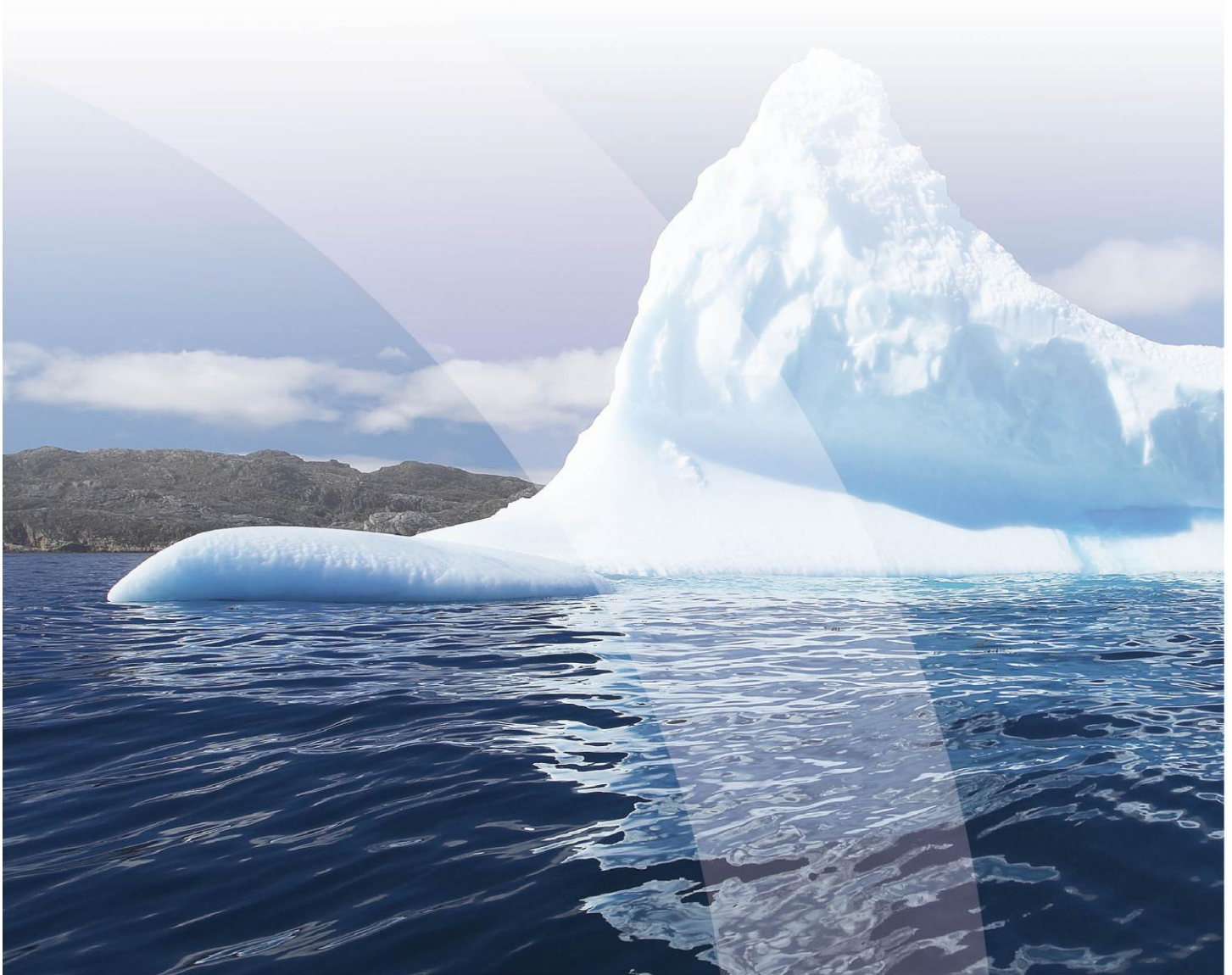


---

# Evaluering av vindforhold, snømengder og saltbelastning.

Hammerfest 2009-2010

Dag Tønnesen



**Oppdragsrapport**

## **Forord**

Statnett har bedt NILU om en evaluering av vindforhold, snøforhold og saltbelastning i Hammerfest. Evalueringen er basert på data samlet inn av NILU på oppdrag fra Statoil i programmet "Miljøovervåkning, Melkøya". Statoil har stilt måledataene til disposisjon for dette formålet.

# Innhold

	Side
<b>Forord</b> .....	<b>1</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Måleprogrammet</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Vindmålinger</b> .....	<b>6</b>
<b>4 Snø</b> .....	<b>11</b>
<b>5 Saltbelastning</b> .....	<b>13</b>
<b>6 Konklusjon</b> .....	<b>16</b>
<b>7 Referanser</b> .....	<b>17</b>

## Sammendrag

*Norsk Institutt for luftforskning har på oppdrag fra Statnett, med tillatelse fra Statoil, anvendt data fra måleprogrammet "Miljøovervåkning Melkøya" til å evaluere vindforhold, snømengder og saltbelastning ved Hammerfest. Evalueringen bygger på data samlet inn fra juli 2009 til og med juni 2010.*

Maksimal vindstyrke i perioden, målt 35 meter over bakken på Melkøya, var 22,9 m/s, og medianvinden var 6,3 m/s. Tilsvarende verdier for vindkast (2 sekunders varighet) var maksimal styrke på 57,2 m/s, medianverdien var 10 m/s. Det var 5 timer der maksimalt vindkast var over 40 m/s og 37 timer der maksimalt vindkast var over 30 m/s. Midlere vindstyrke i måleperioden var 4,5 m/s og 6,5 m/s for hhv. Fuglenesodden og Melkøya.

For målestasjonene med timevis registrert nedbør er maksimalt snøfall på en time estimert til 7,8 cm på Melkøya og 3,8 cm på Fuglenesodden. For målestasjonene med ukevis registrert nedbør er maksimalt ukentlig snøfall estimert til 24,4 cm på Forsøl og 7,3 cm på Kargeneset.

Estimat av tilført salt på bakgrunn av nedbørkonsentrasjoner har enhet  $\text{mg/m}^2/\text{uke}$ . Den høyeste beregnede verdien på Forsøl er  $1280 \text{ mg/m}^2/\text{uke}$ , den høyeste beregnede verdien på Kargeneset er  $801 \text{ mg/m}^2/\text{uke}$ .

Akkumulert til årlig verdi blir total tilført saltmengde pr kvadratmeter på Forsøl 9,1 g basert på klorid og 7,7 g basert på natrium og magnesium. Tilsvarende tall for Kargeneset blir 5,5 g og 4,7 g.

# Evaluering av vindforhold, snømengder og saltbelastning.

## Hammerfest 2009-2010

### 1 Innledning

Norsk Institutt for luftforskning har på oppdrag fra Statnett anvendt data fra måleprogrammet "Miljøovervåkning Melkøya" til å evaluere vindforhold, snømengder og saltbelastning ved Hammerfest. Evalueringen bygger på data samlet inn fra juli 2009 til og med juni 2010. Statoil, som finansierte måleprogrammet, har stilt dataene til disposisjon for denne utredningen. Formålet med vurderingen er å legge fram grunnlagsdata i forbindelse med utbygging av kraftnettet ved Hammerfest.

### 2 Måleprogrammet

Målinger av meteorologiske forhold er utført for å ha et grunnlag for å gjennomføre spredningsberegninger, samt å danne en bakgrunn for å kunne angi hvilke kilder som bidrar til de målte konsentrasjonene i luft og nedbør. For perioden denne rapporten dekker er det meteorologidata fra to målestasjoner, Melkøya og Fuglenesodden. Målingene på Fuglenesodden er utført primært for å kunne angi retning til kildeområder for de målte konsentrasjonene av luftkvalitetsparametere, mens målingene på Melkøya er utført for å ha inngangsparametere til spredningsberegninger.

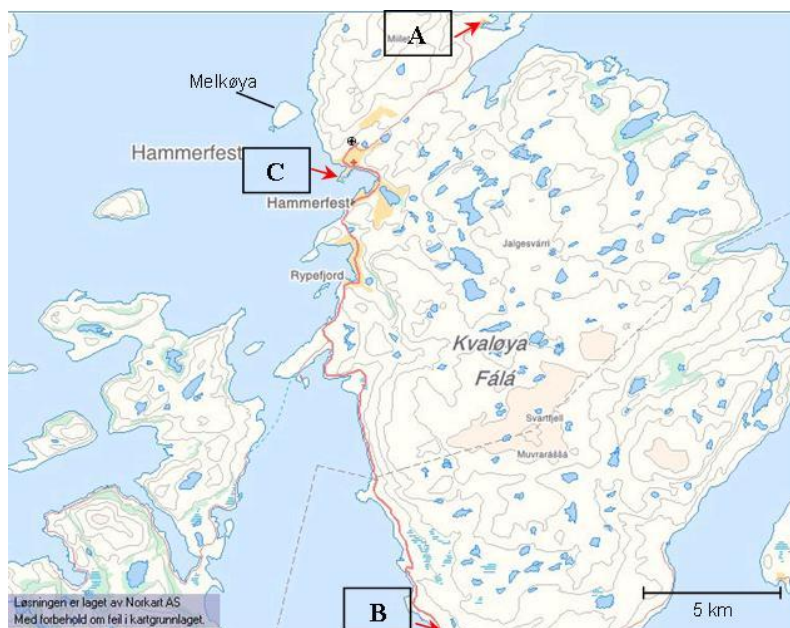
Måling av nedbørkvalitet er utført på Forsøl, 8 km ØNØ for Melkøya, og Kargeneset, 20 km SSØ for Melkøya. Måling omfatter (blant andre) klorid, natrium og magnesium. Disse komponentene er benyttet til å anslå belastning av sjøsalt.

Plassering av målestasjonene er vist i Figur 1 til Figur 4. Måleprogrammets innhold med parametere og midlingstider anvendt her er vist i Tabell 1.

Tabell 1: Parametere målt i overvåkingsprogrammet og midlingstider.

Målested	Parameter	Prøve type	Midlingstid
Melkøya	Vindretning, vindhastighet, temperatur, relativ fuktighet, nedbør, turbulens	Meteorologi	Time
Fuglenesodden	Vindretning, vindhastighet, temperatur, relativ fuktighet, nedbør	Meteorologi	Time
Forsøl	Vindretning, vindhastighet	Meteorologi	Time
Forsøl og Kargeneset	Hovedkomponenter	Nedbør	Uke

Nedbørstasjonene på Kargeneset ligger 400 m fra sjøen, korteste avstand er i retning vest-sørvest for stasjonen. Målestasjonen på Forsøl ligger 250 m fra sjøen i retning sørøst og 450 m fra sjøen i retning nordøst.



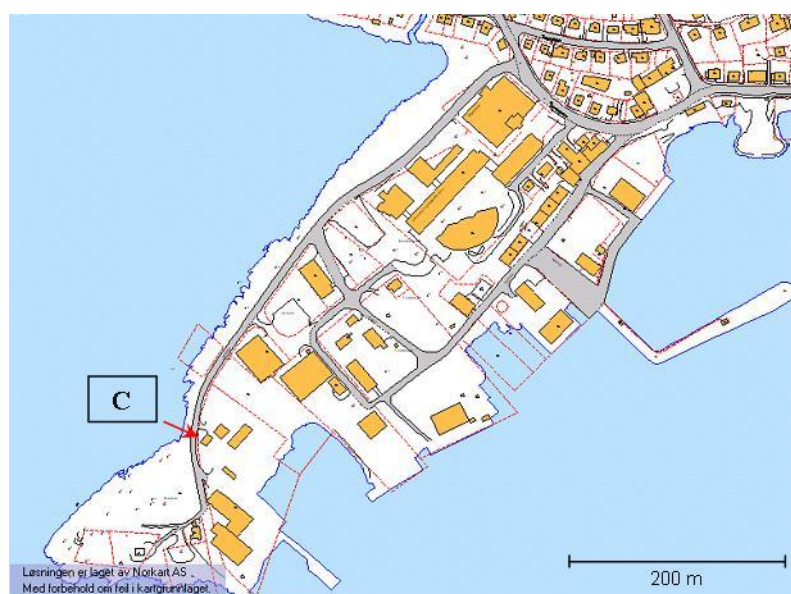
Figur 1: Plassering av målestasjonene på Kvaløya. (A) Forsøl, (B) Kargeneset, (C) Fuglenesodden.



Figur 2: Målestasjon for PAH i luft og nedbørkvalitet på Forsøl.



Figur 3: Målestasjon for nedbørkvalitet på Kargeneset (Stangneset).



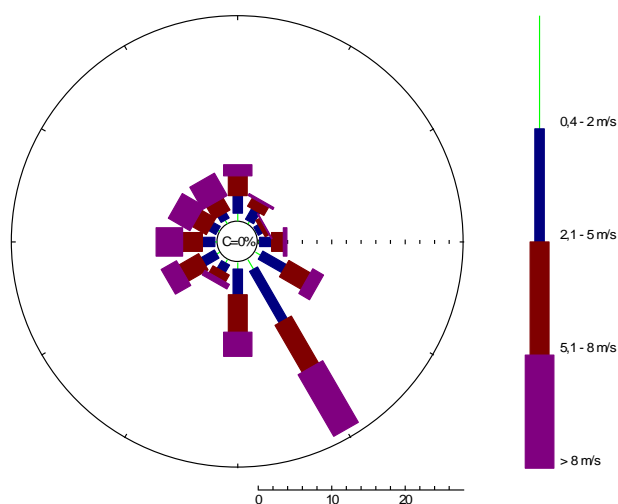
Figur 4: Målestasjon for luftkvalitet og meteorologi på Fugleneset.

### 3 Vindmålinger

Midlere fordeling av vindretning og vindhastighet for hele perioden er vist for Melkøya og Fugleneset i hhv. Figur 5 og Figur 6. Midlere vindretning og vindhastighet i tre-måneders perioder er vist i Figur 7 og Figur 8. For Melkøya viser figurene dominerende vindretning fra sør-sørøst i perioden oktober til ut mars. I sommerhalvåret er det en mer jevnt fordelt vindrose, med klart mer vind fra nord og nordvest. Sammenlignet med perioden 2007-2008 og 2008-2009 viser vindrosen fra Melkøya det samme mønsteret i 2009-2010. Midlere vindhastighet på Melkøya i måleperioden var 6,6 m/s. Figurene viser også at det er høyere

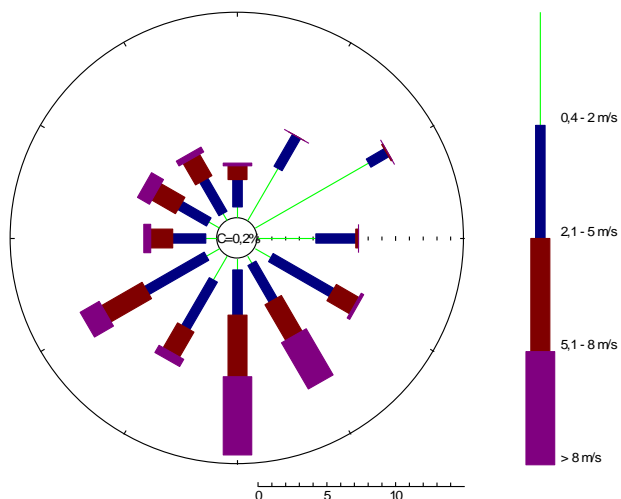
vindhastighet på Melkøya enn ved Fugleneset og at det nesten aldri er vindstille på Melkøya ( $C = 0\%$ ). For Fugleneset viser figuren for hele perioden en mer spredt vindfordeling enn for Melkøya og med dominerende retning fra sør. Sammenlignet med vinddata fra Fugleneset i perioden 2007-2008 og 2008-2009 er det for perioden 2009-2010 en mer spredt vindfordeling enn for Melkøya. Midlere vindhastighet for Fugleneset er om lag lik disse tre årene: 4.4 m/s i 2007-2008, 4.3 m/s i 2008-2009 og 4.5 m/s i den aktuelle måleperioden 2009-2010.

Datadekningen for Fugleneset i den aktuelle perioden var 87,9 %. Det mangler data mellom 20.07.2009 og 01.09.2009 på grunn av teknisk feil på en data logger. Melkøya har en dekning på 100 %.

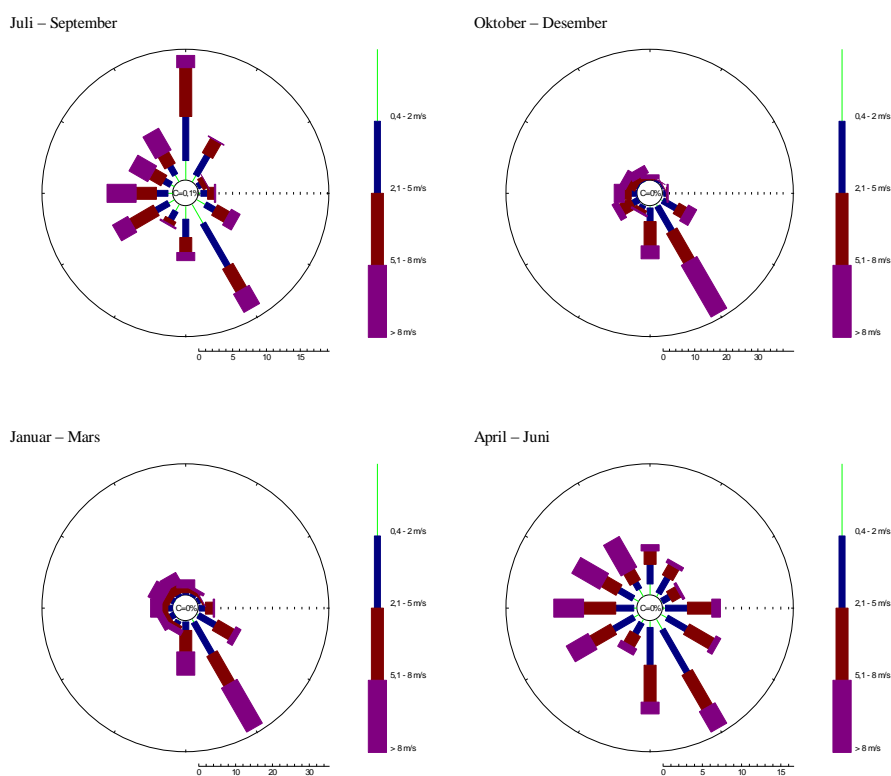


Figur 5: Fordeling av vindretning og vindhastighet for hele måleperioden på Melkøya. Figuren viser hvor ofte det forekommer vind fra angitt retning. C viser andel vindstille (vind < 0.4 m/s).

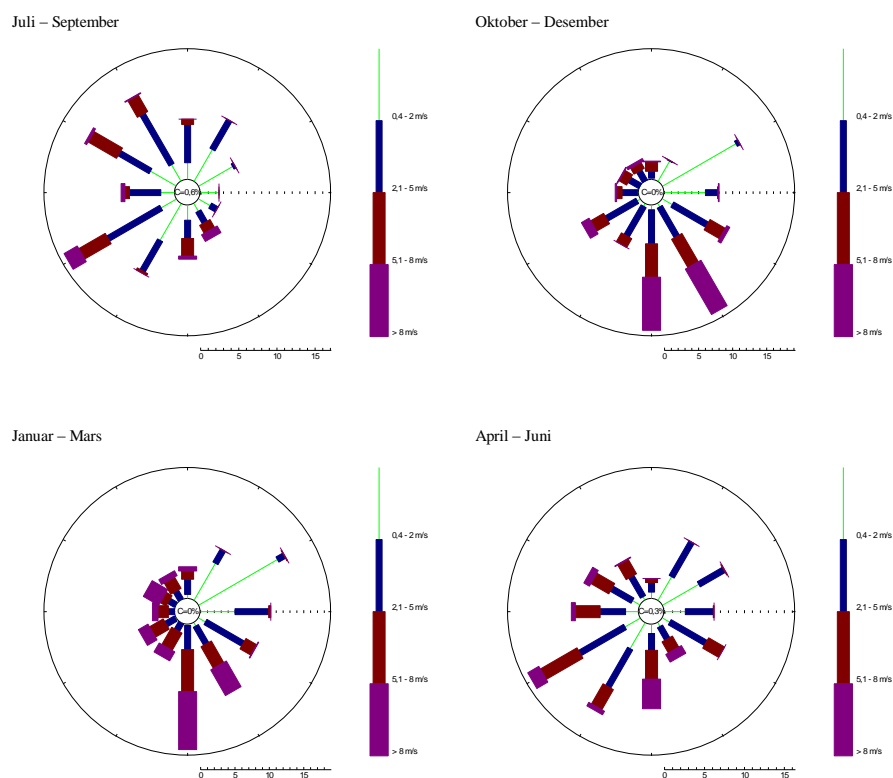




Figur 6: Fordeling av vindretning og vindhastighet for hele måleperioden ved Fugleneset. Figuren viser hvor ofte det forekommer vind fra angitt retning.

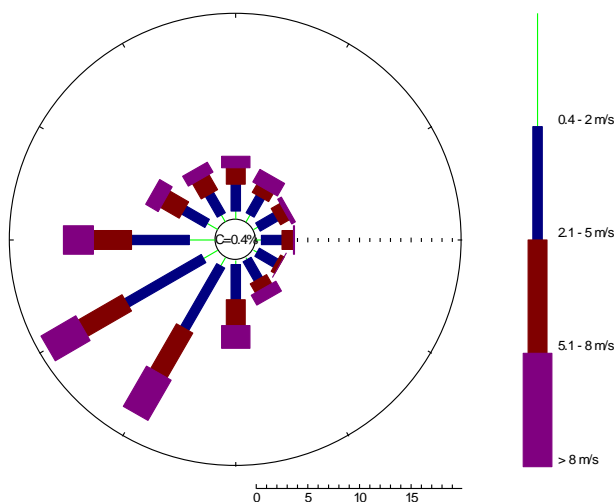


Figur 7: Sesongfordeling av vindretning og vindhastighet for Melkøya. Figuren viser hvor ofte det forekommer vind fra angitt retning.



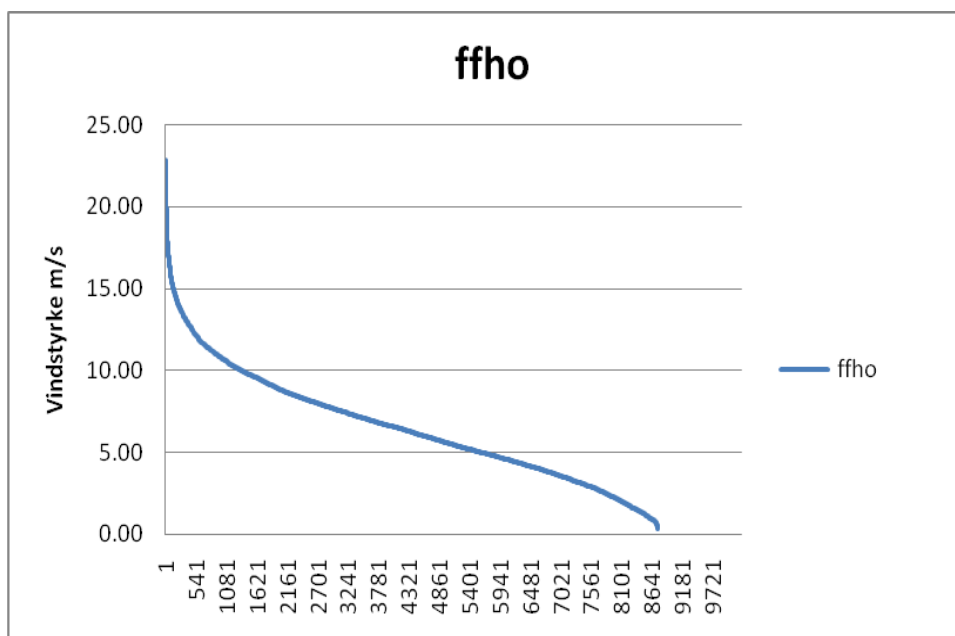
*Figur 8: Sesongfordeling av vindretning og vindhastighet for Fugleneset. Figuren viser hvor ofte det forekommer vind fra angitt retning.*

Målinger av vindretning og vindhastighet ble også gjort på Forsøl. Hovedformålet med disse målingene er å bestemme vindretning for å styre prøvetaking av andre parametre. Midlere fordeling av vindretning og vindhastighet for måleperioden er vist i Figur 9. Dominerende vindretning på Forsøl er fra vest-sørvest (45 % av tiden).

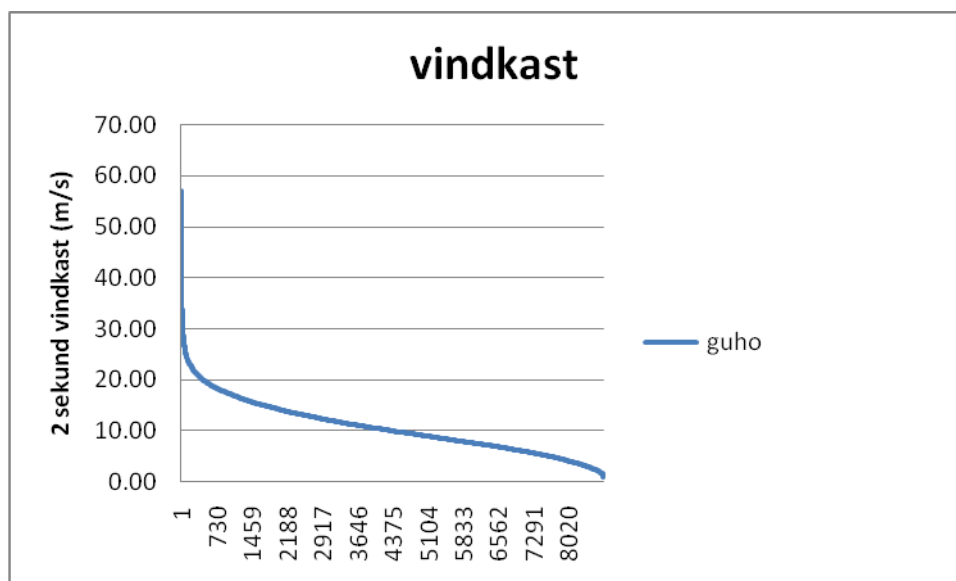


Figur 9: Fordeling av vindretning og vindhastighet for hele måleperioden på Forsøl. Figuren viser hvor ofte det forekommer vind fra angitt retning.

Timemiddel vindstyrke på Melkøya (35 m.o.b) sortert etter avtagende verdi er vist i Figur 10. Maksimal vindstyrke i perioden var 22,9 m/s, og medianvinden var 6,3 m/s. Tilsvarende verdier for vindkast (2 sekunders varighet) er vist i Figur 11. Maksimal styrke av vindkast var 57,2 m/s, medianverdien var 10 m/s. Det var 5 timer der maksimalt vindkast var over 40 m/s og 37 timer der maksimalt vindkast var over 30 m/s.



Figur 10: Vindstyrke på Melkøya. Timemiddel vind sortert etter fallende verdi.



Figur 11: Vindkast på Melkøya. Maksimal 2 sekunders vindstyrke innenfor hver time, sortert etter fallende verdi.

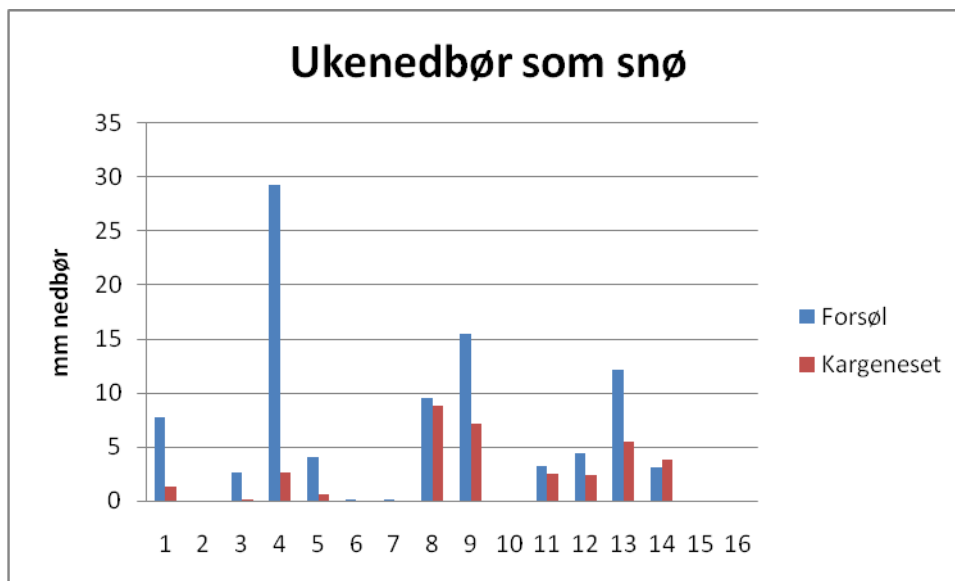
#### 4 Snø

Det er målt nedbørmengde på Melkøya og Fuglenesodden med tidsoppløsning en time, og nedbørmengde som ukenedbør på Forsøl og Kargeneset. Det er målt temperatur på Melkøya og Fuglenesodden. Nedbør i form av snø er identifisert ved hjelp av de samtidige målingene av temperatur. Det er forutsatt at ved temperatur under 0.5 °C kommer nedbøren i form av snø. For fallende snø ligger tettheten på 12 % av tettheten for vann. For snø som har ligget på bakken endrer tettheten seg til mellom 33 % og 50 %, avhengig av "alder". Tabell 2 viser målt nedbørmengde samt omregnet snømengde for den delen av måleperiodene der nedbøren kom som snø. Dette var hovedsaklig fra medio desember til slutten av april, med unntak av noen enkelttimer i oktober på Melkøya.

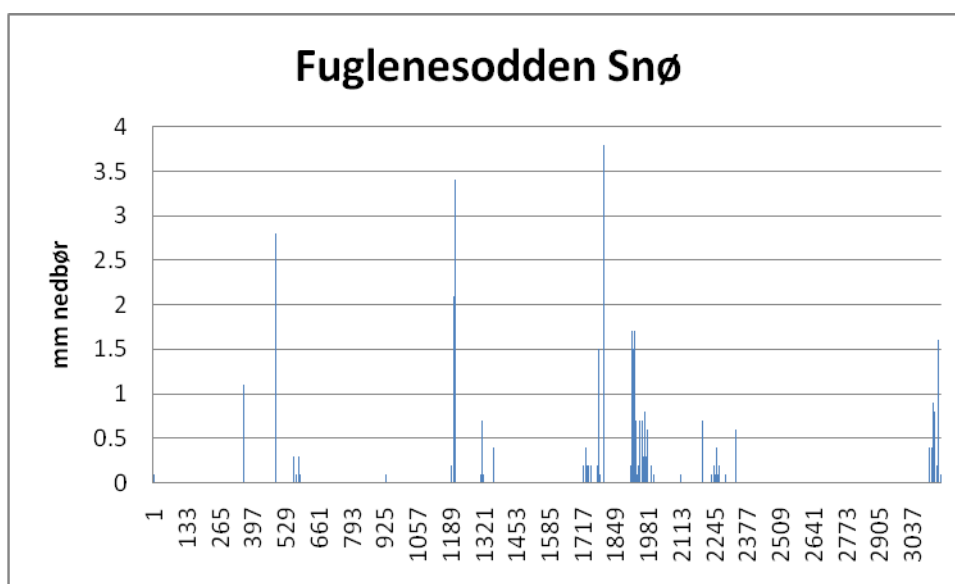
Tabell 2: Snømengde i mm vann og cm snø fra desember 2009 til april 2010 for fire målesteder.

Målested	Samlet, mm (som vann)	Snø, cm	Maks mm (time / uke)	Maks cm (time/uke)
Melkøya (time)	87,6	73,0	7,8	6,5
Fuglenesodden (time)	46,3	38,6	3,8	3,2
Forsøl (uke)	92,0	76,7	29,3	24,4
Kargeneset (uke)	35,0	29,2	8,8	7,3

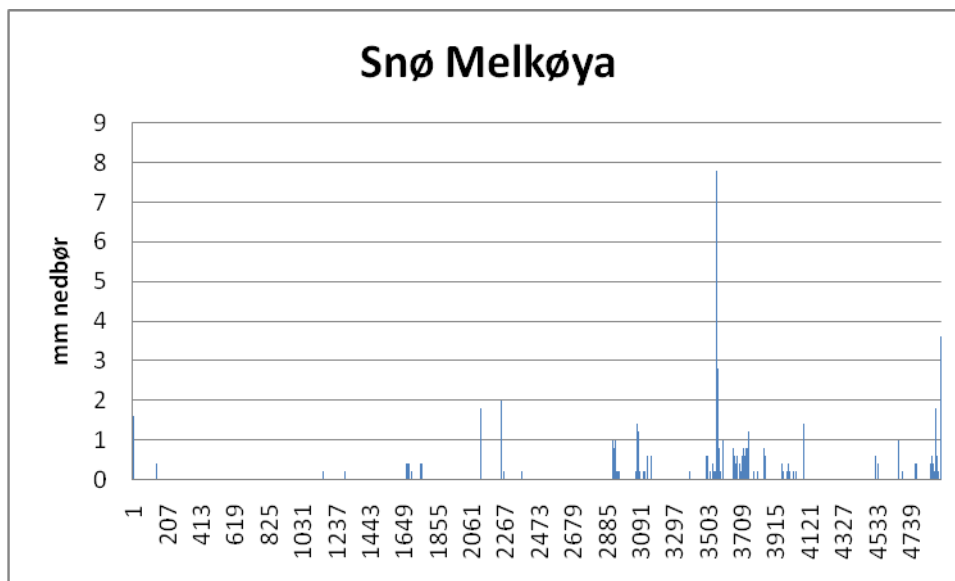
I Figur 12 er ukenedbør i snøsesongen vist for Forsøl og Kargeneset. Uke 1 på tidsaksen starter 16.12.2009. Tilsvarende er timenedbør klassifisert som snø på Melkøya og Fuglenesodden vist i figur 13 og 14. Time 1 er kl 22 den 6/10 2009 på Melkøya og kl 22 den 19/12-2009 på Fuglenesodden.



Figur 12: Ukenedbør i form av snø på Forsøl og Kargeneset, vist som mm nedbør.



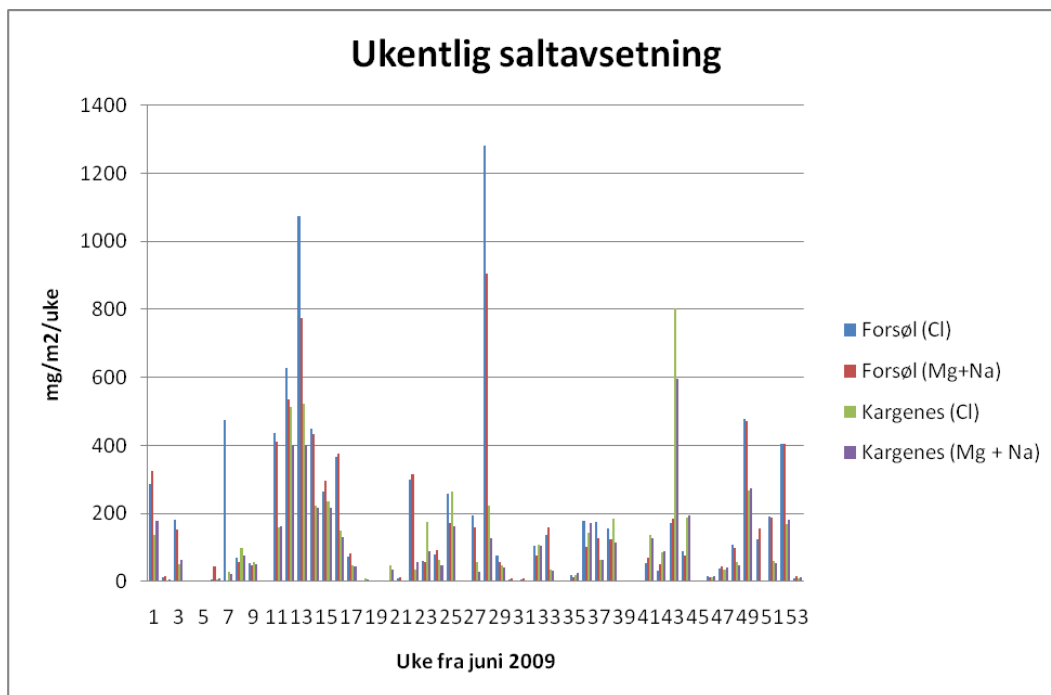
Figur 13: Timenedbør i form av snø på Fuglenesodden, vist som mm nedbør.



Figur 14: Timenedbør i form av snø på Melkøya, vist som mm nedbør.

## 5 Saltbelastning

I nedbørprøvene fra Forsøl og Fuglenesodden ble innholdet analysert for klorid (Cl), magnesium (Mg) og natrium (Na). Konsentrasjon av sjøsalt i nedbørprøvene er anslått på to måter. Ett estimat er basert på konsentrasjon av Cl under forutsetning av at all Cl i prøven er forbundet med Na eller Mg. Det andre estimatet er basert på at hele summen av Na og Mg er forbundet med Cl. Gjennomgående er estimatet basert på Cl noe høyere enn estimatet basert på sum av Mg og Na. De beregnede konsentrasjonene av salt (i  $\mu\text{g/ml}$ ) er multiplisert med total nedbør i ukeprøven (mm) for begge estimatene. Dette gir et estimat av tilført salt med enhet  $\text{mg/m}^2/\text{uke}$ . Den høyeste beregnede verdien på Forsøl er  $1280 \text{ mg/m}^2$ , den høyeste beregnede verdien på Kargeneset er  $801 \text{ mg/m}^2/\text{uke}$ . Ukeverdiene er vist i Figur 15 og i Tabell 3.



Figur 15: Beregnet ukentlig saltavsetning på Forsøl og Kargeneset for ett år.

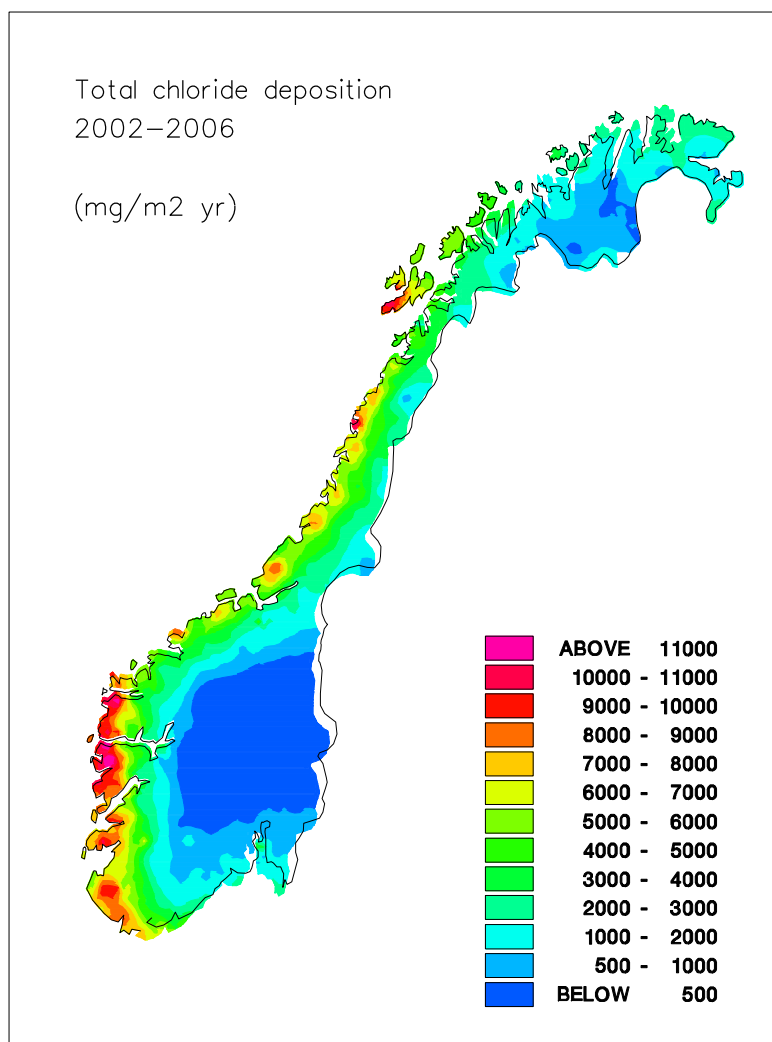
Akkumulert til årlig verdi blir total tilført saltmengde pr kvadratmeter på Forsøl 9,1 g basert på klorid og 7,7 g basert på natrium og magnesium. Tilsvarende tall for Kargeneset blir 5,5 g og 4,7 g. Forskjellen i sjøsaltbelastning er i overensstemmelse med hva en kan forvente ut fra eksponering for sterk pålandsvind ved de to lokalitetene. Forholdene i og ved Hammerfest by ligger trolig nærmere forholdene ved Forsøl enn ved Kargeneset.

Tabell 3: Ukeverdier for beregnet sjøsaltavsetning ved Forsøl og Kargeneset  
(Enhet: mg/m<sup>2</sup>/uke)

Mnd	Fra dato	Til dato	Forsøl		Kargeneset	
			Klor	NaMg	Klor	NaMg
7	1	8	286	324	137	178
7	8	15	14	17	2	7
7	15	22	180	154	50	64
7	22	29				
7	29	5				
8	5	12	5	45	5	10
8	12	19	475	2	29	21
8	19	26	68	58	99	75
8	26	2	53	48	56	51
9	2	9				
9	9	16	435	412	160	162
9	16	23	628	534	512	402
9	23	30	1075	775	522	400
9	30	7	448	433	222	216
10	7	14	266	296	236	216
10	14	21	365	377	151	131
10	21	28	72	84	49	44
10	28	4			8	7
11	4	11				
11	11	18			48	36
11	18	25	9	12		
11	25	2	299	316	33	57
12	2	9	60	58	175	88
12	9	16	81	91	65	48
12	16	23	258	171	264	163
12	23	30				
12	30	6	194	158	56	28
1	6	13	1281	904	223	128
1	13	20	75	56	47	41
1	20	27	6	8		
1	27	3	6	8		
2	3	10	106	78	108	104
2	10	17	137	160	34	32
2	17	24				
2	24	3	19	12	18	25
3	3	10	178	101	142	170
3	10	17	175	128	65	62
3	17	24	156	125	186	113
3	24	31				
3	31	7				
4	7	14	54	70	136	126
4	14	21	32	51	85	89
4	21	28	173	184	801	596
4	28	5	88	78	187	193
5	5	12				
5	12	19	14	12	12	15
5	19	26	38	43	36	42
5	26	2	108	97	56	46
6	2	9	479	470	266	274
6	9	16	125	156		
6	16	23	190	188	59	54
6	23	30	406	405	168	182
6	30	7	10	15	10	11



Kart i Figur 16 viser beregnet årlig saltavsetning i Norge for perioden 2002-2006 (Aas et al., 2008). Verdiene beregnet i 10 km rutenett. Beregnet saltbelastning på bakgrunn av målinger ved Hammerfest er lavere enn ved kysten lenger sør. Estimert saltbelastning (natriumklorid) på bakgrunn av klorid ( $9,1 \text{ g/m}^2/\text{år}$ ) tilsvarer en avsetning av klorid på  $5 \text{ g/m}^2/\text{år}$ . Dette er i overensstemmelse med verdiene i Figur 16.



Figur 16: Årlig avsatt klorid i Norge for 2002-2006. Basert på kombinert modell og måleresultater.

## 6 Konklusjon

Maksimal vindstyrke i perioden, målt 35 meter over bakken på Melkøya, var 22,9 m/s, og medianvinden var 6,3 m/s. Tilsvarende verdier for vindkast (2 sekunders varighet) var maksimal styrke på 57,2 m/s, medianverdien var 10 m/s. Det var 5 timer der maksimalt vindkast var over 40 m/s og 37 timer der maksimalt vindkast var over 30 m/s.

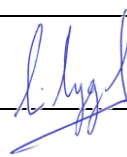
For målestasjonene med timevis registrert nedbør er maksimalt snøfall estimert til 7,8 cm på Melkøya og 3,8 cm på Fuglenesodden for én time. For målestasjonene

med ukevis registrert nedbør er maksimalt ukentlig snøfall estimert til 24,4 cm på Forsøl og 7,3 cm på Kargeneset.

Den høyeste verdien av tilført salt beregnet på bakgrunn av nedbørkonsentrasjoner på Forsøl er 1281 mg/m<sup>2</sup>/uke, mens den høyeste beregnede verdien på Kargeneset er 801 mg/m<sup>2</sup>/uke. Begge verdiene ble estimert under forutsetning av at all Cl i nedbørprøven kommer fra sjøsalt.

## **7 Referanser**

Aas, W., Hjellbrekke, A-G., Hole, L. and Tørseth, K. (2008) Deposition of major inorganic compounds in Norway 2002-2006. Kjeller (NILU OR 72/2008).

RAPPORTTYPE OPPDRAGRAPPORT	RAPPORT NR. OR 32/2011	ISBN: 978-82-425-2401-0 (trykt) 978-82-425-2402-7 (elektronisk) ISSN: 0807-7207	
DATO 31.5.2011	ANSV. SIGN. 	ANT. SIDER 17	PRIS NOK 150,-
TITTEL Evaluering av vindforhold, snømengder og saltbelastning. Hammerfest 2009-2010		PROSJEKTLEDER Dag Tønnesen	
		NILU PROSJEKT NR. O-111059	
FORFATTER(E) Dag Tønnesen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAAGSGIVERS REF. Arve Målø	
OPPDRAAGSGIVER Statnett v/ Arve Maalø Postboks 5192 Majorstuen 0302 OSLO			
STIKKORD Luftkvalitet			
REFERAT NILU har på oppdrag av Statnett bearbeidet måledata fra Hammerfest vedrørende vindforhold, snømengde og saltbelastning. Bearbeidingen er utført i forbindelse med planlagt utbygging av distribusjonsnett. Saltbelastningen ved Hammerfest er lavere enn langs Vestlandet.			
TITLE Assesment of wind, snow and seasalt . Hammerfest 2009-2010			
ABSTRACT NILU has made an assesment of windconditions, amount of snow and seasalt impact in Hammerfest. The assesment has been made on behalf of Statnett connected to a projected construction of power supply network.			

\* Kategorier

A	Åpen – kan bestilles fra NILU
B	Begrenset distribusjon
C	Kan ikke utleveres

REFERANSE: O-111059  
DATO: MAI 2011  
ISBN: 978-82-425-2401-0 (trykt)  
978-82-425-2402-7 (elektronisk)

NILU er en uavhengig stiftelse etablert i 1969. NILUs forskning har som formål å øke forståelsen for prosesser og effekter knyttet til klimaendringer, atmosfærens sammensetning, luftkvalitet og miljøgifter. På bakgrunn av forskningen leverer NILU integrerte tjenester og produkter innenfor analyse, overvåkning og rådgivning. NILU er opptatt av å opplyse og gi råd til samfunnet om klimaendringer og forurensning og konsekvensene av dette.