Aanvraag Instemming Winningsplan

Q16-Charlie Noord (Q16-CharlieN)

Winningsvergunning Q16bc Diep

Aan:

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Directie Energie & Omgeving
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Door:

Oranje-Nassau Energie B.V.

Parnassusweg 815
1082 LZ Amsterdam
Ref: 20171030_WiPl_RV/PT1
Datum: 27 november 2017

ORANJE-NASSAU ENERGIE

Samenvatting

Dit document betreft een nieuw winningsplan voor het aardgasvoorkomen Q16-Charlie Noord (Q16-CharlieN). Oranje-Nassau Energie B.V. (ONE) heeft het plan in 2018 een tweede put te boren vanaf de bestaande mijnbouwlocatie Q16-Maas.

In dit document wordt ingegaan op de manier waarop het gas gewonnen wordt, de geologie en de eigenschappen van het ondergrondse gasvoorkomen en de voorspelde productiehoeveelheden, de mate van bodemdaling en het risico op aardbevingen.

ONE hoopt 129-560 miljoen Nm^3 aardgas te winnen over de periode 2018-2022 uit het Q16-CharlieN aardgasvoorkomen.

Er wordt een uiteindelijke bodemdaling van maximaal 2.9 cm verwacht op het diepste punt van de bodemdalingskom. De daadwerkelijke bodemdaling wordt gemonitord via een meetnet van ONE op basis van een meetplan. Het meetplan en de analyse van de meetgegevens worden beoordeeld door Staatstoezicht op de Mijnen.

Het seismische risico wordt in de laagste categorie ingeschaald (categorie I) met een verwaarloosbare kans. Het daadwerkelijk optreden van bodemtrillingen wordt gemonitord via het KNMI-meetnet.

Het winningsplan behoeft de instemming van de Minister van Economische Zaken en Klimaat. Op de voorbereiding van dit instemmingsbesluit is de uniforme openbare voorbereidingsprocedure van toepassing. Dat betekent onder andere dat iedereen zienswijzen naar voren kan brengen op het ontwerpbesluit van de minister. Op het definitieve besluit van de Minister is beroep mogelijk bij de afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State.

Voor zowel bodemdaling als bodemtrillingen wordt geen schade verwacht. Mochten omwonenden toch een effect of schade ondervinden, dan kan dat gemeld worden bij ONE, of bij het Landelijk Loket Mijnbouwschade.

Inhoudsopgave

Samenvatting 2
Inhoudsopgave 3
Lijst van Figuren 5
Lijst van Tabellen 5
Formulier aanvraag instemming winningsplan 6
1 Inleiding 8
1.1 Doel van het Winningsplan 8
1.2 Leeswijzer 8
2 Plaats van winning 10
2.1 Voorkomens in dit winningsplan 10
2.2 Overzicht ligging voorkomens en putten 10
2.3 Schematische weergave gas-behandeling en afvoer 11
3 Boringen 12
3.1 Inleiding: Algemene beschrijving van een put 12
3.2 Overzicht boringen in het voorkomen 13
3.3 Schematische voorstelling putverbuizing(en) 14
3.4 Plaats/wijze waarop koolwaterstoffen in verbuizing treden 15
3.5 Putbehandelingen 15
4 Ondergrond 16
4.1 Inleiding – opsporing en voorspellingen 16
4.2 Geologie van het voorkomen 17
4.2.1 Reservoirformaties en afsluitende la(a)g(en) 17
4.2.2 Structuur 18
4.2.3 Bron koolwaterstoffen 18
4.2.4 Geologische doorsnede van voorkomen 19
4.3 Gesteente-eigenschappen van de bovenliggende lagen 19
4.4 Andere gebruiksmogelijkheden van de ondergrond 20
5 Ontwikkelingsvooruitzichten 21
5.1 Inleiding 21
5.2 Historische productie en productie-gedrag 21
5.3 Onzekerheden 21
5.4 Winningsstrategie & reservoir management 21
5.5 Verwachte winningssnelheid 21
5.6 Duur van de winning 22
5.7 Jaarlijks eigengebruik bij winning 22

5.8 Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakkelde koolwaterstoffen 22
5.9 Gassamenstelling en stoffen die jaarlijks worden meegeproduceerd 23
5.10 Jaarlijks bij winning terug te brengen delfstoffen en andere stoffen 23
6 Bodemdaling 24
6.1 Inleiding 24
6.1.1 Gaswinning 24
6.1.2 De oorzaken van bodemdaling 24
6.1.3 Autonome bodemdaling 25
6.1.4 Meten en voorspellen van bodemdaling 25
6.2 Bodemdalingsmodel & historische bodemdaling 25
6.3 Bodemdalingsvooruitzichten en onzekerheid 27
6.4 Monitoring van bodemdaling 31
6.5 Mogelijke gevolgen van de verwachte bodemdaling 31
6.6 Maatregelen om gevolgen van bodemdaling te voorkomen/beperken 32
7 Bodemtrilling 33
7.1 Inleiding 33
7.2 Historische bevingen in de voorkomens van dit winningsplan 33
7.3 Seismische Risico Analyse 33
7.4 Monitoring van bodemtrillingen 36
7.5 Mogelijke gevolgen van bevingen ten gevolge van gaswinning 36
7.5.1 Bevingsschade aan infrastructuur door gaswinning 36
7.5.2 Schade aan bouwwerken door bevingen ten gevolge van gaswinning 36
7.5.3 Schade aan natuur en milieu door bevingen van gaswinning 36
7.6 Maatregelen om gevolgen van bevingen te voorkomen/beperken 36
8 Overige omgevingsaspecten 37
8.1 Inleiding 37
8.2 Mijnbouwlocatie 'Q16-Maas' 37
8.3 Bodem / Grondwaterverontreiniging 38
8.4 Luchtverontreiniging 38
8.5 Oppervlaktewaterverontreiniging 39
8.6 Externe veiligheid 39
8.7 Natuur 39
9 Verklarend woordenlijst 40
10 Referenties 41
Bijlage 1 42
Vertrouwelijke Bijlage 2 43

Lijst van Figuren

Figuur 1: Overzicht van het Q16-CharlieN gasvoorkomen en relevante putten 10
Figuur 2: Luchtfoto van de Q16-Maas gasbehandelingsinstallatie (Q16-Maas plant) 11
Figuur 3: Schematische weergave van een generieke gasproductieput (niet op schaal) 12
Figuur 4: Schematische weergave van MSM-01 verbuizing en completering (niet op schaal) 14
Figuur 5: Belangrijkste structureel geologische elementen van Nederland 16
Figuur 6: Afzettingsmilieu van de Trias zandstenen 17
Figuur 7: Structureel model van Q16-CharlieN (en Q16-Maas) 18
Figuur 8: Seismische en geologisch doorsneden van Q16-CharlieN 19
Figuur 9: Productieverwachting en winningssnelheid van Q16-CharlieN 22
Figuur 10: Dalingsmetingen van alle meetpunten ten opzichte van Cm 0.031 1/GPa 26
Figuur 11: Dalingsmetingen van Mb0002 en alle Cm waarden 27
Figuur 12: Minimaal verwachte bodemdaling Q16-Maas en Q16-CharlieN in 2023 (Cm 0.031 1/GPa) . 28
Figuur 13: Verwachte bodemdaling Q16-Maas en Q16-CharlieN in 2023 (Cm 0.049 1/GPa) 29
Figuur 14: maximaal verwachte bodemdaling Q16-Maas en Q16-CharlieN in 2023 (Cm 0.077 1/GPa). 30
Figuur 15: maximaal verwachte bodemdaling van Q16-Maas, Q16-CharlieN en naburige velden 31
Figuur 16: Seismisch risico-beslisstructuur (Staatstoezicht op de mijnen, 2016) 33
Figuur 17: Weergave van de individuele breuklengten rond de potentieel gasvoerend segmenten 35
Figuur 18: Ligging Q16-Maas installatie ten opzichte van precaire gebieden 38

Lijst van Tabellen

Tabel 1: Status van de putten vanaf de Q16-Maas installatie 13
Tabel 2: Kans-klassen van reeds bevende voorkomens (TNO/KNMI, 2012) 34
Tabel 3: Parameters ter bepaling kans op aardbevingen Q16-CharlieN 34
Tabel 4: Ander gevolgen en vergunningen 37

Formulier aanvraag instemming winningsplan

Formulier aanvraag instemming winningsplan ex artikel 34 lid 1 Mijnbouwwet (MW) en artikel 24 Mijnbouwbesluit (MB).

Artikel	A	Onderwerp	Beschrijving
Mw 34 lid 1		Verzoek om instemming voor een nieuw winningsplan: **Q16bc-Diep Charlie-Noord** (afgekort Q16-CharlieN)	☐ een winningsplan voor voorkomens in het continentaal plat vanaf de 12 zeemijlszone ☑ een winningsplan voor voorkomens in Nederlands territoir tot 12 zeemijl
	A	**Algemene gegevens**	
	1.1	Naam indiener	Oranje-Nassau Energie B.V.
	1.2	Adres	Parnassusweg 815, 1082 LZ Amsterdam
	1.3	Contactpersoon	
	1.4	E-mail	@onebv.com
	1.5	Fax	
Mw 22	1.6	Indiener	☑ is uitvoerder conform artikel 22 MW en tezamen met onderstaande rechtspersonen houder van de vergunning: – Taqa Offshore B.V. – Energy-06 Investment B.V. ☐ is een ander te weten:
	2	Winningsvergunninggebied(en) Vergunningen verleend per 19 september 2012.	Q16bc-Diep (Vergunningsbesluit DGETM-EM/12080886)
Mw 34 lid 1; Mb 24 lid 1a	2.1	Voorkomen(s) koolwaterstoffen	Q16-CharlieN
Mb 24 lid 1a	2.2	Soort koolwaterstof die wordt gewonnen	☐ olie ☑ hoog calorisch gas ☐ Groningen kwaliteit gas ☐ laag calorisch gas ☐ zwavelhoudend gas ☑ condensaat
Mr 1.2.1 lid 3	3	Bestaande of nieuwe winning	☐ winningsplan voor reeds bestaande winning (inclusief voorziene uitbreiding) ☑ winningsplan voor nieuwe winning
Mw 38	4	Samenloop vergunningen Wet milieubeheer	☑ nee, productie vindt plaats op bestaande mijnbouwlocatie ☐ ja: te weten:

Artikel	B	Bedrijfs- en productie gegevens	Hoofdstuk
Mw 35 lid 1	1	Beknopte beschrijving van het winningsplan	1
Mw 35 lid 1c, Mb 24 lid 1c	1.1	Beknopte beschrijving van wijze van winning door middel van (een) mijnbouwwerk(en)	2
Mb 24 lid 1a, Mb 24 lid 1c	2	Geologische beschrijving van voorkomen(s)	4
Mb 24 lid 1a, Mb 24 lid 1b	2.1	Geologische doorsnede van het voorkomen	4.2
Mw 35 lid 1a, Mb 24 lid 1d	3	Overzicht ligging voorkomens en mijnbouwwerken	2.2
Mb 24 lid 1e, Mb 24 lid 1g	3.1	Situering mijnbouwwerken	2.3
Mb 24 lid 1e, Mb 24 lid 1f	4	Overzicht boringen in voorkomen(s)	3
Mb 24 lid 1g	4.1	Schematische voorstelling putverbuizing(en)	3.3
Mb 24 lid 1h	4.2	Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in verbuizing treden	3.3
Mb 24 lid 1ic	5	Productieontwikkelingsstrategie	5
Mb 24 lid 1ic	5.1	Productiefilosofie	5.4

Mb 24 lid 1ic	5.2	Reservoir management	5.4
Mw 35 lid 1a, Mw 35 lid 1d, Mb 24 lid 1a	5.3	Omvang winning (hoeveelheden per voorkomen/per jaar)	5.5
Mw 35, lid 1b	5.4	Duur van de winning (per voorkomen)	5.6
Mb 24 lid 1i	6	Stoffen die jaarlijks worden mee geproduceerd	5.9
Mb 24 lid 1i	7	Jaarlijks eigen gebruik bij winning	5.7
Mb 24 lid 1j	8	Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakkelde koolwaterstoffen	5.8
Mb 24 lid 1k	9	Jaarlijks bij winning in de ondergrond terug te brengen delfstoffen en andere stoffen	5.10
Mw 36 lid 1 sub b	10	Planmatig gebruik of beheer van delfstoffen, aardwarmte, andere natuurlijke rijkdommen, waaronder grondwater met het oog op de winning van drinkwater, of mogelijkheden tot het opslaan van stoffen	4.4
Mw 35 lid 1e, Mw 24 lid1l	11	Jaarlijkse kosten onderverdeeld in investeringen, onderhoud, bedrijfsvoering	Confidentiële bijlage
Mw 24 lid 1a	12	Verwachte samenstelling van de aanwezige koolwaterstoffen	

Artikel	**C**	**Gegevens inzake Bodemdaling & Bodemtrilling**	**Hoofdstuk**
Mw 35, lid 1f	1	Aard van de bodembeweging	6
Mb 24, lid 1m	2.1	Bodemdalingscontouren (uiteindelijk verwachte mate van bodemdaling)	6.2
Mb 24, lid 1n, Mb 24, lid 1o	2.2	Verloop bodemdaling in tijd en onzekerheid	6.3
Mb 24, lid 1p	3	Risicoanalyse bodemtrilling	7
Mb 24, lid 1q	4.1	Omvang en aard van de schade - Algemeen	6, 7
	4.2	Schade aan openbare infrastructuur door bodembeweging	7.5
	4.3	Schade aan bouwwerken door bodemtrillingen	7.5
	4.4	Schade aan natuur en milieu door bodemdaling	7.5
Mb 24, lid 1r	5	Maatregelen om bodembeweging te voorkomen / te beperken	7.6
Mb 24, lid 1s	6	Maatregelen die gevolgen van schade door bodembeweging beperken of voorkomen	6, 7

Ondertekening	
[redacted]	Datum:
Functie: Technisch Directeur	Plaats: Amsterdam
[redacted]	Datum:
Functie: C.F.O.	Plaats: Amsterdam

Bijlagen	1. Rapport Deltares: Bodemdaling en aardbevingsrisico Q16-Charlie-Noord, rapport nr. 11200728-002-SGS-0002, september 2017. 2. Kosten die gepaard gaan met gaswinning uit Q16-CharlieN (vertrouwelijk)

1 Inleiding

Dit is een aanvraag voor een nieuw winningsplan omtrent aardgasvoorkomen Charlie-Noord (Q16-CharlieN) in het winningsvergunningsgebied Q16bc-Diep.

1.1 Doel van het Winningsplan

Oranje-Nassau Energie B.V. (ONE) is voornemens om naar dit gasvoorkomen te boren middels de opsporingsboring Maasmond-01 (MSM-01). Wanneer koolwaterstoffen aangetroffen worden zullen deze middels dezelfde boring gewonnen worden.

ONE is houder van de winningsvergunning Q16bc-Diep (Vergunningsbesluit DGETM-EM/12080886) sinds 19 september 2012. Conform artikel 34 Mijnbouwwet (Mw) dient de winning van koolwaterstoffen te gebeuren overeenkomstig een winningsplan. In het Mijnbouwbesluit (Mb) is in artikel 24 aangegeven welke informatie het winningsplan moet bevatten. Voor het gasvoorkomen in Q16-CharlieN is nog niet eerder een winningsplan ingediend. In het vergunningsgebied Q16bc-Diep produceert ONE sinds 2014 het aardgasvoorkomen Q16-Maas vanaf de Q16-Maas behandelingsinstallatie. Hiervoor bestaat een goedgekeurd winningsplan.

De boring MSM-01 is gebaseerd op nieuwe inzichten over de aanwezigheid van koolwaterstoffen. De uitbreiding van de winning vereist een actualisatie van productie- en bodemdalingsvoorspellingen die gemaakt zijn voor het winningsplan Q16-Maas, en een nieuwe seismische risicoanalyse.

1.2 Leeswijzer

In dit document wordt ingegaan op de manier waarop het aardgas gewonnen wordt, de geologie en de eigenschappen van het ondergrondse aardgasvoorkomen en de voorspelde productiehoeveelheden, de mate van bodemdaling en het risico op aardbevingen. De cursief gedrukte stukken in de diverse hoofdstukken geven wat meer specialistische informatie. In het formulier voor de instemmingsaanvraag van dit winningsplan wordt per onderwerp aangegeven op welk artikel in de Mijnbouwwet, Mijnbouwbesluit en Mijnbouwregeling het onderwerp terug te voeren is en in welk hoofdstuk van dit document de uitleg hiervan te vinden is.

In het algemeen beschrijft dit document de volgende onderwerpen. In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de plaats en ligging van de winning en gasvoorkomens. In hoofdstuk 3 volgt een nadere uitleg van de relevante boringen voor dit document. In hoofdstuk 4 wordt dieper ingegaan op de geologie. In hoofdstuk 5 zal de productie van koolwaterstoffen uit Q16-CharlieN worden behandeld. Hoofdstuk 7 en 8 zullen ingaan op de verwachte bodemdaling en aardbevingsrisico's die met de productie gepaard gaan. Deze verwachtingen zijn gebaseerd op al eerdere gedane observatie van het naburige veld Q16-Maas die van de dezelfde Q16-Maas behandelingsinstallatie wordt geproduceerd als de geplande boring MSM-01. Achterin is een verklarende woordenlijst opgenomen.

De berekeningen en inschattingen worden gecontroleerd door Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) en de Technische Commissie Bodembeweging (TCBB). Betrokken overheden (provincie, gemeente(n), waterschap(pen)) brengen advies uit aan de Minister van Economische Zaken en Klimaat. Als laatste brengt de Mijnraad advies uit, gebaseerd op alle eerdere adviezen.

Dit winningsplan zal in ieder geval worden aangepast als de bodemdaling de prognose zoals in dit winningsplan beschreven overschrijdt, of als nieuwe inzichten tot een wijziging van de dalingsvoorspelling of seismische risicoanalyse leiden. Een dergelijke actualisatie vereist opnieuw de instemming van de Minister van Economische Zaken en Klimaat, waarvoor weer de uniforme openbare voorbereidingsprocedure wordt gevolgd, met advies van de eerdergenoemde adviseurs.

Als voorzien wordt dat de cumulatieve productie uit het voorkomen Q16-CharlieN gaat uitkomen boven de prognose van de uiteindelijke cumulatieve productie zoals in dit winningsplan beschreven, zal dit besproken worden met het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZ) en met SodM.

Eventuele toekomstige activiteiten op de mijnbouwlocatie (bijvoorbeeld compressie) of in het voorkomen (bijvoorbeeld extra putten) zullen de gangbare vergunningsprocedures volgen.

Een klein onderdeel van dit winningsplan wordt apart toegezonden aan EZ. Dit vertrouwelijke deel bevat bedrijfsgevoelige informatie en openbaarmaking kan ONE's concurrentiepositie in gevaar brengen. Dit onderdeel is daarom niet openbaar. Het onderdeel bevat informatie over de verwachte productiekosten en investeringskosten, alsmede concurrentiegevoelige details over de geplande put en gasvolumeberekeningen.

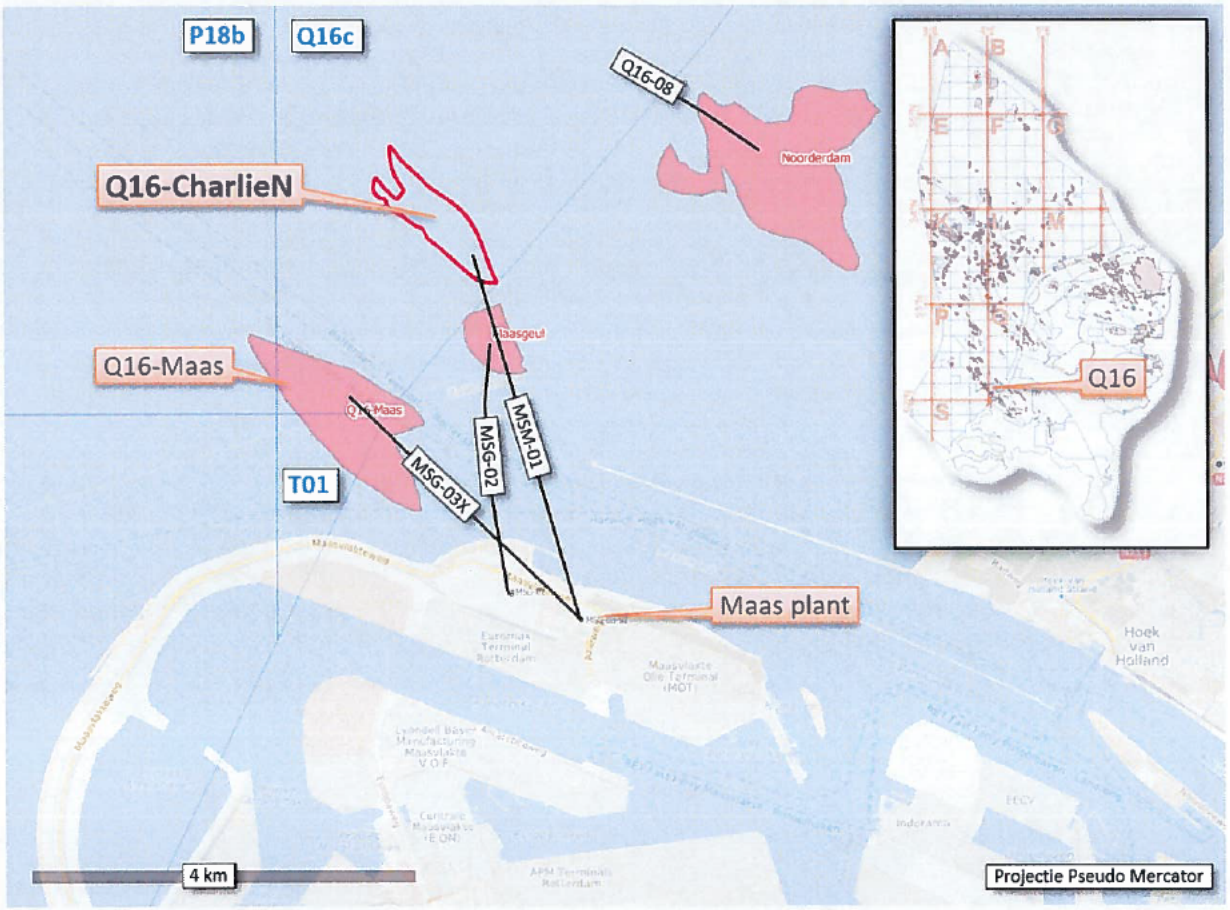
2 Plaats van winning

2.1 Voorkomens in dit winningsplan

Het Q16-CharlieN aardgasvoorkomen, dat aangeboord en geproduceerd gaat worden via de geplande opsporingsboring Maasmond-01 (MSM-01) in mei 2018, zal worden geproduceerd vanaf de Q16-Maas gasbehandelingsinstallatie. De gasreserves bevinden zich in het gesteente van de Hoofd Bontzandsteen Subgroep van de Onder Germaanse Trias groep. De winbare reserve wordt geschat op maximaal 559.5 miljoen Nm^3 gas. De verwachte aanvangsdatum van de aardgasproductie is 1 oktober 2018. De verwachte einddatum van de productie is uiterlijk in 2022.

2.2 Overzicht ligging voorkomens en putten

Het Q16-CharlieN aardgasvoorkomen bevindt zich op de zuidwestelijk rand van het West Nederlands Bekken op zo'n drie kilometer ten noorden van de 2e Maasvlakte (provincie Zuid-Holland). Het reeds producerende voorkomen Q16-Maas (boring MSG-03X uit 2011) wordt gewonnen via de Q16-Maas gasbehandelingsinstallatie en is actief sinds 2014. Figuur 1 laat de voorkomens en relevante putten zien op de kaart.



Figuur 1: Overzicht van het Q16-CharlieN gasvoorkomen en relevante putten

De richting van geplande put MSM-01 is gedevieerd naar het noordnoordwesten (NNW). De oppervlakte-locatie is op de Maasvlakte (zie bovenstaande kaart), het reservoir aanboringspunt bevindt zich op een diepte van ongeveer 2800 meter onder zeeniveau in de top van de structuur. Zoals de kaart weergeeft bevindt het geschatte gasvoorkomen zich geheel binnen de Q16bc-Diep winningsvergunning en onder het wateroppervlak van de Noordzee. Het Q16-CharlieN veld bevindt zich binnen de Nederlandse territoriale wateren.

2.3 Schematische weergave gas-behandeling en afvoer

De gasreserves in het Q16-CharlieN aardgasvoorkomen zullen geproduceerd worden door middel van één productieput (de geplande exploratie put MSM-01) naar de Q16-Maas gasbehandelingsinstallatie. Vanaf de Q16-Maas gasbehandelingsinstallatie zal het voorbehandelde aardgas, samen met het condensaat middels een pijpleiding geëxporteerd kunnen worden naar het GTS export netwerk. Wanneer de hoge gaskwaliteit toestaat om zowel propaan, butaan als condensaat te scheiden van het gas dan zal de evacuatie van het propaan en butaan per vrachtwagen vanaf de Q16-Maas gas-behandelingsinstallatie geschieden. Een en ander wordt gereguleerd in de omgevingsvergunning van de Q16-Maas gasbehandelingsinstallatie. De Q16-Maas gasbehandelingsinstallatie wordt bemenst en permanent gecontroleerd in de controlekamer ter plekke.

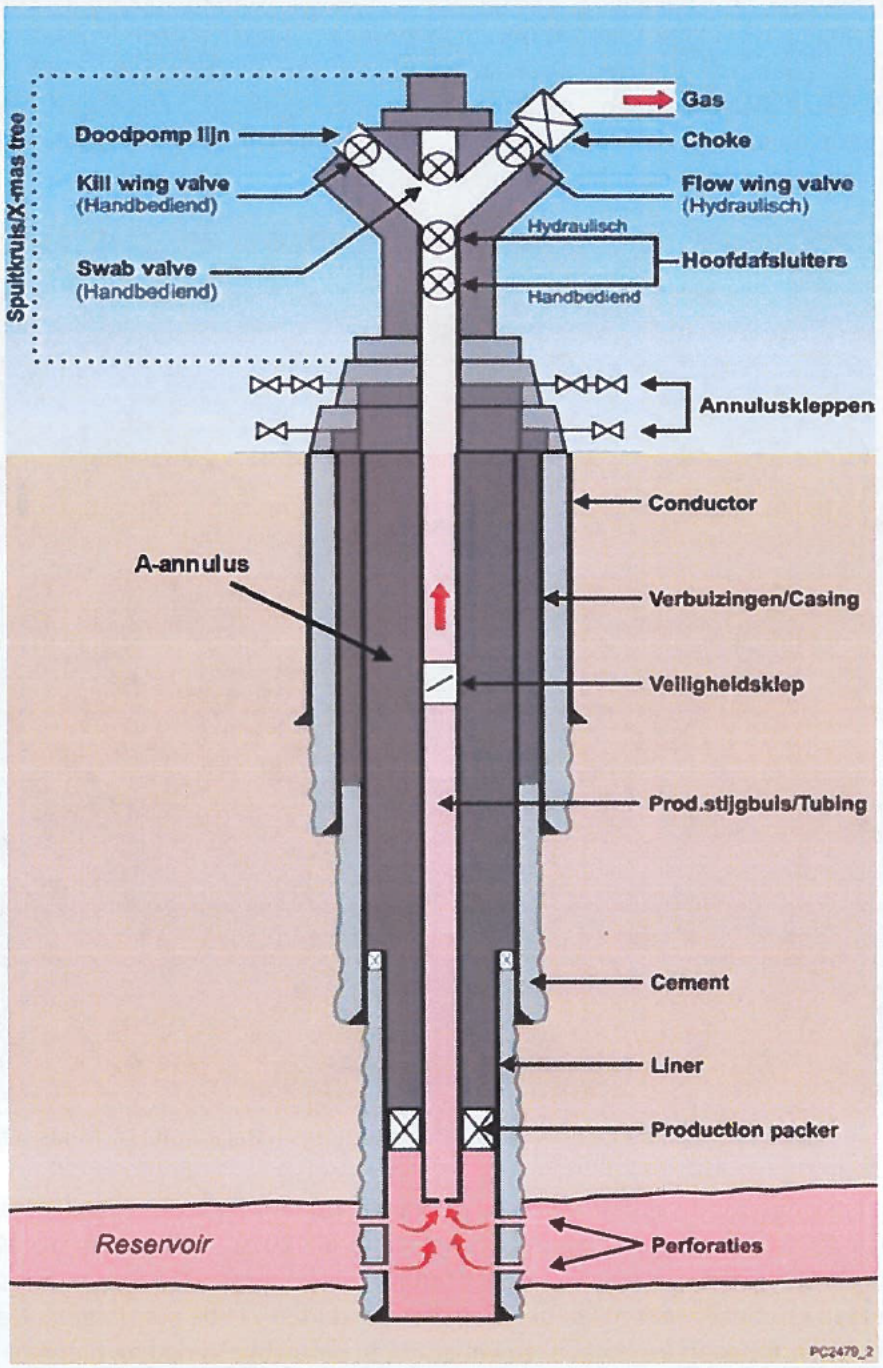
Figuur 2: Luchtfoto van de Q16-Maas gasbehandelingsinstallatie (Q16-Maas plant)

Op de kaart in Figuur 1 is de situering van de putlocatie op de Maasvlakte aangegeven. Figuur 2 is een luchtfoto van de Q16-Maas gasbehandelingsinstallatie uit 2016. Hierop is in de MSG-03X putmond aangegeven. De putmond van MSM-01 is net ten noorden hiervan. De droging en scheiding van gas, propaan, butaan en condensaat zullen plaatsvinden ten zuiden van de putmonden. De opslagtanks voor het condensaat en propaan en butaan, zowel als de toekomstige verlading hiervan, zijn te zien in het westen onder de vrachtwagens.

3 Boringen

3.1 Inleiding: Algemene beschrijving van een put

Figuur 3 is een schematische weergave van een gasproductieput. De belangrijkste onderdelen worden hier besproken.



Figuur 3: Schematische weergave van een generieke gasproductieput (niet op schaal)

Een boorgat bestaat uit een telescopisch gevormd gat, waarvan de diameter afneemt met de diepte. Het boorgat wordt verstevigd door middel van een metalen buis: een casing of verbuizing. De casing wordt in het boorgat vast gecementeerd. Hierdoor ontstaat een sterk en stabiel boorgat. Door het cement tussen het boorgat en de metalen verbuizing wordt voorkomen dat stroming van vloeistoffen optreedt tussen verschillende aardlagen via de ruimte tussen boorgatwand en verbuizingen. Tijdens het

boorproces wordt de sterkte van het cement steeds geverifieerd alvorens naar het volgende stadium van het boorproces te gaan. Over het algemeen zijn er meerdere verbuizingen binnen elkaar. Het laatste deel van de put bestaat meestal uit een zgn. liner: een metalen verbuizing die niet helemaal tot aan de oppervlakte gaat maar eindigt in de laatste casing. Ook de liner wordt vast gecementeerd in zowel de laatste metalen verbuizing als de boorgatwand.

De bovenste verbuizing (conductor) is extra zwaar uitgevoerd en dient behalve voor de stabiliteit ook als fundering voor de putafsluiters.

De diepte waarop een nieuwe buizenserie wordt aangebracht, hangt af van de diepte van het gat, de eigenschappen, de dikte en de druk van de vloeistoffen in de aardlagen. Nadat de laatste verbuizing is gecementeerd wordt de put afgewerkt.

Het aardgas wordt door een productiestijgbuis, ook well tubing genoemd, geproduceerd. De productiestijgbuis zit onderin de put vast met een productie packer aan de metalen verbuizing. De ruimte tussen de productiestijgbuis en de metalen verbuizing wordt A-annulus genoemd.

Er worden gaten geschoten in de metalen verbuizing tegenover het gasvoorkomen. Dit worden ook wel perforaties genoemd. Door deze gaten stroomt het gas van het aardgasvoorkomen de productieput in.

De put is voorzien van beveiligingskleppen, die met behulp van hydraulische druk kunnen worden geopend respectievelijk kunnen worden opengehouden en voorts (in noodgevallen) zijn/worden dicht gestuurd. In de put zijn de volgende beveiligingskleppen aanwezig:

- een ondergrondse veiligheidsklep in de productiestijgbuis van de put;
- er zijn twee hoofdafsluiters op het spuitkruis van de put (spuitkruis wordt ook wel de X-mas tree genoemd); de bovenste hoofdafsluiter wordt hydraulisch aangestuurd, de onderste hoofdafsluiter is handbediend.

De put heeft een aansluiting voor het doodpompen van de put, ook well Kill Wing Valve genoemd. Dit doodpompen kan in uitzonderingsgevallen nodig zijn bij reparatie of storing aan de put.

Tenslotte is een put voorzien van een choke (of knijpstuk) waarmee de productie verhoogd en verlaagd kan worden.

In het algemeen zullen in het spuitkruis en in de installatie op de gasbehandelingsinstallatie, meters aanwezig zijn waarmee druk, temperatuur, en gasstroomsnelheid gemeten kunnen worden

3.2 Overzicht boringen in het voorkomen

Boorgat MSM-01 is de enige put die in het Q16-CharlieN voorkomen wordt geboord. Na de completering zal de productie door deze put gaan. In de doorsnede van Figuur 8 is de situering van deze put weergegeven.

Locatie	Put	Jaar	Vorm	Formatie	Cumulatieve gas productie (*10^6Nm^3) Nov 2017	Status November 2017
Maasgeul-03	MSG-03X	2011	Gedevieerd	Bontzandsteen	575	Producerend
Maasmond-01	MSM-01	2018	Gedevieerd	Bontzandsteen	0	Gepland

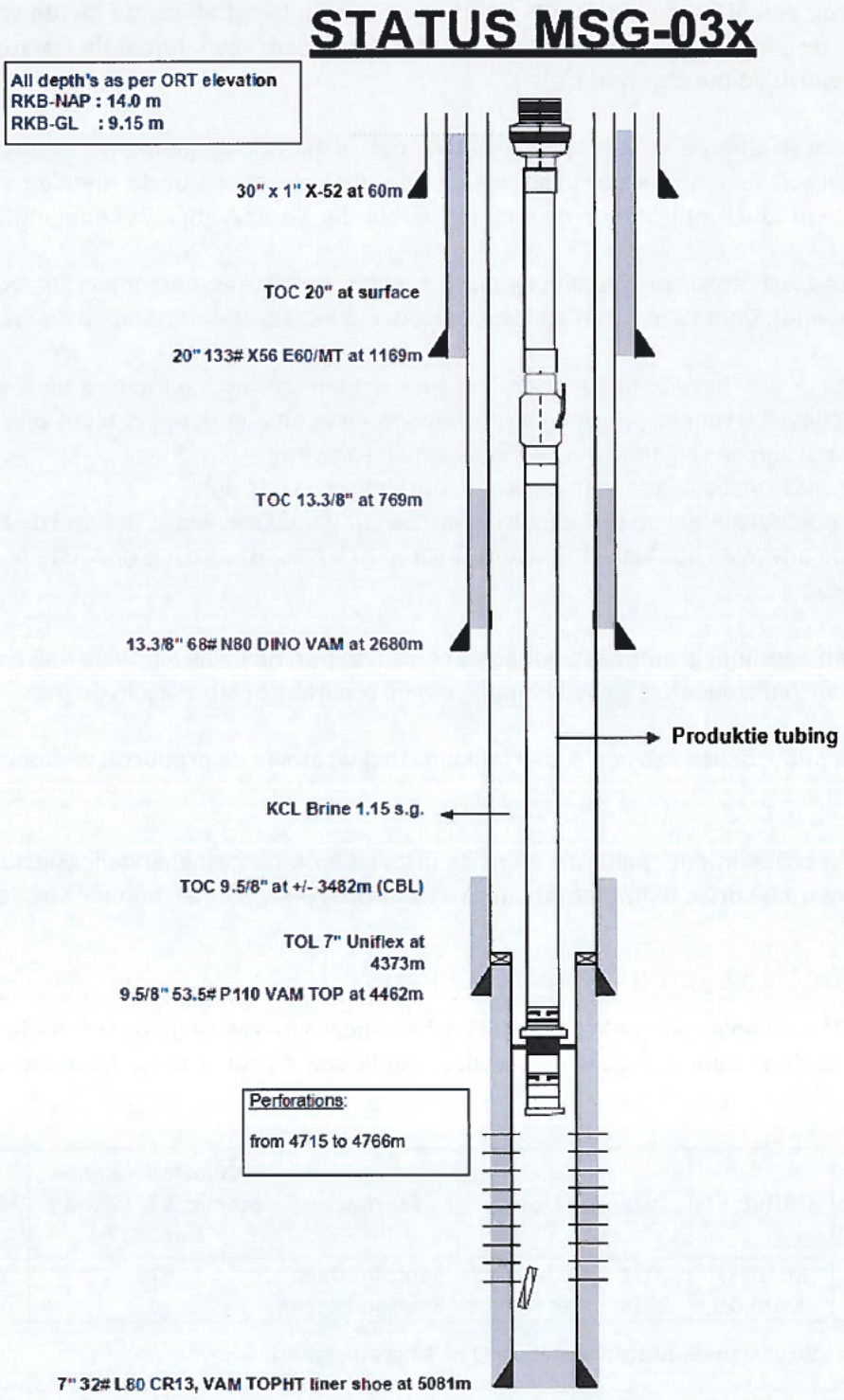
Tabel 1: Status van de putten vanaf de Q16-Maas installatie

Tabel 1 geeft een overzicht van de geboorde (en te boren) putten vanaf de Q16-Maas gasbehandelingsinstallatie. Het reservoirgesteente, de Bontzandsteen wordt in een later hoofdstuk besproken. Opsporingsboringen MSG-01 en MSG-02 zijn van een inmiddels verlaten plek geboord

ongeveer een kilometer ten westen van de huidige Q16Maas gasbehandelingsinstallatie. Gedevieerd in de bovenstaande tabel betekent dat de putten niet recht naar beneden (verticaal) maar scheef geboord zijn.

3.3 Schematische voorstelling putverbuizing(en)

De onderstaande schematische weergave is van de bestaande put MSG-03X waarmee het aardgasvoorkomen Q16-Maas is aangetoond. De schematische weergave van MSM-01 zal overeenkomen met MSG-03X, echter de exacte dieptes van de verschillende onderdelen kunnen iets verschillen.



Figuur 4: Schematische weergave van MSM-01 verbuizing en completering (niet op schaal)

De MSG-03 put is gecompleteerd in de Bontzandsteen (Trias). De MSM-01 zal gecompleteerd worden in dezelfde Bontzandsteenformatie.

3.4 Plaats/wijze waarop koolwaterstoffen in verbuizing treden

De verbuizing (zie schematische voorstelling Figuur 4) wordt door middel van explosieven opengeschoten ter hoogte van het reservoirgesteente. Dit noemt men completeren. Tijdens het produceren stroomt het gas vanuit het voorkomen door de perforaties de put binnen en door de productiestijgbuis omhoog.

3.5 Putbehandelingen

De verwachte gasproductiesnelheid van de Bontzandsteen reservoirs is ruim voldoende zoals aangetoond door de productie van MSG-03. Het is dus niet noodzakelijk geweest om deze put te stimuleren. Voor MSM-01 wordt hetzelfde verwacht.

Gedurende het leven van een put kan het voorkomen dat er aanslag (zgn. scaling, bijv. kalk of zout) optreedt aan de binnenkant van de verbuizing, en in de perforaties. Om deze scaling te verwijderen kan het voorkomen dat de put met zuur behandeld wordt. Dit is een routinehandeling, waarbij geen overdruk gebruikt wordt. Dit duurt ongeveer een dag, en wordt uitgevoerd door een kleine onderhoudsploeg (er is geen boortoren voor nodig).

Daarnaast kan het voorkomen dat er nieuwe perforaties gemaakt worden om een iets groter deel van de formatie met de put in communicatie brengen. Dit duurt ongeveer een dag of twee, en wordt uitgevoerd door een kleine onderhoudsploeg (er is hier ook geen boortoren nodig).

Tijdens het leven van de put kan het nodig zijn de diameter van de productiestijgbuis aan te passen, groter als de productiviteit van de formatie beter is dan verwacht, kleiner tegen het eind van het leven als de hoeveelheid condenswater toeneemt. Deze operatie gebeurt met een kleine installatie (een zgn. workover unit, geen boortoren).

Tenslotte zullen er gedurende de levensduur van een put diverse andere onderhoudshandelingen plaatsvinden aan verbuizingen, kleppen, etc.

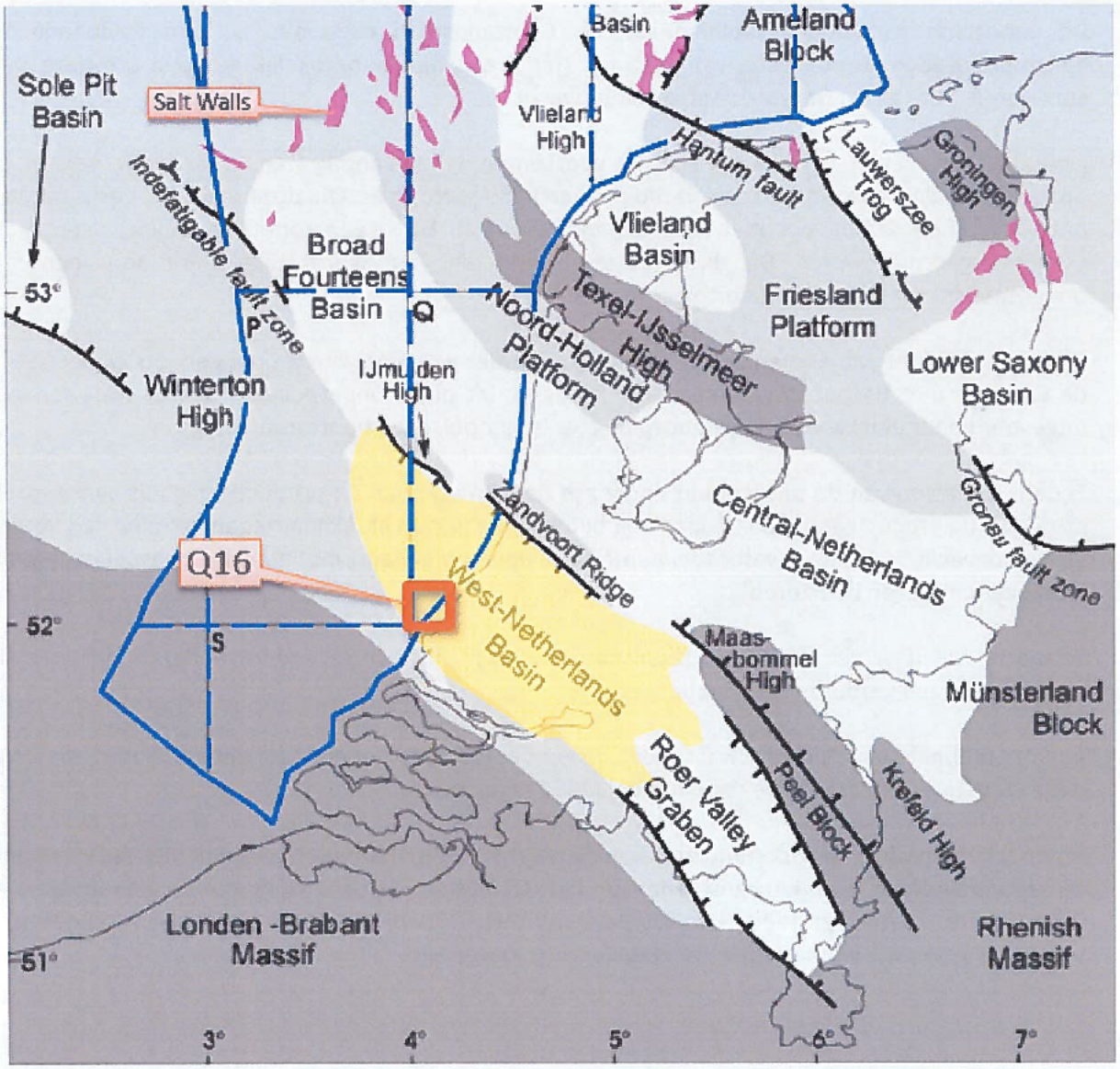
Alle operationele handelingen, waaronder de genoemde, staan onder toezicht van SodM, en worden uitgevoerd overeenkomstig de daarvoor geldende regelgeving.

Het met behulp van overdruk stimuleren van de put (hydraulisch stimuleren) wordt niet verwacht omdat de doorlatendheid van het gesteente in het Q16-Maas aardgasvoorkomen voldoende is. Een vergelijkbare kwaliteit gesteente wordt verwacht in Q16-CharlieN. Mocht dit inzicht veranderen, dan wordt een gewijzigd winningsplan ter goedkeuring voorgelegd.

4 Ondergrond

4.1 Inleiding – opsporing en voorspellingen

Verwacht wordt dat aardgas in Q16-CharlieN zich bevindt op ongeveer twee kilometer diepte onder druk in een poreuze gesteentelaag, zoals Triasische Bontzandsteen. Doordat de vorm van het voorkomen alleen uit indirecte metingen kan worden vastgesteld, en doordat gesteente-eigenschappen alleen worden gemeten in en vlakbij de putten, bestaat er een logische onzekerheid over de grootte en de andere eigenschappen van het aardgasvoorkomen. Voorspellingen zullen daardoor altijd door een onzekerheidsmarge omgeven zijn.



Figuur 5: Belangrijkste structureel geologische elementen van Nederland

De vorm van het aardgasvoorkomen wordt bepaald uit de analyse van de reflectie van geluidsgolven (zgn. seismiek). Seismiek wordt gemeten in tijd. Geboord wordt echter in diepte. Zodoende moet, met een aangenomen snelheid per gesteentelaag, een diepte model gemaakt worden waarbij variatie in snelheid zorgt voor onzekerheid in diepte. De dikte van het reservoir is vaak wat beter bepaald, omdat de dikte van de geologische lagen over het algemeen relatief weinig varieert.

De fysische eigenschappen van gesteente, zoals dichtheid en geluidssnelheid, zijn belangrijke parameters voor het bepalen van gesteenteëigenschappen als porositeit, saturatie en doorlaatbaarheid (permeabiliteit). Deze fysische eigenschappen worden gemeten door middel van boorgatmetingen die verkregen zijn door na het boren van de put in het Q16-CharlieN aardgasvoorkomen, meetinstrumenten in het boorgat te laten zakken. Uit deze boorgatmetingen worden de eigenschappen berekend van het gesteente rond het boorgat. De eigenschappen van de gesteenten verder weg van het boorgat worden verkregen door correlatie tussen de verschillende boorgaten, met behulp van een geologisch model van de ondergrond. Zodoende is naast het dieptemodel, ook een reservoir parametermodel gemaakt om de hoeveelheid koolwaterstoffen en productiegedrag van het aardgasvoorkomen te kunnen voorspellen.

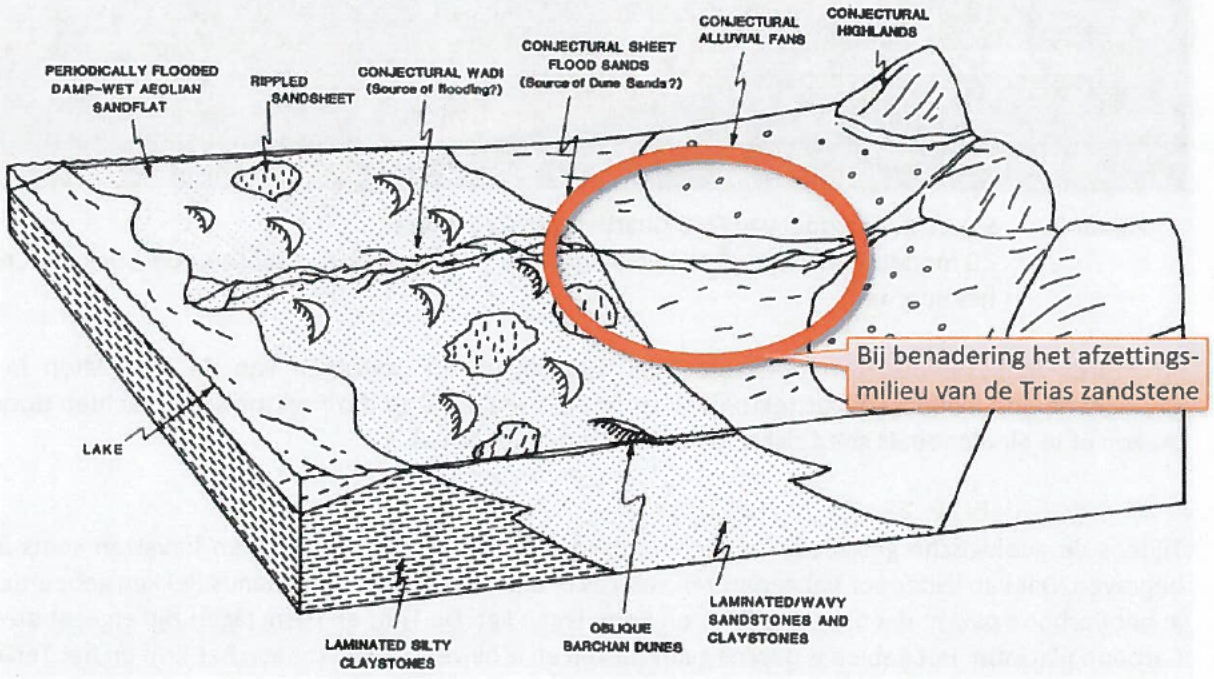
Als gevolg van de modellen zijn er dus onzekerheden voor wat betreft bijvoorbeeld: de hoeveelheid gas, de mogelijke productiesnelheid, het verloop daarvan in de tijd, maar ook over de uiteindelijke bodemdaling.

4.2 Geologie van het voorkomen

Hieronder volgt een beschrijving van de geologie (structuur, aardlagen en bron van de koolwaterstoffen) van het aardgasvoorkomen Q16-CharlieN. Dit voorkomen bevindt zich op de zuidwestelijk rand van het West Nederlands Bekken op zo'n 3 km ten noorden van de 2^{e} Maasvlakte (provincie Zuid-Holland). Figuur 5 geeft een overzicht van de belangrijkste structureel geologische elementen; hierop is het West Nederlands Bekken ook aangegeven.

4.2.1 Reservoirformaties en afsluitende la(a)g(en)

De belangrijkste reservoirgesteenten voor Q16-CharlieN zijn de Solling en Hardegsen zandstenen behorend tot de Hoofd Bontzandsteen Subgroep van de Onder-Trias. Deze reservoirformaties zijn reeds bekend uit de producerende aardgasvoorkomens Q16-Maas, Q16-FA (ONE) en Noorderdam (NAM) in de directe omgeving (Figuur 1 en Figuur 5). De reservoirs staan bekend om hun goede productieëigenschappen in dit deel van het West Nederlands Bekken. Het reservoir wordt aan de bovenkant afgesloten door kleilagen en verdampingsgesteenten (zout en gips) van Trias en Jura ouderdom.

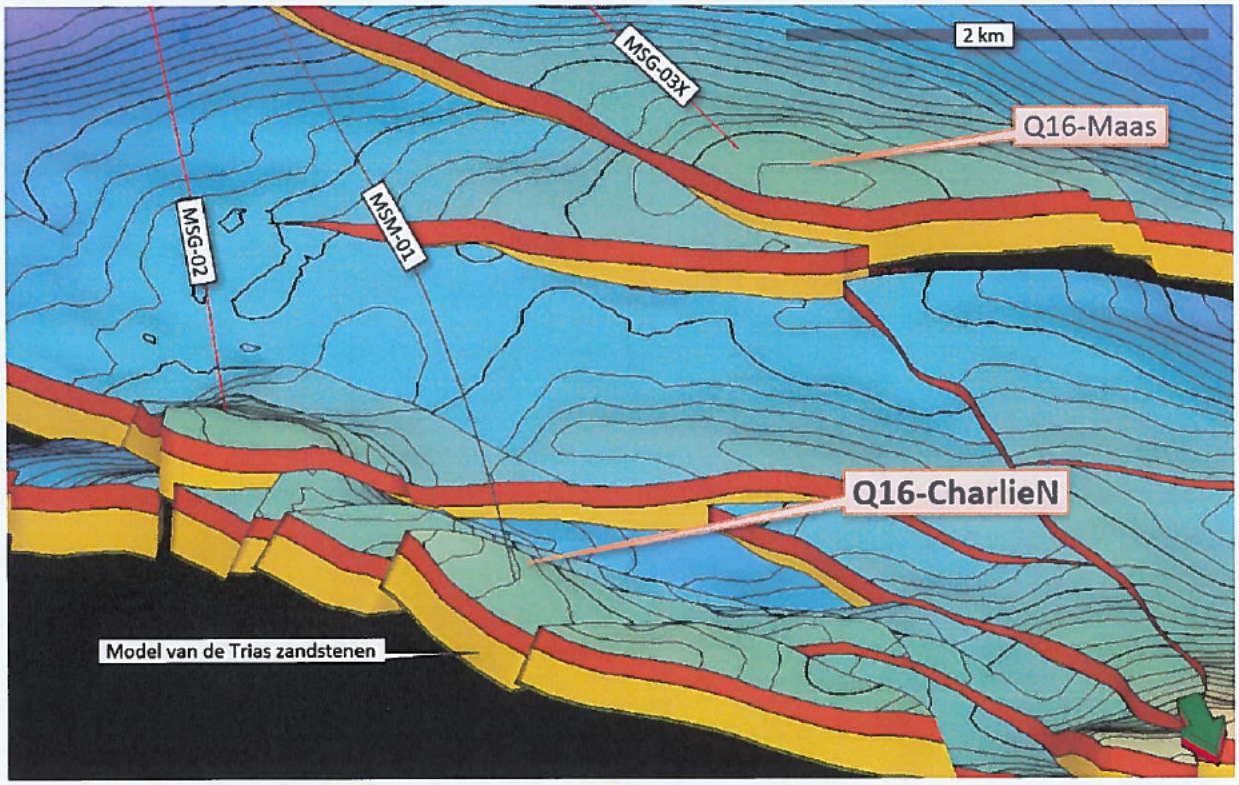


Figuur 6: Afzettingsmilieu van de Trias zandstenen

De Trias zandstenen bestaan uit door rivieren gevormde zandpakketten en ook door wind gevormde duinafzettingen in een woestijn. Deze woestijn was gelegen in een groot oost-west georiënteerd bekken dat een groot gedeelte van Europa besloeg. Figuur 6 geeft een indruk van dit paleomilieu. De zandstenen hebben fijne tot middelgrote korrels en zijn een meter tot enkele tientallen meters dik met zo nu en dan dunne (millimeter schaal) kleilagen ertussen. Verwachte totale dikte van deze zandstenen in Q16-CharlieN is ongeveer 80 meter, al dan niet met gas gevuld.

4.2.2 Structuur

De noordwest-zuidoost georiënteerde structuur, waarin het gas is geaccumuleerd, wordt naar het noordoosten begrensd door een randbreuk. Naar het zuidwesten toe wordt de structuur begrensd door meerdere kleine breuken. De structuur zelf is een gecompartimenteerde horststructuur. Op basis van seismisch interpretatie wordt de diepte van het gas-watercontact (GWC) verwacht op 2870 meter onder NAP (of zeeniveau). De structuur van Q16-CharlieN is zichtbaar in Figuur 7.



Figuur 7: Structureel model van Q16-CharlieN (en Q16-Maas)
3D model kijkend naar het zuidwesten (de groene pijl in de rechteronderhoek wijst naar het noorden.

Structuren in gesteentelagen ontstaan door bewegingen en botsingen van de aardplaten in de geologische geschiedenis (plaat tektoniek). Gesteente reageert op deze tektonische krachten door te breken of te plooien zoals goed zichtbaar in het model van Figuur 7.

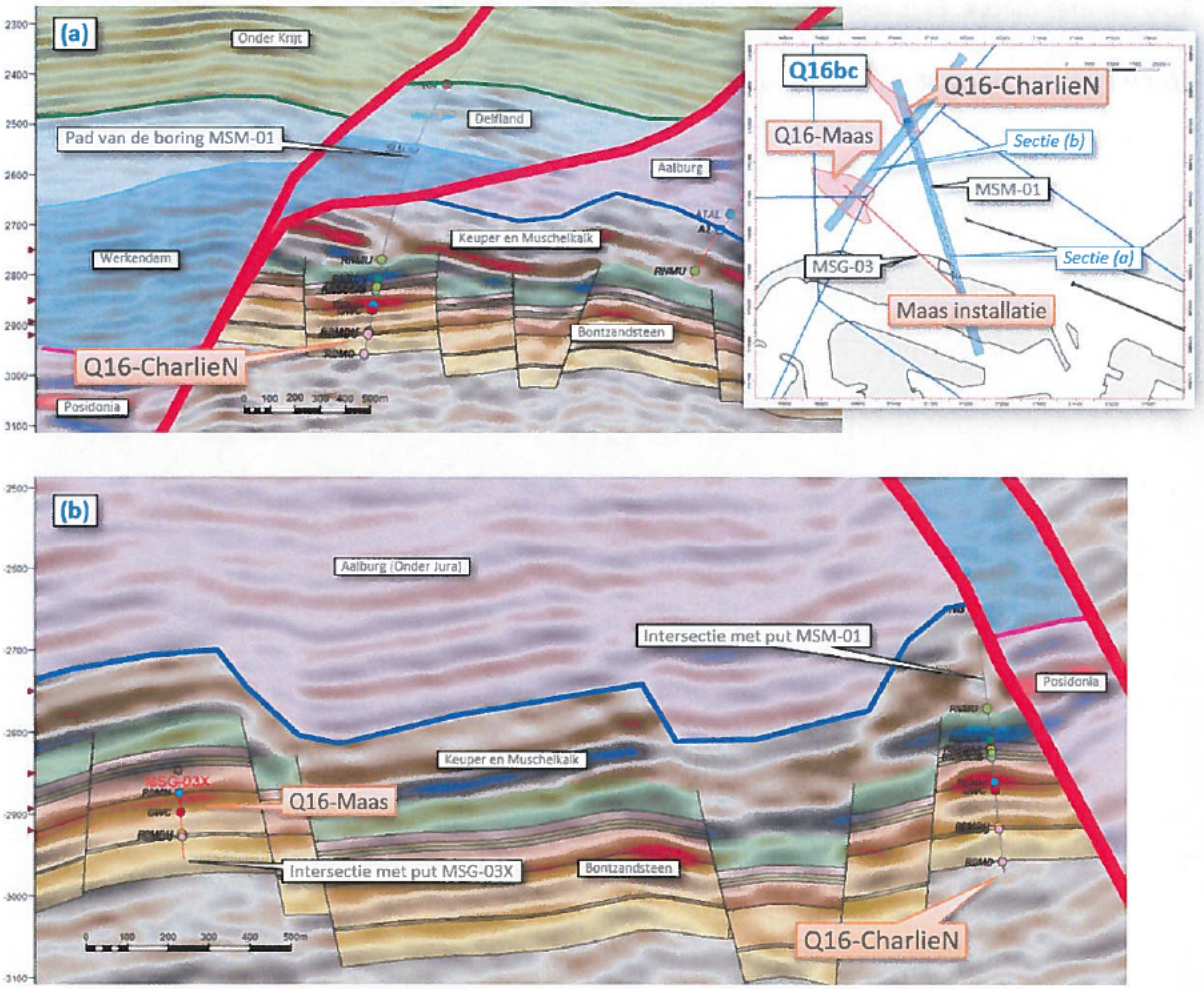
4.2.3 Bron koolwaterstoffen

Tijdens de geologische geschiedenis worden lagen die organische bestanddelen bevatten soms diep begraven. Dat kan leiden tot het genereren van gas of olie. In het West Nederlands Bekken gebeurde dit in het Carboon pakket dat onder de Trias en Perm lagen ligt. De Trias en Perm lagen zijn afgezet op een Carboon platform. Het gebied is daarna gaan zakken en is blijven zakken tot aan het Krijt en het Tertiair. Door het begraven, warmde het pakket op, tot aan wel 170°C tijdens de Jura. Hierdoor konden vloeistoffen en gassen uit het gesteente van het Carboon wegvloeien, diagenetische processen zoals mineralisatie kwamen op gang waarbij initiële porositeit en permeabiliteit verminderde. Tegelijkertijd

konden koolwaterstoffen naar de Trias zandstenen migreren, om zo het Q16-CharlieN aardgasvoorkomen te vullen. Dit proces is waarschijnlijk nog steeds aan de gang.

4.2.4 Geologische doorsnede van voorkomen

Figuur 8 geeft de geologische doorsnede in diepte (onder zeeniveau) van Q16-CharlieN weer (a) parallel aan de MSM-01 put, onder een scheve hoek met de hellingsrichting en (b) parallel aan de hellingsrichting van de geologische structuren.



Figuur 8: Seismische en geologisch doorsneden van Q16-CharlieN

De zogenaamde Keuper en Muschelkalk formaties zijn de lagen die de gasvoorkomens direct afsluiten naar boven toe.

4.3 Gesteente-eigenschappen van de bovenliggende lagen

Boven de Trias gesteenten (op ongeveer 2600 meter diepte onder NAP) zoals hierboven beschreven bevinden zich de volgende lagen (van jong naar oud en van boven naar beneden).

- Tertiair, Noordzee groep. De formaties in deze groep bestaan uit niet-doorlatende (impermeabele) kleilagen afgewisseld met zandlagen. In de zanden van de bovenste 400 meter (onder zeeniveau) bevindt zich het grondwater.
- Krijt, Chalk groep. De formaties bestaan uit witte krijtsteen.
- Krijt, Holland groep. De formaties bestaan uit impermeabele kleilagen en mergel.
- Krijt, Vlieland groep. De formaties bestaan uit groene impermeabele kleilagen.
- Jura, Altena groep. De formaties bestaan uit donkere impermeabele kleilagen en dunne kalksteen lagen.

Het aardgasvoorkomen is dus op grote diepte gelegen, en er bevindt zich een groot aantal impermeabele lagen tussen het aardgasvoorkomen en het oppervlak.

4.4 Andere gebruiksmogelijkheden van de ondergrond

Er is momenteel geen geothermie project in de directe omgeving van het Q16-CharlieN gasvoorkomen. Wel wordt de mogelijkheid opengehouden om tezamen met het Q16-Maas voorkomen in de toekomst te kijken naar hergebruik van deze voorkomens voor geothermie. De uitstekende doorlatendheid van de Trias zandstenen is hierbij een voordeel.

Grondwaterwinning vindt niet plaats in de directe omgeving van Q16-CharlieN en gebeurt meestal op 30-70 meter diepte. Er is derhalve geen interactie met de gaswinning.

Zoutwinning in de omgeving is niet voorzien.

5 Ontwikkelingsvooruitzichten

5.1 Inleiding

Het Q16-CharlieN gasvoorkomen, dat aangeboord en geproduceerd gaat worden via de geplande opsporingsboring Maasmond-01 (MSM-01) in mei 2018, zal worden geproduceerd via de Q16-Maas behandelingsinstallatie. Het voorkomen bevindt zich geheel binnen de Q16bc-Diep winningsvergunning.

5.2 Historische productie en productie-gedrag

Er zijn nog geen historische data van het Q16-CharlieN gasvoorkomen.

5.3 Onzekerheden

Omdat er nog geen gas is geproduceerd uit het voorkomen zijn de volgende onzekerheden belangrijk:

- De gasproductie-snelheid van de geplande MSM-01 put
- De hoeveelheid gas die met de putten verbonden zal zijn (zogenaamde verbonden GIIP)
- De mate waarin de aanpalende breukblokken ook gas-gevuld zijn.
- De mate waarin waterproductie de gasproductie zal hinderen of uiteindelijk stoppen.

Deze onzekerheden zullen afnemen door monitoring van het reservoirgedrag naarmate er meer geproduceerd wordt door de MSM-01 put.

5.4 Winningsstrategie & reservoir management

Het voornaamste gasvoorkomen, gas uit de Hoofd Bontzandsteen, zal geproduceerd worden door één put, MSM-01. Na aanvang van productie zal gekeken worden naar mogelijkheden met dezelfde put ook het gasvoorkomen in de Boven Germaanse Trias (Röt zandsteen) te ontwikkelen. Dit zal met name afhangen van de reservoirdikte en -kwaliteit van deze zandsteen. In Q16-Maas wordt deze laatste zandsteen geproduceerd.

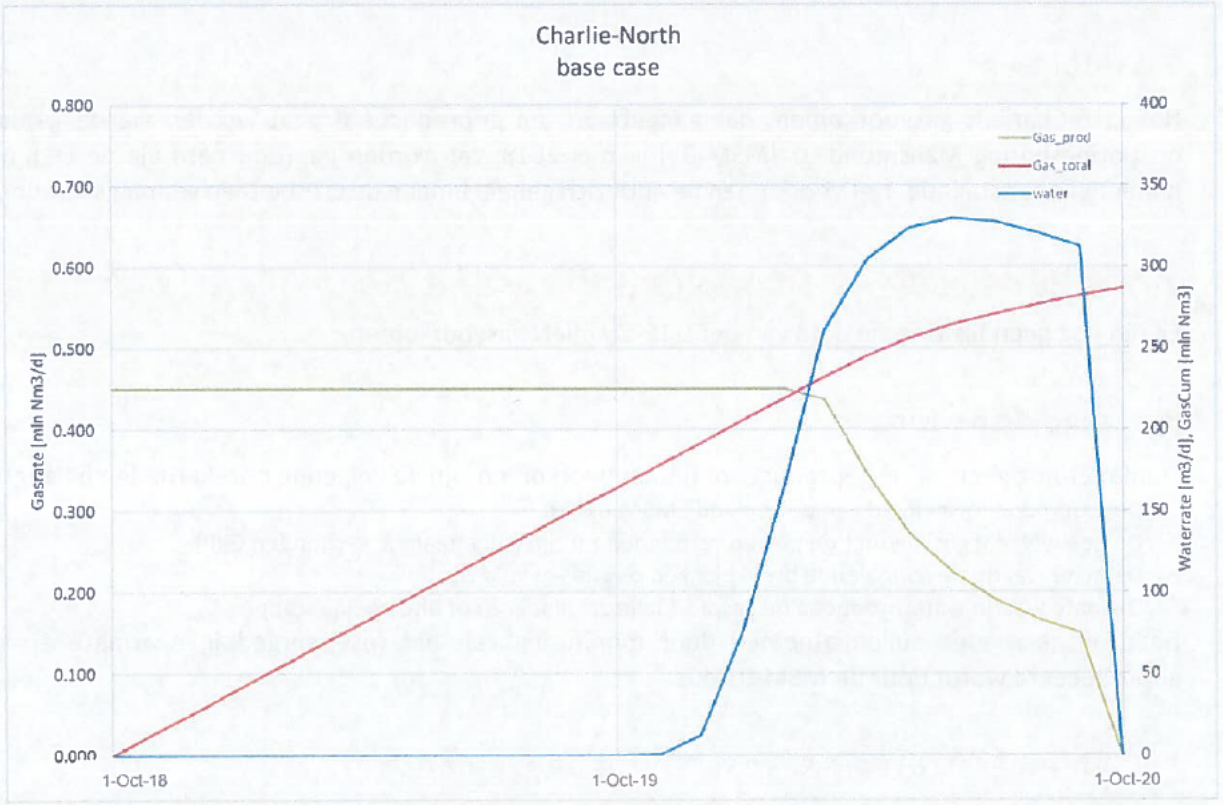
De winning van het gas zal plaatsvinden middels natuurlijke depletie. Als na opstarten van Q16-CharlieN de grootte van het gas-voorkomen in de Hoofd Bontzandsteen duidelijk bepaald is zal geprobeerd worden het gasvoorkomen in de Boven Germaanse Trias te ontwikkelen, wat zal bijdragen aan de winbaarheid van het eerste voorkomen in de Hoofd Bontzandsteen. Additioneel zal door middel van compressie na twee jaar de putmonddruk verlaagd kunnen worden. Er zal geen water en/of gas geïnjecteerd worden. Daar de mogelijkheid van zandproductie niet uitgesloten kan worden, zal dit intensief gemonitord worden. Optimalisatie van de gasproductie zal plaatsvinden aan de hand van de continue oppervlaktedruk gegevens en productiegegevens van de put.

5.5 Verwachte winningssnelheid

De maximale gasproductie van 0.5 miljoen Nm^3/d in het eerste jaar is bepaald door de inschatting van de capaciteit van het reservoir en de gasbehandelingsinstallatie. De meegeproduceerde vloeistoffen, butaan, propaan, condensaat en water zullen afgevoerd worden per pijpleiding en per vrachtwagen.

Figuur 9 geeft de minimale (Low), meest waarschijnlijke (Mid), en maximale (High) geproduceerde gas volumes per jaar weer om de onzekerheden in tijd en volume aan te geven. De maximale productiecapaciteit is ca 0.5 miljoen Nm^3/d en de te verwachte jaarlijkse productie ligt 10% daaronder als gevolg van activiteiten aan de gasbehandelingsinstallatie waarbij de put tijdelijk wordt ingesloten (ongeveer 10% downtime).

Het totale maximale geproduceerde gas volume bedraagt 559.5 miljoen nm^3 (High). Het totale maximale geproduceerde condensaat bedraagt 56 duizend m^3.



Yearly prod [mln Nm3]	Total	2018	2019	2020	2021	2022
low	128.9	41.4	80.5	7.0	0.0	0.0
mid	286.8	41.4	164.3	81.1	0.0	0.0
high	559.5	41.4	164.3	164.2	163.7	25.9

Figuur 9: Productieverwachting en winningssnelheid van Q16-CharlieN

5.6 Duur van de winning

De productie zal worden gestopt als de totale productiekosten de productieopbrengsten overstijgen. Verwacht wordt dat dit uiterlijk in 2022 zal gebeuren. De exacte einddatum is met name onzeker door de analyse van de hoeveelheid gas in de ondergrond, maar ook doordat toekomstige operationele ontwikkelingen niet allemaal voorspeld kunnen worden.

5.7 Jaarlijks eigengebruik bij winning

Er zal geen eigengebruik van gas zijn.

5.8 Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakkelde koolwaterstoffen

De hoeveelheid afgefakkeld en afgeblazen aardgas is marginaal en beperkt zich tot hoeveelheden die verloren gaan bij het drukvrij maken van het systeem in verband met geplande onderhouds- en inspectiewerkzaamheden.

5.9 Gassamenstelling en stoffen die jaarlijks worden meegeproduceerd

Gassamenstelling is naar verwachting van eenzelfde kwaliteit als geproduceerd door MSG-03 uit het Q16-Maas aardgasvoorkomen. Met de gasproductie zal ook een hoeveelheid condensaat, propaan, butaan en water geproduceerd worden. De gemiddelde Condensaat Gas Ratio wordt geschat op 100 m3 condensaat per miljoen Nm3 gas.

Het meegeproduceerde water zal aanvankelijk beperkt zijn tot gecondenseerd water uit de gasstroom. Aan het eind van de gasproductie-periode zal zout water uit het reservoir meegeproduceerd worden. Het water wordt op de Q16-Maas gasbehandelingsinstallatie behandeld en per vrachtwagen afgevoerd.

Eventuele zand-productie zal gescheiden worden van de gasstroom d.m.v. zandfilters.

5.10 Jaarlijks bij winning terug te brengen delfstoffen en andere stoffen

Er zal er geen injectie van gas of andere stoffen in de ondergrond plaatsvinden.

6 Bodemdaling

6.1 Inleiding

Door de winning van koolwaterstoffen uit olie- en gasvoerende gesteentelagen zal de druk in de poriën van het gesteente verminderen waardoor compactie van de olie- en gasvoerende lagen optreedt. Zeer waarschijnlijk zal de aquifer ten zuidwesten van de Q16-CharlieN gas accumulatie eveneens in druk afnemen. Dit manifesteert zich aan de oppervlakte in de vorm van bodemdaling.

Een uitgebreide bodemdaling studie is uitgevoerd door Deltares in 2012 voor het Q16-Maas aardgasvoorkomen (rapport: 1206772-000-BGS-0012-v1.1-r-Bodemdalingstudie ONE Q16 Maasveld, 15 november 2012). Gedurende de productie van het Q16-Maas voorkomen sinds 2014 zijn de prognoses uit de 2012 geactualiseerd door gegevens van een lokaal meetnet, aangelegd door ONE op maaiveld hoogte en op ca. 70 meter diepte. De actuele waarden tot de zomer van 2017 en de prognose op grond van de waargenomen daling door het Q16-Maas voorkomen zijn opgenomen in de onderstaande paragrafen. De laatste prognose is door Deltares berekend in 2017 (zie bijgevoegde rapport: Bodemdaling en aardbevingsrisico Q16-Charlie-Noord, rapport nr. 11200728-002-SGS-0002, september 2017).

De bodemdalingsprognose voor het Q16-CharlieN voorkomen laat zien dat de bodemdaling tussen de 1 en 3 cm zal uitkomen, met een meest waarschijnlijke waarde van 1.6 cm. Opgemerkt moet worden dat deze waarden van geschatte daling zich bevinden onder het zeeoppervlak van mijnbouwblok Q16 en niet onder land.

6.1.1 Gaswinning

Aardgas zit op ongeveer 2.5 kilometer diepte onder druk in een poreuze gesteentelaag, zoals zandsteen- of kalksteen-lagen. Het gasvoorkomen wordt afgesloten door een niet-doorlatend gesteente, bijvoorbeeld een kleisteen, gips, of steenzout.
Bij gaswinning laat men het gas ontsnappen door een put die in het hoogste punt van het gasvoorkomen geplaatst wordt. Als gevolg van het ontsnappen van het gas zal de druk in het voorkomen dalen. De winning stopt als de druk zo laag is dat er onvoldoende gas door de put naar boven stroomt, of als de drukdaling ertoe leidt dat het gesteente van het voorkomen volloopt met water.

6.1.2 De oorzaken van bodemdaling

Het gevolg van de drukdaling in het reservoir is dat het reservoir compacteert, d.w.z. dat de poriën een klein beetje in elkaar worden gedrukt als gevolg van het gewicht van de bovenliggende aardlagen doordat de tegendruk van het gas vermindert.
De compactie hangt af van de gesteenteëigenschappen, en van de hoeveelheid drukdaling. Een vuistregel is dat de compactie 0,1% tot 0,2% van de hoogte van het reservoir bedraagt bij maximale drukdaling in het reservoir, aan het einde van de levensduur van het voorkomen. Voor het berekenen van de mogelijke bodemdaling wordt op basis van deze gegevens een compactie co-efficiënt (Cm) berekent. Omdat er onzekerheid zit in de brongegevens, worden meerdere Cm's gebruikt.
Als het reservoir compacteert op ±2km diepte, zullen ook de lagen erboven een beetje zakken. Bij dat dalingsproces verdeelt het volume van de compactie zich, zodat aan de oppervlakte een bodemdalingskom ontstaat. De dalingskom heeft de vorm van een heel platte schotel. Aan de randen gaat de daling geleidelijk naar nul, in het midden vindt de grootste daling plaats. Het volume van de kom is ongeveer even groot als de volumeverandering van het reservoir (door de compactie). Het oppervlak van de kom is groter dan het oppervlak van het reservoir; aan alle kanten komt er een afstand bij ongeveer gelijk aan de diepte van het reservoir. De compactie in reservoir zet zich door naar boven, met andere woorden verspreid zich over gebied groter dan het oppervlakte van het reservoir. Hierdoor is de bodemdaling op het diepste punt van de kom aan de oppervlakte minder dan de compactie op ±2 km diepte in het reservoir.

6.1.3 Autonome bodemdaling

Naast bodemdaling door mijnbouwactiviteiten, vindt er ook zogenaamde autonome bodemdaling plaats. Die is onafhankelijk van de gaswinning. Dat gebeurt door verschillende mechanismes, waar veen- en klei-inklinking er een van is. Deze autonome en ondiepe bodemdaling is in het gebied van Q16-CharlieN redelijk bekend doordat de bodemdaling het Q16-Maas voorkomen zowel aan de oppervlakte als op 70 meter diepte voortdurend wordt gemeten.

6.1.4 Meten en voorspellen van bodemdaling

In het kader van de bodemdaling ten gevolge van gaswinning moet een meetplan opgesteld worden. Hierbij wordt de bodemdaling in een ruim gebied rondom het gasvoorkomen gemeten. Dat gebeurt door waterpassing op een reeks punten in een meetnet, boven en rondom het voorkomen, vaak aangevuld met GPS-metingen op specifieke locaties. Voor het opstellen van een meetplan bestaan wettelijke regels en de zogenaamde 'Industrieleidraad – Geodetische basis voor Mijnbouw'. De frequentie van de metingen, en de dichtheid en uitgebreidheid van het meetnet, worden gekozen in overleg met SodM en de Technische Commissie Bodembeweging (TCBB). Het meetplan vereist de goedkleuring van de Minister van Economische Zaken en Klimaat. Het meetnet rond voorkomen Q16-CharlieN is reeds aangelegd en in werking sinds de productie van het Q16-Maas voorkomen.

De nauwkeurigheid van deze metingen hangt af van de specifieke vorm van het meetnet, de gebruikte apparatuur, en van de mogelijkheid goed gefundeerde peilmerken te plaatsen. In het algemeen zullen de metingen een onnauwkeurigheid van 2-5 mm hebben. Bij de analyse van de metingen moet dan nog bekeken worden in welke mate ze door autonome bodemdaling beïnvloed worden.

Als de bodemdalingsgebieden van verschillende voorkomens overlappen, dan zullen ook de meetplannen overlappen. In sommige gevallen zal er dan voor gekozen worden de meetplannen samen te voegen, ook weer in overleg met SodM.

Voorafgaand aan de winning wordt een model gemaakt om de bodemdaling te voorspellen. De complexiteit van het model zal afhangen van de complexiteit van de ondergrondsituatie. De parameters in het model zijn gebaseerd op ervaringen in eerdere, soortgelijke, voorkomens. De voorspelde bodemdaling wordt vastgelegd in dit document.

Omdat het diepte-verloop van de lagen alleen indirect gemeten kan worden, en de eigenschappen van de gesteentelagen maar op enkele punten bekend zijn (uit eerdere boringen), zijn er onzekerheden in de voorspellingen voor de grootte van een gasvoorkomen. In veel gevallen zal het voorafgaand aan de boring niet zeker zijn of er wel gas aanwezig is. Daarnaast zal er enige onzekerheid zijn over specifieke parameters (zoals samendrukbaarheid) van het gesteente. Het gevolg is dat ook de bodemdalingsvoorspelling door onzekerheidsmarges omgeven is. Deze onzekerheidsmarges worden ook in dit winningsplan besproken.
Mocht de gemeten bodemdaling niet binnen de in het winningsplan aangegeven grenzen verlopen, dan wordt in overleg met SodM besproken worden hoe daarmee om te gaan. De consequentie zal afhangen van de grootte en de aard van de afwijking. Als nieuwe bodemalingsprognoses die in het winningsplan genoemde verwachte bodemdaling zouden overschrijden, zal een nieuw winningsplan worden opgesteld, en ter goedkeuring aan de Minister van Economische Zaken en Klimaat worden voorgelegd.

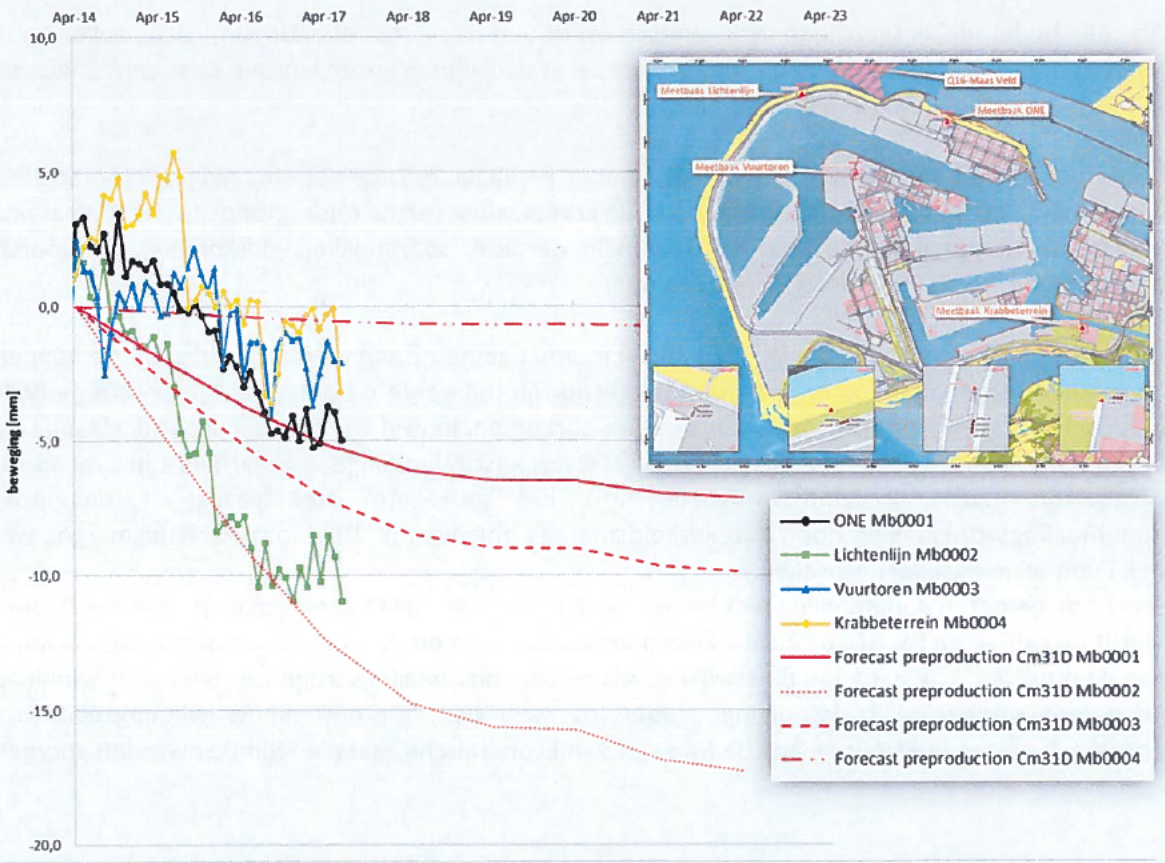
6.2 Bodemdalingsmodel & historische bodemdaling

Gebaseerd op de gegevens het Q16-CharlieN prospect in de ondergrond, de dalingsgeschiedenis van het Q16-Maas voorkomen en de productie voorspelling uit het vorige hoofdstuk is een prognose voor de toekomstige bodemdaling door Q16-Maas en Q16-CharlieN te berekenen. Deze methode bestaat uit de volgende stappen:

- Het ijken van prognose uit 2012 met betrekking tot de werkelijke daling waargenomen boven het Q16-Maas voorkomen. In 2012 is deze waarde pre-productie geschat op 0.031 1/GPa.
- Het kiezen van de meest waarschijnlijke compactie coëfficiënt (C_m in 1/GPa) voor de historische en voorziene daling boven zowel het Q16-Maas als het Q16-CharlieN prospect.
- Het aangeven van de onzekerheidsgrenzen rond de meest waarschijnlijke C_m.
- Het doorrekenen van de aldus verkregen scenario's.

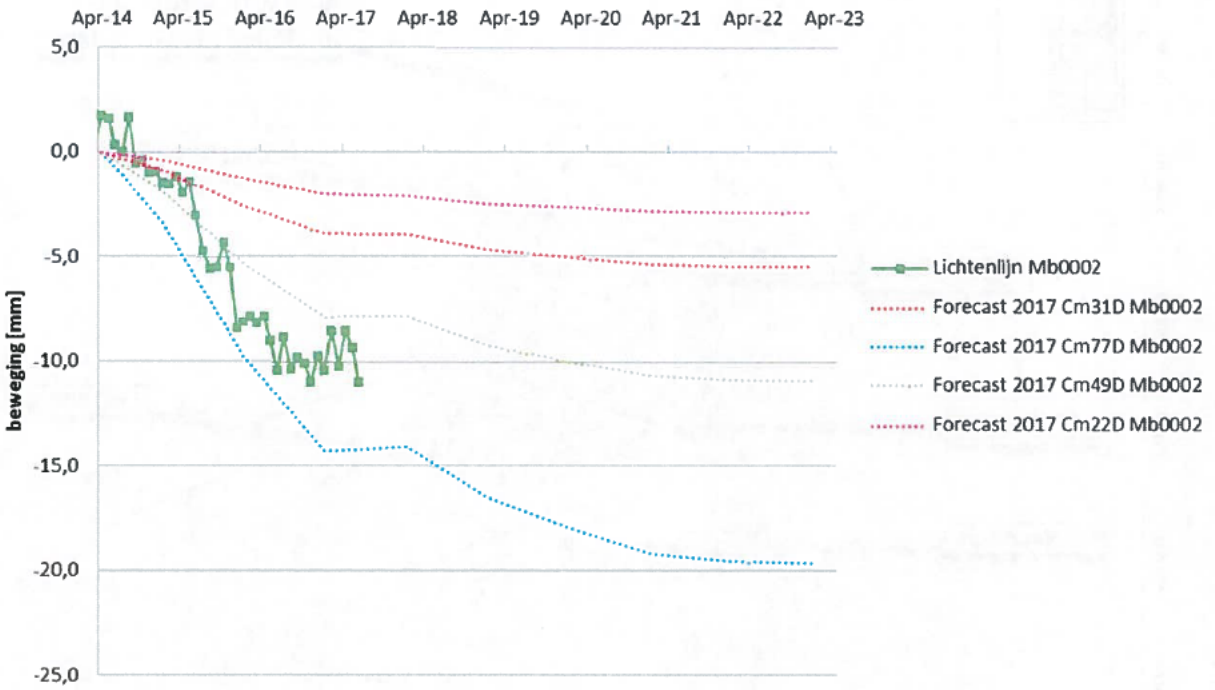
Omdat het gasvoorkomen van Q16-CharlieN net ten noorden van de 1e en 2e Maasvlakte ligt, is een zo precies mogelijke prognose van de te verwachten bodemdaling vereist. ONE heeft deze prognose laten uitvoeren door het onafhankelijke onderzoeksinstituut Deltares. De waarden kunnen worden vergeleken met het herziene winningsplan uit 2011 van het Noorderdam gasvoorkomen (NAM) met een gekalibreerde C_m van 0.039 1/GPa. Voor de uiteindelijk berekening is gebruik gemaakt van een 'property model' waarin van elke cel (50x50m) over zowel Q16-Maas als Q16-CharlieN bekend is: de diepte, de dikte van het reservoir en het verloop van begindruk tot aan verlatingsdruk (zowel voor het gas in het reservoir als het water in het aquifer).

Figuur 10 laat duidelijk zien dat van alle meetpunten in het lokale meetnet van Q16-Maas, meetbaken 2 'Lichtenlijn' (Mb0002) de sterkste daling laat zien op 70 meter onder het maaiveld. Dit is te verwachten aangezien Mb0002 het dichtst bij het Q16-Maas veld ligt. Verder zijn in Figuur 10 de dalingsprognoses te zien voor C_m 0.0031 1/GPa voor alle meetpunten waarbij opvalt dat meetpunt Mb0002 zich rond de verwachte daling beweegt van deze C_m bij dat meetpunt. Wat verder opvalt is een toename (sprong) in de dalingssnelheid bij dit meetpunt tussen april 2015 en 2016 waarna de dalingssnelheid weer afneemt.



Figuur 10: Dalingsmetingen van alle meetpunten ten opzichte van Cm 0.031 1/GPa
Prognose 2012 en op basis van werkelijk drukverval in Q16-Maas berekend in 2017. Het kaartje laat de meetbakens rond het Q16-Maas voorkomen zien, 4 in totaal.

In 2017 is een nieuwe berekening en prognose gemaakt om de werkelijk C_m beter in te kunnen schatten. Hierbij zijn de werkelijke drukverval gegevens gebruikt van het Q16-Maas voorkomen over de periode van juni 2014 tot juni 2017. Figuur 11 laat deze nieuwe berekening zien voor meetpunt Mb0002.



Figuur 11: Dalingsmetingen van Mb0002 en alle Cm waarden
Op basis van werkelijk drukverval in Q16-Maas berekend in 2017.

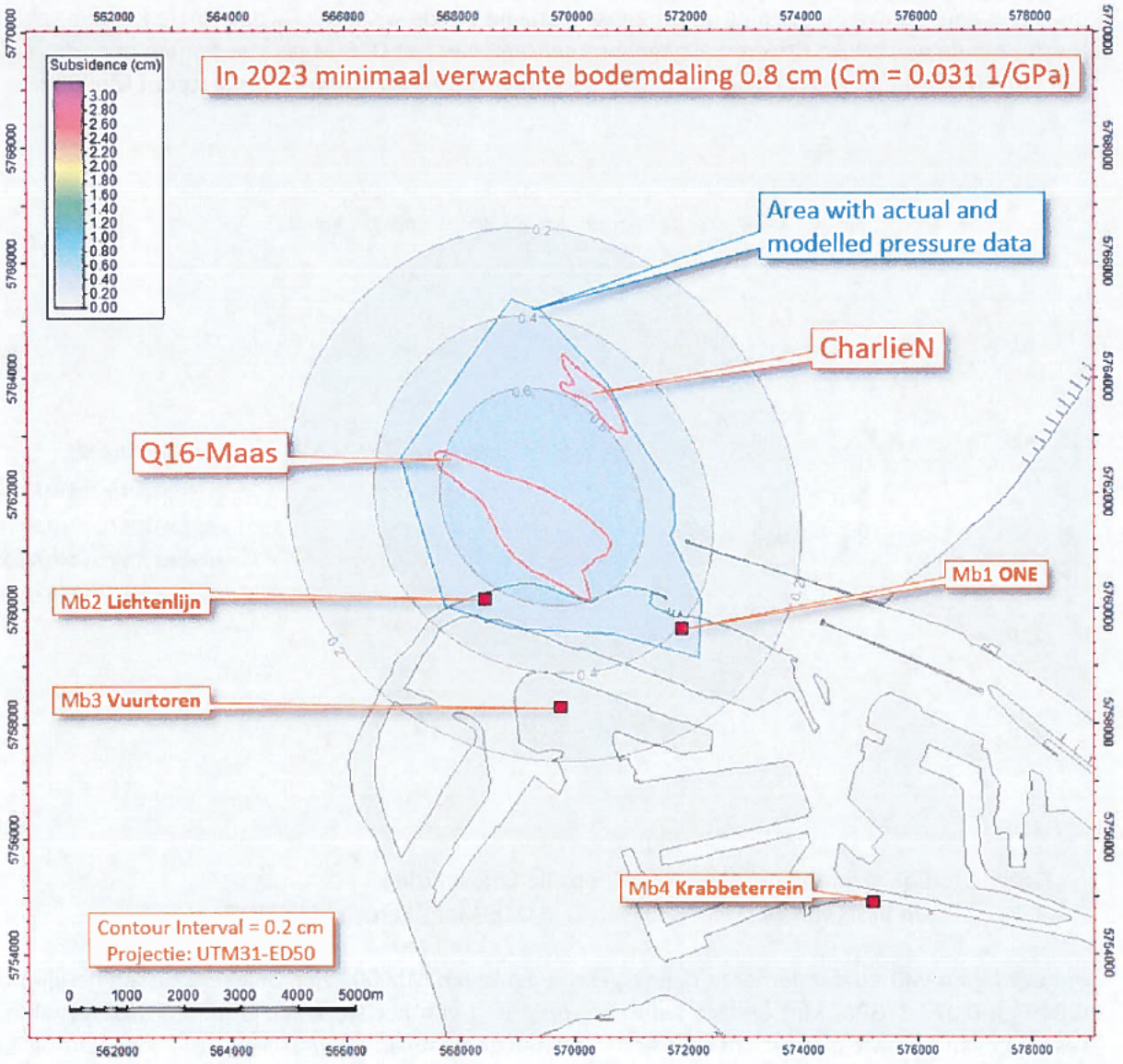
In deze figuur valt op dat gemeten dalingsgeschiedenis van Mb0002 zich beweegt tussen de lijnen van 0.049 en 0.077 1/GPa. Met andere woorden, op grond van het werkelijk gemeten drukverval in het reservoir van Q16-Maas verwacht men een C_m tussen de 0.049 en 0.077 1/GPa. Deze verwachting is nog voorlopig omdat duidelijk is dat de berekening in 2017 de 'sprong' in dalingssnelheid onvoldoende zichtbaar maakt en ook afgewacht moet worden of de afname in dalingssnelheid na april 2016 blijvend is.

6.3 Bodemdalingsvooruitzichten en onzekerheid

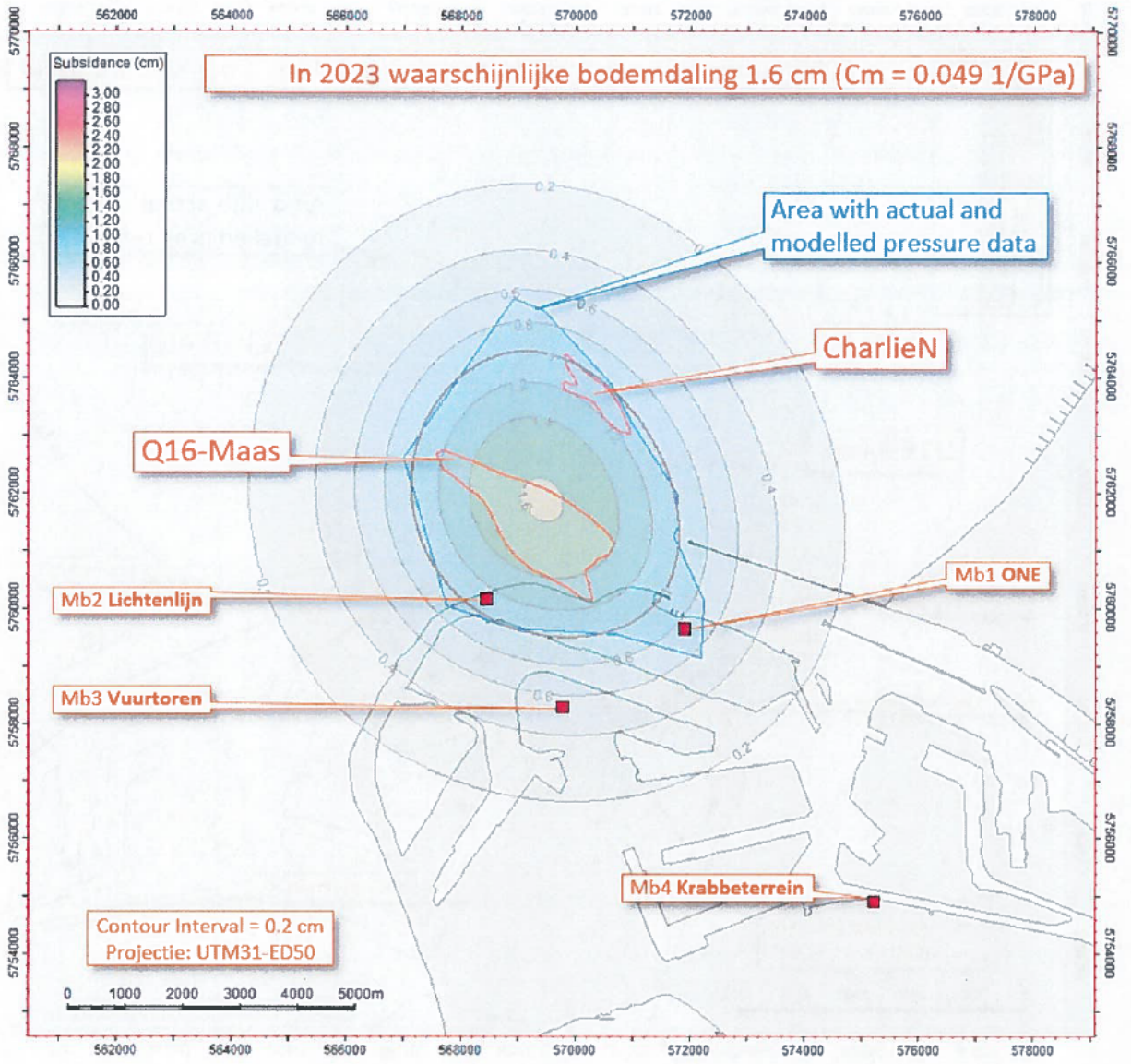
In het model uit 2017 is ook de invloed van het gasvoerende voorkomen Q16-CharlieN meegenomen. Zodoende kan in dit winningsplan gebaseerd op werkelijk gemeten gegevens een bodemdalingsprognose voor dit veld worden gegeven. Gekozen is om drie scenario's van C_m te nemen:

- 0.031 1/GPa, de initiële geschatte daling uit 2012 nu gezien als minimale daling
- 0.049 1/GPa, voorlopig aangeduid als meest waarschijnlijke daling
- 0.077 1/GPa, de maximale ('worst case') daling

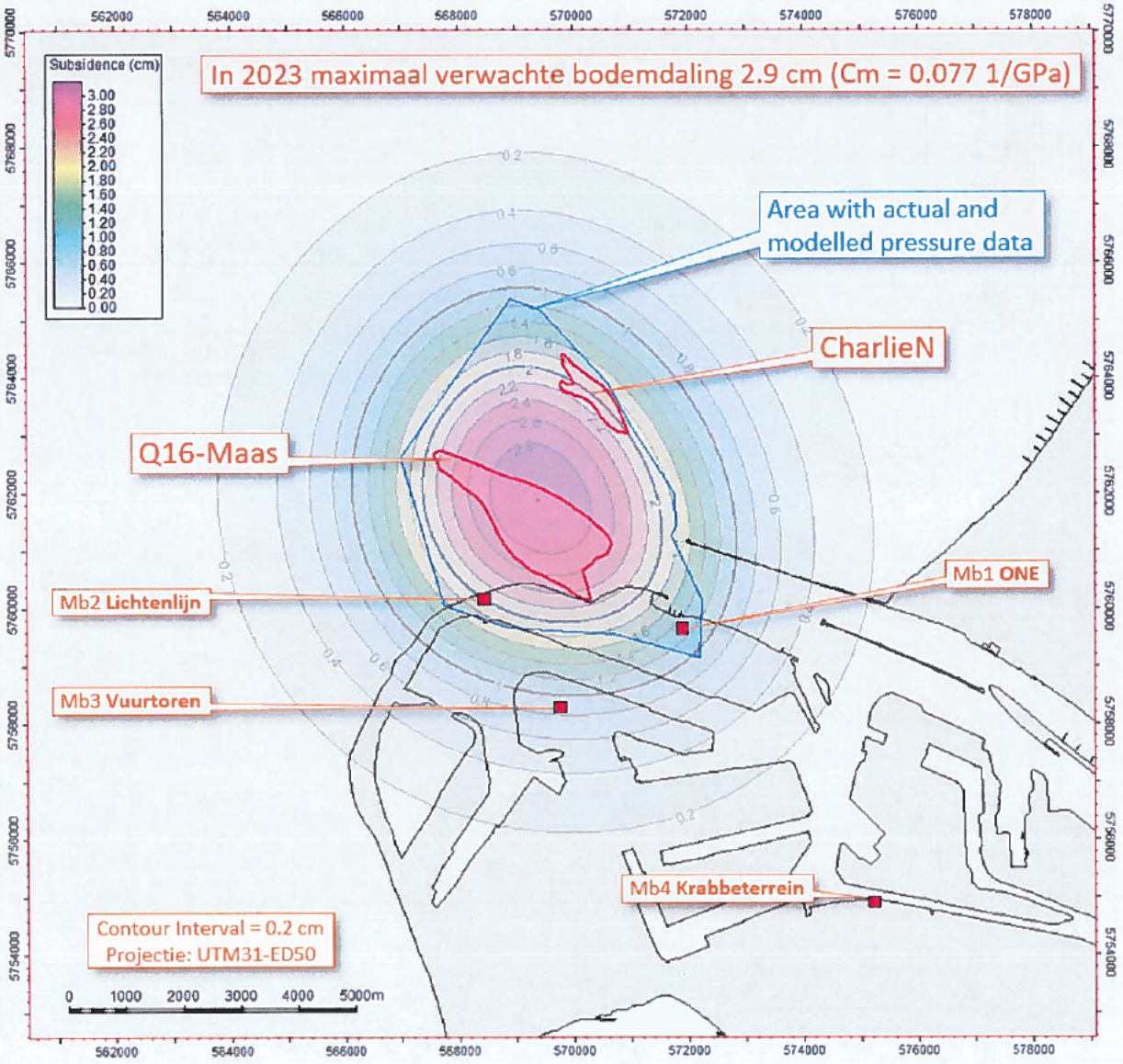
De kaarten en waarden voor de daling in het jaar 2023 worden gegeven de volgende figuren lopend minimaal tot maximaal verwachte bodemdaling. Opgemerkt dient te worden dat de diepste delen van de dalingskom zich bevinden onder het zeeoppervlak van mijnbouwblok Q16 en niet onder land.



Figuur 12: Minimaal verwachte bodemdaling Q16-Maas en Q16-CharlieN in 2023 (Cm 0.031 1/GPa)

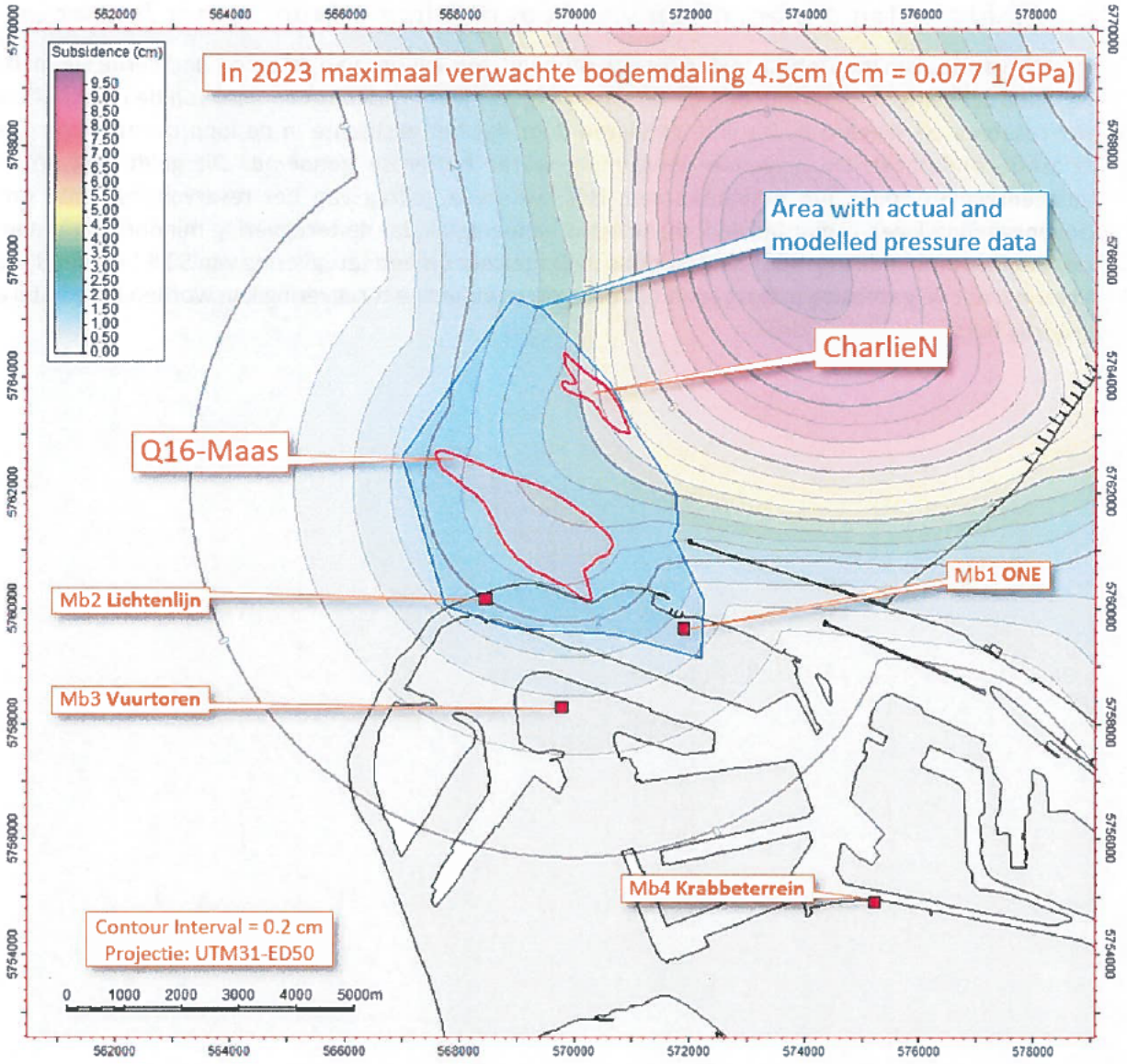


Figuur 13: Verwachte bodemdaling Q16-Maas en Q16-CharlieN in 2023 (Cm 0.049 1/GPa)



Figuur 14: maximaal verwachte bodemdaling Q16-Maas en Q16-CharlieN in 2023 (Cm 0.077 1/GPa)

Figuur 15 laat de maximaal verwachte bodemdaling zien gecombineerd met de meest recente (2012) verwachting van de naburige voorkomens. Op Q16-CharlieN zou met name het Noorderdam voorkomen van invloed kunnen zijn. Het is echter anno 2017 onzeker of de werkelijke daling van Noorderdam nog hetzelfde is als in 2012.



Figuur 15: maximaal verwachte bodemdaling van Q16-Maas, Q16-CharlieN en naburige velden

6.4 Monitoring van bodemdaling

Figuur 10 en Figuur 11 laten zien dat de dalingsgeschiedenis in tijd en onzekerheid grillig kan zijn. Het lokale meetwerk over de Q16-Maas en Q16-CharlieN voorkomens zal blijven worden gemonitord. Zodoende kan in 2023 een nauwkeurig verloop van de dalingssnelheid over tijd en meest toepasbare Cm gegeven worden. In de huidige meetgegevens van Q16-Maas is geen aanleiding gevonden de huidige onzekerheidsgrenzen aan te passen.

6.5 Mogelijke gevolgen van de verwachte bodemdaling

Bodemdaling die het gevolg is van gaswinning komt aan het oppervlak naar voren in de vorm van een schotel. De bodemdalingsschotel die het gevolg is van de gaswinning uit Q16-CharlieN heeft na vier jaar productie een diepte in het midden van maximaal drie centimeter en een doorsnede van >10 km. Buiten in het veld is de bodemdaling niet op te merken. Een kenmerk van dergelijke bodemdaling is het geleidelijke en gelijkmatige verloop ervan. Door de geringe daling en het grote oppervlak waarover het verspreid is valt schade niet te verwachten. Daar komt bij dat de zettingen door de aanleg van de Tweede Maasvlakte boven de vijf centimeter liggen, hoewel deze al voor een deel hebben plaatsgevonden.

6.6 Maatregelen om gevolgen van bodemdaling te voorkomen/beperken

Injectie van gas kan theoretisch leiden tot een rebound, terugvering van de gecompacteerde lagen. Deze rebound zal echter minder zijn dan de bodemdaling. Dit komt doordat een deel van de compactie van het reservoir permanent is. Dit is te verklaren door dat het gesteente in de loop der tijd een zekere relaxatie ondergaat. De blijvende vervorming wordt hysterese genoemd. Dit geldt ook voor de gesteentelagen boven het gasvoorkomen. Het hysterese gedrag van het reservoirgesteente en de bovenliggende lagen is niet bekend, maar het is aannemelijk dat de terugvering minder zal zin dan de opgetreden bodemdaling. Voor de gasopslag in Bergermeer is een terugvering van 50% berekend, maar ervaring met de gasopslag in Norg leert dat een vrijwel volledige terugvering kan worden bereikt bij een volledig herstel van de gasdruk.

7 Bodemtrilling

7.1 Inleiding

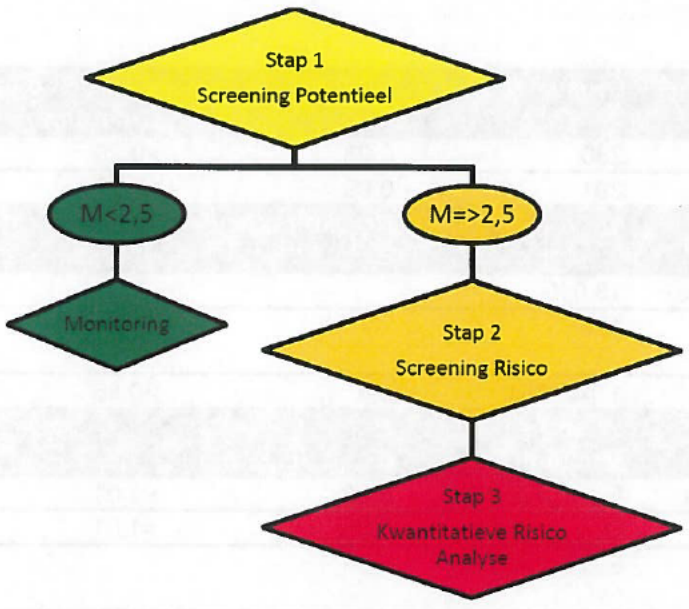
Aardgaswinning leidt tot spanningsveranderingen in de bodem. Bij voldoende grote spanningsveranderingen, als gevolg van drukverlagingen in het aardgasvoorkomen, resulterend in compactie van het reservoirgesteente, worden de spanningen (bijvoorbeeld bij breukvlakken) zo groot dat de sterkte van de breuk wordt overschreden en er plaatselijk bewegingen optreden. Bij breuken die door de interne stroefheid van het gesteente niet meebewegen kan op enig moment de spanning de weerstand van de breuk overschrijden, waardoor de breuk weer gaat bewegen. Als dit plotseling en schoksgewijs gebeurt, resulteert dit in druk- en schuifspanningsgolven die naar het maaiveld migreren. Deze zorgen voor trillingen aan het oppervlak die als een aardbeving worden waargenomen. Omdat bij aardgasvoorkomens de oorzaak menselijk ingrijpen is wordt er gesproken van geïnduceerde seismiciteit. De trillingen die als gevolg hiervan ontstaan aan de oppervlakte zijn – indien voldoende groot - voelbaar voor personen en kunnen schade aan constructies, gebouwen en inventaris, evenals gronddeformaties tot gevolg hebben.

7.2 Historische bevingen in de voorkomens van dit winningsplan

Bij veel kleine aardgasvoorkomens, waarvan er naast Q16-Maas en Q16-CharlieN een aanzienlijk aantal in de omgeving liggen (zowel in het Westland als offshore) zijn in het verleden met het bestaande seismische netwerk geen aardbevingen waargenomen. Om voor dit winningsplan een schatting te kunnen maken van het aardbevingsrisico zijn berekeningen gemaakt aan de hand van de analyse beschreven in de Methodiek voor risicoanalyse omtrent geïnduceerde bevingen door gaswinning (Staatstoezicht op de Mijnen, 2016).

7.3 Seismische Risico Analyse

Het stroomschema beschreven in de seismische risicoanalyse (SRA) bestaat uit drie stappen (Figuur 16). Om te bepalen of verdere studie nodig is wordt stap 1 uitgevoerd. Voor deze eerste screening van de gegevens van het voorkomen Q16-CharlieN is gekeken naar het 'Mid case' scenario (zie Tabel 3). Als de uitkomst van deze screening uitwijst dat de kans op beven verwaarloosbaar is dan is de Screening Risico (Stap 2 in Figuur 16) voor dit scenario niet nodig.



Figuur 16: Seismisch risico-beslisstructuur (Staatstoezicht op de mijnen, 2016)

ONE heeft als uitvoerder de aardbevingsrisicoanalyse laten uitvoeren door Deltares (zie bijgevoegde rapport: Bodemdaling en aardbevingsrisico Charlie-Noord, rapport nr. 11200728-002-SGS-0002, september 2017). De relevante conclusies worden hier in het kort weergegeven.

Stap 1: screening kans op aardbevingen. De screening van de kans op aardbevingen is uitgevoerd met behulp van de "Deterministic Hazard Analysis of Induced Seismicity" (DHAIS). Onder de aanname dat de winningsomstandigheden en de eigenschappen van de aardgasvoorkomens bepalen of een veld potentieel kan beven is door TNO onderzocht of er relaties zijn tussen het optreden van geïnduceerde bevingen en de reservoireigenschappen. Uit de gegevens van alle producerende aardgasvoorkomens in Nederland zijn relaties opgesteld tussen de eigenschappen van de ondergrond, de winningsmethode en de drukveranderingen en het al dan niet optreden van bevingen.

$$B = \frac{breukoppervlakte^{\frac{3}{2}}}{bruto\ gesteentevolume}$$

Op basis van de daarin gestelde criteria voor:

de relatieve drukval $\frac{DP}{P_{initieel}} = \frac{(P_{ini} - P_{gedepleteerd})}{P_{ini}}$

de relatieve stijfheid uitgedrukt in de modulus van Young $E = \frac{E_{overburden}}{E_{reservoir}}$

de relatieve breukdichtheid $B = \frac{breukoppervlakte^{(\frac{3}{2})}}{bruto\ gesteentevolume}$

kan de kans op beven worden geschat; zie hiervoor Tabel 3.

Kans-klassen voorkomens	
DP/P_{ini} ≥ 28%	B> 0,86 en E ≥ 1,34: Ph =0,42 ± 0,08
	B > 0,86 en 1,01 ≤ E ≤ 1,33: P_I = 0.19 ± 0.05
	B < 0,86 en/of E < 1,01: verwaarloosbare kans
DP/P_{ini} ≤ 28%	Verwaarloosbare kans

Tabel 2: Kans-klassen van reeds bevende voorkomens (TNO/KNMI, 2012)

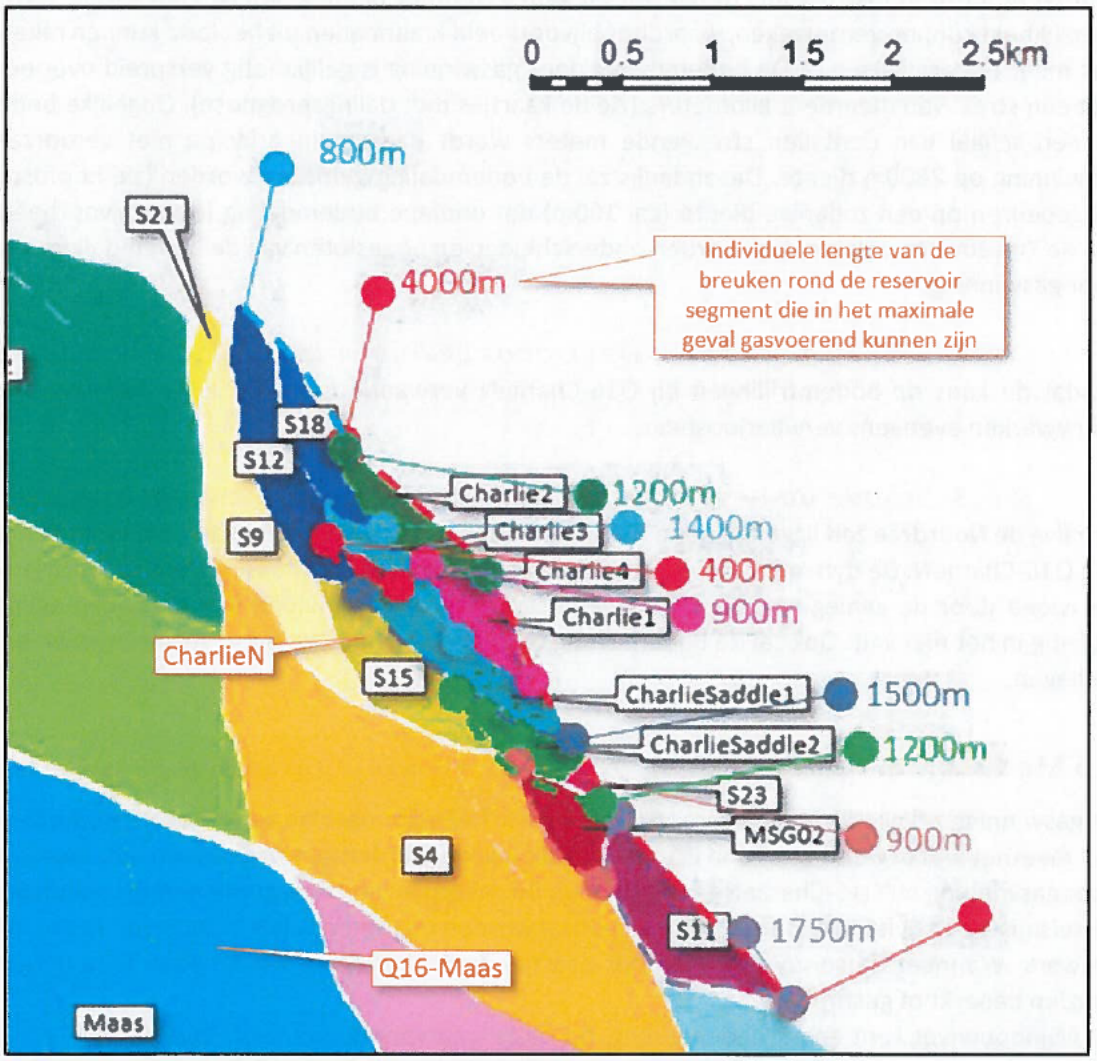
De gegevens en die gebruikt zijn in de screening van stap 1 en de kans op bevingen staan vermeld in Tabel 3.

Initiële druk (bar)	Drukval (bar)	DP/Pini	Waarde t.o.v. Criterium	Kans op aardbeving
234	230	0,98	>0,28	Ja
294	291	0,99	>0,28	Ja
Dimensies)		**Breukdichtheid B**		
Lb (Breuklengte)	13.010			
H (hoogte gaskolom	128			
A (oppervlak)	1.743.088	9,6	>0,86	Ja
Gesteente Eenheid	**Young's Modulus E**	**E ($E_{burden}/E_{reservoir}$)**		
Schieland/Delft	E_{burden}=22,67	0,83	<1,01	Verwaarloosbaar
Altena (Jura)	E_{burden}=17,68	0,65	<1,01	Verwaarloosbaar
Upper Trias (reservoir)	$E_{Reservoir}$=27,38			

Tabel 3: Parameters ter bepaling kans op aardbevingen Q16-CharlieN

Uit bovenstaande tabel blijkt dat er een relatieve drukval is van 0.98 (230 bar/234 bar) in het geval Q16-CharlieN depletie door Q16-Maas productie laat zien en 0.99 (291 bar/294 bar) in het geval depletie door Q16-Maas niet zichtbaar is in Q16-CharlieN. In beide gevallen is de relatieve drukval hoger dan 0.28 (28%) en de kans op beven niet verwaarloosbaar op grond van screening stap 1.

In stap 2 wordt gekeken naar de breukdichtheid en relatieve stijfheid (modulus van Young). De breukdichtheid wordt bepaald door de verhouding van de totale breukoppervlakte gedeeld door het gesteentevolume in het gasvoerende deel van het reservoir. Figuur 17 laat de individuele lengten zien van de breuken die het gasvoerende reservoir begrenzen. De oppervlakte van deze breuken wordt verkregen door de lengten te vermenigvuldigen met de diepte contouren boven het gas water contact. Het totale gesteentevolume wordt verkregen door het volume te bepalen van alle segmenten geheel of gedeeltelijk boven het gas water contact. Dit geeft een verhouding van (16788849/1743088) = 9.6, een getal duidelijk boven de grens van 0.86 uit Tabel 3. Op grond van de breukdichtheid is de kans op beven door productie van Q16-CharlieN dus niet te verwaarlozen.



Figuur 17: Weergave van de individuele breuklengten rond de potentieel gasvoerend segmenten

De relatieve stijfheid van de overliggende gesteentekolom is al eerder geanalyseerd door Deltares en Tabel 3 laat de relatieve stijfheid zien van zowel de Boven Jura Delfland groep als de Onder Jura Altena groep ten opzichte van de modulus van Young van het Triasische reservoir. De berekende verhoudingen van respectievelijk 0.83 en 0.65 liggen onder de grens van 1.1 uit Tabel 3.

Omdat de relatieve stijfheid van Q16-CharlieN ligt onder de grenswaarde 1.01 valt volgens Tabel 3 het veld in klasse van verwaarloosbare kans. Dit is in overeenstemming met het feit dat alle geologisch vergelijkbare velden in de omgeving vallen in de categorie C van de TNO/KNMI studie (2004): velden waar geen aardbevingen zijn geregistreerd.

7.4 Monitoring van bodemtrillingen

Het monitoren van de seismische activiteit rondom Q16-CharlieN zal worden gerealiseerd met behulp van het huidige KNMI netwerk.

7.5 Mogelijke gevolgen van bevingen ten gevolge van gaswinning

7.5.1 Bevingsschade aan infrastructuur door gaswinning

Voor de Tweede Maasvlakte is een zeewering opgeworpen en zijn wegen en kades aangelegd. Sommige kades zijn op staal gebouwd, andere zijn onderheid tot circa 40 m diep. Daling van de bodem kan invloed hebben op deze infrastructuur. De wegen en kades zijn met name gevoelig voor lokale zettingen die ongelijkheid kunnen veroorzaken, waardoor bijvoorbeeld kraanbanen uit het lood kunnen raken en deze niet meer te verplaatsen is. De bodemdaling door gaswinning is gelijkmatig verspreid over een gebied met een straal van meerdere kilometers (zie de kaartjes met dalingsprognose). Ongelijke bodemdaling op een schaal van tientallen strekkende meters wordt daarom in principe niet veroorzaakt door gaswinning op 2800m diepte. Desondanks zal de bodemdaling gemeten worden (zie hoofdstuk 6). Dit zal gebeuren op een zodanige diepte (ca. 100m) dat ondiepe bodemdaling (door bijvoorbeeld zetting van de Tweede Maasvlakte) kan worden onderscheiden en uitgesloten van de bodemdaling veroorzaakt door gaswinning.

7.5.2 Schade aan bouwwerken door bevingen ten gevolge van gaswinning

Omdat de kans op bodemtrillingen bij Q16-CharlieN verwaarloosbaar is, is de kans op schade aan bouwwerken eveneens verwaarloosbaar.

7.5.3 Schade aan natuur en milieu door bevingen van gaswinning

Behalve de Noordzee zelf liggen er geen natuurgebieden in de invloedsfeer van de bodemdalingsschotel van Q16-CharlieN. De dynamiek van de stromingen rond de Tweede Maasvlakte is zo groot en dermate beïnvloed door de aanleg van deze Tweede Maasvlakte dat de invloed van de bodemdaling daarbij volledig in het niet valt. Ook zal de bodemdaling wegvallen bij het dagelijkse verschil van eb en vloed in de haven.

7.6 Maatregelen om gevolgen van bevingen te voorkomen/beperken

De gaswinning zal plaatsvinden overeenkomstig de in het winningsplan aangegeven productieprofielen. Het meetnet wat in werking is rond Q16-Maas zal blijvend worden gemonitord om ook eventuele daling door gaswinning uit Q16-CharlieN te registreren. Dit meetplan heeft de goedkeuring van het SodM. Ook de seismische activiteit rondom Q16-CharlieN zal worden opgemerkt met behulp van het huidige KNMI netwerk. Wanneer de seismische activiteit daartoe aanleiding geeft kan te allen tijde de gaswinning worden beperkt of gestopt.
De Mijnbouwwet kent een schaderegeling, op basis waarvan de operator, in dit geval Oranje-Nassau Energie B.V. verplicht is de schade die veroorzaakt wordt door de bodemdaling door gaswinning uit Q16-CharlieN te vergoeden. Eenzelfde verplichting geldt voor schade als gevolg van bodemtrillingen veroorzaakt door de gaswinning uit Q16-CharlieN.

8 Overige omgevingsaspecten

8.1 Inleiding

De opsporing, winning en opslag van aardgas kan mogelijke gevolgen, anders dan bodemdaling en trillingen met zich meebrengen voor de omgeving. Deze mogelijke gevolgen worden beoordeeld door het bevoegd gezag in andere vergunningen dan het winningsplan. Een overzicht van de mogelijke gevolgen en in welke vergunningen deze worden behandeld, staat in de volgende tabel.

Gevolgen met betrekking tot	Besluit/Vergunning
Bodemverontreiniging	Wabo revisievergunning DGETM-EO/17138459, d.d. 30-08-2017
Luchtverontreiniging (emissies)	Wabo revisievergunning DGETM-EO/17138459, d.d. 30-08-2017
Grondwaterverontreiniging	Wabo revisievergunning DGETM-EO/17138459, d.d. 30-08-2017
Oppervlaktewaterverontreiniging	Wabo revisievergunning DGETM-EO/17138459, d.d. 30-08-2017
Externe veiligheid	Wabo revisievergunning DGETM-EO/17138459, d.d. 30-08-2017
Natuur	Wabo revisievergunning DGETM-EO/17138459, d.d. 30-08-2017

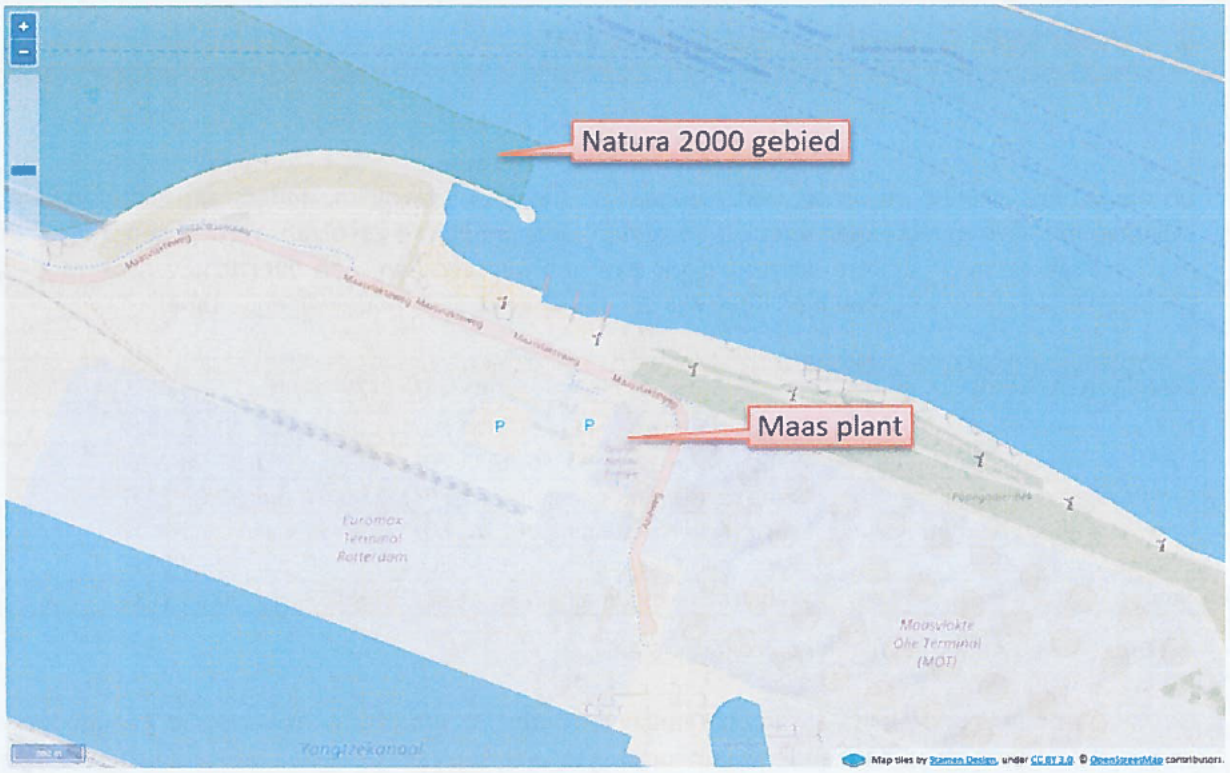
Tabel 4: Ander gevolgen en vergunningen

De Minister van Economische Zaken en Klimaat bevordert op grond van artikel 34 lid 7 Mijnbouwwet een doelmatige en samenhangende besluitvorming ten aanzien van het besluit omtrent instemming met het winningsplan en een aantal overige besluiten, waaronder de besluiten zoals genoemd in bovenstaande tabel (coördinatieregeling).
Met betrekking tot bovenstaande tabel zal hieronder worden aangeven wat door mijnbouw ondernemingen wordt gedaan om genoemde gevolgen te voorkomen, dan wel de effecten hiervan te beperken.

8.2 Mijnbouwlocatie 'Q16-Maas'

De mijnbouwlocatie Q16-Maas bevindt zich op 1 km afstand van een Natura 2000 gebied (Figuur 18). In het kader van de Omgevingsvergunning zijn de mogelijke effecten op deze gebieden onderzocht. Ook de in paragraaf 8.2 - 8.6 genoemde aspecten zijn in het kader van de Omgevingsvergunning onderzocht en beoordeeld.

Q16-Maas is een bestaande mijnbouwlocatie. De vigerende vergunning is de Omgevingsvergunning met kenmerk DGETM-EO/17138459, verleend op 30-08-2017.



Figuur 18: Ligging Q16-Maas installatie ten opzichte van precaire gebieden

8.3 Bodem / Grondwaterverontreiniging

De mijnbouwonderneming dient zich in te spannen om installaties zo te bouwen, onderhouden en beheren dat het risico op bodem/grondwaterverontreiniging verwaarloosbaar klein is. De wijze waarop dit dient te gebeuren is vastgelegd in onder andere de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming (NRB) en de Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen (PGS). Hierdoor worden de risico's tot een minimum beperkt en blijven de eventuele gevolgen beheersbaar. De NRB en de PGS worden voorgeschreven in het Activiteitenbesluit en de omgevingsvergunning. Toezicht vindt plaats door Staatstoezicht op de Mijnen (SodM).

Indien toch door een incident bodem/grondwaterverontreiniging is ontstaan, dient de mijnbouw onderneming deze verontreiniging te saneren in het kader van de Wet bodembescherming. De desbetreffende provincie is hiervoor bevoegd gezag.
De mijnbouwonderneming en toezichthouders hanteren een strikt controlebeleid waardoor de kans op bodemverontreiniging zeer gering is. Gevaar voor de volksgezondheid door het optreden van incidenten is niet te verwachten.

8.4 Luchtverontreiniging

De maximale uitstoot van stoffen die vrijkomen bij de activiteiten ten behoeve van gaswinning (zoals NOx, SO_2, etc.) naar de lucht (emissies), de wijze van meten en rapporteren is vastgelegd in het Activiteitenbesluit en de omgevingsvergunning. SodM controleert of wordt voldaan aan de voorschriften. Bij het verlenen van de revisievergunning is met betrekking tot de luchtemissies overleg geweest met de Milieudienst Rijnmond (DCMR). Mijnbouwondernemers streven altijd naar een zo laag als redelijkerwijs mogelijke emissie. Verder hanteren de mijnbouwonderneming en toezichthouders een strikt controlebeleid op emissies. Gevaar voor de volksgezondheid door het optreden van incidenten is niet te verwachten.

8.5 Oppervlaktewaterverontreiniging

De mijnbouwonderneming dient zich in te spannen om installaties zo te bouwen, onderhouden en beheren dat het risico op oppervlaktewaterverontreiniging verwaarloosbaar klein is. De wijze waarop dit dient te gebeuren is vastgelegd in onder andere de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming (NRB) en de Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen (PGS). Hierdoor worden de risico's tot een minimum beperkt en blijven de eventuele gevolgen beheersbaar. De NRB en de PGS worden voorgeschreven in het Activiteitenbesluit en de Omgevingsvergunning. Toezicht vindt plaats door SodM.
Voor de locatie Q16-Maas is een ontheffing verleend door het Waterschap Hollandse Delta op 27 augustus 2013 met kenmerk D0023148.

Indien toch door een incident het oppervlaktewater verontreinigd is, dient de mijnbouwonderneming deze verontreiniging te saneren in het kader van de Waterwet en eventueel de Wet bodembescherming. De desbetreffende waterbeheerder en provincie zijn hiervoor bevoegd gezag.

De mijnbouwonderneming en toezichthouders hanteren een strikt controlebeleid waardoor de kans op verontreiniging van het oppervlaktewater zeer gering is. Gevaar voor de volksgezondheid door het optreden van incidenten is niet te verwachten.

8.6 Externe veiligheid

De beoordeling van het risico voor personen buiten de mijnbouwlocatie (kwantitatieve risicoanalyse) vindt plaats in het kader van de omgevingsvergunning (Wabo).

Verder moet voor ieder mijnbouwwerk een rapport inzake grote gevaren worden opgesteld. Dit rapport bestaat uit o.a. het reeds bestaande veiligheids- en gezondheidsdocument op grond van het Arbeidsomstandighedenbesluit, het rampenbestrijdingsplan, het bedrijfsbeleid inzake het voorkomen van zware ongevallen, en gegevens omtrent de milieuveiligheid.

Q16-Maas heeft sinds februari 2014 een Geïntegreerd Veiligheids- en Gezondheidsdocument en Veiligheidsrapport opgesteld door Royal HaskoningDHV met registratienummer: MD-AF20140258/O&G.

8.7 Natuur

Voor natuur geldt een rechtstreekse zorgplicht van beschermde flora en fauna. Als mijnbouwactiviteiten negatieve effecten zouden kunnen hebben op de aanwezige flora en fauna, dient een ecologisch onderzoek uitgevoerd te worden. Indien effecten niet uitgesloten kunnen worden dan dient een ontheffing aangevraagd te worden.

Indien mijnbouwactiviteiten of de gevolgen hiervan invloed kunnen hebben op de instandhoudingdoelstellingen van aangewezen Natura 2000-gebieden, dienen de effecten en gevolgen onderzocht worden en eventueel een passende beoordeling opgesteld te worden. Indien hieruit blijkt dat negatieve effecten kunnen optreden, is een vergunning nodig. Een en ander wordt geregeld in de Wet Natuurbescherming. Voor de revisievergunning van de Wabo-vergunning van Q16-Maas is een passende beoordeling opgesteld. Deze maakt deel uit van de aanvraag.

9 Verklarend woordenlijst

Woordenlijst	
Aquifer	Watervoerend deel van het reservoir. Dat kan naast en/of onder het gasvoerende deel gelegen zijn.
casing	Metalen verbuizing die de wand van het boorgat stabiliseert
Q16-CharlieN	Prospect Q16bc-Diep Charlie-Noord
Cm	Uniaxiale compactie-coëfficiënt; mate van samendrukbaarheid van het gesteente
completeren	Het perforeren van de casing ter hoogte van het reservoir en het installeren van de tubing
Compactie	Het samendrukken van het reservoirgesteente als door productie de druk van de vloeistof in de poriën daalt, en onvoldoende tegenwicht geeft aan het gewicht van bovenliggende gesteenten.
Compressibiliteit	Samendrukbaarheid
Depletie	Drukdaling door het onttrekken van gas (of olie of water) uit reservoirgesteente
EZ	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
GIIP	Volume gas initieel aanwezig in het voorkomen (in normaal kubieke meter = Nm3)
GPS	Global Positioning System: systeem voor plaats- en hoogtebepaling met behulp van satellieten
GWC	Gas-water contact diepte (in m onder NAP)
Horst	de zijde van een afschuiving die omhoog bewogen is. De andere, naar beneden bewogen zijde van de afschuiving wordt een slenk genoemd.
Kern	Gesteentemonster uit de ondergrond verkregen bij het boren van een put
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
Mb	Mijnbouwbesluit
MER	Milieu-Effect-Rapport
mMD	Diepte gemeten in meters langs het boortraject, vanaf de boortafel (RT)
Mr	Mijnbouwregeling
MSM-01	Opsporingsboring Maasmond-01
mTVDss	Diepte gemeten in werkelijke verticale meters onder zee niveau
Mw	Mijnbouwwet
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij
Nm^3	m^3 bij 0°C en 1.01325 bara (ref. 16)
ONE	Oranje-Nassau Energie B.V.
Permeabiliteit	De mate waarin een (poreuze) vaste stof een andere stof (gas of vloeistof) doorlaat. Indien een materiaal een andere stof niet doorlaat heet het materiaal voor die stof impermeabel.
Porositeit	Verhouding tussen het poriënvolume en het totale volume van het gesteente.
productiestijgbuis	Metalen buis die vanaf het reservoir tot de putafsluiter loopt, waardoor het gas naar boven stroomt, ook wel tubing genoemd.
Prospect	Vermoedelijk aardgasvoorkomen dat nog moet worden aangetoond met een boring
putafsluiters	Soort kraan die de put, het boorgat afsluit van de buitenwereld.
Q16-Maas	Q16-Maas behandelingsinstallatie
RD	Coördinaten in het topografische kaartmateriaal zijn vermeld in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting (RD). De auteursrechten en databankrechten zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2006. Coördinaat stelsel gebruikt voor onshore delen.
Relaxatie	afname van (mechanische) spanning door voortdurende belasting
Reservoir	Gesteentelaag waarin het aardgas zich bevindt
SodM	Staatstoezicht op de Mijnen
spuitkruis	Samenstel van putafsluiters
SRA	Seismische Risico Analyse
TCBB	Technische Commissie Bodembeweging
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek
tubing	productiestijgbuis
UTM31_ED50	Coördinaten in het topografische kaartmateriaal zijn vermeld in het stelsel van de Universele Transverse Mercator projectie gebaseerd op de Europese vereffening ED50. Coördinaat stelsel gebruikt voor offshore delen.
X-mas tree	spuitkruis

10 Referenties

Deltares, 2017. Bodemdaling en aardbevingsrisico Q16-Charlie-Noord. Report 11200728-002.

Deltares, 2012. Bodemdalingsstudie ONE Q16-Maasveld. Report 1206772-000.

Oranje-Nassau Energie B.V. 2017. Well proposal fort he Maasmond-01 (MSM-01) exploration well. Report 20160829-RV/JM-R1.

Oranje-Nassau Energie B.V. 2012. Field development plan Q16-Maas. Report 20120301-RV-1.

SodM, 2016. Methodiek voor Risico Analyse omtrent geïnduceerde bevingen door gaswinning (Tijdelijke Leidraad)

TCBB, 2014. Industrieleidraad ter Geodetische bepaling van bodembeweging als gevolg van mijnbouwactiviteiten

TNO/KNMI, 2012. Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland, update 2012. Report R10198.

TNO, 2016. Seismiciteit onshore gasvelden Nederland.

Bijlage 1

Rapport Deltares: Bodemdaling en aardbevingsrisico Q16-Charlie-Noord, rapport nr. 11200728-002-SGS-0002, september 2017.