



Jaarrapportage 2021 Waterinjectie Twente

locaties TUB7, TUM1, TUM2, ROW2, ROW3, ROW5, ROW6

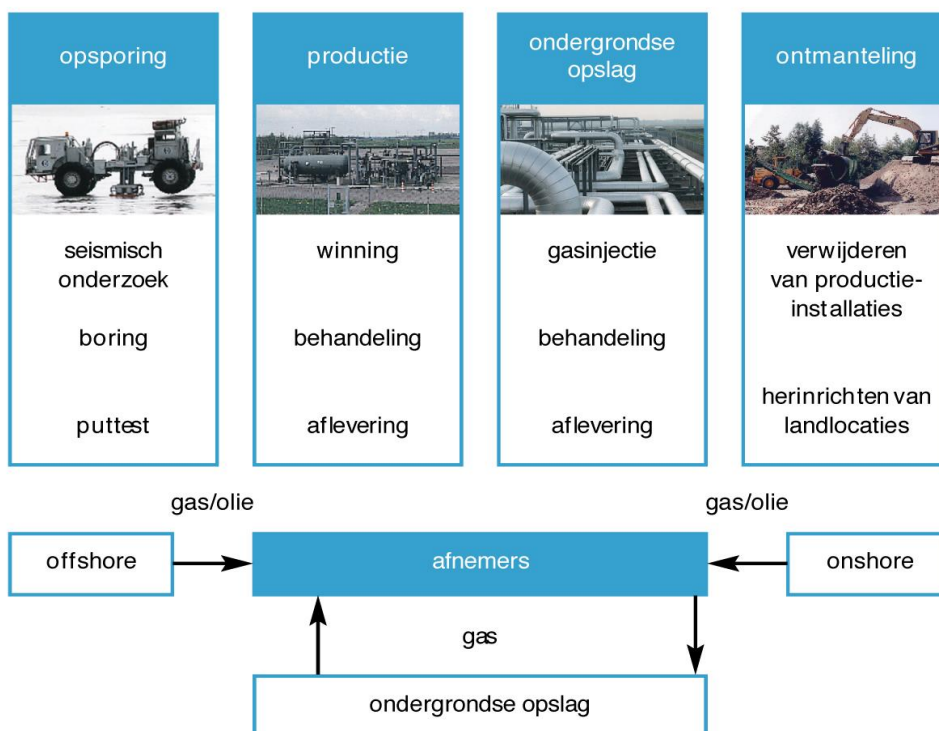
EP202201200272, 2 maart 2022



NAM in het kort

De Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. (50% Shell / 50% ExxonMobil) is sinds 1947 actief met het opsporen en winnen van aardgas en aardolie in Nederland en het Nederlands deel van het Continentaal Plat.

Bedrijfsactiviteiten



Het met het gas en olie meegeproduceerde water en aardgascondensaat wordt opgevangen, ontdaan van gassen en daarna worden water en aardgascondensaat gescheiden. Onshore wordt het afgescheiden water door injectie teruggebracht in reservoirs, het aardgascondensaat wordt afgevoerd naar raffinaderijen.

Het productiewater bestaat voor bijna 100% uit zout water en heeft nagenoeg dezelfde samenstelling als het water dat van nature voorkomt in de diepe ondergrond van de lege gasvelden. NAM voegt wel, in heel lage concentratie (minder dan 1 promille) mijnhulpstoffen toe, bijvoorbeeld om de installaties en leidingen te beschermen tegen corrosie.

Voor de nodige vergunningen is uitgebreid onderzoek gedaan naar de veiligste en meest milieuvriendelijke methode om het productiewater verwerken. Milieu Effect Rapportages (MER) hebben vastgesteld dat waterinjectie in lege gasvelden de beste oplossing is. Tevens is in april 2019 een Europees richtsnoer¹ tot stand gekomen over de best beschikbare technieken voor de olie- en gasindustrie waarbij de injectie van productiewater ook de voorkeur heeft.

¹ Best available techniques guidance document on upstream hydrocarbon exploration and production, DOI:10.2779/607031, 9 april 2019



Dit rapport geeft invulling aan de rapportage-eisen van de volgende vergunningen en/of ontheffingen:

Locatie	Wet Milieubeheer MinEZ	Ontheffing lozingenbesluit provincie	Vergunning verleend op
Tubbergen-Mander 1	ET/EM/10021702	2010/0022101	4 februari 2010
Tubbergen-Mander 2	ET/EM/10021707	2010/0022426	4 februari 2010
Tubbergen-7	ET/EM/10021638	2010/0022115	4 februari 2010
Rossum Weerselo 2	ET/EM/10030445	2010/0040943	4 maart 2010
Rossum Weerselo 3	ET/EM/10030407	2010/0040956	4 maart 2010
Rossum Weerselo 5	ET/EM/10030416	2010/0040951	4 maart 2010
Rossum Weerselo 6	ETM/EM/10044412	2010/0054507	24 maart 2010

Nb. In dit document wordt een . (punt) gebruikt als scheidingsteken voor duizendtallen en een , (komma) voor decimalen.



INHOUDSOPGAVE

1.	Inleiding	1
2.	Rapportage over de gestelde vergunningvoorwaarden	2
2.1	<i>Waterkwantiteit; hoeveelheid geïnjecteerd water</i>	2
2.2	<i>Waterkwaliteit; samenstelling van het injectiewater</i>	3
2.2.1	Analyseresultaten	3
2.2.2	Constateringen ten aanzien van de kwaliteitsmetingen	8
2.3	<i>Mijnbouwhulpstoffen</i>	9
2.4	<i>Waterinjectie parameters</i>	10
2.4.1	ROW-2 Waterinjectie put	10
2.4.2	Update Waterinjectie Management Plan 2021	10
2.4.3	Additionele surveillance in 2021	10
3.	Referenties	12
Bijlage I Overzicht kwaliteit injectiewater Twente		
Bijlage II Overzicht parameters waterinjectieput		
Bijlage III Locatie van het monsterpunt op de OBI installatie in Schoonebeek		



Inleiding

Sinds 2011 injecteert NAM water, afkomstig van de oliewinning in Schoonebeek, in lege gasvelden in Twente. In dat jaar hervatte NAM de olieproductie in Schoonebeek, waar sinds medio jaren '90 geen olie meer werd geproduceerd. Voor deze activiteiten zijn diverse vergunningen verleend door verschillende overheden. Voor de waterinjectielocaties in Twente zijn specifieke vergunningen verleend door de provincie Overijssel en het ministerie van Economische Zaken.

Het jaarrapport wordt als vergunningsverplichting voorgelegd aan de toezichthouder Staatstoezicht op de Mijnen. Op de website van SodM is de nodige informatie te vinden over het injecteren van productiewater in de diepe ondergrond dat vrijkomt bij aardolie- en aardgaswinning. Voor meer informatie over waterinjectie op de SodM website zie ook: www.sodm.nl/onderwerpen/waterinjectie. Naast het toesturen van deze jaarrapportage houdt SodM ook via eigen veldinspecties toezicht op de activiteiten op deze injectielocaties.

Conform de vergunningen voor de waterinjectielocaties wordt de samenstelling van het injectiewater frequent gecontroleerd op basis van monsters die wekelijks (voor beknopte analyse) en maandelijks (voor uitgebreide analyse) worden genomen.

Tevens worden conform de vergunning de hoeveelheden geïnjecteerd water en drukken continue gemonitord. Volumes en drukken aan het oppervlak en op reservoirdiepte vallen ruimschoots binnen de in de vergunning gestelde limieten.

Het productiewater bestaat voor het grootste deel uit (formatie)water dat zijn oorsprong kent in het diepgelegen olieveld te Schoonebeek. Bij injectie wordt dit weer teruggebracht naar een omgeving waar het van nature een vergelijkbare samenstelling heeft: een hoge concentratie aan zouten, opgeloste gassen (o.a. CO₂) en onder andere met koolwaterstoffen geassocieerde aromaten. Het gebruik van mijnbouwhulpstoffen wordt zoveel mogelijk beperkt. In het scheidingsproces van olie en water wordt een deel van de mijnbouwhulpstoffen van het water gescheiden. Het productiewater is vermengd met water dat in Schoonebeek als zuivere stoom is aangewend om de oliewinning te verbeteren. De concentraties van de mijnbouwhulpstoffen in het injectiewater zijn zeer laag (minder dan 1 promille, zie de milieueffectrapportage herontwikkeling olieveld Schoonebeek, rapport II, 2006).

In 2021 zijn voor tolueen en koolstofdioxide, die van nature in de ondergrond van Schoonebeek voorkomen, incidenteel afwijkingen gemeten in vergelijking met wat van tevoren verwacht was. Op basis van de criteria van de Eural (Europese afvalstoffenlijst) en conform CLP-Verordening (EG) nr. 1272/2008 is het injectiewater geclassificeerd als een 'niet gevaarlijke afvalstof'.



Rapportage over de gestelde vergunningvoorwaarden

2.1 Waterkwantiteit; hoeveelheid geïnjecteerd water

Ingevolge vergunningvoorschrift 2.2.1-a+e dienen de in het rapportagejaar geïnjecteerde volumes vloeistof geregistreerd en gerapporteerd te worden.

De tabellen 1 en 2 geven een overzicht van de in de afgelopen jaren geïnjecteerde volumes respectievelijk per jaar en cumulatief.

Tabel 1 Overzicht hoeveelheid injectiewater per put (m³)

Installatie	Injectieput	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Rossum Weerselo 2	ROSSUM-WEERSELO- 2	119.530	523.502	496.507	394.856	0	0
	ROSSUM-WEERSELO- 7A	29.505	85.148	47.083	62.335	85.343	188.543
Rossum Weerselo 3	ROSSUM-WEERSELO- 3	0	0	0	0	0	0
	ROSSUM-WEERSELO- 4	91.989	223.193	323.734	421.305	620.241	418.099
Rossum Weerselo 5	ROSSUM-WEERSELO- 5	42.047	144.866	196.667	159.134	289.252	159.786
Rossum Weerselo 6	ROSSUM-WEERSELO- 9	0	0	0	0	0	0
Tubbergen 7	TUBBERGEN- 7	0	0	0	0	0	0
	TUBBERGEN-10	0	0	0	0	0	0
Tubbergen Mander 1	TUBBERGEN-MANDER- 1	0	0	0	0	0	0
Tubbergen Mander 2	TUBBERGEN-MANDER- 2	0	0	0	0	0	0
	TUBBERGEN-MANDER- 3C	0	0	0	0	0	0
Totaal		283.071	976.709	1.063.991	1.037.630	994.975	766.428

Tabel 2 Cumulatieve hoeveelheden injectiewater per locatie en vergunde hoeveelheden (m³)

Installatie	2016	2017	2018	2019	2020	2021	cumulatief 2011-2021	cumulatief vergund
Rossum Weerselo 2	149.035	608.650	543.590	457.191	85.343	188.543	3.991.280	19.100.000
Rossum Weerselo 3	91.989	223.193	323.734	421.305	620.242	418.099	2.539.534	7.800.000
Rossum Weerselo 5	42.047	144.866	196.667	159.134	289.252	159.786	1.414.444	6.590.000
Rossum Weerselo 6	0	0	0	0	0	0	470.650	1.610.000
Tubbergen 7	0	0	0	0	0	0	1.812.283	9.800.000
Tubbergen Mander 1	0	0	0	0	0	0	97.686	1.570.000
Tubbergen Mander 2	0	0	0	0	0	0	152.062	2.200.000



2.2 Waterkwaliteit; samenstelling van het injectiewater

2.2.1 Analyseresultaten

Ingevolge vergunningvoorschrift 2.2.1-b+c dienen de analyseresultaten van de in het rapportagejaar verrichte analyses gerapporteerd te worden.

Op de Oliebehandelingsinstallatie (OBI) te Schoonebeek wordt de injectiewaterstroom naar Twente representatief bemonsterd. De locatie van het monsterpunt op de OBI is ter informatie weergegeven in bijlage 3. In de tabellen 3 t/m 7 zijn de analyseresultaten van de geanalyseerde parameters weergegeven. In bijlage 1 wordt een meerjaren overzicht weergegeven van de geanalyseerde parameters.

Het toetsingskader wordt gevormd door de 'maximaal verwachte waarden' zoals opgenomen in de aanvragen voor de vigerende vergunningen. Deze maximaal verwachte waarden zijn in de tabellen vermeld.

Tabel 3 Wekelijkse analyseresultaten (deel 1)

Datum	Sulfide, S ₂ (mg/l)	pH	Chloride (mg/l)	Sulfaat, SO ₄ (mg/l)	Kalium, K (mg/l)	Natrium, Na (mg/l)
<i>maximale verwachte waarde # →</i>	<i>15@</i>	<i>4-9</i>	<i>90.000</i>	<i>50</i>	<i>1.000</i>	<i>40.000</i>
5-jan-21	5	5,9	13.000	10	110	6.600
12-jan-21	5	6	13.000	20	100	6.500
19-jan-21	5	6	7.800	20	85	4.100
26-jan-21	8	6	9.800	<7,5	97	5.000
2-feb-21	5	6	12.000	<7,5	120	6.100
11-feb-21	3	6	12.000	<7,5	160	6.000
17-feb-21	8	5,9	14.000	<7,5	160	7.000
23-feb-21	3	6	11.000	<7,5	160	5.500
3-mrt-21	5	6	9.000	<7,5	95	4.600
9-mrt-21	6	6	11.000	<7,5	100	5.700
16-mrt-21	8	6	11.000	<7,5	96	5.600
23-mrt-21	6	6	12.000	<7,5	100	6.300
30-mrt-21	8	6,1	12.000	<7,5	100	6.100
7-apr-21	3	6	14.000	<7,5	110	6.900
13-apr-21	7	5,9	14.000	<7,5	110	7.300
20-apr-21	5	5,9	13.000	<7,5	100	6.800
29-apr-21	5	5,9	13.000	<7,5	100	6.800
4-mei-21	6	5,9	12.000	<7,5	110	5.900
12-mei-21	7	5,9	14.000	<7,5	100	7.200
18-mei-21	6	5,9	14.000	<7,5	110	7.100
26-mei-21	6	6	14.000	<7,5	110	7.100
1-jun-21	6	6	13.000	<7,5	110	6.800



Datum	Sulfide, S ₂ (mg/l)	pH	Chloride (mg/l)	Sulfaat, SO ₄ (mg/l)	Kalium, K (mg/l)	Natrium, Na (mg/l)
<i>maximale verwachte waarde # →</i>	<i>15@</i>	<i>4-9</i>	<i>90.000</i>	<i>50</i>	<i>1.000</i>	<i>40.000</i>
8-jun-21	6	5,9	12.000	<7,5	99	6.300
15-jun-21	7	5,8	10.000	<7,5	97	5.500
25-jun-21	6	5,9	6.100	<7,5	92	3.300
30-jun-21	8	6	11.000	<7,5	100	5.700
6-jul-21	7	5,9	12.000	<7,5	100	6.100
14-jul-21	9	6	12.000	<7,5	110	6.200
21-jul-21	5	6	12.000	8,2	110	6.000
27-jul-21	8	5,9	9.900	<7,5	97	5.100
4-aug-21	5	5,9	8.800	<7,5	100	4.500
10-aug-21	7	6	7.700	<7,5	93	4.100
17-aug-21	6	6	9.800	<7,5	97	5.100
24-aug-21	8	6	8.500	<7,5	94	4.400
31-aug-21	7	6	11.000	<7,5	97	5.500
13-sep-21	-	-	-	-	-	-
20-sep-21	-	-	-	-	-	-
27-sep-21	-	-	-	-	-	-
4-okt-21	-	-	-	-	-	-
11-okt-21	-	-	-	-	-	-
18-okt-21	-	-	-	-	-	-
25-okt-21	-	-	-	-	-	-
1-nov-21	-	-	-	-	-	-
8-nov-21	-	-	-	-	-	-
15-nov-21	-	-	-	-	-	-
22-nov-21	-	-	-	-	-	-
29-nov-21	-	-	-	-	-	-
10-dec-21	<0,2	6,5	25.000	<14	130	13.000
17-dec-21	1	6,4	9.800	<5,8	99	5.300
21-dec-21	3	6,4	8.000	<5,8	98	4.300
28-dec-21	3	6,4	9.100	<5	98	4.800

maximale verwachte waarden uit tabel 3 van de vergunningsaanvraag

@ De maximale verwachte waarde voor H₂S is 15 mg/l. In plaats van H₂S zelf wordt de sulfide (S₂) concentratie gemeten. De maximale gemeten waarde voor sulfide is 9 mg/l, dit komt overeen met een H₂S concentratie van 9,6 mg/l. Dit betekent dat in alle gevallen het H₂S gehalte lager is dan de maximale verwachte H₂S waarde van 15 mg/l.



Tabel 4 Wekelijkse analyseresultaten (deel 2)

Datum	Barium, Ba (mg/l)	Calcium, Ca (mg/l)	Magnesium, Mg (mg/l)	Strontium, Sr (mg/l)	IJzer (totaal) (mg/l)	Bicarbonaat, HCO ₃ (mg/l)	Kooldioxide, CO ₂ (mg/l)
<i>maximale verwachte waarde # →</i>	<i>250</i>	<i>8.000</i>	<i>2.500</i>	<i>2.500</i>	<i>50</i>	<i>1.000</i>	<i>500</i>
5-jan-21	10	1.100	220	140	10	170	360
12-jan-21	10	1.100	220	140	10	150	250
19-jan-21	4,3	640	130	79	5	250	420
26-jan-21	6,2	850	170	110	5	190	320
2-feb-21	8,4	1.000	210	130	5	200	330
11-feb-21	20	980	200	160	5	150	250
17-feb-21	20	1.200	240	190	5	200	420
23-feb-21	20	900	180	150	5	250	410
3-mrt-21	6,1	740	150	110	5	230	370
9-mrt-21	7,3	910	190	130	5	190	320
16-mrt-21	7,4	910	190	130	10	220	360
23-mrt-21	8,4	1.000	210	140	10	270	450
30-mrt-21	8,2	1.000	210	140	5	280	360
7-apr-21	10	1.100	240	170	10	240	400
13-apr-21	11	1.200	250	190	10	210	440
20-apr-21	10	1.100	230	180	10	220	450
29-apr-21	9,6	1.100	220	170	10	160	330
4-mei-21	7,8	960	200	150	10	270	560*
12-mei-21	11	1.200	240	190	10	220	470
18-mei-21	10	1.100	240	180	10	220	460
26-mei-21	9,5	1.200	240	180	5	240	400
1-jun-21	9,9	1.100	230	180	5	250	420
8-jun-21	8,7	1.000	210	160	5	220	450
15-jun-21	7,5	890	180	130	5	170	450
25-jun-21	5	490	90	68	5	260	540*
30-jun-21	7,1	890	190	140	5	290	470
6-jul-21	8,4	950	210	150	5	250	520*
14-jul-21	8,8	970	210	160	5	270	440
21-jul-21	8,4	940	210	150	10	270	450
27-jul-21	6,7	850	180	130	10	210	440
4-aug-21	5,9	750	150	110	10	220	460
10-aug-21	5,1	650	130	92	5	280	460
17-aug-21	6,7	830	170	120	5	240	400
24-aug-21	5,7	730	140	100	5	250	410
31-aug-21	7,9	930	190	140	5	220	360
13-sep-21	-	-	-	-	-	-	-
20-sep-21	-	-	-	-	-	-	-
27-sep-21	-	-	-	-	-	-	-



Datum	Barium, Ba (mg/l)	Calcium, Ca (mg/l)	Magnesium, Mg (mg/l)	Strontium, Sr (mg/l)	IJzer (totaal) (mg/l)	Bicarbonaat, HCO ₃ (mg/l)	Kooldioxide, CO ₂ (mg/l)
<i>maximale verwachte waarde # →</i>	250	8.000	2.500	2.500	50	1.000	500
4-okt-21	-	-	-	-	-	-	-
11-okt-21	-	-	-	-	-	-	-
18-okt-21	-	-	-	-	-	-	-
25-okt-21	-	-	-	-	-	-	-
1-nov-21	-	-	-	-	-	-	-
8-nov-21	-	-	-	-	-	-	-
15-nov-21	-	-	-	-	-	-	-
22-nov-21	-	-	-	-	-	-	-
29-nov-21	-	-	-	-	-	-	-
10-dec-21	19	2.100	480	350	5	290	150
17-dec-21	7	820	170	130	5	270	180
21-dec-21	5,8	670	130	99	5	300	200
28-dec-21	6,2	770	160	120	<5	240	160

maximale verwachte waarden uit tabel 3 van de vergunningsaanvraag

* de gemeten concentratie overschrijdt de maximale verwachte waarde



Tabel 5 Maandelijkse analyseresultaten (deel 1)

Datum	Arseen (µg/l)	Cadmium (µg/l)	Chroom (µg/l)	Koper (µg/l)	Lood (µg/l)	Kwik (µg/l)	Nikkel (µg/l)	Zink (µg/l)
<i>maximale verwachte waarde # →</i>	25	250	250	1.000	2.000	5	500	7.500
12-jan-21	<10	<1	<5	<10	<10	<0,1	<10	<20
11-feb-21	<10	<1	<5	<10	<10	<0,1	<10	23
9-mrt-21	<10	<1	<5	<10	<10	<0,1	<10	<20
13-apr-21	<10	<1	<5	<10	<10	<0,1	<10	45
12-mei-21	<10	<1	<5	<10	<10	<0,1	<10	<20
15-jun-21	11	<1	<5	<10	<10	<0,1	<10	<20
14-jul-21	<10	<1	<5	<10	<10	<0,1	<10	<20
10-aug-21	12	<1	<5	<10	<10	<0,1	<10	<10
13-sep-21	-	-	-	-	-	-	-	-
11-okt-21	-	-	-	-	-	-	-	-
8-nov-21	-	-	-	-	-	-	-	-
10-dec-21	<10	<1	<5	<10	<10	<0,1	<10	<20

maximale verwachte waarden uit tabel 3 van de vergunningsaanvraag

Tabel 6 Maandelijkse analyseresultaten (deel 2)

Datum	Benzeen (µg/l)	Tolueen (µg/l)	Ethylbenzeen (µg/l)	Xylenen (µg/l)	Minerale olie @ (mg/l)	MEG (mg/l)	DEG (mg/l)	TEG (mg/l)
<i>maximale verwachte waarde # →</i>	5.000	1.000	500	1.000	100	750	750	750
12-jan-21	1.400	1.200*	220	640	26	<100	<100	<100
11-feb-21	1.300	1.200*	230	680	30	<100	<100	<100
9-mrt-21	1.500	1.400*	230	670	41	<100	<100	<100
13-apr-21	1.500	1.300*	270	710	26	<100	<100	<100
12-mei-21	1.500	1.300*	270	790	19	<100	<100	<100
15-jun-21	1.200	1.100*	410	620	18	<100	<100	<100
14-jul-21	1.500	1.500*	270	780	18	<100	<100	<100
10-aug-21	1.400	2.400*	5.900*	1.180*	23	<50	<50	<50
13-sep-21	-	-	-	-	-	-	-	-
11-okt-21	-	-	-	-	-	-	-	-
8-nov-21	-	-	-	-	-	-	-	-
10-dec-21	1.500	1.200*	260	700	27	<200	<200	<200

maximale verwachte waarden uit tabel 3 van de vergunningsaanvraag

* de gemeten concentratie overschrijdt de maximale verwachte waarde. Op 10 augustus heeft er incidenteel een overschrijding van het gehalte aan ethylbenzeen en xylenen plaatsgevonden. Hiervoor is geen oorzaak of verklaring gevonden. Vervolgwaarnemingen van deze componenten zijn in de lijn van de verwachte waarde.

@ 'oliën en vetten', maandgemiddelde van wekelijks verrichte analyses

MEG Monoethyleen Glycol

DEG Diethyleen Glycol

TEG Triethyleen Glycol



Tabel 7 Maandelijkse analyseresultaten (deel 3)

Datum	O2	Temperatuur @	dissolved solids	suspended solids >5µm @
	(ppb)	(°C)	(mg/l)	(mg/l)
<i>maximale verwachte waarde # →</i>	<i>50</i>	<i>50</i>	<i>200.000</i>	<i>100</i>
12-jan-21	<10	32	25.500	40
11-feb-21	<10	35	25.000	37
9-mrt-21	<10	32	23.500	35
13-apr-21	<10	36	27.800	43
12-mei-21	<10	34	25.700	19
15-jun-21	<10	37	20.200	28
14-jul-21	<10	38	25.300	41
10-aug-21	<10	36	16.800	30
13-sep-21	-	-	-	-
11-okt-21	-	-	-	-
8-nov-21	-	-	-	-
10-dec-21	<10	32	55.500	42

maximale verwachte waarden uit tabel 3 van de vergunningsaanvraag

@ maandgemiddelde van wekelijks verrichte analyses/metingen

2.2.2 Constateringen ten aanzien van de kwaliteitsmetingen

Koolstofdioxide (CO₂)

De gemeten CO₂ concentratie was in 2021 enige keren hoger dan het verwachte maximum van 500 mg/l. CO₂ komt uit het reservoir waar de concentraties hoger zijn dan in het injectiewater. De verdeling van CO₂ over de water- en gasfase in het productiesysteem is afhankelijk van de CO₂-concentratie in het mee-geproduceerde gas, de temperatuur, de druk, de pH en de verblijftijd in het productiesysteem. Als gevolg hiervan zijn de CO₂-concentraties in het injectiewater moeilijk te voorspellen. Geconcludeerd kan worden dat de maximale verwachte waarde in de oorspronkelijke vergunningaanvraag te laag is geweest. Dit is in lijn met de bevindingen van voorgaande jaren.

Tolueen

Evenals in voorgaande jaren varieert de tolueenconcentratie over het algemeen rond de verwachte maximumwaarde van 1.000 µg/l. Tolueen vindt zijn oorsprong in de gewonnen olie die voor ongeveer 0,1% uit deze verbinding bestaat.

De verdeling van tolueen over de water-, gas- en oliefase in het productiesysteem hangt af van de tolueenconcentraties, het zoutgehalte, de temperatuur, de druk en de verblijftijd in het systeem en is daarmee moeilijk te voorspellen. Geconcludeerd kan worden dat de maximale verwachte waarde voor tolueen in de oorspronkelijke vergunningaanvraag te laag is geweest. Ook dit is in lijn met de bevindingen van voorgaande jaren.



2.3 Mijnbouwhulpstoffen

Ingevolge vergunningvoorschrift 2.2.1-d dient opgaaf te worden gedaan van de mijnbouwhulpstoffen die in het rapportagejaar operationeel in het te injecteren water konden geraken.

Gedurende de gas- en oliewinning worden mijnbouwhulpstoffen toegevoegd om het behandelingsproces en transport door pijpleidingen optimaal en veilig te laten verlopen en de integriteit te waarborgen. De gebruikte hoeveelheden worden bijgehouden. Lage restconcentraties van deze mijnbouwhulpstoffen kunnen voorkomen in het injectiewater. Tabel 8 geeft een overzicht van de hoeveelheden mijnbouwhulpstoffen die in het injectiewater terecht hebben kunnen komen.

Tabel 8 Mijnbouwhulpstoffen die in het injectiewater terecht hebben kunnen komen

Functie	Product	Gebruikte hoeveelheid (m ³)	Concentratie in injectiewater (mg/l)	Verwachte maximale waarde vergunning (mg/l)	Verdeling naar de waterfase	Toelichting
Biocide	XC82448	0.85	1,4	2,4	100%	Voorkomt de groei van sulfaatreducerende bacteriën in installaties en leidingen. Wordt toegepast op OBI en/of ROW locaties.
Anti-corrosievloeistof	CORR10941A	40	52	200	100%	Voorkomt corrosie van leidingen en installatie onderdelen. Wordt toegepast op OBI locatie.
Emulsiebreker	EMBR23344A	33	4,2	21	10%	Bevordert de scheiding van het olie/watermengsel. Wordt toegepast op OBI locatie.
Zwavelwaterstof-binder #	HSCV10229A	513	103	120	16%	Bindt de zwavelwaterstof dat zich in de meegeproduceerde gasstroom bevindt. Wordt toegepast op SCH locaties.

De concentraties van mijnbouwhulpstoffen in het injectiewater worden berekend op basis van laboratorium resultaten en op literatuur gebaseerde aannames voor bepaalde parameters. Er zijn verschillende berekeningsmethoden die tot enigszins verschillende uitkomsten leiden. Er is derhalve een mate van onzekerheid in de bepaalde concentraties. Hier is gekozen voor partitionering van de actieve component die het H₂S bindt, conform voorgaande rapportages.

De in de tabel genoemde hoeveelheden zijn gebaseerd op de hoeveelheden aan mijnbouwhulpstoffen die op de locatie zijn afgeleverd. Op basis van de stoffeigenschappen is vervolgens berekend welke hoeveelheid in de waterinjectiestroom terecht gekomen kan zijn.



2.4 Waterinjectie parameters

In bijlage 2 zijn voor iedere put en reservoir waarin in Twente in de diepe ondergrond water wordt geïnjecteerd de essentiële parameters weergegeven. De parameters die zijn gemeten in 2021 worden vergeleken met de meetresultaten van voorgaande jaren en met de data zoals deze zijn vastgelegd in het originele Waterinjectie Management Plan (kenmerk: EP201308203213) dat is bijgevoegd aan de vergunningsaanvraag. In de tabel zijn verduidelijkingen opgenomen zoals voorgesteld in het geactualiseerde Waterinjectie Management Plan 2018 (kenmerk: EP201810244166).

In 2021 heeft waterinjectie alleen plaatsgevonden in de putten ROW-4, ROW-5 en ROW-7. ROW-2 wordt onderstaand besproken. In putten TUM-1, TUM-2, TUM-3, ROW-3, ROW-9, TUB-7 en TUB-10 is in de injectiebuis een plug geïnstalleerd¹. Daardoor is de toegang tot het injectiereservoir afgesloten en is een meting van de reservoirdruk niet mogelijk. Ten opzichte van de reguliere surveillance van het Waterinjectie Management Plan zijn geen afwijkingen geconstateerd in ROW-4, ROW-5 en ROW-7.

2.4.1 ROW-2 Waterinjectie put

De operaties om de injectiebuis in ROW-2 te vervangen zijn begonnen in januari 2021. Tijdens de operaties werd onverwachte schade aan de productiecasing geconstateerd, die niet kosten-effectief gerepareerd kon worden. ROW-2 is buiten gebruik gesteld en de Zechstein reservoirs zijn geabandoneerd met een cement plug. Momenteel wordt de druk boven de cement plug gemonitord, waarbij geen drukopbouw is vastgesteld.

NAM heeft de operaties in ROW-2 in detail gerapporteerd en samen met een onderzoek naar de onderliggende oorzaak ingediend bij SodM in mei 2021, referentie [1]. In juni heeft SodM aan NAM gevraagd om aanvullend onderzoek te doen en nabijgelegen put ROW-7 uit voorzorg stil te leggen, referentie [2]. Een deel van het aanvullend onderzoek is door NAM op 24/12/2021 bij SodM ingediend, referentie [3], het resterende deel dient voor 31 maart 2022 te worden ingediend, referentie [4].

2.4.2 Update Waterinjectie Management Plan 2021

Om een herhaling van de gebeurtenissen rond put ROW-2 te voorkomen heeft SodM aan NAM gevraagd om een update te maken van het Waterinjectie Management Plan met extra surveillance stappen om de integriteit van de annulus beter te borgen, referentie [2]. Deze update is door NAM als onderdeel van het pakket op 24/12/2021 bij SodM ingediend, referentie [3].

2.4.3 Additionele surveillance in 2021

Gegeven de beschadigde casing in put ROW-2 is in 2021 additionele surveillance uitgevoerd op de overgebleven actieve water injectie putten. Doel van de logging was inspecteren van tubing condities als onderdeel van reguliere jaarlijks scope in lijn met

¹ Door de installatie van de Flexible Composite Pipe in de bestaande waterexportleiding ('pipe-in-pipe') is waterinjectie in de waterinjectieputten TUM-1, TUM-2 en TUM-3 niet langer mogelijk. Daarnaast vindt momenteel geen waterinjectie plaats op de locaties ROW-6 (put ROW-9) en TUB-7 (putten TUB-7 en TUB-10), omdat de koolstofstalen watertransportleidingen naar deze locaties niet beschermd zijn tegen potentiële microbacteriële corrosie. In put ROW-3 wordt geen water geïnjecteerd vanwege de lage injectiviteit.



het WMP (HUD, SPG, Caliper), alsmede van de casing onder de packer. ROW-4/5 logging is uitgevoerd in juni, ROW-7A had een toegangsprobleem (schmoo) en is in november alsnog gelogd. NAM heeft verschillende opties getest om de integriteit van de casing onder de packer in ROW-7A te controleren (de 24 armige multi-finger caliper zoals die wordt gebruikt in put ROW-4 en ROW-5 is door beperkte tubing diameter van ROW-7A niet geschikt):

- Archer-Space panorama tool (ultrasonic). Dit geeft een heel duidelijk beeld. Er is niets waargenomen wat duidt op deformatie/casing shear.
- Camera survey. Deze leverde door beperkt zicht geen bruikbare beelden op.
- X-Y caliper meting. Dit leverde geen betrouwbare data op, deze tool is eigenlijk alleen bedoeld om tijdens het boorproces een schatting te maken van het open hole volume tbv cementatie berekeningen.

In aanvulling op de Waterinjectie Management Plan scope heeft NAM:

- Het niveau gemeten van de A-annulus vloeistof in ROW-4, ROW-5 en ROW-7. Het vloeistofniveau werd aangetroffen op respectievelijk 13 m, 18 m en 14 m, op dezelfde dieptes als de 2020 meting. Er heeft geen verlies van annulus vloeistof plaatsgevonden.
- CBL logs genomen. Dit was succesvol in ROW-4 maar is niet gelukt op ROW-5 vanwege de lage reservoir druk, een poging dit te verhelpen door injectie tijdens het loggen gaf te veel ruis op het signaal.
- Pulsed Neutron Logs genomen. De evaluatie is nog gaande. Door verschillen tussen ROW-4 & 5 is besloten te wachten tot de ROW-7A log ook beschikbaar kwam ten behoeve van een geïntegreerde rapportage met consistente interpretatie. Wanneer deze beschikbaar komt dient NAM het als geheel in bij SodM
- TGT pulse logs genomen (detectie van eventueel metaalverlies)

De beschikbare logging resultaten (ROW-4 en ROW-5) zijn op 8 december 2021 besproken met SodM, hier waren op dat moment geen bijzonderheden opgemerkt. Op 23 december was de contractor analyse van de PNL logs gereed, evaluatie en opvolging hiervan worden in 2022 opgevolgd.



3. Referenties

- [1] Well integrity investigation of well ROW-2, NAM, Kenmerk EP202104200659, May 2021.
- [2] SodM, Reactie op het onderzoek toedracht scheur put ROW-2, Kenmerk INS-7466/21153770, 21 juni 2021.
- [3] Reactie op het onderzoek toedracht scheur put ROW-2 (tussenrapportage), NAM, Kenmerk EP202112200643, 23/12/2021.
- [4] Reactie op verzoek uitstel onderzoek scheur ROW-2, SodM, In voorbereiding..



Bijlage I Overzicht kwaliteit injectiewater Twente

In de volgende tabellen 9 en 10 wordt een meerjaren overzicht weergegeven van de parameters die volgens de geldende waterinjectievergunningen worden gerapporteerd.

Tabel 9: Gemiddelde concentraties op basis van de resultaten

Parameter	Eenheid	Verwachte maximale waarde (vergunning)	2016	2017	2018	2019	2020	2021
pH (eenheden)	-	4 – 9	6,3	6,3	6,2	6,2	5,9	6,1
Temperatuur	°C	50	32	21	29	33	34	35
Total Dissolved Solids	mg/l	200.000	49.000	37.000	32.300	34.400	28.300	27.300
Total Suspended Solids	mg/l	100	37	21	23	29	29	35
Natrium (Na+)	mg/l	40.000	13.000	10.000	8.400	8.950	8.100	5.954
Magnesium (Mg2+)	mg/l	2.500	470	350	295	314	280	200
Barium (Ba2+)	mg/l	250	22	15	12	13	12	9,1
Arseen (As)	mg/l	0,025	0,011	0,012	0,011	<0,01	<0,01	0,010
Kwik (Hg)	mg/l	0,005	<0,0001	0,0004	0,00011	<0,001	<0,001	<0,001
Zwavelwaterstof (H2S) ¹	mg/l	15	1,25	3,7	5,01	4,3	5,0	5,7
Ijzer (totaal Fe2+ en Fe3+)	mg/l	50	<10	9	8,3	9,3	10	6,8
Kalium (K+)	mg/l	1.000	180	140	117	130	120	107
Strontium (Sr2+)	mg/l	2.500	280	210	166	186	180	146
Chloride (Cl-)	mg/l	90.000	26.000	19.000	16.700	17.745	16.000	11.600
Sulfaat (SO42-)	mg/l	50	<19	13	<12	<12	<10	<10
Bicarbonaat (HCO3-)	mg/l	1.000	710	380	310	249	210	232
Koolstofdioxide (CO2)	mg/l	500	598	405	430	478	410	397
Zuurstof (O2)	mg/l	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Olie en vetten	mg/l	100	13	12	14	18	22	25
Cadmium (Cd)	mg/l	0,25	<0,001	<0,001	0,0028	<0,001	<0,001	<0,001
Koper (Cu)	mg/l	1	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Monoethylene Glycol (MEG)	mg/l	750	<200	<200	<100	<100	<100	<100
Diethylene Glycol (DEG)	mg/l	750	<200	<200	<100	<100	<100	<100
Triethylene Glycol (TEG)	mg/l	750	<200	<200	<100	<100	<100	<100
Ethylbenzeen (C8H10)	mg/l	0,5	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,9
Tolueen (C6H5CH3)	mg/l	1	0,9	0,8	0,7	1	1,1	1,4
Chroom (Cr)	mg/l	0,25	<0,005	0,0022	0,0071	<0,005	<0,005	<0,005
Benzeen (C6H6)	mg/l	5	1,2	1,4	1	1,3	1,3	1,4
Lood (Pb)	mg/l	2	0,01	0,011	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nikkel (Ni)	mg/l	0,5	<0,01	0,017	<0,01	0,013	<0,01	<0,01
Zink (Zn)	mg/l	7,5	< 0,02	0,02	0,02	<0,02	<0,02	0,02
Calcium (Ca2+)	mg/l	8.000	2.250	1.700	1.400	1.480	1.400	960
Xylenen (C6H4C2H6)	mg/l	1	0,35	0,43	0,43	0,51	0,56	0,75

¹ Gemeten sulfide gehalte omgerekend naar H₂S.



Tabel 10 Gemiddelde waarde aan mijnbouwhulpstoffen die in het injectiewater terecht hebben kunnen komen

Parameter	Eenheid	Verwachte maximale waarde (vergunning)	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Waterreiniger	mg/l	100	niet gebruikt	niet gebruikt	niet gebruikt	Niet gebruikt	Niet gebruikt	Niet gebruikt
Biocide	mg/l	2,4	2,0	1,0	2,1	2,2	2,2	1,4
Anti-corrosievloeistof	mg/l	200	46	49	55	50	53	52
Zwavelwaterstofbinder	mg/l	120	8,7	25,8	109	116	90	103
Emulsiebreker	mg/l	21	0,03	0,03	0,04	0,05	1,08	4,2

De volgende hulpstoffen zijn in genoemde periode niet gebruikt: zuurstofbinder, anti-schuimmiddel, anti-bariumsulfaataanslagvloeistof.



Bijlage II Overzicht parameters waterinjectieput

In de onderstaande tabellen worden voor iedere put en reservoir waarin in Twente in de diepe ondergrond water wordt geïnjecteerd de essentiële parameters injectiedruk, reservoirdruk, volume en debiet weergegeven.

De actuele reservoirdruk wordt ieder jaar onderin de waterinjectieput gemeten met een drukmeter terwijl op dat moment niet wordt geïnjecteerd. Op deze manier wordt vastgesteld wat de statische druk is rondom de put. De druk die in de directe nabijheid van de put wordt gemeten zal meestal hoger zijn dan de gemiddelde reservoirdruk. Het verschil is afhankelijk van de tijd tussen de meting en het stoppen van injectie in samenhang met de snelheid waarmee het water door de formatie wordt opgenomen.

De gegeven verwachtingswaardes (groene vakken) voor reservoirdruk, injectiedebiet en volume zijn gebaseerd op het waterinjectiemanagementplan (WIMP) behorende bij de vergunningen uit 2009. De actuele waardes wijken in toenemende mate af van deze initiële verwachtingswaardes doordat er inmiddels meerdere materiele veranderingen zijn opgetreden (o.a. stil leggen van water export tussen 2015-2016, gevolgd door hervatting bij verlaagde capaciteit en het staken van injectie in Tubbergen en Tubbergen-Mander). Echter, de actuele waardes vallen binnen de vergunde maximale waardes.

Put naam TUM-1

		Voor aanvang gasproductie	Bij aanvang waterinjectie	Jaar 2011	Jaar 2012	Jaar 2013	Jaar 2014	Jaar 2015	Jaar 2016	Jaar 2017	Jaar 2018	Jaar 2019	Jaar 2020	Jaar 2021	Uiteindelijke situatie
Actuele pompdruk	bar			0.42	0.44	0.25	0.22	0.2	..	..	..	..	..	..	
Pomdruklimiet	bar			59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	
Actuele reservoir druk (@1670 mTVss)	bar	190	45	84	130*	94	-	83	..	..	..	..	..	..	
Verwachte reservoirdruk aan einde injectiejaar	bar			38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	
Gemiddelde injectiedebiet	m³/d			131	111	15	1	31	..	..	..	..	..	..	
Verwachte maximale injectiedebiet	m³/d			346	339	323	304	281	249	202	143	143	143	143	
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.047	0.087	0.093	0.093	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.126	0.250	0.368	0.479	0.581	0.672	0.746	0.798	0.850	0.903	0.955	
Opslag capaciteit reservoir	mln m³		3.27												
Actuele vullingsgraad	%			1.4	2.7	2.8	2.8	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
Verwachte uiteindelijke vullingsgraad	%			3.9	7.6	11.3	14.6	17.8	20.6	22.8	24.4	26.0	27.6	29.2	

* Gemeten tijdens step-rate test

** Geen water injectie sinds juni 2015

*** Geen meting mogelijk: put is op 5 juli 2016 gesuspendeerd met E-plug op 1616 mAHtbf

Put naam TUM-2

		Voor aanvang gasproductie	Bij aanvang waterinjectie	Jaar 2011	Jaar 2012	Jaar 2013	Jaar 2014	Jaar 2015	Jaar 2016	Jaar 2017	Jaar 2018	Jaar 2019	Jaar 2020	Jaar 2021	Uiteindelijke situatie
Actuele pompdruk	bar			0.39	0.18	0.22	0.22	0.4	..	..	..	..	..	..	
Pomdruklimiet	bar			62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	
Actuele reservoir druk (@1670 mTVss)	bar	190	65	120	125	97	-	99.5	..	..	..	..	..	..	
Verwachte reservoirdruk aan einde injectiejaar	bar			60	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	
Gemiddelde injectiedebiet	m³/d			28	51	4	4	16	..	..					
Verwachte maximale injectiedebiet	m³/d			109	106	100	92	84	71	55	55	55	55	55	
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.010	0.028	0.030	0.031	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.040	0.078	0.115	0.149	0.179	0.205	0.225	0.245	0.265	0.285	0.306	
Opslag capaciteit reservoir	mln m³		2.20												
Actuele vullingsgraad	%			0.4	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
Verwachte uiteindelijke vullingsgraad	%			1.8	3.6	5.2	6.8	8.1	9.3	10.2	11.1	12.1	13.0	13.9	

* Geen water injectie sinds juni 2015

** Geen meting mogelijk: put is op 13 juli 2016 gesuspendeerd met E-plug op 1676 mAHtbf


Put naam TUM-3

		Voor aanvang gasproductie	Bij aanvang waterinjectie	Jaar 2011	Jaar 2012	Jaar 2013	Jaar 2014	Jaar 2015	Jaar 2016	Jaar 2017	Jaar 2018	Jaar 2019	Jaar 2020	Jaar 2021	Uiteindelijke situatie
Actuele pompdruk	bar			0	0-2	0-2	0-2	0-2	-*	-*	-*	-*	-*	-*	
Pomdruklimiet	bar			61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	
Actuele reservoir druk (@1670 mTVss)	bar	190	40	71	78	-	88	-	91	-**	-**	-**	-**	-**	
Verwachte reservoirdruk aan einde injectiejaar	bar			41	42	42	43	43	43	44	44	44	44	44	
Gemiddelde injectiedebiet	m³/d			75	113	19	80	89	-*	-*	-*	-*	-*	-*	
Verwachte maximale injectiedebiet	m³/d			178	168	150	123	80	80	80	80	80	80	80	
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.027	0.068	0.075	0.104	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118	
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.065	0.126	0.181	0.226	0.255	0.284	0.314	0.343	0.372	0.401	0.430	
Opslag capaciteit reservoir	mln m³		1.45												
Actuele vullingsgraad	%			1.8	4.7	5.2	7.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	
Verwachte uiteindelijke vullingsgraad	%			4.5	8.7	12.5	15.6	17.6	19.6	21.6	23.6	25.7	27.7	29.7	

* Geen water injectie sinds juni 2015

** Geen meting mogelijk: put is op 9 december 2016 gesuspendeerd met E-plug op 96 mAHtbf

Put naam ROW-2

		Voor aanvang gasproductie	Bij aanvang waterinjectie	Jaar 2011	Jaar 2012	Jaar 2013	Jaar 2014	Jaar 2015	Jaar 2016	Jaar 2017	Jaar 2018	Jaar 2019	Jaar 2020	Jaar 2021	Uiteindelijke situatie
Actuele pompdruk	bar			0-9	0-6	0-11	0-11	0-11	-	0-9	0-10	0-8	-*	-*	
Pomdruklimiet	bar			115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	
Actuele reservoir druk (@1240 mTVss)	bar	150	7	10	11	-	41	31	29	40	44	44	40.2	-**	
Verwachte reservoirdruk aan einde injectiejaar	bar			7	7	8	9	9	10	11	12	12	12	13	
Gemiddelde injectiedebiet	m³/d			183	169	698	1469	1094	1138	1434	1375	1081	-*	-*	
Verwachte maximale injectiedebiet	m³/d			2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	200	200	200	
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.065	0.127	0.382	0.918	1.092	1.212	1.735	2.232	2.626	2.626	2.626	
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.730	1.460	2.190	2.920	3.650	4.380	5.110	5.840	5.913	5.986	6.059	
Opslag capaciteit reservoir	mln m³		16.5												
Actuele vullingsgraad	%			0.4	0.8	2.3	5.6	6.6	7.3	10.5	13.5	15.9	15.9	15.9	
Verwachte uiteindelijke vullingsgraad	%			4.4	8.8	13.3	17.7	22.1	26.5	31.0	35.4	35.8	36.3	36.7	

* Geen water injectie sinds december 2019

** Geen meting mogelijk: put is in januari 2021 gesuspendeerd met F-plug op 1097 mAHBDF

Put naam ROW-3

		Voor aanvang gasproductie	Bij aanvang waterinjectie	Jaar 2011	Jaar 2012	Jaar 2013	Jaar 2014	Jaar 2015	Jaar 2016	Jaar 2017	Jaar 2018	Jaar 2019	Jaar 2020	Jaar 2021	Uiteindelijke situatie
Actuele pompdruk	bar			0-163	0-168	0-168	0-155	0-164	-*	-*	-*	-*	-*	-*	
Pomdruklimiet	bar			180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	
Actuele reservoir druk (@1800 mTVss)	bar	199	71	122	135	142	-	119	-**	-**	-**	-**	-**	-**	
Verwachte reservoirdruk aan einde injectiejaar	bar			71	72	72	72	72	72	73	73	73	73	73	
Gemiddelde injectiedebiet	m³/d			42	26	28	15	26	-*	-*	-*	-*	-*	-*	
Verwachte maximale injectiedebiet	m³/d			1200	1200	1200	1500	1200	0	0	265	178	86	0	
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.0148	0.0242	0.0344	0.0399	0.0440	0.0440	0.0440	0.0440	0.044	0.044	0.044	
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.438	0.876	1.314	1.862	2.300	2.300	2.300	2.396	2.461	2.493	2.493	
Opslag capaciteit reservoir	mln m³		2.8												
Actuele vullingsgraad	%			0.5	0.9	1.2	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	
Verwachte uiteindelijke vullingsgraad	%			15.6	31.3	46.9	66.5	82.1	82.1	82.1	85.6	87.9	89.0	89.0	

* Geen water injectie sinds juni 2015

** Geen meting mogelijk: put is op 26 februari 2016 gesuspendeerd met E-plug op 1659 mAHtbf

Put naam ROW-4

		Voor aanvang gasproductie	Bij aanvang waterinjectie	Jaar 2011	Jaar 2012	Jaar 2013	Jaar 2014	Jaar 2015	Jaar 2016	Jaar 2017	Jaar 2018	Jaar 2019	Jaar 2020	Jaar 2021	Uiteindelijke situatie
Actuele pompdruk	bar			0-94	0-113	0-116	0-96	0-111	0-91	6-101	0-125	0-125	0-115	0-65	
Pomdruklimiet	bar			131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	
Actuele reservoir druk (@1240 mTVss)	bar	150	8	52	45	-	58	37*	85	58	65	72	75	65	
Verwachte reservoirdruk aan einde injectiejaar	bar			8	8	9	9	9	9	9	9	12	16	20	
Gemiddelde injectiedebiet	m³/d			143	163	370	229	425	875	845	928	1208	1777	1858	
Verwachte maximale injectiedebiet	m³/d			1741	1716	1665	1602	1514	1366	1123	487	0	0	0	
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.051	0.111	0.246	0.329	0.397	0.489	0.712	1.036	1.457	2.077	2.496	
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.635	1.262	1.870	2.454	3.007	3.505	3.915	4.093	4.093	4.093	4.093	
Opslag capaciteit reservoir	mln m³		5.0												
Actuele vullingsgraad	%			1.0	2.2	4.9	6.5	7.9	9.7	14.2	20.6	29.0	41.3	49.6	
Verwachte uiteindelijke vullingsgraad	%			12.6	25.1	37.2	48.8	59.8	69.7	77.8	81.4	81.4	81.4	81.4	

* Reservoirdruk gemeten op datum diepte boven het reservoir, maar vloeistofkolom op reservoir diepte leidt tot gemeten druk van 45 bar onderin het reservoir



Put naam ROW-5

		Voor aanvang gasproductie	Bij aanvang waterinjectie	Jaar 2011	Jaar 2012	Jaar 2013	Jaar 2014	Jaar 2015	Jaar 2016	Jaar 2017	Jaar 2018	Jaar 2019	Jaar 2020	Jaar 2021	Uiteindelijke situatie
Actuele pompdruk	bar			0	0-7	0-5	0-5	0-4	0-5	1-4	1-5	0-21	0-21	0-23	
Pomdruklimiet	bar			124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	
Actuele reservoir druk (@ 1240 mTVss)	bar	150	6	8	9	9	17	20	20	23	29	29	32	32	
Verwachte reservoirdruk aan einde injectiejaar	bar			6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	
Gemiddelde injectiedebiet	m³/d			116	237	173	376	592	401	617	630	525	927	701	
Verwachte maximale injectiedebiet	m³/d			700	700	700	700	500	500	500	500	500	500	500	
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.041	0.128	0.191	0.329	0.423	0.465	0.610	0.806	0.970	1.259	1.419	
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.256	0.511	0.767	1.022	1.205	1.387	1.570	1.752	1.935	2.117	2.2995	
Opslag capaciteit reservoir	mln m³		16.9												
Actuele vullingsgraad	%			0.2	0.8	1.1	1.9	2.5	2.7	3.6	4.8	5.7	7.5	8.4	
Verwachte uiteindelijke vullingsgraad	%			1.5	3.0	4.5	6.0	7.1	8.2	9.3	10.4	11.4	12.5	13.6	

Put naam ROW-7

		Voor aanvang gasproductie	Bij aanvang waterinjectie	Jaar 2011	Jaar 2012	Jaar 2013	Jaar 2014	Jaar 2015	Jaar 2016	Jaar 2017	Jaar 2018	Jaar 2019	Jaar 2020	Jaar 2021	Uiteindelijke situatie
Actuele pompdruk	bar			0-11	0-10	0-10	0-10	0-10	0-8	0-8	0-8	0-18	0-10	0-10	
Pomdruklimiet	bar			119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119
Actuele reservoir druk (@ 1240 mTVs)	bar	150	12	11	11	11	30	30	28	41	43	*	42	45	
Verwachte reservoirdruk aan einde injectiejaar	bar			13	14	16	19	20	21	22	22	34	38	57	
Gemiddelde injectiedebiet	m³/d			283	460	633	873	306	281	1064	480	670	871	1065	
Verwachte maximale injectiedebiet	m³/d			1796	1562	693	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.101	0.269	0.500	0.818	0.867	0.897	0.982	1.029	1.094	1.180	1.368	
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.656	1.226	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	
Opslag capaciteit reservoir	mln m³		2.6												
Actuele vullingsgraad	%			3.9	10.3	19.2	31.5	33.4	34.5	37.8	39.6	42.1	45.4	52.6	
Verwachte uiteindelijke vullingsgraad	%			25.2	47.1	56.9	56.9	56.9	56.9	56.9	56.9	56.9	56.9	56.9	

* Put niet toegankelijk door onderhoudswerkzaamheden, geen meting in 2019.

Put naam ROW-9

		Voor aanvang gasproductie	Bij aanvang waterinjectie	Jaar 2011	Jaar 2012	Jaar 2013	Jaar 2014	Jaar 2015	Jaar 2016	Jaar 2017	Jaar 2018	Jaar 2019	Jaar 2020	Jaar 2021	Uiteindelijke situatie
Actuele pompdruk	bar			0-69	0-38	0-30	0-30	0-9	-*	-*	-*	-*	-*	-*	
Pomdruklimiet	bar			139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	
Actuele reservoir druk (@1240 mTVss)	bar	150	11	26	27	29	27	27	-**	-**	-**	-**	-**	-**	
Verwachte reservoirdruk aan einde injectiejaar	bar			12	13	14	15	15	15	16	16	16	16	16	
Gemiddelde injectiedebiet	m³/d			174	406	398	209	244	-*	-*	-*	-*	-*	-*	
Verwachte maximale injectiedebiet	m³/d			1617	1505	1167	455	0	0	0	0	0	0	0	
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.0618	0.2105	0.3557	0.4319	0.4707	0.4707	0.4707	0.4707	0.4707	0.4707	0.4707	
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.590	1.140	1.565	1.732	1.732	1.732	1.732	1.732	1.732	1.732	1.732	
Opslag capaciteit reservoir	mln m³		2.3												
Actuele vullingsgraad	%			2.7	9.2	15.5	18.8	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	
Verwachte uiteindelijke vullingsgraad	%			25.7	49.5	68.1	75.3	75.3	75.3	75.3	75.3	75.3	75.3	75.3	

* Geen water injectie sinds juni 2015

** Geen meting mogelijk: put is op 29 juni 2016 gesuspenderd met E-plug op 1304 mAHtbf

Put naam TUB-7

		Voor aanvang gasproductie	Bij aanvang waterinjectie	Jaar 2011	Jaar 2012	Jaar 2013	Jaar 2014	Jaar 2015	Jaar 2016	Jaar 2017	Jaar 2018	Jaar 2019	Jaar 2020	Jaar 2021	Uiteindelijke situatie
Actuele pompdruk	bar			0	0-13	0-13	0	0-5	-*	-*	-*	-*	-*	-*	
Pomdruklimiet	bar			139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	
Actuele reservoir druk (@ 1600 mTVs)	bar	211	6	7	7	-	7	-**	-**	-**	-**	-**	-**	-**	
Verwachte reservoirdruk aan einde injectiejaar	bar			6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	
Gemiddelde injectiedebiet	m³/d			165	814	593	0	0	-*	-*	-*	-*	-*	-*	
Verwachte maximale injectiedebiet	m³/d			2000	2000	2000	2250	2500	2500	1000	0	0	0	0	
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.0586	0.3566	0.573	0.573	0.573	0.573	0.573	0.573	0.573	0.573	0.573	
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.730	1.460	2.190	3.011	3.924	4.836	5.201	5.201	5.201	5.201	5.201	
Opslag capaciteit reservoir	mln m³		6.0												
Actuele vullingsgraad	%			1.0	5.9	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	
Verwachte uiteindelijke vullingsgraad	%			12.2	24.3	36.5	50.2	65.4	80.6	86.7	86.7	86.7	86.7	86.7	

* Geen water injectie sinds putonderzoek in april 2014

** Geen meting mogelijk: put is op 30 juni 2016 gesuspenderd met E-plug op 1169 mAHtbf



Put naam TUB-10

		Voor aanvang gasproductie	Bij aanvang waterinjectie	Jaar 2011	Jaar 2012	Jaar 2013	Jaar 2014	Jaar 2015	Jaar 2016	Jaar 2017	Jaar 2018	Jaar 2019	Jaar 2020	Jaar 2021	Uiteindelijke situatie
Actuele pompdruk	bar			0	0-15	0-18	0-14	0-13	-*	-*	-*	-*	-*	-*	
Pompdruklimiet	bar			150	150	150	150	150	150	151	151	151	151	151	
Actuele reservoir druk (@1600 mTVss)	bar	211	6	7	9	13	34	36	-**	-**	-**	-**	-**	-**	
Verwachte reservoirdruk aan einde injectiejaar	bar			6	7	7	7	8	8	9	9	9	9	9	
Gemiddelde injectiedebiet	m³/d			267	990	731	975	1011	-*	-*	-*	-*	-*	-*	
Verwachte maximale injectiedebiet	m³/d			2000	2000	2000	2000	2500	2500	2000	0	0	0	0	
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.095	0.456	0.723	1.079	1.239	1.239	1.239	1.239	1.239	1.239	1.239	
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.730	1.460	2.190	2.920	3.833	4.745	5.475	5.475	5.475	5.475	5.475	
Opslag capaciteit reservoir	mln m³		6.72												
Actuele vullingsgraad	%			1.4	6.8	10.8	16.0	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	
Verwachte uiteindelijke vullingsgraad	%			10.9	21.7	32.6	43.5	57.0	70.6	81.5	81.5	81.5	81.5	81.5	

* Geen water injectie sinds juni 2015

** Geen meting mogelijk: put is op 19 november 2015 gesuspenderd met BVD/E-plug op 100 mAHTbf

P-1002A/B PURGE GAS SYSTEM

Process Engineering Flow Sheet
 P-1002A/B
 Purge Gas System

Legend:

- 1. PURGE GAS SYSTEM
- 2. PURGE GAS SYSTEM
- 3. PURGE GAS SYSTEM
- 4. PURGE GAS SYSTEM
- 5. PURGE GAS SYSTEM
- 6. PURGE GAS SYSTEM
- 7. PURGE GAS SYSTEM
- 8. PURGE GAS SYSTEM
- 9. PURGE GAS SYSTEM
- 10. PURGE GAS SYSTEM
- 11. PURGE GAS SYSTEM
- 12. PURGE GAS SYSTEM
- 13. PURGE GAS SYSTEM
- 14. PURGE GAS SYSTEM
- 15. PURGE GAS SYSTEM
- 16. PURGE GAS SYSTEM
- 17. PURGE GAS SYSTEM
- 18. PURGE GAS SYSTEM
- 19. PURGE GAS SYSTEM
- 20. PURGE GAS SYSTEM
- 21. PURGE GAS SYSTEM
- 22. PURGE GAS SYSTEM
- 23. PURGE GAS SYSTEM
- 24. PURGE GAS SYSTEM
- 25. PURGE GAS SYSTEM
- 26. PURGE GAS SYSTEM
- 27. PURGE GAS SYSTEM
- 28. PURGE GAS SYSTEM
- 29. PURGE GAS SYSTEM
- 30. PURGE GAS SYSTEM
- 31. PURGE GAS SYSTEM
- 32. PURGE GAS SYSTEM
- 33. PURGE GAS SYSTEM
- 34. PURGE GAS SYSTEM
- 35. PURGE GAS SYSTEM
- 36. PURGE GAS SYSTEM
- 37. PURGE GAS SYSTEM
- 38. PURGE GAS SYSTEM
- 39. PURGE GAS SYSTEM
- 40. PURGE GAS SYSTEM
- 41. PURGE GAS SYSTEM
- 42. PURGE GAS SYSTEM
- 43. PURGE GAS SYSTEM
- 44. PURGE GAS SYSTEM
- 45. PURGE GAS SYSTEM
- 46. PURGE GAS SYSTEM
- 47. PURGE GAS SYSTEM
- 48. PURGE GAS SYSTEM
- 49. PURGE GAS SYSTEM
- 50. PURGE GAS SYSTEM
- 51. PURGE GAS SYSTEM
- 52. PURGE GAS SYSTEM
- 53. PURGE GAS SYSTEM
- 54. PURGE GAS SYSTEM
- 55. PURGE GAS SYSTEM
- 56. PURGE GAS SYSTEM
- 57. PURGE GAS SYSTEM
- 58. PURGE GAS SYSTEM
- 59. PURGE GAS SYSTEM
- 60. PURGE GAS SYSTEM
- 61. PURGE GAS SYSTEM
- 62. PURGE GAS SYSTEM
- 63. PURGE GAS SYSTEM
- 64. PURGE GAS SYSTEM
- 65. PURGE GAS SYSTEM
- 66. PURGE GAS SYSTEM
- 67. PURGE GAS SYSTEM
- 68. PURGE GAS SYSTEM
- 69. PURGE GAS SYSTEM
- 70. PURGE GAS SYSTEM
- 71. PURGE GAS SYSTEM
- 72. PURGE GAS SYSTEM
- 73. PURGE GAS SYSTEM
- 74. PURGE GAS SYSTEM
- 75. PURGE GAS SYSTEM
- 76. PURGE GAS SYSTEM
- 77. PURGE GAS SYSTEM
- 78. PURGE GAS SYSTEM
- 79. PURGE GAS SYSTEM
- 80. PURGE GAS SYSTEM
- 81. PURGE GAS SYSTEM
- 82. PURGE GAS SYSTEM
- 83. PURGE GAS SYSTEM
- 84. PURGE GAS SYSTEM
- 85. PURGE GAS SYSTEM
- 86. PURGE GAS SYSTEM
- 87. PURGE GAS SYSTEM
- 88. PURGE GAS SYSTEM
- 89. PURGE GAS SYSTEM
- 90. PURGE GAS SYSTEM
- 91. PURGE GAS SYSTEM
- 92. PURGE GAS SYSTEM
- 93. PURGE GAS SYSTEM
- 94. PURGE GAS SYSTEM
- 95. PURGE GAS SYSTEM
- 96. PURGE GAS SYSTEM
- 97. PURGE GAS SYSTEM
- 98. PURGE GAS SYSTEM
- 99. PURGE GAS SYSTEM
- 100. PURGE GAS SYSTEM