

## Notat

29. January 2024

Til Jasna R. Holstein, Equinor  
Kopi Børge Kvingedal, Equinor  
Fra Einar Nygaard, Equinor  
Sak Johan Castberg, kjølevannsutslipp

**Dette notatet er en oversettelse til norsk av notatet «Discharge of cooling water from the Johan Castberg installation», [1].**

### 1 Innledning

Dette notatet viser simulering av utslipp av kjølevann fra 22.5m dyp fra Johan Castberg installasjonen.

Simuleringene er gjort for midlere vær for vinter, vår, sommer og høst. Det benyttet midlere strømforhold i alle simuleringene.

Kjølevannsutslippet er gjort med modellen Visual Plumes [2].

### 2 Bakgrunnsdata og modell

#### 2.1 Sjøtemperatur, salinitet og strømforhold.

Data for sjøtemperatur, salinitet og strøm er gitt i Tabell 1, Tabell 2 and Tabell 3. Data er hentet fra Johan Castberg Metocean Design Basis [3].

Tabell 1 Månedlig midlere sjøtemperatur i 0-80 m vanddyp ved Johan Castberg feltet.

Dybde [m]	Sjøtemperatur [°C]			
	Jan	Apr	Jul	Okt
0	4.4	4.2	7.8	6.1
10	4.4	4.2	7.6	6.1
20	4.5	4.2	7.0	6.1
30	4.5	4.2	6.4	6.1
40	4.5	4.2	6.0	6.1
50	4.6	4.3	5.5	6.1
60	4.6	4.3	5.4	6.0
70	4.7	4.4	5.2	6.0
80	4.8	4.4	5.1	5.9
90	4.8	4.4	5.0	5.9
100	4.9	4.4	5.0	5.8

Tabell 2 Månedlig midlere salinitet i 0-80 m vanddyp ved Johan Castberg feltet.

Dybde [m]	Salinitet [PSU]			
	Jan	Apr	Jul	Okt
0	34.76	34.82	34.62	34.59
10	34.80	34.85	34.67	34.63
20	34.83	34.87	34.74	34.67
30	34.85	34.89	34.80	34.70
40	34.87	34.90	34.85	34.75
50	34.89	34.92	34.91	34.80
60	34.91	34.93	34.93	34.85
70	34.93	34.94	34.96	34.89
80	34.94	34.95	34.99	34.93
90	34.96	34.96	35.00	34.96
100	34.98	34.97	35.02	35.00

Tabell 3 Midlere strømhastighet i 0-80 m vanddyp ved Johan Castberg feltet.

Dybde [m]	Strømhastighet [cm/s]
0 - 10	18
20	17
30	17
40	16
60	15
80	15

## 2.2 Utslippsdata

De tre alternative utslippsscenariene er gitt i Tabell 4.

**Tabell 4** Tre scenarier for utslipp av kjølevann ved Johan Castberg feltet.

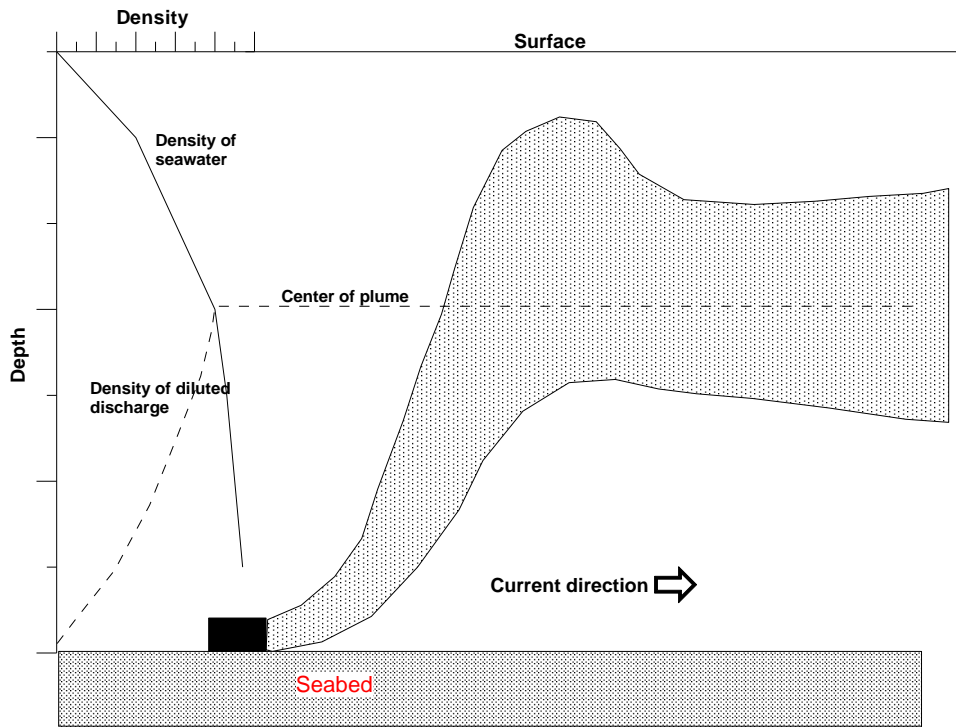
Alternativ	Utslippsdybde [m]	Utslipps caisson diameter [mm]	Utslipps caisson retning	Fluks [m3/dag] / [m3/s]	Temperatur [°C]	Salinitet [PSU]
1	22.5	700	Ned	148200 / 1.72	40	34.9
2	22.5	700	Ned	165288 / 1.91	45	34.9
3	22.5	700	Ned	190512 / 2.21	40	34.9

## 2.3 Visual Plumes modellen.

Simuleringene er utført med modellen Visual Plumes [2]. Modellen kan brukes til å simulere nedsenkede utslipp til sjø med lagdelt strøm, temperatur og salinitet. Modellen er velprøvd og brukes over hele verden til slike studier.

Figur 1 viser en skisse av et utslipp av en plume i en lagdelt vannmasse. Plumen stiger til blandingen av utslippsvann og sjøvann når tettheten av det omkringliggende vannet. Plumen vil stige utover dette nivået (maksimalt stigningsnivå) og faller deretter tilbake til nivået der tettheten av det fortynnede utslippet er den samme som tettheten av sjøvannet (innlagringsdybde). Fortynning og spredning av et utslipp er avhengig av mange parametere som temperatur og saltholdighet i havet, strømprofil, temperatur og saltholdighet til selve utslippet, utslippsdybde, vannfluks og konfigurasjonen til selve utslippsrøret.

Modellen tar ikke hensyn til resirkulering av vannmasser over utslippsstedet. Dette kan være viktig på steder der strømmen periodevis reverserer strømrretningen fra oppstrøms til nedstrøms. Denne effekten vil imidlertid være mye sterkere i en kanal enn i åpent hav.



Figur 1 *Skisse av et utslipp i lagdelte vannmasser.*

### 3 Resultater

Tabell 5, Tabell 6 og Tabell 7 viser innlagringsdyp og overtemperatur for de tre alternativene for kjølevannsutslipp ved Johan Castberg feltet. Simuleringene er gyldige for midlere strømforhold.

Tabell 5 Innlagringsdyp og nedstrøms overtemperatur for kjølevannsutslipp ved Johan Castberg feltet, Alternativ 1.

	Jan	Apr	Jul	Okt
<b>Innlagringsdyp (m)</b>	20	20	27	19
<b>Overtemperatur ved innlagringsdyp (°C)</b>	0.23	0.23	0.43	0.24
<b>Horisontal avstand til innlagringsdyp (m)</b>	67	68	38	62
<b>Diameter plume ved innlagringsdyp (m)</b>	43	43	30	42
<b>Overtemperatur 100 m nedstrøms (°C)</b>	0.23	0.23	0.43	0.24
<b>Overtemperatur 200 m nedstrøms (°C)</b>	0.22	0.22	0.42	0.23

Tabell 6 Innlagringsdyp og nedstrøms overtemperatur for kjølevannsutslipp ved Johan Castberg feltet, Alternativ 2.

	Jan	Apr	Jul	Okt
<b>Innlagringsdyp (m)</b>	19	19	26	19
<b>Overtemperatur ved innlagringsdyp (°C)</b>	0.28	0.28	0.50	0.29
<b>Horisontal avstand til innlagringsdyp (m)</b>	63	64	37	57
<b>Diameter plume ved innlagringsdyp (m)</b>	43	44	31	42
<b>Overtemperatur 100 m nedstrøms (°C)</b>	0.28	0.28	0.50	0.29
<b>Overtemperatur 200 m nedstrøms (°C)</b>	0.27	0.27	0.47	0.28

Tabell 7 Innlagringsdyp og nedstrøms overtemperatur for kjølevannsutslipp ved Johan Castberg feltet, Alternativ 3.

	Jan	Apr	Jul	Okt
<b>Innlagringsdyp (m)</b>	24	23	31	26
<b>Overtemperatur ved innlagringsdyp (°C)</b>	0.21	0.21	0.42	0.26
<b>Horisontal avstand til innlagringsdyp (m)</b>	78	81	40	62
<b>Diameter plume ved innlagringsdyp (m)</b>	51	52	34	45
<b>Overtemperatur 100 m nedstrøms (°C)</b>	0.21	0.21	0.42	0.26
<b>Overtemperatur 200 m nedstrøms (°C)</b>	0.20	0.20	0.41	0.25

### 4 Referanser

1. Discharge of cooling water from the Johan Castberg installation, ME2016-051, Statoil, 2016.
2. Dilution model for Effluent Discharges, 4th Edition. USEPA, 2001.  
<http://www.epa.gov/ceampubl/swater/vplume/>
3. Johan Castberg Field, Metocean Design Basis, Rev. 5, RE-SKR-00001, 2016.