

Beste Praksis-gruppen: Test av OSCAR versjon v.11.01

OSCAR versjon 11.01

Dette dokumentet inneholder resultater fra følgende tester av OSCAR v. 11.01

1. Sammenligning av v.10.01 og 11.01 med MIRA oppsett (DNV GL)
2. Sammenligning av v.10.01 og 11.01 med ERA Acute oppsett (Acona)
3. Test av nye algoritmer for beregning av filmtykkelse (Akvaplan-niva)

Beste Praksisgruppen konkluderte etter testingen at versjon 11.01 kunne tas i bruk.

Innhold

1	Sammenligning med MIRA	5
1.1	Innledning	5
1.2	Resultater	6
1.2.1	Stranding	6
1.2.2	Åpent hav, sjøoverflate og vannsøylen	8
1.2.3	Bestandstapsforskjeller	12
1.3	Oppsummering	13
2	Sammenligning med ERA Acute	14
2.1	Inngangsdata og metode	14
2.2	Resultater	15
2.2.1	Oppsummering	15
2.2.2	Influensområder	16
2.2.3	Sjøoverflate	19
2.2.4	Strandhabitat	23
2.2.5	Vannkolonne	28
3	Test av nye algoritmer for beregning av filmtykkelse	32
3.1	Introduction	32
3.1.1	Bug-fix: Surface oil too thick for high GOR- subsurface blowouts	32
3.1.2	General comparison of version 10.01 (current version) and 11.01	32
3.2	Oil drift simulations setup	33
3.3	Results	33
3.3.1	Surface compartment influence area maps	34
3.3.2	Shoreline compartment influence area maps	37
3.3.3	Water column compartment Influence area maps	39
3.4	ERA Acute Results	40
3.4.1	Surface compartment	40
3.4.2	Shoreline compartment	42
3.4.3	Water column compartment	47
3.5	Conclusion	48

1 Sammenligning med MIRA

Memo til:
NOROG og Best Praksis gruppa

Memo Nr.:
Fra: Anders Rudberg, DNV GL
Dato: 29.10.2020
Skrevet av: Anders Rudberg

1.1 Innledning

DNV GL har gjort en sammenligning av oljedriftsresultater i MEMW versjonene 10.0.1 og 11.0.1 med påfølgende bestandstapsberegninger på sjøfugl med MIRA-metodikk. Det er kjørt stokastiske oljedriftsberegninger for 3 utslippsrater og 1 varighet (se Tabell 2) med Bream råolje (SINTEF 2010) for en fiktiv letebrønn i Nordsjøen. OSCAR er satt opp ihht. Beste Praksis.

Tabell 1 *Basisinformasjon for test letebrønn.*

Koordinater for brønn	Breddegrad: 58° 40' 15,64" N, Lengdegrad: 01° 43' 38,73" Ø
Vanddybde (m)	113
Oljetype	Bream råolje (857 kg/m ³)
GOR (Sm³/Sm³)	330
Utstrømningsdiameter (m)	0,4763
Type scenario	Utblåsning (overflate/sjøbunn)

Tabell 2 *Rate- og varighetsmatrise*

Utblåsnings- lokasjon	Fordeling overflate/ sjøbunn	Rate Sm ³ /d	Varighet (dg) og sannsynlighetsfordeling	Sannsynlighet for ratene
			15	
Overflate	20 %	2600	100 %	60 %
		4400		30 %
		5600		10 %
Sjøbunn	80 %	2600	100 %	60 %
		4400		30 %
		5600		10 %

1.2 Resultater

1.2.1 Stranding

Det er beregnet strandingsstatistikk for hele kysten totalt, 100- og 95-persentiler strandet oljemengde og ankomsttid (tid siden starten av utslippet) for overflate- og sjøbunnsutslippet i Tabell 3 til 6. Strandingresultatene er basert på 15 dagers utslippsvarighet og alle 3 ratene med deres individuelle sannsynligheter, se Tabell 2.

For overflateutslippene viser strandingsresultatene at v11.0.1 gir betydelig mer olje på land enn med v10.0.1 - en gjennomsnittlig økning over sesongene for 95-persentilen er 77 %, se Tabell 3. For sjøbunnsutslippene viser strandingsresultatene at v11.0.1 gir en reduksjon av olje på land sammenlignet med v10.0.1 - en gjennomsnittlig reduksjon over sesongene for 95-persentilen er 38 %, se Tabell 4.

Tabell 3 Strandet oljemengde for overflateutblåsning for 100- og 95-persentilene for v10.0.1 og v11.0.1, basert på hele utfallsrommet

Scenarier	Overflate (tonn)			
	Vår	Sommer	Høst	Vinter
v10_01 100 pers	14330	28124	21323	11039
v11_01 100 pers	20464	42291	29874	24105
v10_01 95 pers	6609	9172	7446	5274
v11_01 95 pers	10918	12226	13446	12078

Tabell 4 Strandet oljemengde for sjøbunnsutblåsning for 100- og 95-persentilene for v10.0.1 og v11.0.1, basert på hele utfallsrommet

Scenarier	Sjøbunn (tonn)			
	Vår	Sommer	Høst	Vinter
v10_01 100 pers	15168	29787	22480	11395
v11_01 100 pers	8509	14312	10838	13408

v10_01 95 pers	7683	9138	7173	5166
v11_01 95 pers	3025	3492	5162	5126

Tabell 5 Ankomsttid for overflateutblåsning for 100- og 95-persentilene for v10.0.1 og v11.0.1, basert på hele utfallsrommet

Scenarier	Overflate (dager)			
	Vår	Sommer	Høst	Vinter
v10_01 100 pers	5.4	7.3	5.4	5.1
v11_01 100 pers	5.5	7.3	6.2	4.7
v10_01 95 pers	7.5	12.5	7.7	6.9
v11_01 95 pers	6.8	12.4	7.3	6.7

Tabell 6 Ankomsttid for sjøbunnsutblåsning for 100- og 95-persentilene for v10.0.1 og v11.0.1, basert på hele utfallsrommet

Scenarier	Sjøbunn (dager)			
	Vår	Sommer	Høst	Vinter
v10_01 100 pers	5.5	6.8	5.8	5.4
v11_01 100 pers	6.3	9.8	6.9	4.8
v10_01 95 pers	7.1	11.7	8.0	6.8

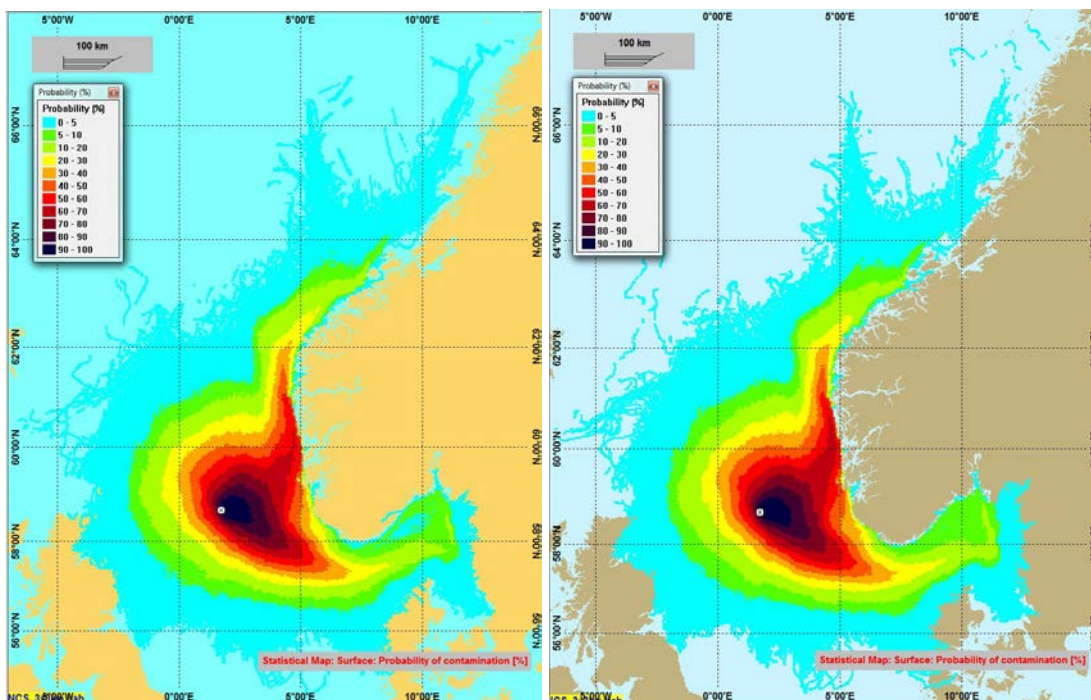
v11_01 95 pers	10.0	13.8	10.1	8.2
----------------	------	------	------	-----

1.2.2 Åpent hav, sjøoverflate og vannsøylen

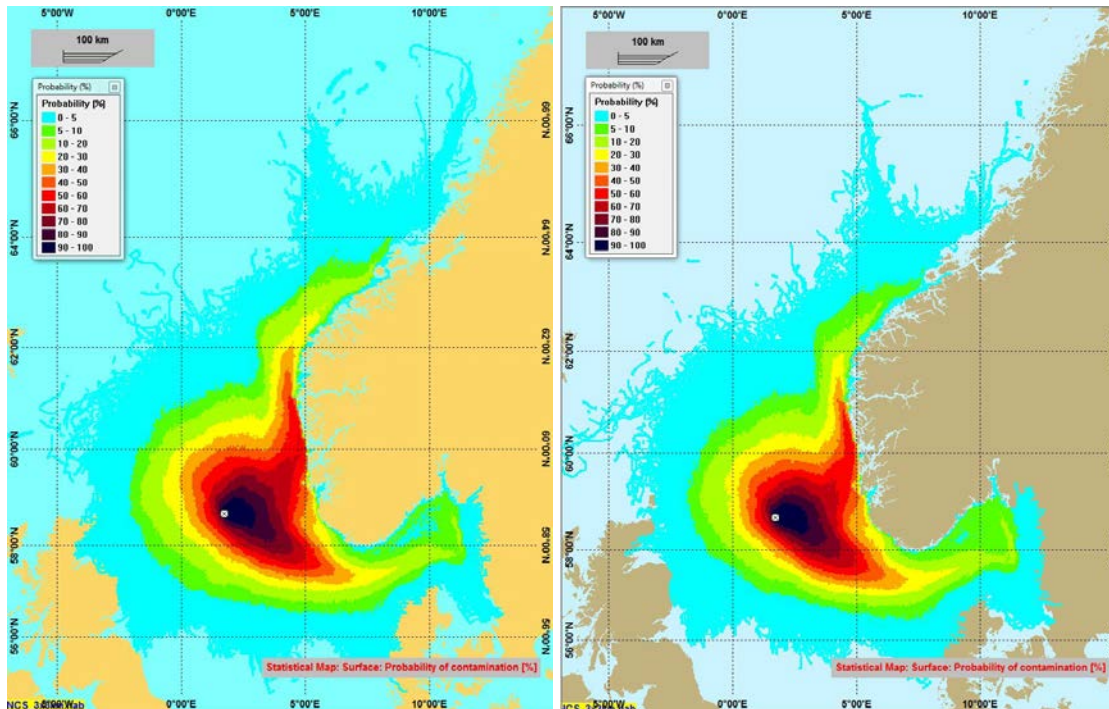
Helårlige influensområder (treffsannsynlighet), oljemengder på sjøoverflaten samt hydrokarbonskonsentrasjoner (THC) i vannkolonnen er illustrert i Figur 1 til 6. De stokastiske resultatene er hentet direkte ut fra OSCAR og derfor er presentert i 3x3 km gridruter uten terskeverdier.

Merk at f.eks. influensområdene ikke viser omfanget av et enkelt oljeutslipp, men er en statistisk størrelse som er beregnet fra enkeltsimuleringer og som angir sannsynligheten for at en gridrute vil bli berørt av oljegtitt at en utblåsning finner sted.

Influensområdene for overflate- og sjøbunnsutblåsning er vist i Figur 1 og 2. For overflateutslippet (Figur 1) viser resultatene at influensområdene for v10.0.1 og v11.01. er temmelig like, mens for sjøbunnsutblåsningene viser resultatene i Figur 2 at v11.0.1 har en noe mindre utstrekning enn for v10.0.1.

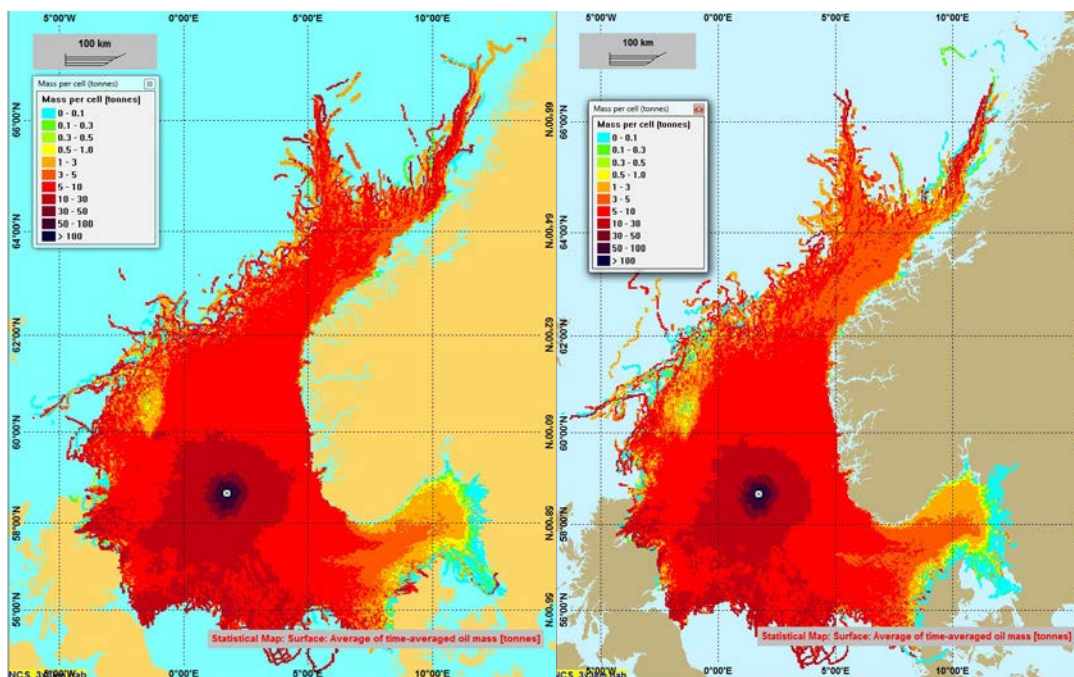


Figur 1 Overflateutslipp: Treffsannsynlighet for treff av olje i 3x3 km gridruter for 15 dagers utslipp, de tre utslippsratene vektet likt, v10.0.1 til venstre og v11.0.1 til høyre. Ingen cut-off i resultatene.

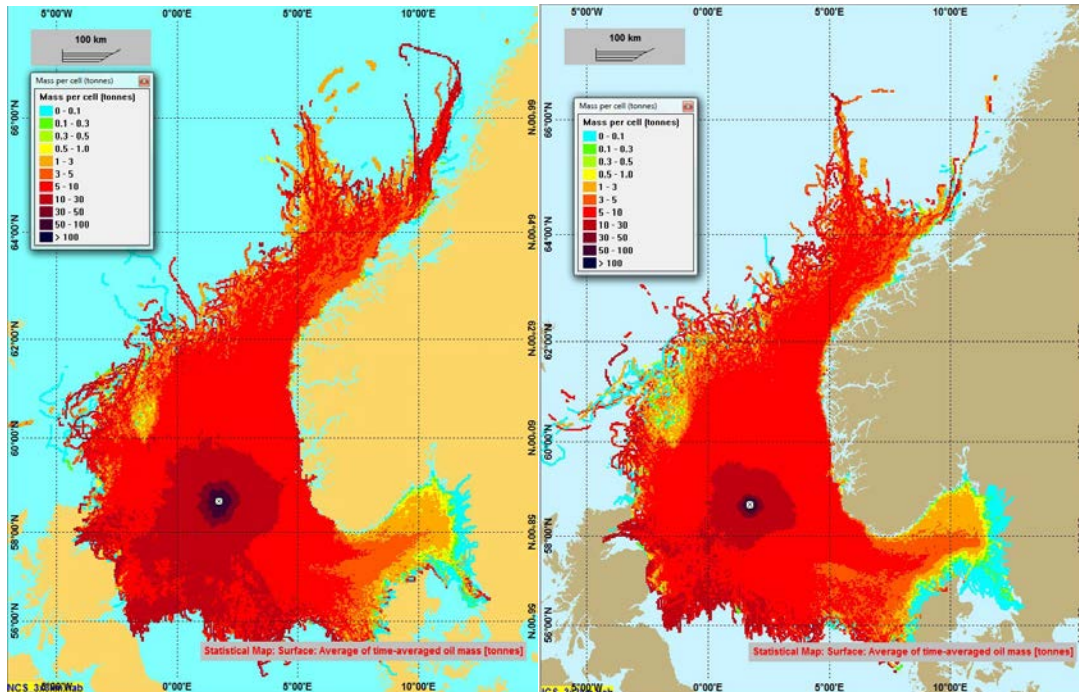


Figur 2 Sjøbunnsutslipp: Treffsannsynlighet for treff av olje i 3x3 km gridruter for 15 dagers utslipp, de tre utslippsratene vektet likt, v10.0.1 til venstre og v11.0.1 til høyre. Ingen cut-off i resultatene.

Gjennomsnittlig tidsmidlele oljemengder på overflaten for overflate- og sjøbunnsutblåsning er vist i Figur 3 og 4. For overflateutslippet (Figur 3) viser resultatene at oljemengdene på sjøoverflaten for v10.0.1 og v11.01. er temmelig like, mens for sjøbunnsutblåsningene viser resultatene i Figur 4 at v11.0.1 har et mindre område > 10 tonn olje i 3x3 km gridruter rundt utslippspunktet enn for v10.0.1

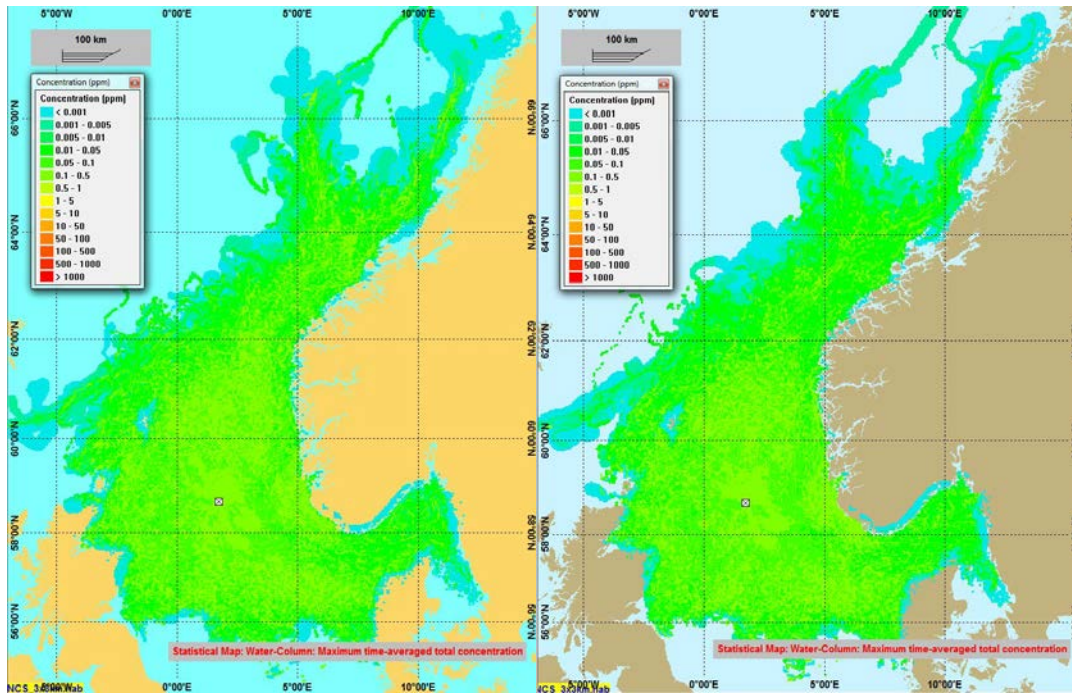


Figur 3 Overflateutslipp: Gjennomsnittlig tidsmidlet oljemengde (tonn) i 3x3 km gridruter for 15 dagers utslipp, de tre utslippsratene vektet likt, v10.0.1 til venstre og v11.0.1 til høyre. Ingen cut-off i resultatene.

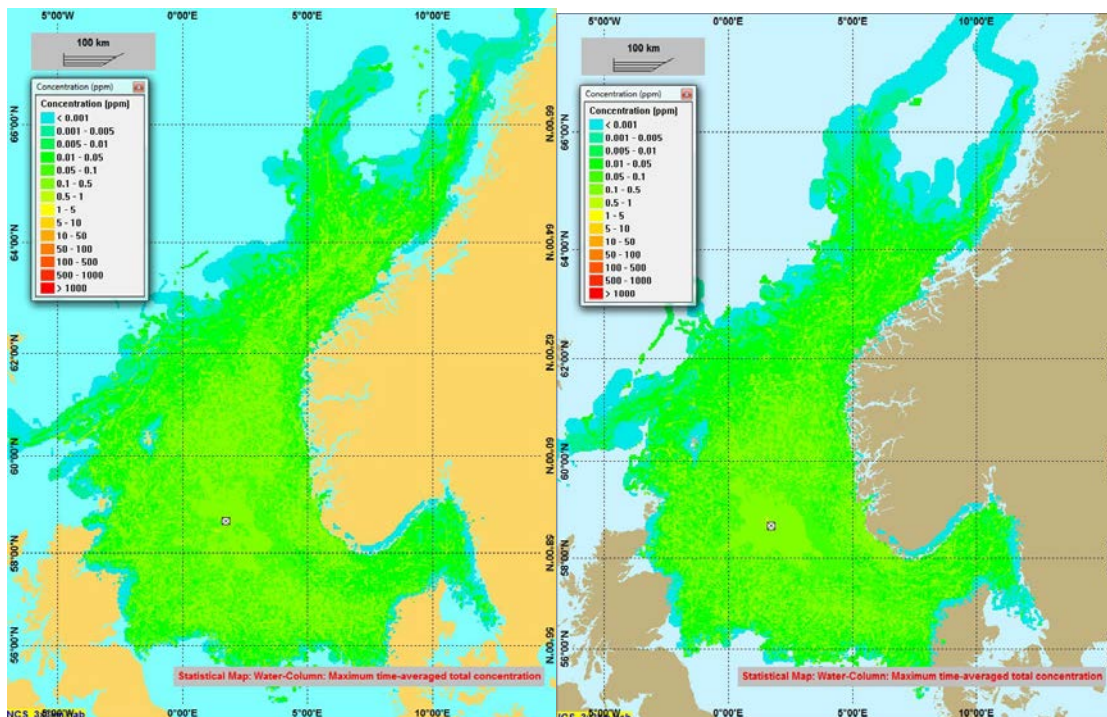


Figur 4 Sjøbunnsutslipp: Gjennomsnittlig tidsmidlet oljemengde (tonn) i 3x3 km gridruter for 15 dagers utslipp, v10.0.1 til venstre og v11.0.1 til høyre. Ingen cut-off i resultatene.

Maksimal tidsmidlete THC i vannsøylen for overflate- og sjøbunnsutblåsning er vist i Figur 5 og 6. For overflateutslippet (Figur 5) viser resultatene at THC for v10.0.1 og v11.01. er temmelig like, mens for sjøbunnsutblåsningene viser resultatene i Figur 6 at v11.0.1 har et noe større område med høyere konsentrasjoner rundt utslippspunktet enn for v10.0.1.



Figur 5 Overflateutslipp: maksimal tidsmidlele hydrokarbonkonsentrasjoner (ppb) i vannsøylen i 3x3 km gridruter for 15 dagers utslipp, v10.0.1 til venstre og v11.0.1 til høyre. Ingen cut-off i resultatene.



Figur 6 Sjøbunnsutslipp: maksimal tidsmidlele hydrokarbonkonsentrasjoner (ppb) i vannsøylen i 3x3 km gridruter for 15 dagers utslipp, v10.0.1 til venstre og v11.0.1 til høyre. Ingen cut-off i resultatene.

1.2.3 Bestandstapsforskjeller

Det er beregnet bestandstap på SEAPOP åpent hav data for Nordsjøen for hele året og for fire sesonger. Resultatene som vises i Tabell 7 og 8 er gjennomsnittlig bestandstapsforskjeller mellom v11.0.1 og v10.0.1. For overflateutslippene viser resultatene en svak økning i bestandstap for v11.0.1 sammenlignet med v10.0.1, se Tabell 7.

Tabell 7 Gjennomsnittlige bestandstapsforskjeller for alle SEAPOP åpent havarter i prosentpoeng for hele året og hver sesong ved overflateutblåsning. Rødt betyr en økning i bestandstap fra v10.0.1 til v11.0.1. Grønt betyr en tilsvarende reduksjon i bestandstap.

Sesong	Overflate - bestandstapsforskjeller i prosentpoeng					
	<1%	1-5%	5-10%	10-20%	20-30%	>30%
År	-2.3 %	2.5 %	0.3 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Vår	-2.7 %	2.9 %	-0.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Sommer	-0.4 %	0.2 %	0.2 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Høst	-3.9 %	4.2 %	0.2 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Vinter	-2.1 %	2.5 %	0.9 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %

For sjøbunnsutslippene viser resultatene som forventet en betydelig reduksjon i bestandstap for v11.0.1 sammenlignet med v10.0.1, se Tabell 8.

Tabell 8 Gjennomsnittlige bestandstapsforskjeller for alle SEAPOP åpent havarter i prosentpoeng for hele året og hver sesong ved sjøbunnsutblåsning. Rødt betyr en økning i bestandstap fra v10.0.1 til v11.0.1. Grønt betyr en tilsvarende reduksjon i bestandstap.

Sesong	Sjøbunn - bestandstapsforskjeller i prosentpoeng					
	<1%	1-5%	5-10%	10-20%	20-30%	>30%
År	6.8 %	-3.2 %	-3.6 %	-0.6 %	0.0 %	0.0 %
Vår	12.9 %	-6.9 %	-6.0 %	-0.4 %	0.0 %	0.0 %
Sommer	5.2 %	-3.9 %	-1.3 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Høst	5.4 %	-1.6 %	-3.1 %	-0.7 %	0.0 %	0.0 %
Vinter	3.7 %	-0.4 %	-3.9 %	-1.2 %	0.0 %	0.0 %

1.3 Oppsummering

Resultatene av sammenligningen mellom OSCAR v10.0.1 og v11.0.1 til MIRA-bruk er som forventet utifra hva SINTEF har annonsert av endringer i den nye OSCAR-versjonen 11.0.1. Hovedkonklusjonene kan oppsummeres som følger:

- For overflateutslippene viser strandingsresultatene at v11.0.1 gir betydelig mer olje på land enn med v10.0.1 - en gjennomsnittlig økning over sesongene for 95-persentilen er 77 %.
- For sjøbunnsutslippene viser strandingsresultatene at v11.0.1 gir en reduksjon av olje på land sammenlignet med v10.0.1 - en gjennomsnittlig reduksjon over sesongene for 95-persentilen er 38 %.
- Oljemengdene på sjøoverflaten for sjøbunnsutslippet er mindre for v11.0.1 enn for v10.0.1.
- THC i vannsøylen er noe høyere i v11.0.1 enn i v10.0.1.
- For overflateutslippene viser resultatene en svak økning i bestandstap for sjøfugl åpent hav for v11.0.1 sammenlignet med v10.0.1.

For sjøbunnsutslippene viser resultatene som forventet en betydelig reduksjon i bestandstap for sjøfugl åpent hav for v11.0.1 sammenlignet med v10.0.1.

2 Sammenligning med ERA Acute

Sammenligning av oljedrift og miljøeffekter fra stokastiske oljedriftsimuleringer utført med OSCAR v10.0.1 og v11.0.1.

Utført av Acona

2.1 Inngangsdata og metode

Det er gjort en sammenligning av OSCAR v.10.0.1 og v11.0.1 basert på stokastiske oljedriftsimuleringer. Oppsett og utførelse av analysene er identiske med unntak av OSCAR versjonene. Miljøeffekter er beregnet med ERA Acute Software v. 1.1.025.

Følgende endepunkter er sammenlignet:

- Influensområder
- Oljedriftsparametere
- Bestandstap til sjøfugl, berørt kystlinje og larvetap til torsk og sild

Oljetypen er Njord 2002 med en tetthet på 807 kg/Sm³. Viktige parametere for sjøbunnsutslipp er GOR 500 Sm³/Sm³, gasstetthet 0,8 kg/Sm³ og utslippsdiameter 47,63 cm.

Rate- og varighetsmatrisen som er benyttet i analysene er vist i Tabell 3-1. Raten er 3 500 Sm³/d og vektet varighet er hhv. 12,5 døgn for overflateutblåsninger og 16,5 døgn og sjøbunnsutblåsninger.

Matrisen består av åtte utblåsningsscenarioer (unik kombinasjon av utslippspunkt, utslippsrate og utslippsvarighet) som hver er kjørt stokastisk iht. Beste Praksis for oppsett av OSCAR modellen for bruk i ERA Acute analyser. Til sammen er det utført 3 360 enkeltsimuleringer med hver OSCAR-versjon.

En oversikt over sannsynlighet og utslippsmengder for de ulike scenarioene er vist i Tabell 3-2. Det er stor variasjon i sannsynligheten til de ulike scenarioene og totalt utslippsvolum (utblåsningsrate × utblåsningsvarighet) varierer fra 7 000 til 262 500 m³ olje.

Tabell 3-1. Rate- og varighetsmatrise benyttet i sammenligningsstudiet.

Frekvens	Utslippspunkt	Fordeling	Rate (Sm ³ /døgn)	Varigheter (døgn) og sannsynlighetsfordeling			
				2	15	25	75
1,41E-04	Overflate (0 meter)	18%	3500	59%	29%	4%	8%
	Sjøbunn (236 meter)	82%	3500	40%	38%	13%	9%

Tabell 3-2. Frekvens (pA), utslippspunkt (Z), utblåsningsrate (R) og varighet (D) til de åtte utblåsingsscenarioene og deres sannsynligheter (pZ, pR og pD). Volum er totalutslippsvolum av olje (R×D).

Scenario navn	pA	Z	pZ	R	pR	D	pD	pZRD	pAZRD	Volum (m ³)
top_r3500_d2	1.41E-04	Overflate	0.18	3500	1	2	0.59	0.1062	1.50E-05	7 000
top_r3500_d15	1.41E-04	Overflate	0.18	3500	1	15	0.29	0.0522	7.36E-06	52 500
top_r3500_d25	1.41E-04	Overflate	0.18	3500	1	25	0.04	0.0072	1.02E-06	87 500
top_r3500_d75	1.41E-04	Overflate	0.18	3500	1	75	0.08	0.0144	2.03E-06	262 500
sub_r3500_d2	1.41E-04	Sjøbunn	0.82	3500	1	2	0.40	0.3280	4.62E-05	7 000
sub_r3500_d15	1.41E-04	Sjøbunn	0.82	3500	1	15	0.38	0.3116	4.39E-05	52 500
sub_r3500_d25	1.41E-04	Sjøbunn	0.82	3500	1	25	0.13	0.1066	1.50E-05	87 500
sub_r3500_d75	1.41E-04	Sjøbunn	0.82	3500	1	75	0.09	0.0738	1.04E-05	262 500

2.2 Resultater

2.2.1 Oppsummering

Følgende observasjoner og konklusjoner er gjort under sammenligningen av dette tilfellet:

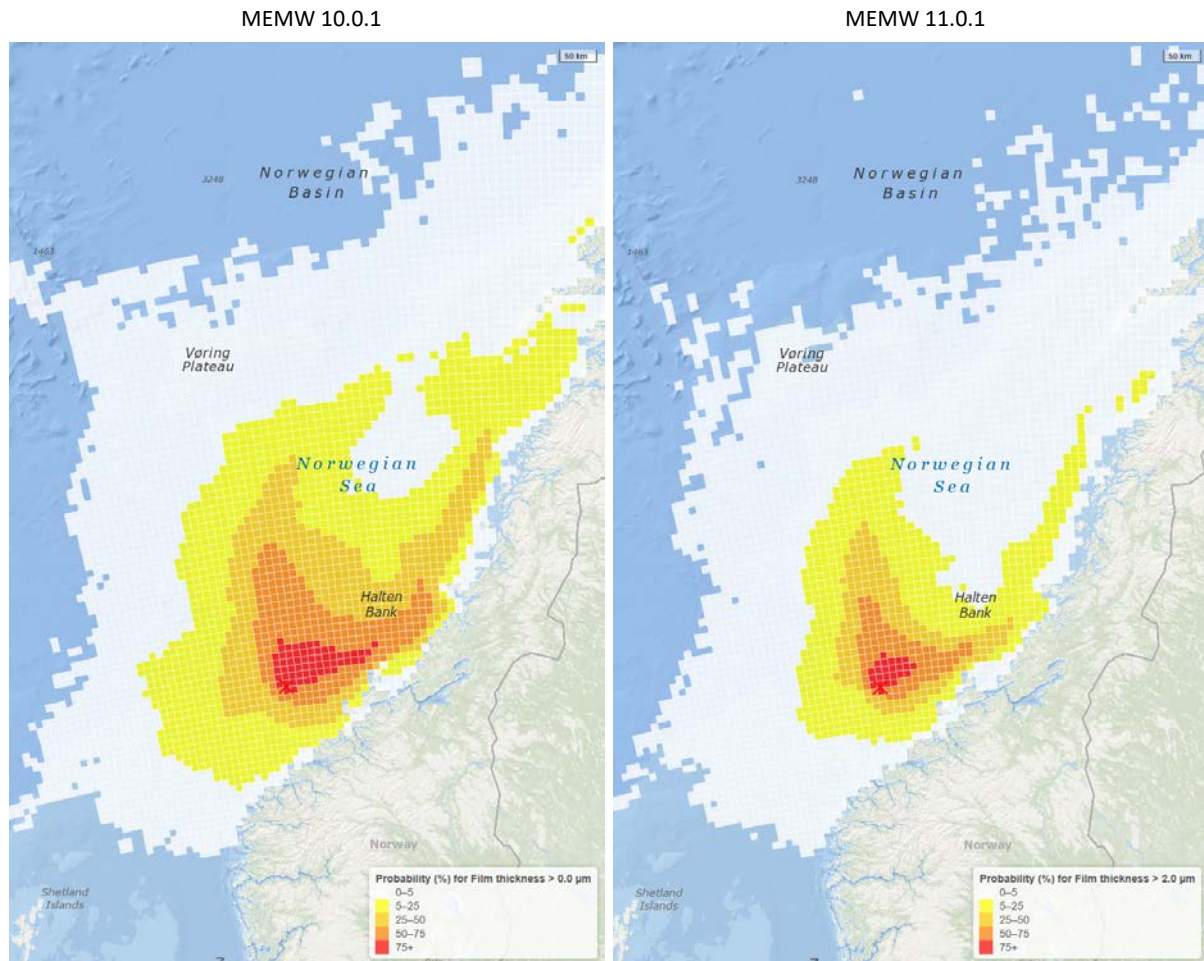
- Begge versjonene plukket ut identiske starttidspunkt (år, måned, dag og time).
- Overflate:
 - Alle oljedriftsparameterne som benyttes for beregning av akutt dødelighet på sjøfugl (og sjøpattedyr) er betraktelig lavere (mindre konservative) i v.10.01 enn i v.11.01. Estimert bestandstap er dermed betraktelig lavere i v.11.01 enn i v.10.01. Forskjellen i oljedriftsparametere og miljøeffekter er spesielt store for sjøbunnsutblåsninger. Nettoeffekten er en kraftig reduksjon i bestandstap med v.1101 sammenlignet med v.10.01.
 - Eksponeringstiden i MEMW 11.01 er svært kort, også i ruter nær utslippspunktet
- Strandhabitat
 - Strandingsmengder øker noe for overflateutblåsninger i v.11.01, men reduseres betraktelig mer for sjøbunnsutblåsninger. Nettoeffekten er en relativ stor reduksjon i strandingsmengder og antall kilometer berørt kystlengde med v.1101 sammenlignet med v.10.01. 95-persentilen for strandet mengde emulsjon for hele kystlinjen er i størrelsesorden 15 ganger lavere med v.11.01.
- Vannkolonne
 - Versjon 11.01 gir noe mer olje i vannkolonnen. For sjøbunnsutblåsninger er det en tydelig økning i larvedødelighet med v.11.01 sammenlignet med v.10.01.

2.2.2 Influensområder

Årlige influensområder for olje på sjøoverflaten, akkumulert på strandlinjen og i vannkolonnen er illustrert i Figur 3-1, Figur 3-2 og Figur 3-3. Områdene består av alle 10×10 km kartruter som har mer olje enn en viss grenseverdi i mer enn 5% av enkeltsimuleringene. Grenseverdiene benyttet er 2 mikrometer for overflate, 1 tonn olje for strandlinje og 58 ppb THC for vannkolonne.

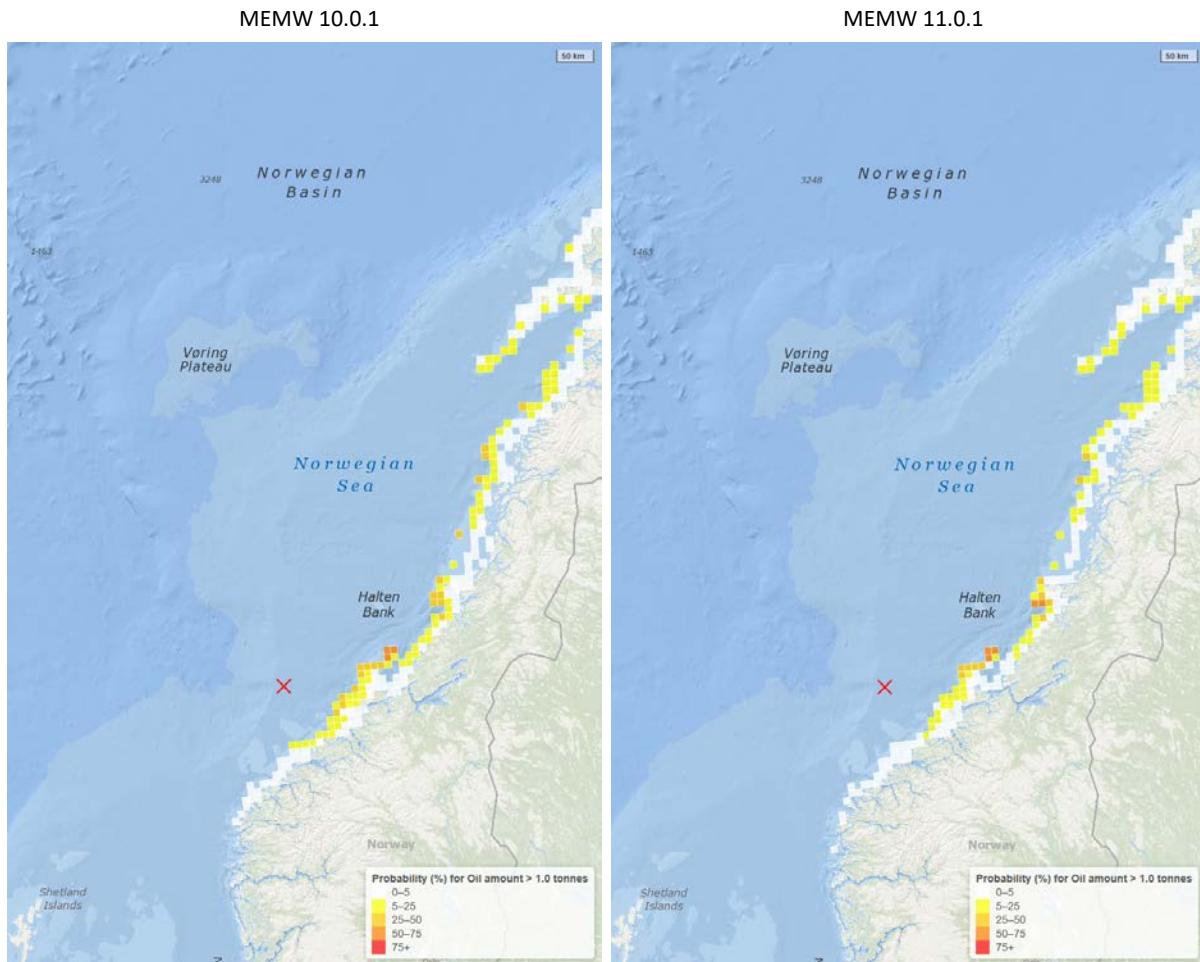
Merk at influensområdene ikke viser omfanget av et enkelt oljeutslipp, men er en statistisk størrelse som er beregnet fra enkeltsimuleringer og som angir sannsynligheten for at en kartrute vil bli berørt av mer olje enn grenseverdien forutsatt at en utblåsning finner sted.

Influensområder for sjøoverflaten er illustrert i Figur 3-1. Influensområdet for v.10.01 er betydelig større enn influensområdet for v.11.01. Det er 1726 ruter i området til v.10.01 og 852 ruter i området til v.11.01, dvs. en prosentnedgang på 51%.



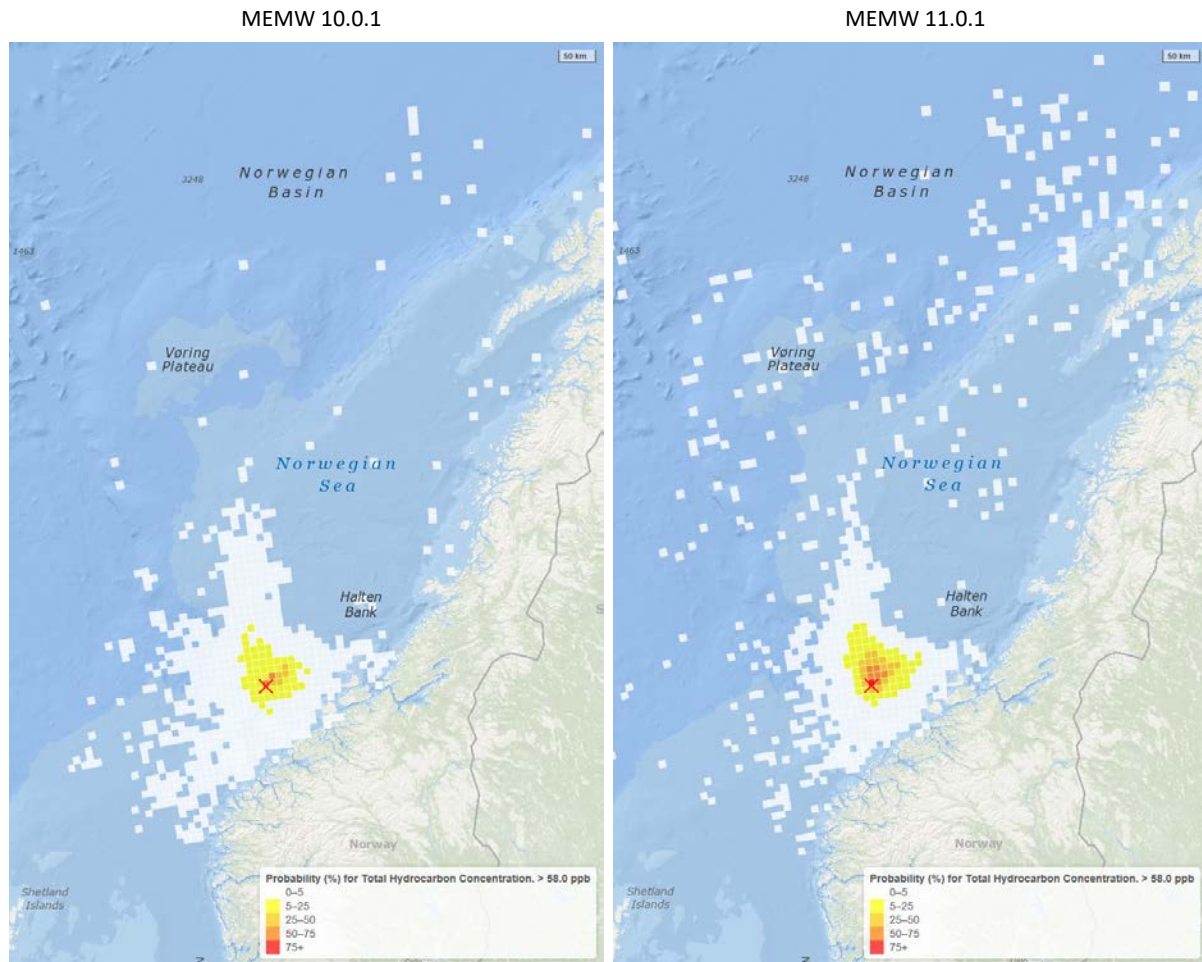
Figur 3-1. Influensområde for olje på sjøoverflaten gitt en utblåsning. Hvert område består av alle 10×10km kartruter som har tykkere olje enn 2 mikrometer i mer enn 5, 25, 50 eller 75% av enkeltsimuleringene, gjengitt med ulike fargekoder.

Influensområder for strandlinje er illustrert i Figur 3-2. Områdene er forholdsvis like og den mest åpenbare forskjellen i områdene er at det er noen flere sydlige ruter i området til v.10.01 enn v.11.01. Det er 108 ruter i området til v.10.01 og 83 ruter i området til v.11.01, dvs. en prosentnedgang på 23%.



Figur 3-2. Influensområde for olje på strandlinjen gitt en utblåsning. Hvert område består av alle 10×10km kartruter som har mer olje enn 1 tonn i mer enn 5, 25, 50 eller 75% av enkeltsimuleringene, gjengitt med ulike fargekoder.

Influensområder for strandlinje er illustrert i Figur 3-3. Områdene er forholdsvis like og den mest åpenbare forskjellen er at det er større sannsynlighet for konsentrasjoner over grenseverdiene med v.11.01. Det er 61 ruter i området til v.10.01 og 71 ruter i området til v.11.01, dvs. en prosentøkning på 20%.



Figur 3-3. Influensområde for olje i vannkolonne gitt en utblåsning. Hvert område består av alle 10x10km kartruter som har høyere oljekonsentrasjon enn 58 ppb i mer enn 5, 25, 50 eller 75% av enkeltsimuleringene, gjengitt med ulike fargekoder.

2.2.3 Sjøoverflate

2.2.3.1 Oljedrift

Statistikk for viktig oljedriftsparametere i ERA Acute modellen er presentert i Tabell 3-3 og Tabell 3-4. Tabell 3-3 viser vektet gjennomsnitt for antall ruter med filmtykkelse over grenseverdien (2 μm), sveipet areal over grenseverdien og eksponeringstid (antall dager det har vært olje tykkere enn 2 μm i rutene) for alle scenarioene i rate- og varighetsmatrisen. Forskjeller i de to OSCAR-versjonene er gitt som prosentnedgang, dvs.: (Verdi for v.10.01- Verdi for v.11.0.1)/Verdi for v.10.01.

MEMW v.11.01 gir betydelig lavere verdier enn v.10.01 for sjøbunnsutslipp, for eksempel reduseres gjennomsnittlig sveipet areal fra 10 104 km² til 3 629 km², en prosentnedgang på hele 71%. MEMW v.11.01 gir også noe lavere verdier for overflateutslipp. Med en 18:82 fordeling mellom overflate og sjøbunnsutslipp er det en nedgang på over 50% i antall ruter og sveipet areal og 36% for eksponeringstid.

Tabell 3-4 viser statistikk for hvert enkeltscenario for de tre oljedriftsparametere. Den sammen trenden som beskrevet over gjenspeiler seg i alle statistikkene og det er ingen scenarioer som skiller seg fra trenden beskrevet over.

MERK at eksponeringstiden er svært kort. I v.11.0.1 er det først ved 95-persentilen at rutene i de åtte scenarioene har en eksponeringstid over 1 døgn. Maksimum eksponeringstid (den ene ruta med lengst eksponeringstid) er med unntak av 2 dagers utblåsninger til dels betydelig kortere enn varigheten av utblåsningene.

Tabell 3-3. Gjennomsnittlig antall ruter, sveipet areal og eksponeringstid for alle scenarioene.

OSCAR versjon	Utslippspunkt	Antall ruter	Sveipet areal (km ²)	Eksponeringstid (døgn)
MEMW v.10.0.1	Overflate	420	7 669	0.59
	Sjøbunn	516	10 104	0.71
	Overflate & Sjøbunn	499	9 665	0.69
MEMW v.11.0.1	Overflate	351	6 840	0.55
	Sjøbunn	195	2 924	0.42
	Overflate & Sjøbunn	223	3 629	0.44
Prosentnedgang	Overflate	16%	11%	7%
	Sjøbunn	62%	71%	41%
	Overflate & Sjøbunn	55%	62%	36%

Tabell 3-4. Utvalgt statistikk per scenario. Grenseverdien er olje tykkere enn 2 mikrometer.

Versjon	Scenario	Utslippsdyp	Antall ruter					Sveipet areal (km ²)					Eksponeringstid (døgn)						
			Snitt	Min	P2.5	P97.5	Max	Snitt	Min	P2.5	P97.5	Max	Snitt	P50	P75	P90	P95	P99	P100
MEMW 10.0.1	top_r3500_d2	Overflate (0m)	208	76	103	374	503	2 451	772	984	4 775	5 995	0.4	0.1	0.4	1.0	1.5	2.9	9.6
	top_r3500_d15		544	254	292	830	997	10 555	3 861	4 871	17 087	19 008	0.8	0.3	0.9	2.2	3.2	5.6	11.5
	top_r3500_d25		715	357	395	1 126	1 197	15 711	6 803	7 811	22 859	28 115	0.9	0.3	1.0	2.4	3.5	6.0	14.8
	top_r3500_d75		1 383	895	919	1 906	1 922	31 669	18 890	19 565	44 136	47 633	1.5	0.4	1.5	4.3	6.8	11.7	35.3
	sub_r3500_d2	Sjøbunn (236m)	212	78	108	396	539	2 577	775	1 047	5 169	5 930	0.4	0.1	0.4	1.1	1.6	3.1	9.6
	sub_r3500_d15		552	274	309	835	969	10 777	3 973	5 242	16 556	19 256	0.8	0.3	1.0	2.3	3.3	5.8	11.6
	sub_r3500_d25		731	352	378	1 160	1 225	16 078	6 805	7 661	24 408	26 360	0.9	0.3	1.1	2.5	3.6	6.2	17.0
	sub_r3500_d75		1 405	831	979	1 968	2 026	32 082	18 751	21 364	45 319	48 176	1.5	0.4	1.6	4.5	7.0	12.2	38.3
MEMW 11.0.1	top_r3500_d2	Overflate (0m)	186	59	81	331	399	2 121	490	632	4 575	5 685	0.3	0.1	0.3	0.9	1.4	2.8	8.7
	top_r3500_d15		445	166	211	729	914	9 502	3 475	3 942	15 249	19 616	0.8	0.3	0.9	2.2	3.1	5.3	11.4
	top_r3500_d25		617	245	312	1 100	1 139	14 543	5 995	6 739	22 801	27 348	0.8	0.3	1.0	2.3	3.4	6.0	13.9
	top_r3500_d75		1 093	705	736	1 609	1 640	28 135	16 973	18 304	42 457	45 823	1.4	0.3	1.4	4.1	6.5	11.6	35.5
	sub_r3500_d2	Sjøbunn (236m)	123	24	37	245	291	1 232	77	158	3 417	4 201	0.3	0.1	0.3	0.8	1.2	2.2	7.8
	sub_r3500_d15		211	74	83	430	647	3 273	713	1 092	6 488	7 798	0.5	0.2	0.4	1.2	2.0	4.1	9.4
	sub_r3500_d25		223	74	99	460	510	3 934	945	1 179	6 700	7 603	0.5	0.2	0.5	1.2	2.1	4.8	12.3
	sub_r3500_d75		404	219	230	657	716	7 513	3 268	3 488	11 295	11 808	0.7	0.2	0.5	1.8	3.3	8.6	32.9

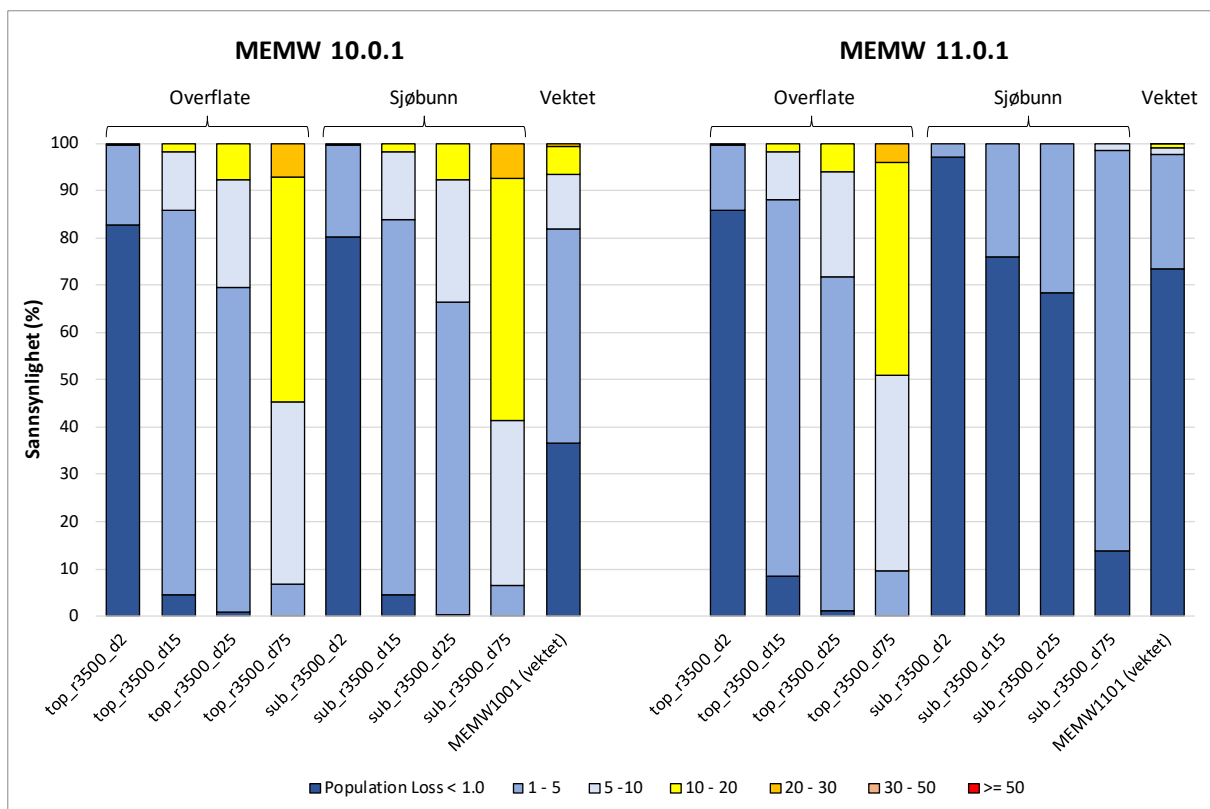
2.2.3.2 Bestandstap

I dette kapitlet sammenlignes bestandstap for hvert scenario beregnet fra oljedrift med de to OSCAR-versjonene. Resultatene illustreres i grafer som viser sannsynlighet for bestandstap i de syv tapsintervallene (klassene) som benyttes i ERA Acute. En stolpe per scenario og en felles stolpe (vektet) som illustrerer skadebildet for alle scenarioene.

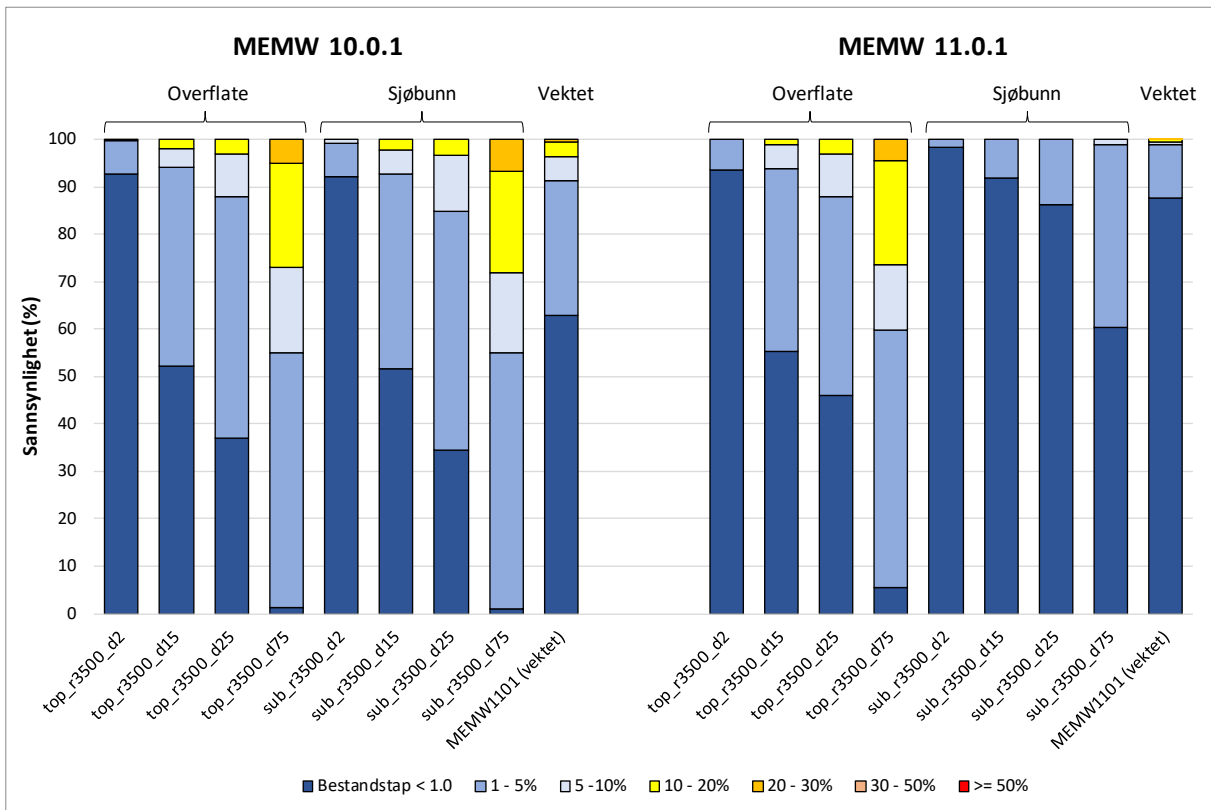
Som for oljedrift vises resultater for hele året.

Sannsynlighet for bestandstap i ulike tapsklasser er illustrert for norskehavsbestanden til lomvi og lunde og den nasjonale bestanden til ærfugl (Figur 3-4, Figur 3-5 og Figur 3-6). For alle artene er det en kraftig reduksjon i bestandstap for sjøbunnsutslipp og en mindre reduksjon i bestandstap for overflateutslipp.

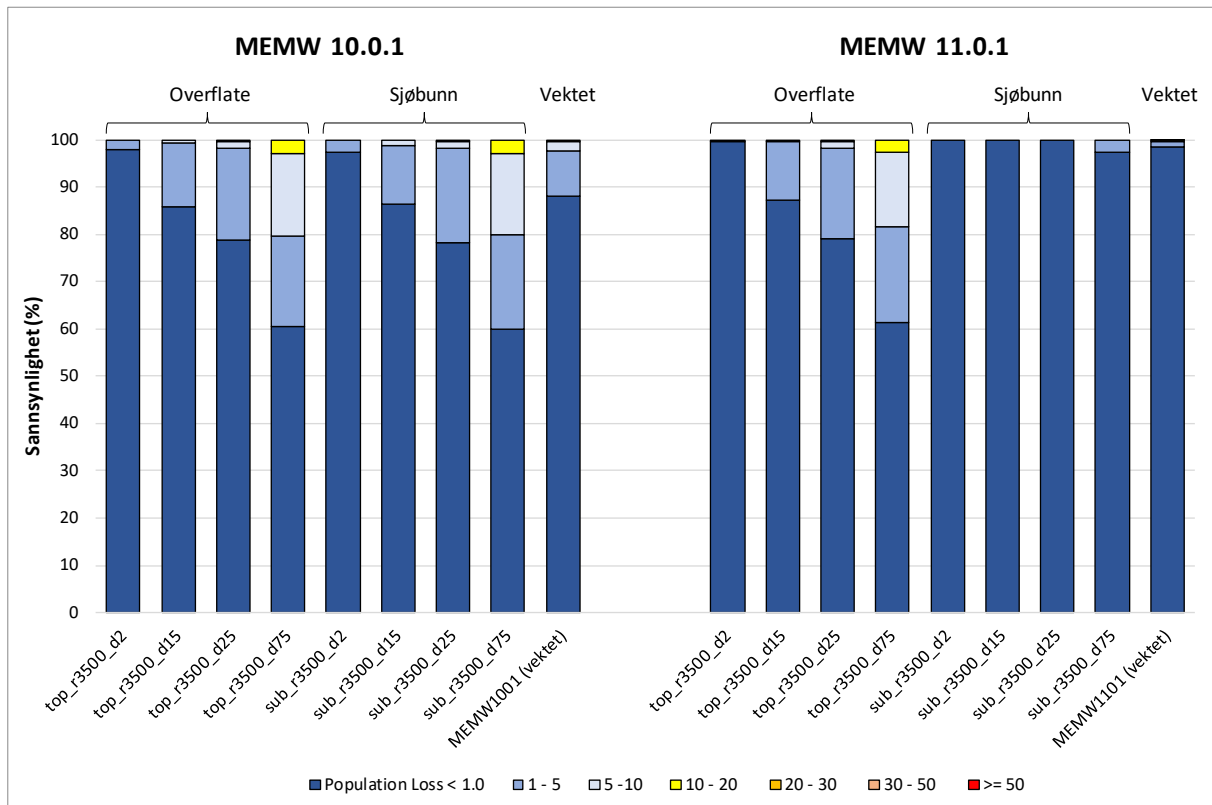
For eksempel, gitt en sjøbunnsutblåsning med lengste varighet (sub_r3500_d75) er det med v.10.01 94% sannsynlighet for bestandstap større enn 5% for lomvi (35% sannsynlighet for bestandstap mellom 5-10%, 51% for mellom 10-20% og 7% for mellom 20-30%), mens det er 1% sannsynlighet for oljedrift modellert med v.11.01.



Figur 3-4. Sannsynlighet for bestandstap for norskehavsbestanden av lomvi i syv tapsintervallene (klassene) som benyttes i ERA Acute-analyser. Sannsynlighetene er betinget at det har funnet sted en utblåsning.



Figur 3-5. Sannsynlighet for bestandstap for norskehavsbestanden av lunde i syv tapsintervallene (klassene) som benyttes i ERA Acute-analyser. Sannsynlighetene er betinget at det har funnet sted en utblåsning.



Figur 3-6. Sannsynlighet for bestandstap for nasjonalbestand av ærfugl i de syv tapsintervallene (klassene) som benyttes i ERA Acute-analyser. Sannsynlighetene er betinget at det har funnet sted en utblåsning.

2.2.4 Strandhabitat

2.2.4.1 Oljedrift

Statistikk for viktig oljedriftsparametere i ERA Acute metodikken er presentert i Tabell 3-5 og Tabell 3-6. Tabell 3-5 viser vektet gjennomsnitt for antall ruter og oljemengder i kystrutene for alle scenarioene i rate- og varighetsmatrisen. Forskjeller i de to OSCAR-versjonene er gitt som prosentnedgang.

For strandlinje er det to endringer i v.11.01 som vil påvirke strandingsstatistikken. (1) endring i hvordan akkumulert mengde blir beregnet fra habitatruter til UTM-ruter vil øke strandingsmengdene og (2) endring i plume-modellen vil kunne redusere strandingsmengde ved at mindre olje kommer opp til overflaten.

For overflateutblåsninger er det som forventet en økning i antall ruter med oljemengder over 1 tonn i v.11.01, men det er motsatt av forventet en liten reduksjon i gjennomsnittlig strandingsmengde. For sjøbunnsutblåsninger er det en betydelig reduksjon i gjennomsnittlig antall ruter og strandingsmengde for v.11.01 sammenlignet med v-10.01. Med en 18:82 fordeling er nettoeffekten en prosentvis nedgang på 23% og 55% for hhv. gjennomsnittlig antall ruter og gjennomsnittlig strandet mengde olje.

Tabell 3-5. Utvalgt statistikk for strandlinjen for alle scenarioene.

OSCAR versjon	Utslippspunkt	Antall ruter	Oljemengde per rute (tonn)
MEMW 10.0.1	Overflate	17	11
	Sjøbunn	22	16
	Overflate & Sjøbunn	21	15
MEMW 11.0.1	Overflate	19	11
	Sjøbunn	16	6
	Overflate & Sjøbunn	16	7
Prosentnedgang	Overflate	-13%	3%
	Sjøbunn	29%	63%
	Overflate & Sjøbunn	23%	55%

Strandingsstatistikken for all oljeberørt kyst er gitt i Tabell 3-6 og Tabell 3-7. For overflateutblåsninger er det en økning i strandingsmengder med v.1101, mens det er kun små forskjeller i sannsynlighet for stranding og drivtider. For sjøbunnsutblåsninger er det en kraftig reduksjon i strandingsmengder med v.11.01 og det er også en tydelig tendens til lengre drivtider.

Som for statistikk for enkelt ruter er effekten av endring i plume-modellen større en endring i algoritmene for å beregne strandingsmengder. Totalt sett er det en betydelig reduksjon i strandingsmengder målt med for eksempel 95-persentilen i dette eksempelet.

Tabell 3-6. Strandingsstatistikk basert på stokastiske kjøringar med OSCAR v.10.01. Kolonnene dekker sannsynlighet for stranding, drivtid, og strandet mengde oljeemulsjon. Drivtid og strandingsmengde er oppgitt som tre ulike persentiler fra deres respektive sannsynlighetsfordelinger.

Sesong	Utslippsdyp	Sanns. (%)	Drivtid (døgn)			Strandingsmengde (tonn)		
			P0	P5	P50	P50	P95	P100
Vinter	Overflate	78	2.2	3.7	11.7	96	11 855	35 942
	Sjøbunn	82	2.3	3.8	11.7	363	14 866	40 679
	Overflate & Sjøbunn	82	2.2	3.8	11.7	256	14 361	40 679
Vår	Overflate	85	2.9	4.4	11.2	406	19 868	49 242
	Sjøbunn	89	2.2	4.2	11.1	1 385	22 308	48 804
	Overflate & Sjøbunn	89	2.2	4.4	11.1	932	21 489	49 242
Sommer	Overflate	61	3.0	5.1	18.9	63	14 418	39 091
	Sjøbunn	72	2.4	5.6	16.6	403	17 551	40 063
	Overflate & Sjøbunn	70	2.4	5.5	16.6	337	17 551	40 063
Høst	Overflate	84	2.4	3.9	9.5	248	12 333	31 509
	Sjøbunn	87	2.4	4.0	8.8	948	14 106	33 905
	Overflate & Sjøbunn	86	2.4	4.0	8.8	716	14 106	33 905

Tabell 3-7. Strandingsstatistikk basert på stokastiske kjøringar med OSCAR v.11.01. Kolonnene dekker sannsynlighet for stranding, drivtid, og strandet mengde oljeemulsjon. Drivtid og strandingsmengde er oppgitt som tre ulike persentiler fra deres respektive sannsynlighetsfordelinger.

Sesong	Utslippsdyp	Sanns. (%)	Drivtid (døgn)			Strandingsmengde (tonn)		
			P0	P5	P50	P50	P95	P100
Vinter	Overflate	82	2.2	4.1	10.9	143	15 749	44 176
	Sjøbunn	88	4.1	6.0	12.1	89	1 619	2 732
	Overflate & Sjøbunn	87	2.2	5.4	12.0	93	2 098	44 176
Vår	Overflate	87	2.4	4.4	10.8	436	20 588	59 069
	Sjøbunn	89	3.1	6.2	12.7	273	1 912	2 948
	Overflate & Sjøbunn	88	2.4	5.5	12.3	303	3 112	59 069
Sommer	Overflate	67	3.0	5.6	16.7	102	18 056	42 954
	Sjøbunn	69	4.3	7.8	21.4	50	1 699	3 546
	Overflate & Sjøbunn	69	3.0	7.2	21.0	57	3 008	42 954
Høst	Overflate	87	2.3	3.8	9.0	395	13 944	44 502
	Sjøbunn	91	2.7	4.8	11.2	198	1 744	3 608
	Overflate & Sjøbunn	91	2.3	4.7	10.5	245	2 829	44 502

Tabell 3-6 viser statistikk for hvert enkeltscenario for de tre oljedriftsparameterne. Tabellen viser at det er samme trend som beskrevet over for alle scenarioene. Forskjellene er dog større for høye persentil-verdier, og demonstrerer tydelig at det i dette tilfellet vil være av stor betydning om man velger overflate eller sjøbunnsutblåsninger som dimensjonerende scenario for modellering av oljevern i kyst- og strandsonen.

Tabell 3-8. Utvalgt statistikk for strandlinjen per scenario. Grenseverdien er oljemengde over 1 tonn.

Versjon	Scenario	Utslippsdyp	Sannsynlighet for stranding	Antall ruter					Oljemengde per rute (tonn)						
				Snitt	Min	P2.5	P97.5	Max	Snitt	P50	P75	P90	P95	P99	P100
MEMW 10.0.1	top_r3500_d2	Overflate (0m)	76%	5	0	0	20	25	3	1	2	7	16	52	219
	top_r3500_d15		93%	23	0	0	56	63	20	4	15	61	109	194	313
	top_r3500_d25		98%	30	0	1	71	73	29	9	28	105	137	222	479
	top_r3500_d75		100%	79	10	26	121	122	33	8	32	113	158	258	426
	sub_r3500_d2	Sjøbunn (236m)	76%	5	0	0	21	26	3	1	2	7	18	55	225
	sub_r3500_d15		96%	23	0	0	59	66	20	5	15	67	110	194	380
	sub_r3500_d25		99%	32	0	2	73	77	29	9	29	105	136	217	458
	sub_r3500_d75		100%	80	13	24	123	126	34	9	33	114	161	256	428
MEMW 11.0.1	top_r3500_d2	Overflate (0m)	80%	6	0	0	21	29	3	0	2	6	13	48	243
	top_r3500_d15		98%	26	0	0	62	73	19	3	12	47	104	219	708
	top_r3500_d25		100%	35	0	3	71	87	29	6	23	88	159	306	756
	top_r3500_d75		100%	85	17	41	125	138	36	7	28	108	208	390	956
	sub_r3500_d2	Sjøbunn (236m)	83%	4	0	0	18	28	2	0	1	4	8	26	85
	sub_r3500_d15		97%	16	0	0	45	55	7	1	7	21	37	76	162
	sub_r3500_d25		98%	21	0	0	55	70	10	2	12	27	50	87	170
	sub_r3500_d75		100%	58	6	17	99	101	12	2	14	34	59	114	246

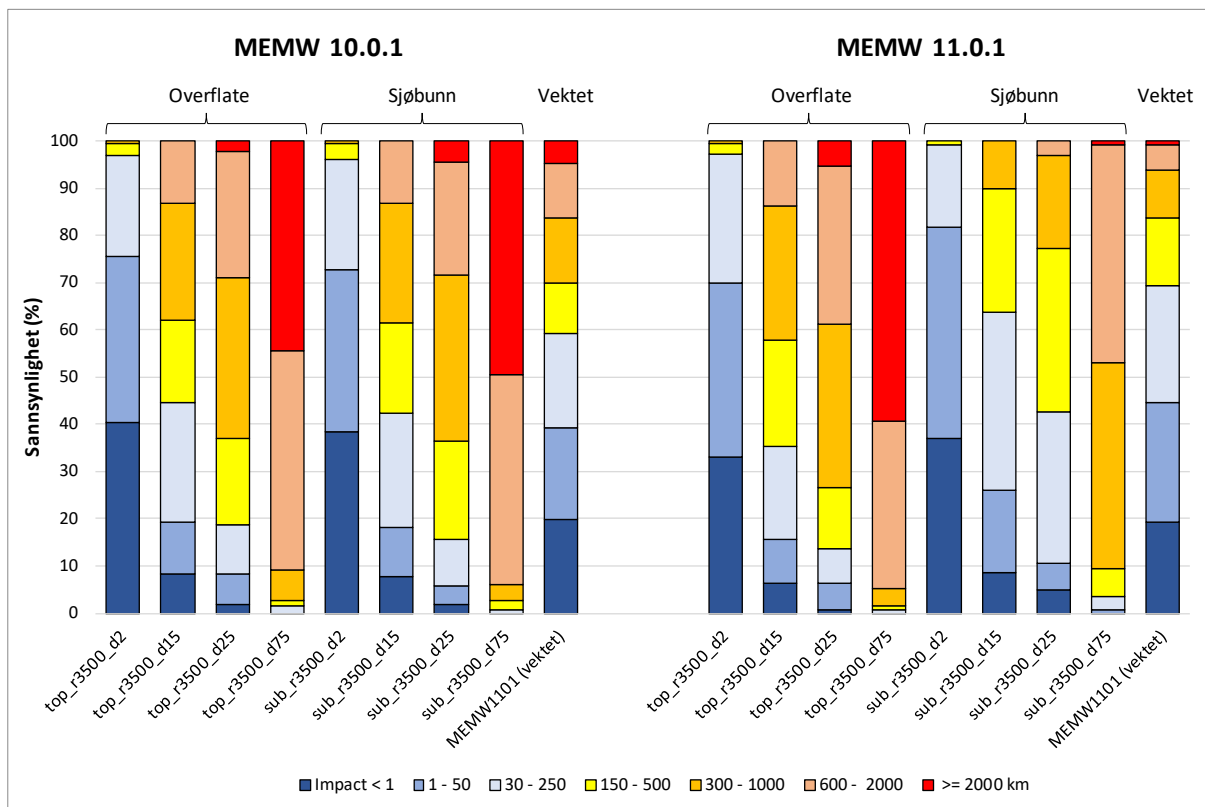
2.2.4.2 Berørt strandlinje

I dette kapittelet sammenlignes berørt strandlengde for hvert scenario beregnet fra oljedrift med de to OSCAR-versjonene. Resultatene illustreres i grafer som viser sannsynlighet for berørt strandlengde i de syv effektintervallene (klassene) som benyttes i ERA Acute. En stolpe per scenario og en felles stolpe (vektet) som illustrerer skadebildet for alle scenarioene.

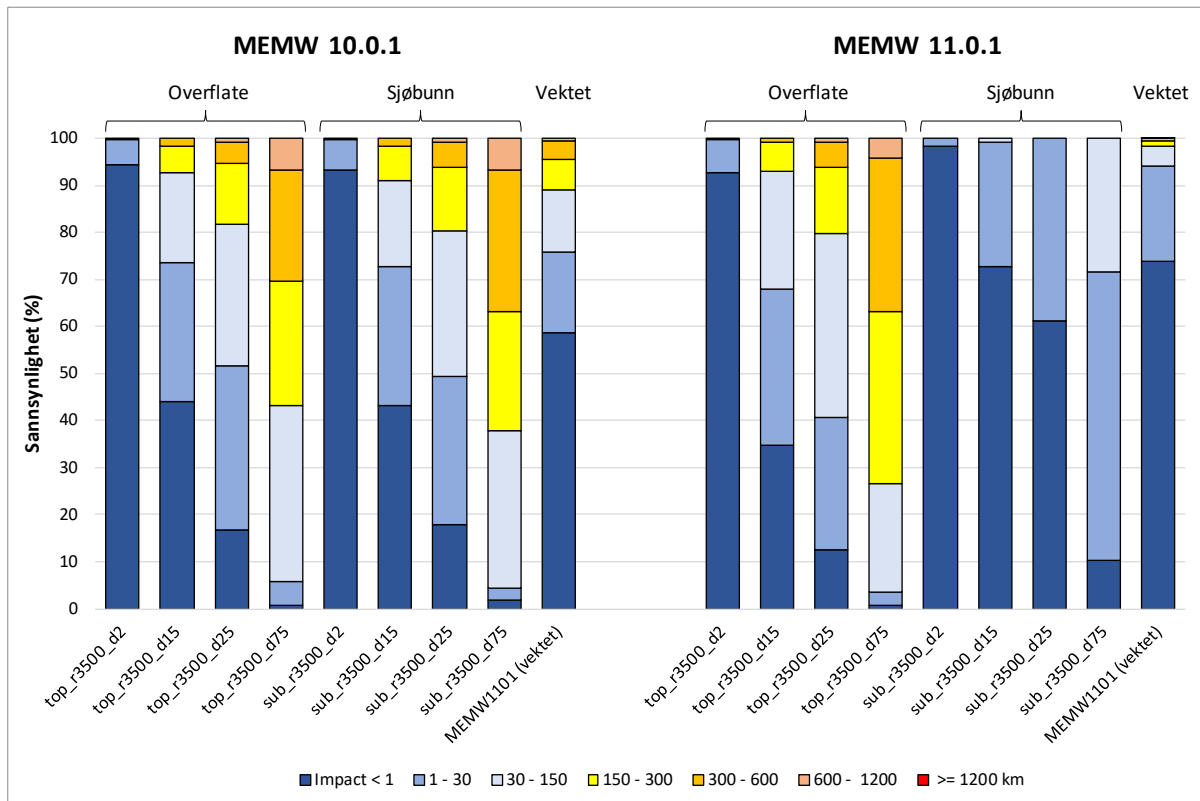
Som for oljedrift vises resultater for hele året.

Sannsynlighet for lengde av berørt kystlinje i ulike effektklasser er illustrert for fauna (invertebrater) og flora i Figur 3-7 og Figur 3-8. For begge VØK-ene er det en økning i berørt kystlengde for overflateutslipp og en betydelig reduksjon i bestandstap i berørt kystlengde for overflateutslipp.

Netto effekt av de to endringene i v.11.01 resulterer i dette tilfellet i en betydelig reduksjon i berørt kystlengde.



Figur 3-7. Sannsynlighet for antall kilometer berørt strandlinje for fauna de syv effektintervallene (klassene) som benyttes i ERA Acute-analyser. Sannsynlighetene er betinget at det har funnet sted en utblåsning.



Figur 3-8. Sannsynlighet for antall kilometer berørt strandlinje for flora de syv effektintervallene (klassene) som benyttes i ERA Acute-analyser. Sannsynlighetene er betinget at det har funnet sted en utblåsning.

2.2.5 Vannkolonne

2.2.5.1 Oljedrift

Statistikk for viktig oljedriftsparametere i ERA Acute metodikken er presentert i Tabell 3-7 og Tabell 3-8. Tabell 3-7 viser vektet gjennomsnittlig oljekonsentrasjon for alle scenarioene i rate- og varighetsmatrisen. Forskjeller i de to OSCAR-versjonene er gitt som prosentnedgang, dvs.: (Verdi for v.10.01- Verdi for v.11.0.1)/Verdi for v.10.01.

For sjøbunnsutblåsninger er det en stor økning i antall ruter (71%), men kun en liten økning i gjennomsnittlig oljekonsentrasjon. Med en 18:82 fordeling mellom overflate og sjøbunnsutblåsninger er netto effekten en prosentvis økning i antall ruter på 56%.

Det er også en stor økning i eksponeringstid.

Tabell 3-8 viser statistikk for hvert enkeltscenario for de tre oljedriftsparametere. Tabellen viser at det er samme trend som beskrevet over for alle scenarioene, men med enda mindre og mer variable resultater mht. oljekonsentrasjoner.

Tabell 3-9. Utvalgt statistikk for vannkolonne for alle scenarioene.

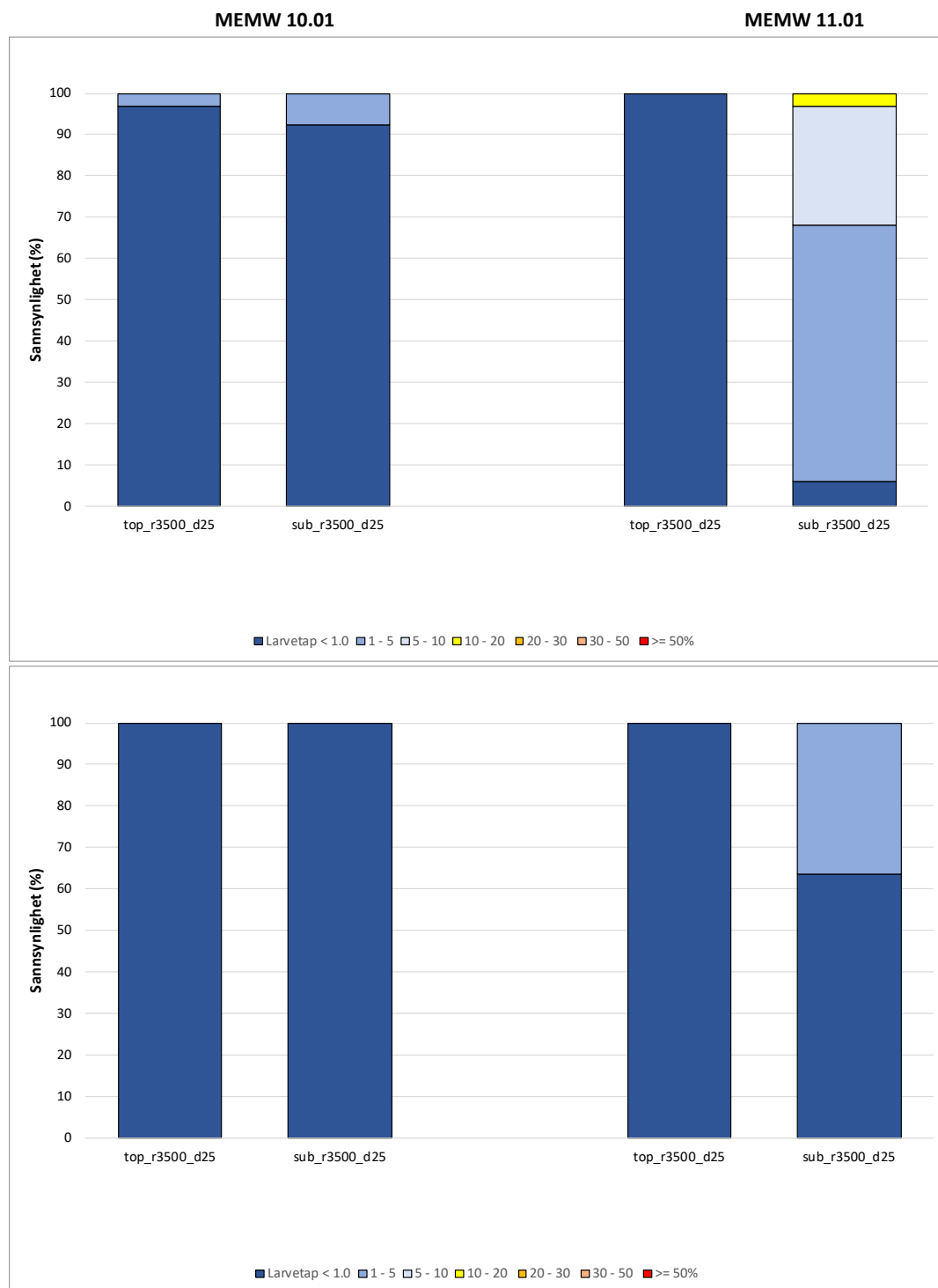
OSCAR versjon	Utslippspunkt	Antall ruter	Oljekonsentrasjon per rute (ppb)	Eksponeringstid (døgn)
MEMW 10.0.1	Overflate	10	6	6.3
	Sjøbunn	12	7	7.4
	Overflate & Sjøbunn	12	7	7.2
MEMW 11.0.1	Overflate	7	5	7.1
	Sjøbunn	21	7	12.7
	Overflate & Sjøbunn	18	7	11.7
Prosentnedgang	Overflate	29%	12%	-13%
	Sjøbunn	-71%	-7%	-73%
	Overflate & Sjøbunn	-56%	-4%	-63%

Tabell 3-10. Utvalgt statistikk for vannkolonne per scenario. Grenseverdien er total oljekonsentrasjon over 58 ppb.

Versjon	Scenario	Utslippsdyp	Antall ruter					Oljekonsentrasjon per rute (ppb)								Eksponeringstid (døgn)					
			Snitt	Min	P2.5	P97.5	Max	Snitt	P50	P75	P90	P95	P99	P100	Snitt	P50	P75	P90	P95	P99	P100
MEMW 10.0.1	top_r3500_d2	Overflate (0m)	5	0	0	14	22	5	2	4	10	18	54	405	2.9	1.9	3.5	6.1	8.2	14.9	22.3
	top_r3500_d15		15	0	0	43	57	8	4	9	19	30	61	246	8.1	6.3	11.1	18.4	23.3	30.8	36.4
	top_r3500_d25		26	0	2	72	91	8	4	9	21	32	66	254	8.9	6.0	13.3	21.6	28.2	37.7	48.6
	top_r3500_d75		22	0	2	57	79	7	4	7	16	25	51	195	23.8	16.1	40.3	57.6	67.7	85.0	102.6
	sub_r3500_d2	Sjøbunn (236m)	4	0	0	13	21	5	2	4	9	17	50	303	2.9	2.0	3.6	6.1	7.9	15.0	22.3
	sub_r3500_d15		14	0	0	37	56	8	4	9	19	30	59	260	8.0	6.2	10.8	17.9	22.6	30.7	37.6
	sub_r3500_d25		25	0	2	64	86	8	4	9	21	32	64	224	8.7	5.8	13.3	20.8	27.6	37.5	45.9
	sub_r3500_d75		21	1	2	58	84	7	4	8	16	25	50	196	22.5	13.5	39.0	56.8	66.8	86.3	100.9
MEMW 11.0.1	top_r3500_d2	Overflate (0m)	3	0	0	11	21	4	2	4	8	15	45	345	3.1	2.2	3.8	6.6	8.7	15.7	22.4
	top_r3500_d15		11	0	0	30	53	7	4	8	16	26	53	214	8.9	6.9	12.4	19.9	24.5	31.9	37.5
	top_r3500_d25		18	0	0	49	71	7	4	8	18	28	56	242	10.1	7.1	15.4	24.3	30.5	39.5	46.6
	top_r3500_d75		15	0	1	43	63	6	3	7	14	22	45	212	28.6	24.3	47.9	64.3	73.2	89.5	102.1
	sub_r3500_d2	Sjøbunn (236m)	7	0	2	17	20	5	2	4	8	16	74	653	3.9	2.6	4.9	8.4	11.3	18.9	24.5
	sub_r3500_d15		26	3	11	50	65	8	3	7	17	29	100	778	12.9	11.5	18.9	25.2	28.4	32.9	38.8
	sub_r3500_d25		35	10	15	70	79	8	3	7	17	29	96	795	17.5	16.4	25.5	33.9	37.7	43.2	49.6
	sub_r3500_d75		41	22	24	68	71	7	3	7	14	24	68	620	44.4	44.8	62.9	77.9	85.6	97.2	111.3

2.2.5.2 Larvetap

Larvetap er beregnet fra ett scenario modellert med QSAR-metodikken er illustrert i Figur 3-9. Det er liten forskjell i sannsynlighet for larvetap gitt overflateutblåsninger mellom de to OSCAR-versjonene, mens det er betydelig større larvetap med 11.01 for sjøbunnsutblåsninger.



Figur 3-9. Sannsynlighet for larvetap til den mest utsatt årsklassen av norsk vårgytende sild (topp) og norsk arktisk torsk (bunn) i de syv tapsintervallene (klassene) som benyttes i ERA Acute-analyser. Sannsynlighetene er betinget at det har funnet sted en utblåsning.

3 Test av nye algoritmer for beregning av filmtykkelse

Utført av Akvaplan-niva

3.1 Introduction

On behalf of the Best Practice (on use of OSCAR for ERA), Akvaplan-niva have tested OSCAR version 11.01 against 10.01.

3.1.1 Bug-fix: Surface oil too thick for high GOR- subsurface blowouts

In OSCAR version 10.01, a bug was found, which was especially relevant for subsea scenarios of the Busta exploration drilling case, using Midgard condensate as reference oil and with a GOR of 10 400.

The bug fix is described in SINTEF MEMO *"Effect of corrected oil surface thickness for surfacing blowouts in OSCAR 10.0.2"* (Jørgen Scancke 2019). The bug is described by SINTEF as follows:

"A bug was found in OSCAR version 10.0.1 where surface oil is too thick for gas-containing subsurface blowouts where the buoyant plume reaches the surface, and where the discrepancy in film thickness is larger for higher GORs. Deepwater blowouts where the plume does not reach the surface or blowouts with little or no gas, or surface releases, are not affected. This issue has been present in the model since version 6.4 and has been fixed in version 10.0.2."

SINTEF describes the results of the fix:

"In 10.0.2 oil from surfacing gas-containing blowout plumes will be thinner, causing more rapid evaporation and natural entrainment. This memo presents two case studies in the North Sea that quantify expected changes in mass balance and statistical outcomes for surface oil thickness and subsea concentrations. The first case (scenario A) is a blowout with Statfjord C crude with a modest GOR of 100. The second case (scenario B) is a blowout with a Midgard condensate with a high GOR of 1000. Both releases last 20 days and are followed for another 10 days."

"Based on the results of the modelled cases, OSCAR users can expect lower average surface thickness for surfacing blowouts and slightly increased average subsurface concentrations in version 10.0.2."

Akvaplan-niva carried out the Busta exploration well oil drift simulations using OSCAR in a version that had this bug and reported unexpected results of a Midgard condensate spill with high GOR (10 400).

Exploration well Busta is case for the study of the effects of the bug-fix, using a single subsea scenario without restriction in BOP. This study focuses on the parameters that are most relevant for ERAs using ERA Acute. Stochastic simulations were used.

The bug was fixed in version 10.02, valid also for 11.01.

3.1.2 General comparison of version 10.01 (current version) and 11.01

Fixes upon release of 11.01 were, (email from SINTEF 14.11.2019)

Changes in 11.0.1 (from 10.02) include:

- **(OWM)** Fixed issue where for some users the database could not be changed. (MEMW-2805)
- **(OSCAR)** Fixed issue where multi-year stochastic simulations would incorrectly run too many simulations. (MEMW-2810)
- **(OSCAR) Fixed issue where UTM regridding for shoreline cells would incorrectly calculate and report shoreline oil and emulsion mass as a weighted sum instead of an absolute sum. (MEMW-2817)**

- **(OSCAR)** Fixed issue where changing a chemical or oil profile would not update all release sites with the same profile. (MEMW-2821)
- **(OSCAR)** Fixed issue where ignitability and dispersability of surface oil could not be visualized. (MEMW-2813)
- **(OSCAR, GasTrack)** Fixed issue where new OSCAR GasTrack scenarios could not be created. (MEMW-2857)
- **(OSCAR, DREAM)** When opening a scenario, OSCAR and DREAM will now check that the profile and chemical components in the scenario match the currently selected chemical and oil database. The user is presented with an overview of the differences and a choice of using the values stored in the scenario or in the database. (MEMW-2864)
- **(OSCAR, DREAM)** Fixed issue where bioparticles were not properly visualized. (MEMW-2676)

Issue MEMW 2817 was checked for the shoreline compartment for the Busta single scenario.

3.2 Oil drift simulations setup

A single scenario was set up for the Busta location in the North Sea:

- 5240 Sm³/day for 15 days, 20 days additional follow-up time.
- Wind/current driver data are 5 years statistics, from 2007-2011,
- January-December, using 12 simulations per year = 60 simulations to test the difference.
- Reference oil: Midgard Condensate, with Kristin condensate composition file.
- Release depth 127 m below MSL,
- GOR 10400
- No restriction, ie. Release diameter = 0.4763 meter.
- Setup for ERA Acute: Refinement =3 and include exposure modelling. Pre-processing threshold film thickness: 0.002mm

The scenario was first run using OSCAR 10.01 and then copied to OSCAR 11.01 and re-run.

3.3 Results

Maps are generated using the ERA Acute tool (1.1.0.25)/CC (0.63.Rel.3). The map legend describes which endpoint is shown.

Shoreline statistics (Table 4-1) were extracted using Akvaplan-niva's SenseERA tool.

Table 4-1 Shoreline statistics

	Version 10.01	Version 11.01
Probability of shoreline oiling	73 % (44/60)	68 % (41/60)
Min arrival time Tarr	P100: 7.760 P95: 13.969	P100: 14.979 P95: 16.885
Total emulsion on shore QEmul	P100: 340 P95: 116	P100: 740 P95: 304
# cells hit	P100: 40 P95: 32	P100: 67 P95: 44

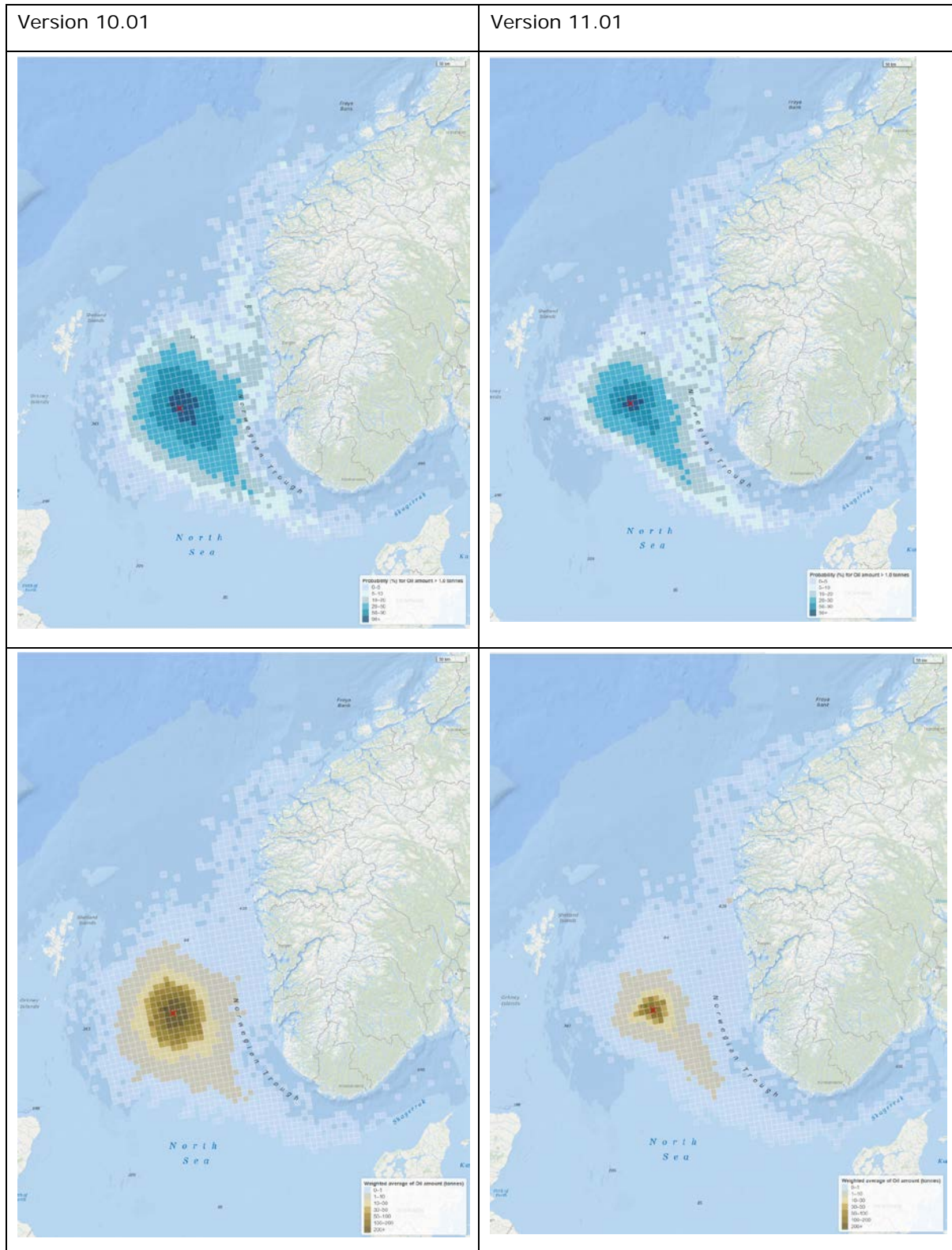
As predicted by the announced changes, the probability of *surface* oiling > 1 tonne, the weighted average of oil amounts, film thickness and coverage are reduced from version 10.01 to 11.01 (corrected algorithm from 10.01 to 10.02), as well as the corresponding maximum values.

On the shoreline, the values are slightly increased due to the corrected calculation of shoreline oiling from version 10.02 to 11.01.

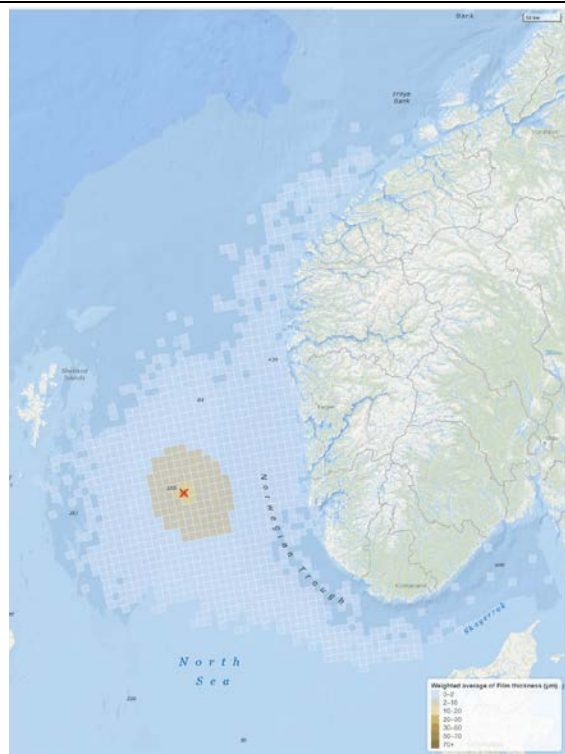
In the water column compartment, values are increased as predicted in the announced changes.

3.3.1 Surface compartment influence area maps

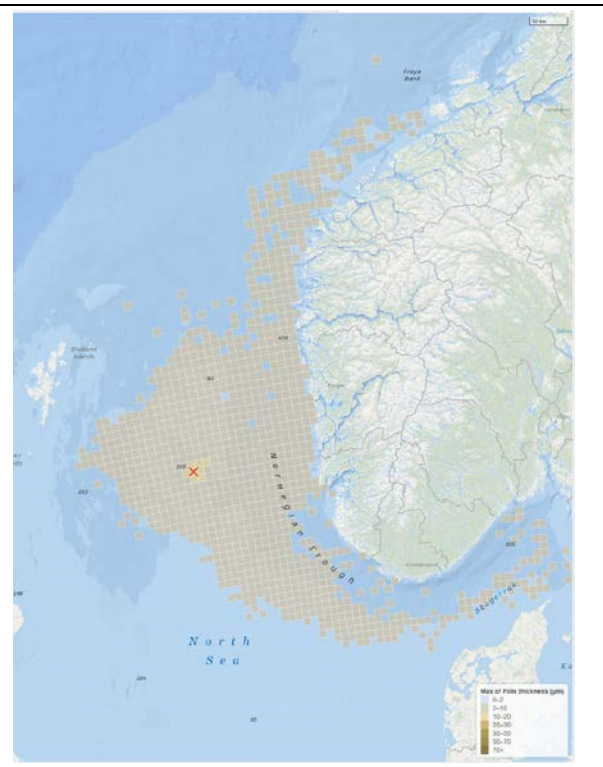
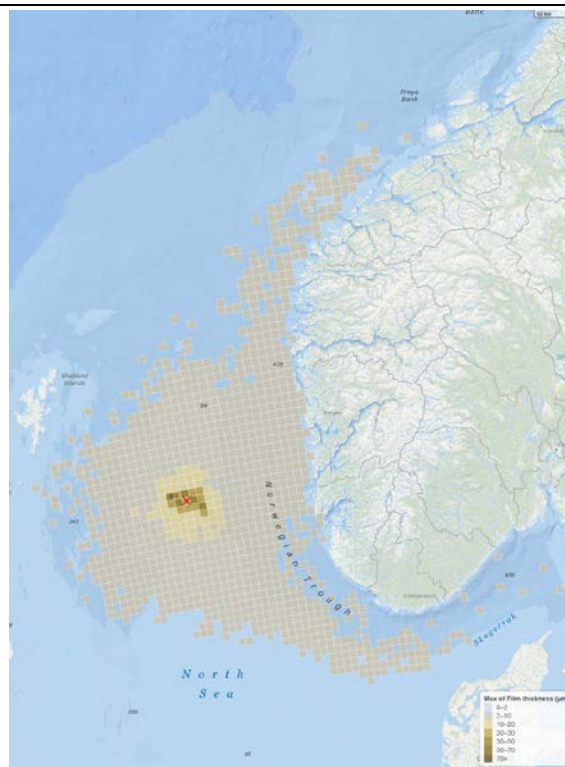
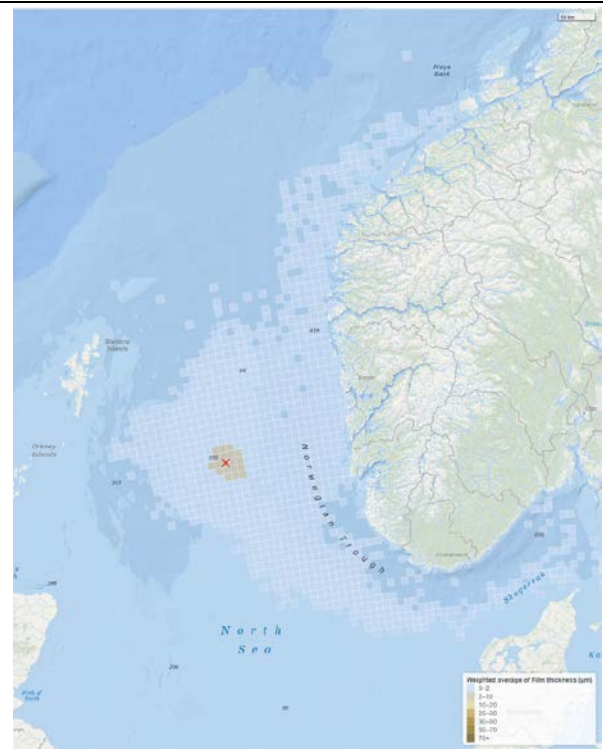
Oil amounts, film thickness and coverage are reduced as in line with the findings of the SINTEF memo (Schanke, 2019).



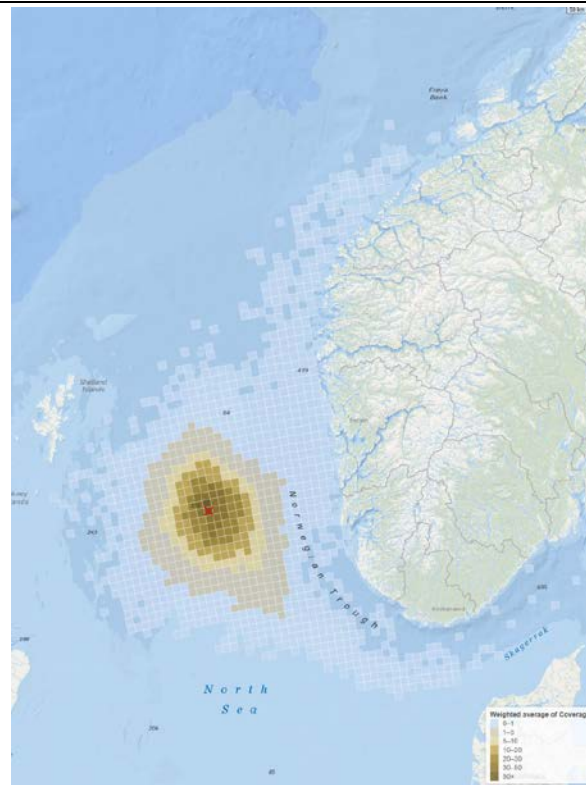
Version 10.01



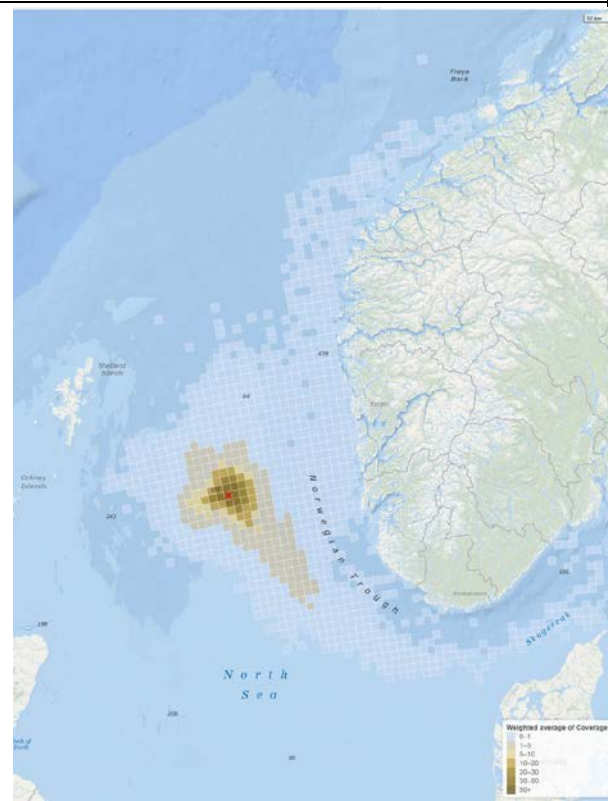
Version 11.01



Version 10.01

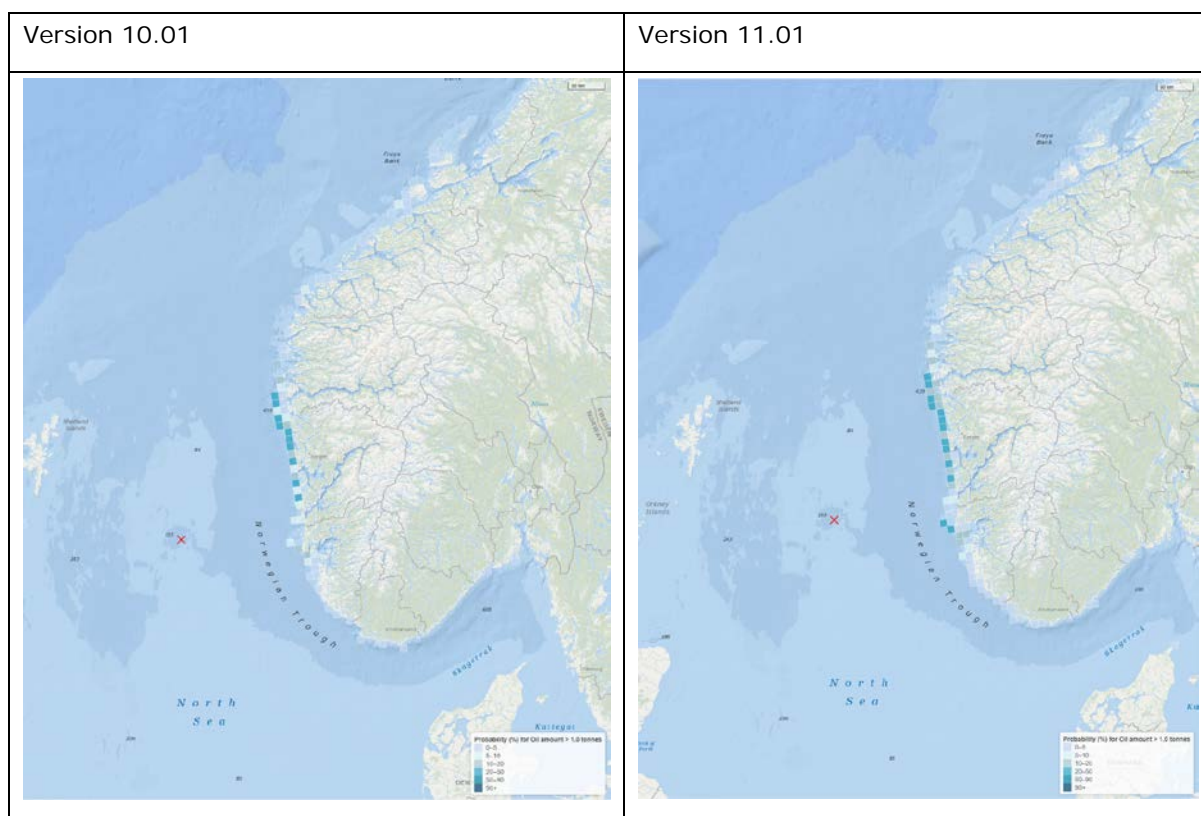


Version 11.01



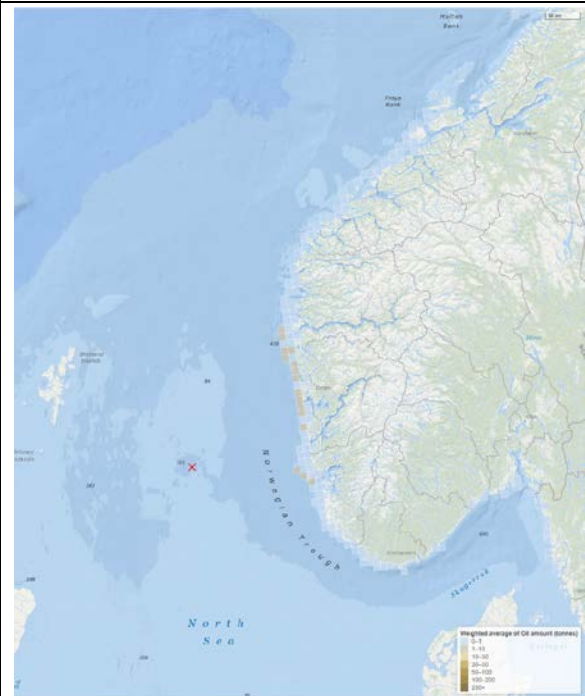
3.3.2 Shoreline compartment influence area maps

Shoreline oiling is slightly increased, as would be expected, in line with Schanke (2019). Although the surface oiling is reduced with 11.01 compared to 10.01, in the Busta case the corrected shoreline summarizations lead to higher oiling in 11.0. This is in line with SINTEFs finding (Schanke 2019). This was discussed by the Best Practice Group and it is proposed that it is likely that OSCAR still has residual artifacts leading to that for subsea releases, submerged oil that surfaces in the outer periphery of the influence area is given as surface oil and lead to higher shoreline oiling than would be expected from the condensate oil type (short-lived).



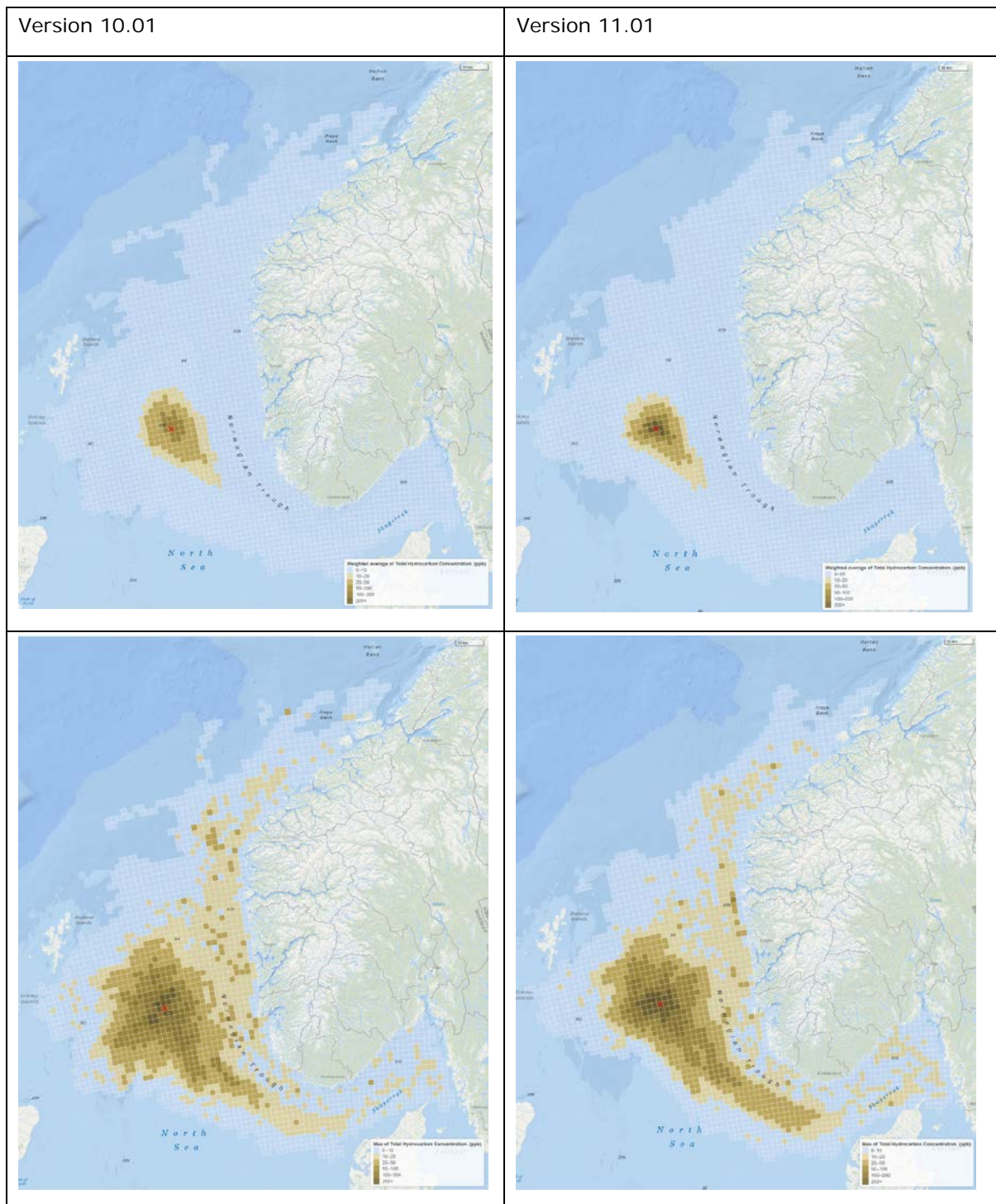
Version 10.01

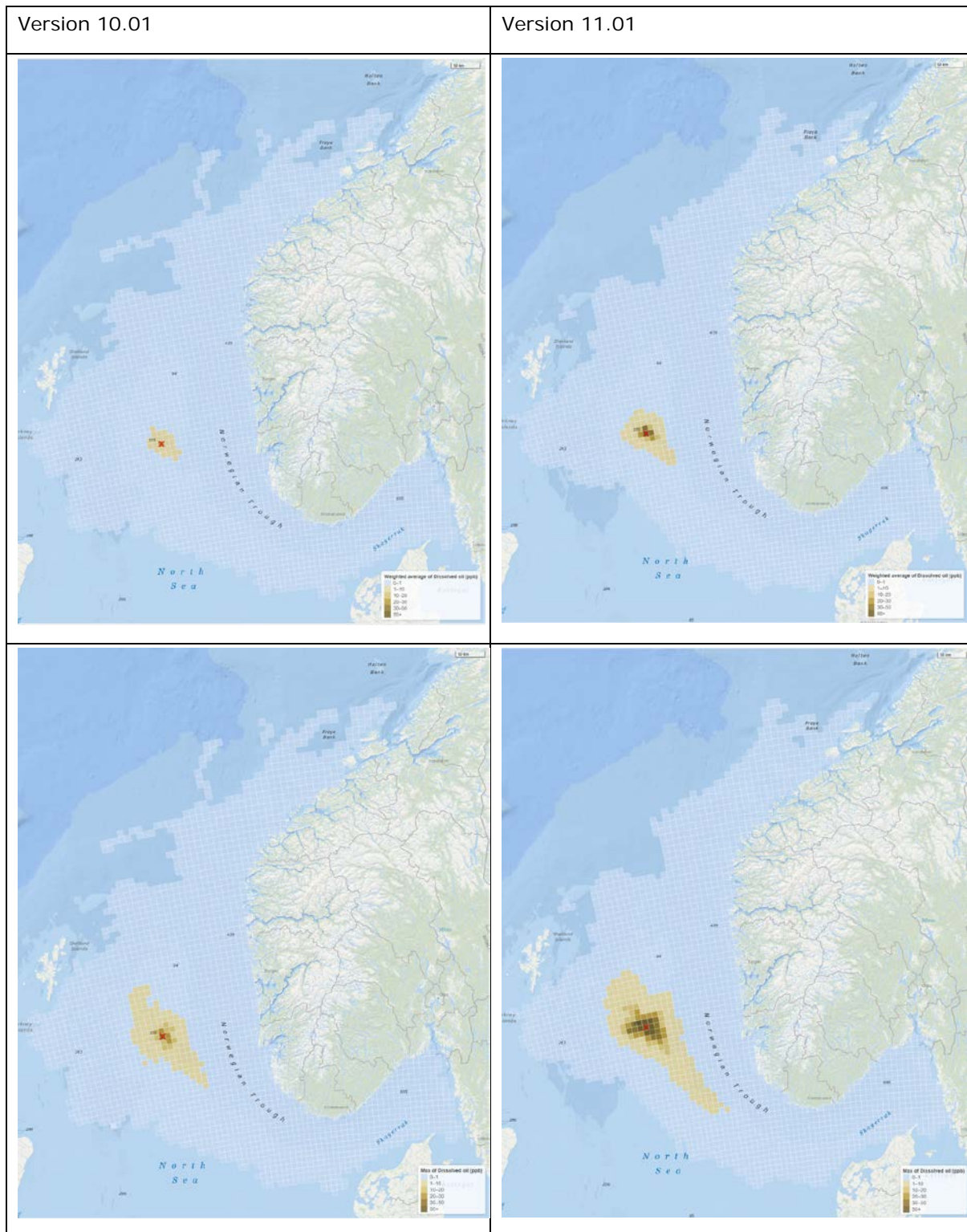
Version 11.01



3.3.3 Water column compartment Influence area maps

Water column concentrations of total THC and dissolved components increase in 11.01 in line with expected results indicated by SINTEF in Schanke (2019).





3.4 ERA Acute Results

3.4.1 Surface compartment

The differences in percentage of the simulations resulting in population losses in categories between the two oil drift simulation versions are shown for surface species in Table 3-1.

In general, the population losses are lower with the reduction in surface coverage and lower threshold film thickness in version 11.01.

Table 4-2. Percentage of the simulations with population losses in damage categories using oil drift simulations from OSCAR version 10.01 and 11.01 using ERA Acute. No simulations had population losses > 5 %.

Species	Population loss category and version of OSCAR					
	None		<1 %		1-5 %	
	10.01	11.01	10.01	11.01	10.01	11.01
Atlantic Puffin (Bh)	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Atlantic Puffin (Nh)	88.98	89.76	11.02	10.24	0.00	0.00
Atlantic Puffin (No)	96.06	95.28	3.94	4.72	0.00	0.00
Atlantic Puffin (Ns)	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00
Black Guillemot (No)	85.04	79.53	14.96	20.47	0.00	0.00
Black Scoter (No)	90.55	77.17	9.45	22.83	0.00	0.00
Black-Backed Gull (Bh)	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Black-Backed Gull (Nh)	88.98	89.76	11.02	10.24	0.00	0.00
Black-Backed Gull (No)	70.87	64.57	29.13	35.43	0.00	0.00
Black-Backed Gull (Ns)	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00
Black-Legged Kittiwake (Bh)	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Black-Legged Kittiwake (Nh)	88.98	89.76	11.02	10.24	0.00	0.00
Black-Legged Kittiwake (Ns)	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00
Brunnichs Guillemot (Bh)	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Brunnichs Guillemot (Nh)	92.91	90.55	7.09	9.45	0.00	0.00
Brunnichs Guillemot (No)	96.85	100.00	3.15	0.00	0.00	0.00
Common Eider (No)	77.95	71.65	22.05	28.35	0.00	0.00
Common Guillemot (Bh)	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Common Guillemot (Nh)	88.98	89.76	11.02	10.24	0.00	0.00
Common Guillemot (No)	70.08	68.50	29.92	31.50	0.00	0.00
Common Guillemot (Ns)	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00
Common Gull (Nh)	98.43	100.00	1.57	0.00	0.00	0.00
Common Gull (No)	87.40	91.34	12.60	8.66	0.00	0.00
Common Gull (Ns)	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00
Common Merganser (No)	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Common Tern (No)	92.13	95.28	7.87	4.72	0.00	0.00
European Shag (No)	77.17	81.10	22.83	18.90	0.00	0.00
Great Cormorant (No)	93.70	87.40	6.30	12.60	0.00	0.00
Grey Seal (S Stad)	98.43	100.00	1.57	0.00	0.00	0.00
Grey Seal (Stad Lof)	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Grey Seal (Vesteralen Finnm)	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Harbour Seal (No)	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Harbour Seal Lopp Russl	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Harbour Seal Rogal Lopp	93.70	91.34	6.30	8.66	0.00	0.00
Herring Gull (Bh)	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Herring Gull (Nh)	88.98	89.76	11.02	10.24	0.00	0.00
Herring Gull (Ns)	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00

Little Auk (No)	29.92	31.50	70.08	68.50	0.00	0.00
Northern Fulmar N (No)	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Northern Fulmar S (Bh)	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Northern Fulmar S (Nh)	88.98	89.76	11.02	10.24	0.00	0.00
Northern Fulmar S (No)	65.35	65.35	34.65	34.65	0.00	0.00
Northern Fulmar S (Ns)	0.00	0.00	79.53	100.00	20.47	0.00
Northern Gannet (Bh)	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Northern Gannet (Nh)	88.98	89.76	11.02	10.24	0.00	0.00
Northern Gannet (No)	96.85	92.91	3.15	7.09	0.00	0.00
Northern Gannet (Ns)	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00
Razorbill (Bh)	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Razorbill (Nh)	88.98	89.76	11.02	10.24	0.00	0.00
Razorbill (No)	72.44	72.44	27.56	27.56	0.00	0.00
Razorbill (Ns)	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00
Red-Breasted Merganser (No)	90.55	78.74	9.45	21.26	0.00	0.00
Stellers Eider (No)	100.00	98.43	0.00	1.57	0.00	0.00
Yellow-Billed Loon (No)	94.49	87.40	5.51	12.60	0.00	0.00

3.4.2 Shoreline compartment

The differences in percentage of the simulations resulting in impact categories for shorelines of different ESI-classes between the two oil drift simulation versions are shown for invertebrates in Figure 3-1 and Figure 3-2 as well as Table 3-2. Table 3-3, Figure 3-3 and Figure 3-4 show the results for shoreline flora.

The results reflect the higher shoreline oiling with the corrected summation in version 11.01, reported by SINTEF in Schanke 2019).

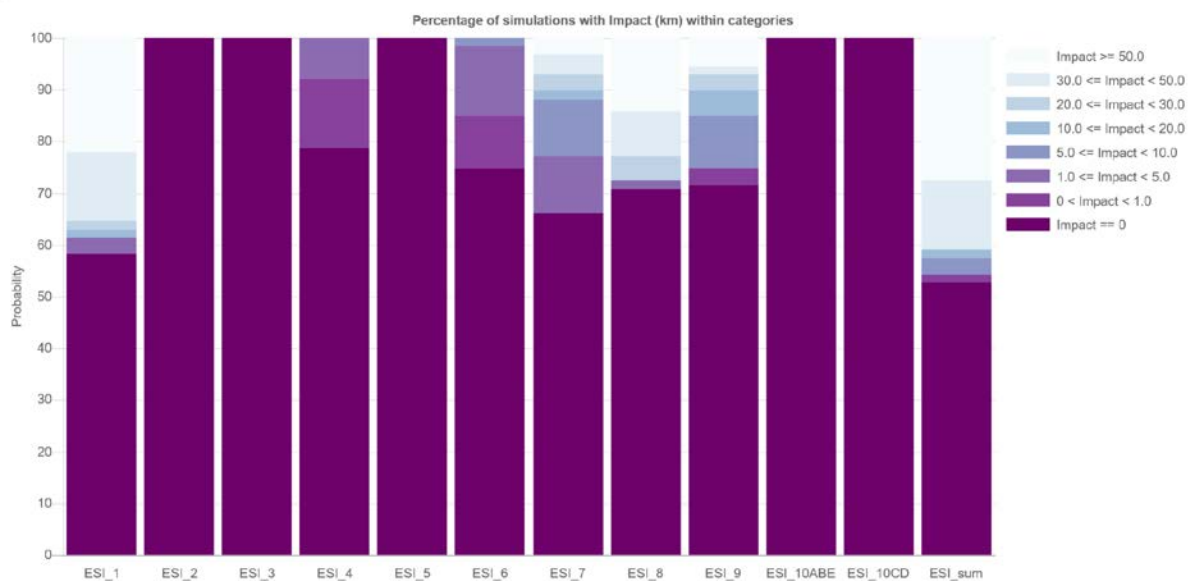


Figure 3-1. Shoreline impact (invertebrates) version 10.01.

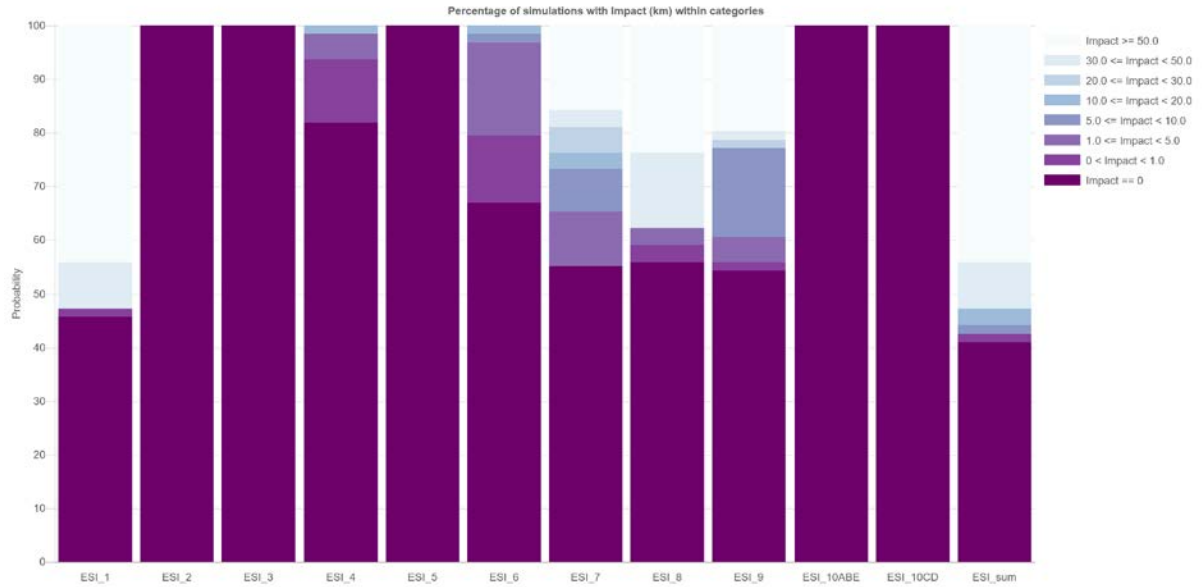


Figure 3-2. Shoreline impact (invertebrates) version 11.01.

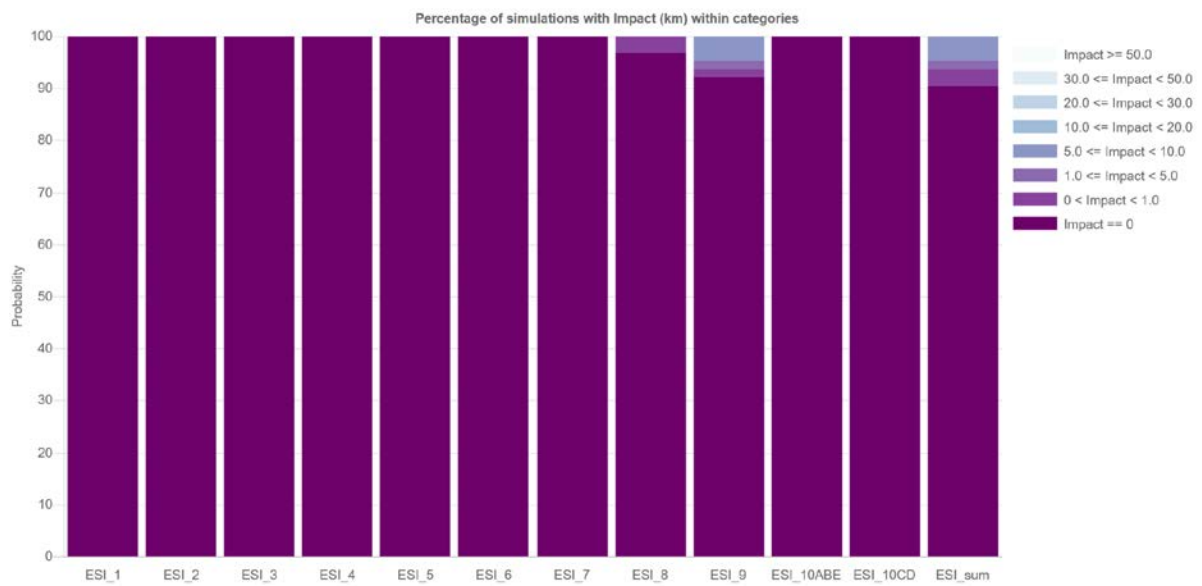


Figure 3-3. Shoreline impact (flora) version 10.01.

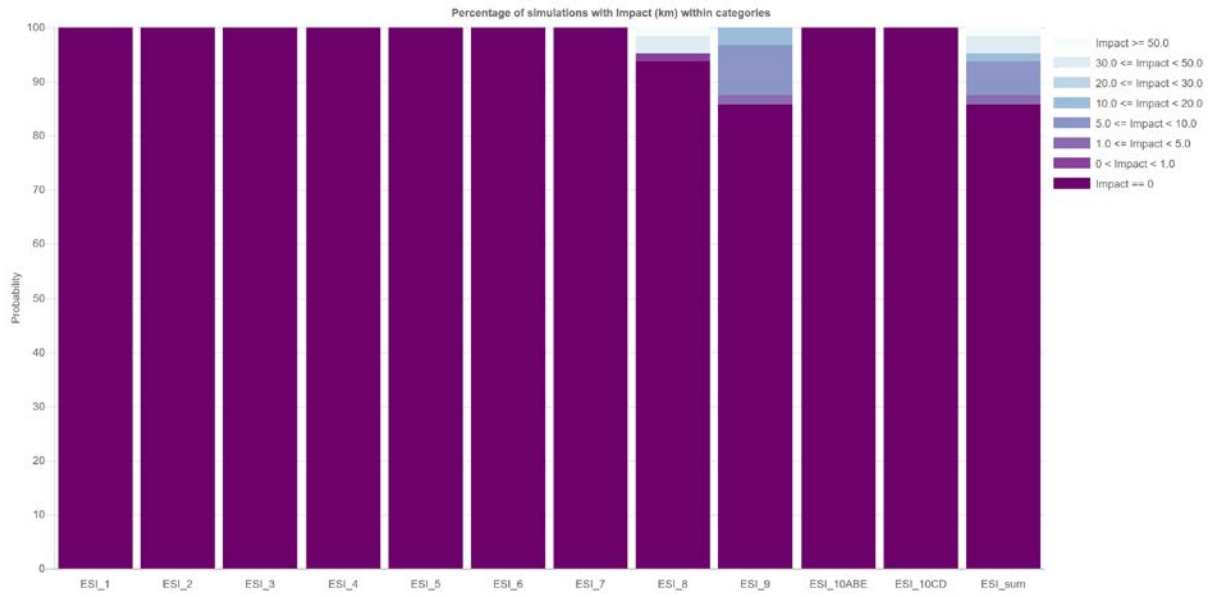


Figure 3-4 Shoreline impact (flora) version 11.01

Table 4-3. Shoreline Invertebrates. Percentage of the simulations with impact damage categories using oil drift simulations from OSCAR version 10.01 and 11.01 using ERA Acute.

ESI ranking	Population loss category															
	None		<1 %		1-5 %		5-10 %		10-20 %		20-30 %		30-50 %		>50 %	
	10.01	11.01	10.01	11.01	10.01	11.01	10.01	11.01	10.01	11.01	10.01	11.01	10.01	11.01	10.01	11.01
ESI_1	58.27	45.67	0.00	1.57	3.15	0.00	0.00	0.00	1.57	0.00	1.57	0.00	13.39	8.66	22.05	44.09
ESI_2	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESI_3	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESI_4	78.74	81.89	13.39	11.81	7.87	4.72	0.00	0.00	0.00	1.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESI_5	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESI_6	74.80	66.93	10.24	12.60	13.39	17.32	1.57	1.57	0.00	1.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESI_7	66.14	55.12	0.00	0.00	11.02	10.24	11.02	7.87	1.57	3.15	3.15	4.72	3.94	3.15	3.15	15.75
ESI_8	70.87	55.91	0.00	3.15	1.57	3.15	0.00	0.00	0.00	0.00	4.72	0.00	8.66	14.17	14.17	23.62
ESI_9	71.65	54.33	3.15	1.57	0.00	4.72	10.24	16.54	4.72	0.00	3.15	1.57	1.57	1.57	5.51	19.69
ESI_10ABE	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESI_10CD	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESI_sum	52.76	40.94	1.57	1.57	0.00	0.00	3.15	1.57	1.57	3.15	0.00	0.00	13.39	8.66	27.56	44.09

Table 4-4. Shoreline Flora. Percentage of the simulations with impact damage categories using oil drift simulations from OSCAR version 10.01 and 11.01 using ERA Acute.

ESI ranking	Population loss category															
	None		<1 %		1-5 %		5-10 %		10-20 %		20-30 %		30-50 %		>50 %	
	10.01	11.01	10.01	11.01	10.01	11.01	10.01	11.01	10.01	11.01	10.01	11.01	10.01	11.01	10.01	11.01
ESI_1	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESI_2	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESI_3	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESI_4	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESI_5	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESI_6	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESI_7	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESI_8	96.85	93.70	3.15	1.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.15	0.00	1.57
ESI_9	92.13	85.83	1.57	0.00	1.57	1.57	4.72	9.45	0.00	3.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESI_10ABE	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESI_10CD	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESI_sum	90.55	85.83	3.15	0.00	1.57	1.57	4.72	6.30	0.00	1.57	0.00	0.00	0.00	3.15	0.00	1.57

3.4.3 Water column compartment

The increase in oil in the water column results in a marked higher impact in the form of larvae losses. (Table 3-4, Figure 3-5 and Figure 3-6).

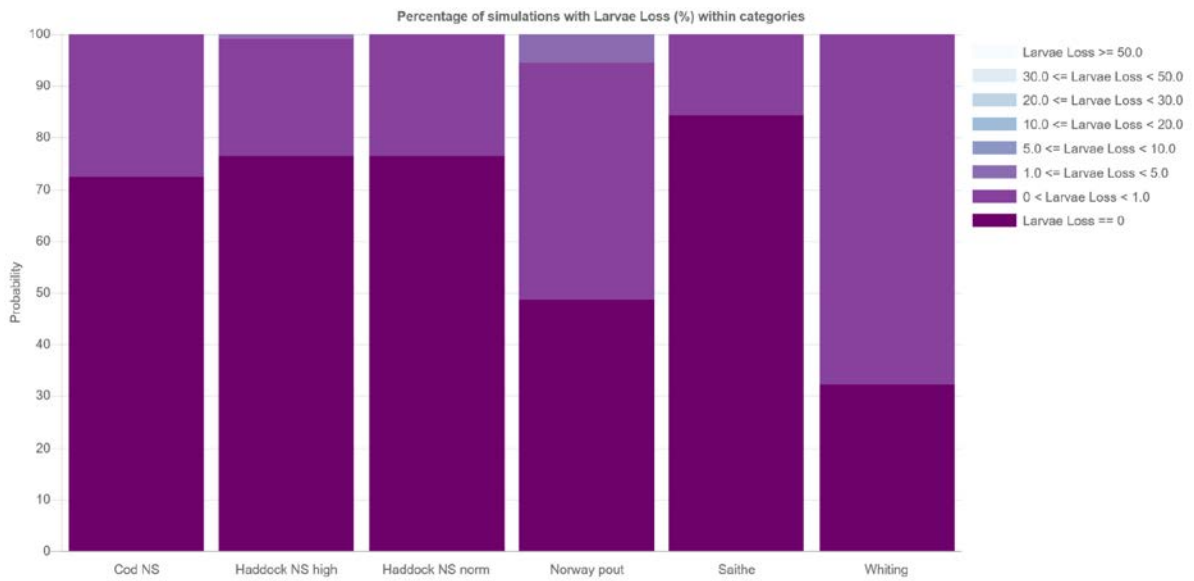


Figure 3-5. Larvae losses in categories, version 10.01.

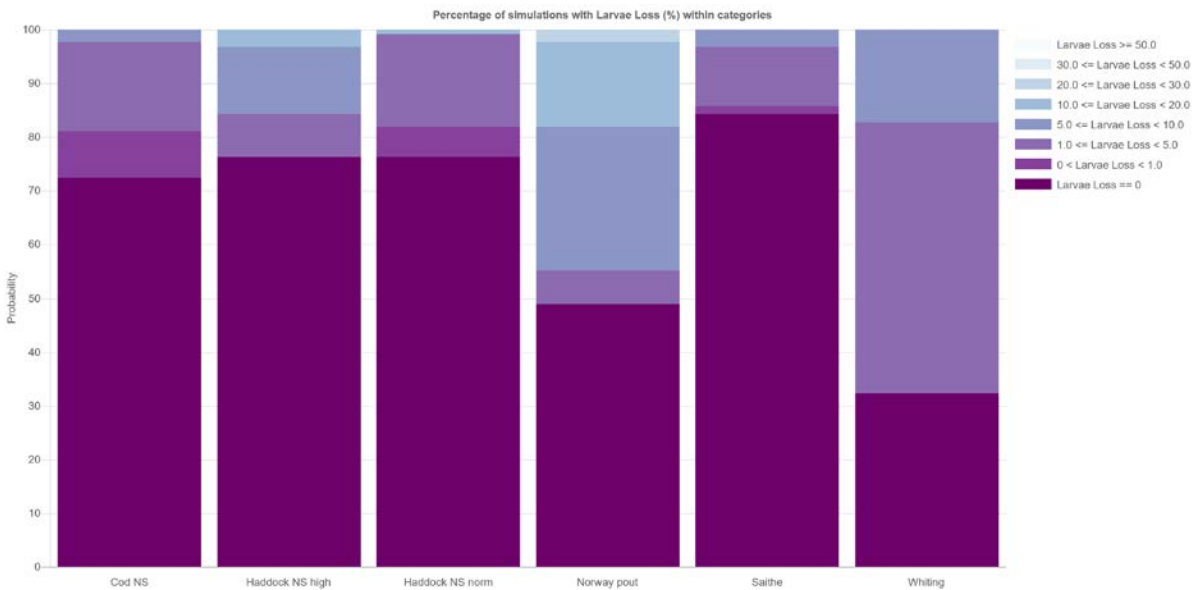


Figure 3-6. Larvae losses in categories, version 11.01.

Table 4-5. Percentage of the simulations with larvae losses in damage categories using oil drift simulations from OSCAR version 10.01 and 11.01 using ERA Acute. No simulations had larvae losses > 30 %.

Species	Larvae loss category and version of OSCAR											
	0 %		< 1.0 %		1-5 %		5-10 %		10-20 %		20-30%	
	10.01	11.01	10.01	11.01	10.01	11.01	10.01	11.01	10.01	11.01	10.01	11.01
Cod NS	72.44	72.44	27.56	8.66	0.00	16.54	0.00	2.36	0.00	0.00	0.00	0.00
Haddock NS high	76.38	76.38	22.83	0.00	0.79	7.87	0.00	12.60	0.00	3.15	0.00	0.00
Haddock NS norm	76.38	76.38	23.62	5.51	0.00	17.32	0.00	0.00	0.00	0.79	0.00	0.00
Norway pout	48.82	48.82	45.67	0.00	5.51	6.30	0.00	26.77	0.00	15.75	0.00	2.36
Saithe	84.25	84.25	15.75	1.57	0.00	11.02	0.00	3.15	0.00	0.00	0.00	0.00
Whiting	32.28	32.28	67.72	0.00	0.00	50.39	0.00	17.32	0.00	0.00	0.00	0.00

3.5 Conclusion

All results of the Busta case are in line with the tests carried out and reported by SINTEF for the bug-fix release.