

Notitie / Memo

**HaskoningDHV Nederland B.V.
Industry & Buildings**

Aan: Vermilion Energy Netherlands B.V.
Van: Royal HaskoningDHV
Datum: 28 februari 2022
Kopie:
Ons kenmerk: BH2117IBNT2202070905
Classificatie: Projectgerelateerd

Onderwerp: Indicatie benzeenemissie vanuit productiewatertanks Vermilion - generiek

1 Inleiding

Het geologisch poreus gesteente in de diepe ondergrond, waaruit gas gewonnen wordt, bevat ook water (formatiewater). Bij het winnen van het gas, op de productielocaties, komt dit water mee naar de oppervlakte en wordt het op deze locaties in de separatoren afgescheiden van de gasstroom. Het meegeproduceerde water bestaat dan uit formatiewater, sporen aardgascondensaat en incidenteel sporen methanol en/of corrosie bescherming. Dit bij elkaar wordt productiewater genoemd. De hoeveelheid meegeproduceerd water hangt af van de gasvoerende laag en de hoeveelheid gas die aanwezig is. Over het algemeen wordt meer formatiewater meegeproduceerd naarmate de hoeveelheid gas in de ondergrond van de betreffende gaswinningsput afneemt en de gaswinningsput ouder is. Op de productielocaties van Vermilion wordt het afgescheiden productiewater opgevangen en opgeslagen in bovengrondse, en op een enkele locatie ondergrondse, tank met een ontluchting en regelmatig, afhankelijk van de hoeveelheid vaker of minder vaak, geleegd en afgevoerd naar een verwerker of een waterinjectie locatie.

Gaswinning is een continu proces waardoor ook het afscheiden van het productiewater en het vullen van de opslagtank met productiewater continu doorgaat. Door het continu vullen van de tank treedt via de ontluchting uitdamping (emissie) op door verdrijving van lucht uit de tank (verdrijvingsverlies).

In deze emissie bevinden zich koolwaterstofverbindingen, waaronder benzeen. Benzeen is volgens de Europese gevaarsindeling geclassificeerd als een Zeer Zorgwekkende stof (ZZS). Aardgas bestaat voor het grootste deel uit methaan maar bevat daarnaast van nature diverse andere componenten, waaronder een geringe hoeveelheid benzeen.

Bedrijven die ZZS stoffen naar de lucht emitteren (uitstoot), zijn verplicht om te proberen deze emissie te voorkomen. Als dat niet mogelijk is, dan moet het bedrijf de emissie tot een minimum beperken.

Voorliggende notitie omvat een generieke indicatie van benzeenemissie op productielocaties¹ van Vermilion uit opslagtanks voor productiewater in relatie tot wet- en regelgeving.

Het betreft een berekening die is gebaseerd op worst-case aannames, zodat dit memo generiek voor meerdere locaties kan worden toegepast. In deze worst case wordt uitgegaan van een productie van maximaal 300 m³ productiewater per dag en een opslagcapaciteit van 200 m³ die dagelijks wordt geleegd met tankwagens. In werkelijkheid zal de hoeveelheid productiewater per dag op een willekeurige productielocatie veel lager liggen en is de opslagcapaciteit op productielocaties lager waardoor sprake is van minder verdrijvingsverlies.

¹ Locaties van Vermilion in Nederland waar gas wordt gewonnen.

Hoofdstuk 2 bevat een berekening van de benzeenemissie bij 20 °C uitdamping en hoofdstuk 3 bij 30 °C uitdamping. Bij 30 °C kan meer benzeen uit het productiewater verdampen.

In hoofdstuk 4 is de conclusie opgenomen. Bijlage 1 bevat een aantal meetrapportages van Vermilion naar concentraties benzeen in productiewater. Bijlage 2 bevat een overzicht met meetresultaten in productiewater, uitgevoerd op verschillende productielocaties van Vermilion.

2 Emissievracht berekening en toetsing bij 20 °C

2.1 Berekeningswijze

Vermilion heeft meetgegevens (zie bijlage 1) ter beschikking gesteld die door RHDHV zijn geïnventariseerd en gelet op BTEXN in een tabel in bijlage 2 zijn weergegeven. Op basis van het hoogst gemeten benzeengehalte in de reeks (0,012 vol %) is er voor gekozen om als rekenwaarde voor het benzeengehalte in productiewater uit te gaan van 0,01 vol %. Bij op- en overslag van benzeenhoudend productiewater treedt tijdens het vullen van de productiewatertanks verdringingsemisatie op wat als emissiebron wordt geïdentificeerd.

De verzadigde dampspanning van benzeen is berekend met Antoines vergelijking en de stofafhankelijke constanten zoals opgenomen in Bijlage A1 Dampspanning van zuivere vloeistoffen en vloeistofmengsels uit 'Diffuse emissies en emissies bij op- en overslag'².

$$P = 0,1333 \cdot 10^{(A - B/(T+C))}$$

Waarin:

P	=	dampspanning [kPa]
A	=	stofafhankelijke constante = 6,905
B	=	stofafhankelijke constante = 1.211,033 [°C]
C	=	stofafhankelijke constante = 220,79 [°C]
T	=	temperatuur [°C]

Hieruit volgt dat de verzadigde dampspanning van benzeen 10,0 kPa bij 20 °C is.

Het maximale benzeengehalte in het productiewater bedraagt 0,01 vol %. De molfractie van benzeen in de vloeistoffase is in tabel 1 vastgesteld.

Tabel 1 Bepaling molfractie benzeen in water

Water	Gehalte [Vol %]	Hoeveelheid [liter/m ³]	Dichtheid [gram/liter]	Molmassa [g/mol]	Mol [kmol]	Molfractie [-]
Productiewater	99,99	999,9	1.000 ³	18	55,55000	0,9999798
Benzeen	0,01	0,1	876	78	0,00112	0,0000202

Met de Wet van Raoult is de partiële druk van benzeen in de dampfase berekend, volgens onderstaande formule:

² Diffuse emissies en emissies bij op- en overslag Handboek emissiefactoren, Rapportagereeks MilieuMonitor, Nummer 14, maart 2004

³ Gezien de variatie in samenstelling van productiewater kan de dichtheid (zie analyses in bijlage 1) ook variëren. De benzeenemissieberekening is als worst case berekend waardoor enige variatie in de dichtheid geen effect heeft op de conclusie. De jaaremmissie blijft lager dan de vrijstellingsgrens die genoemd is in artikel 2.6 Abm (voor benzeen als MVP2 stof 1,25 kg/jaar).

$$P_1 = x_1 \cdot P^{s_1}$$

Waarin:

- P_1 = partiële druk van benzeen in dampfase
 P^{s_1} = verzadigde dampspanning = 10,0 kPa bij 20 °C
 x_1 = molfractie van benzeen in vloeistoffase

De partiële druk van benzeen in de dampfase is, uitgaande van een molfractie van 0,0000202 van benzeen in de vloeistoffase, gelijk aan $10,0 \cdot 0,0000202 = 0,000202$ kPa bij 20 °C.

2.2 Berekening

Met behulp van de vergelijking kan het beladingsverlies worden berekend. De doorzetfactor (Kt) kan worden berekend aan de hand van de turnover (N). Deze bedraagt $300 \text{ m}^3/\text{dag} \cdot 365 = 109.500 \text{ m}^3/\text{jaar} / 200 \text{ m}^3$ (inhoud productiewatertank) = 547,5. De Kt factor wordt dan berekend op 0,22⁴. Op basis van $12,5 \text{ m}^3/\text{uur}$ (300 m^3 per dag (=300/24)) bedraagt het verdrijvingsverlies 0,00001792 kg per uur. Dit komt overeen met 0,018 gram per uur.

2.3 Toetsing

Uit de berekening blijkt dat de benzeen-emissievracht ten gevolge van ontluchtingen van de productiewatertanks bij 300 m^3 productiewater per dag circa 0,018 gram per uur bedraagt. Dit is geen overschrijding van de grensmassastroom van 2,5 gram per uur volgens artikel 2.5 van het Activiteitenbesluit milieubeheer. Daarnaast is de jaaremissie $0,00001792 \text{ kg per uur} \cdot 8.760 = 0,16 \text{ kg}$ per jaar wat betekent dat deze lager is dan de vrijstellingsgrens die genoemd is in artikel 2.6 Abm (voor benzeen als MVP2 stof 1,25 kg/jaar). Dit betekent dat deze emissiebron niet in het voorzieningenniveau hoeft te worden meegenomen (er hoeven dan geen verdere investeringen gedaan te worden om deze emissie verder te reduceren). Maar de minimalisatieverplichting (artikel 2.4) blijft van toepassing, hetgeen betekent dat een onderzoeksverplichting voor de reductie van de emissie bestaat. Deze moet om de 5 jaar gerapporteerd worden tenzij het Bevoegd gezag op voorhand heeft gezegd dat een onderzoek naar minimalisatie niet nodig is gezien de geringe emissie.

⁴ Zie voor formule: Diffuse emissies en emissies bij op- en overslag Handboek emissiefactoren, Rapportagereeks MilieuMonitor, Nummer 14, maart 2004, paragraaf 4.2.2.

3 Emissievracht berekening en toetsing bij 30 °C

3.1 Berekeningswijze

Vermilion heeft meetgegevens (zie bijlage 1) ter beschikking gesteld die door RHDHV zijn geïnventariseerd en gelet op BTEXN in een tabel in bijlage 2 zijn weergegeven. Op basis van het hoogst gemeten benzeengehalte in de reeks (0,012 vol %) is er voor gekozen om als rekenwaarde voor het benzeengehalte in productiewater uit te gaan van 0,01 vol %. Bij op- en overslag van benzeenhoudend productiewater treedt tijdens het vullen van de productiewatertanks verdringingsemisatie op wat als emissiebron wordt geïdentificeerd.

De verzadigde dampspanning van benzeen is berekend met Antoin's vergelijking en de stofafhankelijke constanten zoals opgenomen in Bijlage A1 Dampspanning van zuivere vloeistoffen en vloeistofmengsels uit 'Diffuse emissies en emissies bij op- en overslag'⁵.

$$P = 0,1333 \cdot 10^{(A - B/(T+C))}$$

Waarin:

P	=	dampspanning [kPa]
A	=	stofafhankelijke constante = 6,905
B	=	stofafhankelijke constante = 1.211,033
C	=	stofafhankelijke constante = 220,79
T	=	temperatuur [°C]

Hieruit volgt dat de verzadigde dampspanning van benzeen 15,88 kPa bij 30 °C is.

Het maximale benzeengehalte in het productiewater bedraagt 0,01 vol %. De molfractie van benzeen in de vloeistoffase is in tabel 3 vastgesteld.

Tabel 3 Bepaling molfractie benzeen in water

Water	Gehalte [Vol %]	Hoeveelheid [liter/m³]	Dichtheid [gram/liter]	Molmassa [g/mol]	Mol [kmol]	Molfractie [-]
Productiewater	99,99	999,9	1000 ⁶	18	55,55000	0,9999798
Benzeen	0,01	0,1	876	78	0,00112	0,0000202

Met de Wet van Raoult is de partiële druk van benzeen in de dampfase berekend, volgens onderstaande formule:

$$P_1 = x_1 \cdot P^{s_1}$$

Waarin:

P ₁	=	partiële druk van benzeen in dampfase
P ^{s₁}	=	verzadigde dampspanning = 10,0 kPa bij 20 °C
x ₁	=	molfractie van benzeen in vloeistoffase

⁵ Diffuse emissies en emissies bij op- en overslag Handboek emissiefactoren, Rapportagereeks MilieuMonitor, Nummer 14, maart 2004

⁶ Gezien de variatie in samenstelling van productiewater kan de dichtheid (zie analyses in bijlage 1) ook variëren. De benzeenemissieberekening is als worst case berekend waardoor enige variatie in de dichtheid geen effect heeft op de conclusie. De jaaremisse blijft lager dan de vrijstellingsgrens die genoemd is in artikel 2.6 Abm (voor benzeen als MVP2 stof 1,25 kg/jaar).

De partiële druk van benzeen in de dampfase is, uitgaande van een molfractie van 0,0000202 van benzeen in de vloeistoffase, gelijk aan $15,88 \times 0,0000202 = 0,000320$ kPa bij 30 °C.

3.2 Berekening

Met behulp van de vergelijking kan het beladingsverlies worden berekend. De doorzetfactor (Kt) kan worden berekend aan de hand van de turnover (N). Deze bedraagt $300 \text{ m}^3/\text{dag} \times 365 = 109.500 \text{ m}^3/\text{jaar} / 200 \text{ m}^3$ (inhoud productiewatertank) = 547,5. De Kt factor wordt dan berekend op 0,22⁷. Op basis van $12,5 \text{ m}^3/\text{uur}$ (300 m^3 per dag ($300/24$)) bedraagt het verdrijvingsverlies 0,000028 kg per uur. Dit komt overeen met 0,028 gram per uur.

3.3 Toetsing

Uit de berekening blijkt dat de benzeen-emissievracht ten gevolge van ontluchtingen van de productiewatertanks bij 300 m^3 productiewater per dag circa 0,028 gram per uur bedraagt. Dit is geen overschrijding van de grensmassastroom van 2,5 gram per uur volgens artikel 2.5 van het Activiteitenbesluit milieubeheer. Daarnaast is de jaaremissie $0,000028 \text{ kg per uur} \times 8.760 = 0,25 \text{ kg per jaar}$ wat betekent dat deze lager is dan de vrijstellingsgrens die genoemd is in artikel 2.6 Abm (voor benzeen als MVP2 stof 1,25 kg/jaar). Dit betekent dat deze emissiebron niet in het voorzieningenniveau hoeft worden meegenomen (er hoeven dan geen verdere investeringen gedaan te worden om deze emissie verder te reduceren). Maar de minimalisatieverplichting (artikel 2.4) blijft van toepassing, hetgeen betekent dat een onderzoeksverplichting voor de reductie van de emissie bestaat. Deze moet om de 5 jaar gerapporteerd worden tenzij het Bevoegd gezag op voorhand heeft gezegd dat een onderzoek naar minimalisatie niet nodig is gezien de geringe emissie.

4 Conclusie

Uit de berekeningen blijkt dat de benzeen-emissievracht door uitdamping ten gevolge van ontluchting van de productiewatertanks, bij 300 m^3 productiewater per dag circa 0,018 gram per uur bedraagt bij 20 °C en circa 0,028 gram per uur bij 30 °C bedraagt. Dit blijft ver onder de grensmassastroom van 2,5 gram per uur volgens artikel 2.5 van het Activiteitenbesluit milieubeheer. Minimalisatieverplichting blijft echter ook onder deze grenswaarde bestaan, maar omdat de emissie dermate laag is hoeft deze niet in het voorzieningenniveau te worden meegenomen en hoeven geen investeringen te worden gedaan om de emissie verder te reduceren.

⁷ Zie voor formule: Diffuse emissies en emissies bij op- en overslag Handboek emissiefactoren, Rapportagereeks MilieuMonitor, Nummer 14, maart 2004, paragraaf 4.2.2.

Bijlage 1 – meetrapportages Vermilion



VERMILION ENERGY NETHERLANDS
B.V.
Postbus 71
8861 AB Harlingen

ANALYTICAL REPORT SR-1777067.01.A01

P.1/3

grade	PROCESWATER
sample 001	Sample received from client Sample packed in plastic, quantity approx. 3 L Sample marked as Location: Sloodorp-1 08-03-2017
date received	09.03.2017

<u>Q Density at 20°C, g/cm3</u> <u>(ASTM D 4052)</u>	1.0998
---	--------

<u>pH at 20°C</u> <u>(ASTM E 70)</u>	6.17
---	------

<u>Flash point, Pensky Martens closed cup, °C</u> <u>(ASTM D 93 procedure A, modified)</u>	>80
---	-----

<u>Chloride as Cl⁻, mg/L</u> <u>(SGS SPI 158)</u>	74800
---	-------

Ionchromatographic analysis
(SGS SPI 164)

- Sulphate as SO ₄ ²⁻ , mg/kg	740
---	-----

<u>Total Suspended Solids (>5µm), mg/kg</u> (NEN 872)	2.0
---	-----

Metals
(NEN6961/NEN 6966/C1)

- Arsene, µg/l	<10
- Cadmium, µg/l	<1.0
- Chrome, µg/l	130
- Copper, µg/l	10
- Iron, µg/l	13000
- Lead, µg/l	10
- Nickel, µg/l	<10
- Zinc, µg/l	240

Mercury, µg/L <0.10
(NEN EN 1483)

Bicarbonate as HCO₃, mg/L 41
(WAC/III/A/006)

Carbonate as CO₃, mg/L <2.5
(WAC/III/A/006)

PAH, µg/L <20
(SGS 12-01)

Volatile components
(SIKB3001 / AS-3130)

- Benzene, µg/l	2500
- Ethylbenzene, µg/l	6.1
- Toluene, µg/l	260
- m,p Xylene, µg/l	30
- o-Xylene, µg/l	39
- sum of Xylenes, µg/l	69
- sum of BTEX, µg/l	2800
- Naphthalenes, µg/l	37

Hardness, mgCaCO₃/L 18702
(calculated from Ca/Mg)

Minerals Oil
(NEN-EN-ISO 9377-2)

- Fraction C10-C12, µg/l	630
- Fraction C12-C22, µg/l	4800
- Fraction C22-C30, µg/l	340
- Fraction C30-C40, µg/l	<250
-Total C10-C40, µg/l	5700

Sum of Arsene, + Mercury + Benzene, µg/L <2510
(Calculated)

Total Sulfide as S, mg/L <0.050
(WAC/III/C/040)

Gaschromatographic analysis
(SGS 2005-18)

- Methylglycol , mg/L	<2.5
- Ethylglycol, mg/L	<2.5
- Isopropylglycol , mg/L	<2.5
- Butylglycol , mg/L	<2.5
- Dimethylglycol, mg/L	<2.5
- Ethyleenglycol, mg/L	<2.5
- Diethyleenglycol, mg/L	<2.5

^Q Tests marked with Q are performed under RvA ISO 17025 Accreditation (L092)

Samples will be retained for 3 months unless instructed otherwise.

End of analytical results

Spijkenisse, the 27th March 2017
SGS Nederland B.V. - Oil, Gas and Chemicals

Laboratory Manager

The results shown in this test report specifically refer to the sample(s) tested as received unless otherwise stated. All tests have been performed using the latest revision of the methods indicated, unless specifically marked otherwise on the report. Precision parameters apply in the determination of the above results. Users of the data shown on this report should refer to the latest published revisions of ASTM D-3244; IP 367; ISO 4259 and Appendix E of IP Standard Methods for Analysis and Testing when utilizing the test data to determine conformance with any specification or process requirement. SGS' sole responsibility is to its client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Warning: The sample(s) to which the findings recorded herein (the "Findings") relate was (were) drawn and / or provided by the Client or by a third party acting at the Client's direction. The Findings constitute no warranty of the sample's representativeness of any goods and strictly relate to the sample(s). The Company accepts no liability with regard to the origin or source from which the sample(s) is/are said to be extracted.



VERMILION ENERGY NETHERLANDS
B.V.
Postbus 71
8861 AB Harlingen

ANALYTICAL REPORT SR-1781770.01.A01

P.1/3

grade	PROCESWATER
sample 001	Sample received from client Sample packed in plastic, quantity approx. 3 L Sample marked as Location: Gorredijk NSL Injectiewater Sample date: 24-03-2017 15:00h
date received	31.03.2017
<u>Q Density at 20°C, g/cm3</u> (ASTM D 4052)	1.0748
<u>pH at 20°C</u> (ASTM E 70)	5.49
<u>Flash point, Pensky Martens closed cup, °C</u> (ASTM D 93 procedure A, modified)	>80
<u>Chloride as Cl⁻, mg/L</u> (SGS SPI 158)	95000
<u>Ionchromatographic analysis</u> (SGS SPI 164)	
- Sulphate as SO ₄ ²⁻ , mg/kg	250
<u>Total Suspended Solids (>5µm), mg/kg</u> (NEN 872)	82.0
<u>Metals</u> (NEN6961/NEN 6966/C1)	
- Arsene, µg/l	<10
- Cadmium, µg/l	<1.0
- Chrome, µg/l	120
- Copper, µg/l	19
- Iron, µg/l	53000
- Lead, µg/l	31
- Nickel, µg/l	26
- Zinc, µg/l	4900

ANALYTICAL REPORT SR-1781770.01.A01

P. 2/3

Mercury, µg/L <0.10
(NEN EN 1483)

Bicarbonate as HCO₃, mg/L 96
(WAC/III/A/006)

Carbonate as CO₃, mg/L <2.5
(WAC/III/A/006)

PAH, µg/L <6.7
(SGS 12-01)

Volatile components
(SIKB3001 / AS-3130)

- Benzene, µg/l	1700
- Ethylbenzene, µg/l	<20
- Toluene, µg/l	290
- m,p Xylene, µg/l	48
- o-Xylene, µg/l	36
- sum of Xylenes, µg/l	84
- sum of BTEX, µg/l	<2100
- Naphthalenes, µg/l	12

Hardness, mgCaCO₃/L 11716
(calculated from Ca/Mg)

Minerals Oil
(NEN-EN-ISO 9377-2)

- Fraction C10-C12, µg/l	3600
- Fraction C12-C22, µg/l	12000
- Fraction C22-C30, µg/l	1800
- Fraction C30-C40, µg/l	900
-Total C10-C40, µg/l	18300

Sum of Arsene, + Mercury + Benzene, µg/L <1710
(Calculated)

Total Sulfide as S, mg/L 3
(WAC/III/C/040)

Gaschromatographic analysis
(SGS 2005-18)

- Methylglycol , mg/L <2.5

ANALYTICAL REPORT SR-1781770.01.A01

P. 3/3

- Ethylglycol, mg/L	<2.5
- Isopropylglycol , mg/L	<2.5
- Butylglycol , mg/L	<2.5
- Dimethylglycol, mg/L	<2.5
- Ethyleenglycol, mg/L	<2.5
- Diethyleenglycol, mg/L	170

^Q Tests marked with Q are performed under RvA ISO 17025 Accreditation (L092)

End of analytical results

Spijkenisse, the 13th April 2017
SGS Nederland B.V. - Oil, Gas and Chemicals

5.1.2.e



5.1.2.e

Laboratory Manager

The results shown in this test report specifically refer to the sample(s) tested as received unless otherwise stated. All tests have been performed using the latest revision of the methods indicated, unless specifically marked otherwise on the report. Precision parameters apply in the determination of the above results. Users of the data shown on this report should refer to the latest published revisions of ASTM D-3244; IP 367; ISO 4259 and Appendix E of IP Standard Methods for Analysis and Testing when utilizing the test data to determine conformance with any specification or process requirement. SGS' sole responsibility is to its client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Warning: The sample(s) to which the findings recorded herein (the "Findings") relate was (were) drawn and / or provided by the Client or by a third party acting at the Client's direction. The Findings constitute no warranty of the sample's representativeness of any goods and strictly relate to the sample(s). The Company accepts no liability with regard to the origin or source from which the sample(s) is/are said to be extracted.



VERMILION ENERGY NETHERLANDS
B.V.
Postbus 71
8861 AB Harlingen

ANALYTICAL REPORT SR-1831897.01.A01

P.1/3

grade	PROCESWATER
sample 001	Sample received from client Sample packed in glass, quantity approx. 3 L Sample marked as Vermilion Nijensleek D165A 29-11-2017
date received	05.12.2017

<u>Density at 20°C</u> , g/cm ³ (ASTM D 4052)	1.1198
---	--------

<u>pH at 20°C</u> (ASTM E 70)	5.80
----------------------------------	------

<u>Flash point</u> , Pensky Martens closed cup, °C (ASTM D 93 procedure A, modified)	>80
---	-----

<u>Chloride</u> as Cl ⁻ , mg/L (SGS SPI 158)	106100
--	--------

Ionchromatographic analysis
(SGS SPI 164)

- Sulphate as SO ₄ ²⁻ , mg/kg	200
---	-----

<u>Total Suspended Solids</u> (>5µm), mg/l (NEN 872)	40
---	----

Metals
(NEN6961/NEN 6966/C1)

- Arsene, µg/l	17
- Cadmium, µg/l	76
- Chrome, µg/l	110

ANALYTICAL REPORT SR-1831897.01.A01

P. 2/3

- Copper, µg/l	<10
- Lead, µg/l	840
- Nickel, µg/l	410
- Zinc, µg/l	42000

Mercury, µg/L <0.10
(NEN EN 1483)

Bicarbonate as HCO₃, mg/L 95
(WAC/III/A/006)

Carbonate as CO₃, mg/L <2.5
(WAC/III/A/006)

PAH, µg/L <250
(SGS 12-01)

Volatile components
(SIKB3001 / AS-3130)

- Benzene, µg/l	880
- Ethylbenzene, µg/l	<20
- Toluene, µg/l	250
- m,p Xylene, µg/l	160
- o-Xylene, µg/l	180
- sum of Xylenes, µg/l	340
- sum of BTEX, µg/l	1470
- Naphthalenes, µg/l	220

Hardness, mgCaCO₃/L 31550
(calculated from Ca/Mg)

Minerals Oil
(NEN-EN-ISO 9377-2)

- Fraction C10-C12, µg/l	30000
- Fraction C12-C22, µg/l	59000
- Fraction C22-C30, µg/l	2900
- Fraction C30-C40, µg/l	<2500
-Total C10-C40, µg/l	93000

Sum of Arsene, + Mercury + Benzene, µg/L <900
(Calculated)

Total Sulfide as S, mg/L <0.1
(WAC/III/C/040)

Gaschromatographic analysis

(SGS 2005-18)

- 1.2 Propyleenglycol, mg/l	<25
- 1.3 Propyleenglycol, mg/l	<25
- Diethyleenglycol, mg/l	<25
- Monoethyleenglycol, mg/l	<25
- Triethyleenglycol, mg/l	<25
- Tripropyleenglycol, mg/l	40

^Q Tests marked with Q are performed under RvA ISO 17025 Accreditation (L092)

End of analytical results

Spijkensse, the 15th December 2017
SGS Nederland B.V. - Oil, Gas and Chemicals



Laboratory Manager

The results shown in this test report specifically refer to the sample(s) tested as received unless otherwise stated. All tests have been performed using the latest revision of the methods indicated, unless specifically marked otherwise on the report. Precision parameters apply in the determination of the above results. Users of the data shown on this report should refer to the latest published revisions of ASTM D-3244; IP 367; ISO 4259 and Appendix E of IP Standard Methods for Analysis and Testing when utilizing the test data to determine conformance with any specification or process requirement. SGS' sole responsibility is to its client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Warning: The sample(s) to which the findings recorded herein (the "Findings") relate was (were) drawn and / or provided by the Client or by a third party acting at the Client's direction. The Findings constitute no warranty of the sample's representativeness of any goods and strictly relate to the sample(s). The Company accepts no liability with regard to the origin or source from which the sample(s) is/are said to be extracted.

Vermilion O&G the Netherlands b.v.

LABORATORY Harlingen

Analysis report

:Formatie water NIJENSLEEK

Field

Location

Addressees

:

Date of sampling

Metalen origin	Ug/L	Vluchtige Aromatische Koolwater stoffen	Ug/L	Polaire organische Koolwater stoffen	Ug/L	Minerale olie	Ug/L		
Arseen As	3,20	Benzeen	800	Ethyleen glycol	5,0	C10 - C12	1100,0		
Cadmium Cd	250,00	Tolueen	200	Diethyleen glycol	5,0	C12 - C16	3700,0		
Chroom Cr	5,00	Ethylbez.	7	Propyleen glycol	2,0	C16 - C21	2100,0		
Koper Cu	5,00	Xylenen (som)	111	Dipropyleen glycol	2,0	C21 - C30	280,0		
Kwik Hg	0,10	BTEX som	1118	Methyl glycol	1,0	C30 - C35	8,0		
Nikkel Ni	5,00	Fysisch-chemische analyses		Ethyl-/isopropyl glycol	1,0	C35-C40	7,0		
Lood Pb	1100,00			Butyl glycol	1,0	C10 - C40 som	7195,0		
Zink Zn	80000,00			Trimethyleen glycol	2,0	Voorbehandeling	g/cm3		
		Droogrest onopgel. Bestand.	180 mg/l	Butyldi glycol	2,0	Dichtheid			
		Indamprest	21.59 % (m/v)	Triethyleen glycol	5,0	Alcoholen	mg/l		
		Zuurstof	5.4 o2/l	Glycolen (som)	26,0	Methanol			
		indamp rest	220000mg/l						
		Gloeirest	%						

x.xx = Waarde beneden detectiegrens. Detectiegrens ingevoerd

x.xx = waarde berekend op minimum detectiegrens

x.xx = indicatieve waarde vanwege matrixstoring



Vermilion Oil & Gas Netherlands BV



VERMILION ENERGY NETHERLANDS
B.V.
Postbus 71
8861 AB Harlingen

ANALYTICAL REPORT SR-6004636.06.A01

P.1/3

grade	PROCESWATER
sample 001	Sample received from client Sample packed in glass, quantity approx. 3 L Sample marked as TA-2360A (mix TID/ZDW/LGZ/MDB) 16-04-2020
date received	24.04.2020

ρ Density at 20°C, g/cm³ 1.0709
(ASTM D 4052)

pH at 20°C 6.30
(ASTM E 70)

Flash point, Pensky Martens closed cup, °C >80
(ASTM D 93 procedure A, modified)

Chloride as Cl⁻, mg/L 62100
(SGS SPI 158)

Ionchromatographic analysis
(SGS SPI 164)

- Sulphate as SO₄²⁻, mg/kg 130

Total Suspended Solids (>5µm), mg/kg 52
(NEN 872)

ANALYTICAL REPORT SR-6004636.06.A01

P. 2/3

Metals

(NEN6961/NEN 6966/C1)

- Arsene, µg/l	<10
- Cadmium, µg/l	1.5
- Chrome, µg/l	<5
- Copper, µg/l	<10
- Iron, µg/l	44000
- Lead, µg/l	14
- Nickel, µg/l	21
- Zinc, µg/l	530

Mercury, µg/L

0.95

(NEN EN 1483)

Bicarbonate as HCO₃, mg/L

170

(WAC/III/A/006)

Carbonate as CO₃, mg/L

<2.5

(WAC/III/A/006)

PAH, µg/L

<4.5

(SGS 12-01)

Volatile components

(ISO 15680)

- Benzene, µg/l	6200
- Ethylbenzene, µg/l	15
- Toluene, µg/l	570
- m,p Xylene, µg/l	35
- o-Xylene, µg/l	43
- sum of Xylenes, µg/l	78
- sum of BTEX, µg/l	6900
- Naphthalenes, µg/l	2.6

Hardness, mgCaCO₃/L

7450

(calculated from Ca/Mg)

Minerals Oil

(NEN-EN-ISO 9377-2)

- Fraction C10-C12, µg/l	480
- Fraction C12-C22, µg/l	540
- Fraction C22-C30, µg/l	<25
- Fraction C30-C40, µg/l	<25
-Total C10-C40, µg/l	1100

Sum of Arsene, + Mercury + Benzene, µg/L <6210
(Calculated)

Total Sulfide as S, mg/L <0.1
(WAC/III/C/040)

Gaschromatographic analysis
(SGS 2005-18)

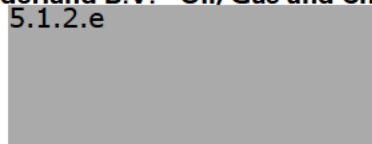
- 1.2 Propyleenglycol, mg/l	<12
- 1.3 Propyleenglycol, mg/l	<25
- Diethyleenglycol, mg/l	140
- Monoethyleenglycol, mg/l	310
- Triethyleenglycol, mg/l	660

End of analytical results

Spijkenisse, the 8th May 2020

SGS Nederland B.V. - Oil, Gas and Chemicals

5.1.2.e



5.1.2.e

Laboratory Manager

The results shown in this test report specifically refer to the sample(s) tested as received unless otherwise stated. All tests have been performed using the latest revision of the methods indicated, unless specifically marked otherwise on the report. Precision parameters apply in the determination of the above results. Users of analytical results, when establishing conformance with commercial or regulatory requirements should note the full provisions of ASTM D3244, IP 367 and ISO 4259 in that context, the default confidence level of petroleum testing having been set at the 95% confidence level. Your attention is specifically drawn to Sections 7.3.6., 7.3.7 and 7.3.8 of ASTM D3244. SGS' sole responsibility is to its client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Warning: The sample(s) to which the findings recorded herein (the "Findings") relate was (were) drawn and / or provided by the Client or by a third party acting at the Client's direction. The Findings constitute no warranty of the sample's representativeness of any goods and strictly relate to the sample(s). The Company accepts no liability with regard to the origin or source from which the sample(s) is/are said to be extracted.



VERMILION ENERGY NETHERLANDS
B.V.
Postbus 71
8861 AB Harlingen

ANALYTICAL REPORT SR-6004636.06.A02

P.1/3

grade	PROCESWATER
sample 002	Sample received from client Sample packed in glass, quantity approx. 3 L Sample marked as Brakel 17-04-2020
date received	24.04.2020

Density at 20°C, g/cm³ 1.1196
(ASTM D 4052)

pH at 20°C 5.94
(ASTM E 70)

Flash point, Pensky Martens closed cup, °C >80
(ASTM D 93 procedure A, modified)

Chloride as Cl⁻, mg/L 106100
(SGS SPI 158)

Ionchromatographic analysis
(SGS SPI 164)

- Sulphate as SO₄²⁻, mg/kg 240

Total Suspended Solids (>5µm), mg/kg 62
(NEN 872)

ANALYTICAL REPORT SR-6004636.06.A02

P. 2/3

Metals

(NEN6961/NEN 6966/C1)

- Arsene, µg/l	15
- Cadmium, µg/l	<1
- Chrome, µg/l	<5
- Copper, µg/l	23
- Iron, µg/l	71
- Lead, µg/l	110
- Nickel, µg/l	23
- Zinc, µg/l	1800

Mercury, µg/L

0.26

(NEN EN 1483)

Bicarbonate as HCO₃, mg/L

120

(WAC/III/A/006)

Carbonate as CO₃, mg/L

<2.5

(WAC/III/A/006)

PAH, µg/L

<24

(SGS 12-01)

Volatile components

(ISO 15680)

- Benzene, µg/l	8900
- Ethylbenzene, µg/l	70
- Toluene, µg/l	1700
- m,p Xylene, µg/l	250
- o-Xylene, µg/l	170
- sum of Xylenes, µg/l	410
- sum of BTEX, µg/l	11000
- Naphthalenes, µg/l	22

Hardness, mgCaCO₃/L

28450

(calculated from Ca/Mg)

Minerals Oil

(NEN-EN-ISO 9377-2)

- Fraction C10-C12, µg/l	2400
- Fraction C12-C22, µg/l	1700
- Fraction C22-C30, µg/l	<25
- Fraction C30-C40, µg/l	<25
-Total C10-C40, µg/l	4200

Sum of Arsene, + Mercury + Benzene, µg/L <8916
(Calculated)

Total Sulfide as S, mg/L <0.1
(WAC/III/C/040)

Gaschromatographic analysis
(SGS 2005-18)

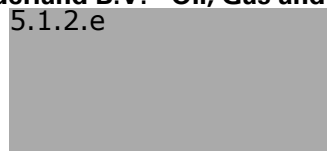
- 1.2 Propyleenglycol, mg/l	<12
- 1.3 Propyleenglycol, mg/l	<25
- Diethyleenglycol, mg/l	<12
- Monoethyleenglycol, mg/l	570
- Triethyleenglycol, mg/l	<12

End of analytical results

Spijkenisse, the 8th May 2020

SGS Nederland B.V. - Oil, Gas and Chemicals

5.1.2.e



5.1.2.e

Laboratory Manager

The results shown in this test report specifically refer to the sample(s) tested as received unless otherwise stated. All tests have been performed using the latest revision of the methods indicated, unless specifically marked otherwise on the report. Precision parameters apply in the determination of the above results. Users of analytical results, when establishing conformance with commercial or regulatory requirements should note the full provisions of ASTM D3244, IP 367 and ISO 4259 in that context, the default confidence level of petroleum testing having been set at the 95% confidence level. Your attention is specifically drawn to Sections 7.3.6., 7.3.7 and 7.3.8 of ASTM D3244. SGS' sole responsibility is to its client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Warning: The sample(s) to which the findings recorded herein (the "Findings") relate was (were) drawn and / or provided by the Client or by a third party acting at the Client's direction. The Findings constitute no warranty of the sample's representativeness of any goods and strictly relate to the sample(s). The Company accepts no liability with regard to the origin or source from which the sample(s) is/are said to be extracted.



VERMILION ENERGY NETHERLANDS
B.V.
Postbus 71
8861 AB Harlingen

ANALYTICAL REPORT SR-6004636.01.A01

P.1/3

grade	PROCESWATER
sample 001	Sample received from client Sample packed in glass, quantity approx. 3 L Sample marked as ZDW, HTC Slugcatcher 01-04-2020
date received	02.04.2020

ρ Density at 20°C, g/cm³ 1.0749
(ASTM D 4052)

pH at 20°C 6.10
(ASTM E 70)

Flash point, Pensky Martens closed cup, °C >80
(ASTM D 93 procedure A, modified)

Chloride as Cl⁻, mg/L 61000
(SGS SPI 158)

Ionchromatographic analysis
(SGS SPI 164)

- Sulphate as SO₄²⁻, mg/kg 140

Total Suspended Solids (>5µm), mg/kg 162
(NEN 872)

ANALYTICAL REPORT SR-6004636.01.A01

P. 2/3

Metals

(NEN6961/NEN 6966/C1)

- Arsene, µg/l	<10
- Cadmium, µg/l	<1
- Chrome, µg/l	5.2
- Copper, µg/l	23
- Lead, µg/l	<10
- Nickel, µg/l	15
- Strontium, µg/l	570000
- Zinc, µg/l	52

Mercury, µg/L

2.3

(NEN EN 1483)

PAH, µg/L

93

(SGS 12-01)

Volatile components

(ISO 15680)

- Benzene, µg/l	8700
- Ethylbenzene, µg/l	220
- Toluene, µg/l	2600
- m,p Xylene, µg/l	610
- o-Xylene, µg/l	500
- sum of Xylenes, µg/l	1110
- sum of BTEX, µg/l	12630
- Naphthalenes, µg/l	92

Minerals Oil

(NEN-EN-ISO 9377-2)

- Fraction C10-C12, µg/l	4400
- Fraction C12-C22, µg/l	4500
- Fraction C22-C30, µg/l	<25
- Fraction C30-C40, µg/l	<25
-Total C10-C40, µg/l	8900

Sum of Arsene, + Mercury + Benzene, µg/L <8713
(Calculated)

Gaschromatographic analysis
(SGS 2005-18)

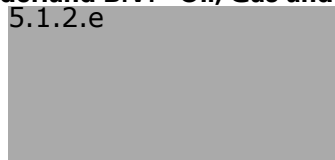
- 1,2 Propyleenglycol, mg/L	<2.5
- 1,3 Propyleenglycol, mg/L	<2.5
- Ethyleenglycol, mg/L	74
- Diethyleenglycol, mg/L	<2.5
- Triethyleenglycol	<2.5
- Tripropyleenglycol	<2.5

Samples will be retained for 3 months unless instructed otherwise.

End of analytical results

Spijkenisse, the 6th April 2020
SGS Nederland B.V. - Oil, Gas and Chemicals

5.1.2.e



5.1.2.e

Laboratory Manager

The results shown in this test report specifically refer to the sample(s) tested as received unless otherwise stated. All tests have been performed using the latest revision of the methods indicated, unless specifically marked otherwise on the report. Precision parameters apply in the determination of the above results. Users of analytical results, when establishing conformance with commercial or regulatory requirements should note the full provisions of ASTM D3244, IP 367 and ISO 4259 in that context, the default confidence level of petroleum testing having been set at the 95% confidence level. Your attention is specifically drawn to Sections 7.3.6., 7.3.7 and 7.3.8 of ASTM D3244. SGS' sole responsibility is to its client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Warning: The sample(s) to which the findings recorded herein (the "Findings") relate was (were) drawn and / or provided by the Client or by a third party acting at the Client's direction. The Findings constitute no warranty of the sample's representativeness of any goods and strictly relate to the sample(s). The Company accepts no liability with regard to the origin or source from which the sample(s) is/are said to be extracted.

Bijlage 2 – Overzicht BTEXN componenten productiewater

Monster locatie	WSF- 01 S1 ROSL	WSF-01 ROSL	ERW-02 ROCLT	BLS-02	NSL-01	NSL-01	GSB-01	LZG-03	BRAK- 01	BRAK- 01	BRAK-01	TA2360A
Datum	27-1- 2021	9-6-2021	8-2-2021	3-6-2021	27-8- 2019	10-12- 2019	1-5- 2019	24-4- 2019	17-4- 2020	28-8- 2019	6-1-2015	16-4- 2020
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Benzene	0,00 059	0,00032	<0,0001	<0,0001	0,000 22	0,000 31	0,012	0,000 39	0,000 89	0,000 6	0,0013	0,00062
Toluene	0,00 027	0,00014	<0,0001	<0,0001	0,000 018	0,000 022	0,023	0,000 18	0,000 17	0,000 22	0,00035	0,00005 7
Ethylben zene	<0,0 001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,000 00054	0,000 00033	0,002 7	0,000 012	0,000 007	0,000 015	0,000014	0,00000 15
p/m- xylene	<0,0 001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,000 0027	0,000 001	0,000 031	0,000 077	0,000 025	0,000 032	0,000052	0,00000 35
o-xylene	<0,0 001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,000 0026	0,000 0021	0,004 3	0,000 082	0,000 017	0,000 032	0,000032	0,00000 43
Naphtha lene	<0,0 001	0,00000 0048	0,00000 029	0,00000 087	0,000 0012	0,000 003	0,002 2	0,000 72	0,000 0022	0,000 0033	<0,000000 5	0,00000 026