

21 december 2001

Gedeputeerde Staten van  
de Provincie Groningen  
Postbus 610  
9700 AP GRONINGEN

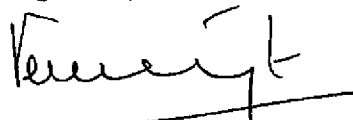
CORR.NR.	DNST: AFD.:
ING. 2 JAN 2002	
KLASS.NR.	J N

Geacht College,

Bij brief van 25 oktober 2001 heeft u mij verzocht om een second opinion uit te brengen over het onderzoek en het rapport betreffende het Ontginningsplan 2001 van Nedmag Industries te Veendam.

De bevindingen van mijn studie zend ik u hierbij toe. Indien gewenst ben ik gaarne bereid tot nadere mondelinge toelichting

Hoogachtend,



A. Verruijt.

## **Second Opinion Ontginningsplan NEDMAG 2001**

Prof.dr.ir. A. Verruijt, december 2001.

### Inleiding

Bij brief van 25 oktober 2001 hebben Gedeputeerde Staten der provincie Groningen aan de ondergetekende verzocht om een second opinion over het onderzoek en het rapport over de bodemdaling en de eventuele schade ten gevolge van de voortzetting van de zoutwinning ten westen van Veendam door NedMag Industries BV volgens het door NedMag ingediende Ontginningsplan vanaf 2001.

Daartoe zijn de volgende rapporten verstrekt :

- Ontginningsplan Kalium- en Magnesiumzoutwinning, NedMag 2001,
- Vervorming van de bovengrond door NedMag zoutwinning en schade aan de bebouwing, GeoDelft rapport CO352471/07, juni 2001,
- NedMag Veendam location: Comparison of observed and calculated subsidence, GeoDelft rapport CO352470, version 1, december 1999,
- Verkennend onderzoek naar de gevolgen van bodemdaling ten gevolge van zoutwinning bij Veendam, TAUW rapport 7049323, december 2000.

Ook is kennis genomen van :

- Het Protocol van NedMag inzake vergoeding van kosten ten gevolge van bodemdaling veroorzaakt door zoutwinning van NedMag in de provincie Groningen, de voorgestelde wijzigingen en aanvullingen, en de toelichting daarop,
- Een lijst van vragen en antwoorden van de Overleggroep inzake bodemdaling door zoutwinning (NedMag, de provincie Groningen, de gemeentes Menterwolde en Veendam, het waterschap Hunze en Aa's en het Staatstoezicht op de Mijnen). De bijeenkomst van die overleggroep op 29 november 2001 is bijgewoond,
- De desbetreffende adviezen van het Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO (NITG), Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) , en de Technische Commissie Bodembeweging (TCBB) aan de Minister van Economische Zaken.

In deze second opinion is vooral aandacht besteed aan:

1. De onderbouwing van de voorspelling van de verwachte bodemdaling,
2. De gevolgen van de bodemdaling voor eventuele schade aan gebouwen,
3. De afspraken met betrokken overheidsinstanties en burgers,
4. Mogelijke extrapolatie naar een verdere toekomst.

Om een zo onafhankelijk mogelijke evaluatie van de voorspellingen van NedMag en zijn adviseur (GeoDelft) te kunnen geven is waar mogelijk gebruik gemaakt van een onafhankelijke berekening.

De conclusies zijn weergegeven aan het eind van dit rapport.

## 1. De verwachte bodemdaling.

Voor de voorspelling van de bodemdaling die wordt veroorzaakt door de winning van gas of olie uit gesteente, of door de winning van zout uit diepe zoutlagen, bestaan een aantal methodes, die in twee klassen kunnen worden onderscheiden. Enerzijds bestaan er methodes gebaseerd op mathematisch-fysische methodes, in navolging van Geertsma gebaseerd op analyse van de vervormingen van een lineair elastisch materiaal ten gevolge van de verkleining van een kleine bolvormige holte in een halfoneindige ruimte. Anderzijds bestaan er empirische methodes, die gebaseerd zijn op de vorm van geobserveerde bodemdalingskommen, die dan meestal gekarakteriseerd worden door een normale verdelingskromme (volgens Gauss), of modificaties daarvan. Overigens zijn de verschillen tussen de verschillende methodes niet zo groot, omdat beide een invloedsgebied voorspellen met een straal van dezelfde orde van grootte als de diepte van de onttrekking beneden het maaiveld, en het totale volume van de bodemdalingsskom . ongeveer gelijk is, of gelijk gesteld wordt, aan de totale volumeverandering in de diepe ondergrond (de totale convergentie).

De NAM gebruikt meestal de eerstgenoemde methode, op basis van werk van Geertsma en Van Opstal, en vaak samen met numerieke berekeningen. Het voordeel van deze methode is dat ze een wetenschappelijk onafhankelijke voorspelling geeft van de te verwachten vorm en grootte van de bodemdaling, als tenminste de vervorming in de diepe lagen voldoende nauwkeurig bekend is. Bij de analyse van de bodemdaling ten gevolge van het Groningse aardgasveld is de voorspelling wel zo nu en dan aangepast op grond van verschillen met de observaties in het veld, en op voortschrijdend inzicht in de vervormingseigenschappen van het gesteente. Er bestaan aanwijzingen dat deze methode voor winningen van beperkte omvang leidt tot een overschatting van de ruimtelijke uitbreiding van de bodemdaling. Ook voor de voorspelling van de bodemdaling bij de aanleg van geboorde tunnels blijkt een soortgelijke methode te leiden tot te brede bodemdalingsskuilen, en te kleine waarden voor de maximale bodemdaling (in het midden). Bij de analyse van bodemdaling door zeer uitgestrekte aardgasvelden, zoals dat in Groningen, wordt wel een redelijk goede overeenstemming tussen theorie en werkelijkheid gevonden, maar bij een enkele lokale winning is het voorspelde invloedsgebied in het algemeen te groot.

De adviseur van NedMag (GeoDelft) baseert zijn voorspelling van de bodemdaling op de empirische methode, waarbij gebruik gemaakt wordt van de correlatie van de gemeten vorm en grootte van de bodemdaling met de gegevens van de zoutwinning. Dat heeft uiteraard tot voordeel dat de voorspelling een extrapolatie is van de werkelijk gemeten bodemdaling, waarbij voor deze extrapolatie net als in de eerstgenoemde methode uitgegaan wordt van een lineair verband tussen bodemdaling en ondergrondse vervorming.

Vanuit wetenschappelijk oogpunt zou het wenselijk zijn dat de theoretische en de empirische methode van bodemdalingvoorspelling beter met elkaar in overeenstemming zouden worden gebracht. Het lijkt niet onmogelijk dat dit, door aanpassing van de theorie, kan worden bereikt. Voor de betrouwbaarheid van de voorspellingen is dit eigenlijk niet zozeer van belang, omdat alle voorspellingen zijn gebaseerd op de in werkelijkheid optredende bodemdalingen, en daaraan ook bij afwijkingen in de toekomst kunnen worden aangepast.

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. Deze bepaling geeft een goede bescherming van land en bebouwing. Het illustreert ook hoe met een eenvoudige bepaling een verstandige begrenzing kan worden gegeven met uitsluiting van het risico van onnauwkeurigheden in de voorspellingen. Dat er in die voorspelling nogal wat mogelijke onnauwkeurigheden zitten is hierboven al betoogd bij de vergelijking van de twee meest gebruikte methodes (Geertsma en Gauss). Maar er zijn ook nog andere bronnen van onnauwkeurigheid. Zo wordt meestal geen rekening gehouden met de variatie in de bodemeigenschappen boven de zoutcavernes, wordt de vorm van de cavernes geïdealiseerd, en zijn de voorspellingsmethodes in principe meestal beperkt tot kleine vervormingen, terwijl in werkelijkheid bij de door NedMag toegepaste convergentie van zoutcavernes sprake is van grote vervormingen in de zoutlagen. Er is hier nog veel ruimte voor verdere verbetering van de rekenmethodes. Van sommige effecten (zoals de interactie van twee nabijgelegen cavernes) kan worden afgeschat wat de invloed op de voorspellingen is, en dat leidt dan tot afwijkingen in de orde van grootte van 10 % (Kooi en Verruijt, 2001). Het is niet waarschijnlijk dat andere factoren veel grotere fouten zullen aangeven. Door het stellen van een grens aan de bodemdaling, naast een grens aan de productie, is dat allemaal niet meer van belang voor de gebruikers en eigenaren van de grond, omdat daarvoor alleen de bodemdaling van belang is, maar het is wel van belang voor NedMag, dat mogelijk de zoutwinning eerder zal moeten stoppen dan op grond van de productie mocht worden verwacht. Uiteraard vereist de toepassing van het bodemdalingscriterium wel dat deze bodemdaling zorgvuldig wordt gemeten.

Als conclusie kan worden gesteld dat de te verwachten bodemdaling met de huidige kennis goed en zo nauwkeurig mogelijk is voorspeld.

## 2. Schade ten gevolge van bodemdaling

Bodemdaling kan in principe op een aantal manieren tot schade aan gebouwen of aan gewassen leiden. Deze zijn :

- Scheefstand van een gebouw door ongelijkmatige bodemdaling,
- Kromming van een gebouw door ongelijkmatige bodemdaling,
- Rek aan het bodemoppervlak,
- Wijziging van de relatieve grondwaterstand bij een gebouw of een perceel,
- Aardschokken.

### 2.1 Scheefstand

Scheefstand van een gebouw kan een gevolg van bodemdaling zijn als deze over het oppervlak van het gebouw ongelijkmatig is. De grootte van deze scheefstand kan worden bepaald als het verschil in bodemdaling ten opzichte van de afstand waarover dat verschil optreedt. Dat is de helling van het vrije bodemoppervlak. In het geval van de zoutwinning door NedMag, waarbij een bodemdalingsskuil wordt gevormd die wordt gekarakteriseerd

door de maximale diepte  $w_{\max}$  en een straal  $r$ , die ongeveer gelijk is aan de diepte  $h$  van de zoutwinning, kan de grootste helling van het bodemoppervlak worden geschat op  $w_{\max}/h$ . Dat is dus ongeveer 1/2000, wat ruim beneden alle grenzen van toelaatbaarheid ligt. Dit bevestigt de conclusie van GeoDelft, die op basis van een iets andere aanpak tot vergelijkbare waarden komen, namelijk 1/1470 voor een maximale bodemdaling van 1.10 m.

## 2.2 Kromming

De kromming in een bodemdalingsskom kan worden gekarakteriseerd door een kromtestraal  $R=r^2/2w_{\max}$ . Men vindt dan in dit geval dat de kromtestraal  $R$  ongeveer 2000 m is. De maximale rek in een betonnen balk die deze kromming moet volgen is dan  $d/2R$ , waarin  $d$  de hoogte van de balk is. Stelt men dat de eerste gevaren voor scheurvorming optreden bij een rek van 0.01 % (een veilig criterium), dan vindt men dat balken met een hoogte kleiner dan 200 m niet zullen scheuren. Dat is een zodanig hoge waarde dat gesteld kan worden dat er geen gevaar is dat er door kromming schade zal optreden. Ook in dit geval bevestigen de gevonden waarden en de conclusie de resultaten van de analyse van GeoDelft.

## 2.3 Rek aan het bodemoppervlak

De oplossing van het probleem van bodemdaling volgens de methode Geertsma leidt er toe dat men vindt dat de grootste rek aan het grondoppervlak gelijk is aan  $1.5 w_{\max}/h$ . Men vindt hiervoor dan een waarde van  $0.5 * 10^{-3}=0.05$  %, in overeenstemming met de op andere wijze verkregen waarde van GeoDelft. Het betreft hier een stuikrek in het vrije veld, en deze zal zeker niet tot problemen leiden, ook al omdat het gebouw veel stijver is dan de grond, en de vervorming van het gebouw derhalve aanzienlijk kleiner zal zijn. Ook in dit geval wordt de conclusie van GeoDelft onderschreven.

## 2.4 Grondwaterstand

Waarschijnlijk de belangrijkste oorzaken van schade bij bodemdaling hangen samen met veranderingen in de grondwaterstand ten opzichte van het grondoppervlak (maaiveld). Als de bodem daalt en de grondwaterstand blijft gelijk, kan er schade aan percelen grond optreden door vernatting, en door een verminderde begaanbaarheid, en kan het draagvermogen van een fundering op staal afnemen. Dat laatste kan tot schade leiden als de fundering nog maar weinig veiligheid bezit doordat bijvoorbeeld de belasting in de loop der tijd is toegenomen. Ook kan schade optreden aan bijvoorbeeld houten beschoeiingen. Om dit alles tegen te gaan wordt in het algemeen afgesproken dat de waterstanden (inclusief grondwaterstanden) zullen worden aangepast aan de bodemdaling, zodanig dat de relatieve verandering van de grondwaterstand ten opzichte van het maaiveld beperkt blijft tot 5 cm, of eventueel 10 cm. Dat kan weer als consequentie hebben dat waterbouwkundige kunstwerken, zoals sluizen en gemalen, moeten worden aangepast aan de veranderde hydrologische omstandigheden. Daarom is het van groot belang dat er met de overheid, en wel met name met de waterschappen, heldere afspraken worden gemaakt over de wijze en het tempo waarin de waterstand de

bodemdaling zal gaan volgen. De kosten van deze maatregelen zijn uiteraard voor rekening van de mijnbouwmaatschappij.

Een mogelijk probleem kan zijn dat het voor de waterhuishouding wellicht niet zo nodig is dat de grondwaterstand de bodemdaling met tamelijk grote nauwkeurigheid volgt. Om schade aan bebouwing te voorkomen is dat echter wel nodig. Weliswaar zal de schade aan gebouwen meestal beperkt zijn (extra zakkingen in de orde van grootte van de helft van het niet vereffende verschil tussen grondwater en maaiveld) en zich beperken tot gebouwen die al dicht bij de grens van veiligheid tegen schade zijn gekomen, maar de bodemdaling door de zoutwinning kan net tot overschrijding van de grens leiden. Het is daarom van groot belang dat de waterstanden de bodemdaling goed volgen, in de ruimte en in de tijd. Dat kan betekenen dat het gebied moet worden opgedeeld in deelgebieden met verschillende waterstand.

Een ander mogelijk probleem hierbij kan zijn dat het niet is uitgesloten dat ook om andere redenen dan aanpassing aan de bodemdaling door zoutwinning de (grond)waterstand in de toekomst wordt aangetast. Het is denkbaar dat om landbouwkundige redenen, of waterstaatkundige redenen, polderpeilen zullen veranderen. Het is ook denkbaar dat er andere vormen van bodemdaling zijn, bijvoorbeeld door samendrukking of uitdroging van landbouwgronden, die nopen tot aanpassing van de grondwaterstand, die zich dan ook doet gevoelen bij de bebouwing. Indien dit samengaat met relatieve bodemdaling door zoutwinning (of gaswinning) is het moeilijk eventuele schade toe te schrijven aan een van de oorzaken. Hierop wordt later nog teruggekomen.

Hier kan geconcludeerd worden dat naar de mening van schrijver dezes een verandering in de relatieve grondwaterstand (ten opzichte van het maaiveld) de belangrijkste oorzaak is van mogelijke schade aan gebouwen en percelen, met als mogelijke tweede de schade door aardbevingen. Er ligt dus een belangrijke taak bij gemeentes en waterschappen om de waterpeilen te beheersen en waar nodig aan te passen. Overigens kan het best wenselijk zijn om de grondwaterstand om andere redenen, bijvoorbeeld waterstaatkundige redenen, te veranderen. Dan kan er ook schade aan bebouwing optreden, en het is natuurlijk niet juist om die dan aan de zoutwinning toe te schrijven.

## 2.5 Aardschokken

Een andere reële oorzaak van schade wordt gevormd door het risico van aardbevingen. Bij de winning van aardgas of olie uit de poriën van gesteente treden dergelijke schokken vooral op nabij de randen van het reservoir, waar aan de kant van het reservoir het gesteente vervormt, en daarbuiten niet. Bij zoutwinning wordt het gehele materiaal weggenomen (opgelost) en vloeit de omgeving toe. Discontinuïteiten zouden kunnen optreden bij de winning van zout aan de rand van een zoutlaag, waar deze begrensd wordt door ander gesteente. Zolang de winning in het inwendige van het zout geschiedt is er niet direct gevaar van afschuivingen die aardbevingen veroorzaken. Denkbaar is wel dat in het krachtenspel in het inwendige van een zoutlaag er een plotselinge verandering optreedt, bijvoorbeeld door het bezwijken of plooiën van de wand tussen twee cavernes. In het zout zelf zal dit waarschijnlijk niet tot plotselinge verschuivingen aanleiding geven, vanwege de viskeuze eigenschappen van het zout, maar het lijkt niet ondenkbaar dat de drukverdeling in een naburig gesteente in korte tijd zodanig wijzigt dat een

aanwezige breuklijn daarin geactiveerd wordt. Hoewel er in de literatuur geen gevallen van aardbevingen bij zoutwinning te vinden zijn is het risico ervan toch niet helemaal uit te sluiten. Het lijkt daarom aan te bevelen seismische registratieapparatuur te installeren, en continu te meten. Bij een eventuele aardbeving kan dan de gebeurtenis (de aardbeving) gekoppeld worden aan zijn gevolgen: plotselinge schade.

### 3. Afspraken met overheid en burgers

De winning van zout uit de bodem leidt tot bodemdaling, en het valt niet uit te sluiten dat daardoor schade aan bebouwing ontstaat. NedMag en de overheid hebben een overeenkomst waarbij is afgesproken dat de overheid de (grond)waterstanden zal aanpassen aan de bodemdaling, op kosten van NedMag. Men zou er dan eigenlijk verder van uit kunnen gaan dat eventuele schade die dan alsnog aan gebouwen optreedt veroorzaakt is doordat de aanpassing niet nauwkeurig genoeg is geschied, of een oorzaak buiten de zoutwinning heeft. Dat kunnen er dan nog verschillende zijn, zoals bewuste verandering van het polderpeil (om landbouwkundige of waterstaatkundige verbeteringen door te voeren), een overbelasting van het gebouw (bijvoorbeeld bij een wijziging van het gebruik) of slijtage als gevolg van veroudering van materialen of achterstallig onderhoud. Dit alles betekent dat het niet goed mogelijk is om een van de betrokken partijen bij voorbaat als eerst aansprakelijke aan te wijzen. NedMag niet omdat die zorgt voor aanpassing van de grondwaterstanden, het waterschap niet omdat de schade wellicht door gebreken aan het gebouw is ontstaan, en de eigenaar niet omdat de schade soms wel degelijk aan externe factoren ligt. Weliswaar zal de schade bij individuele burgers naar verwachting van beperkte omvang zijn, bijvoorbeeld scheuren in metselwerk of pleisterwerk, maar het zal niet eenvoudig zijn om vast te stellen welk deel van die schade precies op het conto van de zoutwinning kan worden geschreven. Er zal dus een procedure moeten worden afgesproken waarbij de oorzaak van de schade door onderzoek moet worden vastgesteld.

Voor een dergelijke procedure heeft NedMag een protocol opgesteld op grond waarvan ook bewoners aanspraak kunnen maken op vergoeding van schade. Dit protocol geeft ook de mogelijkheid om, indien niet binnen een gegeven tijd (drie maanden) geen overeenstemming kan worden bereikt tussen NedMag en de belanghebbende, een adviescommissie kan worden ingesteld die dan, op kosten van NedMag, een uitspraak over het conflict doet. Deze uitspraak kan door de claimant vooraf als bindend worden verklaard, maar dan dient wel te worden afgezien van een later beroep op de gewone rechter. Als de uitspraak van de adviescommissie niet vooraf als bindend wordt verklaard blijft de gang naar de gewone rechter mogelijk. Deze regeling geeft naar de mening van ondergetekende de bewoners een goed uitzicht op de vergoeding van schade en geeft zekerheid omtrent de te volgen procedures in het geval van een geschil. Om de afhandeling van klachten en geschillen te vereenvoudigen en te objectiveren wordt aanbevolen om de huidige toestand van de gebouwen in het gebied fotografisch vast te leggen, zodat beide partijen de huidige situatie goed kennen, en eventuele latere schade gemakkelijker kunnen bewijzen dan wel bestrijden. Voorts wordt aanbevolen dat NedMag met de bewoners in overleg blijft over de afhandeling van schadeclaims, en daarbij een ruimhartige opstelling inneemt. Daarbij kan worden bedacht dat het eigendom

en het woongenot van de bewoners in principe aangetast wordt door de bodemdaling, zonder dat daar enige compensatie tegenover staat. Wel moet anderzijds worden bedacht dat een ruimhartige opstelling van de kant van NedMag niet moet worden geïnterpreteerd als zou NedMag verantwoordelijk zijn voor elke optredende scheur. Maar het zou toch mogelijk moeten zijn om in dit geval, van een redelijk kleine gemeenschap, en een bedrijf dat deel uitmaakt van diezelfde gemeenschap, tot bevredigende afspraken te komen, zonder al te ingewikkelde constructies. Het protocol geeft daarvoor de mogelijkheden.

Schade die voor een deel veroorzaakt is door de zoutwinning en voor een ander deel door een andere oorzaak, bijvoorbeeld een verandering van het polderpeil of aardgaswinning, kan tot problemen leiden bij de toedeling van deze schade. Voor de schadetoedeling aan de winning van gas of zout zijn nu weliswaar goede procedures afgesproken, maar voor de verdeling van de kosten over de verschillende partijen zullen goede afspraken moeten worden gemaakt, waarbij voorop dient te staan dat de individuele burger niet het slachtoffer mag worden van een conflict tussen twee maatschappijen. In voorkomende gevallen zou de TCBB daarin een uitspraak kunnen doen, als partijen het onderling niet eens kunnen worden. Het lijkt, ook gezien de praktische onmogelijkheid om een betere verdeling te maken van het gewicht van elk van de betrokken oorzaken dan een globale schatting, het verstandigst dat in voorkomende gevallen een van de maatschappijen als eerstverantwoordelijke wordt aangewezen (door adviescommissie of door de TCBB), en dat deze dan later onderling tot een verdeling van de kosten moeten zien te komen.

#### 4. Extrapolatie naar de toekomst

In het ontginningsplan wordt de mogelijkheid van een voortgezette winning van zout genoemd, in een periode na ongeveer 2025, met een bodemdaling tot 115 cm. Voordat daartoe kan worden besloten zal NedMag een hernieuwd ontginningsplan moeten indienen, en dit geeft dus de mogelijkheid om dan de situatie te beoordelen. Zowel bewoners als de betrokken overheden kunnen op dat moment afwegen of de effecten van de zoutwinning tot dan toe inderdaad zijn verlopen op de wijze zoals thans wordt verwacht. Onverwachte tegenvallers kunnen dan een rol spelen bij de beoordeling van de nieuwe aanvraag.

Het heeft op dit moment niet zo veel zin om uitspraken te doen over de gevolgen van bodemdalingen groter dan 65 cm, omdat de metingen in de komende jaren, en de toetsing van de eventuele nieuwe aanvraag, alle mogelijkheden bieden om de ervaringen van de komende decennia en mogelijke verbeterde of nieuwe inzichten mede in aanmerking te nemen. Het is wel raadzaam dat de gemeentes in het betreffende gebied voor hun ontwikkelingsplannen rekening houden met de mogelijke verdere voortzetting van de zoutwinning.

Het uitzicht op een mogelijke voortgezette winning van zout na 2025, maar dan alleen na een hernieuwde procedure van toestemming via een nieuw ontginningsplan, zal voor NedMag een stimulans zijn om zorgvuldig om te gaan met de belangen van de bewoners en de betrokken overheden. Aan bewoners en overheden geeft het een extra zekerheid omtrent zorgvuldige behandeling van eventuele klachten.

In de adviesprocedure voor het ontginningsplan is al opgemerkt dat er nog



verschillende onduidelijkheden zijn in de voorspelling van de gevolgen van de zoutwinning, en dat daarom voortgaand onderzoek aanbevelenswaardig is. Dat wordt dezerzijds onderschreven. Hoewel het ontginningsplan voldoende zekerheid biedt dat eventuele tekortkomingen in de methodes die worden gebruikt voor de analyse van de gevolgen van zoutwinning niet tot gevolg kunnen hebben dat de omvang van de bodemdaling groter is dan in het ontginningsplan is aangegeven, is het toch van belang, zeker voor NedMag, om de nauwkeurigheid van de voorspellingen te vergroten.

## 5. Conclusies

- 5.1 De rapporten van GeoDelft geven een goed inzicht in de te verwachten bodemdaling, en geven een wetenschappelijk verantwoorde voorspelling van de te verwachten gevolgen.
- 5.2 De kans op schade aan gebouwen zal naar verwachting gering zijn. Voor de eventueel toch optredende schade is een goede procedure voorgesteld, die de bewoners van het gebied voldoende zekerheid biedt dat schade veroorzaakt door de zoutwinning daadwerkelijk vergoed wordt.
- 5.3 Het ontginningsplan voorziet door de bepaling dat de omvang van de zoutwinning niet alleen beperkt wordt door een grens aan de te winnen hoeveelheid zout, maar ook door een grens aan de bodemdaling, in een belangrijke vorm van beperking van de effecten van de zoutwinning.
- 5.4 Het voorgestelde protocol voor de schadebehandeling geeft voldoende zekerheid voor een zorgvuldige afhandeling van eventuele schadegevallen.
- 5.5 Het uitzicht op een eventuele volgende periode van zoutwinning geeft NedMag de plicht zorgvuldig om te gaan met schadegevallen, en geeft de burgers en de betrokken overheidsinstanties een goede mogelijkheid zorgvuldige behandeling af te dwingen.
- 5.6 In navolging van andere adviezen wordt ook hier aanbevolen de gevolgen van de zoutwinning zorgvuldig te volgen, en te trachten de voorspellingstechnieken verder te verbeteren.

## Literatuur

- Kooi, C.B., Verruijt, A., 2001. Interaction of circular holes in an infinite elastic medium. *Tunnelling and Underground Space Technology* 16, 59-62.
- Geertsma, J., 1973. A basic theory of subsidence due to reservoir compaction; the homogeneous case. *Verhandelingen KNGMG* 28, 43-61.
- Geertsma, J., van Opstal, G., 1973. A numerical technique for predicting subsidence above compacting reservoirs, based on the nucleus of strain concept. *Verhandelingen KNGMG* 28, 63-78.

## Ondertekening

Delft, 21 december 2001

A. Verruijt.