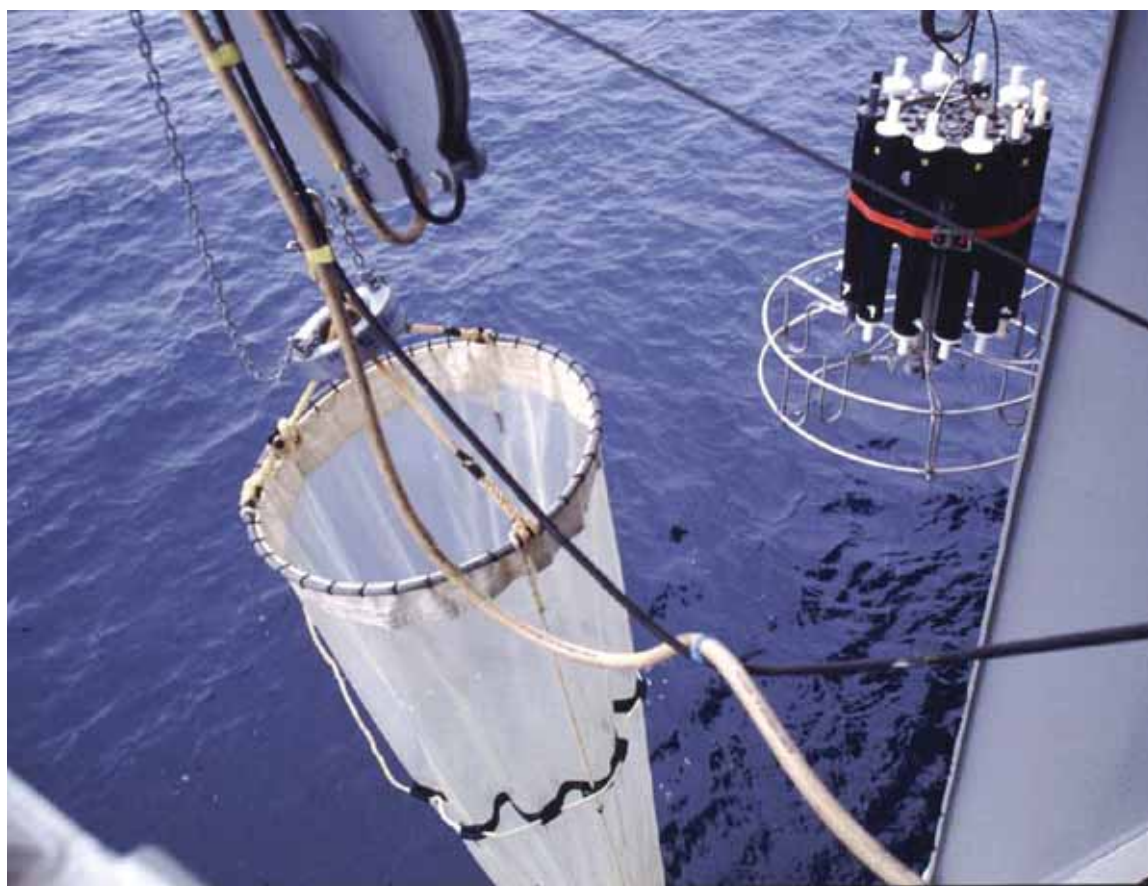


Rapporter fra  
Snittutvalget 2010 og Snittrevisjonsutvalget 2011





## **Forord**

I 2002 leverte Aureutvalget sin rapport om gjennomgang av Havforskningsinstituttets snittaktivitet. Fram til i dag har snittene stort sett vært utført i henhold til dette utvalgets gjennomgang og anbefalinger. I henhold til Fiskeri- og kystdepartementets tildelingsbrev for 2010, skulle Havforskningsinstituttet dreie deler av innsatsen fra hav til kyst og havbruk. Dette vil få konsekvenser for andre deler av Havforskningsinstituttets engasjement. Derfor satte ledergruppen 16. februar 2010 ned et utvalg som skulle evaluere gjennomføringen og bruken av våre faste snitt, kyststasjoner og regionale undersøkelser for målinger av hydrografi, plankton og forurensning i forskning og rådgivning i henhold til pålagte oppgaver og egengenererte aktiviteter. Samtidig skulle utvalget foreslå et revidert system for nevnte virksomhet og vurdere bruk av ny teknologi. Dette utvalget leverte sin rapport, Rapport fra Snittutvalget, med tre vedlegg 11. oktober 2010.

Etter at ledergruppen ved Havforskningsinstituttet hadde behandlet denne rapporten, ville de i tillegg blant annet ha konkrete vurderinger av nye snitt inn i Polhavet og på implementering av ny teknologi. Dessuten ville de ha konsekvensbeskrivelser av eventuell redusert aktivitet for snittene Torungen - Hirtshals, Hanstholm – Aberdeen, og en vurdering av Vardø - Nord i forhold til det russiske Kola-snittet. Tilslutt ville de også ha en vurdering av hvorvidt utenlandske snitt kan erstatte noe av Havforskningsinstituttets aktivitet.

For å gjennomføre dette arbeidet ble det etablert en revisjonsgruppe som leverte sin rapport, *Revisjon av snittutvalgsarbeidet av oktober 2010*, 29. april 2011.

Bergen 25.09.2011

Svein A. Iversen

Leder av snitt- og revisjonsgruppene

## **Preface**

In 2002, the Aure Committee delivered their report on the review of the Institute of Marine Research's activity along the standard sections. Until now, the sections have generally worked in accordance with this committee's recommendations. According to FKD plans for 2010 onwards, the institute has to move parts of its research effort from the ocean to more coastal areas, including fisheries and aquaculture. This change in effort will have implications also for other parts of their work/engagement. The institute, therefore, established a group of scientist 16.02.2010 to evaluate the implementation and use of our regular fixed sections, coastal stations and regional research and monitoring of hydrography, plankton and pollution. The group should also suggest a revised system for these activities, and evaluate the use of new technology. The group submitted its report (Report no 1) with three attachments 11 October 2010.

Based on this report, the Institute of Marine Research wanted to have specific evaluations of new sections into the Arctic Ocean and the implementation of new technology in this work. Moreover, they would have consequence descriptions of any reduced activity of the fixed sections Torungen - Hirtshals, Hanstholm - Aberdeen and consider Vardø - North in relation to the Russian Kola section. They also wanted advice on whether fixed foreign countries' sections could replace parts of the institutes activity. To carry out this work they established an audit group. This group submitted its report (Report no 2) on 29 April 2011.

Bergen 27.09.2011

Svein A. Iversen  
Chair of both teams

## Innholdsfortegnelse

Forord.....	3
Preface.....	4
<b>Rapport fra Snittutvalg 11.10.2010.....</b>	<b>9</b>
Oppsummering av utvalgets arbeid og anbefalinger .....	10
Summary.....	11
1 Mandat og medlemmer.....	12
1.1 Møter og arbeidsform.....	12
1.2 Innledning .....	12
2 Hensikt og mål med snittene .....	13
2.1 Nordsjøen-Skagerrak.....	14
2.2 Norskehavet .....	14
2.3 Barentshavet.....	14
3 Dagens observasjonsnett for måling av hydrografi, kjemi og plankton .....	15
3.1 Snitt.....	16
3.1.1 Frekvens og parametre.....	16
3.1.2 Bruk av snittdata .....	17
3.2 Regionale økosystemtokt .....	18
3.3 Kyststasjoner og faste stasjoner .....	19
3.4 Annen aktivitet.....	19
3.5 Dagens faste snitt i forhold til Aureutvalget .....	20
3.5.1 Nordsjøen.....	20
3.5.2 Norskehavet .....	20
3.5.3 Barentshavet.....	20
3.6 Evaluering av Torungen-Hirtshalssnittet .....	22
3.7 Overvåkingen av overordnede problemstillinger på de faste snittene .....	23
3.7.1 Tidspunkt for prøvetakning.....	23
3.8 Overvåking av forurensning.....	26
3.8.1 Prøvetaking av forurensning på snitt .....	26
4 Nye kontra gamle observasjonsmetoder.....	26
5 Konklusjoner og tilrådninger.....	27
5.1 Anbefalte snitt og observasjoner .....	27
5.1.1 Feie – Shetland.....	27
5.1.2 Utsira-Start Point .....	28

5.1.3	Hanstholm-Aberdeen .....	28
5.1.4	Oksø-Hanstholm .....	28
5.1.5	Torungen-Hirtshals .....	28
5.1.6	Svinøy NV .....	29
5.1.7	Gimsøy NV .....	29
5.1.8	Bjørnøya V.....	30
5.1.9	Sørkapp V .....	30
5.1.11	Vardø-N .....	30
5.1.12	Semøyene.....	31
5.2	Nye snitt og tidsserier .....	31
5.3	Innsparing.....	32
6	Referanser.....	32
7	Vedlegg.....	34
Vedlegg 1	Ufullstendig oversikt over artikler og rapporter hvor data fra snittene brukes direkte.....	34
Vedlegg 2	Evaluering av Torungen – Hirtshals-snittet .....	42
	Variabilitet, observasjonsfrekvens og utsagnskraft .....	42
	Variabilitet i Nordsjøen og Skagerrak .....	42
	Oppsummering av Ottersen et al. (1998 og 2003) sin analyse av romlig og tidsmessig variabilitet og design av overvåkningsprogram og metoder.....	43
	Analyse av frekvensendringer vs. standardavvik for snittet Torungen-Hirtshals som et ”Case study” .....	43
	Oppsummering av utsagnskraften i måleseriene i forhold til reduksjon i frekvens .....	44
Vedlegg 3	Observasjonsplattformer og innsamlingsteknikker for hydrografisk data.....	53
	Introduksjon.....	53
	Historie.....	53
	Plattformer .....	53
	Egenskaper for stasjonære observasjons plattformer.....	53
	Typiske egenskaper for AOP:.....	56
	Eksempler på Autonome Observasjonsplattformer .....	57
	Autonome halvt nedsenkbare fartøy .....	62
	Bruk av seismikk for hydrografiske parameter.....	63
	Diskusjon.....	63
	Referanser.....	64

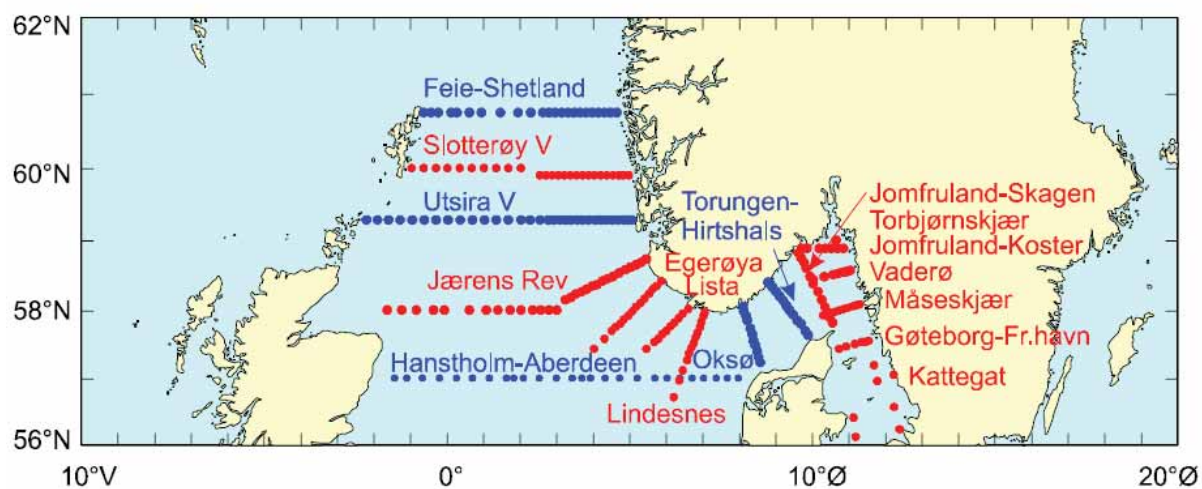
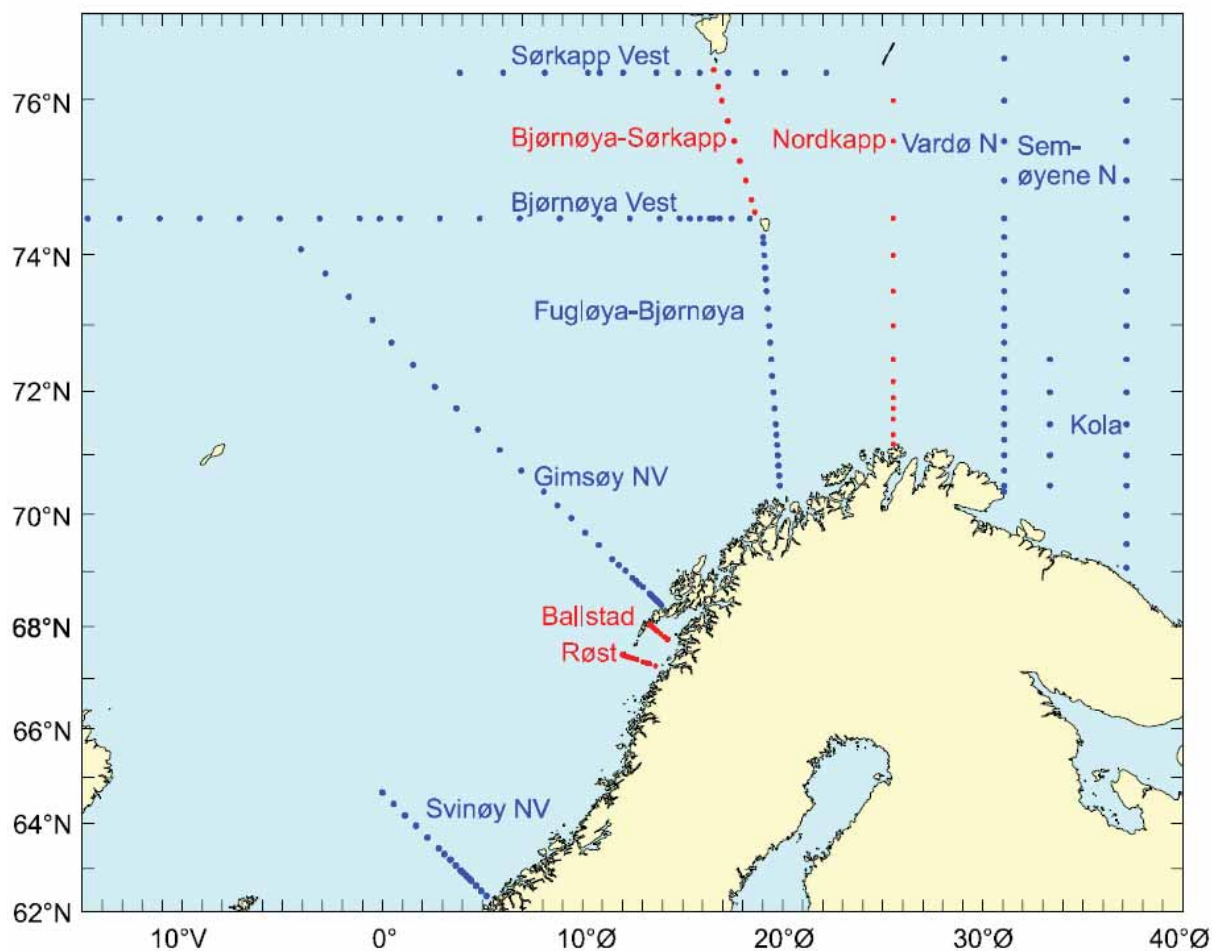
<b>Revisjon av snittutvalgsarbeidet av oktober 2010.....</b>	<b>95</b>
Sammendrag.....	65
Summary.....	66
1 Innledning.....	67
2 Nye snitt i polhavet .....	67
Faste stasjoner rundt Svalbard .....	67
Snitt i Polhavet.....	68
3 Implementering av ny teknologi inn i snittprogrammet .....	68
Stasjon M bøyen.....	68
Glidere.....	69
Seilbøyer.....	69
MONCOZE.....	69
Satellitter.....	70
VOS (Voluntary Observing Ship) <a href="http://www.vos.noaa.gov">www.vos.noaa.gov</a> .....	70
FerryBox <a href="http://www.ferrybox.com/routes/north_sea/index.html.en">http://www.ferrybox.com/routes/north_sea/index.html.en</a> .....	70
4 Konsekvensbeskrivelse ved reduksjon i utvalgte snitt .....	72
Generelle formål .....	72
Frekvens.....	72
Nordsjøen-Skagerrak .....	72
Vardø- N og Kolasnittet.....	77
5 Kan utenlandske snitt erstatte noen norske?.....	80
Vedlegg 1. Oversikt over andre lands snitt i nordeuropeiske farvann.....	81
Islandske snitt.....	81
Svenske snitt .....	82
Danske snitt .....	83
Nederlandske snitt.....	84
Belgiske snitt.....	84
Tyske snitt.....	84
Britiske snitt .....	85
Russiske snitt.....	86





# Rapport fra Snittutvalg

Havforskningsinstituttet 11. oktober 2010



## Oppsummering av utvalgets arbeid og anbefalinger

Utvalget har ikke behandlet faste stasjoner i kystsonen siden de blir behandlet i en egen arbeidsgruppe for å styrke rådgivning innen akvakultur og kystzone. Utvalget har fokusert på den aktiviteten som er knyttet til de faste snittene som Havforskningsinstituttet gjennomfører i de ulike havområdene for innsamling av hydrografiske-, kjemiske- og planktondata. Prøvetaking for forurensning er i liten grad knyttet til de faste snittene. Utvalgets mener at snittene fortsatt må tas med fartøy, men at faste stasjoner i større grad kan automatiseres, men det krever at infrastrukturen for håndteringen av data følges opp. Utvalget har evaluert snittene med hensyn på frekvens, parametre og tidspunkt. Anbefalingene er vist i tabellen nedenfor. De største endringene er:

- legge ned Feie-Shetland og Oksøy-Hanstholm som faste snitt,
- redusere Torungen-Hirtshals til 10 ganger i året
- gjennomføre en forlenget utgave av snittene Gimsøy-NV og Bjørnøya-V en gang pr år.

Nye snitt er også vurdert. Dette er særlig aktuelt i nord i forbindelse med at stadig større områder blir isfrie. Det ser ut for at våre anbefalinger kan være 9 % billigere enn dagens opplegg.

Snitt	F	Parametre	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Feie-Shetland	0													
Utsira-Start Point	6	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N		x		x	x	x		x				x
Hanstholm-Aberdeen	4	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N		x		x		x			x			
Oksøy-Hanstholm	0													
Torungen-Hirtshals	10	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N, O2, pH, alkalinitet, DIC	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Svinøy-NV	5	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N	x		x		x			x				x
Gimsøy-NV	3	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N			x					x				x
Forlenget Gimsøy-NV	1	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N					x							
Bjørnøya-V	3	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N			x					x				x
Forlenget Bjørnøya-V	1	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N					x							
Fugløya-Bjørnøya	6	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N	x		x		x	x		x			x	
Vardø-N	4	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N	x		x			x		x				
Sørkapp (3 stasjoner)	(1)	T,S									x			

T – temperatur, S – saltholdighet, Ppl – planteplankton, Zpl – zooplankton, Chl a – klorofyll, N – uorganiske næringsalter, ph, alkalinitet, Dic – forsyningsparametere, O2 – oksygen

## Summary

The group did not evaluate the fixed stations worked along the coast, since this will be done in another group working with aquaculture and the coastal zone. We focused on IMR's traditional fixed hydrographical sections where hydrographical, chemical and plankton observations/samples are collected at the same positions several times a year. These sections are hardly used for monitoring of pollutants. The group concluded that these sections have to be worked by vessel, while the fixed positions along the coast in many cases can be worked automatically if necessary infrastructure is provided. The team evaluated the sections according frequency, parameters collected and timing. The recommendations are summarized in the text table above. The major changes from the present situation are:

- terminate the two sections Feie-Shetland and Oksøy-Hanstholm
- reduce the Torungen-Hirtshals to be worked 10 times a year
- extend the two sections Gimsøy-NW og Bjørnøya-W once a year.

New sections were also evaluated and suggested particularly for northern areas where larger parts of the sea became free of ice. Rough calculations indicate that the team's suggested changes might be 9% cheaper than the present system.

Section	F	Parameters	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Feie-Shetland	0													
Utsira-Start Point	6	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N		x		x	x	x		x				x
Hanstholm-Aberdeen	4	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N		x		x		x			x			
Oksøy-Hanstholm	0													
Torungen-Hirtshals	10	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N, O2, pH, alkalinitet, DIC	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Svinøy-NV	5	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N	x		x		x			x				x
Gimsøy-NV	3	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N			x					x				x
Forlenget Gimsøy-NV	1	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N					x							
Bjørnøya-V	3	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N			x					x				x
Extended Bjørnøya-V	1	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N					x							
Fugløya-Bjørnøya	6	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N	x		x		x	x		x			x	
Vardø-N	4	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N	x		x			x		x				
Sørkapp (3 stations)	(1)	T,S									x			

T – temperature, S – salinity, Ppl – phytoplankton, Zpl – zooplankton, Chl a – chlorophyll, N – non-organic nutrients, ph, alkalinity, Dic – pollution parameters, O2 – oxygen

# 1 Mandat og medlemmer

Utvalget fikk følgende mandat:

I forbindelse med budsjetteringen av programmene våre i 2010 opplevde Havforskningsinstituttet betydelige utfordringer i å få gjennomført alle oppgavene i henhold til bestillingen fra FKD, prosjekter vi har fått tilslag på i Norges Forskningsråd, i EU eller fra andre finansieringskilder. En økning i midlene fra FKD er ofte øremerket spesifikke tema. I budsjettet for 2010 ligger en viss dreining fra hav til kyst og havbruk. I denne situasjon er det nødvendig å ta en gjennomgang av vår overvåkning av hydrografi, plankton og forurensning i havøkosystemene og på kysten som har vært utført mer eller mindre uforandret siden Aure-utvalgets gjennomgang i 2002.

I ledergruppemøtet 16 februar ble saken drøftet og et utvalg nedsatt med følgende mandat:

- Evaluere gjennomføring og bruk av Havforskningsinstituttet's faste snitt, kyststasjoner og regionale undersøkelser for målinger av hydrografi, plankton og forurensning i forskning og rådgivning ihht til pålagte oppgaver og egengenererte aktiviteter.
- Foreslå revidert system for Havforskningsinstituttet's faste snitt, kyststasjoner og regionale undersøkelser for målinger av hydrografi, plankton og forurensning i forskning og rådgivning ihht til pålagte oppgaver og egengenererte aktiviteter. Bruk av ny teknologi som bøyer, glidere og frivillige skip skal tas stilling til. Kostnadene til gjennomføring av overvåknings-opplegget skal helst være billigere enn dagens system, anslagsvis 5 %.

Sammensetning:

Svein A. Iversen (leder), Tone Falkenhaus, Harald Loeng, Else Torstensen, Ingolf Røttingen, Svein Sundby, Bjørn Ådlandsvik, Petter Fossum, Jarle Klungsøyr, Tor Knutsen, Kjell Arne Mork, Lars Johan Naustvoll. Utvalget oppnevner selv sekretær. Det opprettes et internt prosjekt for utvalget for registrering av timer, men timekostnadene belastes ikke FoU budsjettet. Utvalget rapporterer til adm. dir. innen 1 juli 2010.

Tone Falkenhaus meldte forfall. Knut Sunnanå kom inn i stedet for Ingolf Røttingen. Gruppen ble utvidet med Ruben Patel og Jon Albretsen. Åse Pedersen var med på første møtet. Avtalt ny rapporteringsfrist: 11.10.2010.

## 1.1 Møter og arbeidsform

Arbeidet med evalueringen av datainnsamlingen i havområdene, med fokus på hydrografi, kjemi og plankton, ble i hovedsak gjennomført med bruk av mail og videokonferanse. I alt er det gjennomført 7 møter: 12.04, 05.05, 23.06, 11.08, 25.8, 16-17.09 og 6.10

## 1.2 Innledning

Rapporten bygger på Aureutvalget fra 2002. Vi har tatt utgangspunkt i at snittene, de faste stasjonene og de regionale dekningene må sees i sammenheng. Utvalget har fokusert på den aktiviteten som er knyttet til de faste snittene som Havforskningsinstituttet gjennomfører i de ulike havområdene for innsamling av hydrografiske, kjemiske og plankton data (dyreplankton og planteplankton). Gjennomgangen viste at prøvetaking for forurensning i liten grad er

knyttet til de faste snittene. Forurensning er nevnt som eget punkt (3.8). I denne evalueringen gir vi en kortfattet oversikt over aktiviteten i kystsonen. Utvalget mener at aktivitet og prioriteringer for kystsonen best blir ivaretatt i av den nylig opprettede arbeidsgruppen for å styrke rådgivningen innen akvakultur og kystsoner.

## **2 Hensikt og mål med snittene**

Flere av dagens snitt begynte som mer eller mindre tilfeldig prøvetaking og har utviklet seg etter hvert. Overvåkingen av de fysiske forholdene har ofte blitt initiert ut fra behov i øyeblikket, litt tilfeldig og ikke alltid ut fra langsiktige behov. Starttidspunktet for de ulike snittene varierer. I den første fasen ble snittene dekket svært uregelmessig, men etter hvert ble det regelmessige deknninger. Lenge var snittene rene hydrografiske snitt (saltholdighet og temperatur), men har over tid inkludert flere parametere ettersom metoder, problemstillinger og databehov har endret seg.

I dag er mye av prøvetakingen rettet inn mot spørsmål knyttet til klima, eutrofiering, vanntransport og produksjon på lavere trofisk nivåer (planteplankton og dyreplankton). Dataene benyttes hovedsakelig for dokumentering av endringer over tid (trendanalyser) som skyldes menneskelig aktivitet eller naturlige prosesser, suksessjon og dynamikk gjennom året og til validering og utvikling av modell verktøy. Overvåkningsdataene er viktige i forskningsformål for en bedre forståelse av prosesser og mekanismer på lavere trofiske nivå, kunnskap som er nødvendig for å bedre rådgivningen med kobling til andre elementer i næringsnettet. Således vil dette også bidra til å utvikle en mer økosystembasert rådgivning.

Selv om formålet med snittene og parameterlisten har endret seg betydelig med årene, har snittets plassering, frekvens og tidspunkt for deknningen i liten grad endret seg.

Det er åpenbart at dersom man kun er interessert i å overvåke mellomårlige svingninger i havklimaet kan man klare seg med en forholdsvis lav målefrekvens. Men siden havklimaet om sommeren eller om høsten ikke nødvendigvis er representativt for året som helhet, og siden også korttidsvariasjoner kan være betydelige, kreves flere målinger i året for å få et representativt mål for årets havklima. I områder med større korttidsvariabilitet øker kravet til målehyppighet. Det gjelder i særlig grad randområder med høy dynamikk som i innløpet til Barentshavet og i Skagerrak. Når det gjelder de biotiske variablene, spesielt planteplankton og dyreplankton, står vi overfor særlige utfordringer i alle områder, fordi vi her har både store sesongmessige svingninger og en betydelig større romlig variabilitet ("patchiness") enn når det gjelder hydrografi. Som typiske økosystemer med store våroppblomstringer, er dessuten norske fiskeriområder karakterisert med en sesongmessig kort og intens planktonproduksjon, hvor selv mindre tidsvariasjoner kan ha stor betydning for økosystemets produksjon i form av årsklassestyrke for fisk ("match-mismatch"). Anbefalingene i denne rapporten når det gjelder målehyppighet og tid for de ulike snittene er derfor en avveining mellom mange ulike forhold. Dette gjelder områdenes spesielle fysiske dynamikk, planktondynamikk og betydning som nøkkelområde for sentrale fysiske prosesser og økosystemprosesser. I anbefalingen er det

også tatt hensyn til viktige perioder av året for å fremskaffe data for å belyse spesifikke problemstillinger inne de ulike havområdene.

## **2.1 Nordsjøen-Skagerrak**

Standard hydrografiske snitt har vært gjennomført i Nordsjøen og Skagerrak siden 1960-tallet (1967/1970). Med innstrømninger av atlantisk vann til Nordsjøen, samt utstrømning av baltisk vann gjennom Skagerrak, blir det stor variabilitet i miljøet. Hensikten med snittene er å følge år-til-år variasjoner i tilførslene av atlantisk og baltisk vann til Nordsjøen og Skagerrak. I senere tid har det vært økt fokus på antropogent tilført næringssalter (eutrofiering) til Skagerrak og kystvannet fra det sørlige Nordsjøen i forhold til lokal avrenning fra norske vassdrag. Siden det er store forskjeller i variabiliteten i biotiske- og kjemiske parametre i forhold til fysiske, er det nødvendig med høyere frekvens i datainnsamlingen enn om man bare skal studere de fysiske år-til-år variasjonene. Jens Eggvin brukte repeterende hydrografiske målinger til å studere bevegelsene av kaldtvannsframbrudd fra Skagerrak om vinteren. Slike kaldtvannsframbrudd påvirket havbruksvirksomheten langs Sørlandskysten og kysten av Sørvestlandet så sent som på begynnelsen av 1980-tallet. Fra midten av 80 tallet økte fokus på planteplanktondynamikk, spesielt skadelige alger. Så å si alle større oppblomstringer av potensielt skadelige alger har startet opp eller funnet sted i Skagerrak og østlige del av Nordsjøen. Av den grunn har overvåkning og varsling om tilstedeværelsen av skadelige alger vært en sentral problemstilling de siste 20 årene for Skagerrak/Nordsjøen. Planteplankton viser stor variabilitet og sesongmessige svingninger noe som stiller høyere krav til frekvens for å være i stand til å beskrive endringer og samfunnet.

## **2.2 Norskehavet**

Dette er det viktigste av våre havområder når det gjelder å observere endringer i havklimaet så tidlig som mulig. Norskehavet har stor betydning for de andre havområdene ved at endringer i havklimaet først merkes her, og at utvikling av dyreplanktonpopulasjonen virker inn på de andre havområdene. Videre er også planteplanktonproduksjon og næringssaltdynamikk svært aktuelle problemstillinger, og blir i dag knyttet tettere opp mot de observerte endringene i fiskeriressursene. Det er regelmessige målinger av atlantisk vann (T og S) i både Svinøy- og Gimsøy-snittet. Svinøysnittet tar pulsen på innstrømning av varmt og salt atlantehavsvann til norske fiskeriområder. På de dypeste målingene i Svinøy- og Gimsøysnittet overvåkes dypvannsutviklingen i de nordiske hav; selve kjerneområdet for den termohaline sirkulasjonen i Atlanterhavet. Vindtransporten og den termohaline sirkulasjonen er de to viktigste motorene for transport av varmt atlantehavsvann til europeiske farvann.

## **2.3 Barentshavet**

De faste hydrografiske snittene og regionale dekninger i Barentshavet, har vært kjørt regelmessig siden 1977 med fokus på havklima, vanntransport og dyreplanktonproduksjon og i de senere år også på planteplanktonproduksjon. Barentshavet har en spesiell rolle i våre marine økosystemer, fordi det er den produktive møteplassen for boreale og arktiske marine organismer. Et viktig formål er derfor å kartlegge fordelingen av atlantisk og arktisk vann i



Norskehavet og Barentshavet. I Barentshavet har det vært tre faste hydrografiske snitt, hvorav Fugløya-Bjørnøya dekker utvekslingen av vann mellom Barentshavet og Norskehavet. Strømmålere er plassert langs dette snittet og har målt transporten av atlantisk vann siden 1997.

### **3 Dagens observasjonsnett for måling av hydrografi, kjemi og plankton**

Lange, kvalitetssikrede dataserier er av avgjørende betydning innen overvåkingen av oseanografi, klima, miljø og biologiske ressurser. Overvåking av havmiljøet er en sentral del av HIs nasjonale mandat. Med dreining mot økosystembasert rådgivning øker behovet for å overvåke alle trofiske nivå. De ytre faktorene som påvirker de marine økosystemene er fiskeri, klima, eutrofiering og forurensing hvorav miljøovervåkingen skal dekke de tre siste faktorene. For å kunne vurdere miljøtilstanden og beskrive endringer i klima, er det viktig med gode tidsserier hvor en gjennom bruk av ulike innsamlings- strategier skaffer tilstrekkelig informasjon. Aure-rapporten foreslo et overvåkingssystem som kombinerte regionale områdedekninger, faste stasjoner (inkl. termograftjenesten), faste snitt, modellering og fjernmåling.

Hydrografiske snitt er et kompromiss mellom enkeltstasjoner og større områdedekninger. Snittene legges på tvers av viktige strømmer som Atlanterhavsstrømmen og Kyststrømmen. På denne måten kan vi overvåke hydrografien i kjernen av strømmen. Strømmen kan variere i styrke, bredde, dybde og forskyves sidelengs. Dette er vanskelig å fange opp med en enkelt stasjon, men kommer tydelig fram i et velplassert snitt. Snitt gir også mulighet for å estimere transporten på tvers ved geostrofiske beregninger.

Områdedekninger foretatt på egnede tidspunkt gir det beste bildet av utbredelsen av vannmasser og biologiske ressurser (for eksempel fordeling og mengde av sild, lodde og deres predatorer og byttedyr). De tar imidlertid lang tid og er kostbare. Snitt er et nødvendig supplement for de er kostnadseffektive. Dette gir muligheten til en fornuftig romlig oppløsning på tvers av strømmen kombinert med en brukbar oppløsning i tid. Ved å repetere snittene til noenlunde samme tid hvert år, bygges det opp verdifulle tidsserier for vurdering av klima, biologiske prosesser, miljøutvikling og eventuelle effekter av disse.

Bruken av numeriske havmodeller har kommet til etter at overvåkningsopplegget med snitt var etablert. Data fra snitt er ikke tilstrekkelig for å initiere en modellkjøring for da trengs en områdedekning. Derimot spiller snittene en sentral rolle for *validering* av modeller, hvor den romlige strukturen i modellene kan sammenlignes med virkeligheten slik at kvaliteten på modellresultatene kan vurderes. Snitt med strømmålinger blir spesielt viktige siden også strømmen i modellen da kan vurderes. Denne anvendelsen av snittene vil bli viktigere i framtiden i takt med utviklingen av modellsystemene.

Modellsystemet NORWECOM er utvidet de siste årene til å inkludere dyreplankton. Systematiske data for planteplankton og dyreplankton fra snitt og områdedekninger er

essensielle for validering og videreutvikling av disse modellkomponentene. Dette er sannsynligvis noe en ikke forutså da overvåkingen av dyreplankton startet for 25 år siden. Slik sett gir det historiske materiale av dyreplankton en unik mulighet for å teste både økosystemmodeller og produksjonsmodeller for ulike typer scenarier, inkludert effekten av variable produksjonsbetingelser, som tidspunkt og varighet av våroppblomstringen, og endringer i klima.

Det økende fokus på virkningene av menneskeskapte klimaendringer for det norske samfunnet, har gjort at våre måleserier har fått en ny viktig betydning. I NOU-rapporten fra Regjeringens klimatilpasningsutvalg (2010) påpekes betydningen av overvåking av natur og miljø som et viktig klimatilpasningstiltak.

### 3.1 Snitt

Gjennomføring av faste snitt gir oss mulighet for prøvetakninger innen faste områder i havet med forhøyet frekvens. Denne type data er viktig for å kunne fange opp variasjoner og endringer på ulik tidskala; sesongmessige, mellomårlege og langtidsvariasjoner. I dagens overvåkningsprogram er det 11 faste snitt fordelt på de ulike havområdene

#### 3.1.1 Frekvens og parametre

De ulike snittene har ulike oppstartår og parameterlisten har vært endret over tid. Etterhvert har disse snittene blitt viktige tidsserier, som er basis for å kunne gjennomføre trendanalyser av miljø- og klima-forhold. Tabellen under gir en oversikt over dagens snitt aktivitet.

**Tabell 3.1.** Oversikt over dagens snittaktivitet.

Faste snitt	Frekvens*	Parameter	Oppstart
<b>Nordsjøen</b>			
Torungen - Hirtshals	12 (mnd)	T, S, O <sub>2</sub> , (N, Chl, Ppl, [Zpl], Ph	1951(1980) [2005]2009
Oksøy - Hanstholm	2-3 (4,6,11)	T, S (N, Chl)	1970 (1980)
Utsira - Start point	4 (2,4,6,11)	T, S (N, Chl) [Ppl, Zpl]	1970 [2005]
Hanstholm - Aberdeen	3-4 (2,4,6,11)	T, S (N, Chl) [Ppl, Zpl]	1970 (1980)
Feie-Shetland	4 (2,4,6,11)	T, S (N, Chl)	1970 (1980)
<b>Norskehavet</b>			
Svinøy-nordvest	5 (1,3,5,7,11)	T, S (N, Chl, Zpl) [Ppl]	1950 (1991)[2005]
Gimsøy-nordvest	4-5 (1,3,5,7,11)	T, S (N, Chl, Zpl) [Ppl]	1963 (1991) [2005]
Bjørnøya – vest	2-3 (3,5,8)	T, S (N, Chl), [ Zpl]	1958 (ca 1995), [ ca 1995]
Sørkapp - vest	1 (8)	T, S	1978
<b>Barentshavet</b>			
Fugløya - Bjørnøya	6 (1,3,4,6,8,10)	T, S (N, Chl), Zpl, [Ppl]	1968 (1991) 1986 [2005]
Vardø-nord	4 (1,3,6,8)	T, S (N, Kl, Zpl) [Ppl]	1953 (1978)1986 [2005]
Semøyene - nord	-	T,S	Ikke observert etter 1998

Forklaring: T - temperatur, S - saltholdighet, O<sub>2</sub> - oksygen, Chl - klorofyll, Ppl - planteplankton, Zpl - dyreplankton, Ph – forsuringsparameter (inkl alkanitet og DIC).

\* tall i parentes under frekvens angir mnd nummer for dekningen.



### **3.1.2 Bruk av snittdata**

#### **Statusrapporter**

I Havforskningsinstituttets årlige statusrapporter, presenteres tidsserier fra en rekke av snittene. I *Havforskningsrapporten 2010* rapporteres hydrografi, primærproduksjon og dyreplankton fra snittene Torungen-Hirtshals, Svinøy-NW og Fugløya-Bjørnøya. Før 2010 ble det produsert to fylldige statusrapporter. Det var da plass til mer miljøinformasjon bl.a. fra snittene Gimsøy-NW, Fedje-Shetland, Utsira-W og Hanstholm-Aberdeen.

#### **Internasjonal rapportering**

*Joint PINRO/IMR report on the state of the Barents Sea Ecosystem* utgis hvert annet år. Forrige rapport (2008) presenterte tidsserier fra Fugløya-Bjørnøya og Vardø-N for hydrografi. I tillegg rapporteres volumfluks og klorofyll for Fugløya-Bjørnøya. Rapporten har også data fra russiske snitt.

ICES arbeidsgruppe for oseanisk hydrografi lager hvert år *ICES Report on Ocean Climate*. I siste rapport (ICES 2009) rapporteres hydrografiske tidsserier fra stasjonene «A» og «B» på Utsira-snittet Nordsjøen; Svinøy, Gimsøy og Sørkapp i Norskehavet; samt Fugløya-Bjørnøya i Barentshavet. Fra Norskehavet og Nordsjøen rapporteres zooplankton biomasse data årlig til ICES arbeidsgruppen for zooplankton. Fra og med 2005 har miljødata fra snittet Torungen-Hirtshals årlig blitt rapportert inn til EEA (European Environment Agency).

#### **Forvaltningsplaner**

I forvaltningsplanen for Barentshavet inngår snittene som miljøindikatorer. Fra fysikken brukes temperatur i Fugløya-Bjørnøya og Vardø-Nord. I tillegg brukes og volumtransporten i Fugløya-Bjørnøya snittet. For plankton brukes informasjon om plante- og dyreplankton biomasse og artssammensetning fra Fugløya-Bjørnøya snittet. Rapporteres i Sunnanå, Fossheim og Olseng (red.), *Forvaltningsplan Barentshavet - rapport fra overvåkingsgruppen 2010, Fisken og havet, særnummer 1b-2010*.

I forvaltningsplanen for Norskehavet foreslås temperatur i Svinøysnittet og Gimsøysnittet pluss volumtransport (UiB) og utbredelse av atlanterhavsvann i Svinøysnittet som fysiske indikatorer. For plankton foreslås N/P forhold og dyreplanktonbiomasse i begge snitt samt artsmangfold for dyreplankton på Svinøysnittet.

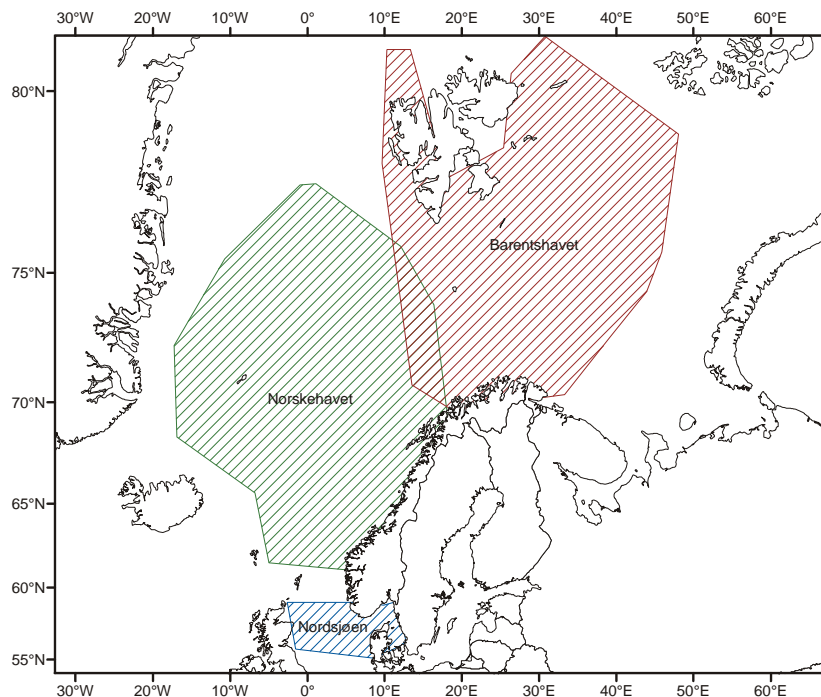
I det pågående arbeidet med forvaltningsplan for Nordsjøen/Skagerrak er det foreløpig ikke lagt fram forslag til indikatorer. Det er imidlertid rimelig å anta at både temperatur, næringsalter og plankton på noen av snittene vil bli brukt.

#### **Fagfelleverderte artikler og rapporter**

Vedlegg 1 gir en ufullstendig oversikt over artikler og rapporter hvor data fra snittene brukes direkte. Oseanografilisten inneholder kun fagfelleverderte artikler tilbake til 2007. I tillegg kommer artikler med indirekte bruk som f.eks. diskusjon av artikler hvor snittene er brukt, modellkjøringer hvor validering i forhold til snitt er gjort i tidligere artikler.

### 3.2 Regionale økosystemtokt

Regionale dekninger i de ulike havområdene gjennomføres i dag som økosystemtokt (se egen figur og tabell). Det primære formålet med regionale dekninger er å kvantifisere den romlige fordelingen av ulike parametere innen et gitt tidsvindu, slik at år-til-år variasjoner og langtidsutviklingen (trend) kan beskrives. Ved å inkludere et vidt spekter av variable i overvåkningsprogrammet vil deknningen gi informasjon om variablenes fordelingsmønster (rom) i forhold til hverandre, for eksempel næringsalter og vannmasser. Denne type dekning er en nødvendig og viktig kilde til romlig informasjon for de ulike overvåkningskomponentene fra hydrografi til sjøpattedyr. Regionale dekninger er også viktig for årlig å dokumentere og kvantifisere koblinger mellom ulike elementer i næringsnett.



**Figur 3.1.** Regionale dekninger i de ulike havområdene. *Areas surveyed in ecosystem surveys.*

**Tabell 3.2.** Regionale dekninger i de ulike havområdene.

Regionale dekninger	Tidspunkt	Parameter	Oppstart*
<b>Nordsjøen</b>			
Nord- vestlige delene	April	T, S, N, Chl, Ppl, Zpl, fisk egg/larver	2005
Østlige delen	April	T, S, O <sub>2</sub> ,N, Chl, Ppl	1988
<b>Norskehavet</b>			
	Mai	T, S,N, Chl, Ppl, Zpl , fisk	1993
<b>Barentshavet</b>			
	Februar-mars	T, S,fisk (N, Chl, Ppl , Zpl)	1991
	August-september	T, S,N, Chl, Ppl,Zpl, fisk	1991

\* oppstartstidspunkt med full parameterliste. For enkelte parametere eksisterer det data tilbake i tid. Tidligere har det vært gjennomført flere dekninger pr år i enkelte områder.

### 3.3 Kyststasjoner og faste stasjoner

Det er nylig nedsatt en arbeidsgruppe som skal se nærmere på overvåkningsbehov innen akvakultur og kystsonen. En oversikt over dagens aktivitet og vurdering av fremtidig behov for overvåkningsaktivitet i forhold til de rådgivningsoppgaver Havforskningsinstituttet står ovenfor, vil være en del av denne gruppens mandat. Utvalget har derfor ikke behandlet kystsonen her. Under er det gitt en kortfattet oppsummering av aktivitet i kystsonen som inkluderer hydrografi, kjemi og plankton. I tillegg til disse stasjonene vil de innerste stasjonene på alle snitt være innenfor definisjonen av kystvann og dermed være viktige datakilder.

**Tabell 3.3.** Faste stasjoner i kystsonen.

	Dekning per år	Parameter	Oppstart
<b>Faste stasjoner</b>			
Hydrografiske stasjoner (Ingøy, Eggum, Skrova, Bud, Sognesjøen, Utsira (indre og ytre), Lista)	26-40	T, S	1935-1942
Rutegående skip (Stavanger -Kirkenes)	100	T, S	1936 /1980
Fjorder Skagerrak	1	T, S, O <sub>2</sub>	Ca. 1920
Oslofjord, Grenland, Risør, Topdalsfjorden, Hidlefjorden	9-12	T, S, N, O <sub>2</sub> , Kl, Pm	1995 (2009 for de to siste områdene)
Arendal (st. 1&2) Kystovervåkingen	12-24	T, S, N, O <sub>2</sub> , Pm, Kl, Ppl, Zpl	1990
<b>Flødevigen</b>	350 (100)	T, S (Ppl, Kl)	1924 (1980)
<b>Austevoll</b>	350	T, S	1978
<b>Matre</b>	350	T, S	1985
<b>Fjorder Østfold - Finnmark</b>	1	T, S, O <sub>2</sub> , (N) [ <sup>137</sup> Cs]	1975 (1980) [2004]

Forklaring: T-temperatur, S-saltholdighet, O<sub>2</sub>-oksygen, Pm-partikulært materiale, Kl-klorofyll, Ppl-planteplankton, Zpl-dyreplankton. , <sup>137</sup>Cs- cesium-137.

### 3.4 Annen aktivitet

- Volumtransport av Atlantisk vann
- Fugløya-Bjørnøya: strømmålinger fra 1997
- Svinøysnittet (ved eggakanten), strømmålinger fra 1995 (fra GFI-UiB)
- *T,S fra værstasjon 'M' (66°N, 2°E)*. Observasjoner fra fra 1948 til 2009. Daglige målinger: T, S, N, Klorofyll (fluorescens), dyreplankton og meteorologiske data. Ved utgangen av 2009 avsluttet værskipet Polarfront målingene ved stasjon M i Norskehavet ( For å følge opp denne måleserien fikk Havforskningsinstituttet midler fra Forskningsrådet til å lage en bøye som skal måle temperatur og saltholdighet også i framtiden. I tillegg skal bøyen måle strøm, klorofyll, oksygen, pH og CO<sub>2</sub>. Innsamling av dyreplankton vil ikke kunne fortsette. Tanken er at dataene skal overføres i sann tid. Dette er et samarbeidsprosjekt, i første rekke sammen med Universitetet i Bergen, i et treårsperspektiv. Dersom prosjektet skal fortsette utover tre år som det er bevilget midler til, må det tilføres nye midler. Stasjon M er verdens lengste tidsserien fra dyphav, og er den eneste målestasjonen i norske farvann som observerer endringer helt

fra overflaten og ned til ca 3000 m. Endringer i klimaet er ikke nødvendigvis de samme i alle dybdelag, noe stasjon M tydelig har vist. I de siste årene har det vært en stabil temperaturøkning i de dypere vannlag (under 1200 m) mens det i de øvre lag av vannsøylen har vært langt større variasjoner. Hvordan dette vil utvikle seg er av stor interesse, og er derfor et målepunkt som bør opprettholdes også i framtiden.

- Argo bøyer: ~10-20 bøyer i Nordiske Hav, målinger hver tiende dag fra hver bøye: T, S (O, Fluorescens fra noen bøyer).
- Supplerende snittdata fra andre institusjoner (for eksempel Kola snittet, Færøy-Shetland kanalen, Siglunes etc.)
- Satelittdata (SST, Isutbredelse, Havfarge)
- Modelldata (T, S, strøm, N, Klorofyll, Planteplankton, Dyreplankton)
- NAO, AMO, SPG (SSH) indekser
- Meteorologiske stasjoner fra [www.met.no](http://www.met.no) (Jan Mayen, etc.)
- CPR
- ADCP
- Glidere

### **3.5 Dagens faste snitt i forhold til Aureutvalget**

#### **3.5.1 Nordsjøen**

Dagens aktivitet har høyere frekvens på Feie og i enkelte år Hanstholm snittet. Anbefalte tidspunkt er omtrent den dekningen vi har i dag. Torungen- og Utsirasnittene er i henhold til anbefalingen. Aure utvalget trekker frem Utsira og Torungen som de snittene som har høyest prioritet.

#### **3.5.2 Norskehavet**

Alle snitt i dagens opplegg har høyere frekvens enn det som er antydnet i anbefalingen fra Aure utvalget, med unntak av Sørkapp snittet som har betydelig lavere frekvens. Noe avvik mellom anbefalte måneder og faktisk gjennomføring.

#### **3.5.3 Barentshavet**

Snittet Semøyene ligger inne i anbefalingen men er ikke gjennomført de siste årene. For Vardø N og Fugløya-Bjørnøya snittene er dagens program identisk med anbefalingen.

**Tabell 3.4.** Faste snitt som er tatt regelmessig de siste årene.

Snitt/måned N-HAV	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Feie-Shetland (4g)		x		x		x					x	
Utsira-Start Point (4g)		X		X		X					X	
Hanstholm-Aberdeen (4g)		X		X		X					X	
Oksøy-Hanstholm (4g)		x		X		x					X	
Torungen-Hirtshals (12g)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Svinøy-NV (5 g)	X		X		X			X			X	
Gimsøy-NV (4-5 g)	X		X		X*			X			X	
Bjørnøya-V (2-3g)			X		X*			X				
Sørkapp-V (1 g)								x				
Fugløya-Bjørnøya (6g)	X		X	X		X		X		X		
Vardø-N (4g)	X		X			X		X				

**X:** T,S,N,Klor, Plpl, Dyrepl, **x:** T,S,N,Klor, Plpl, **x:** T,S

\*Forlenget snitt til Grønlandshavet

**Tabell 3.5.** Faste snitt som anbefalt i Aurerapporten.

Snitt/måned N-HAV	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Feie-Shetland		x		x			x					
Utsira-Start Point		x		x			x				x	
Hanstholm-Aberdeen		x		x			x					
Oksøy-Hanstholm		x		x			x					
Torungen-Hirtshals	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Svinøy-V	x			x			x				x	
Gimsøy-V				x			x					
Bjørnøya-V				x			x					
Sørkapp-V	x			x			x				x	
Fugløya-Bjørnøya	x		x	x		x		x		x		
Vardø-N	x		x			x		x				
Semøyene-N		x						(x)				

### 3.6 Evaluering av Torungen-Hirtshalssnittet

Generelt vil kvaliteten (presisjonen) av overvåkingen innen et område i stor grad være avhengig av innsats (frekvens). Det vil være slik at gjennomsnittsverdier og avledete verdier av romlige fordelte variable som også varierer i tid, blir sikrere – høyere presisjon - når antallet observasjoner er hensiktmessig fordelt i tid. Det er også slik at økt frekvens over en viss grense gir liten eller ingen økning i presisjonen. Utfordringen er å finne balansepunktet der utsagnskraften er høy (akseptabel) og innsatsen minimalisert (kost-nytte-balansen). Man finner ofte at hver enkel målevariabel (eksempelvis saltholdighet og klorofyll) har sine egne balansepunkt. Det vil være flere momenter som påvirker et slikt balansepunkt. Det viktigste er grad av variabilitet i tid og rom, oftest knyttet til kompleksiteten i sirkulasjon og fordelig av ulike vannmasser. I områder med liten variabilitet på relativt korte tidskalaer, for eksempel i dypet i Norskehavet, vil observasjonsfrekvensen kunne være lav for å fange opp endringer. I områder med høy variabilitet i tid og rom, for eksempel øvre lag i Skagerrak, må observasjonsfrekvensen være høy for å fange opp variabiliteten. Det samme ser man inne parameterne, at de med stor naturlig variasjon (klorofyll) vil kreve høyere frekvens enn de som varierer mindre.

Skagerrak er omgitt av kystvann og områder hvor mange ulike vannmasser møtes, og er kjennetegnet med høy variabilitet. Målefrekvensen må da være relativt høy der for både å lage akseptable årsmidler og for å beskrive sesongmessige variasjoner. Data fra Torungen-Hirtshals-snittet ble benyttet i et Case Study (Vedlegg 2) for å evaluere frekvensendring mot standardavvik. Denne øvelsen kommer i tillegg til Ottersen et al. (1998 og 2003) sine analyser av romlig og tidsmessig variabilitet i Skagerrak (også beskrevet i Vedlegg 2). Den statistiske øvelsen tok utgangspunkt i at hver målte parameter har sin naturlige variabilitet som kan uttrykkes ved standardavvik. Ved å redusere målefrekvensen kvantifiseres usikkerheten/feilen til de reduserte måleseriene med endringen i standardavviket. De undersøkte parametrene er saltholdighet, temperatur, nitrat, fosfat, silikat og klorofyll-a.

Kystvannet i Skagerrak er en av de mest variable vannmassene vi har i våre havområder, og stasjon 201 (1 nautisk mil fra Torungen) ligger midt i Den norske kyststrømmen. I tillegg til de 12 målepunktene som er inkludert i hele Torungen-Hirtshals-snittet, måles denne stasjonen 10 ganger som en del av Kystovervåkingen. En statistisk evaluering av målefrekvensen for dette punktet er utført for å illustrere også effektene av en økning av dagens snittfrekvens på 12 ganger pr. år. Detaljerte utregninger av standardavvik for fulle og reduserte måleserier er sammenliknet for kystvann-stasjonen i overflaten og under overflatelaget samt i overflaten for stasjonen midt mellom Torungen og Hirtshals.

Basert på den statistiske analysen er den optimale målefrekvensen 12 ganger pr. år. Analysen viser at det er mulighet for en maksimal reduksjon på 2 ganger pr. år. I vår gjennomgang av snittet er det månedene november og desember som kan reduseres uten at det påfører tidsserien for store tap samt at disse månedene vil kunne kuttes ut fra behovet for oppfølging rundt de faglige problemstillingene, ref. kap. 3.5.). På grunn av den store variabiliteten bør frekvensen være høyere i kystvann, opp mot 22 ganger pr år for klorofyll-a, mens frekvensen kan være

lavere i havområder (7-8) og i dypet. Vi bemerker også at det er avgjørende å vurdere viktige måletidspunkt i forhold til de ulike problemstillingene som skal følges opp, dersom frekvensen skal reduseres i forhold til dagens nivå.

Torungen – Hirtshals er vårt viktigste snitt for operasjonell oseanografi i Nordsjøen/Skagerrak. Her tar vi pulsen på forholdene i Nordsjøen både når det gjelder klimaforhold, eutrofi og tilstedeværelse/oppblomstring av skadelige alger. Vår analyse av frekvensreduksjon viser sammen med konklusjoner i Aure-rapporten og analyser av overvåkningsstrategi i Ottersen et al. (1998 og 2003) at det er nødvendig å opprettholde den eksisterende målefrekvens for å kunne fange opp trender og endringer med den dynamikken som er i området.

### 3.7 Overvåkingen av overordnede problemstillinger på de faste snittene

Overvåkingen på de faste snittene kan deles inn i tre forskjellige overvåkningselementer: fysisk oseanografi, planteplankton og dyreplankton. Alle de tre overvåkningselementene inngår i flere programmer og er knyttet til svært ulike problemstillinger. For havområdene og kystområdene vil det kunne være ulike problemstillinger som er sentrale. Alt etter problemstilling stilles det ulike krav til opparbeidningsgrad, geografisk dekning, antall stasjoner og frekvens for å kunne avdekke endringer eller fastsette status på ulik tidskala som årsvariasjon, sesongvariasjon, mellomårsvariasjoner og langtidsvariasjoner. Tabell 1 gir en oversikt over overordnede problemstillinger i dag og tema som vil kunne bli sentrale i årene som kommer.

**Tabell 3.6.** Oversikt over sentrale overordnede problemstillinger.

Nordsjøen	Norskehavet	Barentshavet	Kyst
Klimaendringer	Klimaendringer Utbredelse av vannmasser	Klimaendringer Utbredelse av vannmasser	Klimaendringer Utbredelse av vannmasser
Vanntransport Vannutskiftning			
Blandingslag Forsuring Modellvalidering	Blandingslag Forsuring Modellvalidering	Blandingslag Forsuring Modellvalidering	Blandingslag  Modellvalidering
Produksjonsgrunnlag Biologisk Mangfold Klimaeffekter Eutrofiering Skadelige alger Introduserte arter Forvaltningsplan	Produksjonsgrunnlag Biologisk Mangfold Klimaeffekter  Introduserte arter Forvaltningsplan	Produksjonsgrunnlag Biologisk Mangfold Klimaeffekter  Introduserte arter Forvaltningsplan	Produksjonsgrunnlag Biologisk Mangfold Klimaeffekter Eutrofiering/miljøtilstand Skadelige alger Introduserte arter EU's VRD

#### 3.7.1 Tidspunkt for prøvetakning

Gjennom året endres havklima og miljø som følge av lokale og ytre påvirkninger, og plante- og dyreplanktonet gjennomgår en suksesjon styrt av de kjemiske og fysiske forholdene. Av den grunn vil det være perioder av året for hvert av overvåkningselementene hvor det er viktigere med datainnsamling enn i andre perioder. Viktige perioder vil variere mellom



områdene og til en viss grad med problemstillinger og formål med overvåkingen. Tabell 2 indikerer viktige perioder for de ulike problemstillingene nevnt i Tabell 1 (formål: avdekke variasjoner gjennom året). Kryssene angir når det er aktuelt å overvåke de forskjellige problemstillingene, og nødvendigvis ikke frekvensen (antall ganger i året). Kryss i parentes angir at den perioden er mindre viktig, men i noen tilfeller bør den tas av operasjonelle hensyn.

**Tabell 3.7.** Oversikt over viktige perioder for sentrale overordnede problemstillinger og temaer. (Tema og problemstillinger for kysten er ikke inkludert i oversikten).

<b>NORDSJØEN/ SKAGERRAK</b>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Næringssalter/uorganisk kjemi</b>												
Produksjonsgrunnlag (abiotisk)	x	x	x	x	x			x	x			
Eutrofiering	x	x			x	x	x	x				
Langtransport vs. lokal tilførsel			(x)	x	x	x	x					
Oksygenforhold (bunnvannet)	x	x					x	x	x	x		
Forvaltningsplan	x	x		x	x	x	x	x				
Næringssalt dynamikk	x	x	x	x	x	x		x	x	x		
Forsuring (DIC)	x			x				x		x		
<b>Fysisk oseanografi</b>												
Vanntransport		x	x	x	x	x	x	x	x	x	(x)	
Vannutskiftning (dypet)		x	x	x	(x)			x	x	x	(x)	
Blandingslag/ statisk stabilitet		(x)	x	x	x	(x)	(x)	(x)	x	x	x	
Klimaeffekter		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Modellvalidering****	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Planteplankton</b>												
Produksjonsgrunnlag/primærproduksjon		x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Biologisk Mangfold		(x)	x	x	x	x	x	x	x	(x)		
Klimaeffekter**			(x)	x	x	x	x	x	x	x	x	
Eutrofiering/miljøtilstand		x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Skadelige alger*/oppblomstringer			x	x	x	x	x	x	x	(x)		
Introduserte arter			x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Forvaltningsplan		x	x	x	x	x		x	x	x		
<b>Dyreplankton</b>												
Produksjonsgrunnlag/primærproduksjon	x		x	x	x	x	x	x	x	(x)		
Biologisk Mangfold			x	x	x	x	x	x	x			
Klimaeffekter**			x	x	x	x	x	x				
Introduserte arter							(x)	x	x	x	(x)	
Forvaltningsplan			x	x	x	x	x	x				
<b>NORSKEHAVET</b>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Næringssalter/uorganisk kjemi</b>												
Produksjonsgrunnlag (abiotisk)		x	x	x	x	x		x	x	x		
Forvaltningsplan			x	x	x	x		x				
Næringssalt dynamikk	(x)	x	x	x	x	x						
Forsuring (DIC)		x			x			x		x		



Tabell 3.7 forts.

<b>Fysisk oseanografi</b>												
Blandingslag			X	X	X	X						
Klimaendringer (temperatur og salt)	(x)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Utbredelse av vannmasser			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Forvaltningsplan	(x)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Modellvalidering****	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Planteplankton</b>												
Produksjonsgrunnlag/primærproduksjon			X	X	X	X	X	X	X	X		
Biologisk Mangfold				X	X	X	X	X				
Klimaeffekter**				(x)	X	X	X	X	X			
Introduserte arter				X	X	X	X	X	X	X	X	
Forvaltningsplan				X	X	X		X	X			
<b>Dyreplankton</b>												
Produksjonsgrunnlag/primærproduksjon			X	X	X	X	X	X	X	X		
Biologisk Mangfold			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Klimaeffekter**			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Introduserte arter			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Forvaltningsplan			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<b>BARENTSHAVET</b>	<b>J</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>
<b>Næringsalter/uorganisk kjemi</b>												
Produksjonsgrunnlag (abiotisk)		X	X	X	X	X		X	X	X		
Forvaltningsplan			X	X	X	X		X	X			
Næringsalt dynamikk		X	X	X	X	X						
Forsurning (DiC)		X			X			X		X		
<b>Fysisk oseanografi</b>												
Blandingslag			X	X	X	X						
Klimaendringer (temperatur og salt)	X		X	X	X	X	X	X	X	X		
Utbredelse av vannmasser	X		X	X	X	X	X	X	X	X		
Forvaltningsplan	X		X	X	X	X	X	X	X	X		
Modellvalidering****	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Planteplankton</b>												
Produksjonsgrunnlag/primærproduksjon			X	X	X	X	X	X	X	X		
Biologisk Mangfold				X	X	X	X	X				
Klimaeffekter**				(x)	X	X	X	X	X	X	X	
Introduserte arter				X	X	X	X	X	X	X	X	
Forvaltningsplan			X	X	X	X		X	X			
<b>Dyreplankton</b>												
Produksjonsgrunnlag/primærproduksjon				X	X	X	X	X	X	X		
Biologisk Mangfold			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Klimaeffekter**			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Introduserte arter			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Forvaltningsplan		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

\* for arter som er skadelig for fisk

\*\*primært sporing av varmekjære arter

\*\*\* i henhold til Norsk standard, overvåkningsveiledere (VRD) og miljøklassifisering

\*\*\*\* målinger for kvalitetsvurdering av havmodeller og indirekte mot partikkelspredningsmodeller

### 3.8 Overvåking av forurensning

Målsetningen er å kartlegge og dokumentere konsentrasjonene av viktige hovedgrupper av kjemisk forurensning i norske kyst- og havområder og vurdere konsekvensene på marine organismer og marin miljøkvalitet. Overvåkingen skal dokumentere *geografiske trender* i nivåer av forurensning i marine organismer, sedimenter og vann. Overvåking som bedre kan fange opp *tidsutviklingen* i forurensningsbelastningen er startet opp og er under utvikling.

Overvåkingen foregår som regionale undersøkelser med årlig rullering mellom de tre forvaltningsplanområdene Barentshavet, Norskehavet og Nordsjøen. Hvert hovedområde blir dermed dekket hvert tredje år og omfatter kyst og åpent hav. Arbeidet med kartlegging av radioaktiv forurensning gjøres i tett samarbeid med Statens strålevern (NRPA) innenfor programmet "Radioactivity in the Marine Environment (RAME)". Målinger av organiske miljøgifter og metaller i fisk og skalldyr skjer i samarbeid med Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES). Analyser av forurensning i sedimenter gjennomføres i samarbeid med Norges geologiske undersøkelse (NGU) som innehar spisskompetanse på geologi, geokjemi og målinger av metaller.

Havforskningsinstituttet søker å samordne sin overvåking av forurensning i marint miljø med annen nasjonal overvåking. Her kan nevnes NIFES sin overvåking av kvalitet på sjømat og NIVA sin miljøovervåking langs norskekysten. Instituttet samarbeider med NRPA i RAME-programmet, og med NIVA, NIFES, NILU og NRPA i Tilførselsprogrammet.

#### 3.8.1 Prøvetaking av forurensning på snitt

Fra og med 2009 blir det tatt prøver fra to posisjoner på hvert av snittene Svinøy, Gimsøy og en gang i året (januar/februar) Fugløya-Bjørnøya for å følge tidsutviklingen i nivåene av de radioaktive elementene  $^{137}\text{Cs}$  og  $^{99}\text{Tc}$  i kyststrømmen og atlantisk vann. Videre har det siden 2006 blitt tatt årlige (april/mai) sjøvannsprøver fra fem av snittene i Skagerrak/Kattegat for å følge utstrømningen av  $^{137}\text{Cs}$  fra Østersjøen. På snittene blir det ikke tatt rutinemessige prøver av organiske miljøgifter eller metaller.

## 4 Nye kontra gamle observasjonsmetoder

Ruben Patel har laget en oversikt over aktuelle nye metoder gitt i Vedlegg 3. Tradisjonelt sett har undervannsobservasjoner blitt gjennomført fra større/mindre bemannede skip. Teknologiske nyvinninger i undervannsobservasjon og -kommunikasjon gjør det mulig å automatisere denne prosessen til en viss grad. Det vil fortsatt være enkelte parametre som ikke vil kunne overvåkes i henhold til de nasjonale og internasjonale standardene som kreves (gjelder som oftest biologiske elementer).

Stasjonære stasjoner (observatorier) har en lengre historie enn plattformer som forflytter seg. Dette skyldes at flyttbare plattformer er mer komplekse og krever mer teknologi. Observatorier har gått fra skipsbaserte målestasjoner til helautomatiske stasjoner som sender dataene til land gjennom ulike kommunikasjonskanaler. Rundt 1980 og 1990 ble det bredere

interesse rundt autonome plattformer. Grunnen til dette var utviklingen av undervannskommunikasjon, undervanns posisjoneringssystemer og treghets navigasjonssystemer. Andre viktige faktorer var ny batteriteknologi, forminking av elektronikk og lavstrøms elektronikk.

Innføring av nye observasjonsmetoder krever materiell , utprøving og forskning før eventuell rutinemessig bruk. For å evaluere eventuelløkonomiske innsparing må hele kjeden sees under ett.. Det er viktig at det forskes på hvordan data skal analyseres når de samles inn på en ny måte, med ny instrumentering. Erfaringer viser at AOP (autonom observasjons- plattform)-teknologien fremdeles er under utvikling, men noen kommersielle systemer finnes allerede. Full utnyttelse under standard operasjon krever mer robusthet, større brukervennlighet og fleksibilitet. Den høye innkjøpsprisen er det viktigste hinder for å ta det rutinemessig i bruk. AOP er mer teknologisk avansert enn SOP (stasjonær observasjonsplattform) og det er ennå rom for utvikling dersom det skal kunne brukes i forskning. Men for at dette skal skje må det brukes av forskere. AOP er blitt brukt i marin forskning i tiår. Erfaringene viser at denne teknologien er moden for rutinemessig bruk og at den er egnet for å observere og kvantifisere biologiske og fysiske prosesser. Billige, små systemer er allerede tilgjengelig og i bruk. En full utnyttelse krever vider utvikling av infrastruktur. Utviklingene innen AOP og SOP går raskt og potensialet er kun begrenset av fantasien. Dersom man ønsker en langsiktig økonomisk innsparing bør slike systemer settes i bruk nå, for å fås erfaring, få kyndig personell og for å spesialkonfigurere dem til oppgaven.

Utvalgets konklusjon er at snittene fortsatt må tas med fartøy, men at faste stasjoner i større grad kan automatiseres, men det krever at infrastrukturen for videre håndtering av data følges opp. Det arbeides i dag med planer om å operere faste stasjoner automatisk med vinsj plassert på sjøbunnen.

## **5 Konklusjoner og tilrådninger**

### **5.1 Anbefalte snitt og observasjoner**

Det er forventet fortsatt stor etterspørsel både internt fra Havforskningsinstituttet og fra andre nasjonale og internasjonale organisasjoner etter snitt- og faste stasjonsdata. Utvalget mener at snittene må taes med fartøy, siden det i dag er umulig å foreta ubemannet, automatisk innsamling av alle snittparametrene.

Utvalget har ikke diskutert stasjonsavstand, dette må vurderes spesifikt for det enkelte snitt. Når det gjelder lengde har ikke gruppen vurdert dette systematisk for alle snitt, men foreslår forlengelse av noen snitt en gang i året.

#### **5.1.1 Feie – Shetland**

Dette er det nordligste snittet i Nordsjøen. Snittet dekker hovedsakelig norsk kystvann i de østlige delene av snittet og innstrømmende Atlantiske vannmasser i den vestlige delen. Dekker forholdene inn mot Norskerenna. Data fra snittet benyttes i liten grad. Parameterlisten ble redusert i 2005 og inneholder ikke data for planteplankton og zooplankton

(sammensetning og mengde). Snittet ligger nær opptil Utsira – Start Point. *Snittet videreføres ikke som fast snitt, men kan inkluderes i forbindelse med regionale dekninger.*

### **5.1.2 Utsira-Start Point**

Snittet har ved tidligere gjennomganger vært ansett som prioritert snitt. Det dekker kyststrømmen i den østlige delen av snittet og innstrømmende Atlantiske vannmasser i Norskerenna. Parameterlisten ble utvidet i 2005 til også å inkludere planteplankton og dyreplankton i tillegg til kjemiske og fysiske parametere. Frekvensen av snittet bør være 6 ganger pr år for å få tilstrekkelig datagrunnlag for de aktuelle problemstillinger i dette området og for å sikre dekning av sesongvariasjonene på lavere trofiske nivå. Øket frekvens vil forbedre validering av fysiske og biologiske modeller. Siden vi foreslår at Feie-Shetland går ut vil Utsira-Start Point være eneste snittet som overvåker transport av Atlantiske vannmasser inn i Nordsjøen. Data fra snittet benyttes til årlige rapporteringer både internt og til ICES. Snittet vil inngå i forvaltningsplanen for Nordsjøen og er foreslått som område for overvåking av biologisk mangfold i Nordsjøen (Naustvoll og Oug, 2008). *Snittet videreføres med anbefalt økt frekvens til 6 ganger per år.*

### **5.1.3 Hanstholm-Aberdeen**

Dette er eneste snitt på den sørlige delen av sokkelen i Nordsjøen. Tre hovedvannmasser overvåkes her. I de østlige deler Jyllandvannmasser og sørlige Nordsjøvannmasser. I de sentrale delene av snittet Nordsjøvannmasser, en blanding av sørlige og nordlige vannmasser, mens den vestlige delen dekker Atlantiske vannmasser og i perioder engelsk kystvann. Dagens aktivitet inkluderer kjemisk, fysiske og lavere trofiske nivå i økosystemet. Data benyttes til rapportering av miljø og produksjons forhold. Snittet er sentralt i forvaltningsplanen for Nordsjøen, for biologisk mangfold og i forbindelse med kartlegging av miljøforhold og beiteforhold for tobis. *Snittet videreføres med anbefalt frekvens på 4 ganger pr år.*

### **5.1.4 Oksø-Hanstholm**

Snitte ligger i grensen mellom Skagerrak og Nordsjøen og fanger opp norsk kystvann, Jylland-vannmasser, nordsjøvannmasser og atlantiske innstrømning i Norskerenna. I de senere år har snittet blitt dekket med svært lav og varierende frekvens. Dagen prøvetakningsprogram omfatter kun fysisk og kjemiske parametere. Informasjon i snittet vil i stor grad dekkes av snittet Torungen–Hirtshals. *Snittet videreføres ikke som fast snitt, men kan inkluderes i forbindelse med regionale dekninger.*

### **5.1.5 Torungen-Hirtshals**

Dette er eneste snitt i Skagerrak. Plassering av snittet sikrer mye informasjon om tilstand i Nordsjøen (ca 70 % av nordsjøvannmassen sirkulerer gjennom Skagerrak) og dekker de dypeste delene av Norskerenna. Snittet dekker norsk kystvann, Jylland-vannmasser, sørlige og nordlige nordsjøvannmasser, innstrømmende atlantiske vannmasser og i perioder utstrømmende baltiske vannmasser. Området har betydelig tilførsel av ferskvann fra norske og svenske elver og er oppstart området for den norske kyststrømmen. Snittet benyttes til

rapportering av miljøtilstand i området (eutrofiering), dokumentering av langtransporterte næringssalter, temperaturendringer, overvåkning av skadelige alger (de fleste oppblomstringer har startet i dette området), modellvalidering, inkluder i biologisk mangfold og forvaltningsplaner. Data rapporteres til ICES og EEA. I dagens program er fysiske og kjemiske parametere samt planteplankton og dyreplankton. Snittet er inkludert i instituttets overvåkning av havforsurning, hvor parameterne pH, alkanitet og oppløst uorganisk karbon er inkludert. Snittet vil dekke informasjonstap på grunn av bortfall av Oksø – Hanstholm. Tidligere evalueringer av snittet konkluderer med at snittet bør forsette med samme frekvens som i dag (12 ganger). I de nye analysene har vi også sett på anbefalt målefrekvens for ulike variable med ulike dyp og i ulike vannmasser. I denne oversikten varierer frekvensen fra 7 til 22 ganger pr år avhengig av vannmasse og variabel. En totalvurdering av snittet og variabler tilsier at snittet må ha en minimum frekvens på ti ganger pr år, med bortfall av november og desember. En slik endring i snitt frekvensen må tas i samråd med det eksternt finansierte prosjektet Kystovervåkningsprogrammet (Klif), som benytter de innerste stasjonene. *Snittet videreføres med en frekvens på 10 ganger pr år.*

#### **5.1.6 Svinøy NV**

All nordgående innstrømning av atlantisk vann går gjennom dette snittet, noe som gjør snittet spesielt verdifullt til å fange opp klimaendringer og effekter av disse på et tidlig tidspunkt. I tillegg til våre målinger har Geofysisk institutt (UiB) strømmålinger på snittet ved eggakanten. Snittet dekker kystvann, atlantisk vann og arktisk vann. Snittet inngår som indikator i forvaltningsplanen for Norskehavet. Norskehavet er et kjerneområde for raudåte og storkrill i Nord-Atlanteren. Disse artene er helt sentrale fødeorganismer for de store pelagiske fiskebestandene som har Norskehavet som beiteområde. Havområdet viser betydelige geografiske variasjon med hensyn på utviklingen i raudåtebestanden i vekstsesongen og til dels i krillbestandene både i øst-vest og nord-sør retning. Biologiske observasjoner på Svinøy NV er viktig for å fange opp disse variasjonene i produksjonsforholdene og har også stor betydning for beregning av den totale produksjonen i disse bestandene og hva som er tilgjengelig oppover i næringskjeden. Det er derfor viktig med hyppig målefrekvens på snittet for å fange opp variasjoner gjennom sesongen og i ulike vannmasser. Snittet er også svært viktig med hensyn på validering av fysiske og biologiske modeller. *Snittet videreføres med anbefalt frekvens på 5 ganger i året.*

#### **5.1.7 Gimsøy NV**

Dette snittet ligger i forkant av delingen av atlanterhavstrømmen, før inngangen til Barentshavet, der en grein går inn i Barentshavet og en grein nordover. Snittet dekker kystvann, atlantisk vann, og det intermediære arktiske laget under det atlantiske. Et forlenget snitt, til Grønlandshavet, har i tillegg blitt tatt en gang i året. Snittet inngår som indikator i forvaltningsplanen for Norskehavet. Den samme argumentasjonen for en hyppig målefrekvens som er benyttet for Svinøy NV gjelder også for dette snittet. *Snittet videreføres med anbefalt frekvens på 4 ganger pr år der inkludert ett forlenget snitt.*

### **5.1.8 Bjørnøya V**

Dette snittet dekker hovedsakelig atlantehavsvann og vann fra Barentshavet som strømmer nordover på vestsiden av Bjørnøya. Snittet inngår også i et norsk-russisk samarbeid ofte i forbindelse med økosystemtoktene i Barentshavet. Data fra dette snittet har ikke blitt brukt like mye som for snittene lengre sør i Norskehavet, og har derfor en lavere frekvens, 2-3 ganger i året. Et forlenget snitt, inn i Grønlandshavet, har ofte blitt tatt en gang i året. Frekvensen bør økes, samtidig som det vurderes å kutte Sørkapp-V snittet. I tillegg kan en vurdere å forkorte standardsnittet. *Snittet videreføres med økt frekvens, 4 ganger pr år inkludert ett forlenget snitt.*

### **5.1.9 Sørkapp V**

Dette snittet er det nordligste av snittene i Norskehavet og dekker mye av det samme vannet som inngår i Bjørnøya-V. På dette snittet måles bare temperatur og salt. Snittet er tatt en gang i året, men de siste årene er bare noen få stasjoner tatt, på tokt ledet av UiB, for å vedlikeholde tidsserien. Tidsserien er brukt i Havforskningsrapporten og av ICES. *Snittet kuttet, men tidsserien bør opprettholdes ved at 3 stasjoner som inngår i tidsserien tas i august/september.*

### **5.1.10 Fugløya-Bjørnøya**

Dette snittet utgjør i dag ryggraden i målinger av innstrømmende vann til Barentshavet – målingene er koblet til data fra strømrigger. Snittet berører i liten grad de arktiske vannmasser og dekker kystvann og atlantisk vann. En frekvens på minst 6 ganger i året er viktig for å oppnå tilstrekkelige målinger av både havklima og plankton - beregning av primær og sekundær produksjon. Fysiske og biologiske data fra snittet inngår som indikatorer i *Forvaltningsplanen for Barentshavet* og i den felles Norsk-Russiske statusrapporten for Barentshavet, og er svært viktig med hensyn på kvantifisering av mengde og artssammensetning av dyreplankton som potensielt transporteres inn fra Norskehavet. Dessuten viktig for validering av fysiske og biologiske modeller. *Snittet videreføres med anbefalt frekvens på 6 ganger pr år.*

### **5.1.11 Vardø-N**

Dette snittet ligger nær det russiske Kola-snittet og viser ganske like trender. Snittet har en nordlig utstrekning og dekker i dag noe arktisk vann. Snittet kan muligens forlenges inn i det arktiske vannet og brukes som en indikator for arktisk vann, og til å følge spredningen av mer sørlige planktonformer mot nord og øst når havklimaet nå blir varmere. Data fra dette snittet egner seg også godt for validering av fysiske og biologiske modeller. I forbindelse med den planlagte evalueringen av miljømålinger i det nordlige Barentshavet i 2011, vil status til dette snittet bli vurdert. Et norsk-russisk samarbeid om Kola-snittet kan vurderes og dette kan legges som indikator for det østlige Barentshavet i forvaltningsplanen og den felles norsk-russiske statusrapporten. Det russiske Kola snittet erstatter ikke Vardø-N siden det bare dekker atlantisk vann. Vardø-N snittet går lenger nord. Dessuten tas det ikke planktonprøver på Kolasnittet og vi får først dataene fra russerne i mars året etter. *Snittet videreføres inntil videre med anbefalt frekvens på 4 ganger pr år.*



### 5.1.12 Semøyene

Dette snittet har ikke vært tatt de seinere årene og synes ikke å være interessant i relasjon til Barentshavet øst siden Kola-snittet dekker denne informasjonen. *Snittet videreføres ikke som fast snitt, men vil kunne inkluderes i forbindelse med regionale deknninger.*

**Tabell 5.1.** Anbefalte snitt, frekvens (F), parametre og tidspunkt

Snitt	F	Parametre	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Feie-Shetland	0													
Utsira-Start Point	6	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N		x		x	x	x		x				x
Hanstholm-Aberdeen	4	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N		x		x		x			x			
Oksøy-Hanstholm	0													
Torungen-Hirtshals	10	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N, O2, pH, alkalinitet, DIC	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Svinøy-Nv	5	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N	x		x		x			x				x
Gimsøy-Nv	3	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N			x					x				x
Forlenget Gimsøy-Nv	1	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N					x							
Bjørnøya-V	3	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N			x					x				x
Forlenget Bjørnøya-V	1	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N					x							
Fugløya-Bjørnøya	6	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N	x		x		x	x		x			x	
Vardø-N	4	T, S, Ppl, Chl a, Zpl, N	x		x			x		x				
Sørkapp (3 stasjoner)	(1)	T,S									x			

T – temperatur, S – saltholdighet, Ppl – planteplankton, Zpl – zooplankton, Chl a – klorofyll, N – uorganiske næringsalter, ph, alkalinitet, Dic – forsuringsparametere, O2 – oksygen

## 5.2 Nye snitt og tidsserier

Nordområdesatsingen og klimaendringer gjør det aktuelt å øke fokus på nordlige farvann ved blant annet å etablere nye snitt. Nordlige Barentshavet og Polhavet peker seg ut som de mest aktuelle områdene. Det er i dag ingen overvåking av utviklingen i den nordlige delen av Barentshavet. Med de prognoser som foreligger fra IPCC (2007) vil temperaturen i luften stige vesentlig i løpet av dette århundret. Dette vil også virke inn på forholdene i havet ved at isen smelter, overflatetemperaturen vil stige, og sirkulasjonen i havet kan endre seg. Derfor bør det etableres en ny tidsserie som kan følge denne utviklingen. Dette kan enten gjøres ved at snittet Vardø-N forlenges nordover eller ved at det etableres et helt nytt snitt. I 2011 skal et prosjekt under Havforskningsinstituttets Barentshavsprogramm vurdere nettopp dette, derfor gir utvalget ikke en annen anbefaling enn at en slik ny tidsserie etableres.

Atlanterhavsvannet følger eggakanten nord for den norske kontinentalskråningen. Havforskningsinstituttet bør etablere et snitt som går fra Barentshavet, ned skråningen og ut i selve Polhavet. Dette kan gjøres ved at det observeres fra rigger med bruk av ny teknologi. Da er det tilstrekkelig med ettersyn av snittet kun en gang pr år.

Dagens overvåking i Barentshavet er mangelfull, særlig på grenseflatene til Arktiske vannmasser og inn i Arktisk vann hvor en kan forvente en større dynamikk og variabilitet på lavere trofiske nivåer ved de endringer i havklimaet som vi observerer allerede i dag. Området

fra polarfronten og inn i Arktis bør altså i nær fremtid dekkes bedre enn det vi klarer i dag med våre tradisjonelle fartøyer. Havforskningsinstituttet leier FF Jan Mayen i en kortere periode om høsten for å kunne operere i delvis islagte områder rundt Svalbard. Denne overvåkingen bør utvides sett i lys av pågående klimaendringer, en økt olje og petroleumsaktivitet i Arktiske farvann dessuten en økt transarktisk skipstrafikk når nordøstpassasjen nå synes å bli isfri store deler av året.

I dag forberedes byggingen av et nytt isgående havforskningsfartøy som kanskje er ferdigstilt i 2013. Med stor sannsynlighet vil dette fartøyet overta funksjonene til *F/F Lance* og *F/F Jan Mayen*. Anvendelsesområdet for fartøyet vil imidlertid bli langt bredere enn for disse to fartøyene. Dert er det åpenbart at mulighetene for å utvide vår overvåking inn i Arktis vil bli langt bedre når dette fartøyet kommer i drift og bør få konsekvenser når det gjelder å styrke Havforskningsinstituttets overvåkingsaktivitet i nordområdene.

### 5.3 Innsparing

Det er en omstendelig prosess å beregne kostnadene for snittene. En slik beregning kan gjøres på flere måter og resultatet vil sprike alt etter hvilke forutsetninger vi legger inn (skal seiling fra/til, opparbeiding, toktdeltakere etc taes med?). Et enkelt oppsett som gir en pekepinn på relative kostnader er vist i tabell 5.2. Her er enheten antall døgn et snitt tar samt gjennomsnittlig fartøykostnad per døgn. Tabellen viser at utvalgets anbefalinger kan bety en innsparing på 9 % i forhold til dagens nivå.

## 6 Referanser

- Aure, J. Og Gjertsen, K. 1998. Langtidsovervåking av miljøet i norske kyst-og havområder. Senter for Marint Miljø, november 1998.
- Naustvoll, L., Dahl, E., Albretsen, J. og Falkenhaug, T. Notat angående det faste snittet Torungen-Hirtshals.
- Norges Forskningsråd, 2003. Lange tidsserier for miljøovervåking og forskning (2003 + vedlegg i 2007). Rapport nr. 3 . Viktige marine dataserier. 53 s
- Ottersen, G., Aasen, S.E., Aure, J., Danielssen, D, Johnsen, T., Magnusson, J., Molvær, J., Ostrowski, M., Skjoldal, H.R., Svendsen, E., Søiland, H., Sørensen, K., og Tangen, K., 1998. Utarbeidelse av et program for overvåking av et eutrofitilstand og –utvikling i norske kystfarvann basert på både tradisjonelle og høyteknologiske metoder. *Fisken og Havet*, 1998 (1).
- Ottersen, G., Søiland, H., Svendsen, E. og Danielssen, D. 2003. Hydrografisk variabilitet i tid og rom i Skagerrak. *Fisken og Havet*, 2003 (2). 32 s.
- Ottersen, G. og van der Meeren, G.I. (red.) 2008. Helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet. Vurdering av kunnskapsstatus og kunnskapsbehov.
- Ottersen, G., Postmyr, E. og Irgens, M. (red.) 2010. Faglig grunnlag for en forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerrak: Arealrapport: 190s. Rapport fra faggruppen for Nordsjøen til styringsgruppen for helhetlig forvaltning av norske havområder. TA-2681/2010. Klima- og forurensningsdirektoratet.



**Tabell 5.2.** Beregnete kostnader for dagens nivå og anbefalt nivå for overvåkingen av hydrografi, plankton og forurensning i havøkosystemene og på kysten (i 1000 NOK).

Snitt	Dagens nivå						Anbefalt nivå			
	Kostnad	Fartøy	Antall	Totalt	Totalt	Totalt	Antall	Totale	Totalt	Totalt
	frekvens	fartøy	døgn	stasjoner	fartøykostnader	antall stasjoner	frekvens	stasjoner	fartøykostnader	antall stasjoner
Feie-Shetland	4	148	2,5	23	1480	92	0	23	0	0
Utsira start point	4	148	2,5	30	1480	120	6	30	2220	180
Hanstholm-Aberdeen	4	148	3	26	1776	104	4	26	1776	104
Oksøy-Hanstholm	4	148	2	11	1184	44	0	11	0	0
Torungen-Hirtshals	12		2	12	672	144	10	12	560	120
Svinøy NV	5	148	2,3	17	1702	85	5	17	1702	85
Gimsøy NV	4,5	148	2,5	19	1665	85,5	3	19	1110	57
Forlenget Gimsøy NV		148	5	27	0		1	27	740	27
Bjørnøya V	2,5	148	1,5	13	555	32,5	3	13	666	39
Forlenget Bjørnøya V		148	3,3	23	0		1	23	488,4	23
Fugløya-Bjørnøya	6	148	2	20	1776	120	6	20	1776	120
Vardø N	4	148	2,5	21	1480	84	4	21	1480	84
Sørkapp	*			noen få			*	noen få		
Sum	50				13770	911	43		12518,4	839
% innsparing									9,1	

\*For å opprettholde tidsserien, bør noen få stasjoner tas. UiB tar disse stasjonene.

## 7 Vedlegg

### Vedlegg 1 Ufullstendig oversikt over artikler og rapporter hvor data fra snittene brukes direkte

#### Forfattere fra Oseanografigruppen hvor data fra snittene brukes direkte. Listen går tilbake til 2007:

- Furevik, T., Mauritsen, C., Ingvaldsen, R. 2006. The flow of Atlantic water to the Nordic Seas and the Arctic Ocean. Pp. 123-146 i: I Ørbæk, J.B., Kalleborn, R., Tombre, I., Hegseth, E.N., Falk-Petersen, S., Hoel, A.H. (Eds.) Environmental challenges in Arctic-Alpine Regions. Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg.
- Sundby, S., Drinkwater, K.F. 2007. On the mechanisms behind salinity anomaly signals of the northern North Atlantic. *Progress in Oceanography* 73(2):190-202.
- Ingvaldsen, R., Asplin, L., Loeng, H. 2007. Volume fluxes into the Barents Sea from current measurements and numerical modelling. *Journal of Marine Systems* 67(1-2):201-202.
- Skogen, M.D., Budgell, W.P., Rey, F. 2007. Interannual variability in Nordic seas primary production. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 64(5):889-898.
- Svendsen, E., Skogen, M., Budgell, P., Huse, G., Stiansen, J.E., Ådlandsvik, B., Vikebø, F., Asplin, L., Sundby, S. 2007. An ecosystem modeling approach to predicting cod recruitment. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 54(23-26):2810-2821.
- Vikebø, F., Jørgensen, C., Kristiansen, T., Fiksen, Ø. 2007. Drift, growth, and survival of larval Northeast Arctic cod with simple rules of behaviour. *Marine Ecology Progress Series* 347:207-219.
- Holliday, N.P., Hughes, S.L., Bacon, S., Beszczynska-Moller, A., Hansen, B., Lavin, A., Loeng, H., Mork, K.A., Osterhus, S., Sherwin, T., Walczowski, W. 2008. Reversal of the 1960s-1990s Freshening Trend in the North Atlantic and Nordic Seas. *Geophysical Research Letters* 35. L03614.
- Leterme, S.C., Pingree, R.D., Skogen, M.D., Seuront, L., Reid, P.C., Attrill, M.J. 2008. Decadal fluctuations in North Atlantic water inflow in the North Sea between 1958-2003: impact on temperature and phytoplankton populations. *oceanologia* 50(1):59-72.
- Skagseth, Ø. 2008. Recirculation of Atlantic Water in the western Barents Sea. *Geophysical Research Letters* 35, L11606, doi:10.1029/2008 GLO33785.
- Sundby, S., Nakken, O. 2008. Spatial shifts in spawning habitats of Arcto-Norwegian cod related to multidecadal climate oscillations and climate change. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 65(6):953-962.
- Aschan M. and Ingvaldsen, R. 2009, Recruitment of shrimp (*Pandalus borealis*) in the Barents Sea related to spawning stock and environment, *Deep-Sea Research II* 56: 2012-2022.
- Hjøllø, S.S., Skogen, M.D. and Svendsen, E. 2009, Exploring currents and heat within the North Sea using a numerical model, *Journal of Marine Systems* 78: 180-192.
- Hunegnaw, A., Siegismund, F., Hipkin, R., Mork, K.A. 2009. Absolute flow field estimation for the Nordic seas from combined gravimetric, altimetric, and in situ data. *Journal of Geophysical Research-Oceans* 114. C02022, doi:10.1029/2008JC004797
- Melsom, A., Lien, V.S., Budgell, W.P. 2009. Using the Regional Ocean Modeling System (ROMS) to improve the ocean circulation from a GCM 20(th) century simulation. *Ocean Dynamics* 59(6):969-981.
- Skogen, M.D., Mathisen, L.R. 2009. Long-term effects of reduced nutrient inputs to the North Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 82(3):433-442.
- Hanssen-Bauer, I., H. Drange, E.J. Førland, L.A. Roald, K.Y. Børsheim, H. Hisdal, D. Lawrence, A. Nesje, S. Sandven, A. Sorteberg, S. Sundby, K. Vasskog og B. Ådlandsvik (2009): *Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpassing*, Norsk klimasenter, september 2009, Oslo, 148 s.
- Albretsen, J., Roed, L.P. 2010. Decadal long simulations of mesoscale structures in the northern North Sea/Skagerrak using two ocean models. *Ocean Dynamics* 60(4):933-955.
- Smedsrud, L.H., Ingvaldsen, R., Nilsen, J.E.O., Skagseth, O. 2010. Heat in the Barents Sea: transport, storage, and surface fluxes. *Ocean Science* 6(1):219-234.

### Norskehavet, forfattere fra Planktongruppen

- Bagøien, E., Melle, W., Kaartvedt, S. (in prep). Seasonal dynamics of environmental factors and plankton in the Norwegian Sea. I. Mixing-depths, nutrients, chlorophyll and *Calanus*
- Bagøien, E., Melle, W., Kaartvedt, S. (in prep). Seasonal dynamics of environmental factors and plankton in the Norwegian Sea. II. Relations between physical factors, nutrients and plankton.
- Broms C, Melle W, Horne JK (submitted June 2010). Orientation mechanisms of herring feeding migration: the role of ecological gradients on an oceanic scale. *Marine Biology Research*
- Broms C, Melle W, Kaartvedt S (2009). Oceanic distribution and life cycle of *Calanus* species in the Norwegian Sea and adjacent waters. *Deep-Sea Research II*, 56:1910-1921.
- Broms, C. & Melle, W. (2007). Seasonal development of *Calanus finmarchicus* in relation to phytoplankton bloom dynamics in the Norwegian Sea. *Deep Sea Research (Part II, Topical Studies in Oceanography)*, 54(23-26): 2760-2775.
- Dalpadado P., B. Ellertsen, W. Melle & H. R. Skjoldal 1998. Summer distribution patterns and biomass estimates of macrozooplankton and micronekton in the Nordic Seas. *Sarsia* 83: 103-116.
- Gaard, E., Gislason, A., and Melle, W. 2006. Iceland, Faroe and Norwegian Coasts. In: A. Robinson and K. Brink (eds): *The Sea, Volume 14 – The Global Coastal Ocean: Interdisciplinary Regional Studies and Synthesis*. Chapter 26. Harvard University Press.
- Head, E.J.H., Melle, W., Pepin, P., Bagøien, E., Broms, C. (accepted). A comparative study of the ecology of *Calanus finmarchicus* in the Labrador and Norwegian seas. (*Progress in Oceanography*).
- Heath, M.R., O.S. Astthorsson, J. Dunn, B. Ellertsen, E. Gaard, A. Gislason, W.S.C. Gurney, A.T. Hind, X. Irigoien, W. Melle, B. Niehoff, K. Olsen, S. Skreslet & K.S. Tande 2000. Comparative analysis of *Calanus finmarchicus* demography at locations around the Northeast Atlantic. *ICES J. Mar. Sci.* 57: 1562-1580
- Hjøllø, S.S., Huse, G., Skogen, M. and Melle, W. (submitted). Modeling secondary production in the Norwegian Sea with a fully coupled physical/primary production/Individual-Based *Calanus finmarchicus* model system. *Marine Biology research*.
- Melle, W., Ellertsen, B. and Skjoldal, H.R. 2004. Zooplankton: The link to higher trophic levels. In: Hein Rune Skjoldal (ed.). *The Norwegian Sea Ecosystem*: 137-202. Tapir. Trondheim. 2004.
- Melle, W., Mork, K.A., Holst, J.C. (in prep). Climate, hydrography, plankton and herring of the Norwegian Sea ecosystem: a bottom-up driven system.
- Mueter, FJ, Broms, C, Drinkwater, KF, Friedland, KD, Hare, JA, Hunt, GL Jr, Melle, W, Taylor, M. (2009). Ecosystem responses to recent oceanographic variability in high-latitude Northern Hemisphere ecosystems. *Progress in Oceanography* 81: 93–110.
- Niehoff, B; Hirche, HJ (2000). The reproduction of *Calanus finmarchicus* in the Norwegian Sea in spring. *SARSIA*, 85 (1): 15-22.
- Pasternak A, Tande KS, Arashkevich E, Melle W (2004). Reproductive patterns of *Calanus finmarchicus* at the Norwegian midshelf in 1997. *J Plankton Res* 26 (8): 839-849.
- Stenevik, E.K, Melle, W., Gaard E., Gislason A., Broms, C., Prokopchuk, I. & Ellertsen, B. (2007). Egg production of *Calanus finmarchicus*-A basin-scale study. *Deep Sea Research (Part II, Topical Studies in Oceanography)*, 54(23-26): 2672-2685.
- Torgersen, T., S. Kaartvedt, W. Melle & T. Knutsen 1997. Large scale distribution of acoustic scattering layer at the Norwegian continental shelf and eastern Norwegian Sea. *Sarsia* 82: 87-

Barentshavet, forfattere fra Planktongruppen

- Dalpadado P., Skjoldal HR 1996. Abundance, maturity and growth of the krill species, *Thysanoessa inermis* and *T. longicaudata* in the Barents Sea. Marine Ecology Progress Series 144:175-183
- Dalpadado, P., Borkner N., Bogstad B., Mehl S. 2001. Distribution of *Themisto* (Amphipoda) spp. in the Barents Sea and predator-prey interactions ICES Journal of Marine Science 58: 876-895.
- Gjøsæter H., Dalpadado P., Hassel A., Skjoldal, H.R. 2000. A comparison of performance of WP2 and MOCNESS. Journal of plankton research 22:1901-1908.
- Gjøsæter H., Dalpadado P., Hassel, A. 2002. Growth of Barents Sea capelin (*Mallotus villosus* Müller) in relation to zooplankton abundance. – ICES Journal of Marine Science 59:959-967
- Dalpadado, P., Ingvaldsen R., Hassel, A. 2003. Zooplankton biomass variation in relation to climatic conditions in the Barents Sea. Polar Biology 26:233-241
- Dalpadado, P. 2002. Inter-specific variations in distribution, abundance and possible life cycle patterns of *Themisto* spp. (Amphipoda) in the Barents Sea. Polar Biology 25:656-666
- Dalpadado, P., Orlova, E., Knutsen T., Nesterova, V., Prokopchuk I. (accepted). Zooplankton - a link to higher trophic levels. In: Jakobsen, T. (Ed.), The Barents Sea Ecosystem: Russian-Norwegian Cooperation in Science and Management. Institute of Marine Research, Bergen, Norway
- Dalpadado, P., Knutsen T. 2010. Rapport Forvaltingsplan Barentshavet.

**Artikler hvor data fra snittene i Nordsjøen og Skagerrak brukes direkte (fysisk og kjemisk primært):**

- Ljøen, R. 1962, Om hydrografiske forhold i Skagerrak og den nordøstlige del av Nordsjøen, og deres betydning for fordelingen av brislingegg og yngel. Fiskets Gang 12.
- Ljøen, R. 1965, On the exchange of deep waters in the Skagerrak, Council meeting, ICES, Hydr. Comm., 157.
- Rasmussen, B. 1966, Temperaturforhold og rekefiske i Skagerrak 1962-66, Fiskets Gang, 53: 842-847
- Ljøen, R. 1970, Kalde vintres innflytelse på de hydrografiske forhold i Nordsjø-Skagerrak området, Fiskets og havet 2:1-7.
- Ljøen, R. 1971, On the temperature variation in the bottom water of the northern North Sea. ICES, Hydr. Comm., 33.
- Ljøen, R., Svansson, A. 1972, Long-term variations of subsurface temperatures in the Skagerrak. Deep-sea Res. 19:277-288.
- Ljøen, R. 1979. Ny utskiftning av vannmassene i Skagerrak-dypet. Fisken og havet 3:3-8.
- Sætra, R., Mork M. (eds.), 1981, The Norwegian Coastal Current, Proceedings from the Norwegian Coastal Current Symposium, Geilo, 9-12 sep. 1980, University of Bergen.
- Danielssen, D.S., Davidsson, L., Edler, L., Fogelqvist, E., Fonselius, S., Føyn, L., Hernroth, L., Håkansson B., Olsson, I., Svendsen, E. 1991. Skagex: some preliminary results, 33pp. ICES C.M. C:2.
- Dybern, B.I., Danielssen, D.S., Hernroth, L. and Svendsen, E. 1994. The Skagerrak Experiment - SKAGEX Report 1988-1994. TemaNord 1994:635.
- Larsson, P.O., Danielssen, D.S., Moksness, E., Munk, P., Nielsen, E. and Rudolphi, A-C. 1994. Rekruttering till torskbestånden i Kattegat och Skagerrak - rapport om fältundersökningarna i nordöstra Nordsjön, Skagerrak och Kattegat. TemaNord 1994:636.
- Munk, P., Larsson, P.O., Danielssen, D. and Moksness, E. 1995. Larval and small juvenile cod *Gadus morhua* concentrated in the highly productive areas of a shelf break front. Marine Ecology Progress Series, 125: 21-30.
- Svendsen, E. and Danielssen, D.S. 1995. Volume and nutrient transports in the northern North Sea and climate variability in the Skagerrak. NOWESP Second Annual Progress Report, 201-210.
- Gustafsson B. and Stigebrandt, A. 1996, Dynamics of the freshwater-influenced surface layers in the Skagerrak, Jour. Sea Res., 35(1-3): 39-53

- Svendsen, E., Berntsen, J., Skogen, M., Ådlandsvik, B., Martinsen, E., 1996. Model simulation of the Skagerrak circulation and hydrography during SKAGEX. *Journal of Marine Systems* 8 (3–4), 219–236.
- Aure, J., Danielssen, D.S., Sætre, R. 1996. Assessment of eutrophication in Skagerrak coastal waters using oxygen consumption in fjordic basis. *ICES Journal of Marine Science*, 53: 589-595.
- Danielssen, D.S., Svendsen, E. and Ostrowski, M. 1996. Long-term hydrographic variation in the Skagerrak based on the section Torungen-Hirtshals. *ICES Journal of Marine Science*, 53: 917-925.
- Danielssen, D.S., Edler, L., Fonselius, S. Hernroth, L., Ostrowski, M., Svendsen, E. and Talpsepp, L. 1997. Oceanographic variability in the Skagerrak and Northern Kattegat, May-June, 1990. *ICES Journal of Marine Science*, 54: 753-773.
- Laane, R.W.P.M., Svendsen, E., Radach, G., Groeneveld, G., Damm, P., Pätsch, J., Danielssen, D.S., Føyn, L., Skogen, M. & Ostrowski, M. 1997. Variability in the long-term advective nutrient fluxes (N, P, Si) to the North Sea (1976-1995). *Deutsche Hydrogr. Zeitschr.*
- Radach, G., Gekeler, J., Becker, G., Bot, P., Castaing, P., Colijn, F., Damm, P., Danielssen, D.S., Føyn, L., Gamble, J., Laane, R., Mommaerts, J.P., Nehring, D., Pegler, K., Van Raaphorst, W. & Wilson, J. 1997. The NOWESP Research Data Base. *Deutsche Hydrogr. Zeitschr.* Vol. 48, 3/4: 241-260.
- Visser, M., Batten, S., Becker, G., Bot, P., Colijn, F., Damm, P., Danielssen, D., van den Eynde, D., Føyn, L., Frohse, A., Groeneveld, B., Laane, R., Van Raaphorst, W., Radach, G., Schultz, H. & Sündermann, J. 1997. Time Series Analysis of Monthly Mean Data of Temperature, Salinity, Nutrients, Suspended Matter, Phyto- and Zooplankton at Eight Locations on the North-West European Shelf. *Deutsche Hydrogr. Zeitschr.* Vol. 48, 3/4: 299-324.
- Skogen, M.D., Aure, J., Danielssen, D.S. & Svendsen, E. 1998. Natural fertilisation of the marine environment – modelling of the Glomma flood 1995. *Sarsia* 83: 361-372.
- Aure, J., Danielssen, D.S., and Svendsen, E. 1998. The origin of Skagerrak coastal water off Arendal in relation to variations in nutrient concentrations. *ICES Journal of Marine Science*, 55: 610-619.
- Føyn, L. 1999. SKAGEX The Skagerrak Experiment. *Fisken og havet* 9, IMR.
- Munk, P., Larsson, P.O., Danielssen, D.S., Moksness, E. 1999. Variability in frontal zone formation and distribution of gadoid fish larvae at the shelf break in the northeastern North Sea. *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 177: 221-233.
- Fogelquist, E., Føyn, L., Hansen, H.P. and Danielssen, D. 1999. On correction of nutrient data based on the intercomparison exercises during the SKAGEX I and IV experiments. In L.Føyn (ed.) SKAGEX. The Skagerrak experiment. *Fisken og Havet* nr.9 - 1999: 22 pp
- Heilman, J.P., Danielssen, D.S., and Vagn Olsen, O. 1999. The potential of the Jutland coastal current as a transporter of nutrients into the Kattegat. In L.Føyn (ed.). SKAGEX. The Skagerrak experiment. *Fisken og Havet* nr.9 - 1999: 16 pp
- Lindahl, O., Andersson, B., Danielssen, D.S., Davidsson, L. and Hernroth, L. 1999. Subsurface phytoplankton populations east of Skagen in May 1991: A study of structure and productivity in relation to physical factors. In L.Føyn (ed.) SKAGEX. The Skagerrak experiment. *Fisken og Havet* nr.9 - 1999: 20 pp
- Søiland H., Skogen M.D., 2000, Validation of a three-dimensional biophysical model using nutrient observations in the North Sea, *ICES J. Mar. Sci.*, 57 (4), 816–823.
- Gjørseter, J., K. Lekve, N. C. Stenseth, H. P. Leinaas, H. Christie, E. Dahl, D. S. Danielssen, B. Edvardsen, F. Olsgaard, E. Oug, and E. Paasche. 2000. A long-term perspective on the *Chrysochromulina* bloom on the Norwegian Skagerrak coast 1988: a catastrophe or an innocent incident? *Marine Ecology Progress Series* 207: 201-218.
- Aure, J., Danielssen, D., Skogen, M., Svendsen, E., Søiland, H. and Petterson, L. 2001. Environmental conditions during the *Chattonella* bloom in the North Sea and Skagerrak in May 1998. pp. 82-85 in: *Harmful Algal Blooms 2000*. Hallegraeff, G.M. B., Blackburn, S.I., Bolch, C.J. and Lewis, R.J. (Eds), Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, Paris.
- Sætre, R., Aure, J., Danielssen, D., 2003. Long-term hydrographic variability patterns of the Norwegian coast. Hydrobiological variability in the ICES-area, 1990-1999. *ICES Marine Science Symposia*, 219: 150-159.



- Truesdale, V.W., Danielssen, D., Waite, T., 2003. Summer and winter distributions of dissolved iodine in the Skagerrak. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56:1-13 .
- Melsom, A. 2005, Mesoscale activity in the North Sea as seen in ensemble simulations, *Ocean Dynamics*, 55, doi 10.1007/s10236-005-0016-3
- Winther, N. G., Evensen, G. 2006, A hybrid coordinate ocean model for shelf sea simulation, *Ocean Modelling*, 13, doi:10.1016/j.ocemod.2006.01.004
- Albretsen, J. 2006, The Skagerrak's circulation sensitivity to external forcing, Ph.D. dissertation, University of Oslo
- Sætre, R. (ed.), 2007, *The Norwegian Coastal Current – Oceanography and climate*, Institute of Marine Research, Tapir Academic Press; Trondheim
- Røed L. P. and Albretsen, J. 2007, The impact of freshwater discharges on the ocean circulation in the Skagerrak/northern North Sea area Part 1: model validation, *Ocean Dynamics*, 57, doi 10.1007/s10236-007-0122-5
- Leterme, S.C. R. Pingree, D. Skogen, M.D. Seuront, L. Reid P.C., Attrill, M.J. 2008, Decadal fluctuations in North Atlantic water inflow in the North Sea between 1958-2003: impacts on temperature and phytoplankton populations, *Oceanologia*, 50, 59-72.
- Hjøllo, S.S. Skogen M.D., Svendsen, E. 2009, Exploring currents and heat within the North Sea using a numerical model, *J. Mar. Syst.*, 78, 180-192.
- Skogen, M.D., Mathisen, L.R. 2009, Long-term effects of reduced nutrient inputs to the North Sea, *Estuarine Coastal Shelf Sci.*, 82, 433–442.
- Albretsen, J. 2009, Sensitivity of surface forcing in ocean modelling, met.no Note no. 29, Norwegian Meteorological Institute
- Albretsen, J., Røed, L.P. 2010, Decadal long simulations of mesoscale structures in the northern North Sea/Skagerrak using two ocean models, *Ocean Dynamics*, 60, doi 10.1007/s10236-010-0296-0,

**Oversikt (ikke komplett) fra E. Dahl angående temaet ”Skadelige alger og plankton generelt”**

- Dahl, E., Danielssen, D.S. 1981. Hydrography, nutrients and phytoplankton in the Skagerrak along the section Torungen-Hirtshals, January-June 1980. In: Sætre, R. & Mork, M. (Editors), *The Norwegian coastal current. University of Bergen, Bergen:* pp. 294-310. (P)
- Dahl, E., Danielssen, D.S., Bøhle, B. 1982. Mass occurrence of *Gyrodinium aureolum* Hulburt and fish mortality along the southern coast of Norway in September-October 1981. *Flødevigen rapportser.1982, (4):* 1-15. (P)
- Dahl, E. 1983. Overvåkning av *Gyrodinium aureolum* høsten 1983. *Norsk Fiskeoppdrett*, 1983 (11): 28. (R)
- Dahl, E., Tangen, K. 1983. Forekomsten av *Gyrodinium aureolum* høsten 1982. *Norsk Fiskeoppdrett*, 1983 (1): 17-19. (R)
- Dahl, E., Danielssen, D.S. 1985. *Gyrodinium aureolum* høsten 1981. Observasjoner langs kysten av Sør-Norge. *Flødevigen, Meldinger* 1985 (3): 75-87. (R)
- Dahl, E., Tangen, K. 1985. Urovekkende mengder av "brunalgen" langs kysten. *Norsk Fiskeoppdrett* 1985 (9): 12-15. (R)
- Dahl, E., Yndestad, M. 1985. Diarrhetic shellfish poisoning (DSP) in Norway in the autumn 1984 related to the occurrence of *Dinophysis* spp. In: Anderson, D.M., White, A.W. & Baden, D.G. (Editors), *Toxic dinoflagellates*. Elsevier, New York, pp. 495-500. (P)
- Dahl, E., Danielssen, D.S., Hognestad, P.T. 1986. Hydrografisk snitt Torungen-Hirtshals 1985. *Flødevigen Meldinger* 1986 (1): 1-33. (R)
- Dahl, E., Danielssen, D.S., Hognestad, P.T. 1987. Hydrografisk snitt Torungen-Hirtshals 1986. *Flødevigen Meldinger* 1987 (5): 1-30. (R)
- Dahl, E., Danielssen, D.S., Semb, A., Tangen, K. 1987. Precipitation and run-off as a fertilizer to a *Gyrodinium aureolum* Hulburt bloom. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer* 187: 66-73. (P)

- Dahl, E. 1988. Masseoppblomstring av *Chrysochromulina polylepis* i Skagerrak i mai 1988. *Vann 1988 (3B)*: 512-523. (R)
- Dahl, E. 1989. Monitoring of toxic phytoplankton causing fish mortality and mussel toxicity in Norwegian waters. In: De Pauw, N., Jaspers, E., Ackefors, H. & Wilkins, N. (Editors), *Aquaculture - A biotechnology in progress*. European Aquaculture Society, Bredene, Belgium, pp. 21-28. (P)
- Dahl, E., Danielssen, D.S. & Hognestad, P.T. 1989. Hydrografisk snitt Torungen-Hirtshals 1988. *Flødevigen Meldinger 1989 (7)*: 1-35. (R)
- Dahl, E., Lindahl, O., Paasche, E. & Thronsen, J. 1989. The *Chrysochromulina polylepis* bloom in Scandinavian waters during spring 1988. In: Coper, E.M., Bricej, V.M. & Carpenter, E.J. (Editors), *Novel Phytoplankton Blooms*, Springer Verlag, Berlin, pp. 383-405. (P)
- Underdal, B., Skulberg, O., Dahl, E. & Aune, T. 1989. Disastrous bloom of *Chrysochromulina polylepis* (Prymnesiophyceae) in Norwegian coastal waters 1988 - Mortality in marine biota. *Ambio 18*: 265-270. (P)
- Brockmann, U.H. & Dahl, E. 1990. Distribution of organic compounds during a bloom of *Chrysochromulina polylepis* in the Skagerrak. In: Granéli, E., Sundström, B., Edler, L. & Anderson, D.M., *Toxic Marine Phytoplankton*, Elsevier, New York, pp.104-109. (P)
- Dahl, E. & Tangen, K. 1990. *Gyrodinium aureolum* bloom along the Norwegian coast in 1988. In: Granéli, E., Sundström, B., Edler, L. & Anderson, D.M., *Toxic Marine Phytoplankton*, Elsevier, New York, pp.123-127. (P)
- Dahl, E., Danielssen, D.S. & Hognestad, P.T. 1990. Hydrografisk snitt Torungen-Hirtshals 1989. *Flødevigen Meldinger 2,1990* : 1-28. (R)
- Lindahl, O. & Dahl, E. 1990. On the development of the *Chrysochromulina polylepis* bloom in the Skagerrak in May - June 1988. In: Granéli, E., Sundström, B., Edler, L. & Anderson, D.M., *Toxic Marine Phytoplankton*, Elsevier, New York, pp.189-194. (P)
- Aure, J., Dahl, E., Hovind, H. & Magnusson, J. 1991. Langtidsovervåkning av trofisisituasjonen i kystvannet langs Sør-Norge. *Hydrografi/hydrokjemi. NIVA-Rapport, TA-nr. 769/1991:1-93*. (R)
- Dahl, E., Danielssen, D.S. & Hognestad, P.T. 1991. Hydrografisk snitt 1990 Torungen-Hirtshals. Nr.2/1991/HFF: 1-28. (R)
- Aure, J., Dahl, E., Hovind, H. & Magnusson, J. 1992. Langtidsovervåkning av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Hydrografi/hydrokjemi. Datarapport 1991. NIVA-rapport l.nr. 2723: 1-87. ISBN 82-577-2089-5*. (R)
- Dahl, E. 1992. Forhøyet dødelighet blant *Ceratium* spp. under en oppblomstring av *Chrysochromulina polylepis* ? (5 p. + 5 figs.) In: Skulberg O.M. og Skulberg R. (edit.). *Toksinproduserende Alger - Forskning på frammarsj*. Norsk Institutt for Vannforskning, Oslo. ISBN-82-577-2144-1 (R)
- Dahl, E. 1992. Algeoppblomstringer i Skagerrak - næringsbegrenset? NFFR-nytt nr. 9, 1992: 7-8. (NFFR Rapportsammendrag nr. 11 1992) (R)
- Dahl, E. 1992. Algeoppblomstringer i Skagerrak - fosfor eller nitrogenbegrenset? NFFR-Sluttrapport, prosjekt nr. 1202-703.017, 8 p. + 9 figs. (R)
- Dahl, E. & Danielssen, D.S. 1992. Long-term observations of oxygen in the Skagerrak. *ICES mar. Sci. Symp.*, 195: 455-461. (P)
- Danielssen, D.S. & Dahl, E. 1992. Variability of nutrients and chlorophyll in the Skagerrak, 1980-1990. *ICES mar. Sci. Symp.*, 195: 462-464. (P)
- Dahl, E. og Knutsen J.A. 1993. Skadelige alger langs kysten - noe vi må leve med. *Norsk Fiskeoppdrett* nr. 3-93: 40-42. (R)
- Dahl, E. & Tangen, K. 1993. 25 years experience with *Gyrodinium aureolum* in Norwegian waters. pp.15-21 in: Smayda, T.J. & Shimizu, Y. (edit.) *Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea*. Elsevier, New York. (P)
- Aure, J., Dahl, E., Hovind, H. & Magnusson, J. 1992. Langtidsovervåkning av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Hydrografi/hydrokjemi. Datarapport 1992. NIVA-rapport l.nr. 2909, 1-75. ISBN 82-577-2284-7*. (R)

- Aure, J., Dahl, E., Green, N., Magnusson, J., Moy, F., Pedersen, A., Rygg, B. & Walday M. 1993. Langtidsovervåkning av trofisisituasjonen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1991 og Samlerapport 1990-1991. NIVA-Rapport, TA-nr. 914/1993: 1-100. (R)
- Aure, J., Dahl, E., Green, N., Magnusson, J., Moy, F., Pedersen, A., Rygg, B. & Walday M. 1993. Langtidsovervåkning av trofisisituasjonen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1992. NIVA-Rapport, TA-nr. 972/1993: 1-99. (R)
- Aure, J. & Dahl, E. 1994. Oxygen, nutrients, carbon and water exchange in the Skagerrak Basin. *Continental Shelf Research*, 14: 965-977. (P)
- Aure, J., Dahl, E., Hovind, H., Magnusson, J. og K. Sørensen 1994. Langtidsovervåkning av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Hydrografi/hydrokjemii. Datarapport 1993. NIVA-rapport l.nr. 3032: 1-63. ISBN 82-577-2488-2. (R)
- Aure, J., Dahl, E., Johnsen, T. og Magnusson, J. 1995. Langtidsovervåkning av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Hydrografi/hydrokjemii/planteplankton. Årsrapport perioden 1.1.93-1.6.94. NIVA-rapport, Overvåkningsrapport 598/95, 63 s. (R)
- Pedersen, A., Aure, J., Dahl, E., Green, N.W., Johnsen, T., Magnusson, J., Moy, F., Rygg, B. og Walday, M. 1995. Langtidsovervåkning av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Fem års undersøkelser: 1990-1994. Hovedrapport. Overvåkningsrapport nr. 624a/95, 150 s. (R)
- Pedersen, A., Aure, J., Dahl, E., Green, N.W., Johnsen, T., Magnusson, J., Moy, F., Rygg, B. og Walday, M. 1995. Langtidsovervåkning av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Fem års undersøkelser: 1990-1994. Vedleggsrapport. Overvåkningsrapport nr. 624b/95, 269 s. (R)
- Pedersen, A., Aure, J., Dahl, E., Green, N.W., Johnsen, T., Magnusson, J., Moy, F., Omli, L., Rygg, B. og Walday, M. 1996. Langtidsovervåkning av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Årsrapport 1995. Hovedrapport. Statlig program for forurensningsovervåkning. Overvåkningsrapport nr. 680A TA-nr. 1393/1996, 101 s. (P)
- Pedersen, A., Aure, J., Dahl, E., Green, N.W., Johnsen, T., Lømsland, E., Magnusson, J., Moy, F., Omli, L., Rygg, B. og Walday, M. 1997. Langtidsovervåkning av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Årsrapport 1996. Statlig program for forurensningsovervåkning. Overvåkningsrapport nr. 721 TA-nr. 1508/1997, 126 s. (R)
- Dahl, E., Edvardsen, B. and Eikrem, W. 1998. Chrysochromulina blooms in the Skagerrak after 1988. pp. 104-105 in: *Harmful Microalgae*. Reguera, B., Blanco, J., Fernández, M.L. and Wyatt, T. (Eds), Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, Paris. (P)
- Dahl, E. and Johannessen, T. 1998. Temporal and spatial variability of phytoplankton and chlorophyll a: lessons from the south coast of Norway and the Skagerrak. *ICES Journal of Marine Science*, 55: 680-687. (P)
- Horstmann, U., Lu, D., Göbel, J., Davidof, A., Dahl, E. and Kaas, H. 1998. Tracing a toxic algal bloom of *Chattonella* around the southern Norway and West Juetland, using MOS and SeaWiFS satellite data. 2<sup>nd</sup> International Workshop on MOS-IRS and Ocean Colour, Wissenschaft und Technik Verl., Berlin, 1998, pp. 303-311. (R)
- Aure, J., Dahl, E., Danielssen, D.S. og Sjøiland, H. 2000. *Chattonella* - en ny skadelig alge i norske kystfarvann. *Fisken og Havet*, Særnummer 2-2000: 135-138 (R)
- Backe-Hansen, P., Dahl, E. and Danielssen, D.S. 2001. On the bloom of *Chattonella* in the North-Sea/Skagerrak in April-May 1998. pp. 78-81 in: *Harmful Algal Blooms 2000*. Hallegraeff, G.M. B., Blackburn, S.I., Bolch, C.J. and Lewis, R.J. (Eds), Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, Paris. (P)
- Backe-Hansen, P., Danielssen, D., Dahl, E., Dybern, B.I., Hernroth, L. and Ostrowski, M. 2002. Variation in space and time of different phytoplankton species during Skagex I. *Fisken og Havet* Nr. 1-2002: 1-30 + 11 p. appendix. (R)
- Moy, F., Aure, J., Dahl, E., Green, N., Johnsen, T., Lømsland, E., Magnusson, J., Omli, L., Oug, E., Pedersen, A., Rygg, B. og Walday, M. 2002. Langtidsovervåkning av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Tiårsrapport 1990-1999. SFT-rapport 848/02, TA-1883/2002-06-25, NIVA-rapport 4543-2002, 136 s. (R)
- Dahl, E., Bagøien, E., Edvardsen, B. & Stenseth, N.C. 2005. The dynamics of *Chrysochromulina* species in the Skagerrak in relation to environmental conditions. *Journal of Sea Research* 54: 15-24.



- Magnusson, J., Dahl, E., Falkenhaus, T., Johnsen, T., Lømsland, E.R., Jåvold, T., Omli, L. 2005. Langtidsovervåkning av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkningsprogrammet. Hydrografi/hydrokjemi/plankton. Datarapport 2004. SFT, Statlig program for forurensningsovervåkning. Rapport 935/2005, 54 s.
- Moy, F., Aure, J., Dahl, E., Falkenhaus, T., Green, N., Johnsen, T., Lømsland, E., Magnusson, J., Omli, L., Olsgaard, F., Pedersen, A., Rygg, B., Walday, M. 2005. Langtidsovervåkning av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkningsprogrammet. Årsrapport for 2004. SFT, Statlig program for forurensningsovervåkning. SPFO-rapport 928/2005, 93 s.
- Dahl, E., Bagoien, E., Edvardsen, B., Stenseth, N.C. 2005. The dynamics of *Chrysochromulina* species in the Skagerrak in relation to environmental conditions. *Journal of Sea Research* 54(1):15-24.
- Lekve, K., Bagøien, E., Dahl, E., Edvardsen, B., Skogen, M.D., Stenseth, N.C. 2006. Environmental forcing as a main determinant of bloom dynamics of the algae *Chrysochromulina* spp. *Proceedings of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences*, in press.
- Johannessen, T., Dahl, E., Lindahl, O. 2006. Overgrazing of edible algae as a mechanism behind red tides and harmful algal blooms . *African Journal of Marine Science* 28(2):0-000.

## Vedlegg 2    Evaluering av Torungen – Hirtshals-snittet

### Variabilitet, observasjonsfrekvens og utsagnskraft

Generelt vil kvaliteten av overvåkingen innen et område i stor grad være avhengig av innsats. Gjennomsnittsverdier, aggregater og avledete verdier blir sikrere dersom antall observasjoner øker og observasjonene er hensiktsmessig fordelt i tid og rom. Det vil imidlertid være slik at en økt innsats (eksempelvis frekvens) ut over en viss grense kan gi liten eller ingen forbedring av datakvalitet og utsagnskraft (feilreduksjon blir liten). Utfordringen vil være å finne balansepunktet der utsagnskraften er høy (akseptabel) og innsatsen minimalisert (kost – nytte balanse). Det vil være flere momenter som påvirker en slik grenseverdi og dermed innvirker på nødvendig innsats/frekvens. I områder med høy variabilitet, f.eks. kystvann eller områder hvor mange ulike vannmasser møtes, kan det stilles lavere krav til nøyaktighet, men til gjengjeld må det vesentlig høyere frekvens for å fange opp variabiliteten. Krav til frekvens vil også kunne variere betydelig gjennom året og være avhengig av hva som måles. I områder med lavere variabilitet vil man derimot kunne ha langt færre observasjoner (lavere frekvens) for å gi akseptable årsmidler og for å kunne beskrive sesongmessige variasjoner.

Design av overvåkningsprogrammer, styrken i utsagnskraften og parameterlister er viktig i forhold til bruken av overvåkningsdata. En reduksjon i frekvens, områdedekning eller parameter vil kunne svekke utsagnskraften i et datasett betydelig. Dette vil være særlig kritisk i forbindelse med trendovervåking i områder med høy variabilitet og for parametere som viser stor ”naturlig” variabilitet.

### Variabilitet i Nordsjøen og Skagerrak

Vannmassene i Nordsjøen strømmer hovedsakelig mot klokken, og omtrent 70 % av vannet går innom Skagerrak før det forlater området nordover som en del av Den norske kyststrømmen. Mellomårlige variasjoner i sirkulasjonen har stor innflytelse på økosystemet i Nordsjøen. De viktigste årsakene til variasjonene er endringer i innstrømning av atlantisk vann, vindforhold, varmeutveksling med atmosfæren og ferskvannstilførselen fra Østersjøen, elver fra det europeiske kontinentet og elver lokalt rundt Skagerrak. Skagerrak er en del av overgangsområdet mellom Østersjøen og Nordsjøen og er sterkt påvirket av begge gjennom eksemplvis årstidsvariasjoner. De hydrobiologiske forhold er svært komplekse og dynamiske og til dels ukjente. Ettersom mesteparten av vannmassene i Nordsjøen strømmer innom Skagerrak, er produksjonen i Skagerrak høy gjennom tilførsler og fokusering av biomasse. Produksjonen i Skagerrak er nesten dobbelt så høy pr. flateenhet som i Nordsjøen.

Av de fem faste snittene som Havforskningsinstituttet har hatt i Nordsjøen og Skagerrak, dekker Feie-Shetland og Utsira-Vest det nordligste området hvor den vesentligste delen av innstrømningen av atlantiske vannmasser til Nordsjøen finner sted. Hanstholm-Aberdeen dekker gruntvannsområdet sør for Norskerenna i den midtre delen av Nordsjøen, og Oksøy-Hanstholm dekker grenseflaten mot Skagerrak. Torungen-Hirtshals dekker den sentrale delen av Skagerrak med innstrømningen av Nordsjøvannmasser av ulikt opphav på dansk side, og

Den norske kyststrømmen på norsk side med innblanding av Østersjø-vannmasser og elvevann. I tillegg får man her tydelige signaler på variasjoner i innstrømning av atlantiske vannmasser langs skråningen av den dype Norskerenna.

### **Oppsummering av Ottersen et al. (1998 og 2003) sin analyse av romlig og tidsmessig variabilitet og design av overvåkningsprogram og metoder**

I deres analyse var Skagerrak benyttet som testområde og eutrofiering som belastnings-element (problemstilling). Under er noen av deres konklusjoner gjengitt.

*”Det er en klar sammenheng mellom variabiliteten i parametrene og kravene som stilles til hyppighet og nøyaktighet på målingene. I områder med liten variabilitet på kort tidsskala, f.eks. i dypet av Norskehavet, er det behov for målinger med høy nøyaktighet, mens hyppigheten kan være liten. I områder med stor variabilitet på kort tidsskala over korte avstander, som i de øvre lag i Skagerrak, vil kravene til målenøyaktighet ofte være mindre. Her må det til gjengjeld måles vesentlig oftere for å fange opp variabiliteten”.*

Videre konkluderer de med at:

*”Overvåkingen kompliseres av at det er store forskjeller mellom de ulike eutrofi-relevante variablene både mht størrelsen på variansen i løpet av året og når på året maksimums- og minimumsverdier inntreffer”.* Det vil med andre ord være behov for ulik frekvens i innsamlingen av ulike overvåkningsparametere for å kunne fange opp hovedtrekkene gjennom en sesong.

I sammendraget sier de angående snittet Torungen-Hirtshals at: *”Hovedmålsetningen med faste snitt er å overvåke storskala variasjon i hydrografi og næringsalter. Snittet Torungen-Hirtshals tas i dag med en hensiktsmessig hyppighet på ca 1 gang i måneden. Avstanden mellom stasjonene, i størrelsesorden 10 km inne ved kysten og 20 km i de sentrale områdene, er i overensstemmelse med det som er funnet ønskelig ut fra variabilitetsberegninger”.* Dette vil være en frekvens og stasjonsavstand som fanger opp hovedstrukturen, men som vil kunne bomme på maksimums- og minimums-episoder. Dersom ytterpunktene skulle fanges opp, konkludere de med at det vil *”...være ønskelig med ukentlige snittmålinger i de øvre 50-100 m over hele snittet.”* Denne strategien vil kun være mulig dersom man inkluderer automatiserte målinger.

### **Analyse av frekvensendringer vs. standardavvik for snittet Torungen-Hirtshals som et ”Case study”**

For å illustrere og tallfeste sammenhengen mellom presisjon i måleserien og innsats/målefrekvens, er standardavviket beregnet for hydrografi, næringsstoffer og klorofyll-a for en kyststasjon i overflaten og i dypet samt i overflaten midt i Skagerrak. Forenklet sagt har vi beregnet standardavviket ut fra ulik målefrekvens pr. år basert på ekte data fra tidsrommet 2000-2009. Dette standardavviket bør sees i forhold til det naturlige standardavviket som hver parameter har ut fra normale årstidsvariasjoner.

Sekvensen av Figur 1-6 under viser standardavvik for målte parametre (hydrografi, næringsalter og chlorofyll-a) fra stasjon 201 (1 nautisk mil fra Torungen) i 5 og 75 m dyp, samt fra stasjon 230 (midt mellom Torungen og Hirtshals) i 5m dyp, ut fra ulik frekvens på måletaking. Stasjon 201 er et av punktene langs snittet Torungen – Hirtshals som har høyest variabilitet med sin plassering i den norske kyststrømmen, og den representerer godt norske kystvannmasser. I tillegg til de 12 gangene stasjonen blir målt sammen med de andre 11 stasjonene på tvers av Skagerrak, blir denne stasjonen målt enda 10 ganger som en del av Kystovervåkingen. Ved å analysere denne stasjon er det mulig å se på effektene av også å øke innsatsen på snittet ytterligere fra dagens 12 prøvetakinger pr. år. Stasjon 230 ligger midt i Skagerrak og har lavere variabilitet enn kystvann, men er til tross for sin plassering relativt langt fra land også periodevis influert av kystvannmasser. Det er derfor ikke tilrådelig å sammenlikne statistiske beregninger fra denne stasjonen med stasjoner i Norskehavet og Barentshavet som ligger langt til havs.

For å beregne standardavvikene, er først alle 22 (12 for stasjon 230) observasjoner (pr. år) i tidsrommet 2000-2009 samlet, og standardavviket til alle verdiene (altså full måleserie) er angitt med verdien lengst til høyre i grafene. Neste steg består i å finne ett tilfeldig tall mellom 1 og 22(12), og der observasjon nr. i forhold til kronologisk rekkefølge, blir fjernet fra tidsserien i alle de ti årene. Denne øvelsen ble gjort 1000 ganger, og midlere standardavvik til de reduserte tidsseriene er plottet for frekvens på 21 målinger pr. år. Samme øvelsen ble så gjort slik at standardavvik for tidsserier ned til 4 måletakinger pr. år ble funnet. Middelverdiene til fulle og reduserte tidsserier (angitt med +/- fra middelverdi) er angitt med tekst over hver graf slik at man har en referanse til størrelsen på standardavvikene. Øvelsen ble utført 1000 ganger (gjenspeiler om vi hadde hatt 1000 10-års dataserier) for å fange opp alle mulige kombinasjoner av frekvensendring. I praksis vil man velge måleserier slik at alle årstider er representert, og ettersom mange parametre varierer størst mellom årstidene, vil dette gi relativt høyt (naturlig) standardavvik. En samling av målinger innen en enkelt årstid vil da f.eks. gi en unaturlig lav variabilitet. For å sammenlikne variabiliteten av 1000\*10-år med data og kun de 10 faktiske årene, er samme øvelsen gjort med en enkelt simulering. Reduksjonsendringen er da helt tilfeldig i tid, og standardavviket for hver målefrekvens vil kunne variere fra simulering til simulering. Øvelsen med å gjenta reduksjon i frekvens 1000 ganger er utført for å glatte ut alle mulige kombinasjoner av frekvensendring.

Ved å se de reelle målingenes standardavvik samt differansen i standardavviket når enkelte fjernes, får man et kvantitativt uttrykk for usikkerheten/feilen til reduserte måleserier som igjen har betydning for utsagnskraften til tidsserien.

### **Oppsummering av utsagnskraften i måleseriene i forhold til reduksjon i frekvens**

Ved å se på økningen i usikkerhet/feil fra den statistiske evalueringen av måleserien kan vi få frem skillet mellom frekvens som er nødvendig for å øke presisjonen raskt (feilen minker) og frekvens hvor en må/bør vurdere metodikken for bedre presisjonsoppnåelse (dvs. man er på det stadiet at man ikke oppnår så mye bedre presisjon ved å øke frekvensen). Denne estimeringen er utført, basert på Figurene 1-6, for hver parameter samt for tre ulike vannmasser i Skagerrak. Stasjon 201, 5m ligger sentralt i den norske kyststrømmen og

representerer kystvannmasser. Stasjon 201, 75m ligger under kyststrømmen og er kjent med lavere variabilitet. Stasjon 230, 5m ligger midt i Skagerrak, har lavere variabilitet enn kystvann, men kan være influert av kystvann fra både dansk og norsk side. Bemerk at antall målepunkt vil generelt avhenge av valgt tidspunkt på året for å fange opp viktige prosesser. Tabellen under er basert på en ren statistisk analyse uavhengig av måletidspunkt i løpet av året og viser anbefalt målefrekvens (pr. år) ut fra kriteriet om å angi måleintervaller som kan gi god, økende presisjon. Tallene er estimert fra det negative stigningstallet til grafene i Fig. 1-6.

	Saltholdighet	Temperatur	Nitrat	Fosfat	Silikat	Klorofyll-a
St. 201, 5m	11-13	11-14	9-12	12-14	13-15	16-22
St. 201, 75m	8-9	11-14	9-12	11-13	8-10	
St. 230, 5m	7-9	9-11	8-10	10-12	8-11	8-10

Basert på denne analysen fastslår vi at kystvann bør måles minst 12 ganger pr. år for alle parametre med unntak av klorofyll-a som har behov for tettere oppfølging enn vi har kunnet vise med denne analysen. For vannmasser i mer åpent hav bør målefrekvensen være minst 7-8 ganger pr. år, men i motsetning til for kystvannmasser lar ikke dette resultatet seg overføre til andre havområder grunnet den komplekse dynamikken i Nordsjøen/Skagerrak. Det er avgjørende å vurdere viktige tidspunkter i forhold til de ulike problemstillingene som skal følges opp dersom frekvensen skal reduseres i forhold til dagens nivå. Den optimale målefrekvensen ser ut til å være 12 ganger pr. år sett alle parametere under ett. Eventuelle kutt vil føre til tap av informasjon for en eller flere problemstillinger, men analysene viser et en maksimal reduksjon på 2 pr. år er mulig. Eventuelle bortfall av dekninger må gjøres på en slik måte at man minimalisere tapet av informasjon. Med utgangspunkt i de problemstillingene man har i Skagerrak vil det kun være forsvarlig å kutte november og desember. Kutt av andre måneder vil føre til et betydelig tap av informasjon for en eller flere av parameterens utsagnskraft og dermed svekket mulighet til å gi god råd og tilstandsvurderinger. Ytterligere reduksjon er ikke å anbefale, da det får stor innvirkning på dataenes utsagnskraft.

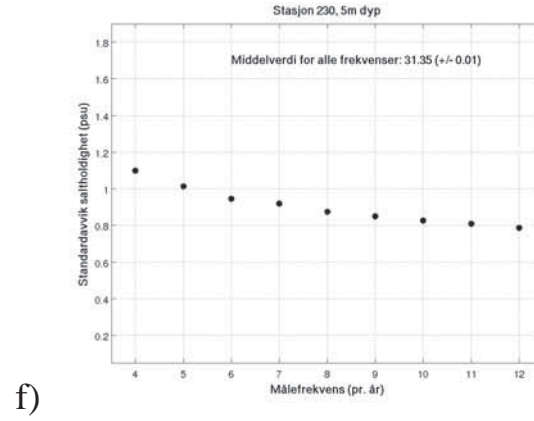
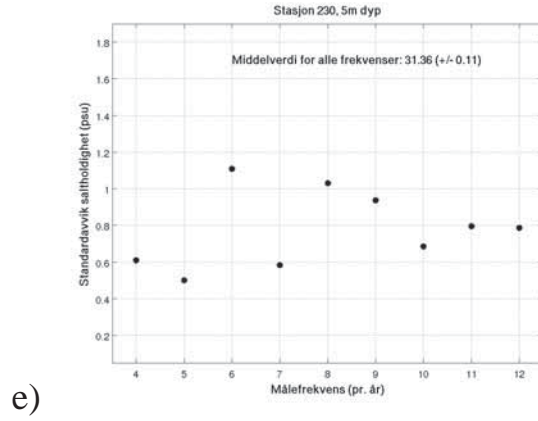
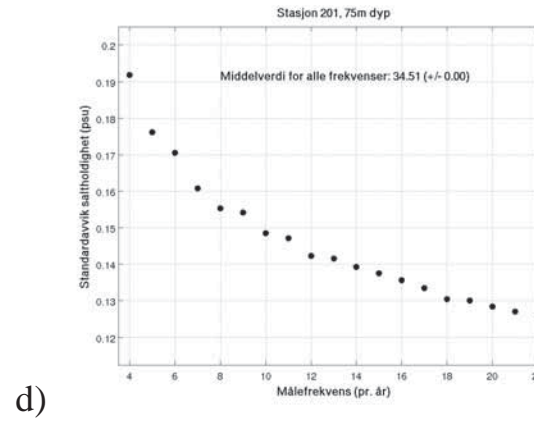
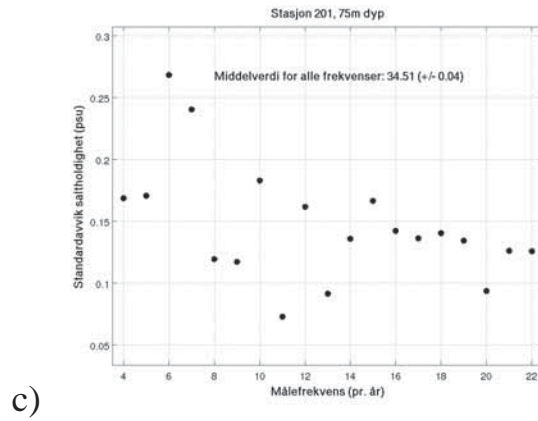
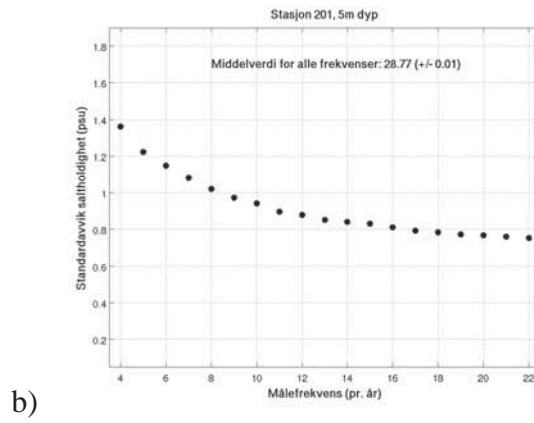
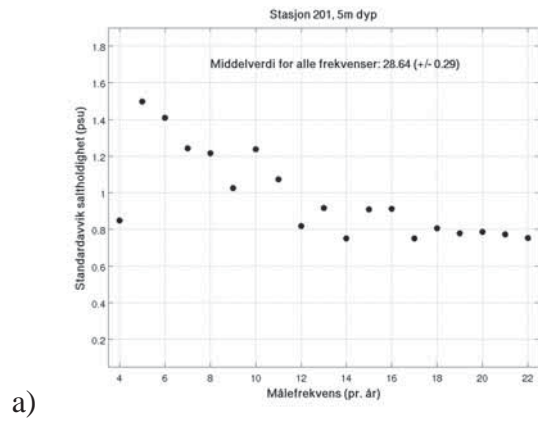
**Figur 1-6.** Standardavvik er beregnet fra ulike målefrekvenser for stasjon 201 og 230 i Torungen-Hirtshals-snittet, hhv. plassert i den norske kyststrømmen (a-d) og midt i Skagerrak (e-f). Verdier nær overflaten i 5m (a-b og e-f) er hentet fra begge stasjonene i tillegg til 75m dyp (c-d) fra kyststasjonen. Figurene til venstre (a, c og e) viser hvordan standardavviket i måleserien endrer seg mellom dagens dekning (verdien lengst til høyre i hvert panel) og med en reduksjon ned til 4 måletidspunkt pr. år og der data er fjernet tilfeldig uavhengig av sesong i året. Figurene til høyre (b, d, og f) viser hvordan standardavviket endres med målefrekvens når samme øvelsen er gjort 1000 ganger og verdiene er midlet over alle de simuleringene (tilsvarer en 1000\*10års dataserie). Klorofyll-a (Fig. 6) er kun vist med verdier på 5m dyp ettersom målinger utføres kun ned til 50m.

**Figure 1-6.** The standard deviations (SD) are given for different observation frequencies for station 201 and 230 in the Torungen-Hirtshals section, placed respectively in the Norwegian Coastal Current (a-d) and mid Skagerrak (e-f). Values close to the sea surface in 5m depth (a-b and e-f) are from both stations in addition to 75 m depth (c-d) from the coastal station (station 201 in the Skagerrak transect). The panels to the left in figures 1-6 (a, c, e) give the change of the SD in the measurements for the present observation frequency (the rightmost values in each panel) and further reduction in frequencies to 4 observations per year where data are removed stochastically independent of season. The panels to the right in figures 1-6 (b, d, f) give the changes in SD with observation frequency when the above method is repeated 1000 times, and results are given as mean of SDs for all the simulations (equals 1000\*10 year data sets). Chlorophyll-a (figure 6) is only given with data from 5 m depth.

**Figur 1.** Saltholdighet *Salinity*

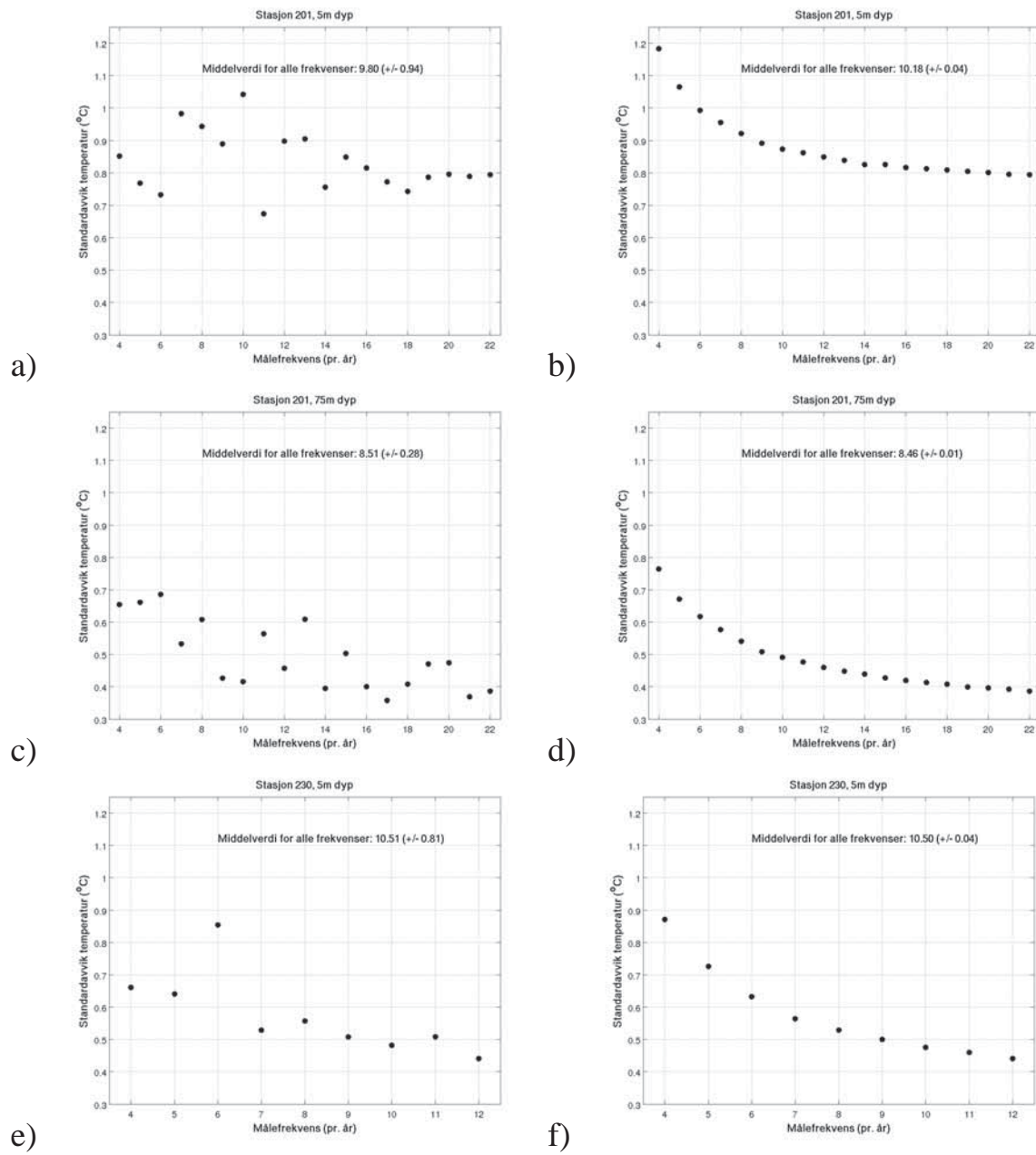
Legg merke til endring av y-akseintervall mellom 5 m- og 75 m-verdier.

*Please note the change in the y-axis-interval between 5-m and 75-m values.*





**Figur 2.** Temperatur *Temperature*



**Figur 3. Nitrat Nitrate**

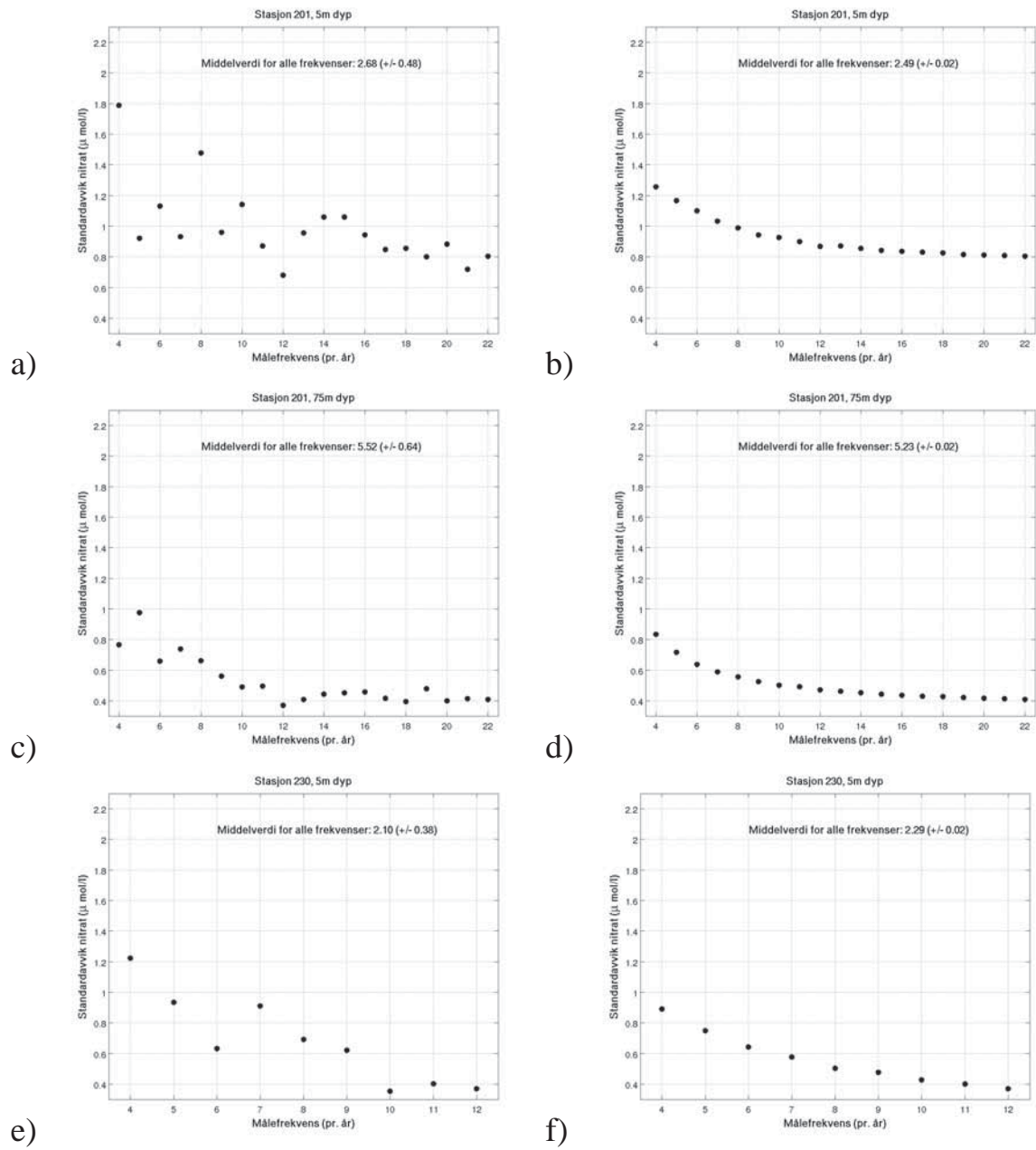


Figure 4. Fosfat.Phosphate

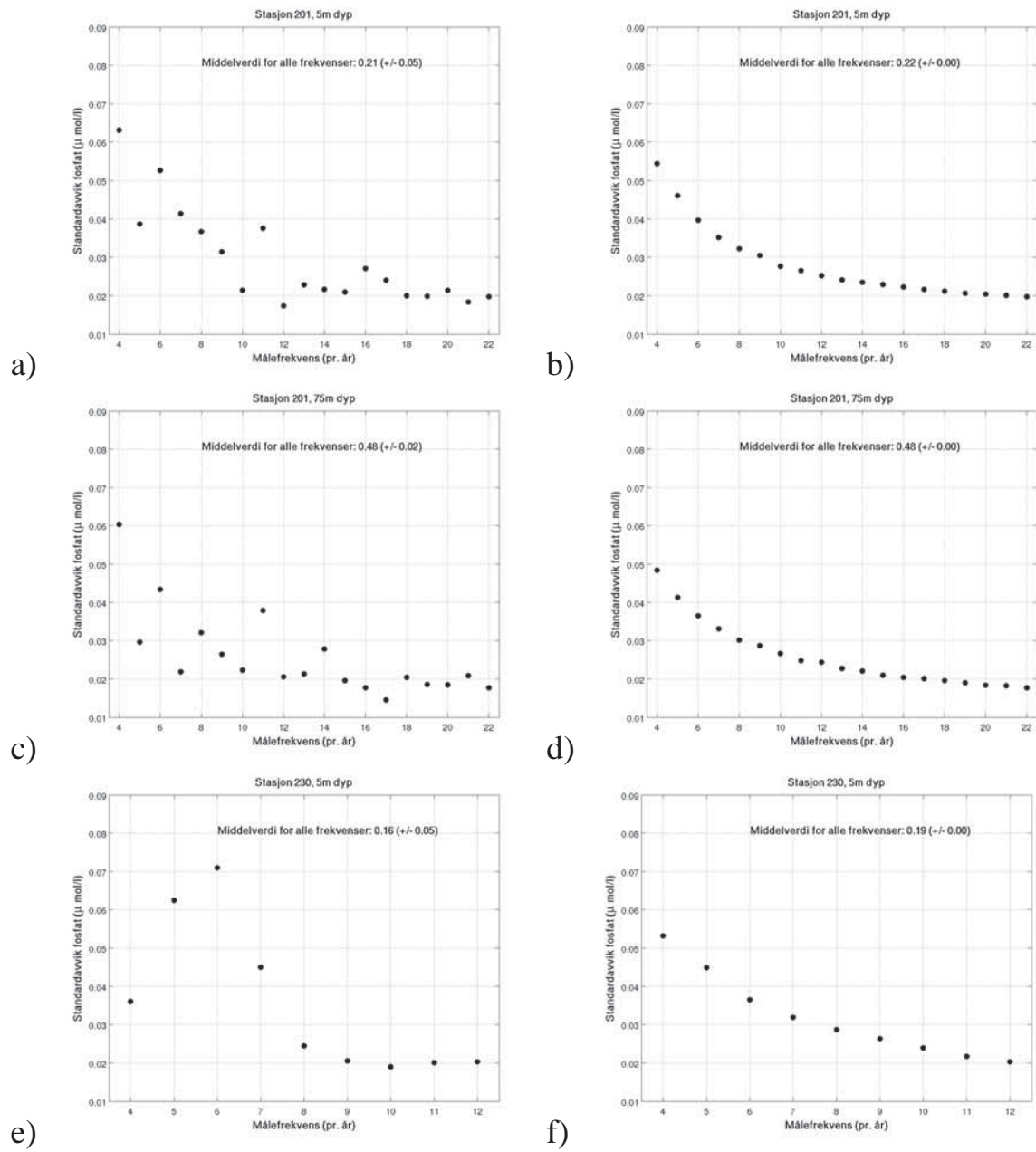
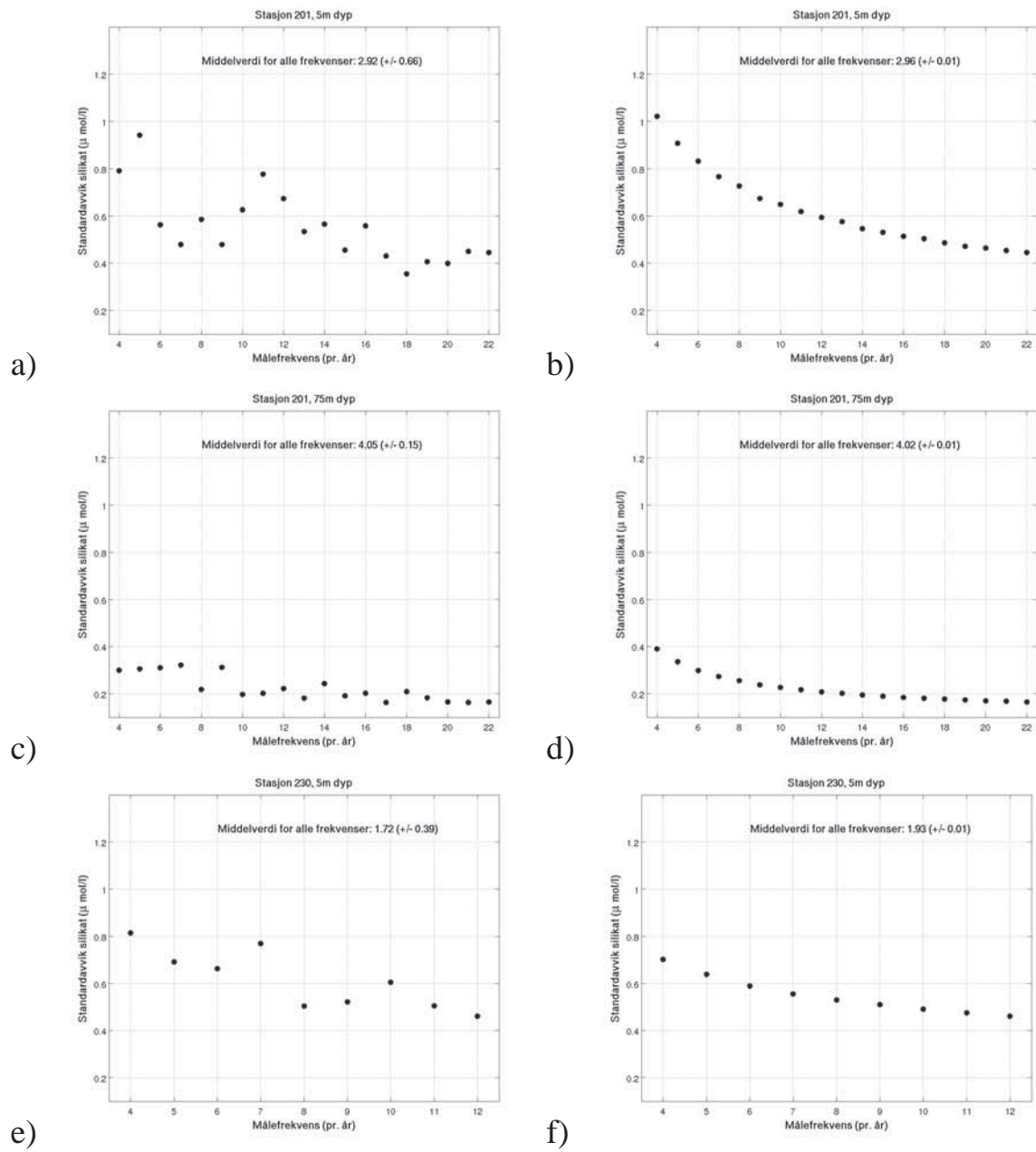


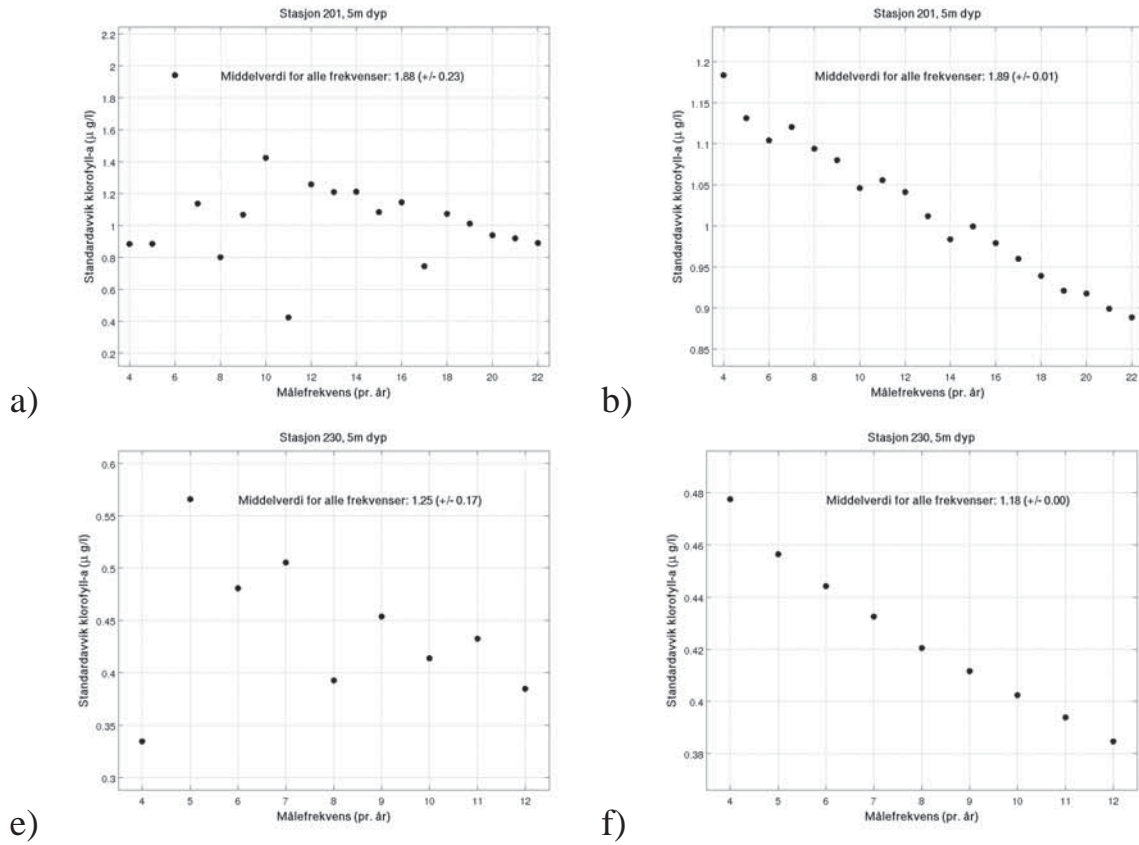
Figure 5. Silikat. *Silicate*



**Figure 6.** Klorofyll-a. *Chlorophyll-a*

Legg merke til endring av y-akseintervall mellom alle grafene for å fremheve interne variasjoner.

*Please note the change in the y-axis interval in all graphs to show internal variations.*



## **Vedlegg 3 Observasjonsplattformer og innsamlingsteknikker for hydrografisk data**

Ruben Patel

### **Introduksjon**

Tradisjonelt sett har undervannsobservasjoner blir gjennomført fra større eller mindre bemannede skip. Teknologiske nyvinninger i undervannsobservasjon og -kommunikasjon gjør det mulig å automatisere denne prosessen. Eksperimentelle forsøk på dette har vært gjort og implementasjon er som brukes på rutinemessig basis eksisterer<sup>1</sup>.

### **Historie**

Stasjonære stasjoner (observatorier) har en lengre historie enn plattformer som forflytter seg. Dette har mye med at flyttbare plattformer er mer kompleks og krever mer teknologi. Observatorier har gått fra skip-baserte målestasjoner til helautomatiske stasjoner som sender dataene til land gjennom ulike kommunikasjonskanaler. Noen pronerende arbeid gjennom de siste 40 år har gitt vitenskapsmenn og ingeniører verdifull erfaring med vedlikehold og operasjonell håndtering samt demonstrasjon av verdien til de innsamlede dataene.

Rundt 1980 og 1990 ble det bredere interesse rundt autonome plattformer. Grunnen til dette var utviklingen av undervannskommunikasjon, undervanns posisjoneringssystemer og treghets navigasjons systemer. Andre viktige faktorer var batteriteknologi, forminsking av elektronikk og lavstrøms elektronikk.

### **Plattformer**

Grovt sett kan man dele inn observasjonsplattformer i stasjonære observasjonplattformer (SOP) og autonome observasjonsplattformer (AOP).

### **Egenskaper for stasjonære observasjons plattformer**

Typisk for SOP er at de har lave driftskostnader og kan driftes av et lite antall mennesker. Data kan samles kontinuerlig og man kan i mange tilfeller få tilgang til dataen i sanntid. Når infrastrukturen er etablert kan sensorer dele kraftforsyning- og kommunikasjonskanaler. Dette betyr at sensorene deler dyre undervannskabler, overflatebøyer og annet utstyr. Et slikt system har store muligheter for ekspansjon. Etablering representerer en engangsinvestering i instrumentering, utsetting og infrastruktur fulgt av driftskostnader. Dette betyr at det er krevende å opprette et SOP, men lett å drifte.

### Typiske egenskaper for SOP:

Faste kablede systemer

- + God tids oppløsning
- + Mange sensorer
- + Kan bygges ut
- + Lang levetid
- + Sanntids høyoppløselige data
- + Billig å drifte
- + Lite vedlikehold

- Liten rommelig informasjon
- Kostbar infrastruktur
- Kostbart å vedlikeholde
- Kollisjon med andre fartøyer

Drivende systemer

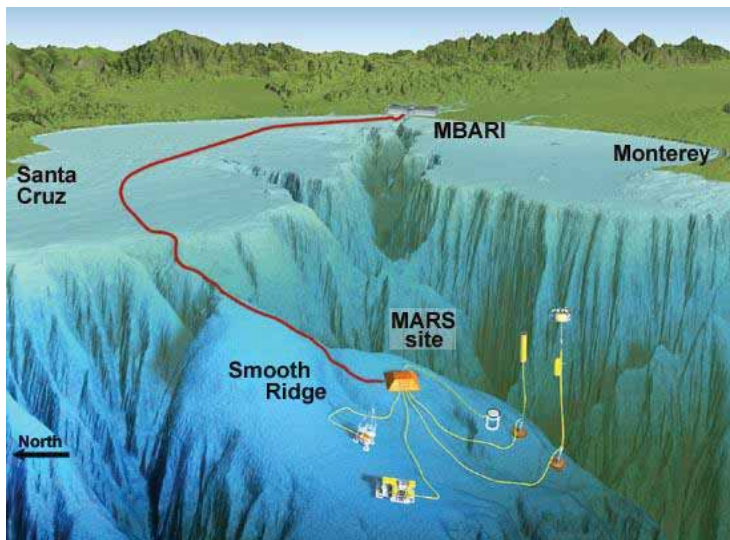
- + Oppløsning i tid og rom
- + Lite vedlikehold
- + Mellomlang levetid

- Lav oppløsning på data
- Ingen sanntidsdata
- Bruk og kast
- Liten kontroll på samplingsrom

### Eksempler på kablede systemer

*MARS<sup>ii</sup> The Monterey Accelerated Research System*

Systemet består av en 52 km undervannskabel som fører strøm til en vitenskapelig node som ligger på 891 m. Mer en åtte ulike, vitenskapelige eksperimenter kan kobles til denne noden. I tillegg kan man kjede ulike eksperimenter til hver node. Se **Figur 1**.



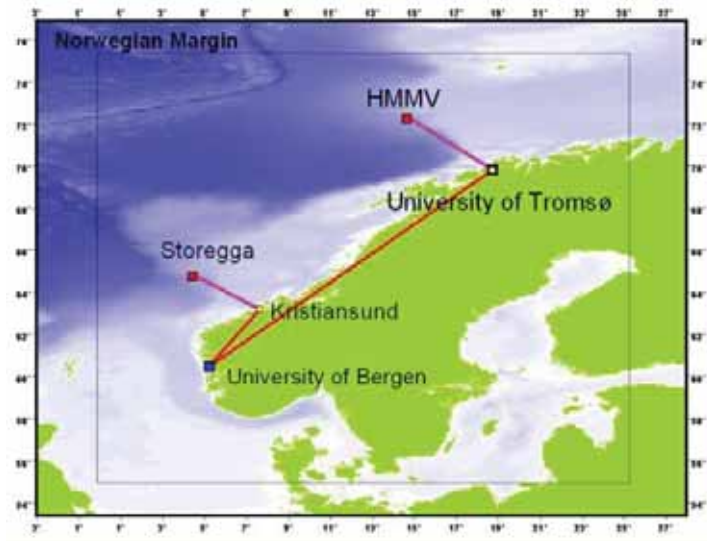
**Figur 1.** Mars observatorier. MARS<sup>iii</sup> – The Monterey Accelerated Research System.

*ESONET<sup>iv</sup> – European Sea Floor Observatory Network*

Foreslått undervannnettverk rundt Europa for å overvåke geofysikk, geoteknikk, kjemi, biokjemi, oseanografi, biologi og fiskeri. Nettet vil bestå av ti regionale nettverk i ulike oseaniske regioner: Arctic - Arctic Ocean, Norwegian margin - Atlantic Ocean, Nordic Seas - Atlantic Ocean, Porcupine/Celtic - Atlantic Ocean, Azores - Atlantic Ocean, Iberian Margin - Atlantic Ocean, Ligurian - Mediterranean Sea, East Sicily - Mediterranean Sea, Hellenic - Mediterranean Sea, Black Sea.



Systemet vil bestå av totalt 5000 km kabel for strøm- og datatransmisjon. Tenkt oppsett av regionen for Norge er vist i Figur 2.

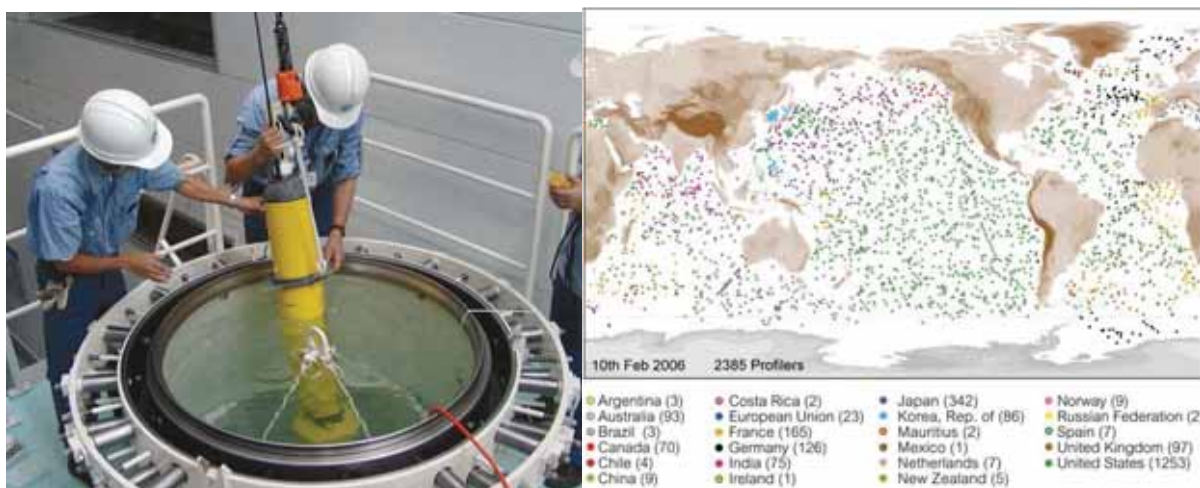


**Figur 2.** ESONET region Norge.  
ESONET region Norway.

### Eksempel på drivende systemer

Det finnes en mengde drivende bøyere, de fleste blir spesiallaget for en spesiell oppgave. Et system som er spesielt interessant er Argo<sup>v</sup> bøyeyesystem, se Figur 3.

Dette systemet er mer enn en enkel bøye, men heller en sverm av bøyere med tilhørende teknisk og administrativ infrastruktur. Bøyen driver med havstrømmen på ulike pre-programmerede dyp og måler temperatur, trykk og salinitet. Levetiden for en bøye er ca 4 år. Når man har kjøpt en bøye får man automatisk tilgang til data fra alle andre bøyere.



**Figur 3.** Argo bøyeye system. Vesntre: Deployering av en ARGO bøyeye. Høyre: Posisjon til ARGO bøyere.  
*The Argo system. Left: Deployment of ARGO. Right: ARGO positions*

### Egenskaper for bevegelige ubemannede plattformer

Fordelen med autonome plattformen er at de ikke har noe fysisk koblingspunkt til faste strukturer. I forhold til tauete legemer, kan surveyhastigheten økes med 60-70 % og snuoperasjoner reduseres fra timer til minutter<sup>vi</sup>. Undervanns AOP kan i prinsippet operere

uavhengig av vær. Ulempen med slike farkoster er ofte begrenset mengde sensorer, begrenset rekkevidde og hastighet pga energi forbruk. Disse faktorene må som oftest optimaliseres i henhold til oppgaven som skal utføres. Autonomiteten gjør dem sårbare for å bli skadet eller mistet<sup>vii,viii</sup>. AOP er ofte krevende å etablere og krevende å drifte.

### Typiske egenskaper for AOP:

#### AUV (Autonomous underwater vehicles)

- |                               |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| + God oppløsning i tid og rom | - Liten plass        |
| + Data i sanntid              | - Begrenset energi   |
|                               | - Dyre å utvikle     |
| + Predefinert tokt            | - Dyr i drift        |
| + Lang rekkevidde             | - Komplisert i drift |
| + Høy hastighet               |                      |
| + Væruavhengig                |                      |

#### Glidere

- |                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| + Lang levetid             | - Få sensorer    |
| + Stor rommelig oppløsning | - Billig i drift |
| + Lite energi forbruk      |                  |
| + Vær uavhengig            |                  |

#### Autonome overflate fartøy

- |                         |                                     |
|-------------------------|-------------------------------------|
| + Lang rekkevidde       | - Væruavhengig                      |
| + Sanntidsdata          | - Fare for kollisjon med andre skip |
| + Høy hastighet         |                                     |
| + Mange sensorer        |                                     |
| + God romlig oppløsning |                                     |

#### Autonome halvt nedsenkbare fartøy

- |                         |                                     |
|-------------------------|-------------------------------------|
| + Lang rekkevidde       | - Delvis vær avhengig               |
| + Høy hastighet         | - Fare for kollisjon med andre skip |
| + God romlig oppløsning |                                     |
| + Sanntidsdata          |                                     |
| + Mange sensorer        |                                     |

## Eksempler på Autonome Observasjonsplattformer

### Autonome undervanns fartøy (AUV)

*HUGIN<sup>ix</sup>* – avansert AUV som drives av den Norske Marine. Åpen sivile partnere. Samarbeider med Kongsberg Simrad AS, Statoil og Norwegian Underwater Intervention (NUI).

Lengde	3.85 – 5.0 m
Maksimum diameter	0.75 m
Volum	1.1-1.6m <sup>3</sup>
Hastighet	1.5-6 knop, normalt 3-4 knop
Varighet	24 t ved 3 knop, 18 t ved 4 knop



*SeaOtter MkII<sup>x</sup>* – AUV som blant annet er brukt til Minejakt, Anti ubåt krigføring, rekognosering og Miljøovervåking.

Lengde	3.45 m
Bredde	0.96 m
Høyde	0.48 m
Vekt	1000 kg
Dyp	600 m
Nyttelast	up to 160 kg
Hastighet	-0.5 ... 8 kts
tid@hastighet	24 hrs @ 4 kts



*THESEUS<sup>xi</sup>* – Bygget for å legge fiberoptiske kabler under is.

Lengde	10.7 m
Diameter	127 cm
Hastighet	4 knots
Rekkevidde	>1360 km
Dyp	2000 m
Navigasjonspresisjon	<0.08 % of distance travelled
Nyttelast tørr	550 kg
Nyttelast våt	1910 kg



*ALISTAR 3000*<sup>xii</sup> – Brukes til rørinspeksjon.

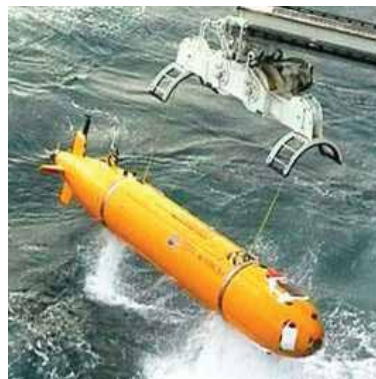
I begynnelsen av juli 2004, gjorde Alistar 3000 AUV sin første signifikante autonome rørledningsinspeksjon utenfor Toulon, ved å inspisere rørledningen og videofilme en strekning på 500 meter.

Dyp	3000m
Dimensions	L= 5m, H = 1.450m, B = 1.68m
Vekt tørr	2100kg (payload included)
Hastighet	2.5 knots
Maks hastighet	6 knots
Min. hastighet	0 knots - hovering capability
Varighet	24 hours
Nyttelast	150 kg



*AUTOSUB*<sup>xiii</sup> – Beregnet for oseanografi og fiskeriforskning.

Lengde	7 m
Diameter	0.9 m
Dyp	1600 m
Range	800 km
Scientific payload	1 m <sup>3</sup> , 100 Kg wet



*URASHIMA*<sup>xiv</sup> – Bygget for å utforske dyphavsområder.

Dyp	3500 m
Distanse	100 -300 km
Lengde	10 m
Bredde	1.3 m
Høyde	1.5 m
Vekt	8-10 tonn
Hastighet	3-4 knop



Andre AUV-platformer er gitt i Tabell 1.

**Tabell 1.** Oversikt over noen AUV plattformer<sup>xv</sup>. *Exampes of AUV platform.*

Name	Manufacturer	Size length× diameter (m)	Weight (kg)	Speed (m/s)	Maximum range (km)	Maximum depth (m)	Power source	Sensor payload
ALTEX	Monterey Bay Aquarium Research Institute (MBARI) USA	5.5 × 0.53	–	–	1000	4500	Aluminium oxygen fuel cell	–
ARCS	International Submarine Engineering Ltd (ISE) Canada	6.4 × 0.686	1361	2	235	305	Aluminium oxygen fuel cell	–
AUTOSUB	Southampton Oceanography Centre (SOC) UK	6.8 × 0.9	2200	1.8	750	1600	Manganese alkaline 1° batteries	1, 2, 3, 4, 5
SS7 AUTOSUB	Subsea7 UK	6.8 × 0.9	2400	1.8	800	3000	Lithium ion 2° batteries	3, 4, 6, 8
DELPHINI	Bluefin Robotics Inc, USA and Thales Survey Ltd UK	3.4 × 0.53	400	1.5	111	3000	Silver zinc	–
EXPLORER 5000	International Submarine Engineering Ltd (ISE) Canada	6 × 1.15	3350	2.5	430	5000	Silver zinc 2° batteries	1, 3, 4, 6, 7
GAVIA	Hafmynd Iceland	1.7 × 0.2	50	2	40	2000	Different battery options	1, 2, 6, 8
HUGIN	Kongsberg Simrad A/S Norway C&C Technologies USA	5.35 × 1		2		3000	Aluminium oxygen fuel cell	1, 3, 4, 5, 6, 7
MARIDAN 600	Maridan A/S Norway	4.5 × 2.0 × 0.6	1700	3.5 max	24 h max	600	Manganese alkaline 1° batteries	3, 4, 6
MUST	Lockheed Martin, Perry Technologies USA	9 long	–	–	24 h max	610	Lead acid	1000 kg, 1500 l
OYDESSY 11c	Massachusetts Institute of Technology (MIT) USA	2.2 × 0.58	200	1.5	66	3000	Silver zinc 2° batteries	–
SEA ORACLE	Bluefin Robotics Inc, USA and Thales Survey Ltd UK	2–6 long		1.5		3000	Silver zinc upgrade path to fuel cell	3, 4, 6
THESEUS	International Submarine Engineering Ltd (ISE) Canada	10.7 × 1.27	8600	2	780	1000	Silver zinc 2° batteries	550 kg dry 1920 kg wet
TYPHLONUS	Institute of Marine Technology Problems Russia	3.5 × 0.8	900	2	230	2000	–	–
URASHIMA	Japanese Marine Science and Technology Centre (JAMSTEC)	9.7 × 1.5	1350	1.5	300	3500	Lithium ion	6, 8, 9

This list is restricted to vehicles which have either been directed at fisheries surveys (e.g. *Autosub* and *Gavia*) or meet the following criteria considered desirable for the task: range >100 km; depth >100 m; sensor payload >30 kg wet; truly autonomous (i.e. able to run unescorted missions without acoustic tethers or baseline beacons); non-military vehicles. Sensor payload key: 1 = CTD; 2 = ADCP; 3 = sub-bottom profiler; 4 = multi-beam sonar; 5 = scientific echosounder; 6 = sidescan sonar; 7 = magnetometer; 8 = camera; 9 = water sampler.

### Glidere<sup>xvi</sup>

#### *Spray*

Lengde	2 m
Diameter	0.2 m
Vekt	51 kg
Nyttelast	12 kg
Rekevidde	7000 km
Utholdenhet	330 dager
Kost fartøy	\$50 000
Kost nye batterier	\$2850



#### *Slocum*

Lengde	1.5 m
Diameter	0.21 m
Vekt	52 kg
Nyttelast	5 kg
Rekevidde	500 km
Utholdenhet	20 dager
Kost fartøy	\$70 000
Kost nye batterier	\$625



#### *Seaglider*

Lengde	1.8 m
Diameter	0.3 m
Vekt	52 kg
Nyttelast	4 kg
Rekevidde	4600 km
Utholdenhet	200 dager
Kost fartøy	\$70 000
Kost nye batterier	\$1375





### Autonome overflatefarkoster

Tabell 2 Gir en oversikt over noen Autonome overflatefarkoster<sup>xvii</sup>.

*Listed examples of Autonomous vehicles observing the sea surface.*

	L [m]	B [m]	T [m]	Displ [t]	V [kn]	Payload [t]
QST-35 Septar	17.00	4.50		19.00	35	10
Roboski SDST	2.70	1.20		0.20	42	0.16
Spartan	7.00	3.00		4.00	>30	0.7
Sea Fox	~5.00			0.64	40	
Yamaha UMV-H	4.44	1.84		0.45	40	
Owl/Ash	2.90	1.50		0.50	45	0.2
11-m RIB	11.00			5.90		
7-m RIB	7.00			1.90		
PMS 325	11.80	3.60	0.5	6.50	24	
USSV-LS	11.90	2.90		8.17	21	4.0
USSV-HS	10.68	3.05	0.56	9.30	45	2.5
Protector	9.00				40	1
Yamaha UMV-H	4.44				40	
Yamaha UMV-O	7.99			3.50	4	
Dolhin MK	7.30	1.00	4.50	2.83	12	
Rodeur	3.50	1.00	<0.50		15	
SeaKeeper	8.30		11.00	7.00	12	
MiniVAMP			0.75	0.06	3	
Basil			2.50	0.40	3	
MMSV	3.30	0.60	0.40	0.28	27	
Ocean Explorer	10.00	2.10		1.40	4-9	0.5
MIMIR	3.00	1.50			4	



### Autonome halvt nedsenkbare fartøy

*C & C's USS<sup>xviii</sup>* - Unmanned Semi Submersible – Utvider survey til steder som ikke er egnet for bemannede ferder.

Lengde	6.3 m
Bredde	0.7 m
Vekt	2 tonn
Kjøretid	48 t @ 8 knop
	96 t @ 4 knop



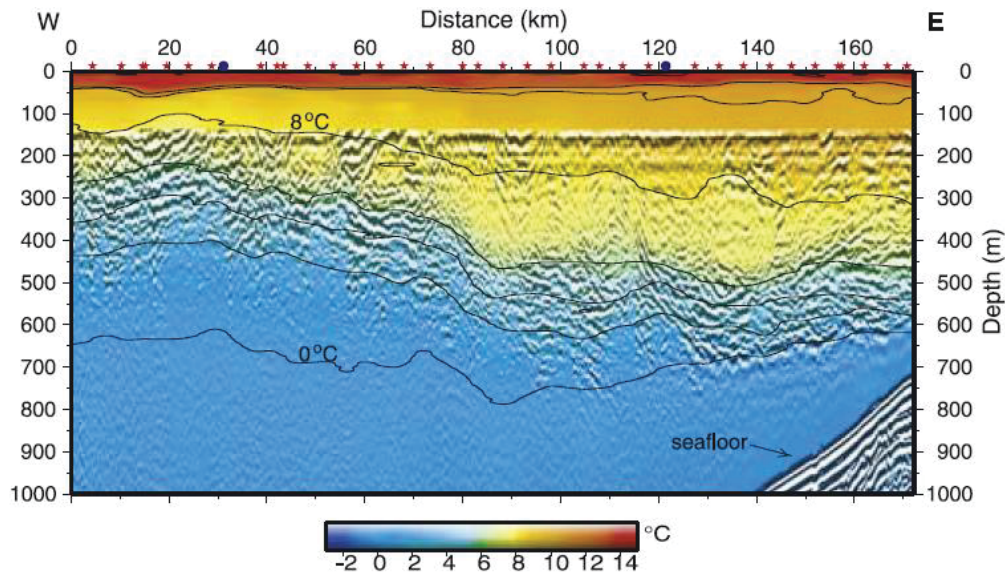
*Dorado<sup>xix</sup>* – Semi submersible – Militær fakrost som brukes til minejakt.

Lengde	8.23 m
Bredde	2.28 m
Diameter	1.17 m
Tørr vekt	5900 kg
Drivstoff kap.	725 kg
Tørr nyttelast kapasitet	0.60cu.m
Tørr nyttelast vekt	210 kg
Hastighet	18 knots no tow
	10 - 15 knots with tow
Kjøretid	12 hrs at 200 depth with tow.
	28 hrs without tow
Sjøtilstand	Sjøtilstand 4 for operations,
	Sjøtilstand 5 for transit



## Bruk av seismikk for hydrografiske parameter

Det har vist seg at man kan bruke seismikk for å få en detaljert profilering av vannsøylen for temperatur gradient<sup>xx</sup>. Fordelen med denne metoden er at man slipper å stoppe opp båten for å ta stasjoner, målingen blir gjort kontinuerlig og gir en detaljert oppløsning i dyp og distanse.



**Figur 4.** Sjøtemperatur (farget) overlatt av seismisk refleksjonsdata (svarte linjer). Den varme (7-14°) Norske atlantiske strømmen er separert fra det kalde (-0.5- 2°) Norske dypt vannet med et grenselag som er separert ved raskt forandring i temperatur og klare seismiske refleksjoner. De tynne solide linjene er isotermer for hver 2°. Røde stjerner og lå sirkler viser hvor det er tatt XBT og XCTD. De øvre 140 m av seismikk profilen, inneholder interferens fra direkte refleksjoner, og har blitt slettet, men refleksjonen fra boble pulsen er synlig fra 160 til 215m dyp. *Sea temperature (colored) overlaid by seismic data (black lines) demonstrateing the Norwegian Atlantic currents above the colder deep water (-0.5°C).*

## Diskusjon

Innføring av nye observasjonsmetoder krever materiell investering, utprøving og forskning før man kan sette det inn i rutinemessig bruk og se de økonomiske besparelser. Det er viktig at man forsker på hvordan data skal analyseres når den samles inn på en ny måte, med ny instrumentering og nytt samplingsregime. Erfaringer viser at AOP-teknologien fremdeles er under utvikling, men noen kommersielle systemer finnes allerede. Full utnyttelse under standard survey krever mer robusthet, brukervennlighet og fleksibilitet. Kjøpekostnaden er høy, dette er det viktigste hinderet for å ta det i rutinemessig bruk i marin forskning. AOP er mer teknologisk avansert enn SOP og det er ennå rom for modning dersom det skal kunne brukes i forskning. Men for at det skal modnes må det igjen brukes av forskere. AOP er blitt brukt i marin forskning i tiår. Det er blitt demonstrert at denne teknologien er moden for rutinemessig bruk og at det er egnet for å kvantifisere og observere biologiske og fysiske prosesser. Billige, små systemer er allerede tilgjengelig og i bruk. En full utnyttelse krever vider utvikling av infrastruktur. Utviklingene innen AOP og SOP går raskt og potensialet er kun begrenset av vår fantasi. Dersom man ønsker en langsiktig økonomisk innsparing bør disse systemene settes i bruk nå, slik at man får erfaring, spesialkonfigurert de til oppgaven og opplæring av personell.

## Referanser

- <sup>i</sup> Patel, R. (2007). Surveillance of marine resources by use of stationary platforms and Autonomous Underwater Vehicle (AUV). PhD Thesis 2007
- <sup>ii</sup> <http://www.mbari.org/mars/>
- <sup>iii</sup> <http://www.mbari.org/mars/>
- <sup>iv</sup> <http://www.oceanlab.abdn.ac.uk/research/esonet.php>
- <sup>v</sup> <http://www.argo.net/>
- <sup>vi</sup> Chance, T.S., and Northcutt, J.G. 2000. The Hugin 3000 AUV, *Sea Technology*, 41(12):10-14.
- <sup>vii</sup> International Ocean Systems. 2000. Getting Autosub back, *International Ocean Systems*, 4(5):43-45.
- <sup>viii</sup> International Ocean Systems. 2001. Now Marlin goes missing, *International Ocean Systems*, 5(1):48-50.
- <sup>ix</sup> <http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0240.nsf/AllWeb/B3F87A63D8E419E5C1256A68004E946C?>
- <sup>x</sup> <http://www.maridan.atlas-elektronik.com/index.php?id=1560>
- <sup>xi</sup> <http://www.ise.bc.ca/>
- <sup>xii</sup> <http://www.oceanscan.net/html/scoutnew.php?prodid=307>
- <sup>xiii</sup> [http://www.noc.soton.ac.uk/nmf/usl\\_index.php?page=vd](http://www.noc.soton.ac.uk/nmf/usl_index.php?page=vd)
- <sup>xiv</sup> <http://www.jamstec.go.jp/e/about/equipment/ships/urashima.html>
- <sup>xv</sup> Fernandes, P. G., Stevenson, P., Brierley, A. S., Armstrong, F., and Simmonds, E. J. 2003. Autonomous underwater vehicles: future platforms for fisheries acoustics – *ICES Journal of Marine Science*, 60: 684–691.
- <sup>xvi</sup> Daniel L. Rudnick, Russ E. Davis, Charles C. Eriksen, David M. Fratantoni, Mary Jane Perry (2004). Underwater Gliders for Ocean Research. Volume 38, Number 1
- <sup>xvii</sup> [http://www.skibstekniskelskab.dk/public/dokumenter/Skibsteknisk/Download%20materiale/2008/10%20marts%2008/USVsurvey\\_DTU.pdf](http://www.skibstekniskelskab.dk/public/dokumenter/Skibsteknisk/Download%20materiale/2008/10%20marts%2008/USVsurvey_DTU.pdf)
- <sup>xviii</sup> <http://www.cctechnol.com/site337.php>
- <sup>xix</sup> <http://www.ise.bc.ca/dorado.html>
- <sup>xx</sup> Papia Nandi, W. Steven Holbrook, Scott Pearse, Pedro Pa´ramo, and Raymond W. Schmitt. (2004). Seismic reflection imaging of water mass boundaries in the Norwegian Sea. *Geophysical Research Letters*, Vol. 31, L23311, Doi: 10.1029/2004gl021325

## Revisjon av snittutvalgsarbeidet av oktober 2010

Havforskningsinstituttet 29.04.2011

### Sammendrag

#### *Nye snitt i Polhavet*

Sammen med Norsk Polarinstitutt planlegges to nye snitt i Polhavet, kalt Polhavet og Rijpfjorden:

- Polhavet har den beste plasseringen i forhold til å måle strømmen inn i Arktis, men kan ofte være vanskelig å gjennomføre pga isforholdene.
- Rijpfjorden er lettere å klare pga mindre is og NP har allerede aktiviteter der.

Det vil være naturlig at vi tar disse snittene en gang i året (pga andre tokt og isforhold). Både plante- og dyreplankton må tas på disse snittene.

#### *Implementering av ny teknologi inn i snittprogrammet*

Stasjon M representerer en viktig langtidsserie for saltholdighet og temperatur. Dersom prøveperioden er vellykket, anbefales det å satse videre på stasjon M, eventuelt med andre samarbeidspartnere.

Verken dagens gliderteknologi, de nyutviklede seilbøyene, satellitter eller FerryBoxene kan erstatte våre observasjoner på de faste snittene, men vil være nyttige supplement.

Det er vanskelig å se at en MONCOZE POMS-løsning vil kunne bidra inn mot Snittrevisjonsutvalgets mandat, men operasjonell integrasjon av observasjoner i fysikk-modeller vil kunne bli et viktig verktøy for å komplettere snittdata.

#### *Konsekvensbeskrivelse ved reduksjon i utvalgte snitt*

For Nordsjøen-Skagerrak er to alternativ vurdert:

1. beholde Torungen-Hirtshals og avslutte Hanstholm – Aberdeen
2. beholde snittet Hanstholm – Aberdeen og redusere frekvensen på Torungen – Hirtshals ytterligere.

For Vardø- N er det vurdert konsekvenser av reduksjon forutsatt at Fugløya-Bjørnøya dekkes 6 ganger hvert år og at Vardø-N forlenges nordover med en ”knekk”.

Kolasnittet kan ikke erstatte Vardø-N siden det ikke går inn i arktiske vannmasser.

#### *Kan utenlandske snitt erstatte noen norske?*

Utvalget hentet inn snittinformasjon fra ni land. På kort sikt kan ikke utenlandske snitt erstatte våre snitt, men vil være et godt supplement til våre observasjoner. En eventuell deling av ansvar med andre land for å videreføre de viktigste snittene vil kreve forhandlinger og langsiktige avtaler. Det beste potensialet for gjensidig snittsamarbeid, er nok med russerne i Barentshavet.

## Summary

### *New sections in the Polar Sea*

IMR and NP are planning two new sections in the Polar Sea named the Polar Sea- and Rijpfjord sections:

- The Polar Sea section will measure and monitor the current into the Arctic area, but will often be difficult to work due to ice
- The Rijpfjorden section will be more regular because of lesser ice. Besides NP has already activities here.

These sections should be worked once a year and should include phyto- and zooplankton samples.

### *Implementation of new technology*

Station M represents a rather valuable time series for salinity and temperature. If the test period with the automatic rig at M is successful it is recommended to continue with this platform also in the future, hopefully with other interested partners.

The present glider technology, the new sail-buoys, satellites or the FerryBoxes are not able to replace our present sections worked with vessels, but are important supplements.

The MONCOZE POMS-system will not by itself add anything, but will together with data from physical models be a valuable tool in IMR's monitoring work.

### *Consequences by reducing section observations*

Two alternatives in the North Sea were considered by the group:

1. Continue Torungen-Hirtshals section and terminate Hanstholm – Aberdeen
2. Continue Hanstholm – Aberdeen section but reduce the frequency

The group looked at the consequences of reduced frequency of Vardø-N if Fugløya-Bjørnøya was worked six times a year and that Vardø-N is extended northwards.

The Kola section can not substitute Vardø-N since it does not cover arctic water masses.

### *Can sections worked by other countries substitute some of the Norwegian ones?*

The group collected information for nine different countries. None foreign sections can substitute any of the Norwegian sections in the near future, but they are of course a valuable supplement. Cooperation with other countries in sharing the responsibility for working the sections have to be based on long term agreements. It is assumed that the best potential for such agreements are with Russia in the Barents Sea.

## 1 Innledning

Utvalget fikk følgende mandat for å revidere *Rapport fra Snittutvalget, Havforskningsinstituttet 11.10.2010 (Su2010)*:

Ledergruppen ber om at snittutvalgets rapport revideres med programlederne: Harald Loeng (Klima – Fisk), Guldborg Søvik (Nordsjøen, stedfortreder for Else Torstensen), Ingolf Røttingen (Norskehavet), Knut Sunnanå (Barentshavet), Geir Huse (Økosystem og bestandsdynamikk) og Einar Dahl (Kyst) for å få en videre utvikling av HIs snittprogram. Det gis følgende føringer:

- Foreslå konkret snitt inn i Polhavet
- Bli konkret på implementering av ny teknologi (stasjon M bøyen, glidere, Moncoze, Satellitter, VOS, etc.) inn i snittprogrammet
- Redusere omfanget av snittaktiviteten i sørlige Nordsjøen-Skagerrak for å frigjøre fartøykapasitet til andre oppgaver
- Lage konsekvensbeskrivelser ved reduksjon i utvalgte snitt. Søke informasjon om eksisterende utenlandsk innsats i respektive havområder, og kan eventuell denne innsatsen frigjøre noe av vår innsats?

Revisjonen leveres adm.dir innen 31.03.2011. Svein A. Iversen leder revisjonsarbeidet.

Utvalget anser anbefalingene gitt i Su2010 som den optimale snittgjennomføringen i forhold til mandatet gitt for Su2010.

Utvalget følte at to punkt i mandatet trengte en nærmere presisering:

- Lage konsekvensbeskrivelser ved reduksjon i utvalgte snitt. Etter samtale med Reidar Toresen 17.02 ble utvalgte snitt presisert til å gjelde snittene i sørlige Nordsjøen-Skagerrak og Vardø Nord i forhold til russernes Kolasnitt
- Vi forstår mandatet som å beskrive konsekvensene av å redusere omfanget av snittaktiviteten i sørlige Nordsjøen-Skagerrak til å gjelde snittene: Hanstholm-Aberdeen og Torungen-Hirtshals.

Utvalget har hatt fem møter og ellers brukt mail flittig. Else Torstensen har bidratt underveis per mail. Utvalget fikk utsatt leveringsfristen til 30.04.2011

## 2 Nye snitt i polhavet

### Faste stasjoner rundt Svalbard

Det er satt i gang et prosjekt ved Havforskningsinstituttet (HI) og UNIS for å utvikle et økosystemtokt rundt Svalbard (biologisk og oseanografisk dekning). Det har også vært vurdert å legge fjordøkologiske undersøkelser til Isfjorden inkludert hyppige hydrografiske undersøkelser. Dette vil bli videre planlagt under FRAM-senterets flaggskip for kystøkologi. I denne sammenheng viser utvalget til de to faste hydrografiske stasjonene som tidligere ble tatt



i Kongsfjorden. Det bør vurderes om disse kan gjenopptas med hjelp fra andre institusjoner som etter hvert har fått ganske stor marin aktivitet i Ny Ålesund.

### **Snitt i Polhavet**

Det planlegges et snitt inn i Polhavet på ca 30°Ø i samarbeid med Norsk Polarinstitutt (NP) der bl.a. utsetting av rigger er et element. Det diskuteres også et reservesnitt lengre vest i tilfelle isproblemer på 30°Ø. Det er også samtaler om samarbeid med NP om undersøkelser knyttet til Rijpfjorden.

Et konkret forslag kan da være to snitt i Polhavet, kalt "Polhavet" og "Rijpfjorden" (Figur 4.1):

1. Polhavet har den beste plasseringen i forhold til å måle strømmen inn i Arktis, men kan ofte være vanskelig å gjennomføre pga isforholdene.
2. Rijpfjorden er lettere å klare pga mindre is og NP har allerede aktiviteter der.

Det vil være naturlig at vi tar disse snittene en gang i året (pga tokt og isforhold). Både plante- og dyreplankton må tas på disse snittene.

## **3 Implementering av ny teknologi inn i snittprogrammet**

Hovedverktøyet i snittarbeidet vårt er fartøyene m/instrumentering. Organisasjon, drift, vedlikehold, personell (inkludert instrumentpersonell) og ansvarsforhold er systematisk ordnet ved HI og finansiert gjennom kap. 1021. Toktpersonell til å innhente og opparbeide data lønnes innenfor kap. 1020.

Prøvetakingen på snittene har i stor grad blitt foretatt på samme måte i tidsseriene, til tross for at der har vært en rivende utvikling innen mange felt.

Utvalget vil gjøre oppmerksom på at implementeringen av ny teknologi ofte ikke blir gjennomført på en hensiktsmessig måte. Dette gjelder særlig innen vedlikehold og datahåndtering. Et vanlig løp har vært innkjøp for eksterne midler, men at plan for vedlikehold og datahåndtering har manglet. Ved innkjøp eller utvikling av ny teknologi eller metodikk er det viktig å avklare økonomi og ansvarsfordeling hele veien fram til og med operasjonell bruk.

### **Stasjon M bøyen**

Stasjon M er en langtidsserie hvor det er målt oseanografiske og meteorologiske data siden 1948 til 2009. Havforskningsinstitutt har sammen med Universitet i Bergen og Meteorologisk institutt utviklet en automatisk registrerende bøye som skal settes ut i samme posisjon i første halvår av 2011. I første omgang skal den utplasseres for en periode på tre år, finansiert av NFR. Målingene vil omfatte hydrografi og strøm fra overflaten og helt til bunnen, målinger av fluorescens, oksygen og pH i de øvre vannlag, og pCO<sub>2</sub> ved overflaten. Det er planlagt



sanntidsoverføring av dataene fra en overflatebøye til satellitt og videre til HI via IRIDIUM systemet. Her vil data være fritt tilgjengelig for alle brukere via et WEB grensesnitt.

*Vurdering:* Stasjon M representerer en viktig langtidsserie for saltholdighet og temperatur. Dersom prøveperioden er vellykket, anbefales det å satse videre på stasjon M, eventuelt med andre samarbeidspartnere.

## **Glidere**

HI har i dag tre glidere. Disse er benyttet i prosesstudier under IPY. Potensialet for å benytte glidere i overvåking på snittene i Norskehavet vil bli utforsket i samarbeid med Universitet i Bergen i NFR prosjektet NACO i de nærmeste årene. Gliderne observerer kun temperatur og salt.

*Vurdering:* Utvalget mener at dagens gliderteknologi ikke kan erstatte våre observasjoner på de faste snittene. Inntil videre kan glidere kun sees på som supplement til snittene og som datainnsamler for spesielle undersøkelser. Mye er uklart i forbindelse med organisering av drift og vedlikehold.

## **Seilbøyer**

Christian Michelsen Research (CMR) har nylig utviklet en seilbøye som styres via en nettside og satellitt og som sender informasjon hjem (<http://www.tu.no/natur/article230559.ece>). Bøyen kan seile dit den får beskjed om, eller holde seg i ro på en oppgitt posisjon uten bunnforankring. Farkosten kan seile rundt i ett år før det må skiftes batteri. Prototypen måler temperatur og saltholdighet i ett dyp, men siden den er konstruert til å kunne ta med 10 kg last, er det bare fantasien som setter begrensninger for hva den kan måle. Man kan for eksempel tenke seg at det monteres en ADCP eller andre fjernmålingsinstrumenter i bøyen.

*Vurdering:* Utvalget mener at disse nyutviklede seilbøyene foreløpig ikke kan erstatte dagens snitt (begrenset antall parametre og dyp), men de vil være et interessant supplement, spesielt siden de kan programmeres/styres til å følge oppgitte seilingsruter.

## **MONCOZE**

Ett av MONCOZE-prosjektet sine viktigste mål var å designe et POMS (Pilot Ocean Monitoring System). Dette gjaldt primært for Nordsjøen/Skagerrak der flere overvåknings- og varslingsprodukter ble gjort tilgjengelig via en interaktiv webløsning med kartunderlag. En omfattende innsamling av ulike produkter fra numeriske modeller, satellitt, strømradar og in-situ målinger (primært fra HI) gjorde det mulig med en sanntidspresentasjon.

MONCOZE-utviklingen av POMS var på mange måter et pionerarbeid for tilgjengeliggjøring og samling av havovervåkningsinformasjon med sanntidsprodukter på Internet. Det primære informasjonsgrunnlaget bestod av modellresultater, og annen informasjon ble ansett som et supplement ettersom denne informasjonen er mer spredd i tid og rom. POMS ble designet for at det enkelt kunne overføres til andre havområder, men ressurser til videre satsing har uteblitt. I forhold til HI sin snittaktivitet og andre in-situ målinger vil et slikt web-basert

opplegg kunne belyse og visualisere prøvetakingen på en enkel og elegant måte. I tillegg vil man kunne kombinere observasjoner med modellresultater. Spesielt Torungen-Hirtshals snittet er svært verdifullt mht. validering og forbedring av modellen.

*Vurdering:* Det er vanskelig å se at en MONCOZE POMS-løsning vil kunne bidra inn mot Snittrevisjonsutvalgets mandat, men operasjonell integrasjon av observasjoner i fysikk-modeller vil kunne bli et viktig verktøy for å komplettere snittdata.

## **Satellitter**

Satellittene samler inn overflatedata, mens snittene tas til bunnen. En vil altså få et bedre datagrunnlag (høyere oppløsning) i form av hyppigere målinger for overflaten. For mange av måleparametrene er satellittene avhengige av klart vær.

*Vurdering:* Satellittdata vil ikke kunne erstatte snittdata. Imidlertid gir bruk av satellitter en mulighet til å få høyere oppløsning/målefrekvens i overflatelaget, og HIs behov for slike data bør vurderes nærmere. Tilgangen på satellittdata vil etter hvert bli mer strømlinjeformet i forbindelse med det nasjonale infrastrukturprosjektet NORMAP ledet av Nansensenteret i Bergen (NERSC). Kan være et informativt supplement til snittene.

## **VOS (Voluntary Observing Ship) [www.vos.noaa.gov](http://www.vos.noaa.gov)**

**Vurdering:** Slike fartøy kan brukes som supplement til snittene. Snitt kan også outsources til f.eks VOS, men da til en kostnad.

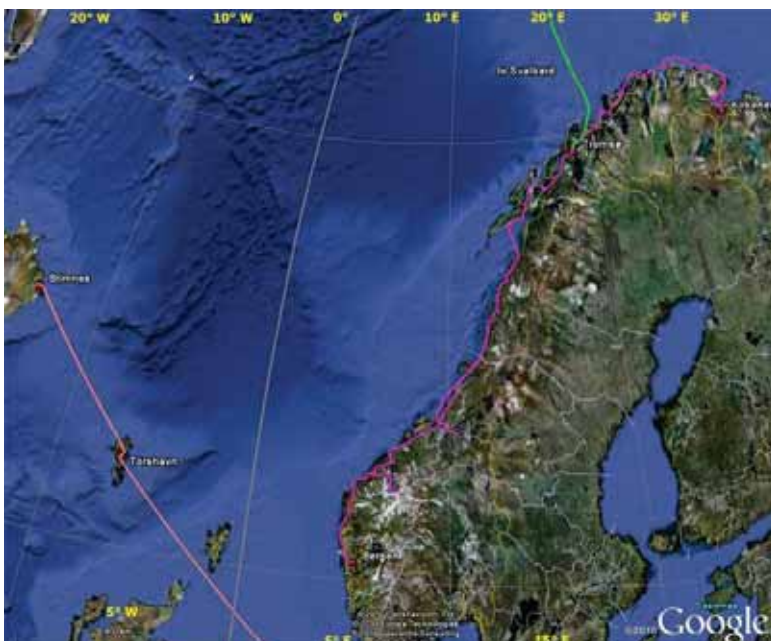
## **FerryBox [http://www.ferrybox.com/routes/north\\_sea/index.html.en](http://www.ferrybox.com/routes/north_sea/index.html.en)**

Automatiske instrumentpakker på skip, såkalte FerryBoxes, har vært brukt i mange år; se Figur 3.1 (Nordsjøen) og Figur 3.2 (Norskehavet). Det startet med CPR (Continuous Plankton Recorders) og har utviklet seg til sofistikerte FerryBoxer med en rekke forskjellige sensorer. NIVA har to ruter: Oslo-Kiel og Bergen-Hirtshals. Andre aktuelle linjer er Moss-Immingham, Halden-Cuxhaven, Amsterdam-Bergen og Esbjerg-Torshavn-Island, Tromsø - Longyearbyen. Så langt kan FerryBox-data ikke lastes ned direkte. Erfaring viser at det må betales for tilgang til informasjon. Noen av rutene inngår i prosjekter og data derfra vil ikke være tilgjengelig før prosjektene er avsluttet. HI har vært med på å utvikle en FerryBox for *K/V Thor* som opererer i området Egersund-Stad. Denne boksen registrerer oksygen, saltholdighet, trykk, temperatur og fluoresens. Den skal sende data automatisk til en adresse som HI laster ned data fra.

**Vurdering:** FerryBoxene gir informasjon fra kun ett dyp i overflaten (5 - 8 m). I tillegg vil parameterlisten være begrenset, vanligvis bare saltholdighet og temperatur. Andre parameter kan inkluderes dersom FerryBoxen er utstyrt med vannhenter systemer. Denne informasjonen kan derfor kun supplere og ikke erstatte snittdata. For HI kunne et samarbeid om FerryBoxer på flere av kystvaktens båter gi oss gode plattformer dersom vi fikk til forpliktende avtaler.



**Figur 3.1.** Ferrybox- linjer i Nordsjøen og Skagerrak. FerryBox sections in the North Sea and Skagerrak. ([http://www.ferrybox.com/routes/north\\_sea/index.html.en](http://www.ferrybox.com/routes/north_sea/index.html.en)).



**Figur 3.2.** Ferrybox- linjer i Norskehavet. FerryBox sections in the Norwegian Sea ([http://www.ferrybox.com/routes/north\\_sea/index.html.en](http://www.ferrybox.com/routes/north_sea/index.html.en))

## **4 Konsekvensbeskrivelse ved reduksjon i utvalgte snitt**

### **Generelle formål**

Overvåkning av havmiljøet er en sentral del av HIs nasjonale mandat. Med dreiningen mot økosystembasert rådgivning øker behovet for å overvåke alle trofiske nivå. Denne endringen stiller krav til overvåkningssystemer og kombinasjon av ulike overvåkningsstrategier. Regionale dekninger i de ulike havområdene gjennomføres i dag som økosystemtokt, men dette er ikke skikkelig på plass i Nordsjøen.

I dag er mye av prøvetakningen rettet inn mot spørsmål knyttet til klima, eutrofiering, vanntransport og produksjon og artssammensetning på lavere trofiske nivåer (planteplankton og dyreplankton). Dataene benyttes hovedsakelig for dokumentering av miljøtilstanden og endringer over tid (trendanalyser) som skyldes menneskelig aktivitet eller naturlige prosesser, suksessjon og dynamikk gjennom året og til validering og utvikling av modellverktøy.

Generelle beskrivelser av formålene er ellers gitt i Su(2010).

### **Frekvens**

Ved fastsettelse av frekvens er kvalitet/presisjon, tidsskala, variabilitet i tid og rom, formål og variabilitet i måleparametrene sentrale begrep og avgjørende for valg av frekvens. Generelt vil kvaliteten (presisjonen) av overvåkingen innen et område i stor grad være avhengig av innsats (frekvens). Dette vil også være styrt av grad av variabilitet i tid og rom, oftest knyttet til kompleksiteten i sirkulasjon og fordeling av ulike vannmasser. I områder med høy variabilitet i tid og rom vil det dermed være nødvendig med høyere observasjonsfrekvens for å fange opp variabiliteten og for å kunne produsere akseptable årsmidler og for å kunne beskrive sesongmessige variasjoner.

Et generelt prinsipp som bør være styrende for vår overvåking er at målehyppighet er tilpasset variasjonen til parameteren. Plankton har for eksempel en betydelig sesongvariasjon som krever hyppig måling for å bli fanget opp.

### **Nordsjøen-Skagerrak**

Snittene vil være en sentral del av den kontinuerlige overvåkingen for å oppfylle kravene gitt i den kommende Forvaltningsplanen for Nordsjøen, men siden denne planen er under arbeid, er det foreløpig ikke mulig å vurdere snittene i forhold til den. Utgangspunktet for våre vurderinger er at Utsira – Start Point gjennomføres i henhold til Su2010. Dessuten er det tatt hensyn til snittenes formål og graden av variabilitet i havområdet og måleparametre.

Nordsjøen og Skagerrak er havområder som er ulike våre andre havområder, både når det gjelder kompleksitet, belastninger (eutrofiering), aktivitet (fiskeri, industri) og biologiske endringer (klima, eutrofiering). Det er estimert at 70-80 % av Nordsjøvannmassen sirkulerer gjennom Skagerrak. Kompleksiteten i sirkulasjon og fordeling av ulike vannmasser, gjør at korttidsvariasjonene i tid og rom er store i Skagerrak. Den store variabiliteten i det fysiske

miljøet fører til store variasjoner i de kjemiske forholdene og påvirker planktonproduksjonen og -dynamikken. Produksjonsperioden (primær og sekundær) er betydelig lengre i dette havområdet enn i de andre havområdene våre, ved at den starter tidligere og pågår lenger utover høsten. I de senere årene har det vært en tendens til at produksjonsperioden har blitt lengre, med økende mengder planteplankton og næringssaltforbruk om vinteren. Klimatisk sett har dette området først blitt påvirket av økte temperaturer. Det er her man har sett, og forventer å se, eventuelle biologiske endringer først.

### **Hanstholm – Aberdeen**

Snittet Hanstholm-Aberdeen er tatt siden 1967 og er det eneste på den sørlige delen av sokkelen i Nordsjøen. Tre hovedvannmasser overvåkes her:

1. i den østlige delen: Jyllandvannmasser og sørlige: Nordsjøvannmasser,
2. i den sentrale delen: Nordsjøvannmasser, samt en blanding av sørlige og nordlige vannmasser,
3. i den vestlige delen: Atlantiske vannmasser og i perioder engelsk kystvann.

*Formål:* Biologisk prøvetaking (planteplankton og dyreplankton) ble innført på utvalgte stasjoner i 2005. Snittet benyttes i dag for å se på år til år variasjoner for formålene listet i Tabell 4.1.

**Tabell 4.1.** Dagens formål med snittet Hanstholm – Aberdeen.

<b>id</b>	<b>Formål</b>
1	Klimaovervåkning, inkl biologiske effekter
2	Eutrofiering, næringssaltstaus
3	Vannmassestransport, modellering
4	Skadelige alger (oppblomstringer, spredning)
5	Produksjonsgrunnlag, primær- og sekundærproduksjon
6	Overvåkning av biologisk mangfold
7	Overvåkning av fremmede arter

I dag rapporteres data fra snittet til ICES og inngår i OSPARs tilstandsvurdering. Data fra snittet benyttes til HIs rapportering av produksjonsgrunnlag, tobisrekruttering, supplerende data for overvåkning av skadelige alger, klima, validering av modeller samt at tilstedeværelse av fremmede arter rapporteres. Snittet er foreslått som prøvetakningsområde for kartlegging og overvåkning av biologisk mangfold (Naustvoll & Oug 2008), men opparbeides i dag ikke til et tilfredsstillende nivå for dette formålet.

### **Torungen-Hirtshals**

Snittet er tatt siden 1951, og er det eldste snittet i Nordsjøen og det med flest parametre av alle Havforskningsinstituttets snitt.

*Formål:* Overordnet formål med snittet er oseanografi, forurensning (eutrofiering), miljøforhold, varsling av skadelige alger og klimaovervåkning (Tabell 4.2). Data fra snittet benyttes til å se på år til år variasjoner og langtidstrender og variasjoner innenfor året (suksesjon og dynamikk).



**Tabell 4.2.** Overordnede problemstillinger knyttet til snittet Torungen – Hirtshals.

id	Formål
1	Klimaovervåkning, maksimum sommertemperatur og minimum vintertemperatur
2	Eutrofiering, forhøyede næringssalter (nitrogen) og skjeve N/P forhold
3	Våroppblomstring, tidspunkt for oppblomstringen og ny produksjon
4	Overvintring av dyreplankton i Norskerenna
5	O <sub>2</sub> -forbruk og oksygenforhold i dypvannet
6	Langtransporterte næringssalter vs lokale næringssaltbidrag
7	Skadelige algeoppblomstringer, utgangsbestander og spredning
8	Biologiske klimaeffekter, endringer i artssammensetningen, nye arter
9	Primærproduksjon og sekundærproduksjon, produksjonsgrunnlag
10	Havforsuring (pH, DIC)
11	Overvåkning av biologisk mangfold
12	Overvåkning av fremmede arter
13	Dypvannsutskiftninger, tidspunkt for utskiftninger
14	Modellutvikling og valideringer

Data fra snittet rapporteres til EEA (European Environment Agency) og ICES og benyttes i forbindelse med tilstandsklassifisering innenfor OSPAR. Kjemiske og biologiske data er også benyttet inn mot Vannforskriftens arbeid med klassifiseringsveiledere og nasjonal miljøklassifisering. Data fra snittet er sentrale i forbindelse med HIs rapportering innen klima, planteplanktonsuksesjon, sekundærproduksjon, oksygenutvikling, validering av modeller, fremmede arter (varmekjære arter), næringssalttransport og varsling av skadelige alger. På grunn av snittets høye frekvens og omfattende parameterliste, gir datasettet et godt grunnlag for forståelser av prosesser i området, noe som er benyttet i en rekke eksterne prosjekter.

### Konsekvensbeskrivelse

For ytterligere reduksjon av aktivitet i sørlige Skagerrak - Nordsjøen, har utvalget vurdert to scenarier:

1. Beholde Torungen-Hirtshals (Su2010) og avslutte Hanstholm – Aberdeen.
2. Beholde snittet Hanstholm – Aberdeen (Su2010) og redusere frekvensen på Torungen – Hirtshals ytterligere.

1 Beholde Torungen – Hirtshals (Su2010) og avslutte Hanstholm – Aberdeen

*Vurdering:* Dette alternativ vil gi tap av data (fysiske, kjemiske og planktoniske), fra de grunne sokkelområdene i sentrale/sørlige Nordsjøen. Dette er områder som er viktig rekrutterings og oppvekstområder for flere fiskebestander, blant annet tobis og nordsjøisild, og et kutt i snittene vil redusere datamengden om miljøforhold og sekundærproduksjon for disse områdene (formål 5).

Videre vil det gi dårligere informasjon om transport av næringsrikt vann langs Jylland inn mot Skagerrak (formål 2). Imidlertid har dagens data kun vært benyttet som supplement til data hentet fra Torungen snittet og i forbindelse med helt spesielle sirkulasjonsmønstre i den østlige delen av Nordsjøen. I perioder med sterk nordøstlig vind vil innstrømningen i overflaten til Skagerrak rundt Hanstholm kunne stoppe opp. I slike situasjoner vil vannmassen

gå direkte inn mot norskekysten (mot Lista) uten å ta turen innom Skagerrak. For de vestlige delene av snittet vil man først og fremst miste informasjon om overflatevann. I de dypere lagene i denne delen av snittet, er atlantisk vann fremtredende og vil i noen grad dekkes av Utsira-snittet. Data fra snittet har vært benyttet som supplement i forbindelse med overvåkning av skadelige alger (formål 4). For generell klimaovervåking (formål 1) har snittet gitt lite. Formål 7 og 6 vil ikke kunne videreføres.

## 2 Beholde snittet Hanstholm- Aberdeen (Su2010) og redusere frekvensen på Torungen – Hirtshals ytterligere

*Vurdering.* Torungen – Hirtshals er det mest komplette snittet i regi av HI. Snittet har lange tidsserier for ulike parametere, datasett som anses som viktige for trendanalyser av miljøforhold i denne delen av Nordsjøen og for Kyststrømmen. Snittet er trukket frem av interne utvalg (Aure utvalget 2002, Ottersen et al. 1998) og i forbindelse med klarlegging av ”Nasjonale viktige tidsserier” i regi av NFR (NFR 2004. Rapport 3: Lange tidsserier for miljøovervåkning og forskning: Viktige marine dataserier). I konsekvensvurderingen er det tatt utgangspunkt i dagens formål. For å kunne vurdere eventuelle negative effekter av frekvensendringer er det viktig å klargjøre hvilke måletidspunkt som er viktige for de ulike formålene. Det vil være store forskjeller i krav til frekvens mellom de ulike formålene (parameterne). For enkelte av formålene er det nødvendig å dekke spesifikke perioder av året. For eksempel for formål 2 må prøvetakning gjøres etter at vannsøylen er gjennomblandet og før våroppblomstringen starter. Det er dessuten viktig å ta høyde for at enkelte av formålene ikke inntreffer på samme tidspunkt hvert år, men viser variasjon (eks formål 3 som normalt forekommer i mars, men som i 2009 og 2010 kom allerede i januar). I tabell 4.3. er måletidspunkt for de ulike formålene (gitt id 1-14) satt opp. Gjennomgangen viser at dersom en ønsker å dekke mange formål med snittet, må det tas med forholdsvis høy frekvens.

Tabell 4.4 viser eventuelle konsekvenser (grønn, gul og rød) av reduksjon i frekvensen. Rødt betyr at snittet ikke lenger følger opp et gitt formål med overvåkingen enten ved at data ikke er tilgjengelig eller ved at usikkerheten i datagrunnlaget blir for stort. Gul kategori angir at man er i fare for ikke å kunne følge opp formålet og grønt at det ikke har konsekvens. I forslagene til redusert frekvens er de dekningsperiodene som vil resultere i færrest negative konsekvenser tatt ut. I tabell 4.4 er det gitt to alternativer for henholdsvis 9 og 8 ganger per år alt etter hvilke måneder som ikke observeres.

For de formålene hvor man ser på suksessjon og dynamikk i en gitt parameter vil alle brudd på tidsaksen kunne ha en negativ konsekvens for videre bruk. Vi har i den senere tid sett at en del parametre, og formål, har vært mer eller mindre knyttet til en kortere periode (eks formål 3). På grunn av endringer i miljøforholdene har disse i de senere årene kommet på andre tidspunkt enn normalt. For formål 7 vil det være viktig med flere påfølgende målepunkter for å kunne gi tidlig varsling om risiko for skadelige oppblomstringer. Ellers er formål 5 mest sårbar i og med at det allerede i utgangspunktet er fjernet viktige perioder for prøvetakning (Su2010).



**Tabell 4.3.** Viktige måletidspunkt for å kunne besvare de ulike formålene knyttet til snittet Torungen-Hirtshals.

id	Formål*	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	Klimaovervåk, vinterminimum, sommermaks.	x	x	x				x	x	x			
2	Eutrofiering, forhøyede N-salter	x	x										
3	Våroppblomstring (tidspunkt for, ny produksjon)	x	x	x	x								
4	Overvintring, dyreplankton	x	x									x	x
5	O2-forbruk/forhold									x	x	x	x
6	Langtransporterte versus lokale N-salter, N/P/Si			x	x	x	x	x					
7	Skadelige algeoppbl., utg.best, spredning		x	x	x	x	x	x	x	x			
8	Klimaeffekter (biologiske effekter)			x	x	x	x	x	x	x	x		
9	Primærproduksjon og sekundærproduksjon	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	Havforsuring (pH, DIC)	x			x				x		x		
11	Overvåkning av biologisk mangfold			x	x	x	x	x	x	x	x		
12	Overvåkning av fremmede arter					x	x	x	x	x	x		
13	Dypvannskiftninger (tidspunkt for)	x	x	x	x	x							
14	Modellutvikling og valideringer*	x	x	x	x	x		x	x	x			

\* i utgangspunktet er det sikrest å ha datapunkter for hele året, men her pekt på måneder som ansees som viktigere enn andre.

**Tabell 4.4.** Konsekvens for de ulike formålene, gitt som id (Tabell 4.3), ved et kutt i frekvensen på snittet Torungen – Hirtshals. Grå områder indikerer hvilke måneder som dekkes, og hvit de som ikke dekkes.

	Frekvens pr år						
	10	9	9	8	8	7	
J	1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	1, 2, 3, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14	1, 2, 3, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14	2, 3, 10	1, 2, 3, 7, 8, 10, 12, 13, 14	2, 3, 10, 13	
F			4, 8, 11	1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14	4, 6, 9, 11	1, 4, 7, 8, 9, 11, 14	
M	4, 5	4, 5, 6, 9	5	6, 12	5	5, 6, 12	
A							
M							
J							
J							
A							
S							
O							
N							
D							

Snittet Torungen – Hirtshals er foreslått som overvåkningsområde for Skagerrak for *Biologisk Mangfold i havområder* (Naustvoll & Oug 2008) og kyst (Nygaard & Oug 2005). I forbindelse med marine verneområde – transekt Skagerrak er dette snittet trukket frem som meget sentralt for å følge med utviklingen i miljøforholdene i de frie vannmassene. Kutt i snittet vil kunne få konsekvenser for oppfølging av disse planene. En kraftig reduksjon av snittet vil ha en negativ konsekvensen for bruken av biologiske og kjemiske data inn mot prosesser i ICES og OSPAR. Et kutt i frekvensen til 9 ganger, (se tabell 4.4) vil kun gi mindre

negative konsekvenser. Men dersom den reduseres til 8 ganger vil man ikke kunne oppfylle enkelte av dagens formål med snittet, samt at flere av formålene vil kunne stå i fare for ikke kunne oppfylles. Ytterligere kutt vil medføre betydelig negative konsekvenser for en rekke av formålene, og fører til at snittet bare i liten grad kan brukes til dokumentasjon av variasjoner innen året, men vil fortsatt kunne gi noe informasjon om trender over år. En reduksjon til 6 ganger per år eller mindre gjør at svært mange formål med snittet Torungen-Hirtshals bortfaller, og flere av instituttets mest brukte tidsserier brytes. Su2010 evaluerte frekvensendringer opp mot utsagnskraft for snittet Torungen-Hirtshals og konkluderte med at frekvensen bør være høyere i kystvannet (overflaten) enn i de dypere områdene. Det var også en betydelig forskjell i frekvensbehov for de ulike parameterne for å sikre gode data.

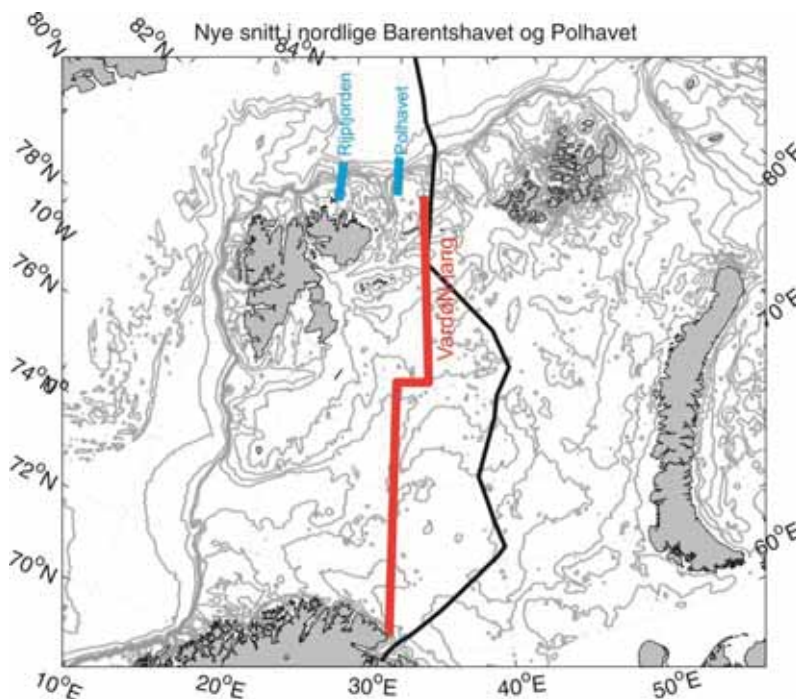
En reduksjon av snittaktiviteten etter alternativ A eller B fører til at formålene (Tabell 4.1 og 4.2) i forskjellig grad blir innskrenket eller får en svakere basis for videre utredninger.

### Vardø- N og Kolasnittet

Kolasnittet taes av russerne og går ikke inn i arktisk vann og HI har idag ikke løpende tilgang til dataene. Utvalget foreslår en ”knekket” forlengelse av Vardø-snittet (Figur 4.1). Årsaken til knekken er følgende:

1. Uryddig topografi og land gir store lokale forskjeller og data som er lite representative for annet enn akkurat lokaliteten for stasjonen dersom Vardø forlenges direkte nordover.
2. Ved å la snittet gå rett over Storbanken dekkes i større grad både arktiske og Atlantiske vannmasser som kommer inn fra nord.

Vardø-N bør tas i august-september, gjerne i forbindelse med det foreslåtte snittet inn i Polhavet. Både plante- og dyreplankton må tas.



**Figur 4.1.** Forlengelse av Vardø Nord snittet med knekk. Suggested expansion of the Vardø North section.

Su2010 anbefaler at Vardø-N inntil videre tas 4 ganger hvert år. Utvalget vurderer om snittet kan tas to ganger forutsatt at Fugløya-Bjørnøya dekkes 6 ganger hvert år og at Vardø-N forlenges nordover. Prioriterte oppgaver for Vardø Nord snittet er vist i teksttabellen under:

<b>Formål - Vardø nord</b>	<b>Jan</b>	<b>Mars</b>	<b>Juni</b>	<b>August</b>
<b>Spesifikke, faglige formål</b>				
1-Atlantisk vann i Barentshavet		x		X
2- Arktisk vann i Barentshavet		x		X
3-Produksjon, N-salter, og N/P		x		X
<b>Generelle formål</b>				
4-Klimaovervåkning, inkludert klimaeffekter		x		X
5-Primær produksjon og sekundær produksjon		x		X
6-Forsuring		x		X
7-Overvåkning av biologisk mangfold		x		X
8-Overvåkning av fremmede arter		x		X
9-Vannutskiftninger, transport, modelleringer		x		X

Generelt vil det være slik at den målsettingen, faglig og rådgivningsmessig, man har med datainnsamlingen vil være avgjørende for hvor omfattende en datainnsamling må være.

#### **Spesifikke formål med Vardø N**

- Snittet er viktig for å kartlegge hvor mye atlantisk vann som trenger inn i sentrale og østlige deler av Barentshavet
- Overvåke atlantiske vannmasser
- Snittet bidrar med status på næringssalter i denne delen av Barentshavet og dette er viktig for å vurdere primær og sekundærproduksjon i sentrale oppvekstområder for torsk, hyse og lodde.
- Overvåke overvintrende dyreplankton

#### **Generelle formål med Vardø N**

Formålene 3 - 9 over, dekkes tilfredsstillende for det østlige Barentshavet ved kvartalsvis dekning på Vardø nord.

Formålene 10-11 dekkes for ICES-område I, østlige Barentshavet med snittet Vardø nord.

## Konsekvensbeskrivelse

Konsekvenser ved reduksjon av snittfrekvens er vist i teksttabellen under:

Formål-Vardø nord	3/år	2/år	1/år	2./år <sup>1</sup>
<b>Spesifikke, faglige formål</b>				
1-Atlantisk vann i Barentshavet	Sm	M	St	St
2- Arktisk vann i Barentshavet	Sm	M	St	St
3-Produksjon, N-salter, og N/P	Sm	M	St	St
<b>Generelle formål</b>				
4-Klimaovervåkning, inkludert klimaeffekter	Sm	M	St	St
5-Primær produksjon og sekundær produksjon	Sm	M	St	St
6-Forsuring	Sm	Sm	Sm	Sm
7-Overvåkning av biologisk mangfold	Sm	M	St	St
8-Overvåkning av fremmede arter	Sm	M	St	St
9-Vannutskiftninger, transport, modelleringer	Sm	M	St	St
10-Gode tidsserier	Sm	M	St	St
<b>Aktuelle forvaltningsoppgaver</b>				
11-Forvaltningsplansarbeid for Barentshavet	Sm	M	St	St
12-ICES-WG	Sm	M	St	St
13-Norsk-russisk statusrapport	Sm	M	St	St

Forklaringer: Sm-Små, M-Middels, St-Store, <sup>1</sup>-snitt hvert annet år

Vurderingene for 2 ganger hvert år, 1 gang per år og annet hvert år forutsetter at snittet Fugløya-Bjørnøya dekkes 6 ganger hvert år og at Vardø forlenges nordover. Uten dette vil reduksjoner ha betydelig større effekter.

*Vurdering:* Vardøsnittet gir bedre informasjon om de sentrale deler av Barentshavet enn snittet Fugløya-Bjørnøya. Imidlertid er ikke dette av avgjørende betydning for å kunne følge utviklingen i Barentshavet. Snittet vurderes fortsatt som tilfredsstillende med to deknninger per år, vinter (mars) og sommer (august/september).

Kolasnittet kan ikke erstatte Vardø-N siden det ikke går inn i arktiske vannmasser. HI kan ikke bruke Kolasnittet i den løpende overvåkingen før HI får en avtale med PINRO om å få fortløpende tilgang til fulle datasett etter at snittet er tatt og at eventuelle data for dyreplankton utleveres så snart de er opparbeidet.

## 5 Kan utenlandske snitt erstatte noen norske?

Flere av våre naboland har mer eller mindre regelmessige observasjoner, enten som hele snitt eller enkeltstasjoner, som benyttes til overvåking av miljøtilstanden (temperatur, saltholdighet, næringsalter, oksygenforhold, planteplankton og dyreplankton) innenfor egen økonomiske sone, ofte med vekt på kystnære farvann. Utvalget har innhentet informasjon fra Island, Færøyene, Danmark, Nederland, Belgia, Tyskland, Storbritannia og Russland (Vedlegg 1) om slik datainnsamling fra relevante nasjoner.

Hydrografiske data og andre miljødata fra hele Nord-Atlanteren skal i prinsippet sendes årlig til ICES, og derved være tilgjengelig, men tilgjengeligheten av data er avhengig av hvordan hvert enkelt land følger opp. Russiske data gjøres tilgjengelig for oss en gang i året, på HI - PINRO møtet. På dette møtet får vi også månedsmidler fra Kola-snittet. Dette betyr ikke nødvendigvis at observasjonene er månedlige, siden russerne i stor grad benytter statistiske metoder for å fylle hull i observasjonene.

Dersom vi ønsker rask tilgjengelighet på internasjonale data må HI lage gjensidige avtaler med aktuelle samarbeidsland. I noen grad fungerer det for algeovervåkingen i Nordsjøen, Skagerrak og Kattegat, hvor Danmark, Sverige og Norge utveksler en del løpende informasjon i tillegg til varsler om spesielle algeforekomster. Tidligere hadde Tyskland en regelmessig algeovervåking i sørlige Nordsjøen og vestlige Østersjøen, som nå er avsluttet.

*Vurdering:* På kort sikt kan ikke utenlandske snitt erstatte våre snitt. Dette skyldes forhold som:

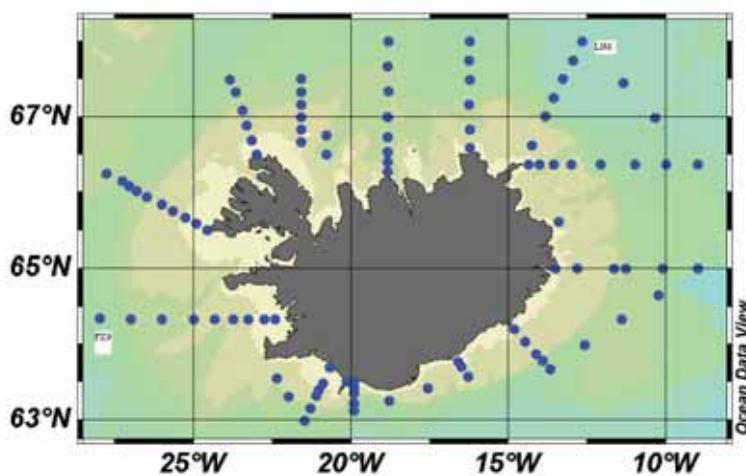
- at snittene som regel kjøres i for oss uaktuelle områder
- har frekvens som er ulik vår
- spesielt parameterutvalg
- til dels ulik innsamlingsmetodikk

De vil imidlertid kunne være et godt supplement til våre observasjoner. En eventuell deling av ansvar med andre land for å videreføre de viktigste snittene vil kreve forhandlinger og langsiktige avtaler. Det beste potensialet for gjensidig snittsamarbeid, er nok med russerne i Barentshavet

## Vedlegg 1. Oversikt over andre lands snitt i nordeuropeiske farvann.

### Islandske snitt

Informasjon om islandske snitt er hentet inn fra Havforskningsinstituttet i Reykjavik. Et typisk stasjonskart fra vårtoktet i mai er vist på Figur 1, mens et vintertokt i februar ofte har litt færre stasjoner. I august prioriteres snittene på nordsiden, mens det er mer uregelmessige observasjoner på sørsiden. Dessuten er det tatt observasjoner i oktober-desember de siste årene, i forbindelse med loddetoktet. Nå skal man imidlertid kombinere bunnfisktokt og loddetokt. Derfor blir det i 2011 et rent hydrografisk tokt. Det betyr fire årlige dekninger: februar, mai, august-september og oktober-desember. Antall stasjoner varierer mellom 90 og 120.

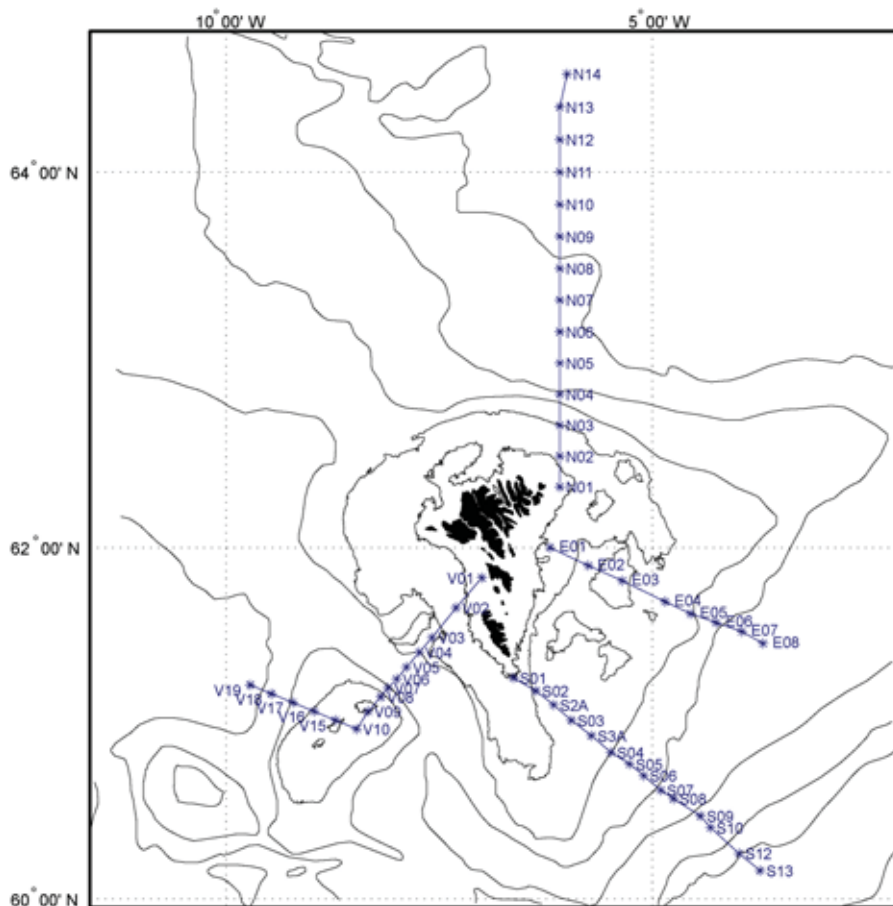


**Figur 1.**  
Islandske snitt tatt i mai 2010.  
*Islandic sections worked in May 2010.*

På alle tokt observeres temperatur, salt og oksygen ved hjelp av CTD. Alle tokt har to stasjoner, FX9 og LN6, hvor det blir tatt CO<sub>2</sub> prøver, TCO<sub>2</sub> og PCO<sub>2</sub>, næringssalter, oksygen og saltprøver fra ca 12 dyp. Vannprøver for oksygen og salt blir tatt på alle stasjoner. På vårtokt blir der tatt prøver for næringssalter, klorofyll og artssammenetning fra standard dyp i de øverste 200 m. På vår-tokt tas dyreplankton ved bruk av bongo-nett på de fleste stasjoner.

### Færøyske snitt

Figur 2 viser de faste snittene til Færøyene. De observeres 4-5 ganger i året. Standard hydrografitokt kjøres i februar, mai/juni, primo september og november, men enkelte snitt eller deler av snitt blir også tatt på andre tokt. CTD er utstyrt med sensorer for temperatur, konduktivitet (saltholdighet), fluorometer og partikler. Oksygensensor er kjøpt inn, men har ikke vært brukt på standardsnittene ennå. Det tas vannprøver til kalibrering av saltholdighet på hver stasjon og WP2-håv for innsamling av dyreplankton tas på toktene i februar, mai/juni og september.



**Figur 2.** Snitt som tas av Færøyene. *Faroese sections.*

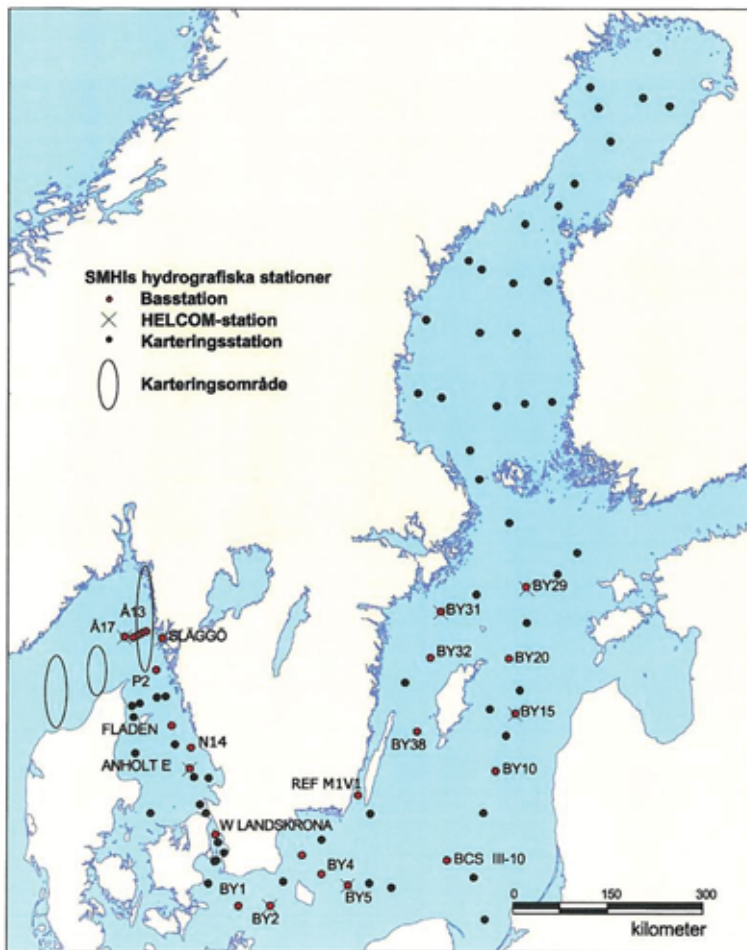
### Svenske snitt

Sverige har en del faste posisjoner for hydrografiske undersøkelser øst i Skagerrak, i Østersjøen og Kattegat (Figur 3). I deler av Skagerrak gjennomfører svenskene også hydrografiske undersøkelser i forbindelse med fiskeriundersøkelser (se ”Karteringsområder i Figur 3). Her opererer man ikke med faste posisjoner.

På alle stasjonene registreres temperatur, saltholdighet, oksygen og næringsalter (P, N, Si). Klorofyll registreres på alle månedlige stasjoner. Plante- og dyreplankton registreres på et utvalg av de månedlige stasjonene, dette gjelder også for pH og alkalinitet.

Alle data sendes til ICES og kan også bestilles fra Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institusjon (SMHI).





**Figur 3.** Faste svenske hydrografiske stasjoner i Østersjøen, Skagerrak og Kattegat. De røde punktene samples månedlig, mens de svarte punktene samples 1-2 ganger per år. Sirklene i Skagerrak viser områder der det tas hydrografi i forbindelse med fiskeriundersøkelser.

*Fixed Swedish hydrographic stations in the Baltic, Skagerrak and Kattegat. The red stations are sampled on a monthly basis and the black ones 1-2 times a year. The circles in Skagerrak indicates hydrographical observations during fish surveys.*

## Danske snitt

Danmark har noe aktivitet i Nordsjøen, mer som en regionale dekninger, uten faste snitt. I mange år har danskene kun samlet inn standard data på IBTS-toktene. Ytterligere data er samlet inn i forbindelse med spesielle planktontokt. På larvetokt (bunnfisk) i mai 1991-1999 ble det samlet inn hydrografiske data (temperatur, saltholdighet, fluoresens) fra nordøst i Nordsjøen inn i Kattegat. Alle data er tilgjengelige via ICES.

Danish Maritime Safety Administration gjennomfører følgende observasjoner iflg. 2010-rapport til NOOS (North West European Shelf) (<http://www.noos.cc/>):

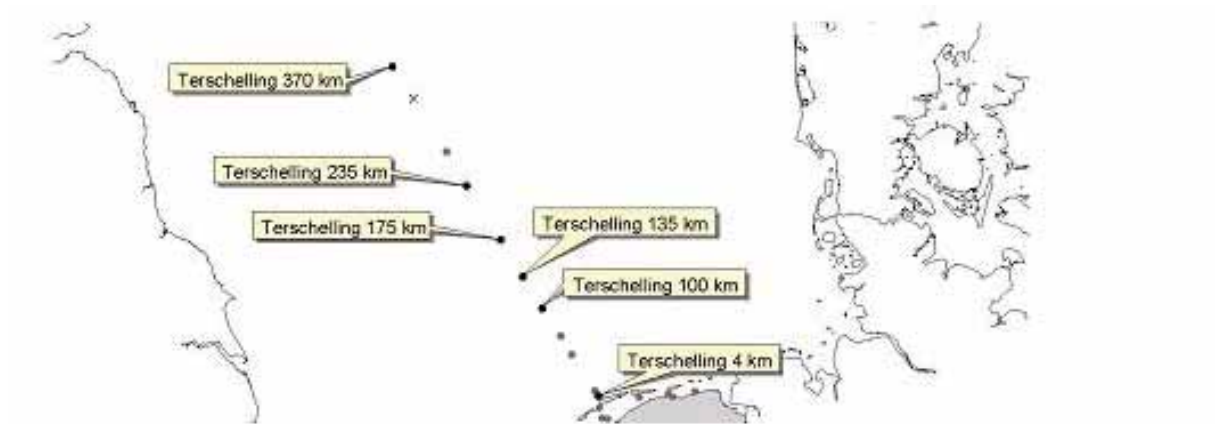
- Ni vannstandsstasjoner
- Tre bøyer (Storebelt, Drogden): strøm og temperatur på tre dyp i vannsøylen
- To systemer som måler temperatur og saltholdighet på fem dyp (topp til bunn) ved Drogden og i Storebelt (TC-Chain).

Dansk Meteorologisk Institutt gjennomfører følgende observasjoner iflg. 2010 NOOS-rapport:

- Vannstandsstasjoner (i nasjonalt farvann og i Nordsjøen og Det Baltiske Hav).

## Nederlandske snitt

Nederland har ett havsnitt og en del kyststasjoner (DONAR og BIOMON). Havsnittet dekker bare sørlige Nordsjøen (Figur 4).



Figur 4. Det nederlandske havsnittet. *The Dutch section.*

## Belgiske snitt

Agency for Maritime and Coastal Services gjennomfører følgende observasjoner iflg. 2010 NOOS-rapport:

- Monitoring Network Flemish Banks: sju plattformstasjoner i det sørlige Nordsjøen (vannstand, bølger, vind, trykk, temperatur, saltholdighet, strøm)

Management Unit of the North Sea Mathematical Models, department VI of the Royal Belgian Institute of Natural Sciences gjennomfører følgende observasjoner iflg. 2010 NOOS-rapport:

- R/V Belgica samler inn fysiske, kjemiske og biologiske data, hovedsaklig i den belgiske delen av Nordsjøen

Tidligere erfaringer med Belgia er at det er vanskelig å få data fra dem uten å betale, eller delta i samarbeidsprosjekter.

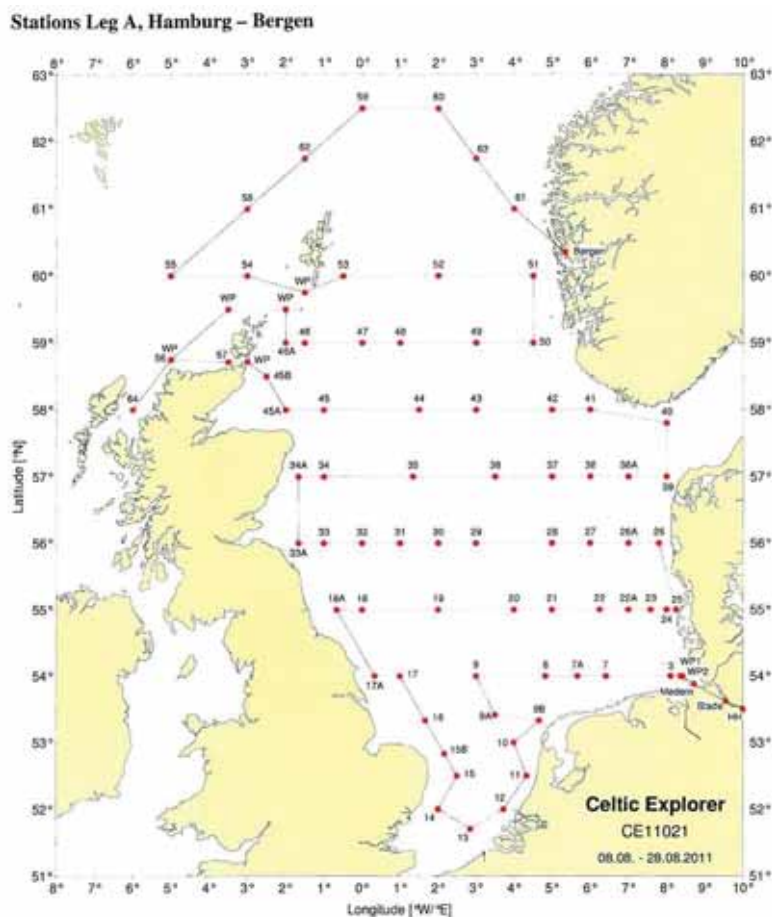
## Tyske snitt

BSH (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie) gjennomfører følgende observasjoner iflg. 2010 NOOS-rapport:

- MARNET (Marine Environmental Monitoring Network in the North Sea and Baltic Sea): 11 plattformstasjoner (6 i Nordsjøen inkl. FINO-plattformer) med målinger av temperatur, saltholdighet, strøm, vannstand, lufttemperatur, vind, lufttrykk, radioaktivitet, oksygen, fosfat, silikat, nitritt/nitrat.
- 4-5 overvåkingstokt per år i tysk økonomisk sone, Tyskebukta,, for å samle inn fysiske, kjemiske og biologiske data.
- Årlig sommertokt i juli-august som dekker hele Nordsjøen mellom 52° og 60° N (Figur 5). Toktet ble kjørt første gang i 1998 og planlegges gjennomført også kommende år. Toktet gjennomføres når stratifiseringen er på sitt maksimale og planteplanktonproduksjonen har passert maksimum. Faste CTD-stasjoner med tauet CTD (svinger

mellom 3-10 m til 5 m over bunn) mellom stasjonene. Årlige målinger av temperatur, saltholdighet, oksygen (siden 1999), fluoresens (chlorofyll-a, gulstoff, siden 2004), og noe næringssalter (siden 2005). Mer sporadiske målinger, avhengig av tilgjengelige ressurser, av organisk forurensing, radioaktivitet og tungmetaller (siden 2008). Dataene er tilgjengelige og delvis publisert i en ICES rapport om havklima (IROC).

- Det samles ikke planktondata av tyskerne.



**Figur 5.** Kart som viser faste CTD-stasjoner på årlig tysk hydrografisk tokt i Nordsjøen i juli-august. *Fixed CTD stations worked yearly by Germany*

## Britiske snitt

Storbritannia, Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science (Cefas), har ingen regelmessig innsamling av planktondata fra noe havområde. Alle planktontokt har vært gjennomført i kortere tidsperioder for bestemte forskningsformål. I Nordsjøen har Cefas en regelmessig innsamling av temperatur- og saltholdighetsdata tilbake til tidlig 90-tallet. De siste to årene har de brukt ESM2-loggeren, som måler temperatur, saltholdighet og klorofyll.

Met Office gjennomfører følgende observasjoner iflg. 2010-rapport til NOOS:

- Drifters i Nord-Atlanteren

CPR (Continuous Plankton Recorders)-rutene (Figur 6) gjennomføres av SAHFOS (Sir Alister Hardy Foundation for Ocean Science), (<http://www.sahfos.ac.uk>). Målet med CPR-undersøkelsene er å overvåke plankton nær overflaten i Nord-Atlanteren og Nordsjøen på en



Det er 8 russiske snitt som tas regelmessig:

Nr 6 – Kolasnittet – 8 til 10 ganger per år

Nr 3 – Nordkapp – Bjørnøya – maks 4 ganger per år

Nr 8 – Kharlov-snittet –

Nr 10 - (70°49'N, 41°51'E - 71°25'N, 40°32'E) - maks 4 ganger per år

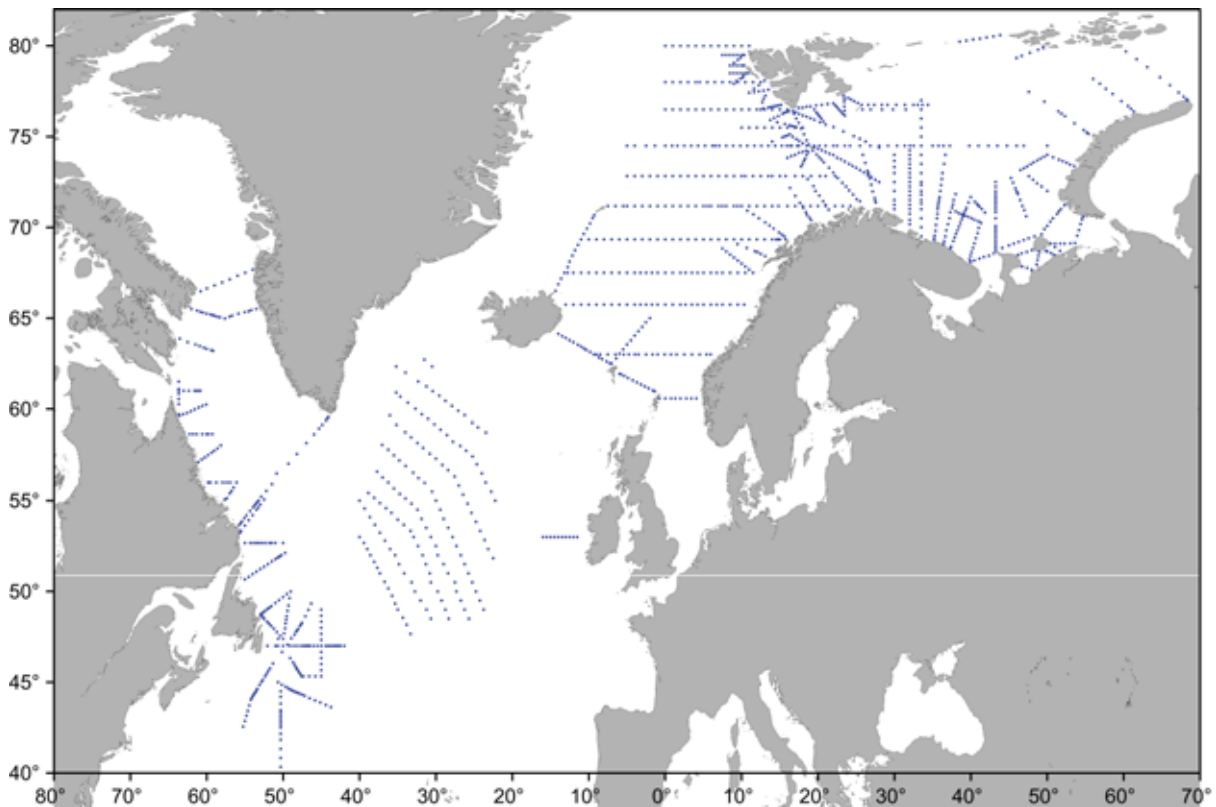
Nr 19 - (74°34'N, 18°46'E - 76°24'N, 16°42'E) - maks 4 ganger per år

Nr 29 – Bjørnøya øst – maks 4 ganger per år

Nr 31 – Bjørnøya vest – maks 4 ganger per år

Nr 37 – Kanin-snittet - maks 4 ganger per år

De øvrige snittene har tildels lange tidsserier, men tas uregelmessig og sjeldent.



**Figur 7.** Russiske snitt som er tatt en eller flere ganger (Kilde: PINRO).

*Russian sections worked one or or more times (source: PINRO).*

---

<sup>i</sup> International Ocean Systems. 2001. Now Marlin goes missing, International Ocean Systems, 5(1):48-50.

<sup>ii</sup> <http://www.oceanscan.net/html/scoutnew.php?prodid=307>

<sup>iii</sup> <http://www.cctechnol.com/site337.php>