog geen antwoord ontvangen.
- De Tcbb is een onafhankelijke commissie van deskundigen die de minister adviseert omtrent de mogelijke relatie tussen bodembeweging en winningsactiviteiten. De Tcbb is mede ingevoerd om de burger te assisteren bij de bewijslast in geval van aardbevingsschade in plaats van een omkering van de bewijslast.
  Maar De Tcbb heeft ook tot taak om in verband met de gevolgen van mijnbouwactiviteiten en de schade die daarvan het gevolg kan zijn de minister te adviseren over zaken betreffende de vergunningverlening en meet- en winningsplannen alsmede de minister desgevraagd inlichtingen te verstrekken ten aanzien van de uitvoerbaarheid van voorgenomen wettelijke voorschriften. Bron: NJB Martha Roggenkamp 24 september 2015

Conclusies

- De Tcbb was op de hoogte van differentiële zettingen en tiltmeters.
- De beloftes van 2009 om vragen over ongelijkmatige zettingen niet uit de weg te gaan, zijn loze beloftes gebleken.
- De aanbeveling om meer onderzoek te verrichten naar de praktische bruikbaarheid van tiltmetingen in verband met de studie van de processen waarbij bodembewegingen een rol spelen is volledig genegeerd.
- De Tcbb heeft nu geen belang meer bij tiltmeters. Het is de vraag wat haar van gedachten heeft doen veranderen.
- De Tcbb geeft onvoldoende openbare informatie over ongelijkmatige zettingen en de mogelijke oorzaken daarvan.

- De Tcbb doet onvoldoende onderzoek naar de effecten van bodembeweging.
- De Tcbb heeft twee tegenstrijdige en met elkaar onverenigbare doelstellingen: enerzijds het assisteren van burgers bij de bewijslast, anderzijds de minister te adviseren over zaken betreffende de vergunningverlening en meet- en winningsplannen alsmede de minister desgevraagd inlichtingen te verstrekken ten aanzien van de uitvoerbaarheid van voorgenomen wettelijke voorschriften.
- De Tcbb moet de minister informeren over meetplannen. Ze stelt ook dat tiltmetingen tot circa 1-2 km goede resultaten kunnen geven maar dat naar hun oordeel veel dieper niet goed mogelijk is. Het is niet te verklaren dat nog steeds de diepte van de bevingen op 3km wordt gesteld maar dat de nieuwst tilttechnieken niet mogen worden toegepast en dat de minister hiermee akkoord gaat.

SodM

Geen aandacht voor ongelijkmatige zettingen en schade

In het rapport van het SodM *'Seismisch risico Groningenveld Beoordeling rapportages & advies Staatstoezicht op de Mijnen dec. 2015'* wordt met geen woord gerept over ongelijkmatige bodemdaling, noch over de gevaren van liquefactie/verweking/vervloeiing, lateral spreading en volumeveranderingen van knipklei bij bevingen.
Ten aanzien van de aard en omvang van de schade concludeert SodM: *"De analyse van het seismisch risico van NAM gaat vooral over de veiligheid: de kans dat mensen gevaar lopen door het bezwijken van woningen. De mijnbouwwet geeft echter aan dat er ook maatregelen moeten worden genomen om schade aan gebouwen te beperken of te voorkomen."*

Weinig bekend over relatie PGA en schade

In het laatste jaarverslag (2014) schrijft het SodM: *"Ook was er verhoudingsgewijs nog weinig bekend over grondversnellingen en schade aan gebouwen."*

Onvoldoende structuur

In december 2015 zegt het SodM dat er nog onvoldoende structuur is in de technische bijlage bij het Meet- en regelprotocol om het seismisch risico systematisch te beheersen.
Bron: SodM *'Seismisch risico Groningenveld Beoordeling rapportages & advies Staatstoezicht op de Mijnen dec. 2015'*

Opmerking

- Hoewel het SodM in 2014 wijst op het feit dat er weinig bekend was over grondversnellingen en schade aan gebouwen, wil de Overheid deze relatie niet meten (of weten?).

Kennis samenstelling ondiepe ondergrond en de invloed van trillingsgolven

"Het niveau van de seismische dreiging blijkt in het gebied rond Loppersum lager dan in mei 2015 verondersteld. De oorzaak van de gunstiger uitkomst is, dat de onzekerheid in de berekeningen is afgenomen door een beter begrip van de samenstelling van de ondiepe ondergrond (tot ca. 200 meter diepte) en de ***invloed daarvan op de voortplanting van trillingsgolven****. Overigens blijkt uit de berekeningen van NAM dat het niveau van de seismische dreiging bij de stad Groningen en bij Delfzijl vrijwel niet is afgenomen ten opzichte van mei 2015.*
Bron: Seismisch risico Groningenveld Beoordeling rapportages & advies Staatstoezicht op de Mijnen Samenvatting dec. 2015

Strategische doelstellingen SodM

De Strategische doelstellingen voor 2012-2016 uit het jaarverslag 2013 van het SodM en behorend bij bodembeweging zijn:

- *Zo goed als mogelijk duidelijke grenzen te stellen en adequaat te monitoren, hierdoor moet (schade door) door bodembeweging zoveel mogelijk worden beperkt. Het is hierbij niet relevant of deze (schade door) bodem-beweging het gevolg is van gaswinning of van de ondergrondse opslag van stoffen;*

- *Rechtsbescherming van derden i.v.m. schade door bodembeweging, als gevolg van bedoelde (voormalige) activiteiten;*
- *Bovengenoemde doelstellingen worden gerealiseerd door de algemene verplichting tot zorg en nazorg, van zowel de vergunninghouder als van de Overheid. De Overheid stelt duidelijke regelgeving op en verbindt voorwaarden aan winnings- en opslag plannen, zodat de (schade door) bodembeweging beperkt wordt.*
- *Maken van plannen, zodat de (schade door) bodembeweging beperkt wordt.*

Ter informatie

- De uitgangspunten voor het toezicht dat SodM houdt op de delfstoffenwinning in Nederland zijn: veiligheid en gezondheid van burgers en werknemers, bescherming van het milieu en zorg voor onze natuurlijke hulpbronnen (doelmatige winning).
  Dit geeft aan dat het SodM niet bedoeld is om toezicht te houden of er voldoende en volgens state of the art gemeten wordt.
  De focus ligt op grote risico's.

Opmerkingen

- Een beter begrip van de samenstelling van de ondiepe ondergrond had moeten leiden tot zorgvuldiger taxaties waarbij grondonderzoek meegenomen wordt. In plaats daarvan worden veel taxaties minder zorgvuldig en professioneel uitgevoerd.
- Adequaat monitoren houdt ook in dat adequaat meetmateriaal wordt ingezet, zodat de relatie tussen trillingen/zettingen en de schade in kaart gebracht kan worden. Deze meters worden door de Overheid tot nu toe ontraden.
- Onder schade door bodembeweging valt ook schade als liquefactie/lateral spreading en de gevolgen van volumeveranderingen van zwelkleien.

Conclusies

- Het SodM zegt in 2012 oog te zullen hebben voor bodembeweging door gaswinning/-opslag, maar heeft tot nu toe onvoldoende aandacht voor de gevolgen van bevingen aan het oppervlak.
- De Overheid doet te weinig aan rechtsbescherming door tilt- en glasvezelmeters al jaren niet te willen installeren, ondanks dat overal ter wereld door seismische instituten deze meters gebruikt worden.

Prof. A. Verruijt over bodemdaling bij zoutwinning (Veendam e.o.)

"Van groot belang is ook dat in het ontginningsplan de bodemdaling aan een maximum is gebonden (65 cm). Dit betekent dat indien deze bodemdaling onverhoopt en onverwacht groter zou zijn, of sneller zou verlopen, de zoutwinning dient te worden beëindigd." Bron: Second Opinion Ontginningspian NEDMAG 2001 Prof. dr.ir. A. Verruijt, december 2001.

3.4 *Zettingschade volgens het 'Handboek aardbevingsschade'*

In het Handboek voor aardbevingsschade versie 3 februari 2015 – gebruikt door taxateurs van het Centrum Veilig Wonen – staat dat 'niet aan aardbeving gerelateerde zettingschade' kan veroorzaakt zijn door:

a) *Heiwerkzaamheden, het slaan van damwanden of een sterke toename van vrachtverkeer veroorzaken trillingen in de grond die inklinking of andere veranderingen (migratie) van de bodem ten gevolg hebben.*
   Dit effect zal sterker worden naarmate het heien van wanden of palen wordt gecombineerd met andere maatregelen, zoals uitgravingen en/of bodemdaling.

b) *Niet adequaat uitgevoerde grondverbeteringen of slecht/matig verdichtte grondophogingen kunnen ook leiden tot zettingen. De gevolgen worden meestal snel na de bouw zichtbaar, waardoor de oorzaak gemakkelijk is vast te stellen. Dat geldt niet voor in een grijs verleden gedempte sloten, zakputten of bomkraters waarop een gebouw geheel of gedeeltelijk is gefundeerd.*
In deze gevallen kan bodemtechnisch onderzoek (sonderingen), eventueel aangevuld met recherchewerk in gemeenten archieven, helpen de bron van de problemen bloot te leggen. Ook kan het nodig zijn oudere buurtbewoners te vragen naar de voorgeschiedenis van de plek.
c) *Uitgravingen in de nabijheid van gebouwen, met name in onsamenhangende grond (combinatie zand en grind) kunnen verzakkingen tot gevolg hebben als er geen passende voorzorgsmaatregelen worden genomen.*

In het 'Handboek aardbevingsschade' is te lezen dat scheuren vaak kunnen worden veroorzaakt door (ongelijkmatige) zettingen van de fundering.
Ook wordt schade toegeschreven aan niet bewezen oorzaken, als de zwaarte van de kapconstructie of thermische uitzetting.
"Bij woningen met bouwjaar van vóór 1940 is een veelvoorkomend schadebeeld dat door plaatselijke horizontale krachten (bijv. spatkrachten) op de buitenwand het metselwerk sterk naar buiten wordt geduwd waardoor het geheel gaat overhellen. De samenhang van het metselwerk wordt verstoord en zorgt hierdoor voor plaatselijk vervormingen."
Deze woningen zijn volgens het handboek 'zettingsgevoelig'. De oorzaak van dit schadebeeld staat volgens het handboek los van een aardbeving.
En: *"Door plaatselijke horizontale/verticale krachten op het metselwerk gaan verplaatsingen optreden. De samenhang van het metselwerk wordt verstoord en zorgt voor plaatselijke vervormingen. Het schadebeeld komt veel voor bij woningen met bouwjaar van vóór 1940. Deze woningen zijn zettingsgevoelig. De aardbeving is niet of slechts marginaal van invloed geweest op deze scheuren."*

Volgens het Handboek bevatten de eengezinswoningen van voor 1945 b relatief veel schades; met name scheuren. *"Debet hieraan zijn verschillende factoren:*
- *Vaak de wijze van funderen: smal en ondiep op staal.*
- *De samenstelling van de ondergrond: klei, veen, zand*
- *Een sloot nabij*
- *Een aanwezige kelder.*
- *Ouderdom en gebrek aan onderhoud van de materialen*

Deze factoren kunnen leiden tot ongelijkmatige zettingen die vervolgens leiden tot schade. Bij de eenvoudige woningen is sprake van toepassing van bouwmaterialen met geringe kwaliteit en eenvoudige of minder grondig doordachte detailleringen. Dit leidt onder andere tot indringing van vocht vanuit de bodem, de gevel of het dak met schade als gevolg."
Bij woningen gebouwd tussen 1945 en 1970 staat dat de getrapte scheuren onder en boven ramen in beide richtingen komen door ongelijkmatige zetting fundering (vaak verbrede metselwerkvoet) ten gevolge van aanwezigheid gevelopeningen, kelder of onvoldoende draagkrachtige grond. En dat getrapte scheuren op andere plekken zijn ontstaan door ongelijkmatige zetting van de fundering.

Bodemdaling wordt als gelijkmatig beschouwd. Over ongelijkmatige bodemdaling door andere oorzaken wordt niet gesproken.
Het Handboek meldt dan ook dat op grond van huidige inzichten het uitgangspunt is dat door aanpassing van grondwaterpeilen geen schade aan gebouwen te verwachten is.

Bron: Handboek voor aardbevingsschade versie 3 februari 2015

Ter informatie

- In het 'Handboek aardbevingsschade' staat dat de consultatieversie van april 2014, versie 2.0 een verdere ontwikkeling is van de eerdere consultatieversie naar aanleiding van commentaar van diverse partijen waaronder o.a. de GBB commentaar zou hebben geleverd. Hier moet worden bij vermeld dat er veel commentaar op was, hetgeen in een laatste vergadering met de Stuurgroep zou worden besproken. Deze vergadering heeft niet plaatsgevonden. De GBB was het op vele punten oneens met de toenmalige versie.
- Wanneer bij de Huizinge-beving (M3.6) sprake was van piekversnellingen tot ongeveer 0,1g, lijkt het onwaarschijnlijk dat bij een beving met M4.1 gesproken kan worden van een bijbehorende versnelling van 0,12g. De energie die vrijkomt bij een beving van M4.1 is 31 keer zo veel als bij een beving van M3.6.
- Het 'Handboek aardbevingen' van NAM gebruikt de uitkomsten van het rapport "The August 16, 2012_earthquake near Huizinge (Groningen)"
- In dit rapport staat dat maximale intensiteiten die behoren bij een ondiepe aardbeving met magnitude 4 tot 5, waarschijnlijk in de VI-VII range zullen liggen. Dezelfde intensiteiten zijn ervaren bij de Huizingebeving met magnitude 3.5..
- Houtenbos verwacht een kans van 23% op bevingen van 4.1 of zwaarder gedurende de periode 2014-2016, meer dan tweemaal zoveel als de 10% waarop de huidige afweging van het veiligheidsrisico en het pakket aan schadebeperkende maatregelen zijn gebaseerd Bron: Brief Minister Kamp aan Tweede Kamer, 17-01-2014, kenmerk DGETM / 14008697.

Opmerkingen

- Wat opvalt is dat de oorzaken vooral gezocht worden in reguliere schade, die niet als gevolg van gaswinning /-opslag gezien wordt.
- In het Handboek aardbevingen staat nauwelijks tot geen informatie over de ondiepe ondergrond.
- Twee keer komt het woord fundatie in dit handboek voor, het woord fundament wordt niet genoemd.
- "Spanning in de fundatie (scheur wordt naar boven wat wijder) waardoor de scheur zich manifesteert. Voordat herstel van de door de aardbeving verergerde schade kan worden uitgevoerd zal eerst een eventueel onderliggend probleem aan de fundering moeten worden opgelost." Dit is de enige keer dat gesproken wordt over herstel van fundatie.
- Niet aardbevingsgerelateerd is in de visie van het handboek bv. ongelijke fundatiedruk en de samenstelling van de ondergrond die aanleiding kunnen geven tot zetting.
- Onderzoek in archieven vindt wel plaats, maar alleen als er een vermoeden is dat de schade niet is veroorzaakt door gaswinning.
- Bodemonderzoek door onafhankelijke geologen wordt in het Handboek aardbevingen niet aanbevolen en blijft dus achterwege.
- In het onderzoek van de Tcbb 'Zettingschade bij grondwaterstijging, febr. 2012' staat: **"**Bij de huidige beoordeling van zettingen van gebouw en, met name funderingen op staal, wordt het effect van grondwaterstijging tengevolge van bodemdaling niet relevant geacht." Hierin wordt de term bodemdaling gerelateerd aan de term bodemdaling zoals verwoord in de Overeenkomst Groningen-NAM: "De daling van de bodem in de provincie Groningen sedert 1963, die een gevolg is van aardgaswinning." Ongelijkmatige bodemdaling wordt hierbij niet genoemd. Gedupeerden worden dit woordenspel op het verkeerde been gezet.

- Het ‘Handboek aardbevingsschade’ van de NAM laat zien hoeveel schade vastgesteld kan worden. Natte vingerwerk is geen uitzondering. Het verhaal van de bewoner wordt met name bij ernstige schade zelden geloofd laat staan meegenomen en bijgevoegd bij de taxatie. Dit kan namelijk van belang zijn bij eventuele geschillen.
- Dat de schade vergeleken met de schades voor 2005 vele malen ernstiger zijn wordt gemakshalve niet in het Handboek genoemd.
- Zettingschade komt vooral door ongelijkmatige zettingen aan het maaiveld. Het zijn vaak zeer lokale zettingsverschillen. Nooit eerder zijn zoveel lokale ongelijkmatige zettingen vastgesteld. Het al dan niet veranderen van de grondwaterspiegel kan niet als enige oorzaak te duiden zijn. Peilaanpassingen hebben nooit eerder zoveel lokaal verschillende zettingen veroorzaakt.
- De wetenschappelijk Technische Groep voor aanbevelingen inzake bouwrenovatie en monumenten (WTA) zegt in een rapport uit 2011 dat het belangrijk is om rekening te houden met het feit dat structurele problemen vaak van tijdsafhankelijke aard zijn; schadeprocessen zoals kruip (toenemende vervormingen en scheuren onder hoge permanente belasting), vermoeiing (schadetoename onder cyclische belastingen) en zettingen van de fundering kunnen de schade doen toenemen in de tijd zonder dat er een schijnbare verandering is in externe belasting van de structuur. Bron: http://www.wta-international.org/fileadmin/NL-Dateien/syllabi-folders/2-syllabi/2011-03-25_Scheuren_Scheefstanden__verzakkingen.pdf
- De oorzaken van schade door het Handboek genoemd waren altijd al in Groningen aanwezig, maar hebben nooit op een dergelijke schaal als heden voor zoveel schade gezorgd.

3.5 *Eisen aan gebouwen i.v.m. liquefactie*

“The performance of man-made structures during a major seismic event varies considerably due to a number of factors:

a. location with respect to active fault traces or areas prone to liquefaction or seismically-induced landslides;
b. the type of building construction (i.e. wood frame, unreinforced masonry, non-ductile concrete frame);
c. the proximity, magnitude, and intensity of the seismic event itself; and many other factors.

In general, evidence from past earthquakes shows that wood frame structures tend to perform well especially when their foundations are properly designed and anchored. Older, unreinforced masonry structures, on the other hand, do not perform as well, especially if they have not undergone appropriate seismic retrofitting.”

Bron: GEOLOGY, SOILS, AND SEISMICITY Draft Existing Conditions Report - City of Palo Alto - August 29, 2014

Ouder, niet versterkt metselwerk is dus minder goed bestand tegen bevingen vooral als ze geen voor bevingen geschikte ‘montage’ hebben. Dit houdt dus in dat fundamenten een belangrijke rol spelen.

Opmerking

- Fundamenten worden zelden tot nooit meegenomen in het taxatieonderzoek. Wel wordt bij het bevingsbestendig bouwen door Plegt-Vos in Bedum gebruik gemaakt van het DonutSystem® – een uitvinding van P. de Bruin –.

3.6 *3D-model verwekingsgevoelige lagen*

"De belangrijkste basis grondeigenschappen in relatie tot verwekingsgevoeligheid zijn de grondsoort en de pakkingsdichtheid. Deze bepalen, naast de grondwaterstijghoogte, ook de grondspanning. Voor Groningen is nog geen gedetailleerd 3D-model in GeoTOP beschikbaar. Daarom is gekozen om de puntinformatie weer te geven in stippenkaarten. De in DINO beschikbare informatie over de samenstelling van de ondergrond in de vorm van boorbeschrijvingen en sondeergrafieken is geaggregeerd tot overzichtskaarten, waarmee een inzicht in de aanwezigheid van verwekingsgevoelige lagen kan worden verkregen.
*In de stippenkaarten zijn om de locatie van de boringen en sonderingen de aangetroffen laagscheidingen als cirkels getekend, waarbij de straal van de cirkels een maat voor de diepte is. De laageigenschappen worden door middel van een (kleur)codering weergegeven. De stippenkaarten kunnen niet op een schaal weergegeven worden die een overzicht van het gehele studiegebied omvat. Deze kaarten zijn als GIS bestanden beschikbaar, zodat bij kritische constructies detailkaarten kunnen worden gemaakt. Om de informatie in overzichtskaarten weer te geven zijn gegevens gecombineerd."*Bron: Effecten aardbevingen op kritische infrastructuur Verwekingstudie, 15 januari 2014 Deltares, Opdrachtgever: ie van Economische Zaken

NB. In het rapport staat ook: "Onder **de aanname** dat cohesieve grondsoorten als **klei** en veen niet verwekingsgevoelig zijn.."

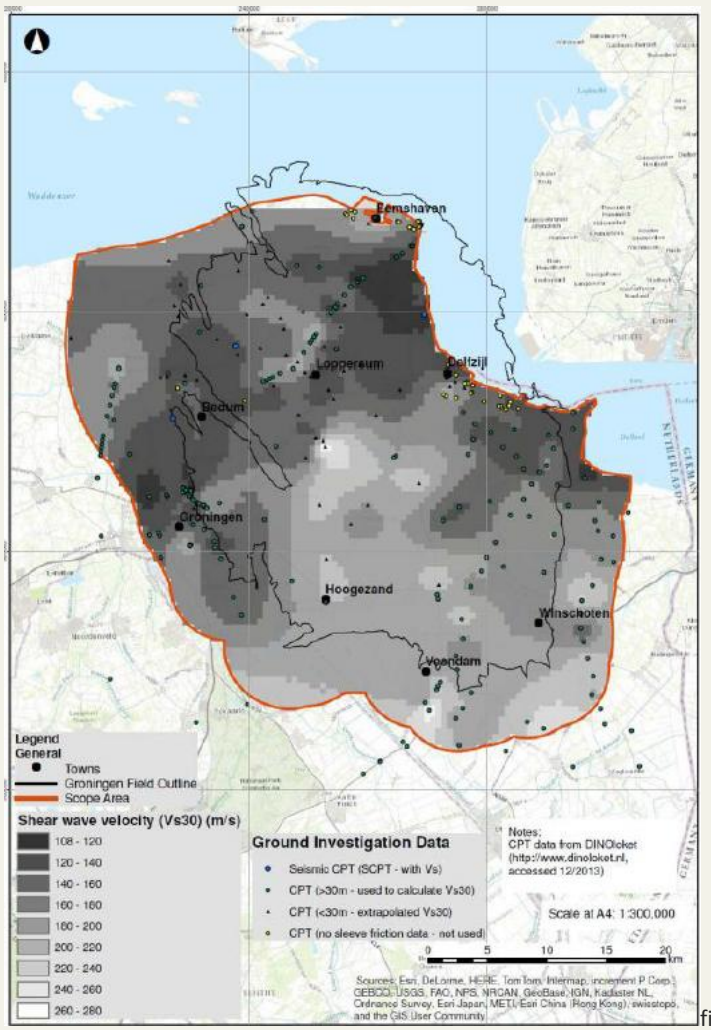
Opmerkingen

- Men is er van uit is gegaan dat liquefactie zich in Groningen niet eerder zou voordoen dan bij krachten vanaf 0,1g. Dit berust op een laboratoriumonderzoek. In de praktijk lijkt het dat liquefactie zich wel bij lagere trillingen/druk zou kunnen voordoen.
- Ga voor het zoeken van het Hydrogeologisch model naar: https://www.dinoloket.nl/bekijken-en-aanvragen-regis-ii
- Niet alle boringen staan vermeld op het Dino-loket.

3.7 *Kaarten ondiepe ondergrond*

De laatste contourenkaart (zie figuur 7) zou volgens Prof. R. Herber nauwkeurig zijn tot op 250m x 250m x 1m d waarin alle voorkomende grondtypes zijn meegenomen. Na kritiek hierop dat een terrein van 250m x 250m x 1m onvoldoende nauwkeurig was, gaf hij toe dat per locatie de ondergrond onderzocht zou moeten worden.
Per kavel kunnen nl. meerdere grondsoorten op verschillende dieptes voorkomen.

In het rapport van Deltares van juni 2015 'Geological schematisation of the shallow subsurface of Groningen. For site response to earthquakes for the Groningen gas field' staat dat de NAM Deltares heeft gevraagd om een gedetailleerd model van de ondiepe ondergrond onder Groningen te maken. Dit rapport opgesteld door Deltares beschrijft de kwartaire geologie van het gebied Groningen. Bij de voorbereiding van dit model van de ondiepe ondergrond onder Groningen, heeft Deltares gebruik gemaakt van de beta-versie van de gemaakte GEOTOP databank van TNO Geologische Dienst Nederland (TNO-NIGHT), aangevuld met meer recente gegevens.
"Low resolution prequel of GeoTOP. NL3D is a 3D model of the subsurface containing voxels of 250 m x 250 m and 1 m depth. Each voxel contains lithological information only, but on a nation-wide scale. The depth range of NL3D is from the surface to NAP-50 m. NL3D is not available at DINOloket."



figuur 7

Arup map of V_{s30}, based on a limited amount of CPT and SCPT data. Source: Villano and Neto, 2013, page 27.
Bron: Geological schematisation of the shallow subsurface of Groningen. For site response to earthquakes for the Groningen gas field. http://feitenencijfers.namplatform.nl/download/rapport/3b07c1cd-bd46-40cc-bfc7-2dfaac2ac6a7?open=true

Opmerkingen

- Hoe de ondiepe ondergrond zich bij aardbevingen gedraagt, is/wordt in de onderzoeken en taxatierapporten niet of nauwelijks meegenomen.
- Onderzoek naar de ondiepe ondergrond houdt in dat er verder moet worden gekeken dan de eerste meter.

3.8 *Wetgeving m.b.t. liquefactie in Californië*

Sinds 1990 is er een wet in Californië die zich richt op de gevaren van aardbevingen gerelateerd aan liquefactie en seismisch geïnduceerde landverschuivingen (lateral spreading).
"The Seismic Hazards Mapping Act, which was passed by the California legislature in 1990, addresses earthquake hazards related to liquefaction and seismically induced landslides. Under this Act, seismic hazard zones are mapped by the State Geologist in order to assist local governments in land use planning. The Act states "it is necessary to identify and map seismic hazard zones in order for cities and counties to adequately prepare the safety element of their general plans and to encourage land use management policies and regulations to reduce and mitigate those hazards to protect public health and safety."4 Section 2697(a) of the Act states that "cities and counties shall require, prior to the approval of a project located in a seismic hazard zone, a geotechnical report defining and delineating any seismic hazard."
Bron: GEOLOGY, SOILS, AND SEISMICITY Draft Existing Conditions Report - City of Palo Alto - August 29, 2014

Hst. 4
Eerder onderzoek gerelateerd aan liquefactie

4.1 *Amerika*

In Amerika kende men sinds 1968 de gevolgen van liquefactie:

Consequences of Liquefaction

Liquefaction can lead to three basic types of ground failure (Seed, 1968): flow landslides, landslides having limited movement (lateral spreads), and quick-condition failures. In addition, ejection of soil by sand blows and differential loosening and densifying of soil can cause differential settling of the ground surface. For sands, Youd (1978) has suggested that the type of ground failure induced by liquefaction is related to the ground surface slope, as table 3 shows.

Thickness and setting (for example, the depth or lateral continuity of the sand deposit) also need to be considered in determining the probable mode of ground failure. A thin, loose sand layer at a depth of 10 m in an otherwise nonliquefiable clay deposit is not likely to cause a bearing capacity failure, regardless of the ground surface slope. However, this condition might lead to a translational landslide on steep slopes or magnify ground surface movement due to lateral spreading in flat areas (Anderson and others, 1982).

Table 3. Ground slope and expected failure mode of coarse-grained deposits liquefied during earthquakes
[After Youd, 1978]

Ground surface slope (percent)	Failure mode
<0.5	Bearing capacity and ground oscilliation.
0.5–5	Lateral-spread landslides
>5	Flow landslide

Overview of Liquefaction 5

Bron: Liquefaction Potential in the Central Mississippi Valley by Stephen F. Obermeier
U.S. Geological Survey Bulletin 1831
https://books.google.nl/books?id=gwZelSWg6s0C&pg=PA5&lpg=PA5&dq=Anderson+and+others,+1982+lateral+spreading&source=bl&ots=Yl1_5l3Aou&sig=HrmoDuAZw4yUr1gb2R6YimstJ-o&hl=nl&sa=X&ved=0ahUKEwj61eC0sejLAhXDfQ8KHYmmDAcQ6AEIIjAA#v=onepage&q=Anderson%20and%20others%2C%201982%20lateral%20spreading&f=false

4.2 *Japan*

In 1977 was men in Japan op de hoogte van het vooral bij aardbevingen gepaard gaande fenomeen Liquefactie:

Tanimoto, K. (1977) "Evaluation of Liquefaction of Sandy Deposits by a Statistical Method," pp. 2201-2206 in *Proceedings of the Sixth World Conference on Earthquake Engineering, Volume 3*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

Tanimoto, K., and T. Noda (1976) "Prediction of Liquefaction Occurrence of Sandy Deposits During Earthquake by a Statistical Method," No. 256 in *Proceedings of the Japan Society of Civil Engineers*, Japanese Society of Civil Engineers, Tokyo, Japan.

Bron:
https://books.google.nl/books?id=oD4rAAAAYAAJ&pg=PA237&lpg=PA237&dq=Tanimoto,+K.+%281977%29+%E2%80%9CEvaluation+of+Liquefaction+of+Sandy+Deposits+by+a+Statistical+Method&source=bl&ots=aJYqhOUA3a&sig=xxvSdR9rz0z-RukH_UYaZwpS50Q&hl=nl&sa=X&ved=0ahUKEwiPp_Wa6ejLAhUFhA8KHaTtAf8Q6AEIIDAA#v=onepage&q=Tanimoto%2C%20K.%20%281977%29%20%E2%80%9CEvaluation%20of%20Liquefaction%20of%20Sandy%20Deposits%20by%20a%20Statistical%20Method&f=false

4.3 *Canada*

In Canada werd tijdens de dertiende 'World Conference on Earthquake Engineering' (d.d. augustus 2004) gesproken over Liquefactie:

*"It has the purpose of addressing protection of public safety in California from the effects of strong ground shaking, **liquefaction**, landslides, and other hazards caused by earthquakes. To implement the provisions of the Act, the California Geological Survey published guidelines for evaluation of seismic hazards other than surface fault rupture and for mitigation measures. The California Geological Survey is in the process of preparing and issuing 1:24,000 maps and delineating zones that may be susceptible to liquefaction and landslide hazards. The California Geological Survey established criteria to evaluate the regional seismic hazards and delineate the possible hazard zones."*

Bron: IMPLEMENTATION OF THE SEISMIC HAZARDS MAPPING ACT IN CALIFORNIA Marshall Lew and Charles R. Real
http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/13_3166.pdf

4.4 *Nederland (Groningen)*

Uit het rapport van NAM d.d. juni 2015 blijkt dat naar liquefactie/vervloeiing en lateral spreading in Groningen niet tot nauwelijks onderzoek is gepleegd.

"Since soil layers sensitive to amplification and soil layers sensitive to liquefaction consist of different lithological materials, the GSG-model constructed in this phase for site amplification cannot directly be translated to application for the liquefaction estimates. The geological areas for site amplification are based on extents of clay and peat layers, whereas specific types of sands are sensitive to liquefaction. Therefore, a geological model for liquefaction purposes needs to be constructed separately."*

Bron: Geological schematisation of the shallow subsurface of Groningen. For site response to earthquakes for the Groningen gas field; juni 2015
http://feitenencijfers.namplatform.nl/download/rapport/3b07c1cd-bd46-40cc-bfc7-2dfaac2ac6a7?open=true

* The **G**eological model for the **S**ite response at the **G**roningen Field

Vertaling:

"Aangezien bodemlagen die gevoelig zijn voor vergroting van de amplitude van trillingen van aardbevingen en bodemlagen die gevoelig zijn voor liquefactie tijdens een aardbeving, uit verschillende lithologische eenheden bestaan, kan het GSG-model – in deze fase ontwikkeld voor versterking van seismische golven op een locatie (site response) – niet direct worden gebruikt voor (de kans op) liquefactie. De geologische factoren belangrijk voor versterking van aardtrillingen (amplificatie) zijn gebaseerd op veen- en kleilagen, terwijl bepaalde soorten zand gevoelig zijn voor verweking. Daarom moet er een apart geologisch model worden ontwikkeld voor liquefactie."

Conclusie

- Vanaf 1968 hadden mijnbouwexploitanten weet van de gevolgen van liquefactie bij bevingen. De NAM cq Overheid hebben – ondanks dat al jaren het verschijnsel liquefaction bekend was en tiltmeters zijn aanbevolen – nagelaten voldoende onderzoek te verrichten naar de gevolgen en het kunnen voorkomen van liquefactie en lateral spreading in Groningen. Ook zijn tiltmeters niet ingezet om ongelijkmatige zettingen en schade aan opstallen in beeld te brengen.

Hst. 5
Verantwoordelijkheden

Wie is (wettelijk) verantwoordelijk voor:

1. het nauwkeurig in kaart brengen van differentiële zettingen;
2. onderzoek bij zettingschade;
3. onderzoek naar welke invloeden bevingen kunnen hebben op de ondiepe bodem;
4. het bepalen van wie wat waar moet meten;
5. het meten van de relatie zettingen/trillingen en schade.

Deze eenvoudige vragen naar waar de verantwoordelijkheden liggen zijn niet zo gemakkelijk te beantwoorden.

Om te beginnen is het van belang te weten wat het Mijnbouwbesluit zegt over het meten van bodembeweging.
Daarna zullen de verantwoordelijkheden van diverse instanties aan bod komen. Opmerkingen die met deze verantwoordelijkheden te maken hebben staan in donkerrood genoteerd.

5.1 *Mijnbouwbesluit* I

n deze paragraaf wordt de letterlijke tekst weergegeven zoals die in het MijnBouwBesluit is opgenomen t.a.v. metingen.

"HOOFDSTUK 4. HET METEN VAN BODEMBEWEGING
§ 4.1. Metingen met het oog op bodembeweging
Artikel 30

1. De uitvoerder verricht metingen naar bodembeweging ten gevolge van het winnen van delfstoffen of aardwarmte als bedoeld in artikel 41 van de wet. De metingen worden verricht overeenkomstig een meetplan.
2. De uitvoerder dient het meetplan in bij Onze Minister voor ieder voorkomen waaruit wordt gewonnen.
3. Het meetplan behoeft de instemming van Onze Minister alvorens met de winning wordt aangevangen.
4. Onze Minister beslist over het meetplan binnen acht weken na indiening ervan. De instemming is van rechtswege gegeven, indien Onze Minister niet binnen de instemmingstermijn een beslissing heeft genomen. De instemming van rechtswege wordt voor de mogelijkheid van bezwaar en beroep gelijkgesteld met een besluit als bedoeld in artikel 1:3, eerste lid, van de Algemene wet bestuursrecht.
5. Onze Minister kan de instemming onder beperkingen geven en aan zijn instemming voorschriften verbinden.
6. Het meetplan beslaat de termijn van de winning en de daarop volgende dertig jaren. De uitvoerder actualiseert het meetplan gedurende de periode van winning en de daarop volgende vijf jaren jaarlijks en verstrekt daarvan voor 1 november afschrift aan Onze Minister. Onze Minister kan de uitvoerder een aanwijzing geven omtrent de tijdstippen waarop en de plaatsen waar gemeten wordt.
7. Het meetplan bevat tenminste een beschrijving van:
    a. de tijdstippen waarop de metingen worden verricht;
    b. de plaatsen waar gemeten wordt, en
    c. de meetmethoden.
8. Een van de tijdstippen, bedoeld in het zevende lid, onderdeel a, ligt voor de aanvang van de winning.

9. Bij ministeriele regeling kunnen nadere regels worden gesteld omtrent het meetplan."

Artikel 31

1. De uitvoerder draagt ervoor zorg dat de metingen op een zorgvuldige en betrouwbare wijze plaatsvinden.
2. De uitvoerder overlegt de resultaten van de eerste meting, bedoeld in **artikel 30, achtste lid**, uiterlijk twee weken voor de aanvang van de winning aan de inspecteur-generaal der mijnen.
3. De uitvoerder overlegt de resultaten van de metingen twaalf weken na het verrichten van de metingen aan de inspecteur-generaal der mijnen.
4. Bij ministeriele regeling kunnen nadere regels worden gesteld omtrent de inhoud van en de wijze van verstrekking van de meetresultaten.

Artikel 32

De artikelen 30 en 31 zijn van overeenkomstige toepassing op de opslag van stoffen.

§ 4.2. **Zoutholten**

Artikel 33

In geval van zoutwinning en opslag van stoffen in een door zoutwinning ontstane holruimte bevat het meetplan, bedoeld in artikel 30, eerste lid, tevens een beschrijving van:

a. de tijdstippen waarop metingen in de holruimte worden uitgevoerd, en
b. de methode die voor het uitvoeren van holruimtemetingen wordt gebruikt.

1. De uitvoerder overlegt de resultaten van de metingen, alsmede op de metingen gebaseerde holruimtekaarten en holruimtedoorsneden uiterlijk twaalf weken na het verrichten van de metingen aan de inspecteur-generaal der mijnen.
2. De holruimtekaarten en holruimtedoorsneden worden onverwijld bijgewerkt, zodra nieuwe gegevens beschikbaar komen.
3. Bij ministeriele regeling kunnen nadere regels worden gesteld omtrent de in het tweede lid bedoelde kaarten en doorsneden.

Bron: http://wetten.overheid.nl/BWBR0014394/2013-01-01#Hoofdstuk

5.2 *Het nauwkeurig in kaart brengen van differentiële zettingen*

Shell

Differentiële zettingen worden onvoldoende in kaart gebracht, ondanks dat volgens Shell tot op de millimeter nauwkeurig de ondergrond in kaart kan worden gebracht.

"Radar Satelietmetingen (InSAR); waarbij terreinoppervlakten van 100 bij 100 kilometer worden afgetast door remote sensingsatellieten, bijvoorbeeld van de ESA. Door de ontwikkeling van speciale rekenmethodieken in samenwerking met de TU Delft, is deze methode inmiddels ook in staat om van een begroeid, schaars bewoond gebied, waarin relatief weinig meetpunten (zoals gebouwen) voor een reflectie van het radarsignaal aanwezig zijn, toch een op millimeters nauwkeurige meting te doen."

Bron: http://www.electronicsandbooks.com/eab1/manual/Magazine/S/Shell%20Venster%20NL/200905%20%5B32%5D.pdf

Commissie Bodemdaling en Shell

In 1987 was men (onduidelijk wie) al bang dat gaswinning ongelijkmatige zakkingen zou kunnen veroorzaken. Niet als gevolg bevingen, maar van compactie. Op verzoek van NAM heeft Shell (de laboratorium afdeling KSEPL) m.b.v. computerprogramma's een studie verricht naar mogelijke breukbeweging door gasproductie uit het Groningenveld. De vraag was of blijvende vervorming, eventueel in de vorm van een breuk, zich zover naar boven toe kon voortplanten dat ze het maaiveld zou kunnen bereiken waardoor er plaatselijk ongelijkmatige bodemdaling zou kunnen ontstaan. Uitgaande van een drukafname van 300 bar en een reservoircompactie van 0,65m zal optreden, gaven de uitgevoerde modelstudies aan dat het ontstaan of reactiveren van een breuk ten gevolge van gaswinning niet zou voorkomen.

Het SodM en de Rijks Geologische Dienst hebben zowel de publicatie als het rapport bestudeerd en geautoriseerd.

- Uit dit rapport blijkt dat de conclusies op laboratoriumproeven en computerberekeningen zijn gebaseerd.

Houtenbos

"Bodemdaling en aardbevingen door gaswinning pakken in de praktijk veel ernstiger uit dan voorspeld. De onzekerheden blijken zo groot dat voorspellingen op basis waarvan wordt vergund, niet meer dan een slag in de lucht zijn. Door gesjoemel met metingen blijven fouten in de theorie van het voorspellen structureel onder de radar. Dat stelt bodemdalingsanalist Adriaan Houtenbos in zijn rapport 'Gesjoemel met bodembeweging'.
Houtenbos trekt zijn conclusies op basis van bodemdalingsanalyses over twee decennia. De bodemdaling door gaswinning komt trager op gang dan de theorie aangeeft, ontwikkelt zich niet proportioneel met de drukdaling en stopt niet als de kraan dicht gaat. Bovendien zijn bodemdalingskommen dieper en steiler dan voorspeld.
Gaswinning wordt vergund op basis van een voorspelling vooraf. Bij Franeker is deze voorspelling vooraf een factor zes te laag gebleken. Indicaties voor Noordoost Friesland wijzen in dezelfde richting. Door de onbetrouwbaarheid van de voorspellingen zijn de gevolgen voor mens en natuur niet te overzien. Telkens worden we verrast door ernstiger bodemdaling en bevingen. Ook met de hand aan de kraan blijft de vraag of dijken, het wad en gebouwen toekomstbestendig zijn.
Aansprakelijkheid voor schade wordt achteraf bepaald op basis van de vastgestelde daling. Opvallend genoeg wordt deze niet onafhankelijk, direct uit de metingen bepaald, maar door de gasproducent zelf op basis van een onjuist bevonden theorie. Sjoemelfactoren, die de theorie schijnbaar met de metingen in overeenstemming brengen, leiden in de praktijk tot ernstige onderschatting van de werkelijk door gaswinning veroorzaakte daling. Deze was bij Franeker 40% hoger dan de daling vastgesteld door de gasproducent.
De onbetrouwbaarheid van voorspellingen is volgens Houtenbos een gevolg van de manier waarop delfstofwinning in Nederland geregeld is. "De overheid, met zelf grote belangen bij gaswinning, geeft producenten teveel ruimte om zelf te bepalen wat onderzocht wordt en wie toegang krijgt tot onderzoeksgegevens. Onafhankelijke en evenwichtige afweging van de belangen van gasproducenten en de schatkist enerzijds en die van de leefomgeving anderzijds is daardoor in de praktijk niet mogelijk. Nu keurt de slager zijn eigen vlees. Dat moet stoppen." aldus Houtenbos.
Houtenbos was eind jaren '90 bij NAM verantwoordelijk voor de meetkundige verificatie van bodemdalingsvoorspellingen en was de afgelopen jaren als onafhankelijk stuurgroeplid betrokken bij onderzoek naar de oorzaken van afwijkend bodemdalingsgedrag in opdracht van minister Kamp. Uit onvrede met opzet en uitvoering van dit onderzoek, besloot Houtenbos zijn kennis en ervaring direct met andere partijen te delen en zo de mogelijkheid te bieden belangen van milieu en leefomgeving beter te verdedigen tegen de machtige lobby van delfstofproducenten."
Bron: http://bodemdaling.houtenbos.org/in-the-news

- Opnieuw blijkt dat mijnbouwmaatschappijen de vrijheid krijgen mee te mogen bepalen wat onderzocht wordt en wie toegang krijgt tot onderzoekgegevens.

Winamer Belang

In een brief aan de Gedeputeerde Staten van Friesland d.d. 4 febr. 2016 schreef het 'Winamer Belang': *"Beeldvormende radar maakt het mogelijk om dag en nacht, ook in bewolkte omstandigheden, het aardoppervlak waar te nemen vanuit satellieten. De radar zendt duizenden pulsen per seconde uit, die weerkaatsen op het aardoppervlak. Geavanceerde technieken verwerken de ontvangen reflecties vervolgens tot een radarbeeld met pixels van zo'n 7 x 25 m. Binnen de pixel zijn er bepaalde objecten, zoals lantarenpalen en daken van huizen, die het dominante aandeel hebben in de waargenomen reflectie. Voor de objecten met een dominant aandeel en een stabiele reflectie door de tijd kan de deformatie worden bepaald."*

- **De mijnbouwmaatschappij bepaalt mee wat onderzocht wordt. Verantwoordelijk voor het duidelijk in kaart brengen van zettingen op het maaiveld lis NAM niet.**

5.3 *Onderzoek bij vaststelling zettingschade*

Onderzoek bij het vaststellen van zettingschade houdt in dat bij een schadetaxatie plaatselijk onderzoek gedaan moet worden naar de oorzaken, ook van zettingschade. Maar steeds meer schade krijgt zonder onderzoek naar de oorzaak daarvan, de status van C-schade.
NAM is volgens art. 177 van het Burgerlijk Wetboek is aansprakelijk voor de schade die ontstaat door:

a. uitstroming van delfstoffen als bedoeld in artikel 1, onderdeel a, van de Mijnbouwwet als gevolg van het niet beheersen van de ondergrondse natuurkrachten die door de aanleg of bij de exploitatie van het werk zijn ontketend;
b. beweging van de bodem als gevolg van de aanleg of de exploitatie van dat werk.
   Bron: http://www.wetboek-online.nl/wet/BW6/177.html

Dit betekent dat wanneer bij zettingschade (= schade door bodembeweging) twijfel bestaat omtrent de oorzaak, deze niet alleen door bouwkundigen mag worden beoordeeld (aan de hand van het Handboek aardbevingsschade), maar ook dat (onafhankelijke) geologen bij het zoeken naar oorzaken van zetting bij de taxatie betrokken zullen moeten.
Tot op heden is dit niet het geval.
Wanneer NAM bij de taxaties naast bouwkundigen geen professioneel onderzoek door geologen naar de ondiepe ondergrond laat verrichten, vertoont het onderzoek grote manco's. Met het creëren van rechtsongelijkheid als gevolg.

- **NAM is aansprakelijk voor schade door gaswinning. Zetting kan het gevolg zijn van bevingen/trillingen. Wanneer het aannemelijk is dat aardbevingen/trillingen wel zettingschade kunnen veroorzaken, zal de NAM verplicht zijn bij taxaties grondonderzoek te verrichten naar de oorzaken van lokale zettingen. Dit onderzoek zou niet alleen door bouwkundigen maar ook door (onafhankelijke) geologen moeten worden verricht.**
- Koplopers als Geodelft, de Tcbb, Deltares, TNO zouden zich veel meer moeten bekwamen in de werkelijke gevolgen van bevingen in de ondergrond en welke schades hierdoor kunnen ontstaan. Hieronder valt bv. het berekenen van de relaties tussen bevingen/zettingen en schades, maar ook een kaart met locaties die extra aandacht moeten hebben (waterkanten, aanwezigheid van dikke pakketten zanderige gronden (of zand gemengd met klei) in de ondiepe ondergrond, locaties waar het waterpeil problemen kan opleveren, enz.).

5.4 *Onderzoek invloeden bevingen op de ondiepe bodem*

Er zijn enkele onderzoeken gedaan naar de ondiepe ondergrond, maar de relatie tussen bevingen en de ondiepe ondergrond is structureel door bijna onderzoeksbureaus onvoldoende behandeld.

- **Wie verantwoordelijk gehouden mag worden voor onderzoek naar de invloed van bevingen/trillingen op de ondiepe bodem is niet duidelijk. Onderzoeksbureaus krijgen geen opdrachten om uit te zoeken waar verantwoordelijkheden liggen.**

5.5 *Wie bepaalt door wie, wat en waar moet worden meten*

Het Mijnbouwbesluit (wetgeving)

In het Mijnbouwbesluit artikel 30 punt 6 en 7 staat:
"De uitvoerder verricht metingen naar bodembeweging ten gevolge van het winnen van delfstoffen of aardwarmte als bedoeld in artikel 41 van de wet. De metingen worden verricht overeenkomstig een meetplan.
De uitvoerder dient het meetplan in bij Onze Minister voor ieder voorkomen waaruit wordt gewonnen.
Het meetplan behoeft de instemming van Onze Minister alvorens met de winning wordt aangevangen.

Het meetplan beslaat de termijn van de winning en de daarop volgende dertig jaren.
De uitvoerder actualiseert het meetplan gedurende de periode van winning en de daarop volgende vijf jaren jaarlijks en verstrekt daarvan voor 1 november afschrift aan Onze Minister. Onze Minister kan de uitvoerder een **aanwijzing geven omtrent de tijdstippen waarop en de plaatsen waar gemeten wordt**.
Het meetplan bevat tenminste een beschrijving van:

a. de tijdstippen waarop de metingen worden verricht;
b. de plaatsen waar gemeten wordt, en
c. de meetmethoden."

Conclusies

- **De wet geeft geen informatie over welke meettechnieken bij het winnen van gas en zout ingezet moeten worden.**
- **De mijnbouwer is verantwoordelijk voor meten van de bodembeweging, maar niet voor wat er precies gemeten moet worden en de manier waarop.**
- **De mijnbouwer is verantwoordelijk voor het indienen en het actualiseren van een meetplan.**
- **De minister is niet verantwoordelijk voor het geven aanwijzigen kan geven omtrent de tijdstippen waarop en de plaatsen waar er gemeten kan worden: hij kan aanwijzingen geven, maar is hiertoe niet verplicht. Kamerbrede moties over het meten worden niet door de minister opgevolgd (zie brief aan de Kamer 24 febr. 2016).**
- **Nergens staat vermeld wie verantwoordelijk gesteld kan worden voor welke meettechnieken ingezet moeten worden.**

Ministerie van EZ

De minister schrijft aan de Kamer op 24 februari 2016:
"In het eerste studie- en meetplan van december 2012 werd voorzien dat meerdere meettechnieken, inclusief tiltmeters, zouden worden ingezet om zoveel mogelijk aspecten van bodembewegingen te meten. Op grond van de ervaringen met de diverse meettechnieken heeft NAM het studie- en meetplan geactualiseerd. Daarbij heeft men vooralsnog afgezien van het inzetten van tiltmeters. Niet omdat deze instrumenten niet bruikbaar zijn, maar omdat men met een combinatie van andere technieken vergelijkbare en/of meer relevante informatie verkrijgt."

- De minister zegt dat 'men' met een combinatie van andere technieken vergelijkbaren en/of meer relevante informatie verkrijgt.
  Het klopt wat de minister zegt, maar het antwoord zet de burgers op het verkeerde been:
  a. Andere technieken als glasvezelmetingen kunnen inderdaad min of meer dezelfde informatie geven;
  b. De minister betrekt de zin: "Niet omdat deze instrumenten niet bruikbaar zijn, maar omdat men met een combinatie van andere technieken vergelijkbare en/of meer relevante informatie verkrijgt." niet bij het al dan niet implementeren van deze combinatie van technieken. M.a.w. hij liegt niet, en de burger leest er misschien wel overheen. Deze 'techniek' wordt meerdere malen gebruikt.

NAM

"Sinds het vorige Winningsplan (2013) zijn diverse verbeteringen voorgesteld en doorgevoerd in de afhandeling van gebouwschade. Naast de overdracht van schadeafwikkeling naar het CVW (en blijvende inspanning om protocollen te corrigeren en objectiveren) is in samenspraak met de NCG een set werkafspraken uitgewerkt. Deze afspraken dienen ervoor te zorgen dat de schademeldingen voortvarend worden afgehandeld en dat eigenaren in complexe situaties niet zelf op zoek hoeven naar de weg voorwaarts." Bron: Winningsplan 2016

“Wat wij doen is het kortste samen te vatten als het proces van opsporen, boren, produceren van aardgas en vervolgens het weer opruimen van de winningslocatie. Een proces van tientallen jaren per locatie.” Bron: http://www.nam.nl/nl/about-nam/natural-gas/natural-gas-on-land.html
Om na te gaan of de gaswinning onder de Waddenzee verloopt zoals verwacht, worden er continu metingen uitgevoerd. Hiervoor stelt NAM een winningsplan, meetplan en monitoringsplan op. Deze plannen zijn wettelijk verplicht. http://www.nam.nl/nl/our-activities/gas-waddenzee/meten-en-monitoren.html
Doel van het Meet- en Regel Protocol 2016 is onder meer het meten van **de seismiciteit** en het eventueel bijsturen om de risico’s binnen de basisveiligheid en overige randvoorwaarden te houden.
Bron: Winningsplan 2016
Het **KNMI** bepaalt samen met NAM de locaties waar meters komen te staan.
Bron: Study and Data Acquisition Plan 2016

- **NAM is niet verantwoordelijk voor het meten van schade.**
- **KNMI is met NAM verantwoordelijk voor de locaties van meters.**

5.6 *Het meten van de relatie zettingen/trillingen en schade*

Tcbb

Industrieleidraad Technisch Platform Bodem beweging
“De meetplicht moet worden gezien tegen de achtergrond van de positie van de burger tegen schade door bodemdaling.”

Deze industrieleidraad gaat vooral over het meten van de ‘gelijkmatige’ bodemdalingsschotel veroorzaakt door de compactie in de diepe ondergrond.
De Technische Commissie Bodembeweging (Tcbb) is volgens artikel 114 van de mijnbouwwet ingesteld om over gevolgen (schade) door mijnbouwactiviteiten te adviseren.
De commissie wordt er in haar functioneren mee geconfronteerd dat er geen eensluidende opvatting bestaat ten aanzien van de methodiek voor het verwerken van hoogtemetingen om bodemdaling door delfstoffenwinning eenduidig vast te stellen.
Er staat ook in dat de mijnbouwmaatschappij overleg pleegt met SodM indien de aanpassing van het meetplan bij wijziging van en winning/opslagplan zou leiden tot onredelijke eisen ten aanzien van het netontwerp en/of de frequentie in relatie tot de geprognosticeerde bodembeweging. In overleg wordt dan besloten of en op welke wijze het meetplan kan/moet worden aangepast.
Dit overleg kan er tevens toe leiden, **dat de Mijnbouwmaatschappij een voorstel doet aan de TPB** om te komen tot aanpassing/verbetering van de industrieleidraad.
De TPB heeft besloten dat uiterlijk in 2018 meetplannen moeten voldoen aan de **gestelde eisen in deze leidraad. Dat geldt dus voor <u>alle</u> meetplannen, die per 1 november 2017 moeten worden ingediend** (genaamd ‘**Meetplan 2018**’).

- Er is geen eensluidende opvatting t.a.v. de methodiek voor het verwerken van hoogtemetingen.
- Wat opvalt in deze leidraad is dat er vooral wanneer het verantwoordelijkheden betreft vaak gesproken wordt in de lijdende vorm of van plannen/rapporten/besluiten/enz.
- Uiterlijk voor 1 november 2017 moeten de meetplannen worden ingediend. Het Kabinet streeft ernaar om vóór 1 oktober 2016 een definitief besluit over gaswinning uit het Groningen-gasveld te nemen.
  Het meetplan 2018 was bij het schrijven van dit stuk nog niet beschikbaar.
- **Het Technisch Platform Bodembeweging als onderdeel van de Tcbb voelt zich niet verantwoordelijk voor het indiceren van meters die anders meten dan de ‘gelijkmatige bodemdaling’ als gevolg van de compressie in de diepe ondergrond.**

Ter informatie

- Schade aan gebouwen door tectonische aardbevingen wordt doorgaans uitgedrukt in de **schadegradatie** of Damage State (DS, in relatie tot de constructieve status) volgens de Europese schaal voor seismiciteit (EMS). Deze schadegradaties en de benadering rond de actuele DS1 en DS2 schades worden hieronder beschreven.

Voor metselwerk gebouwen zijn de schadegradaties weergegeven in onderstaande figuur.

Gradatie 1: Verwaarloosbaar tot lichte schade (geen constructieve schade)

- Haarscheurtjes in een enkele muur;
- Neervallen van slechts kleine stukjes pleisterwerk;
- In een enkel geval vallen van loszittende stenen.

Gradatie 2: Matige schade (lichte constructieve schade)

- Scheuren in veel muren;
- Vallen van grotere stukken pleisterwerk;
- Vallen van delen van schoorstenen.

Gradatie 3: Aanzienlijke tot zware schade (matige constructieve schade)

- In de meeste muren grote en diepe scheuren;
- Dakpannen glijden weg;
- Schoorstenen breken op de daklijn;
- Breuk van enkele niet-constructieve onderdelen.

Gradatie 4: Zeer zware schade (zware constructieve schade)

- Ernstige breuken in muren;
- Gedeeltelijk bezwijken van constructieve onderdelen van daken en vloeren.

Gradatie 5: Verwoesting (zeer zware constructieve schade)

- Algehele of vrijwel totale ineenstorting.

Een paar quotes uit het winningsplan 2016

- *"Zettingschade is doorgaans geen gevolg van die gelijkmatige daling."*
- *"Door een scherper beeld van de schades en het schadepotentieel, de maatregelen om het afhandelingsproces en de koppelkansen te optimaliseren en de validatie van dat beeld via het Meet- en Regelprotocol en de toekomstige 'event' rapporten is de schade naar verwachting proportioneel in verhouding met de winning."*
- *Eén van de leidraden: "Voortvarende afhandeling van schade en versterking waar noodzakelijk."*
- *"De bevindingen worden verwerkt in een schade kalibratiestudierapport. Deze studie zal vergelijkbaar zijn met de TNO studie "Kalibratiestudie schade door aardbevingen", referentie TNO-034-DMT-2009-04435 "*
- *"Schade door bodembeweging dient expliciet aan bod te komen (zie Mbw, art.33 en Mbb, art.24q en 24s) waarbij van NAM wordt verwacht dat de acceptatie van mogelijke schade wordt afgezet tegen de eigen interne veiligheidssystemen en acceptatiecriteria."*
- *"In het geval van een voorgezette productie blijven de schade- en hindereffecten voor de bewoner bestaan.* ***Vanuit de Risicomethodiek zijn daarom, opvolgend op DS5, tevens de DS4 en DS3 relevant geacht."***

NAM

In het '*Study and Data Acquisition Plan for Induced Seismicity in Groningen Planning Report*' van de NAM d.d. november 2012 stonden de voornemens om wel tiltmeters te plaatsen in Loppersum en Middelstum.
In december 2014 is het Data Acquisition Plan Induced Seismicity in Groningen aangepast:
In het rapport 'Hazard and Risk Assessment for Induced Seismicity Groningen Study 2 Risk Assessment' van 1 mei 2015 stond als één van de belangrijkste doelstellingen inzicht te verkrijgen in de gevolgen van het gevaar van aardbeving op gebouwen en de veiligheid van de gemeenschap.
Dit is alleen maar mogelijk wanneer voldoende bewijs voorhanden is van de werkelijke relatie tussen bodembeweging en schade. Zolang NAM/Overheid weigeren meters in te zetten die de hoekkantelingen meten, wordt deze doelstelling bewust omzeild.

Opmerking

- **Hoewel NAM zich niet verantwoordelijk voelt voor het meten van de relatie tussen schade en bevingen/trillingen, heeft ze tiltmeters wel aanbevolen.**

Seismische ontwikkelingen volgens het winningsplan 2016

Gelijkmatige productie

"Het onderzoek heeft geen kwantitatieve relatie opgeleverd tussen gasproductie en de sterkte van de bevingen. Onderzoek daarnaar is in volle gang en is in belangrijke mate afhankelijk van de gegevens uit de diverse meetnetwerken. Verdere evaluatie geschiedt derhalve onder het Meet en Regelprotocol en het Studieprogramma."

Maximale magnitude

"Ontleding van de seismische dreiging laat zien dat vooral aardbevingen met een magnitude tussen M4 en M5 bijdragen aan het probabilistische PGA resultaat. Aardbevingen met een magnitude groter dan M5 komen daarin met zo'n lage waarschijnlijkheid voor dat zij het berekeningsresultaat niet significant beïnvloeden."

Maatschappelijk risico

"Gelet op de beschikbare rekencapaciteit zullen de resultaten en de vaststelling of de resultaten aanleiding geven tot aanvullende maatregelen of afwijkende prioriteiten medio 2016 bekend zijn."

Landbouw

"In samenwerking met de Commissie Bodemdaling is er onderzoek (door Grontmij) gaande naar de effecten van bodemdaling en aardbevingen op de bedrijfsvoering binnen de landbouw, meer in het bijzonder drainage en mestkelders. Hiervoor worden momenteel reeds regelingen en protocollen gehanteerd door onder meer CVW. De resultaten en laatste inzichten van het Grontmij-onderzoek zijn na 1 juni 2016 beschikbaar."

Monitoring

"Ter controle van de seismische ontwikkelingen en validatie van bovengenoemde onzekerheden is een uitgebreide monitoring opgezet. Voor de monitoring zijn geschikte instrumenten geselecteerd die zelfstandig of in combinatie een beeld geven van de seismiciteit. Het meten van (micro)seismische activiteit gebeurt via (on)diepe boorgaten en bovengrondse accelerometers. Dit seismische meetnetwerk wordt beheerd door het KNMI. Het netwerk meet, naast de plaats, onder meer het aantal aardbevingen ('activity rate' AR), de zwaarte van de bevingen (M) en de grondversnelling die daarop opgetreden is (PGA). Vervolgens wordt ook de respons van gebouwen gemeten via onder meer het gebouwen-senornetwerk van TNO." Winningsplan 2016

Meet en Regelplan

In het Meet- en Monitoringsplan Seismisch Risico Groningen 2013 (NAM) staat bv. over de potentiele impact van een aardbeving op de gebouwen toch duidelijk dat, om de potentiële impact van een aardbeving op de gebouwen en omgeving te karakteriseren, het noodzakelijk is om de mate van het bewegen van de grond en **de overdracht hiervan naar gebouwen** te kwantificeren. En ook dat als basis van de seismische risicoanalyse o.a. 'de piekgrondversnellingen (-snelheden)' en de '**effecten daarvan op gebouwen en infrastructuur**' staan.

- *"Om de potentiële impact van een aardbeving op de gebouwen en omgeving te karakteriseren is het noodzakelijk om de mate van het bewegen van de grond en de overdracht hiervan naar gebouwen te kwantificeren."*
  "Aan de basis van de seismische risicoanalyse staat de relatie tussen (a) het geproduceerde gasvolume, (b) de bodemdaling, (c) het aantal, de sterkte of magnitude en de duur van bevingen, (d) de piekgrondsnelheden en de piekgrondversnellingen en (e) de effecten daarvan op gebouwen en infrastructuur." Bron: Meet- en Monitoringsplan Seismisch Risico Groningen 2013.

Monitoringscommissie dialoogtafel/Gasberaad
In het Data Acquisition Plan Induced Seismicity in Groningen was ook sprake van een monitoringscommissie van de Dialoogtafel om te waarborgen dat er goed wordt geïnformeerd over de voortgang van seismische monitoring. De vraag is in hoeverre deze commissie voldoende is geïnformeerd en of deze commissie ook gewettigd en/of in staat is om daadwerkelijk te monitoren.

Ter informatie
- Het is zowel volgens het Meet- en Monitoringsplan nodig om de overdracht van grondbewegingen naar gebouwen en de effecten daarvan op gebouwen te meten. De versnellingsmeters doen dit niet één op één. Zij functioneren slechts als indicator. Tilt- en glasvezelmeters daarentegen meten in real-time wel de beoogde effecten op gebouwen. Bovendien kunnen ze het hele proces van oplopende spanning in een gebouw monitoren, die al door een kleine trilling tot scheurvorming kan leiden.

In het Meet- en Regelprotocol 2016 staat: *"De bovengrondse maatregelen dienen gelijke tred te houden met de ontwikkeling in het risico over tijd rekening houdend met de effecten hierop van productieniveau en de productieverdeling."*

NAM onderscheidt drie statusniveaus (0, I en II), waarvoor verschillende acties zijn gedefinieerd.
*"Bij metingen (van het PGA) wordt **Statusniveau I** bereikt indien de gemeten PGA groter is dan 0.08g. Dit was de hoogste waarde van de PGA bij de aardbeving bij Huizinge in 2012.*
Directe acties:
- *In geval van overschrijding van deze waarde wordt direct proactief een schade inspectie opgestart om onveilige situaties te identificeren en de schade te analyseren rondom het epicentrum.*
- *De opgetreden grondbeweging zal worden vergeleken met de verwachtingen op basis van de GMPE (Ground Motion Prediction Equation).*

De waarde is als eerste grensniveau gekozen omdat er bij deze aardbeving veel, veelal lichte schades zijn opgetreden maar geen gevaarlijke situaties zijn ontstaan."
Dit wil zeggen dat tot een PGA ≤ 0.08 geen verdere actie ondernomen wordt.

Opmerkingen
- In werkelijkheid was tijdens de Huizinge-beving de piekversnelling (PGA) 85cm/sec^2. Dit is in g-kracht: 0,0866 = 0,087g.
- Mocht het zo zijn dat bij de Huizingebeving de hoogste PGA 0,08 was (niet duidelijk is of hier de g-kracht, dan wel de versnelling wordt bedoeld), hoe is het dan mogelijk dat er zoveel schade was? De pieksnelheid was 34,5m/s, een getal waarbij het aantal schades tussen 20 en 30% past. Ouderdom en achterstallig onderhoud of slechte constructie mag m.i. niet buitengesloten worden bij een risico-analyse.
- Naast heel veel lichte schade is ook schade geconstateerd van intensiteit VII: Schoorsteen gebroken op daklijn; veel gebouwen van klasse B (eenvoudige steen en baksteen/betonblokken) en enkele van klasse C (massieve steen, en baksteen met gewapendbeton vloeren) lijden schade met gradatie 2: Matige schade (lichte constructieve schade, matige nietconstructieve schade).

- De meter waarmee deze versnelling is gemeten was één van de vijf verouderde meters die een paar weken daarna zijn vervangen. Bovendien functioneerde deze meter niet/onvoldoende. Het KNMI schreef: "*Voor een aantal (oudere) stations in het noorden is er geen absolute tijd beschikbaar (omdat er geen GPS-antenne op locatie geplaatst is). De tijd wordt dus van de interne klok van de PC gehaald, die natuurlijk in de loop der tijd behoorlijk wat kan afwijken van de absolute tijd.*" Bron: antwoord KNMI in eigen beheer
- NAM zegt dat de beving langer duurde dan normaal, dat veel schade het gevolg was van ouderdom en/of achterstallig onderhoud en dat de bewuste beving buiten het *68% betrouwbaarheids interval viel. Maar het bedroevend slechte onderzoek van het KNMI toont dat het aantal schadegevallen niet op een correcte manier is verzameld.*
    - NB. In het rapport 'Effecten geïnduceerde aardbevingen op het Gasunienetwerk in Groningen' zegt Dost (KNMI) dat uit een vergelijking door KNMI met de geregistreerde Mw=3.6 signalen van de Huizinge aardbeving dat deze **wel** binnen het betrouwbaarheidsinterval van 1 standaarddeviatie bleken te vallen (pers. comm. Dost, 2013).
    - Bovendien past de Huizingebeving qua sterkte in het schema van de Gutenberg-Richter relatie. Deze geldt, ondanks de modellen in het Winningsplan 2016, nog steeds totdat het tegendeel in de praktijk bewezen is.

Gebouwsensoren
NAM doet voorkomen alsof gebouwsensoren de schade meten.
Maar de NAM zegt ook in het artikel uit 'Nieuwe Oogst' van 26 sept. 2015: *"Waar het in het onderzoek van de NAM met name om draait, is de veiligheid. Wij willen de trillingen vastleggen,* ***niet de verandering in de stand van de gebouwen****. We gebruiken het* ***niet om schade*** *te identificeren."*
Bron: http://www.nieuweoogst.nu/scripts/edoris/edoris.dll?tem=LTO_TEXT_VIEW&doc_id=232854#.VzRP9uSJA4A

- In het meet- en monitoringsplan 2013 staat: *"Om meer inzicht te verkrijgen in de effecten van aardbevingen op de gebouwen in de seismische regio zal begin 2014 een meetnet geïnstalleerd worden. Het netwerk bestaat uit circa 200 versnellingsmeters die aan/in gebouwen aangebracht worden. Een versnellingsmeters is een systeem dat bestaat uit een trillingsensor, dataopslag en datacommunicatieapparatuur."*
  Meer overzicht betekent in dit geval meer van hetzelfde. Versnellingsmeters meten niet de schade, de uitslagen zijn hooguit te gebruiken voor een indicatie van schade.
- In het Data en Acquisitieplan behorende bij het Winningsplan 2016 staat: "*The vibration measurement system consists of a tri-axial vibration sensor and a central unit. The central unit is for signal conditioning (sensor conditioning, filtering) and transfer of the data to the TNO remote data center. Based on detailed specifications, NAM has selected GeoSig as the supplier for the vibration measurement systems. Their system consists of a separate recorder and sensor (Figure 3.16) with the following specifications:*
    - *Recorder: GMSplus Measuring System*
    - *Sensor: AC-73 Force Balance Accelerometer"*

  GMSplus is de uitlees unit naast de sensor. Deze verzorgt de data verbinding en data transmissie. Hetzelfde dus als voordien, alleen voor de meeste burgers lijkt het anders, in ieder geval ingewikkelder.
- Wanneer de NAM in 2012 al plannen kenbaar maakte voor het installeren van tiltmeters en deze plannen en toezeggingen in het vervolgrapport er – zonder de Kamer te informeren – uit zijn gehaald, mag de overheid verweten worden niet mee te willen werken aan een goed opererend meetnetwerk. Zie: "Study and Data Acquisition Plan for Groningen Seismicity" De toezegging tot het plaatsen van tiltmeters zoals verwoord in de brief van de NAM aan SodM d.d. 21 januari 2013, als bijlage bij uw brief aan de Kamer d.d. 25 januari 2013 is niet nagekomen.
- Werkelijk inzicht in de effecten van aardbevingen op de gebouwen kan alleen verkregen worden door tiltmeters. Gebouwsensoren (accelerometers) brengen alleen de snelheden en versnellingen in beeld, niet de relatie – in real-time – met de schade. Tiltmeters laten alles zien, niet alleen events maar ook trends. Sluimerende opbouw van schade wordt nauwkeurig

vastgelegd. Dit geldt eveneens voor zettingen waarbij de trends ook uitstekend kunnen worden getoond door glasvezeltechnieken. Naast het meten van de versnelling is namelijk ook de positie van het huis – dus hoe het is 'teruggekomen' – na bevingen, erg belangrijk.

- De schadetaxateur van het CVW/NAM is geen geoloog. Tiltmeters worden niet ingezet. Hoe kan dan op professionele wijze de oorzaak van de schade en de relatie tussen bevingen/zettingen en schade voldoende worden onderzocht?
- Het CVW is niet onafhankelijk, zie Follow the Money https://www.ftm.nl/artikelen/de-schijnonafhankelijkheid-van-de-groningse-schadeafhandeling?platform=hootsuite
- **De NAM voelt zich niet verantwoordelijk voor het meten van de relatie tussen bodembeweging en schade hoewel ze in haar Monitoringsplan van 2013 hier wel naar verwijst:** "Om de potentiële impact van een aardbeving op de gebouwen en omgeving te karakteriseren, het noodzakelijk is om de mate van het bewegen van de grond en de overdracht hiervan naar gebouwen te kwantificeren."
- **De NAM kan ook niet verantwoordelijk gesteld worden voor het meten van schade.**
- **NAM suggereert dat ze het beste met de inwoners voor heeft.**

Zettingschade volgens het winningsplan 2016

Een van de leidraden bij het Winningsplan 2016 is:
"De beperking van niet levensbedreigende gebouwenschade tot een niveau waarbij geen ernstige schade optreedt en de hinder acceptabel gemitigeerd is."

Zettingschade als gevolg van bodemdaling wordt een paar keer genoemd:
"Omdat bodemdaling tot een geleidelijk en gelijkmatig (kom)depressie leidt over een groot gebied, wordt geen directe schade op het niveau van bouwwerken of infrastructuur verwacht. De beperkte scheefstand van objecten ligt enkele orden lager dan de constructieve grenswaarden. Zettingschade is volgens onderstaande studies doorgaans geen gevolg van die gelijkmatige daling.""Zettingschade is doorgaans geen gevolg van die gelijkmatige daling, zo ook de werking van drainage daarvan in beginsel geen hinder ondervindt."

Het lijkt dat er nu geen problemen meer kunnen ontstaan door peilveranderingen:
"Uit de genoemde onderzoeken door onder meer de Commissie Bodemdaling wordt verder geconcludeerd, dat het waterpeil door de bodemdaling ten gevolge van de gaswinning in absolute zin niet wordt beïnvloed."

Over verweking (liquefactie) het volgende:
"Samenvattend gaf de studie van Deltares rond infrastructuur geen indicatie voor significante schadeverwachting, maar er wordt aangenomen dat bij een zwaardere aardbeving zandgrond kan verweken, wat kan leiden tot verlaging van de stabiliteit en kruinhoogte van dijken en ongelijke zettingen van constructies. Deze informatie is onderdeel van het Studieprogramma."

Opmerkingen

- Het is opmerkelijk dat er structureel gesproken wordt van 'aardbevingsschade' in plaats van schade als gevolg van bodembeweging.
- NAM zegt dat zettingschade doorgaans geen gevolg is van bodemdaling zoals de Commissie Bodemdaling aangeeft.
- **NAM neemt geen verantwoordelijkheid voor de schade als gevolg van de schotelvormige bodemdaling** (zoals verwoord door de Commissie Bodemdaling Groningen).
- **NAM neemt geen verantwoordelijkheid voor het meten van schade als gevolg van de ongelijkmatige bodemdaling.**

Schade aan infrastructuur volgens het Winningsplan 2016
"Tot op heden is er nog geen schade aan kritische infrastructuur (dijken, bruggen, hoogspanningsleidingen etc.) geconstateerd als gevolg van geïnduceerde aardbevingen. Dit is in overeenstemming met de resultaten van een onderzoek van Deltares uit 2014 naar de effecten van aardbevingen op de kritische infrastructuur. Samenvattend gaf de studie van Deltares ***geen indicatie voor significante schadeverwachting****. Wel vermeldt de studie dat een zwaardere aardbeving in Groningen zandgrond kan doen verweken, hetgeen bijvoorbeeld zou kunnen leiden tot verlaging van de stabiliteit en kruinhoogte van dijken en ongelijke zettingen van constructies. Deze aaname is sindsdien onderdeel van het verwekingsonderzoek binnen het Studieprogramma."*

Opmerkingen

- De term 'significante schadeverwachting' betekent voor mij als leek en niet als statisticus een schadeverwachting die er toe doet cq veelbetekenend is. Maar omdat er nog eerst getoetst moet worden wat onderzocht moet worden, kan Deltares (door NAM aangehaald) ook geen schadeverwachting uitspreken.
  Voor dit alles aan moet eerst een inventarisatie gemaakt worden en bekeken worden welke toetsmethoden er gebruikt gaan worden.
  Bv. Wanneer een dijk niet voldoet aan de toetsing, dan is nader onderzoek en mogelijk verbetering nodig. Zie:
  Prioriteiten Waterkeringen:
  - ***Normen vaststellen voor toetsing*** *primaire en regionale keringen inclusief aardbevingen*
  - *Primaire keringen: vanwege de norm van 1/4000 per jaar is de aardbevingsbelasting hier hoger, wat veelal leidt tot een hogere faalkans dan geëist. Van 43 km dient een* ***nadere beoordeling*** *gemaakt te worden en zonodig versterkingen te worden uitgevoerd.*

  Prioriteiten Kunstwerken:
  - ***Toetsmethode vaststellen*** *voor situatie inclusief aardbevingen.*
  - *Overige kunstwerken* ***inventariseren en toetsen****.*

  Prioriteiten Hoogspanning
  - *Hoekmasten* ***nader toetsen*** *vanwege lage opneembare versnellingen, zonodig vervangen masten in aangegeven 380 kV lijnen.*
  - ***Constructies*** *bij Groningen, Eemshaven, Slochteren, Weiwerd en Winsum* ***nader toetsen*** *op versnelling en zettingen (voor zones met piekversnellingen boven 0,25g).*

  Bron: Samenvatting Effecten aardbevingen op kritische infrastructuur, Deltares 2014

Quickscan: verdere stappen nodig
In de Quickscan van Deltares uit 2013 'Effecten aardbevingen op kritische infrastructuur' staat bij de aanbevelingen dat de gerapporteerde Quick Scan zich beperkt tot een eerste sterkte-indicatie, met een globaal en indicatief karakter. *"Er zijn* ***verdere stappen nodig om kritische infrastructuur volledig te kunnen toetsen*** *en ontwerpen op aardbevingsbelasting. Aan de hand hiervan kan het risico worden vastgesteld en kunnen maatregelen worden geprioriteerd."*

"In de wereld is veel kennis en ervaring met tektonische aardbevingen. ***Met geïnduceerde aardbevingen boven een bepaalde magnitude is die kennis en ervaring er nauwelijks****. Er is daarom langs verschillende sporen naar kwantificering van effecten gezocht."*

"Bij het uitvoeren van de Quick Scan is op basis van beschikbare rekenmethoden voor de verschillende onderdelen van de infrastructuur bepaald welke (piek)grondversnelling aan de oppervlakte (uitgedrukt in g-niveau) door de infrastructuur nog weerstaan kan worden. Deze "sterkte" van de infrastructuur ***kan in een latere fase worden vergeleken met de belasting van een aardbeving met zekere magnitude en bijbehorende kans van voorkomen. De kansen en gevolgen van de mogelijke***

schade kunnen dan worden beschouwd en gewogen. *Op basis van deze beschouwing kunnen indien nodig maatregelen worden getroffen."*
Bron: Quickscan Deltares 2013

Opmerking

- **NAM verwijst naar Deltares en laat de conclusies ook bij Deltares. M.a.w. NAM neemt zelf geen verantwoordelijkheid voor de mogelijkheid van schade en het meten daarvan.**

Hand aan de kraan

"In de toekomst zou de productie jaarlijks neerwaarts of opwaarts op een beheerste en gelijkmatige wijze kunnen worden aangepast. Het Meet- en Regelprotocol bij dit Winningsplan beschrijft hoe productieniveau en -verdeling kunnen worden bijgesteld tot maximaal de genoemde bovengrens, dit op basis van actuele gegevens over het aantal aardbevingen en de gemeten grondversnelling (beide gerapporteerd door het KNMI) en de voortgang op het gebied van de risicoreductie via onder meer het bouwkundig versterken.
Het Groningen-veld biedt mogelijkheden om verder uit te breiden met putprojecten die tot doel hebben om de productiecapaciteit, en mogelijk ook de winbare reserves te vergroten.
Daarnaast bevorderen deze putprojecten een zo gelijkmatig mogelijke drukafname over het gehele veld, hetgeen waarschijnlijk een gunstig effect kan hebben op de seismiciteit.
Een gelijkmatige productie bestaat daarnaast uit een productiewijze en -tempo waarmee een juiste balans gevonden wordt, die significante fluctuaties in het veld voorkomt en de productie regionaal optimaliseert met het oog op seismiciteit."
Bron: Winningsplan 2016

*"In de periodieke analyse wordt de samenhang tussen productieverdeling en het aardbevingsrisico verklaard, waarmee inzicht wordt gegeven in de redenen achter eventuele aanpassingen van de productieverdeling."*Bron: Meet- en Regelprotocol 2016

Het TNO-rapport 'Effect van productievariaties en - fluctuaties op de seismiciteit in het Groningenveld' (november 2015), waarin de diverse onderzoeken zijn samengevat, laat zien dat de jaarlijkse seizoensvariatie in de gasproductie (vrijwel geen productie in de zomermaanden, hogere productie in de wintermaanden) heeft geleid tot een seizoensvariatie in het aantal bevingen: er lijkt dus een betrekkelijk snelle reactie van de seismiciteit te volgen op productieveranderingen.

Opmerkingen

- Een van de oplossingen lijkt op een oud gegeven: het meten en beheersen van de drukverschillen in compartimenten zodat kans op schade beheersbaar lijkt.
  In 2009 is deze suggestie reeds besproken door de Stuurgroep Gebouwschade Loppersum, waarin TNO/Deltares, het KNMI, de Tcbb, het Waterschap Noorderzijlvest, de commissie Bodemdaling e.a. met de toenmalige Klankbordgroep Bodembeweging, de voorloper van de GBB. Vlakke winning in het Groningenveld was destijds een oplossing waar aan gewerkt werd.
- Hand-aan-de-kraan vereist een goed monitoringssysteem, waarbij tilt- en glasvezelmeters onontbeerlijk zijn. Op dit moment is hiervan geen sprake.

Een andere oplossing is de drukverdeling bij breuklijnen.
Door breuklijnen gescheiden is de drukverdeling aan weerszijden te verschillend waardoor kans op bevingen groot is. Door nu in beide compartimenten evenveel gas te houden, vermindert het drukverschil waardoor de kans op bevingen verminderd wordt.

Opmerkingen

- In 1987 was bij de Commissie Bodemdaling Groningen de theorie van drukverdeling al bekend (zie onderzoek Ongelijkmatige Zakking, deel 1 en 2). Toen al wist men van het gevaar van de drukverschillen bij breuken, maar noch de Commissie Bodemdaling, noch het SodM en de Rijksgeologische Dienst – die het onderzoek hadden bestudeerd en geautoriseerd – hebben ervoor gewaarschuwd dat een computersimulatie nooit de werkelijke toestand van de diepe ondergrond in de aarde kan nabootsen.
- Wanneer het gevaar van drukverschil al jaren bekend is, is het vreemd dat NAM nu pas met een zogenaamde oplossing komt. Het lijkt gezien de lange voorgeschiedenis van het negatief moeten bijstellen van modellen meer op dat dit 'nieuwe model' eerder bedoeld is om gewoon door te blijven gaan met winnen en de bewoners gerust te stellen met een uitvinding die jaren geleden al toegepast had kunnen worden. Het slaan van meer putten voor de veiligheid van de inwoners lijkt opnieuw vooral voor NAM/Overheid voordelig.
- Volgens Houtenbos daalt de bodem sneller en meer dan door de NAM is voorspeld. Het zogeheten 'hand-aan-de-kraan-principe' noemt hij een fabeltje. Volgens de NAM stopt de daling van de bodem zodra de gaskraan dichtgaat, maar bijvoorbeeld in Friesland is dat niet het geval. De oud-NAM-ingenieur zegt dat zijn onderzoeken aantonen dat de informatie van de NAM niet klopt. Hij vindt daarom dat de maatschappij de bevolking misleidt.
- Het 'hand-aan-de-kraan-principe' is eigenlijk niets anders dan: doorgaan met winnen, en wachten met de vingers gekruist dat het goed zal gaan en de bevolking rustig blijft.

"Het onderzoek heeft geen kwantitatieve relatie opgeleverd tussen gasproductie en de sterkte van de bevingen. Onderzoek daarnaar is in volle gang en is in belangrijke mate afhankelijk van de gegevens uit de diverse meetnetwerken. Het aardbevingsrisico is niet statisch maar verandert voortdurend."
Bron: Meet- en Regelprotocol 2016

Opmerkingen

- Dit wil niet zeggen dat de schades verminderen. Cumulatieve schade ontstaat ook doordat lichtere bevingen doorlopend schade toebrengen: scheurvorming/differentiële zettingen, enz. Dit wordt ook wel structurele instabiliteit genoemd.
- Lichtere bevingen boven het zout zorgen voor meer schade.
- De schade is en wordt nooit rechtstreeks gemeten. Dit houdt in dat NAM nooit exacte gegevens heeft verzameld en kan verzamelen van de oorzaken van schades, waardoor het aantal schadegevallen niet juist in beeld is en wordt gebracht.
- De Gutenberg-Richter relatie, eerder door NAM in haar vorig winningsplan geaccepteerd, is uit beeld. Dit houdt niet in dat deze relatie niet meer geldend is.
- **NAM schuift verantwoordelijkheid voor schade van zich af door te veronderstellen dat het hand-aan-de-kraan principe de kans op schade mitigeert.**

Toekomstige ontwikkelingen

De toekomstige ontwikkelingen (waarvan compressie, het boren van nieuwe putten en de ontwikkeling van het Carboon (de laag onder het gashoudend gesteente) hierna zijn toegelicht) laten zich als volgt samenvatten:

2016 > *verlenging levensduur van compresssie-installaties en een gelijkmatige productie*
2020 > *implementatie van de tweede-trapscompressie en evaluatie (incl. putprojecten) van reservoirdelen*
2030 > *implementatie derde-trapscompressie, evaluatie satellietlocaties en overige capaciteitsmaatregelen*
2040 > *Tail end productie en geleidelijke abandonnering van productielocaties*

Opmerkingen

- Hoewel bekend is dat compressoren laagfrequent geluid produceren wordt deze niet gemeten.
- **NAM is niet verantwoordelijk voor het meten van de relatie tussen bevingen/trillen en laagfrequent geluid**
- **NAM voelt zich niet verantwoordelijk om de relatie tussen bevingen/trillen en laagfrequent geluid te meten.**

Bow-tie NAM

De Risicomethodiek besteedt aandacht aan de wijze waarop de risicobeoordeling plaats heeft aan de hand van de (interne) standaarden en de toepassing van het ALARP- en voorzorgbeginsel van onder meer artikel 33 Mijnbouwwet. De methodiek concludeert dat de beoordeling het geheel aan maatregelen benoemd in de Bow-tie dient te omvatten, maar dat het gewogen eindbeeld in termen van risico's en effecten leidend zijn voor de regionale acceptatie en besluitvorming.
Bron: Winningsplan 2016
Zie ook: http://www.ondergroningen.nl/de-vlinderstrik/

De Bow-tie (risico-analyse) uit het Winningsplan 2016 lijkt erg veel op die van 2013, maar NAM heeft hem netjes opgeleukt en haar woordkeus aangepast. Het waarborgfonds is er tussen weg gehaald, en voor de reputatie hoeft NAM blijkbaar niet meer bang te zijn. De communicatie met de bevolking, de 'dorpen-ronde' en Regionaal Informatiecentrum Gaswinning (RIG) zijn niet meer zo duidelijk in beeld, evenals de gevolgen voor mensen (fysiek letsel, doden, mentale impact).
Maar er is iets voor in de plek gekomen: het incidentenbestrijdingsplan (IBP), oefeningen en NAM-calamiteitenorganisatie. Een aardige scriptie hierover uit 1999 is te vinden op:
http://www.ifv.nl/kennisplein/Documents/knoop-1-afstemming-calamiteitenorganisatie-overheid-nam.pdf

"Als blijkt dat sprake is van meerdere gewonden, ernstige schade en/of uitval van nutsvoorzieningen als gevolg van een aardbeving alarmeert de Meldkamer Noord Nederland conform het voorbereide scenario voor alarmering. Gelijktijdig treedt dit plan in werking. Het is niet de zwaarte van de aardbeving, maar de impact en omvang van de incidenten die aanleiding zijn om dit plan te activeren." Bron: Incidentbestrijdingsplan Aardbevingen versie 2.0 http://www.veiligheidsregiogroningen.nl/zo-bereiden-wij-ons-voor/IncidentbestrijdingsplanAardbevingen.pdf)

In de Evaluatie Wet veiligheidsregio's staat als doel voor de burgers: *"Betere hulpverlening en nazorg als zij onverhoopt slachtoffer worden van een incident (verbeterde repressie /nazorg) en Beter beschermd zijn tegen de risico's van brand, ongevallen, rampen en crisis (verbeterde proactie /preventie / preparatie)."*
De wet op de Veiligheidsregio's geldt vanaf 1 januari 2016. http://wetten.overheid.nl/BWBR0027466/2016-01-01

Opmerkingen

- Is het NAM wel (voldoende) verzekerd tegen bedrijfsrisico?
- De minister mag besluiten hoeveel gelden hij beschikbaar stelt voor . Bij de eerdere rampenwet betrof dit een bedrag van maximaal €500 miljoen.
- Wat ik mis zijn de rechten voor burgers na afloop van het incident.
- De woningen worden dusdanig versterkt opdat geen dodelijke slachtoffers vallen. Dit houdt in dat alle andere mogelijke vormen van letsel en verlies van goederen voor lief lijkt te moeten worden genomen.
- **NAM lijkt verantwoordelijk voor het meten van schade waarbij doden vallen, maar ook niet meer dan dat. Voor gewonden, financiële schade en gevolgschade is NAM zich niet verantwoordelijk.**

Risicomethodiek Aardbevingen Groningen: *terug naar de regio* februari 2015
"Dit rapport is de voorloper van navolgende artikel 4 van het besluit waarmee de minister van Economische Zaken (hierna 'EZ') heeft ingestemd met het Winningsplan Groningen. Deze bepaling vergt allereerst een risicobeleid, nader geduid als 'de risicomethodiek'[2]. De methodiek 'vangt' tevens ander voorwaarden van het besluit, met name het meet- en regelprotocol en de monitoring.

> *Art. 4: De Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. dient binnen zes maanden na bekendmaking van dit besluit, ten genoegen van de inspecteur-generaal der mijnen die onder de Minister van Economische Zaken ressorteert, een meet- en regelprotocol in waarin een methodiek wordt ontwikkeld om – vooruitlopend op de normstelling zoals bedoeld in artikel 3 – periodiek en per regio gedifferentieerd, de toename van het seismisch risico zoveel mogelijk te minimaliseren, waarbij rekening wordt gehouden met de nauwkeurigheid waarmee dit risico bepaald kan worden.*

De subtitel "terug naar de regio" verwijst naar een drietal uitgangspunten voor deze methodiek:

a. *de ontwikkeling in het risicodenken kent in oorsprong **een sterk Gronings aandeel**,*
b. ***het maatschappelijk verantwoord opereren ligt aan de basis van de winningsvergunning** Groningen, en*
c. *de daarop voortbouwende **maatschappelijke acceptatie** van risico's door de regio als onderdeel van de voorgestelde risicomethodiek.*

*De methodiek 'stuurt' en verantwoordt de maatregelen die NAM neemt, maar is aldus begrenst tot aan de nationale afweging middels beleid, **acceptatiegrenzen en daaruit afgeleide normen**.*
Deze laatsten zijn het exclusieve domein van de rijksoverheid."
Bron: http://feitenencijfers.namplatform.nl/download/rapport/cc770be8-5ebd-42ab-94d7-9cc5ab049c46?open=true

Conclusies

- De inwoners worden er op voorbereid dat ze voor een groot deel op zichzelf aangewezen zijn en anderen moeten helpen (burger participatie). http://risicowijzer.groningen.nl/voorbereiden/extra-tips
- **Het accepteren van de ellende als gevolg van gas- en zoutwinning vatten NAM en Overheid op als een toestemming om door te gaan met winnen.**

Rijksoverheid

De minister heeft op 22 januari 2016 in een brief een overzicht gegeven van meetinstrumenten.
"Afhankelijk van het verschijnsel dat men wil onderzoeken wordt een geschikt instrument – of een combinatie van instrumenten – geselecteerd.
Voor het meten van zeer langzaam verlopende bodemdaling door grondwaterwinning of gaswinning wordt de techniek van waterpassing als de beste techniek gezien, omdat die techniek geschikt is om grote gebieden te 'bemeten'. Soms wordt deze techniek gecombineerd met radarmetingen vanuit satellieten (interferometrie) en lokale GPS-metingen.
Voor het meten van grondversnellingen zijn versnellingsmeters geschikt.
Voor het meten van de reactie van gebouwen op aardbevingen worden gebouwsensoren gebruikt.
Voor het meten van veranderingen in de scheefstelling van een gebouw kunnen tiltmeters worden ingezet.
Op grond van de ervaringen met de diverse meettechnieken heeft NAM het studie- en meetplan geactualiseerd. Daarbij heeft men vooralsnog afgezien van het inzetten van tiltmeters. Niet omdat deze instrumenten niet nuttig zijn, maar omdat men met een combinatie van andere technieken vergelijkbare en/of relevantere informatie verkrijgt."
Bron: Brief aan de Kamer d.d. 22 januari 2016 Overzicht meetprogramma en -instrumenten inzake de gaswinning in Groningen

- Gebouwsensoren zijn er om gebouwbeweging te meten, dat klopt, maar het is de halve waarheid. Ze meten hetzelfde als de versnellingsmeters, namelijk de snelheden/versnellingen, maar de schade die ontstaat kunnen gebouwsensoren niet meten. De bevolking wordt op het verkeerde been gezet ten eerste door deze versnellingsmeters als gebouwsensoren te benoemen en ten tweede door ze apart in het overzicht te vermelden.
- Er wordt er structureel voorbij gegaan aan de verticale PGA, tiltmeters kunnen helpen om de verticale PGA en horizontale PGA te ontrafelen; de tijd tussen deze PGA's is erg belangrijk.

Wanneer bij een trilling tegelijkertijd ook sprake is van een verticale beweging, geeft de horizontale beweging namelijk extra schade.

- Tilt- en glasvezelmeters zijn als enige meters die wel als doel hebben om de schade direct in real-time in beeld te brengen niet meegenomen ondanks de vele dringende verzoeken van bewoners en ondanks eerdere aanbevelingen. Tiltsensoren kunnen ook een sluimerende opbouw van schade inzichtelijk maken, lang voor dat deze voor het oog waarneembaar is. Naast het meten van de versnelling is namelijk ook de positie van het huis – dus hoe het is 'teruggekomen' – na bevingen, erg belangrijk.
- De zin: *"Niet omdat tiltmeters niet nuttig zijn, maar omdat men met een combinatie van andere technieken vergelijkbare en/of andere informatie verkrijgt."* is vreemd. Wat de minister precies met deze zin bedoelt is onduidelijk. Maar het heeft wel als resultaat dat Kamerleden kunnen denken dat het allemaal klopt.

De Rijksoverheid wil dat de NAM de schade die het veroorzaakt zoveel mogelijk beperkt en vergoedt.
Bron: https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/aardbevingen-in-groningen/inhoud/aardbevingen-door-gaswinning-in-groningen

- Wanneer de NAM niet weet wanneer schade precies kan voorkomen, omdat ze zich niet verantwoordelijk voelt om de relatie tussen schade en bevingen te meten, kan ze haar taak zoals door de minister verwoord, o.i. niet naar behoren vervullen. Hieruit valt te lezen dat NAM niet is toebedacht om de relatie te meten tussen bevingen/zettingen en schade.
- Wiens verantwoordelijkheid is dit dan wel?
- **De minister/Rijksoverheid voelt zich niet verantwoordelijk om de mate van het bewegen van de grond en de overdracht hiervan naar gebouwen** (= de relatie tussen bevingen/zettingen en schade) **t.b.v. private partijen te meten te meten, ondanks dat dit in het vorig Meet- en Regelprotocol als doel vermeld stond.**
- **De minister/Rijksoverheid die goedkeuring moet geven aan het Winningsplan voelt zich niet verantwoordelijke om meters als tilt- en glasvezelmeters te laten plaatsen, ondanks dringende verzoeken vanuit de bevolking en eerdere aanbevelingen van NAM voor het plaatsen van tiltmeters.**
- **De verantwoordelijkheid voor het plaatsen van aanvullende meters als tiltmeters is doorgeschoven naar de NCG.**

KNMI

Het KNMI zegt op haar website: *"Omdat de aardbevingen in Noord-Nederland zo ondiep plaatsvinden, zijn ze vanaf een magnitude van 2.0 duidelijk voelbaar. Het KNMI houdt regelmatig enquêtes onder de bevolking om een nauwkeurig beeld te krijgen van het epicentrum en de gevolgen. Versnellingsmeters vullen deze gegevens verder aan door de versnelling van de bodem in het epicentrale gebied te meten. Hiermee wordt* ***de relatie tussen de intensiteit van de beving (dat wat mensen voelen) en de daadwerkelijke bodemversnelling*** *onderzocht."*

- Trillingen lager dan M2 worden door de inwoners zeker gevoeld. Bv. de beving van 16 mei 2016 bij Meedhuizen van M1.1 is door inwoners gevoeld, tot op een afstand van 12 km.
- Wanneer de relatie tussen de intensiteit van de beving en de daadwerkelijke bodemversnelling onderzocht wordt, zal dit correct moeten gebeuren. Ten eerste zullen er actief enquêtes gehouden moeten worden (tegenwoordig wordt het PGA verward met de term 'intensiteit') en ten tweede zullen tilt- en/of glasvezelmeters o.i.d. ingezet moeten worden.
- Het KNMI zegt dat er regelmatige enquêtes onder de bevolking worden gehouden. Actief wordt er niet geënquêteerd. Veel bewoners zijn niet op de hoogte dat ze na een beving de online-enquête van het KNMI moeten invullen. Niemand die hen hier regelmatig op wijst. RTV-Noord roept de mensen op het bij hen te melden i.p.v. bij het KNMI. Vanwege de naar verhouding weinige reacties is het niet mogelijk een nauwkeurig beeld van de intensiteit te verkrijgen.

- Eerder werd de intensiteit op de website van het KNMI geplaatst. In plaats daarvan worden alleen nog de PGA's genoemd.
- **Het KNMI voelt zich niet verantwoordelijk om het installeren van een meetnet aan te bevelen waarbij de relaties tussen bevingen,/zettingen en schade in daadwerkelijk in real-time in beeld worden gebracht.**
- **Het KNMI is niet verantwoordelijk te stellen voor het al dan niet plaatsen van tilt- en glasvezelmeters.**

TNO

De aanbevelingen van TNO uit 2014

TNO zegt over micro-seismische monitoring in haar rapport uit 2014 als aanbeveling*: "Uitgebreide validatie van geomechanische modellen op basis van monitoringsgegevens is noodzakelijk (monitoring van de spanningsontwikkeling in het reservoir, micro-seismische monitoring, monitoring van bodemdaling)."*

*Bron: TNO 2013 R11953 Toetsing Bodemdalingsprognoses TNO 16 jan. 2014*https://www.google.nl/search?q=TNO+2013+R11953+Toetsing+Bodemdalingsprognoses+TNO+16+jan.+2014&ie=utf-8&oe=utf-8&gws_rd=cr&ei=PoreVuy-CsOradSYtPAB

Open Seismic Sensorgrid Groningen

Open Seismic Sensorgrid Groningen OSSG is een initiatief van de Groningse bedrijven Bevingmeter, Omnidots, Medusa, Merkator, StabiAlert, SW Fivelingo en Target Holding.
Samen bouwen ze een uniek open sensorplatform om de aardbevingsmeetnetten van de NAM en KNMI aan te vullen met een dicht netwerk van oppervlaktesensoren (versnellings-en tiltmeters). Het meetnet zal uiteindelijk bestaan uit meer dan 10.000 sensoren. De verzamelde meetgegevens zullen voor iedereen beschikbaar zijn, voor het ontwikkelen van nieuwe toepassingen en het bieden van meer inzicht in aardbevingen.

- Doel van OSSGRID is, naast het plaatsen van nieuwe sensoren alle data van alle sensoren ten opzichte van elkaar beter inzichtelijk te maken. De som der delen is meer dan de delen afzonderlijk.
- TNO zegt het projectmanagement te voeren van het OSSG, en op deze manier mee te doen met het Innovatieproject sensortechnologie en energie ondersteund door Groningen.
  https://www.tno.nl/nl/over-tno/nieuws/2015/10/innovatieprojecten-sensortechnologie-en-energie-ondersteund-door-groningen/
  Bij navraag blijkt dat het OSSG zelf het projectmanagement voert en een onafhankelijk positie inneemt. TNO zou wel als klant/leverancier van data kunnen functioneren.
- StabiAlert is een Gronings bedrijf. Hun uiterst nauwkeurige tiltmeter wordt elders alom geprezen en met succes ingezet. Tiltmeters zijn zeker niet duurder dan professionele accelerometers. Met tiltmeters kan wel een zetting, vervorming of schade vastgelegd worden.

Deltares

Monitoring ondergrondse pijpleidingen

"Het STOOP project (Sensor Toepassing Op Ondergrondse Pijpleidingen) is erop gericht om op basis van Big Data over de opbouw van de ondergrond, historische informatie over gas- en watertransportleidingen en bouwkundige constructies te voorspellen wanneer een leiding dreigt te bezwijken, zodat tijdig kan worden vervangen. Bij het project zijn alle gas- en watertransportbedrijven in Nederland en Deltares aangesloten. De komende drie jaar zal de ontwikkelde technologie uitvoerig worden getest en gevalideerd onder andere op het fieldlab bij het EnTranCe-terrein in Groningen. Bij deze grootschalige praktijktest zijn ook bedrijven betrokken die toepassingen willen ontwikkelen op basis van de gegenereerde data en gebruikte technologie. TNO voert het projectmanagement en draagt ook inhoudelijk bij."

https://www.tno.nl/nl/over-tno/nieuws/2015/10/innovatieprojecten-sensortechnologie-en-energie-ondersteund-door-groningen/

Kans op hoekverdraaiing bij leidingen
"Betonnen en gietijzeren leidingen worden vaak in elementen aangelegd. De elementen zijn dan vaak verbonden door middel van een mof spie koppeling die een zekere hoekverdraaiing kan ondergaan."
"De conclusie is dat de korte gesegmenteerde leidingen relatief kwetsbaar zijn voor de aardbevingsbelastingen. De gekozen bovengrens benadering leidt tot een opgelegde hoekverdraaiing die in de orde liggen van de algemeen toelaatbare hoekverdraaiing."
Bron: http://www.tcbb.nl/pdf/Schade_aan_buisleiding_door_aardbeving-versie3.pdf

- Hoewel Deltares op de hoogte is van permanente verplaatsingen als gevolg van verweking en afschuiving, en in 2014 sterk heeft aanbevolen om in Groningen een aantal verticale meetpunten te installeren waar zowel de trillingen als het verloop van de waterspanningen op verschillende diepten wordt gemeten, laat ze na glasvezelmetingen bij buisleidingen aan te bevelen.
- **Deltares is aangesloten bij het project Sensor Toepassing Op Ondergrondse Pijpleidingen.**
- **Deltares heeft geen onderzoek verricht naar aanvullingen op accelerometers, ondanks de kans op hoekverdraaiing bij leidingen.**

Tcbb

Industrieleidraad Technisch Platform Bodem beweging: *"De leidraad geldt voor de bepaling van deformaties aan het aardoppervlak als gevolg van alle activiteiten, die vallen onder de Mijnbouwregelgeving. In deze eerste versie van de leidraad is* ***nog geen aandacht*** *geschonken aan de uitvoering van objectmetingen en aan de bepaling van horizontale* ***deformaties (trek en druk), scheefstand (tilt) en rotatie****."*
"De verplichting tot het uit uitvoeren van deformatiemetingen is vastgelegd in de ***MBW, artikel 41****, en in het* ***MBB (Mijnbouwbesluit)****, artikelen 30 t/m33. In het winningsplan (opslagplan) krijgt deze verplichting concrete inhoud. Het jaarlijks ter goedkeuring in te dienen meetplan geeft een beschrijving van de feitelijke werkzaamheden. Dit plan moet worden ingediend voor 1 november van het aan de meting voorafgaande jaar."*
De Tcbb is een door de minister van Economische Zaken ingestelde commissie die onder meer als taak heeft om particulieren te adviseren over hun klachten. In een van de rapporten op de site van de Tcbb staat dat de deformatie van de bodem wordt gemeten. Niet van de woningen. Ondertussen is de laatste zin (De beperkende factor bij tiltmeters is de drift in de tijd) niet meer state of the art."Andere meettechnieken die ingezet kunnen worden voor deformatiemonitoring op land zijn tiltmeters en laseraltimetrie. De beperkende factor bij tiltmeters is de drift in de tijd." Bron: Industrieleidraad ter Geodetische bepaling van bodembeweging als gevolg van mijnbouwactiviteiten http://tcbb.nl/pdf/Leidraad%20Document_V1.pdf

Eerder schreef Haak over tiltmetingen in zijn rapport 'Tiltmetingen, een alternatief voor waterpassing' 1996:
"Dit rapport is een evaluatie van de techniek van tiltmetingen toegepast op de Nederlandse situatie. Tilt is de scheefstelling van het aardoppervlak. De meting van tilt met op de markt verkrijgbare apparatuur kan met extreem grote nauwkeurigheid uitgevoerd worden. Hierdoor zijn een aantal toepassingen gesuggereerd die ook voor Nederland van belang kunnen zijn. Het betreft bijvoorbeeld de meting van bodemdaling en de bepaling van de omvang van grote cavernes in de ondergrond. Tiltmetingen worden regelmatig met succes toegepast in de olie- en gasindustrie om de resultaten van reservoir stimulatie technieken (hydraulic fracturing) te volgen."
Later was Haak van mening dat met tiltsensoren de drift te weinig meegenomen werd. De TNO DriftLess™ technologie heeft daarna de drift elimineerd van diverse sensoren zoals accelerometers, magnetometers, gravimeters en trillingssensoren.

- Tiltmeters zijn sinds Haak ze heeft afgekeurd niet meer ingezet, ondanks dat TNO en StabiAlert de drift hebben geëlimineerd.

In een gesprek met de heer Haak (vice vzt. Tcbb) in november 2015 was hij het met ons eens dat er aanvullende anderssoortige metingen, zoals met tiltsensoren, boven de thans gebruikte seismologische meetinstrumenten, nodig zijn. Sensoren die hoekverkanteling meten (tiltsensoren) kunnen volgens hem inderdaad een wezenlijke bijdrage leveren in het inzichtelijk maken van de bodembewegingen en de mogelijke gevolgen op b.v. bouwwerken. Panden kunnen door het torderen wellicht nog meer schade oplopen dan door de trilling an sich. Bron: notulen OMEM

- **De Tcbb voelt zich niet verantwoordelijk voor het meten van de relatie tussen bevingen/zettingen en schade.**
- **De Tcbb zegt bij monde van de vice voorzitter Haak dat sensoren die hoekverkanteling meten een wezenlijke bijdrage kunnen leveren in het inzichtelijk maken van de bodembeweging en de mogelijke gevolgen op bv. bouwwerken.**

Commissie Bodemdaling Groningen

Volgens de Commissie Bodemdaling Groningen ontstaat nog steeds geen schade door bodemdaling, noch door peilverlaging m.b.t. de bodemdaling als gevolg van compactie. Mocht er schade zijn dan is dit volgens hen zelden tot nooit een gevolg van gaswinning.
Bron: http://www.commissiebodemdaling.nl/gebouwschade/gevolgen-bodemdaling-/

De Commissie Bodemdaling Groningen zegt ook dat het mogelijk is dat de bovenste grondlagen, waarop de bebouwing rust, zodanig zettingen zullen ondergaan door wijzigingen in het peil van polder- en boezemwater, dat **onder bepaalde omstandigheden** scheurvorming in de bebouwing kan optreden. Maar in haar overeenkomst waar een particulier toe moet treden wil hij zijn klacht behandeld zien worden, moet hij ervoor tekenen dat hij afstand doet van het recht om op een andere wijze vergoeding van NAM te verlangen.
Satellietmeting kan zeer nauwkeurig de bodemdaling meten, maar leent zich niet voor het meten van lokale zettingen: de hoeveelheid gegevens is te massaal.

- **De Commissie Bodemdaling voelt zich niet verantwoordelijk voor het installeren van een meetnet om lokale zakkingen op een juiste manier in beeld te brengen.**

Staatstoezicht op de Mijnen

In januari 2014 vond het SodM het 'Meet- en Monitoringsplan', wat betreft de seismische instrumentatie, een goede beschrijving geven van een relevante uitbreiding van het meetnet, die aansluit op het bestaande netwerk van seismometers. *"Door deze uitbreiding zal het netwerk in alle deelgebieden een aanzienlijke toename van de precisie van de aardbevingslocaties geven. Om de bodembeweging continu en met grotere precisie te kunnen volgen, adviseert SodM om een aantal permanente GPS-meetstations met nog eens vijf stuks uit te breiden."*
Bron: https://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/02/5_Advies%20SodM.pdf

In december 2015 zegt het SodM dat er nog onvoldoende structuur is in de technische bijlage bij het Meet- en regelprotocol om het seismisch risico systematisch te beheersen.
Bron: SodM *'Seismisch risico Groningenveld Beoordeling rapportages & advies Staatstoezicht op de Mijnen dec. 2015'*

- *"een goede beschrijving geven van een relevante uitbreiding van het meetnet"* behelst alleen de relevante uitbreiding van het meetnet. Niet of de meters zelf voldoende meten.
- **Ondanks dat het SodM veel contacten heeft met NAM geeft zij geen aanbevelingen voor het al dan niet plaatsen van tilt- en/of glasvezelmeters.**
- **Het SodM voelt zich niet verantwoordelijk om meters te adviseren die de relatie tussen bevingen/zettingen en schade kunnen aangeven.**

Fugro, Arcadis, Witteveen & Bos

In het rapport 'Aanvullend onderzoek mogelijke risico's en gevolgen opsporing van schalie- en steenkoolgas in Nederland' d.d. 26 augustus 2013 van drie grote bedrijven Fugro, Arcadis en Witteveen & Bos wordt lovend gesproken over tiltmeters i.v.m. monitoringstechnieken bij

bodemdaling: *"Gezien het relatief langzame proces van bodemdaling, is 'real-time' monitoren niet noodzakelijk. Met bepaalde meettechnieken, zoals GPS, tiltmeters en glasvezel is 'real-time' monitoren met de huidige stand der techniek wel mogelijk."*

In een ander rapport van Fugro staat als een van de belangrijkste ontwikkeling en technieken die *tijdens of na* het fracken en gaswinning gebruikt kunnen worden o.a. tiltmeters.

Opmerkingen

- **De minister zegt dat er voldoende middelen (soorten meters) zijn om de relatie tussen schade (vervormingen) en trillingen te meten.**
  Dit klopt, maar ze worden alleen niet geplaatst door nam/overheid.
- Zoals vaker is gebeurd worden bewoners op het verkeerde been gezet.
- Hun naar verhouding eenvoudige, legitieme en reële wensen worden niet gehonoreerd.
- De heer Haak – sinds 2003 vice voorzitter van de Tcbb en voormalig hoofd seismologie bij het KNMI – heeft bevestigd dat de permanente vervormingen van de ondergrond in beeld moeten worden gebracht en dat er aanvullende anderssoortige metingen, zoals tiltsensoren, boven de thans gebruikte seismologische meetinstrumenten, nodig zijn. Dat deze aanbeveling niet serieus genomen wordt, baart zorgen.

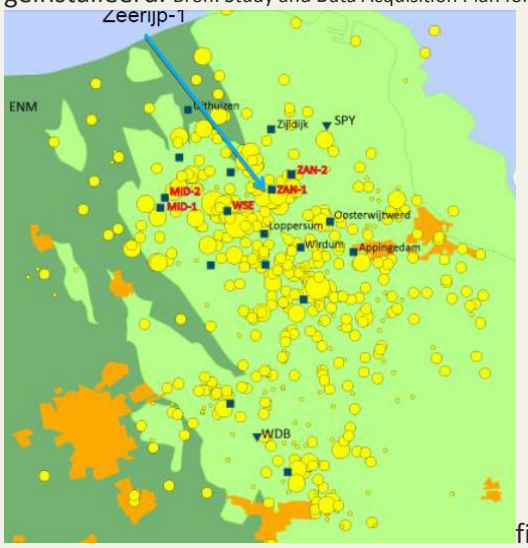
Meters KNMI/NAM

Eerdere meters

Voor het grootste veld van Europa was het aantal en de staat van de meters ten tijde van de Huizingebeving ver onder maat: 12 versnellingsmeters in het Groningenveld, waarvan 10 in het zwaarst getroffen gebied. In het beperkte gebied stonden volgens het kaartje van de NAM (figuur 26) slechts 5 accelerometers, waarvan het KNMI zei dat voor een aantal (oudere) stations in het noorden er geen absolute tijd beschikbaar was (omdat er geen GPS-antenne op locatie geplaatst is). *"De tijd wordt dus van de interne klok van de PC gehaald, die natuurlijk in de loop der tijd behoorlijk wat kan afwijken van de absolute tijd."* Bron: antwoord KNMI in eigen beheer

Deze 5 verouderde stations zijn in november 2012 vervangen en in december 2012 is opdracht gegeven tot het plaatsen van nieuwe versnellingsmeters, waarmee in januari 2013 is begonnen.

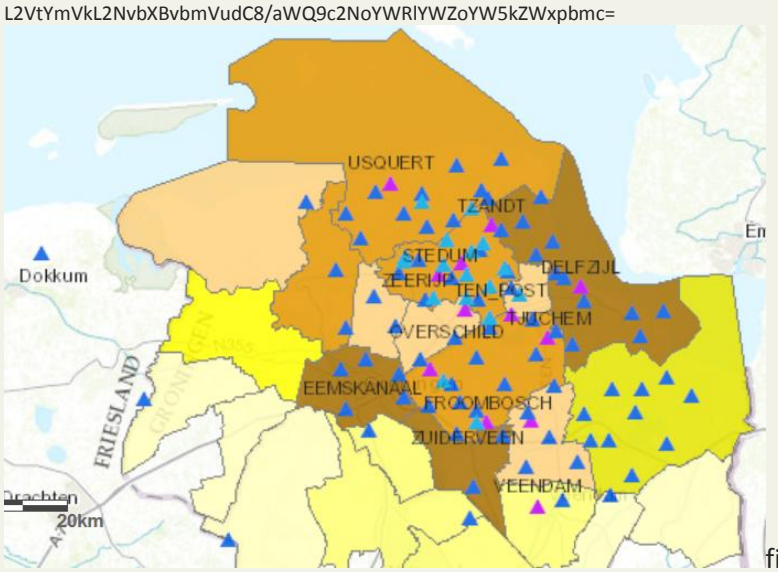
Op het kaartje in figuur 8 staat een overzicht van de seismiciteit (gele cirkels) in het Groningen veld (licht groen) met daarbij de accelerometers (blauwe vierkanten) en de boorgat sensors (blauwe driehoeken). In rood zijn de oudste accelerometer stations aangegeven. Nieuwe accelerometer stations zijn aangegeven met de volledige naam van de locatie. Deze zijn in januari 2013 geïnstalleerd. Bron: Study and Data Acquisition Plan for Induced Seismicity in Groningen Planning Report November **2012** NAM



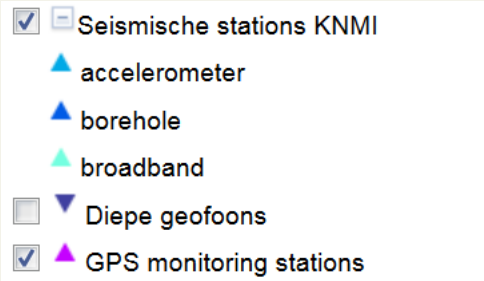
figuur 8

Huidige meters

Op de interactieve kaart van NAM Platform zijn de huidige meters te bekijken (zie figuur 9):
http://www.namplatform.nl/feiten-en-cijfers/feiten-en-cijfers-voortgang-schadeafhandeling.html#iframe-L2VtYmVkL2NvbXBvbmVudC8/aWQ9c2NoYWRlYWZoYW5kZWxpbmc=



figuur 9



Opmerking

- Het SodM ging ervan uit dat een meetnet ingericht door een mijnbouwonderneming in samenwerking met het KNMI voldoet aan de internationale standaarden. Bron: antwoorden SodM in eigen beheer

  Wanneer binnen enkele maanden na de beving van 16 augustus 2012 deze 5 verouderde meters zijn vervangen duidt erop dat de GPS-stations niet binnen deze internationale standaarden vielen.

  Dit betekent dat in 2012 het (Staats)toezicht in haar taak als toezichthouder te kort is geschoten. Ergens van uit gaan is iets anders dan handhaven.

Nawoord

De NAM/Overheid en de instituten door hen betaald, kunnen door middel van handig taalgebruik en berekeningen de focus dusdanig verleggen dat het lijkt alsof alles onder controle is of komt.
Veel onderzoekbureaus zijn bezig met kansberekeningen en modellen, maar de verbinding met de realiteit is vaak ver te zoeken. Door gesprekken met mensen die hier mee werken ben ik er achter gekomen dat er erg veel tijd en energie gestoken is en wordt aan theoretische modellen, maar ook dat onderzoekers vaak weinig weten van wat er werkelijk aan de hand is. Theorie en praktijk blijven op bepaalde onderdelen ver uit elkaar te liggen. Vragen en oplossingen die er werkelijk toe doen blijven aldus achterwege.
De toekomst is en wordt jaar in jaar uit rooskleurig voorgesteld en bij problemen wordt structureel nieuw onderzoek aanbevolen. Deze onderzoeken gebruiken dan weer nieuwe termen en modellen, zodat iedereen (burgers en Kamerleden) tijdelijk pas op de plaats maakt en de winning zonder problemen door kan gaan.
De negatieve gevolgen van de mijnbouw en alle daarbij behorende activiteiten zijn enorm. Voor de leefomgeving, het landschap en de inwoners. Zowel op financieel als psychisch vlak.

Overheid en NAM is één geheel. Zie de constructie van de Maatschap Groningen in 1963 en de ruis rondom daaromheen. Maar in werkelijkheid moet de Overheid als concessieverlener verantwoordelijk worden gehouden. Dat de bijna wereldwijde neo-liberale politiek de dienst uitmaakt, mag niet als excuus worden gebruikt.
Het CVW is niet bij toeval gelieerd aan NAM/Shell en de nationaal coördinator is niet zomaar ingezet.
Dat er geregeld geroepen wordt dat de burger centraal staat, staat in scherpe tegenstelling tot de realiteit. Zie voor meer verwevenheid: http://accentaigu.nl/algemeen/de-ene-achtertuin-is-de-andere-niet/
Dat in Groningen slechts een klein deel van het electoraat woont zal zeker meetellen.

De Overheid is druk doende om allerlei zaken te decentraliseren, m.a.w.: de provincie/gemeenten moeten de problemen oplossen die door de Staat zijn veroorzaakt.
De burger staat centraal volgens de informatie van Kamp aan de Kamer, maar veel vragen en opmerkingen van hen worden genegeerd.
Bijvoorbeeld over de term ‘aardbevingsschade’ i.p.v. schade door bodembeweging; over de noodzaak tilt- en glasvezelmeters in te zetten; over hoe het CVW met bewoners omgaat; over het niet onafhankelijk zijn van Arcadis (55% aandeelhouder van CVW); over het versterken waarna bij een zware beving schade en letsel niet telt; over het nalaten van lokaal onafhankelijk bodemonderzoek; over de terechte angst dat binnenkort de pot leeg is; over de status van het schadeprotocol; over de privacyverklaringen, over zwijgplicht; over de machtspositie van de mijnbouwer; over de rechtsongelijkheid; over het aanstellen van arbiters waar de eigenaar niets over heeft te zeggen en niet om gevraagd heeft; over het onderzoek naar de trilplaat in Italië; over het bedrijfsrisico van NAM; het waarborgfonds; over het afwentelen van risico’s; over de diepte van de bevingen; over het niet serieus nemen van aannemelijke schade; over het zonder meer vaststellen van C-schade; over de verwevenheid van Shell/CVW/Overheid; over de houding van de Tcbb en de Commissie Bodemdaling; over de voorlichting richting de rest van Nederland; over de angst voor jarenlange rechtszaken; over een ‘minnelijke’ schikking zonder te weten te komen of het fair is, zelfs zonder zelf een keuze hierin te mogen maken; over de rol van de media; enz.
De lijst is te lang.
Daar komt bij dat de strategie van het voortdurend opschuiven van de grenzen – heel voorzichtig en bijna ongemerkt – tot een normale stand van zaken wordt verheven. Een strategie is meestal bedoeld voor de langere termijn en wordt bewust ingezet om bepaalde doelen te bereiken.
Dit komt niet alleen de NAM, maar ook de Overheid goed uit. En de bevolking merkt het amper.

De bewoners in Groningen zijn aan de willekeur van NAM en Overheid overgeleverd, moeten hun rechten bevechten tegenover NAM en eigen Overheid.

Op alle fronten zijn zij in het nadeel, t.a.v. kennis, verdeling lusten en lasten en rechtsongelijkheid. Wat de inwoners van Groningen vragen is naar verhouding tot de winsten en het geld dat aan rapporten/onderzoek betaald is en wordt, legitiem, heel reëel en niet veel.
Een aantal van deze wensen staan hieronder verwoord:

Status burger

- de burger centraal stellen en serieus nemen en hen in staat stellen eigen keuzes te maken bij plannen als het instellen van arbiters, het maken van afspraken over herstelprogramma's, enz.;
- beloftes nakomen zoals 'heft in eigen hand', 'ruimschoots vergoeden', 'oude schade meenemen', de term 'mijnbouwschade' i.p.v. 'aardbevingsschade', 'alle schade wordt vergoed'.

Kosten

- de kosten van de psychologen i.v.m. problemen gevolgen gaswinning vergoeden;
- de burger in staat stellen tot het voeren van rechtszaken;
- bijkomende kosten i.v.m. problemen gevolgen gaswinning vergoeden.

Schadeafhandeling

- de schadeafhandeling op een open en correcte manier laten verlopen:
  - bij twijfel van bewoner over oorzaak schade lokaal (per kavel) grondonderzoek en fundatieonderzoek laten uitvoeren;
  - (onafhankelijke) geologen inschakelen bij de schadetaxaties;
  - eigen verhaal van bewoner bij het schadedossier laten voegen;
  - contra-experts veel meer ruimte geven, ook om onderzoek te kunnen laten doen;
  - bij C-schade niet zonder meer doorverwijzen;
  - duidelijkheid geven over welke rechten bewoners hebben;
  - de mensen niet in nood zonder nazorg achterlaten en door te verwijzen naar familie of de daklozenopvang;
  - geen ellenlange rechtszaken meer;
  - bewoner de keuze geven een eigen arbiter aan te stellen.

Centrum Veilig Wonen

- het melden van 'aardbevingsschade' vervangen door 'schade door bodembeweging als gevolg van gas- en zoutwinning en daaraan gerelateerde activiteiten';
- geen verwevenheid meer tussen CVW en NAM/Shell (belangenverstrengeling);
- alle instanties voor wie privacygegevens bedoeld zijn, letterlijk aangeven (wettelijk verplicht);
- Arcadis als grootaandeelhouder van CVW niet betrekken bij taxaties (belangenverstrengeling).

Meten

- het inzetten van tilt- en glasvezelmeters om bewoners het recht te geven om bewijslast in te kunnen zetten voor het halen van hun recht;
- een eigen onafhankelijk meetnet in Groningen.

Onderzoek

- meer veldonderzoek naar gevolgen bevingen op ondiepe ondergrond.

Kortom: handelen volgens de beginselen van behoorlijk bestuur.

Eindconclusies

1. Het onderzoek van Deltares naar de ondiepe bodem is te globaal. Deze nieuwste kaarten die uitgaan van 250m keer 250m keer 1m zijn onvoldoende geschikt voor gebruik bij taxaties en voor het in kaart brengen van risico's.
2. Betrouwbaar en gedegen onafhankelijk onderzoek naar wat piekgrondsnelheden met grondsoorten doen, apart en in relatie tot elkaar is er niet. Dit is een grote omissie omdat juist het kunnen duiden van de oorzaken van schade van belang is in een eerlijk en objectief proces als de schadetaxatie hoort te zijn.
3. Dat bij voorspellingen de PGA (in de contourenkaart) de belangrijkste rol speelt is niet correct o.a. om de volgende redenen:
    - Tijdens een beving ontstaat veel schade ver van het epicentrum.
    - Veel trillingen worden wel gevoeld maar niet geregistreerd.
    - Doorlopende trillingen en/of zwelkleien veroorzaken spanningsverschil in fundamenten/woningen, een volgende lichte trilling kan de bekende druppel zijn die scheurvorming veroorzaakt.
    - Gevolgen van een beving kunnen na langere tijd optreden.
    - Zettingschade (als gevolg van bevingen boven het zout) worden niet erkend.
    - Er kan schade optreden ver van de plek van het epicentrum (zie metingen StabiAlert).
    - De metingen zijn onvoldoende. Versnellingsmeters meten niet één op één de relatie tussen bevingen/trillingen/zettingen en schade.
4. De Overheid heeft het installeren van tilt- en glasvezel meters jarenlang bewust tegengehouden.
5. De Overheid is verantwoordelijk voor het installeren van meters die de relaties tussen bevingen/trillingen en schade werkelijk in kaart brengen. Immers bij geluidshinder wordt gemeten of het geluid boven een bepaald geluidsniveau uitkomt om omwonenden afdoende te beschermen. Op wegen worden snelheden ook niet voor de aardigheid gemonitord. Vergelijkbaar met het meten van schade aan woningen. Wanneer deze schade bewust niet voldoende inzichtelijk in kaart wordt gebracht (het meten van de relatie beving/trilling en schade), kan het niet gebruikt worden voor risico-analyses. De Overheid kan conform de wet geluidshinder en de Wet Mulder (snelheidsovertredingen) voor inzichtelijk meten verantwoordelijk worden gehouden.
6. Noch de Overheid, noch de NAM, noch de Tcbb, noch de Commissie Bodemdaling Groningen, noch NAM, noch het SodM voelt zich verantwoordelijk voor het meten van de relatie tussen schade en bodembeweging. Hoewel het meten een zaak tussen private personen is, zal de Overheid wanneer een ramp zich dreigt te voltrekken, moeten ingrijpen. Bovendien is de Overheid medeverantwoordelijk. Zij behoort immers samen met NAM en EBN (Energiebeheer Nederland) tot de 'Maatschap Groningen', een privaatrechterlijke overeenkomst opgericht in 1963 tussen Shell, Esso en Staatsmijnen.
7. De Overheid heeft het monopolie om concessies te verlenen. Zij moet daarom zorg dragen voor de winningsvoorwaarden en is in die zin verantwoordelijk voor de gevolgen van het verlenen van de concessie (onder voorbehoud dat onderling hier geen afspraken over gemaakt zijn).
8. Wanneer het op verantwoordelijkheden aankomt, lijkt het of niemand verantwoordelijk is voor de keuze wat gemeten moet worden en welke meters hiervoor gebruikt moeten worden. De mijnbouwer is verantwoordelijk voor het meten van bodembeweging. Een heel ruim begrip, waar je alle kanten mee op kan. Zolang de wet maar gehandhaafd wordt. Door wetten te maken die passen bij een van te voren bekend beleid, lijkt het steeds meer op een doelbewuste poging de maatschappij van boven af om te vormen.
   Voor de verantwoordelijkheden m.b.t. gevolgen van mijnbouw lijkt de term 'bewust georganiseerde onverantwoordelijkheid' van toepassing.

9. Dit past bij de bewust onbewust gehouden strategie: pas iets veranderen of aanpassen wanneer de toestand te duidelijk zichtbaar wordt.
10. Zakkingen/zettingen genereren schade aan woningen. Zettingschade is dan ook schade als gevolg van (ongelijkmatige) bodemdaling en kan het gevolg zijn van bevingen.
11. Dat de ongelijkmatige bodemdaling onvolledig in kaart wordt gebracht, ondanks dat daartoe mogelijkheden zijn, mag zowel t.a.v. de NAM als de Overheid als ernstig verwijtbaar worden beschouwd.
12. Dat zettingschade door het CVW/NAM niet gezien/onderzocht wordt als mogelijk (lokaal) gevolg van de gaswinning (bevingen/trillingen of peilverschil door peilaanpassingen), mag als ernstig verwijtbaar worden beschouwd.
13. Dat zettingschade door de Commissie Bodemdaling niet gezien/onderzocht wordt als mogelijk (lokaal) gevolg van de peilaanpassingen als gevolg van bodemdaling, mag als ernstig verwijtbaar worden beschouwd.
14. Dat bij taxaties door de NAM zettingschade bij uitzondering erkend wordt als mogelijk gevolg van mijnbouwactiviteiten, en bij uitzondering lokaal onderzocht wordt (wel benoemd als C-schade), mag als ernstig verwijtbaar worden beschouwd.
15. Dat de Technische Commissie Bodembeweging vaak zettingschade niet erkent als mogelijk gevolg van mijnbouw, noch lokaal niet tot nauwelijks onderzoek verricht naar mogelijke bewijsvoering als liquefactie/verweking/lateral spreading of volumeverandering van knipklei, mag als ernstig verwijtbaar worden beschouwd.
16. Dat officiële en zogenaamd onafhankelijke partijen als SodM, Commissie Bodemdaling Groningen en de Tcbb ongelijkmatige bodemdaling/-beweging van de ondiepe bodem nauwelijks serieus nemen mag als ernstig verwijtbaar worden beschouwd.

Aanbevelingen

1. De NAM dient zettingschade niet zonder eerst zelf onderzoek te hebben laten doen, door te verwijzen naar de Commissie Bodemdaling , de waterschappen en/of de Tcbb.
2. De Tcbb zal zettingschade mee moeten nemen in hun onderzoek als zijnde mogelijke oorzaak van bodembeweging.
3. De NAM zal de ongelijkmatige bodemdaling in kaart moeten brengen.
4. Wanneer gedupeerden vermoeden dat indirecte schade door liquefactie, lateral spreading, ongebruikelijke grondwaterstanden en/of volumeveranderingen in knipklei is ontstaan, zal door NAM een gedegen onderzoek hiernaar dienen te worden verricht. Zettingschade (inclusief de fundamenten) dient daarom altijd meegenomen te worden bij een uitgebreide schadetaxatie door NAM.
5. De Overheid zal verantwoordelijk moeten worden gehouden voor onderzoek naar de gevolgen van bevingen/trillingen in de ondiepe ondergrond.
6. Er is volgens de Tcbb in 2012 geen inzicht in de mate van (schuif)kruip en zetting ten gevolge van grondwaterstijging. Onafhankelijk onderzoek hiernaar is vooral vanwege de veel voorkomende zettingschades aan te bevelen.
7. Taxaties zouden i.v.m. bewijsvoering en onderzoek na een beving niet te lang uitgesteld moeten worden.
8. Indirecte schade als gevolg van zetting door volumeveranderingen in knipklei dat bij kleine bevingen al kan leiden tot scheurvorming hoort evenals de ervaringen van de bewoners meegenomen te worden in het taxatieonderzoek.
9. De huidige kaarten van Deltares met een raster van 250m bij 250m bij 1m zijn onvoldoende voor lokale situaties en daarom niet te gebruiken bij taxaties.
10. Bij schadetaxaties en geschillen horen naast bouwkundigen geologen ingezet te worden.
11. Maak gebruik van tilt- en glasvezelmetingen om de veranderende bodem aan het maaiveld en de eventuele relaties tussen bevingen/trillingen en schade in kaart te brengen.
12. Alle inwoners van gebieden waar mijnbouwactiviteiten zijn, dienen door de Overheid op een juiste manier voorgelicht te worden over de ondergrond en alle mogelijke gevolgen van bevingen m.b.t. die ondiepe ondergrond.
13. Inwoners dienen door de Overheid gewezen te worden op de mogelijkheid om meldingen te doen (bij een onafhankelijk loket) van verschijnselen die kunnen duiden op liquefactie, lateral spreading en aanwezigheid van/ervaringen met knipklei.
14. Er moet een onafhankelijk onderzoek komen naar de gedragingen van de ondergrond bij aardbevingen. Dit onderzoek zou meer op de praktijk gericht moeten zijn. Tot nu zijn door TNO en Deltares cases in de praktijk voldoende onderzocht. Het is aan te bevelen om, hoewel in het huidige aardbevingen onderzoek vooral nadruk wordt gelegd op de eerste 300, 50 op 30 meter vanaf het maaiveld, in Groningen ook aandacht te besteden aan de eerste meters vanaf het maaiveld. Bij een dergelijk onderzoek moeten praktijk verhalen van inwoners meegenomen worden.
15. De aanbeveling uit het rapport van juni 2015 om een apart geologisch model te ontwikkelen voor liquefactie/verweking en lateral spreading zou extra aandacht en voorrang moeten krijgen.
16. De Overheid zal als concessieverlener haar verantwoording moeten nemen en de inwoners moeten behandelen volgens de algemene beginselen van behoorlijk bestuur:

Algemene beginselen van behoorlijk bestuur

a. Fair play (art. 2:4 Awb) (formele) Zorgvuldigheidsbeginsel (art. 3:2 Awb.) Er wordt met een eerlijke blik gekeken naar de zaak om zo te komen tot een degelijk besluit.
b. Verbod van détournement de pouvoir (art. 3:3 Awb) Zwijgplicht mag niet eenzijdig worden opgelegd door de machthebbende partij. CVW werkt in opdracht van NAM en samen met de overheid (NCG).

c. Belangenafwegingsplicht (art. 3:4 lid 1 Awb). 1. Het bestuursorgaan weegt de rechtstreeks bij het besluit betrokken belangen af, voor zover niet uit een wettelijk voorschrift of uit de aard van de uit te oefenen bevoegdheid een beperking voortvloeit.
   2. De voor een of meer belanghebbenden nadelige gevolgen van een besluit mogen niet onevenredig zijn in verhouding tot de met het besluit te dienen doelen.
d. Evenredigheidsbeginsel (art. 3:4 lid 2 Awb). De burger in het gaswinningsgebied wordt vergeleken met de rest van Nederland onevenredig zwaar benadeeld. Het zorgvuldigheidsbeginsel, inhoudende dat de overheid de verschillende bij een besluit betrokken belangen bij haar besluitvorming moet betrekken, hangt nauw samen met het beginsel dat een besluit niet zodanig mag zijn dat de overheid, bij de afweging van de betrokken belangen, in redelijkheid niet tot het desbetreffende besluit heeft kunnen komen (verbod van willekeur).
   Beide beginselen gelden in principe voor alle overheidshandelen. Toetsing aan deze beginselen vindt in de jurisprudentie dan ook geregeld plaats, niet alleen ter zake van beschikkingen – al biedt de jurisprudentie daarvan de meeste voorbeelden -, maar ook ter zake van besluiten van algemene strekking zoals plannen, beleidsregels en algemeen verbindende voorschriften, zij het dat de toetsing van beleid soms indirect geschiedt.
   Bv. een contra-expert moet evenveel ruimte krijgen als de taxateur van het CVW / NAM.
e. Motiveringsbeginsel (art. 3:46 jo. 3:47 lid 1 Awb). Schending van het beginsel kan op verscheidene andere gebreken in de besluitvorming duiden: onvoldoende vergaring van kennis omtrent feiten en omstandigheden, onvoldoende belangenafweging, willekeur, strijd met het gelijkheidsbeginsel, détournement de pouvoir en dergelijke. In samenhang met deze andere gebreken kan gewezen worden op de tweedeling die in de literatuur wel aangebracht wordt in dit element van het motiveringsbeginsel: enerzijds het aspect van de juiste vaststelling van de feiten, anderzijds het aspect dat de vaststelling van de feiten dient te leiden (althans mag leiden) tot de genomen beslissing.
f. Gelijkheidsbeginsel. Recht van de sterkste i.p.v. gelijke rechten.
g. Vertrouwensbeginsel. Wordt aan alle kanten geschonden, bv. het tekenen van brieven waarin staat dat gegevens o.a. verstuurd mogen worden.
h. Rechtszekerheidsbeginsel. De geldende rechtsregels worden niet juist en consequent toegepast. Integendeel, de overheid maakt in Groningen haar eigen rechtsregels.
i. Verbod van willekeur. Bestuursorganen dienen belangen op een juiste wijze af te wegen en te komen tot een weloverwogen besluit. Als het bestuursorgaan in alle redelijkheid niet tot dat besluit had kunnen komen (bv. door te weinig kennis/informatie), is er sprake van willekeur. In dit verbod moet een evenwicht tussen rechtmatigheid en doelmatigheid worden gevonden. De vrijheid van het bestuursorgaan om tot een eigen oordeel te komen wordt begrensd door het vereiste dat er belangen moeten worden afgewogen.