

MEMO



Aan: Staatstoezicht op de Mijnen

Datum: 12 december 2018

Onderwerp: Plotselinge drukkaling Nedmag TR-cluster op 20-4-2018

Samenvatting

Op 20 april 2018 heeft zich in Nedmag's zogenoemde TR-cluster (een cluster van met elkaar verbonden cavernes en winningsputten) een plotselinge en sterke drukkaling voorgedaan.

De oorzaak van de drukkaling is gelegen in het ontstaan van een opening (scheur) in het zoutdak van de Zechstein III 3b bovencaverne van winningsput TR-2. De scheur kon ontstaan doordat ten gevolge van de zoutwinning de spanningen in het zoutdak verlaagd waren en het zout de druk van de pekel in de caverne dientengevolge niet meer kon weerstaan.

Door de scheur is een grote hoeveelheid pekel uit het cavernecluster gestroomd. Deze bevatte mogelijk een zekere hoeveelheid diesel, die in de jaren 80 gebruikt is als dakolie. De kans dat de pekel en mogelijk diesel een gevaar opleveren voor mens en milieu, is zeer gering. Dit is op basis van gedegen onderzoek geconcludeerd. De resultaten van de monitoring van de omgeving van Nedmag's pekelwinning zijn hiermee in overeenstemming.

Het voorval heeft belangrijke nieuwe inzichten opgeleverd, die gebruikt zijn om vast te stellen hoe herhaling van deze gebeurtenis kan worden voorkomen. Deze nieuwe inzichten liggen dan ook ten grondslag aan het nieuwe Winningsplan 2018, dat op 28 november 2018 bij het ministerie van Economische Zaken en Klimaat is ingediend.

Inhoudsopgave

Samenvatting

Inhoudsopgave

1. Inleiding
2. Beschrijving pekelwinning Nedmag
3. Beschrijving van het voorval op 20-4-2018
4. Oorzaak
5. Na 20-4-2018 ondernomen acties
6. Gevolgen van het incident
7. Monitoring omgeving n.a.v. de gebeurtenis op 20-4-2018
8. Voorkomen van herhaling
9. Referenties

1. Inleiding

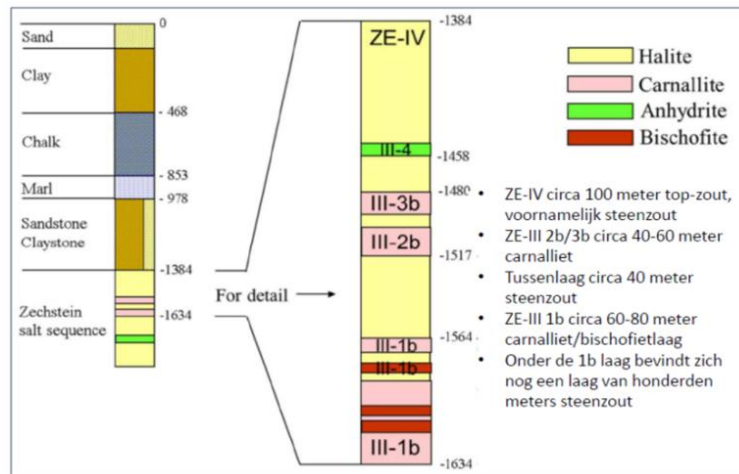
Op 20 april 2018 heeft zich in Nedmag's zogenaamde TR-cluster een snelle en grote drukdaling voorgedaan. Hierop zijn diverse acties ondernomen om risico's voor mens en milieu te minimaliseren. Tevens is onderzocht wat de oorzaak was en wat de mogelijke gevolgen van de drukdaling zijn. De conclusie is dat de gebeurtenis van 20-4 geen risico voor mens of milieu heeft opgeleverd. De resultaten van de monitoring van de omgeving van Nedmag's Well Head Centre 2 zijn hiermee in overeenstemming. Tot slot is onderzocht hoe herhaling kan worden voorkomen.

Gedurende het hele proces is Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) frequent op de hoogte gehouden van de voortgang en de resultaten van alle door Nedmag ondernomen acties. Deze memo bevat hiervan een overzicht, waar van toepassing aangevuld met de meest actuele inzichten. Voor gedetailleerde informatie wordt verwezen naar onderliggende rapportages.

Om de omvang van de memo zoveel mogelijk te beperken, is hij slechts zeer beperkt voorzien van figuren. Alle referenties zijn rijkelijk voorzien van afbeeldingen.

2. Beschrijving pekelwinning Nedmag

Nedmag wint via solution mining magnesiumchloride uit een zoutvoorkomen aan de westzijde van Veendam in de provincie Groningen. De structuur van het zoutvoorkomen en de bovenliggende formaties is schematisch weergegeven in figuur 1.



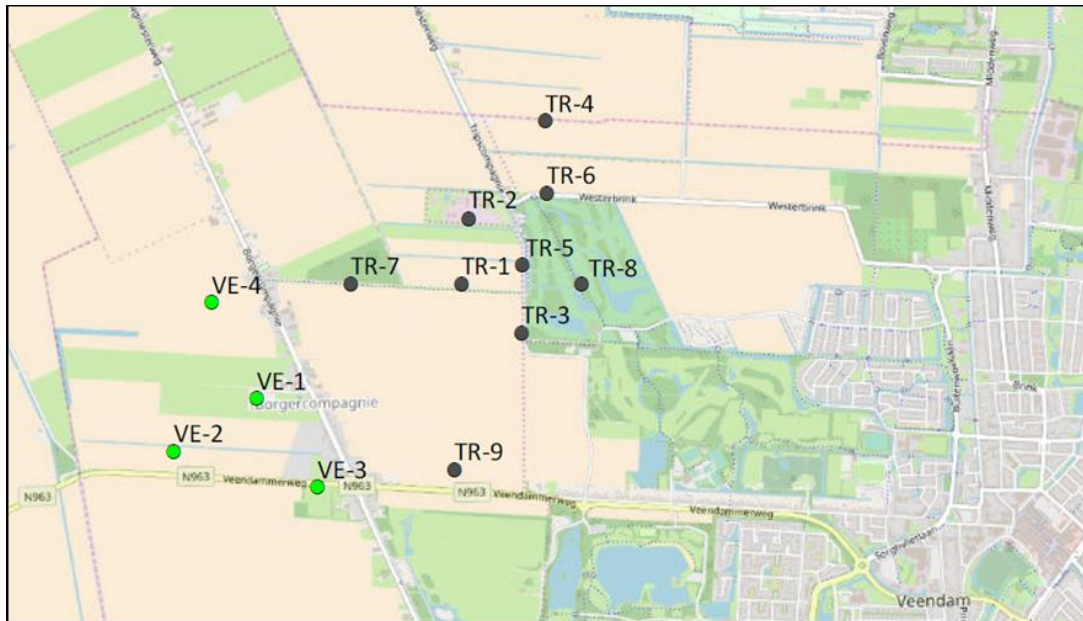
Figuur 1. Schematische weergave zoutvoorkomen en bovenliggende formaties

De winning is tegenwoordig alleen uit de Zechstein III 1b laag, die Bischofiet (zuivere magnesiumchloride) bevat. Tot in de jaren 1990 werd ook uit de hoger gelegen Zechstein III 2b en 3b lagen gewonnen, waar magnesiumchloride aanwezig is in de vorm van Carnalliet (het dubbelzout van kalium- en magnesiumchloride). Tussen de 1b, 2b en 3b laag bevinden zich relatief dunne lagen haliet (natriumchloride oftewel keuzenzout). Boven de 3b laag bevinden zich nog de Zechstein III 4 en de Zechstein IV lagen. Deze bestaan eveneens uit haliet en vormen het zoutdak boven Nedmag's cavernes. Daar weer boven bevindt zich geen zout meer maar liggen andere formaties, waarvan de onderste de enkele honderden meters dikke Lower Buntsandstein is.

Tot medio jaren 1990 werden de cavernes op een druk bedreven die maar iets lager was dan de druk in het omliggende gesteente. Hierdoor was er slechts in zeer beperkte mate sprake van het convergeren van cavernes, en daarmee ook van bodemdaling aan het aardoppervlak. Vanaf ca. 1995 worden de cavernes op een duidelijk lagere druk bedreven. Dit zorgt er voor dat cavernes kleiner blijven en er dus minder pekels in achterblijft. Tegelijkertijd neemt echter ook de bodemdaling toe.

Verder werd tot medio jaren 1990 ongewenste verticaal opwaartse ontwikkeling van cavernes voorkomen door gebruik van blanket diesel. Dat is een dun laagje dieselolie dat op de vloeistof in de cavernes drijft en het bovenliggende zout beschermt tegen oplossen. Sinds ca. 1995 is dit concept verlaten, en wordt gebruik gemaakt van de verschillen in oplosbaarheid van de diverse zouten in de 1b laag. Magnesiumchloride is van alle aanwezige zouten het zout dat verreweg het beste oplost. Als pekels met minstens 28% $MgCl_2$ in contact komt met de verzameling zouten in de 1b laag, kan alleen de Bischofiet (zuivere magnesiumchloride) nog oplossen. Dit proces heet selectieve loging. Water dat in de caverne in de 1b laag geïnjecteerd wordt mengt op met de pekels in de caverne, die een magnesiumchloride-gehalte heeft van ca. 35%. Alleen in de directe omgeving van de plek waar het water geïnjecteerd wordt, kan daarom nog ander zout oplossen dan Bischofiet. Dit andere zout kristalliseert weer uit, op het moment dat de pekels waarin het zich bevindt in contact komt met Bischofiet. Alleen bij de ontwikkeling van een nieuwe caverne, direct na het boren van een nieuwe winningsput, wordt nog diesel gebruikt als dakolie. Dit omdat het opmengen van water met cavernepekels op dat moment nog niet voldoende gegarandeerd is en aanvullende bescherming van bovenliggende zoutlagen noodzakelijk is.

Nedmag beschikt over in totaal 13 winningsputten. De wellheads van de winningsputten VE-1 t/m -4 bevinden zich op Well Head Centre 1 (WHC-1), in Borgercompagnie, die van TR-1 t/m -9 bevinden zich op WHC-2, in Tripscompagnie. Oorspronkelijk waren de bijbehorende cavernes niet met elkaar verbonden. In de periode 1989 tot 2009 zijn de cavernes van de winningsputten TR-1 t/m -8 en VE-4 echter stap voor stap met elkaar verbonden geraakt [1]. Aan het zodoende ontstane cluster van onderling verbonden cavernes en winningsputten wordt in deze memo verder gerefereerd als TR-cluster. Zie figuur 2 voor de ondergrondse posities van de winningsputten.



Figuur 2. Ondergrondse posities winningsputten

De VE-winningsputten dateren uit de jaren 70 van de 20^e eeuw. Acht van de TR-winningsputten uit de jaren 80 en 90 en één uit 2011. De winning in de jaren 70 was relatief kleinschalig. Winning op industriële schaal is begonnen in het begin van de jaren 80.

Zie voor meer info over Nedmag's pekewinning bijv. [2], [12] of [13].

3. Beschrijving van het voorval van 20-4 2018

Op deze datum deed zich om 3.15 uur in de nacht een plotselinge en grote drukdaling in het TR-cluster voor. De druk in het cluster zakte binnen 2 dagen met ca. 30 bar en ging daarbij van ca. 85% naar ca. 75% van de lithostatische druk. Dit fenomeen deed zich voor op een moment dat de druk in het TR-cluster over een periode van ca. 10 jaar ca. 20 bar opgelopen was, en na een periode van ca. 2 weken waarin de druk ongeveer 1 bar opgelopen was. Dit laatste door een relatief lage pekelpductie uit het cluster t.g.v. een lage vraag naar pekewinning.

4. Oorzaak

Naar de oorzaak van de drukval is onderzoek gedaan. De resultaten zijn vastgelegd in [2]. Dit hoofdstuk is mede op dat rapport gebaseerd.

Een plotselinge sterke drukdaling kan alleen verklaard worden door een lek in de barrier van het TR-cluster. Deze barrier bestaat uit

- Het zout waarin de pekkel zich bevindt, en dan met name het zoutdak boven de cavernes
- de last cemented casings van de winningsputten van het cluster
- de wellheads van het cavernecollecium.

Een defecte wellhead zou direct visueel waargenomen zijn, en bleek niet de oorzaak. Als mogelijke oorzaken voor de drukval blijven over:

- een lek in het dak van een caverne van het TR-cluster, in 2 denkbare varianten:
 - een deel van het dak is in de caverne gevallen (roof fall)
 - er is een scheur in het dak ontstaan
- een lekke last cemented casing van 1 of meer van de winningsputten van het TR-cluster.

De drukdaling was het eerst waarneembaar in winningsput TR-2 en zeer kort daarna in de winningsputten TR-1 en TR-5. Deze 3 putten zijn kort na 20-4 onderzocht met behulp van wirelinemetingen [3]. Daarbij zijn geen aanwijzingen gevonden dat de casing van 1 van deze 3 winningsputten het begeven zou hebben. Tevens tonen berekeningen aan dat het onmogelijk is dat de voor de drukval benodigde uitstroming van pekkel door de casings van deze 3 winningsputten kan hebben plaatsgevonden, laat staan door de casing van 1 van de 3 [2]. Een defecte casing is derhalve geen waarschijnlijke oorzaak.

Blijft over een lek in het dak van een caverne van het TR-cluster.

Een roof fall is niet volledig uit te sluiten maar niet waarschijnlijk:

- bij een roof fall in de directe nabijheid van TR-1, -2 of -5, zouden waarschijnlijk ook de casing of casings van TR-1, -2 en/of TR-5 zwaar beschadigd zijn geraakt [2]. Zoals gezegd zijn hiervoor bij de uitvoering van wirelinemetingen geen aanwijzingen gevonden [3]
- de cementatie van de casing van TR-2 in het zoutdak bleek na de drukval onveranderd t.o.v. eerdere metingen die begin 2018 zijn uitgevoerd [2]
- een roof fall is logischer na een periode van afnemende druk en/of een periode waarin water geïnjecteerd wordt in de onderliggende caverne. Van beide was geen sprake [2]
- het verloop van de annulusdruk van TR-2 lijkt erg op het gedrag dat hoort bij het ontstaan en vervolgens weer sluiten van een scheur. Hoewel bij een roof fall een snelle afname van de outflow van pekkel een vergelijkbaar beeld zou kunnen veroorzaken.

Aangezien een roof fall niet waarschijnlijk is, blijft het ontstaan van een scheur over als meest waarschijnlijke oorzaak voor de drukval in het TR-cluster.

Om het ontstaan van een scheur te voorkomen, hanteerde Nedmag als norm dat de druk in het TR-cluster ter plaatse van het minst diepe cavernedak niet hoger mocht worden dan 90% van de

lithostatische druk. VE-4 is de minst diepe caverne van het cluster. De druk ter plaatse van het cavernedak bedroeg op het moment van het voorval 84% van lithostatisch.

Het ontstaan van dit soort schade aan het dak van een zoutcaverne waarin de druk ca. 85% van lithostatisch is, kent volgens een autoriteit op het gebied van cavernes en oplosmijnbouw geen precedent. Gesteentemechanische berekeningen hebben echter aangetoond dat (anders dan eerder gedacht) bij Nedmag de drukspanning in het zoutdak a.g.v. de zoutwinning dusdanig verlaagd kan zijn, dat er ook bij deze relatief lage cavernedruk al een scheur kan ontstaan [2]. Derhalve is met zeer grote waarschijnlijkheid een scheur in het zoutdak de oorzaak van de drukval die op 20-4-2018 in Nedmag's TR-cluster opgetreden is.

De exacte positie van de in het zoutdak ontstane opening is niet bekend. Tijdens de wireline-metingen die na het voorval zijn gedaan, zijn geen waarnemingen gedaan waaruit deze positie gebleken is. De drukval werd echter het eerst geconstateerd in winningsput TR-2, dat is de verticale winningsput op WHC-2, en zeer kort daarna in de winningsputten TR-5 en -1. De drukval in de andere winningsputten volgde met enige vertraging. Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat de scheur in de buurt van TR-2 is ontstaan. Ook de op 20-4 om 3.15 uur door de geofoons van het KNMI waargenomen seismiciteit (die overigens te gering was om een magnitude aan toe te kennen en dus veel kleiner was dan 0,5 op de schaal van Richter) was in de directe nabijheid van TR-2 [5].

Al met al is de conclusie gerechtvaardigd dat op 20-4-2018 om 3.15 een scheur ontstaan is in het zoutdak van de Zechstein III 3b bovencaverne van TR-2.

5. Na 20-4-2018 ondernomen acties

In geval van een scheur (fracture) in het zoutdak van het TR-cluster, kan het uitstromen van vloeistof gestopt worden door de druk in het cluster te verlagen tot onder de fracture closure pressure (fcp). Dit is de druk waarbij de scheur vrijwel volledig sluit en haar effectieve doorlatendheid dientengevolge zeer klein wordt, waarna hij mogelijk geheel dichtslibt. De fcp is bepaald op ca. 98 bar well head pressure van de met water gevulde annulus van winningsput TR-7 [7]. Deze druk is ca. 2 weken na het voorval bereikt, door na de initiële snelle drukdaling de pekelpductie uit het cluster te maximaliseren. Vervolgens is tot en met begin juli doorgegaan met het reduceren van de druk in het TR-cluster, om ver genoeg onder de fcp te komen. Dit is gedaan door veel pekels aan het cluster te onttrekken en zodra het kon (medio mei) ook de waterinjectie in het TR-cluster te beëindigen. Op 8 juli 2018 is een laagste druk bereikt van ongeveer 93 bar, bij een geschatte caverne-convergentie van ruim 100 m³/h. Op dat moment is het cluster ingesloten voor een periode van 48 uur. Daarbij liep de druk op, met ca. 2 bar. Dit was in lijn met de verwachtingen, gebaseerd op een compressibiliteit van 2500 m³/bar [2] en een convergentie van ruim 100 m³/h. Na het insluiten is de druk in het TR-cluster weer verlaagd naar 94 bar. Deze druk is tot op heden gehandhaafd. De clusterconvergentie is over de periode medio juli tot medio december langzaam gedaald, van ca. 90 m³/h naar ca. 65 m³/h. Vanaf het moment dat de clusterconvergentie onvoldoende is om aan de gemiddelde vraag naar pekels te voldoen, zal de druk in het cluster geleidelijk verder worden verlaagd.

Bodemdalingskomvolumebepalingen o.b.v. INSAR metingen hebben uitgewezen dat de geproduceerde hoeveelheden pekels in lijn liggen met de clusterconvergentie. Dit bevestigt de

hypothese dat er geen langdurige ondergrondse uitstroom van vloeistof uit het cavernecluster heeft plaatsgevonden.

Het handhaven van de druk in het TR-cluster op een gewenste waarde, vergt een zekere minimum onttrekking van pekel aan het cluster. De vraag naar pekel fluctueert echter. Daarom is een ontkoppeling van de vraag naar pekel en de productie van pekel uit het cluster nodig. Zou deze ontkoppeling er niet zijn, dan zou in periodes met lage pekelvraag de druk in het cluster oplopen. Dit zou op zijn beurt tot ondergrondse uitstroom van pekel uit het cluster kunnen leiden en is derhalve niet acceptabel.

Voor deze ontkoppeling van vraag en productie zijn extra opslagvoorzieningen voor pekel gerealiseerd, in de vorm van 2 bassins (1 in Veendam en 1 in Foxhol) met een inhoud van samen ca. 90.000 m³. Dit als aanvulling op de bestaande tanks in Emden (D) en Veendam, met een totale opslagcapaciteit van ca. 25.000 m³. Met deze totale opslagcapaciteit voor pekel kan nu en in de toekomst het ongewenst oplopen van druk in Nedmag's cavernes worden voorkomen. Mocht de opslagcapaciteit daarvoor toch nog onvoldoende zijn, dan kan er magnesiumchloridepekel naar zee worden afgevoerd. Daarvoor is een vergunning verstrekt door de Provincie Groningen. Van deze optie is gebruik gemaakt in de periode mei t/m september 2018, een periode waarin veel pekel is geproduceerd maar waarin de 2 bassins nog niet beschikbaar waren.

6. Gevolgen van het incident

De gevolgen van het voorval van 20-4-2018 zijn als volgt:

- Door de lagere druk, en dus een hogere caverneconvergentie, neemt de snelheid waarmee de gelijkmatige bodemdaling optreedt toe
- Pekel uit het cavernecluster, met daarin mogelijk een zekere hoeveelheid diesel, heeft boven het zout gelegen bodemlagen bereikt en zou in het slechtste geval een bedreiging voor het milieu kunnen vormen.

Deze 2 gevolgen worden hierna behandeld.

Snellere bodemdaling.

Door de lagere druk in het TR-cluster is de snelheid waarmee het cluster convergeert toegenomen en daarmee ook de snelheid van de gelijkmatige bodemdaling die door Nedmag wordt veroorzaakt. De snelheid van bodemdaling is een maat voor de convergentiesnelheid. Om hier op continue basis inzicht in te krijgen, is zo snel mogelijk (10 dagen) na 20 april op WHC-2 een GPS-meting geplaatst.

Op basis van

- de verwachte convergentiesnelheid bij de nieuwe, lage druk in het cavernecoluster
- de binnen Nedmag gehanteerde rekenregel, die zegt dat de daling op het diepste punt 7,3 cm per miljoen m³ convergentie bedraagt, uitgaande van een gelijkblijvende vorm van de bodemdalingssom

werd voor mei 2018 een daling van ca. 5 mm verwacht. De met de GPS-meting gemeten bodemdaling bedroeg echter 12 mm. Dit betekent hetzij een veel snellere convergentie dan verwacht, hetzij een verandering van de vorm van de bodemdalingssom. Met 1 GPS-meting kan de vorm van de bodemdalingssom niet in kaart worden gebracht. Daarom is deze meting aangevuld met een maandelijkse INSAR-meting van de bodemdaling in het hele gebied van de som. Het voordeel is dat met INSAR teruggegaan kan worden in de tijd en dat de meetresultaten ook in het geval van een veranderende somvorm gebruikt kunnen worden voor het berekenen van de toename van het volume van de bodemdalingssom.

Uit de INSAR-meetresultaten bleek dat er sprake was van een enigszins veranderde vorm van de bodemdalingssom. In de periode na 20 april bleek het zwaartepunt van de daling zich rond WHC-2 te bevinden, terwijl dat normaalgesproken ca. 350 m ten zuiden van WHC-2 ligt. In de maanden na mei is de bodemdaling zich qua ruimtelijke verdeling weer min of meer als vanouds gaan gedragen. Het diepste punt van de som ligt nog steeds een aantal honderden meters ten zuiden van WHC-2 en de bodemdaling bedroeg eind oktober 2018 3 à 4 mm per maand, in lijn met de eerder genoemde rekenregel en de berekende en gemeten caverneconvergentie. Ultimo oktober bedroeg de bodemdaling op het diepste punt ca. 48 cm t.o.v. 1977.

De productie van pekels uit het cluster gaat door tot alle vrije pekels (de pekels die niet opgesloten is in inert materiaal, precipitaat en onopgelost zout) in het cluster zoveel mogelijk naar surface is gehaald. Na het afdalen van alle vrije pekels uit alleen het cluster bedraagt de bodemdaling in het diepste punt naar schatting 76 cm t.o.v. 1977 [8].

Of deze bodemdaling voor schade aan gebouwen en infrastructuur kan zorgen, is op verzoek van Nedmag direct door Deltares onderzocht. De conclusie was dat de bodemdaling zoals geprognoseerd in [8] geen gevaar oplevert voor gebouwen en infrastructuur. Hierbij is ook de grotere snelheid van bodemdaling meegenomen [9].

Verontreiniging van de ondiepe ondergrond met pekels en/of diesels?

Op 20-4-2018 is als gevolg van het ontstaan van de opening in het zoutdak pekels uit het cavernecoluster ontsnapt, richting minder diep gelegen formaties. Daarbij kan ook diesels, die in de jaren 1980 en 1990 als dakolie diende, meegekomen zijn. Zeker is dit echter niet. Uit de registratie van het gebruik van diesels valt af te leiden dat in de Zechstein III 3b bovencaverne van TR-2 ca. 400 m³ diesels is achtergebleven. In de directe omgeving van de scheur bevond zich naar alle waarschijnlijkheid dus ca. 400 m³ dieselolie. De vraag is tot in welke formaties de pekels en mogelijk ook diesels doorgedrongen kunnen zijn, oftewel: hoe hoog is de scheur gekomen?

Om te bepalen tot in welke formaties de uit het cluster gestroomde vloeistof is doorgedrongen, is een fracture propagation study (fps) uitgevoerd door Panterra [6]. Deze studie gaat uit van het ongunstige scenario van een enkelvoudige verticaal omhoog gerichte scheur. De geologie van alle

boven het zout gelegen formaties is op basis van informatie uit interne en externe bronnen zo goed mogelijk gemodelleerd. De geanalyseerde uitstroming is conservatief geschat, gebaseerd op een TR-cluster compressibiliteit van 2.500 m³/bar [2]. Aangenomen is dat tijdens de eerste 48 uur na de gebeurtenis 75.000 m³ vloeistof is uitgestroomd, waarvan 25.000 m³ in het eerste half uur. De conclusie van de base case berekeningen is dat de tip van de scheur tijdens het eerste half uur na de start van de drukdaling een hoogte van ca. 350 m onder maaiveld bereikt kan hebben, en dat het grootste deel van de uitgestroomde pekels afgelekt is naar de Vlieland zandsteen, op ca. 1100 m diepte.

Het water in de formaties op 350 m diepte is zout en wordt niet gebruikt. Magnesiumpekels die tot die diepte omhoog gekomen zijn maakt het water zouter, maar verandert niets aan het feit dat dit water niet bruikbaar is voor menselijke doeleinden. Aangezien de uitgestroomde magnesiumchloridepekels, met een soortelijke massa van ca. 1,3 kg/l, een veel grotere dichtheid heeft dan het water dat op 350 m diepte aanwezig is en dan zoet water, zal de uitgestroomde pekels naar beneden zakken en geen risico vormen voor mens of milieu.

Voor eventueel uitgestroomde diesel is de situatie anders. De soortelijke massa van diesel is ca. 0,85 kg/l is immers lager dan die van pekels en water. Daardoor ondervindt diesel een opwaartse kracht, en kan hij omhoog stromen in de formatie waarin hij terecht gekomen is. Dit proces is onderzocht, voor de situatie dat de scheur tot 350 m diepte is gekomen en alle 400 m³ in de 3b caverne van TR-2 aanwezige diesel de top ervan bereikt heeft [10]. De conclusie is dat deze diesel zich nog hooguit 25 m in opwaartse richting verplaatst. Daarna stopt het proces, omdat de diesel onderweg a.g.v. residual saturation deels achterblijft in de poriën van de doorstroomde formatie. Mocht het achterblijven van diesel t.g.v. residual saturation niet of beperkt optreden, bijvoorbeeld doordat er ondergronds een lekpad aanwezig is, dan fungeert de Breda kleilaag, die zich onder alle voor mensen belangrijke watervoerende lagen bevindt, als uiteindelijke barrière. De conclusie is dat als de tip van de scheur tot 350 m diepte gekomen is, eventueel uitgestroomde diesel geen gevaar zal vormen voor mens of milieu. Ook het eventueel uitstromen van een tien keer grotere hoeveelheid diesel is onderzocht. Voor dat scenario is de conclusie hetzelfde.

Concluderend kan worden gesteld dat het incident geen gevaar heeft opgeleverd voor mens of milieu.

7. Monitoring omgeving n.a.v. de gebeurtenis op 20-4-2018

In het vorige hoofdstuk is geconcludeerd dat de gebeurtenis van 20 april 2018 geen gevaar heeft opgeleverd voor mens of milieu. Deze conclusie kon echter pas worden getrokken toen de resultaten van diverse onderzoeken beschikbaar waren. Daarom is in de periode na 20 april zo snel mogelijk gestart met monitoring van de omgeving van WHC-2, op (gevolgen van de) eventuele aanwezigheid van pekels en/of dieselolie. Het betreft de volgende activiteiten:

- a) Meteen na de drukdaling op 20 april is begonnen met het volgen van de well head pressures van alle surface casings. Een stijgende druk kan duiden op lekkage van diesel vanuit de ondergrond de surface casing in

- b) De diepe peilbuizen op WHC-2 zijn eerst wekelijks en later 2-wekelijks bemonsterd. Dit zijn peilbuizen met een maximale diepte van ca. 18 m
- c) Met een drone is het gebied rondom WHC-2 twee keer vanuit de lucht geïnspecteerd, begin juni 2018 en eind juli 2018. Het betrof beide keren een visuele inspectie plus een inspectie van de gezondheid van de gewassen rondom WHC-2
- d) Buiten WHC-2 beschikt Nedmag zelf niet over peilbuizen. Na toestemming van de betreffende eigenaren worden echter ook de volgende peilbuizen en waterbronnen bemonsterd:
 1. 4 peilbuizen van de provincie Groningen (een ca. 40 m diepe bij de voormalige vuilstort op 1,5 km ten zuiden van WHC-2, een ruim 20 m diepe peilbuis op 2 km ten noorden van WHC-2, een ruim 20 m diepe peilbuis ruim 3 km ten westen van WHC-2 en een eveneens ruim 20 m diepe peilbuis bijna 4 km ten zuiden van WHC-2)
 2. Een 120 m diepe waterbron van een particulier, op ruim 1 km ten westen van WHC-2
 3. Een ca. 50 m diepe waterbron van een particulier, op ca. 0,7 km ten zuiden van WHC-2
- e) Het oppervlaktewater rondom Nedmag's Well Head Centres is een aantal keren geïnspecteerd
- f) De surface casing annulus van TR-2 staat in open verbinding met de formatie (top Chalk) waarin op 400 m diepte de surface casing shoe zich bevindt. De annulus van deze casing is daarom op doorstromen gezet. Periodiek wordt de uitstromende vloeistof beoordeeld en eventueel geanalyseerd.

De resultaten van al deze monitoringsactiviteiten bevestigen de conclusie uit hoofdstuk 6, er zijn geen aanwijzingen dat de ondiepe ondergrond met pekelen/of diesel verontreinigd is.

Nedmag heeft een expert (René Vreugdenhil van Vreugdenhil Milieuexpert) benaderd om een plan op te stellen voor de onwaarschijnlijke situatie dat tóch ergens een olieverontreiniging wordt aangetroffen. Deze heeft op basis van de plek waar de pekelen en mogelijk dieselolie uit het cluster is gestroomd (het dak van de 3b bovencaverne van TR-2) in combinatie met alle bekende grondwatergebruik in de omgeving, eerst een voorstel gemaakt voor de optimalisatie van de monitoring van het grondwater [4]. Concreet is zijn voorstel om van bovengenoemde activiteiten de onder a, d.2, d.3 en f genoemde te continueren, en de rest te laten vervallen. Daarnaast stelt hij voor om 6 x 2 nieuwe peilbuizen te plaatsen, tot bovenin het eerste en tweede watervoerende pakket (ca. 20 resp. ca. 70 m diep). Deze worden geplaatst op WHC-2, waaronder het zoutdak van TR-2 zich bevindt, en op 5 strategisch gekozen plekken binnen 600 m rondom WHC-2. Deze 5 plekken zijn gekozen, rekening houdend met de locatie van de diverse ge- c.q. verbruikers van grondwater in de buurt van WHC-2. Tevens worden de peilbuizen voorzien van divers, zodat afwijkingen van het stromingsgedrag van het water in deze watervoerende pakketten direct waargenomen kunnen worden. (Normaalgesproken staat dit water vrijwel stil.) De planning is de nieuwe peilbuizen begin 2019 te installeren. Daarbij zullen indien mogelijk ook één of meerdere monsters van de onderkant van de Oosterhout formatie (het derde watervoerende pakket dat zich direct boven de Breda formatie bevindt) op ca. 150 m diepte worden genomen. Deze zullen vervolgens op olie en magnesiumchloride geanalyseerd worden.

Nedmag's zoutwinning heeft nog nooit tot aardbevingen geleid en op basis van onderzoek [11] is de verwachting gerechtvaardigd dat dit ook in de toekomst onverkort het geval zal zijn. Om dit te kunnen controleren, gaat Nedmag een gefoon installeren, van het type dat gebruikt wordt om de

aardbevingen a.g.v. de gaswinning in Noord Nederland te registreren. Het betreft een uitbreiding van het bestaande meetnet van het KNMI, om ook in het gebied waar Nedmag zout wint goed te kunnen meten. De gefoon wordt geïnstalleerd op een door het KNMI bepaalde positie, ca. 750 m ten zuidoosten van WHC-2, en wordt na installatie overgedragen aan het KNMI.

8. Voorkomen van herhaling

Onderzocht is of het verbonden raken van cavernes tot soortgelijke incidenten kan leiden. Dit blijkt niet het geval [1].

Ook is onderzocht hoe het falen van een zoutdak voorkomen kan worden. De belangrijkste maatregel daarvoor is het hanteren van een ander drukregime in een caveerne, gedurende de levensduur van de caveerne. Met name het oplopen van de cavernedruk na een langere periode van lage druk dient voorkomen te worden. Dit omdat daardoor een scheur kan ontstaan in een zoutdak waarin de spanningen verlaagd zijn door arching en spanningsrelaxatie. Mocht er desondanks toch tot een opening in het zoutdak ontstaan, dan dienen de gevolgen daarvan zoveel mogelijk beperkt te blijven. In ieder geval tot een omvang waarbij de risico's voor mens en milieu zeer klein zijn. Daartoe zal in de toekomst de omvang van cavernes of clusters van cavernes gelimiteerd worden. Nieuwe cavernes worden alleen nog ontwikkeld in de Zechstein III 1b laag. Dientengevolge hebben ze een dikker zoutdak. Ook dit zorgt voor een kleinere kans op het ontstaan van een scheur.

Na het afsluiten van een caveerne kan het oplopen van de druk erin niet voorkomen worden. Daarom dient voorafgaand aan het abandonneren zoveel mogelijk pekkel afgelaten te worden. Het doel is primair om alle vrije pekkel af te laten. De overblijvende gebonden pekkel en achtergebleven dakolie vormen vervolgens nog slechts een verwaarloosbaar risico voor mens of milieu.

Meer informatie hierover is te vinden in [12] en in Nedmag's Winningsplan 2018 [13], waarin alle leerpunten uit het voorval op 20 april 2018 zijn verwerkt.

9. Referenties

1. Hydraulic connections between Nedmag caverns , J. Visser (Nedmag), 19-10-2018
2. Evaluatie oorzaak pekellekkage in Nedmag pekелcluster 20 april 2018 – update juli, P.A. Fokker (WEP), 18-7-2018
3. Wireline investigations observations TR-2-1-5, S. Kaldenbach (WEP), 17-5-2018
4. Achtergrond en optimalisatie van de monitoring, stap 1, R. Vreugdenhil (Vreugdenhil Milieuexpert), 5-12-2018
5. Re: Seismic Activity in Veendam Area (20-04-2018), email van L.G. Evers (KNMI), 18-5-2018
6. Analysis of VE/TR salt cavern cluster leakage incident of 20 April 2018, P. van den Hoek (Panterra), 16-10-2018
7. Lek in caverncluster TR-1 t/m -8 plus VE-4, presentatie door Nedmag bij SodM, 21-6-2018
8. Voorziene bodemdaling bij afbouwen pekелproductie uit de Nedmag pekелcluster, J. Visser, 7-6-2018.
9. Invloed van bodemdaling door zoutwinning Nedmag op bebouwing – Actualisatie juni 2018, J. Brinkman (Deltares), juli 2018
10. Analysis of diesel outflow from a macro-fracture in the shallow layers of TR-cluster, T. Boerrigter (WEP), 22-11-2018
11. Nedmag Winningsplan 2018 Squeeze mining-induced stress changes in the faulted overburden of the Veendam salt Pillow, J.L. Urai (RWTH Aachen) en A.F. Raith (DEEP.KBB GmbH), 10-11-2018
12. Managing pressures in Nedmag caverns to prevent brine leakage during the mining and bleed-off phase and an evaluation of post abandonment cavern behaviour, P.A. Fokker (WEP), 23-11-2018
13. Nedmag Winningsplan 2018, Nedmag, 28-11-2018

Referentie [4] is een afgerond hoofdstuk uit een groter rapport dat binnenkort naar SodM zal worden gestuurd. Referenties [11] en [13] zijn inmiddels ingediend bij het ministerie van EZK. De overige referenties zijn reeds ingediend bij SodM.