



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

NIVA
Norsk institutt for vannforskning

MILJØOVERVÅKNING

M-727 | 2017

ØKOKYST – delprogram Skagerrak

Årsrapport 2016



KOLOFON

Utførende institusjon

Havforskningsinstituttet

Oppdragstakers prosjektansvarlig

Frithjof E Moy

Kontaktperson i Miljødirektoratet

Pål Inge Synsfjell

M-nummer

727

År

2017

Sidetall

60

Miljødirektoratets kontraktnummer

17078064

Utgiver

Miljødirektoratet

Prosjektet er finansiert av

Miljødirektoratet

Forfatter(e)

FE Moy, HC Trannum, LJ Naustvoll, CW Fagerli, KM Norderhaug

Tittel - norsk og engelsk

ØKOKYST – delprogram Skagerrak. Årsrapport 2016
ØKOKYST – subprogram Skagerrak. 2016 report

Sammendrag - summary

ØKOKYST - Økosystemovervåking i Kystvann - har til hensikt å kartlegge, overvåke og rapportere miljøtilstanden langs norskekysten i henhold til vannforskriften. Delprogram Skagerrak viderefører også kystovervåkingen i Skagerrak med fokus på sukkertare. Miljøstatus i Skagerrak i 2016 varierte fra meget god til dårlig. Sukkertaretilstanden var meget god og klart bedre sammenlignet med tidligere år.

ØKOKYST - Ecosystem Monitoring of Coastal Waters - aims to map, monitor, and report the environmental status along the Norwegian coast according to Vannforskriften (the Water Framework Directive). Sub-program Skagerrak continues the coastal monitoring of Skagerrak, including focus on the sugar kelp status. The environmental status in 2016 varied from very good to poor. The status of the sugar was very good in 2016.

4 emneord

Vannforskriften, miljøtilstand, næringssalter, biomangfold

4 subject words

Water Framework Directive, environmental status, nutrients, biodiversity

Forsidefoto

Sukkertare, FE Moy, Havforskningsinstituttet

Forord

ØKOKYST-delprogram Skagerrak er del av det nasjonale overvåkingsprogrammet "Økosystemovervåking i Kystvann – ØKOKYST", som i perioden 2013-2016 har omfattet Skagerrak, Rogaland, Hordaland, Møre & Romsdal, Trøndelag, Helgeland, Nordland og Finnmark.

Havforskningsinstituttet i samarbeid med Norsk institutt for vannforskning (NIVA), har utført overvåkingen i Skagerrak. Delprogram Skagerrak er en videreføring av overvåkingsprogrammene "Overvåking av sukkertare langs norskekysten" (KYS) og "Kystovervåkingsprogrammet" (KYO), hvor Havforskningsinstituttet og Norsk institutt for vannforskning sto for gjennomføringen. Basert på dette og flere aktiviteter i Skagerrak og tilstøtende områder, har begge institutter svært god kunnskap om miljøet og endringer i dette. Rapporter fra KYO- og KYS-programmene anbefales for utfyllende bakgrunnsinformasjon. Denne rapporten er den siste årsrapporten fra denne programperioden (2013-2016) i ØKOKYST-programmet.

Gjennomføringen hadde ikke vært mulig uten den kunnskap og arbeidsinnsats de mange medarbeidere i delprogrammet har bidratt med.

Fra Havforskningsinstituttet har følgende nøkkelpersoner deltatt i 2016:

Hydrografi/kjemi/plankton: Lars J. Naustvoll (fagansvarlig og rapportering), Jon Albretsen (oseanografi), Eli Gustad (plankton), Terje Jåvold (vannkjemi), Lena Omli (vannkjemi, plankton) og Jan H Simonsen (plankton). Hardbunn: Kjell M. Norderhaug (dykkeundersøkelser)

Fra NIVA har følgende nøkkelpersoner deltatt i 2016:

Bløtbunn: Hilde C. Trannum (hovedansvarlig, rapportering, felt), Gunhild Borgersen (identifisering, beregning av indekser, felt), Marijana S. Brkljacic (sorteringsleder, identifisering, felt), Bjørnar Beylich, Lise Tveiten (felt), Jesper Hansen (identifisering av bløtdyr, Akvaplan-niva AS), Siri Moy og Tage Bratrud (sortering av bløtbunnsprøver).

Hardbunn: Camilla Fagerli (fagansvarlig, rapportering), Janne K. Gitmark (rapportering)

Hydrografi/kjemi: Marit Nordli, Tomas Blakseth.

En spesiell takk til Lena Omli (HI) og Lise Tveiten (NIVA) for oppfølging av milepæler og leveranser i prosjektet.

Flødevigen, 12. mai 2017



Frithjof E Moy
prosjektleder ØKOKYST-SK
forskningsgruppeleder

Innhold

1. Om Økokyst	1
2. Sammendrag	2
2.1 Summary	4
3. Områdebeskrivelse	5
4. Metodikk	8
5. Biologiske kvalitetselementer (BKE)	11
5.1 Makroalger	11
5.1.1 Klassegrenser og EQR-verdier	11
5.1.2 Klassifiserte resultater	12
5.1.3 Forekomst av alger og dyr	13
5.1.4 Utvikling over tid	14
5.2 Bløtbunnfauna	15
5.2.1 Klassegrenser og EQR-verdier	15
5.2.2 Klassifiserte resultater	16
5.2.3 Utvikling over tid	19
5.3 Planteplankton.....	24
5.3.1 Klassegrenser og EQR-verdier	24
5.3.2 Klassifiserte resultater	24
5.3.3 Utvikling over tid	25
6. Tilstand til sukkertare	27
7. Støtteparametere	29
7.1 Næringssalter	29
7.1.1 Klassegrenser og EQR-verdier	29
7.1.2 Klassifiserte resultater	30
7.2 Siktedyp	31
7.3 Oksygen	31
7.4 Årsvariasjoner	32
7.4.1 Hydrografi/-kjemi	32
7.4.2 Partikulært karbon	39
7.4.3 TSM	40
8. Konklusjon og samlet vurdering	41
9. Referanser	44
10. Vedlegg.....	45
10.1 Hydrografi/kjemi	47
10.2 Makroalger	51

10.3 Bløtbunnfauna	53
10.4 Plankton.....	57
10.5 Støtteparametere	58

1. Om Økokyst

Overvåkingsprogrammet "Økosystemovervåking i Kystvann – ØKOKYST" har til hensikt å overvåke og kartlegge miljøtilstanden i utvalgte områder langs norskekysten. Overvåkingen skal innhente kunnskap om viktige økosystemer og arter, og fange opp uønskede påvirkninger av næringssalter og partikler på et tidlig stadium. ØKOKYST skal dekke inn deler av den nasjonale basisovervåkingen i henhold til vannforskriften og danne grunnlaget for utvikling av klassifiseringssystemet under vannforskriften. Deler av ØKOKYST er en videreføring av de tidligere overvåkingsprogrammene: "Overvåking av sukkertare langs norskekysten" (KYS) og "Kystovervåkingsprogrammet"(KYO). ØKOKYST-programmet omfattet i 2016 åtte delprogrammer (Tabell 1). ØKOKYST delprogram Skagerrak gjennomførte et utvidet stasjonsomfang i 2016, med inkludering av stasjoner fra Ytre Oslofjord programmet og KLM-programmet "Lange tidsserier" (jfr. Tabell 5).

Tabell 1. ØKOKYST. Kvalitetselementer i grunnprogrammene og frekvens. x = undersøkelsen skal utføres. Blank = år uten undersøkelse, * = opsjon.

Delprogram	Type undersøkelse	2013	2014	2015	2016
Skagerrak	Makroalger	x	x	x	x
	Makrovertebrater (bløt- og hardbunn)	x	x	x	x
	Planteplankton (taxa)	x	x	x	x
	Hydrografi/kjemi	x	x	x	x
Rogaland	Makroalger		x	x	x*
	Makrovertebrater (bløt- og hardbunn)		x	x	x*
	Planteplankton (taxa)		x*	x*	x*
	Hydrografi/kjemi		x	x	x
Hordaland	Makroalger	x			x*
	Makrovertebrater (bløtbunn)	x			x*
	Planteplankton (taxa)		x*	x*	x*
	Hydrografi/kjemi	x	x	x	x
Møre og Romsdal	Makroalger				x
	Makrovertebrater (bløtbunn)				x
	Planteplankton (taxa)		x*	x*	
	Hydrografi/kjemi	x	x	x	x
Trøndelag	Makroalger		x		
	Makrovertebrater (bløtbunn)		x		
	Planteplankton (taxa)	x	x	x	x
	Hydrografi/kjemi	x	x	x	x
Helgeland	Makroalger		x		
	Makrovertebrater (bløtbunn)		x		
	Planteplankton (taxa)		x	x	x
	Hydrografi/kjemi		x	x	x
Nordland	Makroalger			x	
	Makrovertebrater (bløtbunn)			x	
	Planteplankton (taxa)		x*	x*	x*
	Hydrografi/kjemi	x	x	x	x
Finnmark	Makroalger		x		x*
	Makrovertebrater (bløtbunn)		x		x*
	Planteplankton (taxa)		x	x	x*
	Hydrografi/kjemi		x	x	x*

2. Sammendrag

Overvåkingsprogrammet ØKOKYST-delprogram Skagerrak viderefører miljøovervåking i Skagerrak fra overvåkingsprogrammene "Kystovervåkingsprogrammet"(KYO) og "Overvåking av sukkertare langs norskekysten" (KYS). I tillegg til å utføre innsamling og tilstandsrapportering i henhold til vannforskriften, viderefører programmet også overvåkingen av sukkertare-tilstanden i Skagerrak. Tilstandsrapportering er basert på årlig innsamling av de biologiske kvalitetselementene (BKE) planteplankton, makroalger, bløtbunnsdyr, samt støtteparametere, innsamlet og analysert henhold til vannforskriften (Veileder 02:2013 – rev 2015). 2016 er siste år i denne programperioden 2013-2016.

Miljøkvalitet i øvre vannmasser er målt både ut fra mengde planteplankton (klorofyll a, 3 års data målt månedlig) i de frie vannmasser og nedre voksedyp for flerårige makroalger (målt én gang pr år). Viktige støtteparametere er næringsalter, saltholdighet og temperatur. Miljøkvalitet i bunnvann (under eufotisk sone) er basert på tilstand til bløtbunnsfauna (beregnet ut fra flere faunaindekser) og støtteparametere er oksygen i bunnvannet og organisk karbon i sedimentet. Tilstandsvurdering av vannforekomster og kvalitetselementer er vist Tabell 2.

Tabell 2. Tilstandsvurdering av vannforekomster i Skagerrak sortert fra øst til vest i 2016. Farge indikerer tilstandsklasse basert på nEQR-verdi pr stasjon og kvalitetselement. Samlet vurdering er basert på dårligste BKE-kvalitet. Stasjonsnummer er i henhold til revidert basisovervåkingsnettverk. Tabell 20-22 i vedlegg viser stasjonsnavn og tidligere benyttede stasjonsnumre.

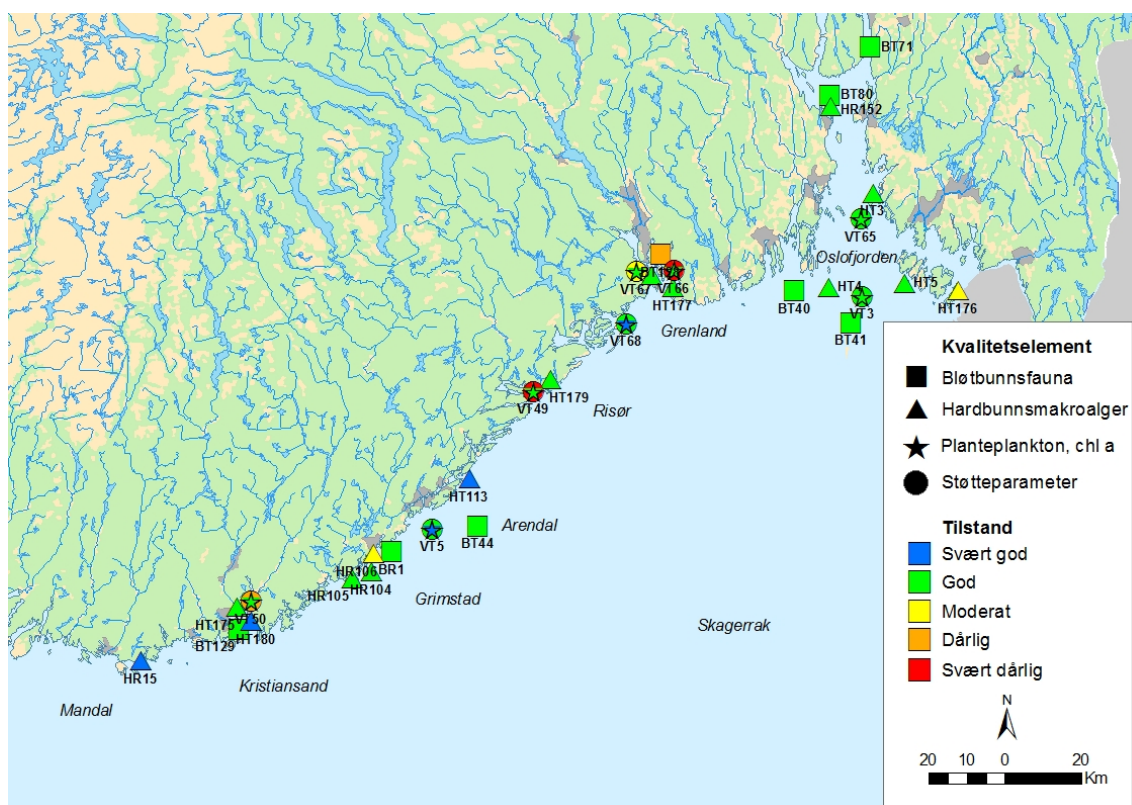
Tilstandsklassifisering pr vannforekomst og kvalitetselement							Tilstands- klasser
Vannforekomst	Vann type	Samlet tilstand	Makroalger MSMDI	Bløtbunns-fauna nEQRst	Plante-plankton Chl a	Støtte-parametere	
Singlefjorden	S3	III	HT176				I Svært god
Midtre Oslofjord	S3	II		BT71			II God
Ytre Oslofjord	S2	II	HT3/HR152	BT80	VT65	VT65	III Moderat
Færder – Torbjørnskj	S1	II	HT4/HT5	BT40 BT41	VT3	VT3	IV Dårlig
Helgeroaifjorden	S2	II	HT177				V Svært dårlig
Håøyafjorden	S3	IV		BT128	VT66	VT66	
Langesundsfjorden	S3	III	HT178		VT67	VT67	
Skrureнна	S1	I			VT68	VT68	
Østerfjorden	S2	III	HT179		VT49	VT49	
Hasteinsundet	S3	I	HT113				
Arendal-Tromøy	S1	II		BT44	VT5	VT5	
Groosefjorden-indre	S7	III	HR106				
Grimstad-ytre	S1	II	HR104 HR105	BR1			
Østergapet-indre	S2	II	HT180	BT129			
Topdalsfjorden-ytre	S3	II	HT175				
Topdalsfjorden-indre	S3	III			VT50	VT50	
Buøysund-ytre	S3	I	HR15				

Tilstanden i vannforekomster i Skagerrak varierte fra «svært god» til «dårlig» i 2016 og enkelte støtteparametere var også i klasse «svært dårlig» (Tabell 2 og Figur 1).

På *åpen eksponert kyst* (vanntype S1) og *moderat eksponert kyst/fjord* (vanntype S2) ble tilstanden klassifisert som «svært god» eller «god» i alle vannforekomster, unntatt i Østerfjorden ved Risør hvor tilstanden ble klassifisert til «moderat» grunnet svært dårlig oksygentilstand i bunnvannet. Indeks for makroalger og planteplankton viste «god» tilstand i overflatevannet i Østerfjorden.

På *beskyttet kyst/fjord* (vanntype S3, inkludert overflatevann i S7) varierte tilstanden i 2016 fra «svært god» til «dårlig». «God» eller bedre tilstand ble funnet for Midtre Oslofjord, Hasteinsundet (Arendal), Topdalsfjorden-ytre (Kristiansand) og Buøysund-ytre (Mandal). I Singlefjorden (Ytre Oslofjord), Langesundsfjorden (Grenland), Goosefjorden-indre (Grimstad) og Topdalsfjorden-indre (Kristiansand) var tilstanden «moderat». Håøyafjorden (Grenland) ble klassifisert til «dårlig» grunnet dårlig tilstand i bløtbunnsamfunnet. Det er en klasse dårligere enn sammenliknet med 2015.

Forekomsten av sukkertare viste en god utvikling fra 2015 og samlet sett utgjør 2016 den beste tilstanden for sukkertare som er registrert siden overvåkingen startet i 2005. Medvirkende årsaker var kjølig sommertemperatur året før (2015) og relativt god sikt og lite partikulært materiale vinter og vår 2016, som har gitt gode vekstforhold for sukkertare.



Figur 1. Tilstand på målestasjoner i Skagerrak i 2016 basert på biologiske kvalitetselementer og vannkjemiske støtteparametere.

2.1 Summary

The environmental monitoring program ØKOKYST subprogram Skagerrak continues the monitoring of the coastal monitoring program (KYO) running at the outer coast of Skagerrak since 1990 and the sugar kelp monitoring program (KYS) running since 2005 at the inner coast of Skagerrak. The ØKOKYST monitoring program is based on and reports in according to the Water Framework Directive (WFD). The program reports on the biological quality elements (BQE) phytoplankton, macroalgae, benthic invertebrate fauna, and the supporting elements of chemical and physico-chemical elements in the water column. Year 2016 is the last year of monitoring in this program period 2013-2016.

Environmental quality of shallow and upper water column is based on the biological quality elements phytoplankton (chlorophyll a, measured monthly) and lower growth limit of selected macroalgae species (measured yearly). Nutrients, salinity and temperature are important supporting elements to understand and set water quality. Environmental quality of deep water at the sea floor is based on the diversity of benthic fauna community. Oxygen in the deep water (a vital parameter for life at the sea floor) and organic carbon in the sediment are supporting elements.

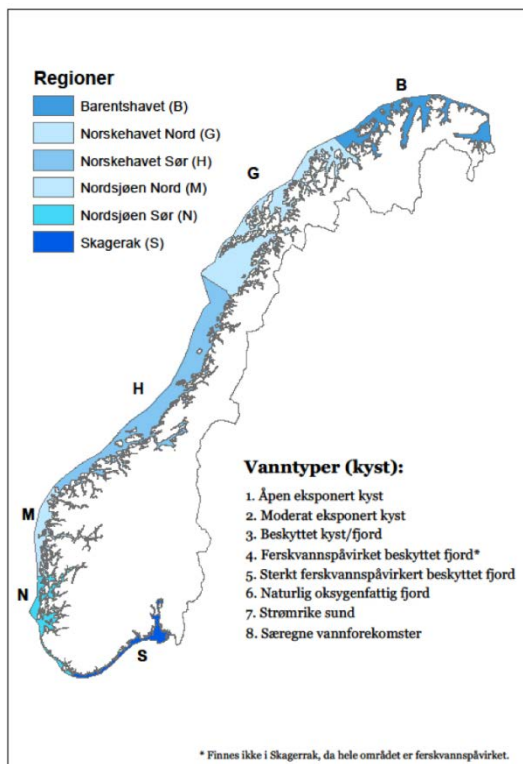
The status of water bodies in Skagerrak in 2016 varied from «high» to «poor» and supporting elements was also classified as «bad» (Tabell 2, Figur 1).

The water quality at “*open exposed coast*” and “*moderate exposed coast/fjord*” (water type S1 and S2) was classified as «very good» or «good» for all water bodies except for Østerfjorden at Risør where the status was «moderate» due to low oxygen levels in the bottom water. The biological quality elements phytoplankton and makroalgae was found to be «good» indicating good surface water quality.

At “*sheltered coast/fjord*” (water type S3) the water quality varied from «very good» to «poor» in 2016. «Good» or better was recorded for Midtre Oslofjord, Hasteinsundet (Arendal), Topdalsfjorden-ytte (Kristiansand), and Buøysund-ytte (Mandal). At Singlefjorden (Ytre Oslofjord), Langesundsfjorden (Grenland), Goosefjorden-indre (Grimstad), and Topdalsfjorden-indre (Kristiansand) the water quality was «moderate» due to high nutrient values (nitrate) and low oxygen levels. Håøyafjorden (Grenland) was classified as «poor» due to bad oxygen conditions and reduced soft bottom fauna composition. Håøyafjorden was evaluated one class poorer than in 2015.

The abundance of sugar kelp had improved from 2015, and overall 2016 was the best recorded sugar kelp status observed since monitoring started in 2005. Low summer temperature the year before (2015), and relatively clear (transparent) water and less particles during winter and spring 2016 causing favourable growth conditions for sugar kelp, may have contributed to this.

3. Områdebeskrivelse



Figur 2. Oversikt over regioner og vanntyper i kystvann (veileder 02:2013 – revisjon 2015)

ØKOKYST-delprogram Skagerrak dekker region Skagerrak (S) i vannforskriften som tilsvarer kysten fra svenskegrensen til Lindesnes (Figur 2). Definerte vanntyper i regionen er vist i Tabell 3. Tabell 4 gir oversikt over hvilke stasjoner, vanntyper og vannforekomster som inngår i programmet. Utvidet innsamlings-program i 2016 er vist i Tabell 5.

Overflatevannet (øvre 30 m) i Skagerrak er en blanding av tilførsler fra sørlige og sentrale deler av Nordsjøen, overflatevann fra Kattegat og vann fra Tyskebukta (beregnet til hhv ca. 55, 25 og 20 % iflg Aure og Magnusson 2008). Overflatevannet langs kysten og i fjordene er en blanding av Skagerrakvann og lokal avrenning (ferskvann) fra land. Reduserte langtransporterte næringssalttilførsler til Skagerrak siden 2000, forsterker betydningen av lokale tilførsler for økosystemkvaliteten, spesielt i fjorder og beskyttet kyst. Flere store elver munner ut i Skagerrak (fra vest mot øst): Otra, Tovdalselva, Nidelva, Skiensvassdraget, Numedalslågen, Drammenselva og den største; Glomma.

ØKOKYST delprogram Skagerrak har hydrografi/kjemi/plankton-stasjoner i resipientene til Skiensvassdraget og Tovdalselva.

Tabell 3. Vanntyper i region Skagerrak. Uthevet skrift angir viktige faktorer for karakterisering. Saltholdigheten er snitt av øverste 10 m av vannsøylen. Tidevann er < 1 m i regionen. Kilde: Tabell 3-10 i Veileder 02:2013 –rev 2015.

Vanntyper	Tidevann	Dyp (m)	Saltholdighet (øvre 10m)	Bølgeeksponering Vertikal miksing	Oppholdstid	Strøm (knop)
S1- Åpen eksponert kyst	≤1	>30	>25	Høy Blandet	Dager	1-3
S2- Moderat eksponert kyst/fjord	≤1	>30	>25	Moderat Blandet	Dager	1-3
S3- Beskyttet kyst/fjord	≤1	>30	>25	Beskyttet Delvis blandet	Dager til uker	<1-3
S5- Sterkt ferskvannspåvirket	≤1	><30	5 - 25	Beskyttet Lagdelt	Dager til uker	<1-3
S6- Strømrrike sund	≤1	><30	Ubestemt	Ubestemt Blandet	<Dag	>3
S7- Naturlig oksygenfattig fjord	≤1	><30	Ubestemt	Beskyttet Lagdelt	Måneder til år	<1
S8- Særegne vannforekomster	≤1	><30	Ubestemt	Ubestemt	Ubestemt	Ubestemt

Tabell 4. Stasjoner i ØKOKYST delprogram Skagerrak. Stasjonskode VT = vannstasjon (trend), HT = hardbunn (trend), HR = hardbunn (ref), BT = bløtbunn (trend), BR = bløtbunn (ref). Stasjoner er i henhold til basisovervåkings-nettverket (Vannmiljø). (Referanse til tidligere benyttede stasjonsnumre er vist i tabell 20-22 i vedlegg.) Frekvens viser antall prøvetakinger i 2016-programmet (desember 2015 – november 2016).

St	Stasjons- navn	Vann- forekomst	Vann- type	Prøvedyp (maks m)	Frekvens	Desimalgrader WGS84 LengdeØ/BreddeN	EUREF89- UTM33 X-øst/Y-nord
VT3	Torbjørnskjær	Færder – Torbjørnskjær	S1	5	22	10,6652/59,0361	251326/6552143
VT65	Missingen	Ytre Oslofjord	S2	5	22	10,6532/59,1920	251770/6569519
VT66	Håøyfjorden	Håøyafjorden	S3	200	12	9,8000/59,0350	201745/6555567
VT67	Breviksfjorden	Langesunds- fjorden	S3	100	12	9,7342/59,0333	197960/6555674
VT68	Jomfruland	Skrureнна	S1	5	12	9,6233/58,9069	190475/6542135
VT49	Nordfjorden	Østerfjorden	S2	175	12	9,2590/58,7400	167693/6525175
VT5	Arendal	Arendal-Tromøy	S1	75	22	8,8330/58,3870	138739/6488014
VT50	Topdalsfjorden	Topdalsfjorden indre	S3*	65	12	8,0630/58,1770	92583/6468807
HT3	Veslekalven	Ytre Oslofjord	S2	30	1	10,7041/59,2543	255117/6576265
HT176	Brattholmen	Singlefjorden	S3	30	1	11.0697/59.0246	274444/6549437
HT177	Store Arøya	Helgeroafjorden	S2	30	1	9,8085/58,9936	201876/6550926
HT178	Risøyodden	Langesunds- fjorden	S3	30	1	9,7537/59,0233	198987/6554481
HT179	Robbesvik	Østerfjorden	S2	30	1	9,2678/58,7428	168467/6525608
HT113	Tromøya N	Hasteinsundet	S3	30	1	8,9445/58,5132	147483/6501758
HR106	Tvillingholmen	Groosefjorden- indre	S7	30	1	8,5817/58,3167	124332/6481894
HR105	Aua (Homborøy)	Grimstad-ytre	S1	30	1	8,5228/58,2545	120222/6475335
HR104	Prestholmen	Grimstad-ytre	S1	30	1	8,5372/58,2732	121260/6477318
HT180	Korsvikfjord	Østergapet- indre	S2	30	1	8,0664/58,1323	92107/6464441
HT175	Gleodden	Topdalsfjorden- ytre	S2*	30	1	8,0359/58,1447	90471/6466000
HR15	Tregde	Buøysund-ytre	S3	30	1	7,6030/58,0109	63437/6453873
BT128	Håøyfj	Håøyafjorden	S3	110	1	9,7908/59,0258	201139/6554592
BR1	Grimstad	Grimstad-ytre	S1	52	1	8,6295/58,3253	127211/6482592
BT44	Arendal	Arendal-Tromøy	S1	368	1	9,0312/58,4038	151455/6489153
BT129	Kristiansand	Kristiansandsfj	S2	190	1	8,0212/58,1213	89337/6463496

Tabell 5. Utvidet omfang i 2016. Stasjonskode VT = vannstasjon (trend), BT = bløtbunn (trend), HT = hardbunn (trend), HR = hardbunn (ref). Stasjoner er i henhold til basisovervåkingsnettverket (Vannmiljø). (Referanse til tidligere benyttede stasjonsnumre er vist i tabell 20-22 i vedlegg.) Frekvens viser antall prøvetakinger i 2016-programmet (desember 2015 – november 2016). * indikerer at stasjonen er innsamlet i programmet "lange tidsserier" og opparbeidet for rapportering i Økokyst.

St (st)	Stasjons-navn	Vann-forekomst	Vann-type	Prøvedyp (maks m)	Frekvens	Desimalgrader WGS84 LengdeØ/BreddeN
VT3	Torbjørnskjær	Færder – Torbjørnskjær	S1	360	11	10,6652/59,0361
VT2	Bastø	Ytre Oslofjord	S2	280	11	10,6165/59,3731
VT10	Breiangen	Midtre Oslofjord	S2	200	11	10,4583/59,4867
VT4	Hvitsten	Midtre Oslofjord	S3	200	11	10,64/59,59
BT40*	Færder	Ytre Oslofjord	S1	50	1	10,3666/59,0000
BT41*	Torbjørnskjær	Ytre Oslofjord	S1	360	1	10,6385/58,9460
BT80	Bastøy	Midtre Oslofjord	S2	280	1	10,4747/59,4763
BT71	Hvitsten	Midtre Oslofjord	S3	200	1	10,646/59,596
HT4*	Færder	Færder – Torbjørnskjær	S1	30	1	10,5268/59,027
HT5	Åkerøy	Færder-Torbjskj	S1	20	1	10,8701/59,0476
HR152	Østøya	Horten	S2	30	1	10,4828/59,45011

4. Metodikk

Innsamling, opparbeiding og analyser av kvalitetselementene makroalger på hardbunn, makrovertebrater på bløt- og hardbunn og planteplankton i vannsøylen, samt støtteparametere, følger standarder og akkrediterte metoder (hvor dette finnes) og en oversikt er gitt i Tabell 6

Tabell 6. Metodikk og parametere som inngår i programmet.

Matriks	Kvalitets-element	Parameter	Enhet	Metodikk	Vitenskapelig referanse
Hardbunn 0-30 meter	Makroalger	Artssammensetning	Taxa	ISO/FDIS 19493:2007	ISO/FDIS 19493:2007
		Dekningsgrad/tetthet	Skala: 0-4 antall /m ²		
		Nedre voksegrense	m	Vannforskriftveileder 02/2013-rev2015	
	Makro-evertebrater	Artssammensetning	Taxa	ISO/FDIS 19493:2007	ISO/FDIS 19493:2007
		Dekningsgrad/tetthet	Skala: 0-4		
	Støtteparameter	Sedimentmengde	% dekning	Langs hele transekt, ruter på 7-8m dyp	
Bløtbunn	Makro-evertebrater	Artssammensetning og individtetthet	Antall ind. av hvert taxa pr.0,1 m ²	NS-EN ISO 16665:2013	
	Støtteparameter	Kornstørrelse	% <63µm	NS-EN ISO 5667-19; NS-EN ISO 16665:2013	(intern metode)
		TOC innhold	mg/g	NS-EN ISO 5667-19; NS-EN ISO 16665:2013,	Intern NIVA-metode
Hydrografi/ kjemi	Plankton	Klorofyll a	µg/l eller mg/m ³	Fluorometrisk Jamp Eutrophication Monitoring Guidelines: Chlorophyll a in water.	Jeffery&Humphrey 1975, Holm-Hansen et al 1965
		Artssammensetning	Taxa, antall celler/l	NS-EN 15972:2011	Sournia 1978, (Utermöhl metode)
	Støtteparameter	Temperatur	°C	NS 9425-3	
		Salinitet		NS 9425-3	
		Oppløst oksygen	ml O ₂ /l	NS-ISO 5813	Strickland & Parsons 1968
		Total fosfor (Tot-P)	µg P/l	NS-EN ISO 6878	Koroleff 1983
		Fosfat (PO ₄)	µg P/l	NS-EN ISO 6878	Grasshoff 1965
		Total nitrogen (Tot-N)	µg N/l	NS-EN ISO 11905-1	Koroleff 1983
		Nitrat og Nitritt (NO ₃ +NO ₂)	µg N/l	NS-EN ISO 13395	Bendschneider & Robinson 1952
		Ammonium (NH ₄)	µg N/l	NS-EN ISO 11732:2005	Koroleff 1983
		Silikat (SiO ₂)	µg Si/l	Jamp Eutrophication Monitoring Guidelines: Nutrients	Grasshoff 1965
		Siktdyp	Meter	NS-EN ISO 7027	
		Turbiditet	FNU	NS-EN ISO 7027	
		TSM			
		Partikulært CNP			
		Siktdyp			

Hydrografi

Vannsøyleovervåkingsprogrammet dekker de frie vannmassene (pelagialen) i utvalgte fjorder og i kystvann, og prøvetakning av fysiske, kjemiske og biologiske (plankton) parametere utføres etter standard prosedyrer og metodikk referert til i Tabell 6. Prøvetakingsprogrammet er noe utvidet i delprogram Skagerrak i forhold til de øvrige delområdene i ØKOKYST-programmet, da delprogram Skagerrak i tillegg skal ha spesiell fokus på sukkertare-problematikken i denne regionen. Ikke alle parametere samles inn på alle dyp og planteplankton (taxa) er kun inkludert på utvalgte stasjoner. All prøvetaking, kjemiske og planktonanalyser er utført av Havforskningsinstituttet, med unntak av overflateprøver (Ferrybox) fra VT3 og VT65 hvor også NIVA står for vannprøveinnsamling og vannanalyser.

Tilstandsvurdering utføres etter klassifiseringssystemet beskrevet i «Klassifisering av miljøtilstand i vann» (Veileder 02:2013 – rev 2015). For planteplankton og fysisk-kjemisk kvalitetselementer bestemmes tilstand på grunnlag av data for de tre siste årene: 2014-2016. Vannprøver innsamlet i 2016 som del av utvidet prøveomfang (VT10 (OF5) Breiangeren og VT4 (OF7) Hvitsten) er følgelig ikke tilstandsvurdert her i denne rapporten. I figurer er siste år sammenliknet med gjennomsnittet (median) for perioden 2009-2015. Planteplankton klassifiseres basert på klorofyll a verdier fra januar til og med november og 90-persentil for hele denne perioden. For næringssalter foretas det en klassifisering basert på vinterdata (des-feb) og sommerdata (jun-aug), mens oksygen klassifiseres med data fra høsten (sept-nov).

Hardbunnssamfunn

Innsamling og registrering av makroalger og dyr på hardbunn langs vertikale transekter fra 0-30 m dyp, foretas ved dykking i henhold til ISO/FDIS 19493-2007 (Tabell 6), av eksperter innen marin botanikk og marin zoologi. Opparbeiding av prøver utføres på levende, friskt materiale. Prøver for mer utførlige analyser/ taksonomiske undersøkelser konserveres for senere opparbeiding. I denne årsrapporten for 2016 er også tilstand på stasjon HT4 Færder (innsamlet under KLD-programmet «Lange tidsserier») og Ytre Oslofjord-stasjonene HR152 Horten og HT5 Åkerøy («Overvåking av Ytre Oslofjord») inkludert. Tilstandsvurdering utføres etter klassifiseringssystemet beskrevet i «Klassifisering av miljøtilstand i vann» (Veileder 02:2013 – rev 2015). Hardbunnsundersøkelsene utføres av NIVA.

Bløtbunnsfauna

Innsamling, analyse av fauna og sediment, beregninger og vurderinger og fortolkninger av marin bløtbunn utføres akkreditert og i hht. standardene NS-EN ISO/IEC 17025, NS-EN ISO 16665:2013 og NS-EN ISO 5667-19, samt interne metodedokument (Tabell 6). Bløtbunnsprøvene innsamles med en van Veen-grabb med prøvetakingsareal på 0,1 m². Det tas fire replikate prøver til fauna på hver stasjon. Prøver til analyse av sedimentets kornfordeling (0-5 cm) og innhold av organisk karbon (TOC) (0-1 cm) tas med grabb eller corer. NIVA står for innsamlingen og sorteringen av prøvene, mens artsidentifiseringen foretas av Akvaplan-Niva AS (mollusker) og NIVA (øvrige grupper). Analyse av TOC er utført akkreditert av NIVA, mens analyse av kornstørrelse er utført akkreditert av Akvaplan-niva AS. Indeksregninger og vurderinger og fortolkninger er utført akkreditert av NIVA. Angivelse av måleusikkerhet kan oppgis på forespørsel. Akkrediteringsnr. til NIVA er TEST 009 og Akvaplan-niva AS TEST 079 og TEST 061.

Bløtbunnsfauna samles rutinemessig inn fra to kyststasjoner BR1 (tidligere KYO B05) og BT44 (tidligere KYO B35) som begge har vært undersøkt siden 1990 i KYO-programmet og fra to fjordstasjoner BT128 og BT129. Utvidet omfang i 2016 inkluderte rapportering av tilstand på tidligere KYO-stasjoner BT41 (A05) og BT40 (A36) som innsamles under KLD-programmet «Lange tidsserier».

Tilstandsvurdering utføres etter klassifiseringssystemet beskrevet i «Klassifisering av miljøtilstand i vann» (Veileder 02:2013 – rev 2015). For bløtbunnsfauna benyttes flere interkalibrerte indekser, samt en samlet EQR-verdi. Tilstanden i bløtbunnsfunn vurderes ut fra siste års resultater.

5. Biologiske kvalitetselementer (BKE)

5.1 Makroalger

Makroalger er større, synlige og fastsittende alger (Figur 3) som vokser på fjell, andre alger eller på dyr langs vår kyst. De har ikke mulighet for å flytte til andre steder dersom forholdene skulle bli dårligere og er derfor gode indikatorer på stedet de lever. Fastsittende alger har ulik tilpasning til miljøforhold og vil over tid i konkurranse med andre arter, vokse der de er optimalt tilpasset og mest konkurransedyktige. Makroalger finnes i forskjellige soner fra øvre del av strandsonen og ned til nederste voksedyp. Artssammensetning og sonering varierer med forhold som lys, temperatur, saltholdighet, bølgeeksponering, strøm og næringstilgang.

Flerårige makroalger integrerer miljøforholdene over flere år og kan brukes som indikator på miljøtilstanden. Sammen med ettårige alger og fast-sittende dyr reflekterer hardbunn-samfunnet vannkvalitet og økologisk kvalitet i kystvannet. I vannforskriften er det utviklet en indeks for tilstandsklassifisering i Skagerrak, basert på nedre voksegrense for ni makroalger (MSMDI). Nedre voksegrensen for makroalger (MSMDI) gjenspeiler blant flere forhold mengden partikler i vannet og dermed hvor klart vannet er.

5.1.1 Klassegrenser og EQR-verdier

Det er interkalibrerte EQR-verdier for «MSMDI» for Skagerrak for vanntypene:

S1 – åpen eksponert kyst	– MSMDI 1
S2 – moderat eksponert kyst/fjord	– MSMDI 2
S3 – beskyttet kyst/fjord	– MSMDI 3

Det kan kun foretas beregninger av økologisk status i tilfelle 3 eller flere arter er registrert på en lokalitet /stasjon. Og det er anbefalt minimum 2 lokaliteter/stasjoner i hver vannforekomst. Beregningen av MSMDI foregår ved at hver art gis et poeng fra 0 til 5 i henhold til artsspesifikke dybdegrenser for de tre vanntypene (se Vedleggstabell 10.2.1). Tilstanden for lokaliteten beregnes som middelvei av tilstandsklassene for artene som er registrert.

Lokaliteter i vanntype S7 «naturlig oksygenfattig fjord» klassifiseres etter klassegrenser for S2, S3 eller S5, bestemt av saltholdighet og bølgeeksponeringen (Tabell 3) som er de relevante faktorene for kvalitetselementet makroalger i denne vanntypen.



Figur 3. Rødalgen fagerving er en av de syv indikatorartene som benyttes for tilstandsvurdering målt som nedre voksegrense for alger (MSMDI). Foto: NIVA.

5.1.2 Klassifiserte resultater

Ved utarbeidelse av foreliggende rapport ble det avdekket feil i tidligere rapporterte beregninger av MSMDI-verdier i ØKOKYST-programmet. For enkelte stasjoner har det ført til feil tilstandsklasser og/eller at feil nEQR-verdi er blitt presentert. Feilen skyldes at tidligere artsregistreringer på stasjonene ikke har vært vurdert i forkant av det inneværende årets indeksberegning. Når stasjoner undersøkes over flere år, skal en art som tidligere er registrert på stasjonen, men som ikke observeres senere år, gis poengverdi 0. Arten anses da som forsvunnet fra stasjonen. Poengverdi 0 gir negativt utslag på indeksverdien og kan således bidra til at stasjonen oppnår en dårligere tilstandsklasse. Feil i rutiner for MSMDI-beregning har i foregående årsrapporter ført til at det ikke er tatt hensyn til arter som har blitt borte gjennom overvåkingsperioden. Enkelte nEQR-verdier og tilstandsklasser er derfor rapportert noe høyere enn korrekt beregning. Korrekte nEQR-verdier og tilstandsklasser for stasjonene er vist i Tabell 7. Her er det også avmerket hvilke nEQR-verdi som tidligere har vært feilberegnet.

Resultatene fra MSMDI viser fra «svært god» til «god» tilstand på alle stasjoner med unntak av stasjon HT176 Brattholmen ved Hvaler og HR 106 Tvillingholmen ved Grimstad, som ble funnet å ha «moderat» tilstand (Tabell 7).

Utvidet programomfang i 2016 inkluderte tre nye hardbunnsstasjoner. HT4 Færder (tidligere overvåket i Kystovervåkingsprogrammet og del av programmet «Lange tidsserier»), og stasjonene HR152 Horten og HT5 Torbjørnskjær (tidligere del av Fagrådet for Ytre Oslofjord sitt overvåkingsprogram). Stasjonene viste alle «god» tilstand i 2016 (Tabell 7).

Sammenlignet med fjoråret indikerer MSMDI resultatene generelt samme tilstand. I Grimstad-området har HR105 gått fra «moderat» til «god», mens motsatt utvikling ble funnet på HR106. Tilsvarende i Kristiansandsområdet endret HT180 fra «god» til «svært god», mens motsatt utvikling ble funnet på HT175. EQR-verdier nært opp til grenseverdier indikerer at små endringer i nedre voksedyp kan gi disse utslag i endret klassifisering (jfr. Tabell 7 og Figur 6).

Tabell 7. MSMDI (1,2,3)-indeks for makroalger i perioden 2009-2016. Stasjon HT4 er fra programmet «Lange tidsserier». HR152 og HT5 er fra «Ytre Oslofjord-programmet». Gamle stasjonsnumre er i parentes.

Snr	HT3 (HB1)	HT176(H B2)	HT177 (HB3)	HT178 (HB4)	HT4 (A02)	HR152 (G3)	HT5 (G27)	HT179 (HB5)	HR106 (HB6)	HR105 (HB7)	HT180 (HB8)	HT175 (HB9)	HR15 (HB10)	HT113 (B07)	HR104 (B10)	
Stasjonsnavn	Veslekalven	Brattholmen	Store Arøya	Risøyodden	Færder	Horten	Torbjørnskjær	Robbesvik	Tvillingholmen	Aua, Homborøya	Korsvikfjorden	Gleodden	Eigebekk	Tromøy	Prestholmen	
VT	S2	S3	S2	S3	S1	S2	S1	S2	S3 (S7)	S1	S2	S2	S3	S3	S1	Tilstands- klasser
2009	0,80	0,63	0,95	0,78	0,84	-	-	0,74	0,63	0,69	0,83	0,71	0,93	0,85	0,83	I. Svært god
2010	0,70*	0,69	0,80	0,68*	0,87	0,71	0,68	0,80	0,78**	0,77	0,80	0,75*	0,83*	0,89	0,86*	II. God
2011	0,83	0,66	0,85	0,80	-	-	-	0,86	0,78**	0,83	0,90	0,83*	0,89	0,89	0,89	III. Moderat
2012	0,90	0,71	0,88	0,80**	-	-	-	0,91	0,63*	0,70	0,85	0,83	0,94	0,90	0,86	IV. Dårlig
2013	0,85	0,66	0,90	0,75*	-	-	-	0,57*	0,78**	0,70*	0,85	0,83	0,91	0,73	0,74	V. Svært dårlig
2014	0,53*	0,80	0,80	0,73	-	-	-	0,71*	0,73**	0,58***	0,83	0,83	0,66**	0,88	0,86	
2015	0,73**	0,60	0,75*	0,68	-	-	-	0,80**	0,80**	0,58***	0,80**	0,83	0,83*	0,90	0,66*	
2016	0,75	0,57	0,78*	0,70	0,63	0,65	0,69	0,69	0,60	0,68	0,83	0,78	0,86*	0,85	0,77	

Noter:

* nEQR verdi er redusert fra tidligere rapporterte verdi, men medfører ingen endring for tilstandsklassifiseringen av stasjonen.

** Stasjonen var feilaktig klassifisert som «svært god» tilstand, men plasseres i en dårligere tilstandsklasse etter nye nEQR beregninger.

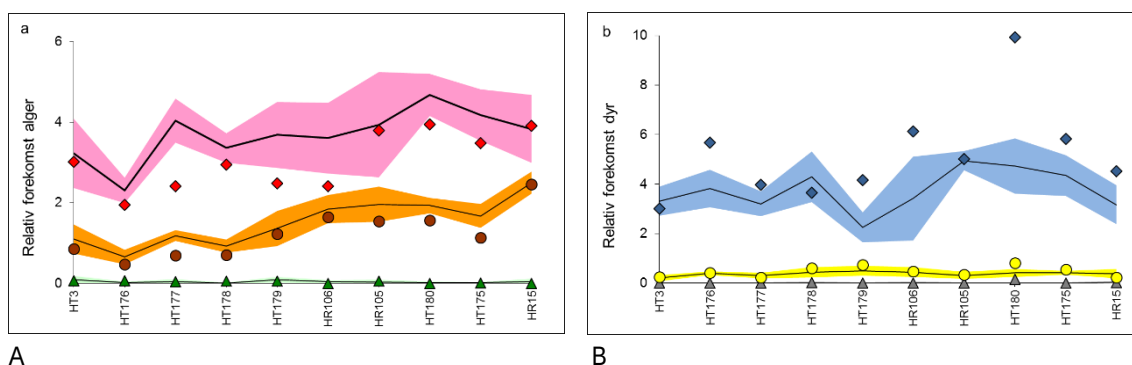
*** Stasjonen var feilaktig klassifisert som «god» tilstand, men plasseres i en dårligere tilstandsklasse etter nye nEQR beregninger.

5.1.3 Forekomst av alger og dyr

Med unntak av stasjonen HR15 Eiebrekk lengst vest i Skagerrak, var forekomst av rød- og brunalger lavere enn normalt på alle stasjoner i 2016 (Figur 4A), særlig fremtredende for rødalgesamfunnene. Forekomsten av dyr var derimot høyere enn normalt på de fleste stasjoner (Figur 4B). Særlig tallrike var filtrerende dyr, som sekkdyr, mosdyr og hydroider, og på flere stasjoner i undersøkelsesområdet var forekomsten av filtrerende dyr markant høyere enn normalt (se Figur 4B, stasjon HT176 Brattholmen (Hvaler), HT179 Robbesvik (Risør), HR106 Tvillingholmen (Grimstad) og HT180 Korsvikfjorden (Kristiansand)). På stasjon HT176 Brattholmen (Hvaler) og HT179 Robbesvik (Risør), var også antall arter i denne dyregruppen høyere enn normalt i 2016. Gjennom hele overvåkingsperioden fra 2013 til 2016 har det vært en tendens til en økende forekomst for denne dyregruppen (Moy m. fl. 2013, 2014, 2015). Reduksjon i algenes voksedyp og dekningsgrad til fordel for økt forekomst av vannfiltrerende dyr kan tyde på redusert lysdybde og mye organiske partikler i vannet.

I 2016 ble stillehavsøsters (*Crassostrea gigas*) observert for første gang i fjæresonen på hardbunn i overvåkingsprogrammet. Arten ble funnet (spredt forekomst) på fire av overvåkingsstasjonene, hvor det foretas transektregistreringer, fra Fredrikstad til Arendal (HT3 Veslekalven, HT176 Brattholmen, HT179 Robbesvik og HT113 Tromøy).

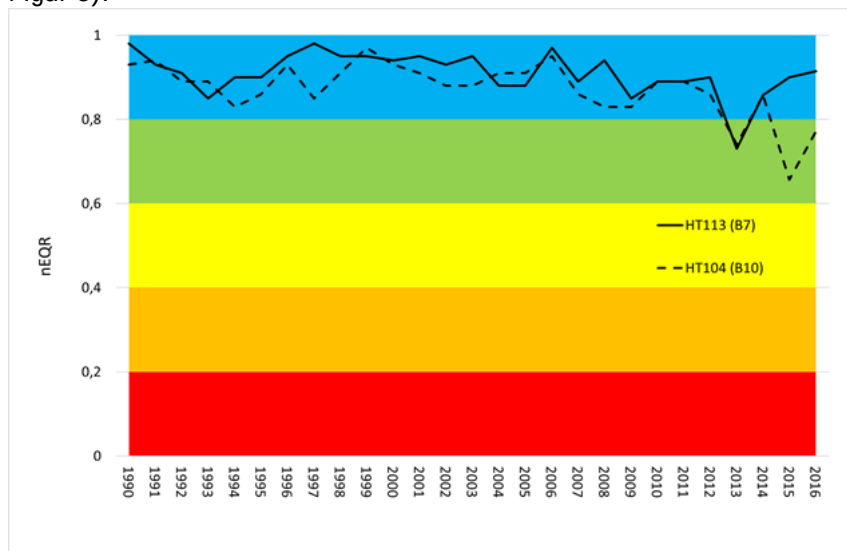
Stillehavsøsters er en fremmed art som er i ferd med å etablere seg i Skagerrak og invasjon av denne arten representerer en trussel mot stedegen biodiversitet. Stillehavsøstersen lever festet til fast underlag og konkurrerer spesielt med blåskjell om tilgjengelig substrat. Stillehavsøstersen ble introdusert til Europa på for oppdrett 1960-tallet og til Norge på 1980-tallet og det antas at arten vil få økt spredningspotensiale i framtiden på grunn av varmere klima og gunstige temperaturforhold for rekruttering og vinteroverlevelse (Rinde m. fl. 2016). Populasjonene som har etablert seg i Oslofjorden og Skagerrak har vist stor evne til overlevelse og reetablering etter perioder med usedvanlig varme somrer med sykdomsfrembrudd og kalde vintre med temperaturer under frysepunktet i fjæresonen (Bodvin m. fl. 2014). Det blir viktig å følge opp utviklingen av arten på de stasjoner der den nå er registrert.



Figur 4. Forekomst av makroalger og bentiske dyr på hardbunn summert (relativ forekomst) over dybdeintervallet 4 – 22 m. Makroalgene er delt opp i rødalger (rosa), brunalger (gul) og grønne alger (grønn). Dyrene er fordelt på vannfiltrerende dyr (blå), rovdyr (gul) og plantebeitere (grå). Punktene er årets registreringer, linje er snittet fra 2010-2015, skraverte områder er snitt +/- stdev. Relativ forekomst er beregnet som summen av forekomsten pr. stasjon, pr år/100.

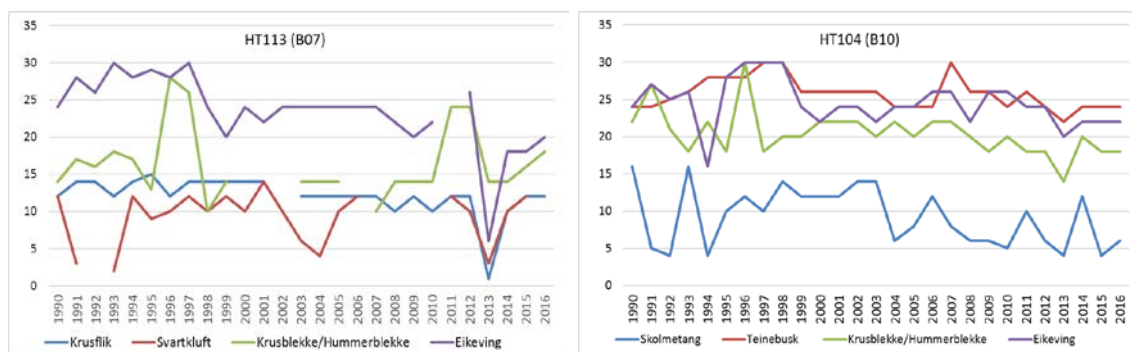
5.1.4 Utvikling over tid

Stasjonene HT113 Tromøy (B07 Arendal) og HR104 Prestholmen (B10 Grimstad) har vært overvåket siden 1990 (først i Kystovervåkingsprogrammet og deretter videreført i ØKOKYST-delprogram Skagerrak). MSMDI for begge stasjoner har ligget i tilstandsklassen «svært god» hele overvåkingsperioden fram til og med 2012, men i 2013 gikk tilstanden ned ett trinn til tilstandsklasse «god». På HT113 Tromøy skiftet tilstanden igjen til «svært god» i 2014 og har siden vært i klasse «svært god». På stasjon HR104 Prestholmen skiftet også tilstanden til «svært god» i 2014, men ble igjen vurdert til tilstandsklasse «god» i 2015 og 2016 (Tabell 7 og Figur 5).



Figur 5. MSMDI beregnet for stasjonene HT113 Tromøy og HT104 Prestholmen for perioden 1990-2016

Som vist i Tabell 7 har endringer i nedre voksegrense for utvalgte alger (jfr Vedleggstabell 10.2.1) medført variasjoner i MSMDI fra «moderat» til «svært god» tilstand. Stasjonene HT113 Tromøy og HR104 Prestholmen (overvåket siden 1990) og Figur 6 viser årlig endring i nedre voksedyp for utvalgte arter i indeksen. Figuren viser store år til år variasjoner, men disse to stasjonene har samlet sett blitt klassifisert til «svært god» tilstand fram til 2013 hvor markert redusert voksedyp for flere arter samtidig ga redusert tilstandsklasse (Figur 5). På HR104 Prestholmen viser flere arter en mulig nedadgående trend etter 2002.



Figur 6. År til år variasjoner i nedre voksedyp (m) for utvalgte makroalger på stasjon HT113 (venstre) og stasjon HT104 (høyre) i perioden 1990-2016.

5.2 Bløtbunnfauna

Bløtbunnsfauna lever på eller i bløtbunn av leire, mudder eller sand i ulike blandingsforhold. Siden bløtbunnsartene er relativt stasjonære, vil arts-sammensetningen i stor grad reflektere miljøforholdene. Overvåking av bløtbunn er derfor en viktig metode for å dokumentere miljøtilstanden. Bløtbunnsfaunaundersøkelser gjøres på lokaliteter med sedimentbunn, fortrinnsvis der det er flat bunn med finkornet sediment (høy andel av leire og silt) og fokuserer på virvelløse dyr større enn 1 mm.



Bløtbunnsfauna påvirkes av flere typer miljøbelastninger. Organisk anrikning fra for eksempel avløpsvann, akvakultur og avrenning fra land og annen forurensning kan medføre dominans av forurensningstolerante arter og redusert biodiversitet. Også høye konsentrasjoner av miljøgifter vil kunne medføre endring i artssammensetningen. For å klassifisere bløtbunnsfaunaen, brukes ulike indekser, hvorav noen er basert på artsmangfold, mens andre også tar i betraktning graden av ømfintlighet til artene som er tilstede.

Klassifiseringssystemet bruker samme indekser og grenseverdier for de forskjellige typer av påvirkning, og foreløpig er det heller ikke laget differensierte grenseverdier for ulike økoregioner eller vanntyper.

5.2.1 Klassegrenser og EQR-verdier

På grunnlag av artslister og individtall beregnes følgende indekser for bløtbunnsfaunas artsmangfold og ømfintlighet:

- artsmangfold ved indeksene H' (Shannons diversitetsindeks) og ES_{100} (Hurlberts diversitetsindeks)
- ømfintlighet ved indeksene ISI_{2012} (Indicator Species Index) og NSI (Norwegian Sensitivity Index)
- den sammensatte indeksen NQI1 (Norwegian Quality Index), som kombinerer både artsmangfold og ømfintlighet
- DI, som er en ny indeks for individtetthet, utviklet spesielt for tilfeller med svært individfattig fauna (for eksempel ved svært høye miljøgiftkonsentrasjoner eller lite oksygen) eller svært individrik fauna (for eksempel ved stor grad av organisk beriking).

Faunaindeksene klassifiseres etter Veileder 02:2013 – rev 2015 og faunatilstand for stasjonen settes lik gjennomsnittet av normaliserte EQR-verdier. Klassegrenser for bløtbunnsindekser er vist gjengitt i Vedlaggstabell 10.3.1.

DI er (som nevnt) en ny indeks, og erfaringer fra bl.a. ØKOKYST har vist at indeksen i mange tilfeller ga svært avvikende tilstandsklasse fra de øvrige indeksene, og at den ut fra faglige vurderinger i enkelte tilfeller kan være misledende. DI gir best klasse ved kun 100 individ, og

eksempelvis har alle prøvene fra ØKOKYST høyere tetthet enn dette uten at de nødvendigvis er forurensningspåvirket. Når antall individer er moderat høy, kommer altså DI dårligere ut enn de andre indeksene. På grunn av erfaringene med bruk av DI-indeksen, har Miljødirektoratet anbefalt å ta ut DI i beregning av samlet økologisk tilstand, inntil det foreligger en ny vurdering av klassifiseringsmetoden for bløtbunnsfauna. Indeksen skal heller ikke klassifiseres, men likevel presenteres.

Totalt organisk karbon (TOC) er en støtteparameter som kan gi informasjon om graden av organisk belastning, men den inngår ikke i den endelige klassifiseringen av stasjonen (Veileder 02:2013 – rev 2015). Vi har valgt å inkludere totalt nitrogen (TN) i analysene ettersom forholdet mellom TOC og TN kan brukes til å få informasjon om opphavet til det organiske materialet. Det foreligger ingen klassifisering av TN. Til klassifisering av TOC benyttes SFT-veileder 97:03 som er inkludert i Veileder 02:2013 – rev 2015 og vist i Vedleggstabell 10.3.2.

Til beregning av TOC inngår informasjon om sedimentets kornstørrelse og denne informasjonen er også hjelp for tolkning av artssammensetning i det sedimentets fysiske struktur, hvor grovt- eller finkornet sedimentet er, har stor betydning for faunaens artssammensetning. Sedimentets finfraksjon ($\% < 0,063$ mm bestemt ved våtsikting) og fraksjoner grovere enn $63 \mu\text{m}$ er presentert i vedlegg kapittel 10.3.

5.2.2 Klassifiserte resultater

Faunaindeksene med tilhørende klassifisering og beregnet normalisert EQR (nEQR) er vist i Tabell 8. Grabbvise data er vist i vedlegg kapittel 10.3. En oversikt over de ti mest dominerende artene pr. stasjon er vist i vedlegg kapittel 10.3.

Samfunnene var dominert av børstemark og muslinger, hvilket er svært typisk for norske kystområder. Innholdet av sedimentets finstoff ($\% < 0,063$ mm), totalt nitrogen (TN), totalt organisk karbon (TOC) og normalisert organisk karbon er vist i Tabell 9. Fullstendige kornstørrelsesdata finnes i Vedlegg.

Stasjon BT71 på 212 m dyp ved Filtvedt i Ytre Oslofjord hadde normalt artsantall, men noe høyt individantall. Indeksene viste «god» tilstand, med unntak av ISI_{2012} som viste «svært god» tilstand. Samlet tilstand ble «god» ut fra både stasjonsvise og grabbvise data. Sedimentet var svært finkornet, med finfraksjon på 97%. Også innholdet av normalisert, organisk karbon tilsvarte tilstandsklasse «god».

Stasjon BT80 på 303 m dyp ved Bastøy i Ytre Oslofjord hadde også normalt artsantall, men noe høyt individtall. Igjen viste samtlige indekser «god» tilstand med unntak av ISI_{2012} som viste «svært god» tilstand. Samlet tilstand ble «god» ut fra både stasjonsvise og grabbvise data. Sedimentet hadde en finfraksjon på 96%. Også innholdet av normalisert, organisk karbon ga tilstandsklasse «god». Det bør merkes at det var en reketråler i området under grabbingen. Dersom dette er en hyppig benyttet trålelokalitet, bør denne informasjonen benyttes under tolkning av fremtidige data.

Stasjon BT41 på 360 m dyp i Ytre Oslofjord hadde relativt få arter, men ganske mange individ. Indeksene viste enten «moderat» eller «god» tilstand. Samlet tilstand ble $ku_{10.3n}$ «moderat» ut fra grabbvise data, men «god» ut fra stasjonsvise data. Sedimentet hadde en finfraksjon på hele 99%. Innholdet av normalisert, organisk karbon tilsvarte «god» tilstand, og i grensen mot

Tabell 8. Økologisk tilstand for det biologiske kvalitetselementet bløtbunnsfauna for hver stasjon i ØKOKYST Skagerrak, 2016. Antall arter (S) og antall individ (N) er også vist. Indekser med tilhørende nEQR-verdi er beregnet både for grabbvise og stasjonsvise data (uten DI). Endelig tilstand for nEQR er vist i fet skrift og med fet ramme på de stasjonene hvor grabbvise og stasjonsvise data ga ulik tilstand. Stasjonsnavn og tidligere benyttede stasjonsnumre er vist i vedlegg i tabell 21.

Økologisk tilstand for bløtbunnsfauna										
Stasjon	Grabb/stasjon	S	N	NQI1	H'	ES ₁₀₀	ISI ₂₀₁₂	NSI	DI	Gj.snitt EQR
BT71	Grabbverdi	38	374	0,77	4,05	23,66	9,82	22,57	0,51	
	nEQR (grabb)			0,75	0,72	0,68	0,81	0,70	-	0,732
	Stasjonsverdi	61	1494	0,78	4,21	24,76	9,82	22,55	0,51	
	nEQR (stasjon)			0,76	0,73	0,69	0,81	0,70	-	0,740
BT80	Grabbverdi	59	547	0,80	4,22	27,67	9,82	22,71	0,68	
	nEQR (grabb)			0,78	0,74	0,73	0,81	0,71	-	0,752
	Stasjonsverdi	107	2187	0,81	4,38	28,19	9,83	22,63	0,68	
	nEQR (stasjon)			0,79	0,75	0,73	0,81	0,71	-	0,759
BT41*	Grabbverdi	29	509	0,59	2,96	15,20	8,10	21,06	0,62	
	nEQR (grabb)			0,54	0,59	0,55	0,66	0,64	-	0,596**
	Stasjonsverdi	52	2035	0,61	3,43	17,21	8,82	21,15	0,62	
	nEQR (stasjon)			0,57	0,65	0,60**	0,73	0,65	-	0,639
BT40*	Grabbverdi	25	54	0,74	4,27	-****	9,61	25,50	0,35	
	nEQR (grabb)			0,72	0,74	-****	0,80***	0,82	-	0,769
	Stasjonsverdi	52	214	0,77	5,01	37,79	9,33	25,45	0,35	
	nEQR (stasjon)			0,75	0,85	0,85	0,77	0,82	-	0,807
BT128	Grabbverdi	6	270	0,37	0,66	4,39	5,56	14,75	0,34	
	nEQR (grabb)			0,27	0,15	0,18	0,34	0,39	-	0,265
	Stasjonsverdi	11	1081	0,42	0,73	4,56	6,96	14,74	0,34	
	nEQR (stasjon)			0,32	0,16	0,18	0,52	0,39	-	0,316
BT44	Grabbverdi	51	474	0,72	3,92	26,22	9,77	22,61	0,61	
	nEQR (grabb)			0,70	0,70	0,71	0,81	0,70	-	0,725
	Stasjonsverdi	90	1896	0,74	4,14	26,87	10,44	22,54	0,61	
	nEQR (stasjon)			0,71	0,73	0,72	0,85	0,70	-	0,741
BR1	Grabbverdi	43	206	0,81	4,23	30,45	8,45	24,20	0,25	
	nEQR (grabb)			0,79	0,74	0,76	0,69	0,77	-	0,748
	Stasjonsverdi	87	824	0,84	4,63	32,78	9,04	24,27	0,25	
	nEQR (stasjon)			0,84	0,78	0,79	0,75	0,77	-	0,785
BT129	Grabbverdi	42	309	0,65	3,77	23,87	8,97	21,62	0,44	
	nEQR (grabb)			0,62	0,69	0,68	0,74	0,66	-	0,679
	Stasjonsverdi	81	1234	0,67	4,02	24,54	9,89	21,61	0,44	
	nEQR (stasjon)			0,65	0,71	0,69	0,82	0,66	-	0,706

* Stasjoner prøvetatt i programmet «Lange tidsserier»

** På grensen mellom «god» og «moderat»

*** På grensen mellom «god» og «svært god»

**** Kunne ikke beregnes fordi antall individ var < 100

«svært god». Endelig tilstand settes til «god» som følge av at snittet av de grabbvise og stasjonsvise EQR-verdiene tilsvarte «god» tilstand, at var innslag av sensitive arter (for eksempel den rørbyggende børstemarken *Melinna cristata* og flere arter krepsdyr) og at innholdet av næring ikke var forhøyet.

Stasjon BT40 på 55 m dyp i Ytre Oslofjord hadde lavt antall arter og antall individ. Det lave individtallet gjorde et ES₁₀₀ ikke kunne beregnes for grabbvise data. Indeksene ga «god» eller «svært god» tilstand, og samlet tilstand ble «god» ut fra grabbvise data og «svært god» ut fra stasjonsvise data. Fordi faunaen med sin lave tetthet anses som utarmet, settes endelig

tilstand som «god». Dette er også i tråd med at snittet av den grabbvise og stasjonsvise EQR-verdien tilsvarte «god» tilstand, men altså i øvre sjikt. Sedimentet var mer grovkornet enn på de ovennevnte stasjonene, hvilket henger sammen med at den er grunnere og mer strømrisk. Innholdet av normalisert, organisk karbon var svært lavt, og tilsvarte «svært god» tilstand.

Stasjon BT128 på 110 m dyp i Håøyfjorden hadde et svært lavt artsantall og et normalt individantall. Kun elleve arter ble registrert totalt på denne stasjonen. Indeksene ga «dårlig» eller «svært dårlig tilstand», med unntak av ISI₂₀₁₂ for stasjonsvise data som tilsvarte «moderat» tilstand. Samlet tilstand ble «dårlig». Stasjonen var svært finkornet (finfraksjon på 95%) og hadde også svært høyt innhold av normalisert, organisk karbon, tilsvarende «svært dårlig» tilstand. Den dårlige tilstanden samsvarer godt med observasjonene i felt; her var det sorte partier i sedimentet, lite synlige levende dyr og tomme skjell og rør. Artene som var tilstede, var svært forurensningstolerante, slik som børstemarken *Chaetozone setosa* og muslingen *Thyasira sarsii* (Vedlegg 10.3). Sistnevnte er typisk for lokaliteter med lite oksygen. Arten tåler godt slike forhold fordi den har endosymbiotiske svovel-oksiderende bakterier i gjellene sine.

Stasjon BT44 på 350 m dyp ved Arendal hadde normalt artsantall og noe høyt individantall. Indeksene viste «god» tilstand med unntak av ISI₂₀₁₂ som viste «svært god» tilstand. Samlet tilstand ble «god» basert på både stasjonsvise og grabbvise data. Stasjonen har finfraksjon på hele 99% og er altså svært finkornet. Mengden normalisert, organisk karbon tilsvarte «god» tilstand, slik som for faunaen.

Stasjon BR1 på 50 m dyp utenfor Grimstad hadde normalt arts- og individantall. Indeksene ga alle «god» tilstand, med unntak av at stasjonsvis NQ11 tilsvarte «svært god» tilstand. Samlet tilstand ble «god». Stasjonen hadde en finfraksjon på 79%. Innholdet av organisk karbon var høyt; over 30 mg/g. Tilstanden ut fra normalisert, organisk karbon var på grensen mellom «moderat» og «dårlig». Likevel var ikke faunaen tydelig preget av dette, og tilførselen av organisk materiale er altså på nivå med det som kan forbrukes. Stasjonen er grunn og derav også strømrisk, hvilket antas å gi god oksygentilgang.

Tabell 9. Innhold av finstoff, totalt nitrogen, organisk karbon og normalisert organisk karbon på bløtbunnsstasjonene i ØKOKYST Skagerrak 2016. Sedimentkategori er klassifisert basert på median kornstørrelse (pelitt angir silt/leire). Normalisert organisk karbon er klassifisert iht. SFT veileder 97:03; gjengitt i Veileder 02:2013 – rev 2015.

Stasjon	Dyp (m)	%<0,063 mm	Sediment-kategori	TN (mg/g)	TOC (mg/g)	Norm. TOC	C/N-forhold
BT71	212	96,8	Pelitt	2,4	24,5	25,1	10,2
BT80	303	96,1	Pelitt	<1	19,1	19,8**	>19,1
BT41	360	99,3	Pelitt	1,3	20,8	20,9**	16,0
BT40	55	64,0	Pelitt	<1	7,5	14,0	>7,5
BT128	110	94,7	Pelitt	4,5	43,6	44,6	9,7
BT44	327-350*	99,1	Pelitt	2,5	22,9	23,1	9,2
BR1	50	79,2	Pelitt	3,6	30,6	34,3***	8,5
BT129	194	98,3	Pelitt	2,6	24,8	25,1	9,5

* Problem med vinsj gjorde at dybdeanvisningen ikke ble helt nøyaktig.

** På grensen mellom «god» og «svært god».

*** På grensen mellom «dårlig» og «moderat».

Stasjon BT129 på 194 m ved Kristiansand hadde normalt artsantall og normalt til svakt høyt individantall. Indeksene tilsvarte «god» tilstand, med unntak av ISI₂₀₁₂, som ga «svært god» tilstand. Samlet tilstand ble «god». Sedimentet var svært finkornet med finfraksjon på hele 98%. Mengden normalisert, organisk karbon tilsvarte «god» tilstand, altså på linje med klassifiseringen av faunaen.

C/N-forholdet (forholdstallet mellom karbon og nitrogen) kan gi indikasjon på opprinnelsen til det organiske materialet i sedimentet ettersom ulike typer materiale har ulikt innhold av nitrogen. Generelt vil sedimenter hvor detritusmaterialet hovedsakelig har sin opprinnelse i planteplankton gi et C/N-forhold på 6-8 fordi planteplankton er relativt rikt på nitrogen. Derimot har bentiske makroalger (tang og tare) et C/N-forhold på 10-60 og terrestrisk plantemateriale >100. Sedimenter med stor tilførsel av terrestrisk plantemateriale har derfor et C/N-forhold >10-12. På stasjonene BT71, BT128, BT44, BR1 og BT129 var C/N-forholdet rundt 10 eller lavere, som indikerer sedimentering av hovedsakelig marint materiale. Her er det imidlertid viktig å være klar over at næringssaltene som gir opphav til produksjonen, likevel kan komme fra land. På stasjon BT41 (A36) var C/N-forholdet 16, som kan indikere større bidrag fra terrestrisk materiale. C/N-forholdet kunne ikke beregnes nøyaktig på stasjonene BT80 og BT40 fordi mengden TN var under deteksjonsgrensen. Imidlertid må det ha vært høyt på stasjon BT80; minst 19, dvs. at det finner sted akkumulering av organisk materiale av terrestrisk opphav. På stasjon BT40 (A05) var verdien 7,5 og synes å være på linje med de fleste andre stasjonene. De to dypeste stasjonene på Østlandet viste altså størst C/N-forhold, og har antakelig også høyest relativt bidrag av land-derivert organisk materiale. Selv om stasjonene er langt fra land, er de plassert i et dybbasseng hvor organisk materiale, inkl. antakelig lite nedbrytbart materiale fra land, sedimenterer. Det geografiske mønsteret er antakelig relatert til at elvene Glomma og Drammenselva, som drenerer svært store nedbørsfelt, har utløp her, mens elvene på Sørlandet drenerer mindre nedbørsfelt (se for eksempel Skarbøvik m. fl. 2016). Det er videre spesielt interessant at elvene på Østlandet har høyere innhold av organisk karbon enn elvene på Sørlandet og at det også her viser størst relativ økning (Larsen m. fl. 2011).

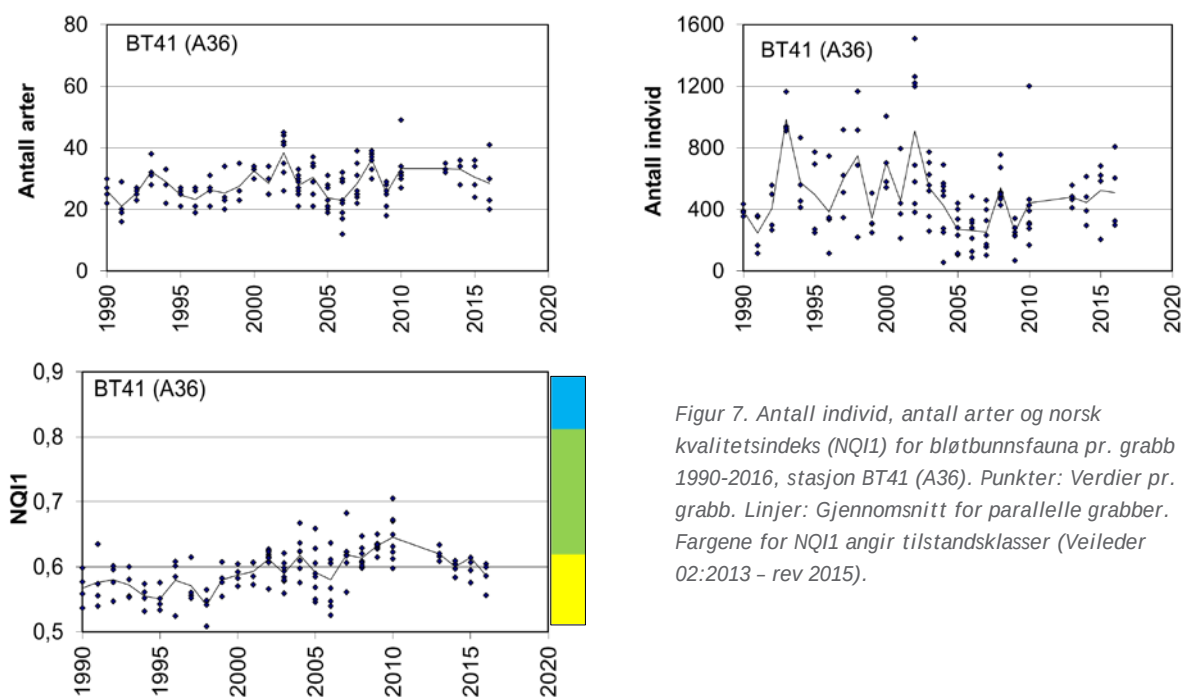
Ettersom det kun foreligger C/N-data fra ett år, er det fremdeles for tidlig å konkludere med at det observerte mønsteret er en trend. Det anbefales derfor at nitrogen i sedimentet prøvetas videre, for å gi grunnlag for en analyse med andre måleparametere sett i en klimasammenheng.

5.2.3Utvikling over tid

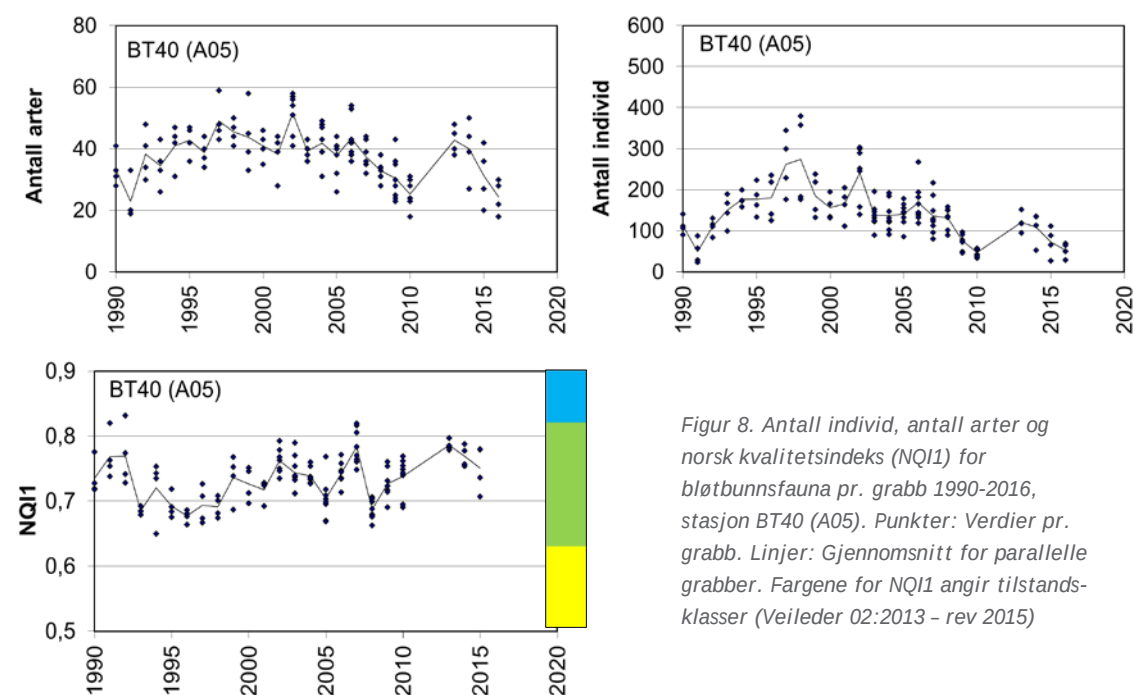
Tidsserier fra 1990

Stasjonene BR1 Grimstad og BT44 Arendal har vært overvåket siden 1990. Dette gjelder også stasjonene BT41 og BT40, fra programmet «Lange tidsserier», med unntak av årene 2011 og 2012. Tidsplott for antall arter, antall individ og parameteren NQ11 for disse stasjonene er vist i Figur 7. NQ11 er valgt fordi det er denne parameteren som er interkalibrert med andre land.

På stasjon BT41 viste både antall arter og antall individ et stort sprik i 2016, men spennet er innenfor variasjonen tidligere i tidsserien (Figur 7). Det bør merkes at indeksen NQ11 har vist en svak, nedadgående trend de siste årene, og at tilstanden kun ble «moderat» basert på denne. Indeksen er likevel noe høyere enn det som ble observert på 1990-tallet.



Figur 7. Antall individ, antall arter og norsk kvalitetsindeks (NQI1) for bløtbunnsfauna pr. grabb 1990-2016, stasjon BT41 (A36). Punkter: Verdier pr. grabb. Linjer: Gjennomsnitt for parallelle grabber. Fargene for NQI1 angir tilstandsklasser (Veileder 02:2013 – rev 2015).

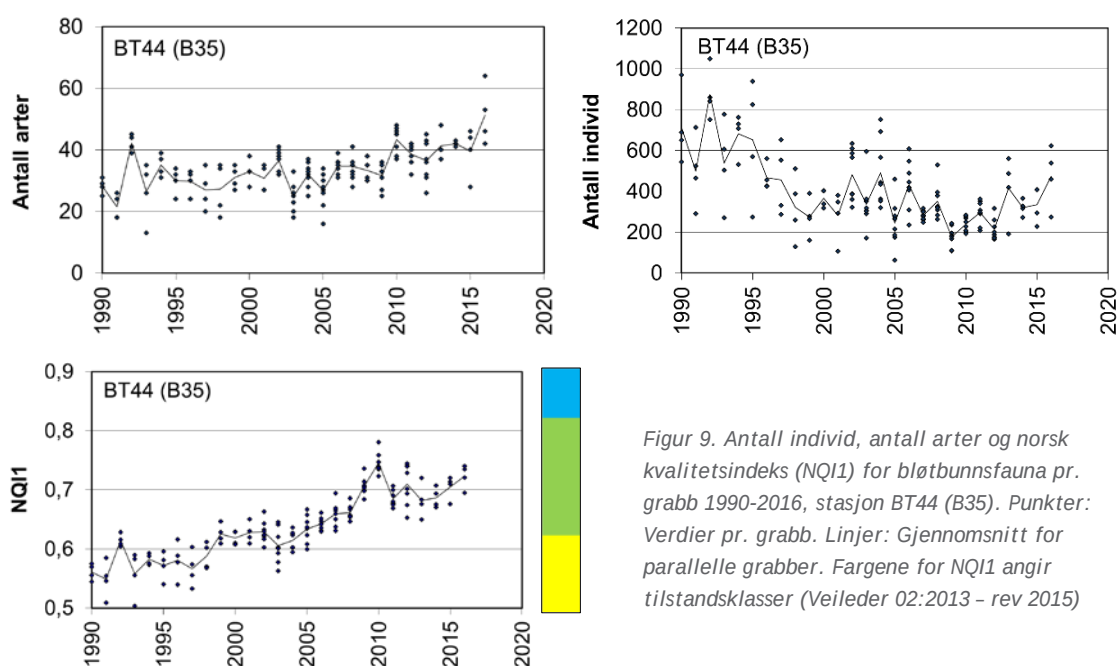


Figur 8. Antall individ, antall arter og norsk kvalitetsindeks (NQI1) for bløtbunnsfauna pr. grabb 1990-2016, stasjon BT40 (A05). Punkter: Verdier pr. grabb. Linjer: Gjennomsnitt for parallelle grabber. Fargene for NQI1 angir tilstandsklasser (Veileder 02:2013 – rev 2015)

Stasjon BT40 har vist en påfallende reduksjon både i antall arter og antall individ de siste årene (Figur 8). En likedan kurve ble observert i årene frem mot 2010. Før dette var like lavt arts- og individtall kun observert i 1991. Denne reduksjonen i artsrikdommen og i faunaen som sådan tolkes som at faunaen har blitt utarmet. Også NQI1 har blitt redusert, men ligger likevel i øvre halvdel av «god» tilstand. De øvrige indeksene viste som nevnt over enten «god» eller «svært god» tilstand. Imidlertid var antall individ så lavt at ES_{100} ikke kunne beregnes på grabbnivå. Videre er det også viktig å være klar over at en parallell reduksjon både i antall arter og individ ikke nødvendigvis «slår ut» på indeksene H' og ES_{100} , hvor det er individ-

fordelingen mellom artene som er utslagsgivende. Indeksapparatet er langt bedre i stand til å fange opp uønskede effekter av næringssalter og derav økning i individantallet og oppblomstring av opportunistiske arter enn tilfeller hvor faunaen blir mer fattig, slik er tilfelle her. Utviklingen tolkes altså som negativ til tross for at stasjonen tilsynelatende hadde god tilstand gjennom de høye diversitetsverdiene.

Artssammensetningen (Vedlegg 10.3) viser at dyr som lever av organisk materiale, enten nede i sedimentet, på sedimentoverflaten eller fra vannsøylen hadde svært lav tetthet på stasjon BT40. Slik bortfall av viktige økologiske grupper er svært uvanlig. Den mest dominerende arten var børstemarken *Nephtys incisa*, som lever som karnivor/omnivor eller av dødt materiale. Denne arten har også tidligere hatt tilsvarende tetthet, men nå har altså alle artene som har vært mer dominerende, blitt borte. Innholdet av næring, målt som nitrogen og karbon i sedimentet, var svært lavt, og har sannsynligvis spilt inn på tapet av fauna. Årsaken til denne reduksjonen i næringstilgangen er ikke kjent. Muligens kan tråling ha spilt inn, men slik påvirkning fører ofte til en økning i opportunistiske arter, hvilket ikke ble registrert her. Det er heller ikke kjent hvorvidt det finner sted tråling her. Dersom denne trenden også gjelder for større kystområder, kan det bety mindre næring for blant annet for fisk som beiter på bløtbunnsfaunaen. Videre overvåking, fortrinnsvis med fokus på både årsakssammenhenger og betydning for høyere trofiske nivå, er viktig. Sist bør indeksapparatet gjennomgås mht. egnethet i tilfeller hvor faunaen blir mer fattig. Indeksen DI var et forsøk i så måte, men har fremdeles utfordringer knyttet til seg.



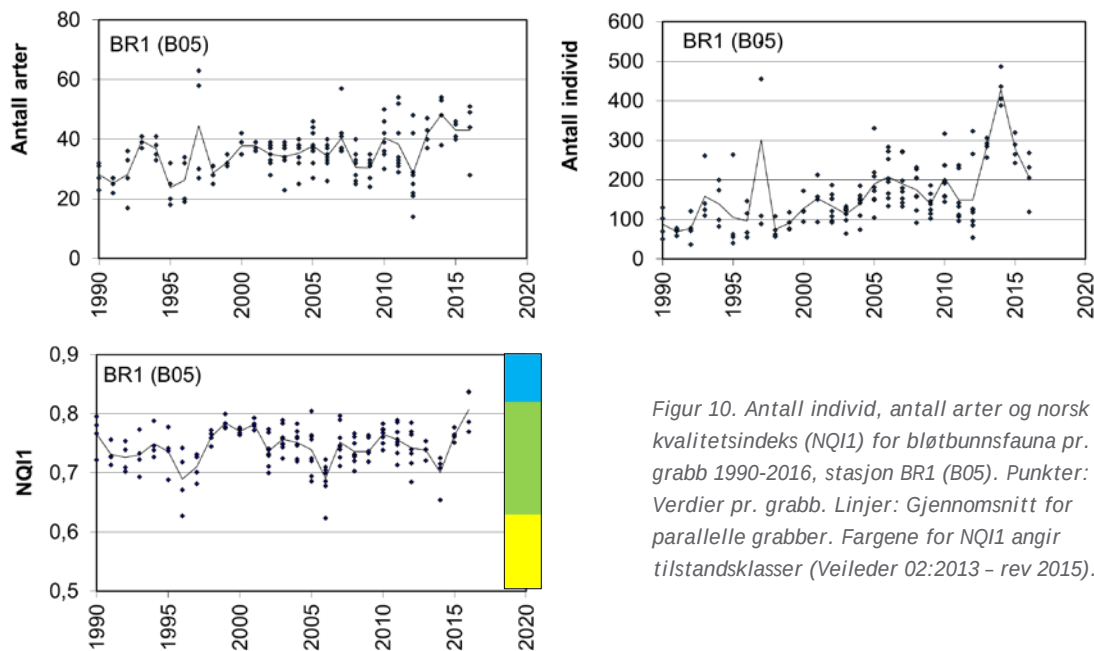
Figur 9. Antall individ, antall arter og norsk kvalitetsindeks (NQI1) for bløtbunnsfauna pr. grabb 1990-2016, stasjon BT44 (B35). Punkter: Verdier pr. grabb. Linjer: Gjennomsnitt for parallelle grabber. Fargene for NQI1 angir tilstandsklasser (Veileder 02:2013 – rev 2015)

Stasjon BT44 utenfor Arendal har vist positiv utvikling de siste årene (Figur 9). Antallet arter var i 2016 det høyest målte gjennom hele tidsserien. Antallet individ var høyere i 2016 enn de to foregående årene, men under nivået tidlig på 1990-tallet. Også indeksen NQI1 har økt de seneste år.

På stasjon BR1 var antall arter i 2016 på nivå med det som ble observert de foregående år (Figur 10). Antall individ viste derimot en betydelig reduksjon fra 2014, hvor det nådde en

topp. Indeksen NQI1 økte fra 2014, og var i 2016 totalt sett det høyeste observert gjennom tidsserien.

Det synes altså å ha vært en positiv utvikling på begge de sørlige, åpne stasjonene (BT44 og BR1). Derimot var utviklingen motsatt på de østlige, åpne stasjonene (BT41 og BT40), hvor det ble observert en nedadgående trend i diversiteten. Denne trenden er ikke forårsaket av noen økning i næringstilgangen med påfølgende økning i individtettheten og opportunistiske arter, slik som ofte er tilfelle når tilstanden blir dårligere. Hvilke påvirkningsfaktorer som spiller inn, og hva som er årsaken de regionale forskjellene i tilstandsutvikling, er altså ikke kjent.



Figur 10. Antall individ, antall arter og norsk kvalitetsindeks (NQI1) for bløtbunnsfauna pr. grabb 1990-2016, stasjon BR1 (B05). Punkter: Verdier pr. grabb. Linjer: Gjennomsnitt for parallelle grabber. Fargene for NQI1 angir tilstandsklasser (Veileder 02:2013 – rev 2015).

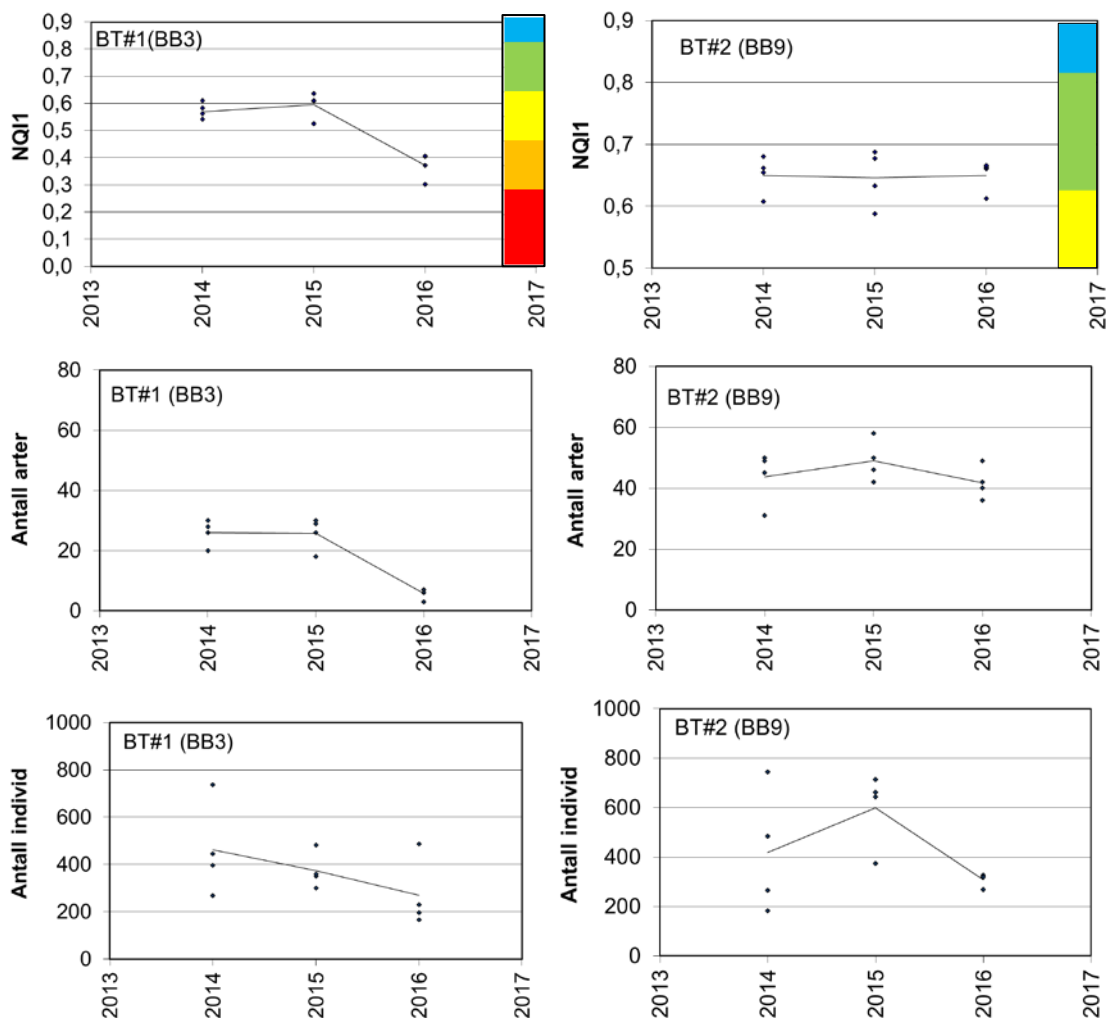
Stasjoner med tre års tidsserier

For stasjonene BT128 og BT129 foreligger det nå tre års data, og tidsutvikling for denne perioden er vist i Figur 11.

På stasjon BT128 i Håøyfjorden ble tilstanden merkbart dårligere i 2016 sammenliknet med de to foregående årene. Det var en vesentlig reduksjon i antall arter og i diversiteten, men også individantallet sank. Årsaken til dette antas å være at det var svært lite oksygen i bunnvannet vinteren 2016. Oksygennivået var på det høyeste vinteren 2014, lavere vinteren 2015 og aller lavest vinteren 2016 (se kapittel 7.3). Vinteren 2015 var nivået likevel tilstrekkelig til å forhindre vesentlig anoksi, men i 2016 under kritisk nivå hvorpå bunnsamfunnene ble svært forringet.

På stasjon BT129 ved Kristiansand var både artsantallet og diversiteten målt som NQI1 stabil gjennom de tre årene. Antall individ har variert mer, men dette er normalt. Som det fremgår av figuren, var antall individ mellom ca. 200 og ca. 800 individ i 2014, og antallet observert i 2015 og 2016 var innenfor dette spennet.

Til sammen viser resultatene at tilstanden til bløtbunnsamfunnene fluktuerer mer inne i fjordene enn langs åpen kyst. Årsaken til dette er at oksygentilgangen i bunnvannet varierer fra år til år. Selv om dette dels er naturlig betinget, vil antropogene tilførsler av organisk materiale samt klimaindusert transport av terrestrisk materiale gjennom ferskvannsavrenning intensivere slike effekter.



Figur 11. Antall individ, antall arter og norsk kvalitetsindeks (NQI1) for bløtbunnsfauna pr. grabb 2014-2016, stasjon BT128 (BT#1 (BB3)) og BT129 (BT#2 (BB9)). Punkter: Verdier pr. grabb. Linjer: Gjennomsnitt for parallelle grabber. Fargene for NQI1 angir tilstandsklasser (Veileder 02:2013 – rev 2015).

5.3 Planteplankton

Planteplankton responderer hurtig på endringer i vekstforholdene. Økte mengder næringssalter kan føre til en økning i algebiomassen dersom de øvrige forholdene ligger til rette. Planteplankton går gjennom en naturlig suksesjon i løpet av året. Vinterperioden har lav planteplanktonproduksjon før den normalt øker voldsomt og skaper en våroppblomstring tidlig på året, styrt av lys og stabile vannmasser. Oppblomstringen tømmer normalt vannet for næringssalter. Dette sammen med oppvekst av beitende dyreplankton får våroppblomstringen til å kollapse. Etter oppblomstringen må planteplanktonet tilføres næringssalter fra underliggende vannmasser eller via avrenning for igjen å kunne bygge høy biomasse. En vanlig planteplanktonart i Skagerrak i 2016 er vist i Figur 12. I ØKOKYST-programmet inngår artssammensetning av planteplankton på utvalgte stasjoner, mens klassifisering er basert på klorofyll a.



Figur 12. Kiselflagellaten *Proboscia alata*. (Foto: Havforskningsinstituttet, Algelaboratoriet.)

5.3.1 Klassegrenser og EQR-verdier

Tallverdier for klorofyll a for referansetilstand og klassegrenser i de ulike økoregionene og vanntypene er angitt i Vedleggstabell 10.4.1. Det anbefales å bruke datasett fra 6, minimum 3, år til klassifiseringen. Klassifiseringen gjøres ut fra 90-persentil for klorofyll a fra hele innsamlingsperioden. EQR beregnes etter formelen $EQR_{kla} = K_{la,ref} / K_{la,obs}$ (Veilederen 02:2013 – rev 2015). Ved normalisering av EQR tas det høyede for øvre og nedre klassegrense.

5.3.2 Klassifiserte resultater

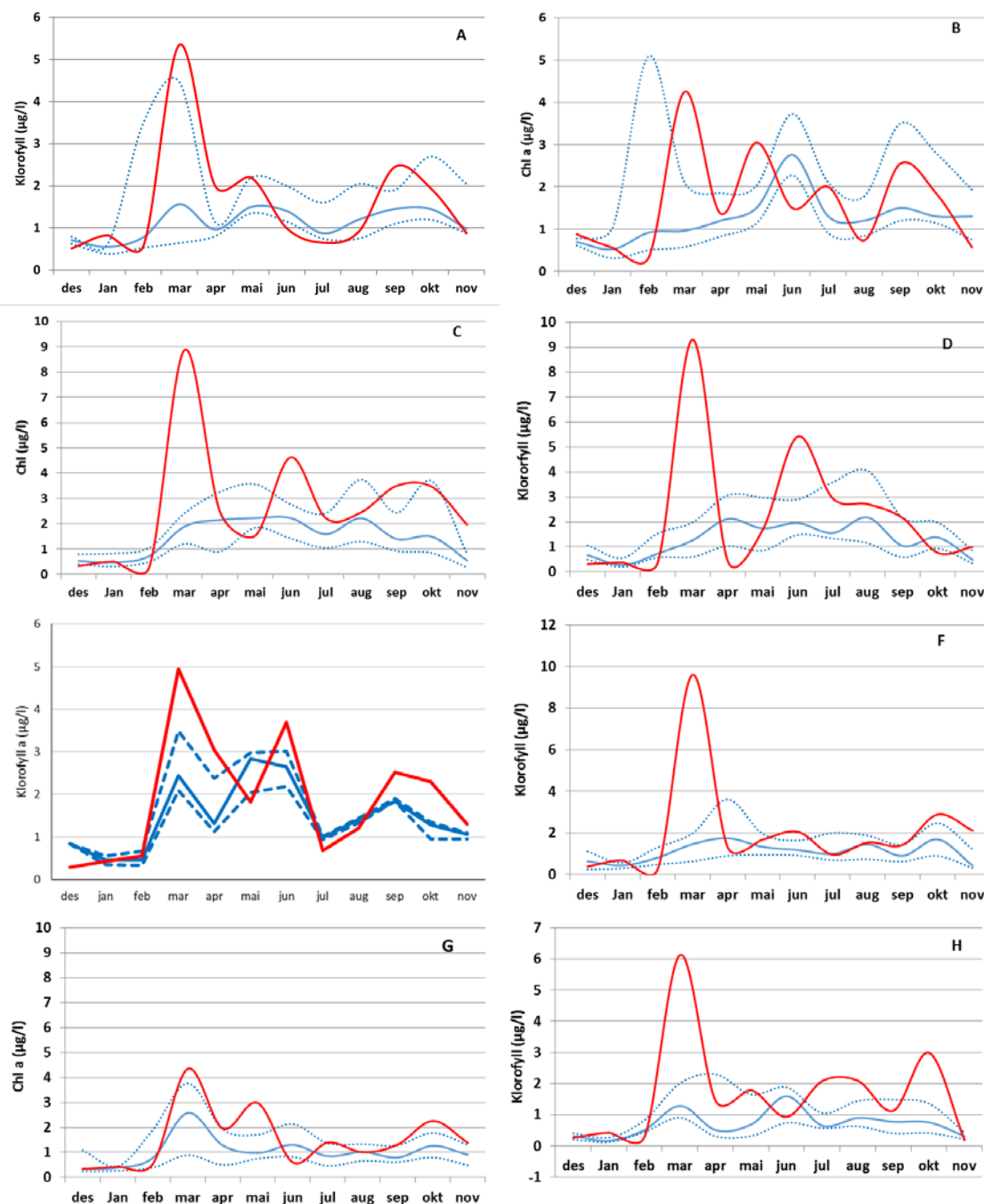
For BKE planteplankton er klassifiseringen av de ulike stasjonene basert på de 3 siste års data (Tabell 10). Klorofyll a verdier fra perioden fra og med februar til og med oktober er benyttet. Tilstanden var «svært god» og «god» i hele området for perioden 2014-2016. Stasjoner som ligger eksponert og åpent har noe bedre tilstand enn stasjoner i fjordene. Sammenlignet med forrige vurdering (perioden 2013-2015) er det ingen endring.

Tabell 10. Klassifisering av miljøtilstand for det biologiske kvalitetselementet «Planteplankton» basert på de 3 siste års data for hele vekstsesongen. Klorofyll a verdiene (µg/l) er 90-persentiler beregnet for hele vekstsesongen.

Klassifisering av planteplankton basert på 90-persentil av klorofyll a				
Stasjon	Vannforekomst	År	Chl a (µg/l)	nEQR
VT65 Missingen	Ytre Oslofjord	2014-2016	4,8	0,65
VT3 Torbjørnshj	Færder-Torbjørnshj	2014-2016	3,6	0,78
VT66 Håøyfjorden	Håøyfjorden	2014-2016	5,2	0,63
VT67 Breviksfjorden	Langesundsfjorden	2014-2016	5,5	0,61
VT68 Jomfruland	Skrurena	2014-2016	3,4	0,81
VT49 Nordfjord	Østerfjorden	2014-2016	3,9	0,71
VT5 Arendal	Arendal-Tromøy	2014-2016	3,2	0,85
VT50 Topdalsfj	Topdalsfjorden-indre	2014-2016	3,9	0,71

5.3.3 Utvikling over tid

I 2016 var det en god våroppblomstring som fant sted i mars ved alle stasjonene, uttrykt som høye klorofyllverdier i Figur 13. Dette er innenfor det som anses som «normal» periode for oppblomstringen. For stasjonene i Oslofjorden har man i perioden 2009-2015 hatt flere år med tidlig oppblomstring (februar), men i 2016 kom oppblomstringen til historisk «normalt» tidspunkt.



Figur 13. Månedlige klorofyllmålinger i 2016 på stasjonene A) VT65 Missingen, B) VT3 Torbjørnskjær (OF1), C) VT66 Håøyfjorden, D) VT67 Breviksfjorden, E) VT68 Jomfruland, F) VT49 Nordfjorden, G) VT5 Arendal, H) VT50 Topdalsfjorden. Rød linje viser data for 0-10 m dyp i 2016. Blå heltrukket linje er medianverdi for perioden 2009-2015, blå stiple linje angir 75 og 25 persentilen.

Ved alle stasjonene i planteplanktonprogrammet var våroppblomstringen dominert av kiselalgene *Skeletonema*, *Chaetoceros* spp og *Thalassiosira* spp, med unntak av fjordstasjonen Topdalsfjorden, der *Skeletonema* var mindre tallrik til fordel for kiselalgen *Pseudonitzschia* spp som var mer fremtredende i våroppblomstringen.

I Grenland ble det registrert en sommeroppblomstring i juni. Tilsvarende oppblomstring ble ikke registrert ved de øvrige stasjonene. Oppblomstringen kan ha årsak i lokale tilførsler og det indikeres gjennom et sammenfall i tid med redusert saltholdighet i overflaten og økning i nitrogen og silikat (lokale tilførsler). Denne oppblomstringen i Grenland (VT66 og VT67) i juni 2016, var hovedsakelig dominert av kiselalger der *Proboscia alata* (Figur 12), *Chaetoceros* spp og *Dactyliosolen fragilissimus* var tallrike. I tillegg til disse kiselalger var kalkalgen *Emiliana huxleyi* tallrik i de mer åpne stasjonene og brakkvannskiselalgen *Diatoma tenuis* ved stasjoner i større grad påvirket av ferskvann.

For stasjonen Missingen (VT65, ytre Oslofjord), som står i større kontakt med kyststrømmen enn Grenlandstasjonene, ble det observert en mindre økning i mai, noe som sammenfaller med en tilsvarende økning i kyststrømmen (VT5 Arendal) og indikere at denne økningen var knyttet til kyststrømmen og prosesser i Skagerrak. Ved begge stasjonene var det en mindre økning i nitrogen og silikat i april. Ved VT5 (Arendal) var kiselalgene *Proboscia alata*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Gunardia delicatula* og *Lennoxia faveolata* fremtredende.

Ved de fleste stasjonene ble det i 2016 registrert en høstopplomstring i september i området Oslofjorden til Jomfruland, med unntak av fjordstasjonen VT67 (Breviksfjorden) der det ikke ble målt økning i klorofyll *a*. Planteplankton sammensetningen varierte generelt noe mellom alle stasjonene i september 2016. For alle stasjoner var fureflagellatene *Prorocentrum triestinum* og *Hetercapsa rotundata* fremtredende, ved stasjon VT68 (Jomfrulandsrenna) var også *Gymnodinium elongatum* tallrik. I tillegg var kiselalgene *Pseudonitzschia* spp og *Chaetoceros tenuissimus* tallrike i Håøyfjorden.

For stasjonen i området Risør til Kristiansand, var det økt mengde klorofyll i oktober, der planteplanktonsamfunnet var en blanding av kiselalger og fureflagellater.

Med unntak av sommeroppblomstringen i Grenland og økning i mai i Oslofjorden er planteplankton biomassen omtrent som «normalt» på stasjonene i DP Skagerrak.

Utvikling i næringssalter, salt og temperatur er vist i kapittel 7 Støtteparametere.

6. Tilstand til sukkertare

På slutten av 1990-tallet gikk forekomsten av sukkertare kraftig tilbake. Tapet av sukkertare ble estimert til 80 % langs kysten av Skagerrak og 40 % langs kysten av Vestlandet (Moy et al. 2008, Moy & Christie 2012). Sukkertaren har en viktig økologisk funksjon i å produsere næring av sollyset og lage oppvekst-, leve- og nærings-områder for rike samfunn av alger og dyr i kystsonen. Sukkertaren er sårbar for høy temperatur og eutrofi (Lüning 1984, Eriksson et al. 2002, Andersen et al 2013, Gundersen 2014). Vurdering av sukkertaretilstanden er ikke del av vannforskriften, men den overvåkes spesielt i ØKOKYST-delprogram Skagerrak og Rogaland for å følge med på tilstand og utvikling, samt bedre beslutningsgrunnlaget for eventuelle tiltak. Tilstanden har generelt sett vært dårlig på indre kyst i Skagerrak og deler av Vestlandskysten. Etter en dårlig periode for sukkertare 2004-2005 ble tilstanden generelt noe forbedret de siste årene av sukkertare-prosjektet (Moy et al. 2008). Tilstanden bedret seg også totalt sett noe i de første årene av Sukkertareovervåkingen (2009-2012, Norderhaug et al. 2013) (Tabell 11).

Forekomsten av sukkertare i Ytre Oslofjord og Skagerrak viser en god utvikling fra 2015 til 2016. Samlet sett utgjør 2016 den beste tilstanden for sukkertare som er registrert siden overvåkingen startet i 2005. Totalt seks stasjoner oppnådde forbedret tilstand for sukkertare i 2016. Det ble observert dominerende forekomster av sukkertare (vurdert som svært god tilstand) ytterst i skjærgården i Grimstad (HR105 Aua), i Kristiansandområdet (HT180 Korsvikfjorden, HT175 Gledden) og ved Mandal (HR15 Egebekk) lengst vest i undersøkelsesområdet. Også stasjoner i Ytre Oslofjord har vist økt tilvekst av sukkertare, i 2016 ble det funnet dominerende forekomster av sukkertare ved stasjonene HT3 Veslekalven ved Hvaler og HT177 Store Arøya ved Langesund. Årsakssammenhenger er diskutert i kapittel 8.

Tabell 11. Sukkertaretilstanden i Skagerrak 2005-2016. Overvåkingen er en videreføring av Sukkertareovervåkingsprogrammet (KYS), men sukkertaretilstand er ikke et kvalitetselement i vannforskriften og fargene i tabellen representerer ikke vannforskriftens tilstandsklasser. Tilstanden i 2005-12 er basert på gjennomsnitt av forekomst på 5-6 m dyp på dykkertransekt og tre nærliggende dropkamerastasjoner. I 2013-2015 er tilstanden vurdert ut fra forekomst på 5-6 m på dykkertransekt.

År	Veslekalven	Brattholmen	Store Arøya	Risøyodden	Robbesvik	Tvillingholmen	Aua, Homborøya	Korsvikfjorden	Gledden	Egebekk	Trømøy	Prestholmen
	HT3 (HB1)	HT176 (HB2)	HT177 (HB3)	HT178 (HB4)	HT179 (HB5)	HR106 (HB6)	HR105 (HB7)	HT180 (HB8)	HT175 (HB9)	HR15 (HB10)	HT113 (B07)	HR104 (B10)
2005												
2006												
2007												
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
2013												
2014												
2015												
2016												

Tilstands-
klasser

- Dominerende
- Vanlig
- Spredt
- Enkelt funn
- Borte

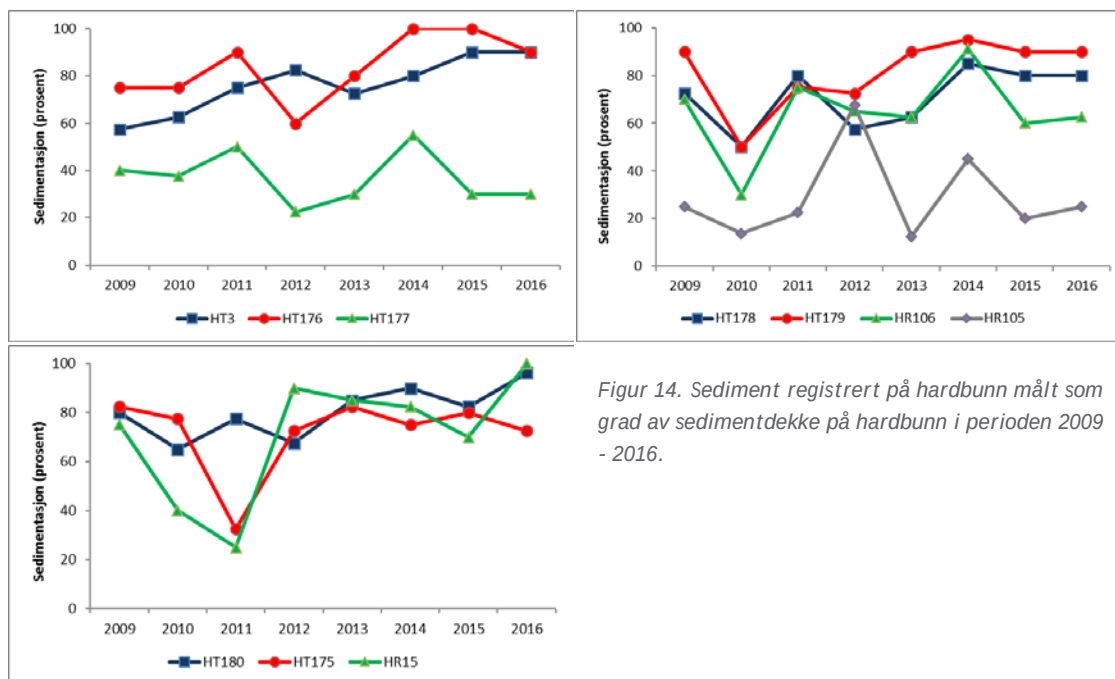
Fravær av sukkertare i 2015 og spredte forekomster av sukkertare i 2016 på stasjonen HR104 Prestholmen er, med liten sannsynlighet, relatert til sukkertarens biologiske tilstand, men snarere knyttet til konkurranse om plass med stortare, som er den dominerende tarearten på denne bølgeeksponerte stasjonen. Stortare er bedre tilpasset bølgeeksponert kyst og HR104 representerer den mest eksponerte stasjonen i undersøkelsesområdet.

På HT176 Brattholmen (Fredrikstad) har tilstanden vekslet mellom dårlig og moderat tilstand fra overvåkingen startet på stasjonen i 2009. I 2016 ble tilstanden vurdert til «dårlig» basert på kun enkeltfunn av sukkertare på 5-6 m dyp.

Etter at stasjon HT179 Robbesviken ved Risør hadde en periode med positiv utvikling med tilvekst av sukkertare etter 2010, har det fra 2015-2016 vært en brå endring og vedvarende fravær av sukkertare ved stasjonen. Årsaken til den dårlige utviklingen og bortfallet av sukkertare ved denne stasjonen er ikke kjent, men det var betydelig tilgroing av trådformede alger på stasjonen i 2016.

Sediment på bunnen

Moy & Christie (2012) og senere Gundersen et al. (2014) viste at sukkertaretilstanden mest sannsynlig påvirkes av flere samvirkende faktorer relatert til klima og eutrofi. Sediment på bunnen kan hindre alger og dyr i å feste og etablere seg, og tilslamming har vært antatt å være en viktig årsak til at sukkertare ikke har re-etablert på steder den har forsvunnet (Moy et al. 2008). På tross av en økt tilvekst av sukkertare de siste årene (Tabell 11, 2014-2016) har det ikke forekommet en tilsvarende reduksjon i sedimentdekke på bunnen (Figur 5). Generelt observeres det høy sedimentbelastning på de fleste stasjonene (mellom 60-100 % dekke). Unntakene er de relativt eksponerte stasjonene HT177 Store Arøya og HR105 Aua, Homborøya. I områder med god vannbevegelse blir partikler raskt vasket vekk av bølger og strøm og sedimentdekke på bunnen blir lavere. På de to stasjonene HT179 Robbesvik i Risør og HT176 Brattholmen ved Hvaler som viste dårligst tilstand for sukkertare i 2016 var sedimentbelastningen stor og ca. 90 % av bunnssubstratet var dekket med sediment da undersøkelsene ble foretatt i juni 2016 (Figur 14).



Figur 14. Sediment registrert på hardbunn målt som grad av sedimentdekke på hardbunn i perioden 2009 - 2016.

7. Støtteparametere

For tilstandsvurdering av støtteparametere benyttes klassifiseringssystemet beskrevet i «Klassifisering av miljøtilstand i vann» (Veileder 02:2013 – rev 2015, gitt i vedlegg 10.5). Kjemiske og fysiske støtteparametere skal benyttes til å forklare eventuelle endringer i de biologiske over-våkingselementene. Samtidig vil de kjemiske dataene si noe konkret om mengden nærings-salter. Enkelte av de kjemiske parameterne vil kunne benyttes til tilstandsvurdering av miljøforholdene. Standard kjemiske parameter vil gi viktig informasjon omkring eutrofi-tilstanden i et område. For ØKOKYST-delprogram Skagerrak er det også inkludert parameter som gir informasjon om organiske belastning (som partikulære stoffer og suspendert materiale). En samlet tilstandsvurdering av støtteparametere i 2016, basert på de tre siste års data, er vist i Tabell 12. Ekstra vannstasjoner i Oslofjorden i utvidet program i 2016, er ikke tilstandsvurdert da datagrunnlaget ikke tilfredsstiller krav i veilederen for klassifisering (Veileder 02:2013 – rev 2015).

Tabell 12. Samlet tilstandsvurdering basert på støtteparametere innhentet i vinter- sommer- og høstperioden. Dårligste parameter vil være utslagsgivende. Parameter og periode som er utslagsgivende for de ulike vannforekomstene gitt. Data for perioden 2014-2016 benyttet.

Samlet vurdering av tilstand for kjemiske parametere (vinter og sommer)				
Stasjon	Vannforekomst	År	Tilstands-klasse	Utslagsgivende parameter
VT65 Missingen	Ytre Oslofjord	2014-2016	II	Kjemi vinter/sommer
VT3 Torbjørnskjær	Færder-Torbjørnskjær	2014-2016	II	Kjemi vinter/sommer
VT66 Håøyfjorden	Håøyfjorden	2014-2016	V	Oksygen dypvannet
VT67 Breviksfjorden	Langesundsfjorden	2014-2016	III	Nitrat vinter/sommer
VT68 Jomfruland	Skrurena	2014-2016	II	Kjemi sommer/vinter
VT49 Nordfjorden	Østerfjorden	2014-2016	V	Oksygen dypvannet
VT5 Arendal	Arendal-Tromøy	2014-2016	II	Kjemi vinter/sommer
VT50 Topdalsfjorden	Topdalsfjorden-indre	2014-2016	IV	Oksygen dypvannet

7.1 Næringssalter

7.1.1 Klassegrenser og EQR-verdier

For ØKOKYST-Skagerrak er det benyttet data for de 3 siste årene 2014 til 2016 for å fastsette tilstand. For næringssalter er det foretatt en klassifisering basert på det øvre vannlaget (0-10 m) for både vinterdata (des-feb) og sommerdata (jun-aug), mens for oksygen er klassifiseringen basert på bunnvann i høstperioden (sep-nov), en periode hvor belastningen på oksygenet normalt er som størst. Tilstand klassifiseres etter måleverdienes innplassering i Tabell 0-1 og 0-2 i Veileder 02/2013 – rev 2015, gitt i vedleggs-kapittel 10.5. Det er ikke utviklet EQR for støtteparametere da det ikke er utarbeidet referanseverdier for de ulike stoffene og vann typer. Ved samlet vurdering av en stasjon er det den støtteparameteren som får dårligst tilstandsklasse som skal vektlegges.

7.1.2 Klassifiserte resultater

Basert på vinterverdier for næringssalter faller stasjonene i tilstandsklassen «svært god» eller «god», med unntaket for VT67 Breviksfjorden som kom ut i tilstandsklassen «moderat» (III) på grunn av forhøyede vinterkonsentrasjoner av nitrogen (nitrat og nitritt).

Sammenlignet med 2015-klassifiseringen er det i 2016 en liten forbedring mht fosfor i Håøyfjorden og i Jomfrulandsrenna, samt mindre nitrogen i Østerfjorden ("god" til "svært god" tilstand).

Tilstandsvurderingen basert på sommerverdier av næringssalter viser generelt lavere nivå (og klasseforbedring) for fosfor, og liten endring for nitrogen (Tabell 14). Med unntak av VT67 Breviksfjorden (som i 2015) er alle stasjonene klassifisert i tilstand «svært god» eller «god», mens VT67 Breviksfjorden viser «moderat» tilstand mht nitrogen (nitrat og nitritt)..

Tabell 13. Klassifisering av miljøtilstand for kjemiske parametere basert på vinterperioden (des-feb). Verdier er oppgitt i µg/l.

Klassifisering vinterverdier (des-feb)			(konsentrasjoner i µg/l)				
Stasjon	Vannforekomst	År	Fosfat	Tot P	Nitrat	NH ₄	Tot N
VT65 Missingen	Ytre Oslofjord	2014-2016	17	22	115		273
VT3 Torbjørnskj	Færder-Torbjørnskjær	2014-2016	17	23	113		270
VT66 Håøyfj	Håøyafjorden	2014-2016	14	20	120	21	300
VT67 Breviksfj	Langesundsfjorden	2014-2016	13	19	127	24	296
VT68 Jomfruland	Skrurenn	2014-2016	14	23	104	13	245
VT49 Nordfjord	Østerfjorden	2014-2016	15	23	98	13	275
VT5 Arendal	Arendal-Tromøy	2014-2016	15,9	22	98	10	266
VT50 Topdalsfj	Topdalsfjorden-indre	2014-2016	13,5	19,7	106	23	296

Tabell 14. Klassifisering av miljøtilstand for kjemiske parametere basert på sommerperioden (juni-august). Verdier er oppgitt i µg/l.

Klassifisering Sommerverdier (jun-aug)			(konsentrasjoner i µg/l)				
Stasjon	Vannforekomst	År	Fosfat	Tot P	Nitrat	NH ₄	Tot N
VT65 Missingen	Ytre Oslofjord	2014-2016	2,8	13	7		207
VT3 Torbjørnskj	Færder-Torbjørnskjær	2014-2016	3,2	11,9	11,6		209
VT66 Håøyfj	Håøyafjorden	2014-2016	3,1	11,3	16	10	236
VT67 Breviksfj	Langesundsfjorden	2014-2016	3,3	12	37	17	259
VT68 Jomfruland	Skrurenn	2014-2016	2,9	12	8,5	8	201
VT49 Nordfjord	Østerfjorden	2014-2016	2,6	11,8	4,1	11	244
VT5 Arendal	Arendal-Tromøy	2014-2016	2,3	11,8	3,4	10	236
VT50 Topdalsfj	Topdalsfjorden-indre	2014-2016	3	11	12	22	233

7.2 Siktedyp

Siktdyp, målt med Secchi-skive, er et mål på vannets klarhet og lysforhold i dypet. Siktdyp påvirkes av biologiske og uorganiske forhold og områder som har stor tilførsel av ferskvann vil oftest variere mye. Partikler i vannet (grumsete vann) reduserer siktdypet og lysdypet i vannet. Partikler gir også sedimentasjon på bunnen. Lysforhold og partikler i vannet påvirker livet i vannmassene og på bunnen. Organiske partikler (inkludert plankton) kan være næring for bunndyr, mens partikler som tilslammer hardbunn har negativ innvirkning på makroalger og sukkertare spesielt. Tilslamming av hardbunn overvåkes derfor spesielt i ØKOKYST-delprogram Skagerrak. Mengden partikler i vannet, uttrykt i form av partikulære forhold (totalt suspendert materiale (TSM) og siktdyp samt klorofyll *a*, vil alle kunne påvirke lysmengden nedover i dypet. Store tettheter av partikler i de øvre vannlag, vil dermed kunne redusere nedre voksegrense for makroalger. Innsamling av TSM prøver og måling av siktdyp er gjennomført ved alle hydrografistasjoner (se resultater under kap 7.4 Årsvariasjoner). Partikulært C, N og P er kun inkludert på stasjonene VT66 Håøyfjorden, VT67 Breviksfjorden, VT49 Nordfjorden og VT50 Topdalsfjorden. Tilstandsvurdering basert på siktdyp er vist i Tabell 15. For begge stasjonene i Grenland (VT66 og VT67) var tilstanden «moderat» og uendret i forhold til forrige tilstandsvurdering. Ved de mer åpne stasjonene er forholdene klassifisert «svært god». Stasjonen VT50 Topdalsfjorden kommer ut i miljøtilstand «god» basert på de 2014-2016 data. Miljøtilstanden er uendret for alle stasjoner i forhold til fjorårets vurdering.

Tabell 15. Tilstandsvurdering basert på siktdyp (sommerverdier: juni-august)

Klassifisering Sommerverdier (jun-aug)			
Stasjon	Vannforekomst	År	Siktdyp (m)
VT65 Missingen	Ytre Oslofjord	2014-2016	-
VT3 Torbjørnskj	Færder-Torbjørnskjær	2014-2016	-
VT66 Håøyfj	Håøyfjorden	2014-2016	5,6
VT67 Breviksfj	Langesundsfjorden	2014-2016	4,8
VT68 Jomfruland	Skrurena	2014-2016	8,9
VT49 Nordfjord	Østerfjorden	2014-2016	9,3
VT5 Arendal	Arendal-Tromøy	2014-2016	9,4
VT50 Topdalsfj	Topdalsfjorden-indre	2014-2016	6,3

7.3 Oksygen

Parameteren «Oksygen» i bunnvannet gir indikasjon på organisk belastning og omsetning. I vurdering av denne parameteren er det nødvendig å ta hensyn til topografiske forhold, der grunne terskler og redusert vanntransport vil ha stor påvirkning på parameteren. Tilstandsvurderingen av oksygenforholdene i bunnvannet ved stasjonene i Skagerrak er vist i Tabell 16.

Tilstandsvurderingen viser «svært god» tilstand på åpen kyst (VT5 Arendal) og «god» tilstand Langesundsfjorden (VT67 Breviksfj) som i 2015, mens forholdene i øvrige fjorder er «moderat» til «svært dårlig». Stasjonene VT66 Håøyfjorden, VT49 Nordfjorden og VT50 Topdalsfjorden har hatt redusert tilstand over flere år. VT66 Håøyfjorden har redusert tilstand i 2016 sammenliknet med 2015 og er i år klassifisert til «svært dårlig». Dette er fjorder med en eller flere forholdsvis grunne terskler som fører til redusert vanntransport i

bunnvannet og dårligere utskiftning i bunnvannet. For disse fjordene skjer utskiftning av dypvannet og bedring i oksygenforholdene, sporadisk (Se utvikling over år i Figur 23.) Disse fjorder er sårbare for økt organisk tilførsel enten gjennom avrenning eller pelagisk produksjon som følge av næringssalttilførsel.

En rekke av fjorden på Skagerrakkysten er naturlig oksygenfattige og skal klassifiseres i vanntype S7 eller de har topografiske forhold ved seg som fører til at de lett kan få problem med oksygenkonsentrasjon i bunnvannet. Enkelte av disse fjordene har også utfordringer knyttet til gamle synder (som f.eks. tømmervirksomhet) som er med og forbruker oksygenet i bunnvannet. Håøyfjorden er et system med liten utveksling med utenforliggende område og ny karakterisering kan utredes. Oksygenforbruket/år er ikke større enn i nabofjorden VT67 Breviksfjorden, men manglende årlig vannutskiftning gir dårlig bunn vann i Håøyfjorden (se Figur 23). Overvåkingen viser at Håøyfjorden er sårbar for organisk belastning og gir grunnlag til å fraråde nye eller økte «utslipp» til fjorden.

Tabell 16. Tilstandsvurdering basert på oksygenkonsentrasjon i bunnvannet (ml/l og %-metning) basert på laveste høstverdi. Gjennomsnitt av de siste 3 års laveste oksygenkonsentrasjon er benyttet i vurderingen.

Klassifisering høstverdier (sept - nov)				
Stasjon	Vannforekomst	År	O ₂ (ml/l)	O ₂ metning (%)
VT65 Missingen	Ytre Oslofjord	2014-2016	-	-
VT3 Torbjørnskj	Færder-Torbjørnskjær	2014-2016	-	-
VT66 Håøyfj	Håøyafjorden	2014-2016	0,54	7,9
VT67 Breviksfj	Langesundsfjorden	2014-2016	3,9	58
VT68 Jomfruland	Skrurena	2014-2016	-	-
VT49 Nordfjord	Østerfjorden	2014-2016	0,39	5,6
VT5 Arendal	Arendal-Tromøy	2014-2016	4,8	78
VT50 Topdalsfj	Topdalsfjorden-indre	2014-2016	2,1	30

7.4 Årsvariasjoner

I gjennomgangen av årsvariasjon i de ulike kjemiske og fysiske parameterne, er et utvalg av parametere fra enkelte stasjoner presentert i rapporten. Resultatene er presentert for hver parameter, med unntak av TSM og partikulære parametere som presenteres i egne avsnitt. Data for 2016 vil i denne gjennomgangen sammenlignet med data for perioden 2009-2015.

7.4.1 Hydrografi/-kjem

Temperatur

2016 var et varmere år enn normalt (2009-2015) spesielt våren, mens sommeren (august) var markert kjøligere (Figur 15). September ble igjen varmere enn normalt for perioden 2009-2015. Det samme mønsteret viser seg på alle stasjoner, både i kyststrømmen og i fjordene. Lav sjøtemperatur i 2015 og god temperatur våren 2016 kan ha hatt en positiv effekt for sukkertaren langs Skagerrak kysten og medvirket til god tilstand mange steder.

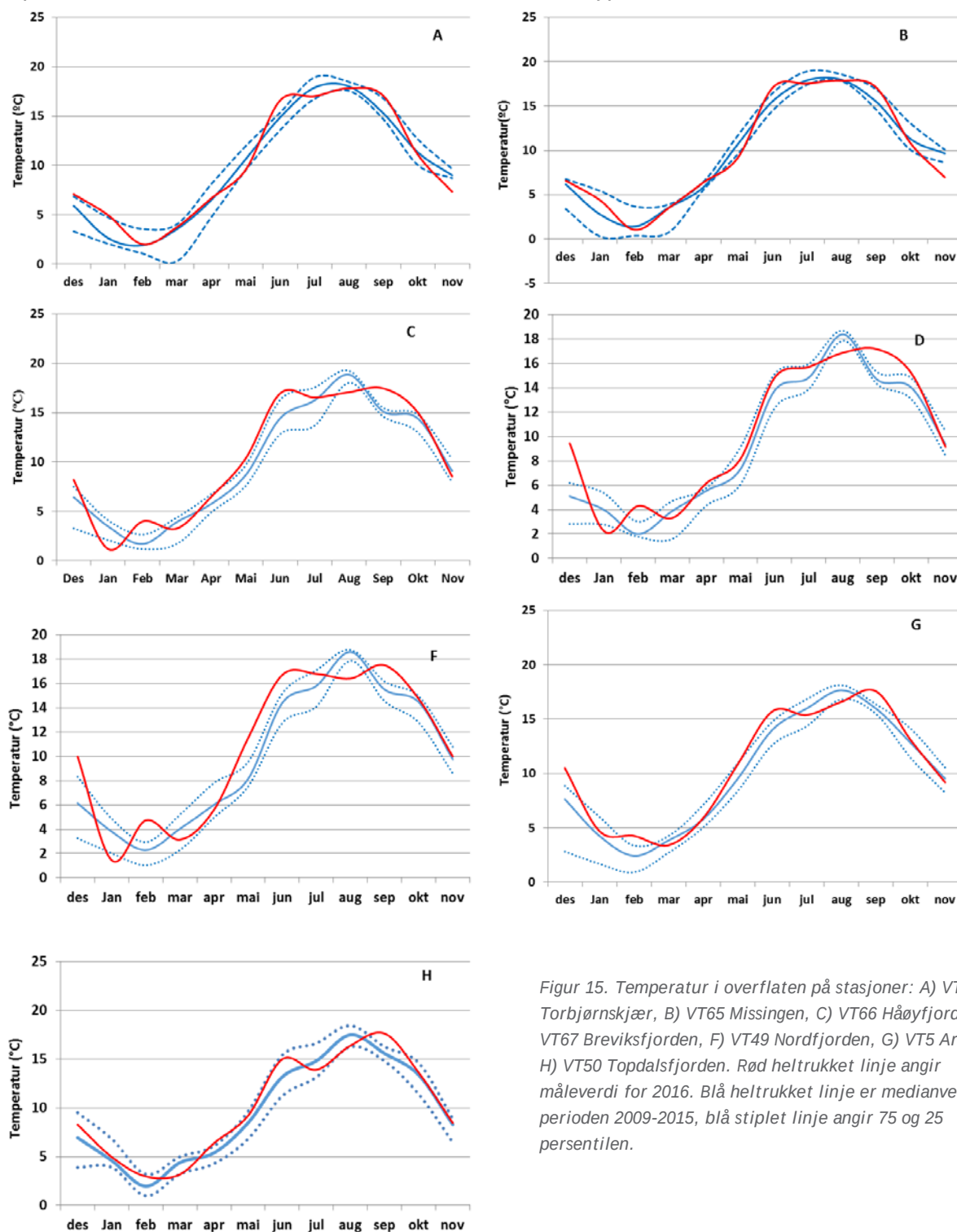
Saltholdighet

I 2016 ble det målt en del variasjon i overflatesaltholdigheten sammenliknet med median for perioden 2009-2015 (Figur 16). Februar-mars hadde oppstuing av saltene dypvann i fjordene

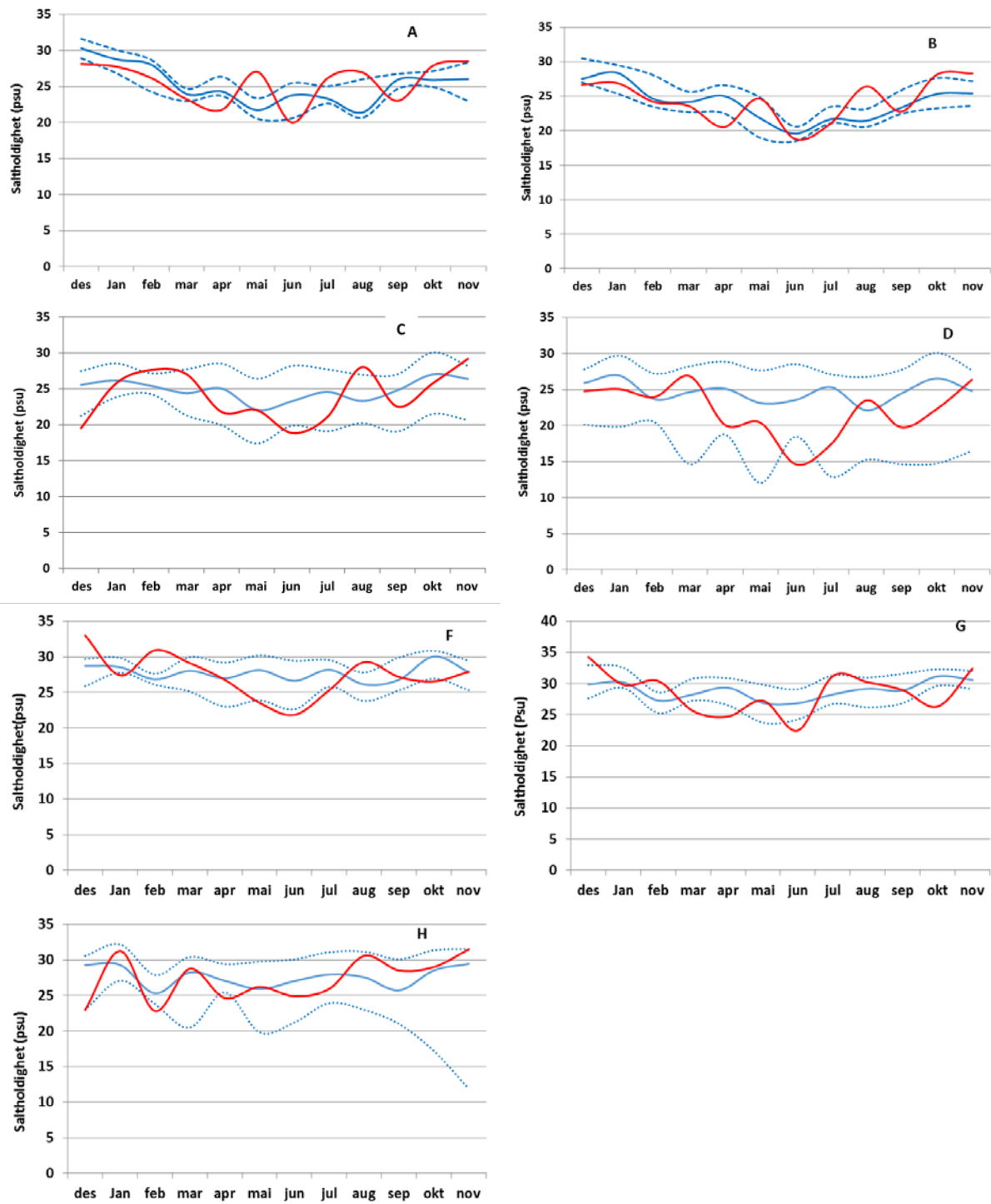
og på Skagerrakkysten og markert ferskere vann i juni som følge av ferskvannstilførsel til alle stasjoner.

Siktdyp

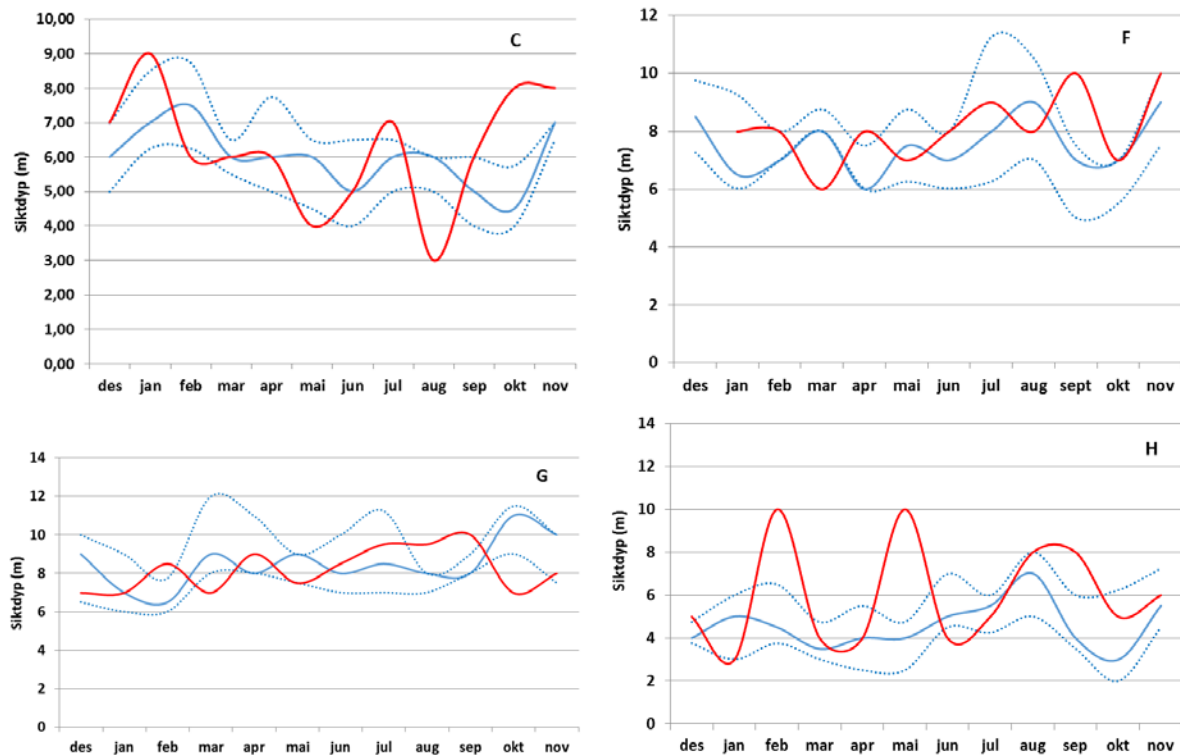
Vannets klarhet, målt som siktdyp, varierte mye i 2016 (Figur 17), og skyldes sannsynlig en rekke faktorer. Tilførsel av humus (elvetilførsler) og stor planteplanktonproduksjon reduserer siktdypet, mens perioder med oppstrømning av dypereliggende vannmasser og langvarige perioder med lav tilførsel av ferskvann vil føre til økt siktdyp.



Figur 15. Temperatur i overflaten på stasjoner: A) VT3 Torbjørnskjær, B) VT65 Missingen, C) VT66 Håøyfjorden, D) VT67 Breviksfjorden, F) VT49 Nordfjorden, G) VT5 Arendal, H) VT50 Topdalsfjorden. Rød heltrukket linje angir måleverdi for 2016. Blå heltrukket linje er medianverdi for perioden 2009-2015, blå stiple linje angir 75 og 25 persentilen.



Figur 16. Saltholdighet i overflaten på stasjoner: A) VT3 Torbjørnshjør, B) VT65 Missingen, C) VT66 Håøyfjorden, D) VT67 Breviksfjorden, F) VT49 Nordfjorden, G) VT5 Arendal, H) VT50 Topdalsfjorden. Rød heltrukket linje angir måle Verdi for 2016. Blå heltrukket linje er medianverdi for perioden 2009-2015, blå stiple linje angir 75 og 25 persentilen.



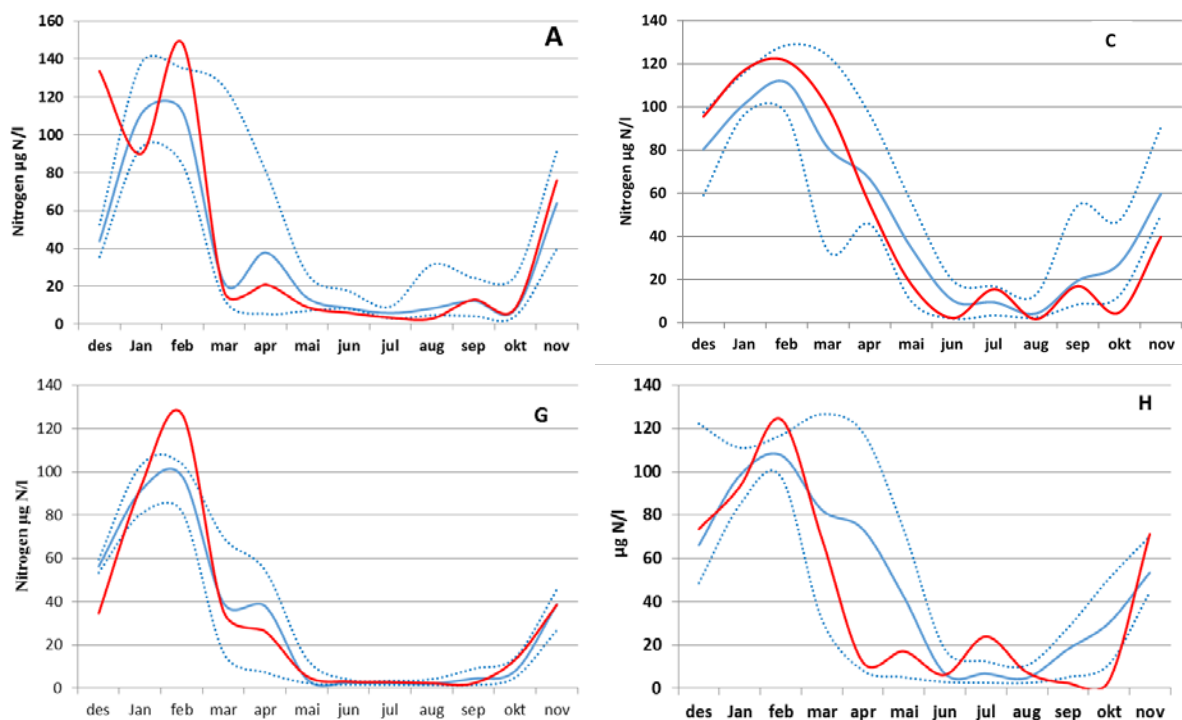
Figur 17. Siktdyp (m) på utvalgte stasjoner: C) VT66 Håøyfjorden, F) VT49 Nordfjorden, G) VT5 Arendal, H) VT50 Topdalsfjorden. Rød heltrukket linje angir måleverdi for 2016. Blå heltrukket linje er medianverdi for perioden 2009-2015, blå stiplet linje angir 75 og 25 persentilen.

Nitrat og nitritt

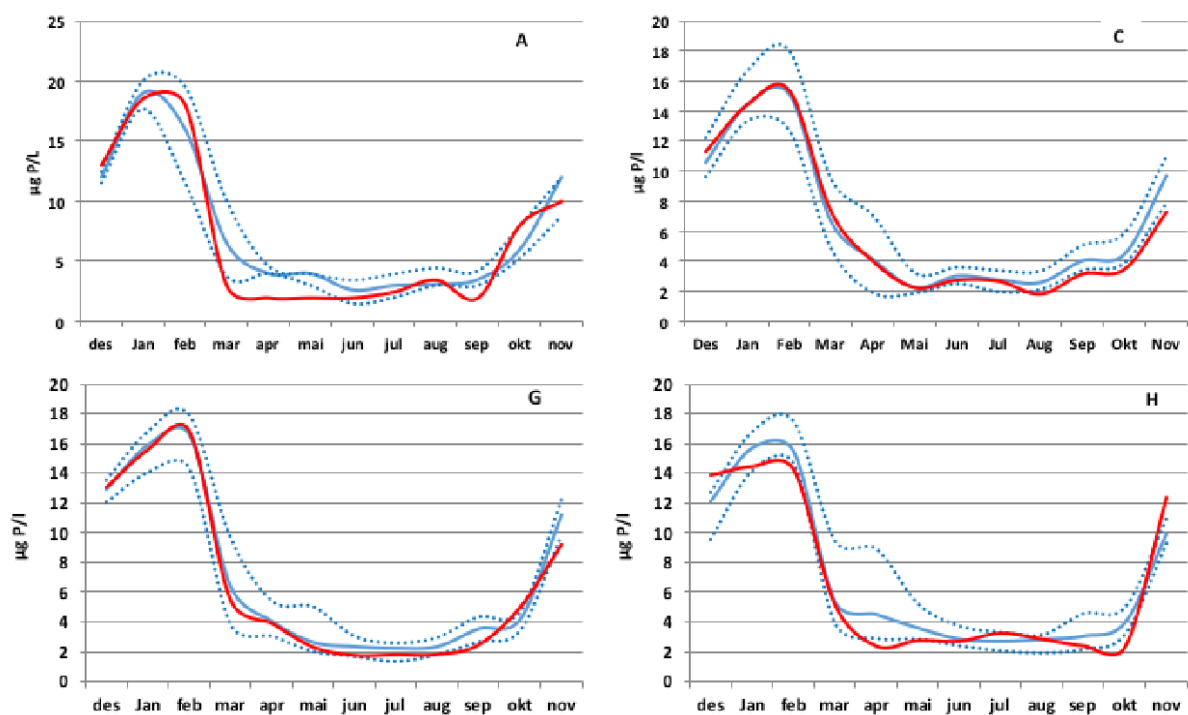
Konsentrasjonen av nitrogen varierer med biologisk aktivitet, avrenning fra land og innblanding av andre vannmasser (dypere/liggende lag eller tilstøtende områder). Figur 18 viser konsentrasjonen av nitrat+nitritt på stasjonene VT3 Torbjørnskjær, VT66 Håøyfjorden, VT5 Arendal og VT50 Topdalsfjorden i 2016 sammenliknet med median for perioden 2009-2015. I januar/februar skjer det en økning i mengden nitrogensom skyldes hovedsakelig omrøring og innblanding av underliggende vannmasser. Planteplanktonoppblomstring i februar-mars fører til et brått fall i løste næringssalter. Stasjon VT3 Torbjørnskjær og VT5 Arendal viser at konsentrasjonen av nitrat+nitritt som normalt er lav i åpne vannmasser gjennom hele sommeren, mens fjordene som VT66 Håøyfjorden og VT50 Topdalsfjorden, tilføres nitrogen via dypere vannmasser og elveavrenning i sommerperioden (jfr variasjon i saltholdighet i Figur 16), som igjen kan gi sommeroppblomstring av planteplankton (jfr klorofylltopper i Figur 13).

Fosfat.

For alle stasjoner var fosfat-dynamikken relativt lik med nitrogen. Konsentrasjon økte frem til februar og avtok i februar-mars med våroppblomstringen. I Ytre Oslofjord var fosfat-konsentrasjonen i mars til mai markert lavere enn perioden 2009-2015. På øvrige stasjoner var fosfatverdiene i 2016 lik med eller noe lavere enn median for overvåkingsperioden.



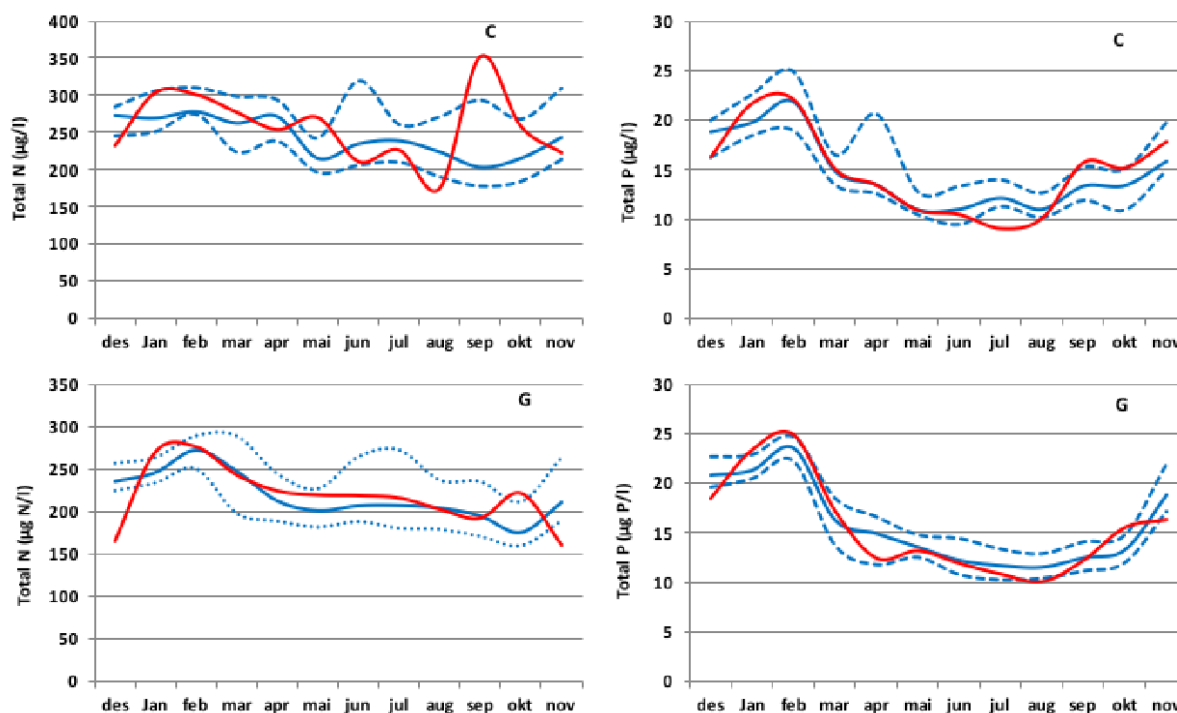
Figur 18. Nitrat-nitritt ($\mu\text{g/l}$) i overflaten (0-10m dyp) på utvalgte stasjoner: A) VT3 Torbjørnskjær, C) VT66 Håøyfjorden, G) VT5 Arendal, H) VT50 Topdalsfjorden. Rød heltrukket linje angir måleverdi for 2016. Blå heltrukket linje er medianverdi for perioden 2009-2015, blå stiple linje angir 75 og 25 persentilen.



Figur 19. Fosfat ($\mu\text{g/l}$) i overflatevann (0-10m dyp) på utvalgte stasjoner. A) VT3 Torbjørnskjær, C) VT66 Håøyfjorden, G) VT5 Arendal, H) VT50 Topdalsfjorden. Rød heltrukket linje angir måleverdi for 2016. Blå heltrukket linje er medianverdi for perioden 2009-2015, blå stiple linje angir 75 og 25 persentilen.

Total nitrogen og fosfor

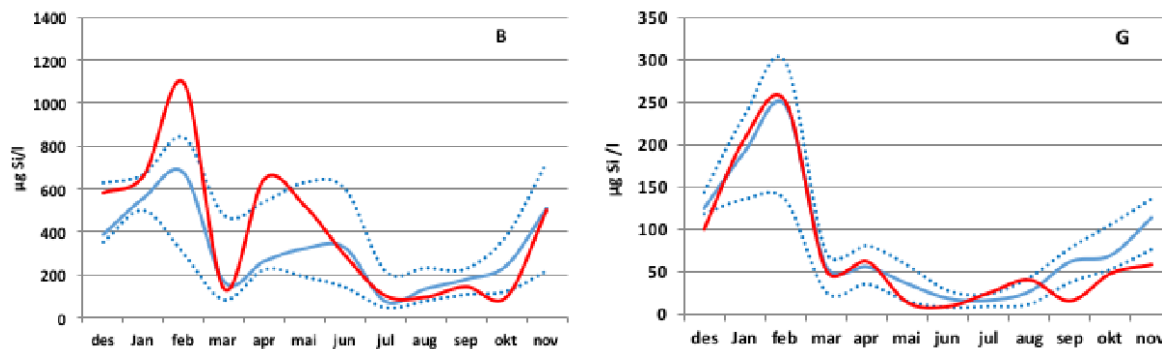
Total nitrogen og fosfor følger langt på vei den samme dynamikken som nitrogen og fosfat og følger av innblanding av underliggende vannmasser og elveavrenning. Figur 20 viser normale konsentrasjoner både i både fjord (VT66 Håøyfjorden) og i Kyststrømmen (VT5 Arendal).



Figur 20. Total nitrogen og total fosfor ($\mu\text{g/l}$) i overflatevann på utvalgte stasjoner. C) VT66 Håøyfjorden, G) VT5 Arendal. Rød heltrukket linje angir måleverdi for 2016. Blå heltrukket linje er medianverdi for perioden 2009-2015, blå stiple linje angir 75 og 25 persentilen..

Silikat

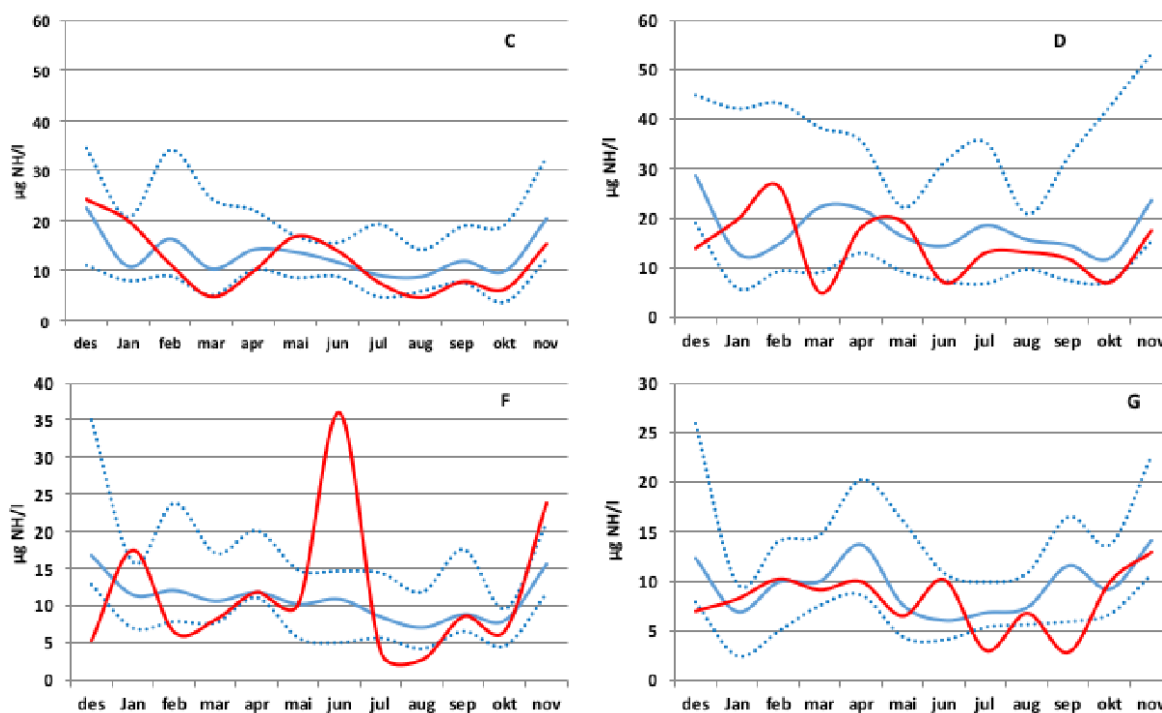
Silikat er nødvendig for vekst av de viktige kiselalgene. I Figur 21 er silikaddynamikken vist for stasjonene VT66 Missingen og VT5 Arendal. Ved VT5 Arendal var silikaddynamikken forholdsvis normal, med en kraftig reduksjon på våren og små variasjoner gjennom sommeren, for så å øke utover høsten. I Ytre Oslofjord (VT66 Missingen) var det store variasjoner i silikat som har sammenheng med tilførsler fra land (jfr reduksjon i saltholdigheten).



Figur 21. Silikat ($\mu\text{g Si/l}$) i 0-10m dyp ved VT66 Missingen (A) og VT5 Arendal (G). Rød heltrukket linje angir data for 2016. Blå heltrukket linje er medianverdi for perioden 2009-2015, blå stiple linje angir 75 og 25 persentilen..

Ammonium.

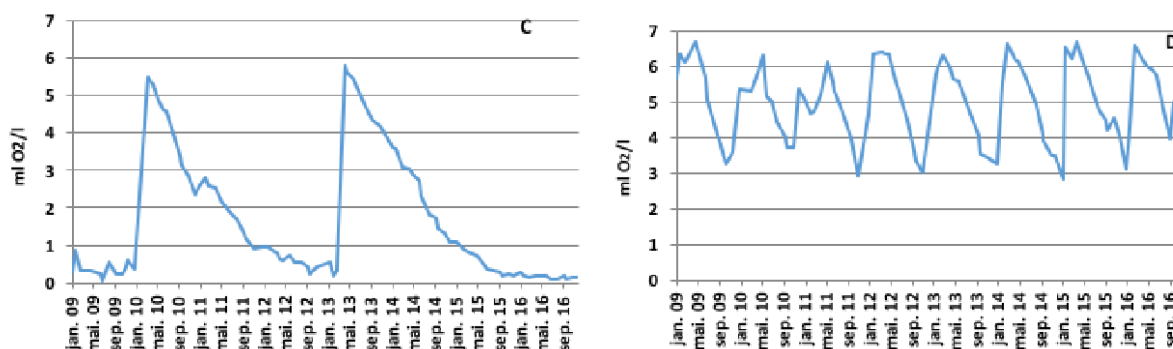
Konsentrasjonen av ammonium påvirkes i stor grad av biologisk aktivitet og konsentrasjonen øker i forbindelse med eller i etterkant av oppblomstringer av planteplankton. Ammoniumkonsentrasjonen varierer naturlig mye, så var også tilfelle i 2016 (Figur 22). Stasjon VT49 Nordfjorden (Risør) fikk en markant høy topp i ammoniumkonsentrasjonen i juni som sannsynlig skyldes lokale tilførsler (lav saltholdighet indikerer avrenning fra land). For andre stasjoner var konsentrasjonene som normalt.



Figur 22. Ammonium ($\mu\text{g/l}$) i overflatevann (0-10m dyp) på utvalgte stasjoner. C) VT66 Håøyfjorden, D) VT67 Breviksfjorden, F) VT49 Nordfjorden, G) VT5 Arendal. Rød heltrukket linje angir måleverdi for 2016. Blå heltrukket linje er medianverdi for perioden 2009-2015, blå stiplede linje angir 75 og 25 persentilen.

Oksygen.

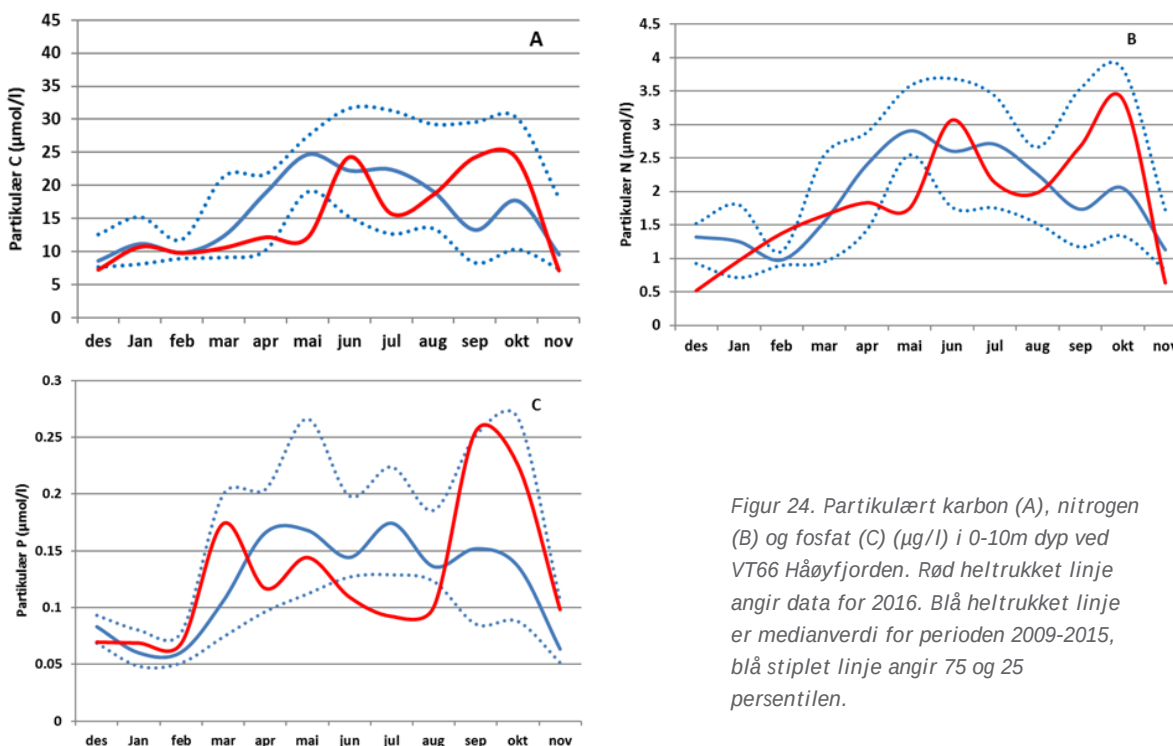
Oksygenkonsentrasjonen i dypvannet er i stor grad styrt av organisk tilførsel, topografiske forhold og oppholdstiden til bunnvannet. De ulike fjordene i ØKOKYST-programmet viser betydelig forskjeller. Stasjon VT5 Arendal i Kyststrømmen viser god og relativt liten variasjon i oksygenkonsentrasjon (mellom 7 og $\sim 5\text{ ml/l}$) og at det er en årlig fornying av bunnvannet på vinteren. Fjordstasjonene VT66 Håøyfjorden (Figur 23) og VT49 Nordfjorden viser begge at det kan gå flere år mellom hver gang bunnvannet skiftes ut og oksygen-forholdene bedres. Begge fjorder har grunne terskler som hindrer en effektiv utskiftning av bunnvannet. I Håøyfjorden var det en større utskiftning i januar 2010 og i februar/mars 2013, men ikke siden og det har forverret oksygenforholdene. Både i 2015 og 2016 har oksygenkonsentrasjonen vært nær null. Heller ikke i Nordfjorden ved Risør var det dypvanns-utskiftning i 2016 og bunnvannet er råttent. Breviksfjorden (VT67) opplever årlig vannutskiftning, slik også vinteren 2016 (Figur 23). Tilførsler av dypvann høsten 2016 førte også til at oksygenkonsentrasjonen i 2016 ikke falt under 4 ml/l .



Figur 23. Utviklingen i mengden oksygen i bunnvannet (ml/l) i C) Håøyfjorden (VT66) og D) Breviksfjorden (VT67).

7.4.2 Partikulært karbon

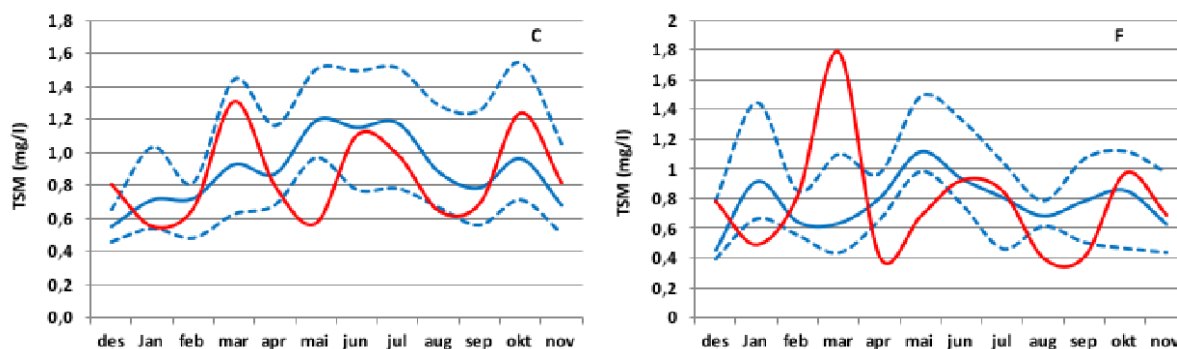
Partikulært karbon, nitrogen og fosfat måles på stasjonene i Grenland (V66 og VT67), Risør (VT49) og Topdalsfjorden (VT50). Maksimum konsentrasjon i partikulært materiale sammenfaller som oftest med økninger i planteplankton. I noen tilfeller vil kraftig nedbør og avrenning kunne føre til økning i partikulært materiale, spesielt partikulært nitrogen. I 2016 var konsentrasjonen av partikulært materiale stort sett innenfor det som anses som «normalt» (perioden 2009-2015). Figur 24 viser partikulære forhold i Håøyfjorden (VT66) i 2016. I Håøyfjorden var det ingen en markant økning i partikulært karbon og nitrogen, kun for fosfor i forbindelse med våroppblomstringen. Ved øvrige stasjoner var det en økning også i partikulært nitrogen tilknyttet oppblomstringen. Sommeroppblomstringene i Grenland (juni) gir en økning ved VT66 og VT67 i alle partikulære parametere og økningen i juni er mest sannsynlig en kombinasjon av planteplanktonproduksjon og avrenning fra land. Høstoppblomstringen i september-oktober førte til en økning i partikulære konsentrasjoner i Håøyfjorden, men ikke like tydelig for øvrige stasjoner.



Figur 24. Partikulært karbon (A), nitrogen (B) og fosfat (C) (µg/l) i 0-10m dyp ved VT66 Håøyfjorden. Rød heltrukket linje angir data for 2016. Blå heltrukket linje er medianverdi for perioden 2009-2015, blå stiplet linje angir 75 og 25 persentilen.

7.4.3 TSM

Parameteren «Total suspendert materiale» (TSM) er et mål for mengden suspendert materiale (partikler) mindre enn 180 μm . TSM varierer med planteplanktonproduksjon og tilførsel av partikler, inkludert partikulært karbon, nitrogen og fosfat, ved avrenning fra land. Mengden TSM i 2016 varierte mye (Figur 25), men var stort sett innenfor det som kan anses som normalt (basert på perioden 2009-2015). Topper i mars og juni sammenfaller med planktonoppblomstring. I juni var det også avrenning fra land (lav saltholdighet).



Figur 25. TSM (mg/l) i 0-10m dyp ved C) VT66 Håøyfjorden og F) VT49 Nordfjord, Risør. Rød heltrukket linje angir data for 2016. Blå heltrukket linje er medianverdi for perioden 2009-2015, blå stiplet linje angir 75 og 25 persentilen.

8. Konklusjon og samlet vurdering

Overvåkingsprogrammet ØKOKYST-delprogram Skagerrak har gjennomført miljøovervåking i Skagerrak i perioden 2013 – 2016. Mange av stasjonene i delprogrammet har lang tidsserie fra overvåkingsprogrammene "Kystovervåkingsprogrammet" (KYO) og "Overvåking av sukkertare langs norskekysten" (KYS). Tilstandsrapportering er gjennomført årlig basert på årlig innsamling av de biologiske kvalitetselementene (BKE) planteplankton, makroalger og bløtbunnsfauna, samt støtte-parametere. Kjemisk og biologisk materiale er innsamlet og analysert henhold til vannforskriften (Veileder 02:2013 – rev 2015).

ØKOKYST-delprogram Skagerrak har i tillegg hatt fokus på sukkertaretilstanden og videreført overvåkingen av sukkertaren i Skagerrak. Tilstand til sukkertare er ikke del av vannforskriften (sukkertare er en av artene i MSMDI slik at nedre voksegrense for arten inngår) og rapportering av sukkertaretilstand vurdert fra meget god til dårlig, må ikke forveksles med tilstandsklasser i vannforskriften.

Her i denne rapporten gis en samlet vurdering av året 2016, som er siste år i denne program-perioden for ØKOKYST delprogram Skagerrak. Tilstandsvurdering av undersøkte vannforekomster og tilstand til kvalitetselementer i disse vannforekomstene, er vist i Tabell 17 under (tabellen er lik med Tabell 2 i sammendraget først i rapporten).

Undersøkelsene viste at tilstanden på *åpen eksponert kyst* (vanntype S1) i Skagerrak i 2016 var generelt «god» og ble klassifisert som «svært god» ved Jomfruland (VF Skrurenna). Det er samme tilstand som i 2015.

På *moderat eksponert kyst/fjord* (vanntype S2) var tilstanden generelt «god», med unntak av Østerfjorden ved Risør hvor tilstanden var «moderat» grunnet svært dårlig oksygentilstand i bunnvannet (Tabell 18). Indeks for makroalger og planteplankton viste «god» tilstand i overflatevannet (Tabell 17).

På *beskyttet kyst/fjord* (vanntype S3, inkludert overflatevann i S7) varierte tilstanden i 2016 fra «svært god» til «dårlig». Tilstanden ble vurdert som «svært god» i vannforekomstene Hasteinsundet (Arendal) og Buøysund-ytre (Mandal), og «god» i Midtre Oslofjord og Topdalsfjorden-ytre (Kristiansand). I Langesundsfjorden (Grenland) og Topdalsfjorden-indre (Kristiansand) var tilstanden til de biologiske kvalitetselementene «god», men samlet vurdering ble trukket ned én tilstands-klasse til «moderat» grunnet dårlig tilstand i støtte-parametere hhv. høye næringssaltkonsentrasjoner (nitrat) og lite oksygen i dypvannet (Tabell 18). Redusert dybdeutbredelse av makroalger ga «moderat» tilstand i Singlefjorden (Ytre Oslofjord) og i Groosefjorden-indre (Grimstad).

I Håøyafjorden (Grenland) ble tilstanden klassifisert som «dårlig» grunnet dårlig tilstand i bløtbunnsamfunnet. Det er en klasse dårligere sammenliknet med 2015. Måling av støtte-parametere viste at oksygentilstand i fjorden var dårlig for andre år på rad, og det er sannsynlig årsak til ytterligere redusert bløtbunnsfauna i 2016 sammenliknet med 2015. Selv om dette dels er naturlig betinget, vil antropogene tilførsler av organisk materiale samt klimaindusert transport av terrestrisk materiale gjennom ferskvannsavrenning, gi seg utslag i større fluktuasjoner i bløtbunnsamfunn inne i fjordene enn langs åpen kyst.

Tabell 17. Tilstandsvurdering av vannforekomster i Skagerrak sortert fra øst til vest i 2016. Farge indikerer tilstandsklasse basert på nEQR-verdi pr stasjon og kvalitetselement. Samlet vurdering er basert på dårligste BKE-kvalitet. Stasjonsnummer er i henhold til revidert basisovervåkingsnettverk og jfr. med tabell 4 for stasjonsnavn og gammelt stasjonsnummer. * = stasjoner innsamlet i programmet «Lange tidsserier».

Tilstandsklassifisering pr vannforekomst og kvalitetselement							Tilstands- klasser
Vannforekomst	Vann type	Samlet tilstand	Makroalger MSMDI	Bløtbunns-fauna nEQRst	Plante-plankton Chl a	Støtte-parametere	
Singlefjorden	S3	III	HT176				I Svært god
Midtre Oslofjord	S3	II		BT71			II God
Ytre Oslofjord	S2	II	HT3/HR152	BT80	VT65	VT65	III Moderat
Færder – Torbjørnskj	S1	II	HT4*/HT5	BT40* BT41*	VT3	VT3	IV Dårlig
Helgeroaifjorden	S2	II	HT177				V Svært dårlig
Håøyafjorden	S3	IV		BT128	VT66	VT66	
Langesundsfjorden	S3	III	HT178		VT67	VT67	
Skrurena	S1	I			VT68	VT68	
Østerfjorden	S2	III	HT179		VT49	VT49	
Hasteinsundet	S3	I	HT113				
Arendal-Tromøy	S1	II		BT44	VT5	VT5	
Groosefjorden-indre	S7	III	HR106				
Grimstad-ytre	S1	II	HR104 HR105	BR1			
Østergapet-indre	S2	II	HT180	BT129			
Topdalsfjorden-ytre	S3	II	HT175				
Topdalsfjorden-indre	S3	III			VT50	VT50	
Buøysund-ytre	S3	I	HR15				

Tabell 18. Samlet tilstandsvurdering basert på støtteparametere innhentet i vinter- sommer- og høstperioden. Dårligste parameter vil være utslagsgivende. Parameter og periode som er utslagsgivende for de ulike vannforekomstene gitt. Data for perioden 2014-2016 benyttet.

Samlet vurdering av tilstand for kjemiske parametere (vinter og sommer)				
Stasjon	Vannforekomst	År	Tilstands-klasse	Utslagsgivende parameter
VT65 Missingen	Ytre Oslofjord	2014-2016	II	Kjemi vinter/sommer
VT3 Torbjørnskjær	Færder-Torbjørnskjær	2014-2016	II	Kjemi vinter/sommer
VT66 Håøyfjorden	Håøyafjorden	2014-2016	V	Oksygen dypvannet
VT67 Breviksfjorden	Langesundsfjorden	2014-2016	III	Nitrat vinter/sommer
VT68 Jomfruland	Skrurena	2014-2016	II	Kjemi sommer/vinter
VT49 Nordfjorden	Østerfjorden	2014-2016	V	Oksygen dypvannet
VT5 Arendal	Arendal-Tromøy	2014-2016	II	Kjemi vinter/sommer
VT50 Topdalsfjorden	Topdalsfjorden-indre	2014-2016	IV	Oksygen dypvannet

Sukkertare

På slutten av 1990-tallet gikk forekomsten av sukkertare kraftig tilbake og tapet ble estimert til 80 % langs kysten av Skagerrak og 40 % langs kysten av Vestlandet. Sukkertaren har en viktig økologisk funksjon i å produsere næring av sollyset og lage oppvekst-, leve- og næringsområder for rike samfunn av alger og dyr i kystsonen. Sukkertaren er sårbar for både høy sjøtemperatur og eutrofi.

Tilstanden, vurdert ut ifra forekomst av sukkertare, har vært overvåket på utvalgte stasjoner siden 2005 i program "Overvåking av sukkertare langs norskekysten" (KYS) og i ØKOKYST i perioden 2013-2016 (Tabell 19).

Forekomsten av sukkertare i Skagerrak viste en god utvikling fra 2015 til 2016 og samlet sett utgjør 2016 den beste tilstanden for sukkertare som er registrert siden overvåkingen startet (Tabell 19). Det ble observert dominerende forekomster av sukkertare på totalt seks stasjoner i 2016. Det var i Ytre Oslofjord (HT3 Veslekalven), ytterst i Langesund (HT177 Store Arøya), ytterst i skjærgården i Grimstad (HR105 Aua), i Kristiansandsområdet (HT180 Korsvikfjorden og HT175 Gledden) og ved Mandal (HR15 Egebekk) lengst i vest i undersøkelsesområdet.

Medvirkende årsaker til dette er sannsynlig en kjølig sommer i 2015 som ga gode leveforhold for sukkertaren sommer og høsten 2015. God sikt (siktdyp) og relativt lite partikler i vannet (POC) vinter og vår ga gode vekstforhold for sukkertaren i 2016.

Sommeren 2016 var også kjølig godt under kritiske temperaturverdier for sukkertaren, men sommer og høst var preget av mye nedbør som ga stor avrenning fra land og grumsete vann, som har redusert vekstforholdene for sukkertare. Det anbefales at sukkertareovervåkingen videreføres, da den både er truet av klimatiske endringer og av eutrofi.

Tabell 19. Sukkertaretilstand i Skagerrak i perioden 2005-2016. Overvåkingen er en videreføring av Sukkertare-overvåkingsprogrammet (KYS), men sukkertaretilstand er ikke et kvalitetselement i vannforskriften og fargene i tabellen representerer ikke vannforskriftens tilstandsklasser, men forekomst av sukkertare.

År	Veslekalven	Brattholmen	Store Arøya	Risøyodden	Robbesvik	Tvillingholmen	Aua, Homborøya	Korsvikfjorden	Gledden	Egebekk	Tromøy	Prestholmen
	HT3 (HB1)	HT176 (HB2)	HT177 (HB3)	HT178 (HB4)	HT179 (HB5)	HR106 (HB6)	HR105 (HB7)	HT180 (HB8)	HT175 (HB9)	HR15 (HB10)	HT113 (B07)	HR104 (B10)
2005												
2006												
2007												
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
2013												
2014												
2015												
2016												

Tilstands- klasser
Dominerende
Vanlig
Spredt
Enkelt funn
Borte

9. Referanser

- Andersen GS, Pedersen MF, Nielsen SL. 2013. Temperature acclimation and heat tolerance of photosynthesis in *Norwegian Saccharina latissima* (Laminariales, Phaeophyceae). *Journal of Phycology* 49:689-700. DOI: 10.1111/j.1529-8817.2013.12077
- Bendschneider, K., & R. J. Robinson. 1952. (A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. *J. Mar. Res.*, 11: 87-96.
- Eriksson BK, Johansson G, Snoeijs P. 2002. Long-term changes in the macroalgal vegetation of the inner Gullmar Fjord, Swedish Skagerrak coast. *Journal of Phycology* 38:284-96.
- Grasshoff, K. Ehrhardt M., Kremling K. 1965. *Methods of Seawater Analysis*. Verlag Chemie GmbH.
- Gundersen H, Norderhaug KM, Christie H, Moy FE, Hjermann DØ, Vedal J, Ledang AB, Gitmark JK, Walday MG. 2014. Tallknusing av sukkertaredata. NIVA report 6737. 48 pp.
- Holm-Hansen, O., Lorenzen, C.J., Holms, R.W., Strickland, J.D.H. (1965). Fluorometric Determination of Chlorophyll. *J. Cons.perm.int Explor. Mer.* 30: 3-15.
- ISO/FDIS 19493-2007. Water quality -- Guidance on marine biological surveys of hard-substrate communities. ISO Std.
- Jeffery, S.W. and Humphrey, G.F. (1975). New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1, and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochem. Physiol. Pflanz.* 167: 191-194
- Jowett, G., 2003. Hydraulic constraints on habitat suitability for benthic invertebrates in gravel-bed rivers. *River Res. Appl.* 19, 495-507 (Special issue).
- Koroleff, F. 1983. Determination of ammonia. Pages 150-157 in Grasshoff 1965.
- Larsen S, Andersen T, Hessen DO. 2011. Climate change predicted to cause severe increase of organic carbon in lakes. *Global Change Biology.* 17(2): 1186-92.
- Lüning K. 1984. Temperature tolerance and biogeography of seaweeds: The marine algal flora of Helgoland (North Sea) as an example. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 38:305-17.
- Moy FE & Christie H. 2012. Large-scale shift from sugar kelp (*Saccharina latissima*) to ephemeral algae along the south and west coast of Norway. *Marine Biology Research*, 8:4, 309-321, DOI:10.1080/17451000.2011.637561
- Moy, F., Aure, J. (HI), Falkenhaug, T. (HI), Johnsen, T., Lømsland, E., Magnusson, J., Norderhaug, K., Omli, L. (HI), Pedersen, A., Rygg, B. 2008. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkingsprogrammet. Årsrapport for 2007. SPFO-rapport 1024/2008.
- Moy FE, Naustvoll LJ, Trannum HC, Norderhaug KM, Gitmark JK. 2014. ØKOKYST-delprogram Skagerrak. Årsrapport 2013. Miljøovervåkingsrapport 179/2014.
- Norderhaug KM, Gundersen H, Pedersen A, Moy F, Green N, Walday M, Magnusson J, Gitmark J, Ledang AB, Bjerkeng B, Trannum H. 2015. Combined effects from climate variation and eutrophication on the diversity in hard bottom communities on the Skagerrak coast 1990-2010. *Mar Ecol Prog Ser* 530: 29-46.
- Norderhaug KM, Naustvoll, L., Moy, F., Trannum, H., Bjerkeng, B., Gitmark, J. 2013. Miljøovervåking av sukkertare langs kysten. Sukkertareovervåkingsprogrammet 2012. Årsrapport for 2012. KLIF rapport TA-3029/2013
- NS 9425-3. Oseanografi - Del 3: Måling av sjøtemperatur og saltholdighet. Norsk Standard.
- NS-EN 15972:2011. Water quality - Guidance on quantitative and qualitative investigations of marine phytoplankton. Norsk Standard.
- NS-EN ISO 5667-19. Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder (ISO 5667-19:2004)
- NS-ISO 5813. Water quality - Determination of dissolved oxygen - Iodometric method - (= EN 25813:1993) (ISO 5813:1983). Norsk Standard.
- NS-EN ISO 6878. Water quality - Determination of phosphorus - Ammonium molybdate spectrometric method (ISO 6878:2004). Norsk Standard.
- NS-EN ISO 7027. Water quality - Determination of turbidity (ISO 7027:1999). Norsk Standard.
- NS-EN ISO 11732:2005. Water quality - Determination of ammonium nitrogen - Method by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection (ISO 11732:2005). Norsk Standard.
- NS-EN ISO 11905-1. Water quality - Determination of nitrogen - Part 1: Method using oxidative digestion with peroxodisulfate (ISO 11905-1:1997). Norsk Standard.
- NS-EN ISO 13395. Water quality - Determination of nitrite nitrogen and nitrate nitrogen and the sum of both by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection (ISO 13395:1996). Norsk Standard.
- NS-EN ISO 16665:2013. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014).
- NS-EN ISO/IEC 17025. Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriers kompetanse. Norsk Standard.
- Sournia, A. (ed.) (1978) *Phytoplankton Manual*. Monographs on Oceanographic Methodology 6. UNESCO, Paris
- Strickland DH & Parsons TR. 1968. *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. FISHERIES RESEARCH BOARD OF CANADA. Ottawa 1978.
- Skarbøvik, E, Allan, I, Stålnacke, P, Høgåsen, T, Greipsland, I, Selvik, JR, Skancke, LB, Beldring, S, 2016. Elvetilførsler og direkte tilførsler til norske kystområder – 2015, ISBN 978-82-577-6833-1. NIVA-rapport no 7098
- Miljødirektoratet-rapport 634 (210 sider)
- Veileder 02:2013 (revidert 2015). Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.

10. Vedlegg

Tabell 20. Hydrografi/vannkjemistasjoner i ØKOKYST delprogram Skagerrak. Stasjonsnavn og nummer er i henhold til basisovervåkingsnettverket Vannmiljø og vist sammen med tidligere benyttede stasjonsnumre. Frekvens viser antall prøvetakinger i 2016-programmet (desember 2015 – november 2016).

Type	St nr	Gml st nr	Stasjons-navn	Vann-forekomst	Vann-type	Prøvedyp maks dyp	Frekvens per år	Desimalgrader WGS84 LengdeØ/BreddeN
HYD	VT2	OF4	Bastø	Ytre Oslofjord	S2	vertikalprofil 280m	11 (2016)	10,6165/59,3731
HYD	VT3	OF1	Torbjørnskjær	Færder – Torbjørnskjær	S1	overflate 5m	22	10,6652/59,0361
HYD	VT3	OF1	Torbjørnskjær	Færder – Torbjørnskjær	S1	vertikalprofil 360m	11 (2016)	10,6652/59,0361
HYD	VT4	OF7	Hvitsten	Midtre Oslofjord	S3	vertikalprofil 200m	11 (2016)	10,64/59,59
HYD	VT5	A2	Arendal	Arendal Tromøy	S1	vertikalprofil 75m	22	8,8330/58,3870
HYD	VT10	OF5	Breiangen	Midtre Oslofjord	S2	vertikalprofil 200m	11 (2016)	10,4583/59,4867
HYD	VT49	V3	Nordfjorden	Østerfjorden	S2	vertikalprofil 175m	12	9,2590/58,7400
HYD	VT50	V4	Topdalsfjorden	Topdalsfjorden indre	S3*	vertikalprofil 65m	12	8,0630/58,1770
HYD	VT65	OF2	Missingen	Ytre Oslofjord	S2	overflate 5m	22	10,6532/59,1920
HYD	VT66	V1	Håøyfjorden	Håøya-fjorden	S3	vertikalprofil 200m	12	9,8000/59,0350
HYD	VT67	V2	Breviksfjorden	Langesunds-fjorden	S3	vertikalprofil 100m	12	9,7342/59,0333
HYD	VT68	O1	Jomfruland	Skrurena	S1	overflate 5m	12	9,6233/58,9069

Tabell 21. Bløtbunnstasjoner i ØKOKYST delprogram Skagerrak. Stasjonsnavn og nummer er i henhold til basisovervåkingsnettverket Vannmiljø og vist sammen med tidligere benyttede stasjonsnumre. Frekvens viser antall prøvetakinger i 2016-programmet (desember 2015 – november 2016).

Type	St nr	Gml st nr	Stasjons-navn	Vann-forekomst	Vann-type	Prøvedyp maks dyp	Frekvens per år	Desimalgrader WGS84 LengdeØ/BreddeN
BLB	BT40*	A05	Færder	Ytre Oslofjord	S1	50m	1	10,3666/59,0000
BLB	BT41*	A36	Torbjørnskjær	Ytre Oslofjord	S1	360m	1	10,6385/58,9460
BLB	BT44	B35	Arendal	Arendal-Tromøy	S1	368m	1	9,0312/58,4038
BLB	BT71	OF7	Hvitsten	Midtre Oslofjord	S3	200m	1	10,646/59,596
BLB	BT80	OF4	Bastøy	Midtre Oslofjord	S2	280m	1	10,4747/59,4763
BLB	BT128	BB3	Håøyfj	Håøya-fjorden	S3	110m	1	9,7908/59,0258
BLB	BT129	BB9	Kristiansand	Kristiansandsfj	S2	190m	1	8,0212/58,1213
BLB	BR1	B05	Grimstad	Grimstad-ytre	S1	52m	1	8,6295/58,3253

Tabell 22. Hardbunnstasjoner i ØKOKYST delprogram Skagerrak. Stasjonsnavn og nummer er i henhold til basisovervåkningsnettverket Vannmiljø og vist sammen med tidligere benyttede stasjonsnumre. Frekvens viser antall prøvetakinger i 2016-programmet (desember 2015 – november 2016).

Type	St nr	Gml st nr	Stasjonsnavn	Vannforekomst	Vann-type	Prøvedyp maks dyp	Frekvens per år	Desimalgrader WGS84 LengdeØ/BreddeN
HAB	HR15	HB10	Tregde	Buøysund ytre	S3	30m	1	7,6030/58,0109
HAB	HR104	B10	Prestholmen	Grimstad ytre	S1	30m	1	8,5372/58,2732
HAB	HR105	HB7	Aua Homborøy	Grimstad ytre	S1	30m	1	8,5228/58,2545
HAB	HR106	HB6	Tvillingholmen	Groosefjorden-indre	S7	30m	1	8,5817/58,3167
HAB	HR152	G3	Østøya	Horten	S2	30m	1	10,4828/59,45011
HAB	HT3	HB1	Veslekalven	Ytre Oslofjord	S2	30m	1	10,7041/59,2543
HAB	HT4*	A02	Færder	Færder – Torbjørnskjær	S1	30m	1	10,5268/59,027
HAB	HT5	G27	Åkerøy	Færder Torbjørnskjær	S1	20m	1	10,8701/59,0476
HAB	HT113	B07	Tromøya N	Hasteinsundet	S3	30m	1	8,9445/58,5132
HAB	HT175	HB9	Gleodden	Topdalsfjorden-ytre	S2*	30m	1	8,0359/58,1447
HAB	HT176	HB2	Brattholmen	Singlefjorden	S3	30m	1	11,0697/59,0246
HAB	HT177	HB3	Store Arøya	Helgeroafjorden	S2	30m	1	9,8085/58,9936
HAB	HT178	HB4	Risøyodden	Langesunds-fjorden	S3	30m	1	9,7537/59,0233
HAB	HT179	HB5	Robbesvik	Østerfjorden	S2	30m	1	9,2678/58,7428
HAB	HT180	HB8	Korsvikfjord	Østergapet-indre	S2	30m	1	8,0664/58,1323

I vedlegg referer farger seg til fargeskala for tilstandsklasser gitt i Veileder 02:2013 - revidert 2015, jfr fargekoder vist her:

Tilstandsklasser
I. Svært god
II. God
III. Moderat
IV. Dårlig
V. Svært dårlig

10.1 Hydrografi/kjemi

Utvikling over tid 2011-2016: Siktdyp

Tilstandsklassifisering for enkeltår: Sommerverdier (jun-aug)			
Stasjon	Vannforekomst	År	Siktdyp (m)
Håøyfjorden	Håøyafjorden	2011	4
		2012	6,3
		2013	5,3
		2014	6
		2015	5,7
		2016	5
Breviksfjorden	Langesundsfjorden	2011	4,7
		2012	5,3
		2013	4,3
		2014	5,7
		2015	4,7
		2016	4
Jomfrulandsrenna	Skrurenna	2013	8,7
		2014	10,3
		2015	8,3
		2016	8,2
Nordfjorden	Østerfjorden	2011	7
		2012	5,7
		2013	9,3
		2014	10
		2015	9,7
		2016	8,3
Arendal	Arendal-Tromøy	2011	8,2
		2012	9,2
		2013	7,7
		2014	10,2
		2015	8,8
		2016	9,2
Topdalsfjorden	Topdalsfjorden-indre	2011	3,3
		2012	7
		2013	6
		2014	7,3
		2015	7,3
		2016	5,7

Utvikling over tid 2011-2016: Oksygen

Tilstandsklassifisering for enkeltår: høstverdier (sept - nov)				
Stasjon	Vannforekomst	År	O ₂ (ml/l)	O ₂ metning
Håøyfjorden	Håøyfjorden	2011	0,9	14
		2012	0,2	3,4
		2013	4,2	61
		2014	1,3	19
		2015	0,2	3
		2016	0,13	1,8
Breviksfjorden	Langesundsfjorden	2011	2,9	43
		2012	3	45
		2013	3,5	51
		2014	3,5	53
		2015	4,2	63
		2016	4	58
Nordfjorden	Østerfjorden	2011	0,2	3
		2012	0,06	0,9
		2013	2,9	42
		2014	1	14
		2015	0,1	1,7
		2016	0,1	1,7
Arendal	Arendal-Tromøy	2011	5,2	90
		2012	4,7	81
		2013	5	82
		2014	4,8	76
		2015	4,9	80
		2016	4,7	74
Topdalsfjorden	Topdalsfjorden-indre	2011	2,6	37
		2012	1,9	29
		2013	1,7	25
		2014	1,6	23
		2015	3,1	45
		2016	1,5	23

Utvikling over tid 2011-2016: Næringssalter (sommerverdier)

Tilstandsklassifisering for enkeltår: Sommerverdier (jun-aug)							
Stasjon	Vannforekomst	År	Fosfat	Tot P	Nitrat	NH ₄	Tot N
OF 2	Ytre Oslofjord	2011	3,8	13,2	9,5		241
		2012	3,3	15	29		260
		2013	3,5	11,4	17,7		229
		2014	3,5	9,2	3,8		203
		2015	2,7	11	13,2		208
		2016	2,2	20	5		212
OF 1	Færder-Torbj.skj.	2011	3	14	6		368
		2012	3	15	29		260
		2013	4	12	4		197
		2014	3,7	9,7	12		222
		2015	3,2	13	8,8		192
		2016	2,8	11	4		185
Håøyfjorden	Håøyafjorden	2011	2,4	10,9	19,3	18	258
		2012	2,6	9,9	19	12,9	220
		2013	4,8	12,4	20	13,5	243
		2014	3,7	12,3	20,7	12	245
		2015	3,2	11,6	12	10	233
		2016	2,5	10	13	10	211
Breviksfjorden	Langesundsfjorden	2011	2,9	9,7	52	27	234
		2012	3	10	35	17,6	223
		2013	3,9	12,3	31	16,9	231
		2014	3,4	11,9	42	18,9	272
		2015	3,2	13	20	13	218
		2016	3,2	11	39	21	272
Jomfrulandsrenna	Skrurenn	2013	3	11,9	3,8	7,1	199
		2014	2,9	10,9	2,8	11,6	212
		2015	3,1	14	18	8,5	188
		2016	2,9	12	5	8,4	201
		2017	2,6	12,3	7,1	12,3	281
Nordfj.	Østerfjorden	2011	2,6	12,3	7,1	12,3	281
		2012	2,1	11,6	3,9	7,7	261
		2013	4,3	12,9	6,9	15,4	265
		2014	2,5	12,5	3,5	11,3	293
		2015	3	12	5,6	7,5	223
		2016	2,3	11	3,1	14	213
Arendal	Arendal-Tromøy	2011	2,4	11,8	3,7	8,3	231
		2012	2,5	11,4	2	7,6	228
		2013	2,8	12,6	2,2	9,2	217
		2014	2,3	11,4	2,5	10	252
		2015	2,4	12,7	3,8	11	237
		2016	2	11,2	3,8	9	219
Topdalsfj.	Topdalsfjorden-i	2011	3,1	10,5	21,9	19,7	248
		2012	3,3	12,6	12,5	18,7	293
		2013	4,5	12,8	18,1	26,8	330
		2014	3,3	10,9	13	22,3	273
		2015	2,7	11,2	11	29	222
		2016	2,9	11	13,5	14	203

Utvikling over tid 2011-2016: Næringssalter (vinterverdier)

Tilstandsklassifisering for enkeltår: Vinterverdier (des-feb)							
Stasjon	Vannforekomst	År	Fosfat	Tot P	Nitrat	NH ₄	Tot N
OF 2	Ytre Oslofjord	2011	12	19	69		229
		2012	11	23	166		278
		2013	21	28	105		233
		2014	17	23	111		293
		2015	19	21	107		260
		2016	16	22,5	125		269
OF 1	Færder-Torbjørnskjær	2011	13	16	45		223
		2012	11	23	166		278
		2013	20	25	123		239
		2014	17	24	132		269
		2015	17	23	97		257
		2016	17	23	124		271
Håøyfjorden	Håøyafjorden	2011	11,3	18,4	79,5	19,7	253
		2012	14,1	17	135	20	298
		2013	16,8	22,6	111	16	290
		2014	13,8	18,7	124	23,5	301
		2015	15	21	121	18	315
		2016	13	19,5	118	22	286
Breviksfjorden	Langesundsfjorden	2011	10	17	95	29,9	268
		2012	12,7	20	137	25	303
		2013	15	21	125	22,6	305
		2014	12,2	17,5	133	30	303
		2015	14,8	20,6	128	21	308
		2016	12	18	125	26	280
Jomfrulandsr enna	Skrurenn	2013	19,3	26	108	10	241
		2014	13	18,9	116	22,6	211
		2015	15,2	27	99	8,4	263
		2016	13,7	22,5	103	11,7	249
Nordfjorden	Østerfjorden	2011	10	19	55	11,8	232
		2012	16,2	24	106	29	375
		2013	16,1	27	106	17,7	306
		2014	14,3	18,8	113	22,9	321
		2015	16	22,5	96	9	270
		2016	14,1	20	92	11	249
Arendal	Arendal-Tromøy	2011	9,3	21	50,6	7	232
		2012	16,6	22,9	108	7,5	272
		2013	17	24,2	96	9,8	265
		2014	15,9	20,7	101	15,4	282
		2015	16,5	23	98	10	257
		2016	15,5	23	94	10	267
Topdalsfjord en	Topdalsfjorden-indre	2011	13	20,6	105	24	297
		2012	11,4	19,2	102	14,7	325
		2013	15,8	23,5	92	20,3	377
		2014	13,6	18,2	117	23	286
		2015	14,4	22	105	31	320
		2016	12,6	19	99	13	278

10.2 Makroalger

I Økoregion Skagerrak er det interkalibrerte EQR-verdier for «MSMDI» for vanntypene:

S1 – åpen eksponert kyst MSMDI 1

S2 – moderat eksponert kyst/fjord MSMDI 2

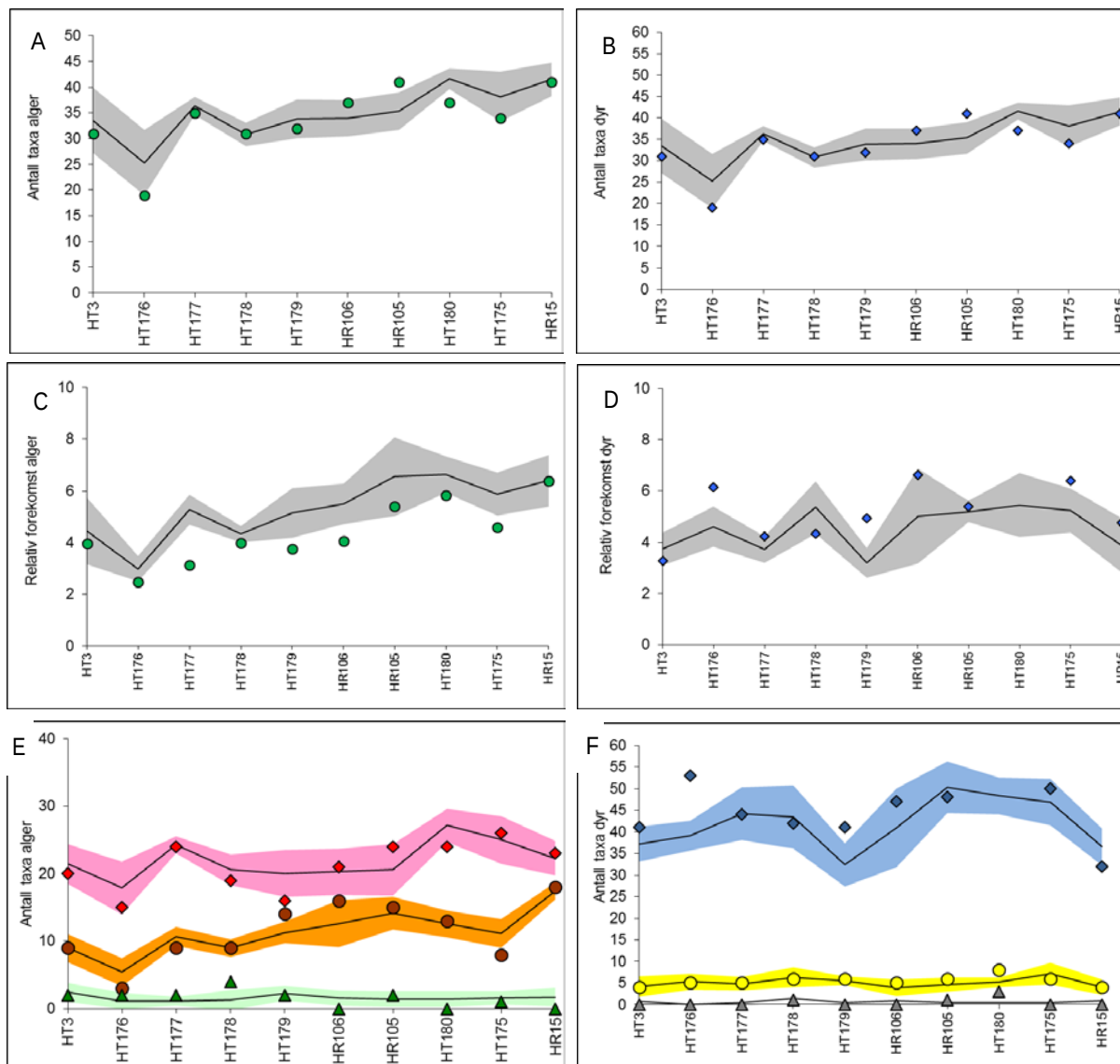
S3 – beskyttet kyst/fjord MSMDI 3

Oversikt over grenseverdier er gjengitt i Vedleggstabell 10.2.1.

Vedleggstabell 10.2.1. Oversikt over grenseverdier for MSMDI S1, S2 og S3 for klassifisering av makroalger i Økoregion Skagerrak (veileder 02:2013-rev15, klassifisering av miljøtilstand i vann). Verdiene i kolonnene til høyre for artene er dyp i meter (unntatt i kolonnen lengst til høyre som angir verdi hvis forsvunnet).

Vanntype Arter (Latin)	Referanse -verdi (dyp m)	5 poeng hvis dyp > x	4 poeng hvis dyp > x	3 poeng hvis dyp > x	2 poeng hvis dyp > x	0 hvis forsvunnet pga. antropogene aktiviteter, ellers ingen ting
S1 (NEA 10) Åpen eksponert kyst						
Krusflik (<i>Chondrus crispus</i>)	18	13	9	5	0	Forsvunnet=0
Svartkluft (<i>Furcellaria lumbricalis</i>)	16	12	9	5	0	Forsvunnet=0
Skolmetang (<i>Halidrys siliquosa</i>)	14	10	8	4	0	Forsvunnet=0
Sukkertare (<i>Saccharina latissima</i>)	16	12	9	5	0	Forsvunnet=0
Krusblekke (<i>Phyllophora pseudocera</i> .)+ Hummerblekke (<i>Coccotylus truncatus</i>)	30	22	18	9	0	Forsvunnet=0
Teinebusk (<i>Rhodomela confervoides</i>)	16	12	9	5	0	Forsvunnet=0
Fagerving (<i>Delesseria sanguinea</i>)	30	22	18	9	0	Forsvunnet=0
Eikeving (<i>Phyodrys rubens</i>)	29	22	17	9	0	Forsvunnet=0
S2 (NEA 8a) Moderat eksponert kyst/fjord						
Krusflik (<i>Chondrus crispus</i>)	12	8	5	3	0	Forsvunnet=0
Svartkluft (<i>Furcellaria lumbricalis</i>)	16	10	7	4	0	Forsvunnet=0
Skolmetang (<i>Halidrys siliquosa</i>)	10	8	5	3	0	Forsvunnet=0
Sukkertare (<i>Saccharina latissima</i>)	16	10	7	4	0	Forsvunnet=0
Krusblekke (<i>Phyllophora pseudocera</i> .)+ Hummerblekke (<i>Coccotylus truncatus</i>)	22	18	12	6	0	Forsvunnet=0
Teinebusk (<i>Rhodomela confervoides</i>)	16	12	7	4	0	Forsvunnet=0
Fagerving (<i>Delesseria sanguinea</i>)	25	18	12	6	0	Forsvunnet=0
Eikeving (<i>Phyodrys rubens</i>)	22	15	10	5	0	Forsvunnet=0
S3 (NEA 9) Beskyttet fjord/kyst						
Krusflik (<i>Chondrus crispus</i>)	12	10	7	4	0	Forsvunnet=0
Svartkluft (<i>Furcellaria lumbricalis</i>)	15	12	8	4	0	Forsvunnet=0
Skolmetang (<i>Halidrys siliquosa</i>)	12	10	7	4	0	Forsvunnet=0
Sukkertare (<i>Saccharina latissima</i>)	12	8	6	3	0	Forsvunnet=0
Krusblekke (<i>Phyllophora pseudocera</i> .)+ Hummerblekke (<i>Coccotylus truncatus</i>)	14	10	8	4	0	Forsvunnet=0
Teinebusk (<i>Rhodomela confervoides</i>)	15	12	8	4	0	Forsvunnet=0
Fagerving (<i>Delesseria sanguinea</i>)	17	13	9	5	0	Forsvunnet=0
Eikeving (<i>Phyodrys rubens</i>)	16	13	8	4	0	Forsvunnet=0

Vedleggsfigur 10.2.1. Makroalge- og faunafigurer som ikke er vist i hovedteksten. Antall arter a) makroalger og b) dyr på hardbunn summert over dybde intervallet 4 – 22 m. Punktene viser årets registreringer, linje er snittet fra 2010-2015, skraverte områder er snitt +/- stdev. c) Forekomst av makroalger og b) forekomst av dyr på hardbunn summert (relativ forekomst) over dybdeintervallet 4 – 22 m. Punktene er årets registreringer, linje er snittet fra 2010-2015, skraverte områder er snitt +/- stdev. Relativ forekomst er beregnet som summen av forekomsten pr. stasjon, pr år/100. e) Antall arter av makroalger og f) bentiske dyr på hardbunn summert over dybdeintervallet 4 – 22 m. Makroalgene er delt opp i rødalger (rosa), brunalger (gul) og grønnalger (grønn). Dyrene er fordelt på vannfiltrerende dyr (blå), rovdyr (gul) og plantebeitere (grå). Punktene er årets registreringer, linje er snittet fra 2010-2015, skraverte områder er snitt +/- stdev.



10.3 Bløtbunnfauna

Bløtbunnsindekser

Vedleggstabell 10.3.1. Klassegrenser for bløtbunnsindekser, inkl. normalisert EQR (nEQR) jf. Veileder 02:2013 rev 2015 Klassifisering av miljøtilstand i vann.

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5.7-4.8	4.8-3	3-1.9	1.9-0.9	0.9-0
ES ₁₀₀	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI ₂₀₁₂	Ømfintlighet	13-9.6	9.6-7.5	7.5-6.2	6.2-4.5	4.5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI	Individtetthet	0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05

Støtteparameter

Totalt organisk karbon (TOC) er en støtteparameter som kan gi informasjon om graden av organisk belastning, men den inngår ikke i den endelige klassifiseringen av stasjonen (Veileder 02:2013 – rev 2015).

Klassifiseringen av TOC er basert på finkornet sediment, og prøven standardiseres derfor for teoretisk 100 % finstoff etter formelen:

$$\text{Normalisert TOC} = \text{målt TOC} + 18 (1-F),$$

hvor F er andelen finstoff (partikkelstørrelse < 63 µm).

Analyse av sedimentets kornfordeling er vist i tabell neste side.

TOC og TN ble analysert med en elementanalysator etter at uorganiske karbonater var fjernet i syredamp.

Vedleggstabell 10.3.2. Grenseverdier for normalisert organisk karbon (TOC) jf. Veileder 02:2013 rev 2015 Klassifisering av miljøtilstand i vann.

Tilstand for organisk innhold i sediment i henhold til SFT Veileder 97:03.						
Parameter		Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
TOC	Organisk karbon (mg/g)	0-20	20-27	27-34	34-41	41-200

$$\text{TOC}_{63} = \text{TOC}_{\text{bulk}} + 18 \cdot (1 - p < 63 \mu\text{m})$$

TOC-verdien må være mg/g for at beregningen skal bli riktig.

Kornstørrelsesanalyse

Kornstørrelse er analysert av underleverandøren Akvaplan-niva AS (akkreditert).

Resultater

Kundens id.:		BT44 (B35)	BT II 2 (BB9)	BT# 1 (BB3)	BR1 (B05)	OF-4 (BT80)	OF-7 (BT71)
Parameter	Enhet	7624/4	7624/5	7624/6	7624/7	7624/8	7624/9
< 0,063	vekt%	99.1	98.3	94.7	79.2	96.1	96.8
0.063	vekt%	0.4	0.8	2.9	10.3	2.3	1.4
0.125	vekt%	0.3	0.5	1.4	7.6	0.9	0.9
0.25	vekt%	0.1	0.2	0.6	2.1	0.3	0.3
0.5	vekt%	0.03	0.1	0.3	0.4	0.2	0.2
1	vekt%	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.3
2	vekt%	0.1	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1

Kumulativ vekt% (vekt % av total masse som er finere enn angitt diameter =siktgjennomgang)

Kundens id.:		BT44 (B35)	BT II 2 (BB9)	BT# 1 (BB3)	BR1 (B05)	OF-4 (BT80)	OF-7 (BT71)
Partikkeldiam., mm	Enhet	7624/4	7624/5	7624/6	7624/7	7624/8	7624/9
0.063	kum. vekt%	99.1	98.3	94.7	79.2	96.1	96.8
0.125	kum. vekt%	99.5	99.2	97.6	89.5	98.4	98.2
0.25	kum. vekt%	99.7	99.7	99.0	97.2	99.3	99.1
0.5	kum. vekt%	99.8	99.9	99.5	99.2	99.6	99.4
1	kum. vekt%	99.9	99.9	99.8	99.6	99.8	99.6
2	kum. vekt%	99.9	100.0	100.0	99.8	99.9	99.9
> 2	kum. vekt%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Statistikk*:

Median D_{50} (ϕ)	5.959	5.944	5.866	5.456	5.896	5.911
MEAN (ϕ)	5.959	5.944	5.866	5.383	5.896	5.911
SORTING (ϕ)	1.229	1.239	1.299	1.731	1.268	1.259
SKEWNESS (ϕ)	0.000	0.000	-0.011	-0.114	0.000	0.000
KURTOSIS (ϕ)	0.738	0.738	0.754	0.887	0.738	0.738
Klassifisering**	Pellitt	Pellitt	Pellitt	Pellitt	Pellitt	Pellitt



Grabbvise faunadata

Indekser, antall arter og antall individ pr. grabb ØKOKYST Skagerrak 2016											
STAS	STA1	KVA	AREA	S	IND	NQI1	H	ES100	ISI2012	NSI2012	DI
BR1	B05	G1	0,1	28	119	0,770	3,899	25,951	8,352	23,791	0,026
BR1	B05	G2	0,1	49	205	0,837	4,287	33,313	8,387	24,475	0,262
BR1	B05	G3	0,1	44	232	0,786	4,555	31,504	8,240	23,906	0,315
BR1	B05	G4	0,1	51	268	0,837	4,163	31,044	8,814	24,640	0,378
BT1	BB3	G1	0,1	7	231	0,405	0,848	5,482	6,009	14,886	0,314
BT1	BB3	G2	0,1	7	197	0,407	0,829	5,280	5,946	14,837	0,244
BT1	BB3	G3	0,1	3	166	0,303	0,224	2,782	4,533	14,576	0,170
BT1	BB3	G4	0,1	6	487	0,372	0,723	4,025	5,734	14,694	0,638
BT2	BB9	G1	0,1	40	269	0,661	3,843	25,266	8,777	22,054	0,380
BT2	BB9	G2	0,1	42	327	0,663	3,904	24,244	9,386	22,169	0,465
BT2	BB9	G3	0,1	36	319	0,612	3,405	19,935	8,550	21,137	0,454
BT2	BB9	G4	0,1	49	319	0,666	3,925	26,030	9,168	21,140	0,454
BT44	B35	G1	0,1	64	624	0,735	4,099	27,604	9,909	22,542	0,745
BT44	B35	G2	0,1	42	459	0,695	3,744	23,799	9,769	22,616	0,612
BT44	B35	G3	0,1	46	274	0,740	4,206	28,668	9,612	23,196	0,388
BT44	B35	G4	0,1	53	539	0,721	3,643	24,826	9,784	22,088	0,682
BT71	OF-7	G1	0,1	38	489	0,763	3,810	21,114	9,779	22,363	0,639
BT71	OF-7	G2	0,1	32	381	0,746	3,697	19,230	9,669	22,169	0,531
BT71	OF-7	G3	0,1	39	332	0,783	4,409	27,270	9,268	22,754	0,471
BT71	OF-7	G4	0,1	41	292	0,795	4,292	27,014	10,577	23,005	0,415
BT80	OF-4	G1	0,1	59	379	0,836	4,575	31,565	9,411	23,431	0,529
BT80	OF-4	G2	0,1	67	611	0,804	4,379	28,895	10,094	22,668	0,736
BT80	OF-4	G3	0,1	53	653	0,775	3,812	23,738	9,988	22,235	0,765
BT80	OF-4	G4	0,1	56	544	0,785	4,132	26,470	9,798	22,509	0,686
BT40	A05	G1	0,1	22	50	0,717	4,138	-	10,268	24,637	0,351
BT40	A05	G2	0,1	30	70	0,760	4,525	-	10,285	25,540	0,205
BT40	A05	G3	0,1	18	29	0,732	3,935	-	8,695	26,071	0,588
BT40	A05	G4	0,1	28	65	0,752	4,486	-	9,207	25,745	0,237
BT41	A36	G1	0,1	30	603	0,604	3,300	15,787	8,792	21,770	0,730
BT41	A36	G2	0,1	20	299	0,556	2,383	13,262	6,836	20,088	0,426
BT41	A36	G3	0,1	41	808	0,600	3,343	17,877	8,637	20,994	0,857
BT41	A36	G4	0,1	23	325	0,586	2,808	13,878	8,150	21,396	0,462



Oversikt over de ti mest dominerende artene pr. stasjon, ØKOKYST Skagerrak 2016 (0,1 m²).

STASJON	GRUPPENAVN	ARTSNAVN	Average	STASJON	GRUPPENAVN	ARTSNAVN	Average
BT80	BIVALVIA	Kelliella miliaris	118	BT71	BIVALVIA	Nucula sp. juvenil	61
BT80	POLYCHAETA	Cauleriella serrata	99	BT71	POLYCHAETA	Cauleriella serrata	52
BT80	POLYCHAETA	Galathowenia oculata	44	BT71	BIVALVIA	Parathyasira equalis	51
BT80	BIVALVIA	Parathyasira equalis	34	BT71	BIVALVIA	Adontorhina similis	35
BT80	BIVALVIA	Nucula tumidula	31	BT71	BIVALVIA	Nucula tumidula	24
BT80	BIVALVIA	Nucula sp. juvenil	18	BT71	BIVALVIA	Yoldiella lucida	22
BT80	BIVALVIA	Yoldiella lucida	17	BT71	BIVALVIA	Kelliella miliaris	18
BT80	POLYCHAETA	Anobothrus laubieri	16	BT71	POLYCHAETA	Galathowenia oculata	14
BT80	OSTRACODA	Philomedes liljeborgi	15	BT71	POLYCHAETA	Paramphinome jeffreysii	12
BT80	BIVALVIA	Abra nitida	14	BT71	BIVALVIA	Yoldiella propinqua	9
STASJON	GRUPPENAVN	ARTSNAVN	Average	STASJON	GRUPPENAVN	ARTSNAVN	Average
BT44	POLYCHAETA	Cauleriella serrata	144	BT2	POLYCHAETA	Aphelochaeta sp.	72
BT44	BIVALVIA	Parathyasira equalis	57	BT2	POLYCHAETA	Chaetozone setosa	47
BT44	POLYCHAETA	Aphelochaeta sp.	38	BT2	POLYCHAETA	Heteromastus filiformis	40
BT44	ECHINOIDEA	Irregularia juvenil	33	BT2	BIVALVIA	Parathyasira equalis	37
BT44	BIVALVIA	Abra nitida	31	BT2	BIVALVIA	Ennucula tenuis	16
BT44	BIVALVIA	Yoldiella lucida	23	BT2	POLYCHAETA	Paramphinome jeffreysii	14
BT44	POLYCHAETA	Terebellides stroemii	11	BT2	POLYCHAETA	Ceratocephale loveni	8
BT44	POLYCHAETA	Phylo norvegicus	10	BT2	CAUDOFOVEATA	Caudofoveata indet	6
BT44	POLYCHAETA	Tharyx killariensis	10	BT2	BIVALVIA	Nucula sulcata	5
BT44	OPHIUROIDEA	Amphilepis norvegica	9	BT2	POLYCHAETA	Galathowenia oculata	5
STASJON	GRUPPENAVN	ARTSNAVN	Average	STASJON	GRUPPENAVN	ARTSNAVN	Average
BR1	PROSOBRANCHIA	Hyalia vitrea	52	BT1	POLYCHAETA	Chaetozone setosa	238
BR1	POLYCHAETA	Diplocirrus glaucus	20	BT1	BIVALVIA	Thyasira sarsii	20
BR1	BIVALVIA	Ennucula tenuis	18	BT1	POLYCHAETA	Paramphinome jeffreysii	7
BR1	BIVALVIA	Thyasira flexuosa	13	BT1	BIVALVIA	Yoldiella lucida	3
BR1	BIVALVIA	Nucula nitidosa	10	BT1	NEMERTEA	Nemertea indet	2
BR1	POLYCHAETA	Sosane währbergi	7	BT1	BIVALVIA	Parathyasira equalis	2
BR1	BIVALVIA	Abra nitida	7	BT1	MYSIDA	Mysida indet	2
BR1	NEMERTEA	Nemertea indet	7	BT1	POLYCHAETA	Aphelochaeta sp.	1
BR1	OPHIUROIDEA	Amphiura sp.	6	BT1	BIVALVIA	Thyasira flexuosa	1
BR1	OPISTHOBANCHIA	Cylichna cylindracea	6	BT1	BIVALVIA	Abra nitida	1
STASJON	GRUPPENAVN	ARTSNAVN	Average	STASJON	GRUPPENAVN	ARTSNAVN	Average
BT40	POLYCHAETA	Nephtys incisa	6	BT41	POLYCHAETA	Heteromastus filiformis	113
BT40	PHORONIDA	Phoronida indet	5	BT41	BIVALVIA	Parathyasira equalis	90
BT40	POLYCHAETA	Magelona minuta	4	BT41	POLYCHAETA	Aphelochaeta sp.	86
BT40	NEMERTEA	Nemertea indet	4	BT41	BIVALVIA	Abra nitida	81
BT40	POLYCHAETA	Prionospio dubia	3	BT41	POLYCHAETA	Chaetozone setosa	26
BT40	POLYCHAETA	Polycirrus plumosus	3	BT41	POLYCHAETA	Melinna cristata	16
BT40	POLYCHAETA	Spiophanes kroyeri	3	BT41	BIVALVIA	Ennucula tenuis	16
BT40	POLYCHAETA	Terebellides stroemii	3	BT41	POLYCHAETA	Phylo norvegicus	13
BT40	PROSOBRANCHIA	Hyalia vitrea	3	BT41	BIVALVIA	Thyasira sarsii	12
BT40	POLYCHAETA	Scolecopsis korsunoi	3	BT41	AMPHIPODA	Harpinia crenulata	9

10.4 Plankton

Vedleggstabell 10.4.1. Referanseverdier og klassegrenser for klorofyll a ($\mu\text{g/L}$) i de ulike økoregioner og vann typer.

*) Vann typen "sterkt ferskvannspåvirket" inngår ikke i klassifiseringssystemet for planteplankton. **) Klassegrenser mangler pga. manglende data jfr. Veileder 02:2013 rev 2015 Klassifisering av miljøtilstand i vann.

Tabell V8.2 Referanseverdier og klassegrenser for klorofyll a ($\mu\text{g/L}$) i de ulike økoregioner og vann typer.

*) Vann typen sterkt ferskvannspåvirket inngår ikke i klassifiseringssystemet for planteplankton.

**) Klassegrenser mangler pga. manglende data.

Region	Region fork.	Vann-type nr.	Vann type	Salinitet	Referanse tilstand	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Meget dårlig
Skagerrak	S	1	Ekspontert	>25	2,3	<3,5	3,5-<7	7-<11	11-<20	>20
		2	Moderat ekspontert	>25	2,0	<3	3-<6	6-<9	9-<18	>18
		3	Beskyttet	>25	2,0	<3	3-<6	6-<9	9-<18	>18
		5*	Sterk ferskvannspåvirket	5-25	-	-	-	-	-	-
Nordsjøen-Sør	N	1	Ekspontert	30	2,0	<3	3-<6	6-<8	8-<14	>14
Nordsjøen-Nord	M	2	Moderat ekspontert	30	1,7	<2,5	2,5-<5	5-<8	8-<16	>16
Norskehavet-Sør	H	3	Beskyttet	30	1,7	<2,5	2,5-<5	5-<8	8-<16	>16
Norskehavet-Nord	G	4	Ferskvannspåvirket	18-<30	2,0	<2,6	2,6-<4	4-<6	6-<12	>12
		5*	Sterk ferskvannspåvirket	5-18	-	-	-	-	-	-
Barentshavet	B	1	Ekspontert	30	1,9	<2,8	2,8-<5,5	5,5-<8	8-<12	>12
		2**	Moderat ekspontert	30	-	-	-	-	-	-
		3	Beskyttet	30	1,0	<1,5	1,5-<3	3-<6	6-<10	>10
		4	Ferskvannspåvirket	18-<30	0,9	<1,2	1,2-<2	2-<3	3-<6	>6
		5*	Sterk ferskvannspåvirket	5-18	-	-	-	-	-	-

10.5 Støtteparametere

Tabell 0-1 Klassifisering av tilstand for næringssalter og siktdyp i overflatelaget, samt oksygen i dypvannet ved saltholdighet over 18 (modifisert fra SFT 97:03).

Parameter		Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Overflatelag Sommer (Juni-August)	Total fosfor ($\mu\text{g P/l}$)*	< 11,5	11,5-16	16-29	29-60	>60
	Fosfat-fosfor ($\mu\text{g P/l}$)*	< 3,5	3,5-7	7-16	16-50	>50
	Total nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)*	< 250	250-330	330-500	500-800	>800
	Nitrat-nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)*	< 12	12-23	23-65	65-250	>250
	Ammonium-nitrogen ($\mu\text{g P/l}$)*	< 19	19-50	50-200	200-325	>325
	Siktdyp (m)	> 7,5	7,5-6	6-4,5	4,5-2,5	<2,5
Overflatelag Vinter (Desember-Februar)	Total fosfor ($\mu\text{g P/l}$)*	< 20	20-25	25-42	42-60	>60
	Fosfat-fosfor ($\mu\text{g P/l}$)*	<14,5	14,5-21	21-34	34-50	>50
	Total nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)*	<291	291-380	380-560	560-800	>800
	Nitrat-nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)*	<97	97-125	125-225	225-350	>350
	Ammonium-nitrogen ($\mu\text{g P/l}$)*	<33	33-75	75-155	155-325	>325
Dypvann	Oksygen ($\text{ml O}_2/\text{l}$)**	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metning (%)***	>65	65-50	50-35	35-20	<20

* Omregningsfaktor til mg-at/l er 1/31 for fosfor og 1/14 for nitrogen. ** Omregningsfaktor til mgO_2/l er 1,42. *** Oksygenmetning er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6 °C.

Vedleggstabell 10.5.1. Grenseverdier for tilstand av næringssalter og siktdyp i overflatelaget, samt oksygen i dypvannet ved saltholdighet over 18 psu (modifisert fra SFT 97:03) jf. Veileder 02:2013 rev 2015 Klassifisering av miljøtilstand i vann.

Tabell 0-2 Klassifisering av tilstand for næringssalter og siktdyp i overflatelaget, samt oksygen i dypvannet ved saltholdighet (psu) 5 - 18 (modifisert fra SFT 97:03).

Parameter		psu	Tilstandsklasser				
			I	II	III	IV	V
			Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Overflatelag Sommer (Juni-August)	Total fosfor ($\mu\text{gP/l}$)*	5	<8	8-12	12-22	22-53	>53
		18	<11,5	11,5-15,5	15,5-28	28-59	>59
	Fosfat-fosfor ($\mu\text{gP/l}$)*	5	<2	2-3,5	3,5-7,5	7,5-21	>21
		18	<3,5	3,5-6,5	6,5-15	15-46	>46
	Total nitrogen ($\mu\text{gN/l}$)*	5	<250	250-383	383-538	538-800	>800
		18	<250	250-337	337-505	505-800	>800
	Nitrat-nitrogen ($\mu\text{gN/l}$)*	5	<97	97-156	156-223	223-363	>363
		18	<24	24-41	41-86	86-265	>265
	Siktdyp (m)	5	>7	7-4,5	4,5-2,5	2,5-1,5	<1
		18	>7,5	7,5-6	6-4	4-2,5	<2,5
Overflatelag Vinter (Desember-Februar)	Total fosfor ($\mu\text{gP/l}$)*	5	<10,5	10,5-14,5	14,5-26	26-53	>53
		18	<20	20-24	24-40	40-59	>59
	Fosfat-fosfor ($\mu\text{gP/l}$)*	5	<7	7-9	9-16	16-31	>31
		18	<14,5	14,5-19	19-32	32-48	>48
	Total nitrogen ($\mu\text{gN/l}$)*	5	<261	261-385	385-553	553-800	>800
		18	<291	291-398	398-559	559-800	>800
	Nitrat-nitrogen ($\mu\text{gN/l}$)*	5	<143	143-226	226-326	326-478	>478
		18	<97	97-139	139-239	239-367	>367

* Omregningsfaktor til mg-at/l er 1/31 for fosfor og 1/14 for nitrogen.

Vedleggstabell 10.5.2. Grenseverdier for tilstand av næringssalter og siktdyp i overflatelaget, samt oksygen i dypvannet ved saltholdighet 5-18 psu (modifisert fra SFT 97:03) jf. Veileder 02:2013 rev 2015 Klassifisering av miljøtilstand i vann.

Miljødirektoratet

Telefon: 03400/73 58 05 00 | Faks: 73 58 05 01

E-post: post@miljodir.no

Nett: www.miljodirektoratet.no

Post: Postboks 5672 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøksadresse Trondheim: Brattørkaia 15, 7010 Trondheim

Besøksadresse Oslo: Grensesvingen 7, 0661 Oslo

Miljødirektoratet jobber for et rent og rikt miljø. Våre hovedoppgaver er å redusere klimagassutslipp, forvalte norsk natur og hindre forurensning.

Vi er et statlig forvaltningsorgan underlagt Klima- og miljødepartementet og har mer enn 700 ansatte ved våre to kontorer i Trondheim og Oslo, og ved Statens naturoppsyn (SNO) sine mer enn 60 lokalkontor.

Vi gjennomfører og gir råd om utvikling av klima- og miljøpolitikken. Vi er faglig uavhengig. Det innebærer at vi opptre selvstendig i enkeltsaker vi avgjør, når vi formidler kunnskap eller gir råd. Samtidig er vi underlagt politisk styring. Våre viktigste funksjoner er at vi skaffer og formidler miljøinformasjon, utøver og iverksetter forvaltningsmyndighet, styrer og veileder regionalt og kommunalt nivå, gir faglige råd og deltar i internasjonalt miljøarbeid.