

RAPPORT

Waterinjectie Twentevelden

Update 2018

Klant: NAM B.V.

Referentie: BF5299IBRP1812030925

Status: 0.2/Finale versie

Datum: 21 december 2018

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Chopinlaan 12
9722 KE GRONINGEN
Industry & Buildings
Trade register number: 56515154

+31 88 348 53 00 **T**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Waterinjectie Twentevelden

Ondertitel: Waterinjectie Twentevelden 2018
Referentie: BF5299IBRP1812030925
Status: 0.2/Finale versie
Datum: 21 december 2018
Projectnaam: NAM Waterinjectie
Projectnummer: BF5299
Auteur(s): Evert Holleman

Opgesteld door: Evert Holleman

Gecontroleerd door: Jan Appelman

Datum/Initialen: 14-12-2018 / ETH

Goedgekeurd door: Jan Appelman

Datum/Initialen: 14-12-2018 / JA

Classificatie

Projectgerelateerd



Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and OHSAS 18001:2007.

Inhoud

1	Inleiding	1
2	Overzicht waterinjectie Twentevelden	2
3	Overzicht zuiveringstechnieken	6

1 Inleiding

NAM produceert sinds 2011 olie bij Schoonebeek, waarbij het meegeproduceerde (productie)water wordt afgevoerd naar de zogenaamde Twentevelden. Daar wordt het productiewater geïnjecteerd in grotendeels leeggeproduceerde gasvelden. Onderdeel van de waterinjectievergunning is een verplichting om iedere 6 jaar na te gaan of waterinjectie nog steeds de meest effectieve wijze is om het meegeproduceerde productiewater te verwijderen.

In 2016 heeft NAM deze herafweging laten uitvoeren. Uit het eindrapport blijkt dat waterinjectie nog steeds de meest geschikte verwerkingsmethode is. Alhoewel de zuiveringsvarianten interessante mogelijkheden vormen, geldt dat deze nog niet voldoende ontwikkeld zijn en het energieverbruik te groot is. Op basis van deze bevindingen is de waterinjectie voortgezet. Vanwege praktische omstandigheden vindt waterinjectie nu plaats met beperking van de hoeveelheid te injecteren productiewater en van het aantal gasvelden, waarin injectie plaatsvindt.

Volgens de cyclus van 6 jaar staat de volgende herafweging gepland in 2022. NAM vindt het van belang alle betrokken partijen tevens in de tussenliggende periode van informatie te voorzien. Dat is het doel van deze notitie, waarin een overzicht wordt gegeven van de daadwerkelijke waterinjectie sinds 2016. Aangezien de herafweging veel aandacht heeft besteed aan mogelijke ontwikkelingen op het gebied van waterzuivering, geeft deze notitie tevens een overzicht van de nieuwe ontwikkelingen die zich de afgelopen jaren hebben voorgedaan op het gebied van waterzuivering.

Deze notitie is opgesteld door Royal HaskoningDHV op verzoek van NAM. In hoofdstuk 2 wordt beschreven hoeveel waterinjectie heeft plaatsgevonden en met welke samenstelling. In hoofdstuk 3 wordt een beknopt overzicht gegeven van nieuwe ontwikkelingen op het gebied van waterzuivering, die op termijn van invloed kunnen zijn op de keuze bij de verwerking van het productiewater uit de oliewinning Schoonebeek.

2 Overzicht waterinjectie Twentevelden

De waterinjectie is tijdelijk stilgelegd in 2015 en 2016 ten gevolge van een lekkage in de transportleiding vanaf Schoonebeek naar de Twentevelden. Hierdoor heeft in de periode van juni 2015 tot september 2016 geen waterinjectie plaatsgevonden. Vanaf september 2016 is de oliewinning weer opgestart en de waterinjectie hervat, maar uitsluitend in de Rossum Weerselo reservoirs. In de voormalige gasvelden van Tubbergen en Tubbergen- Mander heeft vanaf september 2016 geen waterinjectie meer plaatsgevonden. Doordat de 18 inch transportleiding middels een kleinere 8 inch pijp-in-pijp constructie is gerepareerd, is momenteel het debiet per dag verkleind tot circa 3.000 m³.

NAM rapporteert jaarlijks aan het bevoegd gezag (Staatstoezicht op de Mijnen) de hoeveelheid geïnjecteerd productiewater en de samenstelling van het water, zoals wordt voorgeschreven in de geldende vergunningen. Het bevoegd gezag controleert of de hoeveelheden binnen de vergunde waarden blijven en of de samenstelling voldoet aan de gestelde criteria.

Onderstaande gegevens zijn gebaseerd op informatie uit de rapportage “Waterinjectie Twente 2017”¹. Hierin is een overzicht gegeven van hoeveelheid en samenstelling van het injectiewater voor de velden Tubbergen (TUB7), Tubbergen Mander (TUM1, TUM2) en Rossum Weerselo (ROW2, ROW3, ROW5, ROW6).

Hoeveelheid geïnjecteerd water

Sinds september 2016 vindt waterinjectie alleen plaats in de velden van Rossum-Weerselo. In de gasvelden Tubbergen en Tubbergen-Mander vindt geen waterinjectie meer plaats. Tabel 1 geeft een overzicht van de waterinjectie sinds 2013 per injectielocatie. Daarbij wordt tevens aangegeven hoeveel er cumulatief is opgeslagen en de maximaal vergunde hoeveelheid te injecteren water.

In 2013 is circa 1.336.000 m³ productiewater geïnjecteerd, wat neer komt op gemiddeld 3.660 m³ per dag. In 2014 is de hoeveelheid enigszins gestegen tot 1.544.000 m³, overeenkomstig met gemiddeld 4.230 m³ per dag. In 2015 en 2016 heeft de productie gedeeltelijk stilgelegen waardoor aanzienlijk minder waterinjectie heeft plaatsgevonden (610.000 m³ en 283.000 m³). In 2017 heeft het gehele jaar waterinjectie plaatsgevonden met de aangepaste transportleiding en uitsluitend in het Rossum-Weerselo veld. In totaal is 977.000 m³ geïnjecteerd, wat neer komt op gemiddeld circa 2.677 m³ per dag.

In 2017 heeft zodoende alleen waterinjectie plaatsgevonden bij de Rossum-Weerselo locaties. Hierbij is gebruik gemaakt van drie van de vier injectielocaties, bij ROW2, ROW3 en ROW5. In totaal heeft NAM sinds 2011 bij de Rossum Weerselo locaties ruim circa 4,1 miljoen m³ productiewater geïnjecteerd. Er is voor deze locaties in totaal circa 33,5 miljoen m³ vergund, zodat de hoeveelheid geïnjecteerd productiewater nog ruim binnen de vergunde hoeveelheid blijft.

Tabel 1 geeft tevens aan dat de cumulatieve hoeveelheid waterinjectie voor alle locaties nog ruim binnen de totale vergunde hoeveelheid blijft.

¹ Rapportage tbv Wet Milieubeheer vergunning en ontheffing in het kader van het Lozingsbesluit

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

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

Tabel 1. Overzicht waterinjectiehoeveelheden, per injectieput (boven) en per locatie (onder). (bron: rapportage NAM 2017).

Samenstelling geïnjecteerd water

De samenstelling van het injectiewater wordt bepaald door de waterkwaliteit van het productiewater met daarbij de toegevoegde mijnbouw hulpstoffen. De meting vindt plaats nadat het productiewater de oliebehandelingsinstallatie (OBI) in Schoonebeek heeft verlaten en via de transportleiding naar de waterinjectielocaties gaat. Er wordt gerapporteerd over een standaard set van parameters, zoals voorgeschreven in de vergunning.

In de loop van de jaren is de waterkwaliteit van het productiewater (binnen de grenzen van de verleende vergunningen) veranderd, doordat steeds meer geïnjecteerd stoom de onttrekkingsputten bereikt. Hierdoor vindt een verdunning plaats en daarmee afname van concentraties. Dit blijkt duidelijk uit het chloridegehalte, dat gedurende 2017 is afgenomen van 26.000 mg/l naar 17.000 mg/l halverwege 2017. In de tweede helft van 2017 varieert het chloridegehalte tussen 15.000 en 19.000 mg/l.

De rapportage meldt dat de maximale verwachte waarde voor H₂S 15 mg/l bedraagt. 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.

De gemeten waarden blijven onder de verwachte waarden in de vergunning, met uitzondering van:

- CO₂ dat incidenteel hogere waarden geeft. De verwachte waarde bedraagt hier 500 mg/l, waarbij de gemeten waarden in de bandbreedte voorkomen van 280 tot 880 mg/l. De verdeling van CO₂ over de water- en gasfase in het productiesysteem is afhankelijk van de CO₂-concentratie in het meegeproduceerde gas uit het oliereservoir, de temperatuur, de druk, de pH en de verblijftijd in het productiesysteem. Als gevolg hiervan fluctueren de CO₂-concentraties in het injectiewater.
- Xylenen, waarvoor de waarde ruim onder de verwachte 1.000 µg/l blijft, met uitzondering van één meting er boven (1.385 µg/l). In september zijn verhoogde concentraties aan aromaten gemeten in het geïnjecteerde water. Naast overschrijding van het verwachte maximum voor toluen 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.
- Toluën, waarvoor meerdere waarnemingen boven de verwachte waarde van 1.000 µg/l komen. De verdeling van toluen over de water-, gas- en oliefase in het productiesysteem hangt af van de toluenconcentraties, het zoutgehalte, de temperatuur, de druk en de verblijftijd in het systeem en is daarmee moeilijk te voorspellen.

In het jaarverslag meldt NAM hierover:

Voor elke component geldt dat de maximale verwachte concentraties en de gemeten concentraties beduidend onder de Eural (=Europese afvalstoffenlijst) limiet liggen. In het uitgebreide jaarrapport is voor toluen en koolstofdioxide, die van nature in de ondergrond van Schoonebeek voorkomen, soms een afwijking gemeten in vergelijking met wat van te voren verwacht was. Echter de gemeten waarden van deze stoffen blijven ook hier ruim binnen de Eural-limiet (zie bijgevoegde tabel voor vergelijking). Op basis van de Eural-toetsing wordt het injectiewater (inclusief de mijnbouwhulpstoffen) aangemerkt als een 'niet gevaarlijke afvalstof'. Als vrijwillige aanvulling op de EURAL-toetsing heeft NAM tevens een toetsing laten uitvoeren aan de Europese Verordening voor de classificatie van stoffen, de CLP Verordening (1272/2008/EG). Deze Europese Verordening deelt het injectiewater ook niet in als gevaarlijk.

In tabel 2 is een overzicht gegeven van de gehanteerde mijnbouwhulpstoffen en de vastgestelde concentraties.

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

Tabel 2. Overzicht mijnbouwhulpstoffen. (bron: Rapportage NAM 2017)

Uit het overzicht blijkt dat ter bescherming van de transportleiding en injectieputten biocide en anti-corrosievloeistof worden toegepast. De concentraties zijn ruim 50% lager dan de maximaal verwachte waarde.

In het injectiewater komen restanten voor van emulsiebreker en zwavelwaterstofbinder, die worden gebruikt om de productieputten en de transportleidingen van Schoonebeek te beschermen en om de oliebehandelingsinstallatie te optimaliseren. De gehalten van alle gebruikte mijnbouwhulpstoffen vallen binnen de vergunde limieten.

3 Overzicht zuiveringstechnieken

In het kader van de 6-jaarlijkse herafweging om te kijken of injectie van het productiewater van Schoonebeek nog steeds als beste methode kan worden beschouwd, heeft Royal HaskoningDHV in 2016 het rapport “Overzicht van technologieën voor waterzuivering” (BD9591R01-I&I-JS; 01/Finale versie 9 december 2016) opgesteld.

Bij de herafweging zijn meerdere mogelijkheden voor de verwerking van productiewater met elkaar vergeleken. Hierbij is onder meer gekeken naar benodigde energie, vereiste chemicaliën en resterende afvalproducten. Als meest kansrijke opties zijn daarbij waterinjectie en waterzuivering naar voren gekomen. Beide opties zijn nader uitgewerkt, met centraal de vraag of er een zuiveringsvariant beschikbaar is, of in de nabije toekomst beschikbaar komt, die beter scoort dan waterinjectie.

Hiervoor zijn 3 varianten van het alternatief “zuivering en lozing, zonder injectie” uitgewerkt:

- Een proces op basis van de bewezen technologie van Mechanical Vapour Recompression;
- Een proces op basis van de DyVaR-technologie van de firma Saltech;
- Een proces op basis van keramische membranen gevolgd door elektrolyse (CMF-ED) voorgesteld door TU Delft.

Het centrale probleem bij de zuivering van productiewater is het vergaand scheiden van opgeloste zouten en water, vooral omdat deze scheiding veel (verontreinigd) zout oplevert. Hiervoor bestaat vooralsnog geen bruikbare toepassing (ook niet als strooizout, zoals Rijkswaterstaat heeft laten weten). De zuivering is milieukundig minder gewenst omdat het veel energie vergt. Daarnaast vergt dit proces specifieke zuiveringschemicaliën, waarvan productie en gebruik niet milieuvriendelijk is.

Dit heeft in 2016 geleid tot de constatering dat er geen waterzuiveringsmechanismen beschikbaar zijn, of in de nabije toekomst beschikbaar komen, die beter zullen scoren dan waterinjectie.

Ontwikkelingen op het gebied van zoutwaterzuivering

De vraag is nu of er in 2018 nieuwe zuiveringstechnieken in ontwikkeling zijn, die mogelijk op termijn leiden tot een betere vorm van verwerking van productiewater bij de oliewinning Schoonebeek.

Waar worden nieuwe technieken ontwikkeld?

Vooralsnog in gebieden waarin sprake is van waterschaarste is er behoefte aan verbeterde technieken voor scheiding van zouten en water. Dit speelt bijvoorbeeld in het Zuidwesten van de Verenigde Staten. Daar stijgt het zoutgehalte in het beschikbare zoete water (vooral in het stroomgebied van de Colorado River). Drinkwaterbedrijven willen daar water ontzouten, maar anders dan bij zeewaterontzouting langs de kust is het niet acceptabel om de geconcentreerde zoute afvalwaterstroom te lozen. Men zoekt daarom naar “Zero Liquid Discharge for Inland Desalination”: ontzouting zonder afvalwaterstroom.

Andere partijen die met een vergelijkbaar probleem kampen zijn mijnen in Chili en Zuid-Afrika. Het drainagewater dat vrijkomt, bevat hoge concentraties zouten, vooral sulfaten. Lozing daarvan op rivieren na verwijdering van alleen de zwevende verontreinigingen is niet acceptabel, omdat dit water benedenstrooms als bron voor drinkwater en irrigatiewater wordt gebruikt. Ook daar is behoefte aan ontzouting zonder afvalwaterstroom.

Een belangrijke nieuwe ontwikkeling op dit gebied is het MaxH₂O-proces van IDE. In dit proces wordt het concentraat van een ontzoutingsmembraan door een kristallisatiereactor geleid. In deze reactor

kristalliseert de oververzadigde fractie van de scalende zouten, waarna het effluent van de kristallisatiereactor kan worden teruggevoerd naar het ontzoutingsmembraan. Dit proces is nu in de demonstratiefase en zou op termijn van belang kunnen zijn om het productiewater van Schoonebeek goedkoper te kunnen zuiveren.

Verdere ontwikkeling van de DyVaR-technologie

Royal HaskoningDHV heeft van Salttech vernomen dat de Dyvar technologie voor verwijdering van zouten door efficiënte indamptechnologie verder wordt ontwikkeld, zodat de verwaarding van de afgescheiden zouten mogelijk wordt. Hiervoor wordt onderzoek gedaan met 2-traps afscheiding zodat splitsing in waardevollere en minder waardevolle zouten mogelijk wordt. Ook optimalisatie door onderzoek naar de variatie in kristal grootte van de zouten is gaande. Dit biedt voor verschillen soorten zout water een verbeterde oplossing.

Verdere ontwikkeling van de CMF-ED-technologie

Wereldwijd zijn op verschillende locaties tests uitgevoerd aan behandeling van productiewater met keramische membraanfiltratie. De resultaten van deze tests waren zeer verschillend. Er is nog onvoldoende begrip van de precieze werking om een succesvolle toepassing op het productiewater van Schoonebeek te kunnen garanderen.

Conclusie ten aanzien van de afweging zuiveringstechnieken

Vooralsnog is er nog geen techniek, die op dit moment of in de directe toekomst tot een andere afweging zal leiden voor de verwerking van het Schoonebeek-productiewater. Het injecteren van productiewater, dat vrijkomt bij de olieproductie in Schoonebeek, in lege gasvelden is daarmee nog steeds de meest geschikte verwijderingsmethode.

Het is de bedoeling deze tussentijdse marktverkenning over twee jaar te herhalen in 2020, alvorens opnieuw een formele zesjarige herafweging wordt uitgevoerd in 2022 conform de geldende vergunningen.