



KYSTVERKET

OPV 2025

Fjernmåling Resultater



OPV 2025



KYSTVERKET





Mål for forsøkene

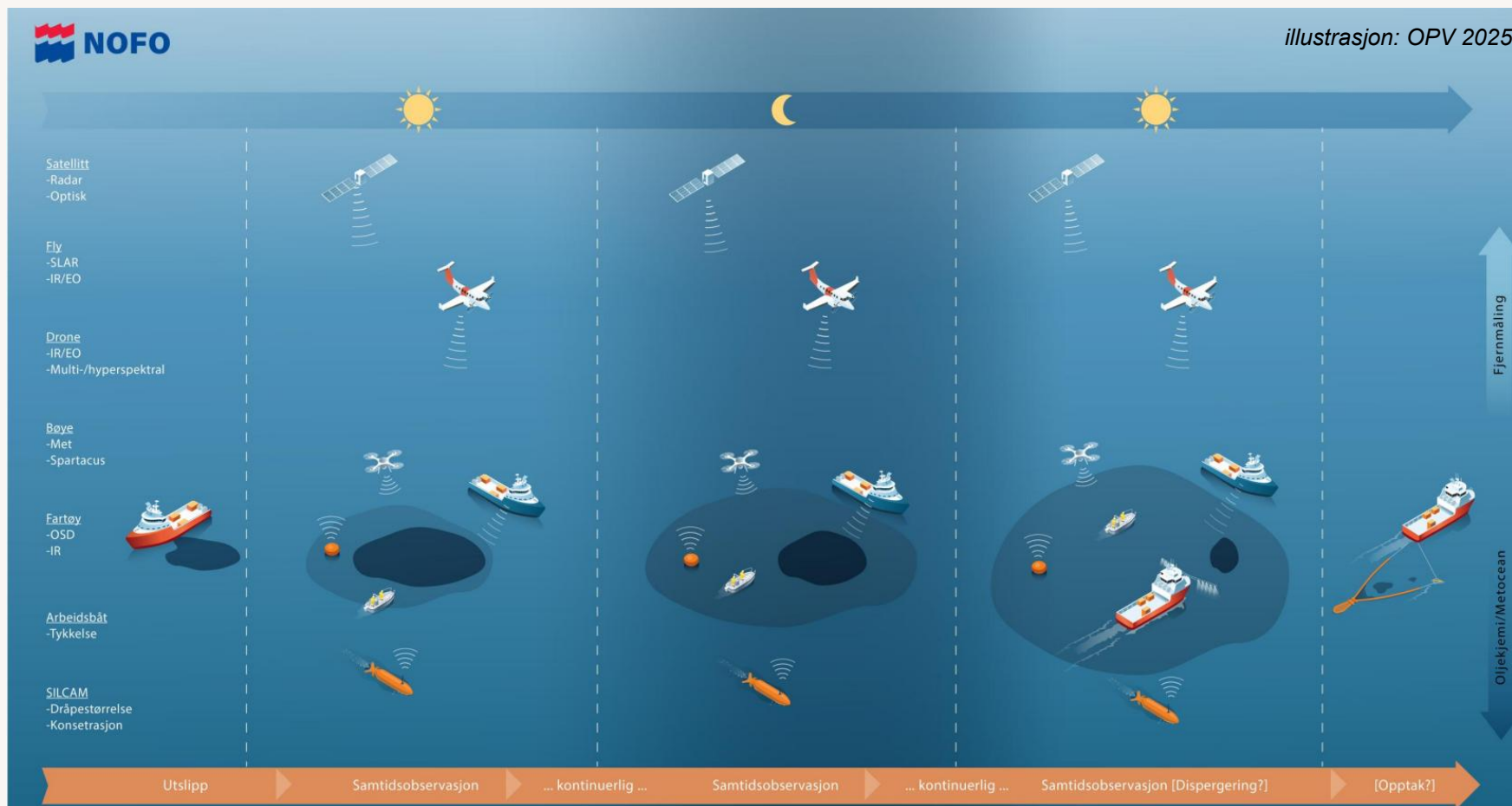
Fjernmåling

- Sammenligne data fra de ulike fjernmålingssensorer, og sjekke disse mot tykkelses målinger på overflate.
- Magnetron VS Solid State navigasjonsradarer.
- Etablere rutiner for best bruk av sensorer
- Kunne bruke resultater fra forsøkene som en basis for fremtidige anskaffelser/behov.



KYSTVERKET

Samtidsmålinger for forsøkene



Metoder

Radar



- 2 klasser, Olje, ikke olje (Tykkelse basert på grad dempning)
- Deteksjon 3-4 m/s – 10 m/s, men +/-

EO

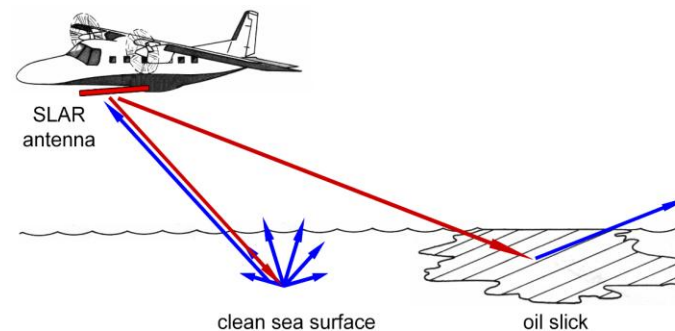


- 5 klasser Olje, ikke olje (Tykkelse basert på BAOAC)

IR



- 2 klasser Olje, og ikke synlig olje (tynn)
- IR COLD (Emissivitet hvor godt en overflate emitterer (utstråler) termisk stråling)
- olje av en viss tykkelse vises som IR Cold sett opp mot sjø hvor olje og sjø har lik temperatur. (typisk mer enn 50um).
- IR HOT olje av en viss tykkelse som isolerer mot sjø og har en høyere temperatur enn sjø (mm og cm tykkelse). Tykk olje kan også ha lavere temperatur en sjø under visse forutsetninger



KYSTVERKET

Illustrasjon: SEOS-project (Marine Pollution – Side-Looking Airborne Radar).
https://seos-project.eu/marinepollution/images/aircraft-slick_slar1.png

Olje demper bølger og gir lav/ingen signal tilbake radarantenne

Code	Description - Appearance	Layer Thickness Interval (μm)	Litres per km^2
1	Sheen (silvery/grey)	0.04 to 0.30	40 - 300
2	Rainbow	0.30 to 5.0	300 - 5000
3	Metallic	5.0 to 50	5000 - 50,000
4	Discontinuous True Oil Colour	50 to 200	50,000 - 200,000
5	Continuous True Oil Colour	More than 200	More than 200,000

Bonn Agreement Oil Appearance Code

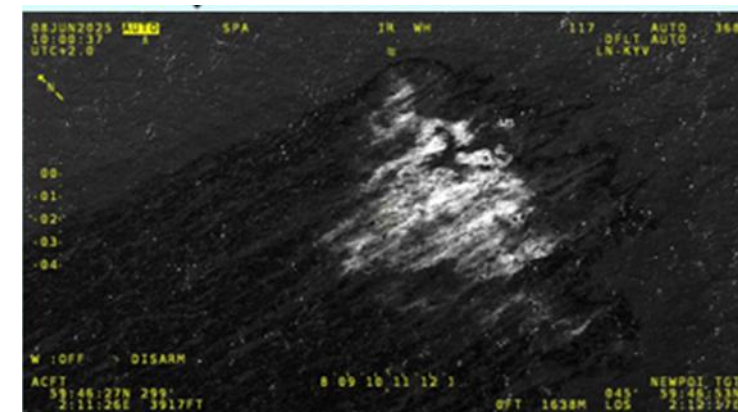


Foto: OPV2025



Oppsett om bord Sunny Lady

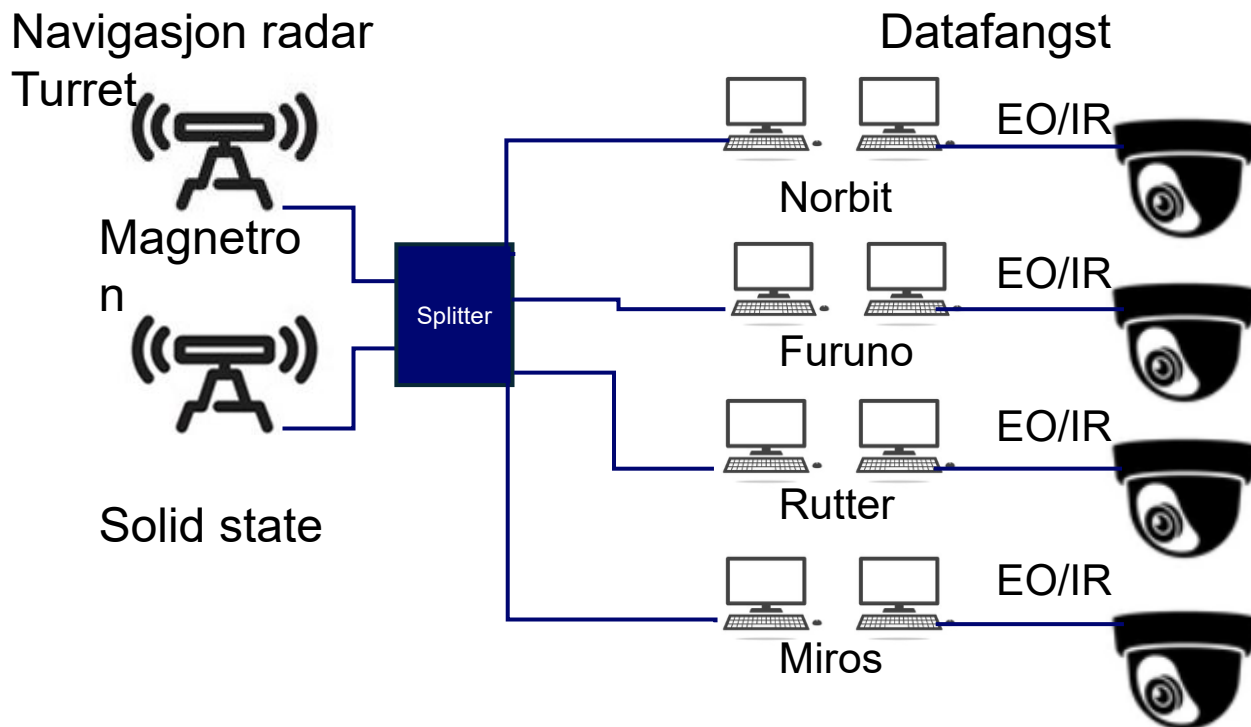


Foto: OPV2025

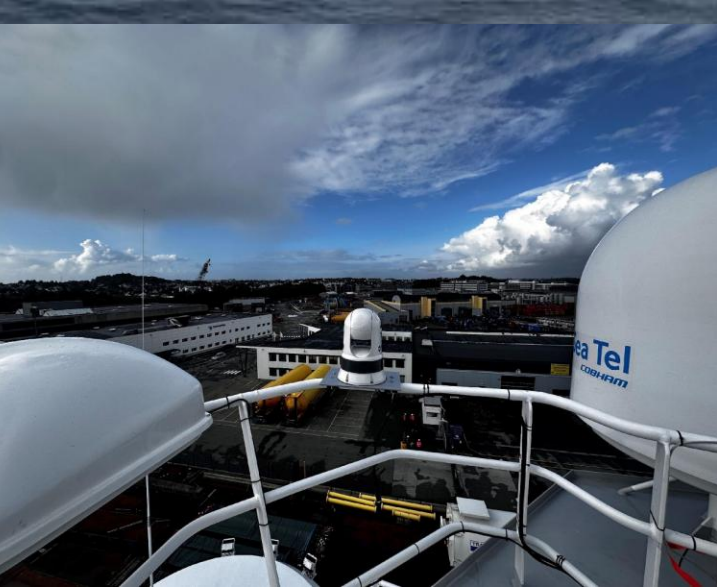


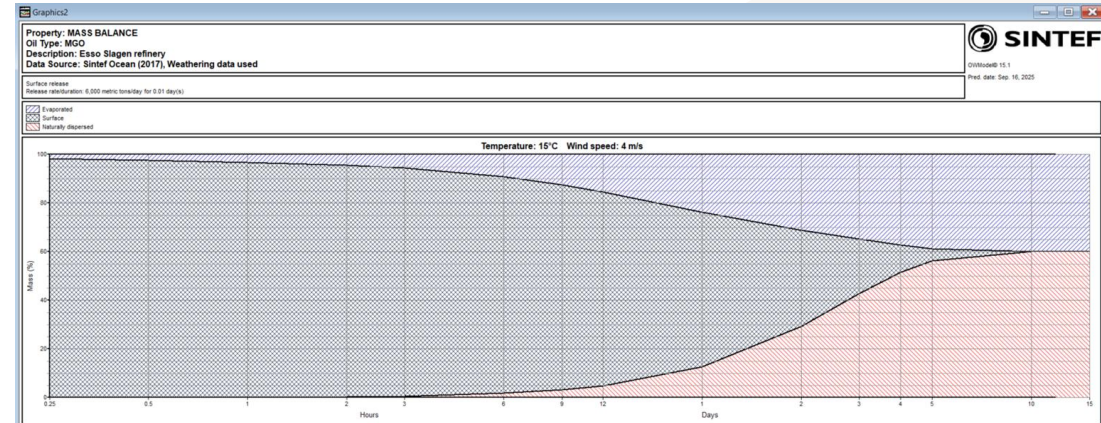


Foto: OPV2025



MGO – forsøk

- 3-5m/s vind
- Utfordrende radarforhold
- Ved 4,5 m/s hadde vi utslag på alle radarenheter
- Kun IR COLD



Massebalanse: Sintef OWM

Utvikling 0900-1300

-  Oljetykkelse måling *in-situ*
-  Oljeutbredelse IR COLD LN-KYV
-  Utslipps punkt MGO



10:00



11:00



13:00



Tidspunkt	Areal observasjon m2	Tykkelse måling mm
10:00	26768	4,26
11:00	28132	7,26
13:00	37503	7,06

Illustrasjon og foto: OPV 2025



KYSTVERKET

+ N59.67078, Ø2.36220



KYSTVERKET

Fra Sunny Lady – same tid IR og dagslys bilde



Foto: OPV2025

Foto: OPV2025

Utvikling 1300 -0730

Utslipps punkt MGO



N59.74164, Ø2.51719 +



Oljetykkelse måling *in-situ*



Oljeutbredelse IR COLD LN-KYV



Utslipps punkt MGO

Tidspunkt	Areal observasjon m2	Tykkelse måling mm
17:00	N/A	3,88
19:30	81713	1,52 , 3,41
00:10-01:00	44882	7,23, 1,52, 7,02
07:00-07:30	39376	7,27, 3,72

19:30

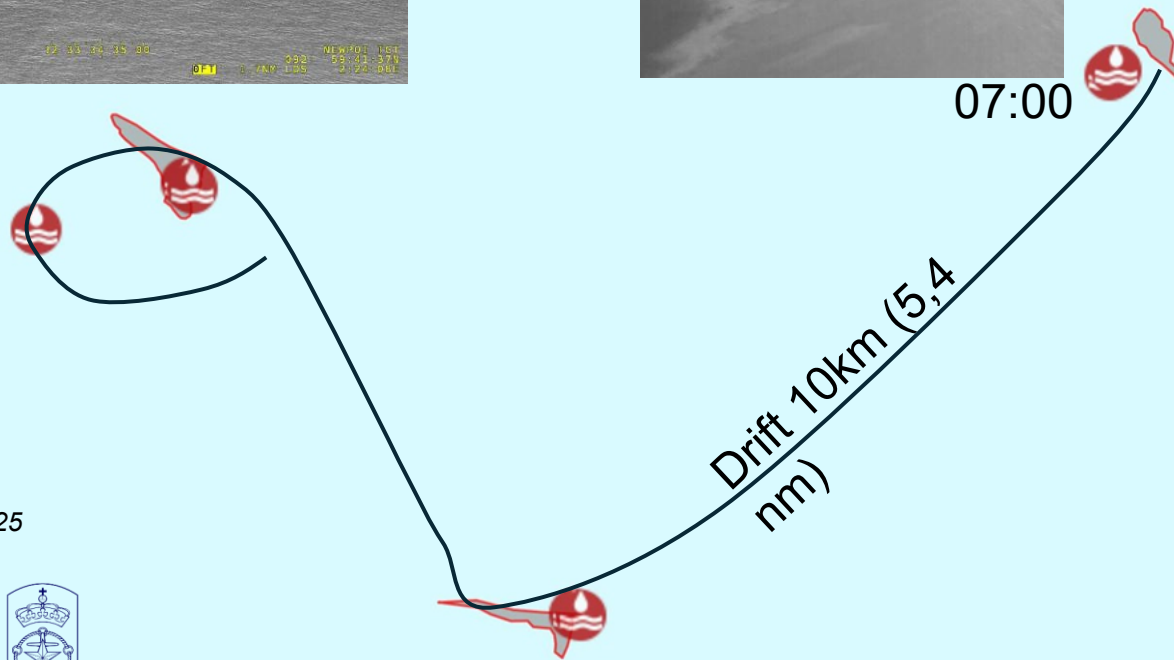


07:00

07:30



00:10



Illustrasjon og foto: OPV 2025



KYSTVERKET

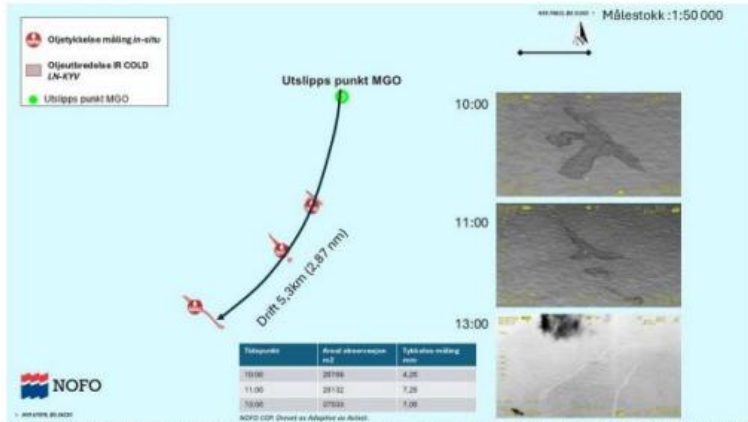
+ N59.66431, Ø2.36675

Foreløpige resultater - MGO

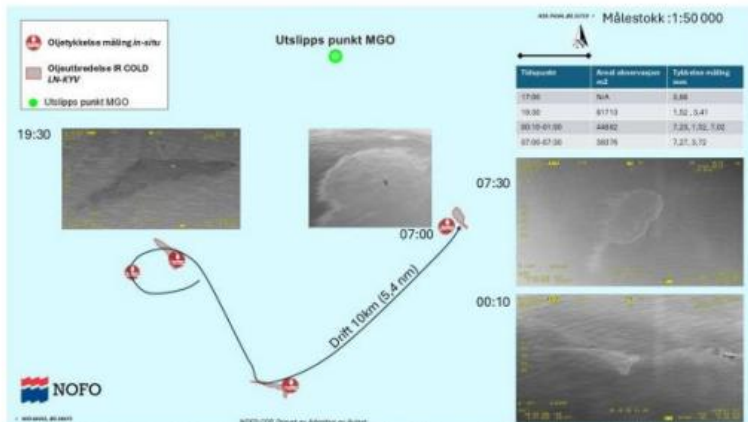


KYSTVERKET

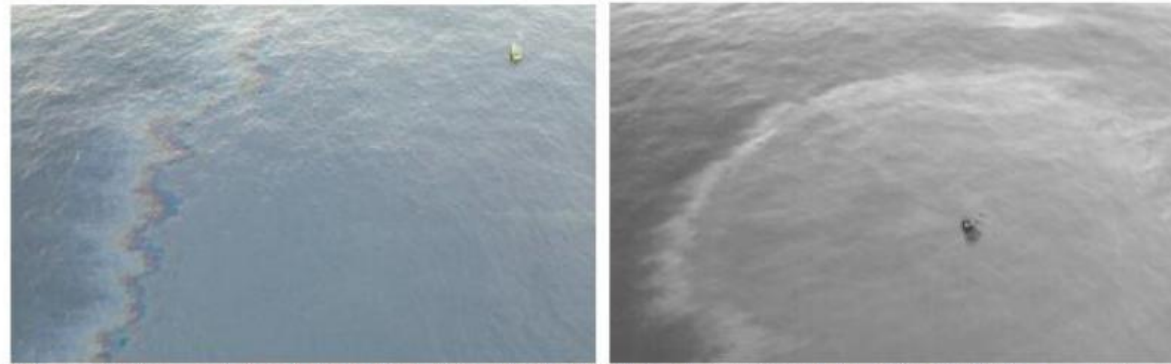
Figur 59 og 60 viser drift og utbredelser gjennom forsøket. Forsøket viser at kombinasjon EO/IR, SLAR/SAR/OSD, til sammen gir 2-3 relative oljetykkelsener. IR hot, som er den tykkeste oljen som korresponderer med BAOAC (Bonn Agreement Oil Appearance Code) kode 5 True Color, er vanskelig å detektere. Ser en grovt på signaturen, så er den IR cold gjennom hele forsøket. Områdene utenfor det som kan detekteres med IR er i all hovedsak kode 2 og 1.



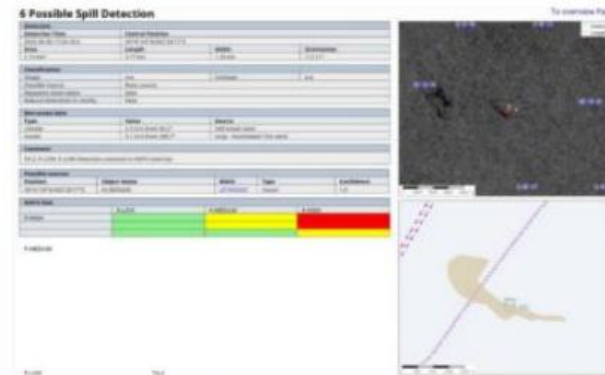
Figur 59: Kartplott av resultater for samtidsmålinger: Oljeutbredelsene og IR cold bilder fra LN-KYV kl 10:00, 11:00 og 13:00 fredag 6. juni. Plott viser også tykkelsesmålinger i oljeflaket.



Figur 60: Kartplott av resultater for samtidsmålinger: Oljeutbredelsene og bilder IR cold fra LN-KYV kl 19:30 6. juni, kl 01:00 og kl 07:00 lørdag 7. juni. Dronebildet i midten viser IR cold kl 07:00 hvor det også ble gjort oljetykkelsesmåling. Drift viser et grovt plott fra kl 13:00 6. juni til måling kl 07:30 7. juni.



Figur 56: Prøvetakning i MGO-flaket fra MOB-båt 22 t etter utslippet (kl. 07:00). Bildene er tatt med droner ved bruk av EO (venstre) og IR (høyre).



Figur 62: RCM-1 17:26 UTC

Figur 62 viser innfallsvinkel 35°, C-band, HH polarisasjon, Meteorologisk Institutt målte vind til 3,1 m/s, og satellitten målte SAR vind til 2,2 m/s. Seilbøyen målte *in situ* vind til 3,2 m/s (6. juni kl. 17:00 UTC). Man ser større kontrast mellom hav og demping som forventet.

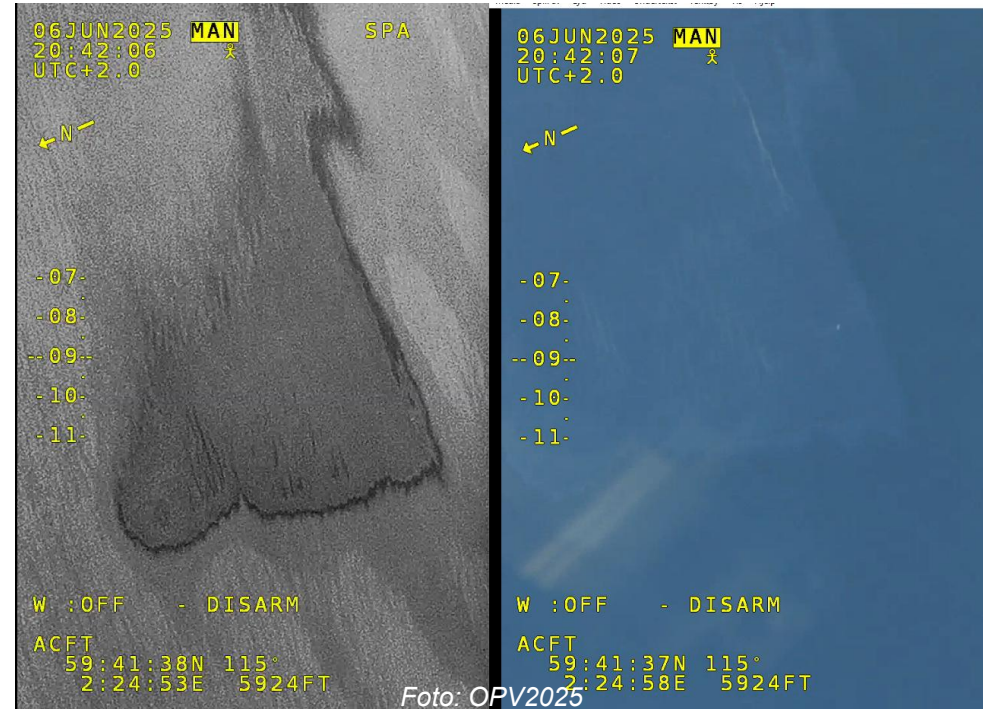


Figur 57: Bulkprøver av MGO: Proven til venstre er utslippsoljen, mens prøvene helt til høyre er den som er tatt etter 22 timer (siste prøvetakning).

Fortsatt noen åpne spørsmål

MGO – Kun IR COLD

- Vil MGO rimelig umiddelbart etter utslipp oppta samme temperatur som vann?
- Er påvirkning fra sol fraværende grunnet dårlig isolasjonsevne mot vann, samt at oljen er transparent?
- Vi ser nyanser i IR COLD bildene. Korresponderer nyansene med oljetykkelse? 8bit gråtoneskala.
- Vil en AI basert billedanalyse i kombinasjon EO/IR kunne avhjelpe tykkelses klassifisering.



Oseberg Blend – forsøk

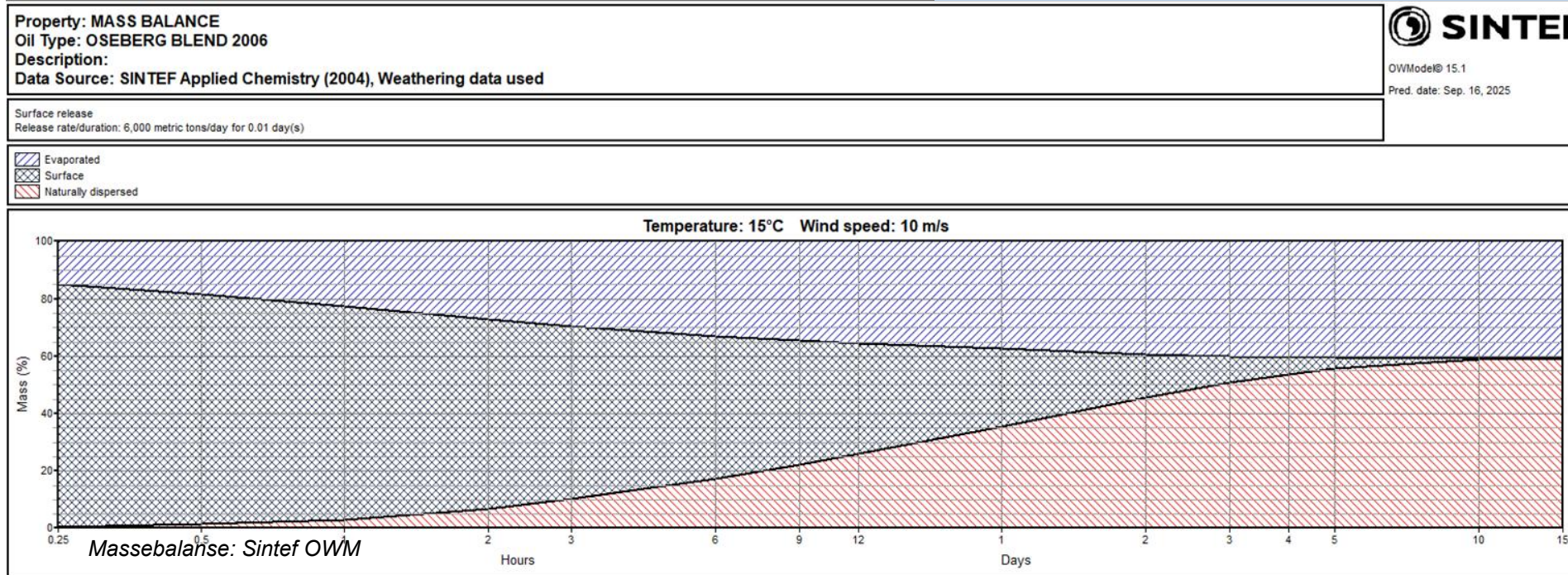
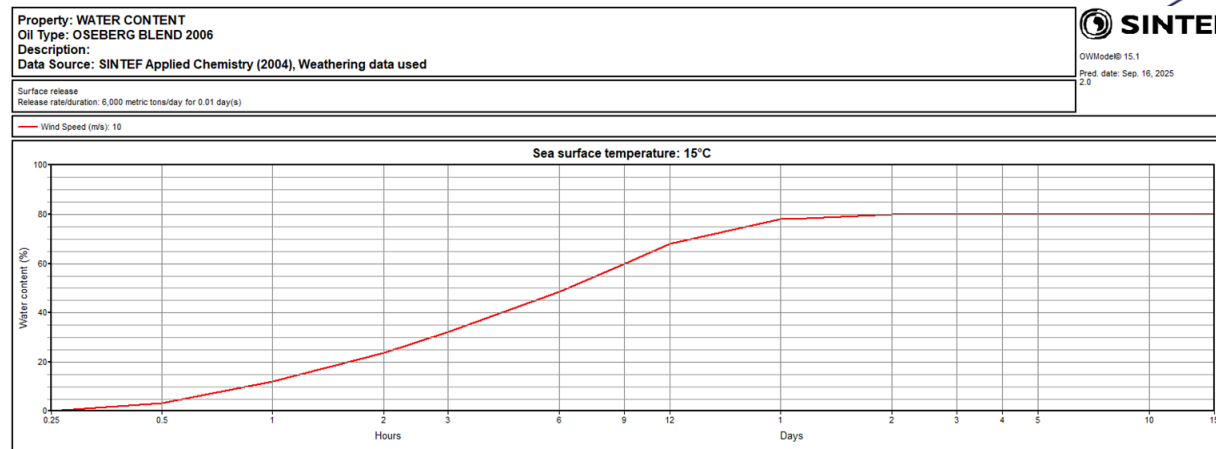


KYSTVERKET



OWMModel 15.1
Pred. date: Sep. 16, 2025
2.0

- 12 - 3m/s vind
- Delvis utfordrende radarforhold
- IR COLD og IR HOT



Vannoptak: Sintef OWM

Oseberg Blend



Figur 2.26: Bilde fra dagslyskamera, utslipp 2 klokka 10 den 8. juni.



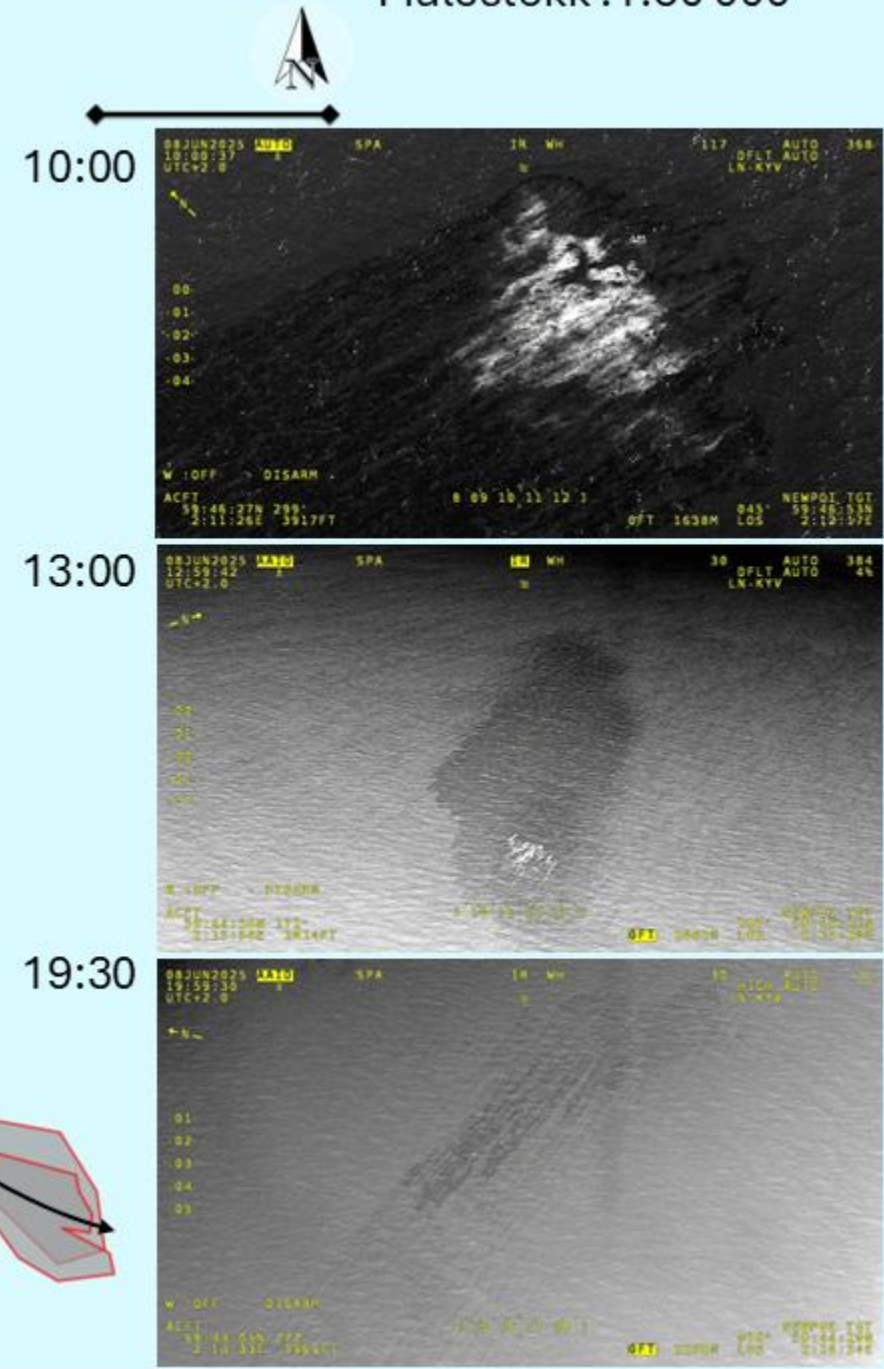
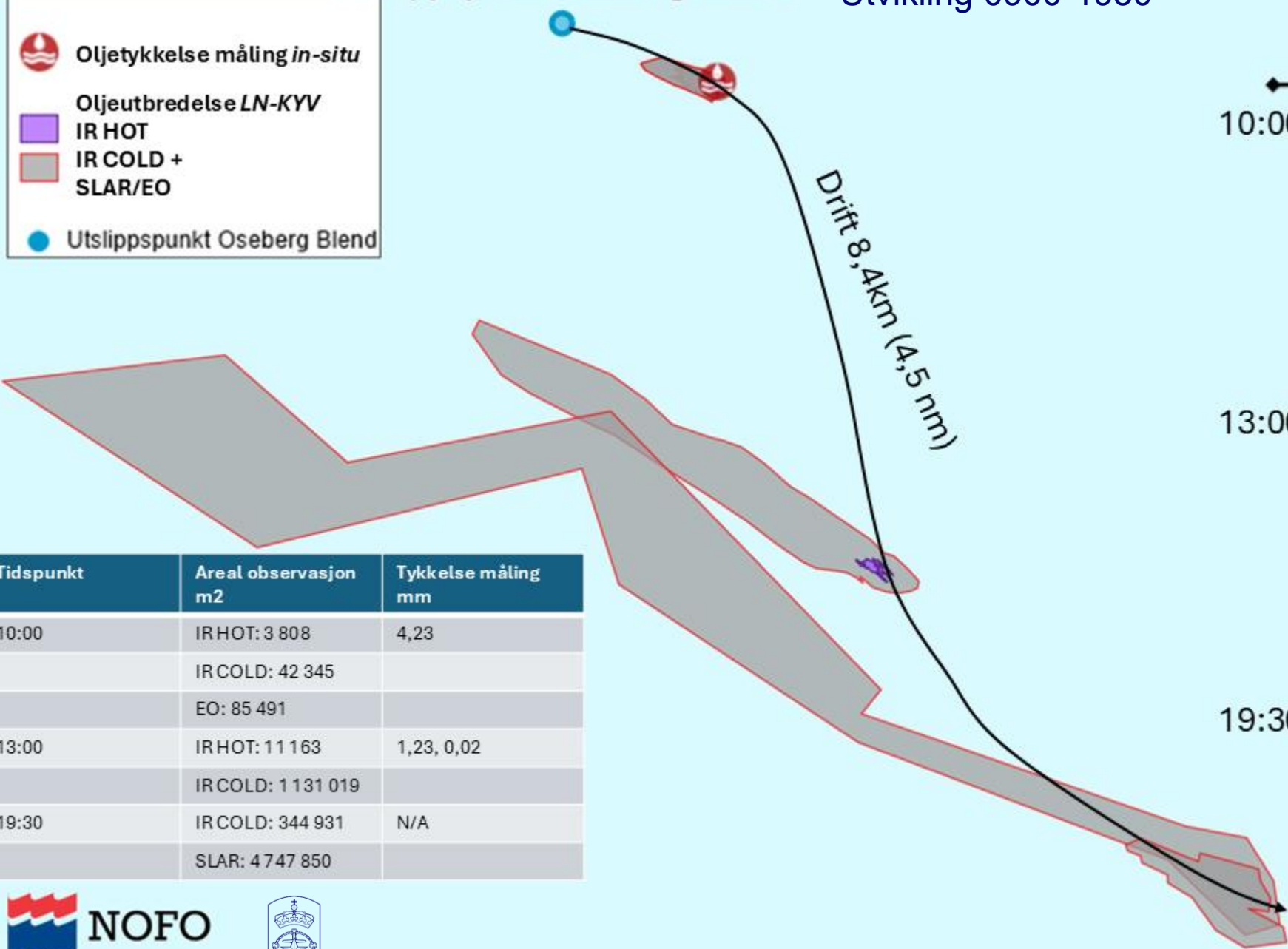
Figur 2.27: IR-bilde fra utslipp 2 klokka 10 den 8. juni.

Utslippspunkt Oseberg Blend

Utvikling 0900-1930

N59.79558, Ø2.29131 + Målestokk :1:50 000

-  Oljetykkelse måling *in-situ*
-  Oljeutbredelse LN-KYV
-  IR HOT
-  IR COLD + SLAR/EO
-  Utslippspunkt Oseberg Blend



Tidspunkt	Areal observasjon m2	Tykkelse måling mm
10:00	IR HOT: 3 808	4,23
	IR COLD: 42 345	
	EO: 85 491	
13:00	IR HOT: 11 163	1,23, 0,02
	IR COLD: 1 131 019	
19:30	IR COLD: 344 931	N/A
	SLAR: 4 747 850	



KYSTVERKET

Illustrasjon og foto: OPV 2025

+ N59.71800, Ø2.14121

08JUN2025
10:00:37
UTC+2.0

AUTO
天

SPA

IR WH
≈

117

AUTO
DFLT AUTO
LN-KYV

368



00-
-01-
-02-
-03-
-04-



W :OFF - DISARM

ACFT
59:46:27N 299°
2:11:26E 3917FT

8 09 10 11 12 1

0FT 1638M 045°
LOS NEWPOI TGT
59:46:53N
2:12:17E

08JUN2025
10:00:18
UTC+2.0

AUTO
天

EOW
DL:LL
≈

18 AUTO
DFLT 50
LN-KYV

∞
2%



-02-
.
-03-
.
--04--
.
-05-
.
-06-



W :OFF - DISARM

ACFT
59:46:21N 268°
2:12:58E 3912FT

4 05 06 07 08

0FT 1687M 326°
LOS NEWPOI TGT
59:46:53N
2:12:16E

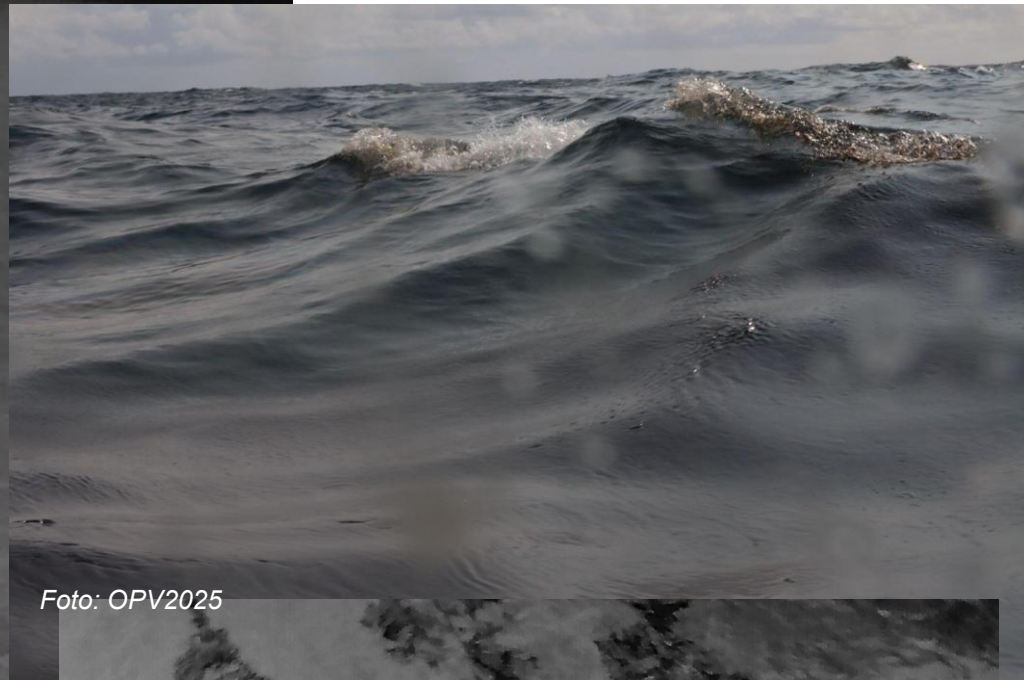
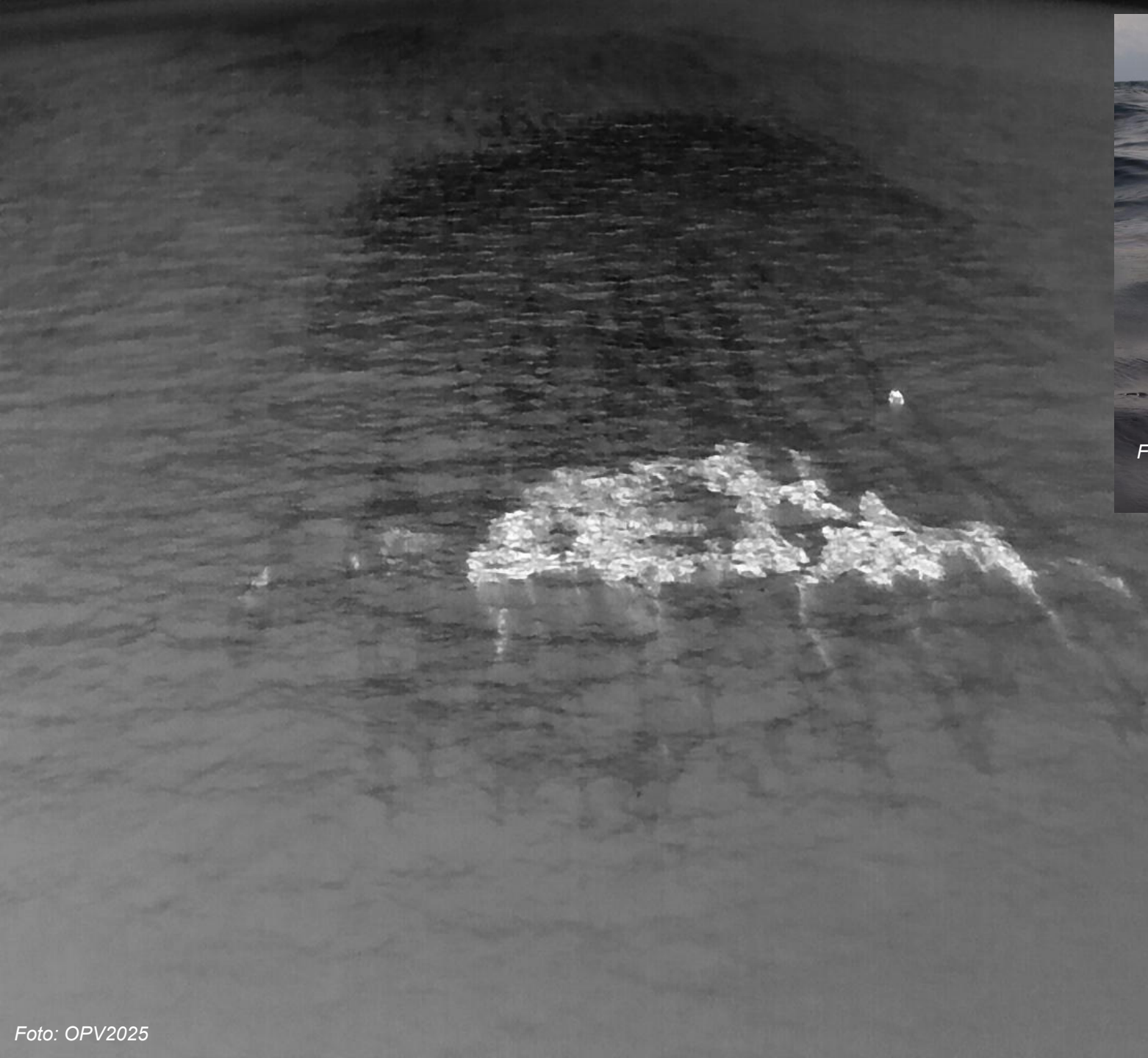


Foto: OPV2025



Foto: OPV2025

Utslippspunkt Oseberg Blend

Utvikling 1930-0900

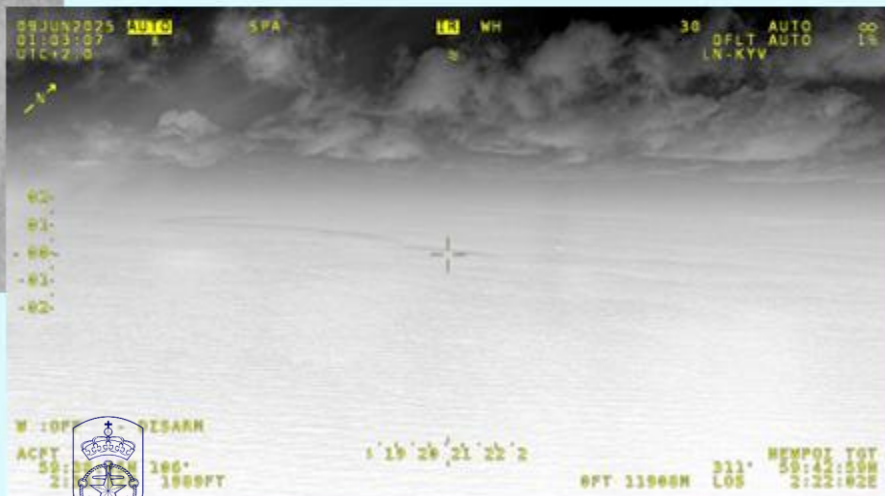
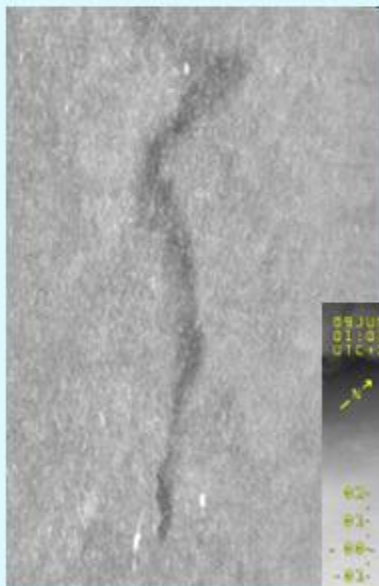
N59.80992, Ø2.43026 + Målestokk: 1:75 000

-  Oljetykkelse måling *in-situ*
-  Oljeutbredelse LN-KYV
-  IR COLD SLAR
-  EO
-  Utslippspunkt Oseberg Blend



Tidspunkt	Areal observasjon m2	Tykkelse måling mm
01:00	6 861 614	0,17
08:00	115 519	0,06, 0,03
09:00	96 887	0,12, 0,06

01:00



Drift 7,9km (4,27 nm)

09:00



08:00



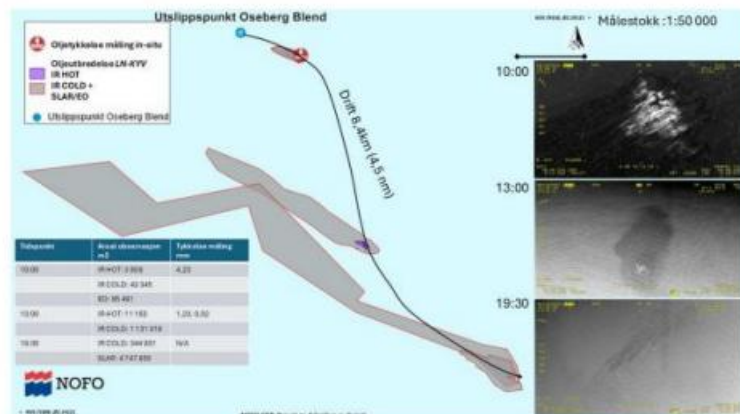
KYSTVERKET

Illustrasjon og foto: OPV 2025

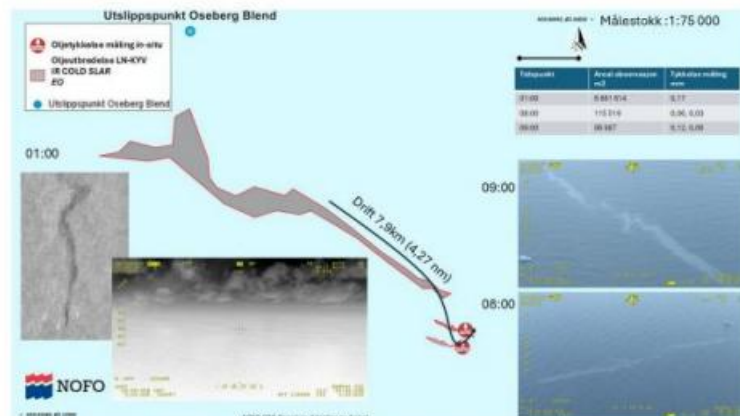
+ N59.65489, Ø2.12994

Foreløpige resultater – Oseberg Blend

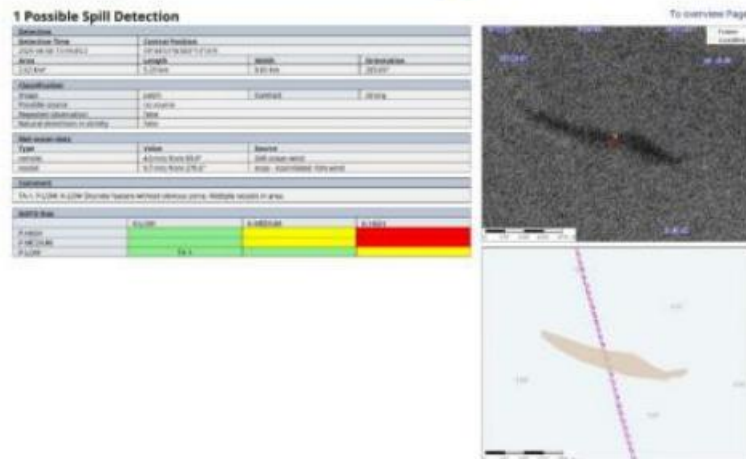
Figur 25 og 26 viser drift og utbredelser gjennom forsøket. Forsøket viser at kombinasjon EO/IR, SLAR/SAR/OSD, til sammen gir 3 relative oljetykkelser de første 7 timene. IR hot som er den tykkeste oljen korresponderer med BAOAC (Bonn Agreement Oil Appearance Code) kode 5, True Color. IR cold er de neste tykkelsene, og i den samme perioden ser dette ut å korrespondere bra med kode 4 og 3. Områdene utenfor, det som kan detekteres med IR er i denne første fasen kode 2 og 1. Etter kl 16 og frem til et stykke ut på natten viser sensorer kun IR cold + OSD radar. Utbredelser er fortsatt synlig visuelt og kan beregnes med BAOAC.



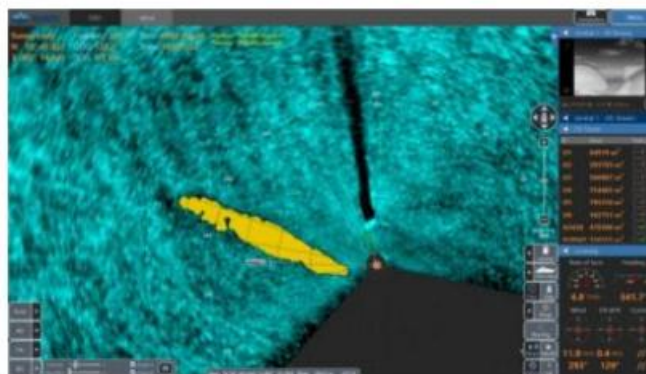
Figur 25: Kartplott av resultater for samtidsmålinger: Oljeutbredelsene og bilder fra LN-KYV kl 10:00, kl 13:00 og kl 19:30 Søndag 8. juni. Plott viser også tykkelsesmåling i oljeflåk. Værbegrensninger gjorde at vi ikke hadde in situ tykkelsesmålinger i oljeflåk kl 13:00 og 19:30.



Figur 26: Kartplott av resultater for samtidsmålinger: Oljeutbredelsene og bilder fra LN-KYV kl 01:00, 08:00 og 09:00 mandag 9. juni Drift viser et grovt plott fra kl 19:30 8. juni til siste måling kl 09:00 9. juni. Plott viser også tykkelsesmålinger fra oljeflåk ca kl 01:00, 08:00 og 09:00.



Figur 27: Iceye 11:59 UTC/13:59 CEST



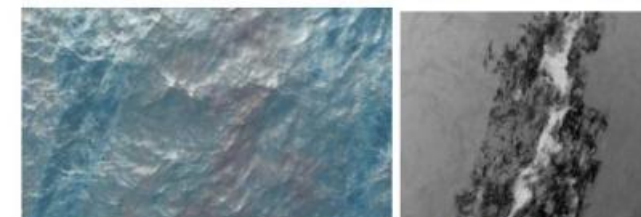
Figur 39: Radarbilde som viser en tydelig signatur av oljen.



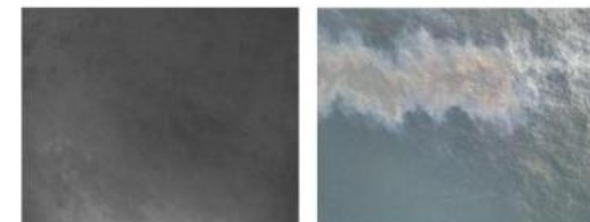
KYSTVERKET



Figur 34: Bildene her viser EO og IR av rølje. Man ser tydelig tykkelsesvariasjoner i IR bildet. IR hvitt (hot) viser tykkere del av oljen, samt det nest tykkeste som IR sort (cold), hvor EO også viser områdene med tynnere oljefilm.



Figur 35: EO og IR signatur av rølje rett etter utslippstart. Tydelig egenfarge av oljen og IR white signatur med tykk olje.



Figur 36: Etter et døgn på havoverflaten hadde røljen forvitret såpass mye at det var redusert IR signatur og man ser heller ikke oljens egenfarge.



Oppsummert



KYSTVERKET

- **Satellittbaserte sensorer**

Radarsatellitter fungerer bra, og forsøkene bekrefter kjente begrensninger, at sensor fungerer bra mellom 4 -10m/s vind. Optiske satellitter, kan brukes, men sky forhold er en vesentlig begrensning. Det gjeler også for dagslys.

- **Fly baserte sensorer**

Ny utrustning i LN-KYV fungerer godt. Kombinasjonen med trente eksperter, EO og IR, samt radar gir et overtruffent oversiktsbilde. Alle sensorers funksjonalitet blir bekreftet av forsøkene. Fleksibilitet med lang rekkevidde/utholdenhet gir enheten gode forutsetninger for å vurdere det store bildet, samt guide fartøy til effektiv aksjonering.

- **Drone baserte sensorer**

EO/IR kapasiteten bekreftes gjennom sammenligning med sensorer fra andre plattformer, samt tykkelsesmålinger. Sensorene er et veldig godt supplement til skips baserte sensorer, samt vil kunne bidra til å holde oversikt i et større område. Sensorbærere for OPV var innenfor operasjon vindu (2-12m/s), men opp mot øvre grense. utfordringer er rekkevidde/utholdenhet og overføring av data (kart festet)

- **Skips baserte sensorer**

EO/IR sensorer benyttet under forsøkene var av forskjellig kvalitet /prisklasser, og forsøkene viser at alle var i stand til å klassifisere tykk olje mot tynnere (Oseberg blend forsøk). Radarforsøkene viser at pr i dag er magnetronradar som gir den beste signaturen for oljedeteksjon, men at Solid state fungerer og med signaloptimalisering så vil denne kunne forbedres. Skipsbasert sensorpakke er i utgangspunktet til for å påse at fartøy opererer i riktig område (tykk olje)



KYSTVERKET

Takk for oppmerksomheten

www.kystverket.no