

Waterinjectie Twente 2017

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



NAM

Rapportage tbv Wet Milieubeheer vergunning en ontheffing in het kader van het Lozingsbesluit

Locatie	Wet Milieubeheer MinEZ	Ontheffing lozingsbesluit 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

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. In deze vergunningen is een voorschrift opgenomen dat NAM drie maanden na afloop van het kalenderjaar een rapportage dient op te stellen met daarin de hoeveelheden geïnjecteerd injectiewater, de samenstelling van het injectiewater en de hoeveelheid gebruikte mijnbouwhulpstoffen. Daarnaast worden specifieke waterinjectie parameters gerapporteerd (zie Onderdeel 2 van dit rapport).

Conform de vergunningen voor de waterinjectielocaties wordt de samenstelling van het injectiewater¹ 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 2017 zijn voor toluen, xylenen 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'.

¹ Het onbehandelde water, dat wordt meegeproduceerd bij de oliewinning wordt productiewater genoemd. Na het olie/water scheidingsproces en behandeling wordt het injectiewater genoemd.

ONDERDEEL 1: WATERKWANTITEIT- EN KWALITEIT

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

Hoeveelheid injectiewater per reservoir (voorschrift 2.2.1.a+e)

Tabel 1a: Hoeveelheid injectiewater per put (m³)

Installatie	Injectieput	2013	2014	2015	2016	2017
Rossum Weerselo 2	ROSSUM-WEERSELO- 2	254.802	536.105	173.711	119.530	523.502
	ROSSUM-WEERSELO- 7A	231.141	318.478	48.712	29.505	85.148
Rossum Weerselo 3	ROSSUM-WEERSELO- 3	10.241	5.499	4.144	0	0
	ROSSUM-WEERSELO- 4	135.107	83.593	67.579	91.989	223.193
Rossum Weerselo 5	ROSSUM-WEERSELO- 5	63.247	137.119	94.091	42.047	144.866
Rossum Weerselo 6	ROSSUM-WEERSELO- 9	145.158	76.198	38.797	0	0
Tubbergen 7	TUBBERGEN- 7	216.352	0	0	0	0
	TUBBERGEN-10	266.698	355.710	160.775	0	0
Tubbergen Mander 1	TUBBERGEN-MANDER- 1	5.373	315	4.909	0	0
Tubbergen Mander 2	TUBBERGEN-MANDER- 2	1.597	1.322	2.624	0	0
	TUBBERGEN-MANDER- 3C	6.916	29.262	14.164	0	0
Totalen		1.336.631	1.543.601	609.506	283.071	976.709

Tabel 1b: Hoeveelheid injectiewater per locatie en vergunde hoeveelheden (m³)

Installatie	2013	2014	2015	2016	2017	cumulatief 2011-2017	totaal cumulatief vergund
Rossum Weerselo 2	485.943	854.583	222.423	149.035	608.650	2.716.475	19.100.000
Rossum Weerselo 3	145.348	89.092	71.723	91.989	223.193	756.154	7.800.000
Rossum Weerselo 5	63.247	137.119	94.091	42.047	144.866	609.605	6.590.000
Rossum Weerselo 6	145.158	76.198	38.797	0	0	470.650	1.610.000
Tubbergen 7	483.050	355.710	160.775	0	0	1.812.283	9.800.000
Tubbergen Mander 1	5.373	315	4.909	0	0	97.686	1.570.000
Tubbergen Mander 2	8.513	30.584	16.788	0	0	152.062	2.200.000

Analyseresultaten van geïnjecteerd water (voorschrift 2.2.1.b & c)

Op de Oliebehandelingsinstallatie (OBI) te Schoonebeek wordt de injectiewaterstroom naar Twente representatief bemonsterd. Het monsterpunt op de OBI is weergegeven in bijlage 2. In de tabellen 2 t/m 6 zijn de analyseresultaten van de geanalyseerde parameters weergegeven.

Tabel 2: Wekelijkse analyseresultaten (deel 1)

Datum	Sulfide, S2 (mg/l)	pH	Chloride (mg/l)	Sulfaat, SO4 (mg/l)	Kalium, K (mg/l)	Natrium, Na (mg/l)
<i>maximale verwachte waarde # →</i>	15@	4 - 9	90.000	50	1.000	40.000
5-1-2017	0,3	6,3	26.000	<19	150	13.000
12-1-2017	0,4	6,4	24.000	<14	160	12.000
19-1-2017	1	6,2	26.000	<19	160	13.000
25-1-2017	0,2	6,4	24.000	<14	150	12.000
1-2-2017	0,2	6,3	21.000	<14	150	10.000
9-2-2017	1	6,4	20.000	<14	130	10.000
15-2-2017	5	6,3	21.000	<14	130	10.000
24-2-2017	5	6,3	20.000	<14	150	10.000
3-3-2017	4	6,4	23.000	<14	130	11.000
8-3-2017	1	6,2	24.000	<14	160	12.000
14-3-2017	4	6,1	24.000	<14	150	12.000
21-3-2017	1	6,3	20.000	<14	140	10.000
29-3-2017	1	6,3	21.000	<14	160	10.000
5-4-2017	1	6,2	21.000	<14	150	11.000
11-4-2017	2	6,2	20.000	<14	150	10.000
19-4-2017	5	6,2	19.000	<14	160	9.500
25-4-2017	5	6,3	19.000	<14	140	9.700
2-5-2017	2	6,4	17.000	<14	150	8.500
10-5-2017	3	6,4	17.000	<14	140	8.500
16-5-2017	3	6,4	17.000	<14	140	8.600
23-5-2017	2	6,4	19.000	<14	140	9.700
30-5-2017	3	6,2	21.000	<14	140	10.000
7-6-2017	4	6,4	20.000	<14	140	10.000
13-6-2017	3	6,4	20.000	<12	140	10.000
20-6-2017	3	6,3	19.000	<12	130	9.600
27-6-2017	5	6,4	19.000	<12	130	9.600
5-7-2017	3	6,3	19.000	<12	140	9.600
11-7-2017	6	6,4	17.000	<12	120	8.400
18-7-2017	4	6,4	17.000	<12	110	8.500
25-7-2017	2	6,2	17.000	<12	110	8.500
1-8-2017	4	6,2	17.000	<12	150	8.600

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

Datum	Sulfide, S2 (mg/l)	pH	Chloride (mg/l)	Sulfaat, SO4 (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>
8-8-2017	4	6,4	18.000	<12	120	9.100
15-8-2017	5	6,2	18.000	<12	120	9.200
22-8-2017	5	6,3	18.000	<12	150	9.300
29-8-2017	5	6,3	17.000	<12	130	8.800
5-9-2017	4	6,3	19.000	<12	150	9.700
13-9-2017	3	6,2	18.000	<12	110	9.400
19-9-2017	4	6,3	15.000	<12	96	7.600
26-9-2017	2	6,3	16.000	<12	120	7.700
4-10-2017	4,7	6,2	17.000	<12	123	8.300
10-10-2017	6,7	6,1	18.000	<12	110	9.067
17-10-2017	5,3	6,2	18.000	<12	99	9.000
24-10-2017	6	6,2	17.000	<12	140	8.467
31-10-2017	5,3	6,2	16.000	<12	120	8.133
6-11-2017	3,7	6,3	15.667	<12	110	7.667
14-11-2017	3,5	6,3	16.000	<12	120	7.700
21-11-2017	5,3	6,3	15.667	<12	117	7.767
30-11-2017	0,3	6,3	16.000	<12	117	7.967
5-12-2017	4	6,3	16.667	<12	127	8.267
14-12-2017	2,3	6,2	17.333	<12	120	8.867
21-12-2017	4	6,3	18.000	<12	140	9.000
27-12-2017	2	6,2	18.000	<12	143	9.233

Het rekenkundige gemiddelde van de meetwaarden op de injectielocaties voor de betreffende week is weergegeven indien geen resultaat van de OBI beschikbaar is.

: 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 concentratie gemeten. De maximale gemeten waarde voor sulfide is 6,7 mg/l, dit komt overeen met een H₂S gehalte van 7,1 mg/l. Dit betekent dat in alle gevallen het H₂S gehalte lager is dan de maximale verwachte H₂S waarde van 15 mg/l.

Tabel 3: Wekelijkse analysesresultaten (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>	250	8.000	2.500	2.500	50	1.000	500
5-1-2017	23	2.200	450	270	10	660	690*
12-1-2017	21	2.100	430	260	10	520	680*
19-1-2017	23	2.200	460	280	10	510	540*
25-1-2017	20	2.000	420	250	5	470	490
1-2-2017	17	1.800	380	220	10	460	480
9-2-2017	17	1.800	370	220	10	-	-
15-2-2017	17	1.900	390	230	10	480	630*
24-2-2017	16	1.800	370	220	10	400	660*
3-3-2017	16	2.000	420	250	10	390	640*
8-3-2017	20	2.200	450	270	10	420	560*
14-3-2017	20	2.100	450	270	10	530	880*
21-3-2017	17	1.800	370	220	10	380	500
29-3-2017	17	1.800	380	220	10	370	620*
5-4-2017	19	1.900	400	240	10	380	630*
11-4-2017	16	1.800	370	220	10	370	480
19-4-2017	15	1.700	350	210	10	330	550*
25-4-2017	16	1.700	360	220	10	410	540*
2-5-2017	13	1.500	320	190	10	370	380
10-5-2017	13	1.500	310	190	10	400	330
16-5-2017	12	1.500	320	190	5	440	360
23-5-2017	14	1.700	360	220	5	470	310
30-5-2017	15	1.800	390	240	10	320	420
7-6-2017	14	1.800	380	230	10	330	340
13-6-2017	14	1.700	370	220	10	240	400
20-6-2017	14	1.700	360	210	10	330	430
27-6-2017	14	1.700	360	210	10	350	370
5-7-2017	15	1.600	360	210	10	370	480
11-7-2017	12	1.400	300	180	10	320	420
18-7-2017	12	1.400	310	180	10	290	390
25-7-2017	12	1.400	300	180	5	250	420
1-8-2017	12	1.500	310	190	10	260	430
8-8-2017	13	1.600	330	200	10	310	410
15-8-2017	14	1.600	330	200	10	250	420
22-8-2017	13	1.700	330	190	10	300	390
29-8-2017	11	1.500	310	160	10	290	380
5-9-2017	13	1.700	350	200	5	330	340
13-9-2017	13	1.600	340	190	10	250	330

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

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
19-9-2017	10	1.300	260	150	10	270	280
26-9-2017	10	1.300	280	165	10	365	380
4-10-2017	11	1.467	297	170	8	373	533*
10-10-2017	13	1.600	323	187	10	300	490
17-10-2017	13	1.567	327	187	10	333	400
24-10-2017	12	1.500	307	173	10	280	467
31-10-2017	11	1.400	303	170	10	340	447
6-11-2017	11	1.300	287	160	10	403	420
14-11-2017	11	1.350	275	150	8	340	355
21-11-2017	11	1.300	263	150	5	317	383
30-11-2017	12	1.400	270	160	5	400	357
5-12-2017	12	1.400	280	160	5	387	403
14-12-2017	14	1.500	300	170	10	323	393
21-12-2017	14	1.500	305	180	10	320	415
27-12-2017	13	1.533	313	180	7	383	367

Het rekenkundige gemiddelde van de meetwaarden op de injectielocaties voor de betreffende week is weergegeven indien geen resultaat van de OBI beschikbaar is.

: maximale verwachte waarden uit tabel 3 van de vergunningsaanvraag

* : de gemeten concentratie overschrijdt de maximale verwachte waarde

Tabel 4: 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
19-1-2017	<25	<1	<5	<10	25	<0,1	<10	<20
15-2-2017	<10	<1	<5	<10	<10	0,22	<10	<20
14-3-2017	16	<1	<5	<10	<10	<0,1	<10	<20
11-4-2017	<10	<1	<5	<10	<10	<0,1	<10	<20
10-5-2017	<10	<1	<5	<10	<10	<0,1	<10	<20
7-6-2017	<10	<1	43	<10	<10	<10	61	<20
5-7-2017	<10	<1	<5	<10	<5	<0,1	<10	<20
1-8-2017	<10	<1	<5	<10	<10	<0,1	<10	<20
26-9-2017	<10	<1	<5	<10	<10	<0,1	<10	<20
24-10-2017	<10	<1	<5	<10	<10	<0,1	<10	<20
21-11-2017	<10	<1	<5	<10	<10	0,12	<10	<20
21-12-2017	<10	1	<5	<10	<10	0,17	<10	<20

: maximale verwachte waarden uit tabel 3 van de vergunningsaanvraag

Tabel 5: Maandelijkse analyseresultaten (deel 2)

Datum	Benzeen (µg/l)	Toluëen (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
19-1-2017	1.400	910	120	310	9,6	<200	<200	<200
15-2-2017	1.400	1.100*	190	520	10	<100	<100	<100
14-3-2017	910	710	140	410	7,8	<100	<100	<100
11-4-2017	1.400	1.100*	200	560	8,2	<100	<100	<100
10-5-2017	1.100	1.100*	120	370	12	<100	<100	<100
7-6-2017	1.500	1.100*	<200	540	14	<100	<100	<100
5-7-2017	1.400	1.100*	190	520	13	<100	<100	<100
1-8-2017	1.400	1.100*	200	550	16	<100	<100	<100
26-9-2017	3.750	2.850*	490	1.385*	10	<100	<100	<100
24-10-2017	1.200	890	157	453	13	<100	<100	<100
21-11-2017	1.047	753	133	393	17	<100	<100	<100
21-12-2017	1.100	840	150	287	15	<100	<100	<100

: maximale verwachte waarden uit tabel 3 van de vergunningsaanvraag

* : de gemeten concentratie overschrijdt de maximale verwachte waarde

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

MEG: Monoethyleen Glycol

DEG: Diethyleen Glycol

TEG: Triethyleen Glycol

Tabel 6: Maandelijks analyseresultaten (deel 3)

Datum	O ₂ (ppb)	Temperatuur (°C)	dissolved solids (mg/l)	suspended solids >5µm @ (mg/l)
<i>maximale verwachte waarde # →</i>	50	50	200.000	100
19-1-2017	<10	31,5	47.500	41,5
15-2-2017	<10	31,5	39.300	33,8
14-3-2017	<10	27,9	43.000	25,3
11-4-2017	<10	27,7	39.500	19,5
10-5-2017	<10	31,8	37.700	19
7-6-2017	<10	30	37.200	23,5
5-7-2017	<10	33,8	37.700	34,5
1-8-2017	<10	32	36.300	35
26-9-2017	<10	33	30.700	19,5
24-10-2017	<10	18,9	32.100	16
21-11-2017	<10	17,4	29.633	25,2
21-12-2017	<10	17,3	34.700	25,5

: maximale verwachte waarden uit tabel 3 van de vergunningsaanvraag

@: maandgemiddelde van wekelijks verrichte analyses

Constateringen ten aanzien van de kwaliteitsmetingen

Van nature aanwezige ionen

Gedurende het jaar is in het injectiewater een verlaging van de hoeveelheid ionen die van nature in het Schoonebeek formatiewater aanwezig zijn geobserveerd. Deze verlaging is het resultaat van het samengaan van het formatiewater met de productietoename van stoom.

Koolstofdioxide (CO₂)

De gemeten CO₂ concentratie was in de eerste maanden van 2017 regelmatig 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.

Tolueen

Evenals in voorgaande jaren ligt de tolueenconcentratie rond de verwachte maximumwaarde van 1.000 µg/l. Geregeld wordt deze waarde in beperkte mate overschreden. 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.

Xylenen

In september zijn verhoogde concentraties aan aromaten gemeten in het geïnjecteerde water. Naast overschrijding van het verwachte maximum voor tolueen is hetzelfde in deze maand aan de orde voor de concentratie aan xylenen. Deze verhoogde concentraties aan aromaten zijn naar verwachting het gevolg van schoonmaakwerkzaamheden die in september 2017 zijn uitgevoerd in de pijpleiding van Schoonebeek naar de injectielocaties.

In 2017 gebruikte hulpstoffen (voorschrift 2.2.1.d)

Tabel 7: Berekende maximale concentraties aan hulpstoffen in het injectiewater

Functie	Product	Gebruikte hoeveelheid (m3)	Concentratie injectiewater (mg/l)	Verwachte maximale Waarde (vergunning) (mg/l)	Verdeling naar de waterfase	Opmerking
Biocide	Bactron UCA495-G	1	1,0	2,4	100%	gebaseerd op de oplosbaarheid volgens het veiligheidsinformatieblad
Anti-corrosievloeistof	Corton CK941-G	48	49	200	100%	30% in olie en 70% in water maar rechtstreeks in de waterstroom geïnjecteerd
Emulsiebreker	Emulsotron X-8161	30	0,03	21	0,1%	berekend met verdelingscoëfficiënt gebaseerd op laboratoriumresultaten
Waterreiniger	CLEARTRON ZB625	Niet gebruikt	Niet gebruikt	100	0,1%	niet toegepast
Zwavelwaterstof-binder #	Sulfa-Check EC9386A	50	0,7	120	1,2%	berekend met verdelingscoëfficiënt gebaseerd op laboratoriumresultaten
	HSCV10229A	158,8	25		16%	berekend met verdelingscoëfficiënt gebaseerd op laboratoriumresultaten
Zuurstofbinder	OS19	Niet gebruikt	Niet gebruikt	50	100%	niet toegepast
Anti-schuimmiddel	Defoamer AF340	Niet gebruikt	Niet gebruikt	0,13	0,1%	Berekend met verdelingscoëfficiënt gebaseerd op laboratoriumresultaten.
Anti-bariumsulfaat aanslagvloeistof	Gypton SA3440	Niet gebruikt	Niet gebruikt	200	100%	niet toegepast

: 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 een 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 2011-2016.

ONDERDEEL 2: WATERINJECTIE PARAMETERS

INJECTIEPARAMETERS VOOR TWENTE INJECTIEPUTTEN EN -RESERVOIRS IN 2017

In de onderstaande tabellen worden voor iedere put en reservoir waarin in Twente in de diepe ondergrond water wordt geïnjecteerd de essentiële parameters injectiedruk, reservoirdruk², volume en debiet weergegeven. De parameters die zijn gemeten in 2017 (jaar 7) worden vergeleken met de meetresultaten van voorgaande jaren en met de data zoals deze zijn vastgelegd in het Waterinjectie Management Plan (kenmerk: EP201308203213) dat is bijgevoegd aan de vergunningsaanvraag. Merk op dat de tabel conform is zoals voorgesteld in het Concept Addendum Waterinjectie Management Plan (kenmerk: EP201504208558).

Momenteel is waterinjectie alleen mogelijk in de putten ROW-2, ROW-4, ROW-5 en ROW-7. De hierboven genoemde parameters zijn in de onderstaande tabellen gerapporteerd. De gemiddelde debiet in 2017 is voor de vier injectieputten die in operatie zijn genomen (ROW-2, ROW-4, ROW-5 en ROW-7) berekend vanaf het moment dat de waterinjectie weer is hervat op 17 september 2016.

Door de installatie van de FCP 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. In de genoemde putten is in de injectiebuis een plug geïnstalleerd, waardoor de toegang tot het injectiereservoir is afgesloten. Gevolg is dat in de onderstaande tabellen voor deze putten de actuele reservoirdruk (meting onderin de put is niet mogelijk), het injectiedebiet en de injectiedruk aan het oppervlak niet gerapporteerd zijn voor 2017.

Ten opzichte van het Waterinjectie Management Plan zijn geen afwijkingen geconstateerd.

² De actuele reservoirdruk wordt ieder jaar onderin elke 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.

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

Put naam TUM-1

	Voor aanvang gasproductie	Bij aanvang waterinjectie	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Uiteindelijke situatie
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Actuele pompdruk	bar		0-42	0-44	0-25	0-22	0-2	-**	-**					
Pompdruklimiet	bar		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				
Gemiddelde injectiedebiet	m³/d			131	111	15	1	31	-**	-**				
Verwachte maximale injectiedebiet	m³/d			346	339	323	304	281	249					
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.0466	0.0871	0.0925	0.0928	0.0977	0.0977	0.0977				
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.126	0.250	0.368	0.479	0.581	0.672	0.672				
Opslag capaciteit reservoir	mln m³		3.27											
Actuele vullingsgraad	%			1.4	2.7	2.8	2.8	3.0	3.0	3.0				
Verwachte uiteindelijke vullingsgraad	%			3.9	7.6	11.3	14.6	17.8	20.6	20.6				

* 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	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Uiteindelijke situatie
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Actuele pompdruk	bar			0-39	0-18	0-22	0-22	0-4	-*	-*				
Pompdruklimiet	bar			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				
Gemiddelde injectiedebiet	m³/d			28	51	4	4	16	-*	-*				
Verwachte maximale injectiedebiet	m³/d			109	106	100	92	84	71					
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.0098	0.0283	0.0299	0.0312	0.0338	0.0338	0.0338				
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.040	0.078	0.115	0.149	0.179	0.205	0.205				
Opslag capaciteit reservoir	mln m³		2.20											
Actuele vullingsgraad	%			0.4	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5				
Verwachte uiteindelijke vullingsgraad	%			1.8	3.6	5.2	6.8	8.1	9.3	9.3				

* 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	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Uiteindelijke situatie
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Actuele pompdruk	bar			0	0-2	0-2	0-2	0-2	-*	-*				
Pompdruklimiet	bar			61	61	61	61	61	61	62				
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				
Gemiddelde injectiedebiet	m³/d			75	113	19	80	89	-*	-*				
Verwachte maximale injectiedebiet	m³/d			178	168	150	123	80	80					
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.0266	0.0678	0.0747	0.1040	0.1182	0.1182	0.1182				
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.065	0.126	0.181	0.226	0.255	0.284	0.284				
Opslag capaciteit reservoir	mln m³		1.45											
Actuele vullingsgraad	%			1.8	4.7	5.2	7.2	8.2	8.2	8.2				
Verwachte uiteindelijke vullingsgraad	%			4.5	8.7	12.5	15.6	17.6	19.6	19.6				

* Geen water injectie sinds juni 2015

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

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

Put naam ROW-2

	Voor aanvang gasproductie	Bij aanvang waterinjectie	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Uiteindelijke situatie
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Actuele pompdruk	bar		0-9	0-6	0-11	0-11	0-11	0-9	0-9				
Pompdruklimiet	bar		115	115	115	115	115	115	115				
Actuele reservoir druk (@1240 mTVss)	bar	150	7	10	10	-	41	31	29	40			
Verwachte reservoirdruk aan einde injectiejaar	bar			7	7	8	9	9	10	11			
Gemiddelde injectiedebiet	m³/d			183	169	698	1469	1094	1138	1434			
Verwachte maximale injectiedebiet	m³/d			2000.0	2000	2000	2000	2000	2000	2000			
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.0653	0.1271	0.3819	0.9180	1.0920	1.2115	1.7350			
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.730	1.460	2.190	2.920	3.650	4.380	5.110			
Opslag capaciteit reservoir	mln m³		16.5										
Actuele vullingsgraad	%			0.4	0.8	2.3	5.6	6.6	7.3	10.5			
Verwachte uiteindelijke vullingsgraad	%			4.4	8.8	13.3	17.7	22.1	26.5	31.0			

Put naam ROW-3

	Voor aanvang gasproductie	Bij aanvang waterinjectie	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Uiteindelijke situatie
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Actuele pompdruk	bar			0-163	0-168	0-168	0-155	0-164	-*	-*			
Pompdruklimiet	bar			180	180	180	180	180	180	181			
Actuele reservoir druk (@1800 mTVss)	bar	199	71	109	122	142	-	119	-**	-**			
Verwachte reservoirdruk aan einde injectiejaar	bar			71	72	72	72	72	72	73			
Gemiddelde injectiedebiet	m³/d			42	26	28	15	26	-*	-*			
Verwachte maximale injectiedebiet	m³/d			1200	1200	1200	1500	1200	0				
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.0148	0.0242	0.0344	0.0399	0.0440	0.0440	0.0440			
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.438	0.876	1.314	1.862	2.300	2.300	2.300			
Opslag capaciteit reservoir	mln m³		2.8										
Actuele vullingsgraad	%			0.5	0.9	1.2	1.4	1.6	1.6	1.6			
Verwachte uiteindelijke vullingsgraad	%			15.6	31.3	46.9	66.5	82.1	82.1	82.1			

* Geen water injectie sinds juni 2015

** Geen meting mogelijk; put is op 26 februari gesuspenderd met E-plug op 1659 mAhtbf

Put naam ROW-4

	Voor aanvang gasproductie	Bij aanvang waterinjectie	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Uiteindelijke situatie
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Actuele pompdruk	bar			0-94	0-113	0-116	0-96	0-111	0-91	6-101			
Pompdruklimiet	bar			131	131	131	131	131	131	131			
Actuele reservoir druk (@1240 mTVss)	bar	150	8	47	37	-	58	37*	85	58.1			
Verwachte reservoirdruk aan einde injectiejaar	bar			8	8	9	9	9	9	9			
Gemiddelde injectiedebiet	m³/d			143	163	370	229	425	875	845			
Verwachte maximale injectiedebiet	m³/d			1741	1716	1665	1602	1514	1366	1123			
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.0508	0.1106	0.2457	0.3293	0.3969	0.4888	0.7120			
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m³			0.635	1.262	1.870	2.454	3.007	3.505	3.915			
Opslag capaciteit reservoir	mln m³		5.0										
Actuele vullingsgraad	%			1.0	2.2	4.9	6.5	7.9	9.7	14.2			
Verwachte uiteindelijke vullingsgraad	%			12.6	25.1	37.2	48.8	59.8	69.7	77.8			

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

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

Put naam ROW-5

	Voor aanvang gasproductie	Bij aanvang waterinjectie	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Uiteindelijke situatie
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Actuele pompdruk	bar		0	0-7	0-5	0-5	0-4	0-5	1-4				
Pompdruklimiet	bar		124	124	124	124	124	124	124				
Actuele reservoir druk (@1240 mTVss)	bar	150	6	8	9	9	17	20	20	23			
Verwachte reservoirdruk aan einde injectiejaar	bar			6	6	6	6	6	6	6			
Gemiddelde injectiedebiet	m ³ /d			116	237	173	376	592	401	617			
Verwachte maximale injectiedebiet	m ³ /d			700	700	700	700	500	500	500			
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m ³			0.0413	0.1282	0.1914	0.3285	0.4226	0.4647	0.6096			
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m ³			0.256	0.511	0.767	1.022	1.205	1.387	1.570			
Opslag capaciteit reservoir	mln m ³		16.9										
Actuele vullingsgraad	%			0.2	0.8	1.1	1.9	2.5	2.7	3.6			
Verwachte uiteindelijke vullingsgraad	%			1.5	3.0	4.5	6.0	7.1	8.2	9.3			

Put naam ROW-7

	Voor aanvang gasproductie	Bij aanvang waterinjectie	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Uiteindelijke situatie
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Actuele pompdruk	bar		0-11	0-10	0-10	0-10	0-10	0-8	0-8				
Pompdruklimiet	bar		119	119	119	119	119	119	119				
Actuele reservoir druk (@1240 mTVss)	bar	150	12	11	11	11	30	30	28	41			
Verwachte reservoirdruk aan einde injectiejaar	bar			13	14	16	19	20	21	22			
Gemiddelde injectiedebiet	m ³ /d			283	460	633	873	306	281	1064			
Verwachte maximale injectiedebiet	m ³ /d			1796	1562	693	0	0	0	0			
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m ³			0.1006	0.2688	0.4999	0.8184	0.8671	0.8966	0.9817			
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m ³			0.656	1.226	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479			
Opslag capaciteit reservoir	mln m ³		2.6										
Actuele vullingsgraad	%			3.9	10.3	19.2	31.5	33.4	34.5	37.8			
Verwachte uiteindelijke vullingsgraad	%			25.2	47.1	56.9	56.9	56.9	56.9	56.9			

Put naam ROW-9

	Voor aanvang gasproductie	Bij aanvang waterinjectie	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Uiteindelijke situatie
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Actuele pompdruk	bar		0-69	0-38	0-30	0-30	0-9	-*	-*				
Pompdruklimiet	bar		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			
Gemiddelde injectiedebiet	m ³ /d			174	406	398	209	244	-*	-*			
Verwachte maximale injectiedebiet	m ³ /d			1617	1505	1167	455	0	0	0			
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m ³			0.0618	0.2105	0.3557	0.4319	0.4707	0.4707	0.4707			
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m ³			0.590	1.140	1.565	1.732	1.732	1.732	1.732			
Opslag capaciteit reservoir	mln m ³		2.3										
Actuele vullingsgraad	%			2.7	9.2	15.5	18.8	20.5	20.5	20.5			
Verwachte uiteindelijke vullingsgraad	%			25.7	49.5	68.1	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

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

Put naam TUB-7

	Voor aanvang gasproductie	Bij aanvang waterinjectie	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Uiteindelijke situatie
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Actuele pompdruk	bar		0	0-13	0-13	0	0-5	-*	-*				
Pompdruklimiet	bar		139	139	139	139	139	139	139				
Actuele reservoir druk (@1600 mTVss)	bar	211	6	7	7	-	7	-**	-**				
Verwachte reservoirdruk aan einde injectiejaar	bar		6	6	7	7	7	7	8				
Gemiddelde injectiedebiet	m ³ /d		165	814	593	0	0	-*	-*				
Verwachte maximale injectiedebiet	m ³ /d		2000	2000	2000	2250	2500	2500					
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m ³		0.0586	0.3566	0.573	0.573	0.573	0.573	0.573				
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m ³		0.730	1.460	2.190	3.011	3.924	4.836	4.836				
Opslag capaciteit reservoir	mln m ³		6.0										
Actuele vullingsgraad	%		1.0	5.9	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	80.6				

* Geen water injectie sinds putonderzoek in april 2014

** Geen meting mogelijk; put is op 30 juni gesuspendeerd met E-plug op 1169 mAHTbf

Put naam TUB-10

	Voor aanvang gasproductie	Bij aanvang waterinjectie	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Jaar	Uiteindelijke situatie
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Actuele pompdruk	bar		0	0-15	0-18	0-14	0-13	-*	-*				
Pompdruklimiet	bar		150	150	150	150	150	150	151				
Actuele reservoir druk (@1600 mTVss)	bar	211	7	9	13	34	36	-**	-**				
Verwachte reservoirdruk aan einde injectiejaar	bar		6	7	7	7	8	8	9				
Gemiddelde injectiedebiet	m ³ /d		267	990	731	975	1011	-*	-*				
Verwachte maximale injectiedebiet	m ³ /d		2000	2000	2000	2000	2500	2500					
Cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m ³		0.0947	0.4561	0.7228	1.0785	1.2393	1.2393	1.2393				
Verwachte cumulatief geïnjecteerd volume aan einde injectiejaar	mln m ³		0.730	1.460	2.190	2.920	3.833	4.745	4.745				
Opslag capaciteit reservoir	mln m ³		6.72										
Actuele vullingsgraad	%		1.4	6.8	10.8	16.0	18.4	18.4	18.4				
Verwachte uiteindelijke vullingsgraad	%		10.9	21.7	32.6	43.5	57.0	70.6	70.6				

* Geen water injectie sinds juni 2015

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

Bijlage 1

Overzichtstabel kwaliteit injectiewater Twente 2017. Gemiddelden op basis van de analyses op OBI.

Parameter	Eenheid	Verwachte maximale waarde (vergunning)	Gemiddelde gemeten waarde 2017
pH (eenheden)	-	4 – 9	6,3
Temperatuur	°C	50	21
Total Dissolved Solids	mg/l	200.000	37.000
Total Suspended Solids	mg/l	100	21
Natrium (Na ⁺)	mg/l	40.000	10.000
Magnesium (Mg ²⁺)	mg/l	2.500	350
Barium (Ba ²⁺)	mg/l	250	15
Arseen (As)	mg/l	0,025	0,012
Kwik (Hg)	mg/l	0,005	0,0004
Zwavelwaterstof (H ₂ S) ¹	mg/l	15	3,7
IJzer (totaal Fe ²⁺ en Fe ³⁺)	mg/l	50	9,0
Kalium (K ⁺)	mg/l	1.000	140
Strontium (Sr ²⁺)	mg/l	2.500	210
Chloride (Cl ⁻)	mg/l	90.000	19.000
Sulfaat (SO ₄ ²⁻)	mg/l	50	13
Bicarbonaat (HCO ₃ ⁻)	mg/l	1.000	380
Koolstofdioxide (CO ₂) ³	mg/l	500	405
Zuurstof (O ₂)	mg/l	0,05	<0,01
Olie en vetten	mg/l	100	12
Cadmium (Cd)	mg/l	0,25	<0,001
Koper (Cu)	mg/l	1	<0,01
Monoethylene Glycol (MEG)	mg/l	750	<200
Diethylene Glycol (DEG)	mg/l	750	<200
Triethylene Glycol (TEG)	mg/l	750	<200
Ethylbenzeen (C ₈ H ₁₀)	mg/l	0,5	0,2
Tolueen (C ₆ H ₅ CH ₃)	mg/l	1	0,8
Waterreiniger ²	mg/l	100	niet gebruikt
Zuurstofbinder ²	mg/l	50	niet gebruikt
Anti-schuimmiddel ²	mg/l	0,13	niet gebruikt
Chroom (Cr)	mg/l	0,25	0,0022
Benzeen (C ₆ H ₆)	mg/l	5	1,4
Lood (Pb)	mg/l	2	0,011
Nikkel (Ni)	mg/l	0,5	0,017
Zink (Zn)	mg/l	7,5	0,02
pH- regelaar ²	mg/l	0,28	niet aanwezig in injectiewater
Biocide ²	mg/l	2,4	1,0
Anti-aanslagvloeistof ²	mg/l	0,24	niet aanwezig in injectiewater
Anti-bariumsulfaataanslagvloeistof ²	mg/l	200	niet gebruikt
Calcium (Ca ²⁺)	mg/l	8.000	1.700
Xylenen (C ₆ H ₄ C ₂ H ₆)	mg/l	1	0,43
Zuurstofbinder ²	mg/l	50	niet aanwezig in injectiewater
Anti-corrosievloeistof ²	mg/l	200	49
Zwavelwaterstofbinder ²	mg/l	120	25,8
Emulsiebreker ²	mg/l	21	0,03

¹ Gemeten sulfide gehalte omgerekend naar H₂S.² Mijnbouwhulpstoffen (in blauwe rijen) zijn uitgedrukt in milligram geïnjecteerd per liter injectiewater³ Sinds mei 2017 wordt een andere (betere) analysemethode gehanteerd voor CO₂

De tabel geeft een overzicht van alle parameters die gemeten dienen te worden volgens de geldende waterinjectievergunningen. De weergegeven waardes zijn de gemiddelden van de metingen in 2017. De stoffen die van natura voorkomen in het Schoonebeker oliereservoir zijn weergegeven in groen. De hulpstoffen zijn weergegeven in blauw.

