

Meet- & Regelprotocol De Wijk

NAM Assen, 2 maart 2018

Doc nr. EP201802203892

## De Wijk

### Monitoring van Injectie, Productie & Bodembeweging “Vinger aan de pols”



## Inhoud

<b>1. Inleiding .....</b>	<b>3</b>
<b>2. De tekst uit het Instemmingsbesluit .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Het voorkomen van het lekken van stikstof door scheurvorming in de afdekkende lagen .....</b>	<b>7</b>
Beslis- en escalatiestructuur ter voorkoming van te hoge THP van de injectoren .....	8
<b>4. Het voorkomen van te veel bodemdaling.....</b>	<b>9</b>
Beslis- en escalatiestructuur ter voorkoming van te veel bodemdaling .....	10
<b>5. Het voorkomen van bovenmatige bodemdaling door pore collapse.....</b>	<b>11</b>
Beslis- en escalatiestructuur ter voorkoming van pore collapse door lage productiedruk .....	11
Additionele maatregelen bij vermoedens van pore collapse.....	12
<b>6. Samenvatting Risico Analyse van de putten van voor 1976.....</b>	<b>13</b>
<b>7. Actualisering van het Meet- &amp; Regelprotocol .....</b>	<b>14</b>

## 1. Inleiding

De Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) produceert sinds de jaren '50 van de vorige eeuw aardgas uit het gasveld De Wijk. Het gasveld bestaat uit verschillende lagen, ook wel reservoirs genoemd.

Deze reservoirs liggen op ongeveer 500 meter en 1100-1400 meter diepte. De bodemdaling boven het De Wijk veld tot nu toe (maximaal 12 cm is gemeten sinds de nulmeting in 1974) is voornamelijk veroorzaakt door productie uit de diepere reservoirs, die nu al zeer ver ontwikkeld zijn. Deze bodemdaling heeft niet tot problemen geleid.

De nog te verwachte productie van de dieper gelegen reservoirs is zeer beperkt. De beperkte bijdrage aan de bodemdaling door het laatste beetje productie uit de diepere reservoirs wordt wel meegenomen in de metingen omdat bodemdaling in totaliteit wordt gemeten. Om de periodieke rapportage overzichtelijk te houden, maken productie- en injectiegegevens van deze dieper gelegen reservoirs geen deel uit van dit meet- & regelprotocol.

Het gesteente van de bovenste drie reservoirs is redelijk samendrukbaar en productie uit deze reservoirs zou tot sterke bodemdaling kunnen leiden. In de periode 1959-1990 is in zeer beperkte mate aardgas uit deze ondiepe reservoirs gewonnen. Van de oorspronkelijke hoeveelheid aardgas is naar verwachting nog circa 85% in het reservoir aanwezig. De huidige druk in het reservoir is 51 barg.

Het is nu mogelijk geworden om ook uit deze ondiepe lagen meer aardgas te winnen. Door stikstof in de ondergrond te brengen, stroomt het resterende aardgas richting de productieputten terwijl de druk vrijwel gelijk blijft aan de huidige druk. De hoeveelheid geïnjecteerd stikstof wordt ongeveer gelijk gehouden met de hoeveelheid geproduceerd aardgas. Door de vrijwel gelijke druk zal de compactie of inklinking en de daaruit volgende bodemdaling van de reservoirs beperkt blijven.

De nog te verwachte productie van de dieper gelegen reservoirs is zeer beperkt. De beperkte bijdrage aan de bodemdaling door het laatste beetje productie uit de diepere reservoirs wordt wel meegenomen in de metingen omdat bodemdaling in totaliteit wordt gemeten. Om de periodieke rapportage overzichtelijk te houden, maken productie- en injectiegegevens van deze dieper gelegen reservoirs geen deel uit van dit meet- & regelprotocol.

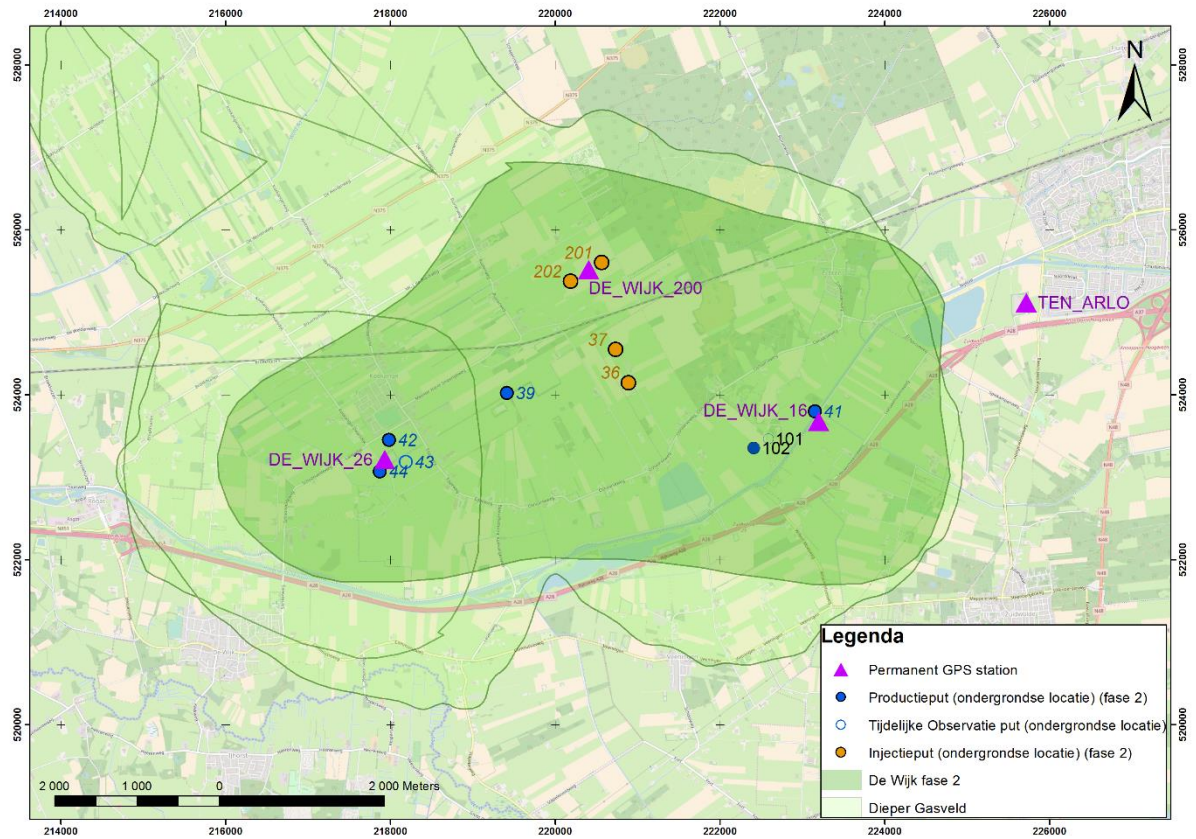
De techniek van stikstofinjectie is niet geheel nieuw. De afgelopen jaren is hiermee veel ervaring verkregen in De Wijk Fase I, het pilotproject waar stikstofinjectie in de diepere reservoirs is toegepast. De techniek zal nu zorgvuldig worden toegepast op geringere diepte.

De Minister van Economische Zaken en Klimaat (hierna MEZK) heeft, in het instemmingsbesluit voor De Wijk Fase 2, het Staatstoezicht op de Mijnen (hierna SodM) verzocht om met zorgvuldig toezicht een "vinger aan de pols" te houden.

Dit meet- en regelprotocol beschrijft de beheersmaatregelen die worden genomen om de geïdentificeerde risico's van gaswinning in De Wijk tot een minimum te beperken. De belangrijkste risicoscenario's zijn:

- (1) Het weglekken van stikstofgas uit het reservoir
- (2) Bodemdaling overschrijdt bandbreedte van de prognose

Dit meet- en regelprotocol bouwt op de informatie zoals gegeven in het winningsplan "De Wijk Fase 2"<sup>i</sup>.



Figuur 1 - Overzicht kaart van De Wijk, met de locatie van gps-stations en de tijdelijke observatieputten die bij de opstartfase compactie gaan monitoren. In lichtgroen is het dieper gelegen reservoir getekend, dat nog beperkt produceert.



## 2. De tekst uit het Instemmingsbesluit

De Minister van EZK heeft middels het “instemmingsbesluit De Wijk Fase 2” instemming verleend aan het door NAM ingediende winningsplan voor De Wijk Fase 2. De Minister heeft aan zijn instemming enkele voorwaarden verbonden, en de toezichthouder opgedragen een “vinger aan de pols te houden”. Dit Meet- & Regelprotocol geeft invulling aan deze voorwaarde van de Minister. De tekst uit het instemmingsbesluit dat betrekking heeft op dit protocol is hieronder opgenomen.

“ ...

### Artikel 3

Voorafgaand aan de start van de gaswinning van De Wijk Fase 2 dient de NAM een meet- en regelprotocol voor de gaswinning van De Wijk Fase 2 in bij de Minister van Economische Zaken en Klimaat. De uit het meet- en regelprotocol voortvloeiende risicobeheersmaatregelen dienen voor aanvang van de winning volledig operationeel te zijn. Het meet- en regelprotocol dient in ieder geval te bestaan uit de volgende onderdelen:

- a. De NAM dient de bodemdaling continu te monitoren;
- b. De NAM dient de injectiedruk bij elke injectieput te monitoren en de resultaten van die monitoring maandelijks te overleggen aan SodM.  
Wanneer de resultaten daar aanleiding toe geven kan de rapportagefrequentie in overleg met SodM worden teruggebracht;
- c. Bij de periodieke aanlevering van monitoringsgegevens dient een analyse van winnings- en injectiegegevens, drukontwikkeling bij de putten en continue bodemdalingsmetingen in relatie tot de prognose te worden gegeven;
- d. De NAM beschrijft hoe ze ervoor zorgt dat de maximale injectie druk niet wordt overschreden;
- e. Een risicoanalyse op de putten die voor 1976 geboord of verlaten zijn, in relatie met de maximale injectiedruk;
- f. De beslis- en escalatiestructuur voor wanneer de bodemdaling op enig moment dusdanig is, dat de geschatte hoogte op een monitoringslocatie meer dan een centimeter is gedaald ten opzichte van een jaar eerder;
- g. De beslis- en escalatiestructuur voor wanneer pore collapse optreedt en effecten hiervan aan het oppervlak te zien zijn.
- h. Beschrijven van momenten en aanleidingen wanneer het meet- en regelprotocol geactualiseerd wordt.

### Artikel 4

De NAM dient een nieuw meetplan in voor de winning De Wijk Fase 2 rekening houdend met het meet- en regelprotocol.

...”

Hoe de verschillende onderdelen zoals genoemd in het instemmingsbesluit terugkomen in dit document is te zien in Tabel 1.

De gevraagde gegevens zoals beschreven onder punt (a), (b) en (c) in het instemmingsbesluit worden opgenomen in de periodieke rapportage. In Appendix 1 is de huidige vorm van de periodieke

rapportage bijgevoegd. De inhoud en vorm van de rapportage kunnen gedurende de productiefase in overleg met SodM worden aangepast.

*Tabel 1 - Leeswijzer tussen Instemmingsbesluit en het meet- & regelprotocol.*

<b>Vereiste uit Instemmingsbesluit:</b>	<b>Waar komt dit terug in het protocol:</b>
Punt a	Hoofdstuk 4 en 5
Punt b	Hoofdstuk 3
Punt c	De analyse maakt deel uit van de periodieke rapportage aan SodM
Punt d	Hoofdstuk 3, bladzijde 8
Punt e	Hoofdstuk 6
Punt f	Hoofdstuk 4, bladzijde 10
Punt g	Hoofdstuk 5, bladzijde 12
Punt h	Hoofdstuk 7

### 3. Het voorkomen van het lekken van stikstof door scheurvorming in de afdekkende lagen

Het gasreservoir wordt aan de bovenkant begrensd door de leper klei formatie welke niet-doordringbaar is voor gas. Deze afdeklaag heeft ervoor gezorgd dat het gas gedurende miljoenen jaren gevangen bleef. Wanneer de druk in het reservoirgesteente te hoog wordt, kan scheurvorming optreden, waardoor de afdichtende werking aangetast kan worden. Dit wordt ook wel “Het verlies van reservoirintegriteit” genoemd.

Vanwege de ondiepe ligging en de lage oorspronkelijke gasdruk in het Tuffiet reservoir, is het risico op scheurvorming (ofwel “fracturing”) goed onderzocht (zie ook: MER Aardgas+ De Wijk Deelrapport 3).

De verhoogde druk door injectie van stikstof in het Tuffiet reservoir zal uitsluitend lokaal, rond de injectieputten voorkomen. Met het toenemen van de afstand tot de put, zal de druk snel dalen door de zeer lage viscositeit van stikstof. De oorspronkelijke druk in het Tuffiet reservoir was 60 barg. De huidige gemiddelde reservoirdruk van 51 barg zal aan het einde van het project niet of nauwelijks hoger zijn.

De afdekkende laag boven het Tuffiet reservoir is de 25-50 meter dikke kleisteen formatie van leper. Op basis van een “extended leak-off test” in WYK-202<sup>ii</sup>, is vastgesteld dat de leper klei in staat is om 74 barg te weerstaan zonder te scheuren. Door de druk onder in de injectieputten beneden 74 barg te houden wordt het optreden van scheuren en het lekken van stikstof voorkomen.

#### **THP – Tubing Head Pressure**

De druk boven aan de put wordt aangeduid met Tubing Head Pressure, ofwel THP. Als er geen gas stroomt en de THP is gelijk aan 70 barg, dan is de druk onder in de put ongeveer 73-74 barg, 3-4 barg hoger door de additionele druk veroorzaakt door het gewicht van de kolom stikstof in de injectiepijp.

Als het gas vervolgens gaat stromen ontstaat er wrijving in de injectiepijp, deze wrijving gaat gepaard met drukverlies, hoe groter de gasstroom hoe groter het drukverlies. Hierdoor is de druk onder in de injectiepijp altijd lager dan 74 barg.

Onder normale operationele omstandigheden is de THP = 66 barg. Hierdoor is er een additionele 4 barg veiligheidsmarge.

De beheersmaatregelen zijn erop gericht om het optreden van scheurvorming te voorkomen. Door behoudende operationele instellingen en vroegtijdig bijsturen worden situaties voorkomen die tot risico's zouden kunnen leiden. Een grafisch overzicht is weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2 - Beheersmaatregelen en interventieniveaus

### Beslis- en escalatiestructuur ter voorkoming van te hoge THP van de injectoren

#### (a) Normale Operatie

- Tubing head pressure met automatische regelkleppen op 66 barg houden
- Continue monitoring in de controlekamer
- Periodieke rapportage van alle gegevens aan SodM

#### (b) Correctie Niveau

- Als de THP-Injector hoger wordt dan 68 barg gaat in de controlekamer het alarm.

##### Handmatig ingrijpen

- Als in de controlekamer het alarm afgaat wordt de injectiedruk door de medewerkers in de controlekamer handmatig naar beneden bijgesteld.

#### (c) Interventie Niveau: Als de THP-Injector hoger wordt dan 70 barg.

- **Automatische Insluiting:** Als de medewerkers niet, niet voldoende, of niet tijdig de druk handmatig aanpassen wordt de injectieput volledig automatisch ingesloten door een autonoom systeem op basis van een volledig onafhankelijke drukmeter. Dit systeem heet het High Pressure Shutdown System of **HPSD** en treedt in werking bij THP-Injector > 70 barg.
- **Insluiting blijft van kracht:** Het is niet mogelijk de injectieput weer te openen zolang de THP-Injector > 70 barg.



## 4. Het voorkomen van te veel bodemdaling

In het instemmingsbesluit voor De Wijk Fase II is een maximum van 29 cm gesteld aan de totale bodemdaling. De maatregelen in dit meet-en regelprotocol dienen te voorkomen dat dit maximum wordt overschreden.

De bodembeweging wordt op vier plaatsen continu gemonitord. Deze gps-stations bevinden zich boven de twee productielocaties aan de oost- en de westzijde van De Wijk Fase 2, boven het centrale gedeelte van het veld waar de injectieputten zich bevinden en op een locatie buiten de invloedssfeer van het gasveld als referentiemeting. De keuze voor deze locaties is met SodM besproken.

Door voortdurend monitoren van de bodemdaling en tijdig bijsturen van productie en injectie kan de bodemdaling goed in de hand worden gehouden. Speciale aandacht vormt het optreden van pore collapse, zoals beschreven in hoofdstuk 5.

De reservoirdruk zal rond de productieputten in de eerste jaren iets afnemen terwijl het rond de injectieputten iets toeneemt. Het drukverschil is nodig om te zorgen dat de stikstof naar productieputten kan stromen. De injectie vindt plaats in het centrale deel van het reservoir, terwijl het gas gewonnen wordt aan de buitenkant van het reservoir. De geïnjecteerde stikstof duwt het aanwezige aardgas naar buiten. Bij normale operationele omstandigheden wordt de druk in het reservoir rond de injectieputten altijd lager dan 69-70 barg gehouden (zie hoofdstuk 3). De normale operationele productiedruk wordt zo ingesteld (zie hoofdstuk 5) dat de druk in het reservoir rond de productieputten in het westelijke en oostelijke gedeelte van het veld hoger is dan 31 barg.

Bodemdaling hangt rechtstreeks samen met compactie van het reservoir onder invloed van drukdaling. De drukdaling rond de productieputten zal bodemdaling veroorzaken. Door de hoeveelheid gewonnen aardgas en geïnjecteerd stikstof ongeveer aan elkaar gelijk te houden (Voidage Replacement) stelt zich een evenwicht in. Gedurende de eerste jaren zal de productie zo worden gestuurd dat het cumulatieve productievolume op elk moment kleiner is dan het cumulatieve injectievolume. Als de bodemdaling zich na enige jaren volgens de prognose ontwikkelt, zal er flexibeler kunnen worden omgegaan in de balans van injectie en productie. De bodemdaling bij aanvang van productie zal afnemen in de tijd en tot een minimum worden beperkt. Rond de injectieputten is de druk lokaal licht verhoogd waardoor bodemdaling hier niet zal optreden.

### **Voidage Replacement**

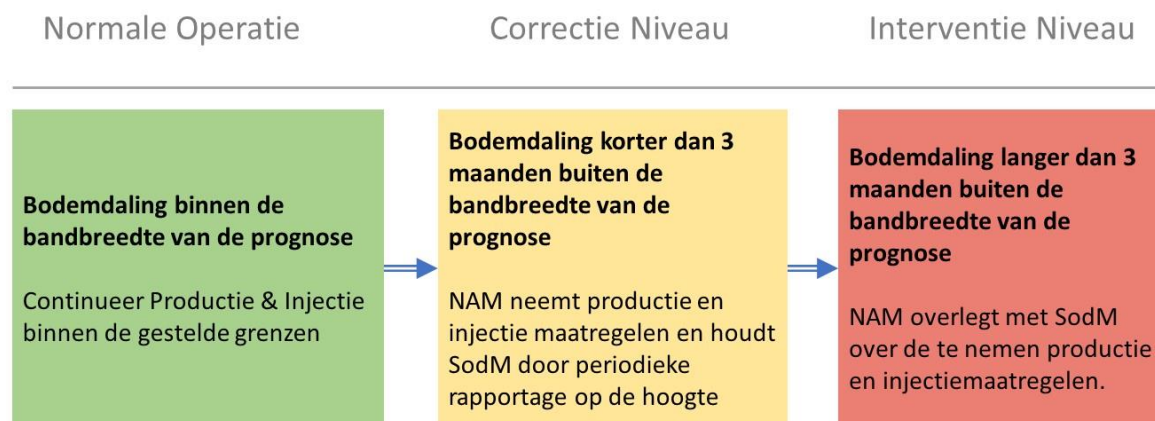
Het gelijk houden van het volume geïnjecteerd stikstofgas (N<sub>2</sub>) en het volume geproduceerd aardgas. Bij deze berekening wordt gecorrigeerd voor de condities van druk en temperatuur die gelden in het gasreservoir.

De gemiddelde druk in het reservoir blijft onder de initiële reservoirdruk van 60 barg en wordt zoveel mogelijk constant gehouden op de huidige druk van 51 barg.

De beheersmaatregelen, en interventiemomenten om de bodemdaling binnen de gestelde grenzen te houden, zijn gebaseerd op vergelijkingen tussen de prognose en de voortdurende metingen van de daling bij vier gps-stations. De periodieke maandelijkse rapportage bevat een specifieke prognose voor elk van de drie boven het gasveld gelegen gps-locaties. De prognose heeft een zekere bandbreedte ofwel onzekerheidsmarge. Maandelijks zal gemonitord worden of de gemeten bodemdaling zich binnen deze bandbreedte bevindt. De ondergrens van de bandbreedte is zodanig bepaald dat de maximaal toegestane bodemdaling van 29cm in 2060, niet wordt overschreden.

Indien toegenomen kennis van de ondergrond daartoe aanleiding zou geven kan de prognose van de bodemdaling van een of meerdere van de locaties tussentijds worden aangepast, na goedkeuring door SodM.

Een grafisch overzicht van de beheersmaatregelen en de verschillende interventie niveaus is weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3 – Maatregelen ter voorkoming van excessieve bodemdaling van meer dan 29 cm.

### Beslis- en escalatiestructuur ter voorkoming van te veel bodemdaling

#### (a) Normale Operatie – Bodemdaling binnen bandbreedte van de prognose

- Continue monitoring van de meetgegevens van gps-stations.
- Bodemdaling binnen de bandbreedte van de prognose (escalatie criterium).
- Productie & injectie continueren volgens planning.
- Indicatie parameter: wanneer de bodemdaling op enig moment dusdanig is, dat de geschatte hoogte op een monitoringslocatie meer dan een centimeter is gedaald ten opzichte van een jaar eerder:
  - i. Controleer of de bodemdaling binnen de bandbreedte van de prognose verloopt (escalatie criterium).
  - ii. Controleer of productie en drukverloop volgens prognose verlopen.
  - iii. Rapporteer bevindingen aan SodM.

#### (b) Correctie Niveau – bodemdaling minder dan 3 maanden buiten bandbreedte van de prognose

- NAM heeft 3 maanden de tijd om met productie- en injectiemaatregelen de bodemdaling weer binnen de bandbreedte van de prognose te brengen.
- NAM neemt productie- en injectiemaatregelen om de bodemdaling weer binnen bandbreedte van de prognose te brengen.
- SodM wordt op de hoogte gehouden van de maatregelen in de normale periodieke rapportage.
- NAM zal tegen het einde van de termijn van 3 maanden, in de periodieke rapportage voorstellen opnemen voor de te nemen productie- en injectie maatregelen voor het geval de overschrijding niet binnen de termijn van 3 maanden is opgelost.

#### (c) Interventie Niveau – bodemdaling langer dan 3 maanden buiten bandbreedte van de prognose

- NAM brengt SodM direct op de hoogte
- NAM en SodM overleggen over de te nemen productie- en injectiemaatregelen.
- Productie- en injectiemaatregelen dienen door SodM te worden goedgekeurd.

## 5. Het voorkomen van bovenmatige bodemdaling door pore collapse

De drukdaling in de ondiepe kalklagen brengt specifiek het risico van ongelijkmatige bodemdaling met zich mee. Dit kan optreden als de druk in de poriën in de kalksteen zo laag wordt dat ze in elkaar gedrukt worden door de bovenliggende gesteentelagen. Dit fenomeen heet pore-collapse.

Pore collapse treedt het eerst op daar waar de druk het laagst is, dat is nabij de productieputten. En het zal het eerst optreden daar waar de porositeit het hoogst is. Op kleine schaal lokaal optredende pore collapse is aan het oppervlak niet zichtbaar, omdat kleine lokale verzwakkingen door het omliggende gesteente wordt opgevangen (*“stress arching”*). Grootschalig optredende pore collapse zal zich aan het oppervlak als een versnelde bodemdaling manifesteren, die mogelijk na-ijlt als de drukdaling stopt.

Het grootschalig optreden van pore collapse moet worden voorkomen en het controleren van de druk rond de productieputten is hiervoor een effectief middel. Onderzoek door het Noorse Geotechnische Instituut heeft uitgewezen dat bij een druk onder in de productieputten van hoger dan 25 barg het risico op grootschalige pore collapse verwaarloosbaar klein is<sup>iii</sup>. Onder in een stromende put is de druk ongeveer 2 bar hoger dan boven in de put waar voortdurend wordt gemeten. Daarmee is 25 barg boven aan de put een veilige grenswaarde, want de druk onder in de put zal dan minimaal 27 barg zijn. Een grafisch overzicht van de beheersmaatregelen en de verschillende interventie niveaus is weergegeven in Figuur 4.



Figuur 4 - Beheersmaatregelen ter voorkoming van pore collapse

### Beslis- en escalatiestructuur ter voorkoming van pore collapse door lage productiedruk

#### (a) Normale operatie

- De THP-Producer wordt met automatische regelkleppen op 28 barg gehouden
- Continue monitoring in de controlekamer
- Periodieke rapportage van alle gegevens aan SodM

#### (b) Correctie Niveau

- Als de THP-Producer daalt tot onder de 26.5 barg gaat in de controlekamer het alarm.

##### Handmatig ingrijpen

- Als in de controlekamer het alarm afgaat wordt de productiedruk door de medewerkers in de controlekamer handmatig naar boven bijgesteld.

#### (c) Volautomatische Interventie: Als de THP-Producer lager wordt dan 25 barg

- **Insluiting:** Als de medewerkers niet, niet voldoende, of niet tijdig de druk handmatig aanpassen wordt de productieput volledig automatisch ingesloten door een autonoom systeem op basis van een volledig onafhankelijke drukmeter. Dit systeem heet het Low Pressure Shutdown System of **LPSD** en treedt in werking bij THP-Producer < 25 barg.
- **Insluiting blijft van kracht:** Het is niet mogelijk de productieput weer te openen zolang de THP-Producer lager is dan 25 barg.

### Additionele maatregelen bij vermoedens van pore collapse

Bodemdaling monitoring is de aangewezen methode voor het detecteren van pore collapse. De beslis- en escalatiestructuur rond bodemdaling monitoring staat beschreven in hoofdstuk 4. Daarnaast is het mogelijk dat er vermoedens ontstaan dat pore collapse optreedt, terwijl dit nog niet in de meetgegevens van de gps-stations is te zien. In dit geval geldt de volgende additionele beslis- en escalatiestructuur:

- (a) **Monitor** het gedrag van productieputten op plotselinge veranderingen die zouden kunnen duiden op pore collapse. Bijvoorbeeld:
  - Een plotselinge verandering van de productiviteit of druk in een productieput.
  - Een plotselinge versnelling van bodemdaling.
- (b) **Bij het vermoeden van** het optreden van pore collapse
  - Breng SodM op de hoogte van de vermoedens
  - Gedetailleerd onderzoek naar het gedrag van de productieput
  - Lokaal onderzoek naar de bodemdaling rond de productielocatie met bijvoorbeeld waterpassing-survey en/of InSar analyse
- (c) **Afhankelijk van de ernst** van het vermoeden wordt de productie bij de betreffende productielocatie teruggebracht in overleg met SodM.

## 6. Samenvatting Risico Analyse van de putten van voor 1976

De gedetailleerde technische risicoanalyse is met SodM gedeeld in een apart rapport. In het meet- & regelprotocol is enkel de samenvatting opgenomen.

In De Wijk zijn tot op heden door de NAM 54 putten geboord, waarvan er 18 putten geboord en/of verlaten zijn vóór 1976. Deze 18 putten vallen daarmee binnen de dimensie van deze risicoanalyse. De stikstofinjectie zal geen fysieke invloed hebben op putten die niet de ondiepe reservoirs van De Wijk Fase II doorboren. Van de 18 putten die verlaten zijn vóór 1976 doorboren 15 putten het De Wijk Fase 2 veld.

De invloed van de stikstofinjectie op de drukontwikkeling in het gasveld is middels een dynamisch reservoirmodel onderzocht. Uit deze analyse is naar voren gekomen dat alleen bij de verlaten putten WYK-2, WYK-2A en WYK-3 de injectie kan leiden tot drukken die hoger zijn dan de huidige druk. Deze putten zijn allemaal geboord vanaf de vroegere Wyk-2 locatie en volgens de wettelijke voorschriften (volledig en duurzaam) afgesloten van het reservoir. Vervolgens zijn deze putten op het maaiveld verwijderd en is de Wyk-2 locatie door NAM opgeruimd.

De isolatiedieptes en de gebruikte methodieken voor deze putten zijn voor deze risicoanalyse opnieuw onderzocht. NAM concludeert dat deze putten bestand zijn tegen de verwachte effecten van de stikstofinjectie. Bij het verlaten van een put wordt het reservoir met cement geïsoleerd van het maaiveld. Van de putten WYK-2, WYK-2A en WYK-3, is het bij de put WYK-3, waar de isolatie van het reservoir zich het dichtst bij het maaiveld bevindt. Uit de huidige risicoanalyse volgt dat WYK-3 naar verwachting een reservoirdruk van 67,6 barg kan weerstaan. De WYK-2 en 2A putten zijn dieper geïsoleerd en zijn daardoor bestand tegen hogere reservoirdruk.

De operationele injectiedruk wordt met technische besturings- en meetsystemen op een veilige manier geregeld, zoals beschreven in het meet- en regelprotocol in hoofdstuk 3. Onder normale operationele omstandigheden wordt de druk boven aan de injectieputten automatisch gehouden op 66 barg. Uitwijkingen naar hogere injectiedruk zullen door de manier van opereren altijd van korte duur zijn. Berekeningen laten zien dat door drukverlies in de injectiepijp, tussen de injectiepijp en het reservoir en vervolgens drukdaling in het reservoirgesteente de reservoirdruk bij de WYK-3 put niet boven 67,6 barg kan uitkomen.

Bovenstaande in acht genomen concludeert NAM dat de putten die geboord en/of verlaten zijn voor 1976 goed bestand zijn tegen de nieuwe reservoirdrukken. De operationele maatregelen en de veiligheidssystemen, die integraal deel uitmaken van het project, zorgen dat op een verantwoorde en veilige manier met De Wijk Fase II stikstof kan worden geïnjecteerd en aardgas kan worden gewonnen.

## 7. Actualisering van het Meet- & Regelprotocol

- (1) De inhoud en de frequentie van de periodieke rapportage wordt jaarlijks geëvalueerd en indien nodig bijgesteld.
- (2) Het meet- & regelprotocol wordt elke 5 jaar herzien.

---

<sup>i</sup> “NAM (2016) Aanvraag Instemming Winningsplan De Wijk Fase 2”

→ Beschikbaar online <http://www.nlog.nl/ter-inzage-legging-de-wijk-fase-ii>

<sup>ii</sup> “NAM (2016) maximum stikstof-injectiedruk voor de wijk fase 2. EP201701215156”

<sup>iii</sup> “NGI (2015) Compaction assessment of a depleting shallow chalk reservoir, De Wijk compaction and subsidence study, NGI 20130660-01-R 13” & “NGI (2014) De Wijk Phase 2: Compaction assessment of a depleting shallow chalk reservoir, 2D axisymmetric FE-analysis, 20130660-02-R 6.”