VERMILION
ENERGY



Vermilion Energy Netherlands B.V.

Actualisatie Winningsplan Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid

Versie 2.1

16 maart 2026

Samenvatting

Dit winningsplan is een actualisatie van het winningsplan Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid d.d. 24 augustus 2017.

De actualisatie is van belang omdat de productie van de bestaande putten langer zal doorgaan dan verwacht. Het verwachte einde van de productie is uiterlijk 31 december 2029. Verder heeft Vermilion Energy Netherlands B.V (Vermilion, VEN) geen plannen meer om extra nieuwe putten te boren of aftakkingen van een bestaande putten te realiseren of stimulatiewerkzaamheden uit te voeren zoals beschreven in het vorige winningsplan. Er is ook geen plan meer om het prospect ten westen van het Loon Op Zand-Zuid voorkomen te ontwikkelen. Deze nieuwe inzichten vereisen een actualisatie van de productie- en de bodemdalingsvoorspellingen.

In dit winningsplan 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.

De maximale hoeveelheid productie en de uiterlijke productiedatum staan aangegeven in de tabel hieronder.

Voorkomen:	**Loon Op Zand**	
Productie tot uiterlijk:	31 december 2029	
Maximale hoeveelheid productie	483	miljoen nm^3
(waarvan na 1-1-2026 verwacht maximaal)	6	miljoen nm^3
Seismisch Risico Categorie:	Categorie I	
Samengestelde bodemdaling verwacht maximaal	< 1	cm
(waarvan na 1-1-2026 verwacht maximaal)	< 1	cm

Voorkomen:	**Loon Op Zand-Zuid**	
Productie tot uiterlijk:	31 december 2029	
Maximale hoeveelheid productie	141	miljoen nm^3
(waarvan na 1-1-2026 verwacht maximaal)	17	miljoen nm^3
Seismisch Risico Categorie:	Categorie I	
Samengestelde bodemdaling verwacht maximaal	< 1	cm
(waarvan na 1-1-2026 verwacht maximaal)	< 1	cm

Vermilion verwacht maximaal 6 miljoen nm^3 en 17 miljoen nm^3 aardgas te winnen over de periode 2026-2029 uit de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid. Dit volume valt ruim binnen het volume waarmee is ingestemd in het huidige instemmingsbesluit. De einddatum van de gasproductie op basis van het huidige instemmingsbesluit is 31 december 2026. Vermilion verwacht maximaal 3 jaar extra nodig te hebben om dit veel lagere volume te kunnen produceren. Vermilion heeft geprobeerd de productiesnelheid uit de bestaande putten te verhogen. Op dit moment is er geen productie uit put WWS-02. Vermilion plant kleine werkzaamheden om deze put weer in productie te nemen. Hierdoor heeft Vermilion meer tijd nodig om het resterende volume te produceren. Vermilion merkt op dat het resterende volume kleiner is dan het volume waar al mee is ingestemd. De uiteindelijke hoeveelheid zal afhangen van de prestaties van de twee bestaande putten om het gas te produceren.

De bodemdaling zoals beschreven in dit document is de daling bij de einddruk, dat wil zeggen aan het eind van de levensduur van het gasvoorkomen. De modellen laten zien dat de maximale bodemdaling in het diepste punt van de bodemdalingskom boven de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid minder dan 1 cm zal zijn. Het huidige instemmingsbesluit gaat uit van een maximale bodemdaling van 1 cm. Deze bijgewerkte verwachting valt daarmee binnen de grenzen van het huidige instemmingsbesluit. De daadwerkelijke bodemdaling wordt gemonitord via een meetnet van Vermilion, dat wordt gecontroleerd door Staatstoezicht op de Mijnen (SodM).

Het seismische risico wordt in de laagste categorie ingeschaald (Categorie I). Het huidige instemmingsbesluit gaat uit van dezelfde seismische risico categorie. Er is geen verandering in

seismisch risico in vergelijking met het vorige winningsplan waarmee is ingestemd in het huidige instemmingsbesluit. Het daadwerkelijk optreden van bodemtrillingen wordt gemonitord via het KNMI-meetnet.

Voor zowel bodemdaling als bodemtrillingen wordt geen schade verwacht. Mochten omwonenden toch een effect of schade ondervinden, dan kan dat gemeld worden bij Vermilion, of bij de Commissie Mijnbouwschade.

Het winningsplan behoeft de instemming van de minister van Klimaat en Groene Groei. Er wordt advies gevraagd aan de overheden binnen het gebied waar het winningsplan betrekking op heeft. Deze zijn weergegeven in de tabel hieronder.

Voorkomen	Provincie	Gemeente	Waterschap
Loon Op Zand & Loon Op Zand-Zuid	Noord-Brabant	Loon op Zand	De Dommel
		Tilburg	

Inhoud

Samenvatting 2
Inhoud 4
Formulier aanvraag instemming winningsplan 7
1 Inleiding 10
1.1 Doel van deze actualisatie van het winningsplan 10
1.2 Leeswijzer 10
2 Plaats van winning 12
2.1 Voorkomens in dit winningsplan 12
2.2 Overzicht ligging voorkomens en putten 12
2.3 Schematische weergave gas-behandeling en afvoer 15
3 Boringen 16
3.1 Inleiding: Algemene beschrijving van een put 16
3.2 Overzicht boringen in voorkomen 17
3.3 Schematische voorstelling putverbuizing(en) 18
3.4 Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in verbuizing treden 18
3.5 Putbehandelingen 18
4 Ondergrond 20
4.1 Inleiding: hoe worden de ondergrond-eigenschappen gemeten 20
4.2 Geologie en gesteente-eigenschappen van het voorkomen 20
4.2.1 Reservoir-formaties en afsluitende lagen 21
4.2.2 Structuur 21
4.2.3 Bron koolwaterstoffen 21
4.2.4 Geologische doorsnede van het reservoir 22
4.3 Gesteente-eigenschappen van de bovenliggende lagen 26
4.4 Andere gebruiksmogelijkheden van de ondergrond 26
5 Ontwikkelingsvooruitzichten 28
5.1 Inleiding 28
5.2 Historische productie en productiegedrag 28
5.3 Onzekerheden 29
5.4 Winningsstrategie & reservoir management 29
5.5 Vooruitzichten voor productievolume per voorkomen per jaar 30
5.6 Duur van de winning 32
5.7 Jaarlijks eigengebruik bij winning 32
5.8 Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakkelde koolwaterstoffen 32
5.9 Gassamenstelling en stoffen die jaarlijks worden mee-geproduceerd 32
5.10 Jaarlijks bij winning in de ondergrond terug te brengen delfstoffen en andere stoffen 34
6 Bodemdaling 35
6.1 Inleiding: hoe komt bodemdaling tot stand 35
6.1.1 Gaswinning 35
6.1.2 De oorzaken van bodemdaling 35
6.1.3 Autonome bodemdaling 36

6.1.4 Meten en voorspellen van bodemdaling 37
6.2 Bodemdalingsmodel 38
6.3 Historische bodemdaling 38
6.4 Bodemdalingsvooruitzichten en -onzekerheid 40
6.5 Monitoring van bodemdaling 46
6.6 Mogelijke gevolgen van de verwachte bodemdaling 46
6.6.1 Gevolgen voor gebouwen en infrastructuur 46
6.6.2 Gevolgen voor natuur en milieu en landbouw 46
6.7 Maatregelen om (gevolgen van) bodemdaling te voorkomen of te beperken 47
7 Bodemtrilling 48
7.1 Inleiding: hoe komen bevingen ten gevolge van gaswinning tot stand 48
7.2 Historische bevingen in de voorkomens van dit winningsplan 48
7.3 Seismische Risico Analyse 48
7.4 Resultaat Seismische Risico Analyse 49
7.5 Monitoring van bodemtrillingen 49
7.6 Mogelijke gevolgen van bevingen ten gevolge van gaswinning 50
7.6.1 Schade aan openbare infrastructuur door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning 50
7.6.2 Schade aan gebouwen en bouwwerken door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning 50
7.6.3 Gevolgen voor natuur en milieu door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning 50
7.7 Maatregelen om (gevolgen van) bodemtrillingen te voorkomen of te beperken 50
8 Overige Omgevingsaspecten 51
8.1 Inleiding 51
8.2 Schade-afhandeling 51
8.3 Gedragscode 51
8.4 Maatschappelijke verantwoordelijkheid 51
9 Verklarende woordenlijst 53
10 Referenties 54
11 Bijlage: Plotplan van de mijnbouwlocaties 55
11.1 Plattegrond mijnbouwlocatie Waalwijk-Zuid (putten WWS-01 en WWS-02) 55
12 Bijlage: Proces-stroomdiagram van mijnbouwlocatie 57
13 Bijlage: Putverbuizingen en perforaties 58
14 Bijlage: Geologische kaarten 60
15 Bijlage: Analyse en Berekening Bodemdaling 61
15.1 Bodemdalingsmodel en behandeling onzekerheden 61
15.2 Resultaten modelberekening bodemdaling 61
15.2.1 Historische bodemdaling 61
15.2.2 Toekomstige bodemdaling 63
16 Bijlage: Seismische Risico Analyse: Details en Achtergronden 66
16.1 Algemeen kader voor Seismische Risico Analyse 66
16.2 Seismische Risico Analyse voor de voorkomens in dit winningsplan 67
16.2.1 Niveau 1: Screening Potentieel 67

16.2.2 Niveau 2: Risico Matrix 68

Formulier aanvraag instemming winningsplan

Artikel 34 lid 1 Mijnbouwwet (Mbw) en artikel 24 Mijnbouwbesluit (Mbb)

Elektronisch in te dienen bij:
De Minister van Klimaat en Groene Groei
Directie Transitie Diepe Ondergrond
mijnbouwvergunningen@minezk.nl

Artikel	Onderwerp	Beschrijving
Mbw 34 lid 1	**Verzoek om instemming voor een uitbreiding van het winningsplan** Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid	☐ een winningsplan voor voorkomens in het continentaal plat vanaf de 12 zeemijlszone ☒ een winningsplan voor voorkomens in Nederlands territoir tot 12 zeemijl uit de kust
	A) Algemene gegevens	
	A1.1) Naam indiener	Vermilion Energy Netherlands B.V.
	A1.2) Adres	Zuidwalweg 2 8861 NV Harlingen The Netherlands
	A1.3) Contactpersoon	5.1.2.e
	A1.4) E-mail	5.1.2.e @vermilionenergy.com
	A1.5) Telefoon	+31 (0) 517 493 333
Mbw 34 lid 2 en Mbw 22	**A1.6) Indiener**	☒ is houder van de vergunning ☐ is uitvoerder cf. artikel 22 Mbw
	A2) Winningsvergunningsgebied(en)	Waalwijk
Mbw 34 lid 1 Mbb 24 lid 1a	**A2.1) Voorkomen(s) koolwaterstoffen**	Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid
Mbb 24 lid 1a	**A2.2) Soort koolwaterstof die wordt gewonnen**	☐ olie ☒ hoog calorisch gas ☐ Groningen kwaliteit gas ☐ laag calorisch gas ☐ zwavelhoudend gas ☒ aardgascondensaat
Mbr 1.2.1 lid 3	**A3) Bestaande of nieuwe winning**	☒ winningsplan voor reeds bestaande winning, (inclusief voorziene uitbreiding) ☐ winningsplan voor nieuwe winning

	Bedrijfs- en productiegegevens	**Paragraaf**
Mbw 35 lid 1	Beknopte beschrijving van het winningsplan	1
Mbw 35 lid 1c Mbb 24 lid 1c,d	Beknopte beschrijving van wijze van winning alsmede daarmee verband houdende activiteiten	2, 3.4, 3.5
Mbb 24 lid 1a	Geologische beschrijving van voorkomen(s)	4.2
Mbb 24 lid 1a Mbb 24 lid 1b	Geologische doorsnede van voorkomen(s)	4.2
Mbw 35 lid 1a Mbb 24 lid 1d,e	Overzicht ligging voorkomens en putten	2.2
Mbb 24 lid 1d,e,g	Situering mijnbouwwerken situatietekening /eventueel foto	2.2
Mbb 24 lid 1e,f	Overzicht boringen in voorkomen(s)	3.2
Mbb 24 lid 1g	Schematische voorstelling putverbuizing(en)	3.3
Mbb 24 lid 1h	Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in verbuizing treden	3.4
Mbb 24 lid 2	Productieontwikkeling strategie	5.4
Mbb 24 lid 2	Productie filosofie	5.4
Mbb 24 lid 2	Reservoir management	5.4
Mbw 35 lid 1a,d Mbb 24 lid 1a	Omvang winning (hoeveelheden per voorkomen/per jaar)	5.5
Mbw 35 lid 1b	Duur van de winning (per voorkomen)	5.5
Mbb 24 lid 1i	Een opgaaf van de samenstelling en hoeveelheden van de stoffen, die jaarlijks onvermijdelijk bij de winning van koolwaterstoffen meekomen.	5.9
Mbb 24 lid 1j	Een opgaaf van de hoeveelheden gewonnen koolwaterstoffen die jaarlijks bij de winning wordt gebruikt, afgeblazen of afgefakkeld.	5.7
Mbb 24 lid 1j	Een opgaaf van de samenstelling en hoeveelheden delfstoffen en andere stoffen die jaarlijks bij de winning in de ondergrond worden teruggebracht.	5.8
Mbb 24 lid 1k	Een opgaaf van de samenstelling en hoeveelheden delfstoffen en andere stoffen die jaarlijks bij de winning in de ondergrond worden teruggebracht.	5.10
Mbw 36 lid 1 sub b	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
Mbw 35 lid 1e, Mbb 24 lid1l,	Jaarlijkse kosten onderverdeeld in investeringen, onderhoud, bedrijfsvoering, en de kosten van het verlaten en verwijderen van mijnbouwwerken.	Vertrouwe-lijke bijlage
Mbw 24 lid 1a	Verwachte samenstelling van de aanwezige koolwaterstoffen	5.9

	Gegevens inzake bodemdaling als gevolg van de winning van koolwaterstoffen.	**Paragraaf**
Mbw 35 lid 1f	Aard van de bodemdaling alsmede de daarmee verband houdende activiteiten	6.1
Mbb 24 lid 1m	Een kaart met daarop de contouren van de verwachte uiteindelijke mate van bodemdaling.	6.4
Mbb 24 lid 1n	Een overzicht met het verloop van de verwachte mate van bodemdaling in de tijd.	6.4
Mbb 24 lid 1o	Een opgaaf van de onzekerheid omtrent de verwachte mate van bodemdaling als bedoeld in de onderdelen Mbb 24 lid 1m en Mbb 24 lid 1n.	15
Mbb 24 lid 1q	Een beschrijving van de mogelijke omvang en verwachte aard van de schade door bodembeweging.	6.6
Mbb 24 lid 1r	Een beschrijving van de maatregelen die worden genomen om bodembeweging te voorkomen of te beperken.	6.7
Mbb 24 lid 1s Mbw 35 lid 1f	Een beschrijving van de maatregelen die worden genomen om schade door bodembeweging te voorkomen of te beperken.	6.7

	Gegevens inzake bodemtrilling als gevolg van de winning van koolwaterstoffen.	**Paragraaf**
Mbw 35 lid 1f	Aard van de bodemtrilling alsmede de daarmee verband houdende activiteiten	7.1
Mbb 24 lid 1p	Een risico-analyse omtrent bodemtrillingen als gevolg van de winning.	7.3, 16.2
Mbb 24 lid 1q	Een beschrijving van de mogelijke omvang en verwachte aard van de schade door bodembeweging.	7.6
Mbb 24 lid 1r	Een beschrijving van de maatregelen die worden genomen om bodembeweging te voorkomen of te beperken.	7.7
Mbb 24 lid 1s Mbw 35 lid 1f	Een beschrijving van de maatregelen die worden genomen om schade door bodembeweging te voorkomen of te beperken.	7.7

	Overige aspecten	**Paragraaf**
Mbw 35 lid 1g	De risico's voor omwonenden, gebouwen of infrastructurele werken of de functionaliteit daarvan met een risicobeoordeling, voor zover het winnen van delfstoffen niet geschiedt in het continentaal plat	8
Mbw 36 lid 1c	Gevolgen voor het milieu	6.6, 7.6
Mbw 36 lid 1d	Gevolgen voor de natuur	6.6, 7.6
Mbw 36 lid 1e	Efficiëntie en verantwoordelijkheidszin, daaronder mede verstaan maatschappelijke verantwoordelijkheidszin	8.4

Ondertekening 5.1.2.e Naam: 5.1.2.e Functie: Permitting Advisor	Datum: 16 maart 2026 Plaats: Amsterdam	

1 Inleiding

1.1 Doel van deze actualisatie van het winningsplan

Vermilion is houder van de winningsvergunning Waalwijk. Conform artikel 34 Mijnbouwwet (Mbw) dient de winning van koolwaterstoffen te gebeuren overeenkomstig een winningsplan. In het Mijnbouwbesluit (Mbb) is in artikel 24 aangegeven welke informatie het winningsplan moet bevatten.

De winningsvergunning Waalwijk omvat o.a. de gasvoorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid. De redenen voor de actualisatie van het winningsplan voor de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid zijn:

- De productie van de bestaande putten zal langer doorgaan dan verwacht.
- Vermilion heeft geen plannen meer om nieuwe putten te boren of aftakkingen van bestaande putten te realiseren of stimulatiewerkzaamheden uit te voeren zoals beschreven in het vorige winningsplan.
- Vermilion heeft geen plan meer om het prospect ten westen van het Loon Op Zand-Zuid voorkomen te ontwikkelen.
- Deze nieuwe inzichten vereisen een actualisatie van de productie- en de bodemdalingsvoorspellingen. De productie- en de bodemdalingsvoorspellingen vallen binnen de grenzen van het huidige instemmingsbesluit.

Tabel 1-1: Geschiedenis Winningsplan Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid.

Datum	Versie	Omschrijving
29 december 2003		Winningsplan actualisatie voor de gasvoorkomens Waalwijk-Noord, Sprang en Loon Op Zand
oktober 2004		Winningsplan voor het gasvoorkomen Loon Op Zand-Zuid
15 oktober 2012		Winningsplan actualisatie voor de hele winningsvergunning Waalwijk
29 juni 2016		Winningsplan actualisatie voor de hele winningsvergunning Waalwijk. Niet in behandeling genomen door EZ. In overleg met EZ vervangen door aparte winningsplannen voor Waalwijk-Noord, Sprang en Loon Op Zand & Loon Op Zand-Zuid.
24 augustus 2017	Versie 1.3	Winningsplan actualisatie voor alleen Loon Op Zand, Loon Op Zand-Zuid en het prospect ten westen van Loon Op Zand-Zuid.
17 februari 2026	Versie 2.0	Winningsplan actualisatie voor het gasvoorkomen Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid. Verlenging van de productietijd, verwijdering van boren van nieuwe/aftakking putten, verwijdering van stimulatiewerkzaamheden en verwijdering van het prospect ten westen van het Loon Op Zand-Zuid voorkomen.
16 maart 2026	Versie 2.1	Tekstuele correcties en aanvullingen t.o.v. Versie 2.0 (dit document).

1.2 Leeswijzer

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

In Hoofdstuk 2 wordt aangegeven waar het gasvoorkomen en de mijnbouwlocatie zich bevinden. Hoofdstuk 3 omschrijft de boringen in het gasvoorkomen.

De ondergrond, met name de geologie, ter plaatse van het gasvoorkomen wordt beschreven in Hoofdstuk 4. In Hoofdstuk 5 wordt de toekomstige gasproductie weergegeven.

De verwachte bodemdaling door toekomstige productie uit het voorkomen wordt beschreven in Hoofdstuk 6.

Hoofdstuk 7 gaat verder in op de seismische risico analyse.

Het winningsplan behoeft de instemming van de minister van Klimaat en Groene Groei (KGG).

De berekeningen en inschattingen worden gecontroleerd door TNO-AGE en Staatstoezicht op de Mijnen (SodM). Betrokken overheden (provincie, gemeenten, waterschappen) brengen advies uit aan de Minister van KGG.

Eventuele toekomstige activiteiten op de locatie (bijvoorbeeld compressie) zullen de gangbare vergunningprocedures volgen.

Een klein onderdeel van het winningsplan wordt apart toegezonden aan het Ministerie van Klimaat en Groene Groei. Dit vertrouwelijke deel bevat bedrijfsgevoelige informatie en openbaarmaking kan VEN's concurrentiepositie in gevaar brengen. Dit onderdeel is daarom niet openbaar. Het onderdeel bevat informatie over de verwachte productiekosten, investeringskosten, verwijderingskosten en gasvolume berekeningen.

2 Plaats van winning

2.1 Voorkomens in dit winningsplan

Dit winningsplan beschrijft de productie uit de gasvoorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid. Het voorkomen Loon Op Zand is aangetoond door de put WWS-01, welke in 1991 geboord is. Het voorkomen Loon Op Zand-Zuid is aangetoond met de put WWS-02, welke in 2004 geboord is. Beide putten zijn vanaf dezelfde mijnbouwlocatie geboord. Er zijn verder geen putten geboord in deze voorkomens.

Opmerking: de putnamen hebben de afkorting WWS aan het begin, zoals WWS-01. Deze afkorting komt uit de periode dat de putten werden aangeduid als “Waalwijk South”. De voorkomens staan bekend onder de naam Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid. Deze namen hebben de afkorting LOZ en LOZZ.

2.2 Overzicht ligging voorkomens en putten

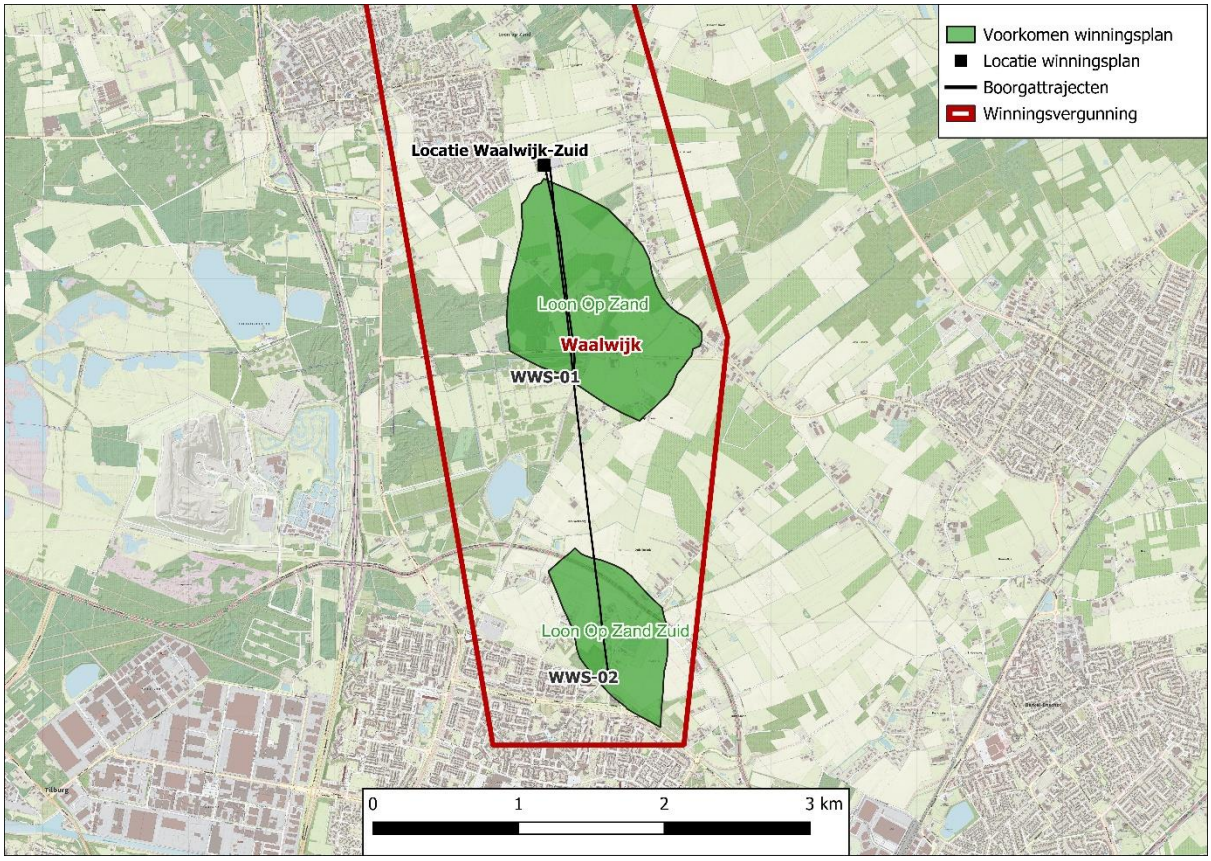
De voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid liggen in de provincie Noord-Brabant, respectievelijk in de gemeenten Loon op Zand en Tilburg, zie Figuur 2-1 tot en met Figuur 2-3 en Tabel 2-1.

Tabel 2-1: Ligging van voorkomen ten opzichte van gemeenten, provincies en waterschappen.

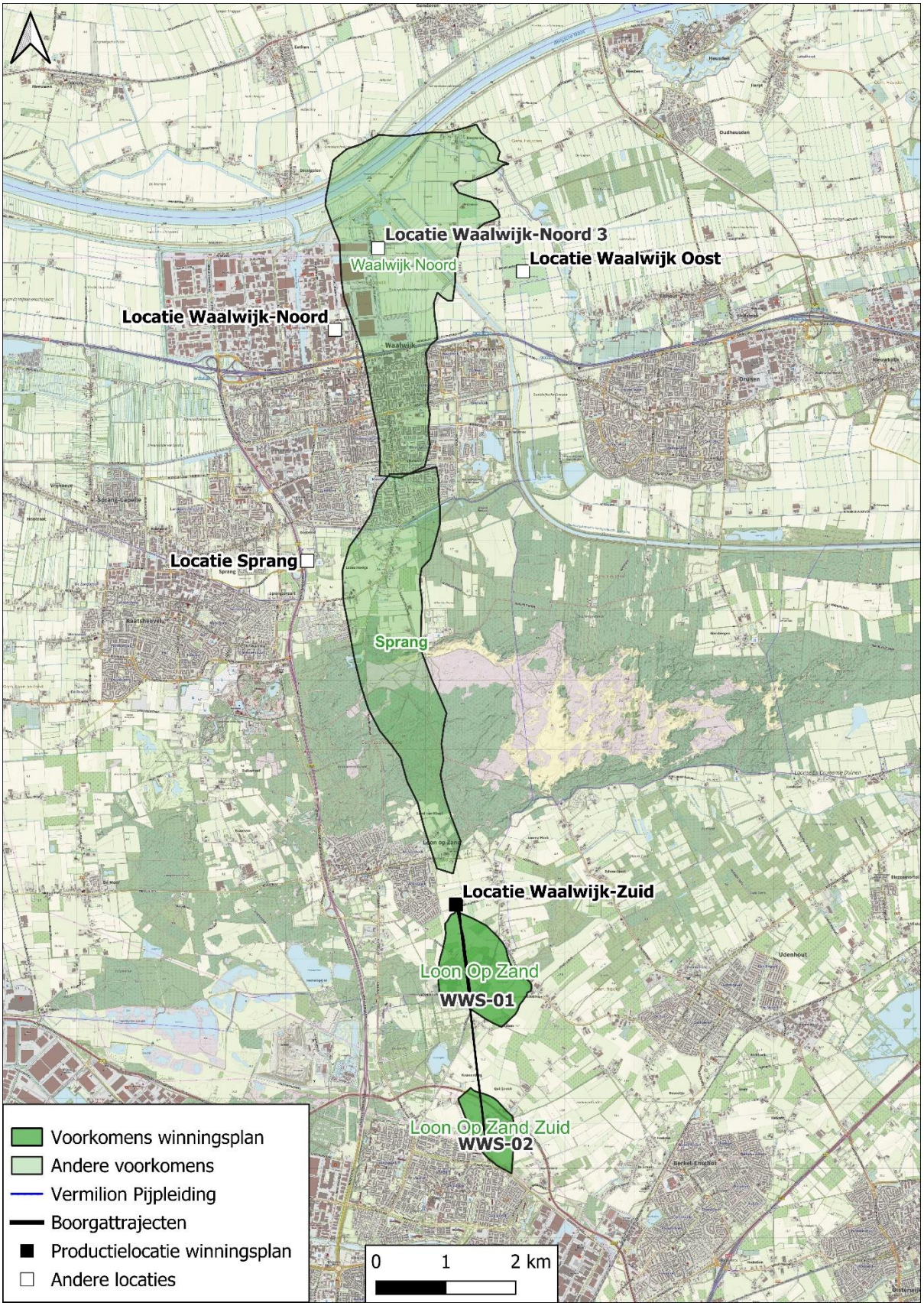
Voorkomen	Provincie	Gemeente	Waterschap
Loon Op Zand & Loon Op Zand-Zuid	Noord-Brabant	Loon op Zand	De Dommel
		Tilburg	

Vanaf de mijnbouwlocatie Waalwijk-Zuid zijn de producerende putten WWS-01 (Loon Op Zand) en WWS-02 (Loon Op Zand-Zuid) geboord.

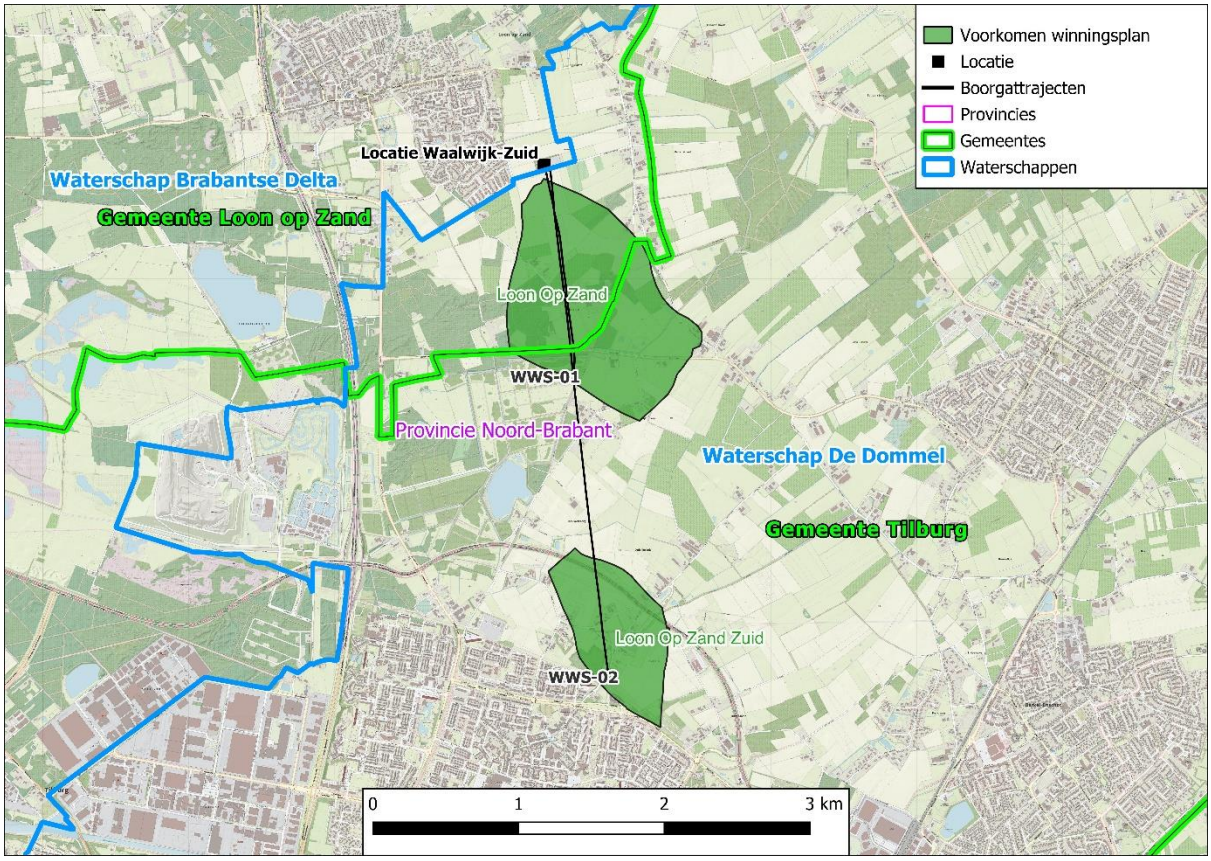
In de bijlage, Hoofdstuk 11, is de plattegrond van de locatie opgenomen.



Figuur 2-1: Topografische kaart, met voorkomen Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid en de winningsvergunningsgrenzen Waalwijk.



Figuur 2-2: Topografische kaart van het voorkomen Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid (donkergroen) en de mijnbouwlocatie Waalwijk-Zuid. Omliggende voorkomens, mijnbouwlocaties en pijpleidingen zijn eveneens weergegeven.



Figuur 2-3: Topografische kaart van het voorkomen Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid (donkergroen) en de mijnbouwlocatie Waalwijk-Zuid. Omliggende gemeenten, provincies en waterschappen zijn eveneens weergegeven.

2.3 Schematische weergave gas-behandeling en afvoer

In de bijlage, Hoofdstuk 12, is een schematische weergave voor de winningsvergunning Waalwijk opgenomen van de aanvoer van het geproduceerde aardgas naar het gasbehandelingsstation WTC en afvoer daarvandaan. Het gas van de voorkomens Waalwijk-Noord, Sprang, Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid wordt centraal verwerkt door het WTC op de mijnbouwlocatie Waalwijk-Noord, dat dus ook in bedrijf blijft, tenminste tot het einde van de gasproductie vanaf één of meerdere onderstaand genoemde locaties. De gasproductie van deze vier voorkomens vindt plaats via vier mijnbouwlocaties:

1. De mijnbouwlocatie Waalwijk-Noord (geen onderdeel van dit winningsplan).
2. De mijnbouwlocatie Waalwijk-Noord 3 (geen onderdeel van dit winningsplan).
3. De mijnbouwlocatie Sprang-A (geen onderdeel van dit winningsplan).
4. De mijnbouwlocatie Waalwijk-Zuid.

De putten WWS-01 en WWS-02 bevinden zich op de mijnbouwlocatie Waalwijk-Zuid. Het vrije water wordt op deze locatie afgescheiden en opgeslagen. Dit water wordt per vrachtwagen afgevoerd naar een erkende afvalverwerker of op een externe locatie teruggebracht in de diepe ondergrond. Het gas en aardgascondensaat worden via een 10 inch (ca 25 cm) diameter pijpleiding over een lengte van circa 12.3 km getransporteerd naar hoofdlocatie Waalwijk-Noord. Op de Sprang-A locatie staat verder een compressor zodat er meer gas geproduceerd kan worden uit het Sprang voorkomen. Eventueel kan de pijpleiding vanaf Waalwijk-Zuid ook op deze compressor aangesloten worden waardoor er meer gas uit de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid geproduceerd kan worden.

De mijnbouwlocaties worden op afstand gecontroleerd en gemonitord vanuit een controlekamer op de mijnbouwlocatie Waalwijk-Noord. Operators bezoeken regelmatig de mijnbouwlocaties voor controles en onderhoud.

3 Boringen

3.1 Inleiding: Algemene beschrijving van een put

Figuur 3-1 is een schematische weergave van een gasproductie-put. De belangrijkste onderdelen worden hier besproken.

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. 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 geverifieerd alvorens naar het volgende stadium van het boorproces te gaan. Over het algemeen zijn er meerdere casings binnen elkaar. Het laatste deel van de put bestaat meestal uit een 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 boorgat-wand.

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 en de dikte van de aardlagen en van de druk van de vloeistoffen in de aardlagen. Nadat de laatste verbuizing is gecementeerd wordt de put afgewerkt (gecompleteerd). Bij het completeren worden er gaten gemaakt in de metalen verbuizing ter hoogte van het gasreservoir. Dit worden perforaties genoemd. Door deze perforaties stroomt het gas van het reservoir de productieput in.

Binnenin de put wordt een productie-stijgbuis, ook wel tubing genoemd, gemonteerd. Het gas stroomt door de tubing naar boven. In geval van meerdere reservoirs, kan eventueel een schuifdeur (sliding side door) geplaatst worden waardoor het gas de tubing binnen kan stromen. Door de schuifdeur open of dicht te schuiven kan de formatie wel of niet produceren. De productie-stijgbuis zit onderin de put vast met een productie packer aan de metalen verbuizing. De ruimte tussen de productie-stijgbuis en de metalen verbuizing wordt A-annulus genoemd. De packer sluit de A-annulus af van de reservoir druk. De druk in deze A-annulus wordt gemonitord om de goede staat, de integriteit, van de put te kunnen waarborgen.

Bovenop de put wordt een zogenaamd spuitkruis geplaatst om de put af te sluiten. Het spuitkruis wordt ook wel de X-mas tree genoemd. Het bevat de diverse kleppen die nodig zijn om de put te bedienen.

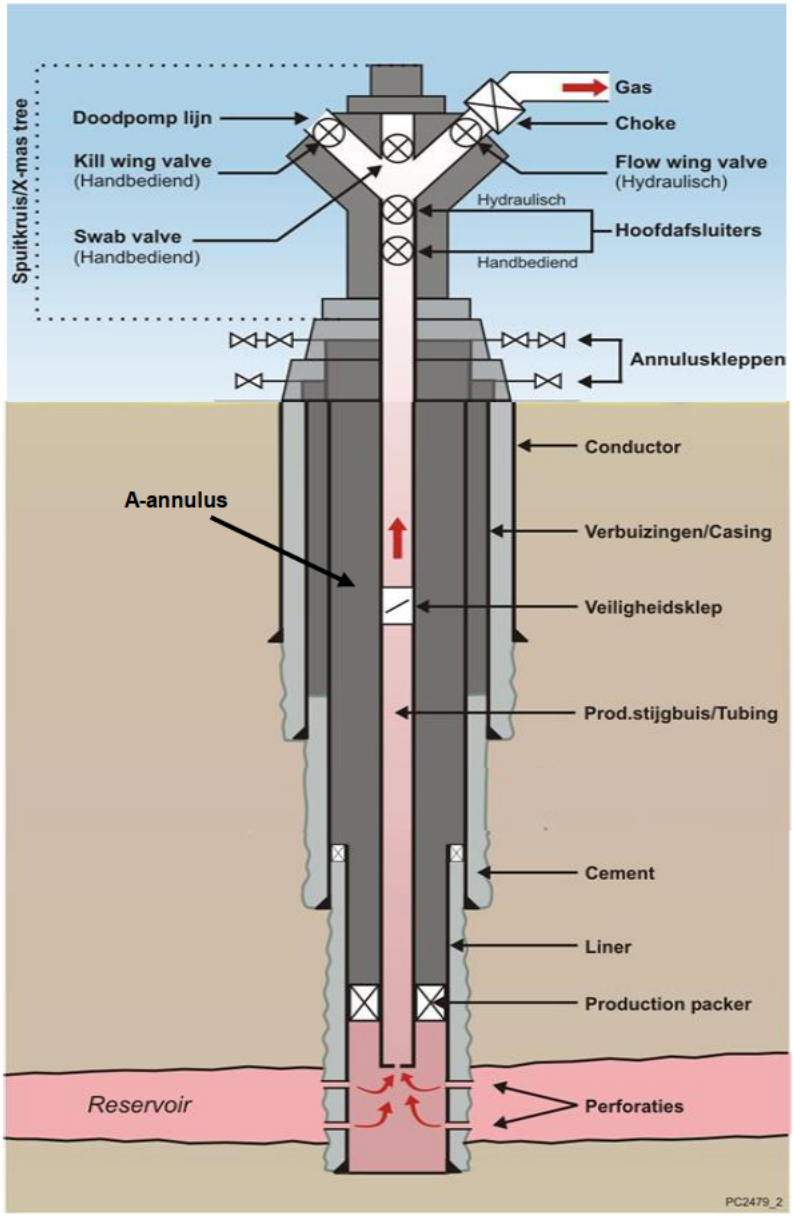
De put is voorzien van beveiligingskleppen. Die kunnen met behulp van hydraulische druk worden geopend, opengehouden en dicht gezet. In de put zijn de volgende beveiligingskleppen aanwezig:

- een ondergrondse veiligheidsklep in de stijgbuis van de put;
- twee hoofdafsluiters op het spuitkruis van de put; de bovenste hoofdafsluiter wordt hydraulisch aangestuurd, de onderste hoofdafsluiter is handbediend.

De put heeft een aansluiting voor het doodpompen van de put, ook wel Kill Wing Valve genoemd. Dit doodpompen kan in uitzonderingsgevallen nodig zijn om een reparatie uit te voeren bij een storing aan de put.

Een put heeft een Flow Wing Valve. Met deze afsluiter wordt de productie aan- of uitgezet. Tenslotte is een put voorzien van een choke (of knijpstuk) waarmee de productiesnelheid verhoogd en verlaagd kan worden.

In het algemeen zullen in het spuitkruis en in de installatie op de put-locatie, meters aanwezig zijn waarmee druk, temperatuur, en gas-stroomsnelheid gemeten kunnen worden.



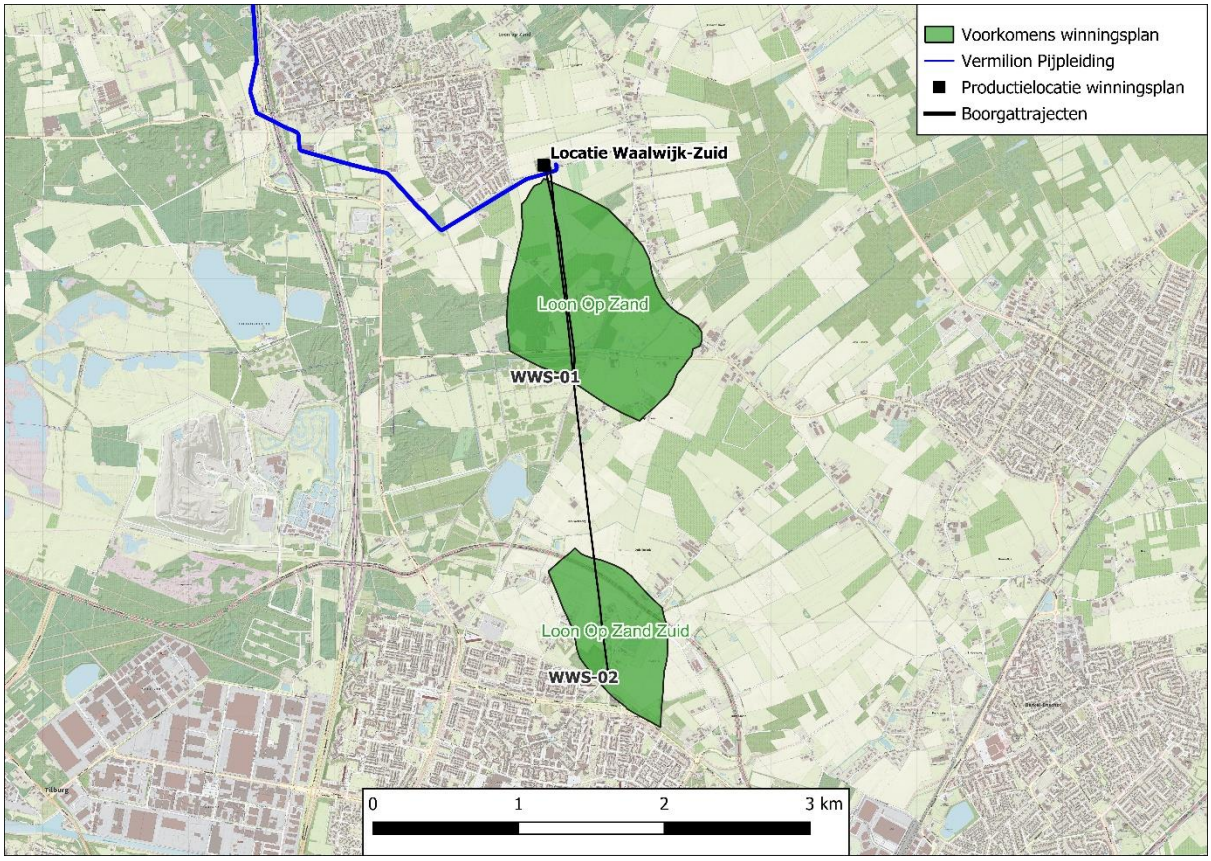
Figuur 3-1: Schematische weergave van een generieke gasproductie-put. De tekening is niet op schaal, bovengronds is de X-mas tree sterk uitvergroot en ondergronds is de diepte sterk ingekort.

3.2 Overzicht boringen in voorkomen

Tabel 3-1 geeft een overzicht van de geboorde, niet verwijderde putten in het gasvoorkomen Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid.

Tabel 3-1: Status putten in het voorkomen Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid.

Locatie	Afkorting put naam	Jaar boring	Put vorm	Formatie(s)	Status (1-Jan-2026)	Voorkomen
Waalwijk-Zuid	WWS-01	1991	Gedevieerd	Röt Fringe, Hardegsen	Producerend	Loon Op Zand
Waalwijk-Zuid	WWS-02	2004	Gedevieerd	Röt Fringe, Hardegsen	Producerend	Loon Op Zand-Zuid



Figuur 3-2: De puttrajecten van de bestaande putten in het voorkomen Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid.

3.3 Schematische voorstelling putverbuizing(en)

In de bijlage Hoofdstuk 13, Putverbuizingen en perforaties, zijn in tabelvorm de verbuizingen van de putten weergegeven.

3.4 Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in verbuizing treden

De completering van de put bestaat uit perforaties door de casing of liner die de formatie in verbinding stellen met de productie-verbuizing. Via de productie-verbuizing worden de koolwaterstoffen naar het oppervlak geproduceerd.

De well schematics in de bijlage Hoofdstuk 13, laten dit duidelijk zien voor de putten WWS-01 en WWS-02.

De put WWS-02 heeft een kleinere productiestijgbuis om de snelheid van gasproductie te verhogen en daarmee de gasproductie te verlengen.

3.5 Putbehandelingen

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 gebeuren 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 nodig).

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

Verder kan het gebeuren dat een gedeelte van de perforaties geen gas meer produceren maar water. Deze perforaties kunnen dan soms afgesloten worden met behulp van een plug en / of cement in de put. Dit duurt ongeveer één of twee dagen en wordt uitgevoerd door een kleine onderhoudsploeg (er is geen boortoren nodig).

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

Gedurende de levensduur van een put vinden diverse andere onderhoudshandelingen plaats aan verbuizingen, kleppen en installaties op de winningslocatie.

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

Hydraulische stimulatie
De gasdoorlatendheid van het gesteente in het gasvoorkomen Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid is laag. Om die reden is in het verleden hydraulische stimulatie (het met behulp van overdruk bewerken van een voorkomen om de productiviteit te verbeteren, ook wel 'fracking' genoemd) op de put WWS-01 uitgevoerd. Op put WWS-02 is geen hydraulische stimulatie uitgevoerd; zie Tabel 3 2.

Tabel 3-2: Hydraulisch gestimuleerde putten in gasvoorkomen Loon Op Zand.

Locatie	Afkorting put naam	Datum hydraulische stimulatie
Waalwijk-Zuid	WWS-01	Jul/2000

Vermilion heeft geen plan meer om stimulatiewerkzaamheden uit te voeren zoals beschreven in het vorige winningsplan.

4 Ondergrond

4.1 Inleiding: hoe worden de ondergrond-eigenschappen gemeten

Aardgas bevindt zich op ongeveer 2 kilometer diepte onder druk in een poreuze gesteentelaag, zoals zandsteen. 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 onzekerheid over de grootte en de andere eigenschappen van het voorkomen. Voorspellingen zullen daardoor altijd door een onzekerheidsmarge omgeven zijn. De grootte van de onzekerheidsmarge verschilt van parameter tot parameter. Elke parameter zal dus een andere impact hebben op verschillende voorspellingen. In de volgende hoofdstukken worden deze onzekerheidsmarges nader besproken.

De vorm van het voorkomen wordt bepaald uit de analyse van geluidsgolven (zgn. seismiek). De seismiek heeft altijd een zekere mate van ruis. Bovendien zijn de exacte voortplantingssnelheden in de lagen boven de voorkomens onzeker. De exacte diepte van de voorkomens is alleen bekend waar een put het reservoir binnengaat, op een heel klein aantal plaatsen dus. Het gevolg daarvan is dat er een beperkte mate van zekerheid is over de vorm van de voorkomens.

De fysische eigenschappen van gesteente, zoals dichtheid en geluidssnelheid, zijn belangrijke parameters voor het bepalen van gesteente-eigenschappen als porositeit, saturatie en doorlaatbaarheid (permeabiliteit). Deze fysische eigenschappen worden gemeten door middel van boorgatmetingen (logs) die verkregen zijn door na het boren van de putten in de voorkomens, meetinstrumenten in de boorgaten te laten zakken.

Uit deze boorgatmetingen worden de eigenschappen berekend van het gesteente rond de boorgaten. De eigenschappen van de gesteenten verder weg van de boorgaten worden verkregen door correlatie tussen de verschillende boorgaten, met behulp van een model van de ondergrond. Inherent hieraan zijn onzekerheden, omdat de eigenschappen van de gesteenten niet overal hetzelfde zijn, en metingen op een klein aantal locaties over een heel voorkomen geëxtrapoleerd moeten worden.

Het voorkomen Loon Op Zand heeft een lengte van ongeveer 1 km en een breedte van ongeveer 1 km. Het voorkomen Loon Op Zand-Zuid heeft een lengte van ongeveer 1 km en een breedte van ongeveer ½ km. Een boorgat heeft een diameter van gemiddeld 8½ inch of 22 cm, van waaruit de instrumenten ongeveer een decimeter ver kunnen meten. In totaal zijn twee putten geboord in voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid. Omdat de eigenschappen van maar een heel klein deel van het gesteente echt gemeten zijn, moge duidelijk zijn dat de inschatting van de eigenschappen van de voorkomens als geheel deels op extrapolatie gebaseerd zijn.

Het gevolg van deze omstandigheden is dat er onzekerheden bestaan over de diverse aspecten van het voorkomen, zoals de hoeveelheid gas, de mogelijke productiesnelheid, het verloop daarvan in de tijd, maar ook over de uiteindelijke bodemdaling. Dat leidt ertoe dat voorspellingen aangaande deze zaken van onzekerheidsmarges voorzien zullen zijn.

De geologische top structuurkaarten zijn gegeven in de bijlage, Hoofdstuk 14.

4.2 Geologie en gesteente-eigenschappen van het voorkomen

Hieronder staat een beschrijving van de geologische opbouw van het gesteente in het gebied van de voorkomens. Een algemene beschrijving met nadere uitwerking van de gebruikte begrippen kan gevonden worden in Ref. 20 en Ref. 21.

De gasvoorkomens Waalwijk-Noord, Sprang, Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid liggen in de winningsvergunning Waalwijk, in de provincie Noord-Brabant. Uit de vier voorkomens wordt gas geproduceerd via zes putten die gas produceren uit zandsteenlagen van Trias ouderdom. De vier gasvoorkomens zijn gekarteerd op basis van 3D seismiek die is gekoppeld aan de omringende putten. De voorkomens bestaan uit hellende ‘horst’ blokken begrensd door breuken.

4.2.1 Reservoir-formaties en afsluitende lagen

De gasproducerende voorkomens in de winningsvergunning Waalwijk zijn de Triassische Bunter zandstenen van de Röt Fringe en Hardegsen Formaties.

De gasvoorkomens in de winningsvergunning Waalwijk lagen gedurende het Trias in een NW-ZO georiënteerd bekken dat gekenmerkt werd door een droog woestijnlandschap met enkele rivieren. De beste zandlagen zijn de door rivieren afgezette Röt Fringe zanden met fijne tot middelgrote korrels bestaande uit 10-15m dikke zandpakketten onderling begrensd door kleilagen van enkele meters dikte. Het totale pakket van zand- en kleilagen heeft een dikte tot 100m. Deze Röt Fringe Formatie is gasvoerend in alle Waalwijk voorkomens.

De zanden van de Hardegsen Formatie vormen minder goede voorkomens en zijn als dunne zanden uitgestreken over brede rivier-vlaktes in een droog en warm woestijnklimaat. De zanden zijn zowel door rivieren als door de wind getransporteerd in meerdere cycli en worden afgewisseld met kleilagen. Het totale pakket heeft een dikte tot 50m. De Hardegsen Formatie is gasvoerend in alle Waalwijk voorkomens.

De Hardegsen Formatie wordt aan de bovenkant begrensd door een discordantie met daarboven kleistenen van de Solling Formatie van zo'n 20m dik. De Solling kleisteen wordt aan de bovenkant begrensd door de Röt Fringe Formatie.

4.2.2 Structuur

De lagen zijn over grote afstanden aanwezig. Door bewegingen van en botsingen tussen de aardplaten in de geologische geschiedenis zijn er golvingen ontstaan in de lagen. Omdat gesteente niet zo buigzaam is leidt dit tot breuken. In dit gebied is het resultaat dat het gesteente uit licht schuinliggende breukblokken bestaat. Het gas zal, omdat het lichter dan water is, zich verzamelen in de hoogste plaatsen; boringen zullen dan ook op zulke plaatsen gericht zijn.

Tijdens het Trias en Jura maakte het gebied rond de winningsvergunning Waalwijk deel uit van een groot bekken dat zich uitstrekte over Noordwest Europa. Door de opening van de Atlantische Oceaan werd dit bekken blootgesteld aan een extensioneel spanningsveld, waardoor het grote bekken veranderde in kleine afzonderlijke hogen ("horsts") en lagen ("grabens") begrensd door breuken. Door het extensionele spanningsveld zijn de horsts gekanteld waardoor structuren zijn ontstaan waarin koolwaterstoffen ingesloten worden. Het spanningsveld veranderde in het Krijt van extensioneel naar compressioneel. Dit leidde tot verticale bewegingen langs breuken met erosie in bovenliggende lagen, maar de invloed hiervan op de configuratie van de Waalwijk aardgasvoorkomens lijkt beperkt.

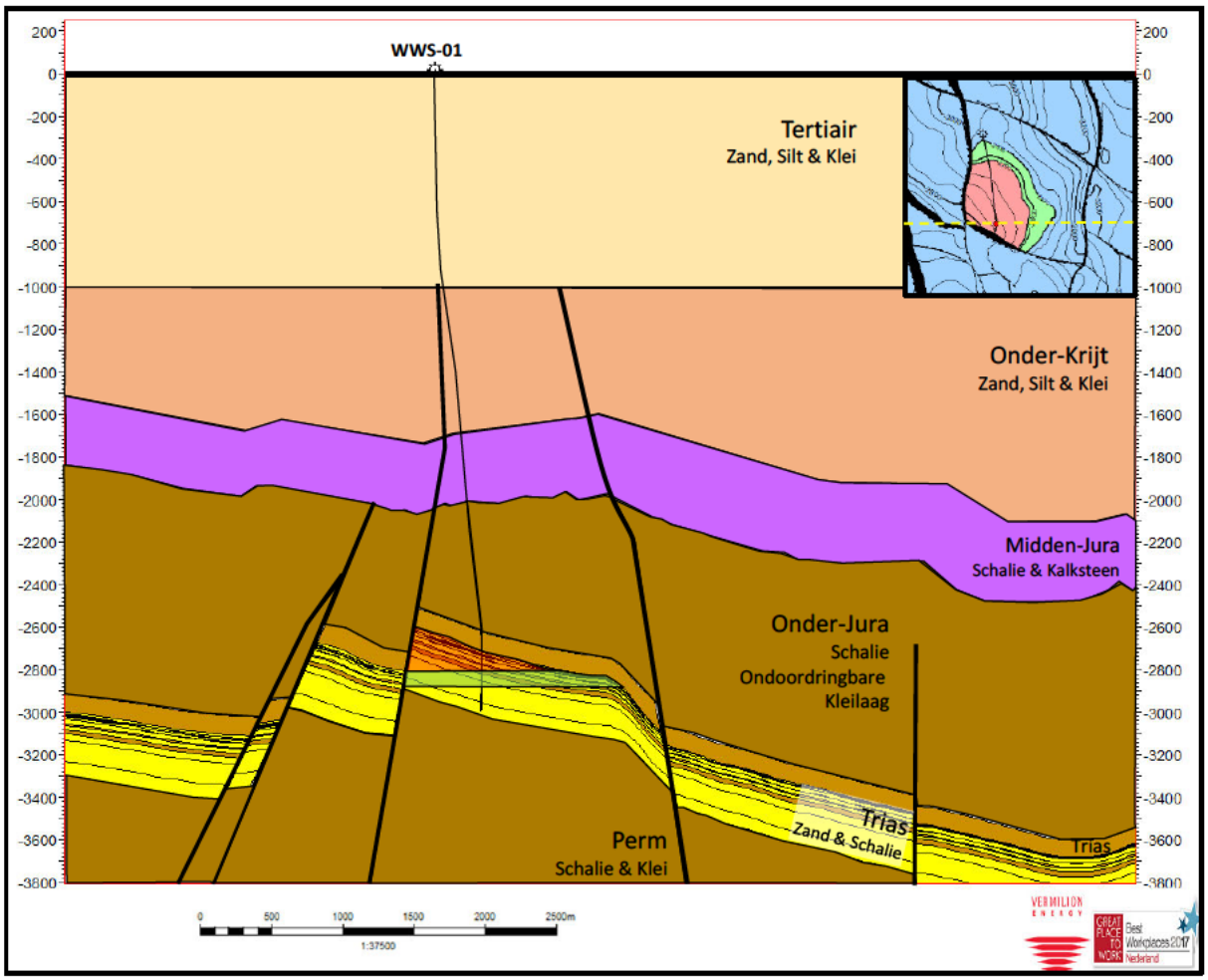
4.2.3 Bron koolwaterstoffen

Tijdens de geologische geschiedenis worden lagen die organische bestanddelen bevatten soms diep begraven. Dat kan leiden tot het genereren van gas of olie. Hier gebeurde het genereren van gas in het Carboon pakket dat onder de Waalwijk structuren ligt. Dat gas is daarna naar boven gestroomd en in de Röt Fringe en Hardegsen Formaties van de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid terechtgekomen.

De dieper gelegen "Westfaal kolen" van Carboon ouderdom zijn de bewezen bron voor de koolwaterstoffen in de Waalwijk gasvoorkomens. Door continue begraving en verhoogde temperatuur tijdens het Perm, Trias en Jura zijn deze koollagen koolwaterstoffen gaan genereren. Deze zijn in miljoenen jaren naar boven gemigreerd totdat ze werden opgevangen in de Waalwijk structuren. Dit proces is gestopt in het Krijt, toen door verticale breukbewegingen de temperatuur te laag werd voor gasgeneratie. Hernieuwde gasgeneratie heeft waarschijnlijk plaatsgevonden in het Tertiair, maar de invloed hiervan op de Waalwijk gasvoorkomens is onbekend.

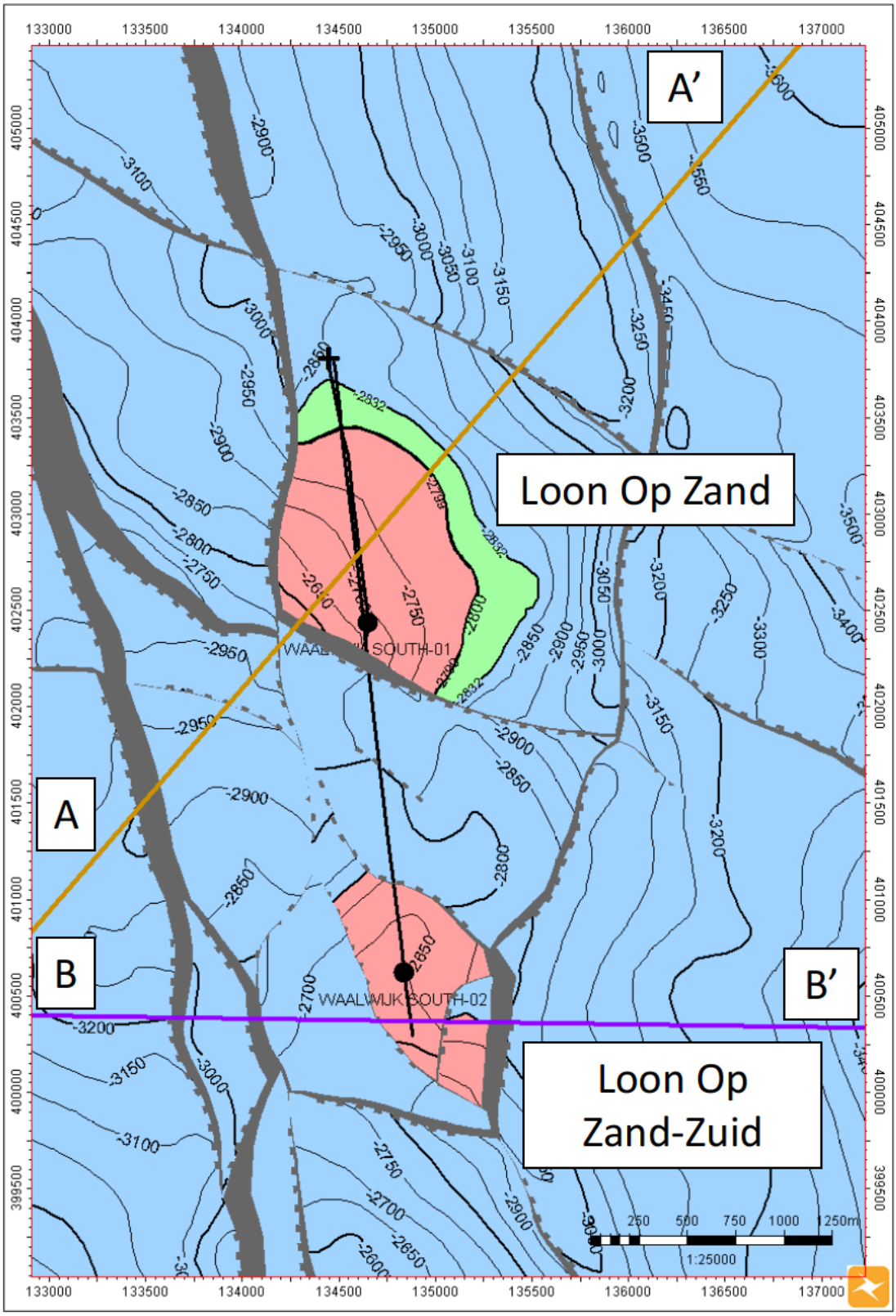
4.2.4 Geologische doorsnede van het reservoir

Figuur 4-1 is een west-oost doorsnede van het gasvoorkomen Loon Op Zand. De inzet in de figuur laat zien waar de doorsnede loopt.

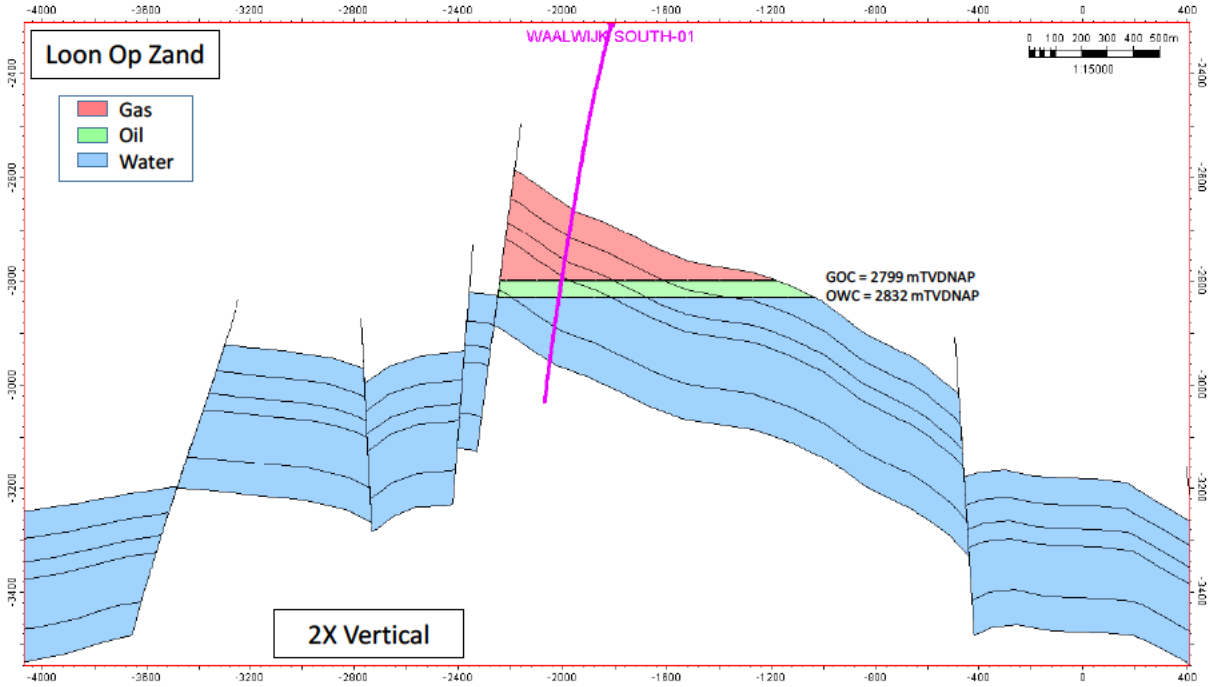


Figuur 4-1: West-oost doorsnede voorkomen Loon Op Zand, inclusief schematisch puttraject van WWS-01.

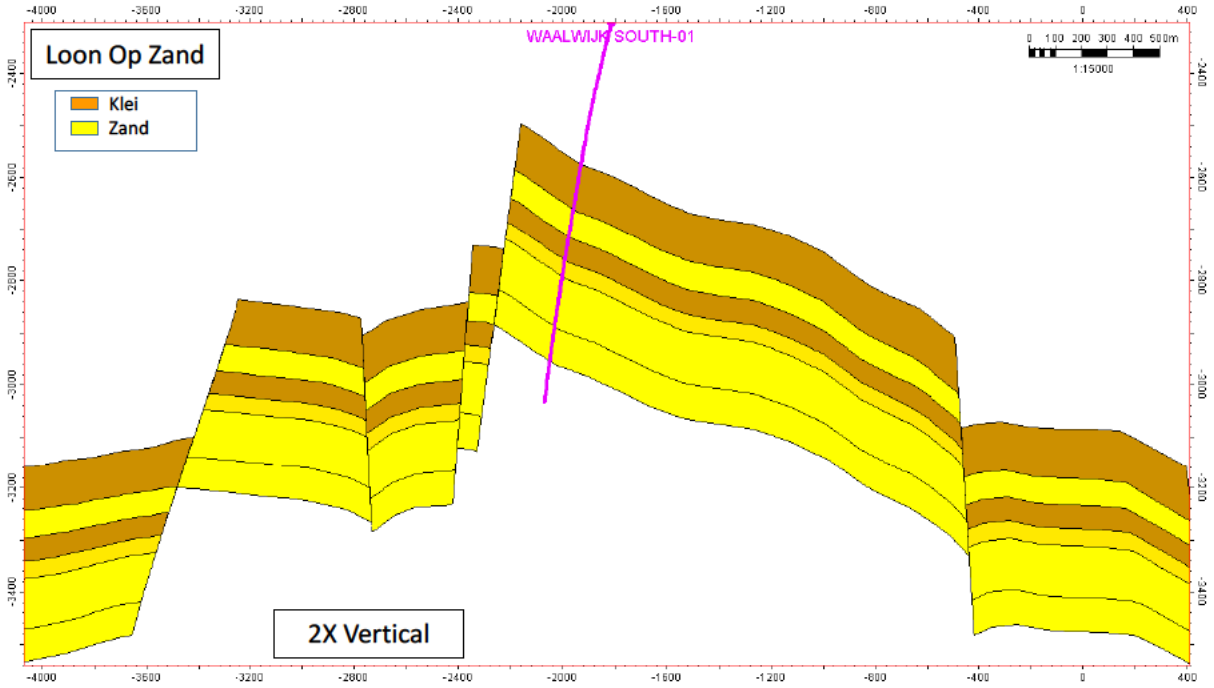
Figuur 4-2 geeft een top structuurkaart van het voorkomen Loon Op Zand; rood is gas, groen is olie en blauw is water. De bruine lijn (A-A') geeft de doorsnede die te zien is in Figuur 4-3 en Figuur 4-4. De paarse lijn (B-B') geeft de doorsnede die te zien is in Figuur 4-5 en Figuur 4-6.



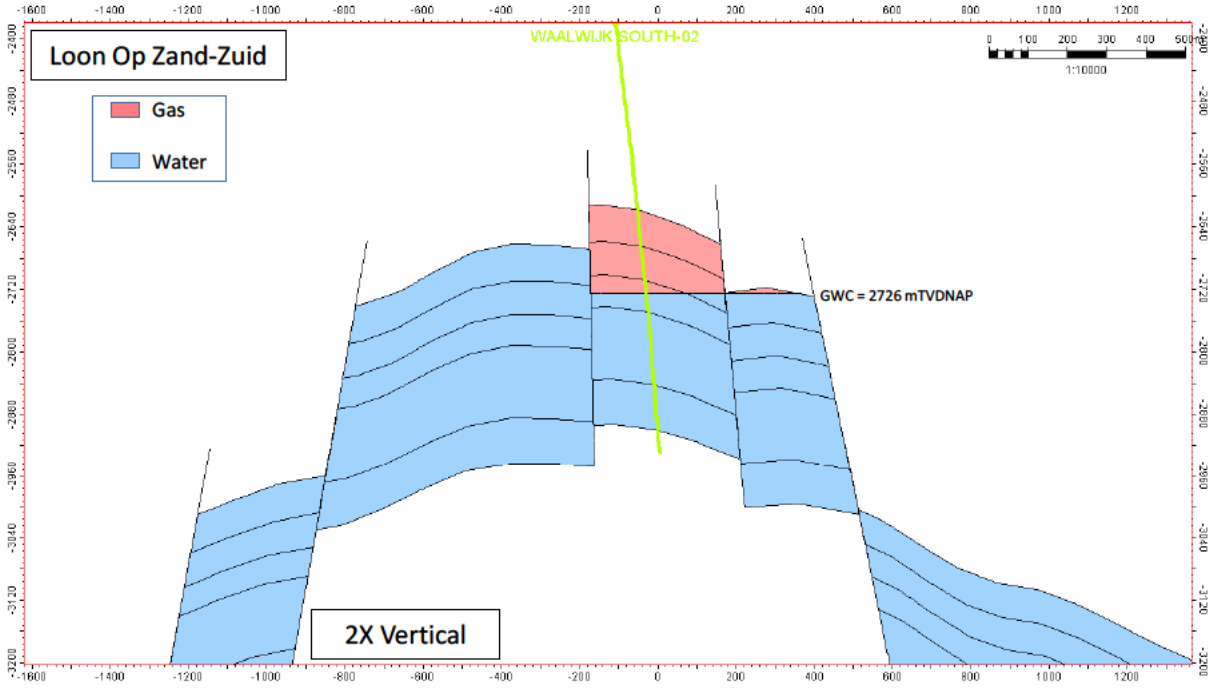
Figuur 4-2: Top structuurkaart voorkomen Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid met lijn van doorsnede (A-A' en B-B'); rood is gas, groen is olie en blauw is water, het kruis geeft de oppervlakte locatie van de put aan, de zwarte stip geeft aan waar de put door de top structuurkaart gaat.



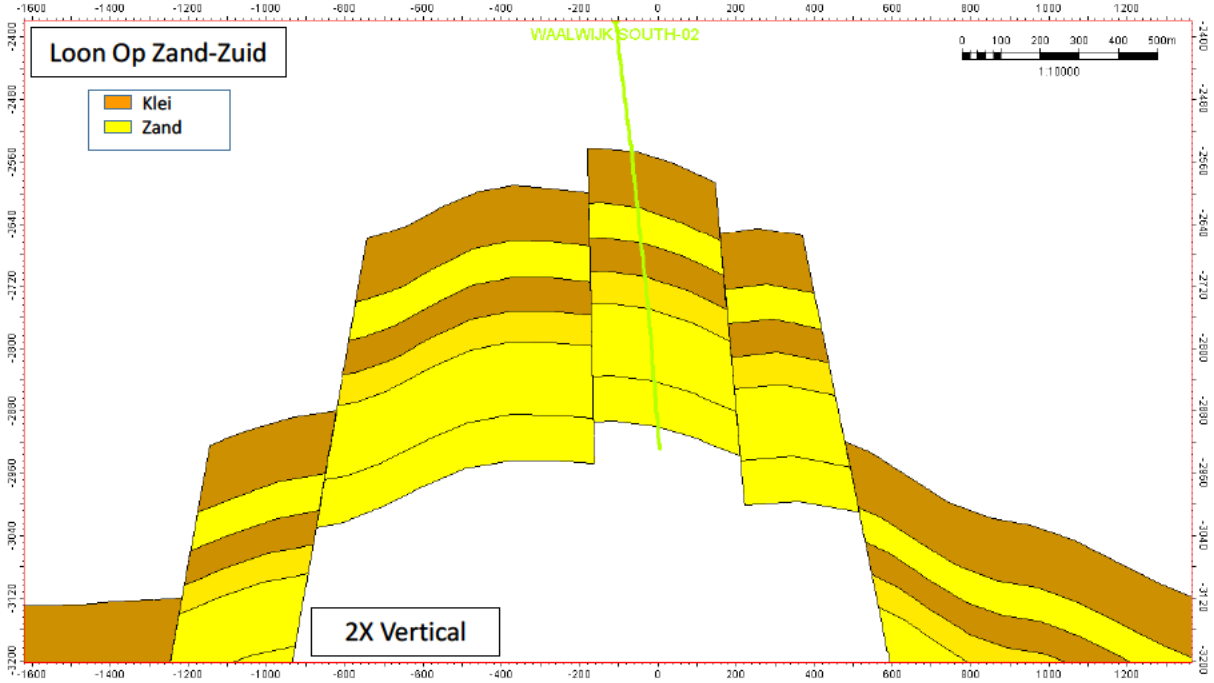
Figuur 4-3: Doorsnede (A-A') door voorkomen Loon Op Zand met gas-olie contact en olie-water contact, inclusief schematisch puttraject van WWS-01.



Figuur 4-4: Doorsnede (A-A') voorkomen Loon Op Zand met zand en klei formaties, inclusief schematisch puttraject van WWS-01.



Figuur 4-5: Doorsnede door voorkomen Loon Op Zand-Zuid met gas-water contact, inclusief schematisch puttraject van WWS-02.



Figuur 4-6: Doorsnede voorkomen Loon Op Zand-Zuid met zand en klei formaties, inclusief schematisch puttraject van WWS-02.

4.3 Gesteente-eigenschappen van de bovenliggende lagen

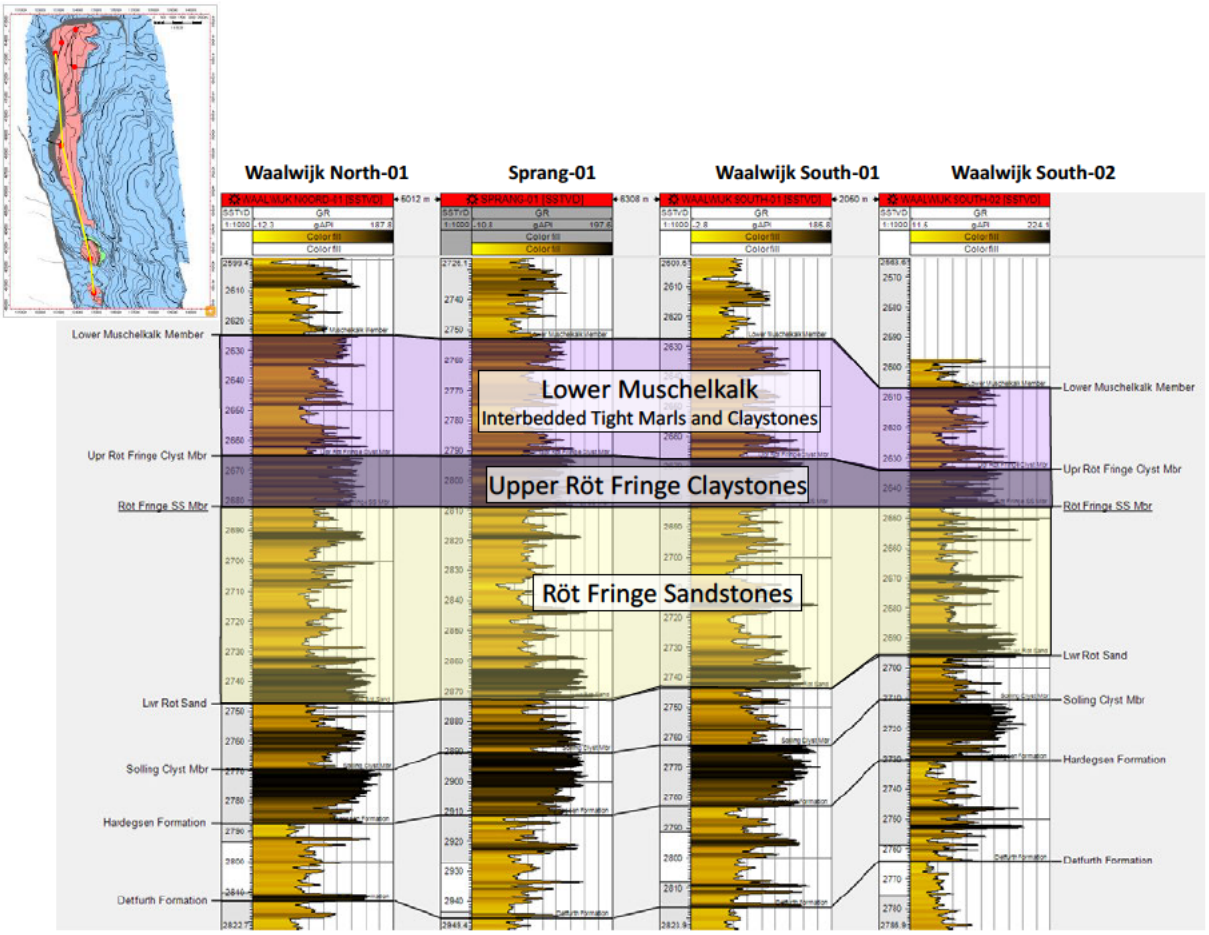
Boven het gasvoerende voorkomen, dat hierboven besproken is, bevindt zich nog ongeveer 2650 m gesteente.

De uiteindelijk afsluitende laag, die bovenop de reservoirgesteentes ligt, wordt gevormd door de Upper Röt Fringe Claystone en Lower Muschelkalk formaties (Trias). Deze gesteenten bestaan voornamelijk uit kleistenen met anhydriet, impermeabele (niet-doorlatende) carbonaten en mergels. Gezamenlijk hebben ze een constante dikte van ongeveer 50m in de winningsvergunning Waalwijk.

Figuur 4-7 geeft de putcorrelatie weer van deze formaties in de omgeving. De kleistenen en carbonaten zijn van nature impermeabel. Hierdoor kan het gas niet naar boven ontsnappen en zit het opgesloten in de poreuze zanden van de Röt Fringe Zandsteen.

De lateraal afsluitende laag, die naast de reservoirgesteentes ligt, wordt gevormd door impermeabele schalies van de Aalburg Formatie (Jura). Deze hebben in de winningsvergunning Waalwijk een dikte van ongeveer 400-500m.

De gasvoorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid liggen dus op grote diepte en er bevindt zich een groot aantal impermeabele (niet-doorlatende) lagen tussen het voorkomen en het maaiveld.



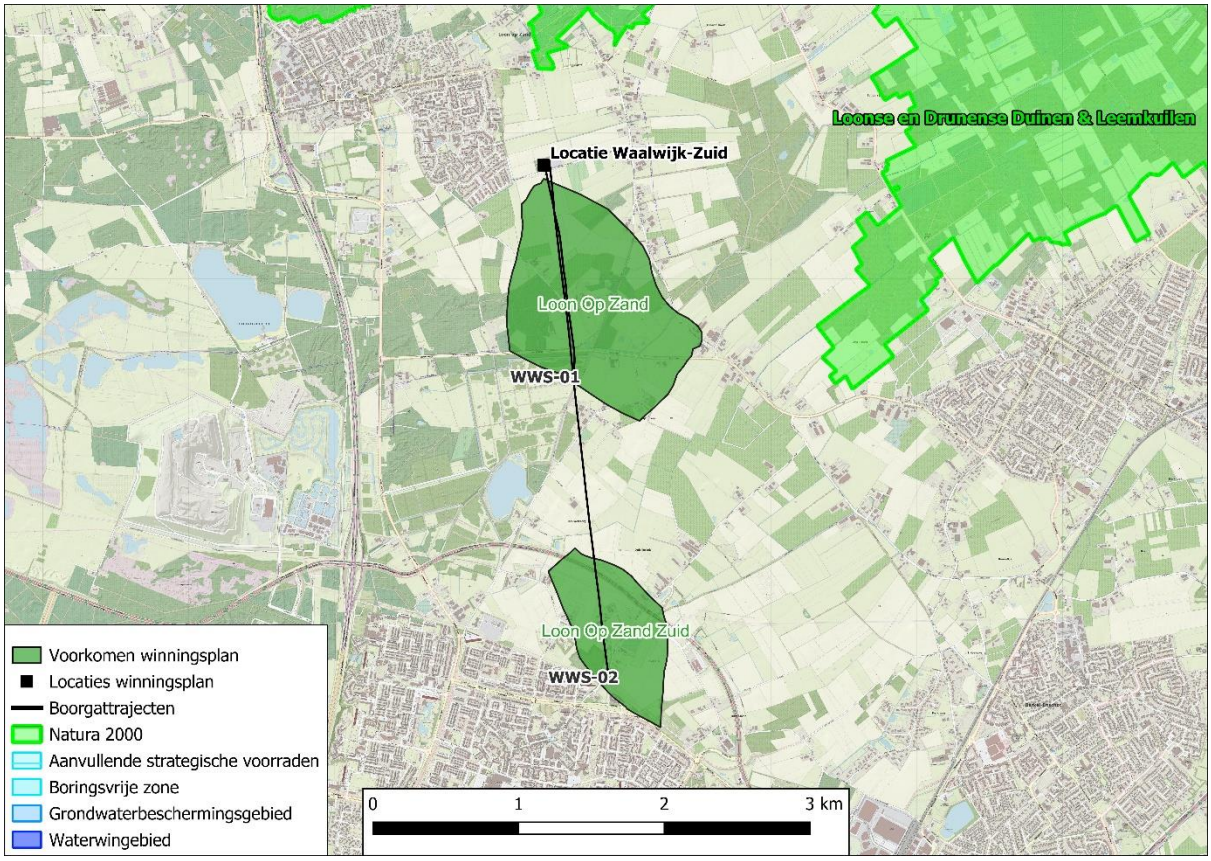
Figuur 4-7: Correlatie panel met de dikte van afsluitende laag in winningsvergunning Waalwijk.

4.4 Andere gebruiksmogelijkheden van de ondergrond

Figuur 4-8 is een kaart met grondwaterbeschermingsgebied en boringsvrije zones rond het voorkomen Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid. Hieruit blijkt dat de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid niet liggen onder één van deze gebieden.

Er is momenteel geen geothermie project in de directe omgeving van het gasvoorkomen Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid.

Gasopslag, zoutwinning of andere gebruiksmogelijkheden van de diepe ondergrond zijn niet voorzien rond het gasvoorkomen Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid.



Figuur 4-8: Andere gebruiksmogelijkheden en beschermde zones in en rond het gebied van voorkomen Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid.

5 Ontwikkelingsvooruitzichten

5.1 Inleiding

Het gasvoorkomen Loon Op Zand werd ontdekt in 1991 met put WWS-01. Productie van dit voorkomen startte in 1995 na constructie van een pijpleiding naar het Waalwijk gasbehandelingsstation (WTC) op de mijnbouwlocatie Waalwijk-Noord.

Het gasvoorkomen Loon Op Zand-Zuid werd ontdekt in 2004 met put WWS-02. Deze put was geboord van dezelfde locatie als put WWS-01. Productie startte in 2005.

5.2 Historische productie en productiegedrag

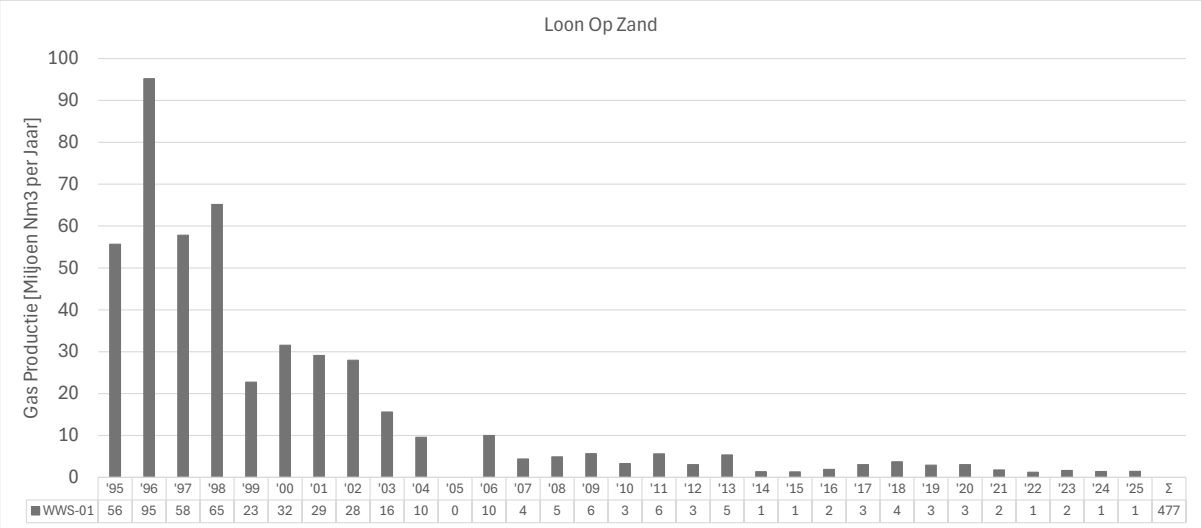
Gasproductie uit het Loon Op Zand gasvoorkomen startte in 1995 met put WWS-01. Put WWS-01 werd hydraulisch gestimuleerd in 2000.

In 2004 werd het voorkomen Loon Op Zand-Zuid aangeboord met put WWS-02. Productie uit dit voorkomen startte in 2005. In deze beginperiode was put WWS-01 ingesloten aangezien de pijpleidingdruk te hoog was door productie van WWS-02 om WWS-01 ook te kunnen produceren. Vanaf 2006 werden de putten om beurten geproduceerd. Met het lager worden van de druk is later overgegaan tot gelijktijdige productie.

Eind 2015 / begin 2016 was het Waalwijk gasbehandeling station ingesloten voor onderhoud.

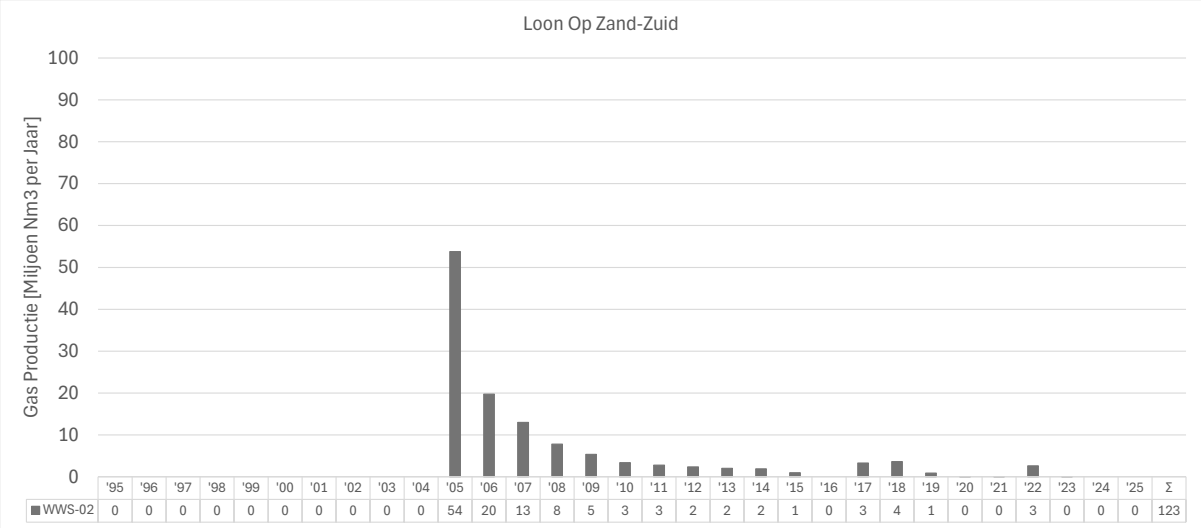
Figuur 5-1 en Figuur 5-2 laten de jaarlijkse en cumulatieve gasproductie historie van de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid zien. Tot 1 januari 2026 is er uit Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid respectievelijk ca. 477 miljoen nm^3 en ca. 123 miljoen nm^3 gas geproduceerd. De productiesnelheid lag in het begin op ca. 600.000 nm^3/d uit de put WWS-01 en ca. 450.000 nm^3/d uit de put WWN-02.

Inmiddels is de productiesnelheid uit de put WWS-01 afgenomen tot ca. 5-10 duizend nm^3/d. Door verdere afname van de reservoirdruk werd de gassnelheid in de productiestijgbuis van WWS-02 te laag voor een stabiele gasproductie. In 2017 werden daarom kleinere productiestijgbuizen geïnstalleerd, zogenaamde velocity strings. De put WWS-02 is sinds 2023 niet meer in productie. De bodem van de velocity string is mogelijk verstopt. Vermilion bereidt een kleine putinterventie voor om dit probleem op te lossen.



	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	Σ
WWS-01	56	95	58	65	23	32	29	28	16	10	0	10	4	5	6	3	6	3	5	1	1	2	3	4	3	3	2	1	2	1	1	477

Figuur 5-1: Jaarlijkse en cumulatieve gasproductie historie gasvoorkomen Loon Op Zand. Tot nu toe is circa 477 miljoen nm^3 geproduceerd uit het voorkomen Loon Op Zand.



Figuur 5-2: Jaarlijkse en cumulatieve gasproductie historie gasvoorkomen Loon Op Zand-Zuid. Tot nu toe is circa 123 miljoen nm³ geproduceerd uit het voorkomen Loon Op Zand-Zuid.

5.3 Onzekerheden

De gasvoorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid begonnen met gasproductie in respectievelijk 1995 en 2005. Inmiddels zijn er twee gasproductieputten. Er is dus redelijk veel data bekend van het voorkomen, maar er zijn ook nog steeds onzekerheden:

1. Hoe lang kunnen de bestaande putten economisch verantwoord door-produceren?
2. De hoeveelheid gas die daadwerkelijk nog gewonnen kan worden.

De onzekerheden zullen afnemen door monitoring van het gedrag van het gasvoorkomen naarmate er meer geproduceerd wordt en nieuwe putgegevens beschikbaar komen.

5.4 Winningsstrategie & reservoir management

De winning vindt plaats door middel van natuurlijke stroming door de aanwezige reservoirdruk (‘depletion drive’). Er wordt geen injectie van water of gas in het reservoir toegepast om de druk op peil te houden.

De druk in de pijpleiding waarmee het gas wordt afgevoerd, wordt zo laag mogelijk gehouden door middel van compressie. Zo kan, ondanks de lagere druk in de formatie, het gas nog steeds toestromen.

De reservoirprestaties worden gemonitord door:

- Drukmeting in het spuitkruis.
- Water-, condensaat- en gas-productiemetingen (volumes).
- Indien nodig, drukmetingen beneden in de verbuizing.
- Indien nodig, gas-verzadigings-logs (saturatie-logs) om veranderingen in het gas-water contact rond de put te monitoren.
- Indien nodig, productie logs om veranderingen in gasproductie uit het reservoir te monitoren (volumes).

Een grote hoeveelheid gas is al onttrokken uit de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid. Mogelijk zullen in de toekomst putbehandelingen plaatsvinden om de productiesnelheid op peil te houden, zoals zuurbehandeling, herperforaties, toevoegen nieuwe perforaties, installeren van een kleinere diameter productiestijgbuis, toepassen van nog verdere compressie (zie ook Paragraaf 3.5).

Vermilion is van mening dat de twee gasproducerende putten voldoende zijn om het gas in de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid te produceren en heeft daarom geen plan om extra

putten en/of aftakkingen aan te boren. Deze mogelijkheden waren wel beschreven in het vorige winningsplan, maar zijn in dit plan weggelaten.

5.5 Vooruitzichten voor productievolume per voorkomen per jaar

De te verwachten productieprofielen van de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid zijn in deze paragraaf weergegeven. Er zijn drie productieprofielen gegeven (Laag, Midden, Hoog) om de onzekerheid in tijd en volume aan te geven (zie Figuur 5-3 en Figuur 5-4). De productieprofielen voor Laag, Midden en Hoog zijn afgeleid op basis van verschillende aannames over de daling van de productiesnelheid. Voor het voorkomen Loon Op Zand is de maximaal cumulatieve gasproductie 483 miljoen nm^3 (Hoog profiel) waarvan maximaal 6 miljoen nm^3 na 1 januari 2026 zal worden geproduceerd. Dit is ongeveer 1% van de verwachte cumulatieve gasproductie. Op dit moment is er geen productie uit put WWS-02 (Loon Op Zand-Zuid). Vermilion plant kleine werkzaamheden om deze put weer in productie te nemen. Voor het voorkomen Loon Op Zand-Zuid is de maximaal cumulatieve gasproductie 141 miljoen nm^3 (Hoog profiel) waarvan maximaal 17 miljoen nm^3 na 1 januari 2026 zal worden geproduceerd. Dit is ongeveer 12% van de verwachte cumulatieve gasproductie. Deze cumulatieve gasproductie verwachtingen vallen binnen de grenzen van het vigerende instemmingsbesluit, maar er is meer tijd nodig om dit volume te produceren.

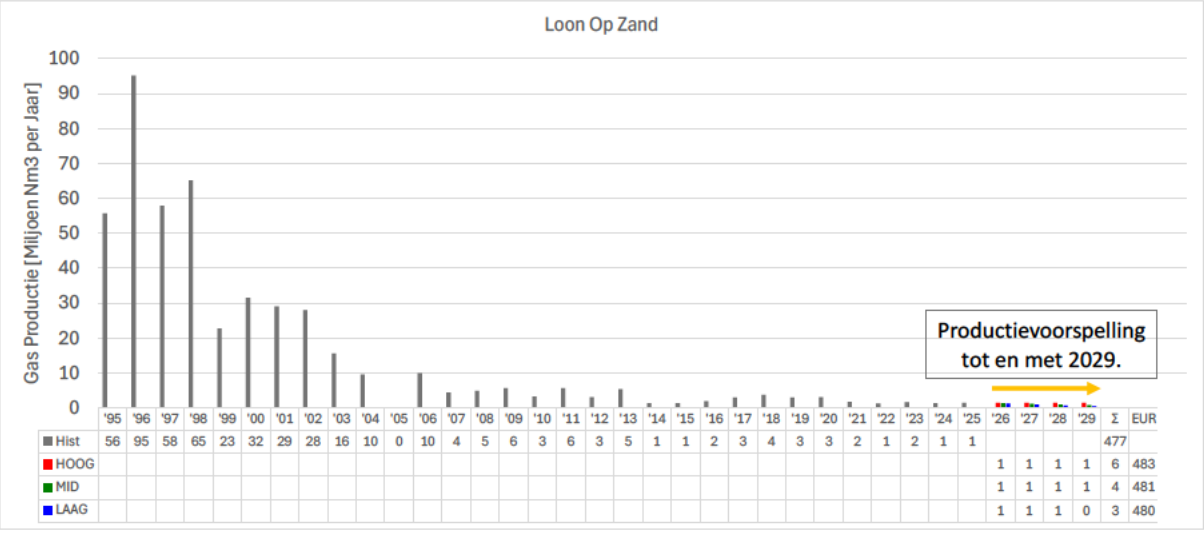
De werkelijk gerealiseerde productie zal niet overeenkomen met (één van) de hieronder geschetste profielen. Deze profielen zijn dus indicatief.

De productievoorspelling van een put is omgeven met onzekerheden (zie paragraaf 5.3). Verder kan het gedrag van andere putten die in dezelfde pijpleiding produceren de druk in die pijpleiding beïnvloeden en daardoor de productiesnelheid van de putten die op de pijpleiding zijn aangesloten. Hetzelfde geldt voor onderhoudshandelingen aan een put, op de mijnbouwlocatie, het gasbehandelingsstation (WTC), of aan de pijpleiding; deze handelingen zullen de productie beïnvloeden. Dit zal invloed hebben op de geschetste profielen. Deze profielen zijn indicatief.

Gasprijzen, beschikbaarheid van materiaal en beschikbaarheid van service-providers (gespecialiseerde aannemers) hebben impact op de start van onderhoudswerk aan bijvoorbeeld een put, gasproductie-installatie of pijpleidingen. Ook dit zal invloed hebben op de geschetste profielen. Deze profielen zijn indicatief.

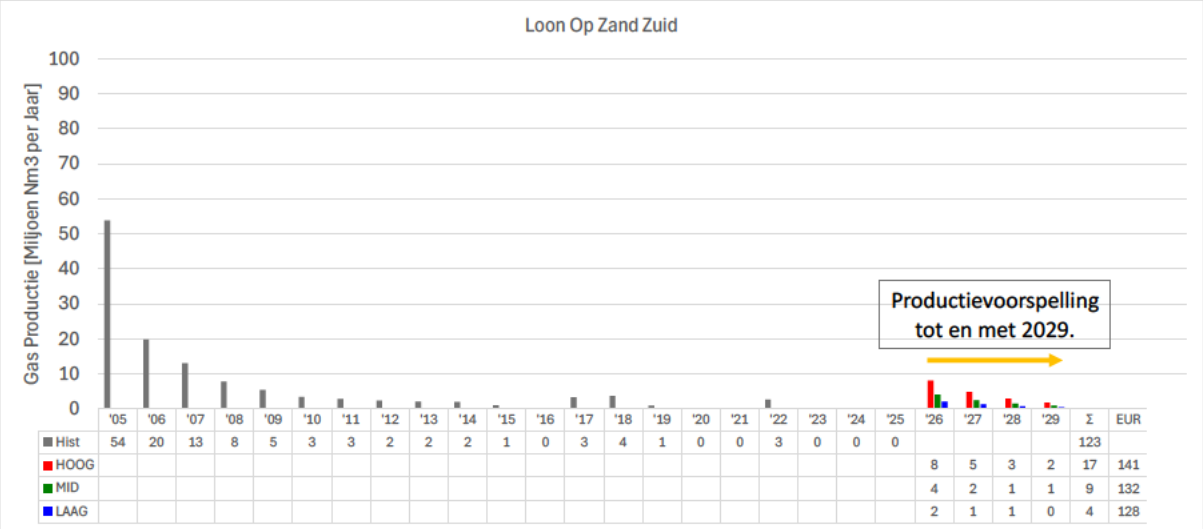
De gegeven getallen zijn jaarvolumes. Op dag-basis zullen variaties optreden en kunnen andere waarden voorkomen. Zoals eerder aangegeven zal de werkelijk gerealiseerde productie niet overeenkomen met (één van) de geschetste profielen en de jaarvolumes. Deze profielen zijn indicatief.

De dagproductie op de locaties zal binnen de grenzen blijven die door de relevante vergunning gesteld is aan die locatie. Zo begrenst de omgevingsvergunning de maximaal toegestane dagproductie.



	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	Σ	EUR
Hist	56	95	58	65	23	32	29	28	16	10	0	10	4	5	6	3	6	3	5	1	1	2	3	4	3	3	2	1	2	1	1					477	
HOOG																																1	1	1	1	6	483
MID																																1	1	1	1	4	481
LAAG																																1	1	1	0	3	480

Figuur 5-3: Voorkomen Loon Op Zand productievoorspellingen.



	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	Σ	EUR
Hist	54	20	13	8	5	3	3	2	2	2	1	0	3	4	1	0	0	3	0	0	0					123	
HOOG																						8	5	3	2	17	141
MID																						4	2	1	1	9	132
LAAG																						2	1	1	0	4	128

Figuur 5-4: Voorkomen Loon Op Zand-Zuid productievoorspellingen.

5.6 Duur van de winning

De productie zal worden gestopt als de totale productiekosten de productieopbrengsten zullen overstijgen. Op basis van de productieprofielen in paragraaf 5.5 is dat mogelijk tot en met 31 december 2029. Vermilion vraagt daarom een productieperiode aan om tot en met 31 december 2029 te produceren. In het vigerende instemmingsbesluit is de einddatum 31 december 2026.

Het einde van de productie zou eerder kunnen plaatsvinden als gevolg van onverwachte technische of andere oorzaken. De einddatum van productie is onzeker, niet alleen vanwege onzekerheden in de analyse van de ondergrond, maar ook doordat toekomstige operationele ontwikkelingen niet allemaal voorspeld kunnen worden. Bovendien kan de termijn voor de afronding van de wettelijke procedures niet geheel voorspeld worden.

5.7 Jaarlijks eigengebruik bij winning

Er is geen eigen gebruik van koolwaterstoffen op de Waalwijk-Zuid mijnbouwlocatie.

5.8 Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakkelde koolwaterstoffen

De hoeveelheid afgefakkeld 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 mee-geproduceerd

Tabel 5-2 en Tabel 5-3 geven respectievelijk een gedetailleerde analyse van het Loon Op Zand-gas en het Loon Op Zand-Zuid-gas.

Met het aardgas worden water (condenswater en mogelijk ook formatiewater) en aardgascondensaat mee-geproduceerd en op locatie Waalwijk-Zuid afgescheiden. Deze productiehoeveelheid is afhankelijk van de gasproductiesnelheid. In Tabel 5-1 is een schatting gemaakt van de maximaal mee-geproduceerde hoeveelheden. Deze worden weergegeven als verhoudingsgetal per miljoen nm^3 geproduceerd aardgas.

De waterproductie uit de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid zal binnen de grenzen blijven die door de relevante locatie-vergunningen worden gesteld.

Voor Vermilion heeft waterproductie een negatief effect op de cumulatieve gasproductie en vormt productiewater een kostenpost. Derhalve is Vermilion gemotiveerd om de waterproductie zo laag mogelijk te houden. Vermilion gebruikt de volgende methoden om waterproductie te verminderen:

1. Indien er waterdoorbraak plaatsvindt in een put kan het soms helpen om de gasproductie tijdelijk te verlagen waardoor de waterproductie afneemt en de gasproductie langer doorgaat. Deze methode is afhankelijk van het reservoir en welk gedeelte van het reservoir en de perforaties water produceert.
2. Bij waterdoorbraak onderzoekt Vermilion of de perforaties die water produceren kunnen worden afgesloten. De mogelijkheden voor het afsluiten van water-producerende perforaties hangt af van de verbuizing in de put en welke perforaties water produceren. Na het afsluiten van de perforaties die water produceerden kan de gasproductie weer doorgaan zonder of met minder waterproductie. Deze methode kan eventueel afhankelijk van de situatie in de put meerdere keren herhaald worden.

Tabel 5-1: Maximum water- en condensaat productieverwachtingen voor de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid.

Vloeistof	Volume	Eenheid	Opmerking
Water	90-450	m^3/jaar	Op basis van WGR 10-50 m^3/miljoen nm^3 en piek gasproductiesnelheid van 9 miljoen nm^3/jaar (Hoog productieprofiel)
Aardgascondensaat	270-360	m^3/jaar	Op basis van CGR 30-40 m^3/miljoen nm^3 en piek gasproductiesnelheid van 9 miljoen nm^3/jaar (Hoog productieprofiel)

Tabel 5-2: Gedetailleerde gasanalyse van put WWS-01.

Western Atlas International

CORE LABORATORIES
Advanced Technology Centre

LO2

Page 11 of 26

File RFLA 910182

Well Waalwijk S 1 DST 2

HYDROCARBON ANALYSIS OF SEPARATOR PRODUCTS TO DODECANES PLUS

AND CALCULATED WELLSTREAM

SAMPLES 2.28, 2.29

Component	Separator Liquid Mole%	Separator Gas Mole%	GPM	Wellstream Mole %	GPM
Hydrogen sulphide	0.00	0.00		0.00	
Carbon dioxide	0.28	1.56		1.55	
Nitrogen	0.03	1.58		1.56	
Methane	7.34	88.61		87.83	
Ethane	2.42	5.40	1.441	5.37	1.433
Propane	1.57	1.60	0.440	1.60	0.440
i-Butane	0.71	0.23	0.075	0.23	0.075
n-Butane	1.75	0.42	0.132	0.43	0.135
i-Pentane	1.24	0.12	0.044	0.13	0.047
n-Pentane	1.78	0.13	0.047	0.15	0.054
Hexanes	4.96	0.13	0.050	0.18	0.070
Heptanes	10.64	0.14	0.089 *	0.24	0.545 *
Octanes	14.72	0.07		0.21	
Nonanes	10.52	0.01		0.11	
Decanes	9.09	0.00		0.09	
Undecanes	6.98	0.00		0.07	
Dodecanes plus	25.97	0.00		0.25	
Totals :	100.00	100.00	2.318	100.00	2.799

Tabel 5-3: Gedetailleerde gasanalyse van put WWS-02.

GASSAMENSTELLING EN FYSISCHE KENGROOTHEDEN

DNV·GL

Datum 10.03.2014

Samplenummer	**EXT-1403-005**	**Cilindernummer**	**8**	
Plaats	**VERMILION OIL & GAS NETHERL**	**Monsterdatum van**	**20.02.2014**	**tot**
Monstercode	**A-695-NM-0511-AY**	**Analist**	**5.1.2.e**	
Klantnaam	**Vermilion Oil & Gas the Netherlar**	**Analysedatum**	**03.03.2014**	
Soort Monster	**Extern**	**Apparaat**	**GC1**	

Analyse volgens ISO 6974

Component	mol %
HELIUM	0.057
WATERSTOF	0.000
ZUURSTOF	0.000
STIKSTOF	2.112
KOOLSTOFDIOXIDE	1.371
METHAAN	85.998
ETHAAN	6.082
N-PROPAAN	2.209
2-METHYLPROPAAN	0.357
N-BUTAAN	0.585
2,2-DIMETHYLPROPAAN	0.006
2-METHYLBUTAAN	0.196
N-PENTAAN	0.202
CYCLOPENTAAN	0.000
2,2-DIMETHYLBUTAAN	0.009
2,3-DIMETHYLBUTAAN + 2-METHYLPENT	0.092
3-METHYLPENTAAN	0.037
N-HEXAAN	0.104
CYCLOHEXAAN	0.097
BENZEEN	0.033
HEPTANEN	0.190
METHYLCYCLOHEXAAN	0.108
TOLUEEN	0.043
OCTANEN	0.110
Totaal van de componenten	100.000

Berekeningen volgens ISO 6976 - 1995 (Tabel 3)

CALORISCHE BOVENWAARDE	44.25	MJ/m3
CALORISCHE ONDERWAARDE	40.07	MJ/m3
H/HS	0.9056	
WOBBE INDEX	53.96	MJ/m3
RELATIEVE DICHTHEID	0.6723	
DICHTHEID	0.8692	kg/m3

Opmerking

Field: LOZ 2
Monster bevat condensaat.

5.10 Jaarlijks bij winning in de ondergrond terug te brengen delfstoffen en andere stoffen

Op de locatie van waaruit de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid worden geproduceerd, worden geen stoffen in de ondergrond teruggebracht.

Op mijnbouwlocatie Waalwijk-Zuid wordt het gas van de mee-geproduceerde vloeistoffen gescheiden. Water wordt opgeslagen op de mijnbouwlocatie Waalwijk-Zuid en per truck afgevoerd, en op een externe locatie in de diepe ondergrond teruggevoerd of afgevoerd om verwerkt te worden door een erkende verwerker. Het transport vanaf de locatie zal binnen de grenzen blijven die door de relevante vergunningen gesteld zijn.

Het condensaat wordt, samen met het aardgas, via een ondergrondse transportleiding getransporteerd naar het WTC op de mijnbouwlocatie Waalwijk-Noord. Het geproduceerde aardgascondensaat wordt opgeslagen op het WTC en per truck afgevoerd naar een externe afnemer.

6 Bodemdaling

De uiteindelijke verwachte maximale bodemdaling op het diepste punt van de bodemdalingskom van alleen Loon Op Zand is minder dan 1 cm. De uiteindelijke maximale samengestelde bodemdalingskom met andere voorkomens zal minder dan 1 cm zijn.

De uiteindelijke verwachte maximale bodemdaling op het diepste punt van de bodemdalingskom van alleen Loon Op Zand-Zuid is minder dan 1 cm. De uiteindelijke maximale samengestelde bodemdalingskom met andere voorkomens zal minder dan 1 cm zijn.

6.1 Inleiding: hoe komt bodemdaling tot stand

6.1.1 Gaswinning

Aardgas zit op ongeveer 2 kilometer diepte onder druk in een poreuze gesteentelaag, zoals zandsteen- of kalksteen-lagen. Het reservoir wordt afgesloten door een niet-doorlatend gesteente, bijvoorbeeld een kleisteen, anhydriet, of steenzout.

De lagen zijn in het algemeen over grote afstanden aanwezig. Door bewegingen van en botsingen tussen de aardplaten in de geologische geschiedenis is er reliëf ontstaan in de lagen. Het gas zal, omdat het lichter dan water is, zich verzamelen in de hoogste plaatsen; boringen zullen dan ook op zulke plaatsen gericht zijn.

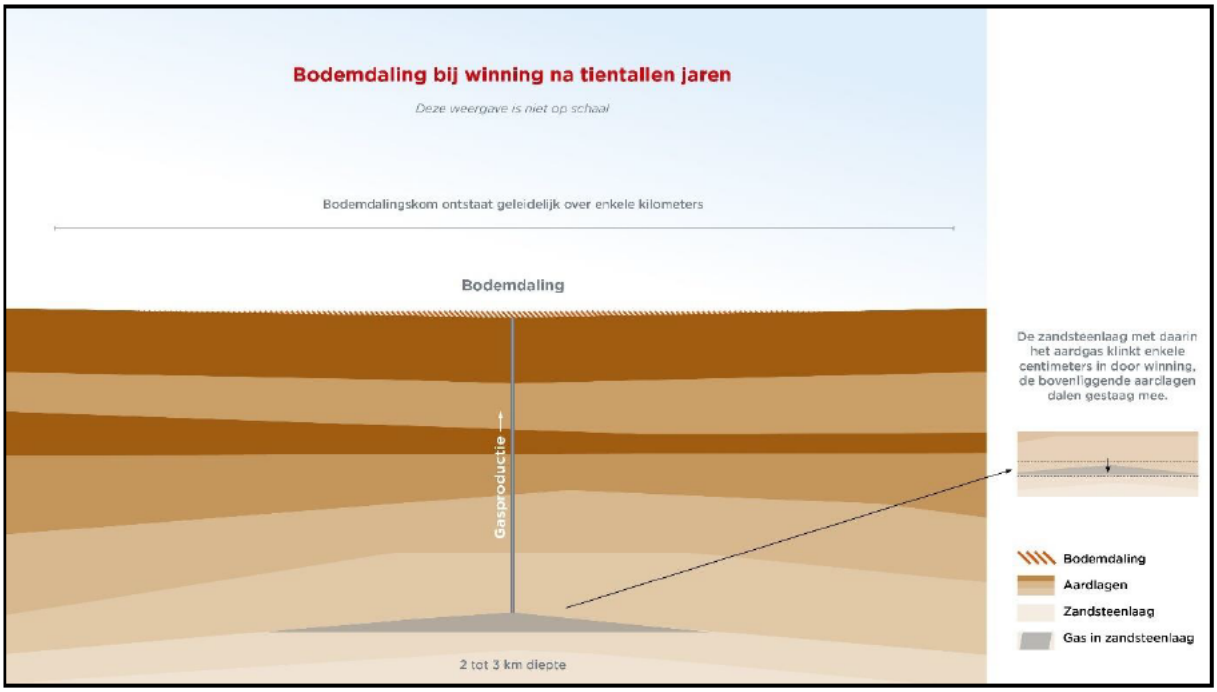
Bij gaswinning laat men het gas ontsnappen door een put die in het hoogste punt van het reservoir geplaatst wordt. Als gevolg van het ontsnappen van het gas zal de druk in het reservoir dalen. De winning stopt als de druk zo laag is dat er onvoldoende gas door de put naar boven stroomt, of als de drukdaling ertoe leidt dat het reservoirgesteente 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 inzakken als gevolg van het gewicht van de bovenliggende aardlagen, doordat de tegendruk van het gas vermindert.

De mate van compactie hangt af van de gesteente-eigenschappen 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.

Als het reservoir compacteert op ±2km diepte, zullen ook de lagen erboven een beetje inzakken. 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. 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. 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. Figuur 6-1 geeft dit schematisch weer.

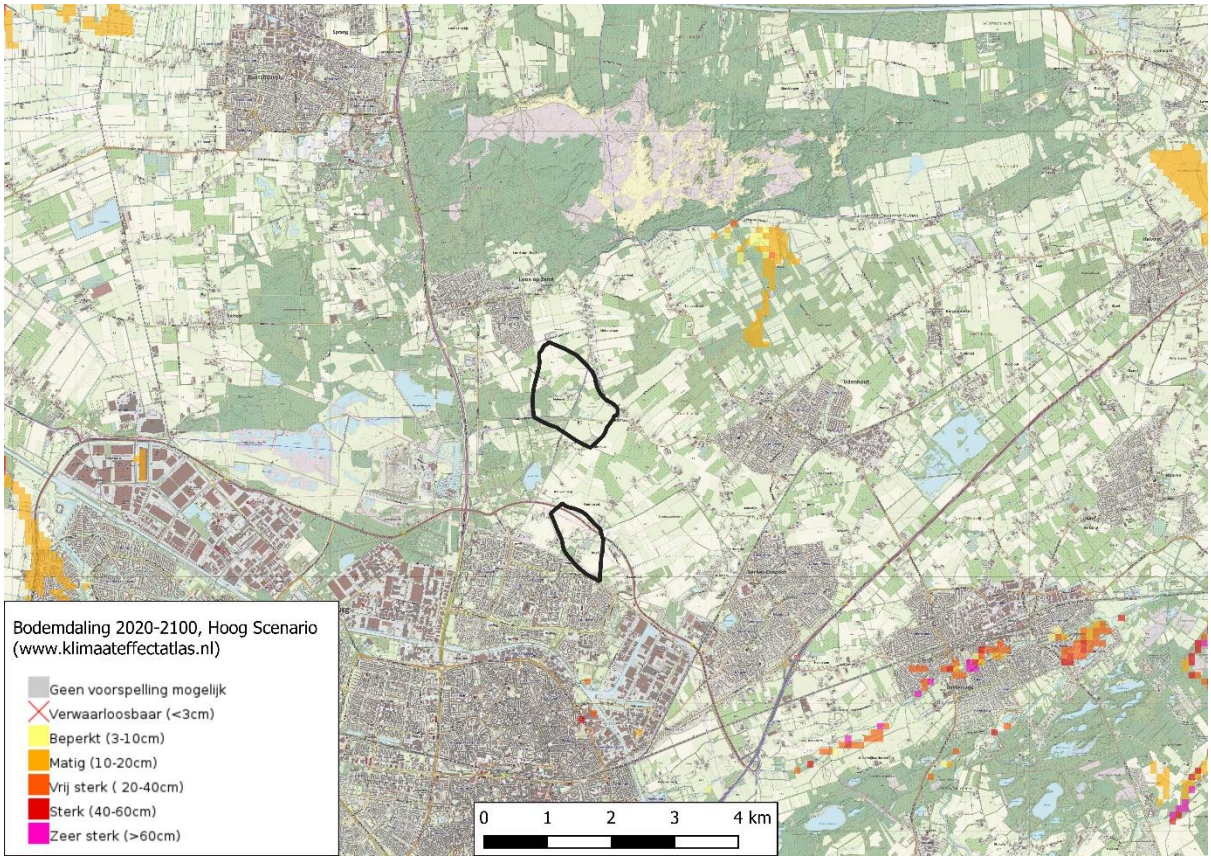


Figuur 6-1: Principe-schets van bodemdaling door gaswinning.

6.1.3 Autonome bodemdaling

Naast bodemdaling door mijnbouwactiviteiten, vindt er ook zogenaamde autonome bodemdaling plaats. De autonome bodemdaling is onafhankelijk van de gaswinning. Dat gebeurt door verschillende mechanismen, waar veen- en klei-inklinking en het handhaven van het grondwaterpeil er enkele van zijn. Voor meer achtergrondinformatie zie ook de Klimaateffectatlas [Ref. 1]. Op deze website staan bodemdalingsvoorspellingskaarten die zijn uitgewerkt voor verschillende scenario's. De daling is gerelateerd aan o.a. de samenstelling van de ondiepere ondergrond (bijvoorbeeld aan de aanwezigheid van veen en klei), opwarming van de aarde en het peilbeleid (wel of niet handhaven van het grondwaterpeil). In Figuur 6-2 is de autonome bodemdaling geprojecteerd voor het hoge scenario voor de periode 2020 – 2100, zoals deze is gepresenteerd in de Klimaateffectatlas. Dit laat zien dat de voorspelde bodemdaling verwaarloosbaar is boven de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid in periode 2020 – 2100.

Er wordt naar gestreefd de peilmerken voor bodemdalingsmetingen door mijnbouwactiviteiten zo te plaatsen dat ze niet beïnvloed worden door autonome bodemdaling.



Figuur 6-2: Bodemdalingsvoorspellingskaart 2020 – 2100 voor het hoge scenario [Ref. 1] met daarop geprojecteerd de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid.

6.1.4 Meten en voorspellen van bodemdaling

In het kader van de 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, soms aangevuld met GPS metingen op specifieke locaties. Voor het opstellen van een meetplan bestaan wettelijke regels en de zogenaamde 'Industrieleidraad – Geodetische basis voor Mijnbouw' [Ref. 2]. De frequentie van de metingen, en de dichtheid en uitgebreidheid van het meetnet, worden gekozen in overleg met SodM. Het meetplan vereist de goedkeuring van de minister van Klimaat en Groene Groei. De bevoegdheid deze instemming te verlenen is in mandaat belegd bij de Inspecteur-generaal der Mijnen (SodM).

De nauwkeurigheid van waterpasmetingen hangt af van de specifieke vorm van het meetnet, en van de mogelijkheid goed gefundeerde peilmerken te plaatsen. In het algemeen hebben de metingen een onnauwkeurigheid van 5 mm. Bij de analyse van de metingen moet dan nog bekeken worden in welke mate ze door autonome bodemdaling beïnvloed worden. Uiteindelijk geeft dat voor de schatting van de hoeveelheid door gaswinning veroorzaakte bodemdaling een onnauwkeurigheid van typisch 1 cm. Deze onnauwkeurigheid is niet in alle gebieden gelijk.

Als 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. In dit gebied is dat om die reden gebeurd.

Voorafgaand aan de winning wordt er een model gemaakt om de bodemdaling te voorspellen. De complexiteit van het model hangt af van de complexiteit van de ondergrond-situatie. De parameters in het model zijn gebaseerd op ervaringen in eerdere, soortgelijke, voorkomens. De verwachte bodemdaling wordt besproken in dit winningsplan.

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 de dalingsvoorspelling door onzekerheidsmarges omgeven is. Deze onzekerheidsmarges worden in dit winningsplan besproken op hoofdlijnen.

Mocht de gemeten bodemdaling onverhoopt niet verlopen overeenkomstig de in het winningsplan aangegeven voorspellingen, dan zal Vermilion de bodemdalingsmodellen en de parameters van het model evalueren om te achterhalen waarom de gemeten waarden niet overeenkomen met de voorspellingen. Vermilion zal SodM als toezichthouder hierover informeren.

6.2 Bodemdalingsmodel

Productie uit een voorkomen leidt tot drukdaling, wat vervolgens compactie van het gesteente veroorzaakt. Compactie leidt vervolgens tot bodemdaling. Boven gasvoorkomens wordt waargenomen dat de bodemdaling langzaam begint (bodemdaling treed niet direct op na start productie, er is een vertraging) en na-ijlt wanneer de productie stopt. Dit tijdseffect is beschreven met RTCiM (Rate Type Compaction isotach Model) [Ref. 3]. RTCiM is momenteel het meest flexibele model dat gebruikt kan worden om een passing te vinden tussen de bodemdalingsmetingen en het compactiemodel. TNO heeft dit compactiemodel verwerkt in een applicatie en de naam PySub gegeven. Deze applicatie is beschikbaar via https://github.com/TNO/PySub [Ref. 4].

In Bijlage 15 wordt het bodemdalingsmodel en de bodemdalingsberekeningen in meer detail besproken. Voor gedetailleerde informatie over RTCiM wordt verwezen naar Ref. 3 en 4.

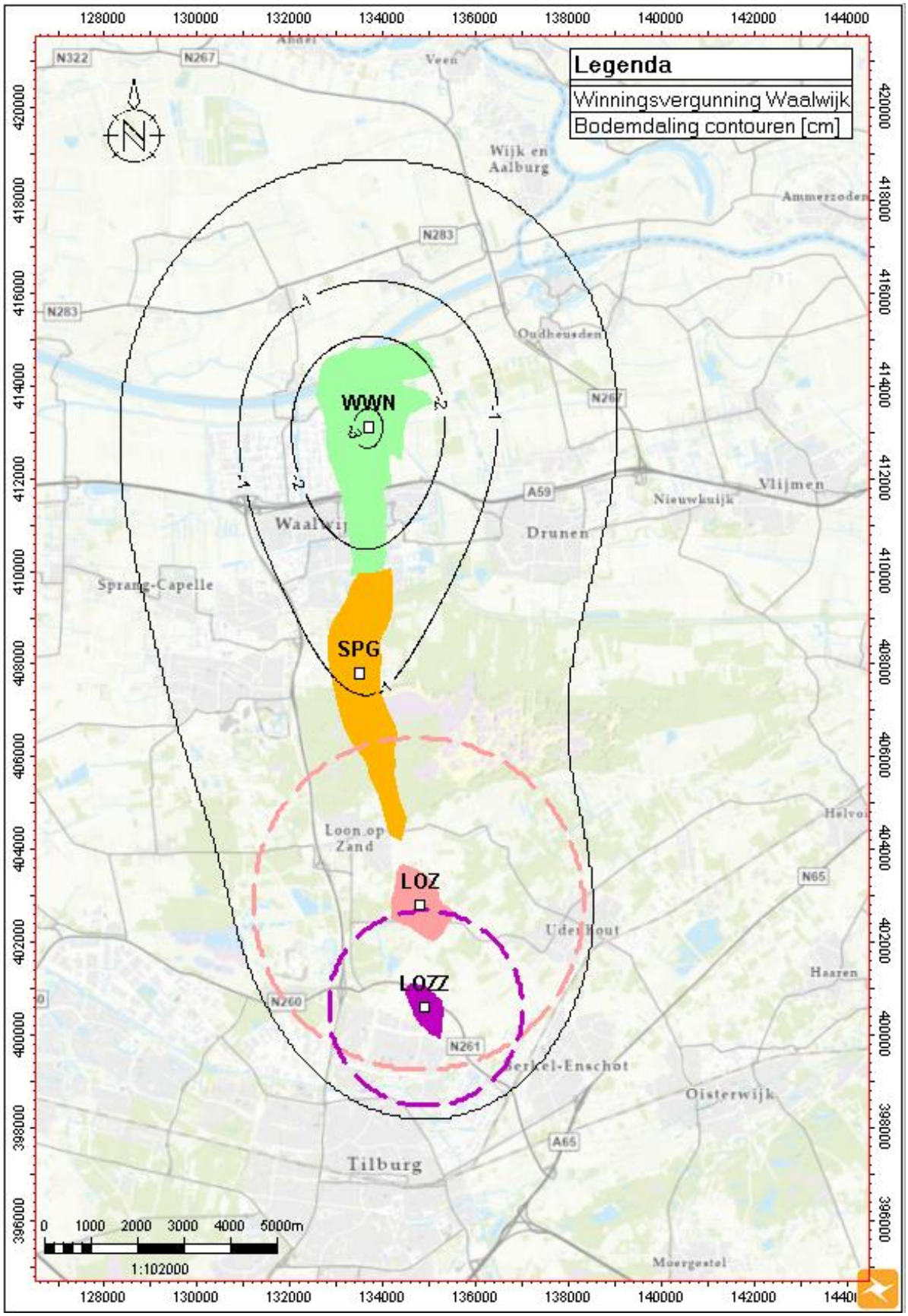
Bij de berekening van de bodemdaling worden onzekerheden meegenomen in de analyse. De getallen vermeldt in dit winningsplan en de bodemdalingskaarten zijn gebaseerd op de conservatieve (lees: grote) daling.

6.3 Historische bodemdaling

Productie uit de voorkomens in de winningsvergunning Waalwijk is gestart in 1991. Er zijn sindsdien 6 bodemdalingsmetingen verricht: 1991 (de nulmeting), 1995, 2001, 2013, 2018 en 2023.

Voor de bodemdalingsberekeningen wordt het gasvoerende depletiegebied gebruikt omdat er in Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid geen tekenen zijn van een actieve aquifer. Het depletiegebied is weergegeven in roze voor Loon Op Zand en in paars voor Loon Op Zand-Zuid in Figuur 6-3, Figuur 6-4, Figuur 6-8 en Figuur 6-9.

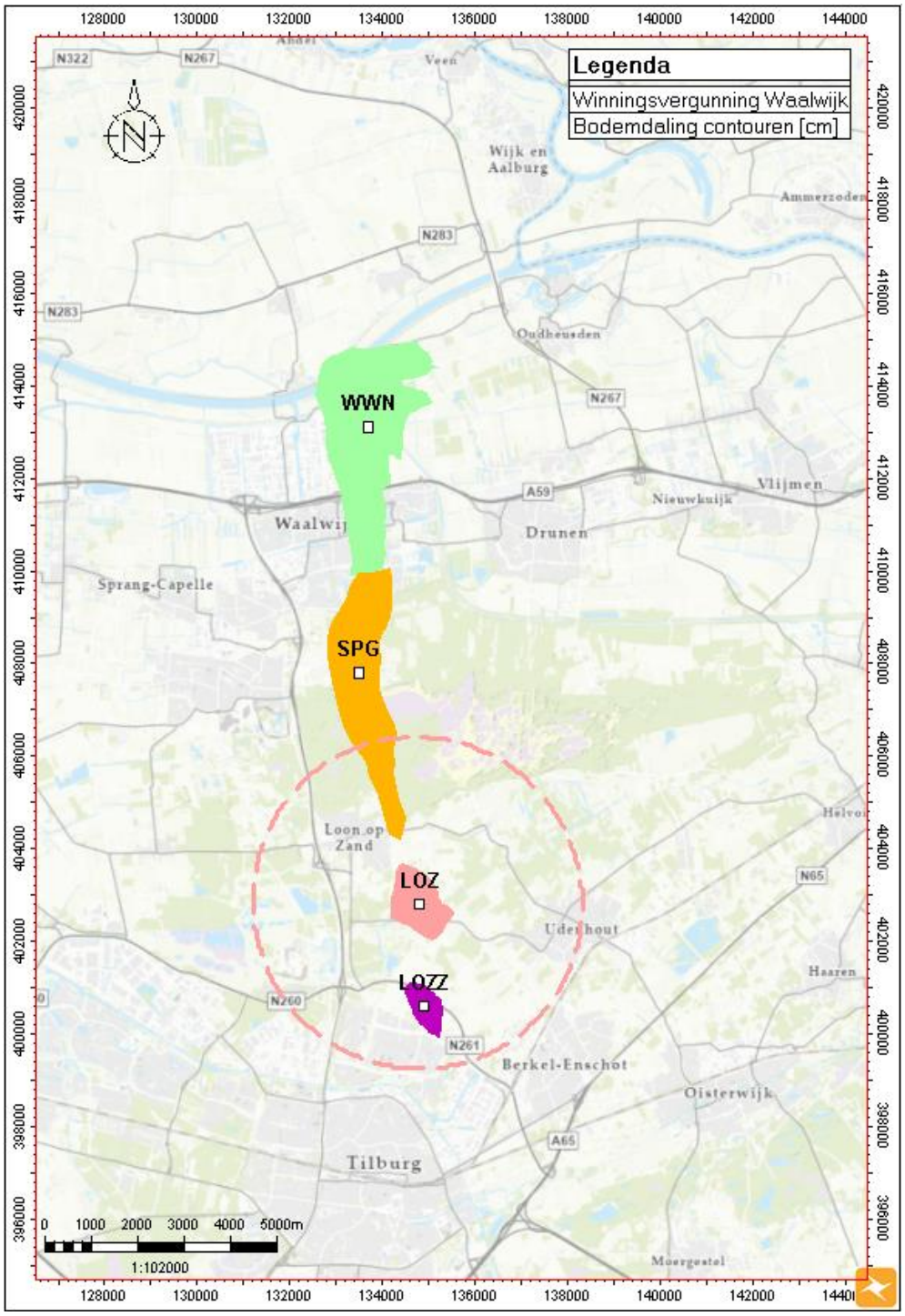
Voor het winningsplan van Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid is het gekalibreerde bodemdalingsmodel gebruikt om de bodemdaling in het invloedgebied te berekenen. De historische bodemdaling t.g.v. productie uit Loon Op Zand, Loon Op Zand-Zuid en omliggende voorkomens is weergegeven in Figuur 6-3. Dit laat zien dat de bodemdaling boven de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid minder dan 1 cm is op 1-1-2026.



Figuur 6-3: Berekende samengestelde bodemdaling op 1 januari 2026 ten gevolge van productie uit Loon Op Zand, Loon Op Zand-Zuid en omliggende voorkomens (bodemdalingscontour in cm). De gestippelde lijnen zijn het invloedgebied van Loon Op Zand (LOZ; roze) en Loon Op Zand-Zuid (LOZZ; paars).

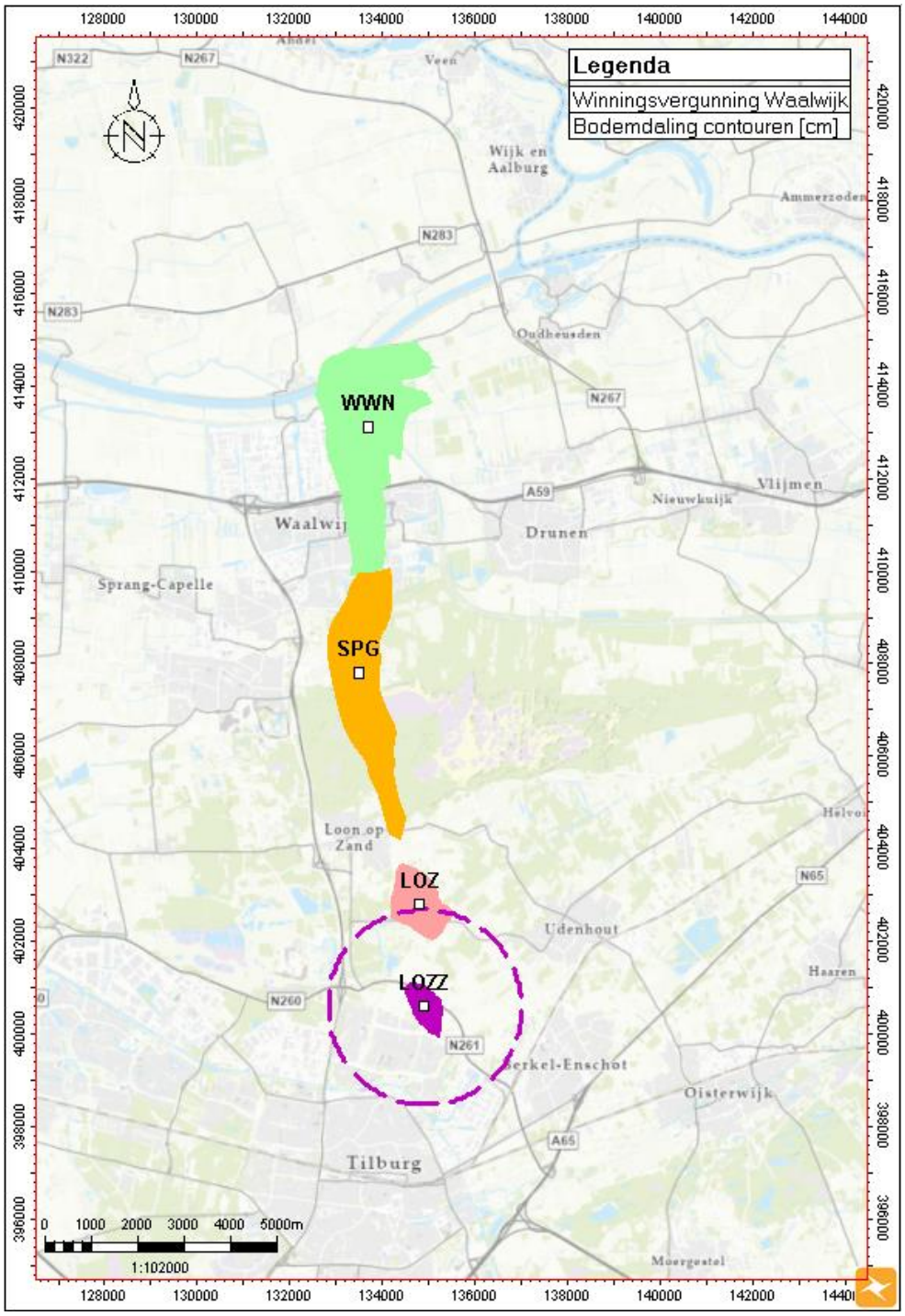
6.4 Bodemdalingsvooruitzichten en -onzekerheid

Figuur 6-4 laat de bodemdaling uit het voorkomen Loon Op Zand zien voor het maximale scenario. Het witte vierkantje met label “LOZ” is het diepste punt van de bodemdalingskom van Loon Op Zand. Hieruit blijkt dat de maximale bodemdaling van het voorkomen Loon Op Zand minder dan 1 cm zal zijn op 1-1-2060.



Figuur 6-4: Maximale bodemdaling ten gevolge van productie uit voorkomen Loon Op Zand op 1 januari 2060 (contourlijnen in cm). Bodemdalingskom van Loon Op Zand overlapt met omliggende voorkomens. De gestippelde lijn is het invloedgebied van Loon Op Zand. De bodemdaling is minder dan 1 cm. Door de beperkte bodemdaling, deze niet zichtbaar zijn op kaart (ook niet als een 1cm-contour aanhoudt).

Figuur 6-5 laat de bodemdaling uit het voorkomen Loon Op Zand zien voor het maximale scenario. Het witte vierkantje met label “LOZ” is het diepste punt van de bodemdalingskom van Loon Op Zand. Hieruit blijkt dat de maximale bodemdaling van het voorkomen Loon Op Zand minder dan 1 cm zal zijn op 1-1-2060.



Figuur 6-5: Maximale bodemdaling ten gevolge van productie uit voorkomen Loon Op Zand-Zuid op 1 januari 2060 (contourlijnen in cm). Bodemdalingskom van Loon Op Zand-Zuid overlapt met omliggende voorkomens. De gestippelde lijn is het invloedgebied van Loon Op Zand-Zuid. De bodemdaling is minder dan 1 cm. Door de beperkte bodemdaling, deze niet zichtbaar zijn op kaart (ook niet als een 1cm-contour aanhoudt).

Figuur 6-4 en Figuur 6-5 laten duidelijk zien dat de bodemdalingskom van Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid een overlap heeft met omliggende voorkomens.

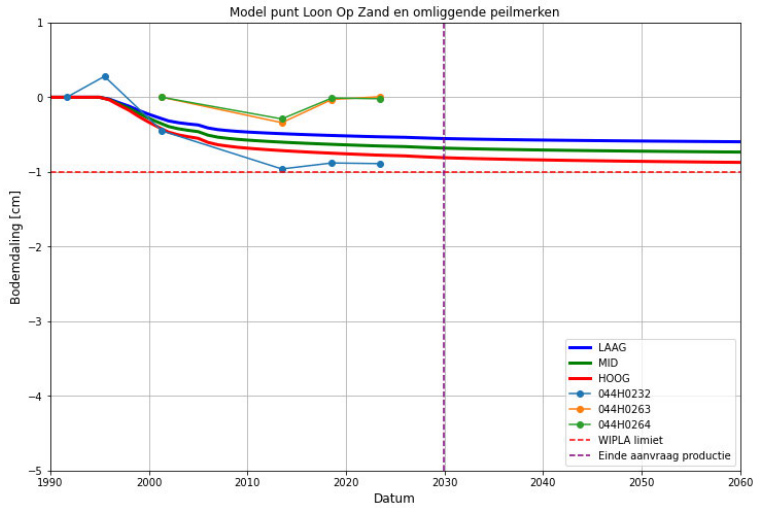
Figuur 6-6 laat de bodemdaling (LAAG, MIDDEN, HOOG) als functie van de tijd zien voor het diepste punt boven het voorkomen Loon Op Zand (het witte vierkantje met label LOZ in Figuur 6-8) en omliggende peilmerken. De maximale samengestelde bodemdaling zal minder dan 1 cm zijn.

Figuur 6-6 laat de samengestelde bodemdaling (LAAG, MIDDEN, HOOG) als functie van de tijd zien voor het diepste punt boven het voorkomen Loon Op Zand (het witte vierkantje met label LOZ in Figuur 6-8) en omliggende peilmerken. De maximale samengestelde bodemdaling zal minder dan 1 cm zijn. In het vigerende instemmingsbesluit van Loon Op Zand wordt uitgegaan van een bodemdaling van maximaal 1 cm. Deze verwachting valt binnen de grenzen van het vigerende instemmingsbesluit.

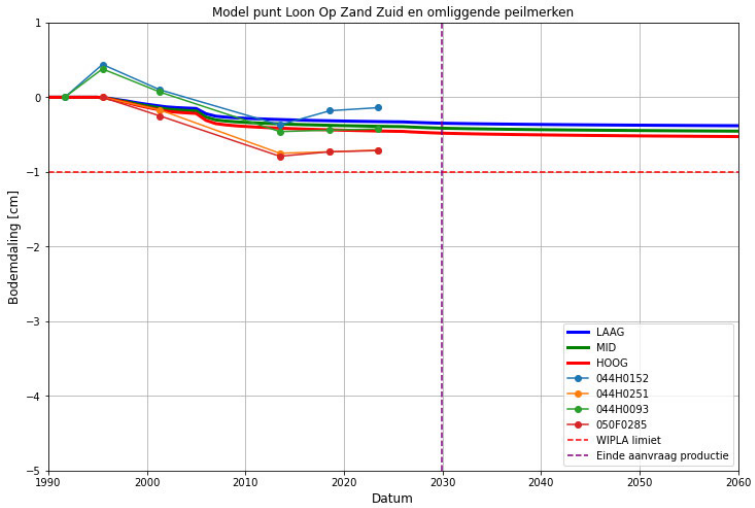
Figuur 6-7 laat de samengestelde bodemdaling (LAAG, MIDDEN, HOOG) als functie van de tijd zien voor het diepste punt boven het voorkomen Loon Op Zand-Zuid (het witte vierkantje met label LOZZ in Figuur 6-8) en omliggende peilmerken. De maximale samengestelde bodemdaling zal minder dan 1 cm zijn. In het vigerende instemmingsbesluit van Loon Op Zand-Zuid wordt uitgegaan van een bodemdaling van maximaal 1 cm. Deze verwachting valt binnen de grenzen van het vigerende instemmingsbesluit.

Figuur 6-8 laat de samengestelde bodemdalingskom zien ten gevolge van productie uit Loon Op Zand, Loon Op Zand-Zuid en omliggende voorkomens op 1-1-2060. Het witte vierkantje met label WWN is het diepste punt van de samengestelde bodemdalingskom.

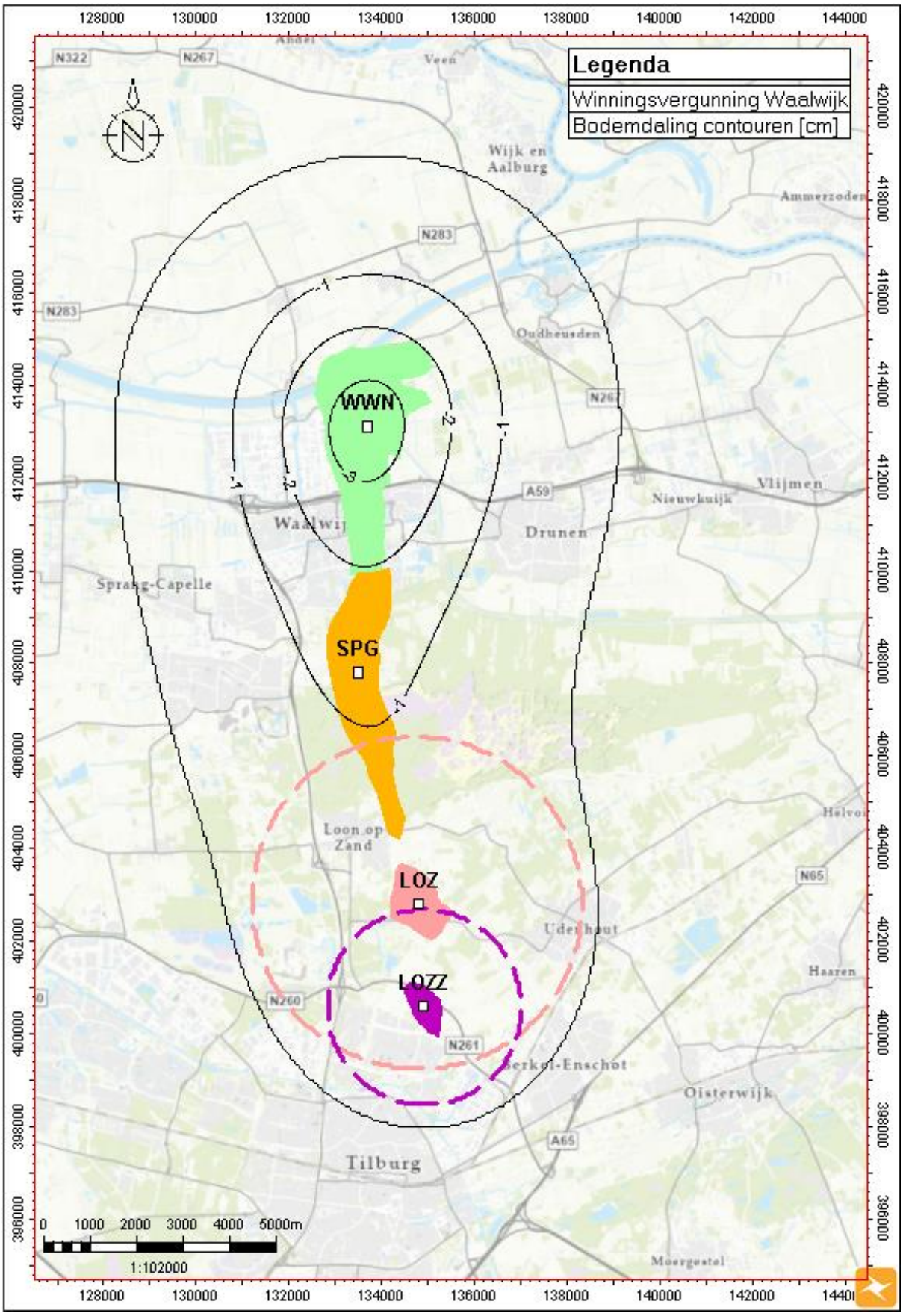
Figuur 6-9 laat de toekomstige samengestelde bodemdaling zien vanaf 1-1-2026 tot 1-1-2060. De toekomstige bodemdaling is minder dan 1 cm.



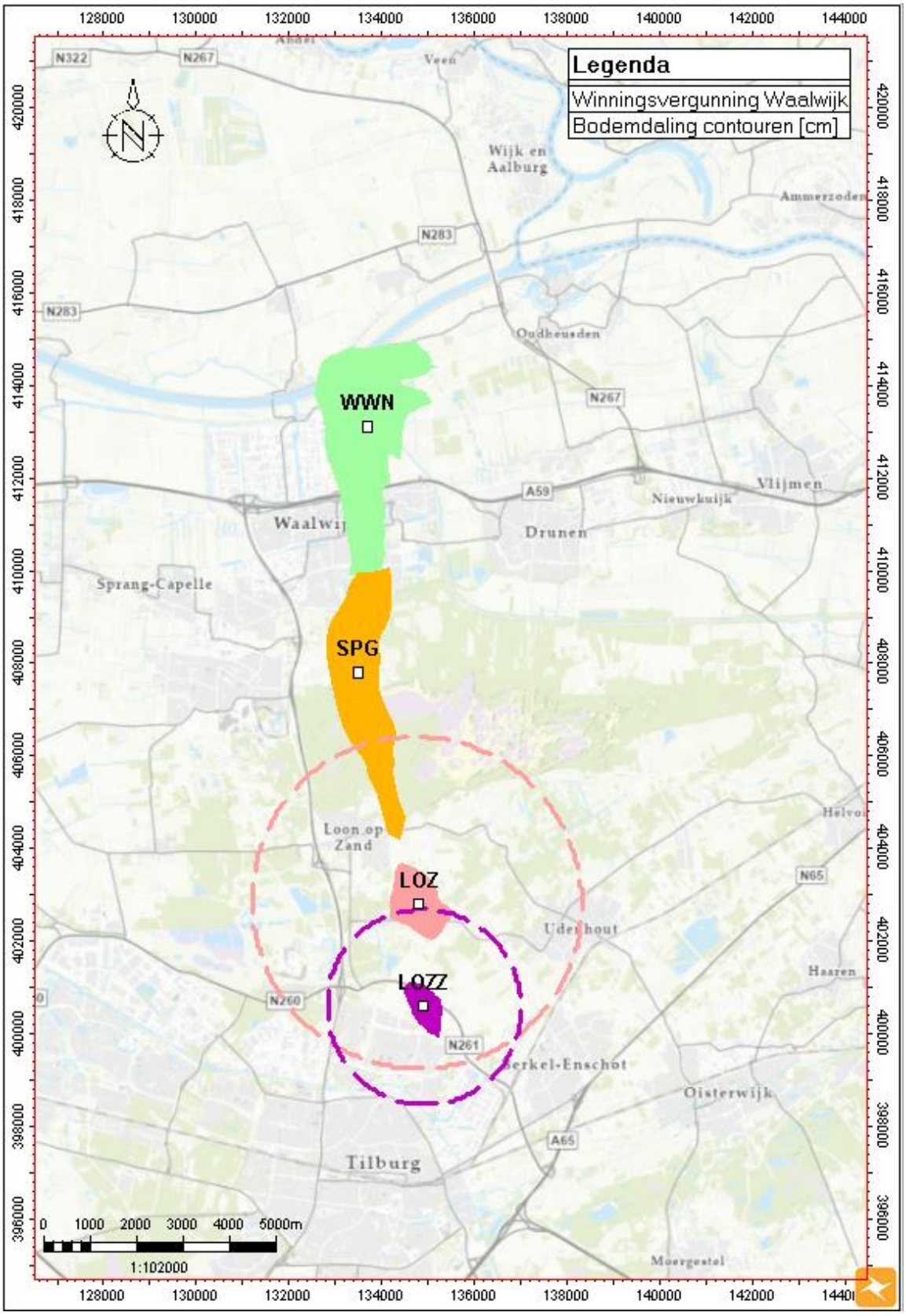
Figuur 6-6: Toekomstige samengestelde bodemdaling versus tijd (LAAG, MIDDEN, HOOG) door gaswinning uit voorkomen Loon Op Zand in het diepste punt (het witte vierkantje met label LOZ in Figuur 6-8).



Figuur 6-7: Toekomstige samengestelde bodemdaling versus tijd (LAAG, MIDDEN, HOOG) door gaswinning uit voorkomen Loon Op Zand-Zuid in het diepste punt (het witte vierkantje met label LOZZ in Figuur 6-8).



Figuur 6-8: Samengestelde bodemdaling op 1 januari 2060 ten gevolge van productie uit Loon Op Zand, Loon Op Zand-Zuid en omliggende voorkomens (contourlijnen in cm). De gestippelde lijnen zijn het invloedgebied van Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid.



Figuur 6-9: Bodemdalingsverwachtingen tussen 1-1-2026 tot 1-1-2060 ten gevolge van productie uit de voorkomens Loon Op Zand, Loon Op Zand-Zuid en omliggende voorkomens (contourlijnen in cm). De gestippelde lijnen zijn het invloedgebied van Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid. De toekomstige bodemdaling is minder dan 1 cm. Door de beperkte nog te verwachte bodemdaling, deze niet zichtbaar zijn op kaart (ook niet als een 1cm-contour aanhoudt).

6.5 Monitoring van bodemdaling

Het monitoren van bodemdaling gebeurt één keer in de vijf jaar. De meest recente bodemdalingsmeting was in 2023.

De resultaten van de metingen, de meetregisters, worden gedeeld en besproken met SodM, en dat geldt ook voor de analyses die Vermilion van de resultaten maakt.

6.6 Mogelijke gevolgen van de verwachte bodemdaling

6.6.1 Gevolgen voor gebouwen en infrastructuur

Of een gebouw, of infrastructuur, schade oploopt door bodemdaling wordt vooral bepaald door de afstands-schaal waarop die daling plaatsvindt. Bodemdaling heeft nauwelijks invloed als ze gelijk is over het hele funderingsoppervlak. Ook een beperkte scheefstand heeft meestal geen gevolgen. Schade aan gebouwen door bodemdaling ontstaat wanneer er verschilzakking optreedt, oftewel als de zakking ongelijkmatig is, en daardoor leidt tot kromming van een gebouw.

De bodemdalingskom door aardgaswinning is regelmatig. De dalingen verlopen geleidelijk, over meerdere kilometers. Er treden dus aan het terreinoppervlak uiterst geringe hellingen op, en nog veel geringere ongelijkmatigheden.

De daling komt bovendien zeer langzaam tot stand, over een periode van jaren.

Daarom is het uitgesloten dat een gebouw direct schade oploopt door gaswinningsbodemdaling, of het nu midden in de dalingskom staat of meer naar de rand. Uit tot op heden uitgevoerd onderzoek is dan ook steeds geconstateerd dat gebouwschade door bodemdaling als gevolg van gaswinning niet te verwachten is [Ref. 15, 16, 17, 18].

6.6.2 Gevolgen voor natuur en milieu en landbouw

Bodemdaling verloopt zeer geleidelijk, ook als de kommen samengesteld zijn. Bodemdaling door gaswinning manifesteert zich aan de oppervlakte in de vorm van een platte, zeer gelijkmatige schotel, die met het oog niet te zien is. Die schotel heeft een zeer geringe helling. De helling is niet meer dan ten hoogste een paar centimeter over een afstand van enkele kilometers. Dit kan berekend worden in Figuur 6-8. De maximale bodemdaling is minder dan 4 cm over een afstand van meer dan 5000 meter. Dit is 0.4 mm over een afstand van 50 meter. Zo’n helling is niet merkbaar, en heeft geen effecten op bebouwing.

Bodemdaling is een geleidelijk proces. De opbouw van de dalingskom aan het oppervlak duurt jaren, zodat er geen plotselinge veranderingen plaatsvinden.

Vanwege het geleidelijke verloop en de minimale helling van de bodemdalingskom worden geen nadelige gevolgen verwacht voor gebouwen, infrastructuur, en voor natuur en milieu.

Bij de geringe dalingen die hier verwacht worden, wordt ook niet verwacht dat de bodemdaling significante gevolgen heeft voor het normale beheer en het onderhoud van waterkeringen en waterlopen, en van het waterpeil.

Gezien het bovenstaande wordt niet verwacht dat er nadelige effecten op Natura 2000 en milieubeschermingsgebieden zullen optreden als gevolg van de aardgasproductie.

6.7 Maatregelen om (gevolgen van) bodemdaling te voorkomen of te beperken

Vanwege de geringe maximale bodemdaling, worden er geen nadelige gevolgen voorzien, en wordt er niet voorzien in (extra) maatregelen om (gevolgen van) bodemdaling te voorkomen of te beperken, anders dan het periodiek monitoren van de bodemdaling volgens het meetplan.

De afhandeling van eventuele schade wordt besproken in paragraaf 8.2.

7 Bodemtrilling

De seismische risicoanalyse laat zien dat de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid in de laagste seismische risicocategorie valt, Categorie I.

7.1 Inleiding: hoe komen bevingen ten gevolge van gaswinning tot stand

Als gevolg van de compactie, het inzakken van het reservoirgesteente door drukdaling, ontstaan er kleine verplaatsingen (zettingen) in de diepe ondergrond. Als deze bij een breuk plaatsvinden, kunnen er zettingsverschillen aan weerszijden van de breuk optreden. Door de zettingsverschillen gebeurt het soms dat het gesteente aan weerszijden van de breuk t.o.v. elkaar beweegt. Dit veroorzaakt een trilling. Zo'n trilling wordt een geïnduceerde beving genoemd om aan te geven dat hij door menselijk handelen is veroorzaakt. Als gevolg van het feit dat deze trillingen ontstaan door bewegingen langs de breukvlakken in of nabij aardgasreservoirs, zal het bronpunt van de beving, het zogeheten hypocentrum, op enkele kilometers diepte liggen. Natuurlijke bevingen hebben over het algemeen een veel dieper hypocentrum. Op basis van de diepte van de beving kan het KNMI onderscheiden of een beving veroorzaakt is door gaswinning of dat de beving een natuurlijke oorzaak heeft.

Voor de kans op bevingen is het van belang of en welk soort breuken in de gesteentelagen in (de buurt van) het reservoir aanwezig zijn. Tevens geldt: hoe groter de compactie van het reservoir, hoe groter de kans dat er significante zettingsverschillen over een breuk plaatsvinden. Bij het inschatten van de kans op bevingen wordt dan ook naar de drukdaling en de daaropvolgende compactie gekeken. Daarnaast wordt de breuk-configuratie geanalyseerd, en de stijfheid van het gesteente. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een analyse-protocol dat door SodM in samenwerking met TNO is ontwikkeld [Ref. 8].

Naast de situatie in de ondergrond, wordt in dat protocol ook de situatie aan het oppervlak bekeken. De aard van de bebouwing en infrastructuur in de omgeving van het voorkomen wordt meegewogen. Bij de effecten die aan de oppervlakte merkbaar zijn, speelt niet alleen de sterkte en de diepte van de beving een rol, maar ook de samenstelling van de ondiepe ondergrond. Als een kans op significante bevingen aanwezig is, dan wordt dus ook met de grondsamenstelling rekening gehouden bij het inschatten van aardbevingsrisico's.

7.2 Historische bevingen in de voorkomens van dit winningsplan

Het KNMI beheert de dataset met aardbevingen in Nederland, zie https://www.knmi.nl/nederland-nu/seismologie/aardbevingen.

Er zijn geen bevingen boven of in de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid geweest.

7.3 Seismische Risico Analyse

Het kader en de methodiek voor de Seismische Risico Analyse (SRA) wordt beschreven in: Methodiek Voor Risicoanalyse Omtrent Geïnduceerde Bevingen Door Gaswinning; Tijdelijke Leidraad Voor Adressering Mbb. 24.1.p, Versie 1.2, 1 februari 2016, Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) [Ref.8].

Om het seismisch risicoprofiel van een voorkomen vast te stellen wordt een risicoanalyse uitgevoerd volgens een getrapt model dat bestaat uit drie stappen. Deze drie stappen worden weergegeven in Figuur 7-1. Op basis van de uitkomsten van de verschillende individuele stappen worden vervolgstappen genomen.

In de eerste stap (Niveau 1) wordt eerst gekeken naar de kans op een trilling. Daarbij wordt gekeken naar de breuk-configuratie in het voorkomen en naar de stijfheidsverhouding tussen de reservoir-lagen en het afdekkende gesteente. Als er meer breuken zijn, neemt de kans toe. Hetzelfde geldt als het afdekkende gesteente stijver is ten opzichte van het reservoir.

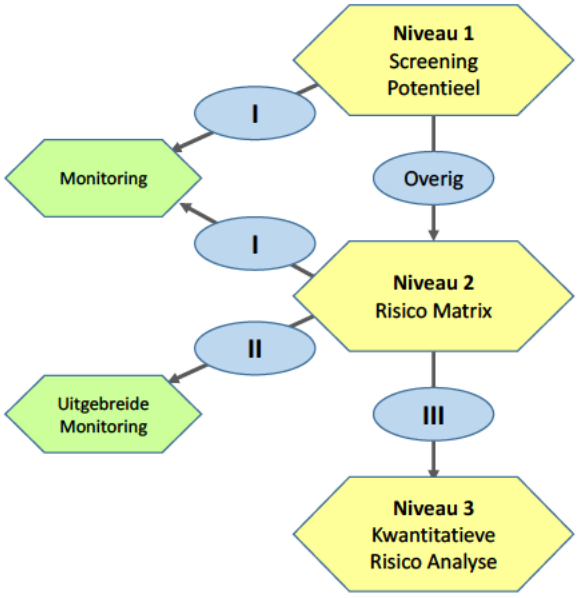
Indien de kans op een geïnduceerde aardbeving niet verwaarloosbaar is, wordt vervolgens de maximale magnitude uitgerekend. Daarbij speelt de lengte van de breuken waarlangs differentiële zettingen kunnen optreden, de breukhoogte en de hoeveelheid compactie, een rol. Als de maximale magnitude onder de 2.5 ligt, is een analyse op Niveau 2 niet nodig en volgt een indeling in Categorie I.

Er hoeven dan geen verdere maatregelen genomen te worden bovenop monitoring van het voorkomen met het bestaande KNMI-seismometer-meetnet.

Bij een Niveau 2 analyse wordt ook gekeken naar de effecten van een eventuele trilling aan het oppervlak op gebouwen en infrastructuur. Als de kans/gevolg combinatie daartoe aanleiding geeft, zal het voorkomen in Categorie II worden ingedeeld. In Categorie II worden extra eisen aan de monitoring gesteld, en moet een (generiek) beheersplan worden opgesteld.

Bij een Niveau 3 analyse zal een aanvullende kwantitatieve risicoanalyse worden uitgevoerd in het geval dat een voorkomen op basis van de risicomatrix als Categorie III wordt gekwalificeerd.

De SRA is in detail uitgewerkt in een Bijlage 16.



Figuur 7-1: Weergave van de verschillende stappen in de seismische risico analyse.

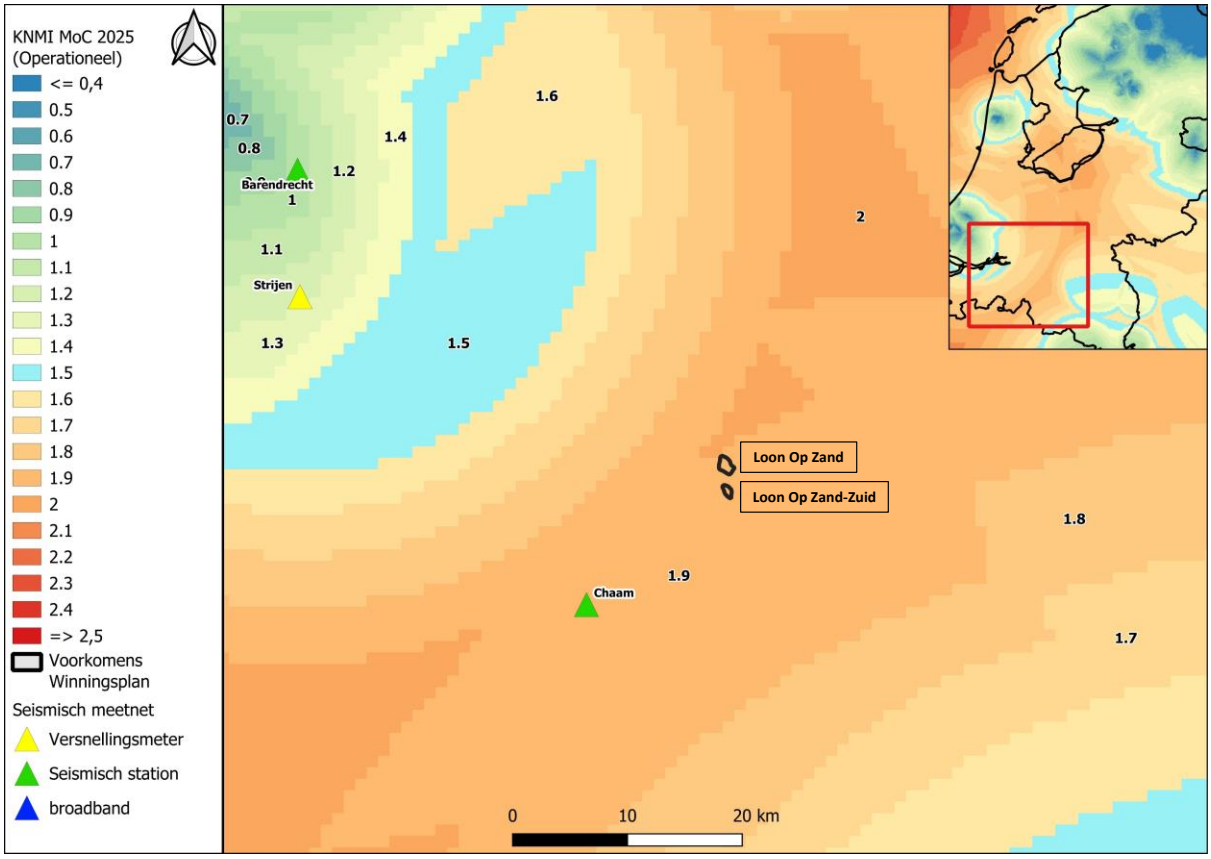
7.4 Resultaat Seismische Risico Analyse

Het resultaat van het doorlopen van de methodiek voor de reservoirs in dit winningsplan, is dat deze vallen in Categorie I, de laagste seismische risicocategorie.

De SRA analyse wordt in meer detail uitgewerkt in Hoofdstuk 16. Bijlage: Seismische Risico Analyse: Details en Achtergronden.

7.5 Monitoring van bodemtrillingen

Het monitoren van de seismische activiteit rondom de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid wordt gerealiseerd met behulp van het bestaande KNMI netwerk. Figuur 7-2 is een kaart waarop de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid weergegeven en het bestaande seismisch netwerk van het KNMI.



Figuur 7-2: Het seismisch meetnetwerk en de seismische detectiegrenzen (KNMI, Operationele Magnitude of Completeness) rond de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid [Ref. 19].

7.6 Mogelijke gevolgen van bevingen ten gevolge van gaswinning

7.6.1 Schade aan openbare infrastructuur door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning

Gezien de indeling in Categorie I wordt er geen schade aan infrastructuur verwacht [Ref.10].

7.6.2 Schade aan gebouwen en bouwwerken door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning

Gezien de indeling in Categorie I wordt er geen schade aan gebouwen en bouwwerken verwacht [Ref. 10, 11, 12, 13].

7.6.3 Gevolgen voor natuur en milieu door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning

Schadelijke effecten op natuur en milieu door bevingen ten gevolge van gaswinning worden niet verwacht.

Aangezien de kans op aardbevingen als gevolg van de gasproductie verwaarloosbaar is, wordt niet verwacht dat er nadelige effecten op Natura 2000 en milieubeschermingsgebieden zullen optreden.

7.7 Maatregelen om (gevolgen van) bodemtrillingen te voorkomen of te beperken

Gezien de indeling in Categorie I voorziet het productieproces niet in maatregelen om trillingen te voorkomen of te beperken.

De afhandeling van eventuele schade wordt besproken in paragraaf 8.2.

8 Overige Omgevingsaspecten

8.1 Inleiding

De opsporing, winning en opslag van aardgas kunnen, vanwege activiteiten, mogelijk gevolgen aan het oppervlak hebben. Dit zijn gevolgen anders dan bodemdaling en trillingen zoals omschreven in dit winningsplan. Deze mogelijke gevolgen worden beoordeeld door het bevoegd gezag in andere vergunningen dan het winningsplan.

Het betreft hier mogelijke gevolgen voor de leefomgeving, zoals gevolgen voor de luchtkwaliteit, geluid, externe veiligheid, bodemkwaliteit en grond- en oppervlaktewaterkwaliteit. Deze mogelijke gevolgen zijn beoordeeld in de procedures voor de wat tegenwoordig heet; de omgevingsvergunning milieubelastende activiteit (mba) van de betreffende winningslocatie. In Tabel 8-1 zijn de winningslocaties voor dit winningsplan met de vigerende omgevingsvergunningen voor deze winningslocaties opgenomen.

Tabel 8-1: Winningslocatie in onderhavig winningsplan en vigerende omgevingsvergunningen.

Locatie	Omgevingsvergunning
Waalwijk Zuid	Revisievergunning d.d. 18 maart 2004 (ME/EP/UM/4007483)

8.2 Schade-afhandeling

Vermilion is aansprakelijk voor schade, als die het gevolg is van de mijnbouwactiviteiten van Vermilion. Vanaf 1 juli 2020 behandelt het centraal schadeloket van de Commissie Mijnbouwschade de mijnbouwschademeldingen als gevolg van o.a. gaswinning in kleine voorkomens in Nederland. Meer informatie is te vinden op de website: https://www.commissiemijnbouwschade.nl.

8.3 Gedragscode

Vermilion is één van de ondertekenaars van de Gedragscode Gaswinning Kleine Velden. De gedragscode geeft algemene richtlijnen aan voor het zorgvuldig betrekken van de omgeving bij olie en gasprojecten uit kleine velden op land in Nederland. Hierin is vastgelegd wat de omgeving van Vermilion mag verwachten (https://www.onsaardgas.nl/dossier/kleine-velden-gedragscode/).

8.4 Maatschappelijke verantwoordelijkheid

Vermilion Energy Netherlands (VEN) is een zelfstandig onderdeel van een Canadees bedrijf dat sinds 1994 in meerdere landen actief is, in Nederland sinds 2004. VEN beschikt over een ruime ervaring en gedegen kennis van de olie- en gasindustrie, van zowel de diepe ondergrond, van koolwaterstoffen als ook van de bovengrondse productiefaciliteiten. Als een betrouwbare operator van kleine gasvelden dragen wij met die kennis bij aan een optimale en stabiele binnenlandse gaswinning.

Vermilion is in Nederland alleen actief in de winning van aardgas uit kleine velden op land, dit doen wij in lijn met de wet- en regelgeving en vergunningsvoorwaarden die op onze activiteiten van toepassing zijn. Daarnaast hanteert Vermilion haar eigen basisprincipes op het terrein van HSE (Health, Safety and Environment), tezamen borgt dit een veilige en verantwoorde winning van aardgas. Wij zijn voor de vergunningverlener, de toezichthouder en de omgeving aanspreekbaar op ons doen en laten. Wij hanteren binnen ons bedrijf strenge criteria als het gaat om integriteit en gedrag.

Wij realiseren ons ook dat wij met onze activiteiten gast zijn in een omgeving waarin mensen wonen, werken en verblijven en waar landschap, milieu en natuur zeer belangrijke waarden zijn. Enkele van onze kernwaarden hebben daar rechtstreeks mee te maken: vertrouwen, respect en verantwoordelijkheid. Wij dragen daarom waar het kan bij aan behoud en versterking van die omgeving, wij voorkomen negatieve effecten van onze aanwezigheid en als die wel ontstaan treffen wij passende maatregelen.

Maatschappelijke verantwoordelijkheidszin betekent ook deelnemen aan de samenleving en verantwoordelijkheid nemen. Dat doen wij onder meer met de inzet van vrijwilligerswerk door ons personeel. Op 16 januari 2026 is het sectorakkoord Gaswinning in de energietransitie – hoofdstuk Land gesloten. De afspraken over nieuw te ontwikkelen gaswinning op land zijn hierin uitgewerkt, onder meer

via een regeling waarmee een deel van de opbrengsten van nieuwe gaswinning uit bestaande licenties terugvloeit naar de regio's waar gaswinning plaatsvindt.

Gaswinning uit kleine velden kan bij de aanleg van nieuwe locaties en bij werkzaamheden op bestaande locaties tot tijdelijke hinder leiden voor de omgeving. Vermilion informeert de belanghebbenden daarom tijdig en voert daarvoor een pro-actief omgevingsmanagement. Schades door onze activiteiten worden door ons vergoed, dit geldt bijvoorbeeld voor gewas- of transportschade maar ook voor de eventuele gevolgen van bodemdaling en bodembewegingen.

Vermilion biedt direct- en indirect aan honderden mensen in heel Nederland werk, vooral in Noord-Nederland. Zij werken op zowel kantoor als op onze mijnbouwlocaties volgens strenge normen en met de best beschikbare technieken. Medewerkers, ook die van aannemers, zijn in staat adequaat uitvoering te geven aan ons uitgangspunt dat veiligheid voor mens en milieu in de omgeving waar wij werken voorop staat.

9 Verklarende woordenlijst

Aquifer	Watervoerend deel van het reservoir. Dat kan naast en/of onder het gasvoerende deel gelegen zijn.
Cm	Uniaxiale compactie-coëfficiënt; mate van samendrukbaarheid van het gesteente
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.
Depletie	Drukdaling door het onttrekken van gas (of olie of water) uit reservoirgesteente
GIIP	Volume gas initieel aanwezig in het voorkomen (in nm^3)
GPS of GNSS	Global Positioning System: systeem voor plaats- en hoogtebepaling met behulp van satellieten
GOC	Gas-olie contact diepte (in m onder NAP)
GWC	Gas-water contact diepte (in m onder NAP)
Hypocentrum	Het hypocentrum is het ondergrondse gebied waar een aardbeving ontstaat.
KGG	Ministerie van Klimaat en Groene Groei
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
LOZ	Loon Op Zand
LOZZ	Loon Op Zand-Zuid
Magnitude	Een (logarithmische) maat voor de hoeveelheid energie die bij een beving vrij komt
m RT, m RKB	Diepte gemeten in m langs het boortraject, vanaf de boortafel (RT)
Mbb	Mijnbouwbesluit
Mbr	Mijnbouwregeling
MER	Milieu-Effect-Rapportage
Mbw	Mijnbouwwet
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij
nm^3	m3 bij 0 0C en 1.01325 bara [Ref. 14]
OWC	Olie-water contact diepte (in m onder NAP)
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.
RD coördinaat	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
RTCiM	Rate Type Compaction isotach Model [Ref. 3]
Saturatie	Het gedeelte van het poriënvolume dat met water en gas is gevuld
SodM	Staatstoezicht op de Mijnen
SRA	Seismische Risico Analyse
TCBB	Technische Commissie Bodembeweging
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
VEN	Vermilion Energy Netherlands B.V.
Vermilion	Vermilion Energy Netherlands B.V.
Voorkomen	Gebied waarin de aanwezigheid van gas waarschijnlijk is.
WTC	Waalwijk Treatment Centre, ook wel Waalwijk gasbehandelingsstation
WWN	Waalwijk-Noord

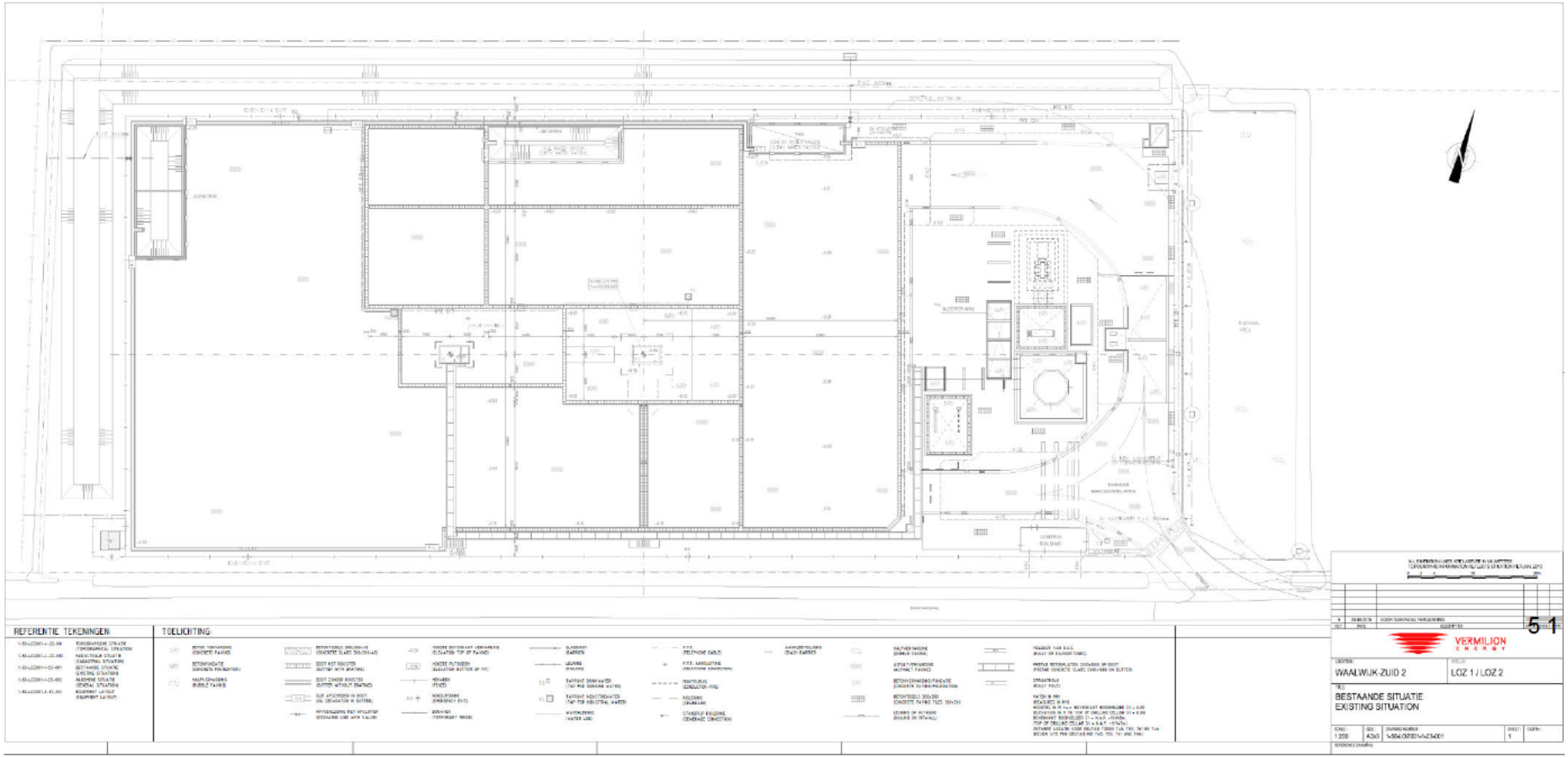
10 Referenties

1. www.klimaateffectatlas.nl.
2. TCBB, Industrieleidraad ter Geodetische bepaling van bodembeweging als gevolg van mijnbouwactiviteiten, 2014.
3. Pruiksma, J.P., Breunese, J.N., Thienen-Visser, K., & De Waal, H. (2015) Isotach formulation of the rate type compaction model for sandstone. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 78. 127-132.
4. The PySub Subsidence Framework: Technical Reference, TNO Report, TNO2022_R11962, datum 14 maart 2023.
5. TNO, Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland, 2004 (NITG 04-171-C),
6. TNO, Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland, update 2012 (R10198).
7. TNO, Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit (DHAIS), actualisatie 2021, TNO-rapport 2021 R10977.
8. SodM, Methodiek voor Risico-Analyse omtrent geïnduceerde bevingen door gaswinning (Tijdelijke Leidraad), Februari 2016.
9. Email van Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Onderwerp “actualisatie methodiek voor risicoanalyse omtrent geïnduceerde bevingen door gaswinning voor winningsplannen”, datum 14 november 2022.
10. Seismisch hazard van geïnduceerde aardbevingen Integratie van deelstudies, Wassing, B.B.T. (TNO) & Dost, B. (KNMI), Report nummer TNO 2012 R11139, 24 december 2012.
11. De relatie tussen schade aan gebouwen en lichte, ondiepe aardbevingen in Nederland: inventarisatie, TNO Rapport 97-CON-R1523-1, door Van Staalduinen & Geurts, 1998.
12. Seismisch Risico in Noord-Nederland, Th. de Crook & H.W. Haak & B. Dost, februari 1998, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, Afdeling Seismologie
13. Schade aan buisleiding door aardbeving, fase 1 inventarisatie, Deltares Project report 1001649-000, 2010.
14. Physical Properties of Natural Gases, Nederlandse Gasunie, 1988
15. TCBB, *Jaarverslag,* 2015
16. www.commissiebodemdaling.nl
17. ”Bodemdaling door gaswinning veroorzaakt geen schade”, M. Huijgen et al. (TNO), in Bodem, nummer 3, juni 2020
18. Schade aan gebouwen door diepe bodemdaling en -stijging, TNO-rapport TNO 2021 R10325, 2021
19. KNMI website: https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/seismische-meetstations
20. Geology of the Netherlands, Wong et al. (eds), Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, 2007 / Amsterdam University Press, 2007.
21. https://www.dinoloket.nl/stratigrafische-nomenclator/hierarchisch

11 Bijlage: Plotplan van de mijnbouwlocaties

Deze bijlage bevat de plotplan van de mijnbouwlocatie Waalwijk-Zuid (putten WWS-01 en WWS-02).

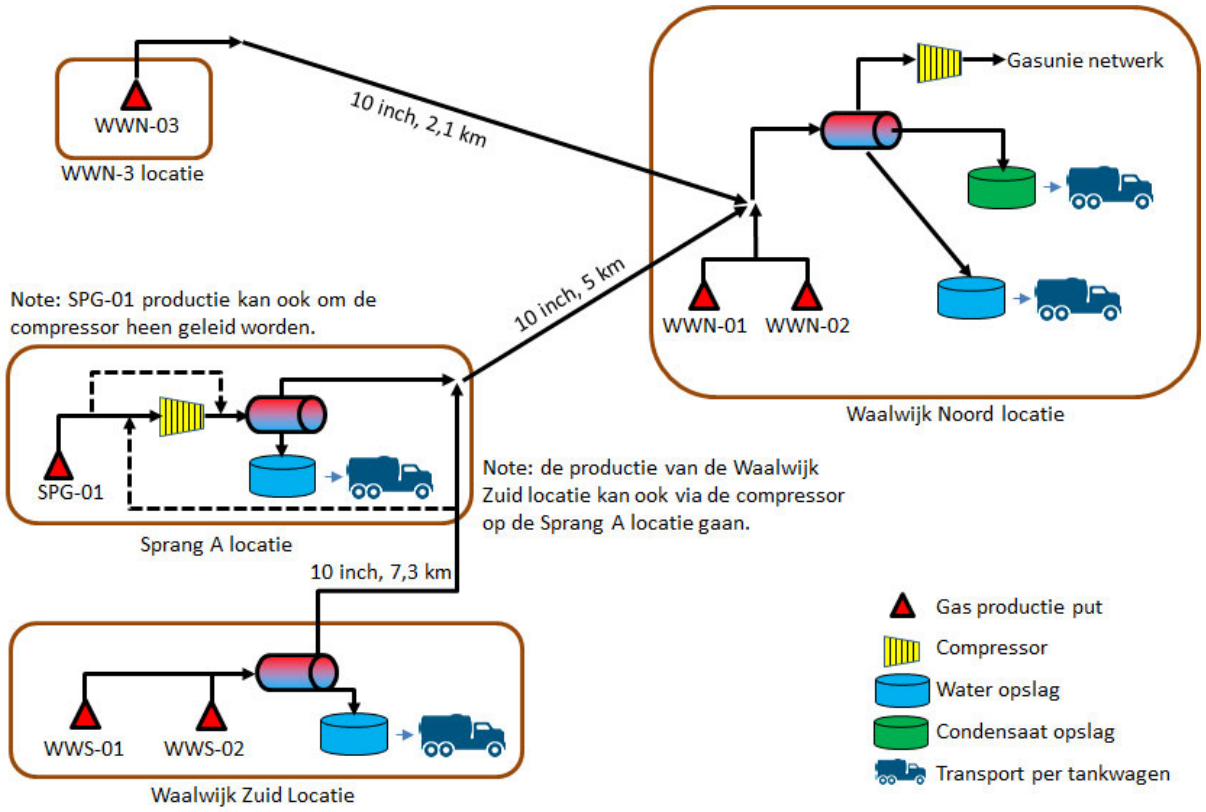
11.1 Plattegrond mijnbouwlocatie Waalwijk-Zuid (putten WWS-01 en WWS-02)



Figuur 11-1: Mijnbouwlocatie Waalwijk-Zuid: WWS-01 (Loon Op Zand) en WWS-02 (Loon Op Zand-Zuid) putten.

12 Bijlage: Proces-stroomdiagram van mijnbouwlocatie

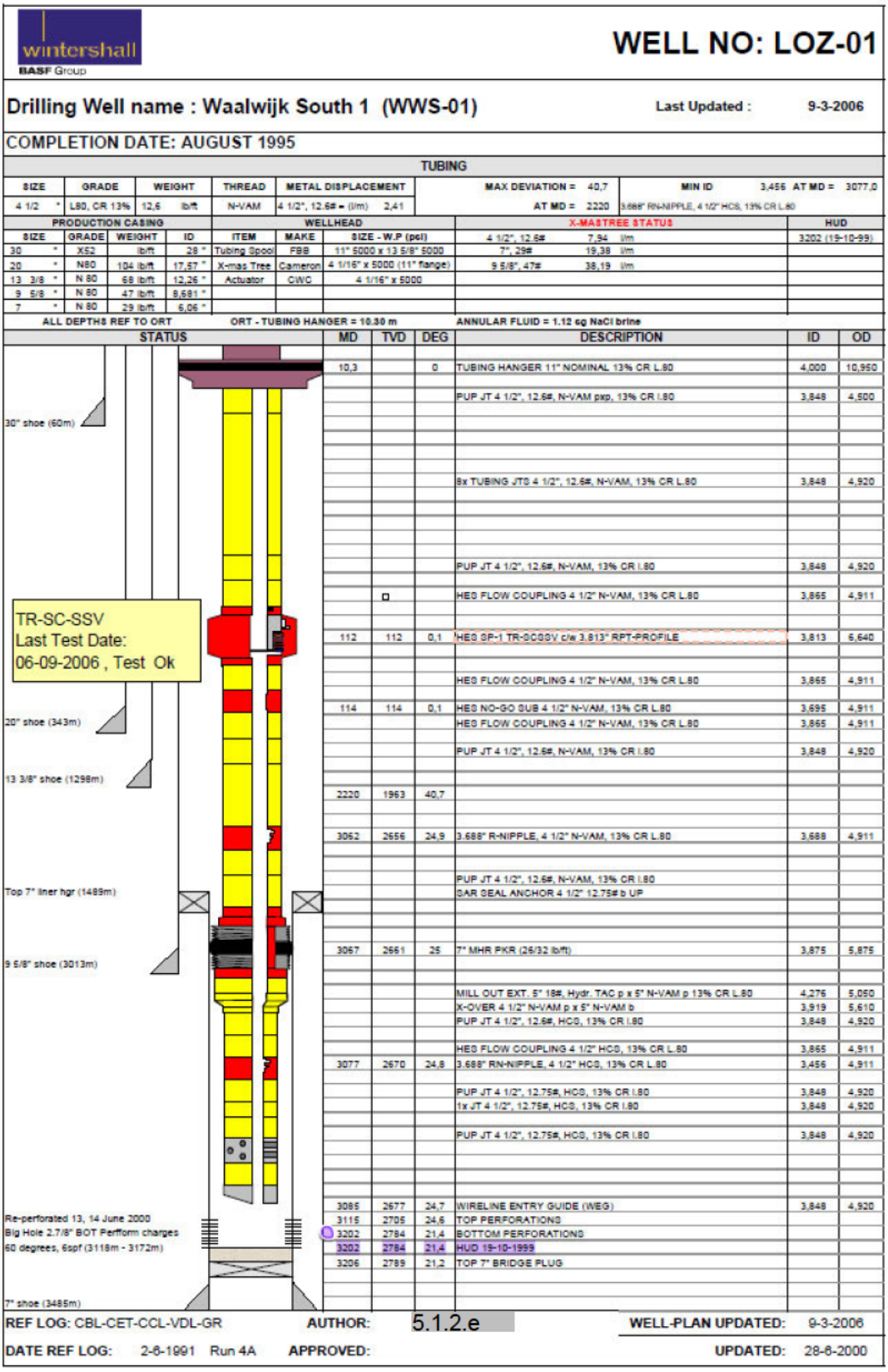
Deze bijlage bevat het proces-stroomdiagram van de mijnbouwlocatie Waalwijk-Noord.



Figuur 12-1: Proces-schema gasbehandeling in winningsvergunning Waalwijk: Waalwijk-Noord WTC.

13 Bijlage: Putverbuizingen en perforaties

In de onderstaande figuren is schematisch de verbuizing van de twee putten in de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid weergegeven.



Figuur 13-1: Schetst van WWS-01 putverbuizing en de perforaties.

VERMILION — FIELD : WAALWIJK — WELL : WWS 02

RT/TH : 11.29 m
COMPLETION DATE : 14-June-2017

ANNULUS FLUID :
1.02 SG INHIBITED SODIUM BRINE

VOLUMES		DRILLING DEPTHS / RT
TUBING :	33	9.5/8"CASING 53.5# 0-3355 M/RT
ANNULUS	111	7"LINER 32# 3268 M/RT - 4305 MTR
HOLE :	151	4.1/2"LINER 12.6# 4213m/RT - 4850 M/RT

X-MASTREE

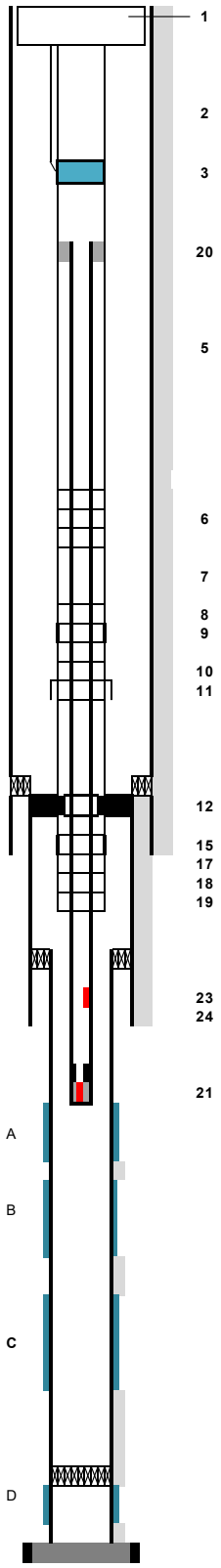
TUBING HEAD	CAMERON 11"
TUBING HANGER	CAMERON 11"NOM 4"ID, 13% CR
L MASTER VALVE	CAMERON 4.1/16 5K MONO BLOCK
U MASTER VALVE	CAMERON 4.1/16"5K MONO BLOCK HYDRAULIC ACTUATOR
SWAB VALVE	CAMERON 4.1/16 5K MONO BLOCK
WING VALVES	CAMERON 4.1/16 5K MONO BLOCK
TOP CAP	OTIS 7 X 6

STRING

ITEM	QTY	DESIGNATION	L / M	Depth/RT bottom of item	Depth/TH ottom of item	ID/in
1	1	Tubing Hanger11"NOMINAL 13% CR L80		11.72	0.43	4.000
2	10	TUBING 4.1/2" 12.6# VT 13% CR L80	80.410	92.13	80.84	3.958
3	1	HALLIBURTON SP-1 TR-SSSV WITH RO LN	2.050	94.18	82.89	3.813
4	1		0.000	94.18	82.89	3.688
5	324	TUBING 4.1/2" HYDRIL CS 12.6# 13% CR L80	3046.000	3140.18	3128.89	3.958
6	1	XO HYDRILL CS X FOX 4.1/2" 13% L80	4.520	3144.70	3133.41	3.958
7	83	TUBING 4.1/2"FOX 12.6# 13% CR L80	1004.980	4149.68	4138.39	3.958
8	1	XO FOX X HYDRILL CS	4.510	4154.19	4142.90	2.949
9	**1**	**R LANDING NIPPLE**	**0.680**	**4154.87**	**4143.58**	**3.688**
10	2	TUBING 4.1/2" HYDRIL CS 12.6# 13% CR L80	12.800	4167.67	4156.38	3.958
11	1	ANCHOR SEAL 12,75# b UP	1.865	4169.53	4158.24	3.958
12	**1**	**MHR PACKER 7"X 4.1/2" 32-35**	**2.690**	**4172.22**	**4160.93**	**3.958**
13	1	MILL OUT EXTENCION	0.870	4173.09	4161.80	
14	1	PUP JOINT 4.1/2" HYDRIL CS 12.6# 13% CR L80	2.680	4175.77	4164.48	3.958
15	**1**	**RN LANDING NIPPLE**	**0.680**	**4176.45**	**4165.16**	**3.456**
16	4	PUP JOINT 4.1/2" HYDRIL CS 12.6# 13% CR L80	14.070	4190.52	4179.23	3.958
17	1	AUTO FILL SUB	1.368	4191.89	4180.60	3.880
18	1	MIRAGE PLUG (DISAPPEARED)	1.904	4193.79	4182.50	3.880
19	**1**	**SELF ALIGNING MULE SHOE**	**0.761**	**4194.55**	**4183.26**	**3.898**
		Velocity string was installed in May/2017.				
20		3 1/2" Model C-Packer with GS profile		110.29	99.00	1.610
21		2" Velocity string with Nipple profile		4414.74	4403.45	1.390
22		2" Velocity string with pump out subs (**plugs in place !!**)		4415.29	4404.00	**0.000**
		Velocity string was punched on 12/Jun/2017.				
23		Tubing punch 24 shots (4 shot/ft)		4293.29	4282.00	
24		**(tight spot with 1" clearance in 2" velocity string)**		4295.29	4284.00	
		11-04-2024: Tight spot ran through with 1.25" gauge cutter.				
		HUD 04-2024			**4395.00**	
D		BOTTOM PERFORATIONS PLUGGED OF WITH BRIDGE PLUG, 4560 M/RT				
		Zone D was perforated and tested in Jun/2016.				
		Turned out to be waterwet, shut off with bridge plug in Jun/2016.				

PERFORATIONS / RT

A	4408 M/RT - 4450 M/RT
B	4454 M/RT - 4488 M/RT
C	4502 M/RT - 4529 M/RT
D	4574 - 4563.5 M/RT Hardegsen.

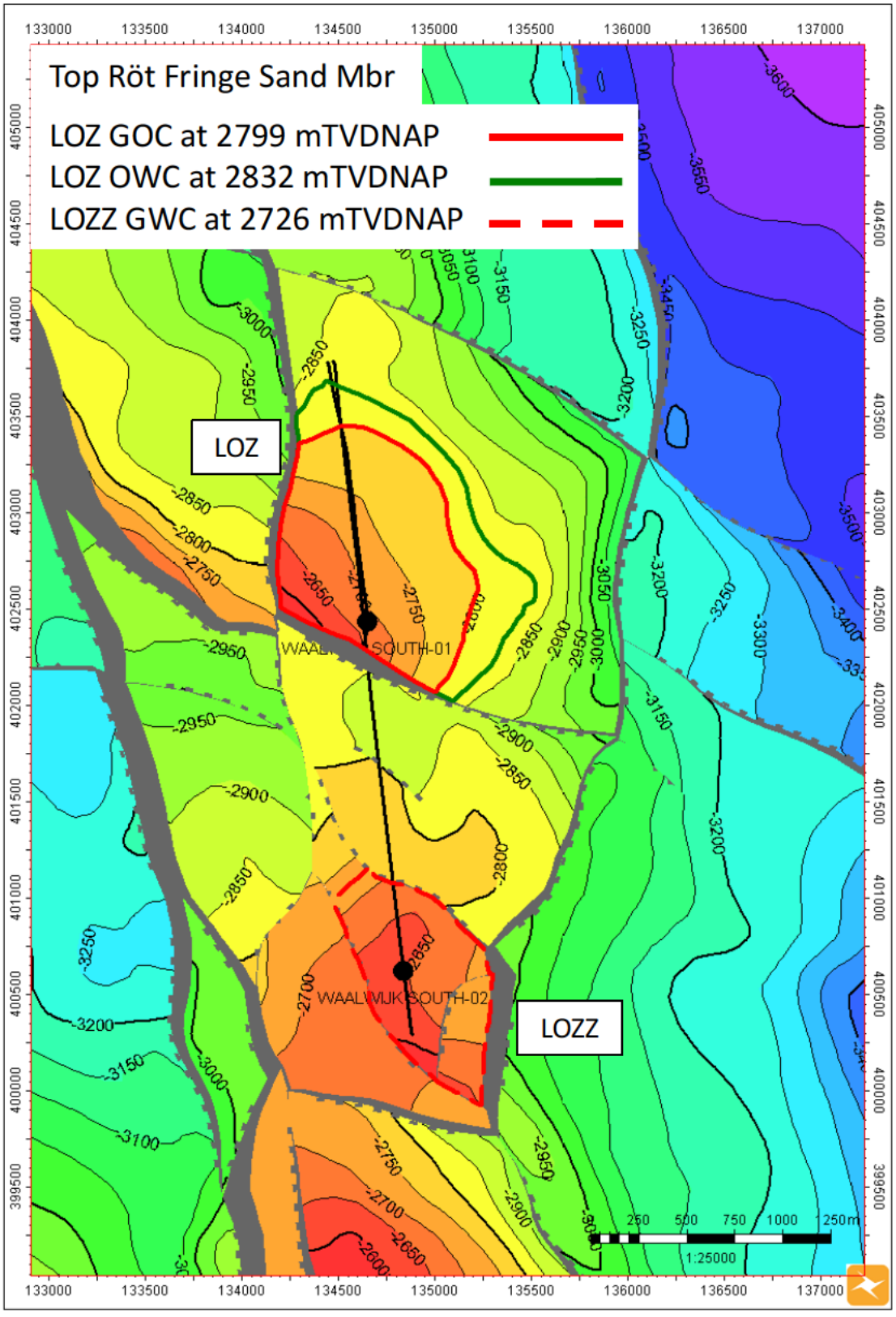


NORM CLASSIFIED : YES

DEVIATION : 61 DEG

Figuur 13-2: Schetst van WWS-02 putverbuizing en de perforaties.

14 Bijlage: Geologische kaarten



Figuur 14-1: Top structuurkaart (top Röt Fringe Sand Mbr) van Loon Op Zand (LOZ) en Loon Op Zand-Zuid (LOZZ) met breuken (grijs doorgetrokken), met het geschatte gas-olie contact (rode lijn),olie-water contact (groene lijn), gas-water contact (gestippelde rode lijn) en met ondergrondse doelen (zwarte stip).

15 Bijlage: Analyse en Berekening Bodemdaling

Hieronder wordt allereerst het bodemdalingsmodel beschreven, gevolgd door een analyse van de gemeten bodemdaling en de berekende historische en toekomstige bodemdaling ter plaatse van de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid.

15.1 Bodemdalingsmodel en behandeling onzekerheden

Het bodemdalingsmodel wordt zowel gebruikt om de historische (gemeten) bodemdaling te reproduceren met de modelberekening als de toekomstige bodemdaling te voorspellen. Het model wordt gekalibreerd aan de gemeten historische bodemdaling, waardoor de nauwkeurigheid van de geschatte toekomstige bodemdaling toeneemt.

Productie uit een voorkomen leidt tot drukdaling, wat vervolgens compactie van het gesteente veroorzaakt. Compactie leidt vervolgens tot bodemdaling. Boven gasvoorkomens wordt waargenomen dat de bodemdaling langzaam begint (bodemdaling treed niet direct op na start productie, er is een vertraging) en na-ijlt wanneer de productie stopt. Dit tijdseffect is beschreven met RTCiM (Rate Type Compaction isotach Model) [Ref. 3]. RTCiM is momenteel het meest flexibele model dat gebruikt kan worden om een passing te vinden tussen de bodemdalingsmetingen en het compactiemodel. TNO heeft dit compactiemodel verwerkt in een applicatie en de naam PySub gegeven. Deze applicatie is beschikbaar via https://github.com/TNO/PySub [Ref. 4]. Hier wordt meer uitleg gegeven over de belangrijkste input parameters van het model. Voor gedetailleerde informatie over het model wordt verwezen naar Ref. 3 en 4.

Voor de bodemdalingsvoorspelling wordt uitgegaan van het grote depletiegebied, gemiddeld verwachte dikte van de deelvoorkomens en maximale verwachte drukdaling. De overgebleven onzekerheid in de bodemdaling door gaswinning is dan in de compactie coëfficiënt van de formatie. Deze onzekerheid is meegenomen in de analyse.

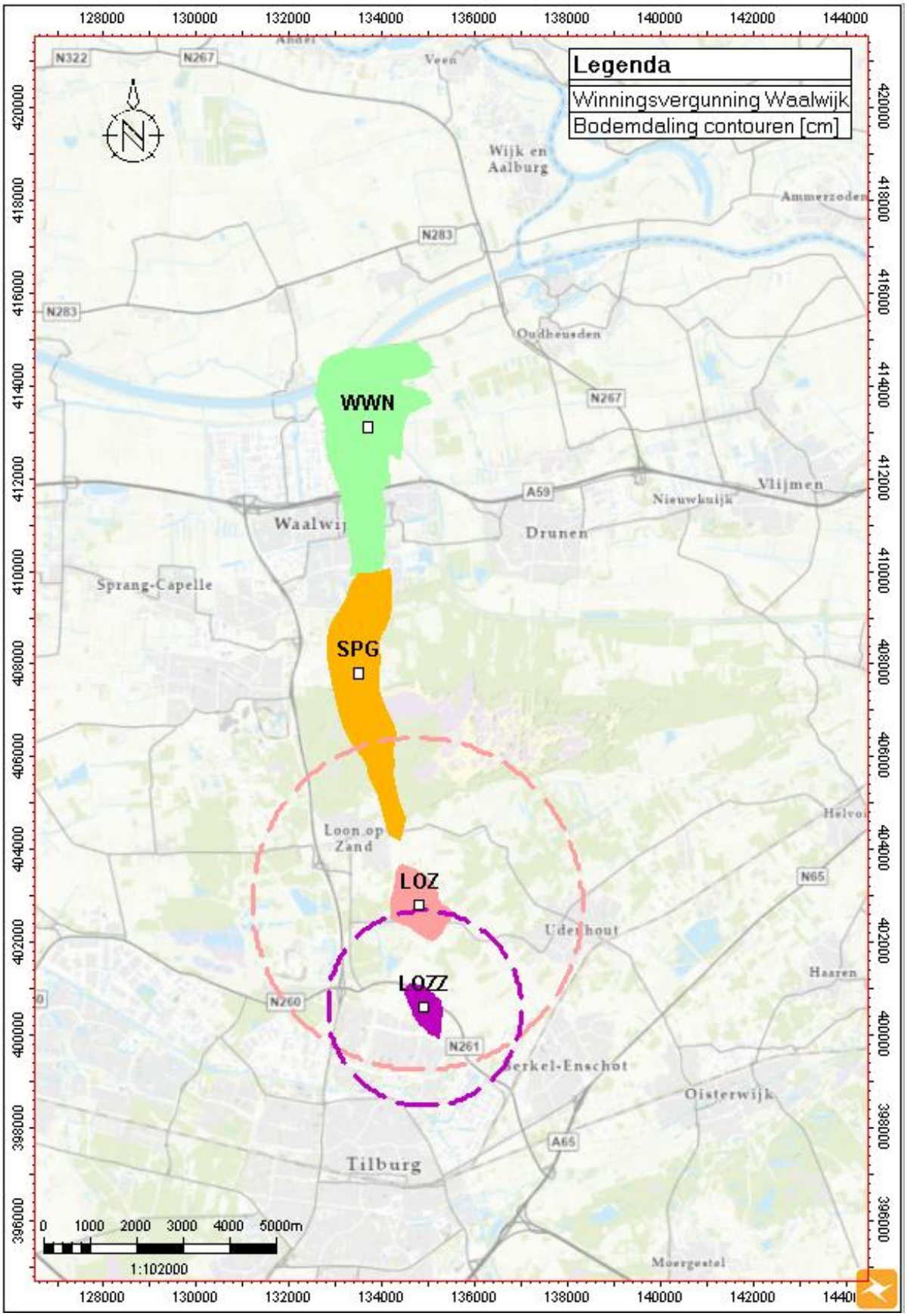
Het uiteindelijke resultaat is de bodemdaling als functie van de tijd. Dit is weergegeven in Figuur 6-6 en Figuur 6-7.

15.2 Resultaten modelberekening bodemdaling

15.2.1 Historische bodemdaling

De historische bodemdaling en het gekalibreerde bodemdalingsmodel van de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid zijn beschreven in hoofdstuk 6.3. Op 1-1-2026 is de bodemdaling boven de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid minder dan 1 cm (Figuur 6-3).

Figuur 15-1 laat het depletiegebied van Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid op het niveau van de Röt Fringe Sand zien. Dit depletiegebied bestaat alleen het gasvoerende deel, aangezien er in Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid geen tekenen zijn van een actieve aquifer.

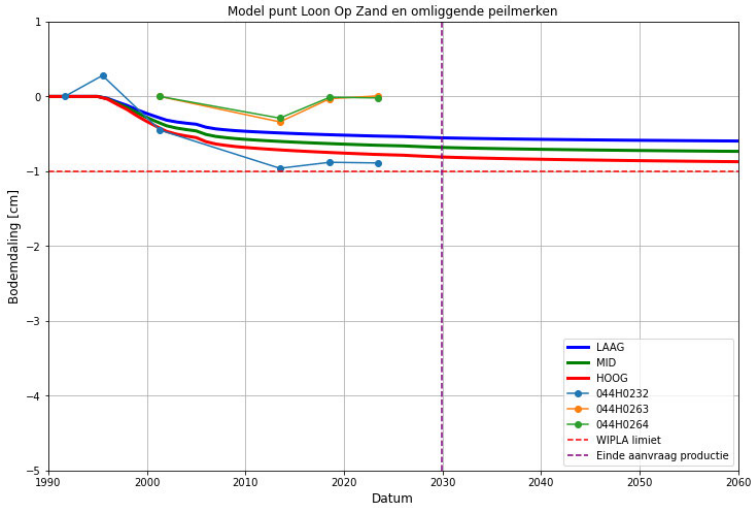


Figuur 15-1: Depletiegebieden op Top Röt Fringe Sand niveau (in roze – Loon Op Zand en in paars – Loon Op Zand-Zuid). Dit is ook het geschatte GOC/GWC van de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid, respectievelijk 2832 mTVDNAP en 2726 mTVDNAP (Figuur 14-1).

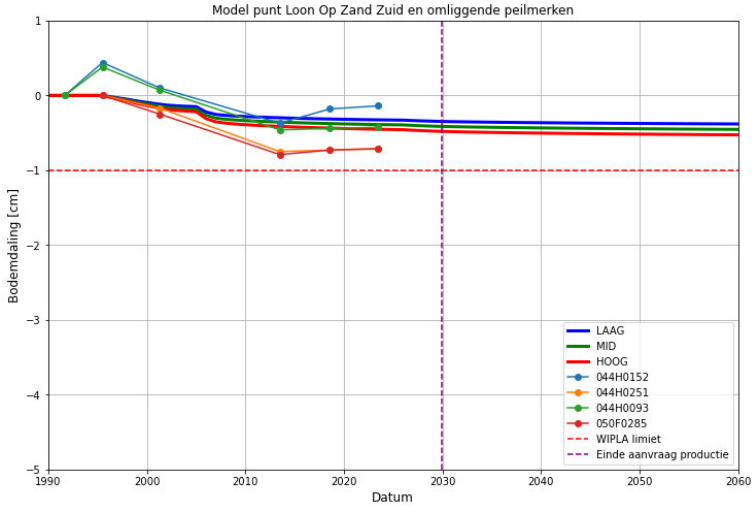
15.2.2 Toekomstige bodemdaling

Een volledig overzicht van de parameters gebruikt voor de bodemdalingsberekeningen is te vinden in Tabel 15-1 en Tabel 15-2. De compactie-coëfficiënt is in deze analyse gebruikt als variabele. De waarde in kolom HOOG in deze tabellen kan gebruikt worden om de maximale bodemdaling te berekenen. Deze parameter set is niet uniek; andere combinaties van waarden (bijvoorbeeld een iets andere dikte, einddruk of depletiegebied) kunnen tot dezelfde maximale bodemdaling leiden.

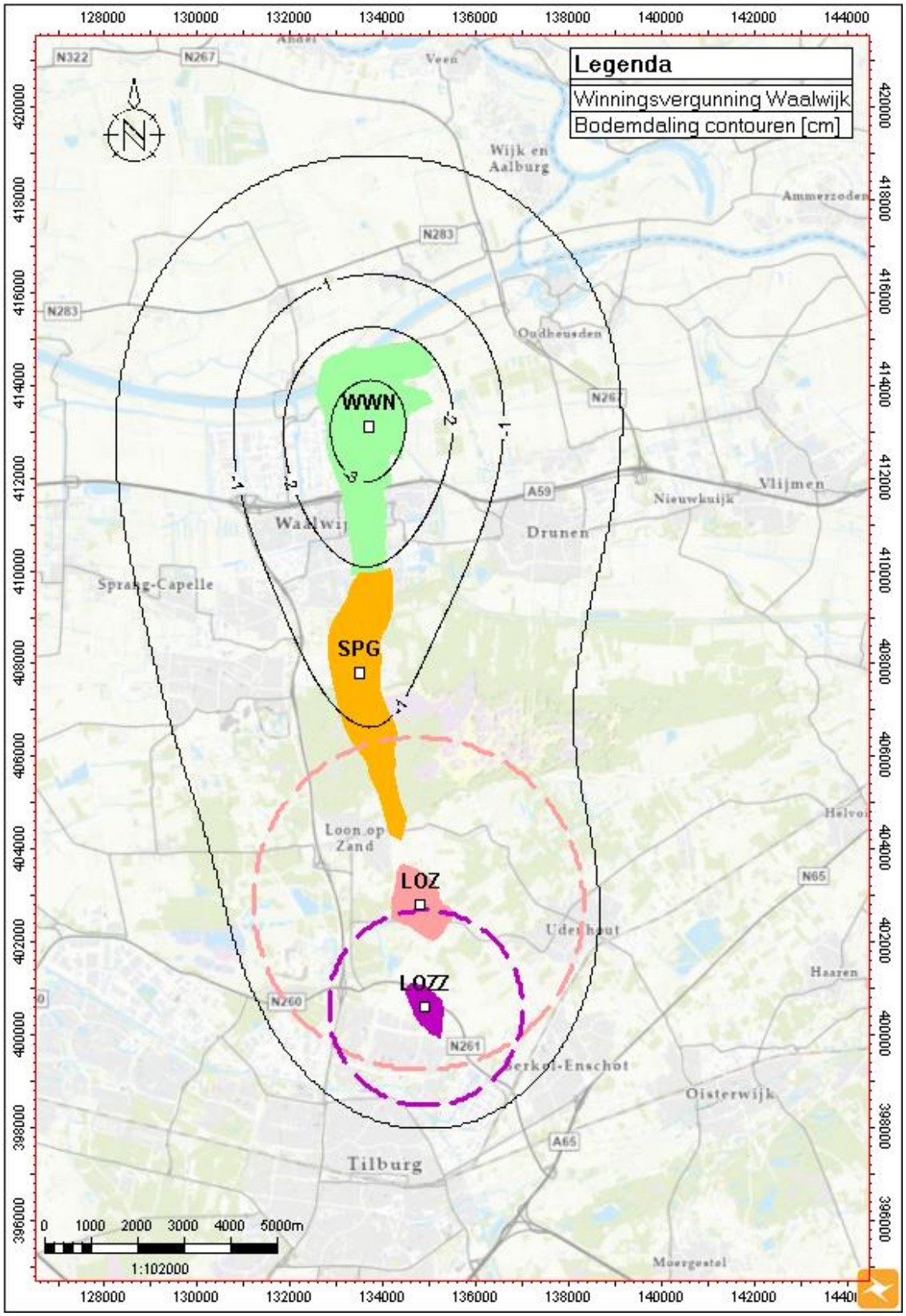
De toekomstige bodemdaling van de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid is beschreven in hoofdstuk 6.4. Op 1-1-2060 is de diepste samengestelde bodemdaling minder dan 1 cm (Figuur 15-2 tot Figuur 15-4).



Figuur 15-2: Toekomstige samengestelde bodemdaling versus tijd (LAAG, MIDDEN, HOOG) door gaswinning uit voorkomen Loon Op Zand in het diepste punt (het witte vierkantje met label LOZ in Figuur 15-4).



Figuur 15-3: Toekomstige samengestelde bodemdaling versus tijd (LAAG, MIDDEN, HOOG) door gaswinning uit voorkomen Loon Op Zand-Zuid in het diepste punt (het witte vierkantje met label LOZZ in Figuur 15-4).



Figuur 15-4: Samengestelde bodemdaling op 1 januari 2060 ten gevolge van productie uit Loon Op Zand, Loon Op Zand-Zuid en omliggende voorkomens (contourlijnen in cm). De gestippelde lijnen zijn het invloedgebied van Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid.

Tabel 15-1: Parameters gebruikt voor het Loon Op Zand Triassische Bunter zandstenen van de Röt Fringe en Hardegsen Formaties.

Name	LAAG	MIDDEN	HOOG	Opmerkingen
Gedepleteerde gebied	Gasvoerende deel			Zelfde gebied wordt gebruikt voor alle cases.
Initiële druk [bara]	288			Zelfde initiële druk voor alle cases.
Eind druk [bara]	11			Zelfde eind druk voor alle cases
Poisson's Ratio	0.25			Zelfde Poissons's ratio voor alle cases.
Diepte formatie [m]	2685			Zelfde diepte voor alle cases.
Dikte reservoir [m]	57			Zelfde dikte voor alle cases.
$C_{m,ref}$ [1/bar]	7.00E-6	8.5E-6	1.0E-5	Range gebaseerd op waarde van kalibratie aan bodemdalingsmetingen.
$C_{m,d}$ [1/bar]	$C_{m,d} = \frac{C_{m,ref}}{3.8}$			Gebaseerd op Pruiksma [Ref. 3].
	1.84E-6	2.24E-6	2.63E-6	
b-factor	0.025			Zelfde b-factor voor alle cases.

Tabel 15-2: Parameters gebruikt voor het Loon Op Zand-Zuid Triassische Bunter zandstenen van de Röt Fringe en Hardegsen Formaties.

Name	LAAG	MIDDEN	HOOG	Opmerkingen
Gedepleteerde gebied	Gasvoerende deel			Zelfde gebied wordt gebruikt voor alle cases.
Initiële druk [bara]	278			Zelfde initiële druk voor alle cases.
Eind druk [bara]	56			Zelfde eind druk voor alle cases
Poisson's Ratio	0.25			Zelfde Poissons's ratio voor alle cases.
Diepte formatie [m]	2645			Zelfde diepte voor alle cases.
Dikte reservoir [m]	44			Zelfde dikte voor alle cases.
$C_{m,ref}$ [1/bar]	1.00E-5	1.15E-5	1.3E-5	Range gebaseerd op waarde van kalibratie aan bodemdalingsmetingen.
$C_{m,d}$ [1/bar]	$C_{m,d} = \frac{C_{m,ref}}{3.8}$			Gebaseerd op Pruiksma [Ref. 3].
	2.63E-6	3.03E-6	3.42E-6	
b-factor	0.025			Zelfde b-factor voor alle cases.

16 Bijlage: Seismische Risico Analyse: Details en Achtergronden

De voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid valt in seismische risico categorie I; dit is de laagste seismische risico categorie. Dit betekent volgens de gepubliceerde richtlijnen dat alleen monitoring van seismische activiteit via het bestaande seismisch monitoring netwerk van het KNMI noodzakelijk is.

Deze bijlage bevat de details omtrent de seismische risico analyse. Hierbij is gebruik gemaakt van alle beschikbare reservoir-gegevens die belangrijk zijn bij het inschatten van het seismisch risico.

16.1 Algemeen kader voor Seismische Risico Analyse

Het kader en de hier beschreven methodiek is beschreven in: Methodiek Voor Risicoanalyse Omtrent Geïnduceerde Bevingen Door Gaswinning; Tijdelijke Leidraad Voor Adressering Mbb. 24.1.p, Versie 1.2, 1 februari 2016, Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) [Ref. 8]. Op 2 april 2025 ontving Vermilion een aangepaste formule van TNO-AGE om de M_{max} op basis van de energiebalans te berekenen. Deze aangepaste formule is hier toegepast.

Om het seismisch risicoprofiel van een voorkomen vast te stellen wordt een risicoanalyse uitgevoerd volgens een getrapt model dat bestaat uit drie stappen. Deze drie stappen worden weergegeven in Figuur 7-1. Op basis van de uitkomsten van de verschillende individuele stappen worden vervolgstappen genomen.

Niveau 1: Screening Potentieel
In deze stap wordt het potentiële vermogen van het gasvoorkomen om aardbevingen te genereren bepaald. Dit potentiële vermogen wordt bepaald aan de hand van de correlatie die is opgesteld door TNO in de studie Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland [Ref. 5 en 6].

TNO heeft een actualisatie van de DHAIS studie uitgevoerd in 2021 in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat [Ref. 7]. TNO concludeert op basis van deze studie dat de SRA leidraad uit 2016 zonder aanpassing gebruikt kan worden met de update van de DHAIS uit 2021. Dit resulteert in een iets conservatievere puntentoekenning voor de kans-klasse “kans op beven”. Het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) heeft een bericht gestuurd naar de mijnbouwondernemingen waarin EZK aangeeft de SRA uit 2016 met de bijgewerkte DHAIS uit 2021 gebruikt zal worden voor de beoordeling van winningsplannen [Ref. 9]. Deze aanpassing is verwerkt in dit winningsplan.

Het is niet noodzakelijk om aansluitend de niveau 2 en 3 analyse te doorlopen voor voorkomens die op basis van de niveau 1 analyse een verwaarloosbare kans hebben om geïnduceerde bevingen te genereren.

Indien de kans op een geïnduceerde beving niet verwaarloosbaar is, zullen er aanvullende berekeningen worden uitgevoerd om de sterkte van een potentiële geïnduceerde beving te kunnen bepalen. Als de sterkte (seismisch moment, M) van een potentiële geïnduceerde beving boven de 2.5 ligt, dan zal de risico analyse verder worden uitgebreid met de risico matrix (niveau 2).

Niveau 2: Risico Matrix
In deze stap wordt op basis van een risicomatrix-benadering het risico ten gevolge van geïnduceerde aardbevingen verder gekwalificeerd.

De inschattingen van het risiconiveau (I, II, III) bepaalt of er aanvullende monitoringsverplichtingen of maatregelen moeten worden genomen met betrekking tot de productie uit het voorkomen.

Niveau 3: Kwantitatieve Risico Analyse
Er zal een aanvullende kwantitatieve risico analyse worden uitgevoerd in het geval dat een voorkomen op basis van de risico matrix als categorie III wordt gekwalificeerd.

16.2 Seismische Risico Analyse voor de voorkomens in dit winningsplan

16.2.1 Niveau 1: Screening Potentieel

De studie Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland [TNO, Ref. 5, 6 en 7] (DHAIS) gebruikt gegevens over seismiciteit (bron: www.knmi.nl), drukdata en eigenschappen van de verschillende voorkomens. Aan de hand van de volgende parameters van een voorkomen wordt de kans bepaald dat zich, op enig moment gedurende de productie van een voorkomen, een beving voordoet:

- $\Delta P/P_{ini}$ = de ratio van drukval (ΔP) en initiële druk (P_{ini}) in het reservoir;
- E = de verhouding tussen de Young's moduli (stijfheidsmoduli) van de 'overburden' en het reservoirgesteente
- Parameter B wordt gedefinieerd door de volgende vergelijking:

$$B = \frac{breukoppervlakte^{3/2}}{brutogesteentevolume} = \frac{l_b^{3/2} \times h^{3/2}}{A \times h} = \frac{l_b^{3/2} \times h^{1/2}}{A}$$

Waarbij:
l_b = De totale breuklengte van de intra-reservoir breuken en de randbreuken van het voorkomen in meters;
h = De maximale dikte van de gaskolom van het voorkomen in meters;
A = De oppervlakte van het voorkomen gemeten binnen de GWC dieptecontour (in vierkante meters).

De DHAIS kans-klassen worden weergegeven in Tabel 16-1. Er zijn 2 kans-klassen: "verwaarloosbare kans op beven" en "kans op beven". Voor voorkomens die in het verleden reeds gebeefd hebben bepalen het aantal geïnduceerde aardbevingen en de maximale sterkte van de geïnduceerde bevingen de DHAIS score.

Tabel 16-1: DHAIS kans-classificatie [TNO, Ref. 7] voor voorkomens.

Reeds bevende voorkomens	
$\Delta P/P_{ini} \geq 20\%$	B ≥ 0,84 en E ≥ 1,07: kans op beven
	B < 0,84 en/of E < 1,07: verwaarloosbare kans
$\Delta P/P_{ini} < 20\%$	Verwaarloosbare kans

De grenswaarde voor de drukval als gevolg van gaswinning waaronder geen geïnduceerde bodemtrillingen zijn gemeten, is 20% van de initiële reservoirdruk. De verwachte drukval in het voorkomen beschreven in dit winningsplan zijn groter dan 20%, waardoor voor het voorkomen de B- en E-factoren berekend zijn.

Het resultaat van het doorlopen van de SRA voor de reservoirs is weergegeven in Tabel 16-2; alle input parameters zijn gegeven in Tabel 16-3. Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid hebben geen niveau-2 analyse nodig.

Tabel 16-2: Resulterende categorie en type aanduiding voor de reservoirs in dit winningsplan. Zie Figuur 16-1 voor de verklaring van de "Type" letters.

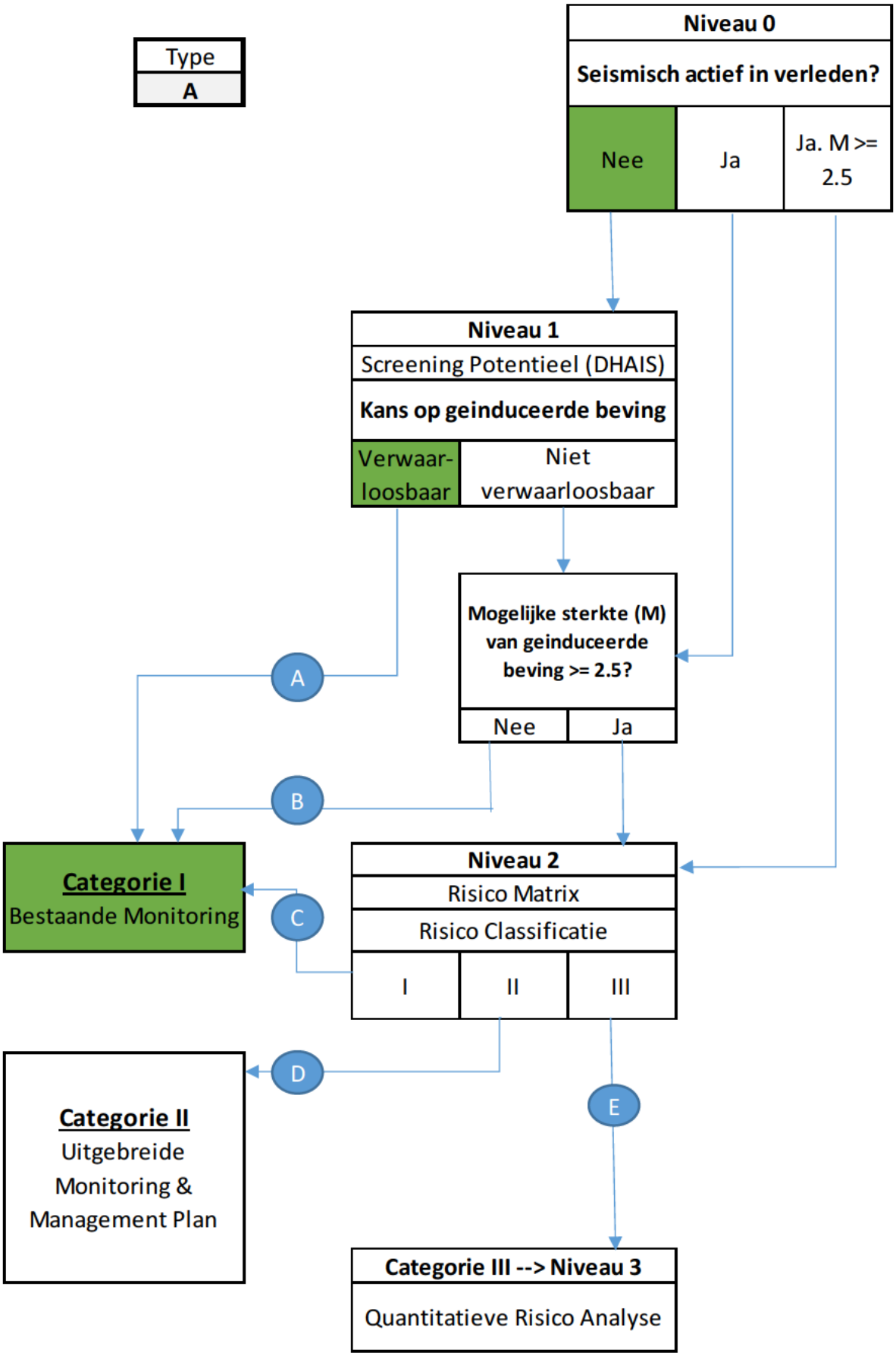
Reservoir	B factor	E factor	Cat.	Type	Opmerking
Loon Op Zand Triassische Bunter zandstenen van de Röt Fringe en Hardegsen Formaties	0.71	0.83	I	A	Lage stijfheidsverhouding-E en B factor
Loon Op Zand-Zuid Triassische Bunter zandstenen van de Röt Fringe en Hardegsen Formaties	2.53	0.83	I	A	Lage stijfheidsverhouding-E

Tabel 16-3: Parameters voor SRA voor Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid voorkomens.

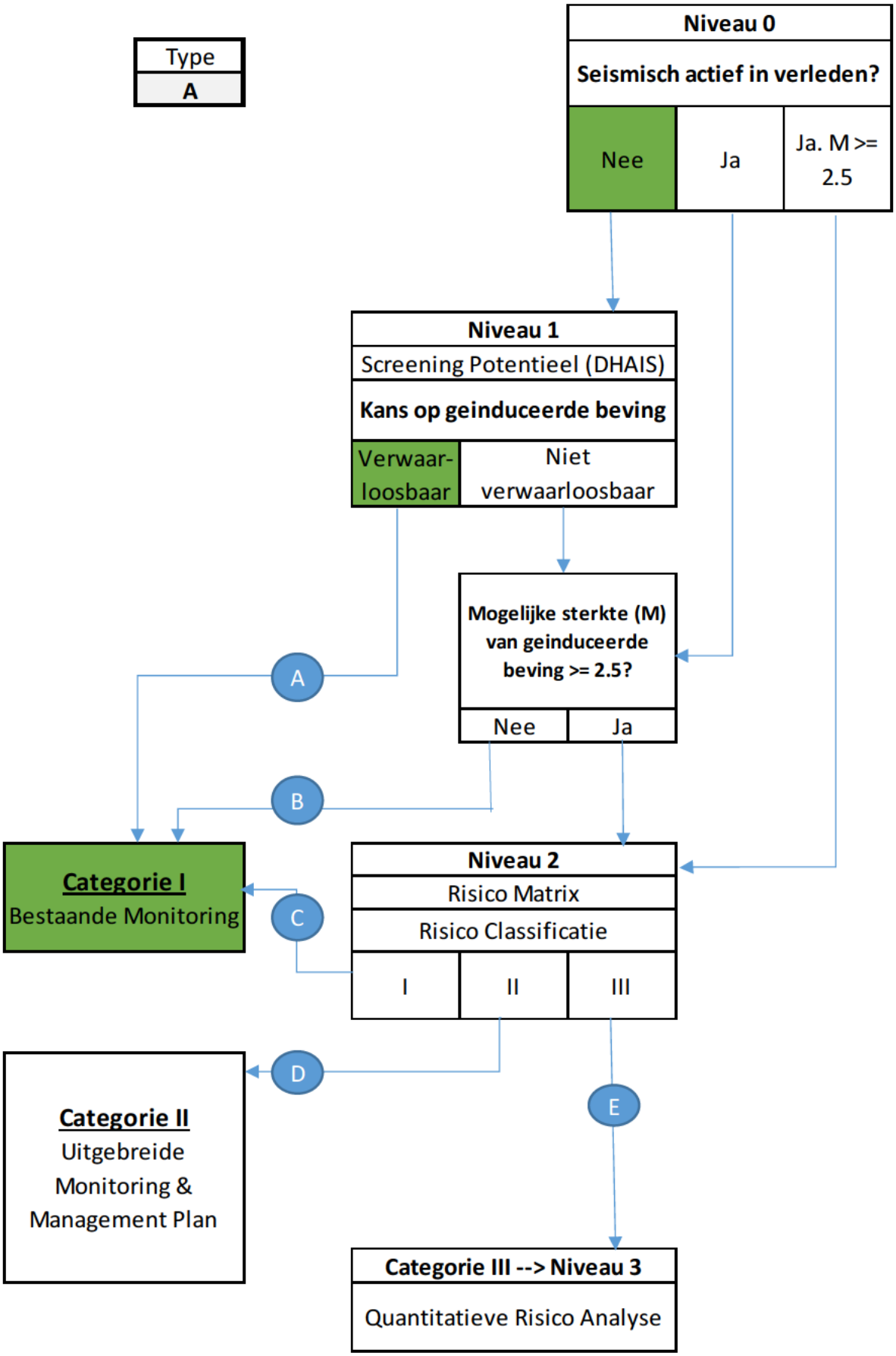
Voorkomen		**Loon Op Zand**	**Loon Op Zand-Zuid**
Reservoir		**Triassische Bunter Zandstenen (Röt Fringe & Hardegsen)**	**Triassische Bunter Zandstenen (Röt Fringe & Hardegsen)**
Reservoir Zone		RNROF	RNROF
Seal / Overburden		RNKPU	RNKPU
Depth (GWC)	[mTVDss]	2799	2726
Initial pressure	[bar]	288	278
Dp/Pini	[-]	96%	80%
Total Fault Length	[m]	2036	3642
Longest Fault	[m]	1021	1375
Area @ GWC	[km2]	0.98	0.58
h gas kolom	[m]	57	44
B factor	**[-]**	**0.71**	**2.53**
Data sources E: TNO-rapport 2021 R10977 [Ref. 7]		RNROF-RNKPU	RNROF-RNKPU
E-factor (TNO Report 2021 R10977)	**[-]**	**0.83**	**0.83**
Historic Seismicity?		N	N
Mmax_hist		0	0
Num events > 1.5		0	0
DHAIS Label		Negligible	Negligible
DHAIS threshold for Mmax calculation exceeded?		N	N
Height of longest fault	[m]	57	44
Poisson Ratio Reservoir	[-]	0.206	0.206
Height (for compaction)	[m]	57	44
Mmax	*(flt)*	2.79	2.73
	(comp)	2.32	2.03

16.2.2 Niveau 2: Risico Matrix

Een niveau 2 analyse is niet nodig voor de voorkomens Loon Op Zand en Loon Op Zand-Zuid.



Figuur 16-1: SRA beslisboom toegepast voor Loon Op Zand. De uitkomst is Categorie I, via pad 'A'.



Figuur 16-2: SRA beslisboom toegepast voor Loon Op Zand-Zuid. De uitkomst is Categorie I, via pad 'A'.