



Miljø-
direktoratet

Økokyst – DP Nordsjøen, Årsrapport 2023

Utarbeidet av Norsk institutt for vannforskning (NIVA)



Kolofon

Utførende institusjon (institusjonen er ansvarlig for innholdet i rapporten)

© Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Miljødirektoratet. Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse.

Oppdragstakers prosjektansvarlig

Gunhild Borgersen

Kontaktperson i Miljødirektoratet

Hanna Nyborg Støstad

M-nummer

2789

År

2024

Sidetall

57

Miljødirektoratets kontraktnummer

21087265

Utgiver

Norsk institutt for vannforskning
Rapport: 7987-2024 Prosjekt: 210067
ISBN: 978-82-577-7724-1

Prosjektet er finansiert av

Miljødirektoratet

Forfatter(e)

Gunhild Borgersen, Trine Bekkby, Marijana S. Brkljacic, Wenche Eikrem, Camilla With Fagerli, Helene Frigstad, Janne K. Gitmark, Therese Harvey, Sonja Kistenich, Kristina Øie Kvile, Louise Valestrand

Tittel - norsk og engelsk

Økokyst - DP Nordsjøen, Årsrapport 2023
Økokyst - Subprogram Nordsjøen, Annual Report 2023

Sammendrag - summary

Overvåkingsprogrammet "Økosystemovervåking i Kystvann - Økokyst" har til hensikt å overvåke miljøtilstanden langs norskekysten i henhold til vannforskriften. Økokyst Nordsjøen dekker kyststrekningen fra Lista til Sognefjorden. Alle biologiske kvalitetselementer fikk «god» eller «svært god» økologisk tilstand på alle stasjoner i 2023 med unntak av makroalger innerst i Aurlandsfjorden. I Hardangerfjorden og i Rogalandsfjordene var det lavt innhold av oksygen i bunnvannet, tilsvarende «moderat» eller dårligere tilstand.

The monitoring program "Ecosystem Monitoring in Coastal Water - Økokyst" aims to monitor the environmental status along the Norwegian coast according to the Water Framework Directive. Økokyst Nordsjøen includes the coastline from Lista to Sognefjorden. All biological quality elements were in "good" or "very good" ecological status at all stations in 2023, except for macroalgae in the innermost part of the Aurlandsfjord. In Hardangerfjorden and the Rogaland fjords, there was low oxygen content in the bottom waters, corresponding to "moderate" or poorer condition.

4 emneord

Vannforskriften, miljøtilstand, næringssalter, biologisk mangfold

4 subject words

Water Framework Directive, environmental status, nutrients, biodiversity

Forord

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. Programmet omfatter undersøkelser av biologiske forhold (organismer på hardbunn og bløtbunn, samt ålegress og planteplankton) og fysisk-kjemiske støtteparametere (næringssalter, oksygen, siktdyp, temperatur og saltholdighet). I tillegg inngår «klimaparametere» som lystilgang, partikler og dyreplankton på enkelte stasjoner

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har hatt ansvaret for gjennomføringen av ØKOKYST delprogram Nordsjøen. Delprogrammet dekker kysten fra Lista til og med Sognefjorden, og består av flere ulike vanntyper og representative vestlandske fjordsystemer. Denne rapporten er en forenklet rapport, med fokus på tilstandsklassifisering av de ulike kvalitetselementene.

Følgende personer har bidratt fra NIVA:

- Hydrografi/kjemi/plankton: Louise Valestrand (fagansvarlig, hydrografirapportering- og klassifisering, identifisering av planteplankton), Wenche Eikrem (fagansvarlig planteplankton, rapportering), Anette Engesmo, Sonja Kistenich og Sandra Gran (planteplanktondata, rapportering), Bibiana Crespo (identifisering av planteplankton), Caroline Mengeot og Siw Frantzen (feltkoordinering),
- Makroalger: Camilla With Fagerli (fagansvarlig hardbunn, feltarbeid, identifisering, beregning av indekser og rapportering), Janne Gitmark (feltarbeid, identifisering, beregning av indekser og rapportering), Maia Røst Kile (feltarbeid, identifisering), Øyvind Torp (feltarbeid), Siri Moy (kvalitetssikring av beregninger)
- Bløtbunnsfauna: Marijana Brkljacic (fagansvarlig bløtbunn, identifisering, kvalitetssikring av beregninger, og rapportering), Gunhild Borgersen (feltarbeid, identifisering, beregning av indekser), Hilde Cecilie Trannum (feltarbeid), Rita Næss (identifisering), Eli Johansen (sortering), Siri Moy (kontrollsortering)
- Ålegress: Trine Bekkby (fagansvarlig, feltarbeid, beregning av indekser, rapportering og ålegresskart), Lise Tveiten (feltarbeid, rådatahåndtering), Jens Vedal (parameterutvikling), Mats Walday (kvalitetssikring av beregninger)
- Kjemiske analyser: Tina Bryntesen
- Klimaparametere: Helene Frigstad (fagansvarlig klimaparametere, rapportering), Therese Harvey (fagansvarlig CDOM og lys), Pipatthra Saesin (lysdata), Louise Valestrand og Sandra Gran (cDOMdata), Kristina Øie Kvile (fagansvarlig dyreplankton), Kristine Hopland Sperre og Carl Ballantine (Akvaplan-niva, identifikasjon av dyreplankton)
- Datahåndtering: Jens Vedal
- Kart: Rita Næss
- Kvalitetssikring samlet rapport: Mats Walday

Leon Pedersen og Kvitsøy Sjøtjenester AS har vært underleverandører for innsamling av hydrografidata, og Kvitsøy Sjøtjenester AS og Jarle Fjeldskår for bløtbunnsprøvetaking.

Miljødirektoratet takkes for et godt samarbeid underveis i prosjektet.

Oslo, 23. april 2024, Gunhild Borgersen, Forsker, NIVA og programansvarlig for ØKOKYST Nordsjøen

Akkreditert virksomhet

	Følgende deler av oppdraget er omfattet av NIVAs akkreditering: • Analyse av vannkjemi (iht. NS-EN ISO/IEC 17025) • Marin bløtbunn (iht. NS-EN ISO/IEC 17025, NS-EN ISO 16665:2013 og NS-EN ISO 5667-19:2004): - Prøvetaking bunnsediment - Taksonomi - Faglige vurderinger og fortolkninger
---	--

Innhold

1. Om Økokyst	6
2. Sammendrag	8
3. Områdebeskrivelse	12
4. Metodikk	16
4.1 Makroalger	16
4.2 Ålegress	19
4.3 Bløtbunnsfauna	20
4.4 Vannmasser	22
4.4.1 Planteplankton	22
4.4.2 Støtteparametre	23
4.4.3 FerryBox	24
4.4.4 Klimaparametere	25
5. Biologiske kvalitetselementer	27
5.1 Makroalger	27
5.1.1 Økologisk tilstand	28
5.2 Ålegress	31
5.2.1 Økologisk tilstand	31
5.3 Bløtbunnsfauna	34
5.3.1 Økologisk tilstand	34
5.4 Planteplankton	38
5.4.1 Økologisk tilstand	39
5.4.2 Utvikling over tid gjennom året - overordnet mønster	40
6. Støtteparametere	45
6.1 Oksygen	45
6.2 Næringssalter	47
6.3 Siktdyp	48
6.4 Samlet klassifisering av støtteparametere	50
7. Klimaparametere	51
8. Fremmede arter	54
9. Konklusjon og samlet vurdering	55
10. Referanser	56
11. Vedlegg	58

1. Om Økokyst

Overvåkingsprogrammet Økokyst har som mål å overvåke økosystemer i kyst og fjordområder, og avdekke hvordan disse påvirkes av tilførsler av næringssalter, organisk og partikulært materiale og klimaendringer. Overvåkningen er en del av den nasjonale basisovervåkningen av miljøtilstanden i kystvann. Vannforskriften med tilhørende veileder for klassifisering av miljøtilstand i vann er en viktig premissleverandør for dette overvåkingsprogrammet.

Programmet har følgende hovedmål:

- Dokumentere hvordan tilstanden på økosystemnivå påvirkes av eutrofiering og partikulær forurensning
- Dokumentere hvordan tilstanden på økosystemnivå påvirkes av klimaendringer
- Gi datagrunnlag for videre utvikling av klassifiseringssystemet under vannforskriften

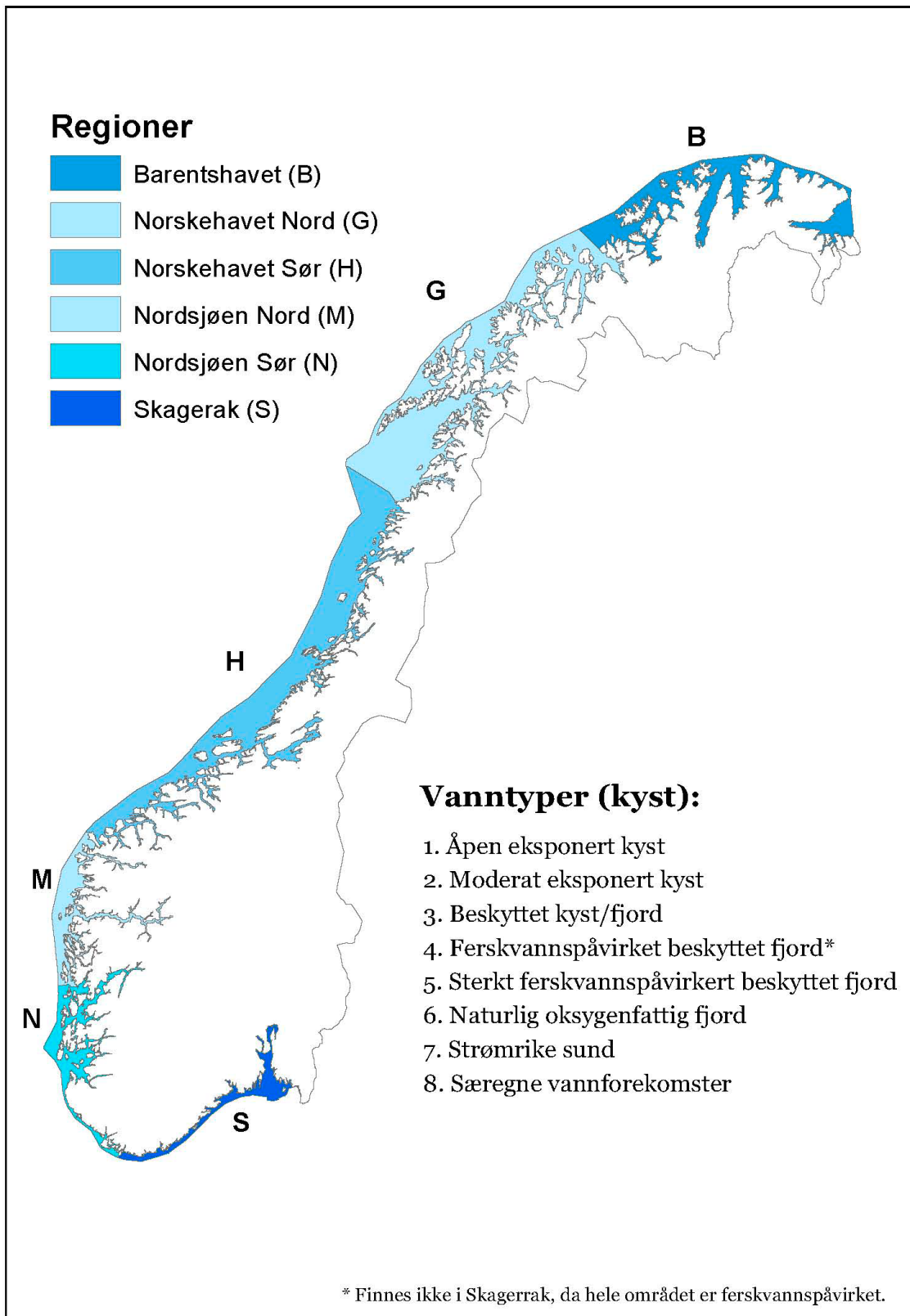
Økokyst består i inneværende programperiode (2021-2025) av fem delprogrammer som samlet representerer alle økoregioner langs norskekysten (Figur 1):

- DP Skagerrak
- DP Nordsjøen (dekker økoregion Nordsjøen Sør og Nordsjøen Nord)
- DP Norskehavet Sør
- DP Norskehavet Nord
- DP Barentshavet

I alle delprogrammer inngår undersøkelser av biologi på hardbunn og bløtbunn, ålegress og planteplankton og fysisk-kjemiske parametere i vannmassene (næringssalter, oksygen, siktdyp, temperatur, saltholdighet og turbiditet). "Klima-parametere" (DOC, cDOM, TSM, POC/PN/PP, lys og dyreplankton) og mikroplastprøvetaking er opsjoner i programmene, med unntak av i delprogram Skagerrak og Norskehavet Nord, hvor en stasjon med klimaparametere, inklusive dyreplankton, er inkludert i grunnprogrammet. Undersøkelsene på hardbunn og bløtbunn ruller med prøvetaking hvert tredje år, med unntak av enkelte stasjoner med årlig frekvens. Hydrografistasjonene har vanligvis årlige undersøkelser, med prøvetaking hver måned. Også overvåking av ålegress finner sted hvert år.

Økokyst har nå omkring 250 stasjoner som overvåkes. I DP Skagerrak og DP Nordsjøen har programmet enkelte stasjoner der overvåking har pågått helt siden 1990. Mer om bakgrunnen til ØKOKYST-programmet finnes her; <https://www.miljodirektoratet.no/om-oss/roller/miljoovervaking/overvakingsprogrammer/basisovervaking/okokyst/>.

Rådata fra undersøkelsene er tilgjengelig i Vannmiljø fra 15. mai året etter at dataene er innsamlet.



Figur 1. Oversikt over økoregioner og vanntyper i kystvann (fig 3-2 i Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann).

2. Sammendrag

Overvåkingsprogrammet Økokyst Nordsjøen omfatter økoregionene Nordsjøen Sør og Nordsjøen Nord, og strekker seg fra Lista i sør til Sognefjorden i nord. Programmet bestod i 2023 av ni hardbunnstasjoner, fire ålegress-stasjoner, fire bløtbunnstasjoner og åtte hydrografistasjoner. Én FerryBox-stasjon er også inkludert i programmet. Planteplanktonsammensetning, klorofyll og fysisk-kjemiske støtteparametre ble analysert på hydrografistasjonene. På en av disse, stasjon VT74 Maurangerfjorden, ble det også tatt «klimaparametre», som inkluderer lysmålinger, dyreplankton og hydrografiske klimaparametre. Tilstandsklassifisering for 2023 for alle stasjoner og kvalitetselementer er vist i Tabell 1 og Figur 2.

I Sognefjorden fikk alle biologiske og fysisk-kjemiske støtteparametre «god» eller «svært god» økologisk tilstand, med unntak av den innerste hardbunnstasjonen som fikk «dårlig» tilstand. Dette skyldtes at artssamfunnet for makroalger var noe fattig og opportunistiske grønne alger dominerte. Lenger sør fikk hardbunnstasjonen i Marsteinålen-Svartskjærosen utenfor Sotra ved Bergen «god» tilstand.

I Bjørnafjorden fikk hydrografistasjonen «svært god» tilstand for både planteplankton og støtteparametre. Lenger inn i Hardangerfjorden fikk derimot de to hydrografistasjonene «moderat» tilstand for støtteparametre på grunn av lavt oksygeninnhold i bunnvannet. Innholdet av klorofyll a var lavt tilsvarende «svært god» tilstand for planteplankton.

I Rogaland fikk de tre ålegress-stasjonene «svært god» tilstand, som var samme tilstand som i 2022 (og bedre enn i 2021). De tre hydrografistasjonene i Rogaland fikk alle dårligere tilstand enn «god» ut fra mengden oksygen i bunnvannet. Aller minst oksygen ble målt i Jøsenfjorden, hvor tilstanden ble «svært dårlig» basert på laveste oksygennivå i perioden 2021-2023.

Det ble målt lave klorofyll verdier hele året på samtlige stasjoner, og tilstanden for det biologiske kvalitetselementet planteplankton (klorofyll) ble «svært god» på åtte stasjoner og «god» på én stasjon (VT12 Sognesjøen). Det var også lave nivåer av næringssalter i vannmassene, og samtlige næringssaltparameterne viste «god» eller «svært god» tilstand både vinter- og sommerperioden. For siktdyp ble tilstanden «svært god» for samtlige stasjoner foruten VT74 Maurangerfjorden med «moderat» tilstand. Her er det påvirkning fra en elv som trolig spiller inn.

Sesongvariasjon i klimaparametrene er tilsvarende som tidligere år, med høyere verdier for organisk materiale (løst og partikulært) på våren (drevet av våroppblomstring og vårflom), og til dels en lavere økning på høsten knyttet til høstflom og påfølgende algeoppblomstring.

Det overordnede bildet er at samtlige biologiske kvalitetselementer får «god» til «svært god» tilstand på alle stasjoner, med unntak av én hardbunnstasjon innerst i Aurlandsfjorden. Innholdet av næringssalter er også lavt og tilsvarer «god» til «svært god» tilstand på alle stasjoner både vinter- og sommerperioden. Hovedutfordringen ser ut til å være oksygeninnholdet i bunnvannet i Hardangerfjorden og i fjordene i Rogaland, og spesielt i Jøsenfjorden, hvor tilstanden ble «svært dårlig» basert på oksygennivået.

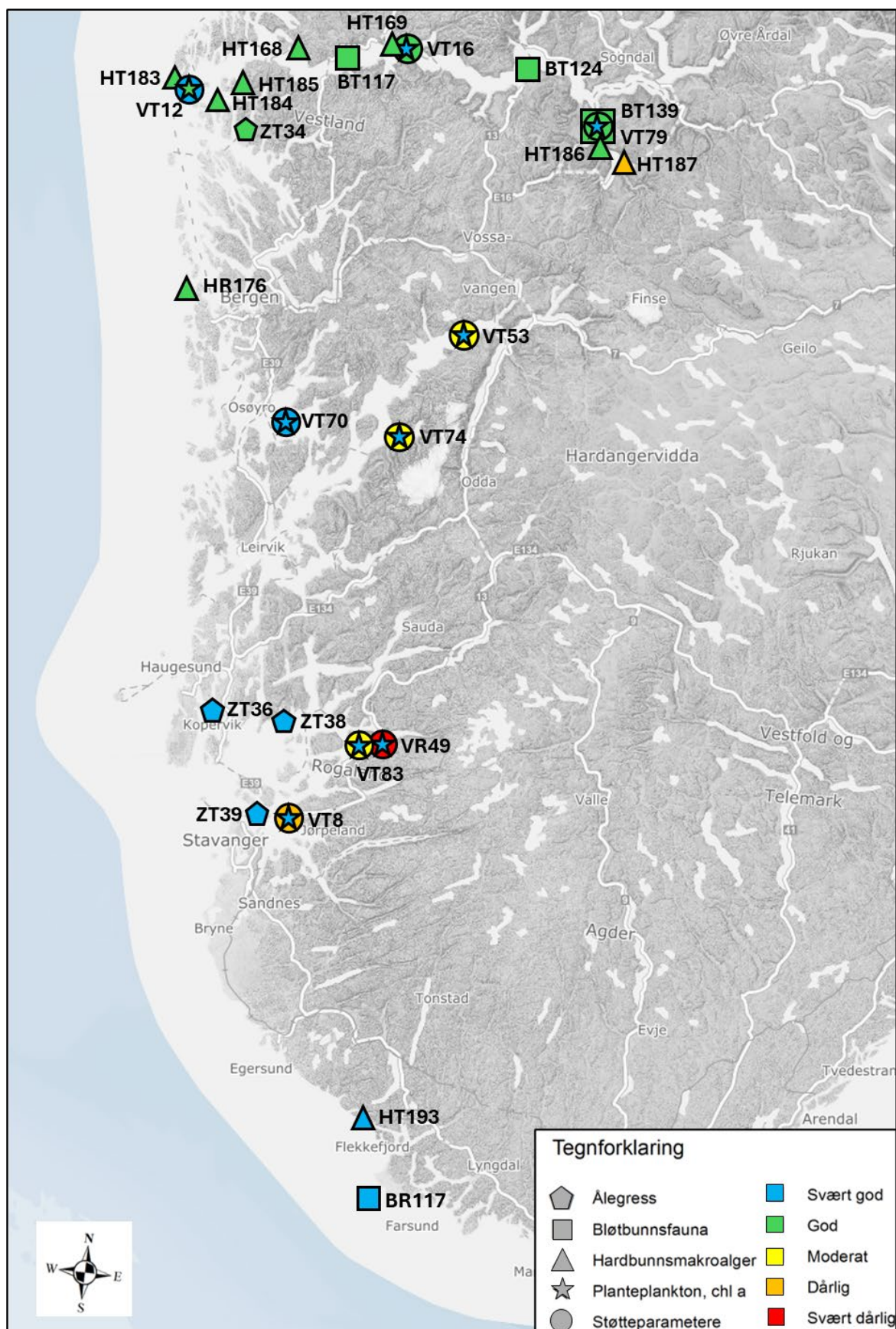
Tabell 1. Samlet tilstand for hver vannforekomst og tilstand for hvert kvalitetselement per stasjon i delprogram Nordsjøen, 2023. Farge indikerer tilstandsklasse basert på nEQR-verdi pr stasjon og kvalitetselement. Samlet tilstand er beregnet i hht. Veileder 02:2018. Merk at samlet tilstandsvurdering for en vannforekomst i denne tabellen kun er basert på Økokyst-data. Ettersom det kan foreligge mer overvåkingsdata for den enkelte vannforekomst enn det som er innhentet gjennom Økokyst, bør samlet klassifisering av vannforekomst hentes fra Vann-Nett. Skraverter ruter indikerer at datagrunnlaget for klassifisering er ufullstendig (gjelder FerryBox-stasjonen VT12 Sognefjorden). Vannstype M1/N1=Åpen eksponert kyst, M2/N2=Moderat eksponert kyst, M3/N3=Beskyttet kyst/fjord og M4/N4=Ferskvannspåvirket beskyttet fjord.

Vannforekomst	Vann- type	Samlet tilstand	Stasjoner og tilstandsklassifisering per kvalitetselement					
			Makroalger		Åle- gras	Bløtbunns- fauna	Plante- plankton	Støtte- parametere
			MSMDI/RSLA/RSL		EQR	nEQR	Klorofyll a	
Aurlandsfjorden	M4	IV	HT186	HT187		BT139	VT79	VT79
Sognefjorden	M3	II	HT168/HT169			BT124/BT117	VT16	VT16
Sognesjøen	M2	II	HT183/HT184				VT12*	VT12*
Nyhammarsundet		II	HT185					
Gulafjorden	M3	II			ZT34			
Marsteinsålen- Svartskjerosen	M1	II	HR176					
Bjørnafjorden	N2	I					VT70	VT70
Maurangerfjorden	N4	II					VT74**	VT74**
Samlafjorden	N3	II					VT53	VT53
Nedstrandsfjorden	N2	I			ZT38			
Karmsundet- Snorteland	N2	I			ZT36			
Jøsenfjorden	N3	II					VR49	VR49
Hjelmelandsfjorden	N3	II					VT83	VT83
Hidlefjorden	N3	II					VT8	VT8
Mastrafjorden	N3	I			ZT39			
Flekkefjord-ytre	N1	I	HT193					
-	-	I				BR117***		

* FerryBox-stasjon ** Klimastasjon

*** Stasjonen ligger utenfor kystvannsforekomstene, men den er klassifisert etter klassegrenser for vannstype N1.

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



Figur 2. Tilstandsvurdering basert på biologiske kvalitetselementer og fysisk-kjemiske støtteparametere per stasjon i Økokyst delprogram Nordsjøen, 2023.

Summary

The monitoring program «Ecosystem Monitoring in Coastal Water - Økokyst Norh Sea» covers the North Sea South and North Sea North ecoregions, extending from Lista in the south to Sognefjorden in the north. In 2023, the program consisted of nine hard bottom stations, four eelgrass stations, four soft bottom stations and eight hydrographic stations. One FerryBox station was also included in the program. Phytoplankton composition, chlorophyll and supporting elements (physico-chemical parameters) were analyzed at the hydrographic stations. At one of these, station VT74 Maurangerfjorden, «climate parameters» were also measured, which includes light measurements, zooplankton and hydrographic climate parameters. The status classification for 2023 for all stations and quality elements is shown in Table 1 and Figure 1.

In Sognefjorden, all biological and physico-chemical support parameters had «good» or «very good» ecological status, with the exception of the innermost hard bottom station, which had «poor» status. This was because the macroalgal community was species poor and opportunistic green algae dominated. Further south, the hard-bottom station in Marsteinålen-Svartskjærosen off Sotra near Bergen had «good» status in 2023.

In Bjørnafjorden, the hydrographic station had «very good» status for both phytoplankton and supporting parameters. Further into Hardangerfjorden, on the other hand, the two hydrographic stations had «moderate» status for supporting parameters due to low oxygen content in the bottom water. The chlorophyll a content was low, corresponding to «very good» status for phytoplankton.

In Rogaland, the three eelgrass stations had «very good» status, which was the same status as in 2022 (and better than in 2021). The three hydrographic stations in Rogaland all had worse than «good» status based on the amount of oxygen in the bottom water. The lowest oxygen content was measured in Jøsenfjorden, where the status was «very poor» based on the lowest oxygen level in the period 2021-2023.

Low chlorophyll values were measured throughout the year at all stations in the program, and the status of the biological quality element phytoplankton (chlorophyll) was «very good» at eight stations and «good» at one station (VT12 Sognesjøen). There were also low levels of nutrients in the water masses, and all nutrient parameters had «good» or «very good» status in both the winter and summer periods. For secchi depth, the status was «very good» for all stations except VT74 Maurangerfjorden with «moderate» status. The influence of a river is probably a factor here.

Seasonal variation in the climate parameters is similar to previous years, with higher values for organic matter (dissolved and particulate) in the spring (driven by spring blooms and spring flooding), and to some extent a lower increase in the fall related to fall flooding and subsequent algal blooms.

The overall picture is that all biological quality elements are in «good» to «very good» status at all stations, except for one hard-bottom station in the innermost part of the Aurlandsfjord. The content of nutrients is also low and corresponds to «good» to «very good» status in both the winter and summer periods. The main challenge seems to be the oxygen content in the bottom water in Hardangerfjorden and in the fjords in Rogaland, and especially in the Jøsenfjord, where the status was «very poor» based on the oxygen level.

3. Områdebeskrivelse

Økokyst Nordsjøen omfatter økoregionene Nordsjøen Sør (N) og Nordsjøen Nord (M) (se), hvor stasjonene strekker seg fra Lista til Sognefjorden. Økokyst-programmet i økoregion Nordsjøen Nord inkluderer Norges to lengste og dypeste fjorder, Sognefjorden og Hardangerfjorden med tilhørende side- og delfjorder, samt enkelte andre områder. I økoregion Nordsjøen Sør er overvåkingen sentrert rundt Boknafjorden og Jøsenfjorden, men også øvrige områder inngår, herunder Lista. Totalt 16 vannforekomster inngikk i overvåkingen i 2023; 6 i Nordsjøen Nord og 10 i Nordsjøen Sør. De ulike vannforekomstene har ulike vanntyper (Tabell 1), og en beskrivelse av de ulike vanntypene er gitt i

Tabell 2. Utover disse ble stasjon BR117 Lista undersøkt, som ligger utenfor de definerte kystvannforekomstene.

Sognefjorden

Sognefjorden ligger i Vestland fylke i den delen som tidligere utgjorde Sogn og Fjordane fylke. Den er omkring 200 km lang og 1308 m på det dypeste, og har flere sidefjorder. Økokyst Nordsjøen har stasjoner i selve Sognefjorden, i sidefjorden Aurlandsfjorden og i den ytterste delene som omtales som Sognesjøen.

I vannforekomst Aurlandsfjorden inngår to hardbunnsstasjoner (HT186 Undredal og HT187 Skjerdal), én bløtbunnsstasjon (BT139 Nærnes) og én hydrografistasjon (VT79 Nærnes). Aurlandsfjorden har vanntype M4 (ferskvannspåvirket beskyttet fjord) og er påvirket av ferskvann fra flere relativt store elver (Aurlandselvi, Nærøydalselvi, Flåmselvi). Vannforekomsten Sognefjorden strekker seg helt fra Årdalsfjorden i øst og nesten helt til utløpet av fjorden i vest, og omfatter de dypeste delene av fjorden som er ned mot 1300 m dyp. I Sognefjorden inngår to bløtbunnsstasjoner: BT124 Djupeviki midt i fjorden på 1150 m dyp, og BT117 Hamneset noe lenger vest på 1265 m dyp. I tillegg er det to hardbunnsstasjoner: HT169 So2-Kyrkjebø ligger ca. midtfjords og HT168 So3-Kjekeneset noe lenger vest. Hydrografistasjonen VT16 Kyrkjebø ligger i den dypeste delen av Sognefjorden. Vannforekomsten Sognefjorden har vanntype M3 (beskyttet kyst/fjord).

Sognesjøen ligger ytterst ved Sognefjordens utløp. I Sognesjøen inngår to hardbunnsstasjoner (HT183 Sula og HT184 Kuøyna), og en FerryBox stasjon (VT12 Sognesjøen). Sognesjøen har vanntype M2 (Moderat eksponert kyst). Sør for Sognesjøen ligger det en mindre vannforekomst; Nyhammarsundet. Her er det kun én stasjon, hardbunnsstasjonen HT185 Søre Dingeneset. Nyhammarsundet har vanntype M3 (beskyttet kyst/fjord). Gulafjorden ligger rett sør for Sognefjorden. Den er rundt åtte kilometer lang og deler seg i tre fjordarmer. I Gulafjorden er det kun én stasjon: ålegresstasjonen ZT34 Midttunvågen. Gulafjorden har vanntype M3 (beskyttet kyst/fjord).

Vest for Sotra utenfor Bergen ligger vannforekomsten Marsteinsålen-Svartskjerosen. Her er det kun én stasjon, hardbunnsstasjonen HR176 Årebrot. Denne vannforekomsten har vanntype M1 (åpen eksponert kyst).

Bjørnafjorden/Fusafjorden

I overgangen mellom Korsfjorden og Lysefjorden svinger dyprennen sørover og fortsetter inn i Bjørnafjorden. På vei inn i Bjørnafjorden avtar dypet noe, før det blir dypere igjen inne i Bjørnafjorden, som er omkring 600 m på det dypeste. Mot nordøst ligger sidefjorden Fusafjorden, som igjen forgreiner seg til Eikelandsfjorden og Samnangerfjorden. Til Bjørnafjorden er det noe ferskvannstilførsel med elver i de indre delene av fjorden. Programmet for 2023 omfattet én hydrografistasjon i dette området: stasjon VT70 Bjørnafjorden som ligger i hovedbassenget av Bjørnafjorden i vanntype N2 (moderat eksponert kyst).

Hardangerfjorden

Hardangerfjorden ligger i Vestland fylke, sentralt i området som tidligere utgjorde Hordaland fylke. Fjorden er omkring 180 km lang og over 850 m på det dypeste. Hardangerfjorden har en rekke side- og delfjorder. Programmet for 2023 omfattet to hydrografistasjoner i Hardangerfjorden. Stasjon VT74 Maurangsfjorden (230 m) ligger i ytre deler av Maurangerfjorden med vanntype N4 (ferskvannspåvirket beskyttet fjord). Maurangerfjorden er påvirket av ferskvann fra to elver som munner ut innerst i fjorden. Fjorden er rundt 270 m dyp og har en terskel på ca. 160 m ved Maurangneset. Den innerste av de to hydrografistasjonene i Hardangerfjorden, VT53 Tveitneset, ligger i Samlafjorden i vanntype N3 (beskyttet kyst/fjord). Hardangerfjordens dypeste område ligger i Samlafjorden, og på stasjon VT53 Tveitneset er det rundt 850 m dypt.

Rogaland

I Rogaland inngår stasjoner i området rundt Boknafjorden og Jøsenfjorden. Landskapet ved Boknafjorden er kupert og kjennetegnes av dype, isolerte daler med bratte fjordsider og en rekke fjell-til-fjordvassdrag. Vannmassene er preget av kystvann som kommer med kyststrømmen fra Skagerrak med innblanding av atlantisk vann vest for Lindesnes.

Boknafjorden er vid og åpen mot havet, og har innløp mellom Karmøy i nord og Tungeneset helt nord på Jæren i sør. Målt fra Imsen/Jarstein til Tengesdal er fjorden 94 kilometer lang. I fjordmunningen ligger en rekke øyer, der Rennesøy er den største. Midt inni er fjorden om lag 20 kilometer vid og forgrener seg i en rekke mindre side- og delfjorder, foruten en rekke større øyer. Ålegress-stasjonen ZT36 Jonebukta ligger helt ytterst i Boknafjorden. Ålegress-stasjon ZT38 Nedstrand lenger inn i Boknafjorden.

Mastrafjorden er i søndre del av ytre Boknafjorden. Her er ålegress-stasjonen ZT39 Torsteinsvika plassert. Hidlefjorden er en av fjordarmene av Boknafjorden, og strekker seg 13 km fra Askjesundet ved øya Sokn i vest til Tau i øst. Stasjon VT8 Hidlefjorden er i et fjordområde med omtrentlig dyp på 100 m, i vanntype N3 (beskyttet kyst/fjord).

Hjelmelandsfjorden er en liten fjordarm av Boknafjorden som ligger nord for Hjelmelandsvågen og grenser til Gardssundfjorden i vest, Ombofjorden i nord og Jøsenfjorden i øst. Fjorden er 4 kilometer fra øst til vest, mens den strekker seg 5 kilometer fra Ombofjorden i nord og sørvestover til nordøstsida av Randøy. Hydrografistasjonen VT83 (tidligere navn VR48) (235 m) ligger i Hjelmelandsfjorden, også i vanntype N3. Også Jøsenfjorden er en sidefjord av Boknafjorden. Fjorden har innløp fra Hjelmelandsfjorden i vest, og strekker seg 24 kilometer østover. Begge sidene av fjorden er bratte, som også gjelder under vann. Hydrografistasjonen VR49 Jøsenfjorden Ytre er lokalisert på 518 m dyp i Jøsenfjorden, i vanntype N3.

Lista-Flekkefjord

Området ved Lista er svært åpent og eksponert. Det er ingen pelagiske stasjoner eller ålegressstasjoner her. Bløtbunnsstasjonen BR117 ligger på ca. 380 m dyp utenfor Farsund/Lista. Denne ligger lenger ut enn kystvannsforekomstene, og har ingen vannforekomsttilhørighet. Stasjonen har lang overvåkingshistorikk (tilbake til 1990), og er med i programmet selv om man ikke kan foreta noen gyldig klassifisering. Hardbunnsstasjon HT193 Rossøy ligger i vannforekomst Flekkefjord-ytre, vanntype N1 (åpen eksponert kyst) og har vært overvåket siden 1990.

Tabell 2. Vanntyper i økoregion Nordsjøen Sør - N (øverst) og økoregion Nordsjøen Nord - M (nederst).
Saltholdigheten gjelder for de øverste 10 m av vannsøylen. (Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann).

Vanntyper	Tidevann (m)	Dyp (m)	Saltholdighet (øvre 10m)	Bølgeeksponering Vertikal miksing	Oppholdstid i bunnvann	Strømhastighet (knop)
N1- Åpen eksponert kyst	≤1	>30	>30	Høy Blandet	Dager	1-3
N2- Moderat eksponert	≤1	>30	>30	Moderat Blandet	Dager	1-3
N3- Beskyttet kyst/fjord	≤1	>30	>30	Beskyttet Delvis blandet	Dager til uker	<1-3
N4- Ferskvannspåvirket beskyttet fjord	≤1	>30	18-30	Beskyttet Delvis blandet	Dager til uker	<1-3
N5- Sterkt ferskvannspåvirket	≤1	><30	5 - 18	Beskyttet Lagdelt	Dager til uker	<1-3
N6- Naturlig oksygenfattig fjord	≤1	><30	Ubestemt	Beskyttet Lagdelt	Måneder til år	<1
N7- Strømrige sund	≤1	><30	Ubestemt	Ubestemt Blandet	<Dag	>3
N8- Særegne vannforekomster	≤1	><30	Ubestemt	Ubestemt	Ubestemt	Ubestemt

Vanntyper	Tidevann (m)	Dyp (m)	Saltholdighet (øvre 10m)	Bølgeeksponering Vertikal miksing	Oppholdstid i bunnvann	Strømhastighet (knop)
M1- Åpen eksponert kyst	≤1	>30	>30	Høy Blandet	Dager	1-3
M2- Moderat eksponert	≤1	>30	>30	Moderat Blandet	Dager	1-3
M3- Beskyttet kyst/fjord	≤1	>30	>30	Beskyttet Delvis blandet	Dager til uker	<1-3
M4- Ferskvannspåvirket beskyttet fjord	≤1	>30	18-30	Beskyttet Delvis blandet	Dager til uker	<1-3
M5- Sterkt ferskvannspåvirket	≤1	><30	5 - 18	Beskyttet Lagdelt	Dager til uker	<1-3
M6- Naturlig oksygenfattig fjord	≤1	><30	Ubestemt	Beskyttet Lagdelt	Måneder til år	<1
M7- Strømrige sund	≤1	><30	Ubestemt	Ubestemt Blandet	<Dag	>3
M8- Særegne vannforekomster	≤1	><30	Ubestemt	Ubestemt	Ubestemt	Ubestemt

Stasjonene som inngår i ØKOKYST-programmene er inndelt i et referansenettverk og et trendnettverk, hvor referansestasjonene er lokalisert i områder med minst mulig påvirkning fra menneskelig aktivitet mens trendstasjonene er plassert i områder som er diffust påvirket av menneskelig aktivitet. For detaljer om stasjonene som inngår i ØKOKYST delprogram Nordsjøen, se Tabell 3.

Tabell 3. Stasjoner i ØKOKYST delprogram Nordsjøen. Frekvens viser antall prøvetakinger i 2023-programmet. Første del av stasjonsnavnet angir hva slags undersøkelse som gjøres; V=vannmasse, Z=ålegress, H=hardbunn, B=bløtbunn, andre del av stasjonsnavnet angir stasjonstypen; T=trendstasjon, R=referansestasjon.

St nr	Stasjonsnavn	Vanntype	Vannforekomst	Prøvedyp/ stasjonsdyp (m)	Frekvens	POS: N (WGS84)	POS: Ø (WGS84)
Hydrografistasjoner							
VT79	Nærnes	M4	Aurlandsfjorden	500	12	60,9963	7,0556
VT16	Kyrkjebø	M3	Sognefjorden	1300	12	61,1460	5,9527
VT70	Bjørnafjorden	M2	Bjørnafjorden	590	12	60,1043	5,4742
VT53	Tveitneset	N3	Samlafjorden	860	12	60,4014	6,4398
VT74	Maurangsfjorden	N4	Maurangerfjorden	230	12	60,1061	6,1680
VR49	Jøsenfjorden Ytre	N3	Jøsenfjorden	518	12	59,2746	6,2443
VT83	Hjelmelandsfjorden	N3	Hjelmelands-fjorden	235	12	59,2437	6,1352
VT8	Hidlefjorden	N3	Hidlefjorden	100	12	59,0667	5,8000
VT12*	Sognesjøen	M2	Sognesjøen	≥200	5	60,9804	4,7568
Ålegressstasjoner							
ZT34	Midttunvågen	M3	Gulafjorden	0-10	1	60,8719	5,1173
ZT38	Nedstrand	N2	Nedstrandsfjorden	0-10	1	59,3421	5,8539
ZT36	Jonebukta	N2	Karmsundet-Snorteland	0-10	1	59,26538	5,3638
ZT39	Torsteinvika	N3	Mastrafjorden	0-10	1	59,0428	5,7171
Hardbunnstasjoner							
HT168	So3-Kjekeneset	M3	Sognefjorden	≥30	1	61,111	5,284
HT169	So2-Kyrkjebø	M3	Sognefjorden	≥30	1	61,163	5,9105
HT183	Sula	M2	Sognesjøen	≥30	1	60,9909	4,7212
HT184	Kuøyna	M2	Sognesjøen	≥30	1	60,998	4,886
HT185	Søre Dingenet	M3	Nyhammarsundet	≥30	1	61,0231	5,0289
HT186	Undredal	M4	Aurlandsfjorden	≥30	1	60,9548	7,0986
HT187	Skjerdal	M4	Aurlandsfjorden	≥30	1	60,9356	7,192
HT193	Rossøy	N1	Flekkefjord - Ytre	≥30	1	58,22833	6,50283
HR176	Årebrot	M1	Marsteinsålen - Svartskjerosen	≥30	1	60,42367	4,91417
Bløtbunnstasjoner							
BT139	Nærnes	M4	Aurlandsfjorden	488	1	60,9963	7,0556
BT124	Djupeviki	M3	Sognefjorden	1150	1	61,1245	6,5636
BT117	Hamneneset	M3	Sognefjorden	1265	1	61,1217	5,6391
BR117**	Lista	-	-	385	1	58,0204	6,5679

*=FerryBox stasjon

** Stasjon BR117 Lista ligger utenfor de definerte kystvannforekomstene, og for klassifisering har vi benyttet klassegrensene for N1 (åpen eksponert kyst), som er vanntypen til nærmeste vannforekomst.

4. Metodikk

Innsamling, opparbeiding og analyse av biologiske kvalitetselementer og deres støtteparametere følger standarder og akkrediterte metoder der slike er utarbeidet. En oversikt over parameterne som inngår i programmet med tilhørende metodikk, er gitt i Tabell 15 og benyttes til klassifisering. Klorofyll a fluorescens data fra FerryBox gir et overslag på mengde klorofyll a i algene, med høyere målefrekvens enn i det ordinære programmet, og kan brukes til å avklare hvorvidt måleprogrammet fanger opp algeoppblomstringene. Disse kan ofte være av kort varighet, og detekteres ikke nødvendigvis med den månedlige frekvensen. FerryBox-data brukes ikke til klassifisering av klorofyll a.

En oversikt over parameterne som inngår i programmet med tilhørende metodikk, er gitt i Tabell 15 og Tabell 16 i Vedlegg for hhv. makroalger/ålegress/bløtbunnsfauna og hydrografi.

4.1 Makroalger

Ni av delprogrammets 22 hardbunnstasjoner ble undersøkt i tidsrommet 22.-26. august 2023. Fjæresonen ble undersøkt med snorkling ved alle stasjonene. Ved seks av stasjonene (HT168 So3-Kjekeneset, HT169 So2-Kyrkjebø, HT183 Sula, HT184 Kuøyna, HT185 Søre Dingeneset, HT186 Undredal og HT187 Skjerdal) ble sjøsonen undersøkt i transekter med undervannsvideo (droppkamera og ROV). Ved de resterende stasjonene (HT193 Rossøy og HR176 Årebrot) ble det foretatt dykkerundersøkelser i sjøsonen i tillegg til snorkleundersøkelser i fjæresonen. Dykkerundersøkelser gjennomføres for å opprettholde lange tidsserier der artsdata for hardbunnsamfunnet i sjøsonen er samlet med en høyere oppløselighet enn det som er mulig ved hjelp av videoundersøkelser. Videre følger en beskrivelse av metodikken benyttet for undersøkelser av hardbunnsamfunn i fjære- og sjøsone.

Undersøkelser av fjæresonen

På alle ni stasjonene ble det foretatt registrering av makroskopiske (>1 mm) alger og dyr i fjæresonen og ned til øvre del av sjøsonen i henhold til retningslinjer beskrevet i Veileder 02:2018. Ved hver stasjon ble 10 meter av strandlinjen undersøkt ved snorkling.

Fastsittende makroalger og fastsittende/langsomt bevegelige dyr ble mengdebestemt etter en semikvantitativ 6-delt skala basert på organismenes forekomst/prosentvise dekningsgrad:

- 1 = enkeltfunn
- 2 = spredt forekomst (>0 - 10 %)
- 3 = frekvent forekomst (10 - 25 %)
- 4 = vanlig forekomst (25 - 50 %)
- 5 = betydelig forekomst (50 - 75 %)
- 6 = dominerende forekomst (75 - 100 %)

Organismer som ikke kunne identifiseres i felt ble senere undersøkt under lupe/mikroskop. Stasjonenes karakteristika (habitatyper og nøkkelarter med f. eks stor utbredelse eller beiteeffekt) ble registrert på et skjema for verdisetting av fjæra iht. Veileder 02:2018. Det ble tatt oversiktsbilder av alle stasjoner og karakteristiske trekk ved fjæresonen ble dokumentert med undervannsfoto.

Undersøkelser av sjøsonen med droppkamera, komboindeks

Det kan være misforhold mellom den økologiske tilstanden i fjæresonen og tilstanden dypere i sjøsonen som ikke fremkommer av fjæresoneundersøkelser. Video-undersøkelser av sjøsonen benyttes derfor som et supplement til fjæresoneundersøkelser (RSL/RSLA) for å kunne avdekke biologiske forhold og eventuelle tilstandsendringer nedenfor fjæresonen. Komboindeksen (kombinasjonsindeksen) ble første gang testet ut på hardbunnstasjonene under ØKOKYST-programmet i 2017 og ble benyttet ved undersøkelsene i 2021 og 2022.

Med unntak av dykkestasjonene (HT193 Rossøy og HR176 Årebrot) ble det også i 2023 utført video-registreringer langs transekter innenfor en 200 meter radius av fjæresone-stasjonen. Det ble vekslet mellom bruk av droppkamera og ROV som video-verktøy for transektene. Undersøkelsene ble utført med tre replikate transekter på hver stasjon, hvor ROV minimum ble benyttet gjennom ett av transektene på hver stasjon. Startpunktet for transektene ble lagt til et dyp større enn nedre voksegrense for opprette rødalger (>30 meter) gitt at det var tilstrekkelig dyp i nærheten av fjæresonestasjonen. I transektene ble følgende tre parametere undersøkt:

- Nedre voksedyp for stortare
- Nedre voksedyp for opprette rødalger
- Dybdeutbredelse av masseforekomster (> 50 % dekning) av trådformede alger

Det ble notert GPS-posisjon i start- og stopp-punkt for hvert droppkamera transekt samt i start-punkt ved transekter der ROV ble benyttet. GPS-posisjoner ble også registrert underveis i droppkameratransektene for å stedfeste viktige observasjoner. Bunnsubstrat, helningsgrad og de dominerende organismegrupper ble notert i den grad forholdene tillot det. Opptak fra transektene ble lagret for dokumentasjon, og som grunnlag for klassifisering og videreutvikling av kombinasjonsindeksen. Felt og beregningsmetodikk for komboindeksen er beskrevet [her](#). Iht revidering av komboindeksen (Fagerli m. fl. 2023) inkluderes nedre voksedyp for sukkertare som parameter i beregningen i tilfeller der stortare ikke blir observert eller vokser grunnere enn sukkertaren.

Dykkerundersøkelser av sjøsonen

Ved stasjonene HT193 Rossøy og HR176 Årebrot ble registrering av makroalger og fastsittende dyrs forekomst gjort langs vertikale transekter fra maks. 30 m dyp opp til overflaten iht. ISO/FDIS 19493-2007. De registrerte algetaxa og organismer ble mengdebestemt etter en semikvantitativ 4-delt skala basert på organismens forekomst/prosentvise dekningsgrad:

- 1 = enkeltfunn
- 2 = spredt forekomst (>0 - 25 %)
- 3 = vanlig forekomst (25 - 75 %)
- 4 = dominerende forekomst (75 - 100 %)

Bunnens helningsgrad, samt prosent dekningsgrad av sediment og ikke-begrodd bunn («free space») ble notert på alle registreringsdyp.

Det ble dykket med kommunikasjonskabel til assistent på land som noterte observasjonene. Artsidentifiseringer av hardbunnfauna og makroalger ble foretatt av en spesialist innenfor henholdsvis marin zoologi og marin botanikk. Organismer som ikke kunne identifiseres i felt ble samlet inn og artsbestemt i fersk tilstand under mikroskop.

Klassegrenser og EQR-verdier

Artssammensetningen av makroalger er grunnlaget for beregning av indekser og klassifisering av økologisk tilstand (Veileder 02:2018). For makroalger bruker vi for tiden to indekser (Fjæresamfunn - RSLA/RSL og Nedre voksegrenseindeksen - MSMDI), som benyttes i ulike økoregioner og vanntyper (Veileder 02:2018). I tillegg er det en kombinasjonsindeks (komboindeksen), som for tiden er under utvikling og enda ikke formelt tatt inn i tilstandsklassifiseringen.

Hardbunnstasjonene i dette delprogrammet er lokalisert i økoregionene Nordsjøen Nord og Nordsjøen Sør. Fjæresamfunn - RSLA/RSL indeksen er godkjent for økoregion Nordsjøen Sør og Nordsjøen Nord og indeksverdiene er benyttet for vurdering av økologisk tilstand på hardbunnstasjonene.

Fjæreindeksen, RSLA/RSL (Reduced Species List with Abundance/Reduced Species List), er en multimetrisk indeks som inneholder informasjon om antall arter som forekommer i fjæra, forhold mellom grupper og typer av arter, samt en normalisering av artsrikheten mot fjæras fysiske egenskaper ved hjelp av en normaliseringsfaktor (fjærepotensialet). Normaliseringen gjøres ut fra kunnskapen om at det på stasjoner med glatt fjell kan forventes å finne få arter, mens det på stasjoner med f.eks. oppsprukket fjell, store steiner osv. er et høyere habitatmangfold og kan forventes et høyt artsantall (Veileder 02:2018). Det er utviklet forskjellige klassegrenser for indeksene avhengig av vanntype. For RSLA er det utarbeidet klassegrenser og artslister for bruk i vanntypene 1 (Åpen eksponert kyst), 2 (Moderat eksponert kyst/fjord) og 3 (Beskyttet kyst/fjord). Her inngår også abundans, som defineres som prosent dekningsgrad eller forekomst etter en semikvantitativ skala.

I ferskvannspåvirkete fjorder gjelder foreløpig en eldre indeks, RSL, med noen andre klassegrenser og artslister i vanntype 4 (Ferskvannspåvirket beskyttet fjord) og 5 (Sterkt ferskvannspåvirket fjord). Abundans inngår ikke som parameter i RSL-indeksen (Veileder 02:2018). Fjæreindeksen (RSLA/RSL) er godkjent for økoregion Nordsjøen Nord/Nordsjøen Sør. Prosedyren for å beregne tilstand på en stasjon går ut på å beregne EQR (Ecological Quality Ratio) for flere parametere, som til slutt går inn i en samlet nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) for stasjonen. EQR og nEQR-verdier beregnes etter en gitt metode (beskrevet i Veileder 02:2018).

Komboindeksen

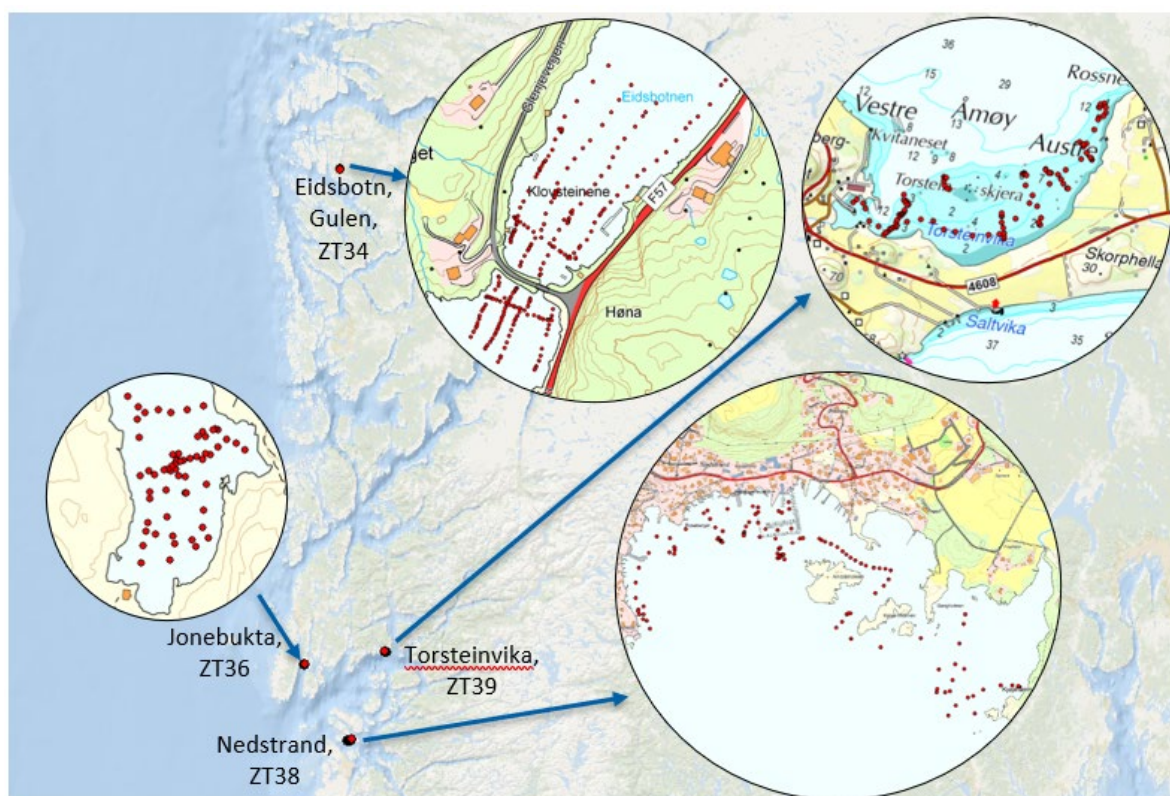
Undersøkelser hvor tilstandsklassifisering av lokaliteter gjøres på bakgrunn av fjæresoneundersøkelser (RSL/RSLA) har vist at indeksen kan klassifisere bedre tilstand på lokaliteten enn de biologiske forholdene litt dypere i sjøsonen tilsier. I 2017 ble det derfor lansert ett forslag om en ny klassifiseringsindeks for makroalger; komboindeksen, se rapport M-788. Komboindeksen er ikke tatt inn i klassifiseringssystemet, men prøves ut gjennom Økokyst. Komboindeksen gjelder for påvirkningstypen eutrofi, og baserer seg på registreringer i fjæresonen i kombinasjon med enkle registreringer i sjøsonen med undervannsdrone eller dropkamera.

Dersom én eller to av delparameterne i sjøsonen ikke er målbar, kan komboindeksen fremdeles beregnes på bakgrunn av den/de eksisterende, men utsagnskraften vil da bli mindre. Felt- og beregningsmetodikk for komboindeksen er beskrevet her: <https://beta.vannportalen.no/veiledere/28.11.2017-felt-og-beregningsmetodikk-for-komboindeksen-makroalger/>

4.2 Ålegress

NIVA gjennomførte feltarbeidet for overvåking av ålegress 9. august i Rogaland (tre stasjoner: Torsteinvika ZT39, Nedstrand ZT38 og Jonebukta ZT36) og 16. august (én stasjon) i Gulen (Eidsbotn ZT34), se Figur 3. Vi registrerte tettheten av ålegress, mengden påvekstalger og nedre voksegrense (både absolutt nedre grense og nedre grense for eng), se beskrivelse i Trannum m.fl. (2022). Vi registrerte også substrattype og dyp på alle punkter, samt andre ting (som tang, tare og dyr, spesielt der vi fant større mengder) der dette ble regnet som relevant.

Det er relevant å påpeke at det er en del elementer knyttet til tilstand i ålegressenger som ikke fanges opp ved de parameterne som er inkludert i indeksen. Indeksen inkluderer nedre voksegrense, tettheten av ålegress og mengde påvekstalger. Parameteren nedre voksegrense ser på nedre voksegrense for engen, altså der hvor det er minimum spredt forekomst av planter. Det betyr at en eventuell endring i størrelsen på den delen av engen som har tett og middels tett med ålegress ikke blir fanget opp. Endringer i arealutbredelse, f.eks. ved at engen «krymper» i sin lengdeutbredelse, fanges heller ikke opp.



Figur 3. De fire stasjonene som ble besøkt i august 2023, i Rogaland (tre stasjoner: Torsteinvika ZT39, Nedstrand ZT38 og Jonebukta ZT36) og (én stasjon) i Gulen (Eidsbotn ZT34). De røde punktene er der informasjon om dyp, substrat, ålegressets tetthet, mengden påvekstalger («lurv») og annet ble samlet inn.

4.3 Bløtbunnsfauna

Prøvetaking og analyser

2023 ble fire stasjoner undersøkt i dette delprogrammet: tre i Sognefjorden (BT139 Nærnes, BT124 Djupeviki og BT117 Hamnaneset) og én stasjon i Agder (BR117 Lista).

Innsamling, analyse av fauna og sediment, beregninger og vurderinger og fortolkninger av marin bløtbunn ble utført akkreditert og iht. standardene NS-EN ISO/IEC 17025, NS-EN ISO 16665:2013 og NS-EN ISO 5667-19, samt interne metodedokument. Bløtbunnsprøvene ble innsamlet med en van Veen-grabb (**Error! Reference source not found.**) med prøvetakingsareal på 0,1 m². Det ble tatt fire replikate prøver til fauna. Kun grabber med tilstrekkelig volum og en uforstyrret sedimentoverflate ble godkjent. Hver grabbprøve ble visuelt beskrevet mht. sedimentets beskaffenhet, farge, lagdeling, synlige dyr, og innslag av for eksempel terrestrisk materiale, plast eller olje. Fargen beskrives vha. Munsells fargekart for jord og sedimenter. Bunnmaterialet ble siktet med sjøvann gjennom sikter med hullstørrelse på 5 mm og 1 mm, og fiksert i formaldehydløsning i sjøvann. På laboratoriet ble først dyrene sortert i hovedgrupper av fauna, og deretter artsidentifisert av spesialister på de respektive gruppene.



Figur 4. Van veen-grabb som ble benyttet for prøvetaking av bløtbunnsfauna, her i Sognefjorden. Foto: Hilde Trannum

Prøver til analyse av sedimentets kornfordeling (0-5 cm) og innhold av totalt organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN) (0-1 cm) ble tatt fra en separat grabb med uforstyrret sedimentoverflate. På laboratoriet ble kornfordeling bestemt ved at prøven ble tørket, veid, tilsatt dispergeringsmiddel og våtsiktet slik at alle partikler mindre enn 63 µm ble vasket ut. Den gjenværende prøven ble overført til en sikteoppsats med tarerte sikter med maskevidder (øverst til nederst) 2 mm, 1 mm, 500 µm, 250 µm, 125 µm og 63 µm. Etter sikting i ristmaskin ble hver sikt med sediment veid, og vekt av hver siktefraksjon beregnet i prosent. For analyse av TOC og TN veies tørr prøve inn i tinnkapsler som ble forbrent ved ca. 1800 °C. Forbrenningsgassene passerte deretter en kromatografisk kolonne, og N₂- og CO₂-gassene ble detektert i en varmetrådsdetektor. Arealet under toppene ble integrert, og integralverdiene beregnet. Resultatene regnes ut som prosent av total mengde analysert sediment.

NIVA stod for innsamlingen og sorteringen av prøvene, og for artsidentifiseringen. Analyse av TOC og TN er utført av NIVA, mens analyse av kornstørrelse er utført av Akvaplan-niva AS. Indeksregninger og vurderinger og fortolkninger er utført av NIVA. Måleusikkerhet kan oppgis på forespørsel.

Klassegrenser og EQR-verdier

For bløtbunnsfauna benyttes flere indekser ut fra arts mangfold og artenes grad av ømfintlighet, som inngår i en samlet nEQR-verdi. Tilstandsvurdering er utført etter klassifiseringssystemet beskrevet i «Klassifisering av miljøtilstand i vann» (Veileder 02:2018).

På grunnlag av arts lister og individtall beregnes følgende indekser for bløtbunnsfaunaens arts mangfold og ømfintlighet:

- artsmangfold ved indeksene H' (Shannons diversitetsindeks) og ES100 (Hurlberts diversitetsindeks)
- ømfintlighet ved indeksene ISI2012 (Indicator Species Index) og NSI2012 (Norwegian Sensitivity Index)
- den sammensatte indeksen NQI1 (Norwegian Quality Index), som kombinerer både artsmangfold (ved parameteren SN) og ømfintlighet (ved AMBI-indeksen)

Faunatilstanden klassifiseres ut fra indeksene etter vannforskriftens system med fem tilstandsklasser fra «svært god» (klasse I) til «svært dårlig» tilstand (klasse V), ut fra Veileder 02:2018. Klassegrensene er differensiert mellom ulike vanntyper. Stasjonene som ble prøvetatt i dette delprogrammet er plassert i vanntype M3 (beskyttet kyst/fjord) og M4 (ferskvannspåvirket beskyttet fjord). Stasjon BR117 Lista ligger utenfor de definerte kystvannforekomstene, og for klassifisering har vi benyttet klassegrensene for N1 (åpen eksponert kyst), som er vanntypen til nærmeste vannforekomst. Ut fra de enkeltvise indeksene beregnes så normaliserte EQR-verdier, som gir en samlet tilstand basert på alle indeksene (iht. Veileder 02:2018).

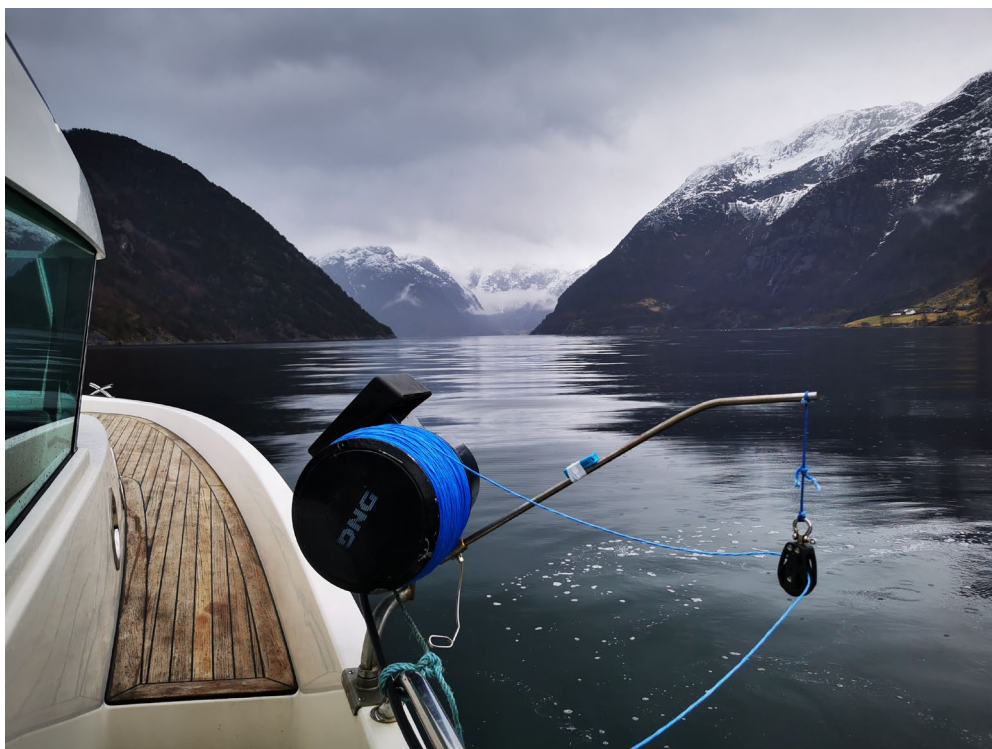
Totalt organisk karbon (TOC) er en støtteparameter som kan gi informasjon om graden av organisk belastning, men den inngår ikke i den endelige klassifiseringen av stasjonen (Veileder 02:2018). Også totalt nitrogen (TN) er analysert ettersom forholdet mellom TOC og TN kan brukes til å få informasjon om 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 02:2018. Til beregning av normalisert TOC inngår informasjon om sedimentets kornstørrelse, og denne informasjonen er også til hjelp for tolkning av artssammensetning ettersom sedimentets fysiske struktur har stor betydning for faunaens artssammensetning.

Iht. Veileder 02:2018 skal det også måles temperatur og salinitet i vannmassene på hver stasjon samtidig med prøvetaking av bløtbunnsfauna. Det bør også være påmontert en oksygensensor på sonden for å måle oksygenforholdene i dypprofilen. Innhold av oksygen i bunnvann skal ikke benyttes direkte i klassifiseringen av økologisk tilstand, men en slik enkeltmåling av oksygen kan likevel gi grunnlag for å tolke resultatene for bløtbunnsfaunaen. CTD med oksygensonde ble derfor benyttet på hver stasjon under bløtbunnsprøvetakingen.

4.4 Vannmasser

I 2023 ble det utført hydrografiske og vannkjemiske målinger på åtte stasjoner. I tillegg er det inkludert en FerryBox-stasjon; VT12 Sognesjøen. Det har blitt gjennomført månedlig innsamling på disse stasjonene. Foreliggende rapport dekker perioden desember 2021-november 2023. Data for 2021-2023 er brukt i klassifiseringen av tilstand. Prøvetaking i vannmassene i Hardangerfjorden mars 2023 er vist i Figur 5.

Tabell 16 i Vedlegg gir oversikt over metodikk for parameterne i vannmassene. Alle næringssalt- og klorofyll a-prøver er analysert ved NIVAs laboratorium i Oslo, som er akkreditert i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025 (TEST 009).



Figur 5. Prøvetaking i vannmassene i Hardangerfjorden mars 2023. Bildet er tatt av Kvitsøy sjøtjenester AS.

4.4.1 Planteplankton

Prøver samles på fem dyp tilsvarende som for næringssalter, og mengden klorofyll a bestemmes spektrofotometrisk (NS 4767) som er en indirekte metode for angivelse av algebiomasse. Klorofyll a mengden i algecellene påvirkes av miljøfaktorer som lysmengde, tilgang på næringssalter samt temperatur og saltholdighet (f.eks Sakshaug 1977), og kan variere med en faktor på 10 innen en art. Mengden klorofyll a i cellen varierer også mellom arter (0,1- 9,7 % av våtvekt, Boyer m.fl., 2009).

For klorofyll a skal 90 persentilen beregnes for klassifisering av kvalitetselementet planteplankton. Det vil si den verdien hvor 10 % av målingene er høyere og 90 % av målingene er lavere. I Veileder 02:2018 er det angitt at middelverdien fra 0, 5 og 10 m skal beregnes ved bruk av Formel 1 (se nedenfor under «Støtteparametre»), og 90 percentilen av dette utregnes ved bruk av percentil.inc.

I Veileder 02:2018 er det krav om at målefrekvensen for klorofyll a skal være to uker i de første to månedene av vekstsesongen, og det kreves videre at det skal samles inn data over minst tre vekstsesonger (dvs. 3 år) for at vannmassen skal kunne klassifiseres. I ØKOKYST er målefrekvensen i hovedsak hver fjerde uke gjennom hele året. Datasettet innsamlet i ØKOKYST benyttes likevel til å klassifisere vannforekomsten, men kravet til å samle inn data over minst tre vekstsesonger blir desto viktigere.

I Veileder 02:2018 er det kun parameteren klorofyll a for kvalitetselementet planteplankton som benyttes til klassifisering. Klorofyll a fluorescens data fra FerryBox gir et overslag på mengde klorofyll a i algene, med høyere målefrekvens enn i det ordinære programmet, og kan brukes til å avklare hvorvidt måleprogrammet fanger opp algeoppblomstringene. Disse kan ofte være av kort varighet, og detekteres ikke nødvendigvis med den månedlige frekvensen. FerryBox-data brukes ikke til klassifisering av klorofyll a.

Planteplanktonanalysene har blitt gjort på håvtrekk (maskevidde 10 µm) og vannprøver fiksert i Lugols løsning. Vannprøvene er samlet på 5 m dyp og håvtrekket er et vertikalt trekk fra 20 til 0 m. Artene identifiseres så i lysmikroskop (Thronsen m.fl. 2003; Tomas, 1996; Jensen & Moestrup, 1998; Thomsen 1992; Bérard-Therriault m.fl., 1999; Hoppenrath m.fl., 2009) og kvantifiseres i henhold til Utermöhl's metode (Utermöhl, 1958), som beskrevet i NS-EN 15972:2011. Vi bruker www.algaebase.org som taksonomisk referanse.

Som enhver artsbestemmelse, blir det alltid noe usikkerhet ved metoden. Morfologiske detaljer som er viktige for artsbestemmelse, kan ikke nødvendigvis observeres fordi lysmikroskop har for dårlig oppløsning. I tillegg er det noen arter som har få morfologiske karakterer og som ikke kan identifiseres i mikroskop, men krever molekylærbiologiske metoder. Samtidig gjøres det nye undersøkelser av etablerte arter som påvirker identifikasjon og artsavgrensninger. Det oppdages og beskrives nye mikroalger hele tiden og den overordnede taksonomien endrer seg også. Sist, men ikke minst er erfaringen til den som gjør mikroskopanalysene viktig.

I denne forenklete rapporten er ikke artssammensetningen til planteplanktonet rapportert eller drøftet, men dataene er importert til Vannmiljø.

4.4.2 Støtteparametre

Profilerende målinger

Temperatur, saltholdighet, turbiditet og oksygen ble målt gjennom hele vannsøylen med en profilerende CTD-sonde (SAIV) påmontert en oksygensonde og en turbiditetsensor. Oksygensonden gir ut både oksygenkonsentrasjon og oksygenmetning (målt i prosent). Løseligheten av oksygen i sjøvann er avhengig av temperatur, saltholdighet og trykk. Oksygenmetningen er vanligvis nær 100 % i overflaten, og lavere nedover i vannmassen. Planteplanktonets primærproduksjon produserer oksygen, og oksygenmetningen kan bli betydelig høyere enn 100 % i forbindelse med algeoppblomstringer. Turbiditetsensoren baserer seg på norsk Standard (NS:EN ISO 7027:1999) hvor man detekterer spredt lys ved 810 nm. Sensoren kalibreres med Formazin standarder og oppgis med enheten FNU (Formazin Nephelometric Units).

Det er i denne forenklete rapporten kun benyttet oksygendata ettersom denne parameteren klassifiseres.

Næringssalter

Det tas vannprøver på 0, 5, 10, 20 og 30 m som analyseres for næringssalter (total fosfor, fosfat, total nitrogen, nitrat+nitritt, ammonium og silikat). Det er verdiene fra de øverste 10 m som brukes i

klassifiseringen. For å beregne middelerverdi av en konsentrasjon for dybdeintervallet 0-10 m, C_{0-10} , har denne formelen blitt brukt:

$$\text{Formel 1: } C_{0-10} = \frac{1}{3}C_0 + \frac{1}{3}C_5 + \frac{1}{3}C_{10}$$

hvor C_z , er konsentrasjonen i dypet z . Dette betyr at de tre målepunktene får like stor vekt, og representerer like deler av vannsøylen. En kan dermed si at målingen i 0 m representerer vannsøylen fra 0 til 3,33 m, målingen i 5 m fra 3,33 til 6,66 m og målingen i 10 m fra 6,67 til 10 m.

Silikat klassifiseres ikke, og resultatene omtales ikke i denne forenklete rapporten.

Siktdyp

Siktdyp ble målt ved å senke en hvit Secchi-skive ned i vannet på skyggesiden av båten. Det blir gjort ved hjelp av et snøre med metermarkering. Secchiskiven blir senket sakte rett ned, mens den blir observert nøye. Når denne ikke lenger kan sees blir dyp notert. Den blir deretter sakte dratt opp til den blir synlig igjen, og dyp blir notert. Midlere siktdypsverdi rapporteres. Fargen på vannet mot Secchi-skiven ved $\frac{1}{2}$ siktdyp blir også notert.

Beregning av EQR og nEQR for støtteparametre i vannmasser

Næringssaltparametere representerer påvirkningen «eutrofiering», mens oksygenkonsentrasjon i bunnvannet representerer påvirkningen «organisk belastning». I den samlede vurderingen av næringssaltparametere regner man først middelerverdien av EQR av alle parametre innen sommer- og vinterperioden hver for seg, og deretter middelerverdien mellom sommer og vinter.

Når man så har en nEQR-verdi for hver av påvirkningstypene eutrofiering og organisk belastning, skal man bruke verste-styrer-prinsippet mellom påvirkningstypene. Den dårligste nEQR-verdien går så videre inn i samlet klassifisering av vannforekomsten sammen med de biologiske kvalitetselementene. Fysisk-kjemiske støtteparametre kan tilsvarende nedgradere tilstanden én klasse til god eller moderat dersom de biologiske kvalitetselementene ellers er i henholdsvis svært god eller god tilstand.

4.4.3 FerryBox

FerryBox-systemet er montert på flere skip langs kysten og måler som standard temperatur, salinitet, oksygen, klorofyll a fluorescens og turbiditet på om lag fire meters dyp hvert minutt langs skipets faste rute. FerryBox overvåkingen inngår i det nasjonale infrastrukturprosjektet NorSOOP (www.niva.no/norsoop). Systemet har også mulighet for automatisk prøvetaking av vann for videre analyse i laboratoriet. Dette gjøres i ØKOKYST- FerryBox-prosjektet som en del av Miljødirektoratets havforsuringsprogram, og data derfra gjøres tilgjengelig for alle ØKOKYSTs delprogram. I dette delprogrammet inngår data fra FerryBox-stasjonen VT12 Sognesjøen som i 2023 ble prøvetatt med M/S «Richard With».

FerryBox-systemet inkluderer sensorer for klorofyll a fluorescens. Signalet fra sensoren er en «proxy» for klorofyll a og en algekultur typisk for kystplanktonet er brukt i kalibreringen av ett masterinstrument. De individuelle sensorene er periodemessig kontrollert med «solid state» standarder mot dette masterinstrumentet. Det foretas så en årskalibrering for å fange opp sesongmessige variasjoner basert på vannprøver tatt for klorofyll a fra FerryBox stasjoner for inneværende år. Målsettingen er at klorofyll a fluorescens dataene på sikt kan brukes for klassifisering i henhold til vannforskriften. Klorofyll a fluorescens-transektene er nyttige for å se på variasjonen og representativiteten til vannmassestasjonene.

I løpet av 2023 ble FerryBox byttet fra MS Trollfjord til MS Richard With. I en overgangsfase mellom de to skipene var det ikke et operativt FerryBox. På grunn av det mangler det noe prøvetakningsdata som fører til at det ikke kunne bli utført en fullstendig tilstandsvurdering av det biologiske kvalitetselementet planteplankton for stasjon VT12 Sognefjorden.

4.4.4 Klimaparametere

Hydrografiske klimaparametre

Følgende klimaparametere er prøvetatt på stasjon VT74 Maurangerfjorden: totalt suspendert stoff (TSM), partikulært organisk karbon, -nitrogen og -fosfor (POC, PN, PP), løst organisk karbon (DOC), farget løst organisk stoff (cDOM), lysmålinger og dyreplankton. Parameterne TSM, POC/PN/PP og DOC analyseres akkreditert ved NIVAs laboratorium i Oslo. Metodikk er angitt Tabell 16 i Vedlegg.

Farget løst organisk stoff (cDOM) prøvetas fra samme dyp som øvrige støtteparametere (0, 5, 10, 20, 30 m). Vannprøven filtreres (0,2 µm) samme dag som prøvetakning og lagres mørkt og kjølig frem til analyse. NIVA analyserer cDOM spektrofotometrisk etter internasjonal anerkjent prosedyre fastsatt av 'International Ocean-Colour Coordination Group' (IOCCG, 2019). Absorpsjonen av cDOM (a cDOM) bestemmes i en 10 cm kuvette mot MilliQ vann som referanse (blank) på et Cary 300 spektrofotometer, skannet mellom 350 og 900 nm og med en oppløsning på 1 nm. Måleusikkerhet for cDOM er beregnet fra tidligere studier, der den relative feil for cDOM absorpsjon er mellom 3-6 % (Harvey m.fl. 2015).

Lysmålingene blir utført med et hyperspektralt radiometer (TriOS RAMSES) som gir data for hele lysspekteret fra 350-900 nm (med oppløsning på 3 nm), og følger internasjonalt anerkjente metoder som beskrevet av Kirk (2011). Målingene gjøres samtidig med den vanlige hydrografiprøvetakningen. Undervannsensoren er montert på en ramme som senkes i sjøen på solsiden og rundt 2-3 meter fra akterenden av skipet for ikke å få skyggeeffekter fra båten. Det blir målt kontinuerlig gjennom vannsøylen ned til ca. 1% av overflatelystet eller minimum ved 0, 2, 5, 10, 15, 20, 25 og 30 m dyp. En sensor er montert på dekk eller i masten for å måle variasjonen i lysinstrålingen mot vannoverflaten under profileringen. Dette blir brukt for å normalisere lysprofilen til lik innstråling. Begge sensorer blir kalibrert mot en NIST-standard ved NIVAs radiometriske kalibrerings-laboratorium. Lysspekteret blir integrert mellom 400 og 700 nm for å få verdien for 'Photosynthetically Active Radiation' (PAR) i mikromol fotoner per kvadratmeter per sekund, som er den mengden lys som er tilgjengelig for fotosyntese for planteplankton, makroalger og ålegress. Fra lysprofilen for PAR beregner vi den vertikale svekningskoeffisienten til diffust nedoverrettet lys for hele vannsøylen ned til 1% lysdypet (K_d PAR). I tillegg beregnes eufotisk dyp (Zeu) definert som 1% lysmengde av maksimum lysinnstråling ved overflaten. K_d for andre bølgelengder av spekteret kan også beregnes.

Dyreplankton

For 2023 ble det samlet inn og opparbeidet dyreplanktonprøver ved stasjon VT74 månedlig fra mai til november, utenom juni. Dyreplanktonprøvene opparbeides etter en standard metode (Harris m.fl. 2000, Hassel m.fl. 2013) og dyreplanktonet blir identifisert til laveste taksonomiske nivå slik at mulige fremmede arter også kan registreres.

I felt tas dyreplankton-prøver med en WP2-håv med 200 µm maskevidde (HydroBios, Kiel, 0,57m² åpningsring). Håven senkes til ønsket dyp (230 m for stasjonen VT74) og trekkes til vannoverflaten med en hastighet på 0,5 m/s. Om bord blir enden av håven forsiktig skylt med saltvann og innholdet overført til en bøtte. Store ribbemanter og maneter plukkes ut og dokumenteres med bilder. Resten av prøven blir filtrert

på 200 µm, overført til en eller flere prøveflasker og fiksert på sjøvann med 4 % formaldehyd. På laben skylles prøvene i minimum én time på en 180 µm sil for å fjerne formalin før man måler biovolum av hele prøven. Eventuelle store individer plukkes ut og måles separat (hydrozoer, krill, amfipoder, osv.) Individantall av store individer fra WP2-håvtrekk regnes som usikre, og er ikke inkludert i rapporten. Målesylindren med resten av dyreplanktonet står så på et rolig og stabilt sted i 20-24 timer før biovolum avleses i milliliter.

Når prøven skal identifisere og telles splittes spesielt tette prøver med en Motoda-planktonsplitter. Hele prøven eller splittet prøve fortynnes så til et kjent volum (200-1800 mL) i et målebeger. Grad av fortynning avhenger av hvor tett prøven er. Av fortynnet prøve tas det ut randomiserte delprøver på 4 mL med en finnpipette. Delprøver tas ut til minst 600 individer er telt. Dyrene i delprøven telles og identifiseres under stereolupe, ved bruk av standard nomenklatur i World Register of Marine Species ([WoRMS - World Register of Marine Species](#)). Det telles minst 300 individer av de mest dominante organismene, og 300 av de mindre vanlige organismene. Deretter tas det 3-5 delprøver til for å registrere sjeldne organismer (Harris m. fl. 2000). Antall organismer ble standardisert til ind./m² med den antagelsen at håven filtrerte fullstendig effektivt.

5. Biologiske kvalitetselementer

5.1 Makroalger

Makroalger er synlige, fastsittende alger som vokser på fast underlag eller på andre alger eller dyr. De mangler evnen til å forflytte seg, noe som gjør dem til gode indikatorer for miljøforholdene de lever under. Fastsittende alger vokser på steder hvor miljøforholdene tillater det og der de klarer seg i konkurranse med andre arter. De finnes i soner fra øvre del av fjæresonen og ned til nederste voksedyp, normalt begrenset av tilgang på lys (Figur 6). Artssammensetning og sonering varierer med forhold som lys, temperatur, saltholdighet, bølgeeksponering, strøm og næringstilgang. Økning i konsentrasjonen av næringssalter påvirker algeveksten og artssammensetning i fjordens algesamfunn. Overgjødsling kan føre til at hurtigvoksende trådformede alger får større utbredelse på bekostning av flerårige alger (Moy og Christie 2012). Høy mengde partikler i vannet reduserer lysgjennomtrengningen slik at alger ikke kan vokse like dypt som i klart vann. Organisk materiale og partikler som sedimenterer på bunnen, kan også hindre alger i å etablere seg og spire.



Figur 6. Sonering av alger i øvre del av sjøsonen, med et belte av remtang ovenfor butare. Her fra undersøkelser foretatt ved stasjon D25 Årebrot i august 2023.

5.1.1 Økologisk tilstand

Fjæreindeksen

Stasjonene HT186 Undredal og HT187 Skjerdal er lokalisert i vanntype M4 - Ferskvannspåvirket beskyttet fjord, og RSL benyttes derfor benyttet for tilstandsklassifisering av disse to stasjonene. For de øvrige stasjonene er tilstandsklassifiseringen foretatt med RSLA.

Tabell 4 viser tilstandsklassifiseringen av fjæresonen for hardbunnstasjonene på bakgrunn av undersøkelsene i 2023. Ved stasjon HT187 Skjerdal er tilstanden «dårlig» og stasjonen oppnår ikke miljømålet om minst «god» tilstand. Til tross for at det registreres tett forekomst, og flere ulike arter av tang på stasjonen, er artssamfunnet noe fattig og opportunistiske grønnalger representerer en betydelig del av artene (Figur 7). Stasjonen er lokalisert innerst i Aurlandsfjorden og er dermed sårbar både for næringssalt- og ferskvannspåvirkning. Ved stasjon HT193 Rossøy var tilstanden «svært god», mens for de resterende syv stasjonene var tilstanden «god» i fjæresonen. Det må merkes at tilstanden ved stasjon HT183 Sula ligger på grensen til «svært god» tilstand.



Figur 7. Opportunistiske grønnalger vokser mellom tangen i fjæresonen og bidrar til «dårlig» tilstand ved stasjon HT187 Skjerdal.

Tabell 4. Tilstandsklassifisering av makroalgesamfunn i fjæresonen i 2023 basert på RSL/RLA-indeksen (Veileder 02:2018). Skraverne felt betyr at det ikke er utarbeidet klassegrenser for tilstandsklassifisering av vanntypen for denne delparameteren. Blanke felt betyr at antall arter registrert på stasjonen var lavere enn nedre grense for beregning av delparameteren.

Stasjons-nummer og navn	År	EQR								nEQR	Tilstands-klasser
		Sum antall arter	% andel rødalger	forhold ESG1/EGS2	% andel grønnalger	% andel opportunist	sum forekomst grønnalger	sum forekomst brunalger	% andel brunalger		
HT169 Kyrkjebø	2023	0,60	0,82	0,68	0,85	0,80	0,68	0,85	0,80	0,76	I. Svært god
HT168 Kjekeneset	2023	0,73	0,85	0,69	0,60	0,60	0,49	0,86	0,64	0,74	II. God
HT183 Sula	2023	0,66	0,87	0,81	0,81	0,81		0,83		0,799	III. Moderat
HT184 Kuøyna	2023	0,60	0,82	0,81	0,80	0,70		0,81		0,76	IV. Dårlig
HT185 Søre Dingenet	2023	0,60	0,82	0,68	0,60	0,84	0,49	0,86	0,60	0,69	V. Svært dårlig
HT186 Undredal	2023	0,46			0,85	0,53				0,62	
HT187 Skjerdal	2023	0,45			0,53	0,19				0,39	
HT193 Rossøy*	2023	0,63	0,9	0,86	0,93	0,81		0,72		0,81	
HR176 Årebrot*	2023	0,67	0,86	0,84	0,82	0,75		0,8		0,79	

* Dykkestasjoner

Komboindeksen

Med unntak av dykkestasjonene HT193 Rossøy og HR176 Årebrot, ble tre replikate videotransekt utført i sjøsonen ved hardbunnstasjonene. Undervannsdrone ble benyttet ved minimum ett av transektene og ble ved behov supplert med videotransekter med droppkamera. Dypeste voksedyp for stortare og opprette rødalger, samt dybdeutbredelsen til masseforekomster av trådalger inngår i beregningen av nEQR-verdier for sjøsonen, mens nEQR-verdien for komboindeksen er middelerdien av nEQR for fjæresonen og sjøsonen. Under en nylig revidering av komboindeksen ble det foreslått å inkludere nedre voksedyp for sukkertare som parameter i beregningen i tilfeller der stortare ikke blir observert eller vokser grunnere enn sukkertaren (Fagerli m. fl. 2023). I slike tilfeller har vi derfor valgt å inkludere voksedyp for sukkertare i indeksberegningen. Tilstanden ved stasjonenes sjøsone og samlet tilstand for komboindeksen er vist i Tabell 5.

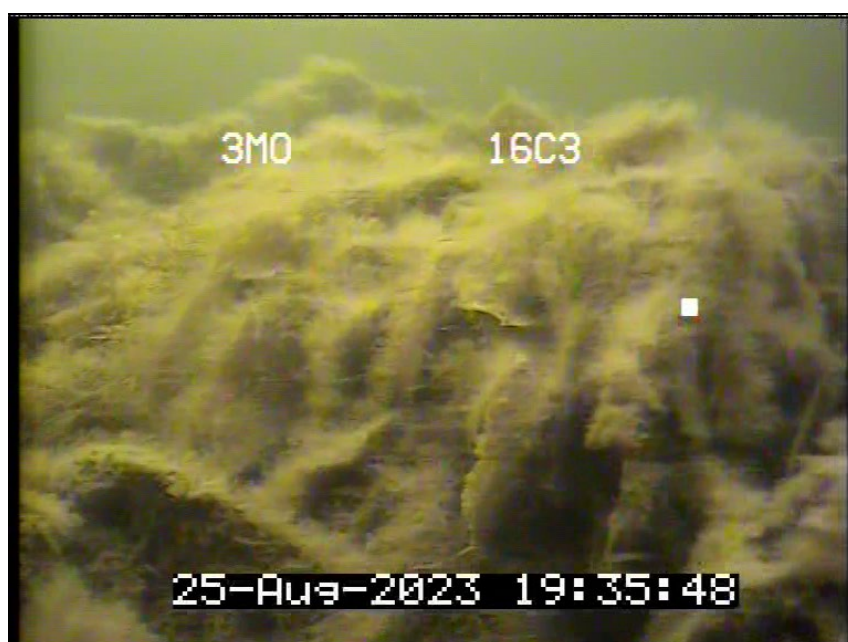
Ved stasjon HT183 Sula ble det ikke observert masseforekomster av trådalger i sjøsonen og tilstanden i sjøsonen og for komboindeksen ble vurdert som «god», men på grensen til «svært god» tilstand. Ved stasjonene HT184 Kuøyna og HT169 Kyrkjebø tilsier voksedypet for alger at lysforholdene ved stasjonene er svært gode (EQR opprette alger=0,80), og til tross for at det observeres masseforekomster av trådalger innenfor et 4 meter dybdeintervall oppnår stasjonene «god» tilstand for komboindeksen.

Ved stasjonene HT185 Søre Dingenet, HT168 So3-Kjekeneset og HT186 So2-Undredal (Figur 8) ble det observert betydelige mengder med trådformede alger, samt tett begroing av skorpeformede mosdyr på tareplantene (ikke inngår i indeksen, men anses som negativt for taren). Masseforekomster av trådalger er en indikasjon for høye næringssaltkonsentrasjoner og samlet reduseres tilstanden fra «god» tilstand i fjæresonen til «moderat» tilstand for komboindeksen. Ved stasjon HT187 Skjerdal, lokalisert i vanntype

M4 (ferskvannspåvirket beskyttet fjord) lengst inn i Sognefjorden ble det observert svært lite makroalger i sjøsonen og ikke tilstrekkelig grunnlag til beregning av komboindeksen.

Sammenlignet med resultatene fra undersøkelsene utført i 2020, er det lite endring i tilstand beregnet ved komboindeksen for de undersøkte stasjonene. Med unntak av HT183 Sula, hvor tilstanden var «svært god» i 2020 og redusert til «god» ved årets undersøkelse, faller tilstanden ved resterende stasjoner innenfor samme tilstandsklasse som ved forrige undersøkelse i 2020.

Ved stasjonene HT193 Rossøy og HR196 Årebrot ble det dykket i sjøsonen ved stasjonene til hhv. 24 og 28 meters dyp. Det nedre voksedypet for rødalger er trolig dypere enn vårt største dykkedyp men basert på dybderegistreringer av tare, samt fravær av lurv, vurderes tilstanden i sjøsonen ved begge disse stasjonene som «svært god».



Figur 8. Videotransekter viste tett begroing av trådformede alger på sukkertare i sjøsonen ved stasjon HT186 So2-Undredal i 2023.

Tabell 5. Komboindeksen for makroalger i 2023. Skraverte felt betyr at det ikke er utarbeidet klassegrenser som er godkjent i klassifiseringssystemet. Det var ikke grunnlag for å beregne komboindeksen ved stasjon HT187 Skjerdal.

Stasjonsnummer og navn	År	EQR					nEQR Kombo- indeks	Tilstands- klasser
		EQR stortare	EQR opprette rødalger	EQR trådalger	EQR sjøsone	nEQR fjæresone		
HT169 Kyrkjebø	2023		0,8	0,4	0,60	0,76	0,68	I. Svært god
HT168 So3-Kjekeneset	2023	0,40	0,60	0,20	0,40	0,74	0,57	II. God
HT183 Sula	2023	0,40	1,00	1,00	0,80	0,799	0,80	III. Moderat
HT184 Kuøyna	2023	0,60*	1,00	0,40	0,67	0,75	0,71	IV. Dårlig
HT185 Søre Dingeneset	2023	0,40	1,00	0,00	0,47	0,69	0,58	V. Svært dårlig
HT186 So2-Undredal	2023	0,4	1	0,2	0,53	0,62	0,58	
HT187 Skjerdal	2023							

*EQR stortare er basert på observasjon av sukkertare

5.2 Ålegress

5.2.1 Økologisk tilstand

Feltregistrering av nedre voksegrense, ålegressets tetthet, mengden begroingsalger, EQR-verdier og tilstandsklassifisering for de fire stasjonene i Region Nordsjøen er vist i Tabell 6, for både 2021, 2022 og 2023. Det er viktig å notere at ålegressengen i Vikevågen (ZT37) ikke ble gjenfunnet, og at den ble erstattet av en eng i Jonebukta (ZT36). Hver stasjon presenteres for seg i mer detalj under. Metoden for hvilke punkter som ble inkludert i arbeidet med å beregne økologisk tilstand er presenter i Trannum m.fl. (2022).

Tabell 6. Feltregistrering av nedre voksegrense, både absolutt (uansett tetthet) og for eng (minimum spredt med ålegress), ålegressets tetthet og mengden begroingsalger, for 2021, 2022 og 2023. Dybdeverdiene er standardisert relativt til sjøkartnull (laveste astronomiske tidevann, LAT). Tabellen viser også utregnet EQR-verdi og tilstandsklassifisering. Legg merke til at tetthetsklassene for ålegress er tilsvarende poenggivingen, men at mengden begroing (klasse 1-4, der 1 er minst og 4 er mest) resulterer i poenggiving der 4 poeng gis der det er lite eller ingen forekomst av begroingsalger og 1 poeng gis der det er dominerende med begroingsalger, se Veileder 02:2018 og Vedlegg 11.2.1.

Stasjons-navn/kode		Midttunvågen ZT34	Torsteinsvika ZT39	Nedstrand ZT38	Jonebukta ZT36
LAT		60,87186	59,04279	59,34211	59,265380
LONG		5,1173	5,71714	5,85392	5,363773
Dato		16.08.2023	09.08.2023	09.08.2023	09.08.2023
Nedre voksegrense (meter)	2021	4,2	9,2	7,2	Ikke besøkt
	2022	3,7	10	8	7,3
	2023	3,9	9,1	8,5	7,1
Nedre voksegrense, eng (meter)	2021	4	8,9	7,2	Ikke besøkt
	2022	3,7	10	7,6	7,1
	2023	3,9	9,1	8,5	6,8
Tetthet ålegress (skala)	2021	3	4	4	Ikke besøkt
	2022	4	4	4	4
	2023	3	4	4	3
Mengde begroingsalger (skala)	2021	3	3	3	Ikke besøkt
	2022	0	2	0	1
	2023	1	1	2	1
EQR	2021	0,53 (Moderat)	0,90 (Svært god)	0,80 (God)	Ingen data i 2021
	2022	0,70 (God)	0,95 (Svært god)	0,90 (Svært god)	0,90 (Svært god)
	2023	0,63 (God)	1 (Svært god)	0,95 (Svært god)	0,83 (Svært god)

2021



2022



2023



Figur 9. I 2021 observerte vi mye algematter i overflaten i bukter og båthavner, her eksemplifisert ved en båthavn rett ved ålegressengen i Midttunvågen (ZT34 i Gulafjorden, figur øverst til venstre viser situasjonen i 2021). Det var mindre av dette i 2022 (øverst til høyre) og ikke noe i 2023 (nederst til venstre, kun tang sees på bildet. Foto: Trine Bekkby, NIVA.

ZT34 Midttunvågen, vannforekomst Gulafjorden

Ålegresstasjonen ZT34 Midttunvågen ligger i beskyttet kyst/fjord i Region Nordsjøen nord (vanntype M3). Ålegresset vokser på begge sider av en bro, som har en smal åpning som knytter de to delene av ålegressengen sammen. Vannbevegelsen/strømforholdene ble observert til å være høyere under og rett ved denne åpningen enn i resten av området. Nedre voksegrense (både for eng, det vil si med minimum spredt forekomst, og enkeltplanter), tetthet av ålegress og mengden begroingsalger er vist i Tabell 6.

I 2021 observerte vi algematter i overflaten i bukter og båthavner i nærheten av engen. Det var mindre av dette i 2022 og ikke noe i 2023 (Figur 9). Selv om det var mindre påvekstalger på ålegresset enn tidligere, fant vi en del «lurvematter» på bunnen der det ikke var ålegress. I området med noe sterkere strøm, i forbindelse med åpningen i broen, observerte vi tang, tare, sjønellik og annet, og stedvis så vi sjørose som satt på ålegresset.

ZT39 Torsteinsvika, vannforekomst Mastrafjorden

Dette området er generelt relativt grunt, noe som gjør det noe utfordrende å finne nedre voksegrense. Vi fikk likevel nok data på nedre voksegrense til at tilstand kunne vurderes. Nedre voksegrense (både for eng, det vil si med minimum spredt forekomst, og enkeltplanter), tetthet av ålegress og mengden begroingsalger er vist i Tabell 6. Som i 2021 og 2022 observerte vi i år en del martaum (*Chorda filum*, også kalt åletang) og tunikater/sekkedyr sittende på gresset, og på martaum som vokste innimellom.

ZT38 Nedstrand, vannforekomst Nedstrandfjorden

Engen befinner seg i et område med mye bebyggelse og relativt nedbygd strandsone, med flere båthavner og moloer. Kartleggingen og valg av transekter bærer (hvert år) preg av at det generelt er utfordrende å navigere rundt alle konstruksjoner, tau og fortøyninger. Dette gjør det også noe utfordrende å finne gode, og mange nok, transekter for registrering ned mot dypet (se punkter i Figur 3). Vi fikk likevel nok data over parameterne som er viktige for å vurdere tilstand. Nedre voksegrense (både for eng, det vil si med minimum spredt forekomst, og enkeltplanter), tetthet av ålegress og mengden begroingsalger er vist i Tabell 6. Rett under nedre voksgrense for ålegress fant vi enkelte steder en del algematter, noe som gjorde at engen ofte gikk fra å være middels tett og tett til å bli overtatt av algematter. Dette gjorde det noe vanskelig å finne «ekte» nedre voksegrense i området. Hele bukten hadde en del svartkluft (*Furcellaria lumbricali*), som gjerne var nedslammet og delvis dekket av algematter, i lommer innimellom ålegresset og rett under nedre voksegrense. Dette er nytt av året, og vi vil vi følge opp dette nærmere i videre overvåking.

ZT36 Jonebukta, vannforekomst Skudeneshavn

Dette er en liten bukt. Enkelte steder var sedimentet for mykt/mudrete ved nedre voksegrense. Det var derfor noe utfordrende å finne nedre voksegrense. Vi fikk likevel nok data på nedre voksegrense til at tilstand kunne vurderes. Nedre voksegrense (både for eng, det vil si med minimum spredt forekomst, og enkeltplanter), tetthet av ålegress og mengden begroingsalger er vist i Tabell 6. Området hadde en del martaum innimellom. Det var generelt lite påvekstalger på gresset, men noe mer liggende på bunnen, spesielt det det ikke vokste ålegress.

5.3 Bløtbunnsfauna

Bløtbunnsfauna omfatter små dyr som lever på overflaten av leire-, mudder- og sandbunn eller graver i bunnen (Figur 10). De fleste artene er relativt stasjonære og må være tilpasset miljøforholdene på stedet hvor de lever. Artssammensetningen vil derfor i stor grad reflektere miljøforholdene. Overvåking av bløtbunn er en viktig metode for å dokumentere miljøtilstand og påvise mulige endringer over tid. 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, avrenning fra land eller annen forurensning kan medføre at arter som er tolerante for forurensningen øker samtidig som artsmangfoldet avtar ved at ømfintlige arter blir borte. 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 til stede.



Figur 10. Sediment og bløtbunnsfauna fra Økokyst Nordsjøen. Dyrene som synes på overflaten er slangestjerner, muslinger og ulike arter av rørbyggende børstemark.

5.3.1 Økologisk tilstand

Faunaindeksene med tilhørende klassifisering og beregnet normalisert EQR (nEQR) er vist i Tabell 7. Innholdet av sedimentets finstoff (% <0,063 mm), totalt nitrogen (TN), totalt organisk karbon (TOC), normalisert organisk karbon (nTOC) og oksygen i bunnvannet er vist i Tabell 8.

Alle stasjonene som ble undersøkt i 2023 fikk «god» eller «svært god» økologisk tilstand for bløtbunnsfauna. Også tilstand for organisk innhold var «god» eller «svært god» på alle stasjonene.

Hamneset (BT117)

Bløtbunnsstasjonen BT117 Hamneset er den ytterste av de tre bløtbunnstasjonene i Sognefjorden og ligger på 1265 m dyp. Både artsantallet og antallet individer anses som relativt normalt for dype, vestlandske fjorder, med totalt 28 arter på stasjonen og i snitt 208 individer per grabbprøve. Indeksen for artsmangfold, H' , ble klassifisert til «moderat» tilstand, og kan tyde på et noe lavt artsantall, selv om ES_{100} riktignok oppnådde «god» tilstand (nedre sjikt og nær grensen til «moderat»). Tilstanden basert på de øvrige faunaindeksene var «god» eller «svært god», og den samlede tilstanden for stasjon ble klassifisert som «god».

Fauna var dominert av flerbørstemark og muslinger, som utgjorde $\frac{3}{4}$ av alle individene. Særlig den rørbyggende børstemarken *Spiochaetopterus typicus* var dominerende og utgjorde nesten halvparten av alle individene, og var medvirkende årsak til at diversitetsindeksen kun ga «moderat» tilstand. Arten er regnet for å være opportunistisk/tolerant. En annen individrik art var den lille muslingen *Genaxinus eumyari*, en art som er typisk for dype fjorder, og lever av å filtrere vannmassene. Den er regnet for å

være en sensitiv art. Den lille muslingen *Mendicula ferruginosa* har samme økologi. Det var også innslag av skjeggbærere (Siboglinidae indet), som også anses som sensitive arter som sårbare. Disse mangler både munn, anus og tarm, og livnærer seg av symbiotiske bakterier. De finnes på dype lokaliteter, hvor det ofte er lite tilførsler av næring. Det var også forekomst av mer tolerante arter, slik som børstemarkene *Spiophanes kroyeri* og *Aphelochaeta* sp., men innslaget var beskjedent.

Sedimentet hadde en finfraksjon på 87 %. Klassifiseringen basert på mengden normalisert, organisk karbon viste «god» tilstand, som for faunaen. Mengden oksygen tilsvarte «god» tilstand, selv om det må tas forbehold om at dette kun var en enkeltmåling.

Djupeviki (BT124)

Bløtbunnsstasjonen BT124 Djupeviki ligger på 1150 m dyp innerst i Sognefjorden. Det ble registrert totalt 30 arter på stasjonen og i snitt 179 individer per grabbprøve, noen flere arter, men færre individer enn stasjon BT117 lenger ut i fjorden. Indeksene for arts mangfold H' og ES₁₀₀ fikk «god» tilstand, mens indeksene for ømfintlighet ISI₂₀₁₂ og NSI₂₀₁₂ fikk «svært god» tilstand. Den sammensatte indeksen NQI1 oppnådde «god» tilstand, og den samlede tilstanden for stasjon ble klassifisert som «god». Fauna var dominert av flerbørstemark og muslinger, som utgjorde over 90 % av alle individene. Artssammensetningen liknet BT117. Antallet individer av flerbørstemarken *Spiochaetopterus typicus* var imidlertid vesentlig lavere enn på BT117. Den lille muslingen *Genaxinus eumyarius*, børstemarken *Anobothrus laubieri* og skjeggbærere (Siboglinidae indet) var alle tallrike og anses som sensitive arter. Det var også noe innslag av mer tolerante arter *Spiophanes kroyeri* og *Aphelochaeta* sp.

Sedimentet hadde en finfraksjon på 72 % og mengden normalisert organisk karbon ga «god» tilstand. Det var forholdsvis høyt innhold av oksygen i bunnvannet på tidspunktet for prøvetakingen, tilsvarende «god» tilstand.

Nærnes (BT139)

Bløtbunnsstasjonen BT139 Nærnes ligger på 488 m dyp i Aurlandsfjorden, en sidefjord av Sognefjorden. Antall arter og antall individ var noenlunde likt som for BT124 Djupeviki, med totalt 31 arter og et grabbgjennomsnitt på 172 individer. Indeksene NQI1, H' og ES₁₀₀ fikk «god» tilstand, mens ømfintlighetsindeksene oppnådde «svært god» tilstand. Samlet tilstand på stasjonen ble klassifisert som «god». Fauna var dominert av flerbørstemark og muslinger. Artssammensetningen viste innslag av opportunistiske/tolerante arter, for eksempel børstemarkene *Aphelochaeta* sp. og *Chaetozone pseudosetosa*, men tetthetene av disse var relativt beskjedne. Videre var også sensitive arter representert, slik som muslingene *Mendicula ferruginosa*, *Genaxinus eumyarius* og *Thyasira obsoleta*, samt slangestjernen *Amphilepis norvegica*.

Sedimentet hadde en finfraksjon på 74 % og mengden normalisert organisk karbon ga «svært god» tilstand. Det var relativt høyt innhold av oksygen i bunnvannet på tidspunktet for prøvetakingen, tilsvarende «god» tilstand.

Lista (BR117)

Bløtbunnsstasjonen BR117 ligger utenfor Lista på 385 m dyp. Av de undersøkte stasjonene var dette den mest arts- og individrike, med totalt 46 arter og et gjennomsnitt på 268 individer per grabbprøve. Indeksen ES₁₀₀ fikk «god» tilstand, mens tilstanden basert på de øvrige faunaindeksene samt den samlede tilstanden på stasjonen ble klassifisert som «svært god». Stasjonen ble klassifisert etter grenseverdier for

vanntype N1, selv om den egentlig ligger utenfor de definerte vannforekomstene og derfor ikke har noen grenseverdier. Sedimentet hadde en finfraksjon på 73 %. Innholdet av normalisert, organisk karbon tilsvarte «svært god» tilstand, som for faunaen. Det var høyt innhold av oksygen i bunnvannet på tidspunktet for prøvetakingen, tilsvarende «svært god» tilstand.

Muslinger var den mest individrike dyregruppen, og utgjorde over 1/3 av det totale individtallet, etterfulgt av flerbørstemark. Men også de andre dyregruppene var godt representert, og det ble registrert relativt mange krepsdyr på denne stasjonen sammenlignet med de andre stasjonene i programmet, noe som anses som positivt. Krepsdyr er generelt ansett som den mest sensitive dyregruppen av bløtbunnsfauna, og er gjerne de første dyrene som blir borte i forstyrrede miljøer. Flerbørstemark utgjorde bare 29 % av faunaen, som er uvanlig lavt da dette normalt er den mest individrike dyregruppen og ofte utgjør over halvparten av individene.

C/N forhold i sedimentet

Forholdstallet mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) kan gi indikasjon på opprinnelsen til det organiske materialet i sedimentet. Generelt vil sedimenter hvor nedbrytningsmaterialet hovedsakelig har sin opprinnelse i planteplankton gi et lavt C/N-forhold på rundt 6-8 ettersom det er relativt rikt på nitrogen. Terrestrisk plantemateriale har et lavere innhold av nitrogen, og sedimenter med stor tilførsel av terrestrisk plantemateriale har derfor gjerne et C/N-forhold $>10-12$. Samtlige bløtbunnsstasjoner hadde et C/N-forhold som var lavere enn 10, noe som indikerer sedimentering av hovedsakelig marint materiale, hvorav stasjonen på BR117 utenfor Lista hadde lavest forholdstall på 4,9.

Tabell 7. Økologisk tilstand for det biologiske kvalitetselementet bløtbunnsfauna for stasjonene i ØKOKYST Nordsjøen, 2023. Indekser med tilhørende nEQR-verdi er beregnet for gjennomsnittet av de fire grabbvis prøvene (0,1 m²). NQI1=Norwegian Quality Index; H'=Shannons diversitetsindeks; ES₁₀₀=Hurlberts diversitetsindeks; NSI₂₀₁₂=Norwegian Sensitivity Index; ISI₂₀₁₂=Indicator Species Index. Antall arter (S) og antall individ (N) er også vist.

Stasjon	Grabb	S	N	NQI1	H'	ES ₁₀₀	NSI ₂₀₁₂	ISI ₂₀₁₂	Gj.snitt EQR
BT117	Grabbverdi	28	209	0,69	2,89	19,3	21,8	10,73	
Hamneneset	nEQR (grabb)			0,72	0,56	0,63	0,71	0,90	0,70
BT124	Grabbverdi	30	179	0,7	3,58	23,4	24,4	9,79	
Djupeviki	nEQR (grabb)			0,75	0,72	0,74	0,81	0,86	0,78
BT139	Grabbverdi	31	172	0,69	3,46	23,8	25,5	10,83	
Nærnes	nEQR (grabb)			0,73	0,69	0,75	0,86	0,90	0,79
BR117*	Grabbverdi	46	268	0,85	4,42	29,6	26,3	11,44	
Lista	nEQR (grabb)			0,91	0,82	0,80	0,85	0,92	0,86

* Stasjon BR117 Lista ligger utenfor de definerte kystvannforekomstene, og for klassifisering (skraverter ruter) har vi benyttet klassegrensene for N1 (åpen eksponert kyst), som er vanntypen til nærmeste vannforekomst.

Tabell 8. Innhold av finstoff (% <0,063 mm), organisk karbon (TOC), normalisert organisk karbon (normTOC), totalt nitrogen (TN) og C/N-forhold i bunnsedimentene på stasjonene i ØKOKYST Nordsjøen, 2023. Dyp og oksygen i bunnvannet er også vist.

Stasjonsnummer og navn	BT117 Hamneneset	BT124 Djupeviki	BT139 Nærnes	BR117 Lista	Tilstands- klasser
Dyp (m)	1265	1150	488	385	I. Svært god
%<0,063mm	87,4	71,9	74,2	73,4	II. God
TOC (mg/g)	20,3	15,8	10,5	14,2	III. Moderat
Norm. TOC (mg/g)	22,57	20,86	15,14	18,99	IV. Dårlig
TN (mg/g)	2,74	2,41	1,81	2,91	V. Svært dårlig
C/N-forhold	7,4	6,6	5,8	4,9	
Oksygen (ml/l)*	3,7	3,7	4,1	6,0	

* Tentativ klassifisering. Oksygen i bunnvann skal klassifiseres på grunnlag av måling fra den tiden av året med lavest oksygeninnhold. Dette er vanligvis på høsten, så disse målingene tatt samtidig med bløtbunnsprøvene representerer trolig ikke oksygenminimum.

5.4 Planteplankton

Planteplankton er frittlevende mikroskopiske alger, og de viktigste primærprodusentene i havet. De vokser hurtig når bl.a. næringstilgang, lys, og stabilitet i vannsøylen er gunstig. Som for andre planter er tilgangen på næring viktig, og for planteplanktonet betyr det i hovedsak tilgang på nitrat og fosfat. I tillegg er silikat viktig for algeklassen kiselalger. Planteplankton responderer hurtig på endringer i vekstforholdene, og ved økte tilførsler av næringssalter responderer algene ved å vokse hurtig hvis lys og andre nødvendige vekstbetingelser er til stede.

Planteplankton går gjennom en naturlig suksesjon i løpet av året med våroppblomstring tidlig på året (Figur 11). Denne våroppblomstringen er et viktig næringsgrunnlag for dyrelivet i havet. Etter oppblomstringen må planteplanktonet tilføres næringssalter fra *in situ* regenerering av organisk materiale, underliggende vannmasser eller via avrenning for igjen å kunne bygge opp høy biomasse. Ved tilførsel av næringssalter utover naturlig konsentrasjon, kan resultatet bli det som ofte kalles eutrofiering (økt planteproduksjon). Under slike forhold får en gjerne masseoppblomstringer som kan påvirke artsmangfoldet. Endringer i artssammensetning og mengdefordeling mellom de ulike algeartene registreres gjennom prøvetakinger med identifisering og kvantifisering av artene, mens en endring i algebiomassen tradisjonelt har vært målt ved kvantifisering av pigmentet klorofyll a.

Fordi mengden lys, tilgangen på næringssalter, artssammensetningen, temperatur og saltholdighet kan påvirke hvor mye klorofyll a det er i planteplanktonet er det ikke alltid samsvar mellom mengden alger som er tilstede og den klorofyllmengden som måles. Også forhold under prøvetakingen, som f. eks. dårlig vær, kan gjøre at prøvene ikke alltid blir representative.



Figur 11. Håvtrekk tatt for kvantitativ planteplanktonanalyse fra Hardangerfjorden i mars 2023. Foto: Kvitsøy sjøtjenester AS

5.4.1 Økologisk tilstand

Stasjon VT12 Sognesjøen viste “god” tilstand basert på planteplankton (klorofyll a) (Tabell 9). Klassifisering av stasjon VT12 er derimot ufullstendig på grunn av manglende klorofyll a prøver i 2023, da FerryBox ikke var fullstendig operativt i bytte fra MS Trollfjord til MS Richard With. Alle de øvrige stasjonene viste «svært god» tilstand, likt som det som ble rapportert for perioden 2020-2022 (Tranum m.fl., 2023).

Tabell 9. Klassifisering av miljøtilstand for biologisk kvalitetselement planteplankton (klorofyll a) og normalisert EQR verdi. Klorofyll a verdiene (µg/l) er 90-persentiler beregnet over hele vekstperioden. Skraverte ruter indikerer at datagrunnlaget for klassifisering er ufullstendig (gjelder FerryBox-stasjonen VT12 Sognefjorden).

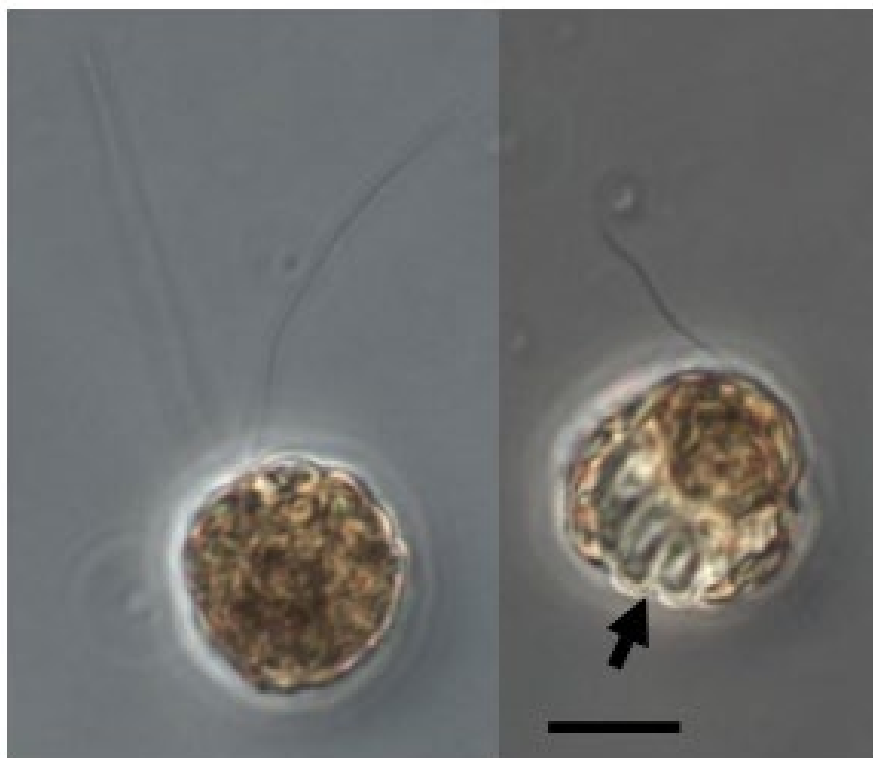
Stasjonsnummer og navn	90- persentil hele vekstsesongen			Tilstands- klasser
	År	Chl a (µg/L)	nEQR	
VT83 Hjelmelandsfjorden	2021-2023	1,90	0,93	I. Svært god
VR49 Jøsenfjorden Ytre	2021-2023	1,71	1,00	II. God
VT8 Hidlefjorden	2021-2023	1,94	0,92	III. Moderat
VT16 Kyrkjebø	2021-2023	2,30	0,84	IV. Dårlig
VT79 Nærnes	2021-2023	2,35	0,87	V. Svært dårlig
VT70 Bjørnafjorden	2021-2023	1,77	0,97	
VT74 Maurangerfjorden	2021-2023	2,16	0,94	
VT53 Tveitneset	2021-2023	2,48	0,80	
VT12 FB Sognesjøen*	2021-2023	4,09	0,64	

* FerryBox stasjon.

5.4.2 Utvikling gjennom året

Rogaland

Stasjonene på Rogalandskysten (VT8, VT49 og VT83) hadde forholdsvis lave celletall hele året. Våroppblomstringen ble registrert i slutten av mars på alle stasjonene med en tydelig klorofyll *a*-topp samtidig med en liten økning i antall celler og karbon-biomasse (Figur 13 og Figur 14). Prøvene var dominert av kiselalgeslektene *Chaetoceros* og *Thalassiosira* samt svepeflagellaten *Phaeocystis*, alle vanlige arter i våroppblomstringen. I mai og juni var kalkflagellaten *Emiliania huxleyi* tallrik. Det ble også registrert en tydelig klorofyll *a*-topp i slutten av august i Hjelmelandsfjorden og Jøsenfjorden med en betydelig forekomst av små ubestemte flagellater og monader (2-7 μm). I Hidlefjorden ble det i slutten av oktober registrert en distinkt klorofyll *a*-topp og økt forekomst av kiselalger fra *Pseudo-nitzschia delicatissima*-gruppen og slekten *Skeletonema*. Samtidig ble dørstokk-arten *Fibrocapsa japonica* (nålflagellat) observert i lave celletall (80 celler/L) (Figur 12).



Figur 12. *Fibrocapsa japonica* er en fiskegiftig nåleflagellat som ikke har vært vanlig i Norge. Slimlegemer (pil) i cellens bakende er et viktig karaktertrekk (målestokk 10 μm). Foto: Loieuse Valestrand (NIVA)

Bjørnafjorden/Hardangerfjorden

På stasjonene i Bjørnafjorden og Hardangerfjorden (VT53, VT70 og VT74) ble våroppblomstringen registrert i siste halvdel av mars med høye klorofyll *a*-verdier og celletall (Figur 13). Under våroppblomstringen var kiselalgene *Chaetoceros*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*-gruppen, *Thalassionema nitzschioides* og ubestemte pennate kiselalger samt ubestemte flagellater tallrike. Fra mars til september ble det registrert jevnt over økte forekomster av små, ubestemte flagellater og svelgflagellater, mens små ubestemte fureflagellater (15-20 μm) bidro med mye

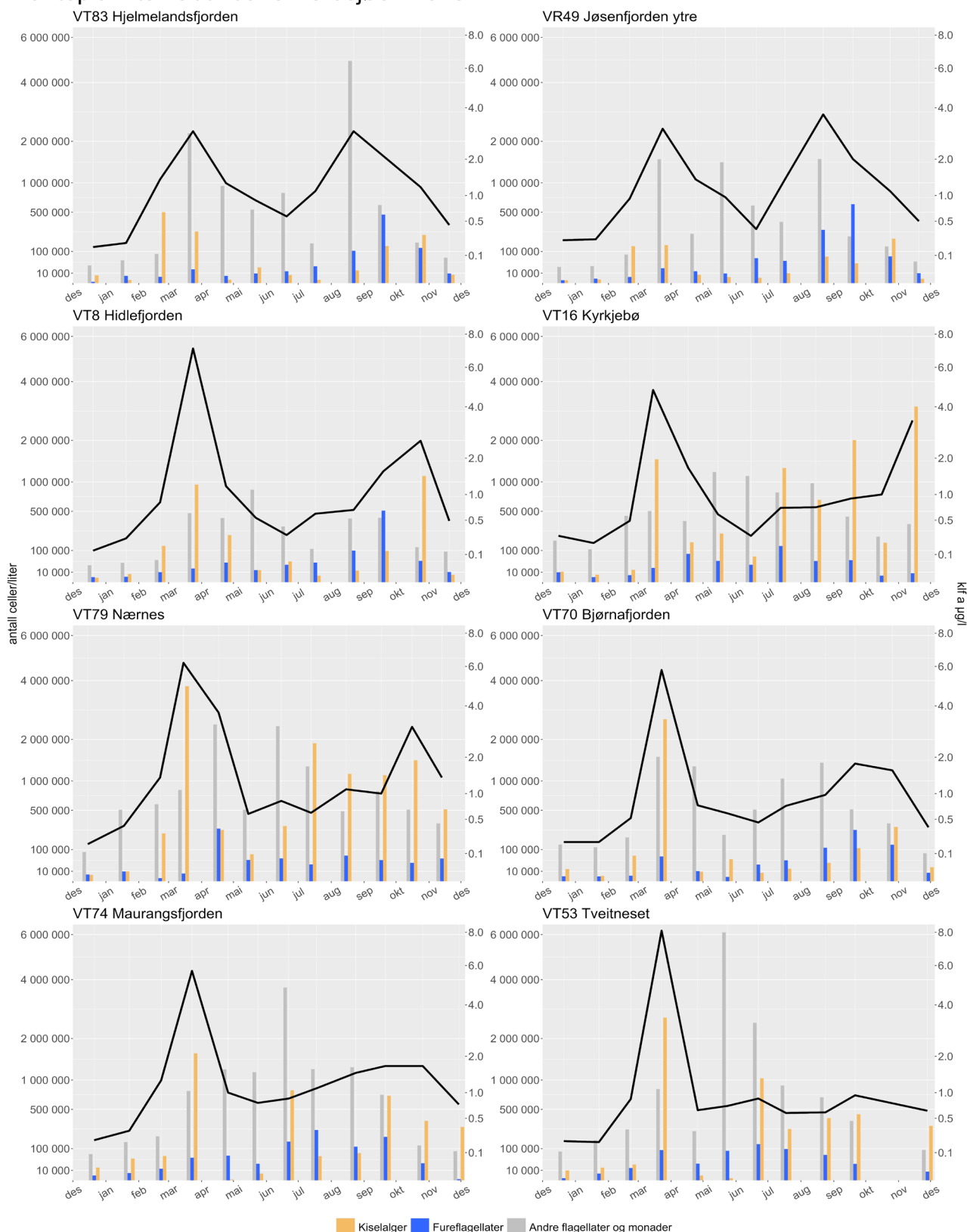
karbon-biomasse i samme tidsrom (Figur 14). Ved Tveitneset (VT53) inntraff en stor oppblomstring av små ubestemte flagellater i mai, som også ble observert i Maurangsfjorden (VT74) i slutten av juni.

Sognefjorden og Aurlandsfjorden

På stasjonene i Sognefjorden og Aurlandsfjorden (VT12, VT16 og VT79) ble våroppblomstringen registrert i siste halvdel av mars med høye klorofyll *a*-verdier og celletall (Figur 13). Her var det kiselalgene *Chaetoceros*, *Dactyliosolen fragilissimus* (kun VT79), *Leptocylindrus* (VT12 og VT16) og *Thalassionema nitzschioides* som dominerte prøvene. *Dactyliosolen fragilissimus* er en stor kiselalge som bidro med svært mye karbon-biomasse (Figur 14). Celletallene var forholdsvis høye på Økokyst-stasjonene gjennom hele året. Prøvene fra april og mai fra Sognefjorden (VT12) mangler fordi Ferrybox-systemet ikke var operativt i en overgangsfase mens det ble flyttet fra MS Trollfjord til MS Richard With. Gjennom våren og sommeren var små ubestemte flagellater og kalkflagellaten *Emiliania huxleyi* svært tallrike. På sensommeren og høsten var det igjen mye av kiselalgene i *Pseudo-nitzschia delicatissima*-gruppen og slektene *Chaetoceros* og *Skeletonema*. Ved Nærnes (VT79) ble det registrert en ny klorofyll *a*-topp i midten av oktober, mens Kyrkjebø (VT16) hadde svært høye klorofyll *a*-verdier i andre halvdel av november da kiselalgeslekten *Skeletonema* var svært tallrik og farget vannet brunt (Figur 15).

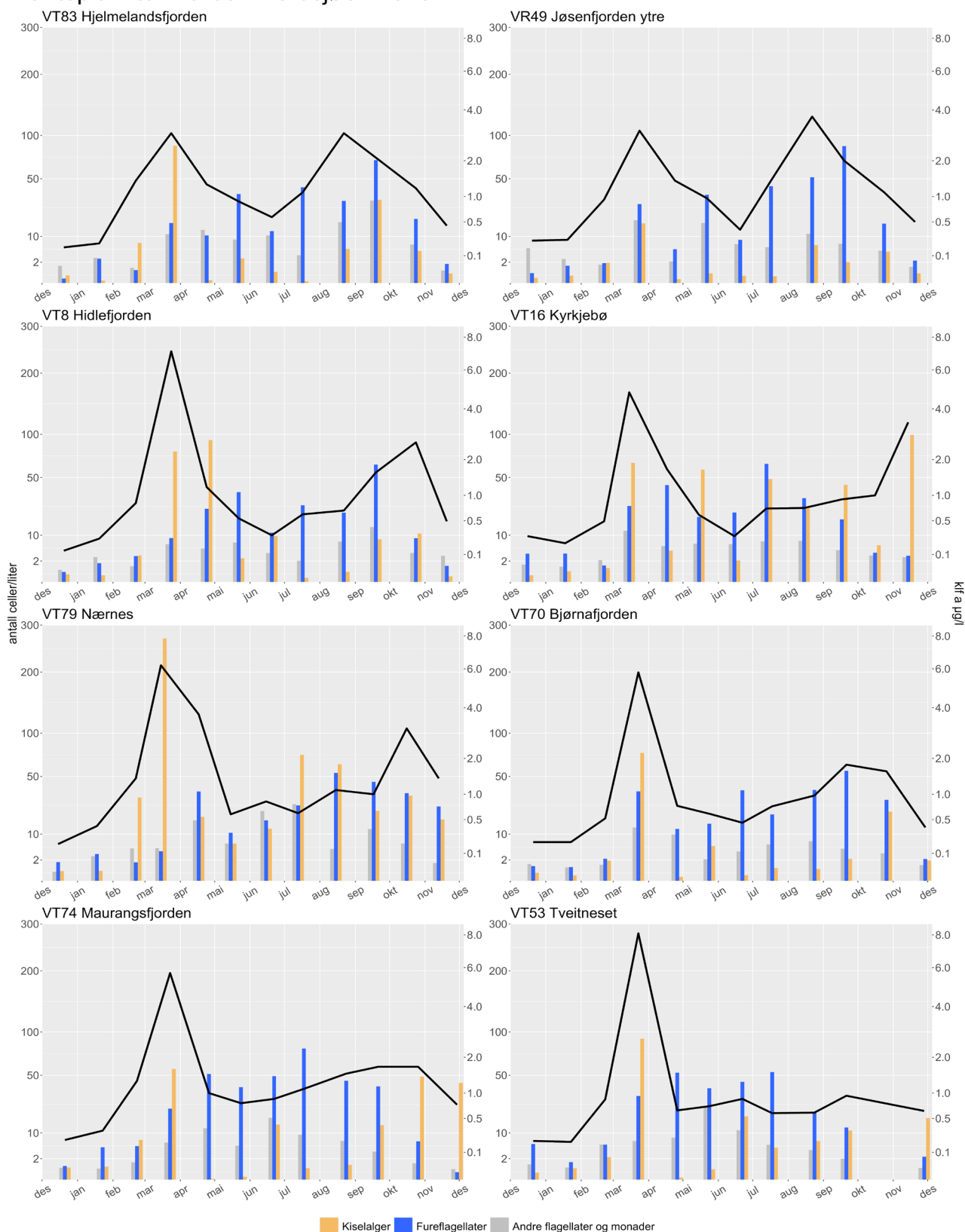
Rådata fra taksonomisk analyse av planteplankton rapporteres til Vannmiljø, og presenteres ikke som vedlegg.

Planteplankton abundans Nordsjøen 2023

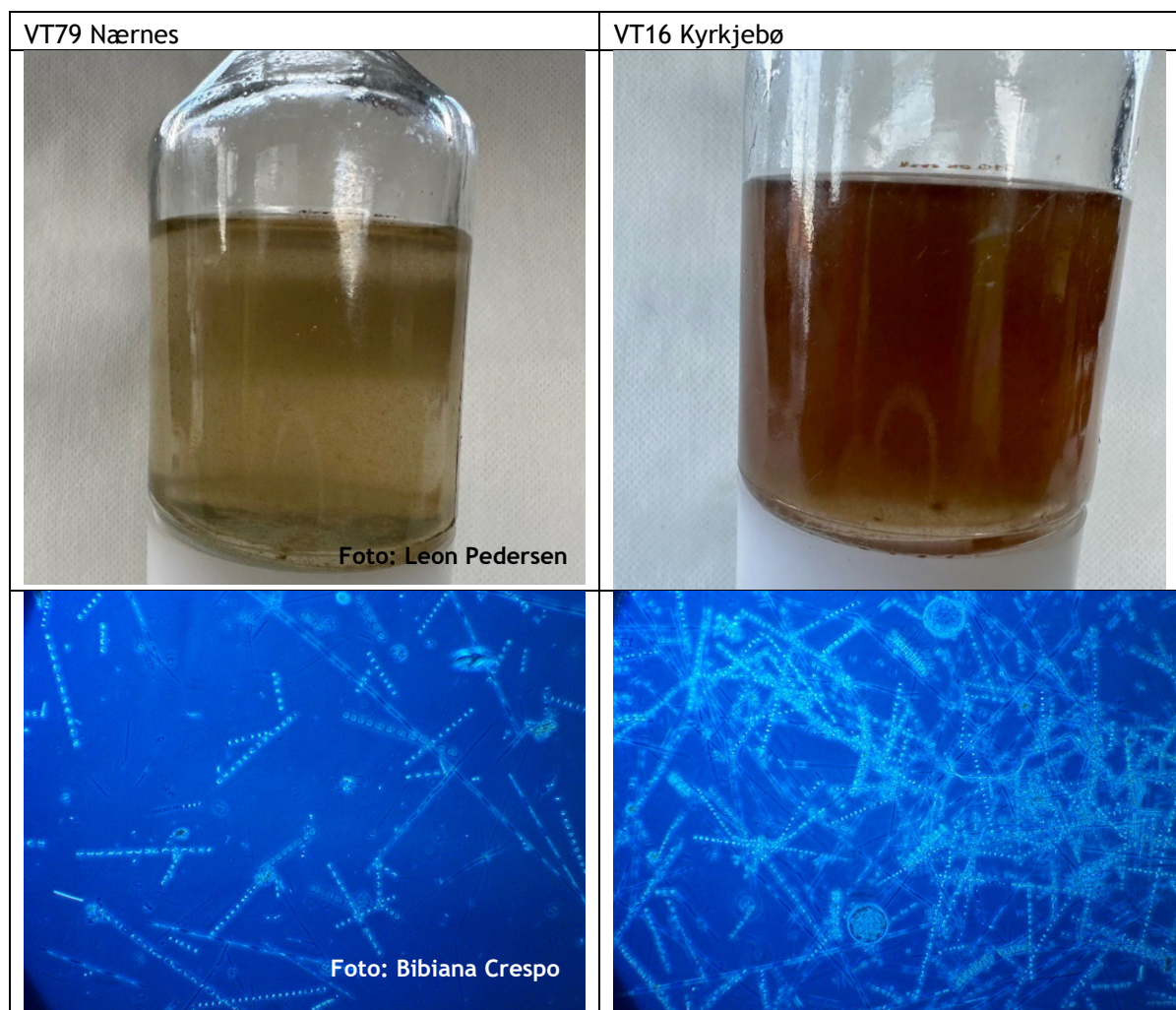


Figur 13. Utvikling av antall celler og klorofyll-a over tid ved 5 m dyp i perioden desember 2022 til november 2023. Planktonet er delt inn i tre hovedgrupper; kiselalger (oransje), fureflagellater (blå) og andre flagellater og monader (grå). Merk at y-aksen er kvadrattrot-transformert.

Planteplankton karbon Nordsjøen 2023



Figur 14. Utvikling av karbon og klorofyll-a over tid ved 5 m dyp i perioden desember 2022 til november 2023. Planktonet er delt inn i tre hovedgrupper; kiselalger (oransje), fureflagellater (blå) og andre flagellater og monader (grå). Merk at y-aksen er kvadrattrot-transformert.



Figur 15. Vertikale håvtrekk fra november 2023 på Kyrkjebø og Nærnes i Sognefjorden.

6. Støtteparametere

Fysiske og kjemiske parametere beskriver mye av miljø- og vekstvilkårene for marin flora og fauna. De kalles støtteparametere, men representerer egentlig forklaringsvariabler for tilstand og eventuelle påviste endringer hos de biologiske kvalitetselementene. De kan også gi viktig informasjon i seg selv med hensyn til forurensingsepisoder, sesongvariasjon og grad av organisk belastning samt evt. oksygensvinn i bunnvannet. De hydrografiske dataene benyttes først og fremst for å beskrive området med henblikk på temperaturutvikling og fordeling og sjikting av sjøvannet.

Som støtteparametere benyttes konsentrasjonen av fosfor og nitrogen som parametere for å angi tilstand for «næringssalter», mens oksygen i bunnvannet og siktdyp er angitt som «fysiske» kvalitetselementer (Tabell 9.1 i Veileder 02:2018). Disse parameterne kan benyttes til tilstandsvurdering av miljøforholdene basert på klassifiseringssystem gitt i veilederen. Sammensatte kjemiske data sier noe om eutrofitilstanden i et område. Oksygenmengden i bunnvannet kan gi informasjon om organisk belastning og oksygenforbruk, og brukes også for å tolke tilstanden på bløtbunn. Siktdyp er en parameter som gir informasjon om vannets klarhet, som påvirkes av faktorer som planteplankton-produksjon og partikler i vannet. Redusert klarhet i vannet kan negativt påvirke organismer som er avhengig av lys for å vokse.

For klassifisering basert på støtteparametere kombineres tilstand basert på næringssalter til to normaliserte EQR-verdier for overflatelaget, en for sommer- og en for vintersesongen. Siktdyp inngår i nEQR-verdien for sommersesongen. Deretter regnes en middelerdi ut fra sommer- og vinternæringssaltene. Oksygen på bunnvannet beholdes som en separat parameter. Disse to parameterne, næringssalter og oksygen, vil fange opp ulike typer påvirkning (jfr. Veileder 02:2018, avsn. 9.7.1), og samlet klassifisering basert på støtteparametere vil være den dårligste av oksygen og næringssalter etter «verste styrer»-prinsippet.

6.1 Oksygen

Oksygenkonsentrasjonen er en støtteparameter som gir informasjon om organisk belastning og oksygenforbruk i bunnvannet. Oksygenkonsentrasjonen må tolkes sammen med kunnskap om området, for eksempel om terskler og vannets oppholdstid. Klassifiseringen basert på oksygen skal bruke laveste målte konsentrasjon i bunnvannet. Den perioden på året hvor man forventer lavest konsentrasjon, skal være med i datagrunnlaget. Hvilken periode dette er varierer fra område til område, da tidspunkt for utskiftningen av bunnvannet er avhengig av topografi og terskler, og hvordan forholdene varierer på utsiden av eventuelle terskler. Ifølge Veileder (02:2018) skal vurderingen foretas på grunnlag av tre års samlede data for å kunne fange opp naturlig variasjon. Klassegrenser for oksygen er gitt i Veileder 02:2018.

I Tabell 10 er resultatene av tilstandsvurdering basert på støtteparameteren oksygen presentert. Det er den laveste observerte oksygenverdien i løpet av de siste tre årene som blir brukt i tilstandsvurderingen. Stasjon VR49 Jøsenfjorden Ytre og stasjon VT16 Kyrkjebø målte ny lavest oksygenkonsentrasjon i 2023. Disse nye oksygenkonsentrasjonene endret ikke på tilstandsvurderingen for 2023 sammenliknet med det som ble rapportert i 2022r basert på 2020-2022 data.

Stasjon VT70 Bjørnafjorden oppnådde «svært god» tilstand, likt som tidligere år. Stasjonene i Sognefjorden, VT79 Nærnes og VT16 Kyrkjebø, oppnådde «god» tilstand basert på oksygeninnholdet i bunnvannet i 2021. Stasjonen VR49 Jøsenfjorden Ytre fikk «svært dårlig» tilstand basert på oksygenverdiene i bunnvannet i 2023. Denne stasjonen ligger innenfor en terskel hvor det kan forventes stagnerende vannmasser med lave oksygenkonsentrasjoner. Stasjon VT83 Hjelmelandsfjorden ligger utenfor denne terskelen, men også her ble det målt lav oksygenkonsentrasjon i 2022 som fører til «moderat» tilstand. Oksygenmetningen på stasjonen ved samme dyp var litt høyere og ville ført til «god» tilstand basert på metning, som viser at oksygeninnholdet er på grensen mellom to tilstander. I løpet av prøvetakningsåret 2023 holder også oksygennivået i bunnvannet seg høyere og ville fått «god» tilstand basert på det ene året. Stasjon VT8 Hidlefjorden har fortsatt «dårlig» tilstand, som er basert på oksygenverdiene fra 2021. Det var noe lave oksygennivåer i bunnvannet i 2023 også, men om sommeren ble det en bedring oksygenforhold i hele vannsøylen. Grunnet den lave konsentrasjonen målt i 2022 oppnår stasjon VT74 Maurangerfjorden og VT53 Tveitneset «moderat» tilstand. Stasjon VT74 Maurangerfjorden vippet mellom «moderat» og «god» tilstand for oksygen i dypvannet i 2022. I 2023 var det noe bedre oksygenforhold i bunnvannet, hvor tilstanden ville vært «god» om man baserte klassifiseringen kun på 2023-data.

Tabell 10. Tilstandsvurdering basert på lavest målte oksygeninnhold i bunnvann (mg/l og %-metning) i perioden 2021-2023.

Stasjonsnummer og navn	År	Oksygen (ml O ₂ /l)	%-metning O ₂	Tilstands-klasser
VT83 Hjelmelandsfjorden	2022	3,40	50,43	I. Svært god
VR49 Jøsenfjorden Ytre	2023	0,50	7,61	II. God
VT8 Hidlefjorden	2021	1,80	28,10	III. Moderat
VT16 Kyrkjebø	2023	3,79	57,03	IV. Dårlig
VT79 Nærnes	2021	3,90	60,60	V. Svært dårlig
VT70 Bjørnafjorden	2021	4,99	80,8	
VT74 Maurangerfjorden	2022	3,24	48,23	
VT53 Tveitneset	2022	2,98	43,96	

6.2 Næringssalter

Basert på klassifiseringssystemet i Veileder 02:2018 er det foretatt en tilstandsvurdering av de kjemiske parameterne. For kjemiske data blir tilstandsvurderingen basert på vinterkonsentrasjonen og sommerkonsentrasjonen av de ulike næringssaltene. Målinger og vurderinger for vinterperioden, når det er liten eller ingen algevekst, vil fange opp overkonsentrasjoner av næringssalter i en vannforekomst før primærproduksjon har redusert konsentrasjonene. Derimot vil målinger og vurderinger for sommerperioden, når det er større primærproduksjon, i bedre grad fange opp effekter og tilførsler som er knyttet til avrenning eller utslipp. I henhold til Veileder 02:2018 skal vurderingen foretas på grunnlag av minimum tre års samlede data for å kunne fange opp naturlig variasjon.

I Tabell 11 og Tabell 12 er klassifiseringen av miljøtilstand for støtteparameterne næringssalter for hhv. vinterperioden (desember-februar) og sommerperioden (juni-august) presentert. Foruten stasjon VT12 Sognesjøen, VR49 Jøsenfjorden Ytre og VT8 Hidlefjorden viste samtlige næringssaltparameterne «svært god» tilstand både vinter- og sommerperioden. På stasjon VT12 Sognesjøen fikk fosfat og total fosfor tilstand «god» i vinterperioden, mens VR49 Jøsenfjorden Ytre og VT8 Hildefjorden fikk total fosfor tilstanden «god» i sommerperioden.

Tabell 11. Klassifisering av kjemiske støtteparametere basert på vinterverdier ($\mu\text{g/l}$). * FerryBox stasjon

Stasjonsnummer og navn	Klassifisering vinterverdier (des - feb) konsentrasjoner i $\mu\text{g/l}$						Tilstands-klasser
	År	Fosfat	Tot P	Nitrat	Ammonium	Tot N	
VT83 Hjelmelandsfjorden	2021-2023	11,07	17,21	73,71	11,88	192,08	I. Svært god
VR49 Jøsenfjorden Ytre	2021-2023	11,33	16,92	76,13	9,68	200,83	II. God
VT8 Hidlefjorden	2021-2023	13,13	18,33	73,74	11,99	203,70	III. Moderat
VT16 Kyrkjebø	2021-2023	11,41	17,37	63,04	8,89	180,74	IV. Dårlig
VT79 Nærnes	2021-2023	10,04	15,37	68,00	10,48	170,37	V. Svært dårlig
VT70 Bjørnafjorden	2021-2023	12,33	18,70	71,22	7,21	198,89	
VT74 Maurangerfjorden	2021-2023	9,85	15,69	71,88	8,65	194,23	
VT53 Tveitneset	2021-2023	10,74	15,07	69,85	7,70	195,93	
VT12 FB Sognesjøen*	2021-2023	14,50	21,00	64,50	13,67	204,00	

Tabell 12. Klassifisering av kjemiske støtteparametere basert på sommerverdier ($\mu\text{g/l}$). * FerryBox stasjon

Stasjonsnummer og navn	Klassifisering sommerverdier (juni-August) konsentrasjoner i $\mu\text{g/l}$							Tilstands-klasser
	År	Fosfat	Tot P	Nitrat	Ammonium	Tot N	Si	
VT83 Hjelmelandsfjorden	2021-2023	2,67	11,41	1,22	11,48	134,04	94,81	I. Svært god
VR49 Jøsenfjorden Ytre	2021-2023	2,74	11,69	1,30	9,62	141,56	67,62	II. God
VT8 Hidlefjorden	2021-2023	3,19	11,97	1,78	11,19	135,63	238,74	III. Moderat
VT16 Kyrkjebø	2021-2023	2,26	8,34	1,67	10,93	104,37	168,67	IV. Dårlig
VT79 Nærnes	2021-2023	2,44	8,83	3,00	10,81	99,07	369,77	V. Svært dårlig
VT70 Bjørnafjorden	2021-2023	2,33	10,26	1,91	8,96	122,59	53,34	
VT74 Maurangerfjorden	2021-2023	2,67	9,98	4,11	9,48	116,63	178,70	
VT53 Tveitneset	2021-2023	2,15	9,27	1,15	13,74	109,30	157,07	
VT12 FB Sognesjøen*	2021-2023	2,86	10,20	1,43	10,00	127,00	72,00	

6.3 Siktdyp

Siktdyp er en parameter som gir informasjon om vannets klarhet. Siktdypet påvirkes av en rekke faktorer slik som planktonmengde, oppløste og partikulære forhold i vannet og partikkelavrenning fra land. Redusert klarhet i vannet kan få betydning for organismer som er avhengig av lys for å vokse, som for eksempel makroalger og ålegress på bunnen og planteplankton. Klassegrenser for siktdyp basert på sommerdata foreligger i Veileder 02:2018. Som for alle støtteparametere skal man foreta en vurdering basert på minimum tre års sammenhengende data for å kunne fange opp noe av den naturlige variasjonen i parameteren og få et tilstrekkelig solid grunnlag for klassifisering.

Resultater og tilstandsvurdering for siktdyp er vist i Tabell 13. Stasjon VT74 Maurangerfjorden oppnår «moderat» tilstand for siktdyp, likedan som rapportert i 2020, 2021 og 2022. De øvrige stasjonene oppnår «svært god» tilstand for støtteparameteren siktdyp, hvor stasjon VT53 Tveitneset og VT79 Nærnes gikk opp en tilstandsklasse sammenliknet med det som ble rapportert i 2022. Siktdyp blir som nevnt påvirket av blant annet partikler fra land, hvor elvetilførsel er en kilde. Elvene Hølen, Bondhuselva og Seimsfoss renner ut ved stasjonene VT53 Tveitneset og VT74 Maurangerfjorden, og kan bidra til redusert klarhet og forklare en dårligere tilstanden ved VT74 Maurangerfjorden sammenliknet med de øvrige stasjonene.

Tabell 13. Tilstandsvurdering basert på siktdyp (m) (gjennomsnitt av sommerverdier: juni-august).

Stasjonsnummer og navn	År	Sikt (m)	Tilstands- klasser
VT83 Hjelmelandsfjorden	2021-2023	9,1	I. Svært god
VR49 Jøsenfjorden Ytre	2021-2023	8,6	II. God
VT8 Hidlefjorden	2021-2023	9,7	III. Moderat
VT16 Kyrkjebø	2021-2023	7,7	IV. Dårlig
VT79 Nærnes	2021-2023	7,6	V. Svært dårlig
VT70 Bjørnafjorden	2021-2023	10,9	
VT74 Maurangerfjorden	2021-2023	6,2	
VT53 Tveitneset	2021-2023	7,8	

6.4 Samlet klassifisering av støtteparametere

Den samlede tilstandsklassifiseringen basert på støtteparametere for stasjonene i Økokyst Nordsjøen ga tilstandsklasse «svært god» for stasjonene VT70 Bjørnafjorden og VT12 Sognesjøen (Tabell 14). VT16 Kyrkjebø og VT79 Nærnes oppnådde tilstandsklasse «god». Stasjonene VT83 Hjelmelandsfjorden, VT74 Maurangerfjorden og VT53 Tveitneset fikk tilstandsklasse «moderat», mens stasjonene VT8 Hidlefjorden og VR49 Jøsenfjorden Ytre fikk henholdsvis tilstandsklasse «dårlig» og «svært dårlig».

I perioden 2021-2023 var det hovedsakelig oksygenkonsentrasjonene som var den utslagsgivende parameteren. På grunn av lave oksygenkonsentrasjoner målt i starten av 2022 ved både stasjon VT53 Tveitneset og VT74 Maurangerfjorden, ble tilstandsklassen for disse to stasjonene endret fra «svært god» til «moderat» i rapporteringsperioden 2020-2022. Siden tilstandsklassifiseringen av oksygen i bunnvannet baseres på lavest måle konsentrasjon i en treårsperiode, trekkes målt oksygen fra 2022 ned tilstandsvurderingen på VT53 Tveitneset og VT74 Maurangerfjorden også i årets klassifisering.

Tabell 14. Samlet tilstandsklassifisering basert på støtteparametere innhentet i vinter-, sommer- og høstperioden gjennom 2021-2023. .

Stasjonsnummer og navn	År	Tilstands klasse	Tilstands-klasser
VT83 Hjelmelandsfjorden	2021-2023	0,60	I. Svært god
VR49 Jøsenfjorden Ytre	2021-2023	0,10	II. God
VT8 Hidlefjorden	2021-2023	0,30	III. Moderat
VT16 Kyrkjebø	2021-2023	0,70	IV. Dårlig
VT79 Nærnes	2021-2023	0,70	V. Svært dårlig
VT70 Bjørnafjorden	2021-2023	0,90	
VT74 Maurangerfjorden	2021-2023	0,50	
VT53 Tveitneset	2021-2023	0,50	
VT12 FB Sognesjøen	2021-2023	0,86	

7. Klimaparametere

Hydrografiske klimaparametre

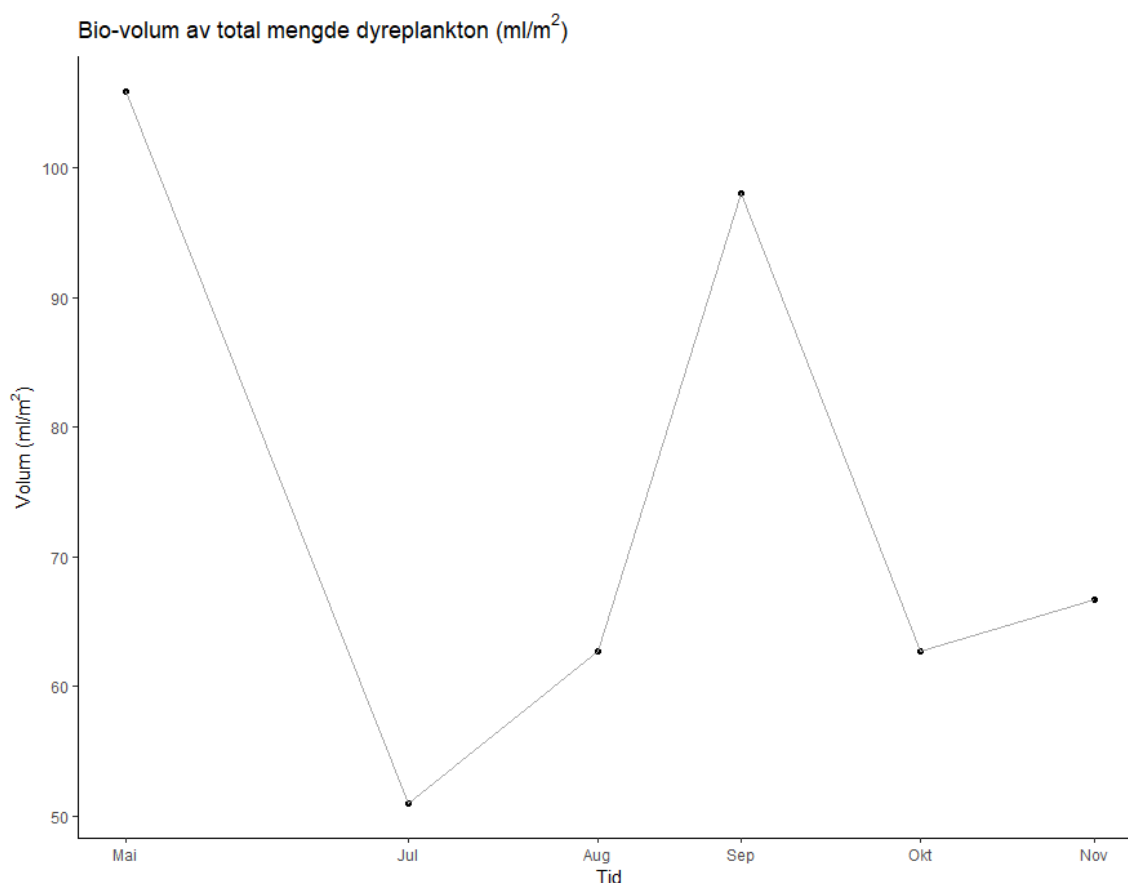
I programperioden 2021-2025 i ØKOKYST er det inkludert klimaparameterne totalt suspendert stoff (TSM), partikulært organisk karbon, -nitrogen og -fosfor (POC, PN, PP), løst organisk karbon (DOC), farget løst organisk stoff (cDOM), lysmålinger og dyreplankton. Disse parameterne overvåkes månedlig for stasjonen Straumsfjorden (VR54) i Norskehavet Nord. I tillegg, er klimaparameterne lagt inn som opsjon på en stasjon i hvert delprogram, for Nordsjøen (Maurangerfjorden, VT74), Norskehavet Sør (Skinnbrokeia, VT71), Norskehavet Nord (Ulsfjorden, VR58) og Barentshavet (Bugøynes, VR21). Fra og med 2023 ble klimastasjonen for Nordsjøen flyttet fra VT16 Bugøynes til VT74 Maurangerfjorden.

For 2023 ble det tatt månedlige prøver på VT74 Maurangerfjorden for DOC, cDOM, TSM og lys fra april til november. Det ble også prøvetatt POC, PN og PP i april og mai. Klimaparameterene inngår ikke i tilstandsklassifiseringen. For en mer detaljert beskrivelse av klimaparameterne og figurer, henviser vi til de fulle årsrapportene fra de ulike ØKOKYST delprogrammene for 2021.

Sesongvariasjon i klimaparameterne er tilsvarende som tidligere år, med høyere verdier for organisk materiale (løst og partikulært) på våren (drevet av våroppblomstring og vårflom), og til dels en lavere økning på høsten knyttet til høstflom og påfølgende algeoppblomstring. Dette gir høyere lysvekning (Kd PAR) og grunnere eufotisk dyp i perioden mars-mai, og også i perioden oktober-november, avhengig av lokasjon.

Dyreplankton

Det ble tatt månedlige dyreplanktonprøver ved stasjon VT74 Maurangerfjorden fra mai til november i 2023, utenom juni. Det totale volumet av biologisk materiale i prøven, etter at store maneter og ribbemaneter var fjernet, var høyest i mai og september, med lavere verdier på sommeren og sen høst (Figur 16).



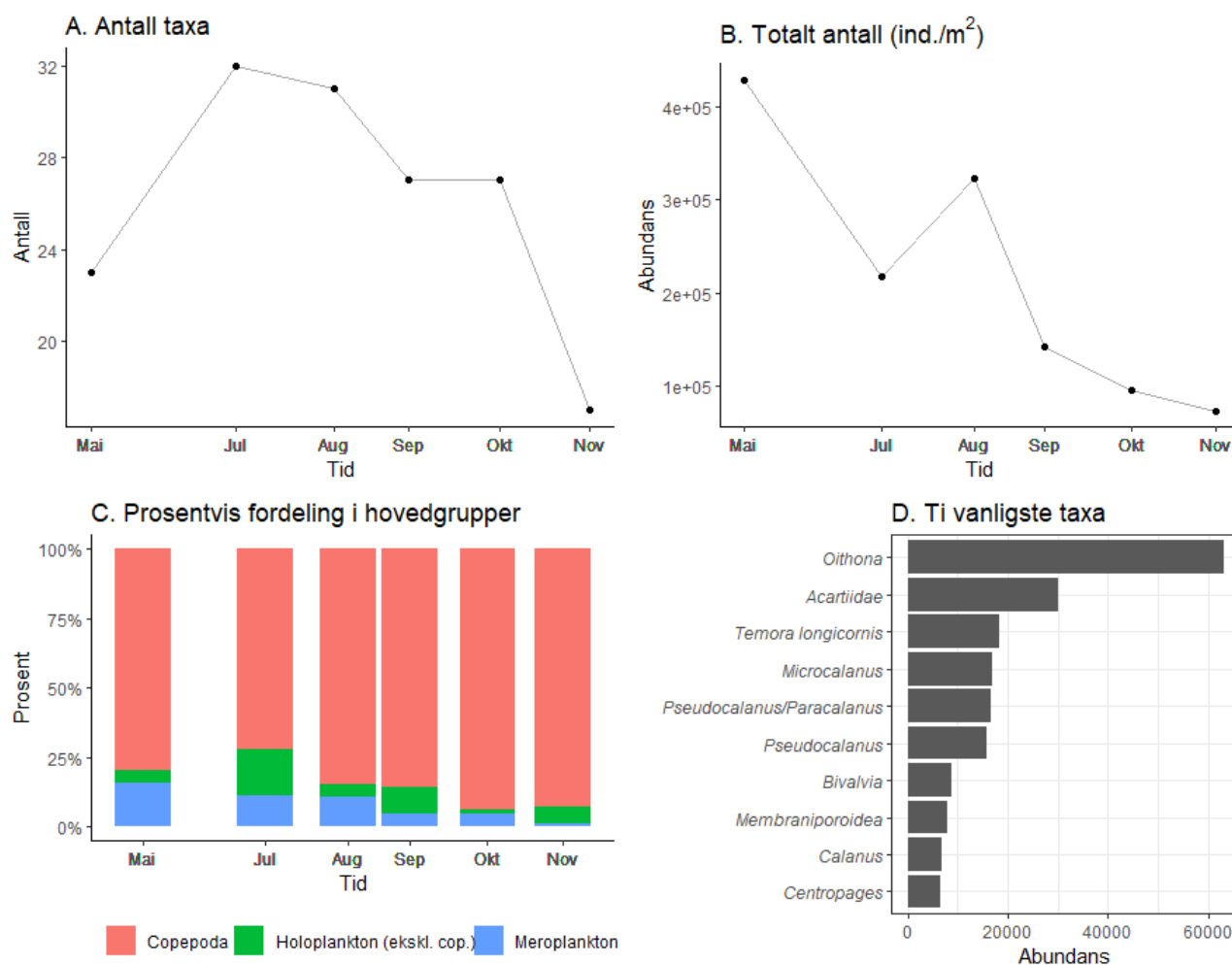
Figur 16: Sesongvariasjon i bio-volum (ml/m²) av total mengde dyreplankton ved VT74 i 2023.

Antall ulike taxa (arter eller høyere grupper der art ikke kan bestemmes) var høyest i juli og august, og sank deretter utover høsten og var lavest i november med 17 ulike observerte taxa i prøven (Figur 17A). Det totale antallet av dyreplankton (individer per m²) var høyest når målingene startet i mai, og sank deretter utover året, utenom en liten topp i august (Figur 17B).

Dyreplanktonsamfunnet var gjennom året dominert av holoplankton (dyr som lever hele livet i vannsøykla), hvorav hoppekreps (Copepoda) var den dominerende gruppen (Copepoda, Figur 17C). I tillegg var det et betydelig innslag av larvestadier til bunndyr (meroplankton) i mai, juli og august (>10 % av talte dyreplanktonindivider). I gjennomsnitt gjennom året var de mest individrike gruppene små hoppekreps i slekten *Oithona* og familien Acartiidae (Figur 17D).

Dyreplankton utgjør en svært viktig kobling mellom primærproduksjon (planteplankton) og høyere trofiske nivåer. Studier fra norske havområder viser at klimaendringene påvirker dyreplanktonsamfunnet, som igjen påvirker mattilgangen for bestander av fisk, sjøfugl, marine pattedyr og andre organismer. I det vestlige Barentshavet har det for eksempel vært et skifte fra dominans av større, arktiske dyreplanktonarter til mindre, atlantiske arter de siste 20 årene (Aarflot m.fl. 2018), og i Nordsjøen har høyere temperaturer kombinert med tilbakegang av dyreplanktonarten raudåte (*Calanus finmarchicus*) sannsynligvis påvirket torskebestanden negativt (Beaugrand m.fl. 2003, Nicolas m.fl. 2014). Tidsserier på dyreplankton fra norske kystområder har til nå vært svært begrensede, og det er derfor viktig å fortsette prøvetakingen ved VT74. Siden planktonsamfunnet naturlig varierer mye gjennom året vil månedlige

prøvetakinger av artsmangfold og totalmengde dyreplankton på sikt gi mulighet til å avdekke strukturelle endringer i kystmiljøet, i tillegg til å kunne fange opp sjeldne eller fremmede arter.



Figur 17. Variasjon i dyreplanktonsamfunnet ved VT74 i 2023. A: Antall taxa observert per måned. B: Beregnet totalantall dyreplankton i vannsøylen per måned på tvers av arter. C) Prosentvis fordeling i hovedgrupper gjennom året. D: De ti mest tallrike taxa observert gjennom året (gjennomsnitt for alle måneder).

8. Fremmede arter

En fremmed art er en art som opptrer utenfor sitt naturlige utbredelsesområde eller naturlige spredningspotensiale og som har blitt spredt på grunn av menneskelig aktivitet. Klimaendringer og høyere gjennomsnittstemperaturer langs Norges kyst kan føre til at fremmede arter som normalt hører til lenger sør etablerer seg i Norge, og utgjør en trussel mot naturmangfoldet i Norge. Et eksempel på dette er stillehavssøsteren som har etablert seg på mange steder langs kysten i Sør-Norge, og som er vurdert å medføre svært høy økologisk risiko. Tilstedeværelse av fremmede arter inngår ikke i tilstandsklassifisering av marine vannforekomster og vil ikke redusere den økologiske tilstanden (Borgersen m.fl. 2022), men registreres likevel dersom de blir funnet ifm. ØKOKYST-undersøkelser.

Tre fremmede arter ble registrert av makroalger i 2023:

- Grønnalgen pollpryd (*Codium fragile*) ble registrert på tre stasjoner; stasjon HT193 Rossøy. HT185 Søre Dingenet og HT168 So3-Kjekeneset. Arten ble registrert med enkeltfunn på HT168 og HT193 og i spredt forekomst på HT185. Arten ble første gang registrert i Norge i 1932, og er nå etablert langs store deler av kysten fra svenskegrensen til Troms. Pollpryd er tidligere observert på stasjon HT185 også i 2017 og 2021, på stasjon HT168 i 2020 og på HT193 i 2022. Pollpryd har stort invasjonspotensiale og stor økologisk effekt, og er vurdert å ha svært høy økologisk risiko i Fremmedartslisten 2023 (Artsdatabanken, 2023).
- Rødalgen japansk sjølyng (*Dasysiphonia japonica*) ble observert på to stasjoner; stasjon HR176 Årebrot og HT193 Rossøy. Denne arten ble først registrert på Austevoll i Hordaland i 1996, og har siden spredd seg både sørover og nordover. Arten ble registrert i spredt - vanlig forekomst dypere enn 8 m. Arten ble for første gang observert på stasjon HR176 i 2005, og på HT193 i 2007. Japansk sjølyng er vurdert å ha svært høy risiko i Fremmedartslisten 2023 (Artsdatabanken, 2023) som følge av stort invasjonspotensiale og middels økologisk effekt.
- Rødalgen rødlo/krokbærer (*Bonnemaisonia hamifera*) ble observert på fem stasjoner: stasjon HT183 Sula, HT184 Kuøyna, HT168 So3-Kjekeneset, HR176 Årebrot og HT193 Rossøy. Det er sporeplantestadiet til arten som er registrert, og den ble registrert i dominerende-vanlig forekomst dypere enn 2 m på stasjon HR176 og HT193, og i spredte forekomster i fjæresonen. Arten ble først observert i Norge i 1902. Sporeplantestadiet til arten er svært vanlig og har spredd seg raskt og over store områder siden. Arten (sporeplantestadiet) er tidligere observert på stasjonene HR176 og HT193, med første observasjon (på begge stasjonene) i 1990. Arten har stort invasjonspotensial og middels økologisk effekt, og er vurdert til svært høy risiko i Fremmedartslisten 2023 (Artsdatabanken, 2023).

Det ble ikke registrert noen fremmede arter i bløtbunnsamfunnene i 2023.

For planktonalger finnes ingen fremmedartsliste, og det er også uklart hva som kan kalles en fremmed art fordi planktonet flyter fritt uten grenser. I varme somre kan det registreres varmekjære arter langt utover høsten. Siden planktonundersøkelsene er sporadiske og forekomstene dynamiske er det vanskelig å si sikkert at en art ikke har vært her tidligere. Nåleflagellaten *Fibrocapsa japonica*, som er giftig for fisk, ble observert i små mengder (80 celler/L) i Hidlefjorden i oktober 2023. Den har kun vært observert en gang tidligere på norskekysten, i indre Oslofjorden i slutten av juli 2022.

9. Konklusjon og samlet vurdering

Totalt 16 vannforekomster inngikk i overvåkingen i 2023; seks i Nordsjøen Nord og 10 i Nordsjøen Sør. Av disse fikk hele 15 vannforekomster «god» eller «svært god» tilstand basert på en samlet vurdering av kvalitetselementene for hver enkelt vannforekomst. Kun Aurlandsfjorden fikk «dårlig» samlet tilstand på grunn av tilstanden på den innerste hardbunnstasjonen.

I de fleste vannforekomster er midlertid datagrunnlaget meget begrenset. Dette gjelder spesielt for Nordsjøen sør, hvor det kun ble undersøkt én stasjon og ett biologisk kvalitetselement i hver vannforekomst. Det samme gjelder også for tre av de seks vannforekomstene i Nordsjøen nord. De fleste hard- og bløtbunnstasjonene var lokalisert i Nordsjøen nord, mens det i Nordsjøen sør var hovedsakelig hydrografi- og ålegress-stasjoner i 2023. Samlet tilstandsklassifisering er derfor utført på et temmelig lite datagrunnlag, og dersom data fra andre undersøkelser hadde blitt inkludert kunne bildet sett annerledes ut. Samlet klassifisering på vannforekomstnivå bør derfor alltid hentes i Vann-nett.

Med unntak av makroalger innerst i Aurlandsfjorden viste alle de biologiske kvalitetselementene «god» eller «svært god» tilstand. Det var også lavt nivå av næringssalter på samtlige stasjoner, og generelt god sikt i vannet. Til tross for dette ble det ved tre av stasjonene i Hardangerfjorden observert betydelige mengder med trådformede alger, som er en indikasjon på høye næringssaltkonsentrasjoner. Samlet reduseres tilstanden fra «god» tilstand i fjæresonen til «moderat» tilstand for komboindeksen (som foreløpig ikke inngår i samlet tilstandsklassifisering siden indeksen fortsatt er under utvikling) for stasjonene i Hardangerfjorden.

Hovedutfordringen ser ut til å være lavt oksygeninnhold i bunnvannet. Dette gjelder særlig stasjonene i Jøsenfjorden og Hjelmelandsfjorden i Rogaland, og i Hardangerfjorden. I Jøsenfjorden var det i 2022 svært lite oksygen i bunnvannet og nærmest ingen bløtbunnsfauna til stede (Tranum m.fl., 2023). I 2023 ble det målt enda lavere oksygenkonsentrasjon i Jøsenfjorden, men bløtbunnsfauna ble ikke undersøkt dette året. Også på stasjon VT83 Hjelmelandsfjorden ble det målt lave oksygenverdier i 2022 tilsvarende «moderat» tilstand, men i 2023 holdt oksygennivået i bunnvannet seg høyere og ville fått «god» tilstand basert på det ene året. Stasjon VT8 Hidlefjorden blir klassifisert til «dårlig» tilstand basert på oksygenverdier fra 2021, som er laveste målinger i perioden 2021-23.

Også i Hardangerfjorden var det lave oksygennivåer i bunnvannet, og stasjonene fikk «moderat» tilstand grunnet den lave oksygenkonsentrasjonen målt i 2022. På stasjon VT74 Maurangerfjorden var det i 2023 noe bedre oksygenforhold i bunnvannet, hvor tilstandsklassifisering ville vært «god» om man baserte klassifiseringen kun på 2023-data.

Med klimaendringer og økt avrenning av ferskvann og organisk materiale fra land er det risiko for at oksygennivået kan utvikle seg i mer negativ retning fremover. Sjeldnere bunnvannsutskiftninger er også en effekt av klimaendringer som kan gjøre fjordbasseng enda mer sårbare.

10. Referanser

- Aarflot, J.M., Skjoldal, H.R., Dalpadado, P. and Skern-Mauritzen, M., 2018. Contribution of *Calanus* species to the mesozooplankton biomass in the Barents Sea. ICES Journal of Marine Science, 75(7), 2342-2354.
- Artsdatabanken, 2023. Fremmede arter i Norge - med økologisk risiko 2023.
<https://www.artsdatabanken.no/lister/fremmedartslista/2023>
<http://www.artsdatabanken.no/lister/fremmedartslista/2023>
- Beaugrand, G., Brander, K.M., Alistair Lindley, J., Souissi, S. and Reid, P.C., 2003. Plankton effect on cod recruitment in the North Sea. Nature, 426(6967), 661-664.
- Bérard-Therriault, L., Poulin, M. og Bossé, L., 1999. Guide d'identification du phytoplancton marin de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent incluant également certains protozoaires. Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences. 128: 387 s.
- Borgersen, G; Fagerli, CW; Gitmark, JK; Oug, E; Rinde, E; Trannum, HC. (2022). Vurdering av marine høyrisiko-arter i fremmedartslista: hvordan bør de inngå i tilstandsklassifisering etter vannforskriften? NIVA-rapport 7710-2022. Miljødirektoratet-rapport M-2228.
- Boyer, N., Kelble, C.R., Ortner, P.B., Rudnick, D.T., 2009. Phytoplankton bloom status: Chlorophyll a biomass as an indicator of water quality condition in the southern estuaries of Florida, USA. Ecological Indicators 9S:S56-S67.
- Fagerli, CW., Walday, M., Gitmark, J. 2023. Tilstandsklassifisering av makroalger i sjøsonen. Revidering av komboindeksen. Miljødirektoratet-rapport M-2573. 30 s.
- Harvey, E. T., Kratzer, S., Andersson, A., 2015. Relationships between colored dissolved organic matter and dissolved organic carbon in different coastal gradients of the Baltic Sea. *AMBIO*, 44(3), 392-401.
<https://doi.org/10.1007/s13280-015-0658-4>
- Hoppenrath, M., Elbrächter, M., Drebes, G., 2009. Marine Phytoplankton. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. 264 s.
- ISO/FDIS 19493-2007. Water quality - Guidance on marine biological surveys on hard substrate communities. ISO Std.
- Jensen, K.G., Moestrup, Ø., 1998. The genus *Chaetoceros* (Bacillariophyceae) in inner Danish coastal waters. Nordic Journal of Botany 18: 88 s.
- Kirk, J. T. O., 2011. Absorption of light within the aquatic medium. Chapter 3 in, "Light and Photosynthesis in Aquatic Ecosystems". Cambridge: Cambridge University Press
- IOCCG (Mannino, A., Novak, M. G. Nelson, N. B., m.fl.), 2019. Measurement protocol of absorption by chromophoric dissolved organic matter (CDOM) and other dissolved materials, In Inherent Optical Property Measurements and Protocols: Absorption Coefficient, Mannino, A. and Novak, M. G. (eds.), IOCCG Ocean Optics and Biogeochemistry Protocols for Satellite Ocean Colour Sensor Validation, Dartmouth, NS, Canada.
- Moy, F.E., 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.
- Nicolas, D., Rochette, S., Llope, M. and Licandro, P., 2014. Spatio-temporal variability of the North Sea cod recruitment in relation to temperature and zooplankton. PloS one, 9(2), p.e88447.
- NS 4724:1984. Bestemmelse av fosfat. Modifisert ved at metoden er automatisert.

- NS 4725:1984. Bestemmelse av totalfosfor - Oppslutning med peroksodisulfat. Modifisert ved at bestemmelsestrinnet er automatisert.
- NS 4733:1983. Vannundersøkelse - Bestemmelse av suspendert stoff i avløpsvann og dets gløderest. 1983
- NS 4743:1993. Vannundersøkelse - Bestemmelse av nitrogen etter oksidasjon med peroksodisulfat.
- NS 4745:1991. Bestemmelse av summen av nitritt- og nitrat-nitrogen. Modifisert ved automatisering av bestemmelsen.
- NS 4767:1983 Vannundersøkelse - Bestemmelse av klorofyll a, spektrofotometrisk måling i metanolekstrakt.
- NS 9425-3:2003. Oseanografi - Del 3: Måling av sjøtemperatur og saltholdighet.
- NS-EN 15972:2011. Vannundersøkelse - Veiledning for kvantitative og kvalitative undersøkelser av marine planktonalger.
- NS-EN ISO/IEC 17025. Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriers kompetanse. Norsk Standard.
- NS-EN ISO 16665:2013. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014).
- NS-ISO 5667-9:1992. Vannundersøkelse - Prøvetaking - Del 9: Veiledning i prøvetaking av sjøvann.
- NS-EN ISO 5667-19:2004. Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder (ISO 5667-19:2004).
- Sakshaug, E., 1977. Limiting nutrients and maximum growth rates for diatoms in Narragansett Bay. J. exp. mar. Biol. Ecol. 28:109-123.
- Thomsen, H.A. (ed), 1992. Plankton i de indre danske farvande. Havforskning fra Miljøstyrelsen. 11: 330 s
- Thronsdén, J., Hasle, G.R., Tangen, K. 2003. Norsk kystplanktonflora. Almatr Forlag, Oslo. 341 s.
- Tomas, C. (ed), 1996. Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press. New York. 570 s.
- Tranum, H. C., Bekkby, T., Borgersen, G., Deininger, A., Eikrem, W., Fagerli, C. W., Frigstad, H., Harvey, T., Heggem, T., Mengeot, C., Michelsen, H., Tveiten, L. & Valestrand, L. 2022. Økokyst - DP Nordsjøen, Årsrapport 2021. Miljødirektoratet-rapport M2279. 173 s.
- Tranum, H. C., Bekkby, T., Borgersen, G., Crespo, B., Eikrem, W., Fagerli, C. W., Frigstad, H., Mengeot, C., Næss, R. & Valestrand, L. 2023. Økokyst - DP Nordsjøen, Årsrapport 2022. Miljødirektoratet-rapport M2594. 60 s.
- Utermöhl, H., 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt. int. Verein. theor. angew. Limnol. 9, 1-38
- Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.

11. Vedlegg

Tabell 15. Metodikk og parametere som inngår for biologiske kvalitetselement i programmet. Samtlige kvalitetselement ble undersøkt én gang i 2023. Det biologiske kvalitetselementet planteplankton er vist i neste tabell.

Kvalitets- element	Parameter	Enhet	Metodikk prøvetaking	Metodikk analyser	Matriks
Makroalger	Fjæreindeks med mengde (RSLA) og uten mengde (RSL)	Taxa: % dekning	NS-EN ISO 19493-2007 Veileder 02:2018	Veileder 02:2018	Fjæresone
	Komboindeks: Nedre voksegrense og kvantifisering av trådformede påvekstalger med dropkamera	Meter	M-788, samt 28.11.2017 Felt-og-beregningsmetodikk-for-komboindeksen (Makroalger) (vannportalen.no)	M-788, samt 28.11.2017 Felt-og-beregningsmetodikk-for-komboindeksen (Makroalger) (vannportalen.no)	Hardbunn 0-30 m
Makroalger	Nedre Voksegrense MSMDI (dykking) + sedimentdekning	meter (utvalgte arter), % dekning sediment	NS-EN ISO 19493-2007	Veileder 02:2018	Transekt0-30 m
	Dekningsgrad/tetthet	% dekning		NS-EN ISO 19493-2007	
	Artssammensetning	Taxa			
Makro- evertebrater hardbunn	Artssammensetning	Taxa	NS-EN ISO 19493-2007	NS-EN ISO 19493-2007	Transekt 0-30m
	Dekningsgrad/tetthet	% dekning			
Ålegress	Nedre voksegrense, tetthet ålegress og mengde begroingsalger	Nedre voksegrense: m; tetthet/mengde: 4-delt skala	Veileder 02:2018	Veileder 02:2018	Bløtbunn sublittoral
Bløtbunns- fauna	Artssammensetning/ Individtetthet	Ant. ind. av hvert taxa/0,1 m²	NS-EN ISO 16665:2013	NS-EN ISO 16665:2013	Bløtbunn
	Kornstørrelse	Full kornfordeling (inkl. % </> 63 µm) med statistiske parametere	NS-EN ISO 16665: 2013, NS-EN ISO 5337-19	NS-EN ISO 16665:2013, intern Akvaplan-niva-metode	Sediment
	TOC og TN	mg/g	NS-EN ISO 16665: 2013, NS-EN ISO 5337-19	NS-EN ISO 16665: 2013, intern NIVA-metode vha. Carlo Erba element analysator 1106	Sediment

Tabell 16. Metodikk og parametere som inngår i programmet for hydrografiundersøkelser, inkl. støtteparametere, planteplankton og «klimaparametere». For avvik av frekvens, se tekst ovenfor.

Kvalitets- element	Parameter	Enhet	Metodikk prøve- taking	Metodikk analyser	Frekvens (per år)	Måletids- punkt	Matriks
Temperatur- forhold	Temperatur	°C	In situ	NS 9425-3 sonde	12	Månedlig	Vannmasser: ICES standarddyp (se kapittel 6)
Salinitet	Salinitet		In situ	NS 9425-3 sonde	12	Månedlig	
Oksygenforhold	Oppløst oksygen	ml O ₂ /l	In situ	NS-ISO 5813/sonde	12	Månedlig	
Turbiditet	Turbiditet	FNU	In situ	NS 9425-3 sonde	12	Månedlig	
Næringssalt- forhold	Total fosfor (Tot-P)	µg P/l	OSPAR 1997-2 (JAMP guidelines)	Skalar autoanalysator, Intern metode basert på NS 4725	12	Månedlig	
	Fosfat (PO ₄ -P)	µg P/l		Skalar autoanalysator, Intern metode basert på NS 4724	12	Månedlig	
	Total nitrogen (Tot-N)	µg N/l	NS-ISO 5667-9:1992	Skalar autoanalysator, automatisert NS 4743	12	Månedlig	
	Nitrat + Nitritt (NO ₃ +NO ₂ -N)	µg N/l		Skalar autoanalysator, Intern metode basert på NS 4745	12	Månedlig	
	Ammonium (NH ₄ -N)	µg N/l		Skalar autoanalysator, Intern metode	12	Månedlig	
	Silikat (SiO ₃ -Si)	µg Si/l		Skalar autoanalysator, Intern metode basert på NS-EN ISO 16264	12	Månedlig	
Siktdyp	Siktdyp	Meter	Secchi-skive		12	Månedlig	
POC/PN*	Partikulært organisk karbon, partikulært nitrogen	µg C/l µg N/l	NS-ISO 5667-9:1992	Intern metode	Opsjon	Månedlig	
PP*	Partikulært fosfor	µg P/l		Skalar autoanalysator, Intern metode basert på NS 4725	Opsjon	Månedlig	
TSM*	Totalt suspendert materiale	mg/l		Intern metode basert på NS 4733	Opsjon	Månedlig	
DOC*	Løst organisk karbon	mg/l		NS-EN ISO 1484	Opsjon	Månedlig	
cDOM*	Farget løst organisk materiale	m ⁻¹		IOCCG, 2019	Opsjon	Månedlig	
Lys*	Lyssveknings- koeffisient	m ⁻¹	In situ	Måling med TriOS RAMSES lyssensorer	Opsjon	Månedlig	Profil
Planktonalger	Klorofyll a	µg/l	NS-4767	Spektrofotometer NS 4767	12	Månedlig	5 dyp (0, 5, 10, 20, 30 m)
Planktonalger	Arts- sammensetning	Taxa, antall celler/l	NS-EN 15972:2011	NS-EN 15972:2011	12	Månedlig	1 dyp (5m), vertikalt håvtrekk 30-0 m
Dyreplankton*	Arts-sammensetning	Taxa, antall dyr/m ² og m ³ . Biovolum (mL/m ²)	Plankton- håv (WP2 utstyrt med 180 µm nett)	Identifikasjon og telling av arter i lupe.	12	Månedlig	200 m - 0m og 1300 m - 0 m vertikalt

* Kun én stasjon

Tlf.: 73 58 05 00
post@miljodir.no
www.miljodirektoratet.no
Postboks 5672 Torgarden,
7485 Trondheim

Besøksadresse Trondheim:
Brattørkaia 15, 7010 Trondheim

Besøksadresse Oslo:
Grensesvingen 7, 0661 Oslo



Miljødirektoratet er et statlig forvaltningsorgan underlagt Klima- og miljødepartementet. Vi jobber for et rent og rikt miljø. Hovedoppgavene våre er å redusere klimagassutslipp, forvalte norsk natur og hindre forurensning.