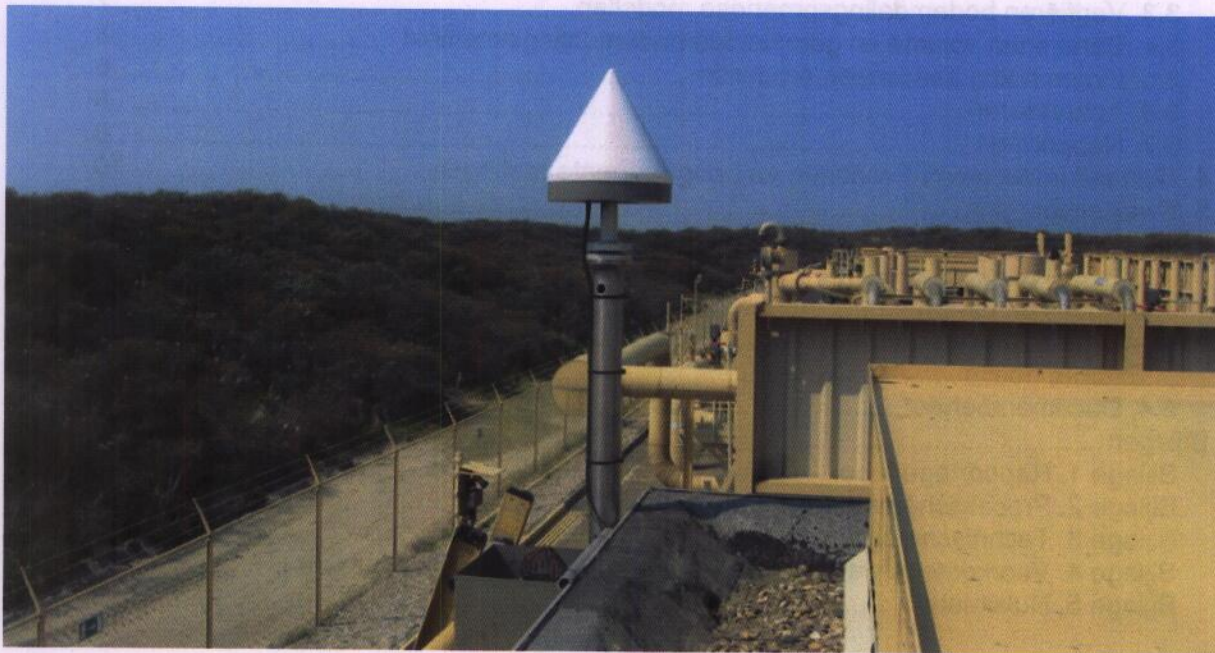


Meet- en regelprotocol Winning Waddenzeegas vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen



Status Final for submission
Datum 22 januari 2007
Opdrachtgever Nederlandse Aardolie Maatschappij BV
Referentie EP200612202112

Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
2. Meet- en regelcyclus en beheersproces dalingssnelheid.....	4
3. Beschrijving Meet- en regelcyclus	6
3.1. Meten	6
3.2. Analyseren Meetgegevens	7
3.3. Verifiëren bodemdalingsprognose modellen.....	7
3.4. Berekenen volume en gemiddelde bodemdalingssnelheid	8
3.5. Indien nodig aanpassen productie.....	8
3.6. Actualiseren	8
3.7. Rapportage	9
4. Signaalfunctie (semi-) continue en hoogfrequente metingen	10
5. Kwaliteitsborging	11
5.1. NAM milieuzorg volgens ISO 14001	11
5.2. HAK Team.....	11
5.3. Audits en reviews	12
Interne audits en reviews.....	12
Externe audits	12
5.4. Documentbeheer.....	13
Bijlagen	14
Bijlage 1. Rapportage tabel	14
Bijlage 2. Processchema.....	16
Bijlage 3. Technische bijlage bij het Meet- en regelprotocol	17
Bijlage 4. Voorkomens waarop Meet- en regelprotocol van toepassing is	19
Bijlage 5. Nulsituatie.....	20

1. Inleiding

Ten behoeve van de gaswinning vanaf de mijnbouwlocaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen heeft de minister van Economische Zaken ingestemd met het winningsplan Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen (kenmerk: ET/EM/6047343 d.d. 26 juni 2006). Dit winningsplan heeft betrekking op de voorkomens zoals vermeld in bijlage 4.

In de voorschriften behorend bij voornoemd winningplan is ten aanzien van het opstellen van een Meet- en regelprotocol het volgende opgenomen:

Artikel 3

NAM werkt ruim voor aanvang van de winning een Meet- en regelprotocol uit ten genoegen van de Inspecteur-generaal der Mijnen volgens de opzet zoals aangegeven in het winningplan.

In dit protocol wordt onder meer voorzien in een vergelijking van de bodemdalingmetingen met de drukdaling in het reservoir en aangrenzende aquifers.

Rapportage momenten worden in het protocol aangegeven.

Artikel 5

De winning zal worden uitgevoerd overeenkomstig het uitgewerkte meet- en regelprotocol.

In de passende beoordeling behorend bij het Rijksprojectbesluit is de volgende bepaling opgenomen:

'(...) De initiatiefnemer werkt in detail uit hoe de jaarlijkse volumetoename, ofwel de gemiddelde dalingssnelheid per kombergingsgebied, wordt vastgesteld en wat daarbij de nauwkeurigheid is. De initiatiefnemer vergelijkt de gemiddelde daling met de vastgestelde grenzen voor de dalingssnelheden en beschrijft hoe het productieprofiel van de betreffende velden bij benadering van de grenzen aangepast zal worden. De initiatiefnemer moet in haar (jaarlijkse) rapportage aantonen dat de werkelijke bodemdaling binnen de vastgestelde grenzen van de gebruiksruimte gebleven is en zal blijven. De verantwoording voor deze meet- en regelcyclus ligt bij de initiatiefnemer en wordt als nadere uitwerking van art. 24, lid 1, onder r (Mijnbouwbesluit) in een protocol vastgelegd. (...)'¹

Dit protocol geeft invulling aan voornoemde voorschriften en beschrijft de uitgewerkte Meet- en regelcyclus en de rapportagemomenten van de relevante gegevens en methodieken. In bijlage 3, de Technische Bijlage "Modellering bodemdaling & beheersing bodemdalingssnelheid Waddenzee", worden de technische details beschreven.

¹ Rijksprojectbesluit, Bijlage 3. Gaswinning binnen Randvoorwaarden – Passende beoordeling van het rijksprojectbesluit over de aardgaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen, 20 januari 2006', pag. 115

2. Meet- en regelcyclus en beheersproces dalingssnelheid

De in het winningsplan beschreven Meet- en regelcyclus is de kern van het beheersproces van de bodemdalingssnelheid (S) door gaswinning in de Waddenzee. Het doel van dit beheersproces is om zorg te dragen en aan te tonen dat de belasting (B) door de bodemdalingssnelheid (gemiddeld over 6 jaar; voortschrijdend, symmetrisch) ten gevolge van de gaswinning vanaf bovengenoemde locaties en de bestaande winningen, binnen de gebruiksruimte (G) van de kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag blijft en zal blijven ($B < G$)². Binnen de gestelde gebruiksruimte zal NAM zorgdragen voor een doelmatige winning. Het beheersproces streeft tegelijkertijd naar een continue verbetering van de bodemdalingsprognoses. Door de cyclus regelmatig uit te voeren worden in de loop der tijd de prognoses steeds geverifieerd en geactualiseerd. In het beheersproces is een bewakingsfunctie ingebouwd met semi-continue hoogfrequente GPS-hoogtemetingen. Met het beheersproces, dat deel uitmaakt van het bedrijfsvoeringssysteem van NAM (ISO 14001 gecertificeerd), wordt gewaarborgd dat de belasting binnen de gebruiksruimte zal blijven.

Hieronder volgen de definities van enkele begrippen, zoals vastgelegd in het Rijksprojectbesluit, die hierbij van belang zijn:

M: Onder het meegroeivermogen (M) wordt het natuurlijke vermogen verstaan van het betreffende kombergingsgebied om de relatieve zeespiegelstijging op lange termijn (19 jaar) bij te houden terwijl het geomorfologisch evenwicht en de sedimentbalans in stand blijven.

Het lange termijn meegroeivermogen M is in het Rijksprojectbesluit ex artikel 2.3 vastgelegd:

Pinkegat M = 6 mm/jaar

Zoutkamperlaag M = 5 mm/jaar

Z: Snelheid van de autonome relatieve zeespiegelstijging.

Z(J) is de snelheid aan begin van kalenderjaar J van de relatieve zeespiegelstijging volgens het scenario vastgelegd in Bijlage 3, hoofdstuk 4.7, van de passende beoordeling behorend bij het Rijksprojectbesluit. Overeenkomstig artikel 13 van het Winningsplan Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen vindt een herziening van de veilige gebruiksruimte (G) plaats vóór 2011 en vervolgens 5-jaarlijks.

S: Bodemdalingssnelheid ten gevolge van de gasproductie, gemiddeld over de oppervlakte van het kombergingsgebied.

B: De belasting B is de bodemdalingssnelheid S gemiddeld over 6 jaar (voortschrijdend gemiddeld, symmetrisch).

Op 1 januari van kalenderjaar J:

$$B(J) = [S(J-3) + S(J-2) + S(J-1) + S(J) + S(J+1) + S(J+2)] / 6 \text{ mm/jaar}$$

G: Gebruiksruimte die beschikbaar is voor belasting ten gevolge van de gasproductie.

² Rijksprojectbesluit, bijlage 3. Gaswinning binnen Randvoorwaarden – Passende beoordeling van het rijksprojectbesluit over de aardgaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen, 20 januari 2006

De gebruikruimte G is het meegroeivermogen M, verminderd met de belasting van dat meegroeivermogen door (autonome) relatieve zeespiegelstijging Z.

Derhalve geldt voor de gebruikruimte G voor de kombergingsgebieden aan het begin van kalenderjaar J:

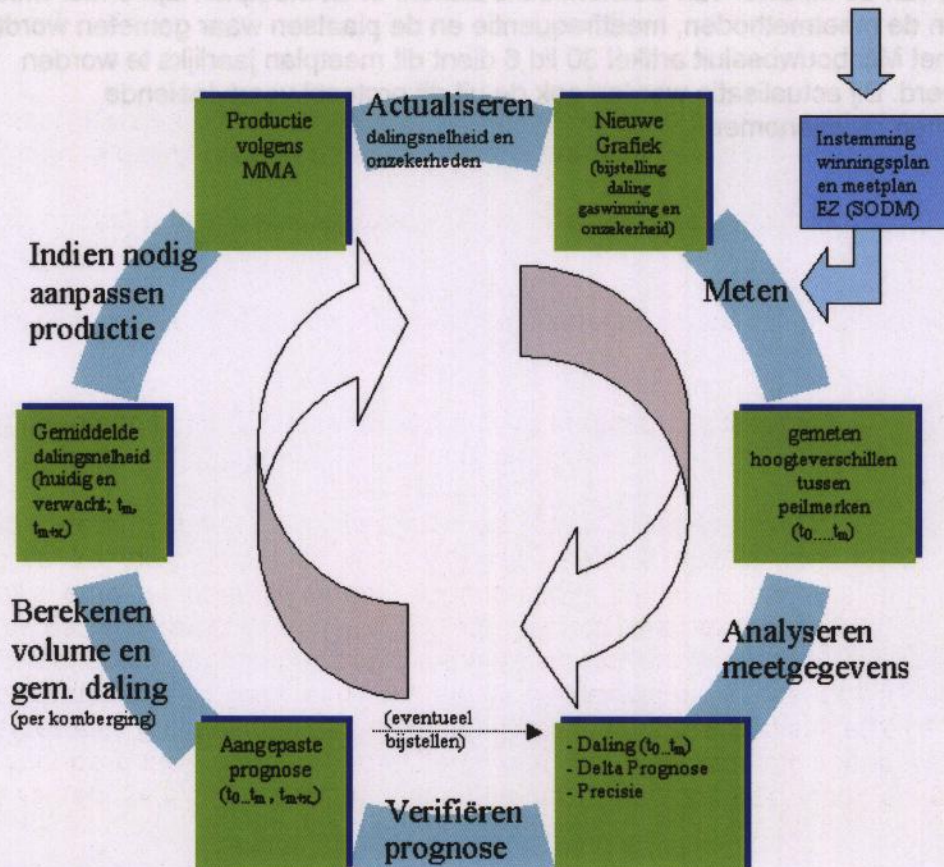
Pinkegat	$G(J) = 6 - Z(J)$	mm/jaar
Zoutkamperlaag	$G(J) = 5 - Z(J)$	mm/jaar

Meetplan

Naast het winningsplan is er ook een actueel meetplan waddenzegebied met instemming van de Minister van Economische Zaken. In dit Meetplan zijn onder meer aangegeven de meetmethoden, meetfrequentie en de plaatsen waar gemeten wordt. Op grond van het Mijnbouwbesluit artikel 30 lid 6 dient dit meetplan jaarlijks te worden geactualiseerd. Bij actualisatie worden ook de uit dit protocol voortvloeiende meetbehoeften meegenomen.

3. Beschrijving Meet- en regelcyclus

Doelstelling is enerzijds de continue verbetering van de (MMA) bodemdalingsprognoses van het winningsplan (verkleining van de onzekerheden) en anderzijds zorg dragen dat de belasting door de bodemdaling steeds binnen de gebruiksruimte blijft. De doelstelling wordt gerealiseerd met de jaarlijks te doorlopen meet- en regelcyclus, met de 6 deelprocessen, schematisch weergegeven in onderstaande figuur. Startpunt zijn de MMA prognoses en onzekerheden, beschreven in het winningsplan, en de meetinspanning zoals vastgelegd in het meetplan.



Figuur 1. Meet- en regelcyclus

Hierna volgt een beschrijving van de verschillende onderdelen van de meet- en regelcyclus.

3.1. Meten

Vlakdekkende metingen

- Jaarlijks zal een (actualisatie van het) Meetplan worden ingediend ter instemming door de minister van Economische Zaken. Hierin worden zowel de ruimtelijke bedekking van meetpunten als ook de frequentie van

de metingen en de meettechnieken beschreven. De meetinspanning zal onder meer worden afgestemd op het geprognosticeerde verschil G-B voor de komende jaren. De meetinspanning zal toenemen naarmate G-B kleiner wordt waarbij in overleg met SodM tot vlakdekkend meten van de dan in productie zijnde velden overgegaan kan worden, om zodoende een optimale inspanning te plegen om onzekerheden te reduceren.

- Hoogteverschilmetingen zullen worden uitgevoerd conform de nauwkeurigheidseisen die gelden voor 2^e orde waterpassingen, zoals beschreven in de door RWS gepubliceerde "Specificaties van de doorgaande waterpassing instandhouding NAP-net". De hierin vermelde normen voor de relatieve meetprecisie gelden ook voor GPS metingen.
- Een beschrijving van de toegepaste meettechnieken en een nauwkeurighedsbeschouwing worden opgenomen in zowel het Meetplan als de rapportage op basis van het Meetplan.

Reservoir monitoring

- Druk en productievolume metingen worden aan de putmond van de putten in de betreffende Waddenzeegasvelden gemeten. Hiermee kan de druk op reservoir niveau worden berekend. Rapportage van de meetgegevens van de velden Nes, Moddergat, Lauwersoog-C, -West en -Oost en Vierhuizen-Oost zal maandelijks plaatsvinden.
- Indien er gegronde redenen voor zijn, zullen in de relevante putten op reservoir niveau drukmetingen worden uitgevoerd waarbij de put is ingesloten.

3.2. Analyseren Meetgegevens

- NAM zal de vlakdekkende metingen analyseren in ruimte en tijd. Op basis van de historische hoogteverschilmetingen en het geomechanische prognose model zal een integrale vereffening in ruimte en tijd plaatsvinden, waarbij op de meetpunten de afwijkingen ten opzichte van de input prognose en de daarbij behorende precisie berekend zullen worden. In hoofdstuk A1.2 van de technische bijlage wordt het analyseren van meetgegevens beschreven.

3.3. Verifiëren bodemdalingsprognose modellen

- Als onderdeel van de Meet- en regelcyclus worden de reservoir (gas en aquifer) simulatiemodellen gekalibreerd.
- De geomechanische bodemdalingsmodellen van de velden waarvan de bodemdalingskom zich uitstrekt onder de kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag (bijlage 4) worden d.m.v. inversie van de integraal vereffende peilmerkdalingen in tijd, en reservoirdruk- en gasproductiedata gekalibreerd. In hoofdstuk A1.3 van de technische bijlage wordt de kalibratie van de modellen beschreven.

3.4. Berekenen volume en gemiddelde bodemdalingssnelheid

- Met behulp van het gekalibreerde geomechanische bodemdalingsmodel worden per voorkomen het tot dusver ten gevolge van de gasproductie opgetreden bodemdalingvolume en de onzekerheid daarvan berekend. Hierbij zullen ook nieuwe inzichten uit analoge velden worden meegenomen.
- Vervolgens zal de in de toekomst te verwachten bodemdaling op basis van het productieprofiel worden bepaald. Door de volumetoename te delen door het kombergingsoppervlak wordt de gemiddelde bodemdalingssnelheid $S(J)$ per kombergingsgebied bepaald (mm/jr).
- De belasting B (verwachtingswaarde) wordt bepaald door het 6-jaarlijks voortschrijdend gemiddelde van S te nemen.

Als basis voor de oppervlaktebepaling gelden de GIS files van de grenzen van de kombergingsgebieden die door RIKZ aan NAM zijn geleverd (Ref. Mulder, H.P.J, ABW-RIKZ). Deze grenzen zijn door RIKZ voor de Bodemdalingstudie Waddenzee 2004 toegepast³. Hierbij zijn de oppervlakten voor respectievelijk de kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag (exact) $60 \cdot 10^6 \text{ m}^2$ en $148 \cdot 10^6 \text{ m}^2$. De grenzen met daaruit voorkomende oppervlakten van de kombergingsgebieden zullen in 2011 worden herzien.

In hoofdstuk A1.4 van de technische bijlage wordt de berekening van volume en gemiddelde bodemdalingssnelheid beschreven.

3.5. Indien nodig aanpassen productie

- Indien uit de (bijgestelde) prognose blijkt dat bij voortzetting van de productie volgens het geldende productieprofiel het 6-jarig voortschrijdend gemiddelde van de verwachtingswaarde van de dalingssnelheid (de belasting B) de voor gaswinning beschikbare gebruiksruimte (G) zal overschrijden, dan wordt de productie aangepast naar een gewijzigd profiel waarbij deze overschrijding niet optreedt. Uiteraard zal NAM in deze situaties onverwijld het bevoegd gezag verwittigen en de te nemen preventieve maatregelen kenbaar maken. Rapportage van het gewijzigde productie profiel zal als onderdeel van de Meet- en regelcyclus rapportage plaats vinden vóór 1 mei (concept vóór 1 april).

3.6. Actualiseren

Op basis van de verkregen inzichten zullen gerealiseerde en geprognoseerde bodemdalingssnelheid voor de kombergingsgebieden

³ Bodemdalingstudie Waddenzee 2004 – Vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd. Rapport RIKZ / 2004.025.

Pinkegat en Zoutkamperlaag worden bijgesteld. Het bevoegd gezag zal over een bijstelling worden geïnformeerd als onderdeel van de Rapportage van de Meet- en regelcyclus en op basis van voortschrijdend inzicht zal het meetplan worden geactualiseerd. Het beheersproces dalingsssnelheid Waddenzee bestaat uit het regelmatig doorlopen van deze cyclus.

3.7. Rapportage

Een tabel met het rapportageoverzicht is gegeven in bijlage 1.

In bijlage 5 is de nulsituatie beschreven.

4. Signaalfunctie (semi-) continue en hoogfrequente metingen

Als bewakingsysteem vinden er continue bodemdalingmetingen plaats met behulp van GPS nabij de locaties AME-1 en Moddergat. Deze continue GPS metingen hebben een signaalfunctie. Indien lokale dalingssnelheden de geprognosticeerde waarden te ver overschrijden, zullen in overleg met Staatstoezicht op de Mijnen, voldoende snel aanvullende vlakdekkende metingen uitgevoerd worden. Dit zal met name op land gebeuren.

De nauwkeurigheid van de met continue GPS bepaalde bodemdalingssnelheid is, met name in de opstartfase, afhankelijk van de meetduur. Gedurende het eerste jaar van meten zal de gerapporteerde dalingssnelheid vergezeld gaan van een maandelijks geactualiseerde onzekerheidswaarde (2σ).

- Indien de maandelijks gerapporteerde bodemdalingstrend van de continue GPS metingen aangeeft dat de lokale daling groter is dan de ter plaatse voorspelde bodemdaling inclusief onzekerheid (2σ), dan volgt een validatie van de invoerparameters van de bodemdalingberekeningen. Blijken de invoerparameters correct, dan zal binnen twee maanden een "grove" vlakdekkende meting op land rond het betreffende GPS station tot buiten de bodemdalingsschotel worden uitgevoerd ter controle van de door GPS aangegeven bodemdaling. De analyseresultaten van deze metingen zullen binnen de kortst mogelijke termijn en uiterlijk één maand na het uitvoeren van de metingen worden gerapporteerd aan SodM.
- Indien, op één van de genoemde locaties, ook de uit de "grove" vlakdekkende meting afgeleide locale daling de geprognosticeerde bodemdalingssnelheid significant overschrijdt (2σ van de vlakdekkende meting), dan zal in overleg met SodM een fijnmazige vlakdekkende meting op land plaats vinden. Hiermee zal een tussentijdse Meet- en regelcyclus worden opgestart. De analyseresultaten van de vlakdekkende meting zullen twee maanden na voltooiing van de metingen aan SodM worden gerapporteerd. De resultaten van het volledig doorlopen van de Meet- en regelcyclus zullen binnen 8 maanden na GPS signalering met, indien noodzakelijk, een aangepast productie profiel worden gerapporteerd.

Maandelijks zullen de gemeten dalingssnelheden en de daarbij behorende precisie van de continue GPS metingen op de locaties AME-1 en Moddergat gerapporteerd worden. Voor de berekening van de dalingssnelheid zullen minimaal 3 referentie stations gebruikt worden. Ter controle op verstoring zal de onderlinge hoogte relatie tussen GPS antennes en nabijgelegen hoogtebouten jaarlijks worden gecontroleerd.

5. Kwaliteitsborging

5.1. NAM milieuzorg volgens ISO 14001

Bij de NAM is milieuzorg volledig geïntegreerd in het bedrijfsvoeringssysteem. Het bedrijfsvoeringssysteem is voornamelijk gericht op de aantoonbare beheersing van de bedrijfsprocessen. Voor elk bedrijfsproces is een op risico's (waaronder risico's voor het milieu) gebaseerd raamwerk van beheersmaatregelen opgesteld (Process Management System). Voor elk proces is een Proces Eigenaar benoemd, die intern de naleving van de betreffende regelgeving bewaakt.

Het milieuzorgsysteem van de NAM is sinds 1996 gecertificeerd volgens de norm NEN-EN ISO 14001. Het milieuzorgsysteem staat voor een systematische beheersing van de milieuaspecten die een bepaalde mate van risico met zich meebrengen. Verstoring van bodem en ondergrond, incl. bodemdaling, is door de NAM onderkend als een belangrijk milieuaspect, waarvoor procedures, werkinstructies en voorliggend Meet- en regelprotocol zijn opgesteld.

5.2. HAK Team

De productie van de velden Nes, Moddergat, Lauwersoog-C, -West & -Oost en Vierhuizen-Oost volgt de standaard NAM bedrijfsvoering. Echter, om het nieuwe aspect "Hand aan de Kraan" (HAK) te managen is een speciale "task force" (HAK team) geformeerd, dat zich bezig houdt met het Meet- en regelproces en de rapportage hierover.

Bij de activiteiten in dit Meet- en regelprotocol zijn NAM medewerkers betrokken uit de Asset-organisaties Land en Southern North Sea (SNS), met ondersteuning vanuit de afdelingen Geodesie, Geomechanics, Legal en Production Services.

De mijnbouwwerken Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen zijn in beheer bij de Asset Land. De Asset Leader Land is eindverantwoordelijke voor de juiste uitvoering van het Meet- en regelprotocol.

Het opzetten en kalibreren van reservoir simulatie modellen en aanleveren van reservoir druk depletie data voor de geomechanische modellering wordt uitgevoerd door reservoir ingenieurs in Asset Land. Het Ameland reservoir simulatie model wordt gekalibreerd door reservoir ingenieurs in Asset Southern North Sea (SNS).

Het meten van de opgetreden bodemdaling valt onder de verantwoordelijkheid van de afdeling Geodesie. Geomechanische modellering en het uitvoeren van de bodemdalingprognoses met bijbehorende bodemdalingssnelheden worden uitgevoerd door het Geomechanics Team. Zij leveren ook informatie betreffende druk depletie in de aquifers, verkregen d.m.v. inversie m.b.v. gemeten bodemdaling aan reservoir ingenieurs. Deze data worden, naast de gemeten druk en productie data, gebruikt voor de kalibratie van reservoir simulatiemodellen.

Bijlage 2 toont het NAM interne organisatieschema van het managen van het HAK proces.

5.3. Audits en reviews

Het auditsysteem is trapsgewijs opgebouwd en bestaat uit interne en externe audits.

Interne audits en reviews

Bij interne audits wordt nagegaan of het bedrijfsvoeringssysteem werkt zoals het bedoeld is. Deze periodieke controle vindt plaats door:

- Systeemaudits door Shell Internal Audit met betrokkenheid van de NAM op bijvoorbeeld de EPBM processen EP.18 Manage Geomatics (incl. bodemdalingmetingen en prognoses), EP.71 Produce Hydrocarbons , EP.60 (FDP) en EP.73 (Well & Reservoir Surveillance).
- Het controleren van de werking en kwaliteit van het opgestelde Meet- en regelprotocol door middel van "peer reviews" op iedere stap van de meet- en de regelcyclus zoals weergegeven in figuur 1 van hoofdstuk 3. Met betrekking tot de verificatie van de bodemdalingsprognose modellen wordt opgemerkt dat hierin ook Shell Research als expertise centrum wordt betrokken.
- Interne ISO-14001 milieuzorgaudits (EMS audits), waarbij onder andere het functioneren van de verschillende elementen van het milieuzorgsysteem en de werking van de procedures, werkinstructies en meetprotocollen wordt gecontroleerd.

Externe audits

Externe audits worden door onafhankelijke en gekwalificeerde instellingen uitgevoerd. Deze audits vinden plaats in het kader van ISO 14001 en in het kader van de toezichthoudende taak door SodM.

Om het ISO14001 certificaat te behouden wordt elk jaar een audit uitgevoerd door een extern bedrijf. Het geïdentificeerde milieu-aspect bodemdaling en de beheersing hiervan kan deel uitmaken van deze audit.

Binnen NAM wordt gebruik gemaakt van de 'Corporate Audit findings and follow up database (Fountain)'. Deze database is in het beheer bij de Governance, Risk and Assurance afdeling. In dit systeem worden de volgende kwaliteitsregistraties geregistreerd:

- Audit (meer)jarenplan EP Europe
- Overzicht correctieve en preventieve acties n.a.v. audits.

5.4. Documentbeheer

De documenten die relevant zijn in het kader van de monitoring van bodemdaling worden conform het 'Document Management Policy Statement' op de volgende plaatsen beheerd:

- *Business Controlling Documents* (interne regelgeving)
Deze zijn onderdeel van het Corporate Management Systeem en zijn opgeslagen in de applicatie "Livelihood+AHA" in een afgeschermd omgeving (read only).
- *Business Records* (Plannen, meetresultaten, etc.)
Deze actuele bedrijfsvoeringdocumenten zijn opgeslagen in "Livelihood".

In onderstaande tabel zijn de relevante documenten en operationele registraties opgenomen en is de bewaarplaats aangegeven.

Tabel Relevante documenten en Registraties

Registratie	Bewaarplaats	Vastgelegd in
Winningsplan	Livelihood	EP.04.PR.04 Aanvraag en beheer van project of inrichtingsvergunning-NL
Meetplan	Livelihood	EP.04.PR.04 Aanvraag en beheer van project of inrichtingsvergunning-NL
Productiedata	Medea	EP.74
Meetregister	Livelihood	EP.18
Prognosemodellen	Livelihood	Meet- en regelprotocol/Bijlage