



> Retouradres Postbus 24037 2490 AA Den Haag

De Minister van Economische Zaken en Klimaat
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
t.a.v. de heer
Postbus 20401
2500 EK DEN HAAG

Staatstoezicht op de Mijnen

Bezoekadres

Henri Faasdreef 312
2492 JP Den Haag

Postadres

Postbus 24037
2490 AA Den Haag

T 070 379 8400 (algemeen)
F 070 379 8455 (algemeen)

info@sodm.nl
www.sodm.nl

Behandeld door

Datum **27 JUN 2019**
Betreft Advies SodM over het winningsplan 2018 van Nedmag

Ons kenmerk
19155562

Uw kenmerk

Excellentie,

Bijlage(n)
1

Op 17 december 2018 heeft het ministerie van Economische Zaken en Klimaat aan het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) advies gevraagd over het nieuwe winningsplan van Nedmag.

In bijgaande memo¹ vindt u mijn advies. Verdere onderbouwing van het advies vindt u in twee bijlagen waarin ik de mogelijke effecten van de winning grondig analyseer (bijlage A van het advies) en waarin u een beoordeling door TNO-AGE vindt van de bodemdalings-prognoses en de studies van Nedmag die daaraan ten grondslag liggen (bijlage B van het advies).

Uiteraard ben ik bereid dit advies nader toe te lichten.

Met vriendelijke groet,

¹ Advies van Staatstoezicht op de Mijnen over het Winningsplan van Nedmag 2018, juni 2019 (kenmerk 19137658)

**Advies van Staatstoezicht op de Mijnen over
het Winningsplan van Nedmag 2018**

Staatstoezicht op de Mijnen, juni 2019

Staatstoezicht op de Mijnen

Bezoekadres

Henri Faasdreef 312
2492 JP Den Haag

Postadres

Postbus 24037
2490 AA Den Haag

T 070 379 8400 (algemeen)

F 070 379 8455 (algemeen)

info@sodm.nl

www.sodm.nl

Behandeld door

dr. ir. M.W. Schouten

T 07 037 7109

Ons kenmerk

19137658

Uw kenmerk

Bijlage(n)

2

1 Inleiding

Op 17 december 2018 heeft het ministerie van Economische Zaken en Klimaat aan het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) advies gevraagd over het nieuwe winningsplan van Nedmag.

Adviesvraag

De adviesvraag heeft betrekking op de in artikel 36 van de Mijnbouwwet genoemde weigeringsgronden:

1. Veiligheid van omwonenden, schade aan gebouwen of infrastructurele werken als gevolg van bodembeweging.
2. Planmatig gebruik en beheer van de ondergrond.
3. Nadelige gevolgen voor natuur en milieu.

Opbouw van dit advies

Dit advies kent een andere opzet dan de meeste, omdat het naast de nieuwe plannen van Nedmag ook de afwikkeling van een incident betreft. De nieuwe winning kan niet los gezien worden van het incident: bij nieuwe plannen moet duidelijk blijken dat de kans op herhaling tot een minimum is teruggebracht.

We beginnen dit advies daarom met een korte beschrijving van de risico's die we zien bij het winnen van magnesiumzout. Deze risico's en de maatregelen die mogelijk zijn ter beperking daarvan, worden meer uitvoerig besproken in een bijlage bij deze brief. De reguliere effecten van de winning in de vorm van bodemdaling scharen we niet onder deze risico's, omdat dit voorspelbare en onvermijdelijke effecten van de winning zijn. De gevolgen voor landschap, waterbeheer en infrastructuur zijn onlosmakelijk verbonden aan de winning.

Na het in kaart brengen van de risico's, bespreken we de analyse van het incident, de oorzaken die ten grondslag liggen aan het incident en de manier waarop Nedmag sindsdien heeft geacteerd. Het grootste deel van deze analyse kent u al, uit de brief van SodM aan Nedmag van 2 april 2019,¹ die ook is toegestuurd aan u en de deelnemers aan het bestuurlijk overleg rond de winning door Nedmag. We baseren ons primair op rapporten die Nedmag heeft aangeleverd. Waar nodig heeft SodM Nedmag aangegeven de rapporten nader aan te vullen, of aan derden gevraagd een nadere analyse of validatie uit te voeren.

Vervolgens behandelen we de manier waarop Nedmag in haar winningsplan invulling geeft aan de toekomstige winning. Hierbij wordt een gescheiden advies gegeven voor de afwikkeling van het incident en voor nieuw te ontwikkelen activiteiten. We maken deze splitsing omdat, los van eventuele instemming met nieuwe winning, het deel van de activiteiten dat verband houdt met de afwikkeling van het incident naar het oordeel van SodM sowieso dient te gebeuren. De effecten van deze activiteiten zijn voor het overgrote deel daarmee onvermijdelijk en laten weinig keuzeruimte.

¹. SodM (2 april 2019) Oordeel SodM over overkoepelend rapport lekkage Nedmag april 2018. Link: <https://www.sodm.nl/actueel/nieuws/2019/04/19/oordeel-sodm-over-overkoepelend-rapport-lekkage-nedmag-april-2018>

Bij de nieuwe activiteiten van Nedmag brengen we de effecten en risico's van de voorgenomen activiteiten en de maatregelen om hiermee om te gaan in beeld. We doen dit omdat het hier activiteiten betreft waarbij een keuze gemaakt moet worden. We brengen de risico's in kaart die overblijven na het nemen van de preventieve en mitigerende maatregelen en beoordelen of de maatregelen worden genomen die redelijkerwijs kunnen worden geveerd ter voorkoming van nadelige gevolgen voor mens en milieu. Aanvullend bespreken we aspecten (technisch en financieel) van de winning door Nedmag en de effecten op de belasting van het gebied door de in het winningsplan beschreven activiteiten op de lange termijn, ook na afloop van de winning.

Conclusie

We besluiten met een conclusie waarin SodM de minister van Economische Zaken en Klimaat adviseert om in te stemmen met het deel van het winningsplan dat de afwikkeling van het incident van april 2018 betreft. SodM adviseert geen instemming te verlenen met verdere actieve winning uit de twee bestaande cavernes in de buurt van het cluster. SodM ziet geen bezwaren tegen de winning uit de vier nieuwe cavernes op circa 2 km afstand van de huidige winning, mits wordt voldaan aan een aantal beperkende voorwaarden. Alleen bij opname van deze beperkingen in de instemming met het winningsplan vindt SodM dat sprake is van verantwoorde winning.

De voorwaarden hebben betrekking op het maximale openstaande volume, intensievere monitoring en beperkt gebruik van mijnbouwhulpstoffen. Daarnaast maken we opmerkingen ten aanzien van de beoordeling van mogelijke schade. In dat verband doen we aanbevelingen ter verbetering van de relatie met lokaal betrokken partijen, alsmede de omgang met eventuele schade als gevolg van de winning en de levenscyclus benadering van de zoutwinning.

2 Effecten en risico's van zoutwinning door Nedmag

2.1 Effecten en risico's van bodemdaling

Bodemdaling is een bekend en verwacht verschijnsel bij het weghalen van stoffen uit de ondergrond. Bij mijnbouwactiviteiten is vaak behoorlijk goed te voorspellen hoeveel de bodem zal dalen, hoewel onzekerheden tot een factor twee niet ongewoon zijn. Bij Nedmag is sprake van de sterkste door mijnbouw veroorzaakte bodemdaling die we in Nederland kennen: de activiteiten tot nu toe hebben al ruim 50 cm bodemdaling opgeleverd (t.o.v. 1977) en de verwachting is dat dit als gevolg van de onvermijdelijke gevolgen van het incident nog oploopt tot ca. 80 cm. Deze verwachting is zeer onzeker. Analyses door TNO-AGE en SodM geven aan dat het niet ondenkbaar is dat de bodemdaling zelfs voorbij de 90 cm gaat. De onzekerheid wordt deels bepaald door het feit dat moeilijk met zekerheid vast te stellen is hoeveel open ruimte er in de diverse, aan elkaar vergroeide, cavernes in de diepe ondergrond is ontstaan.

De plannen van Nedmag voor toekomstige activiteiten laten overigens minder van deze onzekerheid toe: de eerste fase van winning geschiedt in kleinere cavernes op grotere afstand van elkaar, die weliswaar leidt tot open ruimtes in de ondergrond, maar die in een tweede fase die weer zo veel mogelijk dichtvloeiën. Hiermee is de kans op onverwachte effecten zoals het aan elkaar groeien van cavernes of het ontstaan van significante lekkages als gevolg van scheuren in het dak van cavernes in de (mogelijk) verre toekomst beduidend kleiner. Daarmee wordt ook het risico van onverwachte bodemdaling kleiner.

De effecten van bodemdaling zijn in directe zin vooral zichtbaar als een invloed op het relatieve peil van het oppervlaktewater: wanneer de bodem zakt en het water gelijk blijft, lijkt dit te stijgen. Experts suggereren dat de *directe* effecten op de stabiliteit of constructie van gebouwen onwaarschijnlijk is. Het waterschap kan het peil van het water aanpassen maar de mate waarin dit mogelijk is, de fysieke maatregelen die daarvoor nodig zijn en de *indirecte* effecten die zo'n peilaanpassing heeft op het waterbeheer, de natuur en de gebouwen zijn minder makkelijk te bepalen. Schade aan gebouwen kan daarom niet uitgesloten worden.

Het is moeilijk om aan te tonen wat de precieze oorzaken van schade zijn. De ervaring leert dan ook dat het niet redelijk is om dit van burgers te verwachten. Om die reden is bij de gaswinning in Groningen het bewijsvermoeden geïntroduceerd. Omdat in de omgeving van Veendam sprake is van meerdere vormen van mijnbouw is de vraag gerechtvaardigd of een dergelijk bewijsvermoeden hier niet ook toegepast zou moeten worden.

2.2 Lekkage uit de caverne

Tot kort geleden werd gedacht dat zoutcavernes als ondoordringbare ondergrondse tanks konden worden beschouwd waar de pekkel niet of uiterst langzaam (over tienduizenden jaren) uit kan weglekken. Het incident bij Nedmag van 20 april 2018 heeft laten zien dat zeer snel weglekken van pekkel via een scheur mogelijk is.

Tijdens de periode van actieve zoutwinning is een scheur te voorkomen door de gesteentespanning rond de caverne te analyseren en de pekeldruk voldoende laag te houden. Na het afsluiten van de cavernes, zal in de achtergebleven pekeldruk oplopen en alsnog tot een ondergrondse lekkage kunnen leiden.

Extra en versnelde bodemdaling

Wanneer pekeldruk via een lekpad uit de caverne stroomt daalt de pekeldruk in de caverne. Dit leidt tot kruip van het omliggende zout en daardoor tot bodemdaling. Het heeft de voorkeur om de zoutcaverne zover mogelijk leeg te laten lopen aan het einde van de operationele periode. Op deze manier kan er geen pekeldruk meer weglekken in de ondergrond en komt de bodemdaling op een voorspelbaar moment. Daarmee kan Nedmag de kosten voor de beheersmaatregelen en eventuele schade dragen en opnemen in de operationele kosten van winning.

Voor de afwikkeling van het incident van 20 april 2018 dient bepaald te worden tot hoeveel bodemdaling het leegstromen van de cavernes kan leiden en dienen de daarbij benodigde beheersmaatregelen getroffen te worden. Voor toekomstige cavernes dient bepaald te worden of additionele bodemdaling als gevolg van een specifieke caverne acceptabel is. Dat kan per locatie verschillen.

Vervuiling

Een tweede risico van het ontstaan van een lekpad is het ontstaan van vervuiling van bodem, grond- en oppervlaktewater. Naast pekeldruk bevindt zich ook diesel in de cavernes. Deze diesel wordt als mijnbouwhulpstof gebruikt om het oplossen van zout te sturen, zover dit mogelijk is. Door de hoeveelheid gebruikte diesel zoveel mogelijk te beperken of een milieuvriendelijk(er) alternatief te gebruiken is het risico van een vervuiling te beperken.

De kans dat lekkage van enkel magnesiumpekeldruk tot vervuiling leidt is bij Nedmag uiterst klein, onder meer door de diepte van de winning (op 1500 m). Zelfs als het weglekt op deze diepte zal het door de relatief hoge dichtheid niet verder opwaarts migreren.

2.3 Bodemtrillingen

Tot een aantal jaren geleden was de algemene opvatting dat zoutwinning in Nederland niet leidt tot aardbevingen. Sindsdien zijn op winningslocaties in het oosten en noorden van het land micro-seismische monitoringnetwerken aangelegd die lichte trillingen hebben gemeten met magnitudes van onder de -1,0 tot lichte aardbevingen met een maximum magnitude van 1,3. Deze trillingen worden waarschijnlijk veroorzaakt door veranderende gesteentespanningen rond de cavernes. Deze veranderende gesteentespanningen kunnen breuken doen schuiven, kunnen scheuren openen of kunnen leiden tot het vallen van blokken zout in een caverne.

SodM acht de kans erg klein dat bij de zoutwinning van Nedmag voelbare aardbevingen kunnen voorkomen die leiden tot schade. SodM ziet de trillingen als een indicatie dat er iets aan de hand kan zijn met de stabiliteit of integriteit van de caverne. Bij de lekkage van 20 april 2018 zijn twee zeer zwakke trillingen

gemeten door het KNMI die mogelijk het gevolg waren van het incident. Recentelijk is door Nedmag een extra monitoringstation geplaatst dat wordt aangesloten op het KNMI-netwerk. Met dit station kunnen toekomstige trillingen beter gedetecteerd en gelokaliseerd worden.

2.4 Zinkgaten

SodM ziet het ontstaan van een zinkgat niet als risico voor de zoutwinning bij Nedmag. Zinkgaten (vaak in het Engels aangeduid met 'sinkholes') zijn een lokale, extreme vorm van bodemdaling. In het oosten van Nederland is in het verleden bij zoutwinning een zinkgat ontstaan.² Dit verschijnsel kan ontstaan als een caveerne instabiel wordt en instort. Vervolgens vallen ook bovenliggende lagen opeenvolgend naar beneden. Bij het vallen van deze blokken gesteente ontstaat een puinkolom. Doordat het gesteente niet meer netjes tegen elkaar ligt is het volume puin dat ontstaat wat groter dan van het originele gesteente. Dit proces waarbij het gesteente als het ware uitzet wordt ook wel 'bulken' genoemd. Als het gesteente voldoende 'bulkt' dan dooft het instorten vanzelf uit in de diepe ondergrond. Als een instabiele caveerne ondiep is en er weinig gesteente boven de caveerne aanwezig is om uit te zetten, dan is er kans op een zinkgat.

De cavernes van Nedmag zijn al deels gevuld met 'gebulkt' puin doordat het magnesiumzout dat oplost vermengd is met lagen van o.a. minder oplosbaar haliet (NaCl, keuzenzout) en kieseriet ($MgSO_4 \cdot H_2O$).³ De overgebleven caveernehogte is beperkt in vergelijking met de bovenliggende gesteentekolom. Bij instorting is er genoeg puin om de instorting tijdig uit te doven.⁴ Vooral na het zover mogelijk laten leegstromen van de cavernes blijft er slechts nog een minimaal volume aan open caveerne over, waardoor er geen zinkgat kan ontstaan.

2.5 Lekkage via put

Het is van belang dat de putten in de periode van zoutwinning en na abandonneren integer blijven. Nedmag dient als operator een systeem te hebben geïmplementeerd om de kwaliteit van de putten te borgen.

² SodM (1991) Jaarverslag van de Inspecteur-Generaal der Mijnen, pagina 55 en 66.

³ NGConsulting (12 juli 2016) Dissolution tests on Nedmag Carnallite and Bischofite samples.

⁴ WEP (31 maart 2015) Abandonment study Nedmag caverns.

3 Analyse van het incident van 20 april 2018

Op 20 april 2018 heeft zich bij Nedmag een incident voorgedaan waardoor de pekdruk in het grote cavernecoluster in een korte periode met 30 bar is gedaald. Dit heeft Nedmag dezelfde dag gemeld bij SodM. Vanaf dat moment is er een groot aantal contactmomenten geweest tussen Nedmag en SodM. Daarnaast zijn door Nedmag onderzoeken uitgezet over de oorzaak en gevolgen van het incident. Eind november 2018 heeft Nedmag het laatste rapport hierover ingediend.

SodM heeft Nedmag gevraagd om een overkoepelend rapport over het incident te schrijven om te zien welke eerdere conclusies Nedmag nog steeds valide acht en wat er in de tussentijd mogelijk nog is gewijzigd. Op 12 december 2018 heeft Nedmag dit overkoepelende rapport ingediend. SodM heeft hierover op 2 april 2019 per brief aan Nedmag een oordeel gegeven. Deze brief is gepubliceerd op de website van SodM,⁵ en geeft ook nu nog de actuele visie van SodM weer. De verdere tekst van dit hoofdstuk is afkomstig uit deze brief.

3.1 Wat is de oorzaak van de lekkage?

De eerste hypothesen van de oorzaak werden al in een zeer vroeg stadium geformuleerd: of een lekkage via de put, of een scheur in het cavernedak of een brokstuk gevallen uit het cavernedak. Na berekening van de omvang van de lekkage en inspectie van de putten werd een lekpad via een van de putten al snel als een onwaarschijnlijke oorzaak beschouwd. Nedmag concludeert dat de meest waarschijnlijke hypothese een scheur in het zoutdak is en dat een 'roof fall' niet uit te sluiten, maar niet waarschijnlijk is. Rapporten van Nedmag geven aan dat een scheur heeft kunnen ontstaan doordat de gesteentespanningen in het dak veel lager waren dan eerder gedacht.

SodM deelt de conclusie van Nedmag dat het onwaarschijnlijk is dat de lekkage via één van de putten heeft plaatsgevonden. De lekkagesnelheid was te groot om door één of meerdere putten te krijgen. SodM ziet een scheur in het zoutdak ook als meest waarschijnlijke oorzaak en dat het vallen van een blok uit het cavernedak niet helemaal uit te sluiten is. Met een vallend zoutblok uit het dak zou waarschijnlijk de druk verder gedaald zijn dan nu heeft plaatsgevonden. Een scheur kan na het ontstaan weer grotendeels sluiten. Simulaties van de spanningsontwikkeling rond de cavernes laten ook zien dat scheurvorming het waarschijnlijkst is. Of het zoutdak van de caveerne beschadigd is door een scheur of door een vallend brok zout, in beide gevallen zal dit in de bovenliggende lagen leiden tot een omhoog-groeiende scheur.

3.2 Hoe beheerst Nedmag de situatie?

Het is van belang te voorkomen dat het lekpad zich weer opent en dat in de toekomst een nieuwe scheur ontstaat. Door het natuurlijke kruipen van het zout loopt de pekdruk in het stelsel langzaam weer op. Nedmag is kort na het

⁵ SodM (2 april 2019) Oordeel SodM over overkoepelend rapport lekkage Nedmag april 2018. Link: <https://www.sodm.nl/actueel/nieuws/2019/04/19/oordeel-sodm-over-overkoepelend-rapport-lekkage-nedmag-april-2018>

incident begonnen met het laag houden van de druk door minstens zoveel pekkel uit de cavernes af te laten als dat de cavernes door zoutkruip krimpen. Verder laat Nedmag het cavernecollier zo ver mogelijk leeglopen om te voorkomen dat in de toekomst wederom een groot volume pekkel op te hoge druk kan komen. Met het gecontroleerd aflaten van het cavernecollier wordt ongecontroleerde lekkage in de ondergrond zoveel mogelijk voorkomen.

SodM onderschrijft dat het laaghouden van de cavernedruk een passende beheersmaatregel is om te zorgen dat de scheur gesloten blijft. Daarnaast ziet SodM het zoveel mogelijk aflaten van het cavernecollier ook als de effectiefste manier om scheurvorming in de toekomst te voorkomen.

3.3 Wat zijn de gevolgen?

Het gevolg van de beheersmaatregelen (laaghouden van de cavernedruk en zoveel mogelijk leegpompen) is extra bodemdaling. Analyses van Nedmag laten een daling in het diepste punt een maximale bodemdaling zien van 76 cm t.o.v. 1977. Dit is duidelijk meer dan de grens van 50 cm⁶ waarbij Nedmag het winningsplan moest actualiseren, of de grens van 69 cm waarmee uiteindelijk rekening werd gehouden. Momenteel zit de bodemdaling in het diepste punt ook al enkele centimeters boven de 50 cm. Het Waterschap Hunze en Aa's heeft maatregelen genomen om de effecten van een bodemdaling van 69 cm aan te kunnen. Deze maatregelen zullen verder uitgebreid moeten worden. Nedmag is hier momenteel over in gesprek met het Waterschap.

De overschrijding van de bodemdalingsgrens en het feit dat ongecontroleerde uitstroom van pekkel heeft plaatsgevonden, betekenen dat Nedmag momenteel buiten de grenzen van het huidige winningsplan opereert. SodM ziet het aflaten van het cluster puur als een beheersmaatregel voor de calamiteit. Overgaan tot reguliere zoutwinning en het oplossen van extra zout in de ondergrond kan in de toekomst enkel met instemming op een nieuw winningsplan.

Een ander gevolg van de lekkage is een kans op verontreiniging van de ondiepe ondergrond. De vloeistof die gelekt is uit het cavernestelsel bestaat grotendeels uit pekkel. Daarbij kan ook diesel meegekomen zijn. Er zit immers een grote hoeveelheid diesel in het cavernestelsel: circa 45.000 m³. Deze diesel is in het verleden gebruikt als mijnbouwhulpstof om het cavernedak te beschermen tegen ongecontroleerde oplossing. Berekeningen van de grootte van de scheur laten zien dat het niet uit te sluiten is dat de scheur tot enkele honderden meters onder het oppervlakte is gekomen. De analyse van Nedmag geeft aan dat diesel achterblijft in de poriën van de verschillende lagen in de ondergrond en dat opwaartse migratie nog hooguit 25 meter kan zijn. Daarnaast geeft de analyse aan dat de Breda kleilaag een extra uiteindelijke barrière is voor opwaartse migratie. Nedmag concludeert dat er geen gevaar is voor mens en milieu.

SodM is op dit punt voorzichtiger. SodM acht de kans zeer klein dat het grond- en oppervlaktewater door pekkel of diesel wordt vervuild. De gevolgen hiervan kunnen

⁶ Ministerie Economische Zaken (13 oktober 2014) Instemming gewijzigd winningsplan Veendam, Kenmerk: DGETM-EM / 14135221

echter wel groot zijn. Vooral ook door de onzekerheid in de berekeningen van de scheur en de eigenschappen van de ondergrond is het belangrijk voorzichtig te zijn. Het risico van het ondergrondse gebruik van diesel wordt momenteel verder onderzocht met de beoordeling van de blootstellingsscenario's die Nedmag moet indienen om aan de REACH-regelgeving te voldoen.

Nedmag is snel na het incident gestart met monitoring van de beschikbare peilbuizen op de mijnbouwlocaties en in de omgeving. Tevens heeft Nedmag studie gedaan naar optimalisatie met additionele peilbuizen. SodM ziet de monitoring als een gepaste beheersmaatregel en verwacht dat de verdere optimalisatie wordt uitgevoerd.

3.4 Was de lekkage te voorspellen?

De lagere gesteentespanning in het cavernedak was door Nedmag niet voorzien. De veiligheidsmarge in pekeldruk van 10% was daarmee niet voldoende om lekkage te voorkomen.

Los van de ontwikkeling van de spanning is er ook de vraag wat er gebeurt als de pekeldruk de minimale gesteentespanning bereikt. In de internationale gemeenschap van oplosmijnbouw (Solution Mining Research Institute) is er al lange tijd discussie over wat er dan gebeurt met een caveerne. Kan er dan een scheur ontstaan of wordt de pekeldruk dan langzaam en gecontroleerd langs de zoutkorrels geperst? Eerdere analyses van Nedmag concludeerden dat de pekeldruk via permeatie over zeer lange tijd (tienduizenden jaren) zou weglekken.

Het cavernestelsel van Nedmag is vrij uniek in de zoutindustrie. Dit kan voordelen hebben voor Nedmag als zoutproducent, maar ook nadelen door de grotere onzekerheid in het gedrag van het cavernestelsel. SodM is van mening dat Nedmag meer kennis had kunnen ontwikkelen om de situatie beter te begrijpen en onder controle te hebben. In het opstellen van dit winningsplan en de analyse van het incident is meer kennis ontwikkeld. Door middel van extra monitoring en analyse tijdens toekomstige winning vindt dit voortgang.

3.5 Wat betekent dit voor dit winningsplan?

In het volgende hoofdstuk (§4.1) bespreken we de activiteiten die in het nieuwe winningsplan van Nedmag zijn opgenomen ter verdere afwikkeling van het incident en de gevolgen die die activiteiten hebben.

4 Activiteiten Nedmag onder dit winningsplan

Voor het beantwoorden van de adviesvraag maakt SodM onderscheid tussen activiteiten die beheersmaatregelen zijn ter afwikkeling van de lekkage (§4.1) en de activiteiten die nieuwe winning betreffen, zoals de aanleg van nieuwe cavernes (§4.2). Bij elk van deze groepen activiteiten bespreken we de consequenties, risico's en beheersmaatregelen. Ook geven we per activiteit een deel-advies. We brengen deze adviezen samen in het volgende hoofdstuk waarin het geïntegreerde advies is opgenomen.

4.1 Activiteiten ter afwikkeling van het incident

Bepaalde maatregelen zijn nodig om het cavernecoluster onder controle te houden en de gevolgen te beheersen. Het gaat hier niet om de keuze van een wenselijke situatie, maar een beperkte keuze voor het scenario met de kleinste gevolgen. Een kort overzicht van de gedachte achter deze activiteiten is gegeven in §1.4.1.

4.1.1 Welke activiteiten betreft het?

4.1.1.1 Doorgaan met aflaten uit het cavernecoluster

Het grote cavernecoluster (bestaande uit de cavernes TR-1 tot en met TR-8 en VE-4) dient zover mogelijk te worden afgelaten. Dit is nodig om te voorkomen dat de pekels weer op te hoge druk komt en het lekpad van april 2018 weer open gaat staan. Verder voorkomt het dat nieuwe scheuren ontstaan. Op het moment van de lekkage was er in totaal volgens de analyse van Nedmag ongeveer 3,7 Mm³ vrije pekels aanwezig in het cluster. Hiervan is naar schatting 0,1 Mm³ weggelekt en ruim 0,4 Mm³ afgelaten (in de periode van april 2018 tot en met februari 2019). Nedmag verwacht een groot deel van de overgebleven pekels nog te kunnen winnen als onderdeel van het noodzakelijke aflaten van het cluster om te voorkomen dat de druk weer toeneemt. Er zit echter onzekerheid in de hoeveelheid die afgelaten kan worden. Dit wordt voornamelijk bepaald door de oorspronkelijke hoeveelheid, maar ook door hoe snel er afzonderlijke volumes pekels ontstaan die niet meer in verbinding staan met één van de putten. De zoutkruip bepaalt de uitstroom van pekels, die steeds langzamer gaat.

Het cavernestelsel bevat cavernes op een aantal verschillende dieptes: de huidige cavernes zitten in zowel de diepere bischofietlaag (ondercaverne), als in de wat hoger gelegen carnallietlagen (bovencaverne). Het bischofiet stroomt makkelijk toe en dit deel van het cavernestelsel zal naar verwachting binnen enkele jaren verdwijnen. De ondiepere carnallietlagen stromen minder snel en Nedmag verwacht dat het aflaten van dit deel van het cluster nog tientallen jaren duurt.

4.1.1.2 Doorgaan aflaten cavernes VE-3 en TR-9

Ook bij cavernes VE-3 en TR-9 wordt de cavernedruk laag gehouden om scheurvorming te voorkomen. Caverne TR-9 bevat enkel een ondercaverne die niet in verbinding staat met andere cavernes. Het vrije pekelsvolume zat begin 2018 ruim boven de 250.000 m³. Caverne VE-3 had begin 2018 een bovencaverne van ongeveer 75.000 m³ en een ondercaverne van ongeveer 400.000 m³.

Naast het laag houden van de cavernedruk heeft Nedmag plannen om extra zout op te lossen. Deze worden behandeld bij de nieuwe activiteiten in §4.2.

4.1.2 Wat zijn de consequenties van deze activiteiten?

De prognose van de bodemdaling als gevolg van deze activiteiten geeft aan dat het diepste punt van de bodemdalingssom gaat zakken van de huidige ca. 50 cm naar ca. 80 cm. Dit is de uiteindelijke situatie, die in een periode van enkele tientallen jaren tot stand zal komen. Het eerste deel van deze daling, tot ca. 70 cm, komt binnen enkele jaren tot stand: dit in verband met het snel dichtvloeien van de diepe delen van het cavernestelsel. De laatste 10 cm daling treedt zeer langzaam op met het dichtvloeien van de bovencavernes. Het exacte tempo is moeilijk in te schatten, maar een duur van tientallen jaren is waarschijnlijk.

SodM heeft TNO-AGE gevraagd de onzekerheden in deze prognose te analyseren. Bijgevoegd bij dit advies (bijlage 2) is de beoordeling van TNO-AGE hiervan. De conclusie is dat de prognose op zich met deugdelijke instrumenten tot stand is gekomen, maar dat juist een grondige inventarisatie van de onzekerheden ontbreekt. SodM ziet dit ook en heeft zelf een zeer rudimentaire onzekerheidsanalyse uitgevoerd, die te vinden is bij dit advies (bijlage 1). SodM concludeert dat de 30 cm geprognosticeerde bodemdaling als gevolg van dit deel van het winningsplan een forse onzekerheid kent. Een reële marge die aangehouden moet worden is zo'n 10 cm. Dit betekent dat de kans klein is dat de additionele bodemdaling meer dan 40 cm wordt, maar ook dat dit niet kan worden uitgesloten. Naast het inventariseren van de benodigde beheersmaatregelen, vraagt dit vooral om een flexibele planning van de uitrol daarvan en doorgaande monitoring en evaluatie. De exacte mate van onzekerheid is niet van doorslaggevend belang, omdat SodM in de adviezen rekening houdt met een forse onzekerheid.

Het dichtvloeien van de cavernes leidt tot vermindering van de risico's op onvoorziene bodemdaling op een later moment. Er worden geen extra hulpstoffen (zoals dieselolie) in de ondergrond gebracht. Daarmee zijn er, buiten de voorziene bodemdaling met de forse onzekerheid die daaromheen geldt, geen additionele consequenties te verwachten van dit deel van het winningsplan.

Het doel van het aflaten is het voorkomen van een nieuwe lekkage op de schaal waarop die in 2018 heeft plaatsgevonden. Wanneer het aflaten is voltooid zullen er delen van het cavernestelsel achterblijven die niet langer zijn verbonden met de putten. Het valt niet uit te sluiten dat in de toekomst weer een nieuw lekpad ontstaat, of het oude gereactiveerd wordt vanuit zo'n achtergebleven holte. Door de veel kleinere volumes zullen de effecten van zo'n scheurvorming beperkt blijven tot de diepe ondergrond.

4.1.3 Welke beheersmaatregelen staan in het winningsplan?

4.1.3.1 Beheersmaatregelen in de waterhuishouding

In opdracht van Nedmag en in samenspraak met de werkgroep bodemdaling, waarin de decentrale overheden en Nedmag periodiek de bodemdaling en de maatregelen ter mitigatie van de gevolgen daarvan bespreken, heeft Royal

Haskoning DHV een rapport⁷ opgesteld waarin de effecten van de bodemdaling op het waterbeheer worden geïnventariseerd. Ook wordt bekeken welke maatregelen nodig zijn om deze effecten te beheersen. Het gaat dan om extra waterbouwkundige werken als stuwen, gemalen of het anders indelen van peilgebieden.

Het waterschap geeft aan deze maatregelen te kunnen uitvoeren en hiermee niet ernstig in de uitvoering van haar taken belemmerd te worden. Wel geeft men aan dat hiermee de grenzen nadrukkelijk in zicht zijn: het rapport van Royal Haskoning DHV geeft ook de situatie bij verdergaande bodemdaling weer en maakt duidelijk dat ná de 80 cm die Nedmag voorziet als onvermijdelijke bodemdaling, de additionele effecten snel toenemen.

De onzekerheid in de te verwachten bodemdaling én de mogelijke problemen die het waterschap aangeeft niet meer goed op te kunnen vangen voorbij een bodemdaling van 80 cm, maken het noodzakelijk dat Nedmag geen activiteiten uitvoert die tot verdere bodemdaling in het kerngebied zouden leiden. Ook moet de komende jaren steeds goed gekeken worden naar de afweging van de verschillende risico's die vastzitten aan het voortgaande aflaten en de drukontwikkeling van de cavernes.

Doordat het gebied dat merkbaar beïnvloed wordt toeneemt in grootte en de flanken van de bodemdalingskom steeds steiler worden, is een sterk groeiend aantal waterbouwkundige ingrepen nodig per cm extra bodemdaling. Het waterschap vraagt bovendien aandacht voor de blijvende bekostiging van het onderhoud van de additionele werken. Dit is een element dat in het verleden niet de aandacht heeft gehad die het verdient. Ook na afloop van de winning blijft het benodigde onderhoud en beheer van de werken doorgaan om het waterpeil in het gebied te beheren. Hier zitten significante financiële consequenties aan vast. Gegeven eerder genoemde onzekerheden in bodemdaling en de effecten daarvan voor het waterschap kunnen deze consequenties verder toenemen.

4.1.3.2 Monitoren grondwater via peilbuizen

In de weken na het incident van april 2018 is Nedmag begonnen met monitoren van het grondwater via peilbuizen. Mocht er toch diesel meegekomen zijn naar ondiepe lagen dan kan de monitoring een eerste waarschuwing geven. Initieel werden hier bestaande peilbuizen en waterbronnen voor gebruikt. Nedmag heeft recentelijk een aantal extra peilbuizen op strategische locaties geplaatst in de eerste en tweede watervoerende laag. Als er afwijkingen zijn zullen SodM en betrokken partijen hierover worden geïnformeerd.

⁷ Royal Haskoning DHV (30 oktober 2018) Gevolgen bodemdaling als gevolg van zoutwinning voor de waterhuishouding.

4.1.4 Zijn er additionele maatregelen nodig?

Voor de afwikkeling van het incident zijn er op dit moment geen verdere maatregelen nodig. Sinds het incident is er veel overleg geweest tussen Nedmag en SodM, onder andere over de beheersmaatregelen. In §1.2.2 is hierover meer geschreven.

In de werkgroep bodemdaling is sprake van constructief overleg over aanpak en specifieke uitvoering van maatregelen. SodM vindt op dit moment verder geen additionele maatregelen nodig. Wel is de langdurige bekostiging van beheer en onderhoud door waterschap en gemeenten een belangrijk punt van aandacht. Gegeven de zorgplicht die Nedmag heeft, verwacht SodM dat Nedmag deugdelijke afspraken maakt en adequate financiële vergoeding levert aan waterschap en gemeente opdat deze lokale overheden in staat zijn de blijvende effecten adequaat te beheersen.

4.1.5 Wat is ons advies op dit deel van het winningsplan?

Met deze activiteiten en maatregelen geeft Nedmag vorm aan, gegeven de omstandigheden die het incident heeft gecreëerd, de meest veilige en duurzame manier van afwickelen van het incident van april 2018. SodM adviseert in te stemmen met dit deel van het winningsplan, met twee belangrijke randvoorwaarden:

- 1) SodM adviseert om aan Nedmag geen activiteiten toe te staan die tot verdere bodemdaling in het kerngebied leiden;
- 2) Nedmag dient deugdelijke afspraken te maken met, en een adequate financiële bijdrage te leveren aan de lokale overheden, opdat deze in staat zijn de blijvende effecten adequaat te beheersen.

4.2 Nieuwe activiteiten

Bij de beoordeling van de nieuwe activiteiten kunnen ruimere keuzes worden gemaakt. Het is hierbij van belang dat de geleerde lessen van de lekkage worden meegenomen. De mate waarin nieuwe activiteiten een additionele last op het gebied leggen, wordt per activiteit afzonderlijk beschouwd.

4.2.1 Welke activiteiten betreft het?

4.2.1.1 Vier nieuwe putten VE-5/6 en VE-7/8

Na aanleg van een nieuwe put zal in de ontwikkelfase (fase 0) water worden geïnjecteerd om een initiële holte van circa 450.000 m³ op te lossen in het zout. Hierbij is een mijnbouwhulpstof nodig om het logen van zout in horizontale richting te sturen en te voorkomen dat de caverne ongecontroleerd omhoog groeit. Nedmag wil hierbij diesel als mijnbouwhulpstof gebruiken en geeft aan netto 2500 m³ per caverne nodig te hebben. Voor fase 0 van het winningsplan is het gebruik van diesel in twee periodes te verdelen. Voor de groei tot 100.000 m³ is ongeveer 400 m³ diesel nodig en voor de groei tot 450.000 m³ ongeveer 2300 m³. Naar schatting kan 200 m³ worden teruggewonnen.

Tijdens de periode van actieve winning (fase 1) heeft de pekkel in de caverne een hoge verzadiging en kan het zoutdak van haliet niet meer opgelost worden. Het gebruik van een mijnbouwhulpstof als diesel is dan niet meer nodig om het cavernedak te beschermen. In deze periode zal waarschijnlijk caverne VE-6 aan de hoger gelegen VE-5 groeien en caverne VE-8 aan VE-7. De laatste fase van pekkelwinning (fase 2) vindt plaats door de cavernes af te laten. Met het dichtkruipen van de cavernes komt de pekkel vanzelf via de putten omhoog. De snelheid van dichtkruipen neemt in de loop van de tijd af en daarmee ook de winning van pekkel.

Nedmag verwacht dat de periode van caverneontwikkeling (fase 0) en actieve winning (fase 1) ongeveer 5 tot 6 jaar duurt. Verwachting is dat het aflaten van de cavernes in de dieper gelegen bischofietlaag daarna nog ongeveer 5 tot 10 jaar duurt. De totale winningsperiode komt daarmee op zo'n 10 tot 15 jaar, waarbij het grootste deel van de winning in de eerste jaren valt.

4.2.1.2 Naverzadiging van pekkel in het TR-cluster

Tijdens de ontwikkeling van de nieuwe cavernes VE-5/6 en VE-7/8 (fase 0 in winningsplan) zal de pekkel nog niet verzadigd zijn met magnesiumzout en nog kalium en natrium bevatten. Nedmag is van plan deze pekkel te injecteren in het TR-cluster (Tripscompagnie-cluster) om de zuiverheid en concentratie te verbeteren. Per caverne gaat het om 100.000 m³ pekkel, dus voor de vier nieuwe cavernes in totaal maximaal om 400.000 m³. Deze deels verzadigde pekkel zal bischofiet oplossen en carnalliet, haliet en kieseriet laten neerslaan. Tijdens het proces ontstaat in het TR-cluster 200.000 m³ extra vrije pekkel.⁸ Nedmag geeft aan dat dit leidt tot een extra bodemdaling in het kerngebied van ongeveer 1 cm.

⁸ Nedmag (21 februari 2019) Beantwoording van vragen Staatstoezicht op de Mijnen zoals verwoord in memo "NEDMAG VEENDAM – Vragen voor Nedmag rond winningsplan", d.d. 7 februari 2019.

4.2.1.3 Doorontwikkelen TR-9

Put TR-9 is aangelegd in 2011 en de jongste put bij Nedmag. Het bevat enkel een ondercaverne die niet in verbinding staat met andere cavernes. Het vrije pekelvolume zat begin 2018 ruim boven de 250.000 m³. Nedmag is van plan uit deze caverne verder te winnen en te laten groeien tot een vrij pekelvolume van ongeveer 450.000 m³. Aan het einde van de periode van actieve winning zal de vrije pekel zo veel mogelijk worden afgelaten.

4.2.1.4 Doorontwikkelen VE-3

Put VE-3 is aangelegd in 1976. Het heeft een bovcaverne van ongeveer 75.000 m³ en een ondercaverne van ongeveer 400.000 m³. Nedmag is van plan uit deze caverne verder te winnen en te laten groeien tot een vrij pekelvolume van ongeveer 850.000 m³. Aan het einde van de periode van actieve winning zal de vrije pekel zo veel mogelijk worden afgelaten. Het aflaten van deze caverne zal langer duren, door de aanwezigheid van een bovcaverne. Het is onduidelijk in hoeverre de beoogde winning (en vergroting van de caverne) te sturen is in de richting van de ondercaverne.

4.2.1.5 Abandonneren VE-1, VE-2 en TR-2

Put VE-1 is geboord in 1972 en VE-2 is in 1975-1976. De cavernes bij deze putten staan niet in verbinding met het TR-cluster. Beide putten zijn buiten gebruik maar nog niet geabandonneerd. VE-1 is tijdelijk ingesloten en VE-2 is gesuspendeerd door er een cementplug in aan te brengen. VE-1 bevat enkel een bovcaverne met naar schatting ongeveer 50.000 m³ vrije pekel. VE-2 bevat een boven- en ondercaverne met in totaal nog ongeveer 200.000 m³ vrije pekel. TR-2 is een put die in verbinding staat met het cavernecollecule. Deze put wordt gebruikt voor aflaten van pekel uit het cluster.

Nedmag geeft aan putten VE-1, VE-2 en TR-2 in de periode van het nieuwe winningsplan te willen abandonneren. Het is niet wenselijk dat deze putten lang stilstaan. Vooral VE-2 is een caverne die al lange tijd is afgesloten met een enkele cement plug. Op deze manier is de cavernedruk niet te monitoren, maar kan de druk wel oplopen. Hierdoor is het niet uit te sluiten dat hier een scheur in het dak is ontstaan of nog kan ontstaan. SodM is van mening dat abandonnering van VE-1 en VE-2 op korte termijn kan en moet gebeuren. TR-2 kan gebruikt worden om zo veel mogelijk pekel af te laten uit het TR-cluster en zo bij te dragen aan het voorkomen dat de druk in dit cluster weer oploopt.

4.2.2 Wat zijn de consequenties van deze activiteiten?

4.2.2.1 Additionele bodemdaling

Nieuwe winning leidt tot nieuwe bodemdaling. De mate van daling is redelijk vergelijkbaar voor de vier componenten van de nieuw voorgestelde winning: bij elk van de putten VE-3, TR-9 en de gecombineerde cavernes bij VE-5/6 en VE-7/8 is sprake van ca. 10-15 cm bodemdaling, die komt bovenop de overige componenten.

Voor de bodemdalingskom die er nu ligt, met een diepte van ca. 50 cm en die nog verdiept als gevolg van het aflaten van de huidige openstaande volumes, betekent dit een verdieping dan wel verbreding van de kom, afhankelijk van de locaties van de nieuwe winning. In §A.1.3 in bijlage A brengen we globaal in kaart hoe effecten van één van deze vier componenten bijdragen aan de totale additionele bodemdaling. Voor de putten TR-9 en VE-3 geldt, dat ze vrij dicht bij het centrum van de huidige bodemdalingskom liggen en daardoor vooral een effect op de maximale diepte hebben. Dit betekent dat de bodemdaling in het kerngebied voorbij de door Nedmag verwachte 80 cm zal gaan. Het waterschap heeft echter aangegeven dat bij deze grens de limiet bereikt is voor wat zij redelijkerwijs verwacht te kunnen doen om de nadelige effecten te beperken. Daarbij komt dat als gevolg van de grote onzekerheid in de toekomstige bodemdaling, deze ook zonder deze voorgenomen activiteiten voorbij de 80 cm kan gaan.

De herinjectie van onverzadigde pekeltijdens de opstartfase (fase 0) van nieuwe cavernes leidt tot een zeer kleine bijdrage aan de totale bodemdaling. Nedmag geeft aan dat het totale effect onder de 1 cm bijdraagt aan de diepte van de kom -bij herinjectie in het cluster- waarbij de effecten dus direct in het centrum van de kom optreden.

De nieuwe activiteiten bij putten VE-5/6 en VE-7/8 bevinden zich op voldoende afstand van het centrum om nauwelijks bij te dragen aan de totale diepte van de bodemdalingskom. Het effect aan additionele bodemdaling in het diepste punt zal naar verwachting niet meer dan 1 cm zijn. De effecten van deze winning bevinden zich op de flank van de kom en dragen bij aan verbreding van de kom in zuidwestelijke richting.

4.2.2.2 Nieuwe diesel in de ondergrond

Per caveer is Nedmag van plan in fase 0 nog circa 2500 m³ diesel al mijnbouwhulpstof te gebruiken. Hiervan geeft Nedmag aan 400 m³ bij de initiële vorming van de caveer te gebruiken en de overige 2100 m³ tijdens het langzaam vergroten van de caveer onder wat lagere druk. Het totaal voor VE-5 tot en met VE-8 komt daarmee op ca. 10.000 m³.

Het gebruik van diesel wordt door Nedmag niet onderbouwd door een weloverwogen weging van verschillende alternatieven. Op dit moment loopt een handhavingstraject waarin Nedmag wordt bewogen tot het opstellen van een goede risicoanalyse van het gebruik van diesel in de diepe ondergrond. Dit kan als basis dienen voor een afweging tegen alternatieve manieren van dakbescherming in cavernes. Ook wanneer het gebruik diesel acceptabel zou blijken als methode van dakbescherming, is het wenselijk het gebruik van diesel zover mogelijk te minimaliseren. Voor een groot deel van de gebruikte diesel is het voor SodM namelijk onduidelijk of het ondergronds een effectieve bescherming biedt van het cavernedak.

4.2.3 Wat zijn de risico's van deze activiteiten?

4.2.3.1 Ontstaan scheur

Het is onvermijdelijk dat zelfs na het zover mogelijk aflaten van de cavernes een deel van de pekels achterblijft. Hierdoor zouden nieuwe scheuren kunnen ontstaan na het abandonneren van de cavernes en op druk komen van de achtergebleven pekels. Doordat dit niet uit te sluiten is blijft het van belang dat Nedmag de cavernes zover mogelijk aflaat voor abandonneren.

Als actieve zoutwinning uit cavernes VE-3 en TR-9 voor langere tijd zou blijven doorgaan is er een kans dat deze losstaande cavernes ook verbonden raken met het deels leeggestroomde cluster. De cavernes komen van grotere diepte en hebben daarom ook een relatief hoge pekeldruk. Als ze verbonden raken met een relatief klein, lokaal afgesloten deel van het grote cluster kan de lokale druk significant stijgen. Hierdoor kan een nieuwe scheur ontstaan in het grote cluster of het lekpad van april 2018 mogelijk weer open gaan.

4.2.3.2 Bodemtrilling

Het risico van aardbevingen door de zoutwinning is klein. Uit studies bij het winningsplan blijkt dat de zoutwinning een stabiliserend effect heeft op de grotere breuken in het Trias, Krijt en Tertiair boven de zoutkoepel. Het is echter te verwachten dat door de zoutkruip en aflaten van de cavernes lichte aardbevingen zullen voorkomen. Dit is de ervaring van ook andere zoutwinlocaties in Nederland. SodM ziet trillingen bij zoutwinning als een indicatie dat er iets aan de hand kan zijn met de stabiliteit of integriteit van de caverne. SodM schat de kans als erg klein in dat er door de zoutwinning bij Nedmag aardbevingen ontstaan die tot schade kunnen leiden.

4.2.4 Welke beheersmaatregelen staan in het winningsplan?

4.2.4.1 Beheersing van het risico van het ontstaan van een scheur

Nedmag heeft in het winningsplan een aantal preventieve maatregelen opgenomen ter beheersing van het risico van een scheur.

Dikker cavernedak

Voor de nieuwe winningsputten zal enkel nog in de diepste magnesiumzoutlaag (1b, bischofiet) gewonnen worden. Het hoger gelegen magnesiumzout (2b en 3b, carnalliet) blijft onaangetast. Hierdoor wordt het dak een stuk dikker (bv. VE-5: 445 m, VE-6: 315 m) en zit er een extra barrière aan relatief slecht oplosbaar haliet (keukenzout). Het diepergelegen bischofiet kruipt significant sneller dan het carnalliet. Hierdoor zijn de cavernes ook sneller af te laten waardoor risico's voor de toekomst snel verminderd kunnen worden.

Kleinere cavernes

Nedmag geeft aan dat één van de inzichten van de lekkage van april 2018 is dat de nieuwe cavernes geen nieuw cluster met groot ondergronds volume moeten gaan vormen. De locaties van de nieuwe cavernes VE-5/6 en VE-7/8 zijn zo gekozen dat ze niet een nieuwe groot cluster zullen vormen. De nieuwe cavernes worden enkel in caverneparen ontwikkeld. De verwachting was dat caverne VE-3 al aan VE-4 zou zijn vastgegroeid, maar dat is niet het geval. Nedmag geeft aan

dat als actieve winning bij TR-9 doorgaat, deze caverne met 10 tot 20 jaar aan het cluster vastgroeit.

In een bijlage van het winningsplan staat dat de nieuwe caverneparen VE-5/6 en VE-7/8 elk een volume van circa 1,5 miljoen m³ vrije pekels zullen bevatten. SodM adviseert deze maximale maat van de caverne in een eventuele instemming met dit winningsplan op te nemen.

Voldoende veiligheidsmarge in pekeldruk

Nedmag heeft de ontwikkeling van gesteentespanning rond de cavernes geanalyseerd. Deze studie laat zien dat als een caverne lange tijd op lage druk staat de gesteentespanning boven de cavernes ook afneemt. Het voldoende laaghouden van de cavernedruk is één van de manieren dat Nedmag controle kan uitoefenen op de caverne. Het is een belangrijke maatregel om te voorkomen dat een nieuwe scheur ontstaat tijdens de operationele periode.

Aflaten cavernes na gebruik

Nedmag is van plan voorafgaand aan het verlaten van de cavernes de hoeveelheid vrije pekels zo ver mogelijk af te laten voordat de caverne geabandonneerd wordt. Hierdoor wordt voorkomen dat er weer een zeer groot lekpad ontstaat vanuit de caverne en de pekels en mijnbouw hulpstof in de ondergrond weglekt. Verder komt de bodemdaling op deze manier gecontroleerd en tijdens de periode van winning, in plaats van op een onverwacht moment in de toekomst.

Verantwoorde dakbescherming: diesel?

Het gebruik van diesel wordt door Nedmag niet onderbouwd door een weloverwogen weging van verschillende alternatieven. Op dit moment loopt een handhavingstraject waarin Nedmag een goede risicoanalyse maakt van het gebruik van diesel in de diepe ondergrond. Dit kan als basis dienen voor een afweging tegen alternatieve manieren van dakbescherming in cavernes. Ook wanneer het gebruik van diesel acceptabel zou blijken als methode van dakbescherming, is het wenselijk het gebruik van diesel zo ver mogelijk te minimaliseren. Voor een groot deel van de gebruikte diesel is het voor SodM namelijk onduidelijk of het ondergronds een effectieve bescherming biedt van het cavernedak.

4.2.4.2 Beheersing van het risico van een bodemtrilling

Nedmag heeft recentelijk een gefoon geplaatst die zal worden aangesloten op het KNMI-netwerk. Met deze gefoon zijn eventuele aardbevingen ten gevolge van de zoutwinning beter te detecteren en lokaliseren. Ook is er beter onderscheid te maken met de aardbevingen die veroorzaakt worden door het nabijgelegen Groningen-gasveld en Annerveen-gasveld.

4.2.4.3 Beheersing van de effecten van bodemdaling

Voor een deel is al in kaart gebracht welke maatregelen in het waterbeheer nodig worden wanneer de bodemdalingseffecten van de nieuwe winning bij de cavernes VE-5/6 en VE-7/8 optreden. Het rapport Royal Haskoning DHV geeft een eerste inventarisatie van de mogelijke knelpunten in het waterbeheer en de maatregelen

die nodig zijn om die op te lossen. Dit proces wordt in overleg tussen provincie, waterschap, de betrokken gemeentes en Nedmag begeleid.

Gegeven dat de activiteiten van winning bij VE-3 en TR-9 tot bodemdaling leidt die voor het waterschap moeilijk beheersbaar is, adviseert SodM deze activiteiten niet toe te staan. We bespreken ze hier dan ook niet verder.

4.2.5 Zijn er additionele beheersmaatregelen nodig?

4.2.5.1 Beheersing van het risico op het ontstaan van een scheur

Nu we adviseren om geen nieuwe winning bij VE-3 en TR-9 toe te staan, ziet SodM geen noodzaak voor additionele beheersmaatregelen voor het mogelijke risico van aaneengroeien van deze cavernes aan het cluster.

Na de ontwikkeling van de initiële caveerne met een volume van 100.000 m³ is onduidelijk of het toevoeren van extra hulpstoffen voor dakbescherming (zoals diesel) nog toegevoegde waarde heeft. In het winningsplan beschrijft Nedmag voldoende beheersmaatregelen ter minimalisering van de kans op een scheur in de nieuwe cavernes. Ter beheersing van de resterende risico's adviseert SodM een aantal additionele maatregelen:

- SodM adviseert de grootte van een enkele of gecombineerde caveerne in termen van vrij pekelvolume te maximeren op 1,5 miljoen m³.
- SodM adviseert de hoeveelheid mijnbouwhulpstof (zoals diesel) sterk te verminderen ten opzichte van het in het winningsplan vermelde gebruik. Er dient daartoe een gedegen vergelijking en risicobeoordeling van alternatieve stoffen voor dakbescherming te worden opgesteld. Alleen een middel dat hieruit als aantoonbaar veilig en als meest gunstige optie (qua risico's voor mens en milieu) naar voren komt, kan worden gebruikt als dakbescherming.
- SodM adviseert de uitvoering van periodieke sonarmetingen van de caveerne⁹ tijdens initiële caveerneontwikkeling (fase 0) en tijdens het begin van de fase van actieve winning (fase 1) zolang dit bijdraagt aan vergroting van het begrip van het logingsproces of de rol en de effectiviteit van stoffen voor dakbescherming.

4.2.5.2 Beheersing van het risico van een bodemtrilling

Met het plaatsen van een gefoon bij WHC-2 wordt de gevoeligheid van de seismische monitoring verbeterd en is beter onderscheid te maken tussen trillingen veroorzaakt door gaswinning en trillingen veroorzaakt door zoutwinning. Voorlopig wordt dit als voldoende geacht en zijn er geen extra maatregelen nodig.

4.2.5.3 Beheersing van de effecten van bodemdaling

Gelet op de te verwachten bodemdaling en gelet op de grote mate van onzekerheid over de bodemdalingsprognose van 80 cm is al opgemerkt dat het

⁹ Mijnbouwwet, artikel 33.

waterschap heeft aangegeven dat zij dit ziet als grens voor acceptabele maatregelen. In dat verband adviseren we Nedmag alleen toe te staan dat zij de activiteiten ontwikkelt die niet bijdragen aan verder vergroten van de daling in het diepste punt van de bodemdalingskom.

Dat zou betekenen dat Nedmag activiteiten bij putten VE-5/6 en VE-7/8 mag ontwikkelen. We adviseren echter Nedmag niet toe te staan nieuwe winning met de putten VE-3 en TR-9 uit te voeren. Deze activiteiten vergroten namelijk de nadelige effecten van de afwikkeling van het incident, die deels nog onvoorspelbaar zijn.

In de periode na instemming met het vorige winningsplan zijn alle fysieke werken die benodigd zijn bij een daling tot 69 cm al vroeg uitgevoerd, zodat het waterschap deze daling snel kan accommoderen: een stuw in hoogte aanpassen is een kleine ingreep, het aanleggen van een nieuwe stuw kost meer tijd.

Dit proactief optreden is wederom verstandig, maar op dit moment is nog onduidelijk is wanneer de effecten van bodemdaling zullen optreden en wat de bodemdaling in het diepste punt uiteindelijk zal worden. Wel is financiële borging van de uiteindelijke maatregelen noodzakelijk.

Bij de maatregelen die Royal Haskoning DHV in beeld brengt is volledig functiebehoud het uitgangspunt. Soms zijn met minimale aanpassingen in het gebruik van met name agrarische gronden veel minder aanpassingen nodig. SodM raadt dan ook de provincie, gemeentes en waterschappen aan in het proces van in kaart brengen van maatregelen ook de lange termijn ontwikkeling van het gebied in ogenschouw te nemen. Aanpassingen moeten passen in een groter beeld van inrichting van het gebied. Dit advies is ook gebaseerd op volledig functiebehoud en de maatregelen die daarbij nodig zijn zoals in beeld gebracht in het rapport van Royal Haskoning DHV en de visie van het waterschap daarop.

SodM adviseert de maatregelen af te stemmen op daadwerkelijk geconstateerde bodemdaling en de verwachte bodemdaling voor de komende paar jaar. Daartoe is zorgvuldige monitoring cruciaal. De metingen en interpretatie van die metingen kunnen leiden tot vermindering van de onzekerheden over de uiteindelijke effecten. SodM zal daarop toezien in het reguliere toezicht op de meetplannen en de uitvoering daarvan.

Schade aan gebouwen is nooit uit te sluiten. Bij grootschalige en forse bodemdaling zoals die is voorzien in dit winningsplan en de aanpassingen in het waterbeheer die daarvan een direct gevolg zijn, is maar moeilijk met zekerheid vast te stellen dat schade aan gebouwen géén relatie heeft met deze factoren. SodM adviseert dan ook afhandeling van schade als gevolg van de zoutwinning zo snel mogelijk onder te brengen in het landelijk schadeloket mijnbouw (zie ook §4.3.2.3).

4.2.6 Wat is ons advies op dit deel van het winningsplan?

Gegeven dat de activiteiten van winning bij VE-3 en TR-9 tot bodemdaling leidt die voor het waterschap moeilijk beheersbaar is, adviseert SodM deze activiteiten niet toe te staan.

Ten aanzien van de nieuwe cavernes bij VE-5/6 en VE7/8 ziet SodM geen onoverkomelijke bezwaren op het terrein van risico's voor mens of milieu. Wel adviseert SodM u het restrisico bij optreden van een scheur verder te beperken, door de grootte van een enkele of gecombineerde caveerne in termen van vrij pekelvolume te maximeren op 1,5 miljoen m³.

SodM adviseert bovendien de hoeveelheid mijnbouwhulpstof (zoals diesel) sterk te verminderen ten opzichte van het in het winningsplan vermelde gebruik. Er dient een gedegen vergelijking en risicobeoordeling van alternatieve stoffen voor dakbescherming te worden opgesteld. Alleen een middel dat hieruit als aantoonbaar veilig en als meest gunstige optie (qua risico's voor mens en milieu) naar voren komt, kan worden gebruikt als dakbescherming.

SodM adviseert de uitvoering van periodieke sonarmetingen van de caveerne¹⁰ tijdens initiële caveerneontwikkeling en tijdens het begin van de fase van actieve winning zolang dit bijdraagt aan vergroting van het begrip van het logingsproces of de rol en de effectiviteit van stoffen voor dakbescherming.

4.3 Levenscyclus benadering van de zoutwinning

Bij het opstellen en beoordelen van een winningsplan moet nagedacht worden over de volledige levenscyclus van aanboren, winnen en verlaten. Bij het winnen van zout is met name die laatste component van belang, omdat het karakter van de winning ertoe leidt dat een blijvende belasting van de omgeving mogelijk is: wanneer holtes in de ondergrond achterblijven, is sprake van een potentieel (lang) uitgesteld effect. Dit leidt tot mogelijke risico's en schade op een onbekend moment in de toekomst en is derhalve onwenselijk.

Een belangrijk punt van beoordeling is daarom, dat de totale belasting qua uitgestelde effecten en blijvende impact op de omgeving zo veel mogelijk wordt teruggebracht tijdens de operationele periode. Een dergelijk winningsplan levert per saldo een kleinere blijvende belasting en minder onzekerheid voor de toekomst.

Een andere belangrijk punt ter beoordeling is, nu het incident tot onverwachte forse additionele bodemdaling zal leiden, hoe gewaarborgd wordt dat zowel operationeel als financieel de maatregelen genomen worden die de nadelige gevolgen van deze onverwachte bodemdaling op kunnen vangen.

Nu in het kerngebied Nedmag tegen de grenzen van beheersbare winning is opgelopen en de nieuw toelaatbare winning in het westen van het gebied eveneens beperkt moet worden om bodemdaling in het kerngebied te voorkomen,

¹⁰ Mijnbouwwet, artikel 33.

moet er rekening gehouden worden met het scenario dat dit winningsplan het laatste is. Overigens wil SodM benadrukken dat het noodzakelijk is er bij elk winningsplan rekening mee te houden dat het 't laatste winningsplan moet kunnen zijn.

4.3.1 Hoe is dit technisch gewaarborgd?

4.3.1.1 Cavernes

Nedmag beschrijft een levenscyclus van een caverne waarbij het openstaande cavernevolumen zover mogelijk dichtkruipt na de fase van actieve winning. In het winningsplan wordt deze fase omschreven als fase 2. Door aflatens van de pekel blijft er een minimaal volume aan caverne en pekel achter in de ondergrond. Hiermee is het resterende risico voor de periode na abandonnering minimaal. Hiermee beantwoordt dit deel van het winningsplan aan de toetsing dat de uitgestelde effecten van de winning zo veel als mogelijk worden teruggebracht naar de operationele periode.

4.3.1.2 Putten

Putten die niet worden opgeruimd, vormen een blijvend risico op uitwisseling tussen verschillende ondergrondse lagen. Het winningsplan behandelt een afzienbare periode, waarin de cavernes uiteindelijk verlaten worden. Daarmee zijn de voorwaarden geschapen om ook de putten netjes te verlaten. In de periode van dit winningsplan worden ook putten uit het verleden opgeruimd. Voordat de boring van een put plaatsvindt moet al duidelijk zijn *dat* de put veilig af te sluiten is en *hoe* dat gedaan zal worden. SodM vindt het daarom belangrijk om voorafgaand aan het boren van putten VE-5 tot en met VE-8 een plan te ontvangen dat de wijze van abandonnering van de putten bevat. SodM adviseert hierover een voorwaarde op te nemen in een eventueel instemmingsbesluit.

4.3.1.3 Effecten van bodemdaling

Er vindt regulier overleg plaats in de 'Ambtelijke werkgroep bodemdaling Nedmag'. Bij dit overleg zitten vertegenwoordigers van het Waterschap Hunze en Aa's, provincie Groningen, gemeente Midden-Groningen, gemeente Veendam, Nedmag en SodM. In dit overleg wordt op pragmatische wijze omgegaan met de effecten van bodemdaling en welke maatregelen getroffen dienen worden.

Op dit moment zijn effecten in gang gezet die optreden ná afloop van de periode van het winningsplan. Zoals al eerder in dit stuk uiteengezet, zorgt de langzame na-daling als gevolg van het dichtvloeien van de bovenzakken op een termijn van enkele decennia voor een significante bodemdaling. Dit is zoals aangegeven een onvermijdelijke ontwikkeling. De effecten van de bodemdaling als gevolg van de nieuwe clusters, VE-5/6 en VE-7/8, zijn niet onvermijdelijk. Ofschoon de huidige inzichten suggereren dat deze winning kan plaats vinden, is het belangrijk zorgvuldig de ontwikkeling van deze effecten te monitoren en indien nodig de winning aan te passen aan nieuwe inzichten.

4.3.1.4 Monitoren

Met dit advies op het winningsplan wordt een beoordeling gemaakt voorafgaand aan de winning. Gedurende de volledige levenscyclus vindt er monitoring plaats.

De wijze van monitoren wordt beschreven in het meetplan (artikel 30 van het Mijnbouwbesluit) en jaarlijks geactualiseerd. Hieronder staan de belangrijkste manieren van monitoring:

- Periodieke metingen van bodemdaling;
- Seismisch monitoren met geofoons voor detectie van trillingen;
- Monitoren van de caverndruk aan de put, met het oog op het behoud van integriteit van de caverne;
- Sonarmetingen om de cavernegroei te volgen;
- Metingen in de putten om de integriteit te waarborgen.

Monitoren is een middel om te controleren dat de zoutwinning volgens het winningsplan verloopt en maakt het mogelijk tijdig en gepast te kunnen ingrijpen wanneer het van de verwachting afwijkt. Manieren om in te grijpen zijn bijvoorbeeld uitvoeren van een reparatie aan een put, aanpassen van de productie of vroegtijdig overgaan tot aflaten van pekkel en abandonneren van putten. SodM adviseert als voorwaarde op te nemen dat Nedmag een meet- en regelprotocol ontwikkelt als onderdeel van haar zorgplicht, opdat gewaarborgd is dat dit ook voor de omgeving navolgbaar geschiedt.

Dit meten en regelen zal nog enkele tientallen jaren moeten doorgaan, zolang de afwikkelen van de winning uit het cluster nog niet voltooid is. Dit kan betekenen dat ook na het vertrek van Nedmag een en ander geregeld moet zijn. Dit heeft financiële consequenties waarin tijdig voorzien moet worden.

4.3.2 Hoe is dit financieel gewaarborgd?

4.3.2.1 Abandonneren putten en cavernes

Nedmag heeft als bedrijf niet alleen de kosten van productie te dragen, maar ook voor abandonneren van de putten en cavernes. SodM ziet het als de taak van de vergunningverlener om financiële garanties hiervoor als voorwaarden in de vergunning op te nemen. Dit geldt zowel voor de huidige putten als de geplande. De kosten van abandonnering moeten duidelijk zijn opgenomen bij de businesscase van de winning die wordt voorgesteld. SodM adviseert om als randvoorwaarde aan Nedmag op te leggen een financiële reservering aan te leggen in een van de onderneming juridisch en financieel los gepositioneerd fonds om het opruimen van de nieuwe putten in de toekomst te waarborgen. Onderdeel van deze randvoorwaarde moet zijn dat Nedmag periodiek toetst of de reservering moet worden opgehoogd. Andere landen, zoals Duitsland en Canada waar een fonds voor dit doel als is opgezet kunnen als voorbeeld dienen.

4.3.2.2 Beheer van de waterhuishouding

Gevolg van het aflaten van de cavernes is dat het grootste deel van de bodemdaling zal optreden binnen de periode van het winningsplan. Tijdens deze periode is Nedmag als bedrijf actief en aanwezig om de beheersmaatregelen van de bodemdaling te bekostigen. Deze maatregelen en het onderhoud daarvan moet over een zeer lange periode betaald worden. Het is op dit moment onduidelijk of en hoe voorzien wordt in het additionele budget dat vereist is voor deze lange termijn inspanningen.

SodM adviseert dan ook om als randvoorwaarde op te nemen dat Nedmag in het hierboven genoemde los van Nedmag gepositioneerde fonds eveneens een reservering opneemt ten behoeve van de bekostiging van de verwachte langjarige maatregelen ten behoeve van de waterhuishouding én periodiek toetst of deze reservering niet opgehoogd moet worden. Daarmee wordt de financiële belasting op de toekomst (en dan valt te denken aan onderhoud en beheer van waterwerken) gedekt in het hier en nu.

4.3.2.3 Schadeloket

In het gebied waarin Nedmag opereert is sprake van allerlei mijnbouwactiviteiten, door verschillende partijen. Omwonenden die schade ondervinden die mogelijk het gevolg is van de zoutwinning kloppen bij verschillende instanties aan. Schade kan altijd verschillende oorzaken hebben en het gevolg is dat getroffen worden doorverwezen. Eén enkel overheidsloket kan de regie nemen op onafhankelijk onderzoek naar en neutrale besluitvorming over de schade en daarmee de burgers ontlasten. Gegeven de samenloop van effecten van verschillende vormen van mijnbouwactiviteiten die hier plaatsvindt, adviseert SodM bij het beoordelen van gemelde schade bij dit overheidsloket uit te gaan van het bewijsvermoeden zoals dat nu ook al gebeurt bij het winnen van gas uit het Groningenveld.

Daarnaast adviseert SodM dat een randvoorwaarde opgenomen wordt dat Nedmag de mogelijke bekostiging van mijnbouwschade ten gevolge van de zoutwinning reserveert, door hiervoor een bedrag toe te voegen aan het eerder genoemde van Nedmag gesegregeerde fonds en periodiek toetst of deze reservering niet opgehoogd moet worden.

5 Advies SodM

Met betrekking tot het deel van de activiteiten dat verband houdt met de afwikkeling van het incident van 29 april 2018, adviseert SodM in te stemmen onder de volgende randvoorwaarden:

1. SodM adviseert om aan Nedmag alleen activiteiten toe te staan die tot verdere bodemdaling in het kerngebied leiden, wanneer die noodzakelijk zijn voor de afwikkeling van het incident.
2. Nedmag dient deugdelijke afspraken te maken met, en een adequate financiële bijdrage te leveren aan de lokale overheden, opdat deze in staat zijn de blijvende effecten adequaat te beheersen.

Met betrekking tot het deel van de activiteiten dat verband houdt met nieuwe winning, adviseert SodM het volgende:

3. Gegeven dat de activiteiten van winning bij VE-3 en TR-9 tot bodemdaling leidt die voor het waterschap moeilijk beheersbaar is, adviseert SodM deze activiteiten niet toe te staan.
4. Ten aanzien van de nieuwe cavernes bij VE-5/6 en VE7/8 ziet SodM geen onoverkomelijke bezwaren op het terrein van risico's voor mens of milieu. Wel adviseert SodM u ter beperking van het restrisico bij optreden van een scheur het onder 5 en 6 vermelde.
5. SodM adviseert de grootte van een enkele of gecombineerde caverne in termen van vrij pekelvolume te maximaliseren op 1,5 miljoen m³.
6. SodM adviseert de hoeveelheid mijnbouwhulpstof (zoals diesel) sterk te verminderen ten opzichte van het in het winningsplan vermelde gebruik. Er dient een gedegen vergelijking en risicobeoordeling van alternatieve stoffen voor dakbescherming te worden opgesteld. Alleen een middel dat hieruit als aantoonbaar veilig en als meest gunstige optie (qua risico's voor mens en milieu) naar voren komt, kan worden gebruikt als dakbescherming.
7. SodM adviseert de uitvoering van periodieke sonarmetingen van de caverne tijdens initiële caverneontwikkeling en tijdens het begin van de fase van actieve winning zolang dit bijdraagt aan vergroting van het begrip van het logingsproces of de rol en de effectiviteit van stoffen voor dakbescherming.

Met betrekking tot de relatie met lokaal betrokkenen en de omgang met eventuele schade als gevolg van de winning door Nedmag, alsmede de levenscyclus benadering van de zoutwinning adviseert SodM het volgende:

8. SodM adviseert als voorwaarde op te nemen dat Nedmag als onderdeel van haar zorgplicht een meet- en regelprotocol ontwikkelt en toepast.
9. SodM adviseert de afhandeling van schade als gevolg van de zoutwinning zo snel mogelijk onder te brengen in het landelijk schadeloket mijnbouw. Daarmee is sprake van één adres waar mensen terecht kunnen en van een neutrale beoordeling van de oorzaak van de schade.
10. Gegeven de samenloop van effecten van verschillende vormen van mijnbouwactiviteiten die hier plaatsvindt, adviseert SodM bij het beoordelen van gemelde schade bij dit overheidsloket uit te gaan van het bewijsvermoeden zoals dat nu ook al gebeurt bij het winnen van gas uit het Groningenveld.
11. SodM adviseert om als randvoorwaarde aan Nedmag op te leggen om een financiële reservering aan te leggen in een van de onderneming juridisch en financieel los gepositioneerd fonds. De middelen die in dit fonds komen dienen om het opruimen van de nieuwe putten in de toekomst, de continuïteit van maatregelen in het waterbeheer en de afhandeling van eventuele toekomstige schade te waarborgen.



Bijlagen bij: advies van SodM over het winningsplan 2018 van Nedmag.

Staatstoezicht Op De Mijnen

Behandeld door

›sodm.nl

Bijlage A. Risicoanalyse

Datum

27 juni 2019

In het advies aan de minister is het niet mogelijk om een bondig advies te geven en volledig op de onderbouwing van het winningsplan en onderliggende rapporten in te gaan. Deze bijlage bevat een risicoanalyse waarin we dieper ingaan op de technische inhoud van verschillende onderdelen in het advies.

De uitgebreidere analyse is uitgevoerd voor het ontstaan van:

- De effecten van bodemdaling (§A.1);
- een scheur in het cavernedak (§A.2);
- bodemtrillingen (§A.3);
- lekpad via een put (§A.4).

Zoals aangegeven ziet SodM het ontstaan van een zinkgat niet als een risico voor de zoutwinning bij Nedmag (zie §2.4). Om die reden is dit onderwerp niet verder uitgewerkt in deze risicoanalyse.

A.1 Effecten van bodemdaling

A.1.1 Beschrijving

Bodemdaling op zich is geen risico: het is een verschijnsel dat inherent is aan het weghalen van stoffen uit de ondergrond. Er is sprake van een risico wanneer niet zeker is dat een verschijnsel optreedt, en dit verschijnsel negatieve gevolgen heeft. Dat bodemdaling negatieve gevolgen kan hebben is duidelijk, maar een risico vormt dit slechts wanneer sprake is van onverwachte bodemdaling, of van onverwachte effecten van de verwachte bodemdaling.

Er zijn goede redenen om de effecten van bodemdaling toch in een risico-inventarisatie op te nemen. De mate van bodemdaling, de manier waarop dit gebeurt, en de effecten van bodemdaling op de omgeving zijn minder goed te voorspellen dan het generieke optreden van het verschijnsel. De mate van bodemdaling is redelijk te voorspellen, door de te verwachten volumes aan gewonnen ondergronds materiaal te vertalen in een bodemdalingskom aan het aardoppervlak. Deze voorspelling kan dan gebruikt worden om een inschatting te maken van de effecten die de daling heeft op de bovengrond: het gebruik van het land, het waterbeheer, en de effecten op de gebouwde omgeving.

Er zitten onzekere elementen in alle stappen van dit proces: hoeveel volume er verdwijnt uit de ondergrond is afhankelijk van de chemische processen die optreden rond het oplossen en neerslaan van verschillende soorten zout. Daarnaast kent de vertaling naar een bodemdalingskom aan het oppervlak onzekerheden in de mate van uitsmeren: wordt het een relatief kleine steile kom, of een grotere met een minder diep diepste punt? Vervolgens zijn de effecten aan het oppervlak voor een deel te voorzien, vooral waar het de impact op de

waterhuishouding betreft, maar voor een deel ook moeilijk voorspelbaar, vooral waar het gaat om indirecte effecten van bijvoorbeeld ingrepen in de waterhuishouding.

In dit hoofdstuk bespreken we een aantal componenten die een rol spelen in het bepalen van de bodemdalingsprognose en de onzekerheden die daarbij een rol spelen. Vervolgens gaan we in op de specifieke situatie rond Veendam, waarbij we een grove inschatting geven van de huidige onzekerheden, en een inschatting maken van de effecten van toekomstige winning op verschillende locaties. Daarna gaan we in op de effecten op de bovengrond, mogelijke beheersmaatregelen en indirecte effecten van bodemdaling.

A.1.2 Componenten van een bodemdalingsprognose

A.1.1.1 Zoutkruip

Steenzout, en de magnesiumzouten waar Nedmag naar op zoek is in het bijzonder, heeft de eigenschap makkelijk te bewegen wanneer het een drukverschil ervaart: het is te vergelijken met een gletsjer die een berg afkruipt. Door de druk in een caverne te verlagen (bijvoorbeeld door er pekels uit te laten stromen) ontstaat een drukverschil dat het zout uit de omgeving langzaam laat toestromen in de richting van de caverne. Dit wordt zoutkruip genoemd. De grootte van het gebied waarin zoutkruip plaatsvindt, en waaruit dus uiteindelijk zout wordt gewonnen, is beperkt: in het gesteente neemt het spanningsverschil snel af naarmate de afstand tot de caverne toeneemt. De afstand van waar zout toestroomt is uiteindelijk naar schatting enkele honderden meters tot een kilometer.

A.1.1.2 Pekeldruk in de caverne

De pekeldruk in de caverne bepaalt de mate van toestroom van zout uit de omgeving. Bij lagere druk stroomt er meer zout toe, bij hogere druk minder. Door een caverne op hogere druk te opereren, treedt minder bodemdaling op. Dit is echter niet zonder consequenties. De keerzijde is dat de caverne steeds groter wordt: er wordt immers wel zout gewonnen, terwijl de toestroom wordt verhinderd. De manier van zout winnen, en de druk in de caverne die daarbij wordt aangehouden, is een belangrijke component in het winningsplan.

Als er pekels weglekt uit de caverne, zoals via een scheur in het dak, verlaagt de druk en treden alsnog zoutkruip en bodemdaling op. Wanneer openstaand volume achterblijft ná de winning, blijft dus een risico van uitgestelde bodemdaling bestaan.

A.1.1.3 Komvorm

Bodemdaling door mijnbouw wordt veroorzaakt op de diepte van de winning. In het geval van Nedmag is dat ongeveer op 1500 m diepte. De komvorm die aan het oppervlakte ontstaat, is uitgestrekter dan het gebied waar de winning plaatsvindt. De vertaling naar boven gebeurt met een invloedsfunctie. Deze invloedsfunctie modelleert effecten van stijfheid in de lagen boven de winning. Wanneer de invloed niet constant is in de tijd kan een veranderende invloedsfunctie worden gebruikt om de vormverandering (als gevolg van het stroomgedrag van zout) te modelleren. Voor de directe effecten van bodemdaling als gevolg van zoutwinning is het belangrijk te constateren dat de komvorm altijd een glad verloop kent in ruimte en tijd. Deze gladheid betekent een gelijkmatig verloop tussen de maximale bodemdaling en het gebied dat niet beïnvloed wordt over enkele kilometers afstand. Ook in tijd kent de bodemdaling een glad verloop: schoksgewijze daling is niet aan de orde.

A.1.2 Onzekerheden in de bodemdalingsprognose

A.1.2.1 Openstaand volume: analyse massabalans

Een preventieve maatregel ter voorkoming van verrassingen is het bepalen van de huidige openstaande volumes. Nedmag heeft daartoe de afgelopen jaren studies gedaan en laten doen^{1,2}. Hierbij wordt de informatie over de gehele winning vanaf de jaren '60 van de vorige eeuw, de waargenomen zoutlagen bij alle boringen die zijn gedaan in het gebied, en de waargenomen bodemdaling gecombineerd. Er zijn verschillende scenario's mogelijk bij de waargenomen combinaties van zoutlagen, chemische modellen van achtereenvolgens oplossen en neerslaan van verschillende zoutkristallen, en de bodemdaling. De keuze voor één van deze scenario's leidt tot een massabalans-model dat Nedmag gebruikt bij het vaststellen van het huidige openstaand volume.

De keuze voor een scenario is voor een groot deel op basis van de toets aan waargenomen bodemdaling, die wat moeizaam is doordat volume zich erg moeilijk laat meten: veel volume zit in een grote cirkel die weinig zakt, op wat grotere afstand van het centrum. Bovendien zijn daar ook andere effecten, zoals bodemdaling door gaswinning uit de Groningen en Annerveen gasvelden.

TNO-AGE heeft deze massabalans-studie beoordeeld, en geeft aan dat er forse onzekerheden overblijven. Het advies van TNO-AGE maakt niet kwantitatief hoe groot deze onzekerheid precies is. Bovendien heeft Nedmag weinig werk gemaakt

¹ Nedmag (24 februari 2017) Mass balance study of the Nedmag caverns: Modelling of magnesium salt dissolution and calculated squeeze volumes.

² Nedmag (5 april 2018) Beantwoording vragen SodM over massabalansstudie Nedmag: Artikel 6 instemmingsbesluit.

van het doorrekenen van deze onzekerheden in de uiteindelijke bodemdalingsprognose. Er is een kleine onzekerheidsmarge genomen, maar het is de vraag of deze onzekerheidsmarge niet te optimistisch is gekozen. De komende jaren zal door nauwkeurige monitoring van de bodembeweging in het gebied rond het TR-cluster moeten blijken hoe nauwkeurig de prognose daadwerkelijk is.

A.1.2.2 Druk in de caveerne: voorgenomen winningsstrategie

Door de volledige cyclus van vorming van cavernes tot het (zo veel mogelijk) weer laten verdwijnen van dit openstaand volume te beschrijven in het voorliggende winningsplan, reduceert Nedmag een belangrijke onzekerheid. Er wordt niet uitgegaan van een 'stabiel' achterblijven van pekkel, zoals bij eerdere winningsplannen wel het geval was. De scenario's die Nedmag schetst qua drukverloop in de verschillende fases van de winning, bepalen dan ook vooral de timing van de bodemdaling, en slechts in mindere mate de omvang.

A.1.2.3 Komvorm: historisch en in de toekomst

Nedmag heeft in 2017/2018 een uitgebreide studie laten doen naar de beste manier van modelleren van de kom. Dat is van belang om een betrouwbare prognose te kunnen doen. Het model dat toen gemaakt is klopt goed met de metingen uit het verleden, en is gebruikt om ook de effecten van de toekomstige winning mee te modelleren. Omdat een goede overeenkomst tussen model en metingen in het verleden niet altijd een garantie biedt voor de accuraatheid van een voorspelling, kent deze nog altijd een onzekerheidsmarge.

De modellering door Nedmag simuleert het kruipen van het zout in het TR-cluster door een enkele komvorm rond WHC-2, die langzaam groter en plat wordt, en kan daarmee de in het verleden gerealiseerde bodemdaling goed reproduceren. Dit wijst op een beperkt brongebied^{3,4}. Het is echter altijd de vraag of een model dat passend is gemaakt aan de historische bodemdaling, ook bruikbaar is voor voorspellingen. Dit leidt tot onzekerheid in de verdeling tussen centrum en periferie van de bodemdaling, die slechts kleiner wordt wanneer nieuwe metingen beschikbaar komen.

A.1.2.4 Inschatting van de resulterende onzekerheidsmarge

Zolang de onzekerheden over de effecten van het aflaten van het cluster nog zo groot zijn als op dit moment, is het verstandig rekening te houden met een ruimere onzekerheidsmarge dan Nedmag op dit moment hanteert. Die wordt

³ SGS (april 2018) Nedmag B.V. Modelling of subsidence induced by salt squeeze mining from the Veendam concession: History match 1993-2016 and forecast including two new wells.

⁴ Nedmag (7 november 2018) Prognose bodemdaling Winningsplan 2018.

veroorzaakt door onzekerheid in het openstaand volume, maar ook door onzekerheid over de vertaling naar het aardoppervlak. De komvorm kan wat dieper en meer kleiner zijn, of wat uitgestrekter en ondieper: daar valt op dit moment nog weinig over te zeggen. Een grove inschatting van de onzekerheidsmarges is te maken door modelleren van een hoog en een laag scenario. Dat is gedaan voor zowel het leegproduceren van het cluster, als de gecombineerde impact van de cavernes die Nedmag beoogt nieuw aan te leggen.

Hierbij is gevarieerd met drie parameters:

- Het totaal volume. Hiervoor is een extra onzekerheidsmarge van 15% genomen. Dit is een grotere marge dan in het winningsplan zelf wordt aangehouden, maar ook voor deze keuze ontbreekt een formele onderbouwing.
- Het brongebied: de straal van een gebied waaruit geproduceerd wordt. Hierbij is een model gekozen waarbij de bron lineair afneemt met de straal, dus het zwaartepunt van de winning ligt in het midden. Met een groter brongebied, wordt de kom wat groter en minder diep.
- De komvorm-parameter uit de Geertsema-van Opstal formulering. Het prognose-model van Nedmag, dat is gebaseerd op historische metingen, varieert deze parameter in de tijd, grofweg van 2500 naar 3500 gedurende de winning. Een waarde van 2500 geeft een meer lokale, diepere kom, de waarde 3500 wat uitgestrekter en ondieper.

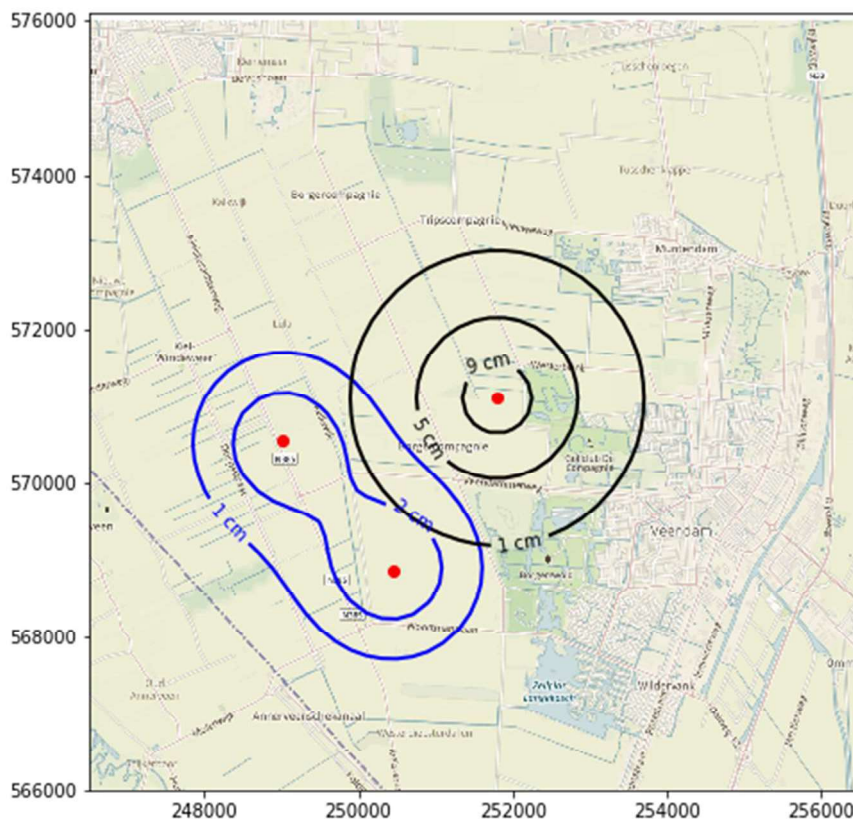
Tabel A-1. scenario's voor inschatting van de onzekerheid in de berekeningen van de nog te verwachten bodemdaling.

Winningslocatie	Scenario	Totaal volume	Brongebied straal	Komvorm parameter
TR-cluster	Hoog	3,9 Mm3 + 15%	1000 m	2500
	Laag	3.9 Mm3	2000 m	3500
VE-5/8 of VE-7/8	Hoog	1.3 Mm3 + 15%	100 m	2500
	Laag	1.5 Mm3	300 m	3500

De 'hoog' scenario's nemen steeds de waardes die de diepste kom opleveren, de 'laag' scenario's de combinatie van parameters met de minst diepe kom. Dit geeft een inschatting van de bandbreedte die te zetten is op de verwachtingen van Nedmag. In figuur A-1 is op de kaart van de omgeving weergegeven wat dit betekent qua onzekerheid op de voorspelling. Hiertoe is het verschil tussen beide

scenario's (hoog en laag) gedeeld door twee om een marge aan te geven ten opzichte van de verwachting.

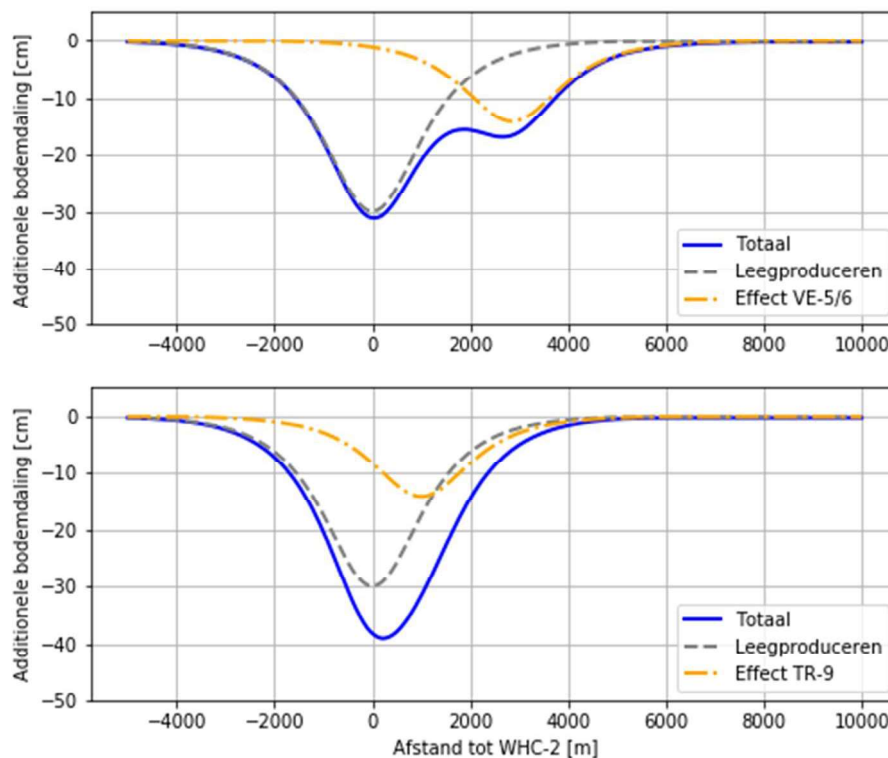
Uit deze analyse blijkt dat voor de directe omgeving van de huidige winning (het leeg te produceren TR-cluster) een forse onzekerheid bestaat (een marge van zo'n 10 cm). Deze onzekerheid zal nog geruime tijd blijven bestaan, doordat de snelheid van leegproduceren langzaam afneemt, en het laatste stuk van dit proces nog enkele tientallen jaren in beslag gaat nemen.



Figuur A-1. Zwarte contouren geven een inschatting van de onzekerheid op de te verwachten bodemdaling rond het TR-cluster. Blauwe contouren geven die rond de nieuw aan te leggen cavernes weer. De rode stippen zijn de benaderde locaties van de centra van daling bij WHC-2 (noordoost), VE-5/6 (west) en VE-7/8 (zuid)

A.1.3 Lokaal optellen van effecten

De effecten van bodemdaling veroorzaakt door verschillende winningslocaties kunnen eenvoudig worden opgeteld. Gegeven de effecten van het leegproduceren (opdat de druk niet weer toeneemt) die zich concentreren rond WHC-2, en die een bodemdaling van ca. 30 cm opleveren bovenop de reeds ontstane 50 cm, maakt het nogal uit op welke afstand nieuwe bodemdalingseffecten tot stand komen. Het additionele effect van de dicht bij de huidige winning gelegen putten TR-9 en VE-3 leidt tot een forse extra daling in het diepste deel van de kom: op 1 km afstand levert de winning uit TR-9 een daling op van ca. 10 cm (onderste deel van figuur A-2). Bij de nieuwe winningslocaties is dit in veel mindere mate het geval: op 2,5 tot 3 km is het effect van VE-5/6 of VE7/8 rond de 1 cm (bovenste deel van figuur A-2).



Figuur A-2. De gezamenlijke effecten van het leegproduceren van het TR-cluster (grijze streepjeslijnen) en nieuwe winning vanuit twee verschillende locaties (oranje lijnen): in de bovenste figuur het effect van VE-5/6, gelegen op ca 2800 m van WHC-2, in de onderste figuur het effect van een zelfde winning bij TR-9, dat veel dichterbij ligt.

A.1.4 Directe effecten van bodemdaling op de bovengrond

A.1.4.1 Directe effecten op gebouwen

Door grote scheefstand of vervorming door differentiële bodemdaling zou schade veroorzaakt kunnen worden. Wanneer de sterkte van gebouwen wordt afgezet tegen de mate van scheefstand die bereikt kan worden, is de conclusie van experts tot nu toe altijd geweest dat dit niet tot schade aan gebouwen kan leiden. Deltares heeft voor Nedmag enkele malen zo'n analyse gedaan⁵. De bodemdaling die nodig is om wél op een punt uit te komen, is ruim boven de meter. *Directe* schadelijke effecten van bodemdaling op gebouwen zijn dan ook niet te verwachten. Echter, we moeten ook rekening houden met mogelijke *indirecte* effecten. Die bespreken we in onderdeel A.1.6 van deze bijlage.

A.1.4.2 Directe effecten op de het waterbeheer

De voornaamste mitigerende maatregel ter voorkoming van negatieve effecten door bodemdaling is aanpassing van het waterpeil. Bij een bodemdalingsscenario kan een inschatting van de benodigde aanpassingen in de peilen worden gegeven.

Vernatting

Bodemdaling als effect van delfstofwinning betekent dat de bodem, met alles wat zich daarop bevindt, langzaam naar beneden zakt. Het oppervlaktewater en grondwater trekken zich hier echter niets van aan. Het water zal de neiging hebben op dezelfde hoogte te komen te staan als voor de bodemdaling het geval was. Dat betekent dat vanaf de (gedaalde) bodem bekeken, de waterstand is gestegen. Dit leidt tot vernatting van de grond. Vernatting en verdroging zijn belangrijke parameters in het waterbeheer. Vernatting wordt over het algemeen gezien als gunstig voor de natuur, en ongunstig voor agrarische activiteiten. Het peilbeheer door het waterschap is gebaseerd op een afweging van deze en andere belangen.

Vaarwegen

Bij doorgaande waterwegen heeft het waterschap minder mogelijkheden om zonder ingrijpende gevolgen het waterpeil aan te passen. In de nabijheid van de winning door Nedmag zijn een aantal doorgaande waterwegen. In de buurt van deze waterwegen kunnen aanvullende maatregelen nodig zijn om schade aan gebouwen te voorkomen. Het rapport van Royal Haskoning DHV dat Nedmag heeft toegevoegd aan het winningsplan⁶ noemt dit als een onderwerp dat nader moet worden uitgezocht.

⁵ Deltares (oktober 2018) Invloed van bodemdaling door zoutwinning Nedmag op bebouwing en infrastructuur. Winningsplan 2018 met maximale bodemdaling van 95 cm.

⁶ Royal Haskoning DHV (12 november 2018) Gevolgen bodemdaling als gevolg van zoutwinning voor de waterhuishouding.

A.1.5 Technische beheersmaatregelen

A.1.5.1 Maatregelen door het waterschap

De voornaamste technische beheersmaatregelen met betrekking tot de effecten van bodemdaling worden genomen door het waterschap.

Peilgebieden

Het peil van het oppervlaktewater wordt bepaald en gehandhaafd in peilgebieden. Dit zijn gebieden waarbinnen het water met elkaar in verbinding staat, en waarin dus sprake is van één peil van het oppervlaktewater. De peilgebieden zijn van elkaar gescheiden door een stuw, of gemaal. Waterschap Hunze en Aa's bepaalt het peil dat gehandhaafd wordt voor elk van de peilgebieden in de omgeving van Veendam en het beïnvloedingsgebied van de winning door Nedmag. Soms is er een zomer- en winterpeil, dat tot enkele decimeters kan verschillen. De peilbeheerder wordt geacht al het mogelijke te doen wat redelijkerwijs mogelijk is om de peilen te handhaven. In hoeverre dit lukt, is afhankelijk van bijvoorbeeld weersomstandigheden en de grootte van peilgebieden.

Dynamisch peilbeheer

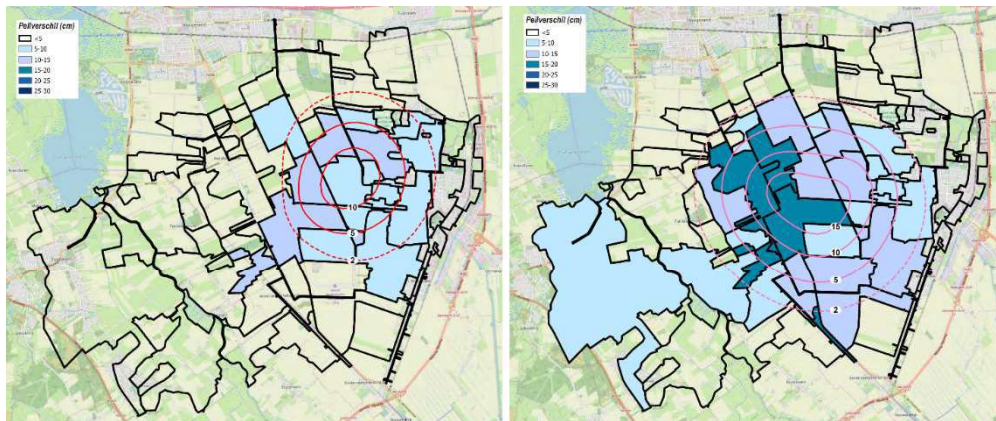
Wanneer de bodem daalt, daalt het peil in principe mee: dit wordt dynamisch peilbeheer genoemd. Bij gelijkmatige bodemdaling leidt dit niet tot merkbare gevolgen: bodem en waterpeil blijven immers gelijk ten opzichte van elkaar. Wanneer echter binnen één peilgebied de bodemdaling niet constant is, is het de vraag welke daling maatgevend moet zijn voor de aanpassing van het peil: als het peil de grootste daling volgt, betekent dit een relatieve peilverlaging elders in het peilgebied. Wanneer het peil de gemiddelde bodemdaling in een peilgebied volgt, is in relatieve zin sprake van zowel verlaging als verhoging van het peil ten opzichte van de bodem.

Over het algemeen is het waterpeil dat gehandhaafd wordt gebaseerd op de 5-10% natste percelen in een gebied. Wanneer het peil (relatief gezien) stijgt, kan dit tot problemen leiden bij in eerste instantie deze percelen. Vernatting kan betekenen dat de productiviteit van landbouwgrond achteruit gaat, dat er minder vroeg in het jaar machines het land op kunnen, of dat er vaker sprake is van misoogst, wanneer extreem weer leidt tot tijdelijk hogere waterstanden. Vernatting kan dus betekenen dat de functie van een (deel van een) gebied noodgedwongen verandert.

Mitigerende maatregelen

Het maximaal optredende verschil in bodemdaling binnen een peilgebied is daarmee maatgevend voor de noodzaak mitigerend op te treden anders dan door middel van dynamisch peilbeheer. Wanneer het verschil tussen het meest

zakkende deel en het minst zakkende deel van een peilgebied te groot is, moet een peilgebied opgesplitst worden in meerdere delen. Daartoe zijn extra stuwen of gemalen nodig. Dit zijn forse aanpassingen in het waterbeheer, die bovendien niet eenmalig zijn: extra infrastructurele werken leiden tot voortdurende extra inspanningen en kosten van onderhoud en beheer. Daarnaast kan het verschil tussen aangrenzende peilgebieden betekenen dat er aanpassingen in bestaande werken nodig zijn. Doorgaans zijn dit beperkte aanpassingen, in bijvoorbeeld de hoogte van een stuw.



Figuur A.3. Door Royal Haskoning DHV is een inventarisatie gemaakt van de peilgebieden waar aanpassingen nodig zijn bij verschillende varianten van de bodemdaling. Links de peilgebieden die worden beïnvloed bij 80 cm bodemdaling (de al vergunde 65cm plus de getoonde contouren van 15 cm), rechts de effecten bij 95 cm totale daling.

Bredere impact

Deze mitigerende maatregelen zijn van invloed op de kwaliteit van het oppervlaktewater vanwege de barrières die gevormd worden door stuwen en gemalen. Ook landschappelijk zijn er gevolgen, door een (soms fors) toenemend aantal civieltechnische werken. Het waterschap benadrukt dan ook terecht dat peilbeheer soms weliswaar technisch mogelijk is, maar vanuit bredere optiek niet altijd wenselijk hoeft te zijn. Peilbeheer is gericht op het handhaven van de huidige gebruiksfuncties in een gebied, terwijl op de lange termijn landgebruik niet altijd hetzelfde blijft. Het waterschap benoemt de noodzaak tot vorming van een bredere lange-termijn visie op gebruik en beheer van het gebied.

Desalniettemin is handhaving van alle functies van het gebied uitgangspunt bij het uitwerken van mitigerende maatregelen en ook voor de beoordeling van de effecten en risico's van het voorliggende winningsplan.

Twee figuren uit het rapport van Royal Haskoning DHV⁷ bij het winningsplan van Nedmag, laten zien in welke peilgebieden effecten zijn te verwachten die zonder mitigerende maatregelen kunnen leiden tot problemen in het gebruik van het land of tot schade aan gebouwen. De gevolgen voor de diverse peilgebieden zijn in kaart gebracht aan de hand van de maximale verschillen in bodemdaling die optreden binnen een peilgebied.

A.1.5.2 Maatregelen door de gemeente en provincie

De verantwoordelijkheid voor het waterbeheer in de bebouwde kom ligt bij de gemeente. Die beheert rioolstelsels, en zorgt ervoor dat de straten en huizen ook bij zware regelval droog blijven. De bodemdaling bij Veendam kent met enkele decimeters over een korte afstand van enkele kilometers een voor Nederlandse begrippen sterke scheefstelling. Dit heeft effect op de doorstroming van de riolen. In Veendam zijn afspraken gemaakt over regelmatig reinigen van de riolen, om de doorstroming op peil te houden. Bij de aanleg van nieuwe riolen wordt rekening gehouden met de te verwachten bodemdaling, zodat sommige trajecten op wat groter verhang worden aangelegd dan initieel nodig. Het kan zijn dat daardoor extra gemalen nodig zijn.

A.1.6 Indirecte effecten van technische beheersmaatregelen

A.1.6.1 Indirecte effecten op gebouwen

Aanpassingen van het waterpeil kunnen leiden tot schade aan gebouwen. Zo kan bij ondiep gefundeerde gebouwen, waaronder zich een veenlaag bevindt, aanpassingen in waterpeil leiden tot schade aan deze gebouwen. Wanneer zo'n veenlaag voor het eerst droog komt te staan, kan deze in korte tijd sterk vergaan. Dit kan leiden tot ongelijkmatige zetting van het gebouw erboven. Verlaging van het waterpeil kan ook leiden tot funderingspalen die droog komen te staan, en die daardoor kunnen gaan rotten. Dit is een van de redenen waarom het waterschap het peil zo veel mogelijk handhaaft op het afgesproken niveau. Deze indirecte effecten zijn lastig vast te stellen: het waterpeil is sowieso aan flinke fluctuaties onderhevig. De onzekerheden met betrekking tot het inschatten van deze risico's zijn groot. Ook is niet uit te sluiten dat er mechanismen zijn ten gevolge van de bodemdaling die nu nog niet goed begrepen wordt, maar wel schade kunnen veroorzaken aan woningen. Weinig is bekend hoe verschillen in waterniveau's en stromingen (ook op diepere niveau's) mogelijk kunnen doorwerken naar effecten op gebouwen. De ervaringen met de gaswinning in Groningen laten zien dat over de tijd als gevolg van geconstateerde schade en verder onderzoek nieuwe inzichten ontstaan.

⁷ Royal Haskoning DHV (12 november 2018) Risicobeoordeling voor Winningsplan zoutwinning.

A.1.6.2 Indirecte effecten op de natuur

Veranderingen in het gehandhaafde peil op basis van deel van het peilgebied, leidt tot aanpassing van het peil in een heel gebied: daardoor kan elders ook sprake zijn van juist verdroging. Het peil in een gebied is niet altijd afgestemd op de gemiddelde drooglegging, maar vaak op basis van een klein aantal 'natste' percelen. De analyses zoals die door Nedmag zijn bijgeleverd bij het winningsplan zijn daardoor slechts een grove, maar behoorlijk worst-case indicatie van wat er nodig is. Bovendien wordt de uiteindelijke bodemdaling als gevolg van het verdwijnen van het huidige cavernestelsel pas over enkele tientallen jaren bereikt. Monitoring en gepaste inzet van maatregelen, in zorgvuldige afstemming met het waterschap en andere betrokkenen is daarom noodzakelijk.

Het waterschap geeft aan dat de aanpassing van peilgebieden een belangrijk indirect effect kan hebben op de natuurwaarden in het gebied. Door het opdelen van peilgebieden in kleinere eenheden, worden biotopen kleiner of van elkaar gescheiden. Dit maakt het ecosysteem kwetsbaarder.

A.1.7 Organisatorische beheersmaatregelen: omgang met schade

Een belangrijke voorwaarde waaronder eventuele mijnbouwschade te accepteren kan zijn, is een soepele en ruimhartige afhandeling van deze schade. Het moet van tevoren duidelijk zijn, dat bij een redelijk vermoeden van mijnbouwschade zowel de verantwoordelijkheid voor reparatie, als de afhandeling van de kosten niet voor rekening kunnen komen van omwonenden of andere partijen in de buurt van de mijnbouwactiviteiten. Het landelijk schadeloket mijnbouw, dat betrokkenen in deze zin deels moet ontzorgen, is daar een belangrijke stap in. Het opnemen van de zoutwinning in dit loket is daarom van belang bij eventuele vergunning van nieuwe activiteiten van Nedmag, maar evengoed bij het afwickelen van de winning uit het verleden, die nog tientallen jaren zal duren.

A.2 Risico van een scheur

Voor de risicoanalyse van het ontstaan van een scheur in het cavernedak of de bovenliggende lagen is gebruik gemaakt van de 'bow-tie methode', ook wel vlinderdasmethode genoemd. Op deze manier wordt duidelijk onderscheid gemaakt tussen de oorzaken, ongewenste gebeurtenissen en mogelijke gevolgen. Waar toepasbaar zullen escalatiefactoren worden behandeld die kansen op ongewenste gebeurtenissen kunnen vergroten en gevolgen kunnen verergeren. Belangrijk voor de beoordeling van het winningsplan zijn de maatregelen die Nedmag voorstelt om een ongewenste gebeurtenis te voorkomen (preventieve maatregelen) en de gevolgen te verzachten (mitigerende maatregelen).

A.2.1 Oorzaken

De mogelijke oorzaken die vroegtijdig kunnen leiden tot een lekpad naar bovenliggende lagen zijn: het vallen van een blok uit het cavernedak, lage spanningen in het dak door operationele geschiedenis en een drukpuls bij het aaneengroeien van cavernes.

A.2.1.1 Drukpuls uit andere cavernes

Wanneer twee cavernes met elkaar in verbinding komen, zal drukvereffening plaatsvinden: er stroomt pekkel vanuit de caverne met de hoogste druk naar de caverne met lagere druk.

Oorzaak

Nedmag geeft in het winningsplan en onderliggende referentie⁸ de geschiedenis van het verbonden raken van de individuele cavernes tot een cavernecuster. Het proces van aan eengroeien van cavernes tot een cluster is uniek voor de zoutwinning van Nedmag. Het is het gevolg van de vorm en verdeling van het bischofiet ($MgCl_2 \cdot 6(H_2O)$) en carnalliet ($KMgCl_3 \cdot 6(H_2O)$) in de grotere Zechstein-zoutstructuur en het verschil in oplosbaarheid met haliet (NaCl, keukenzout). Daarnaast is de stroming en verzadiging van de pekkel van invloed.

Observatie

Nedmag geeft aan dat voorafgaand aan het ontstaan van een permanente verbinding mogelijk een druk-afhankelijke aan-uit verbinding kan worden geobserveerd. Als gevolg van het drukverschil stroomt er in totaal een volume pekkel, van duizend tot enkele tienduizenden kubieke meters van de caverne, met hoge druk naar de caverne met lage druk. De verbinding wordt aan het oppervlakte geobserveerd door vereffening van drukken en gelijklopen van

⁸Nedmag (19-10-2018) Hydraulic connections between Nedmag caverns: Underlying mechanism, chance of new connections and possible consequences.

drukschommelingen. Nedmag geeft aan⁹ dat dit proces in het verleden zich altijd zeer geleidelijk heeft voltrokken over een periode van een aantal maanden en nooit tot aanwijsbare schade heeft geleid aan een caverne of put.

Bewust verbinden

Nedmag geeft in het winningsplan aan VE-5 en VE-6 bewust aan elkaar te willen laten groeien en ook VE-7 en VE-8. Dit gaat gepaard met een drukvereffening van ongeveer 20 bar en stroming van enkele honderden tot meer dan duizend kuub pekkel. Met verbinden van cavernes kan, door injectie in de ene put en productie uit de ander, een pekkel van hoge concentratie worden gemaakt. Deze methode werd eerder ook toegepast in het cavernecollier. Door de afstand tot het grote cluster acht Nedmag de kans klein dat cavernes VE-5 tot en met VE-8 hiermee verbonden zal raken. De verwachting was dat caverne VE-3 al aan VE-4 zou zijn vastgegroeid, maar dat is tot nu toe niet het geval. Nedmag geeft aan dat als actieve winning bij TR-9 door gaat, deze caverne met 10 a 20 jaar aan het cluster vastgroeit.

A.2.1.2 Lage spanning in dak door operationele geschiedenis

De grootte van de kleinste hoofdspanning in vergelijking met de pekeldruk is bepalend voor het ontstaan van een scheur. Een van de nieuwe inzichten van de lekkage van april 2018 is dat de gesteentespanning in het cavernedak veel lager kan worden door een lange periode van lage pekeldruk. Hierdoor kon een scheur al tijdens de operationele periode van zoutwinning ontstaan.

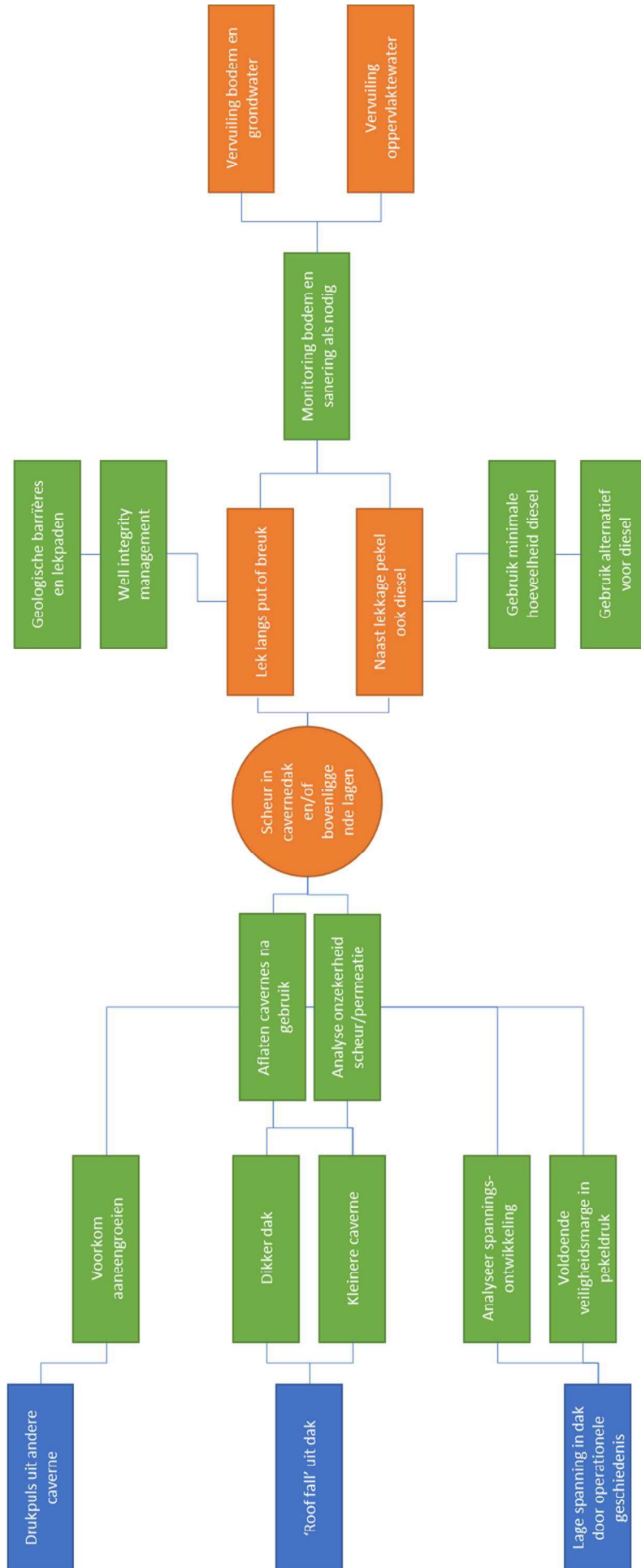
A.2.1.3 Vallen blok zout uit dak

Bij de lekkage van april 2018 zagen zowel Nedmag als SodM het ontstaan van een scheur in het zoutdak als meest waarschijnlijke oorzaak en dat het wegvallen van een deel van het cavernedak niet helemaal uit te sluiten is. Of het zoutdak van een caverne beschadigd wordt door een scheur of het wegvallen van een deel van het dak, in beide gevallen leidt dit tot een lekpad naar de bovenliggende lagen tot een omhoog-groeiende scheur. Het blijven beschermen van de integriteit van het cavernedak blijft daarom ook voor de toekomst van belang.

Figuur A-4 Bow-tie analyse van het risico van scheurvorming (volgende pagina)

⁹ Nedmag (25 april 2019) Beantwoording vragen van SodM over ref. 10 (Hydraulic Connections between Nedmag caverns) van het Nedmag Winningsplan 2018.

Bow-tie analyse: Risico van scheur in cavernedak en/of bovenliggende lagen



A.2.2 Preventieve maatregelen

Nedmag geeft in het winningsplan een lijst met nieuwe inzichten ten opzichte van het winningsplan van 2013. Deze inzichten zijn grotendeels verkregen door de onderzoeken uitgevoerd naar aanleiding van de lekkage van april 2018.

A.2.2.1 Voorkom aaneengroeien van cavernes

In het verleden is ervaring opgedaan met het groeien van cavernes aan het cluster. Dit is met stapsgewijze overbrugging van diepteverschillen van ongeveer 100 meter gebeurd. Bij aaneengroeien van TR-9 aan het cluster is de verticale overbrugging rond de 300 meter.

Cavernes VE-5/6 en VE-7/8

Zoals eerder aangegeven is Nedmag van plan om de nieuwe cavernes bewust met elkaar te verbinden tot twee caverneparen VE-5/6 en VE-7/8. SodM ziet het aaneengroeien van de nieuwe cavernes als een uiterst klein risico als de analyse van de gesteentespanning in het dak goed is uitgevoerd. Deze cavernes hebben een kleiner volume en de cavernedaken zijn veel dikker doordat alleen in de diepergelegen bischofietlaag wordt gewonnen. Ook is het diepteverschil en daarmee het drukverschil tussen de cavernes op een niveau waar Nedmag ervaring mee heeft. Als gevolg van de kleine drukverschillen stroomt er bij de vereffening een relatief klein volume tussen de cavernes. Met een goede analyse van de gesteentespanning in het zout rond de caverne is de kans op het ontstaan van een scheur tot een minimum te beperken.

Cavernes VE-3 en TR-9

Door groei van de cavernes kunnen ook losse cavernes VE-3 en TR-9 vastgroeien aan het bestaande cluster als daar over langere periode actief uit gewonnen wordt. Nedmag geeft aan dat het van belang is dat de druk in het cluster niet het eerdere lekpad van april 2018 reactiveert of een nieuw lekpad opent. Van VE-3 was het de verwachting dat deze al met VE-4 verbonden zou zijn geraakt. Dat dit tot nu toe niet is gebeurd kan te maken hebben met de heterogene verdeling van het magnesiumzout in het totale zoutpakket. Nedmag verwacht dat het nog 10 tot 20 jaar duurt tot TR-9 met het cluster verbonden raakt.

SodM ziet het ontstaan van een nieuwe scheur in het grote cavernecollier of reactivatie van het lekpad van april 2018 als een risico bij het verbinden van VE-3 of TR-9 aan het cluster. Bij het aaneengroeien van VE-3 en TR-9 aan het grote cluster wordt een relatief groot diepteverschil en daarmee ook drukverschil overbrugd. De analyse van Nedmag laat zien dat bij de drukvereffening een pekervolume van rond de 10.000 m³ (VE-3) tot rond de 30.000 m³ (TR-9) naar het cluster stroomt. Nedmag berekent de druktoename van het grote cluster op basis van het volume van het volledig verbonden cluster. Op dat moment zal het

cluster al grotendeels leeg zijn gelopen en enkel nog afgesloten 'pockets' van pekkel zijn achtergebleven. Aanvullende berekeningen van Nedmag⁹ laten zien dat als TR-9 vastgroeit aan een pocket in het cluster van 550.000 m³ de onder een niveau blijft waarbij het lekpad van april 2018 is ontstaan. Bij instroom van pekkel naar een kleiner deel van het cluster kan de druk verder toenemen. Daarnaast is het de verwachting dat de minimale spanning in het zoutdak verder daalt met aflaten van het cluster. Het lekpad van april 2018 zou dus al bij een lagere pekeldruk kunnen openen.

SodM ziet het aaneengroeien van TR-9 of VE-3 aan het cluster als een situatie die vermeden dient te worden. SodM adviseert om niet actief zout te winnen uit TR-9 en VE-3. Het risico van het bewust verbinden van VE-5/6 en VE-7/8 ziet SodM als een uiterst klein risico als de analyse van de gesteentespanning in het dak goed is uitgevoerd.

A.2.2.2 Dikker dak

Voor de nieuwe winningsputten zal enkel nog in de diepste magnesiumzoutlaag (bischofiet, 1b) gewonnen worden. Het hoger gelegen magnesiumzout (carnalliet, 2b en 3b) blijft onaangetast. Hierdoor wordt het dak een stuk dikker (bv. VE-5 445 m en VE-6 315 m) en zit er een extra barriere aan minder oplosbaar haliet (keukenzout).

SodM ziet de beperking van de winning tot de diepste magnesiumlaag als een goede preventie maatregel. Het dak zal hierdoor dikker en sterker zijn. In het geval er toch brokken uit het dak vallen, dan zitten er nog steeds meerdere barrières tot de bovenliggende zandsteen. Hierdoor is het veel minder waarschijnlijk dat in het geval van 'roof fall' er contact komt tussen de pekkel en de bovenliggende zandsteenlagen. Daarnaast kruipt het dieper gelegen bischofiet ook sneller dan het carnalliet. Hierdoor kunnen de openstaande cavernevolumes sneller worden weggewerkt aan het einde van de periode van actiefwinning.

SodM ziet de beperking van de winning tot de diepste magnesiumlaag als een goede preventie maatregel om een grote ondergrondse lekkage te voorkomen.

A.2.2.3 Kleinere cavernes

Nedmag geeft aan dat een van de nieuwe inzichten is dat de nieuwe cavernes geen nieuw cluster met groot ondergronds volume moeten gaan vormen. Dit heeft gevolgen voor de locaties van de nieuwe cavernes. Nedmag geeft aan dat de caverneparen VE-5/6 en VE-7/8 een vrij pekkelvolume van maximaal 1,5 miljoen m³ zullen krijgen.

SodM ziet ook het belang van kleinere cavernes. De overbrugging die het cavernedak moet maken is veel kleiner. Dit is gunstig voor de gesteentespanning in het zout boven de cavernen en verkleint de kans op het vallen van brokken zout uit het dak. SodM is daarnaast van mening dat afzonderlijke, kleinere cavernes controleerbaarder zijn dan een groot aaneengesloten cluster van cavernes. Mocht er een lekpad ontstaan dan heeft dit een effect op een kleiner volume aan pekels.

SodM ziet kleinere cavernes als een meer beheersbare situatie. Het dak is stabiel en mocht er toch een lekpad ontstaan zijn de gevolgen kleiner.

A.2.2.4 Aflaten na gebruik

Nedmag geeft in het winningsplan aan: *"Voorafgaand aan het verlaten van cavernes dient de aanwezige hoeveelheid vrije pekels zo veel mogelijk gereduceerd te worden alvorens de cavernes af te sluiten met cement pluggen"*.

Dit is het eerste winningsplan voor zoutwinning waarbij het cavernevolumen zoveel mogelijk wordt gereduceerd aan het einde van de fase van actieve winning. Deze methode van zoveel mogelijk aflaten van de pekels wordt ook wel 'zacht insluiten' genoemd. Het insluiten van cavernes op hoge druk heet 'hard insluiten'. Het gevolg van het aflaten van cavernes is dat er direct bodemdaling optreedt. Bij hard insluiten wordt dit in het beste geval gecontroleerd, over een lange periode uitgesmeerd. In het ergste geval gebeurt dit op een onverwacht moment in de toekomst door het ontstaan van een lekpad. SodM ziet het zachte insluiten als de beste manier van het verlaten van de cavernen. Er wordt geen hypotheek op de toekomst gelegd en het bedrijf is nog aanwezig om te betalen voor de beheersmaatregelen die moeten worden genomen bij onverwachte gebeurtenissen.

Het aflaten van het grote cavernecuster zal gecontinueerd worden als beheersmaatregel voor de lekkage van april 2018. Daarnaast zal dit ook voor de bestaande (TR-9, VE-3) en de nog aan te leggen cavernes (VE-5 t/m VE-8) gedaan worden aan het einde van de periode van actieve winning.

Nedmag geeft aan dat het onzeker is hoeveel vrije pekels er uiteindelijk achter blijft. Op het moment van abandonneren is dit nauwkeuriger te bepalen met de materiaalbalans en injectie- en productievolumes. Het abandonneren van de put, en daarmee de toegang tot de cavernen, dient niet gedaan te worden tot de pekels zoveel als praktisch mogelijk is afgelaten. Nedmag geeft echter ook aan dat lekkage na het abandonneren nog zal plaatsvinden door stijgende pekeldrukken in

achterblijvende pockets. Nedmag schat in dat in de orde van 100.000 m³ pekels per cavernepaar (VE-5/6 en VE-7/8) zal achterblijven¹⁰.

SodM ziet het aflaten van de cavernes als een zeer belangrijke en effectieve preventieve maatregel. Op deze manier blijft er op het moment van abandonneren nog een minimale hoeveelheid vrije pekels in de ondergrond achter. Echter, er zullen kleine, ingesloten volumes pekels achterblijven.

A.2.2.5 Analyse van de spanningsontwikkeling

Het is tijdens de periode van actieve winning van groot belang om te weten wat de gesteentespanningen zijn in het cavernedak en hoe deze zich ontwikkelen met de tijd. Op deze manier kan worden voorkomen dat een scheur in het cavernedak ontstaat wanneer de caverne een groot openstaand volume vrije pekels heeft.

Nedmag heeft een studie laten uitvoeren naar de ontwikkeling van de gesteentespanning rond de cavernes¹⁰. Deze studie laat zien dat als een caverne lange tijd op lage druk staat de gesteentespanning boven de cavernes ook afneemt. De spanning wordt verlaagd door zoutkruip en ontstaan van een spanningsboog ('stress arching'), wat vergelijkbaar met de spanningsverdeling in een boogbrug. Als na een periode van verlaagde spanning de pekeldruk weer toeneemt, dan stijgt de gesteentespanning niet snel genoeg en kan er een scheur ontstaan. De resultaten van de analyse van de spanningsontwikkeling zijn input om een veilige pekeldruk te kiezen.

SodM ziet het als belangrijk inzicht dat de gesteentespanning in het cavernedak grotendeels onomkeerbaar kan worden verlaagd als de caverne voor een lange periode op lage druk staat. Zeer accuraat simuleren van de exacte spanningen rond de cavernes is uiterst lastig. Door onzekerheid in de zouteigenschappen, spanning in en rond de zoutdome en de cavernegeometrie zal er ook een significante onzekerheid zitten in de resultaten van de simulaties van de gesteentespanningen.

SodM ziet de verkregen inzichten van de ontwikkeling van de gesteentespanning als gevolg van een veranderende pekeldruk als een belangrijk inzicht. De geleerde lessen dienen gebruikt te worden voor het beheersen van de pekeldruk, waarbij goed rekening gehouden moet worden met de grote onzekerheden

¹⁰ WEP (23-11-2018) Managing pressures in Nedmag caverns to prevent brine leakage during the mining and bleed-off phase and an evaluation of post abandonment cavern behaviour.

A.2.2.6 Voldoende veiligheidsmarge in pekeldruk

Aflaten van het cavernecoluster is een belangrijke preventieve maatregel om *na abandonnering* het risico van een lekpad te minimaliseren. Daarnaast moet ook tijdens de operationele periode, vooral tijdens de periode van actieve winning, worden voorkomen dat een lekpad ontstaat. Een belangrijke preventieve maatregel hierbij is het voldoende laag houden van de pekeldruk.

Uit de onderliggende studies¹⁰ bij het winningsplan volgt dat een constant verlagende trend in cavernedruk de beste manier is om scheurvorming te voorkomen. Nedmag beperkt de maximum pekeldruk tot 15 bar boven het laagste jaargemiddelde. Dus als de pekeldruk op zijn laagst een jaar lang gemiddeld 100 bar is geweest, dan mag de pekeldruk niet meer boven de 115 bar uitkomen.

De druk aan de putmond is eenvoudig te monitoren en beïnvloeden. Hierdoor kan ook de pekeldruk in de caveerne worden bepaald en aangepast. Nedmag geeft praktische maatregelen aan die genomen worden om de pekeldruk op een veilig drukniveau te houden. Ten eerste is dit het voorkomen van overmatige injectie, zoals tijdens periodes van heftige regenval. Dit voorkomt overmatige druk. Ten tweede zal ook in periodes van lage vraag pekeldruk geproduceerd worden uit de cavernes. Hiermee kan de pekeldruk op een voldoende laag niveau gehouden worden. De overtollige productie zal worden opgeslagen in bassins nabij de productielocatie en in Foxhol.

SodM ziet het laaghouden van de cavernedruk als een van de meest directe manieren waarmee Nedmag controle kan hebben over het gedrag van de cavernes. Daarmee is het een belangrijk middel om te voorkomen dat een nieuwe scheur ontstaat.

A.2.2.7 Analyse onzekerheid scheur of permeatie

Los van de ontwikkeling van de spanning is er de vraag wat er gebeurt als de pekeldruk de minimale gesteentespanning bereikt. In de internationale gemeenschap van oplosmijnbouw (Solution Mining Research Institute) is er al lange tijd discussie over wat er dan gebeurt met een caveerne. Kan er dan een scheur ontstaan of wordt de pekeldruk dan langzaam en gecontroleerd langs de zoutkorrels geperst?

Als het dominante lekmechanisme permeatie is zijn de gevolgen significant minder doordat de uitstroom langzamer hoogstwaarschijnlijk zeer veel langzamer is en de bodemdaling wegvalt in de ruis van natuurlijke bodemdaling. Als scheurvorming of een ander alternatief mechanisme dominant is kan de pekeldruk veel sneller de cavernes verlaten en zijn de gevolgen groter. SodM heeft via het Kennis Effecten Mijnbouw onderzoeksprogramma een studie uitgezet naar de vraag welke

lekmechanisme onder welke omstandigheden dominant is¹¹. Resultaten hiervan worden eind 2019 verwacht.

Eerdere analyses uitgevoerd voor Nedmag^{12,13} concludeerden dat de pekels via permeatie over zeer lange tijd (tienduizenden jaren) zou weglekken. De lekkage van april 2018 heeft laten zien dat de pekels ook via een scheur in het cavernedak de caverne kan verlaten.

Voor de toekomstige zoutwinning bij Nedmag blijft SodM er vanuit gaan dat scheurvorming het dominante aflekmechanisme is wanneer de pekeldruk de minimale gesteentespanning overschrijdt.

A.2.3 Ongewenste gebeurtenis

A.2.3.1 Scheur in cavernedak en/of bovenliggende lagen

Of het zoutdak van een caverne beschadigd wordt door een scheur of het wegvallen van een deel van het dak, in beide gevallen zal dit in de bovenliggende lagen leiden tot een omhoog-groeiende scheur. Dit is het gevolg van een pekeldruk die hoger is dan de lokale, minimale spanning die het gesteente tegen elkaar drukt.

Scheur tijdens actieve winning

De lekkage van april 2018 vond plaats tijdens een periode van actieve pekewinning in een caverne met een groot volume vrije pekels. Hierdoor ontstond een grote scheur in de bovenliggende lagen, die mogelijk tot enkele honderden meters onder het oppervlak heeft kunnen komen.

Voor de nieuw te vormen cavernes VE-5/6 en VE-7/8 kan ook de grootste scheur ontstaan tijdens de periode van actieve winning, wanneer het vrije pekelvolumen 1,0 tot 1,5 miljoen m³ is.

Wanneer een scheur in het dak van een caverne optreedt, loopt er pekels in de scheur en uit de caverne. Daardoor daalt de vloeistofdruk. Bij voldoende lage druk stopt de scheurvorming, en kan de scheur zich ook weer sluiten. Hoe groter het totaal volume van de vloeistof in de caverne, hoe meer vloeistofverlies er nodig is om de druk te laten zakken.

¹¹ KEM-17, Over-pressured salt solution mining caverns and possible leakage mechanisms. Link: <https://www.kemprogramma.nl/blog/view/57979350/kem-17-over-pressured-salt-solution-mining-caverns-and-possible-leakage-mechanisms>

¹² WEP (31 maart 2015) Abandonment study Nedmag caverns.

¹³ TU Clausthal (oktober 2016) Abandonment study Nedmag caverns – Cavern squeeze modeling and geophysical analysis of brine permeation and containment.

Het is daarom belangrijk dat de cavernes niet te groot worden. Nedmag heeft op verzoek van SodM extra frack-berekeningen uitgevoerd¹⁴, en laat hiermee zien dat ook in de fase waarin de caveerne een maximaal volume heeft (van 1,5 miljoen m³) de verticale afstand die een frack aflegt dusdanig is, dat de uitstroom van pekkel naar ondiepe lagen wordt voorkomen. Ook bij een scheurvorming op het meest ongunstige moment, blijft de verspreiding van pekkel en eventuele hulpstoffen beperkt tot de diepe ondergrond.

Scheur na abandonnering

Nedmag is de eerste operator die de cavernes leeg laat stromen om het achtergebleven caveernevolume zoveel mogelijk te beperken. Het is echter onvermijdelijk bij het huidige cluster en bij de bestaande en nieuwe cavernes dat na het aflaten van zo veel mogelijk pekkel er nog volume vrije pekkel aanwezig is. Nedmag verwacht¹⁵ dat deze volumes ook weer op hoge druk zullen komen en in het beste geval gecontroleerd via permeatie zullen weglekken en in het slechtste geval plotseling via een scheur.

In dezelfde studie¹⁵ staan ook berekende volumes die nog kunnen weglekken via een scheur en hoe groot deze scheur kan worden. De simulaties laten voor het grote cluster een scheur zien die nog kan komen tot de Vlieland-zandsteen. Als een scheur groeit tot deze laag zal een deel van de pekkel en mogelijk ook gebruikte diesel daar naar toe afleken. Voor de bestaande losse cavernes (TR-9, VE-1, VE-2 en VE-3) en de nieuwe cavernes (VE-5/6 en VE-7/8) blijft de scheur binnen de Bond-zandsteen. Dat is de laag net boven het Zechstein-zout waarin Nedmag de cavernes heeft.

A.2.4 Escalatiefactoren

A.2.4.1 Naast lekkage pekkel ook diesel

Dieselgebruik bestaande cavernes

Bij zoutwinning in Nederland wordt door alle operators diesel gebruikt als mijnbouwhulpstof om de logging van zout te sturen. Bij Nedmag is in het verleden circa 45.000 m³ gebruikt. Deze diesel is niet meer terug te winnen door de onregelmatige structuur van de magnesiumzouten en het schuin staan van de lagen langs de flanken van de zoutkoepel. Waarschijnlijk zit de gebruikte diesel verspreid in de hooggelegen delen van het cavernestelsel. Op het moment dat er

¹⁴ Nedmag (29 mei 2019) Evaluatie van de ontwikkeling van een eventuele fracture tijdens actieve winning uit VE-5 en -6.

¹⁵ WEP (23-11-2018) Managing pressures in Nedmag caverns to prevent brine leakage during the mining and bleed-off phase and an evaluation of post abandonment cavern behaviour.

een lekpad is ontstaan naar bovenliggende lagen kan een deel van deze diesel met de pekkel weglekken. Diesel heeft een relatief lage dichtheid (0,84 kg per liter) ten opzichte van formatiewater waardoor het verder opwaarts kan migreren. De pekkel zelf zal door de relatief hoge dichtheid (1,3 kg per liter) niet verder omhoog bewegen.

Dieselgebruik nieuwe cavernes

Nedmag geeft in het winningsplan aan dat ze voor de ontwikkeling van cavernes VE-5 tot en met VE-8 ongeveer 2500 m³ diesel willen gebruiken. Door de lage dichtheid zal ook deze diesel in de hoogste delen van de cavernestructuur terecht komen. Dit maakt het praktisch onmogelijk de diesel nog uit deze plekken terug te winnen.

Veiligheid en afweging van alternatieven voor dakbescherming

Uit het rapport 'Gebruik van diesel in zoutwinning in Nederland in relatie tot REACH' van het RIVM¹⁶ blijkt dat het gebruik ervan niet volgens de regels gebeurt. De zoutbedrijven hebben de veiligheid voor het milieu onvoldoende in kaart gebracht. Dit moet gebeuren volgens de regels van de Europese verordening voor het gebruik van chemische stoffen.

Nedmag moet voor 1 september 2019 een veiligheidsrapport hebben opgesteld¹⁷. Voor nieuwe activiteiten die opgestart worden of gepland zijn om te starten na 1 februari, mag geen diesel meer in de grond gebracht worden. Voor Nedmag betekent dit dat als ze diesel wil blijven gebruiken voor de ontwikkeling van de nieuwe cavernes ze tijdig een risico-analyse moet hebben ingediend. Uit deze analyse moet blijken dat het gebruik van diesel bij zoutwinning veilig is.

Hoewel gebruik van diesel gebruikelijk is bij de ontwikkeling van zoutcavernes vindt SodM het gebruik van de grote hoeveelheden onwenselijk. Er moet goed in kaart worden gebracht wat de risico's zijn, hoeveel er echt nodig is en vooral ook wat de alternatieven voor dakbescherming zijn.

A.2.4.2 Lekkage langs een put

Een put kan dienen als een lekpad waarlangs de pekkel of diesel versneld opwaarts migreert, bijvoorbeeld langs een cementatie die niet voldoet aan de norm.

¹⁶ RIVM 2018-0177, Gebruik van diesel in zoutwinning in Nederland in relatie tot REACH. Link: <https://www.rivm.nl/publicaties/gebruik-van-diesel-in-zoutwinning-in-nederland-in-relatie-tot-reach>

¹⁷ SodM (15-4-2019) SodM legt last onder dwangsom op aan Akzo, Nedmag en Frisia. Link: <https://www.sodm.nl/documenten/brieven/2019/04/15/sodm-legt-last-onder-dwangsom-op-aan-akzo-nedmag-en-frisia>

SodM houdt hier toezicht op tijdens de ontwerpfase, periode van pekelwinning en voor afsluiting van de put. In §A.4 zijn details opgenomen over het behoud van putintegriteit bij Nedmag.

A.2.4.3 Geologische barrières of lekpaden

Boven de zoutkoepel in Veendam zitten meerdere breuken die zijn ontstaan met het omhoog komen van het zout. Deze breuken kunnen dienen als barrière of als lekpad, afhankelijk van de lagen die ze doorkruisen. Nedmag heeft studies laten uitvoeren naar de mogelijke migratie van diesel in de formaties boven de zoutkoepel^{18,19,20}. De studies geven aan dat de breuken mogelijk als barrière kunnen dienen als gesteente uit de kleilagen (o.a. Solling-kleisteel en Vlieland-kleisteel) zijn uitgesmeerd langs het breukvlak.

Vlieland-zandsteen

Uit de simulaties van scheurvorming blijkt dat een scheur vanuit het afgelaten cluster of een scheur van uit VE-5/6 of VE-7/8 op moment van maximale cavernevolumen nog tot in de Vlieland-zandsteen kan komen. De daarboven gelegen Vlieland-kleisteel wordt daarmee gezien als uiterste barrière voor de migratie diesel. Deze laag bevat ook een verplaatsing langs een breuk. De verschuiving is op deze plek echter minder dan de dikte van de ondoorlatende lagen. Nedmag geeft aan dat op deze manier er geen directe verbinding tussen de Vlieland-zandsteen en hogergelegen permeabele lagen zijn.

Bond-zandsteen

Op het moment dat VE-5/6, VE-7/8 en TR-9 zover mogelijk zijn afgelaten kan een scheur vanuit deze cavernes veel minder hoog komen. Simulaties laten een scheur tot in de Bond-zandsteen zien. Diesel dat in deze laag is gestroomd heeft nog de Solling-kleisteel als extra barrière naar de hogergelegen Vlieland-zandsteen. De studies geven verder aan dat ook capillaire weerstand in de Bond-zandsteen een extra weerstand kan zijn voor de verticale migratie van diesel. Daarnaast wordt door Nedmag verwacht dat bij stroming van diesel door water-gevulde poriën een deel van de diesel achterblijft.

Conclusie

De overkoepelend conclusie van Nedmag is dat het moeilijk is om de exacte, toekomstige ontwikkeling van de verdeling van diesel te voorspellen. Echter gegeven dat de diesel een grote reeks barrières moet doorkruisen, acht Nedmag het uiterst onwaarschijnlijk dat diesel in de biosfeer terecht kan komen.

¹⁸ WEP (18-10-2017) Evaluation of blanket diesel dynamics for new caverns VE-5 and VE-6.

¹⁹ WEP (18-5-2018) Blanket diesel dynamics after abandonment of cavern field TR, including the caverns VE-1 to 4 - Scenario 1: Diffusive migration.

²⁰ WEP (16-11-2018) Blanket diesel dynamics for new caverns VE-7&8.

SodM begrijpt de conclusie die Nedmag trekt. Er moet een zeer groot aantal barrières doorkruist worden wil de diesel in ondiepe lagen terecht kunnen komen. Er is echter zeer weinig harde data over de exacte doorlaatbaarheid van de lagen en breuken. Dit is uiteraard typerend voor activiteiten in de diepe ondergrond.

SodM is terughoudend in het vertrouwen in de geologie als een ultieme barrière te zien. Er moeten meer beheersmaatregelen zijn dan alleen deze.

A.2.5 Mitigerende maatregelen

A.2.5.1 Minimaal gebruik diesel

Gepland volume diesel

Uit de risicoanalyse voor de REACH-regelgeving kan komen dat het gebruik van diesel de beste mijnbouwhulpstof is om logging te sturen. Het is dan nog steeds wenselijk het gebruik zover mogelijk te beperken. Met het ontstaan van een lekpad kan er dan ook minder diesel weglekken. Nedmag geeft aan per nieuwe caveerne ongeveer 2700 m³ diesel nodig te hebben voor de ontwikkeling (200 m³ wordt naar verwachting teruggewonnen). Hiervan wordt 400 m³ per caveerne gebruikt voor de ontwikkeling van de initiële caveerne tot 100.000 m³. De rest wordt ingezet tijdens laterale groei van de caveerne via het magnesiumzout. Nedmag geeft aan deze diesel nodig te hebben tot de pekkel voldoende verzadigd is met bischofiet en het geen haliet (keukenzout) meer oplost.

SodM ziet ook de noodzaak om voor de ontwikkeling van de initiële caveerne een mijnbouwhulpstof te gebruiken. Hiermee kan gecontroleerd een caveernevolume van een bepaalde vorm ontwikkeld worden. Nedmag geeft aan hier 400 m³ diesel per caveerne voor nodig te hebben.

SodM is niet overtuigd dat de overige 2300 m³ diesel noodzakelijk is of zelfs wenselijk is. Op het moment dat de caveerne de schuine orientatie van de bischoffietlaag gaat volgen (~16° bij VE-5 en VE-6) zal de diesel in het bovenste puntje van de caveerne gaan zitten en überhaupt niet meer het volledige cavernedak bedekken en beschermen.

Omgevingsvergunning aanpassen WHC-1

Op 2 juni 2017 heeft SodM een adviesverzoek ontvangen over een aanvraag omgevingsvergunning van Nedmag. In de omgevingsvergunning staan op te nemen voorschriften en mededelingen voor het uitbreiden en wijzigen van de locatie WHC-1 voor de aanleg van putten VE-5 en VE-6 (OLO nr. 3000245). SodM heeft op 10 november 2017 advies uitgebracht onder andere over het gebruik van diesel. Dit advies is opgenomen in het ontwerpbesluit van het ministerie van

Economische Zaken en Klimaat van 1 december 2017²¹. Samengevat komt het advies er op neer dat Nedmag vooraf aan de zoutwinning de hoeveelheid te gebruiken mijnbouwhulpstof dient te verantwoorden. Daarna moet Nedmag dit elk kwartaal doen, inclusief een evaluatie van het gebruik in het voorgaande kwartaal. SodM adviseert de voorwaarden uit de omgevingsvergunning over te nemen wanneer diesel of een andere mijnbouwhulpstof zal worden gebruikt bij de zoutwinning.

Na het advies op de omgevingsvergunning heeft de lekkage bij het cavernecluster zich voor gedaan. Sindsdien is SodM nog meer terughoudend met het gebruik van diesel. Tot er een adequate risicoanalyse ligt die voldoet aan de REACH-richtlijnen mag er geen diesel voor de nieuwe cavernes gebruikt worden. Uit de risicoanalyse voor de REACH-regelgeving kan komen dat diesel de beste mijnbouwhulpstof is om logging te sturen. In dat geval dient Nedmag aan te tonen dat na de ontwikkeling van een cavernevolumen van 100.000 m³ er nog diesel nodig is. Mogelijk kan dit gedaan worden met het monitoren van de caverneontwikkeling met reguliere sonarmetingen.

SodM ziet het belang om een mijnbouwhulpstof te gebruiken tijdens de ontwikkeling van de initiële caverne (tot 100.000 m³). SodM is niet overtuigd dat het gebruik van diesel na ontwikkeling van de initiële caverne nuttig of wenselijk is. Mocht uit de REACH-risicoanalyse komen dat het risico van het gebruik van diesel beperkt is, dan dient Nedmag alsnog aan te tonen dat het gebruik van diesel na de vorming van de initiële caverne ook nut heeft.

A.2.5.2 Alternatief voor diesel

Het gebruik van een alternatieve mijnbouwhulpstof kan mogelijk negatieve gevolgen voor mens en milieu verminderen of wegnemen. Het is daarbij van belang dat het geen nieuwe, grotere risico's introduceert.

Nedmag heeft in 2017 kwalitatieve vergelijking gemaakt²² voor de alternatieven van diesel als mijnbouwhulpstof. Hierbij zijn onder andere stoffen als biodiesels, stikstof, esters en andere petroleum producten vergeleken. De stoffen zijn op hoofdlijnen vergeleken op factoren als dichtheid, giftigheid, stabiliteit in de ondergrond en prijs. Uit deze studie heeft Nedmag niet een duidelijk alternatief voor diesel gevonden.

²¹ Kenmerk: DGETM-EO / 17191131, Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (1 december 2017) Ontwerpbesluit omgevingsvergunning voor de inrichting WHC-1/2.

²² Nedmag (16 oktober 2017) Diesel blanket alternatives.

In januari 2019 is er een bijeenkomst geweest van de drie zoutoperators bij SodM. Daarbij is door SodM aan alle drie bedrijven gevraagd om verder, grondiger onderzoek te doen naar een breed scala aan alternatieven voor het gebruik van diesel of dieselmengsels als mijnbouwhulpstof bij zoutwinning. SodM heeft aangegeven de resultaten voor 1 september 2019 te verwachten. Alle drie bedrijven zijn om een plan van aanpak gevraagd om voortgang van het onderzoek te kunnen monitoren. Nedmag heeft op 11 maart 2019 een plan van aanpak gestuurd en bevestigd dat het onderzoek onderzoek voor 1 september 2019 afgerond zal zijn.

SodM vindt het belangrijk dat de zoutsector serieus op zoek gaat naar een alternatief voor diesel. Het alternatief moet geen nieuwe, grote risico's met zich meebrengen. SodM wacht de resultaten van de onderzoeken af.

A.2.5.3 Bewaking putintegriteit

Waarborging van de putintegriteit is belangrijk tijdens de operationele periode, maar ook na abandonment van de cavernes. Dit is van belang om te voorkomen dat een put gaat lekken of als versneld lekpad fungeert. Zie §A.4 voor meer details over het behoud van putintegriteit bij Nedmag en toezicht vanuit SodM daarop.

A.2.5.4 Monitoring grond- en oppervlaktewater

Na de lekkage van april 2018 is Nedmag via peilbuizen op en rondom WHC-2 gaan monitoren op diesel. Recentelijk zijn er op strategische plekken rond WHC-2 extra peilbuizen geplaatst. Deze peilbuizen gaan naar de eerste en tweede watervoerende lagen. Mochten er afwijkingen worden aangetroffen dan informeert Nedmag de betrokken instanties en SodM.

SodM ziet de plaatsing en monitoring via peilbuizen als een goede mitigerende maatregel dat een vroegtijdige waarschuwing kan opleveren. Mocht er toch iets afwijkends worden gevonden kan het gebruik van een bron tijdig gestopt worden.

A.2.6 Gevolgen

De mogelijke gevolgen zijn vervuiling van de bodem en grond- en oppervlaktewater. Het doel van de bovenstaande maatregelen is te voorkomen dat een lekpad vanuit de caveerne kan optreden (preventie) en dat als het gebeurt de gevolgen beperkt kunnen blijven (mitigatie).

Naast vervuiling kan er door het ontstaan van een lekpad versnelde bodemdaling optreden. Deze gevolgen van bodemdaling worden apart behandeld in §A.4.

A.3 Risico van bodemtrilling

In het verleden is vaak aangenomen dat bij zoutwinning geen aardbevingen voorkomen. De redenatie hierbij is dat er weinig breuken in het relatief ductiele (stroperige) zout zitten. Verder is in het zout het verschil tussen de hoofdspansingen klein waardoor een breuk niet gemakkelijk geactiveerd kan worden.

Momenteel wordt er in Nederland op twee andere zoutwinningslocaties nauwkeurig (micro-)seismiciteit gemonitord en worden er lichte aardbevingen waargenomen ($M < 1,3$). Deze zijn mogelijk te verklaren door vereffening van spanningsverschillen in de ondergrond of het vallen van een brokstuk zout binnen de caverne.

A.3.1 Oorzaken

Mogelijke reactivatie van de grotere breuken boven de cavernes en zoutkoepel zou tot voelbare aardbevingen kunnen leiden. In het winningsplan en de achterliggende referenties worden twee oorzaken voor breukreactivatie behandeld.

A.3.1.1 Spanningsverandering

De eerste oorzaak is spanningsveranderingen door zoutwinning in de bovenliggende lagen. Nedmag heeft in 2017²³ en 2018²⁴ een studie hiernaar laten uitvoeren om te bepalen wat het effect van de zoutwinning op de bovenliggende breuken is. De resultaten laten zien dat de spanningsverandering juist eerder een stabiliserend effect heeft op de breuken. Daarmee is het onwaarschijnlijk dat de bovenliggende breuken zullen reactiveren als gevolg van de zoutwinning.

A.3.1.2 Drukopbouw in breuk

Het verhogen van de vloeistofdruk in de breukzone is een tweede mogelijke oorzaak voor breukreactivatie die door Nedmag is beschreven. Een toekomstige lekkage van de pekkel zou een mogelijke bron van hoge vloeistofdruk kunnen zijn. Nedmag schrijft dat de kans op het indringen van de pekkel in de breukzone zeer moeilijk is door de verlaagde permeabiliteit. Het optreden van slechts enkele zeer lichte bevingen rond de lekkage van april 2018 wordt aangegrepen als indicatie dat grotere aardbevingen zeer onwaarschijnlijk zijn.

²³ Raith, A.F. en Urai, J.L., University of Aachen (25-05-2017). Squeeze mining induced stress changes in faulted overburden of the Veendam salt pillow.

²⁴ Raith, A.F. en Urai, J.L., University of Aachen (10-11-2018). Squeeze mining induced stress changes in faulted overburden of the Veendam salt pillow.

SodM is minder overtuigd dat een grote pekelmigratie niet kan leiden tot een beving. Door de onzekerheid van de groeirichting van de cavernes is het niet uit te sluiten dat een mogelijke drukopbouw dicht bij een breuk zou kunnen gebeuren.

A.3.2 Voorkomen breukreactivatie

Een scheur bij cavernepaar VE-5/6 of VE-7/8 tijdens de periode van actieve winning zou nog tot de Vlieland-zandsteen omhoog kunnen groeien en mogelijk een breuk kunnen reactiveren. Zoals eerder in dit advies geschreven dient Nedmag er alles aan te doen om te voorkomen dat er weer een grote scheur ontstaat met significante uitstroom naar en drukopbouw in hoger gelegen lagen. Hierdoor wordt de kans van drukopbouw in de bovenliggende breuken een stuk kleiner. Voor meer detail over het voorkomen van een lekpad uit de cavernes zie §A.4.

A.3.3 Monitoring

Naar aanleiding van de lekkage van april 2018 heeft Nedmag in overleg met het KNMI een meetstation geplaatst in de buurt van Wellhead Center 2 (WHC-2). Van een trilling op diepte met magnitude 1,0 ligt de horizontale locatieonzekerheid tussen de 700 en 1500 m. Hiermee is te onderscheiden welke trillingen door gaswinning en welke door zoutwinning worden veroorzaakt en ook uit welk deel van het caverneveld het komt. Events met een magnitude 0,2 liggen aan de ondergrens van wat nog zowel gedetecteerd kan worden als gelokaliseerd. Lichtere events kunnen enkel gedetecteerd worden.

SodM ziet de plaatsing van het extra station als voldoende monitoring om eventuele ontwikkelingen in seismiciteit waar te nemen en in te grijpen. Mocht er in toekomst seismiciteit worden gemeten waarvan de locatie en oorzaak alsnog niet goed kunnen worden achterhaald, dan dient er een verdere uitbreiding plaats te vinden van het aantal meetstations in het gebied.

SodM verwacht dat lichte trillingen bij Nedmag op kunnen treden. De trillingen zullen door de diepte van de Nedmag cavernes naar verwachting niet voelbaar zijn aan het oppervlakte en ook niet leiden tot schade. Tegelijkertijd is niet uit te sluiten dat lichte aardbevingen kunnen optreden. Nedmag dient te voorkomen dat weer een zeer grote scheur kan ontstaan met als gevolg drukopbouw in ondiepere lagen.

A.4 Risico van verlies putintegriteit

Het winningsplan bevat beperkt specifieke informatie over deze onderwerpen, daarom gaan we wat algemener in op dit onderwerp. Samengevat komt het er op neer dat Nedmag als operator een systeem dient te hebben om de kwaliteit van de putten te borgen. Gedurende de levenscyclus van de putten houdt SodM toezicht op de implementatie van dat systeem en de integriteit van individuele putten.

A.4.1 Risico's tijdens winning

A.4.1.1 Bodemdaling

Nedmag heeft een analyse laten uitvoeren naar de effecten van 95 cm bodemdaling op de integriteit van een put²⁵. De put zal grotendeels met de bodemdaling meebewegen. Echter de bodemdaling aan het maaiveld is vaak minder dan op diepte, waardoor de put nog verticale rek ervaart (circa 0,05%). Uit de analyse volgt dat door deze mate van rek de verbuizingen niet beschadigd zullen raken door verticale belasting.

A.4.1.2 Afschuiving

Als een put een breukvlak doorkruist waar een grote beweging op plaatsvindt, is er een kans op schade aan de put. Nedmag vermeldt in het winningsplan dat het onwaarschijnlijk is dat bestaande breukvlakken boven de zoutlagen gereactiveerd worden. Dit is in meer detail besproken in hoofdstuk A.3. Tot nu toe zijn er nog geen aardbevingen gemeten die duidelijk aan de zoutwinning door Nedmag zijn toe te kennen. De zoutwinning lijkt de breuken boven de zoutdome juist wat te stabiliseren. Met de plaatsing van het extra seismische meetstation zal seismiciteit in de toekomst beter te monitoren zijn. Daarmee is ook beter in schatten hoe groot het risico is dat een breuk reactiveert en daarmee een put beschadigd.

A.4.2 Risico's na abandonnering

Als na abandonnering de vloeistofdruk in de caverne op zou lopen tot boven de druksterkte van de schoen, kan er een lekpad ontstaan langs de buitenkant van de verbuizing. Daarnaast zou het eind van de verbuizing (de casingschoen) ook beschadigd kunnen raken door het afbreken van het zoutdak rond de casingschoen. Dit is vooral voor bestaande putten met een bovencaverne een mogelijkheid, doordat het zoutdak veel dunner is. Nieuwe cavernes hebben enkel een ondercaverne waardoor het zoutdak dikker en sterker is.

²⁵ WEP (1 oktober 2018) Analyse invloed bodemdaling op de integriteit van de productie verbuizing.

Bij put TR-9 is er sprake van slechts ca 100 m hoge cement kolom buiten de laatst gecementeerde casing (LCC), wegens vloeistof verliezen tijdens de cementatie. In TR-9 is de LCC schoen op druk getest tot 2.1 bar/10 m. Het winningsplan neemt aan dat de lekkage dan naar de Bunterzandsteen plaatsvindt, maar in dit geval zou dat evengoed de niet gecementeerde buitenkant van de LCC kunnen zijn tot de 13 3/8" schoen op ca 800 m. Dit soort put-specifieke problemen dienen in het sluitingsplan te worden geadresseerd binnen een jaar na het staken van het winnen²⁶.

Als de put goed geabandonneerd is zal er geen verhoogd risico zijn bij enige beweging, maar als de put nog in de aflat-fase is, en de caverne nog in verbinding staat met de put, zou er mogelijk een lekpad kunnen ontstaan of toegang tot de put voor abandonnering afsluiten.

Het volume dat via een put uit de caverne kan stromen wordt bepaald door het achterliggende volume van de caverne. Het zover mogelijk aflaten van de cavernes verkleint de gevolgen van een eventuele lekkage.

A.4.3 Toezicht op putintegriteit

Gedurende de volledige levenscyclus van de put ziet SodM erop toe dat de integriteit van de put gewaarborgd wordt. SodM controleert de toepassing van de juiste materialen, en ziet toe op de grondige afdichtingen tussen de verbuizingen en de gesteentelagen.

A.4.3.1 Well integrity management system

De integriteit van de putten wordt bewaakt door Nedmag en valt onder het regulier toezicht door SodM. De mijnbouwmaatschappij heeft een 'well integrity management system' (WIMS). Dit WIMS geeft aan hoe de integriteit bewaakt wordt en geeft een plan van aanpak mocht een faalmechanisme optreden. Op deze manier kan worden voorkomen er een lekkage naar de omgeving plaats kan vinden. Gebreken aan de putintegriteit worden gemeld aan SodM. Daarnaast wordt een jaarlijks overzicht van alle gebreken gemaakt. SodM ziet toe op het gebruik van het WIMS en controleert steekproefsgewijs op de integriteit van de putten van Nedmag.

A.4.3.2 Boorgatactiviteiten

Wanneer een mijnbouwonderneming werkzaamheden aan een put wil verrichten, dient ze zes weken voor aanvang een kennisgeving in bij SodM. De kennisgeving bevat onder andere het werkprogramma en veiligheidsdocumenten. De programma's en veiligheidsdocumenten worden door SodM getoetst aan de

²⁶ Mijnbouwbesluit, artikel 39.

geldende wet- en regelgeving. Dit betreft zowel het putontwerp en uitvoering van de werkzaamheden.

A.4.3.3 **Barmm**

Volgens het Besluit algemene regels mijnbouwmilieu (Barmm), maakt de mijnbouwonderneming tenminste 4 weken voor aanvang melding van de activiteiten aan het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. De melding dient aan te tonen dat aan de eisen van geluid, bodem, en verkeersoverlast wordt voldaan, en wordt door het ministerie toegezonden aan burgemeester en wethouders van de gemeente waar de boorinstallatie geplaatst is of wordt.

A.4.3.4 **VG document**

Het VG document voor een boorinstallatie of hydraulische workover unit (HWU) betreft een Rapport in zake Grote Gevaren (RiGG). Dit document wordt eveneens door SodM getoetst aan de geldende wet- en regelgeving.

Bijlage B. Advies van TNO-AGE