

RESTRICTED

Energie
Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht
Postbus 80015
3508 TA Utrechtwww.tno.nlT +31 88 866 42 56
F +31 88 866 44 75**TNO-rapport****TNO 2015 R10885****Meegroeivermogenoets Waddenzee**

Datum	26 juni 2015
Auteur(s)	Karin van Thienen-Visser
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	15 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	-
Opdrachtgever	
Projectnaam	F1 -Bodembeweging
Projectnummer	060.14108/01.07.02

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2015 TNO

RESTRICTED

Managementuittreksel

Conform het Rijksprojectbesluit “Gaswinning Waddenzee” [1] produceert de NAM sinds 2007 gas van onder de Waddenzee, in het bijzonder uit de diepe ondergrond onder de kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag. Conform dit besluit is in het winningsplan Wadden I [2] als voorwaarde voor winning opgenomen dat het tempo van bodemdaling en relatieve zeespiegelstijging het Meegroeivermogen van de kombergingsgebieden niet mag overschrijden. Dit is vastgelegd in de zogenaamde Hand aan de Kraan procedure [3].

De betreffende mijnbouwonderneming dient voorafgaand aan en gedurende de winning aan te tonen dat de prognose van het dalingstempo (de Belasting B) binnen de vastgestelde veilige gebruiksruijme (G) blijft ($B < G$). De NAM voert hiertoe jaarlijks een Meegroeivermogenoets uit [4]. In [1] is vastgelegd dat in deze toets een periode van 6 jaar wordt gehanteerd.

Om vast te stellen of $B < G$ behalve voor de prognoses ook voor de realisatie, dient eenzelfde Meegroeivermogenoets te worden uitgevoerd voor een periode van 19 jaar. De keuze voor een periode van 19 jaar is gebaseerd op het optreden van een dominante sedimentatiecyclus met een periodiciteit van 18,5 jaar in de Waddenzee [1 en referenties daarin].

Op verzoek van het Ministerie van Economische Zaken en het Staatstoezicht op de Mijnen heeft TNO de 19jr-meegroeivermogenoets uitgevoerd. TNO is per veld uitgegaan van de door de NAM gerealiseerde productie in de periode 2007 – 2010 en de door de NAM voorgestelde productieprofielen [2,5,6] voor de periode 2011 – 2021.

De 19jr-meegroeivermogenoets heeft als uitkomst dat de wettelijk bepaalde gebruiksruijme voor Pinkegat en Zoutkamperlaag niet overschreden is. Dit resultaat komt overeen met de resultaten van de 6jr-meegroeivermogenoets tot en met 2012 [4, 7].

Inhoudsopgave

	Managementuittreksel	2
1	Inleiding	4
2	Methodiek en parameters	5
2.1	Relatieve zeespiegelstijging	5
2.2	Bodemdalingsnelheid	5
3	19jr-meegroeivermogenstoets	7
4	Referenties	9
5	Ondertekening	10
	Bijlage(n)	
	A Begrippenlijst	
	B 6jr-meegroeivermogenstoets	
	C 19jr-meegroeivermogenstoets	

1 Inleiding

Conform het Rijksprojectbesluit “Gaswinning Waddenzee” [1] produceert de NAM sinds 2007 gas van onder de Waddenzee, in het bijzonder uit de diepe ondergrond onder de kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag. Conform dit besluit is in het winningsplan Wadden I [2] als voorwaarde voor winning opgenomen dat het tempo van bodemdaling en relatieve zeespiegelstijging het Meegroeivermogen van de kombergingsgebieden niet mag overschrijden. Dit is vastgelegd in de zogenaamde Hand aan de Kraan procedure [3].

De betreffende mijnbouwonderneming dient voorafgaand aan en gedurende de winning aan te tonen dat de prognose van het dalingstempo (de Belasting B) binnen de vastgestelde veilige gebruiksruijme (G) blijft ($B < G$). De NAM voert hiertoe jaarlijks een Meegroeivermogentoets uit [4]. In [1] is vastgelegd dat in deze toets een periode van 6 jaar wordt gehanteerd (hier: 6jr-meegroeivermogentoets).

Om vast te stellen of $B < G$ behalve voor de prognoses ook voor de realisatie geldt, dient eenzelfde Meegroeivermogentoets te worden uitgevoerd voor een periode van 19 jaar (hier: 19jr-meegroeivermogentoets). De keuze voor een periode van 19 jaar is gebaseerd op het optreden van een dominante sedimentatiecyclus met een periodiciteit van 18,5 jaar in de Waddenzee [1 en referenties daarin].

Op verzoek van het Ministerie van Economische Zaken en het Staatstoezicht op de Mijnen heeft TNO de 19jr-meegroeivermogentoets uitgevoerd. TNO is per veld uitgegaan van de door de NAM gerealiseerde productie in de periode 2007 – 2010 en de door de NAM voorgestelde productieprofielen [2,5,6] voor de periode 2011 – 2021.

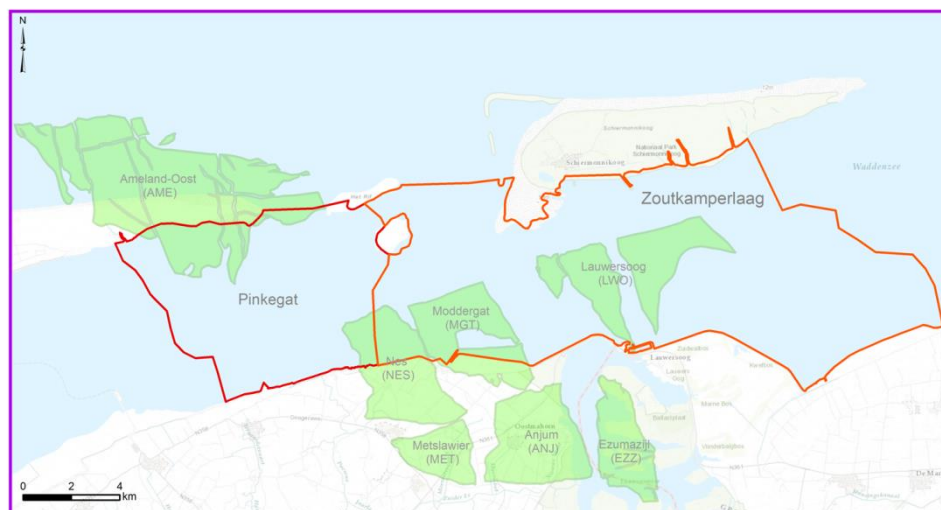
Indeling rapport

In hoofdstuk twee wordt de methodiek en de parameters van de 19jr-meegroeivermogentoets besproken. In hoofdstuk drie wordt de toets uitgevoerd en de resultaten ervan gepresenteerd.

2 Methodiek en parameters

In dit hoofdstuk wordt de methodiek en de parameters van de 19jr-meegroeivermogenstoets besproken.

De technische begrippen van de Hand aan de Kraan procedure, waarvan de 19jr-meegroeivermogenstoets onderdeel uitmaakt, zijn gedefinieerd in Appendix A. Appendix B zet de methodiek van de 6jr-meegroeivermogenstoets uiteen, conform de Passende Beoordeling bij het Rijksprojectbesluit [8]. Het scenario voor de relatieve zeespiegelstijging is aangepast volgens [9]. In appendix C wordt de methodiek van de 19jr-meegroeivermogenstoets uiteengezet.



Figuur 1. Uit [10]. De kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag en de gasvelden (in groen) waardoor bodemdaling in de kombergingen wordt veroorzaakt. Deze gasvelden zijn Ameland, Nes, Moddergat, Lauwersoog-Oost, -Centraal en -West, Metslawier, Anjum, Ezumazijl en Vierhuizen.

2.1 Relatieve zeespiegelstijging

De relatieve zeespiegelstijging wordt gemonitord aan de kust op zes locaties [11,12]. Voor de meetperiode 1891-2012 is voor de Nederlandse kust een relatieve zeespiegelstijging gemeten van gemiddeld 18.6 ± 1.5 cm/eeuw [11]. In [11,12] wordt opgemerkt dat analyse van de samengestelde meetreeks langs de Nederlandse kust tot op heden geen versnelling laat zien in de periode tot en met 2012 voor de relatieve zeespiegelstijging.

2.2 Bodemdalingssnelheid

In [7] is voor elk gasveld dat bodemdaling in de Waddenzee veroorzaakt (zie Figuur 1) een aantal dynamische en geomechanische scenario's doorgerekend. Hiermee worden prognoses van de bodemdaling gegeven, inclusief modelonzekerheid. De modelonzekerheid reflecteert deels de onzekerheid in het dynamische model en deels de onzekerheid in de parameters van het geomechanische model.

Verschillende dynamische scenario's worden gegeven door variaties op een basisscenario. Daarnaast zijn 3 geomechanische scenario's gedefinieerd. De bodemdalingssnelheid is berekend gemiddeld over de komberging. Hierbij is de ligging en het oppervlak van de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag (Figuur 1) hetzelfde verondersteld als in [7].

De variatie in dynamische scenario's behelst de hoeveelheid gas in een maagdelijk gasveld (Gas-Initially-In-Place GIIP), ondoorlatende breuken, extra putten en aquiferdepletie. In al deze gevallen verandert de compactie in het reservoir en daarmee ook de bodemdaling. Hoge waarden voor de GIIP leiden tot absoluut hogere waarden voor de compactie. Zolang de gasproductie relatief weinig fluctueert over de tijd, leidt dit niet tot verandering in de bodemdalingssnelheid. Dit scenario heeft hierdoor weinig effect op de gemiddelde bodemdalingssnelheid van de komberging. Voor de aanvang van productie is meestal onbekend of aquifers zullen meedepleteren met het gasveld. Dit heeft een grote invloed op de compactie en de uitgestrektheid van de bodemdalingsskom. De aanwezigheid van ondoorlatende breuken zorgt voor compartimentalisatie. Daardoor concentreert de compactie en ook bodemdaling zich in een kleiner gebied. Dat kan invloed hebben, afhankelijk van welk deel van de komberging bodemdaling ondervindt. Productie uit extra putten vergroot de compactiesnelheid en, daardoor, de bodemdalingssnelheid.

Tabel 1. Overzicht van aantal dynamische en geomechanische scenario's voor elk veld, alsook het totaal aantal scenario's (dynamische x geomechanisch).

Veld	Dynamische scenario's	Geomechanische scenario's	Totaal aantal scenario's
Ameland	2	3	6
Anjum	1	3	3
Ezumazijl	1	3	3
Lauwersoog Oost	1	3	3
Lauwersoog West	1	3	3
Lauwersoog Centraal	1	3	3
Metslawier	1	3	3
Moddergat	5	3	15
Nes	4	3	12
Vierhuizen	1	3	3

Voor Moddergat zijn 5 dynamische scenario's meegenomen en voor Nes 4 (zie [7] voor meer detail). In totaal zijn er 45 scenario's (Tabel 1). Om alle mogelijke varianten te krijgen worden combinaties gemaakt van scenario's voor de verschillende gasvelden. Dit zijn $(6 \times 3 \times 3 \times 3 \times 15 \times 12 \times 3 =)$ 87,480 varianten voor de bodemdalingssnelheid $S(j)$. Deze varianten passen voor de periode tot 2008 (Friesland/Groningen)/2009 (Ameland) binnen de onzekerheid van de bodemdalingmetingen en geven prognoses voor de periode na 2008/2009. In deze studie is aangenomen dat de variatie in bodemdaling na 2008/2009 tot 2012 door de meegenomen onzekerheid van de ondergrondse modellen binnen de bandbreedte van de 87,480 varianten valt.

3 19jr-meegroeivermogenstoets

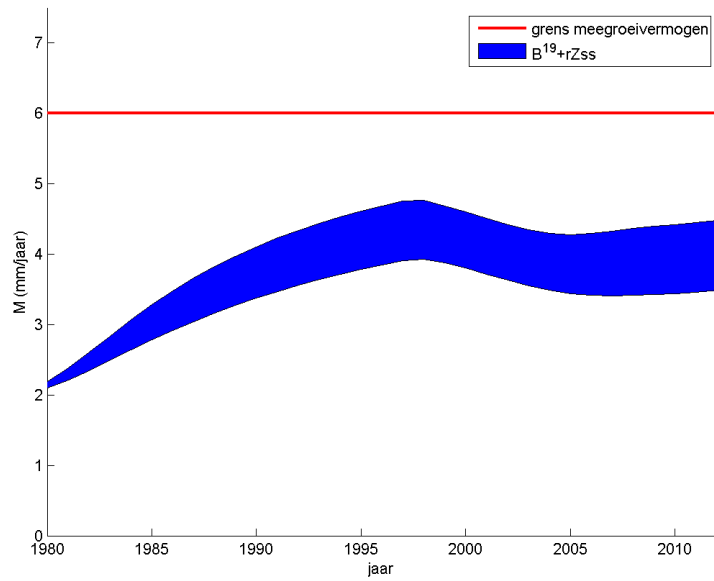
In dit Hoofdstuk wordt de 19jr-meegroeivermogenstoets uitgevoerd en de resultaten ervan gepresenteerd.

De 19jr-toets is de combinatie van de methodiek (Appendix C) met de invoerparameters (Hoofdstuk 2). Het resultaat is gepresenteerd in Figuur 2 en Figuur 3. Deze laat per jaar de variatie in de berekende belasting, inclusief geobserveerde relatieve zeespiegelstijging zien. De gaswinning bij Ameland (vanaf 1986) domineert het resultaat in de komberging Pinkegat (Figuur 2). De komberging Zoutkamperlaag (Figuur 3) wordt pas sinds 2007 substantieel beïnvloed door gaswinning.

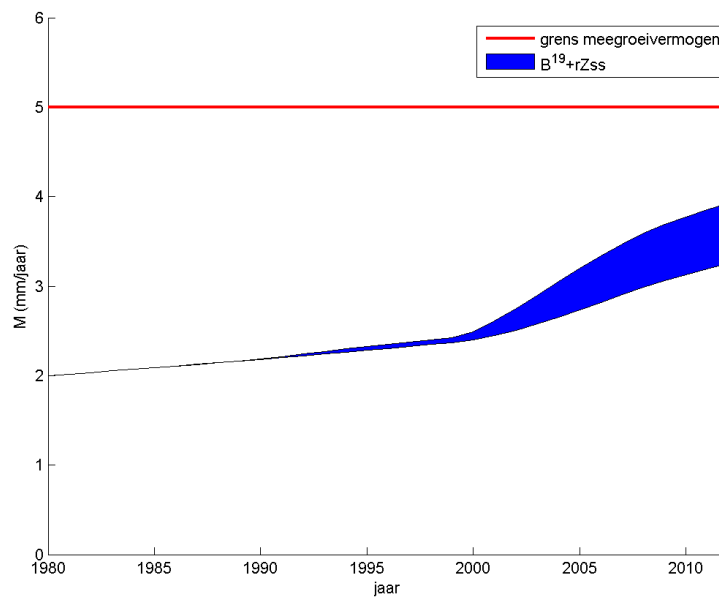
De 19jr-meegroeivermogenstoets tot en met 2012 geeft aan dat de wettelijk vastgelegde grenzen van het Meegroeivermogen voor Pinkegat en Zoutkamperlaag niet zijn overschreden, zie ook Tabel 2. Deze resultaten komen overeen met de resultaten van de 6jr-meegroeivermogenstoets tot en met 2012 [4, 7].

Tabel 2. Resultaat 19jr-meegroeivermogenstoets tot en met 2012

Komberging	Aantal varianten dat het Meegroeivermogen overschrijdt
Pinkegat	0
Zoutkamperlaag	0



Figuur 2. Resultaat van de 19jr-meegroeivermogenstoets voor Pinkegat. De grens van het Meegroeivermogen (vastgesteld op 6 mm/jaar) wordt niet overschreden door de belasting inclusief de relatieve zeespiegelstijging ($B^{19}+rZss$) in de periode 1980 tot en met 2012.



Figuur 3. Resultaat van de 19jr-meegroeivermogenstoets voor Zoutkamperlaag. De grens van het Meegroeivermogen (vastgesteld op 5 mm/jaar) wordt niet overschreden door de belasting inclusief de relatieve zeespiegelstijging ($B^{19}+rZss$) in de periode 1980 tot en met 2012.

4 Referenties

- [1] Rijksprojectbesluit Gaswinning onder de Waddenzee vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen, Ministerie van Economische Zaken, 2006.
- [2] Wijziging Winningsplan Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen 2011, rev. 30-09-2011, NAM.
- [3] Gaswinning Moddergat, Lauwersoog, Vierhuizen: Actualisering meet-en regelprotocol n.a.v. wijziging winningsplannen 2011, NAM rapport met kenmerk EP200612202112, 2012.
- [4] Gaswinning Moddergat/Lauwersoog/Vierhuizen: Technische bijlage (bijlage 3) behorend bij het geactualiseerde Meet- en Regelprotocol d.d. 1 juli 2012. NAM rapport, kenmerk EP201201210803, 2012.
- [5] Wijziging Winningsplan Ameland 2011, rev. 30-09-2011, NAM.
- [6] Wijziging Winningsplan Anjum 2011, rev. 30-09-2011, NAM.
- [7] Muntendam-Bos, A.G., Breunese, J., van Thienen-Visser, K., Peters, L., Juez-Larré, J. Toetsing van de belasting op de gebruiksruimte in de kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag door bodemdaling ten gevolge van gaswinning onder de Waddenzee. TNO rapport TNO-060-UT-2011-02035/C, 16 maart 2012.
- [8] Gaswinning binnen Randvoorwaarden, Passende Beoordeling van het rijksprojectbesluit gaswinning onder de Waddenzee vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen (Bijlage 3). Ministerie van Economische Zaken, 20 januari 2006.
- [9] Breunese, J.N., van Wirdum, G. en Muntendam-Bos, A.G., Advies actualisering beleidsscenario zeespiegelstijging voor bepaling gebruiksruimte voor gaswinning onder de Waddenzee vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen, 7 januari 2011, kenmerk AGE 11-10.044.
- [10] Van Thienen-Visser, K., Muntendam-Bos, A.G., Breunese, J.N. Subsidence due to gas production in the Wadden Sea: How to ensure no harm will be done by nature. ARMA 15-098. 49th US Rock Mechanics/Geomechanics Symposium, San Fransisco, USA, 28 June-1 July.
- [11] CBS, PBL, Wageningen UR (2013). Zeespiegelstand langs de Nederlandse kust en mondiaal, 1891-2012 (indicator 0229, versie 08, 24 september 2013). www.compendiumvoordeleefomgeving.nl. CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR Wageningen.
- [12] Dillingh, D., Baart, F., de Ronde, J. G., 2010. Deltares rapport 1201993-002. Definitie zeespiegelstijging voor bepaling suppletiebehoefte – rekenmodel t.b.v. handhaven kustfundament.

5 Ondertekening

Utrecht, 26 juni 2015

TNO

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.

I.C. Kroon
Afdelingshoofd

Karin van Thienen-Visser
Auteur

A Begrippenlijst

Aquifer

Watervoerende laag, hier in contact met het gasveld.

Autonome bodemdaling

Daling van de ondergrond ten gevolge van natuurlijke processen.

Bestaande gasvelden

Geïdentificeerde ondergrondse structuren waarvan – middels proefboringen – is vastgesteld dat ze gasvoerend zijn. Hier wordt de term specifiek gebruikt voor de relevante gasvelden die al in productie zijn (Ameland, Groningen, Blija, Anjum).

Bodemdaling

Daling van de bodem als gevolg van samendrukking van de gasvoerende laag door de gaswinning (drukdaling). (Bodemdaling treedt ook op door autonome effecten in de diepe ondergrond en door bijv. onttrekking van grondwater.)

Compactie

Samendrukking: hier gebruikt voor het samendrukken van het gasvoerende reservoirgesteente ten gevolge van de drukkaling door gasonttrekking.

Gaswinning

Het scheiden van gas uit het mengsel van gas, water en condensaat dat middels productieborings onder hoge druk uit de grond wordt onttrokken.

Gebruiksruimte

Het verschil tussen het meegroeivermogen van een kombergingsgebied en de relatieve Zeespiegelstijging (rZSS). Dit verschil is de ruimte die te gebruiken is (na middeling over 6 jaar;voortschrijdend gemiddeld, symmetrisch) voor menselijke activiteiten, die zandhonger genereren. Zoals bijvoorbeeld bodemdaling veroorzaakt door gaswinning.

Geomorfologisch evenwicht (m.b.t. de Waddenzee):

De duurzame aanwezigheid van sedimentatie- en erosieprocessen, waarbij de verschillende geomorfologische elementen, zoals geulen en platen met een verschillende diepteligging, binnen dezelfde variatiebreedte als de afgelopen 100 jaar in stand blijven.

Kombergingsgebied

Het stroomgebied behorende bij één zeegat, begrensd door de dijk of kwelder of supragetijde zandplaat aan de vastelandzijde en eilandzijde en door de wantijen van de aangrenzende kombergingsgebieden. Als gevolg van de getijdenwisselingen van de Noordzee stromen de kombergingsgebieden tijdens vloed vol tot hoogwater, waarna dit getijdewater er weer uitloopt tijdens eb tot laagwater.

Meegroeivermogen (van een kombergingsgebied)

Het natuurlijke vermogen van een kombergingsgebied, uitgedrukt in mm/jaar over het hele gebied, om de relatieve zeespiegelstijging (rZSS) op lange termijn bij te houden terwijl het geomorfologisch evenwicht en de sediment balans in stand blijven.

Relatieve zeespiegelstijging (rZSS)

De som van de stijgsnelheid van de zeespiegel en de daalsnelheid van de ondergrond, waarbij geen rekening is gehouden met erosie en sedimentatie.

Reservoir

Geïdentificeerde ondergrondse structuur die gasvoerend is (=gasveld).

Rpb

Afkorting Rijksprojectbesluit.

rZSS

Relatieve zeespiegelstijging.

Zeespiegelstijging

De lange termijn stijging van de gemiddelde zeespiegel: voor Nederland hangt deze op langere termijnen samen met de mondiale zeespiegelstijging.

B 6jr-meegroeivermogenstoets

De 6jr-meegroeivermogenstoets is uiteengezet in de Passende Beoordeling bij het Rijksprojectbesluit [2]. De hiernavolgende tekst is overgenomen uit deze Passende beoordeling (blz 109-112).

Gebruiksruimte voor inpassen bodemdaling t.g.v. voorgenomen gaswinning

In deze paragraaf wordt de synthese gegeven van die elementen in de vorm van een eenduidig 'recept, op basis waarvan kan worden getoetst, of voorgenomen gaswinning kan worden toegestaan binnen de voorwaarden van de Vogel- en Habitatrichtlijn. Dit 'recept' is alleen project-specifiek in die zin, dat voor de twee kombergingsgebieden waarop de gaswinning volgens het Rijksprojectbesluit invloed heeft, te weten Pinkegat en Zoutkamperlaag, de gebruiksruimte is bepaald.

Meegroeivermogen per komberging

Het meegroeivermogen M wordt uitgedrukt in termen van de equivalente rZ_{ss} :

Pinkegat $M = 6$ mm/jaar

Zoutkamperlaag $M = 5$ mm/jaar

Scenario snelheid relatieve zeespiegelstijging

Het gekozen scenario voor de snelheid van de relatieve zeespiegelstijging (Z) is gedefinieerd in twee perioden. De eerste periode is gebaseerd op de historische metingen en beslaat de periode 2007 tot 2016, de tweede periode is een richtscenario voor de zeespiegelstijging, waarbij uitgegaan is van een versnelling van de zeespiegelstijging vanaf 2016 (conform het TNO-AGE advies AGE 11-10.044).

2007 tot 2016: $Z(j) = Z(2007) + (j-2007) \cdot A_1$
 met $Z(2007) = 2,484$ mm/jaar
 en $A_1 = 0,018$ mm/(jaar)²

m. i. v. 2016 $Z(j) = Z(2016) + (j-2016) \cdot A_2$
 met $A_2 = 0,119$ mm/(jaar)²

De waarden voor $Z(j)$ gelden aan het begin van het kalenderjaar j . De coëfficiënten A_1 en A_2 representeren acceleratie in de zeespiegelstijging.

Het scenario 'm. i. v. 2011' wordt tot 1.1.2011 beschouwd als een richtscenario.

Per die datum zal op grond van de dan bestaande informatie en inzichten over het gedrag van de zeespiegel het scenario voor (tenminste) de dan komende 5 jaar wordt vastgesteld, alsmede een nieuw richtscenario voor de periode daarna, etc.

Gebruiksruimte

De gebruiksruimte G is gedefinieerd als het meegroeivermogen (M), verminderd met de belasting van dat meegroeivermogen door (autonome) relatieve zeespiegelstijging:

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

De waarden voor $G(J)$ gelden aan het begin van het kalenderjaar J .

Criterion beoordeling inpassing bodemdaling t.g.v. gaswinning

De verwachting voor de bodemdalingsnelheid - gemiddeld over een kombergingsgebied - wordt gegeven in een tijdreeks op jaarbasis: $S(J)$ met $J = J_{start}, \dots, J_{start}+n$. J_{start} is het kalenderjaar van productiestart en n geeft de lengte in jaren van de prognose aan sinds het kalenderjaar van productiestart. De elementen uit die reeks zijn jaargemiddelden, die worden toegewezen aan het midden van het betreffende kalenderjaar.

In de eerder in dit rapport gegeven redenering rond het sediment-invangend vermogen van kombergingen is aangegeven, dat het bovengenoemde meegroeivermogen van een komberging geldt op een tijdschaal van 19 jaar of langer. **Voor de initiatiefnemer is dit teruggebracht naar een periode van 6 jaar.** Daarmee in lijn moet worden beoordeeld (**voortschrijdend gemiddeld, symmetrisch**), welke invloed de bodemdaling ten gevolge van gaswinning op diezelfde tijdschaal heeft. Gedefinieerd wordt de belasting B als de bodemdalingsnelheid gemiddeld over een tijdvak van 6 jaren.

$$B(J) = [S(J-3) + S(J-2) + S(J-1) + S(J) + S(J+1) + S(J+2)] / 6$$

De waarde voor $B(J)$ geldt aan het begin van het kalenderjaar J .
 De eis voor inpasbaarheid van bodemdaling t.g.v. gaswinning in een gegeven komberging is dan:

$$B(J) < G(J)$$

C 19jr-meegroeivermogenstoets

In deze appendix wordt de 19jr-meegroeivermogenstoets gedefinieerd. Deze toets kijkt naar de realisatie, in dit geval in de periode 2007 tot 2012.

Meegroeivermogen per komberging

Het meegroeivermogen M wordt uitgedrukt in termen van de equivalente rZ_{ss} :

Pinkegat $M = 6$ mm/jaar

Zoutkamperlaag $M = 5$ mm/jaar

Scenario snelheid relatieve zeespiegelstijging

Het gekozen scenario voor de snelheid van de relatieve zeespiegelstijging (Z) is gebaseerd op de historische metingen en beslaat de periode 2007 tot 2012.

Gebruiksruimte

De gebruiksruimte G is gedefinieerd als het meegroeivermogen (M), verminderd met de belasting van dat meegroeivermogen door (autonome) relatieve zeespiegelstijging:

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

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

De waarden voor $G(J)$ gelden aan het begin van het kalenderjaar J .

Criterium beoordeling inpassing bodemdaling t.g.v. gaswinning

De verwachting voor de bodemdalingssnelheid - gemiddeld over een kombergingsgebied - wordt gegeven in een tijdreeks op jaarbasis: $S(J)$ met $J = J_{start}, \dots, J_{start}+n$. J_{start} is het kalenderjaar van productiestart en n geeft de lengte in jaren van de prognose aan sinds het kalenderjaar van productiestart. De elementen uit die reeks zijn jaargemiddelden, die worden toegewezen aan het midden van het betreffende kalenderjaar.

In de eerder in dit rapport gegeven redenering rond het sediment-invangend vermogen van kombergingen is aangegeven, dat het bovengenoemde meegroeivermogen van een komberging geldt op een tijdschaal van 19 jaar of langer. Gedefinieerd wordt de belasting B^{19} als de bodemdalingssnelheid gemiddeld over een tijdvak van 19 jaren.

$$B^{19}(j) = [S(j-9) + S(j-8) + \dots + S(j) + S(j+1) + \dots + S(j+8) + S(j+9)] / 19$$

De waarde voor $B^{19}(J)$ geldt aan het begin van het kalenderjaar J . Hier wordt gekozen om een gemiddelde over een tijdvak van 19 jaar te nemen, waarbij 9 jaar achteruit wordt gekeken en 9 jaar vooruit. Dit komt overeen met de operationele toets, met als verschil dat deze over 6 jaar is gedefinieerd. De belasting in 2012 wordt dan gegeven door de belasting van 2003 tot 2021.

De toets voor inpasbaarheid van bodemdaling t.g.v. gaswinning in een gegeven komberging is dan:

$$B^{19}(J) < G(J)$$