

# Norske havforsuringsdata og FNs bærekraftsmål 14.3

En vurdering av dataleveranse til FNs havforsuringsindikator

**Forfattere(e)/Author(s):**

Ingunn Skjelvan og Emil Jeansson

**Rapport** 5-2020 NORCE Klima

M-2089 | 2021 Miljødirektoratet



Rapporttittel/ Report title	Norske havforsuringsdata og FNs bærekraftsmål 14.3
Prosjektnummer/ Project No	103121
Institusjon/ Institution	NORCE Klima
Oppdragsgiver(e)/ Client(s)	Miljødirektoratet
Gradering/ Classification:	[Gradering]
Rapportnr/ Report No.	5-2020
ISSN/ ISBN	ISBN 978-82-8408-108-3
Antall sider/ No. of pages	17
Publiseringsdato/ Date of publ.:	6. november 2020
CC-lisens/ CC-licence	[CC-lisens]
Sitering/ Citation	Skjelvan og Jeansson, Norske havforsuringsdata og FNs bærekraftsmål 14.3, Rapport, 2020.
Bildekreditering/ Photo Credit	IOC
Geografisk område/ Geographical area	Norske havområder
Stikkord/ Keywords	FNs bærekraftsmål, havforsuringsindikator
Sammendrag/ Summary	

IOC (Intergovernmental Oceanographic Commission) har hatt ansvaret for å utvikle en indikator for havforsuring, som er knytta til FN sitt bærekraftsmål for livet i havet. Land, forskere og datasentre har blitt bedt om å levere data til denne indikatoren.

Med dette som bakteppe har vi i denne rapporten gått gjennom den norske havforsuringsaktiviteten og vurdert hvilke aktiviteter som kan egne seg for datalevering til FN og IOC sin indikator for havforsuring. I tillegg er det diskutert hvordan en slik dataleveranse kan foregå.

## Revisjoner/Revisions

Rev./ Rev.	Dato/ Date	Forfatter/ Author	Kontrollert av/ Checked by	Godkjent av/ Approved by	Årsak til revisjon/ Reason for rev.

## Innhold

1.	Bakgrunn.....	4
2.	Dagens situasjon.....	5
2.1.	Havforsuringsaktivitet i Norge i dag.....	5
2.2.	Kommunikasjon med IOC.....	6
2.3.	Måleaktiviteter som egner seg for rapportering til IOC og havforsuringsindikatoren .....	7
2.4.	Erfaringer fra årets (2020) datalevering til IOC.....	10
2.5.	Dialog med datasentre aktuelle for datalevering til IOC.....	11
2.6.	Vurdering av dagens overvåkning sett i lys av IOC sin havforsuringsindikator..	11
2.7.	Hvordan kan rapporteringa skje i framtida (fra og med 2021) .....	12
3.	Videre arbeid .....	13
4.	Referanser .....	13
5.	Vedlegg .....	14

## 1. Bakgrunn

Høsten 2015 vedtok FNs medlemsland 17 mål for bærekraftig utvikling (SGD - Sustainable Development Goals) fram mot 2030. Bærekraftsmål (SDG) nummer 14 handler om livet i havet, og målet er å bevare og bruke havet og marine ressurser på en måte som fremmer bærekraftig utvikling. Delmål 14.3 omhandler havforsuring: «Begrense mest mulig og sørge for håndtering av konsekvensene av havforsuring, blant annet gjennom styrket vitenskapelig samarbeid på alle nivåer» («*Minimize and address the impacts of ocean acidification, including through enhanced scientific cooperation at all levels*»). Dette er en anerkjennelse av havforsuring som en trussel for marine økosystemer og en forståelse for at havforsuringsdata kan bidra til bærekraftig utvikling av ressursene i havet.

Til delmål 14.3 er det knytta en indikator for havforsuring (SDG 14.3.1), og denne er definert som «Midlere havforsuring (pH) målt på et utvalgt antall representative stasjoner» («*Average marine acidity (pH) measured at agreed suite of representative sampling stations*»). Indikatoren skal gi et bilde av hvordan havforsuringstilstanden er i et gitt område, og indikatoren skal baseres på havdata fra kystnære og -fjerne områder levert av forskere og datasentre fra hele verden. Det er IOC (Intergovernmental Oceanographic Commission) ved UNESCO som har utvikla indikatoren og en tilhørende metodikk som beskriver hvilke data og metadata som skal leveres. Metodikken ble utvikla samarbeid med ulike eksperter og ble tilgjengelig høsten 2019. Data som blir levert til SDG-indikatoren for havforsuring vil bli brukt i årlige rapporter fra IOC som f.eks. «The Sustainable Development Goals Report».

IOC ba i løpet av seinhøsten 2019 ulike nasjonale instanser om å levere relevante data til indikatoren. I tillegg fikk enkeltforskere tilsvarende spørsmål fra GOA-ON (Global Ocean Acidification Observing Network). Fristen for å levere data ble satt til 1. februar 2020, og på grunn av tidsmangel ble det i samråd med de andre partnere i Havforsuringsprogrammet bestemt at Norge skulle levere så mye som mulig av tilgjengelige havforsuringsdata fra 2018 innen fristen 1. februar 2020.

FN sin indikator SDG 14.3.1 er ikke den eneste indikatoren for havforsuring. Copernicus Marine Service har utviklet en indikator for hav-helse, der pH er en av del-indikatorene. OSPAR (<https://www.ospar.org/>), som er et organ for 15 europeiske land som samarbeider om å verne det marine miljøet i det nordøstlige Atlanterhavet, diskuterer også en fysio-kjemisk indikator for havforsuring. I denne sammenhengen betyr "indikator" en vurdering av havforsuringsaktivitet i nordøstlige Atlanterhav. Konkret betyr dette å lage en rekke produkt som skal inkluderes i en statusrapport i 2023. De ulike produktene er: havforsuringstrender fra noen utvalgte stasjoner, kart over pH og metningsgrad av aragonitt og modellprosjeksjoner. I tillegg vil rapporten også inneholde utvalgte biologiske studier.

I arbeidet med SDG-indikatoren har vi tatt utgangspunkt i en oversikt over havforsuringsaktivitet som ble laget på oppdrag fra OSPAR. Oversikten er utvida basert på informasjon fra de norske institusjonene som er involvert i havforsuringsmålinger. OSPAR anbefaler de ulike dataleverandørene å levere diskrete data til databasen ICES DOME (<http://ices.dk/data/data-portals/Pages/DOME.aspx>) og kontinuerlige overflatedata til SOCAT (<https://www.socat.info/>).

## 2. Dagens situasjon

I Norge er det Miljødirektoratet som har ansvar for å levere på indikatoren for havforsuring, og i desember 2019 ba direktoratet om hjelp til å vurdere hvilke norske havdata som var eigna for levering til SDG-indikatoren samt hvordan en eventuell levering skulle skje. Miljødirektoratet ønska også at, hvis mulig, stasjoner som skulle leveres til SDG-indikatoren var en del av en trendanalyse som ble gjort parallelt med SDG-vurderinga.

NORCE Norwegian Research Centre tok på seg oppdraget som var delt i følgende oppgaver:

1. Å skaffe oversikt over hvilke havforsuringsaktiviteter som finnes i Norge og kontakt med de aktuelle miljøene/forskerne.
2. Kommunikasjon med IOC for å få klarhet i hvilke data som skal leveres og hvordan data/metadata skal leveres.
3. Vurdering av hvilke måleaktiviteter som egner seg for rapportering til IOC og havforsuringsindikatoren.
4. Innhenting av erfaringer fra årets (2020) datalevering til IOC, utført av Bjerknes klimadatasenter (BCDC).
5. Kontakt med nasjonale datasenter for å avklare deres rolle.
6. Vurdere deler av dagens overvåkning sett i lys av IOC sin havforsuringsindikator.
7. Lage forslag til opplegg for hvordan rapporteringa skal skje i framtida, fra og med 2021.

### 2.1. Havforsuringsaktivitet i Norge i dag

Havforsuringsaktiviteten i Norge er per dags dato relativt oversiktlig, og institusjoner som driver slik forskning er, så vidt vi vet, Havforskningsinstituttet (HI), Norsk Polarinstitutt (NPI), Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA), NORCE Norwegian Research Centre (NORCE) og Universitetet i Bergen (UiB). Måleaktiviteten i Norge har pågått siden tidlig 90-tall, og Tabell A1 (i Vedlegg) er en oversikt over all kjent aktivitet per oktober 2020.

De norske havforsuringsaktivitetene kan deles inn i tre kategorier når det gjelder romlig oppløsning: hele vanndyp, overflatemålinger og målinger fra enkelte dyp. Den første kategorien blir målt ved hjelp av diskrete vannprøver som samles inn og analyseres på tokt eller på laboratoriet etter tokt. Den andre kategorien blir typisk gjennomført ved bruk av kommersielle båter, forskningsskip, eller overflatebøyer, og disse målingene er oftest kontinuerlige, men kan også være diskrete. Den tredje kategorien blir målt ved hjelp av rigger i faste posisjoner med fastmonterte instrumenter og sensorer for kontinuerlig måling på utvalgte dyp.

Av stasjoner og snitt som dekker hele vanndypet er det flere som bare måles én gang per år, noe som gjør det umulig å fange opp sesongvariabilitet i den biologiske sonen. HI sine snitt langs norskekysten gjennomføres 4-6 ganger per år, men per i dag er karbonmålinger bare inkludert en gang per år. Det er planer om å øke denne frekvensen og det vil være et viktig bidrag til den samlede overvåkingen av endringer i karbonkjemien.

Snittet i Grønlandshavet (langs 75°N) er et internasjonalt viktig snitt og Norge sitt bidrag til det internasjonale GO-SHIP (Global Ocean Ship-based Hydrographic Investigations Program)-programmet (<https://www.go-ship.org>), der endringer per dekade er det overgripende målet. Norske forskere har dekket dette snittet fem ganger siden 2003, altså langt mer frekvent enn målet i GO-SHIP. Denne typen målinger er viktige for å fange opp langsiktige endringer i prosesser og må ses som et viktig komplement til overflatemålinger og faste stasjoner.

Den lengste tidsserien som dekker hele vanndypet er Stasjon M i Norskehavet, der målinger har blitt gjort månedlig fra 2001 til 2009 og ca. annen måned siden 2010. Disse målinger har vært av stor betydning for vår forståelse av endringer i Norskehavet.

Kontinuerlige overflatemålinger gir oss den høyeste dataoppløsningen i rom og tid, og dette gjør det mulig å forstå variabiliteten i CO<sub>2</sub>-opptaket fra atmosfæren. Hvis bare én karbonvariabel (oftest pCO<sub>2</sub>) blir målt fra disse plattformene så er det i utgangspunktet for lite til å si noe om havforsuring. Noen plattformer måler både pCO<sub>2</sub> og pH, og dermed kan kalkmetning beregnes, riktignok med en viss usikkerhet. Andre plattformer måler alkalinitet i tillegg til pCO<sub>2</sub>, og da kan pH og kalkmetning beregnes med en større nøyaktighet. For å forstå hva som styrer endringer som observeres i overflaten bør det suppleres med andre variable og data fra dypere vannlag.

Faste målestasjoner, som f. eks. rigger som måler kontinuerlig på et begrenset antall dyp bidrar til å øke vår forståelse av prosesser som påvirker karbonkjemien i havet.

De ulike måleaktivitetene supplerer hverandre og gir et mer sammensatt bilde av variabiliteten enn hver av aktivitetene for seg. De øker vår forståelse av prosesser som styrer havforsuring og er en mulighet til å observere endringer over tid, gitt at aktivitetene er av høy kvalitet og pågår over en tilstrekkelig lang tid. Det er vanskelig å slå fast hva som er tilstrekkelig lang tid, men siden vi ser etter små endringer så er det svært viktig med tidsserier av en viss lengde. Trender som er observert over relativt korte tidsskalaer (< 10 år) kan være en konsekvens av naturlige variasjoner, som f. eks. NAO (North Atlantic Oscillation) eller variabilitet i havsirkulasjon (Bates m. fl., 2014). Kystmålinger, der variabiliteten er spesielt stor, krever lengre tidsserier enn målinger fra åpent hav.

Som kan ses over så er det stor forskjell i målefrekvensen mellom disse ulike aktivitetene, noe som kan ha stor innvirkning på vår forståelse av systemet. Ved å måle om vinteren er det oftest rimelig å anta at biologiske prosesser kan neglisjeres.

## 2.2. Kommunikasjon med IOC

IOC i samarbeid med utvalgte forskere har utvikla en metodikk ([http://legacy.ioc-unesco.org/index.php?option=com\\_oe&task=viewDocumentRecord&docID=21938](http://legacy.ioc-unesco.org/index.php?option=com_oe&task=viewDocumentRecord&docID=21938)) for måling og datalevering til indikatoren. Vi har vært i kontakt med både IOC og forskere for å klargjøre enkelte punkter, og spesielt Bronte Tilbrook (CSIRO, Australia) har bidratt til oppklaringa. Noen av de viktigste punktene er:

- Det er nødvendig å levere to målte variable, men disse kan være hvilket som helst par (DIC-TA, pH-TA, pH-DIC, pH-pCO<sub>2</sub>)\*.
- Beregna data skal ikke leveres bortsett fra i enkelte tilfeller der det er et veldefinert forhold mellom TA og salt.
- Replikater er nyttig men ikke nødvendig for å levere data til indikatoren.

- d. Indikatoren er definert som “Midlere havforsuring (pH) målt på et utvalgt antall representative stasjoner”, og eventuell midling av data er det IOC som står for. Det er altså ikke midla data som skal leveres.
- e. Data med sesong- eller høyere -oppløsning er det beste, men andre data er også verdifulle for IOC.
- f. IOC ønsker primært at overflatedata (0-10 m) blir levert, men er også interessert i data fra alle dyp.

\* DIC = totalt løst uorganisk karbon (Dissolved Inorganic Carbon), TA = Total Alkalinity; pH er surhetsgraden av vannet og  $pCO_2$  = partialtrykk av  $CO_2$ .

### 2.3. Måleaktiviteter som egner seg for rapportering til IOC og havforsuringsindikatoren

I samråd med de ulike institusjonene som måler har vi kommet fram til en liste (Tabell 1) over måleaktivitet som kan egne seg for levering til SDG-indikatoren. Utvalget er basert på hvor målingene blir tatt (kyst, åpent hav, lite/ofte besøkte områder) og målefrekvens. Lengde av tidsserie har spilt inn til en viss grad. Vi har som utgangspunkt ikke tatt med stasjoner som bare måles en gang per år, med unntak av Framstredet, som er inkludert fordi det både er et utilgjengelig havområde med lite data og det er i åpent hav (dvs. relativt små sesongvariasjoner). I Tabell 1 har vi inkludert de fleste kontinuerlige linjene som måler to karbonvariabler; Oslo-Kiel, Tromsø-Longyearbyen og Nuka Arctica. Variabelkombinasjonen  $pCO_2$ -pH (målt på de to førstnevnte) er den som gir høyest usikkerhet i beregna karbonat sammenligna med andre variabelkombinasjoner. På andre sida er det bare  $pCO_2$  og pH som kan måles med sensorer pr i dag. På Nuka Arctica måles  $pCO_2$  kontinuerlig og alkalinitet ofte nok til at forholdet mellom TA og salt er kjent langs hele seilingsleden. Dermed kan saltmålinger brukes til å beregne den andre karbonvariabelen fra denne båten.

Aktivitetene i Tabell 1 har god temporær dekking som gjør det mulig å forstå sesongvariasjoner og over tid også oppdage ikke-naturlige endringer. De utvalgte måleaktivitetene har også relativ god geografisk spredning og dekker området fra åpent hav til fjord.

Det er viktig å påpeke at utvalget av måleaktiviteter er dynamisk, og ekstra målinger kan legges til i framtida, evt tas bort hvis aktiviteten opphører. I tillegg kan metodikken for måling og datalevering endres i framtida og da må gjerne utvalget revurderes.

Videre har vi også laga ei liste over måleaktivitet som kan inkluderes ved neste korsvei (Tabell 2), når ulike forbedringer blir gjort.

Måleaktiviteten i Tabell 1 og 2 er også lagt inn i et kart for bedre å få oversikt (Figur 1) over hvilke områder det er snakk om.

**Tabell 1.** Stasjoner som anbefales levert til SDG-indikator fra 2021 (sortert etter institusjon).

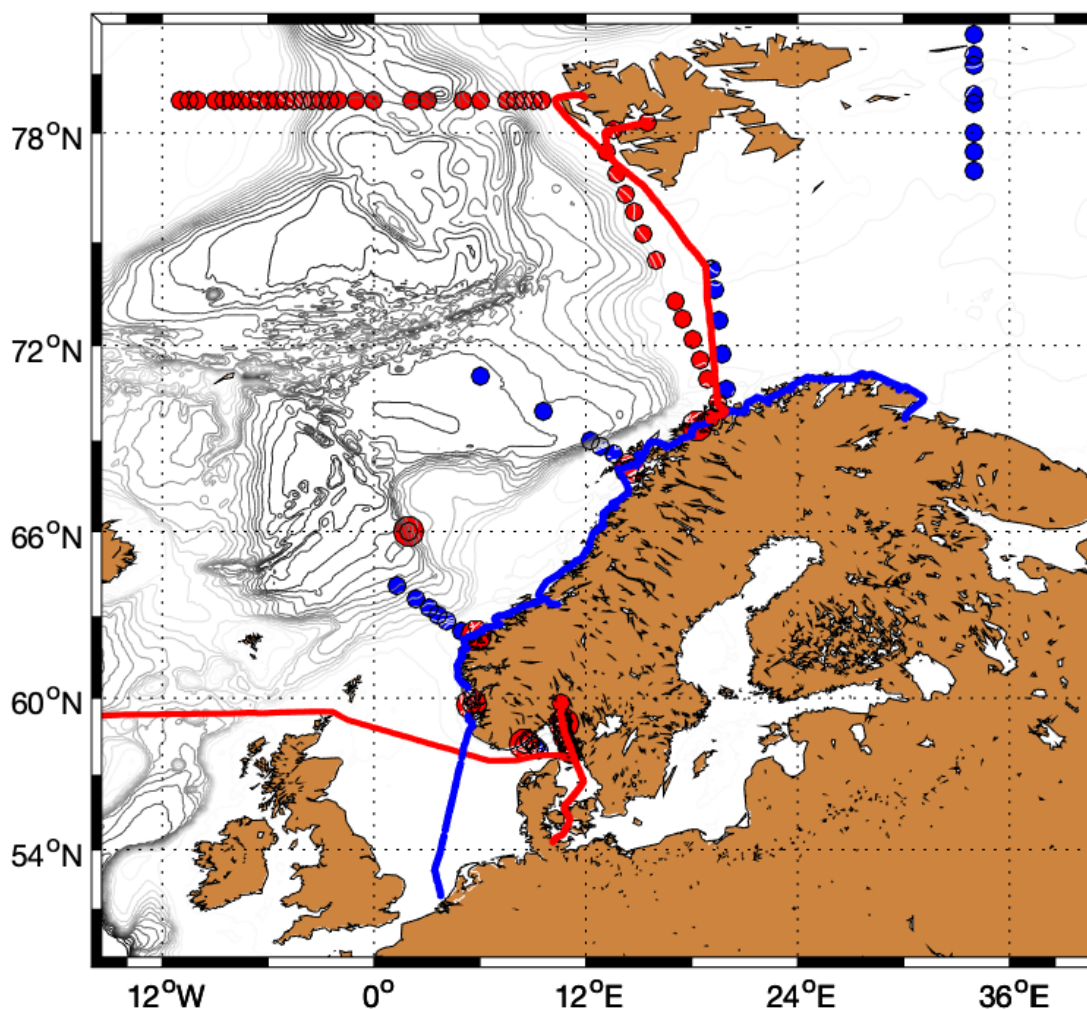
Snitt/ stasjon	Region	Start	Frekvens / dyp	Institusjon	Variabler
Arendal*	Skagerrak	2017-	Månedlig / hele dyp	HI	DIC, TA
Skrova	Vestfjorden	2015-	Månedlig / hele dyp	HI	DIC, TA
Framstredet*	Framstredet	2011-	1 per år / hele dyp	NPI/HI	DIC, TA
Oslo-Kiel*	Skagerrak/ Kattegat	2017-	Sesong / overflate	NIVA	DIC, TA
Oslo-Kiel	Skagerrak/ Kattegat	2017-	Kontinuerlig / overflate	NIVA	pCO <sub>2</sub> , pH
Torbjørnshjær (VT3)	Kyst v/Skagerrak /ytre Oslofjord	2017-	Månedlig / 0-30 m	NIVA	DIC, TA
Skinnsbrosleia (VT71)	Kyst v/Runde	2018-	Månedlig / 0-30 m	NIVA	DIC, TA
Straumfjorden (VR54)	Kyst v/Tromsø	2018-	Månedlig / hele dyp	NIVA	DIC, TA
Tromsø- Longyearbyen*	Barentshavs- åpning/ Svalbard	2017-	Sesong / overflate	NIVA	DIC, TA
Tromsø- Longyearbyen	Barentshavs- åpn./ Svalbard	2017-	Kontinuerlig / overflate	NIVA	pCO <sub>2</sub> , pH
Korsfjorden	Kyst/ fjord i vest	2007-	4-6 pr år / hele dyp	NORCE	DIC, TA
Ytre Hardanger	Kyst/ fjord i vest	2015-	4-6 per år / hele dyp	NORCE	DIC, TA
Stasjon M*	Norskehavet	2001-	5-6 per år / hele dyp	NORCE /UiB	DIC, TA
Nuka Arctica	Skagerrak/ Nordsjøen/ NATl.	2004- 2020	Kontinuerlig / overflate	UiB	pCO <sub>2</sub> , TA

\* Data fra disse stasjonene er inkludert i en trendanalyse som blir gjort parallelt med denne SDG-vurderinga.



**Tabell 2.** Stasjoner som kan leveres til SDG-indikator lenger fram i tid enn 2021 (sortert etter institusjon).

Snitt/ stasjon	Region	Start	Frekvens/ dyp	Institu- sjon	Variabler	For- bedring
Torungen- Hirtshals	Skagerrak	2011-	1/ år/ hele dyp	HI	DIC, TA	Øke frekv.
Svinøy	Norskehavet	2011-	1/ år/ hele dyp	HI	DIC, TA	Øke frekv.
Gimsøy	Norskehavet	2011-	1/ år/ hele dyp	HI	DIC, TA	Øke frekv.
Fugløya- Bjørnøya	Barentshavs - åpning	2011-	1/ år/ hele dyp	HI	DIC, TA	Øke frekv.
NØ Barentshav	Barentshav	2012-	1/ år/ hele dyp	HI	DIC, TA	Øke frekv.
Bergen- Kirkenes	Norskekyst	2017-	Kontinuerlig / overflate	NIVA	pCO <sub>2</sub> , pH	Ut av Covid- opplag
Trans Carrier	Nordsjøen	2005-2009, 2018-	Kontinuerlig / overflate	NORCE	pCO <sub>2</sub>	Inkludere TA eller pH
Stasjon M	Norskehavet	2012-	Kontinuerlig / 500 m	NORCE	pH	Sjekke SSS-TA forhold
Tukuma Arctica (erstatte Nuka Arctica)	Skagerrak/ Nordsjøen/ N-Atlanteren	2020-	Kontinuerlig / overflate	UiB	pCO <sub>2</sub> , TA	Ferdig installert



**Figur 1.** Kart over stasjoner/måleaktivitet som anbefales levert til SDG-indikator for havforsuring. Rød farge viser til Tabell 1 (datalevering fra 2021) og blå farge viser til Tabell 2 (datalevering i framtida).

## 2.4. Erfaringer fra årets (2020) datalevering til IOC

I år tok Bjerknes klimadatasenter (BCDC) på seg oppgava med innsending av indikator-data til IOC innen fristen 1. februar. Dette ble gjort fordi tida var begrensa og det ikke eksisterte rutiner for datalevering. Tilbakemeldingene fra BCDC er at det var svært mye arbeid med leveransen og spesielt knytta til den omfattende mengda metadata som skulle følge dataene.

Invitasjonen til å levere data ble sendt til relevante forskere, flere datasentre og myndigheter. BCDC fikk tilsendt tilgjengelige 2018-data fra Havforsuringsprogrammet fra de respektive institusjonene, og BCDC sendte disse sammen med 2018-data fra ICOS-linjene videre til IOC. Dette var tenkt som en midlertidig løsning til en mer gjennomtenkt strategi var på plass.

## 2.5. Dialog med datasentre aktuelle for datalevering til IOC

Vi har hatt dialog med både Vannmiljø (Dag Rosland), Norsk marint datasenter (Helge Sagen og Arnfinn Morvik) og Bjerknes klimadatasenter (Benjamin Pfeil) for å diskutere planer, kapasitet og muligheter.

Vannmiljø får tilsendt alle diskrete data som inngår i Havforsuringsprogrammet, men databasen kan per i dag ikke håndtere kontinuerlige data. Det betyr at kontinuerlige data i Havforsuringsprogrammet, som for eksempel  $pCO_2$ -data fra overflatebøya på Stasjon M eller pH-data fra Oslo-Kiel blir ikke levert til denne databasen. Data i Vannmiljø er allment tilgjengelige. Om datalevering til SDG-indikatoren kan gjøres innenfor eksisterende budsjett ble ikke diskutert.

Norsk marint datasenter (NMD), som er et nasjonalt datasenter, samler alle data som inngår i Havforsuringsprogrammet (bortsett fra kyst-delen) og sender til Vannmiljø. NMD lagrer også andre havforsuringsdata (diskrete og kontinuerlige) hovedsakelig fra HI. Det er usikkert om karbondata blir sendt videre til ICES/ICES DOME. NMD får primært midler over statsbudsjettet til denne aktiviteten og ser for seg at de kan levere data til SDG-indikatoren og IOC innenfor de eksisterende bevilgningene.

Bjerknes klimadatasenter (BCDC) har lang erfaring med marine karbondata og er senteret som tar imot alle overflate  $pCO_2$ -data til SOCAT-databasen og håndterer havdata i ICOS. BCDC sto, som nevnt, for datalevering til IOC i februar i år. Per i dag mottar BCDC stort sett bare de kontinuerlige dataene fra Havforsuringsprogrammet. BCDC er avhengig av ekstern finansiering for å kunne ta seg av datalevering til SDG-indikatoren og IOC i framtida, og arbeidsmengden er estimert til ett månedsverk per år når et system for levering er oppe og går, men noe mer det første året.

## 2.6. Vurdering av dagens overvåkning sett i lys av IOC sin havforsuringsindikator

IOC beskriver i metodikken hvilke data som er ønskelig å bruke til SDG-indikatoren for havforsuring. Blant annet ønskes to karbonvariable målt med minst sesongsoppløsning. Dagens havforsuringsovervåking dekker sesongsoppløsningen relativt bra for overflatevann (f.eks. Oslo-Kiel og Tromsø-Longyearbyen), men dette er ikke tilfellet for dypere vannlag, der det bare er enkelte stasjoner som kan møte ønskene (f.eks. Arendal og Skrova kyststasjoner og Stasjon M). Noen av de faste stasjonene som dekker hele vandypet har vært målt i nær 10 år, men mangler kunnskap om hvordan karbonvariablene varierer gjennom sesongene (f.eks. Svinøy, Gimsøy). Vi anbefaler at målefrekvensen økes fra en gang per år til minst to og helst flere ganger per år på de eksisterende stasjonene. Videre kan verdien av lange tidsserier vanskelig overvurderes.

I kyst og fjordstrøk er variabiliteten større enn i åpent farvann, og dermed trengs en hyppigere målefrekvens for å møte anbefalingene i IOC-metodikken. Dette kan møtes ved å bruke autonomt måleutstyr som rigges med påmonterte sensorer. Da får man nærmest kontinuerlige målinger fra utvalgte dyp og posisjoner. Men dette representerer store investeringer for de ulike institusjonene og kan vanligvis ikke gjøres uten finansiering fra infrastruktursøknader eller lignende.

## 2.7. Hvordan kan rapporteringa skje i framtida (fra og med 2021)

Vi ser for oss følgende sekvens for datastrømmen i framtida:

- a) dataleverandør (forsker/institusjon) sender data til samme datasenter (nasjonal node),
- b) data aktuelle for SDG-indikator samles,
- c) og datasenter sender data til IOC.

I dag er praksisen at de ulike dataleverandørene sender data til ulike datasentre. I en slik situasjon vil den nasjonale noden måtte samle inn de aktuelle SDG-dataene fra ulike kilder før videresending til IOC. Dette er tungvint og ineffektivt for den nasjonale noden. Derfor bør det innarbeides at alle dataleverandører i framtida skal sende havforsuringsdata som er aktuelle for SDG-indikatoren til et og samme datasenter.

Det kan tenkes at data til bruk for SDG-indikatoren i framtida kan hentes fra ICES DOME og SOCAT, som er de to databasene OSPAR anbefaler for havforsuringsdata, men dette er ikke noe vi har vurdert, siden vi forstår det slik at norske datasenter skal levere norske data.

Fristen for å levere data til SDG-indikatoren i 2021 er nylig blitt gjort kjent, og den er satt til 10. januar. Dette er så nært forestående at det er lite trolig at en avtale med et datasenter er på plass. Videre er det usikkert hvilke data som på kort varsel kan gjøres klare fra dataleverandørene sin side med tanke på den store mengda metadata som bør følge dataene. En vei å gå for neste års (2021) datalevering, som riktignok verken er oversiktlig eller ønskelig, er likevel å oppfordre hver og en av dataleverandørene om å levere data fra Tabell 1 og tilhørende metadata direkte til IOC. Fra 2022 og videre bør ett av datasentrene ta seg av dette.

Generelt sett er fristen 10. januar så tidlig på året at det vil være en del data fra året før som ikke er klare, enten på grunn av at vannprøver ikke er analysert eller at kvalitetskontroll ikke er klar innen SDG-fristen. For eksempel vil ett års kontinuerlige pCO<sub>2</sub>-data fra overflata aldri bli ferdig kvalitetskontrollerte i SOCAT-systemet innen neste års SDG-frist. Grunnen til dette er at SOCAT har dataleveringsfrist 15. januar og den påfølgende eksterne kvalitetskontrollen tar 1-2 måneder. Derfor er det mest aktuelt å levere data som er ett år gamle eller eldre til SDG-indikatoren. Det vil si at til fristen 10. januar 2021 leveres data fra 2019 og evt. eldre data. Dette er en problemstilling som IOC har diskutert og er klar over.

Data som skal leveres til datasentre og videre til IOC og SDG-indikatoren må først klargjøres av de ulike dataleverandørene. Dette krever en ekstra innsats før den årlige leveransen; dataene må kvalitetskontrolleres, måleusikkerhet må bestemmes, kvalitetskontroll må beskrives og metadata må være komplett beskrevet i et omfattende skjema som IOC har utviklet og som skal leveres sammen med dataene. Noe av dette, som beskrivelse av kvalitetskontroll, kan trolig gjenbrukes fra år til år, men generelt sett vil datalevering til SDG-indikatoren føre til merarbeid for dataleverandørene, og derfor må en finansieringsordning vurderes.

Fra samtaler med de tre ulike datasentrene kommer det klart fram at alle stiller seg positive og viser vilje til å ta på seg rollen som leverandør av SDG-data til IOC i framtida. Imidlertid er det ingen av datasentrene som i dag har alle data som kan være aktuelle for en leveranse inn mot indikatoren. Derfor må datasenteret som velges uansett gjøre en jobb med innhenting av data for å kunne levere til IOC i januar 2021. For datalevering lenger fram i tid er det ønskelig at alle havforsuringsdata blir samla på ett sted, enten det er ett av de tre norske datasentrene omtalt i dette notatet eller for eksempel ICES DOME, som er anbefalt av OSPAR. Det vil gjøre jobben med datalevering lettere.

Det er ikke lett å peke på hvem som er best egna til å levere data til SDG-indikatoren blant de tre datasentrene som er omtalt her. Etter en grundig diskusjon vil vi likevel framheve ett av datasentrene som spesielt godt egnet for denne jobben. Vi mener at det vil være klokt å be BCDC om å ta på seg oppgava som nasjonal node for levering av data til SDG-indikatoren. Dette er basert på deres lange erfaring med å handtere karbondata fra havet, blant annet gjennom jobben de gjør for SOCAT og ICOS. De tar imot både kontinuerlige og diskrete data og har god kompetanse på å utvikle rutiner for å levere de etterspurte dataene. Dette vil sikre kvalitet av dataleveransen. Et annet moment som taler for et slikt valg er at BCDC har vært med på utviklinga av SDG-indikatoren og dermed tydelig har kjennskap til og forståelse for hele prosessen. Men det er viktig å være klar over at BCDC vil trenge noe finansiering for å ta på seg rollen som nasjonal node for SDG-indikatoren.

### 3. Videre arbeid

Det er noen løse tråder når det gjelder datalevering til SDG-indikatoren. Både måleaktivitet og datalevering avhengig av finansiering, og per i dag er det få om noe av måleaktiviteten som har langsiktig finansiering. Dette utgjør en risiko for Norge sin havforsuringsaktivitet og hva som kan leveres av data inn mot SDG-indikatoren i framtida.

### 4. Referanser

Bates, N.R., Astor, Y.M., Church, M.J., Currie, K., Dore, J.E., González-Dávila, M., Lorenzoni, L., Muller-Karger, F., Olafsson, J., Santana-Casiano, J.M., 2014, A Time-Series View of Changing Ocean Chemistry Due to Ocean Uptake of Anthropogenic CO<sub>2</sub> and Ocean Acidification, *Oceanography*, 27(1), 126-141, <http://dx.doi.org/10.5670/oceanog.2014.16>.

Pierrot, D., Neill, C., Sullivan, K., Castle, R., Wanninkhof, R., Lüger, H., Johannessen, T., Olsen, A., Feely, R.A., Cosca, C.E., 2009, Recommendation for autonomous underway pCO<sub>2</sub> measuring systems and data-reduction routines, *Deep-Sea Res. II*, 56, 512-522, [doi:10.1016/j.dsr2.2008.12.005](https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2008.12.005).

## 5. Vedlegg

**Tabell A1.** Oversikt over kjente havforsuringsmålinger i Norge pr 2020 (sortert etter institusjon). Kvalitet er ikke indikert, men generelt sett gir diskrete målinger den beste kvaliteten (klimakvalitet: DIC, TA  $\pm 2 \mu\text{mol kg}^{-1}$ , pH  $\pm 0,003$ , pCO<sub>2</sub>  $\pm 0,5\%$ ) mens kontinuerlige målinger gir lavere kvalitet (værkvalitet: DIC, TA  $\pm 10 \mu\text{mol kg}^{-1}$ , pH  $\pm 0,02$ , pCO<sub>2</sub>  $\pm 2,5\%$ ). Unntaket fra dette er kontinuerlige pCO<sub>2</sub>-målinger som følger Pierrot et al. (2009) sin metode (som på ICOS-linjene) og dermed har mulighet å nå klimakvalitet.

Snitt/stasjon	Region	Start	Dyp	Frekvens / type	Institusjon	Variabler	Finansiering
Torungen-Hirtshals	Skagerrak	2011-	Hele vanndyp	1 g/år / diskret	HI	DIC, TA, ns	Miljødirektoratet
Arendal	Skagerrak	2017-	Hele vanndyp	Månedlig / diskret	HI	DIC, TA, ns	Miljødirektoratet
Utsira-Orkney	Vestlands-kysten	2021-	Hele vanndyp	1 g/år / diskret	HI	DIC, TA, ns	Ikke avklart
Svinøy	Norskehavet	2011-	Hele vanndyp	1 g/år / diskret	HI	DIC, TA, ns	Miljødirektoratet
Gimsøy	Norskehavet	2011, 2013-	Hele vanndyp	1 g/år / diskret	HI	DIC, TA, ns	Miljødirektoratet
Skrova	Lofoten	2015-	Hele vanndyp	Månedlig	HI	DIC, TA, ns	Miljødirektoratet
Hola CWC reef	Vesterålen	2015-	Hele vanndyp	1 g/år / diskret	HI	DIC, TA, ns	Miljødirektoratet
Stjernsund	v/ Alta	2019-	Hele vanndyp	2 g/år / diskret	HI	DIC, TA, ns	Miljødirektoratet
Hardanger veggrev	Hardanger	2016-	Hele vanndyp	1 g/år / diskret	HI	DIC, TA, ns	Miljødirektoratet
Fugløya-Bjørnøya	Barentshavs-åpningen	2011-	Hele vanndyp	1 g/år / diskret	HI	DIC, TA, ns	Miljødirektoratet
NØ Barentshav	Barentshavet	2012-	Hele vanndyp	1 g/år / diskret	HI	DIC, TA, ns	Nansen Legacy (NFR/KD)

Vardø-N	Barentshavet	2012-	Hele vanndyp	1 g/år / diskret	HI	DIC, TA, ns	FRAM (KLD/NFD)
Isfjorden	Svalbard	2019-	Overflate	Sporadisk / diskret	HI	DIC, TA, pH, ns	Miljødirektoratet
IsA, Isfjorden	Svalbard	2019-	Hele vanndyp	Sporadisk / diskret	HI	DIC, TA, pH, ns	Miljødirektoratet
Hinlopen section	Svalbard	2015-	Hele vanndyp	1 g/år / diskret	HI	DIC, TA, ns	NFR/NFD
Barents Sea mooring, M5	Barentshavet	2019-	50-70 m	Kontinuerlig	HI	pH	Nansen Legacy (NFR/KD)
Barents Sea mooring, A-TWAIN800	Barentshavet/ Nansen-bassenget	2019-	30 m/ 700 m	Kontinuerlig	HI	pH	Nansen Legacy (NFR/KD)
Argo-bøye 6903574	Norske-bassenget	2020-	0-2000 m	Kontinuerlig	HI/NORCE	pH	NorArgo (NFR)
Argo-bøye 6903549	Norske-bassenget	2019-	0-2000 m	Kontinuerlig	HI/NORCE	pH	NorArgo (NFR)
Argo-bøye 6903550	Lofoten-bassenget	2019-	0-2000 m	Kontinuerlig	HI/NORCE	pH	NorArgo (NFR)
Argo-bøye 6903551	Grønlands-havet	2019-	0-2000 m	Kontinuerlig	HI/NORCE	pH	NorArgo (NFR)
Framstredet	Framstredet	2011-	Hele vanndyp	1 g/år / diskret	NPI/HI	DIC, TA, ns	FRAM (KLD/NFD)
Kongsfjorden	Svalbard	2012-	Hele vanndyp	1 g/år / diskret	NPI/HI	DIC, TA, ns	FRAM (KLD/NFD)
Kronprins Haakon	Arktis, Nordiske hav	2018-	Overflate	Kontinuerlig	NPI	pCO <sub>2</sub>	ICOS (NFR)
Kongsfjorden mooring, Kb3	Svalbard	2019-	25-30 m	Kontinuerlig	NPI	pCO <sub>2</sub>	FRAM (KLD/NFD)

Oslo-Kiel	Skagerrak/ Kattegat	2017-	Overflate	Kontinuerlig	NIVA	pCO <sub>2</sub> , pH	Miljødirektoratet/NFR
Oslo-Kiel	Skagerrak/ Kattegat	2010-	Overflate	4 g/år / diskret	NIVA	DIC, TA, ns	Miljødirektoratet
Torbjørn- skjær, VT3	Skagerrak	2017-	0-30 m	Månedlig / diskret	NIVA	DIC, TA, ns	Grunnbevilgning
Bergen- Kirkenes	Norskekysten	2017-	Overflate	Kontinuerlig	NIVA	pCO <sub>2</sub> , pH	Miljødirektoratet/NFR
Skinnbrok- leia, VT71	v/ Runde	2018	0-30 m	Månedlig / diskret	NIVA	DIC, TA, ns	Grunnbevilgning
Straums- fjorden, VR54	v/ Tromsø	2018-	Hele vanndyp	Månedlig / diskret	NIVA	DIC, TA, ns	Grunnbevilgning
Tromsø- Longyearbyen	Barentshavs- åpningen	2017-	Overflate	Kontinuerlig	NIVA	pCO <sub>2</sub> , pH	Miljødirektoratet/FRAM (NFR)
Tromsø- Longyearbyen	Barentshavs- åpningen	2010-	Overflate	4 g/år / diskret	NIVA	DIC, TA, pH, ns	Miljødirektoratet
Trans Carrier	Nordsjøen	2005-09, 2018-	Overflate	Kontinuerlig	NORCE	pCO <sub>2</sub>	ICOS (NFR)
G.O. Sars	Nordiske hav	2004-	Overflate	Kontinuerlig	NORCE	pCO <sub>2</sub>	ICOS (NFR)
Korsfjorden	Vestlands- kysten	2007-	Hele vanndyp	4-6 g/år / diskret	NORCE	DIC, TA, ns	Miljødirektoratet
Ytre Hardanger	Vestlands- kysten	2015-	Hele vanndyp	4-6 g/år / diskret	NORCE	DIC, TA, ns	Miljødirektoratet
75 °N	Grønlands- havet	1993-	Hele vanndyp	Typisk et par ganger per tiår / diskret	NORCE /UiB	DIC, TA, O <sub>2</sub> , ns, sporstoff	Prosjektmidler (NFR/EU) og egne midler



Stasjon M	Norskehavet	2001-	Hele vanddyp	4-6 g/år / diskret	NORCE/ UiB	DIC, TA, ns	Miljødirektoratet
Stasjon M	Norskehavet	2011-	Overflate og 200-500 m	Kontinuerlig	NORCE/ UiB	pCO <sub>2</sub> , pH	Miljødirektoratet/NorEmso (NFR)
Nuka/Tukuma Arctica	Nordsjøen, N. Atlanterhav	2004-	Overflate	Kontinuerlig	UiB	pCO <sub>2</sub> , TA (diskret)	ICOS (NFR) og egne midler

ns=næringssalter

NFR=Norges forskningsråd; NFD=Nærings- og fiskeridepartementet; KD=Kunnskapsdepartementet; KLD=Klima- og miljødepartementet.

Informasjon om måleaktiviteter er gjort tilgjengelig av HI (Melissa Chierici), NPI (Agneta Fransson), NIVA (Marit Norli, Helene Frigstad, Andrew King), NORCE (Ingunn Skjelvan) og UiB (Are Olsen).