

Undersøkelse av sjøområdene i Arendal kommune 2015-2016

Tilstanden ved utslippsstedene for kommunalt avløpsvann



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

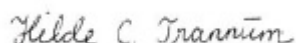
Tittel Undersøkelse av sjøområdene i Arendal kommune 2015-2016 - Tilstanden ved utslippsstedene for kommunalt avløpsvann	Løpenr. (for bestilling) 7094-2016	Dato 14.12.2016
	Prosjektnr. Undernr. O-15172	Sider Pris 82
Forfatter(e) Hilde C. Trannum Jon Albretsen (HI) Janne K. Gitmark John A. Berge	Fagområde Marin eutrofi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Arendal kommune	Oppdragsreferanse Knut Berg-Larsen
-------------------------------------	---------------------------------------

Sammendrag

Det er gjennomført en resipientundersøkelse i Arendal kommune i forbindelse med utslipp av kommunalt avløpsvann fra Saulekilen og Narestø renseanlegg. Hensikten har vært å få informasjon om økologisk status i vannforekomstene og vurdere hvordan tilstanden har endret seg gjennom tid. Miljøtilstanden er klassifisert etter kravene i vanddirektivet. De undersøkte områdene er Utnes/Ærøy, Narestø og Barbu. Undersøkelsen har omfattet vannmasser (hydrografi, næringssalter og klorofyll), bløtbunn (fauna, sediment) og gruntvannssamfunn (alger og dyr i fjæresonen). Også miljøgifter ble undersøkt ved utslippspunktet fra Saulekilen. Begge resipientene viste generelt god tilstand mht. biologiske kvalitetselementer og den fysisk/kjemisk vannkvalitet. Det var svært lave konsentrasjoner av miljøgifter. Med enkelte unntak har det kun vært små endringer i økosystemene de siste årene.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Miljøtilstand	1. Environmental quality status
2. Hydrografi	2. Hydrography
3. Bløtbunnssamfunn	3. Soft bottom communities
4. Hardbunnssamfunn	4. Rocky shore communities



Hilde C. Trannum

Prosjektleder



Mats Walday

Forskningsleder

Undersøkelse av sjøområdene i Arendal kommune 2015-2016

Tilstanden ved utslippsstedene for kommunalt avløpsvann

Forord

Denne undersøkelsen er gjennomført av NIVA (Norsk institutt for vannforskning) i samarbeid med HI (Havforskningsinstituttet, Flødevigen) på oppdrag fra Arendal kommune.

Tone Kroglund, i samarbeid med fagpersoner, utarbeidet prosjektbeskrivelsen på undersøkelsen, og var også prosjektleder for prosjektet da det startet opp. Hilde C. Trannum overtok for henne, og har vært prosjektleder siden høsten 2015 og hovedansvarlig for rapporteringen.

Feltinnsamlingen av alger og dyr i fjæra (hardbunn) ble utført av Janne K. Gitmark og Maia R. Kile (NIVA). J. K. Gitmark har vært ansvarlig for innlegging og beregning av hardbunnsdata og rapportering.

Feltarbeidet på bløtbunn ble utført av Jarle Håvardstun, Hilde C. Trannum og Lise Tveiten med fartøyet «FF Trygve Braarud» tilhørende UiO og fartøyet «FF GM Dannevig» tilhørende Havforskningsinstituttet. Bløtbunnsprøvene ble sortert av Tage Bratrud og Siri Moy og identifisert av Gunnhild Borgersen og Marijana Brkjacic. G. Borgersen var også ansvarlig for innlegging av artsdata i bløtbunnsdatabasen og beregning av indekser. H.C. Trannum har rapportert bløtbunnsdataene.

Prøver til sedimentparametre og miljøgifter ble tatt samtidig som bløtbunnsprøvene. Kornstørrelse og innhold av organisk karbon og nitrogen ble analysert på NIVAs kjemiske laboratorium, mens miljøgiftene ble analysert av NIVAs underleverandør Eurofins.

Undersøkelsene av vannmassene ble gjennomført av Terje Jåvold (Havforskningsinstituttet, Flødevigen) ved bruk av lettboat og FF GM Dannevig. Alle kjemiske analyser av næringssalter, klorofyll-a og oksygen ble utført ved Havforskningsinstituttets kjemi-laboratorium i Flødevigen av Terje Jåvold og Lena Omli. Jon Albretsen var ansvarlig for databehandling og rapportering av kapitlet på vannmasser.

Grimstad, 14. desember 2016

Hilde C. Trannum

Innhold

Sammendrag	6
Summary	8
1. Innledning	10
1.1 Bakgrunn og formål	10
1.2 Undersøkelserprogram	10
1.3 Utslipp av kommunalt avløpsvann	11
1.4 Områdebeskrivelse	13
1.5 Vannforskriften og klassifisering av tilstand	14
1.6 Vannforekomster	15
1.7 Tidligere undersøkelser	16
2. Vannmasser: hydrografi og næringsalter	17
2.1 Metodikk	17
2.1.1 Feltinnsamling	17
2.1.2 Laboratorieanalyser	19
2.1.3 Klassifiseringsmetodikk	20
2.2 Resultater og diskusjon	22
2.2.1 Generelle betraktninger av økologisk tilstand	22
2.2.2 Narestø	22
2.2.3 Barbu	22
2.2.4 Utnes og Ærøydypet	22
2.2.5 Sammenlikning med tidligere undersøkelser	26
2.3 Oppsummering	26
3. Bløtbunn	28
3.1 Metodikk	28
3.1.1 Feltinnsamling	28
3.1.2 Laboratorieanalyser	31
3.1.3 Klassifiseringsmetodikk	31
3.2 Resultater og diskusjon	32
3.2.1 Narestø	32
3.2.2 Utnes og Ærøydypet	33
3.3 Oppsummering	35
4. Miljøgifter i sediment	37
4.1 Metodikk	37
4.2 Resultater og diskusjon	37
5. Hardbunn	40
5.1 Metodikk	40
5.1.1 Klassifiseringsmetodikk	43
5.2 Resultater og diskusjon	44
5.2.1 Nedre voksegrense	44
5.2.2 Fjæresoneundersøkelser	44
5.2.3 Sammenlikning med tidligere undersøkelser	47
5.3 Oppsummering	48

6. Konklusjon og samlet vurdering	50
7. Videre overvåking	51
8. Referanser	52
Vedlegg A. Hydrografi og næringsalter	54
Vedlegg B. Bløtbunn	68
Vedlegg C. Sedimentanalyser	75
Vedlegg D. Hardbunn	79

Sammendrag

Det er gjennomført en resipientundersøkelse i Arendal kommune i forbindelse med utslipp av kommunalt avløpsvann fra Saulekilen og Narestø renseanlegg. Hensikten har vært å få informasjon om økologisk status i vannforekomstene og vurdere hvordan tilstanden har endret seg gjennom tid. Undersøkelsen er et ledd i myndighetenes krav til kontroll med slike utslipp, og gjennomføres for at eventuelle uønskede virkninger kan oppdages og avbøtende tiltak settes i verk. Undersøkelsen inngår også som ledd i implementeringen av EUs vanddirektiv, som legger opp til en forvaltning som skal sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av alt vannmiljø. I henhold til vannforskriften skal alle vannforekomster beskyttes mot forringelse. Oppfyllelse av vannforskriften forutsetter at alle vannforekomster har minst god økologisk og god kjemisk tilstand innen år 2021.

De undersøkte områdene er Utnes/Ærøy, Narestø og Barbu. Undersøkelsen har omfattet vannmasser (hydrografi, næringsalter og klorofyll), bløtbunn (fauna, sediment) og gruntvannssamfunn (alger og dyr i fjæresonen). Også miljøgifter ble undersøkt ved utslippspunktet fra Saulekilen renseanlegg.

Næringsalter, oksygen og planteplankton

Den økologiske tilstanden i kystvannet for tre lokaliteter (Narestø, Barbu og Utnes/Ærøydypet) ble vurdert ut fra overflatemålinger av klorofyll-a og fysisk/kjemiske støtteparametere samt oksygenmålinger nær bunnen. For alle lokalitetene var verdiene godt innenfor «svært god» vannkvalitet mht. klorofyll-a. Selv om det vurderte datasettet egentlig er for kort til å kunne angi en fullverdig tilstandsvurdering, så tyder de foretatte målingene av klorofyll-a på at alle de undersøkte lokalitetene kan vurderes til «svært god» vannkvalitet med hensyn til kvalitetselementet planteplankton.

For de fysisk/kjemiske parameterne medførte en generelt høy fosfor-konsentrasjon at alle lokalitetene fikk «god» tilstand, med unntak av prøvetakingsstasjonen nær utslippet fra Utnes (U10) som for alle parametere viste «svært god» tilstand. Selv om det har vært økte utslipp av fosfor fra renseanleggene, antas de høye verdiene i vannmassene å være relatert til et generelt høyt fosfor-nivå regionalt og ikke lokalt. Dette er begrunnet i at referansestasjonen A2 i Kyststrømmen utenfor Torungen viste tilsvarende forhøyete fosfor-verdier. Vannkvalitetsundersøkelsene viste også at tilstanden ved Utnes og Narestø har endret seg lite de siste årene.

Bløtbunnsfauna og miljøgifter i sediment

Bløtbunnsfauna ble undersøkt som kvalitetselement i vanddirektivet og for oppfølging av tidligere undersøkelser. Fire stasjoner ble undersøkt. For tre av disse (stasjon E15 ved Narestø og stasjonene U10 og U12 ved Utnes/Ærøy) var tilstanden uendret siden forrige undersøkelse, og viste «god» eller «svært god» tilstand. Imidlertid ble det observert en negativ utvikling i Utnesbassenget (stasjon U5), som ligger ved det tidligere utslippspunktet, både mht. innholdet av organisk materiale og mht. bunnfauna. Tilstanden var her kun «moderat». Årsaken til dette er ikke kjent, men innslag av terrestrisk materiale i sedimentet viste at det høye næringsinnholdet ikke utelukkende kan være relatert til utslippet.

Det var svært lave konsentrasjoner av miljøgifter ved utslippspunktet for Saulekilen renseanlegg.

Hardbunn

Det ble foretatt registreringer av nedre voksegrense for utvalgte makroalger på fire stasjoner og fjæresoneundersøkelser på elleve stasjoner. Nedre voksegrenseindeksen viste at den økologiske tilstanden var «god» eller «svært god» på de fire undersøkte stasjonene (AR12B Helgetangen, AR13 Nordstrand, AR36 Fluet i Tromøysund og AR40 i Songekilen). Fjæresoneundersøkelsene viste at det var omlag dobbelt så mange arter av dyr, rødalger og brunalger på stasjonene i Hasteinsundet sammenliknet med stasjonene i Tromøysund-Arendal. Tromøysund-Arendal synes å være påvirket av eutrofiering/overgjødning. Likevel var det på enkelte stasjoner indikasjoner på forbedring i tilstand ut fra en reduksjon i mengden blågrønn- og kiselalger og gjelvtang og økning i grisetang siden forrige undersøkelse.

Klassifisering av tilstand

Den foreliggende undersøkelsen gir ikke grunnlag for en fullstendig klassifisering av vannforekomster i henhold til Vannforskriftens krav, ettersom det hadde betinget både hyppigere målinger i vannsøylen og gjennom en tidsperiode på tre år. Undersøkelsen vil derimot gi informasjon som forvaltningen kan bruke til å oppdatere klassifiseringen av de undersøkte vannforekomstene.

Basert på de biologiske kvalitetselementene oppnår vannforekomst 0120030201-1-C Hasteinsundet, vannforekomst 0120030203-2-C Tromøysund – Arendal, vannforekomst 0120000034-C Merdø – Hasseltangen og vannforekomst 0120000032-3-C Arendal – Tromøy minst «god» tilstand, som er i hht. målene i vanndirektivet. Vannforekomsten 0120030500-1-C Nidelven-ytre oppnår derimot kun «moderat» tilstand, ut fra den negative utviklingen på bløtbunn, og tilfredsstillende således ikke kravene i vanndirektivet.

Den overordnede konklusjonen er at tilstanden både i kommunens hovedresipient ved Ærøy og i Narestøfjorden er god, og at det ikke har funnet sted noen vesentlige endringer siden forrige undersøkelse i 2011.

Summary

Title: Monitoring of marine areas in Arendal 2015-2016 – ecological status at discharge locations for municipal wastewater

Year: 2016

Author: Hilde C. Trannum, Jon Albretsen, Janne K. Gitmark and John A. Berge

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6829-4

It has been conducted a marine monitoring survey in Arendal in connection with discharges of municipal wastewater from Saulekilen and Narestø sewage plants. The purpose of the study was to obtain information on the ecological status and to assess how the status has changed over time. The survey is a part of authorities' requirement of controlling such discharges, and is conducted in order to identify adverse effects and to implement eventual remedial work. The survey is also part of the implementation of the EU Water Framework Directive, which requires a management aiming at ensuring protection and sustainable use of all aquatic environments. According to this directive, all water bodies should be protected against degradation. This requires that all water bodies should have at least good ecological and good chemical status by 2021.

The investigated areas are Utnes/Ærøy, Narestø and Barbu. The study included water masses (hydrography, nutrients and chlorophyll), soft bottom (fauna, sediment) and shallow water communities (algae and animals in the littoral zone). Contaminants were also investigated at the discharge point from Saulekilen sewage plant.

Nutrients, oxygen and phytoplankton

The ecological condition of coastal waters for three locations (Narestø, Barbu and Utnes/Ærøydypet) were assessed from measurements of chlorophyll-a and supportive physical/chemical parameters, in addition to oxygen measurements close to the bottom. For all locations, the measurements were within the “very good” water quality classification regarding chlorophyll-a. Although the data set is too short to be able to perform a full classification, there are no indications that the locations are not within “very good” water quality, regarding the quality element phytoplankton.

For the physical/chemical parameters, a generally high phosphorus concentration caused all sites to be classified within “good” status, except for the discharge point at Utnes (U10), where all parameters showed a “very good” state. Although there has been increased discharges of phosphorus from the sewage plants, the high values in the water masses are assumed to be related to general high phosphorus level regionally and not locally. This is justified by corresponding enhanced phosphorus measurements at the offshore station (A2). Further, the water quality survey also showed that the status at Utnes and Narestø only shows minor changes through recent years.

Soft-bottom fauna and contaminants in sediment

Soft-bottom fauna was studied as a quality element in the Water Framework Directive and for comparison with previous surveys. Four stations were examined. For three of these (station E15 at Narestø and stations U10 and U12 at Utnes/Ærøy) the status was unaltered since the last survey, and showed “good” or “very good” status. However, a negative trend was observed in the Utnes basin (station U5), located at the previous discharge point, both with respect to the amount of organic matter and benthic fauna. The status at U5 was only “moderate”. The reason for this is not known, but remnants of terrestrial matter in the sediment indicated that the high nutrient level not solely can be related to the discharge.

Concentrations of contaminants were very low at the discharge point for Saulekilen plants.

Hard bottom

Lower growth limit for selected macroalgae at four stations and littoral surveys at eleven stations were performed. The lower growth limit index showed that ecological status was “good” or “very good” at the four stations that were investigated (AR12B Helgetangen, AR13 Nordstrand, AR36 Fluet i Tromøysund og AR40 i Songekilen. The examination of the littoral communities showed that there were approximately twice as many species of animals, red algae and brown algae at the stations in Hasteinsundet compared with stations in Tromøysund-Arendal. Tromøysund-Arendal seems to be affected by eutrophication. On the same time, some of these stations showed indications of improvement compared to the previous study.

Classification of status

The present study has not aimed at performing a complete classification of the water bodies according to the Water Directive requirements, which would require both more frequent measurements in the water column and a time period of three years. However, the study provides information that the management can use to update the classification of the various water bodies.

Based on the biological quality elements, the water body 0120030201-1-C Hasteinsundet, water body 0120030203-2-C Tromøysund - Arendal, water body 0120000034-C Merdø - Hasseltangen and water body 0120000032-3-C Arendal – Tromøy obtained at least “good” ecological status, which is in accordance with the aims set by the Water Framework Directive. The water body 0120030500-1-C Nidelven-ytre achieved, however, only “moderate” status, based on the negative developments in soft bottom fauna.

The overall conclusion is that status in both the main recipient at Ærøy, and the recipient in Narestøfjorden is good, and that there are no significant changes since the last survey in 2011.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Den foreliggende undersøkelsen omfatter sjøområder i Arendal kommune som er resipient for kommunalt avløpsvann. Undersøkelsen er ledd i myndighetenes krav til kontroll med slike utslipp og gjennomføres for at eventuelle uønskede virkninger kan oppdages og avbøtende tiltak kan settes i verk. Undersøkelsen inngår også som ledd i implementeringen av EUs vanndirektiv som legger opp til en forvaltning som skal sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av alt vannmiljø i Norge. I henhold til vannforskriften skal alle vannforekomster beskyttes mot forringelse. Oppfylging av vannforskriften forutsetter at alt overflatevann skal ha minst god økologisk og god kjemisk tilstand innen år 2021.

Arendal kommune har sanert mange av sine utslipp til sjøområdene. Mesteparten av det kommunale avløpsvannet føres nå til hovedrenseanlegget i Saulekilen på Utnes, hvor det etter mekanisk og kjemisk rensing slippes ut på ca. 40 meters dyp i skråningen ut mot Ærøydypet. En mindre del av avløpsvannet går til renseanlegget i Narestø. Arbeidet med sanering av utslipp pågår fremdeles og formålet med disse tiltakene er å forbedre vannkvaliteten i sjøområdene. Selv om de fleste utslippene er sanert i de indre byområdene, skjer det periodevis større utslipp fra pumpestasjoner som går i overløp. De aller fleste pumpestasjoner er blitt tilknyttet driftsovervåkingen.

Kommunen har gjennom mange år gjennomført miljøundersøkelser i sine sjøområder. Overvåkingen startet tidlig på 1980-tallet i forbindelse med oppbyggingen av kommunens hovedrenseanlegg på Utnes, og har siden 1990-tallet omfattet de fleste sjøområdene i kommunen. Overvåkingen har hatt som formål å karakterisere miljøtilstanden, gi grunnlag for tiltak mot forurensninger og dokumentere eventuelle endringer i tilstanden.

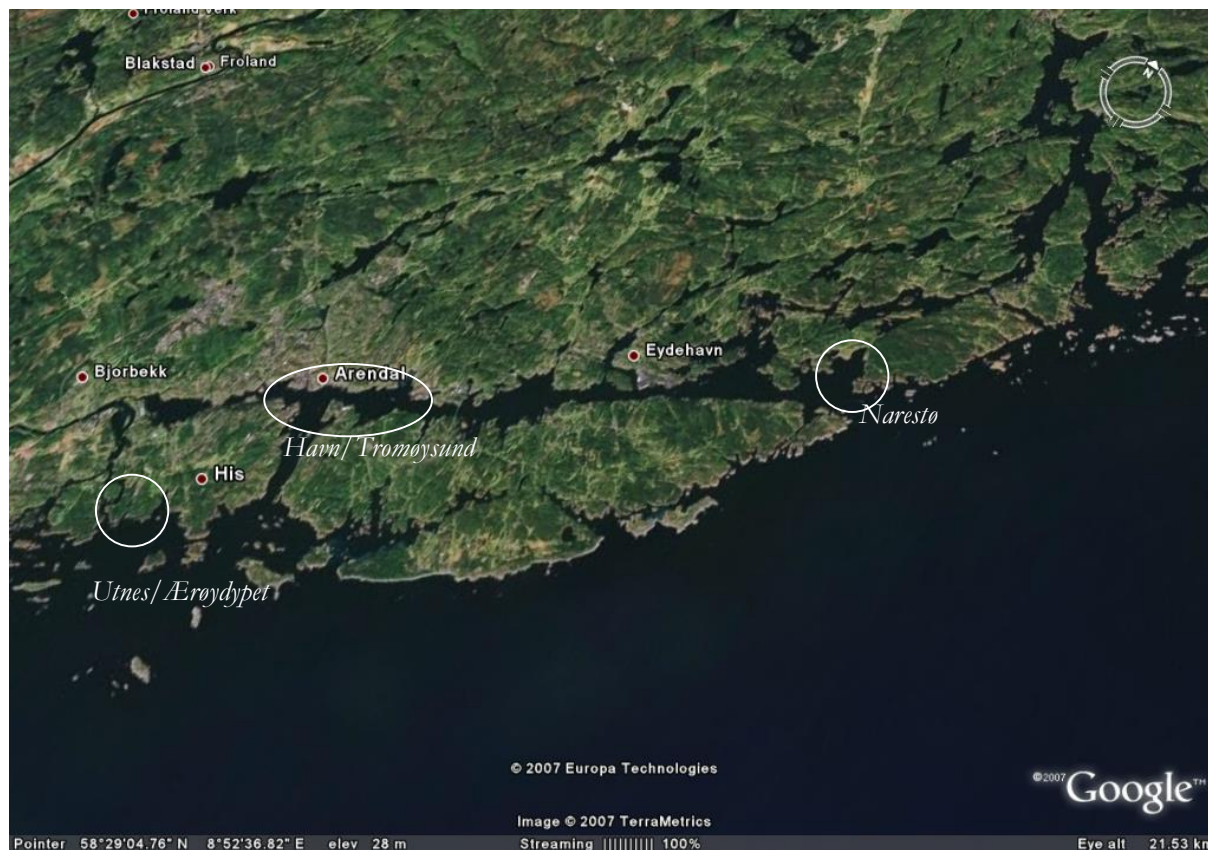
Arendal kommune ønsket å få en oppdatert tilstandsbeskrivelse av resipientene for kommunalt avløpsvann, både for Ærøyområdet som mottar avløpsvann fra Saulekilen renseanlegg og for Narestøfjorden som mottar avløpsvann fra Narestø renseanlegg. Overvåkningsprogrammet er utformet i henhold til de retningslinjer som er gitt for tilstandsvurdering i vannforskriften (Veileder 02:2013 rev. 2015), og omfatter målinger i vannmassene (hydrografi og næringssalter), dyrelivet på dype bløtbunnsområder og organismesamfunn i fjæresonen. I tillegg er miljøgifter undersøkt på en stasjon.

1.2 Undersøkelsesprogram

Overvåkningsprogrammet er en fortsettelse av tidligere undersøkelser og har som hovedformål å:

- beskrive dagens tilstand i sjøområdene rundt kommunens utslippspunkter for kommunalt avløpsvann, basert på undersøkelser i fjæresone, på bløtbunn og i vannmassene. Også miljøgifter er inkludert på én stasjon
- dokumentere eventuelle endringer i tilstanden fra forrige undersøkelse
- klassifisere økologisk tilstand i henhold til vanndirektivet

Overvåkningsprogrammet omfatter undersøkelser og oppdatering av tilstandsbeskrivelse ved kommunens hovedutslippssteder ved Ærøy og Narestø. Undersøkelsen omfatter også nærområdet rundt overløpsstasjoner i havnebassenget (Kittelsbukta, Strømsbubukta, Barbu, Flueta), Songekilen og Styrsvika. Alle områdene er undersøkt tidligere. Et oversiktsbilde er gitt i **Figur 1**.



Figur 1. Oversiktsbilde av undersøkelsesområdet.

1.3 Utslipp av kommunalt avløpsvann

Saulekilen renseanlegg er Arendal kommunes hovedrenseanlegg og har sitt utslipp til ca. 40 meters dyp i skråningen ut mot Ærøydypet. Fram til 2014 hadde anlegget mekanisk og kjemisk rensing og var dimensjonert for 45.000 pe (personekvivalenter). Totalt ble ca. 5 mill. m³ vann behandlet pr år. I 2014 startet ombygging av anlegget med et biologisk rensetrinn for å kunne tilfredsstille sekundærrensekravene. Det nye rensetrinnet ble igangsatt våren 2015, og renseanlegget har en hydraulisk kapasitet for 75.000 pe og organisk kapasitet for 85.000 pe. Rensekravet er minimum 90 % reduksjon av fosfor og minimum 70 % reduksjon av BOF. Utslippstall er gitt i **Tabell 1**.

Fram til 1989 var Utnesbassenget resipient for det kommunale hovedrenseanlegget, som da kun hadde mekanisk rensing. Utslipet var på ca. 24.000 pe og ble ført til 30 meters dyp. Etter påvisning av en gradvis negativ utvikling i bunnområdene på slutten av 1980-tallet ble utslippsledningen forlenget og ført ut over terskelen og ut i skråningen mot Ærøydypet syd for Ærøya (**Figur 2**). Utenfor utslippet skræner bunnen bratt ned mot 80 m dyp. Utslipet står derfor i kontakt med store vannvolum i Ærøybassenget, samtidig som det også har stor nærhet til grunnområdene syd i Utnesbassenget.

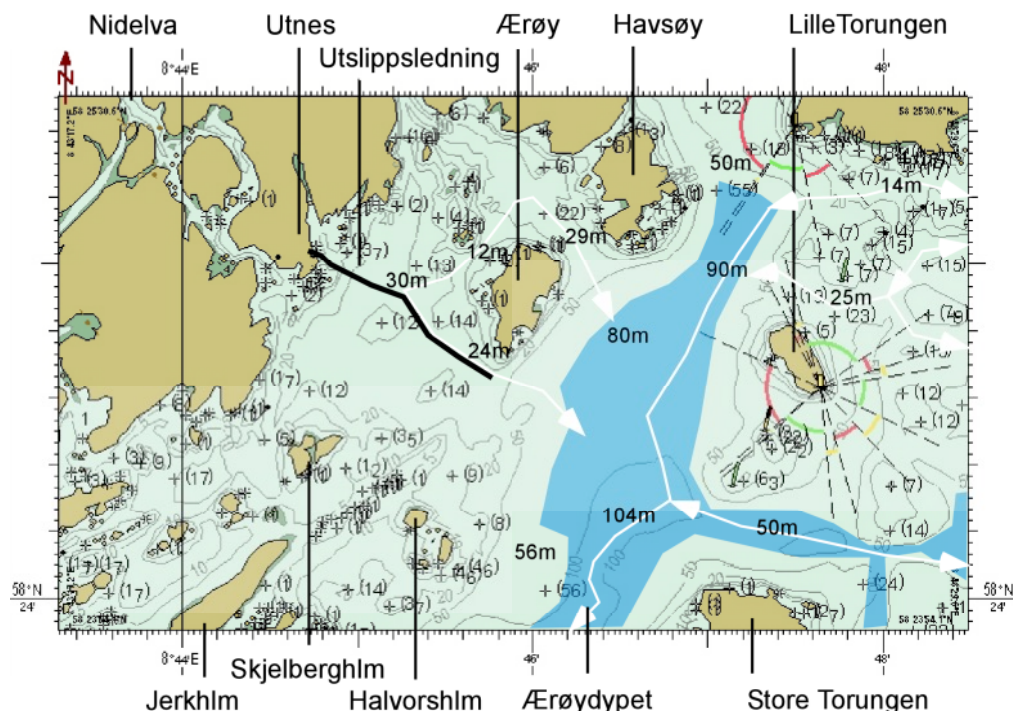
Samtidig med flytting av utslippspunktet i 1989 ble det gjennomført saneringer av direkteutslipp i store deler av kommunen, slik at utslippet økte til 36.000 pe. I januar 2002 ble et nytt renseanlegg i Saulekilen igangsatt. I byggeperioden fra august 2014 til mars-april 2015 var det derfor antatt at rensesgraden ville variere. Det var beregnet at det gjennom byggeperioden ville tilføres ca. 3 ganger normalt årsutslipp av Tot-P og et ½ årsutslipp ekstra av BOF (se NIVA-notat, 2014), se også **Tabell 1**. Sammenlignet med tidligere års utslippstall, tilsvarte fosfor-belastningen i byggefasen nivået slik det var rundt år 2000. Konstruksjonsmessige utfordringer på det nye renseanlegget har imidlertid medført at det også i 2015 og 2016 har vært redusert rensing.

En mindre del av avløpsvannet fra kommunen (ca. 115.000 m³ behandlet vann pr. år) går til renseanlegget i Narestø med mekanisk-kjemisk rensing. Renseanlegget ble tatt i bruk i 2000 og er dimensjonert for 3.250 pe. Utslippstall er gitt i **Tabell 1**.

Selv om de fleste utslippene er sanert i de indre byområdene, skjer det periodevis utslipp fra pumpestasjoner som går i overløp. Kommunen har beregnet et samlet utslipp fra overløpene på stasjoner ute på nettet til ca. 9000 pe for 2015. Dette er basert på overløpstid i stasjonene og registrerte overløpstider i utvalgte regnværsoverløp.

Tabell 1. Utslippstall for Saulekilen og Narestø renseanlegg fra 2010 til 2015 (fra www.norskeutslipp.no). BOF er pr. 5 døgn.

Saulekilen	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Nitrogen, totalt (tonn)	164	143	170	167	170	144
Fosfor, total (tonn)	2,1	1,8	1,6	1,8	3,0	6,5
Biokjemisk oksygenforbruk (BOF) (tonn)	475	417	353	386	385	303
Kjemisk oksygenforbruk (KOF) (tonn)	1109	882	763	842	821	708
Arsen (kg)	3,1	5,1	3,4	2,1	5,5	5,8
Bly (kg)	1,7	1,7	1,1	3,2	2,9	4,8
Kadmium (kg)	0,06	0,10	0,07			0,35
Kobber (kg)	12,5	40,9	20,7	20,5	38,7	45,2
Krom (kg)	6,4	11,0	4,6	6,4	7,6	12,2
Kvikksølv (kg)	0,03	0,04	0,31	0,03	0,05	0,16
Nikkel (kg)	7,1	11,3	9,0	9,0	13,7	10,1
Sink (kg)	65	104	112	90	214	288
Narestø	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Nitrogen, totalt (tonn)	4,5	3,6	4,2	3,2	3,9	4,6
Fosfor, total (tonn)	0,094	0,024	0,028	0,042	0,046	0,055
Biokjemisk oksygenforbruk (BOF) (tonn)						4,3
Kjemisk oksygenforbruk (KOF) (tonn)						0



Figur 2. Kart over Utnes/Ærøy-området med dagens plassering av utslippsledning. Hvite piler angir de dypeste passasjer for vanntransport (Moy mfl. 2002).

1.4 Områdebeskrivelse

Havneområdet og vestre del av Tromøysund

Tromøysund og Galtesund utgjør innseilingsledene til Arendal by fra henholdsvis nordøst og sørsørøst. Tromøysund er ca. 17 km langt og strekker seg fra Arendal by til nordøstpynten av Tromøy. Langs sundet er det flere bassenger med dyp på 30-50 m og mellomliggende terskler på omkring 20 m. Galtesund ligger mellom Tromøy og Hisøy. Galtesund har en terskel på omkring 25 meter omtrent midtveis i sundet. Innenfor terskelen er det et dypbasseng på 57 m ved Jomfruholmen og utenfor terskelen er det en dyprene på 50-60 m. I vest har sjøområdet ved Arendal by forbindelse til utløpet av Nidelva (via Hølen på innsiden av Hisøy).

Generelt er det god vannutskiftning i vannmassene i Tromøysund og Galtesund, men i dypbassengene er det stagnerende forhold og periodevis nedsatte oksygenkonsentrasjoner. Overflatestrømmen går i hovedsak fra øst til vest i Tromøysund og mot sør i Galtesund. Arendal havn tilføres ferskvann fra Nidelva over Hølen. Normalt passerer elvevannet ut Galtesund, men ved stor vannføring i Nidelva kan det gå en overflatestrøm østover i Tromøysund.

Før 1990 mottok Tromøysund avløpsvann i størrelsesorden 12-15.000 pe. Høsten 1990 ble utslippene sanert og overført til renseanlegget i Saulekilen. Det er imidlertid fortsatt noe utslipp fra overløp i området.

Utnesbassenget og Ærøydypet

Utnes/Ærøy-området består av det grunne Utnesbassenget med største dyp på 35 m mellom Utnes, Ærøya og Skjelbergholmene og dypbassenget Ærøydypet mellom Ærøya og Torungen (**Figur 2**). Utnesbassenget, som mottar ferskvann fra Nidelva, er omkranset av øyer og holmer og har et terskeldyp på ca. 24 m mot Ærøydypet rett sør av Ærøya. I figuren er de dypeste traséene for vanntransport illustrert med hvite piler. Vannutskiftningen i Utnesbassenget vil først og fremst skje via passasjen mellom Ærøya og Halvorsholmene.

Ærøybassenget (-dypet) med største dyp på ca. 160 m, er et stort basseng som i vest er avgrenset av Ærøya og Halvorsholmene, i nord av Galtiesund, Mærdø og Lille Torungen, i øst av Store Torungen med tilhørende holmer og skjær, og i syd av Spærholmene (ikke vist på kartutsnittet). Bassenget har relativt god forbindelse til kystvannet, men vannutvekslingen er begrenset av terskler. Mellom Mærdø og Lille Torungen er det to grunne passasjer med terskler på ca. 14 og 25m. Mellom Lille Torungen, Store Torungen og Spærholmene er det relativt dype passasjer (>50 m) ut mot kystvannet. Dypeste terskeldyp er 62 m.

Narestø

Tettstedet Narestø ligger i den østlige delen av Arendal kommune. Det er flere friområder/skjærgårdsparker i områdene rundt Narestø (Buøya, Skinnfellen), og sjøområdet blir mye brukt av både fritids-/yrkesfiskere og båtturister. Narestøfjorden er i realiteten en stor vik, ca. 500 meter bred og sørlig vendt. Området har ingen tydelige terskler som avgrenser vannmassene fra Tromøysund. Bunnen skråner jevnt ned til ca. 70 meters dyp i Tromøysund, og det er god forbindelse med ytre kyst. Det er ingen større elver som munner ut ved Narestø.

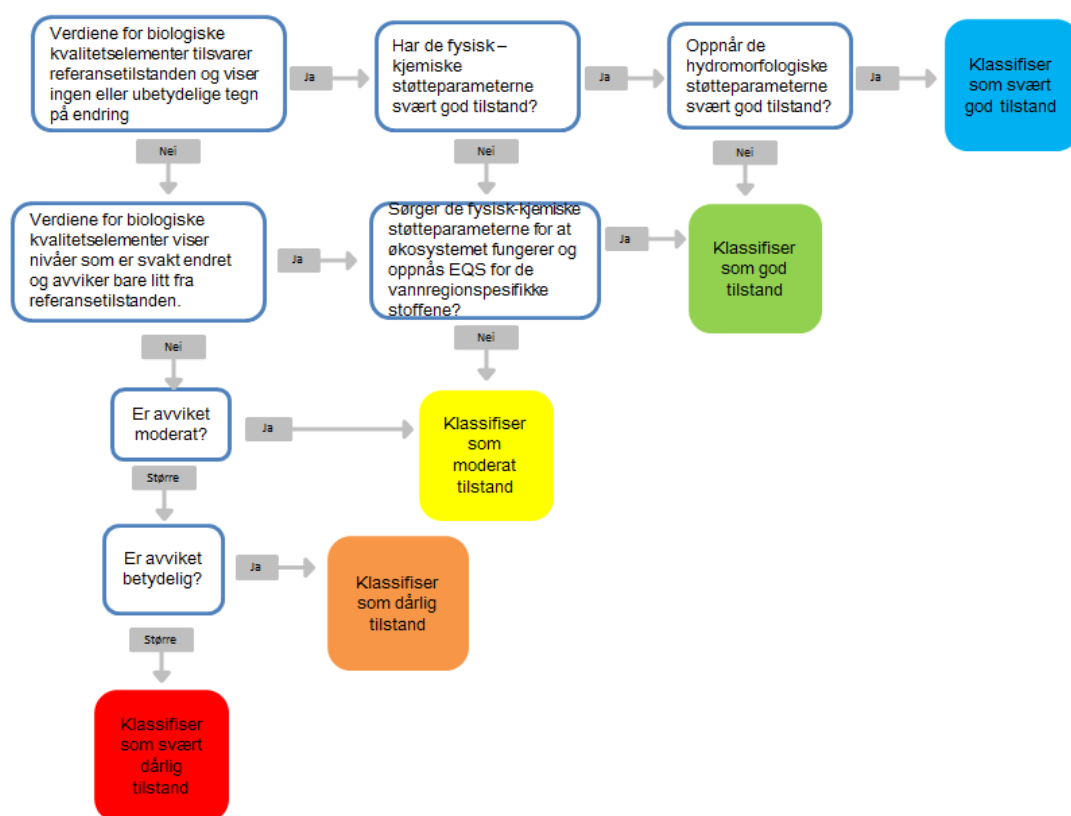
Renseanlegget i Narestø ble tatt i bruk i år 2000 og er dimensjonert for 3250 pe.

1.5 Vannforskriften og klassifisering av tilstand

Gjennom EUs vanddirektiv har Norge forpliktet seg til å forvalte alt vann i Norge på en helhetlig og økologisk måte. Vanddirektivet er gjennomført i norsk lovverk gjennom vannforskriften. Vanddirektivet har som generelt mål at alle vannforekomster minst skal opprettholde eller oppnå «god» tilstand i tråd med nærmere angitte kriterier for kjemisk og økologisk tilstand. Hovedformålet er å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig iverksette forebyggende eller forbedrende miljøtiltak for å sikre miljøtilstanden i ferskvann, grunnvann og kystvann. Det skal settes miljømål som skal være konkrete og målbare.

Vannforskriften legger føringer på hvordan overvåkingen skal gjennomføres, både når det gjelder utvelgelse av områder, valg av parametere, frekvens og klassifisering. Økologisk tilstand fastsettes på basis av tre biologiske kvalitetselementer; plankton i vannmassene, vannplanter (makroalger og ålegress) og bløtbunnsfauna. Disse har vekt på artsmangfold, naturlig forekomst og ømfintlighet for forurensninger. I tillegg må det ofte også måles fysisk/kjemiske støtteparametere (Veileder 02:2013 rev. 2015). Kjemisk tilstand karakteriseres for miljøgifter i vann, sedimenter eller organismer. EU har utarbeidet en liste over 45 stoffer, såkalte prioriterte stoffer, som skal overvåkes (EC, 2013). For disse blir det fastsatt grenseverdier eller såkalte miljøkvalitetsstandarder (EQS), som ikke skal overskrides. Systemet er ikke ferdig utviklet og per i dag benyttes flere foreløpige klassifiseringssystemer med basis i ulike veiledere. Flere av systemene har dessuten bare gyldighet for enkelte økoregioner i Norge.

Økologisk tilstand til en vannforekomst bestemmes etter flytdiagrammet som vist i **Figur 3**. For økologisk tilstand er det de biologiske kvalitetselementene som er avgjørende for tilstandsklassifiseringen. Dersom biologien indikerer «svært god» eller «god» tilstand kan fysisk-kjemiske og hydromorfologiske støtteparametere nedgradere tilstanden til «god» eller «moderat» tilstand. Dersom de biologiske kvalitetselementene indikerer «moderat», «dårlig» eller «svært dårlig» tilstand vil disse alene være styrende for klassifiseringen. Det dårligste biologiske kvalitetselementet avgjør den økologiske tilstanden («det verste styrer»-prinsippet).



Figur 3. Flytdiagram som viser prinsippet for klassifisering av økologisk tilstand i henhold til klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2013 rev. 2015).

Den foreliggende undersøkelsen gir ikke grunnlag for en fullstendig klassifisering av vannforekomster i henhold til Vannforskriftens krav. Dette hadde betinget tre års data fra vannsøylen. Det er foretatt klassifisering av planteplankton, bløtbunnsfauna, makroalger og støtteparametere, samt av miljøgifter. Klassifiseringen anses derfor som veiledende, men forvaltningen kan benytte den videre til å oppdatere klassifiseringen i Vann-nett.

1.6 Vannforekomster

Norske sjøområder inndelt i vannforekomster, som utgjøres av naturlig avgrensede sjøområder. En oversikt over vannforekomstene som ble undersøkt i den foreliggende undersøkelsen er gitt i **Tabell 2**. Her er det også gitt nåværende klassifisering, ut fra Vann-nett (pr. november 2016). Den foreliggende undersøkelsen vil gi informasjon som forvaltningen kan bruke til å oppdatere klassifiseringen i Vann-nett.

Tabell 2. Undersøkte vannforekomster (med ID) i den foreliggende undersøkelsen. Tilhørende vanntype er også vist (Vanntype S3 er beskyttet kyst/fjord, S2 Moderat eksponert kyst/fjord, S1 Åpen eksponert kyst.), samt klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand i Vann-nett.

Vannforekomst	Vannforekomst -ID	Vann-type	Økologisk tilstand	Kjemisk tilstand
Hasteinsundet	0120030201-1-C	S3	Antatt moderat	Oppnår god
Tromøysund - Arendal	0120030203-2-C	S3	Antatt dårlig	Oppnår ikke god

Nidelven-ytre	0120030500-1-C	S3	Antatt god	Oppnår god
Merdø - Hasseltangen	0120000034-C	S2	Antatt god	Udefinert
Arendal - Tromøy	0120000032-3-C	S1	Svært god	Oppnår god

1.7 Tidligere undersøkelser

I løpet av de siste tiårene er det gjort en rekke undersøkelser for å kunne vurdere hvorvidt utslippene av kommunalt avløpsvann har hatt noen effekter i resipienten. Undersøkelsene startet opp på 80-tallet etter at Utnesbassenget i 1978 ble etablert som utslippssted for kommunens hovedrenseanlegg. Overvåkingen omfattet hydrokjemiske målinger i vannmassene, organismsesamfunn på bløtbunn og hardbunn og innhold av miljøgifter i sedimentene. I 1989-90 ble det også gjennomført en større undersøkelse i Tromøysund for å beskrive forurensningssituasjonen med hensyn på utslipp av kommunalt avløpsvann, sigevann fra Heftingdalen søppelplass og industritilførsler fra Nitriden og Arendal Smelteverk A/S. En oversikt over disse undersøkelsene ble presentert i forrige overvåkingsrapport (Kroglund m.fl., 2012).

På slutten av 1980-tallet ble det påvist en gradvis negativ utvikling i bløtbunnsfaunaen nær det opprinnelige utslippsstedet av kommunalt avløpsvann på innsiden av Ærøya. Dette dannet blant annet grunnlaget for flytting av utslippssted til utsiden av Ærøya i 1989.

På 90-tallet ønsket Arendal kommune å fortsette overvåkingen av Utnes-området, men også å inkludere andre områder som var resipienter for kommunalt avløpsvann. I 1992-1994 ble det derfor utført en større undersøkelse av hydrografi, bløtbunnsfauna og hardbunnsorganismer i indre og ytre kystområder av kommunen. Stasjoner ved Utnes, havnebassenget, Tromøysund, Narestø og Kilsund inngikk i programmet. Under planleggingen av renseanlegget i Narestø ble det i 1996 også gjennomført en egen undersøkelse i dette området. Også disse undersøkelsene er nærmere angitt i Kroglund m.fl. (2012).

I 2001-2004 ble det gitt en oppdatert vurdering av miljøtilstanden i Arendal, basert på nye undersøkelser i Narestø (tre år etter igangsetting av renseanlegget), Kilsund, Tromøysund, Galtesund og Utnes/Ærøy. Undersøkelsen omfattet vannmasser (næringsalter), hardbunnsundersøkelser og bløtbunnsundersøkelser (Moy m.fl., 2002, Kroglund m.fl., 2004). Videre ble det gjennomført en undersøkelse i 2005-2007 som omfattet oppfølging av tilstanden i Narestø og Utnes/Ærøya med nye undersøkelser av bunnfauna og gruntvannssamfunn, sedimentprofilbilder (SPI) samt gruntvannsundersøkelser i havnebassenget og de deler av Tromøysund hvor det gikk mye kommunalt avløpsvann i overløp (Kroglund m.fl., 2008).

De overnevnte undersøkelsene har hatt til hensikt å vurdere tilstand i forhold til utslipp av kommunalt avløpsvann. Arendal har også andre miljømessige utfordringer i sine sjøområder og det er gjennomført en rekke miljøgiftundersøkelser i havneområdene og i Tromøysund, se Kroglund m.fl. (2012).

I tillegg til de lokale undersøkelsene har det hvert år siden 1990 blitt undersøkt fastsittende alger og dyr, bløtbunnsfauna og hydrografi på utsiden av Tromøya som et ledd i det statlige overvåkingsprogrammet ØKOKYST (tidligere Kystovervåkingsprogrammet) (Moy m.fl., 2016).

2. Vannmasser: hydrografi og næringsalter

Fysiske og kjemiske støtteparametere benyttes til å forklare eventuelle endringer i de biologiske kvalitetsenelementene, men gir også viktig informasjon i seg selv med hensyn til graden av organisk belastning og evt. oksygensvinn i bunnvannet. I klassifiseringen benyttes konsentrasjonen av næringsaltene fosfor og nitrogen, samt oksygen og siktdyp, ettersom det er disse som gir informasjon om miljøtilstanden. I tillegg måles temperatur og salinitet for å få informasjon om vanntype, temperaturutvikling og fordeling av vannmasser.

Planteplankton har ofte vært referert til som «havets gress». Det er encellede, frittvevende organismer som vokser hurtig når næringstilgang, lys, stabilitet i vannsøylen mm. 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 som omslutter seg med et kiselskall. Planteplankton responderer hurtig på endringer i vekstforholdene, og ved økte tilførsler av næringsalter, responderer algene ved å vokse hurtig hvis lys og andre nødvendig vekstbetingelser er til stede. Resultatet av en slik økning av næringsalter er det som ofte kalles eutrofiering. Under slike forhold får en gjerne masseoppblomstringer som kan påvirke artsmangfoldet. Foreløpig er klassifiseringen for planteplankton kun basert på klorofyll a ettersom slike målinger fanger opp økt algebiomasse.

Vannkvalitetsundersøkelsene i 2015 omfattet målinger og oppdatering av tilstandsbeskrivelse ved kommunens hoved-utslippssteder ved Utnes/Ærøya, Narestø samt Barbu. Forrige undersøkelse av vannmassene ved Utnes og Narestø ble utført høsten 2011, mens det ikke har vært utført vannkvalitetsundersøkelser i Barbu tidligere.

2.1 Metodikk

2.1.1 Feltinnsamling

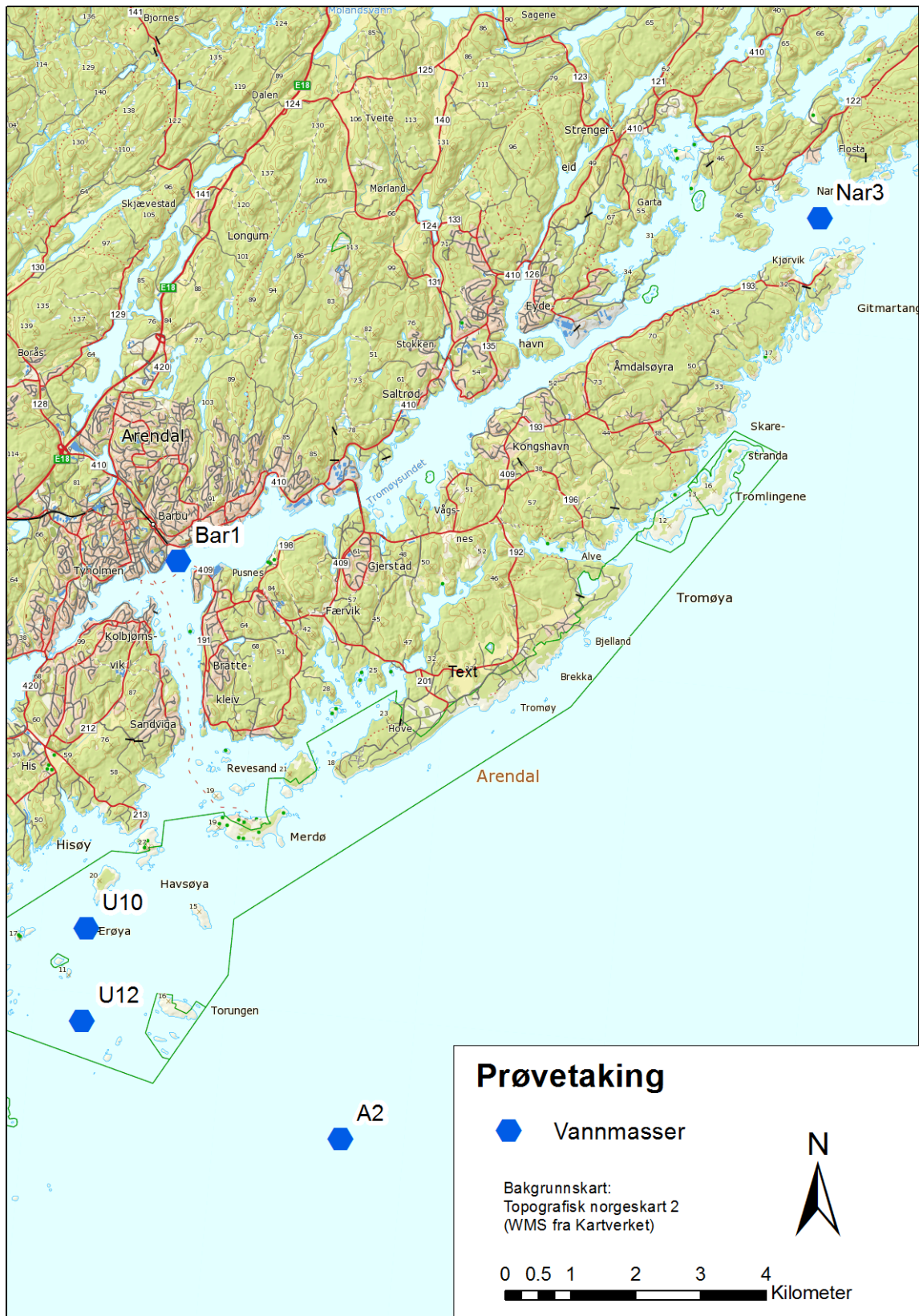
De hydrografiske og hydrokjemiske undersøkelsene ble gjennomført på fire stasjoner; to stasjoner ved Utnes/Ærøya, én ved Narestø og én ved Barbu (**Figur 4**).

Stasjonen ved Narestø ble valgt ut fra undersøkelsene i 2011 (Kroglund m.fl. 2012) da også et punkt lenger inn mot Narestø ble undersøkt. Ettersom vannkvaliteten på disse to lokalitetene viste seg å være sammenliknbar, fulgt vi opp punktet lengst ut i Tromøysund (Nar3) i denne undersøkelsen.

Stasjonen utenfor Barbu ble plassert så nær land som mulig, men der største dyp var minst 30 m for å kartlegge oksygenforholdene.

Utenfor Utnes ble stasjon U10 (over utslippsstedet) og U12 (midt over Ærøydypet) fulgt opp tilsvarende undersøkelsen i 2001 (Moy m.fl., 2002) og 2011 (Kroglund m.fl. 2012). I tillegg er målinger fra Kyststrømmen brukt som referanse for å vurdere den lokale belastningen i forhold til vannkvaliteten i kystvannet (markert med A2 i **Figur 4**). Målestasjonen i Kyststrømmen ligger 1 nm (nautisk mil) utenfor Torungen og overvåkes kontinuerlig under ØKOKYST - delprogram Skagerrak (i regi av Miljødirektoratet). Sammen med Ærøydypet er stasjonen i Kyststrømmen også en del av Havforskningsinstituttets faste overvåkningssnitt mellom Torungen og Hirtshals.

En oversikt over vanntype på de ulike vannmassestasjonene er gitt i **Tabell 3**.



Figur 4. Stasjonskart som viser hydrografi- og vannprøvestasjonene nær Narestø (Nar3), Barbu (Bar1), Utnes (U10), Erøydypet (U12) og referansestasjonen 1 nautisk mil sørøst for Torungen (A2), 2015.

Tabell 3. Vannforekomst og vanntype for de fem undersøkte vannmassestasjonene (hentet fra www.vann-nett.no, oktober 2016).

Stasjon	Vannforekomst	Vanntype
Nar3	0120030201-1-C Hasteinsundet	Beskyttet kyst/fjord
Bar1	0120030203-2-C Tromøysund - Arendal	Beskyttet kyst/fjord
U10	0120000034-C Merdø - Hasseltangen	Moderat eksponert kyst/fjord
U12	0120000034-C Merdø - Hasseltangen	Moderat eksponert kyst/fjord
A2	0120000032-3-C Arendal - Tromøy	Åpen eksponert kyst

2.1.2 Laboratorieanalyser

Innhenting av verdier for de fysiske parameterne temperatur (T), saltholdighet (S) og siktdyp samt opparbeiding av de kjemiske parameterne oksygen (O₂), total fosfor (Tot-P), fosfat (PO₄), total nitrogen (Tot-N), nitrat (NO₃+NO₂), ammonium (NH₄), silikat (SiO₃) og klorofyll-a ble gjennomført av Havforskningsinstituttet sommeren og høsten 2015.

Innsamling av næringssalter, klorofyll-a og siktdyp ble gjennomført annenhver uke i juni, juli og august i dypene 0, 5 og 10 m. Tidspunkt, parametere og frekvens ble valgt i henhold til Miljødirektoratet (tidligere SFT) sin klassifiseringsveileder for miljøkvalitet i fjorder og kystvann (SFT veileder 97:03), både mht. overflatevann om sommeren samt at man ønsket å følge opp tilstandsvurderingen fra 2011. SFT Veileder 97:03 er tilnærmet lik Veileder 02:2013 rev. 2015 for tilstandsvurdering basert på sommerkvaliteter i henhold til vannforskriften.

For å få innhentet informasjon om oksygenforholdene i de nærliggende bassengene (dypvannet), ble oksygenkonsentrasjon målt i de tre nederste standard-dypene (se **Tabell 4**) ved Narestø, Barbu og Utnes én gang hver måned fom. september tom. desember 2015 samt alle standarddyp i Ærøydypet (U12) med samme målefrekvens. Hydrografi ble målt med selvregistrerende sonder i forbindelse med alle prøvetakninger, enten ved hjelp av en Saiv CTD (<http://saivas.no>) fra lettbat eller en Seabird CTD (<http://seabird.com>) fra FF GM Dannevig. For bestemmelse av klorofyll-a ble det samlet inn vannprøver fra valgte standarddyp ned til maks. 50m, som i kystnære farvann vil dekke den produktive sonen. Stasjonsliste, prøvetaknings-tidspunkt, -parametere og -dyp er presentert i **Tabell 4**, og parameterne enheter er listet i

Tabell 5.

Vannprøvene ble samlet inn ved hjelp av vannhentere. Analysen av de uorganiske næringssaltene ble foretatt med auto-analysator i henhold til metoder beskrevet av Bendschneider og Robinson (1952) for nitrogen, og av Grasshoff (1965) for fosfat. Total nitrogen/fosfor ble analysert i henhold til metoder beskrevet av Valderrama (1981). Oksygen-analyse ble gjennomført i henhold til Winklers metode. Mengden klorofyll-a ble bestemt fluorometrisk basert på metoder beskrevet i Holm-Hansen m.fl. (1965).

Tabell 4. Liste over stasjoner ved Narestø, Barbu, Utnes/Ærøy og ref. stasjonen utenfor Torungen Fyr med posisjon, bunndyp, måletidspunkt (2015), måledyp og parametere. Måledyp i parentes betyr at måling er innhentet, men at den ikke har vært brukt i denne analysen.

Stasjon	Posisjon	Bunndyp (m)	Måletidspunkt (2015)	Måledyp (m)	Parametere
Nar3	58N30.94 08Ø56.20	56	4/6, 15/6, 7/7, 21/7, 13/8, 25/8	0, 5, 10	S, T, NO ₂ , NO ₃ , NH ₄ , PO ₄ , SiO ₃ , Tot- N, Tot-P, Klorofyll-a
			18/9, 1/10, 10/11, 10/12	20, 30, 50	O ₂
Bar1	58N27.63 08Ø46.62	33	4/6, 15/6, 7/7, 21/7, 13/8, 25/8	0, 5, 10	S, T, NO ₂ , NO ₃ , NH ₄ , PO ₄ , SiO ₃ , Tot- N, Tot-P, Klorofyll-a
			18/9, 1/10, 10/11, 10/12	10, 20, 30	O ₂
U10	58N24.54 08Ø45.71	38	4/6, 15/6, 2/7, 21/7, 11/8, 25/8	0, 5, 10	S, T, NO ₂ , NO ₃ , NH ₄ , PO ₄ , SiO ₃ , Tot- N, Tot-P, Klorofyll-a
			13/9, 1/10, 15/11, 7/12	10, 20, 30	O ₂
U12	58N23.77 08Ø45.78	159	4/6, 12/6, 2/7, 21/7, 11/8, 25/8	0, 5, 10, (20, 30, 50)	S, T, NO ₂ , NO ₃ , NH ₄ , PO ₄ , SiO ₃ , Tot- N, Tot-P, Klorofyll-a
			13/9, 3/10, 15/11, 7/12	(0, 5, 10, 20, 30, 50, 75), 100, 125, 140	O ₂
A2	58N23.00 08Ø50.00	105	5/6, 12/6, 2/7, 21/7, 11/8, 25/8	0, 5, 10, (20, 30, 50)	S, T, NO ₂ , NO ₃ , NH ₄ , PO ₄ , SiO ₃ , Tot- N, Tot-P, Klorofyll-a
			18/9, 1/10, 10/11, 10/12	(0, 5, 10, 20), 30, 50, 75	O ₂

Tabell 5. Liste over parametere med tilhørende betegnelse og enhet.

Parameter	Betegnelse	Enhet
Saltholdighet	S	
Temperatur	T	°C
Siktedyp		m
Nitrat	NO ₂ +NO ₃	µg N/l
Ammonium	NH ₄	µg N/l
Fosfat	PO ₄	µg P/l
Silikat	SiO ₃	µg S/l
Total nitrogen	Tot-N	µg N/l
Total fosfor	Tot-P	µg P/l
Klorofyll-a		µg/l
Oksygen	O ₂	ml/l

2.1.3 Klassifiseringsmetodikk

Resultatene av de hydrografiske og hydrokjemiske målingene er brukt til en tilstandsklassifisering i henhold til Miljødirektoratets klassifiseringssystem for økologisk miljøtilstand i kystvann ved bruk av sommerverdier (Veileder 02:2013 rev. 2015 og SFT veileder 97:03). Ved å basere seg på referansetilstander for måleparameterne tas det hensyn til naturlige miljøgradienter som skyldes naturlige klimatiske og

hydrografiske forhold. Grenseverdiene mellom tilstandsklassene «svært god», «god», «moderat», «dårlig» og «svært dårlig» settes spesifikt for ulike vanntyper og defineres som ulik grad av avvik fra svært god tilstand, eller referanseforhold der slike verdier foreligger. Denne undersøkelsen omfatter vanntypene *Beskyttet* (Nar3 og Bar1), *Moderat eksponert* (U10 og U12) og *Åpen eksponert* (A2) kyst (hhv. vanntype 3, 2 og 1) for økoregion *Skagerrak*. Vanntypene 2 og 3 har samme klassegrense for planteplankton, mens vanntype 1 har noe høyere klassegrenser (tillater høyere verdier).

For di det kan være naturlig store mellomårsvariasjoner av planteplanktonoppblomstringer, anbefales det å vurdere data fra vekstsesongen (februar-oktober for Sør-Norge) for minst tre år (anbefalt er seks år). Her er klassifiseringen kun gjort på bakgrunn av innsamlinger over tre sommermåneder. Den må derfor betraktes som foreløpig ettersom måleperioden er kortere enn anbefalt. Likevel kan denne klassifiseringen betraktes som veiledende. Klassifisering av planteplankton gjøres normalt etter verdien for 90-persentilen for hele innsamlingsperioden, dvs. gjennom hele vekstsesongen i tre til seks år. For planteplankton er det utviklet flere sett av grenseverdier *Åpen eksponert*, *Moderat eksponert* og *Beskyttet* vanntype, og de er basert på ulike referanseverdier. Disse grenseverdiene avviker også noe fra de som tidligere var definert som gjeldende i SFT Veileder 97:03. Ettersom vår klassifisering er foreløpig samt at vi også ønsker å se den i sammenheng med tidligere tilstandsvurderinger (bl.a. 2011), vurderer vi her tilstanden i henhold til grenseverdiene gitt i SFT Veileder 97:03. Vi har derfor brukt median-verdier basert på prøvene av klorofyll-a som ble tatt på 0, 5 og 10m annenhver uke i juni, juli og august 2015. Grenseverdiene for klorofyll-a både fra SFT Veileder 97:03 og Veileder 02:2013 er gitt i **Tabell 6**.

For fysiske og kjemiske støtteparametere benyttes konsentrasjonen av næringssaltene fosfor og nitrogen, samt oksygen og siktdyp. For disse er klassifiseringssystemet omtrent det samme som det som ble brukt ved undersøkelsene i 2011 (SFT Veileder 97:03) ettersom det nye klassifiseringssystemet kun inneholder noen få endrete klassegrenser. Saltholdighetsmålinger brukes for valg av klassifiseringstabell samt fastsettelse av vanntype. For alle stasjonene som er undersøkt i 2015 så er saltholdigheten over 18 og reviderte tabeller for klassifisering av tilstand for næringssalter og siktdyp i overflatelaget samt oksygen i dypvannet er basert på SFT Veileder (97:03). Klassifiseringen her omfatter bare sommersesongen, med prøvetakning foretatt to ganger per måned i dypene 0, 5 og 10 m, i følge anbefalingene i Veileder 02:2013. Medianverdier er benyttet for fastsettelse av tilstand i forhold til klassegrensene.

Oksygenmålinger i dypvannet skal ifølge veilederen foretas månedlig i den perioden man forventer lavest konsentrasjoner. I terskelfjorder langs Skagerrak-kysten opptrer minimum oksygenkonsentrasjoner i perioden september-april. Klassifiseringen her baserer seg på månedlig prøvetakning fom. september tom. desember 2015 i de tre nederste standard-dypene. For fastsettelse av tilstand er minimum oksygenkonsentrasjon brukt.

Fra Havforskningsinstituttet sitt faste overvåkningsprogram har vi supplert med målinger av alle parametere fra Ærøydypet (U12) og fra referansestasjonen 1 nautisk mil utenfor Tøringen (A2).

Tabell 6. Klassegrenser for klorofyll-a ($\mu\text{g/l}$) både basert på SFT Veileder 97:03 (krav om saltholdighet over 20) og for Veileder 02:2013 (gjelder da både vanntypene (2) *Moderat eksponert* og (3) *Beskyttet* og (1) *Åpen eksponert* innen økoregion *Skagerrak*).

Veileder	Ref. tilstand	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Veileder 02:2013 (vanntype 2 og 3)	2.0	< 3	3 - 6	6 - 9	9 - 18	≥ 18
Veileder 02:2013 (vanntype 1)	2.3	< 3.5	3.5 - 7	7 - 11	11 - 20	≥ 20
SFT 97:03		< 2	2 - 3.5	3.5 - 7	7 - 20	≥ 20

2.2 Resultater og diskusjon

2.2.1 Generelle betraktninger av økologisk tilstand

Naturlige variasjoner i klima (temperatur, nedbør, strømmer, vind) innen og mellom år vil påvirke både biologiske, fysiske og kjemiske forhold på vannlokaliteten/stasjonen. Det er derfor avgjørende at prøvetakingen fanger opp denne variasjonen, og målinger over for korte tidsperioder kan være misvisende. For kvalitetselementene er det derfor regler for hvor ofte prøver skal tas og hva slags data som skal legges til grunn for klassifiseringen, og dette avhenger igjen av parameterens responstid. For planteplankton anbefales det å legge data fra minst tre år, tatt månedlig i vekstsesongen, til grunn for klassifiseringen (Veileder 02:2013 rev. 2015). I denne undersøkelsen har prøvetakingsperioden gått over én sommer, to ganger månedlig, fra juni til august 2015, men i tillegg kan klassifiseringen også sammenholdes med den forrige tilstandsvurderingen i 2011 hvor det ble utført tilsvarende måleserier. Sommeren 2015 var relativt normal for Arendalsområdet når det gjelder lufttemperatur, nedbør og vind. Basert på værdata fra Torungen Fyr av Meteorologisk institutt så lå lufttemperaturen helt jevnt med 1961-90-normalen, mens nedbørmengden kun lå litt over normalen. Dette gir oss et utgangspunkt i at måleseriene fra 2015 er ganske representative og ikke spesielt preget av unormale klimatiske forhold, som f.eks. uvanlig høy avrenning fra Nidelva eller uvanlig lite eller mye vind.

For mange av stasjonene i denne undersøkelsen er det målt høyest verdier av næringsalter i enkelt-dyp eller på enkelt-tidspunkt (**Vedlegg A** **Error! Reference source not found.**). Vi har konsekvent brukt målingene fra 0, 5 og 10 m for alle stasjoner og for alle tidspunkt. For at ikke enkeltverdier, som naturlig kan variere stort, skal påvirke klassifiseringen for mye, så baserer vi klassifiseringen på median-verdien og ikke middelverdien.

2.2.2 Narestø

Ved Narestø kan vannkvaliteten vurderes til «svært god» for kvalitetselementet planteplankton samt for alle fysisk/kjemiske parametere med unntak av total fosfor som angir «god» tilstand (**Tabell 7**). Ettersom de totale fosfor-verdiene er enda høyere ved referansestasjonen i Kyststrømmen utenfor Torungen Fyr (A2), så skyldes antakelig ikke avviket fra «svært god» tilstand lokale forhold. Samtlige resultater er gitt i **Vedlegg A**.

2.2.3 Barbu

Ved Barbu kan vannkvaliteten vurderes til «svært god» for kvalitetselementet planteplankton. Når det gjelder de fysisk/kjemiske parametere, så vurderes disse til «svært god» tilstand med unntak av total fosfor, nitrat og siktdyp (**Tabell 7**). Verdiene for total fosfor gir «god» tilstand, tilsvarende som ved Narestø (Nar3) og referansestasjonen utenfor Torungen Fyr (A2). Nitrat-verdiene er de høyeste i undersøkelsen og viser «god» tilstand. Siktdypet derimot er målt til så lave verdier at de kommer i kategorien «moderat» tilstand, men ettersom siktdyp-målingene har en usikkerhet (nærmeste meter) som er større enn differansen til tilstandsklassen «god» («god» tilstand når siktdyp er minst 6m, mens målt siktdyp ble 5.5m, mao. differanse på 0.5m), så vurderes den fysisk/kjemiske vannkvaliteten ved Barbu til å være «god». Samtlige målinger er gitt i **Vedlegg A**.

2.2.4 Utnes og Ærøydypet

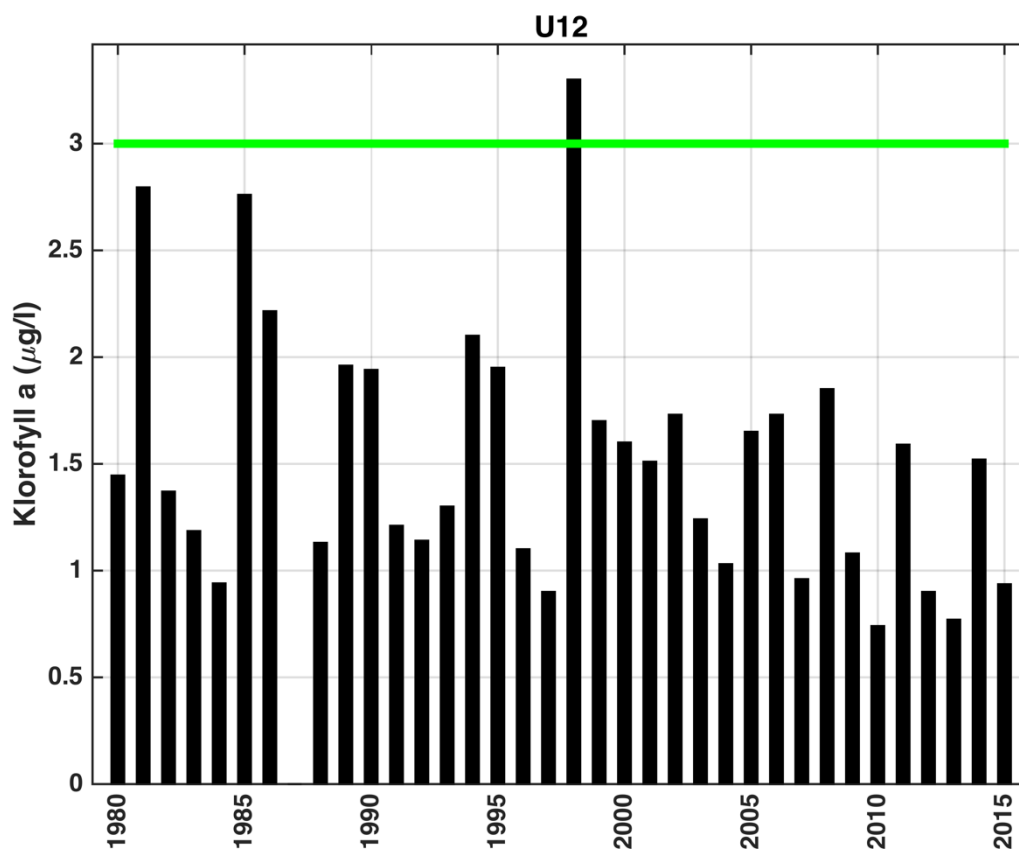
Ved Utnes (U10) og over Ærøydypet (U12) kan vannkvaliteten vurderes til «svært god» for kvalitetselementet planteplankton med klorofyll-a-verdier godt under referansetilstanden på 2,0 µg/l. De fysisk/kjemiske parametere i overflatelaget tilsier også «svært god» tilstand med unntak av total fosfor ved stasjon U12 som har verdier på grensen til «god» tilstand (**Tabell 7**). Som for de andre stasjonene så skyldes dette ikke lokale forhold ettersom det er kystvannet i Kyststrømmen utenfor Torungen Fyr som har de høyeste verdiene. Samtlige målinger er gitt i **Vedlegg A**.

Sammenlikning av tilstanden i overflatelaget ved Utnes/Ærøydypet med tilstanden utenfor (A2) viser kun mindre forskjeller, og der er ingen dramatisk forverring av vannkvaliteten rundt utslippspunktet for

avløpsvann. Historisk sett så har overflatelaget om sommeren hatt «svært god» tilstand i forhold til kvalitetselementet planteplankton helt siden 1980, kun med sommeren 1998 som et unntak (**Figur 5**).

Tabell 7. Klassifiseringsverdier og tilstandsklasser for planteplankton (klorofyll-a) og fysisk/kjemiske parametere (næringsalter i overflatelaget, siktdyp samt minimumsverdi av oksygen i dypvannet) for målestasjonene ved Narestø (Nar3), Barbu (Bar1), Utnes (U10), Ærøydypet (U12) og referansestasjonen 1nm utenfor Torungen (A2). Klassifiseringen av næringsstoffer i overflatelaget og siktdyp er basert på medianverdier fra seks prøvetakninger sommerstid (juni-august) fra 0, 5 og 10m dyp. Tilstandsvurderingen ut fra klorofyll-a refererer til økoregion Skagerrak og vanntypene «moderat eksponert» og «beskyttet». Grunnlaget for klassifiseringen av dypvannet er minimumsverdi av oksygen fra månedlige prøvetakninger høsten 2015 (september-desember) fra de tre nederste standard-dypene. Tilstandsklasse I (blå farge) betegner «svært god» vannkvalitet, klasse II (grønn farge) angir «god» kvalitet, mens tilstand III (gul farge) angir «moderat» vannkvalitet.

Kvalitetselement	Parameter	Nar3	Bar1	U10	U12	A2
Planteplankton	Klorofyll-a	0,9	1,1	1,2	0,9	1,0
Fysisk/kjemiske	Total fosfor	12,5	12,4	11,3	11,5	13,3
	Fosfat	2,9	3,4	2,4	3,2	3,7
	Total nitrogen	204	240	244	223	205
	Nitrat	5,2	13,8	5,8	6,1	5,9
	Ammonium	7,2	16,3	9,3	15,1	11,0
	Siktdyp	8,5	5,5	8,5	8,5	8,5
	Oksygen	4,8	4,6	5,0	4,2	4,9

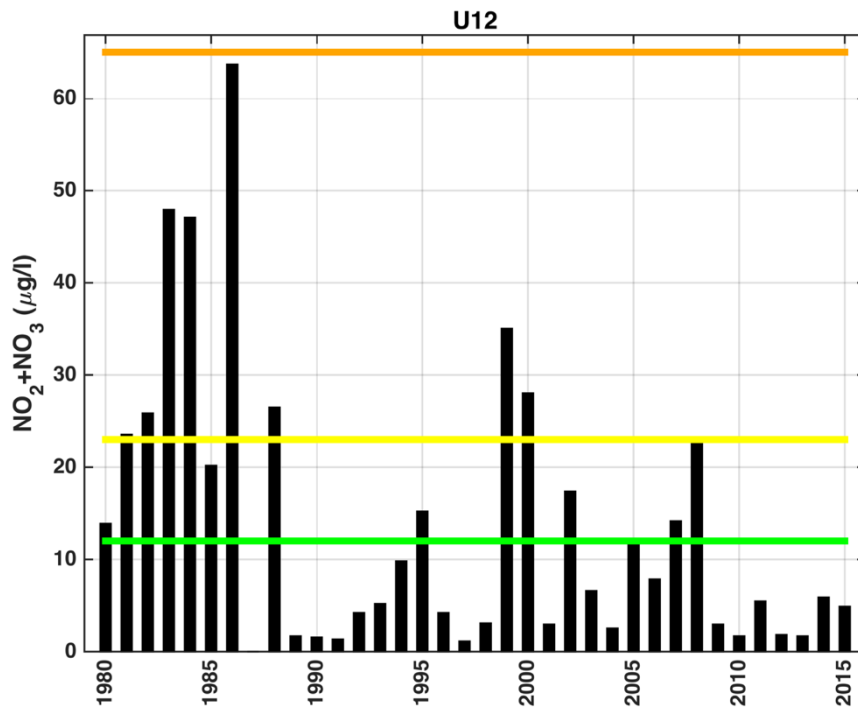


Figur 5. Tidsutviklingen til klassifisert konsentrasjon av klorofyll-a ($\mu\text{g/l}$) for overflatelaget (0, 5 og 10m) over Ærøydypet (stasjon U12) for somrene 1980-2015. I følge klassifiserings-veilederen angir grønn linje skillet mellom «svært god» (under 3.0 ml/l) og «god» vannkvalitet.

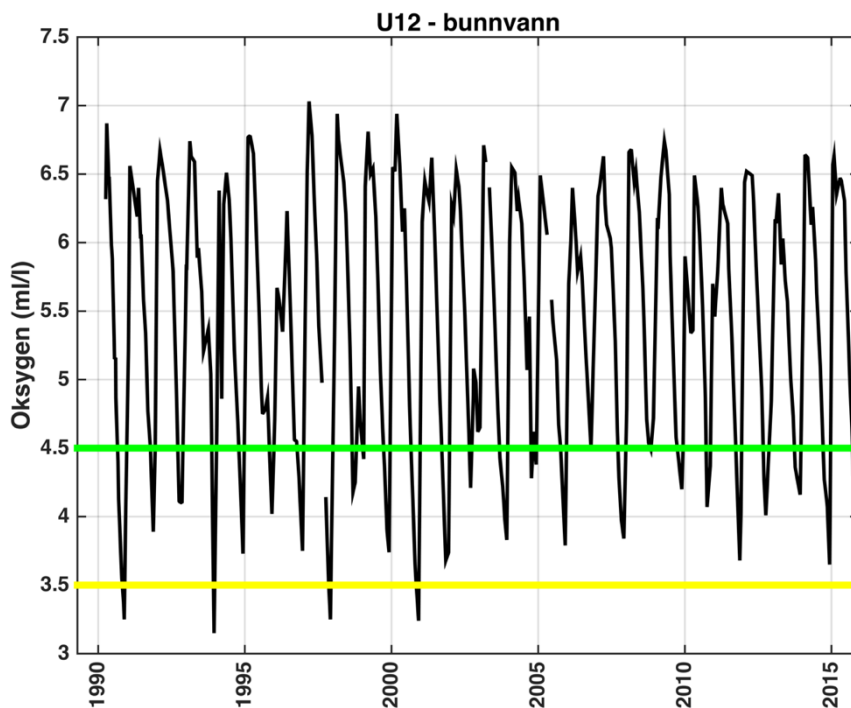
Stasjonen ved selve utslippsstedet av avløpsvann (U10) viser minimumsverdier for oksygeninnhold som tilsier «svært god» tilstand. Stasjonen ved Ærøydypet (U12) ble gjennom høsten 2015 målt til å ha 4,2 ml/l i minimumsverdi for oksygen (7. desember), og dette tilsier «god» tilstand. Ærøydypet er opp mot 160 m dypt og er adskilt mot Norskerenna og resten av Skagerrak ned en terskel på rundt 60 m. Bassengvannet i Ærøydypet under terskelnivå skiftes ut med nær regelmessige mellomrom, som oftest om høsten eller vinteren og gjerne i forbindelse med kraftige stormer og tilhørende stor omrøring. Utskiftning av bunnvannet i Ærøydypet høsten/vinteren 2015/16 skjedde mellom 13/1 og 5/2 2016. Oksygennivået på 140m dyp gikk da opp fra sesongens laveste registrerte verdi på 3,1 ml/l («moderat» tilstand) til 5,8 ml/l («svært god» tilstand).

Ettersom Ærøydypet er et dypbasseng, kan man potensielt ha naturlig lave oksygen-konsentrasjoner. For slike bassengområder som er omringet av en grunnere terskel vil man fra naturens side ha lavere utskiftningsrater. Den lokale produksjonen (organisk karbon) samt tilførsel av organisk materiale vil dermed ha stor betydning for oksygenforholdene i bassengvannet. En regulær vannutskifting avhenger av at tettheten til vannet utenfor bassenget og over terskel-nivå blir høyere enn tettheten i selve bassengvannet. Størrelsen på vannutskiftningen er igjen avhengig av varigheten av tilstrekkelig tungt vann i terskelnivå. Oksygenminimum som oppnås er med andre ord helt avhengig av periodisiteten til de fysiske forholdene som gir bunnvannsutskifting samt de lokale og tilførte produksjonsforholdene.

I følge Buhl-Mortensen mfl. (2006) har midlere oksygenforbruk i Ærøydypet etter 1980 vært omtrent 0,46 ml/l per måned og det midlere oksygenminimum for samme periode har vært omkring 3,5 ml/l. Forbruket av oksygen i et så åpent basseng som Ærøydypet er i stor grad knyttet til langtransporterte næringsalter og organisk materiale, og reduksjonen i nitrat-konsentrasjonene fra slutten av 1980-tallet (**Figur 6**) har gitt mindre belastning på oksygenforholdene. For å sette oksygen-målingene i 2015 i et historisk perspektiv, er alle målinger på 140m dyp siden 1990 fremstilt grafisk i **Figur 7**. Utskiftningen av bunnvann er regulær og skjer omtrent hver høst eller vinter. Minimumsverdiene for oksygeninnhold har holdt seg over 3,5 ml/l etter 2001, men en konsentrasjon på 3,1 ml/l ble altså observert i januar 2016 (ikke vist). Det er ikke noe grunnlag til å si at oksygenforbruket i Ærøydypet har endret seg det siste tiåret.



Figur 6. Tidsutviklingen til klassifisert nitrat-konsentrasjon ($\mu\text{gN/l}$) for overflatelaget (0, 5 og 10 m) over Årøydypet (stasjon U12) for somrene 1980 til 2015. I følge klassifiserings-veilederen angir grønn linje skillet mellom «svært god» (under $12 \mu\text{gN/l}$) og «god» vannkvalitet, mens gul linje angir grensen mellom «god» (under $23 \mu\text{gN/l}$) og «moderat» vannkvalitet.



Figur 7. Tidsutviklingen til oksygen-innholdet (ml/l) i nederste måle-dyp i Årøydypet (stasjon U12, 140m) fra 1990 til 2015. I følge klassifiserings-veilederen angir grønn linje skillet mellom «svært god» (over $4,5 \text{ ml/l}$) og «god» vannkvalitet, mens gul linje angir grensen mellom «god» og «moderat» (under $3,5 \text{ ml/l}$) vannkvalitet.

2.2.5 Sammenlikning med tidligere undersøkelser

Både målestasjonene ved Utnes/Ærøydypet (U10 og U12) og ved Narestø (Nar3) ble tilstandsvurdert med hensyn til vannkvalitet både i 2001 og i 2011, mens Barbu ikke har vært tilstandsvurdert tidligere.

Overflatevannets kvalitet ved Narestø ble klassifisert som «svært god» både i 2001 (Kroglund m.fl. 2004) og i 2011 (Kroglund m.fl. 2012), mens en noe høy Tot-P-konsentrasjon gjør at det samme området klassifiseres med «god» vannkvalitet i 2015. Klassifiseringen i 2001 var kun basert på vannprøver i 0-2m dyp, og nærings salt-konsentrasjonene lå jevnt over noe lavere i 2001 enn i 2011. Både tallverdiene for Tot-N, NO₂+NO₃ og NH₄ var noe lavere for sommeren 2015 enn i 2011, mens Tot-P og PO₄ viste høyere verdier. Utslippstallene for Saulekilen renseanlegg viste mer enn en tredobling av fosfor-utslipp i 2015 i forhold til årene 2010-2013 som følge av ombyggingen av anlegget, og også utslippet fra Narestø var høyt (**Tabell 1**). Selv om fosfor-målingene viste høye verdier også i vannprøvene nær anleggenes utslippspunkter, så viser målingene utenfor kysten (stasjon A2 1 nautisk mil utenfor Torungen Fyr) tilsvarende forhøyete verdier. Det er derfor all grunn til å tro at høye Tot-P-verdier nær Narestø (og Utnes/Ærøya) først og fremst henger sammen med fosfor-nivået regionalt og ikke lokalt, til tross for at Saulekilen renseanlegg hadde rundt tre ganger normalt årsutslipp i forkant av måleperioden. Sommerverdiene for klorofyll-a lå på samme nivå i 2011 som i 2001, mens de i 2015 var enda lavere. Alle årene lå klorofyll-a-konsentrasjonen innenfor klassifiseringsgrensen til «svært god» tilstand. Oksygen-forholdene ved Narestø ble høsten 2001 klassifisert som «svært god» til «god». I august 2011 var også oksygenforholdene innenfor klassifiseringsgrensen for «svært god» tilstand, selv om det da er en mulighet for at tidspunktet for oksygenminimum ikke var nådd ved siste prøvetaking 24/8-2011. Man konkluderte med stor sikkerhet at det ikke var noe dårligere oksygenforhold i 2011 enn i 2001, og det samme gjelder for høsten 2015.

Vannkvalitetsundersøkelsene fra 2015 viser at tilstanden ved Utnes har endret seg lite sammenliknet med 2001 og 2011. Overflatevannet sommeren 2011 og 2015 antyder «god kvalitet», men tilstanden ville blitt vurdert til «svært god» om det ikke hadde vært for de høye Tot-P-konsentrasjonene. Som nevnt fant man også høye Tot-P-verdier utenfor Torungen (A2) i 2015, og det er derfor lite sannsynlig at de høye konsentrasjonene er forårsaket av lokale utslipp. Ved Utnes/Ærøydypet oppnådde man «moderat» tilstand i dypvannet i 2011 og «god» tilstand i 2015. Årsaken til at man ikke oppnår «svært god» tilstand kan med høy sannsynlighet tilskrives naturlige forhold som at Ærøydypet er et terskelbasseng med stagnerende vannmasser samt terrestrisk påvirkning gjennom avrenning fra Nidelva. Oksygenkonsentrasjonene nær bunnen i Ærøydypet overvåkes årlig og tilstanden er hvert år nede i enten «god» eller «moderat» før vannet skiftes ut.

2.3 Oppsummering

Den økologiske tilstanden i kystvannet for tre lokaliteter i Arendal kommune har blitt vurdert ut fra overflatemålinger av klorofyll-a og fysisk/kjemiske støtteparametere samt oksygenmålinger nær bunnen.

Planteplankton responderer hurtig på endringer i vekstforholdene, og økte nærings salttilførsler (eutrofiering) kan føre til en økning av algebiomassen. Parameteren for biomasse, klorofyll-a, er derfor målt utenfor Narestø, Barbu og ved Utnes/Ærøydypet. For alle lokalitetene er verdiene godt innenfor «svært god» vannkvalitet. Selv om det vurderte datasettet egentlig er for kort til å kunne angi en fullverdig tilstandsvurdering, så vurderes de undersøkte lokalitetene til å ha «svært god» vannkvalitet med hensyn til kvalitets-elementet planteplankton basert på målingene av klorofyll a både i 2015 og tidligere år.

For de fysisk/kjemiske parametere så gjør en generelt høy Total fosfor-konsentrasjon at alle lokalitetene får «god» tilstand, med unntak av prøvetakingspunktet ved utslippet fra Utnes som for alle parametere viser «svært god» tilstand.

Vannkvalitetsundersøkelsene viser også at tilstanden ved Utnes og Narestø har endret seg lite de siste 10-15 årene. Ved Utnes/Ærøydypet oppnådde man «god» kvalitet i overflatevannet sommeren 2011, og «moderat» tilstand i dypvannet. Årsaken til at man ikke oppnår «svært god» tilstand kan med høy sannsynlighet tilskrives forhold som ikke er lokale (terskelbasseng, avrenning Nidelva). Vannkvaliteten ved Narestø ble målt til å være «svært god» i 2011 og var meget nær til å oppnå den samme karakteriseringen i 2015.

3. Bløtbunn

Bløtbunnsfauna er virvelløse dyr større enn 1 mm som lever i leire-, mudder eller sandbunn. Bløtbunn finnes i alle dypere sjøområder og på steder med lokal beskyttelse mot strøm og bølgepåvirkning. Bløtbunnsartene er relativt stasjonære, slik at artssammensetningen i stor grad gjenspeiler miljøforholdene på en lokalitet. Overvåking av bløtbunnsamfunn er derfor en viktig metode for å dokumentere miljøtilstanden, og bløtbunn benyttes rutinemessig til overvåking av miljøtilstand i marine miljøer. Bløtbunnsfauna er et av kvalitetselementene i Vanddirektivet.

Bløtbunnsfauna påvirkes av flere typer miljøbelastning. Når det gjelder utslipp av kommunalt avløpsvann, vil bløtbunnsamfunnene kunne bli utsatt for organisk anrikning og redusert innhold av oksygen i sedimentene. Dette kan medføre at ømfintlige arter blir borte og at forurensningstolerante arter dominerer, og at man får redusert biologisk mangfold. Som støtteparametere for faunaen benyttes sedimentets kornstørrelse og innhold av organisk karbon og nitrogen. Disse er viktige for tolkning av faunadataene, samtidig som de kan gi informasjon om graden av organiske tilførsler og opphavet til det organiske materialet.

Den foreliggende undersøkelsen gir status og utvikling gjennom tid for bløtbunnsamfunnene ved de to resipientene i 2015.

3.1 Metodikk

3.1.1 Feltinnsamling

Fire stasjoner inngikk i resipientundersøkelsen for Arendal kommune i 2015/2016 (**Tabell 8**):

- U5 Utnes, 32 m dyp ved tidligere utslippspunkt (prøvetatt i 2001, 2005 og 2011)
- U10 Ærøy, 39 m dyp, ved nåværende utslippspunkt (prøvetatt i 2001, 2005 og 2011)
- U12 Ærøydypet, 160 m dyp (prøvetatt i 2001, 2005 og 2011)
- E14 Narestø, 56 m dyp (prøvetatt i 2003 og 2011)

Feltarbeidet fant sted 27. mai 2015 med fartøyet «FF Trygve Braarud» tilhørende UiO (stasjonene U5 og E14) og 14. juni 2015 med fartøyet «GM Dannevig» tilhørende Havforskningsinstituttet (stasjonene U10 og U12). Beskrivelse av stasjonene er gitt i **Tabell 9**.

Det ble tatt fire prøver for faunaanalyse med en 0,1 m² modifisert van Veen-grabb på hver stasjon. Videre ble det tatt en prøve til støtteparametrene kornstørrelse (0-5 cm) og TOC og TN (0-1 cm) fra en egen grabbprøve eller fra en kjerneprøvetaker. På stasjon U10 ble det også tatt prøver til miljøgifter.

Prøvetaking og behandling ble utført i henhold til NS-EN ISO 16665:2013 og NS-EN ISO 5667-19:2004. For å bestemme fargen på sedimentets overflatelag, ble det brukt Munsells fargekart for jord og sedimenter. Volum ble bestemt vha. målepinne tilhørende grabben.

Stasjonens posisjon og dyp er vist i **Tabell 1** og tilhørende kart **Figur 8**. Beskrivelser av grabb- og kjerneprøvene er gitt i **Tabell 2**. En oversikt over vanntypene til bløtbunnsstasjonene er gitt i **Tabell 10**.

Tabell 8. Posisjoner og dyp for bløtbunnsprøvetakingen utenfor Arendal, 2015 (posisjon i WGS84).

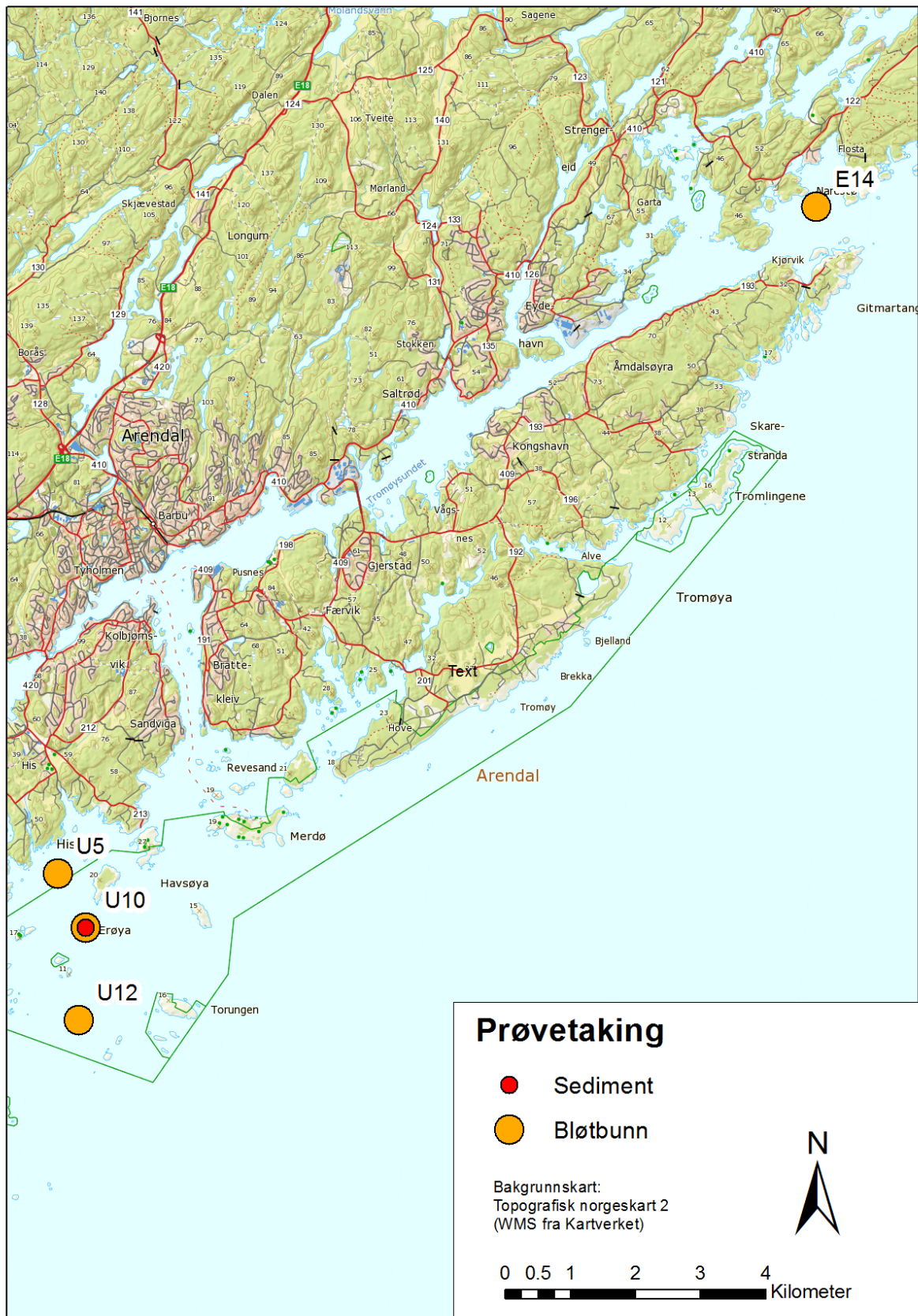
Område	Stasjon	Nord	Øst	Dyp (m)
Narestø	E14	58°31,03 N	8°56,13 E	56
Utnes	U5	58°24,96 N	8°45,17 E	32
Ærøy	U10	58°24,54 N	8°45,69 E	39
Ærøydypet	U12	58°23,77 N	8°45,71 E	160

Tabell 9. Sedimentbeskrivelse for bløtbunnsprøvene i Arendal, 2015.

Stasjon	Sedimentbeskrivelse
E14	Smekkkulle grabber (21 liter). Løs, lettspylt leire. Brunfarget overflate, litt mørkere og fastere under, men ingen vesentlig lagdeling. Munsell 2.5Y 3/3. Mye dyr; sjømus, slangestjerne, børstemark (<i>Pectinaria</i> , <i>Scalibregmatidae</i>).
U5	14-19 liter sediment i hver grabb. Gråbrunt, siltig sediment. Munsell 2.5 Y 4/2. Svak H ₂ S-lukt i en av prøvene (replikat III), her også mørkegrå farge nederst og organisk materiale med terrestisk opphav (blad, flis). Mye dyr; frittlevende og rørbyggende børstemark, sjømus, små muslinger. Også tomme børstemarkrør.
U10	Halvfulle grabber (10 liter). Sandig, ca. 1 cm brunfarget topplag, lettspylt prøve. Mer grå nedover i sediment. Munsell 2.5Y 3/2. Svak H ₂ S-lukt i en av prøvene (replikat IV). Mye mark, med og uten rør og en del sjømus
U12	Fuller grabber (20 liter). Løs, lettspylt leire. Lys brunfarget topplag, mer grå leie nedover i sedimentet. Munsell 2.5Y 3/2. Noe svartere sediment i bunn med svak H ₂ S-lukt i en av prøvene (replikat III). Mye dyr, rørbyggende mark og sjømus.

Tabell 10. Vannforekomst og vanntype for de fire undersøkte bløtbunnsstasjonene (hentet fra www.vann-nett.no, oktober 2016).

Stasjonsnr	Vannforekomst	Vanntype
E14	0120030201-1-C Hasteinsundet	Beskyttet kyst/fjord
U5	0120030500-1-C Nidelven-ytre	Beskyttet kyst/fjord
U10	0120000034-C Merdø - Hasseltangen	Moderat eksponert kyst/fjord
U12	0120000034-C Merdø - Hasseltangen	Moderat eksponert kyst/fjord



Figur 8. Kart over bløtbunnsstasjonene i Arendalsområdet, 2015. På stasjon U10 ble det også tatt prøver til miljøgifter i sediment.

3.1.2 Laboratorieanalyser

Sikteresten fra grabbprøvene ble grovsortert i hovedgrupper ved NIVAs biologilaboratorium, og overført til 80 % sprit. All sortert fauna ble artsbestemt til lavest mulig taksonomiske nivå, og alle individer av hver art talt.

Sortering og artsidentifisering ble utført i henhold til NS-EN ISO 16665:2013.

3.1.3 Klassifiseringsmetodikk

På grunnlag av artslister og individtall ble følgende indekser for bunnfauna beregnet:

- artsmangfold ved indeksene H' (Shannons diversitetsindeks) og ES₁₀₀ (Hurlberts diversitetsindeks)
- ømfintlighet ved indeksene ISI₂₀₁₂ (Indicator Species Index, versjon 2012) og NSI (Norwegian Sensitivity Index)
- den sammensatte indeksen NQI1 (Norwegian Quality Index, versjon 1), som kombinerer både artsmangfold og ømfintlighet
- DI, som er en ny indeks for individtetthet, utviklet spesielt for tilfeller med svært individfattig fauna (for eksempel ved svært høye miljøgiftkonsentrasjoner eller lite oksygen) eller svært individrik fauna (for eksempel ved stor grad av organisk beriking)

Indeksene ble beregnet for hver grabbprøve, og ut fra dette er det beregnet gjennomsnittsverdier for hver stasjon. Basert på kumulerte grabbdata ble det også beregnet stasjonsvise verdier («samfengt»). De absolutte indeksverdiene (både gjennomsnitt og samfengte stasjonsverdier) ble regnet om til normaliserte EQR-verdier (nEQR) etter formelen:

$$\text{Normalisert EQR} = (\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) / (\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) * 0,2 + \text{Klassens normEQR basisverdi}$$

Det ble så beregnet gjennomsnittet av indeksenes nEQR-verdier på stasjonen. Tilstandsklassen ble bestemt etter vannforskriftens system og klassegrenser gitt i Veileder 02:2013 rev. 2015, se **Tabell 11**. Dersom grabb- og stasjonsverdiene gir ulike tilstandsklasser, skal faglig skjønn avgjøre hvilken som skal gjelde.

Tabell 11. Klassegrenser for bløtbunnsindekser, inkl. normalisert EQR (nEQR) fra Veileder 02:2013 rev. 2015.

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært God (I)	God (II)	Moderat (III)	Dårlig (IV)	Svært Dårlig (V)
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES ₁₀₀	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI ₂₀₁₂	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI	Individtetthet	0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05
nEQR		0,8-1	0,6-0,8	0,4-0,6	0,2-0,4	0-0,2

DI er som nevnt en ny indeks, og erfaring med bruk av indeksen så langt viser at den i noen tilfeller gir avvikende resultat sammenlignet med de andre indeksene for bløtbunnsfauna i klassifiseringen. Inntil videre anbefaler derfor Miljødirektoratet at DI-indeksen tas ut av beregningen av samlet tilstand for stasjonen (nEQR for grabb og stasjon) inntil ny veileder er på plass. Det er presisert at DI-indeksen skal beregnes på grabbverdi, og at dette resultatet synliggjøres sammen de andre indeksene. Vi følger denne

anbefalingen i dette prosjektet, og presenterer DI på lik linje med de andre indeksene, men tar den altså ikke med i beregningen av nEQR.

Støtteparametere

Sedimentets kornstørrelse gir informasjon om hvor grovt- eller finkornet sedimentet er, hvilket har stor betydning for faunaens artssammensetning, og som kan brukes ved tolkning av resultatene. Sedimentets finfraksjon (% < 63 µm) er her beregnet, og ble bestemt ved våtsikting.

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

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

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

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

Klassegrensene for normalisert TOC er gitt i **Tabell 12**, fra SFT Veileder 97:03, gjengitt i Veileder 02:2013-rev. 2015. Klassifiseringen inngår ikke i fastsettelsen av økologisk tilstand.

Tabell 12. Klassegrenser for normalisert organisk karbon (TOC) fra Veileder 97:03 (Molvær mfl. 2007). Inngår ikke i klassifiseringen av økologisk tilstand.

Parameter		Tilstandsklasser				
		Svært God (I)	God (II)	Moderat (III)	Dårlig (IV)	Svært Dårlig (V)
TOC	Organisk karbon (mg/g)	0-20	20-27	27-34	34-41	41-200

Også totalt nitrogen (TN) i sedimentprøvene ble analysert, etter samme metodikk som TOC. Forholdet mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) er bestemt for å få informasjon om kilden til det organiske materialet, fordi ulike typer detritus har ulikt innhold av nitrogen. Lave C/N-verdier (6-8) indikerer at det organiske materialet har opprinnelse fra planteplankton, mens det i sedimenter som tilføres plantemateriale fra land, vil være høyere enn 10

3.2 Resultater og diskusjon

Indekser med tilhørende klassifisering, antall arter og antall individ for denne og foregående undersøkelser (fom. 2001) er presentert i **Tabell 13**. Det er valgt å presentere de grabbvise gjennomsnittsverdiene, slik det også ble gjort i forrige rapport. Her nevnes at nEQR basert på de stasjonsvise dataene (kumulerte grabbdata) ble identisk med nEQR basert på gjennomsnittsdataene. Stasjonsvise EQR-verdier er på denne bakgrunn presentert kun i vedlegg (0). En oversikt over de mest dominerende artene pr. stasjon er gitt i **Tabell 14**. Støtteparametrene kornstørrelse, organisk karbon (TOC) og nitrogen (TN) er gitt i **Tabell 15**.

3.2.1 Narestø

Stasjon E14 på 56 m dyp ved Narestø (vannforekomst 0120030201-1-C Hasteinsundet) oppnådde «god» tilstand (**Tabell 13**), hvilket er i tråd med de foregående undersøkelsene. Stasjonen viste normale verdier for antall arter og antall individ. Samtlige indekser viste samme tilstand. Både antall arter og antall individ var lavere enn i 2011, men mer på nivå med 2003. Faunaen var dominert av små snegl, slangestjerner og små muslinger (**Tabell 14**). Sedimentet hadde en finfraksjon på 69%. Både innholdet av organisk karbon og nitrogen var relativt høyt, og mengden normalisert, organisk karbon tilsvarte «svært dårlig» tilstand

(**Tabell 15**). Dette er imidlertid på nivå med tidligere år, og det synes ikke å være noe direkte sammenheng mellom mengden næring i sedimentet og bunnfaunaens status. Her er det viktig å påpeke at mengden organisk karbon kun er en støtteparameter for faunaen, og at klassifiseringen av TOC ikke har noen innvirkning på den endelige klassifiseringen. Det må også bemerkes at klassifiseringssystemet for organisk karbon generelt ikke anses å være godt egnet for indre fjordområder på Sørlandskysten, som ofte har et naturlig høyt innhold av organisk materiale. C/N-forholdet var rundt 10, hvilket kan indikere at det er noe innslag av terrestrisk materiale.

3.2.2 Utnes og Ærøydypet

Stasjon U5 på 32 m dyp i Utnesbassenget (vannforekomst 0120030500-1-C Nidelven-ytre) oppnådde kun «moderat» tilstand i 2015 (**Tabell 13**). Antall arter var noe lavt og det lavest målte gjennom undersøkelsesperioden, men likevel innenfor det som anses som normalt. Antall individ var derimot svært høyt, og det høyest målte. Den høye individtettheten gjenspeiles særlig i indeksen DI, som viste «svært dårlig» tilstand. Likedan klassifisering har også vært tilfelle tidligere år, men verdien har ikke vært like høy som i 2015. Her påpekes igjen at DI ikke inngår i den endelige klassifiseringen, men i dette tilfellet anses den å gi nyttig informasjon om at individtettheten er sterkt forhøyet. De øvrige indeksene viste «moderat» tilstand, med unntak av NSI som viste «dårlig» tilstand. Faunaen var dominert av små børstemark og muslinger, og viste innslag av sterkt forurensningstolerante arter som eksempelvis børstemarkene *Capitella capitata* og *Ophryotrocha* sp. (**Tabell 14**). *C. capitata* er svært opportunistisk og en universell indikator på stor grad av organisk belastning. Denne arten ble derimot ikke registrert på denne stasjonen i 2011. Sedimentet hadde en finfraksjon på 48%, og var ikke spesielt finkornet. Innholdet av organisk karbon (TOC) og nitrogen (TN) var også høyt, og det høyest målte gjennom perioden (**Tabell 15**). Mengden normalisert organisk karbon tilsvarte i 2015 «svært dårlig» tilstand. Som nevnt over er ikke dette nødvendigvis noen god indikator på forurensningsbelastningen, men de høye verdiene som her ble observert tilsier utvilsomt at sedimentene er sterkt organisk beriket. Forholdet mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) indikerer at det muligens kan være noe innslag også av terrestrisk, organisk materiale, hvilket er i tråd med at det ble observert noen blader og flis i sedimentet i den ene prøven (**Tabell 9**). Det er også verdt å merke seg at det i samme prøve var svak lukt av H₂S. Stasjonen er plassert på det dypeste punktet i bassenget, hvor organisk materiale vil akkumulere.

Stasjon U10 på 39 m dyp ved utslippspunktet ved Utnes (vannforekomst 0120000034-C Merdø – Hasseltangen) oppnådde «svært god» tilstand, som tidligere år (**Tabell 13**). Både antallet arter og antallet individ regnes som høyt, og antall individ var det høyest målte gjennom undersøkelsesperioden. Det høye individtallet gjenspeiles i indeksen DI, som viste «svært dårlig» tilstand. Som nevnt over, er ikke denne indeksen med i beregningen av nEQR. Indeksene som inngår i denne beregningen, viste alle «god» eller «svært god» tilstand. Faunaen var dominert av børstemark, krepsdyr, pigghuder og hesteskomark (**Tabell 14**), og ingen av de mest dominerende artene er spesielt forurensningstolerante. Både mengden organisk karbon og nitrogen var lavt, og innholdet av normalisert organisk karbon tilsvarte for første gang «svært god» tilstand (**Tabell 15**). Riktignok ble det registrert svak H₂S-lukt i en av prøvene (**Tabell 9**), men akkumulering av organisk materiale utgjør åpenbart ikke noe problem. Sedimentet var grovkornet, som indikerer godt med strøm på lokaliteten, og dermed god spredning av organisk materiale. Fordi mengden nitrogen var under deteksjonsgrensen, kunne ikke C/N-forholdet beregnes på denne stasjonen, men antas å ha vært høyt.

Tabell 13. Økologisk tilstand for det biologiske kvalitetselementet bløtbunnsfauna for stasjonene ved Utnes, Ærøy og Narestø i 2015 og i tidligere undersøkelser (gjennomsnittsverdier pr. 0,1 m²). Indekser med tilhørende nEQR-verdi er beregnet for grabbvis data (uten DI). Fargene angir økologisk tilstandsklasse etter Veileder 02:201 rev. 2015. Antall arter (S) og individ (N) er også vist.

St.	År	S	N	NQI1	H'	ES ₁₀₀	ISI ₂₀₁₂	NSI	DI	Gj-snitt EQR
E14	2015	35	151	0,77	4,37	30,39	7,98	24,06	0,11	0,73
E14	2011	48	254	0,79	4,64	32,56	8,31	24,18	0,34	0,76
E14	2003	36	103	0,75	4,44	34,69	8,40	23,82	0,08	0,75
U10	2015	88	847	0,84	4,67	34,82	9,43	27,69	0,86	0,82
U10	2011	79	645	0,80	4,94	34,70	9,42	25,50	0,74	0,80**
U10	2005	73	390	0,83	4,98	39,29	9,61	26,36	0,52	0,83
U10	2001	67	371	0,80	4,88	37,08	9,75	24,81	0,51	0,81
U12	2015	41	329	0,71	3,85	24,07	8,21	21,23	0,46	0,68
U12	2011	35	330	0,65	3,14	20,18	7,87	21,19	0,45	0,63
U12	2005	29	215	0,63*	3,17	20,00	7,78	20,85	0,28	0,62
U12	2001	27	135	0,69	3,51	22,10	7,93	22,18	0,17	0,66
U5	2015	30	1526	0,53	1,96	10,54	7,32	12,22	1,44	0,43
U5	2011	46	1503	0,64	3,15	16,95	8,22	20,11	1,06	0,62
U5	2005	47	1143	0,67	3,32	18,46	8,36	19,72	0,97	0,63
U5	2001	36	2401	0,62	2,61	12,43	7,70	18,04	1,31	0,55

* På grensen mellom «god» og «moderat»

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

Tabell 14. Oversikt over de ti mest dominerende artene på bløtbunnsstasjonene ved Utnes, Ærøy og Narestø i 2015 (gjennomsnittlig antall pr. 0,1 m²). Faunagruppe er gitt i parentes, hvor B=Børstemark, G=Gastropode (snegl), H=Hesteskomark, K=Krepsdyr, M=Musling, P=Pigghud, S=Slimorm.

	E14	U5	
<i>Hyala nitrea</i> (G)	27,5	<i>Kurtiella bidentata</i> (M)	540,0
<i>Amphiura filiformis</i> (S)	25,0	<i>Mediomastus fragilis</i> (B)	391,0
<i>Abra nitida</i> (M)	8,5	<i>Capitella capitata</i> (B)	309,3
<i>Myrtea spinifera</i> (M)	7,5	<i>Ophryotrocha</i> sp. (B)	167,0
Gastropoda indet (G)	7,3	<i>Thyasira flexuosa</i> (M)	30,8
<i>Ennucula tenuis</i> (M)	7,0	<i>Corbula gibba</i> (M)	21,3
<i>Echinocardium flavescens</i> (P)	6,8	<i>Nucula</i> sp. (M)	19,0
<i>Diplocirrus glaucus</i> (B)	6,5	Nemertea indet. (S)	16,8
<i>Thyasira</i> sp. (M)	6,3	<i>Pholoe baltica</i> (B)	13,0
<i>Amphiura chiajei</i> (P)	6,3	<i>Exogone naidina</i> (B)	9,0
	U10	U12	
<i>Ampharete octocirrata</i> (B)	162,3	<i>Thyasira</i> sp. (M)	98,3
<i>Sosane sulcata</i> (B)	149,3	<i>Abra nitida</i> (M)	29,5
Tanaiacea indet (K)	77,0	<i>Heteromastus filiformis</i> (B)	27,0
Irregularia juvenil (P)	70,7	<i>Paramphinoe jeffreysii</i> (B)	24,3
<i>Amphiura</i> sp. (P)	27,5	<i>Ennucula tenuis</i> (M)	22,8
Ophiuroidea juvenil (P)	23,3	<i>Chaetozone setosa</i> (B)	18,3
<i>Ampharete</i> sp. (B)	23,3	<i>Melinna cristata</i> (B)	13,0
Phoronida indet. (H)	22,3	<i>Ceratocephale loveni</i> (B)	10,0
Nemertea indet. (S)	17,3	<i>Galatbonenia oculata</i> (B)	9,3
<i>Streblosoma intestinale</i> (B)	16,8	<i>Tellimya tenella</i> (M)	8,5

Stasjon U12 på 160 m dyp i Ærøydypet (vannforekomst 0120000034-C Merdø – Hasseltangen) viste «god» tilstand, identisk med foregående undersøkelser. Stasjonen hadde normalt artsantall og normalt til svakt forhøyet individtall. Alle indeksene som inngår i nEQR ga samme resultat. Indeksen DI viste kun «moderat» tilstand, og gjenspeiler at individtallet var noe høyt. Faunaen var dominert av små muslinger og børstemark. Det var relativt stort innslag av arter som er typiske for organisk beriking, slik som børstemarkene *Heteromastus filiformis*, *Paramphinome jeffreysii* og *Chaetozone setosa*, og disse trekker tilstanden ned. Samtidig var det innslag av mer sårbare arter som den rørbyggende børstemarken *Melinna cristata*, Lyresjømus (*Brisopsis lyrifera*) og amfipoder, slik at tilstanden ikke ble verre enn «god». Sedimentet var svært finkornet, hvilket gjenspeiler at stasjonen ligger i dypålen. Mengden normalisert organisk karbon ga «moderat» tilstand (**Tabell 15**). Stasjonen hadde det høyeste C/N-forholdet av de undersøkte stasjonene, og altså størst innslag av organisk materiale med terrestrisk opphav. Dette henger sammen med stasjonens plassering i dypålen, hvor organisk materiale akkumulerer. Det er også verdt å merke at det var svak H₂S-lukt i en av prøvene, og at tilførselen av organisk materiale derfor er i overkant i forhold til tilgjengelig O₂.

Tabell 15. Innhold av finstoff (%<63 µm), innhold av organisk karbon (TOC), normalisert TOC, nitrogen (TN), C/N-forhold (forholdet mellom karbon og nitrogen) i overflatesediment på de prøvetatte stasjoner ved Utnes, Ærøy og Narestø i 2015 og i tidligere undersøkelser. Innholdet av normalisert organisk karbon er klassifisert ihht. SFT Veileder 97:03.

	År	Dyp	Korn %< 63 µm	TOC (mg/g)	TN (mg/g)	C/N	Norm. TOC
E14	2015	56	69	37,5	3,6	10,4	43,1
	2011	56	56*	39,0	1,5	26,0	46,9*
	2003	56	92	40,7	5,2	7,8	42,1
	1994	56	97	38,6	5,1	7,6	39,1
U5	2015	32	48	49,0	4,4	11,1	58,4
	2011	33	53	30,0	1,5	20,0	38,5
	2005	33	46	27,2	1,3	20,9	37,0
	2001	30	67	38,4	4,5	8,5	44,4
	1994	30	62	24,4	2,5	9,8	31,2
U10	2015	39	8	2,9	< 0,1	-	19,5
	2011	40	15	5,0	0,5	10,0	20,2
	2005	38-39	8	3,5	<1,0	>3,5	20,0
	2001	38	11	5,3	<1,0	>5,3	21,3
	1994	38	10	4,8	<1,0	>4,8	20,9
U12	2015	160	91	29,6	2,2	13,5	31,2
	2011	161	46*	32,0	1,5	21,3	41,7*
	2005	160	98	27,2	1,7	16,0	27,6
	2001	159	97	29,1	4,1	7,1	29,3
	1994	164	99	26,2	3,3	7,9	26,4

* Analyseresultatet er ikke pålitelig, og tilstanden klassifiseres derfor ikke.

C/N-forholdet viste en økning i 2011 i forhold til tidligere målinger på de fleste stasjonene. Det ble da spekulert i om dette kunne skyldes økte tilførsler av partikulært materiale gjennom økt ferskvannsavrenning. I 2015 var C/N-forholdet gått tilbake (det kunne ikke beregnes på stasjon U10 i 2015 fordi mengden nitrogen var under deteksjonsgrensen), og det er altså ikke indikasjoner på noen vedvarende økende trend.

3.3 Oppsummering

På tre av de fire undersøkte stasjonene (stasjon E15 ved Narestø og stasjonene U10 og U12 ved Utnes/Ærøy) var tilstanden uendret siden forrige undersøkelse, og viste «god» eller «svært god» tilstand. Dette er i hht. Vanddirektivets krav om minst «god» tilstand.

Det har vært økte utslipp i forbindelse med ombygging av Saulekilen renseanlegg, tilsvarende utslippsnivået slik det var i 2000. Utslippsstedet var det samme både under og etter ombygging. I byggeperioden fra august 2014 har rensegraden vært redusert i varierende grad. Til tross for dette tilsvarte mengden organisk karbon «svært god» tilstand. Også bunnfaunaen viste «svært god» tilstand. Dette viser at utslippspunktet er godt egnet og at utslippet fortynnes betydelig i resipienten. Det var heller ingen tegn på negativ utvikling på stasjon U12 i dypålen, hvor organisk materiale vil forventes å akkumulere.

På den fjerde stasjonen, Utnesbassenget (stasjon U5), ble det derimot observert en negativ utvikling, både mht. innholdet av organisk materiale og mht. bunnfauna. Tilstanden var her kun «moderat». Det fant sted en positiv utvikling i tilstanden etter 2001, men denne utviklingen har nå blitt reversert. Samtlige indekser var til og med dårligere enn i 2001 og individtallet det høyest målte. Ettersom utslippet nå er flyttet lengre ut fant det ikke sted målinger i vannsøylen på denne stasjonen, slik at det blir vanskelig å relatere tilstanden direkte til forhold i vannmassene. Det ble observert innslag av terrestrisk materiale i sedimentet, hvilket indikerer at kilden til det organiske materialet ikke utelukkende kan være relatert til utslippet fra renseanlegget. Utnesbassenget mottar ferskvann fra Nidelva, og en stor vannføring vil både kunne øke mengden organisk materiale med terrestrisk opphav og redusere vannutskiftningen i dypet gjennom en økt stratifisering av vannmassene. Vannføringen i 2014 var det høyest målte siden år 2000 (beregnet ut fra Beldring et al., 2003), hvilket støtter opp under en slik forklaring. Samtidig må det også bemerkes at det som nevnt over har vært redusert rensegrad fra august 2014, og at dette muligens kan ha spilt inn. Spesielt viste utslippet av totalt fosfor en betydelig økning siden forrige undersøkelse, se **Tabell 1**. Generelt er det nitrogen som regnes som det begrensende næringsaltet for planteplankton i marint miljø, men også fosfor er av betydning. Organisk belastning er alltid en kombinasjon av organisk materiale produsert i vannsøylen (planteplankton), akkumulering av tang og tare og tilført (terrestrisk) i fjord og kystområdene. Nært utløp av elver vil bidraget fra elven være stort. I år med stor vannføring vil også hastigheten av overflatevannet føre til lavere pelagisk produksjon nært elven og større produksjon lengre fra, noe som vil påvirke sedimentasjonstrykket. Det er altså mulig at en kombinasjon av den økte elveavrenningen og det økte utslippet av fosfor har medført at eutrofibelastningen har økt i Utnesbassenget. I alle fall viser resultatene at området er sårbart og har lav kapasitet når det gjelder organisk belastning og næringsalter, og at det var riktig å flytte utslippet fra denne lokaliteten.

Basert på bløtbunnsklassifiseringen fikk altså vannforekomst 0120030201-1-C Hasteinsundet «god» økologisk tilstand og vannforekomst 0120000034-C Merdø – Hasseltangen «god» eller «svært god» tilstand. Derimot var tilstanden i vannforekomst 0120030500-1-C Nidelven-ytre kun «moderat», og altså under Vanddirektivets krav til minst «god» tilstand.

4. Miljøgifter i sediment

Miljøgifter er stoffer som er miljøfremmede og giftige for organismer. De fleste tilføres naturen fra menneskelig virksomhet. Ofte har de lang varighet i miljøet (persistente) og tendens til å oppkonsentreres i organismer gjennom næringskjedene. Det finnes en rekke ulike miljøgifter, men de fleste hører inn under hovedgruppene metaller og organiske miljøgifter (for eksempel PAH og PCB). Ved resipientundersøkelser er det vanlig å analysere for et bredt utvalg av stoffer for å vurdere generell tilstand og spore eventuelle menneskeskapt påvirkninger. I vanddirektivet inngår undersøkelser av miljøgifter både for klassifisering av kjemisk tilstand og som støtteparameter for klassifisering av økologisk tilstand.

Kjemisk tilstand fastsettes på grunnlag av en liste over 45 stoffer som er utarbeidet av EU, såkalt prioriterte stoffer (EC, 2013). Målingene gjennomføres for vann, sedimenter eller organismer. For de prioriterte stoffene blir det fastsatt grenseverdier, såkalte miljøkvalitetsstandarder (EQS), som ikke skal overskrides. Dette systemet er under utvikling. For stoffer hvor EU har gitt EQS-verdier, benyttes disse som gyldige norske grenseverdier. For stoffer hvor det ikke foreligger verdier fra EU, blir grenseverdier utledet etter tilsvarende prinsipper som EU benytter. Det foreligger ikke EQS-verdier for miljøgifter i sedimenter fra EU. Norske grenseverdier er nylig revidert (Miljødirektoratet, 2016) og implementert i vannforskriften (<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446>).

Sammen med fastsetting av EQS-verdier for sedimenter er det utviklet et system for klassifisering av miljøgifter i sedimenter med fem tilstandsklasser. Systemet spenner fra klasse I som angir bakgrunnsverdi uten punktkilder, til klasse V som markerer omfattende toksisk effekt. I dette systemet vil EQS-verdier tilsvare grenseverdien mellom klasse II god, som innebærer ingen forventede effekter på organismer, og klasse III som innebærer fare for kroniske effekter. Klassifiseringen er utarbeidet for en rekke aktuelle miljøgifter i Norge. Systemet er under revisjon i forbindelse med fastsetting av nye EQS-verdier (Miljødirektoratet, 2016). Foreløpig betraktes klassifiseringen fra 2007 som gjeldende (Bakke m.fl. 2007).

Miljøgifter som ikke er prioritert av EU, men som inngår i den norske klassifiseringen, betegnes som vannregionspesifikke stoffer og benyttes som støttevariable til fastsetting av økologisk tilstand. I den foreliggende undersøkelsen inngår både prioriterte stoffer og vannregionspesifikke stoffer.

I denne undersøkelsen er det analysert for et standard utvalg av miljøgifter som omfatter metaller, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og polyklorerte bifenyl (PCB). Mange av stoffene kan tilføres gjennom avløpsvann og ha opprinnelse fra husholdninger, industri og avrenning fra veier. PAH-forbindelser er knyttet til oljeprodukter og forbrenning, mens PCB ofte er industrirelatert.

4.1 Metodikk

Prøver av overflatesediment (0-2 cm) for miljøgiftanalyser ble tatt 14. juni 2015 i Ærøydypet på ca. 40 m dyp (Stasjon U10, **Figur 8**). Sedimentprøvene ble tatt med Gemini kjerneprøvetaker. Prøvetakingsdypet er omtrent i samme dyp som utslippet (ca. 40 m) og svært nær dette. Resultatene fra den analyserte sedimentprøven skulle således kunne avklare i hvilken grad det har vært en tilførsel av miljøgifter til sedimentene i området nær det kommunale utslippet.

Miljøgiftsprøvene ble nedfrost etter prøvetaking og oversendt NIVAs laboratorium i Oslo. Deretter ble de sendt til NIVAs underleverandør Eurofins for analyse. Referanser til metodikken er angitt i **Vedlegg C**.

4.2 Resultater og diskusjon

Resultatene fra analysene ses i **Tabell 16** for EUs prioriterte miljøgifter og i **Tabell 17** for vannregionspesifikke stoffer, dvs. stoffer som kan ha en miljøeffekt, men som ikke er blant EUs

prioriterte forbindelser. I tabellene er analyseresultatene sammenlignet med EQS (AA-EQS) som er å anse som grenseverdi for kroniske effekter ved langtidseksponering, som samsvarer med øvre grense for klasse II i Miljødirektoratets rapport M608. Analyserapporten er gitt i **Vedlegg C**.

Analyseresultatene vise at alle komponenter opptrer i konsentrasjoner som ligger i klasse I eller II og dermed ligger under gjeldende EQS-verdier. Tilstanden i sedimentet kan derfor som helhet karakteriseres som «god»/«oppnår miljømålet» både for EUs prioriterte miljøgifter og for de analyserte vannregionspesifikke stoffene (se **Tabell 16** og **Tabell 17**). Det følger av dette at eventuelle tilførsler av miljøgifter til sedimentene de senere årene har vært svært liten.

Tabell 16. Kjemisk tilstand for EUs prioriterte miljøgifter i sediment (dybdeintervall i sedimentet 0-2 cm) fra stasjon U10 Ærøydypet. Stoffe som overskrider EQS-verdien (dvs. tilstandsklasse III eller høyere), angis med rød celle (NB: ingen verdier falt inn under denne kategori). Stoffe som ikke overskrider EQS-verdien angis med blå celle. «Det verste styrer»-prinsippet ligger til grunn for den totale tilstandsvurderingen. EQS-verdier og grenseverdier brukt i klassifiseringen er tatt fra Miljødirektoratets rapport M608.

Parameter	Enhet	AA-EQS	Konsentrasjon	Klasse
Bly	mg/kg t.s.	150	7,5	I
Kadmium		2,5	0,037	I
Kvikksølv		0,52	0,021	I
Nikkel		42	5,1	I
Antracen		0,0046	<0,010	?*
Benzo[a]pyren		0,183	0,024	II
Benzo[b]fluoranten		0,140	0,036	I
Benzo[g,h,i]perylene		0,084	0,020	II
Benzo[k]fluoranten		0,135	0,013	I
Fluoranten		0,400	0,043	II
Indeno[1,2,3-cd]pyren		0,063	0,020	I
Naftalen		0,027	0,010	II
Totalresultat sediment				God

* Tilstandsklasse kan ikke fastslås

Tabell 17. Klassifisering av tilstand i sediment (dybdeintervall i sedimentet 0-2 cm) fra stasjon U10 Ærøygapet for vannregionspesifikke stoffer. «Det verste styrer»-prinsippet ligger til grunn for tilstandsvurderingen. Stoffer som overskrider EQS-verdien (dvs. tilstandsklasse III eller høyere) angis med sort celle med hvit skrift (NB: ingen verdier falt inn under denne kategori). Stoffer som ikke overskrider EQS-verdien (dvs. tilstandsklasse I eller II) er angitt med sort skrift i hvit celle (NB: alle verdier falt inn under denne kategori). Grenseverdier brukt i klassifiseringen er tatt fra Miljødirektoratets rapport M-608 med unntak av PAH16 der grenseverdiene i TA-2229 er benyttet.

Parameter	Enhet	AA-EQS	Konsentrasjon	Klasse
Arsen	mg/kg t.s.	18	2,8	I
Kobber		84	4,3	I
Krom		660	6,6	I
Sink		139	22	I
Acenaften		0,096	<0,010	I eller II
Acenaftylen		0,033	<0,010	I eller II
Benzo(a)antracen		0,06	0,020	II
Dibenz[a,h]antracen		0,027	<0,010	I
Fenantren		0,780	0,022	II
Fluorene		0,150	<0,010	I eller II
Krysen + trifenylen		0,280*	0,022	II?
Pyren		0,084	0,035	II
PAH16		2	0,26	I
Sum PCB7		0,0041	0,0035**	I eller II
Totalresultat sediment				Oppnår miljømålet

* EQS gjelder kun for krysen

** Alle syv kongenerer lå under deteksjonsgrensen (0,0005 mg/kg TS). Sum PCB7 er beregnet som $7 \times 0.0005 / 2$.

5. Hardbunn

Fastsittende makroalger på hardbunn er en stor og variert gruppe arter med mange ulike størrelser, fasonger og farger og med ulike vekstrategier og vekstrater. I likhet med planter på land er algene avhengig av sollys og næringssalter for vekst, og vokser der de er mest konkurransedyktige. De finnes i forskjellige soner nedover fra øvre del av fjæresonen og ned til nederste voksedyp.

Algene benytter næringssalter i vannmassene til vekst og produksjon, og tar opp næringen gjennom hele organismen og ikke gjennom røtter slik som planter på land. Hurtigvoksende arter klarer å nyttiggjøre seg høyt næringssaltinnhold i form av rask vekst og er ofte opportuniste. De saktevoksende artene er tilpasset lavere næringssaltnivåer og får ikke raskere vekst med økt næringsinnhold. Det resulterer i at de saktevoksende artene kan bli overgrodd av hurtigvoksende arter og tape kampen om plass (substrat) i næringsrike områder.

Ved overkonsentrasjoner av næringssalter vil vekstforholdene for hurtigvoksende arter (ofte trådformede og ettårige arter) være gode, mens de mer saktevoksende, flerårige artene får dårligere vekstforhold. Artssammensetningen i fjæra vil gjenspeile de samlede vekstforholdene (lokale og regionale) over de siste uker/måneder og år, og undersøkelser av algesamfunnet er ofte benyttet for å vurdere tilstanden i et område. I vannforskriften er det utviklet en indeks for tilstandsklassifisering i Skagerrak, basert på nedre voksegrense for ni makroalger (MSMDI-indeksen).

Avløpsvann til sjø slippes nå for tiden som regel på dypt vann slik at det næringsrike avløpsvannet blir innlagret på dyp hvor det er lite lys og dermed ikke algevekst. Dersom avløpsvannet med jevne mellomrom skulle bli ført opp til overflaten eller til grunt vann, kan det medføre økt vekst av alger (både plankton og fastsittende makroalger). I slike tilfeller vil dette gjenspeile seg i utvalg og mengdefordeling av arter i fjæresonen, og fjæresoneundersøkelser benyttes for å gi en pekepinn på eventuell ekstra næringstilførsel til overflatelaget.

Formålet med denne undersøkelsen har vært å beskrive tilstanden for alger og dyr i fjæresonen ved utslippsstedene for kommunalt avløpsvann og vurdere eventuelle utviklingstendenser i forhold til tidligere undersøkelser.

5.1 Metodikk

Feltarbeidet ble gjennomført 29 – 30. juli 2015.

Det ble foretatt registreringer av nedre voksegrense for utvalgte makroalger på fire stasjoner (AR12B, AR13, AR36, AR40) og fjæresoneundersøkelser på 11 stasjoner (AR02, AR04, A09, AR12B, AR13, AR15, AR16, AR30, AR5, AR36, AR38) (**Figur 9**). **Tabell 18** viser posisjonene til de ulike stasjonene. De er plassert på samme sted som ved forrige undersøkelse, og ble da plassert etter hvor det hadde vært problemer med periodevis utslipp fra overløp i pumpestasjonene.



Figur 9. Stasjonskart som viser fjæresonestasjoner og nedre voksegrensestasjoner undersøkt i juli 2015.

Tabell 18. Stasjonsoversikt med posisjoner, vannforekomst og vanntype

	St. nr.	Stasjonsnavn	Posisjon (WGS84)		Vannforekomst	Vanntype
Fjæresone	AR02	Gard	58,45607	8,75732	0120030203-2-C Tromøysund-Arendal	Beskyttet kyst/fjord
	AR04	Songekilen	58,47015	8,80202	0120030203-2-C Tromøysund-Arendal	
	AR09	Langholmen	58,52195	8,93118	0120030201-1-C Hasteinsundet	
	AR12B	Helgetangen	58,51960	8,93303	0120030201-1-C Hasteinsundet	
	AR13	Nordstrand	58,52395	8,94090	0120030201-1-C Hasteinsundet	
	AR15	Skinnfelltangen	58,51902	8,94203	0120030201-1-C Hasteinsundet	
	AR16	Dalsholmen	58,51710	8,92540	0120030201-1-C Hasteinsundet	
	AR30	Svinodden	58,45452	8,75703	0120030203-2-C Tromøysund-Arendal	
	AR35	Barbu2	58,46155	8,77545	0120030203-2-C Tromøysund-Arendal	
	AR36	Fluet1	58,46484	8,78875	0120030203-2-C Tromøysund-Arendal	
Nedre voksegrense	AR12B	Helgetangen	58,51960	8,93303	0120030201-1-C Hasteinsundet	Moderat eksponert kyst/fjord
	AR13	Nordstrand	58,52521	8,93980	0120030201-1-C Hasteinsundet	
	AR36	Fluet1	58,46484	8,78875	0120030203-2-C Tromøysund-Arendal	
	AR40	Ærøya	58,41215	8,76433	0120000034-C Merdø - Hasseltangen	

På nedre voksegrensestasjonene ble dykket ned til ca. 30 m dyp. Dykkeren beveget seg sakte oppover mot overflaten, og dekket en bredde på ca. 10 m. Dykkeren hadde kommunikasjonskabel til overflaten, med kontinuerlig kontakt med dykkeassistent. Nederste voksegrense for 9 utvalgte arter (Direktoratsgruppa 2013) ble registrert av dykkeren og notert av dykkeassistenten på land. I tillegg til nedre voksegrense for de utvalgte algene ble også bunnens substrattyppe, helningsgrad og sedimentasjon registrert.

På fjæresonestasjonene ble det foretatt en registrering av makroskopiske (>1 mm) alger og dyr i fjæresonen og ned til øvre del av sjøsonen i henhold til de retningslinjer som er gitt i Vannforskriften. Undersøkelsen ble utført ved snorkling (**Figur 10**). På hver stasjon ble det undersøkt ca. 10 m av strandlinjen.



Figur 10. Fjæresoneundersøkelser ved snorkling på stasjon AR16 Dalsholmen, Hasteinsundet ved Narestø.

Alle fastsittende makroalger og fastsittende/langsamt bevegelige dyr ble registrert. Mengden av de registrerte organismene ble bestemt etter en semi-kvantitativ skala (% 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 %)

De organismene som ikke kunne identifiseres i felt, ble samlet inn og senere bestemt under mikroskop. I tillegg til registrering av organismer i fjæra ble også stasjonens fysiske karakteristika registrert på et skjema i hht. Veileder 02:2013 rev. 2015.

Det ble tatt bilder av samtlige stasjoner, og i tillegg ble karakteristiske trekk ved alle stasjoner dokumentert med undervannsfotografering av fjæresonen.

5.1.1 Klassifiseringsmetodikk

I Norge har vi per i dag (oktober 2016) to makroalgeindekser for sjøvann (fjæreindeksen – RSLA/RSL og nedre voksegrenseindeksen – MSMDI) som benyttes i forskjellige regioner og vanntyper (Direktoratsgruppa 2013). Fjæreindeksen er foreløpig kun godkjent i enkelte vanntyper fra Korsfjorden ved Bergen til Polarsirkelen i Nordland. Det vil si at fjæreindeksen ikke er godkjent for bruk på stasjonene i foreliggende undersøkelse, og derfor ikke er beregnet.

Nedre voksegrenseindeksen er foreløpig kun godkjent i region Skagerrak i vanntypene «åpen eksponert kyst (1)», «moderat eksponert kyst/fjord (2)» og «beskyttet kyst/fjord (3)». **Tabell 18** viser vannforekomst og vanntype til de fire stasjonene undersøkt med nedre voksegrense.

Nederste voksedyp for en art er det dyp hvor en art forekommer som spredt, eller med en dekningsgrad større enn ca. 5 %. De ni artene som inngår i klassifiseringskjemaet er:

-
- Krusflik (*Chondrus crispus*)
- Svartkluft (*Furcellaria lumbricalis*)
- Skolmetang (*Halidrys siliquosa*)
- Sukkertare (*Saccharina latissima*)
- Krusblekke (*Phyllophora pseudoceranooides*) eller
- Hummerblekke (*Coccolytus truncatus*)
- Teinebusk (*Rhodomela confervoides*)
- Fagerving (*Delesseria sanguinea*)
- Eikeving (*Phycodrys rubens*)

For å kunne foreta beregninger av økologisk status må tre eller flere av artene bli registrert på en stasjon. Artenes nedre voksegrense må ikke være begrenset av substrattilgjengelighet, beiting eller dykkedyp.

En nEQR-verdi (normalisert Ecological Quality Ratio) beregnes automatisk i et regneark utviklet av NIVA og varierer fra 0 («svært dårlig») til 1 («svært god»). For å tilfredsstille kravene i vannforskriften må det oppnås en nEQR over 0,6 (grenseverdien mellom god og moderat tilstand). Dersom nEQR er lavere enn 0,6 skal det vurderes å sette inn tiltak for å bedre tilstanden (Direktoratsgruppa 2013).

5.2 Resultater og diskusjon

5.2.1 Nedre voksegrense

Det ble registrert «god» økologisk tilstand på stasjon AR13 Nordstrand, mens det var «svært god» økologisk tilstand på stasjon AR12B Helgetangen, AR36 Fluett1 og AR40 Ærøya (**Tabell 19**). Alle stasjoner tilfredsstiller således vanddirektivets krav. Nedre voksedyp til de 9 indikasjonsartene er gitt i 0

Tabell 19. nEQR-verdi og økologisk tilstand på tre nedre voksegrensestasjoner

Stasjon	AR12B	AR13	AR36	AR40
nEQR-verdi	0,90	0,77	0,93	0,88
Økologisk tilstand	Svært god	God	Svært god	Svært god

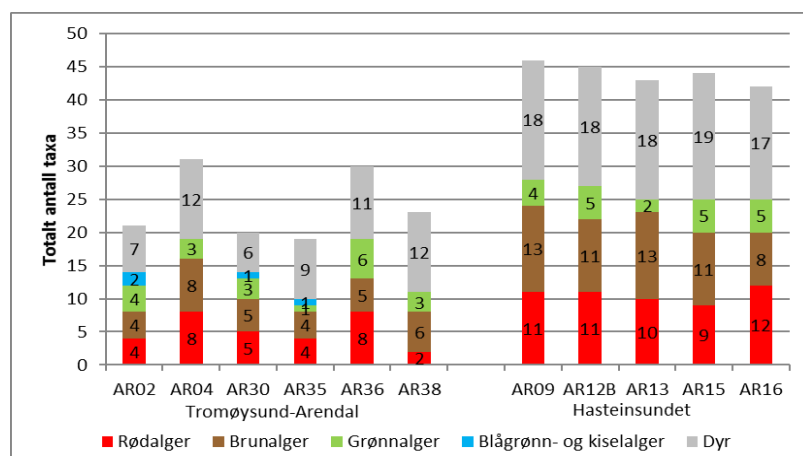
Årsaken til den noe lavere nEQR-verdien på stasjon AR13 er at nedre voksedyp for artene krusflik og sukkertare var grunnere, sammenliknet med de andre stasjonene. Krusflik ble først registrert på 7 m dyp, mens arten ble registrert dypere enn 10 m på de tre andre stasjonene. Sukkertare ble først registrert på 2,5 m dyp, mens den ble registrert dypere enn 14 m på de tre andre stasjonene.

5.2.2 Fjæresoneundersøkelser

Det ble registrert totalt 54 taxa makroalger og 33 taxa dyr i undersøkelsen. De 11 undersøkte stasjonene ligger i vannforekomst Tromøysund – Arendal (AR02, AR04, AR30, AR35, AR36, AR38) og Hasteinsundet (AR09, AR12B, AR13, AR15 og AR16). Det ble registrert flere taxa av både alger og dyr på stasjonene i Hasteinsundet (43 taxa makroalger og 28 taxa dyr) sammenliknet med Tromøysund – Arendal (35 taxa makroalger og 23 taxa dyr).

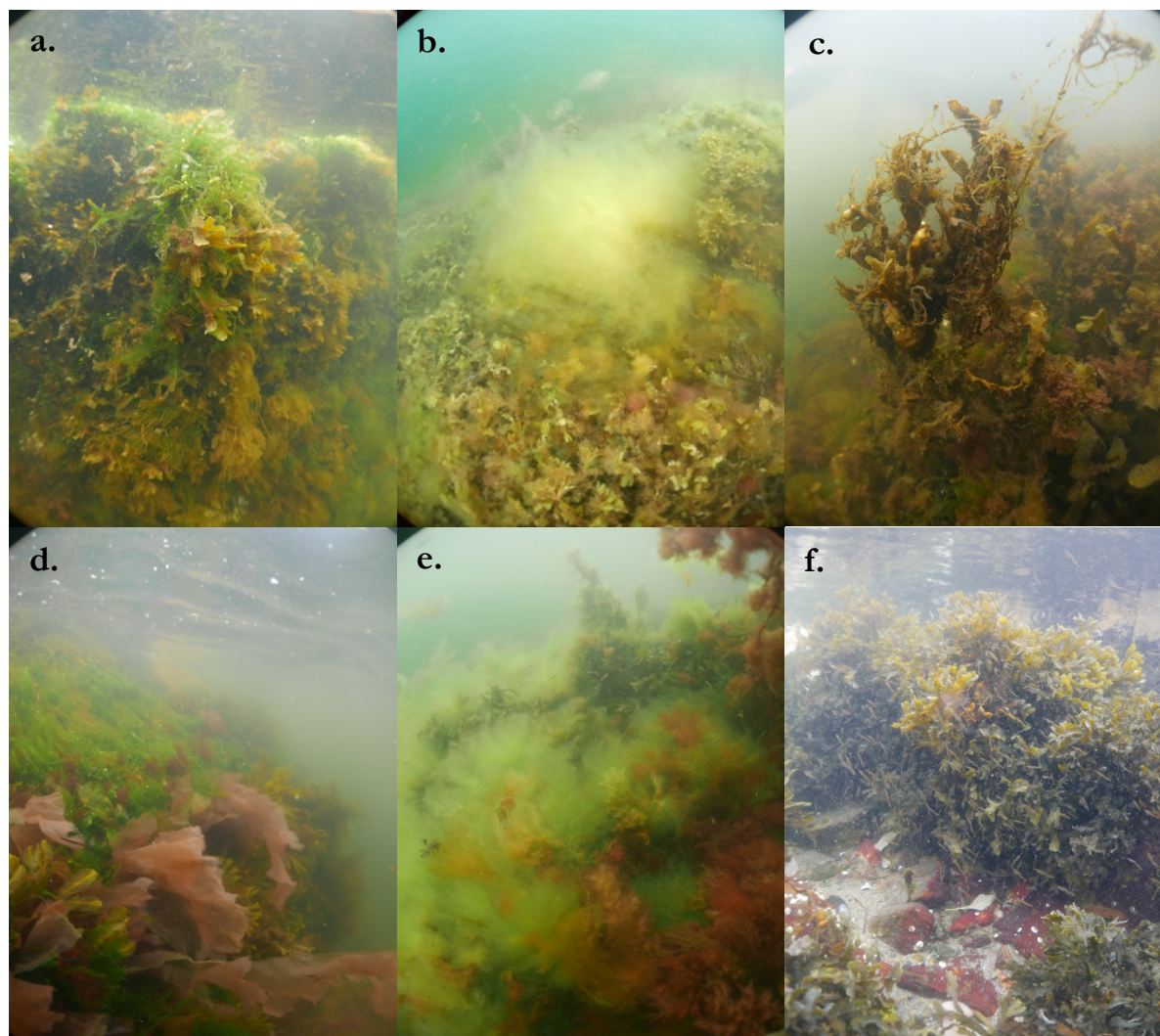
Det ble gjennomsnittlig registrert dobbelt så mange taxa av dyr, rødalger og brunalger på stasjonene i Hasteinsundet sammenliknet med stasjonene i Tromøysund-Arendal. Det var små ulikheter i antall grønnalgetaxa registrert på stasjonene i de to områdene, og det ble registrert blågrønn- og kiselalger kun på enkelte stasjoner i Tromøysund-Arendal.

Det ble registrert flest algetaxa på stasjon AR09 (29 taxa) og færrest på stasjon AR35 (10 taxa), mens det ble registrert flest dyretaxa på stasjon AR15 (19 taxa) og færrest på stasjon AR30 (6 taxa) (**Figur 11**). Artslistene for undersøkelsen er gitt i **Vedlegg B**.



Figur 11. Antall arter/taxa rødalger (rød kolonne), brunalger (brun kolonne), grønnalger (grønn kolonne), blågrønn- og kiselalger (blå kolonne) og dyr (grå kolonne) som ble registrert i fjæra på 11 stasjoner undersøkt i juli 2015. Stasjonene er gruppert i de to vannforekomstene de ligger i. Antall taxa av hver av gruppene er merket på kolonnene.

Bilder fra de 11 fjæresonestasjonene er vist i **Figur 12** og **Figur 13**.



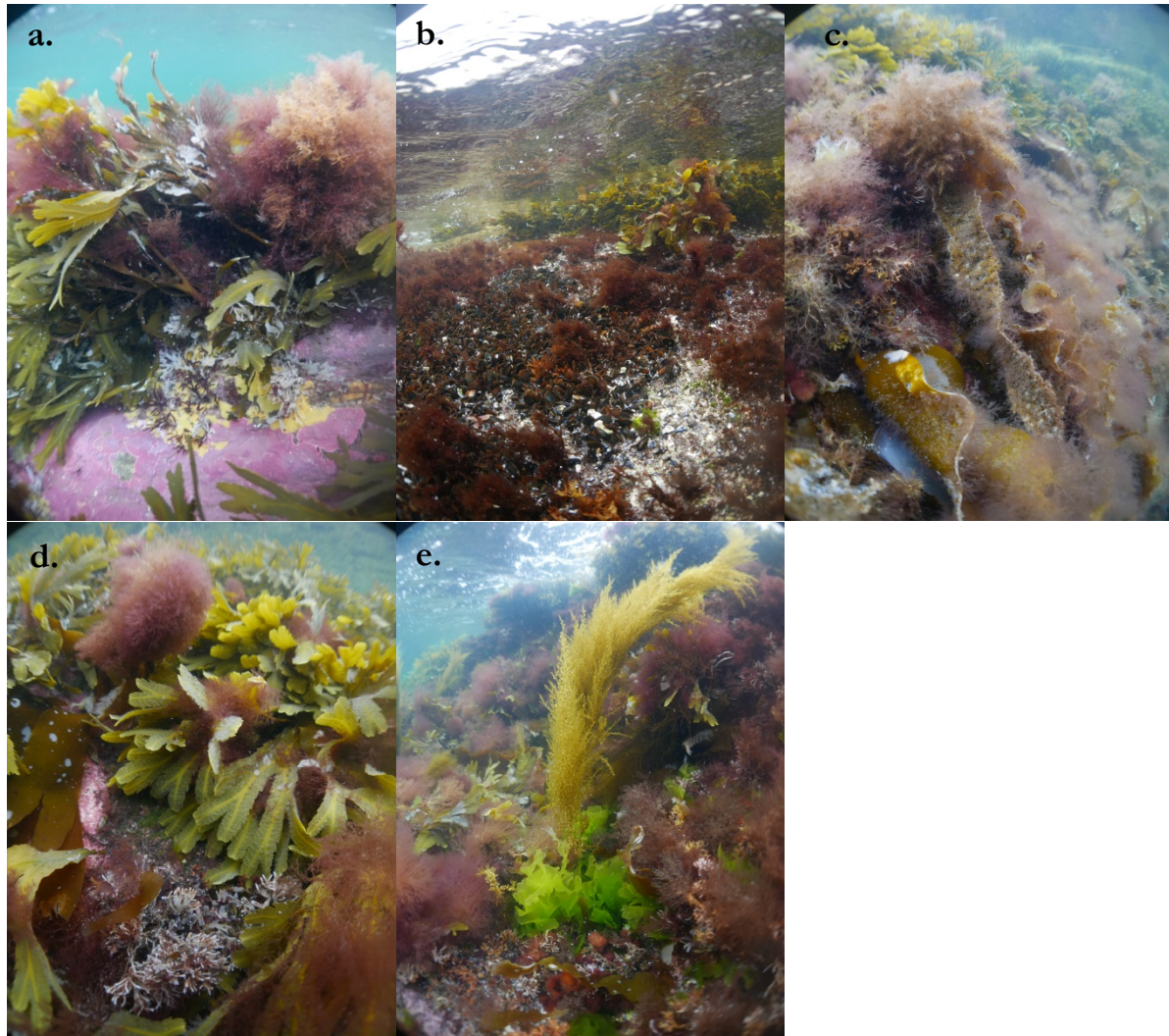
Figur 12. Bilder fra stasjonene i vannforekomst Tromøysund-Arendal **a.** AR02 Gard **b.** AR04 Songekilen **c.** AR30 Svinodden **d.** AR35 Barbuelva (Barbu2) **e.** AR36 Fluett pumpestasjon (Fluett1) **f.** AR38 Styrsvika indre.

Tromøysund-Arendal

På stasjonene i vannforekomst Tromøysund-Arendal var det tang øverst i tidevannssonen, mens dypere var det dominans av trådformete alger. På stasjon AR38 var det sand med enkelte stein fra 1 m dyp, og det ble registrert ålegras under tidevannssonen. Det var dominerende til vanlig forekomst av hurtigvoksende grønnalger som tarmgrønnsker og grønndusker på stasjon AR02, AR30, AR35 og AR36, og blågrønnalger på stasjon AR02, AR30 og AR35. Det ble registrert gjelvtang (*Fucus evanescens*) på stasjon AR02 og AR35. Gjelvtang er en introdusert art for Sør-Norge. Den er i høy grad knyttet til eutrofe lokaliteter og er ikke vanlig langs Skagerrakkysten (Kroglund m.fl. 2012). Grisetang (*Ascophyllum nodosum*) er regnet for å være sårbar for forurensinger. Det ble registrert grisetang på stasjon AR04, AR36 og AR38. Det ble registrert blæretang (*Fucus vesiculosus*) på alle stasjonene, med unntak av AR35, hvor det kun ble registrert gjelvtang. Sagtang ble registrert på alle stasjonene, med unntak av AR02 og AR35. Det ble registrert ett enkeltfunn av rødalgen strømgarn (*Dasya baillouviana*) på stasjon AR36. Strømgarn er en introdusert art i Norge, og er på Artsdatabankens svarteliste for 2012.

Det ble registrert en større andel av ettårige arter (f.eks. rekeklo (*Ceramium* spp), tarmgrønske (*Ulva* spp.)) enn av flerårige arter (tang (*Fucus* spp.), krusflik (*Chondrus crispus*)) på stasjonene. Ettårige arter er hurtigvoksende, og er tilpasset næringsrike og ofte vekslende miljøforhold.

Registreringene indikerer at stasjon AR02 Gard og AR35 Barbuelva er påvirket av eutrofiering/ overgjødning.



Figur 13. Bilder fra stasjonene i vannforekomst Hasteinsundet ved Narestø **a.** AR09 Langholmen **b.** AR12B Helgetangen **c.** AR13 Norstrand **d.** AR15 Skinnfelltangen **e.** AR16 Dalsholmen.

Hasteinsundet

På stasjonene i vannforekomst Hasteinsundet var det et dominerende tangbelte på de fleste stasjonene, med unntak av stasjon AR12B hvor det var lite tang. Tangvegetasjonen så friskere ut enn på stasjonene i vannforekomst Tromøysund-Arendal, og det ble heller ikke registrert gjelvtang i Hasteinsundet. Det var høyere forekomster av flerårige arter sammenliknet med stasjonene i vannforekomst Tromøysund-Arendal, med for eksempel sukkertare (*Saccharina latissima*) på alle stasjonene og juvenil tare og/eller stortare (*Laminaria hyperborea*) på alle stasjonene med unntak av stasjon AR12B. På denne stasjonen var det betydelige forekomst av juvenile blåskjell (*Mytilus edulis*). Det er mulig den store forekomsten av blåskjell har fortrent noe av tang- og tareforekomsten. På blåskjell og fjell ble det registrert dominerende forekomster av den trådformete rødalgene vanlig rekeklo (*Ceramium rubrum*).

De introduserte (fremmede) artene pollpryd (*Codium fragile*) og japansk drivtang (*Sargassum muticum*) ble registrert i vannforekomsten. Pollpryd ble registrert på stasjon AR9, AR12B og AR16. Japansk drivtang ble registrert på alle stasjonene i vannforekomsten.

Taren på stasjon AR13 og AR16 var relativt begrodd av alger, men det er få indikasjoner på at stasjonene i vannforekomsten er påvirket av eutrofiering/overgjødning.

5.2.3 Sammenlikning med tidligere undersøkelser

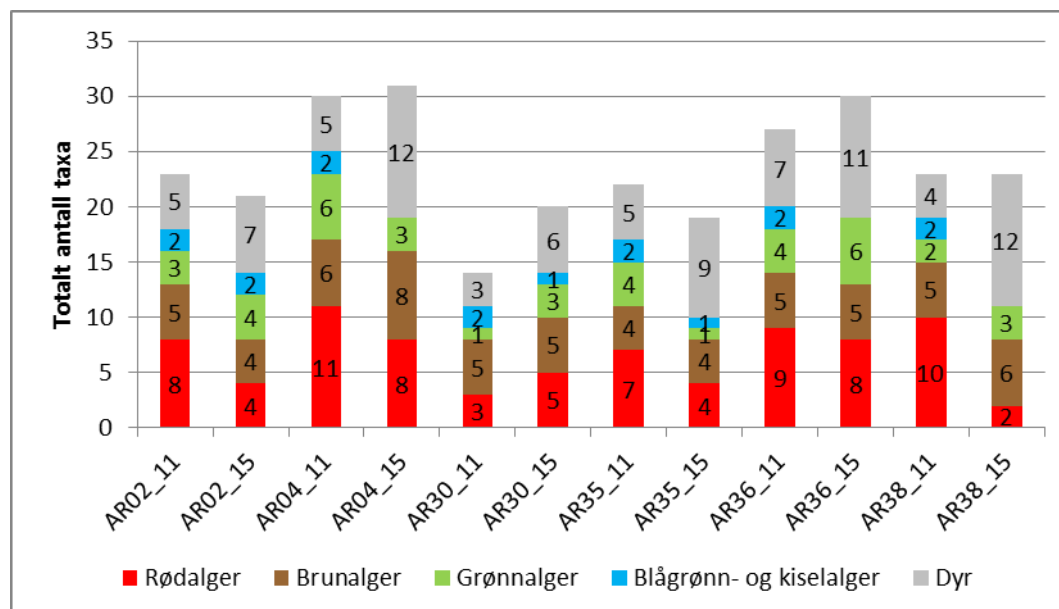
Det er utført fjæresoneundersøkelser på stasjonene i Arendal flere ganger tidligere. Videre følger en sammenlikning med undersøkelsene utført i 2011. Sammenlikninger med tidligere undersøkelser er presentert i Kroglund m.fl. 2012.

Det må merkes at stasjon AR36 ble flyttet ca. 50 m lenger sør enn opprinnelig stasjon da det var bygget en trebrygge utenfor stasjonen. På stasjon AR38 lå det masse kvist fra et felt tre uti vannet like ved undersøkelsepunktet, og stasjonen måtte flyttes noen meter sør for det opprinnelige punktet.

Tromøysund-Arendal

På stasjonene i vannforekomst Tromøysund-Arendal var det endel endringer i antall registrerte arter/taxa på stasjonene i 2015, sammenliknet med registreringene utført i 2011 (**Figur 14**). Det har skjedd en reduksjon i antall taxa rødalger siden 2011, mens det er en økning av antall taxa dyr. Spesielt på stasjon AR38 var det stor reduksjon i antall rødalger, og kraftig økning i antall taxa dyr. Det er en nedgang av blågrønn- og kiselalger siden 2011, mens det var lite endring i antall taxa av brun- og grøninalger.

Forekomsten av hurtigvoksende grøninalger var omtrent lik de to undersøkelsesårene. I 2011 ble det registrert rødalgelakken dokker (*Polysiphonia* sp) på alle stasjonene. Disse ble ikke funnet i 2015. Det ble registrert blekker (*Phyllophora* sp), som er flerårige rødalger, på to stasjoner (AR04, AR38) i 2011. Disse ble ikke funnet i 2015. Gjeltang ble registrert på tre stasjoner (AR02, AR30, AR35) i 2011, mens den kun ble registrert på en stasjon (AR04) i 2015. Dette er motsetning til grisetang som bare ble registrert på en stasjon (AR04) i 2011, men på tre (AR04, AR36, AR38) i 2015.

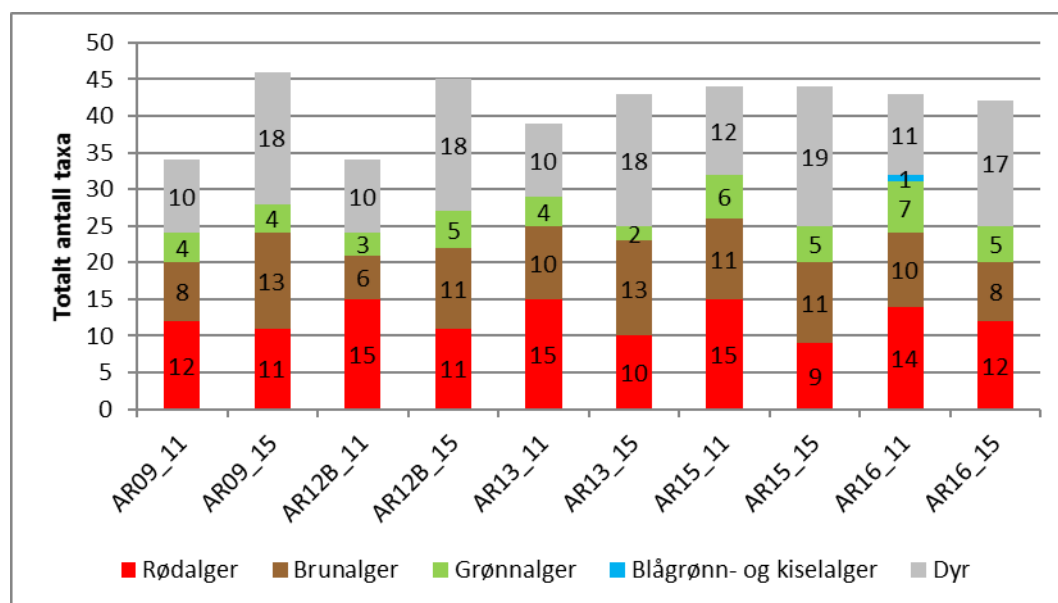


Figur 14. Antall arter/taxa rødalger (rød kolonne), brunalger (brun kolonne), grøninalger (grønn kolonne), blågrønn- og kiselalger (blå kolonne) og dyr (grå kolonne) som ble registrert i fjæra på 6 stasjoner i vannforekomst Tromøysund-Arendal. Figuren viser undersøkelser utført i 2011 og 2015. Antall taxa av hver av gruppene er merket på kolonnene.

Den høye andelen av hurtigvoksende, ettårige arter både i 2011 og 2015, tyder på at området er nærings saltpåvirket. Nedgangen i mengder av blågrønn- og kiselalger og gjelvtang, samt økingen i mengde grisetang, kan likevel tyde på en bedring i tilstand på enkelte stasjoner.

Hasteinsundet

På stasjonene i vannforekomst Hasteinsundet var det små endringer i antall arter/taxa på stasjonene i 2015, sammenliknet med registreringene utført i 2011 (**Figur 15**). Det var en liten nedgang i antall rødalgetaxa siden 2011, mens det var en liten økning i antall registrerte dyretaxa. Det var en stor økning i antall registrerte brunalgetaxa på to stasjoner (AR09 og AR12B), mens det var mindre endringer på de andre stasjonene. Det var små endringer i antall grønnalgetaxa.



Figur 15. Antall arter/taxa rødalger (rød kolonne), brunalger (brun kolonne), grønnalger (grønn kolonne), blågrønn- og kiselalger (blå kolonne) og dyr (grå kolonne) som ble registrert i fjæra på 5 stasjoner i vannforekomst Hasteinsundet. Figuren viser undersøkelser utført i 2011 og 2015. Antall taxa av hver av gruppene er merket på kolonnene.

Som i vannforekomst Tromøysund-Arendal var det en reduksjon av arter innen rødalgleslekten dokker siden 2011. På stasjon AR12B ble det registrert vanlig forekomst av sukkertare i 2015, mens den ikke ble funnet der i 2011. Japansk drivtang ble kun registrert på to stasjoner (AR15, AR16) i 2011, mens den ble registrert på alle stasjonene i 2015. Forekomsten av hurtigvoksende grønnalger var omtrent lik de to undersøkelsesårene.

Undersøkelsene viser at det ikke har skjedd store endringer i artssammensetningene på stasjonene mellom 2011 og 2015.

5.3 Oppsummering

Nedre voksegrenseindeksen viste at den økologiske tilstanden var «god» eller «svært god» på de fire undersøkte stasjonene (AR12B, AR13, AR36 og AR40), og således tilfredsstillende kravene i vanndirektivet.

Fjæresoneundersøkelsene viste at stasjonene i vannforekomst Tromøysund-Arendal hadde relativt få arter, og var dominert av hurtigvoksende, ettårige arter. Registreringene indikerer at stasjon AR02 og AR35 var

påvirket av eutrofiering/overgjødning. Likevel indikerer sammenlikningen med tidligere undersøkelser i vannforekomsten en forbedring i tilstanden på enkelte stasjoner.

Stasjonene i vannforekomst Hasteinsundet hadde større artsmangfold enn stasjonene i Tromøysund-Arendal, og vegetasjonen så «friskere» ut. Det var lite variasjon i artssammensetningen sammenliknet med tidligere undersøkelser. Det ble registrert høyere andel av flerårige arter på stasjonene i Hasteinsundet, enn i Tromøysund-Arendal. Friske, ikke-forurensede sjøområder med stabile miljøforhold vil ha stor andel av flerårige arter som overlever fra år til år.

6. Konklusjon og samlet vurdering

En oppsummering av klassifiseringen er gitt i **Tabell 20**. Det er valgt ikke å foreta noen fullstendig klassifisering av vannforekomstene ettersom dette hadde betinget tre års data fra vannmassene. Klassifiseringen anses derfor som veiledende, men forvaltningen kan benytte den videre til å oppdatere klassifiseringen i Vann-nett.

I all hovedsak er tilstanden tilfredsstillende, med minst «god» økologisk tilstand. Kjemisk tilstand på det ene prøvepunktet er «god». Tilstanden anses ikke å ha endret seg nevneverdig siden 2011.

For vannforekomsten Tromøysund-Arendal kan det merkes at tilstanden ut fra støtteparameterne kun var «moderat». Dette skyldtes kun siktdyp, mens næringssaltene og oksygen viste minst «god» tilstand. Videre må det merkes at vannforekomst Nidelven-ytre, hvor kun bløtbunn ble målt, viste «moderat» tilstand. Det anses lite sannsynlig at dette kan tilskrives avløpsvannet, i alle fall ikke i sin helhet.

Tabell 20. Oppsummering av tilstand for de ulike kvalitetselementene, angitt for hver vannforekomst. Tilstand til støtteparametere er basert på dårligst klassifisering i **Tabell 7**. Klassifisering av planteplankton (Klorofyll a) og støtteparametere må anses som tentativ ettersom innsamlingsperioden har vært for kort til å foreta noen fullstendig klassifisering. Vanntype S3 er beskyttet kyst/fjord, S2 Moderat eksponert kyst/fjord, S1 Åpen eksponert kyst. Merk at klassene og fargekodene for Vannregionspesifikke og EU-prioriterte stoffer ikke tilsvarer klassene for biologiske kvalitetselementer (med støtteparametere). Blanke celler betyr at det ikke er foretatt målinger.

Vannforekomst	Vanntype	Stasjon	Økologisk tilstand					Kjemisk tilstand
			Makroalger	Bløtbunn	Planteplankton (Klorofyll)	Støtteparametre	Vannregion-spesifikke	
Hasteinsundet	S3	AR12B	Svært god					
		AR13	God					
		E14		God				
		Nar3			Svært god	God		
Tromøysund - Arendal	S3	Bar1			Svært god	Moderat		
		AR36	Svært god					
Nidelven-ytre	S3	U5		Moderat				
Merdø - Hasseltangen	S2	AR40	Svært god					
		U10		Svært god	Svært god	Svært god	Oppnår miljømålet	God
		U12		God	Svært god	God		
Arendal - Tromøy	S1	A2			Svært god	God		

7. Videre overvåking

De samme kvalitetselementene anbefales videreført også ved oppfølgende undersøkelser. Det anbefales videre å overvåke de bentiske biologiske kvalitetselementene (marin bløtbunn og makroalger) med samme frekvens som ved denne undersøkelsen, dvs. at neste undersøkelse finner sted etter fire år (prøvetaking i 2019). I vannforskriften er det i utgangspunktet satt opp frekvens på hvert tredje år, men hvert fjerde år anses tilstrekkelig fordi tilstanden generelt er god og fordi det ikke har funnet sted noen vesentlige negative endringer siden forrige undersøkelser, riktignok med enkelte unntak. Vannforekomst Nidelvenytte, som kun fikk «moderat» tilstand som følge av den negative utviklingen på bløtbunn anbefales også inkludert i neste undersøkelse.

For vannmassene er det foretatt en tilstandsvurdering basert på målinger fra kun én sommer og høst. Dersom man skal få med naturlige variasjoner (kjemi og biologi), bør man vurdere å strekke programmet over flere år. Det er anbefalt i vannforskriften at tre års data benyttes. Man må også forsøke å få utført både vinter- og sommer-klassifisering. Vurdering basert på kun én sommertilstand anses som noe usikkert når det er eutrofiering som skal undersøkes. Koordinering med annen overvåking i området kan sannsynligvis redusere kostnadene.

Miljøgifter ble kun målt på én stasjon; den som var forventet å ha høyest konsentrasjoner. Verdiene var imidlertid lave. På denne bakgrunn synes det ikke å være nødvendig med snarlig (nærmeste 5 år) oppfølging av de samme miljøgiftene som ble analysert. De analyserte miljøgiftene er imidlertid i hovedsak «gamle miljøgifter». Skal man følge opp med nye undersøkelser, anbefales å undersøke forbindelser som finnes eller har vært brukt i «personlige pleieprodukter» og liknende forbrukerkjemikalier. Dette er forbindelser som ofte følger med avløpsvannet fra et kommunalt renseanlegg.

8. Referanser

- Bakke, T., Breedveld, G., Källqvist, T., Oen, A., Eek, E., Ruus, A., Kibsgaard, A., Helland, A., Hylland, K., 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann– Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Miljødirektoratets rapportserie TA-2229/2007.
- Beldring, S., Engeland, K., Roald, L.A., Sælthun, N.R., Voksø, A., 2003). Estimation of parameters in a distributed precipitation-runoff model for Norway, *Hydrology and earth System Sciences*, 7(3): 304-316.
- Bendschneider, K., Robinson, R.J., 1952. A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. *J. Mar. Res.* 11: 87-96.
- Buhl-Mortensen, L., Aure, J., Alve, E., Husum, K., Oug, E., 2006. Effekter av oksygenvikt på fjordfauna: Bunnfauna og miljø i fjorder på Skagerrakkysten. *Fisek og Havet* nr. 3/2006.
- EC, 2013. Directive 2013/39/EU of the European Parliament and of the Council. Amending Directives 200/60/EC and 2008/105/EC as regards priority substances in the field of water policy. *Official Journal of the European Union* L 226. 17 s.
- Grasshoff, K., 1965. The results of the intercalibration measurements during the informal meeting in Copenhagen, pp 6-8, In Report on the intercalibration measurements in Copenhagen 9-13 June 1965. UNESCO technical papers in marine science, No 3.
- Holm-Hansen, O., Lorenzen, C.J., Homes, R.W, Strickland, J.D., 1965. Fluoremetric determination of chlorophyll. *J. Cons., Cons. Int. Explor. Mer.* 30: 3-15.
- Kroglund, T., Moy, F., Oug, E., Magnusson, J., Lie, M.C., 2004. Marine undersøkelser i Arendal kommune. Galtesund, Tromøysund, Kilsund og Narestø 2001-2004. NIVA-rapport 4924, 47 s.
- Kroglund, T., Oug, E., Nilsson, H.C., 2008. Undersøkelse av sjøområdene i Arendal kommune, 2005-2007. Tilstanden i havneområdene og ved utslippsstedene for kommunalt avløpsvann. NIVA-rapport 5584, 76 s.
- Kroglund, T., Trannum, H.C., Albretsen, J., Naustvoll, L.J., 2012. Undersøkelse av sjøområdene i Arendal kommune 2011-2012. Tilstanden i havneområdene og ved utslippsstedene for kommunalt avløpsvann. NIVA-rapport 6445, 84 s.
- SFT-Veiledning 97:03. Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Skei, J. og Sørensen J. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Miljødirektoratet TA-1467. 36 s.
- Miljødirektoratet, 2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Rapport nr. M-608, 24 s.
- Moy, F., Kroglund, T., Oug, E., Danielsen, D., 2002. Marine undersøkelser i Arendal kommune, Utnes/Ærøy 2001. NIVA-rapport 1585, 40 s.
- Moy, F.E., Naustvoll, L.J., Trannum, H.C., Norderhaug, K.M., 2016. ØKOKYST – delprogram Skagerrak. Årsrapport 2015. Miljødirektoratet-rapport M537, 52 s.
- NIVA, 2014. NIVA-notat 0602/14. Konsekvenser for resipienten av midlertidig økte utslipp fra Saulekilen RA. 6 s.

NS-EN ISO 16665:2013. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014).

NS-EN ISO 5667-19:2004. Vannundersøkelse - Prøvetaking - Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder.

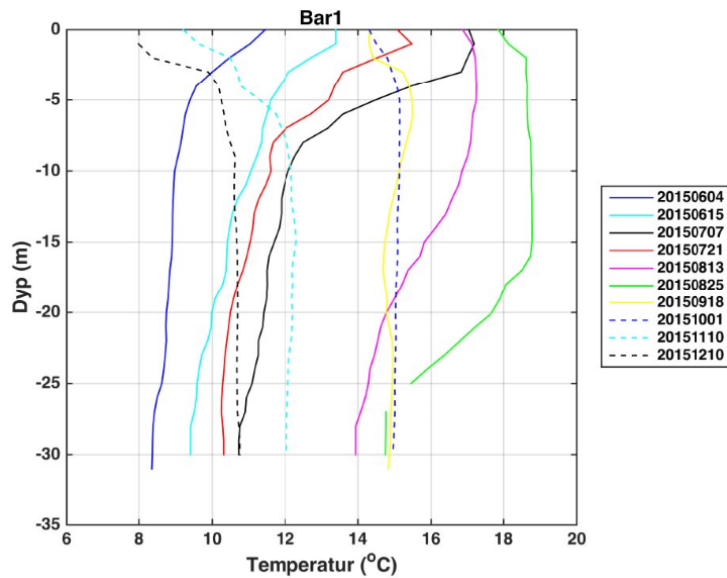
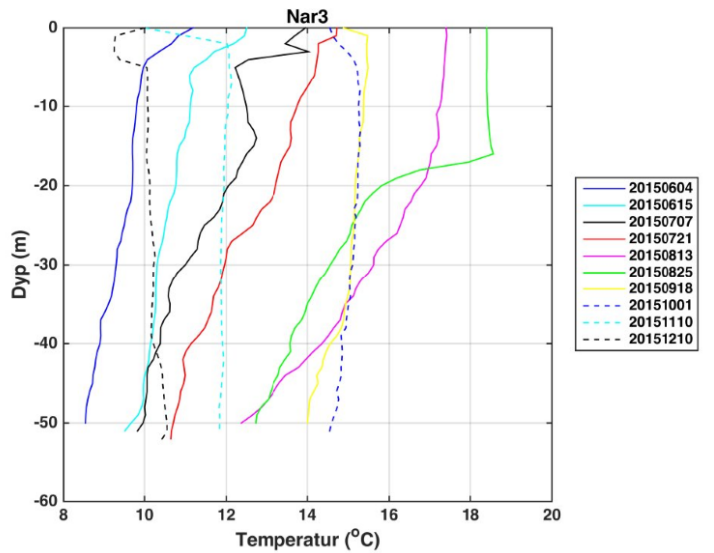
Valderramma, J.C., 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural water. Mar. Chem. 10: 102-122.

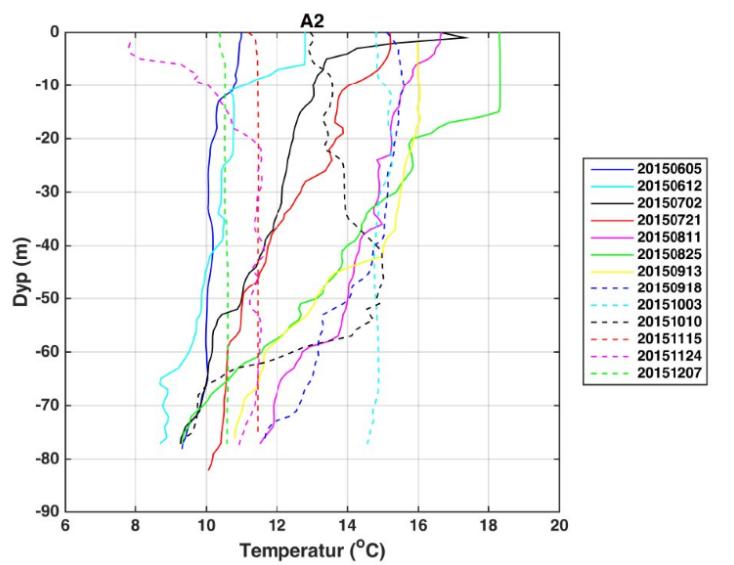
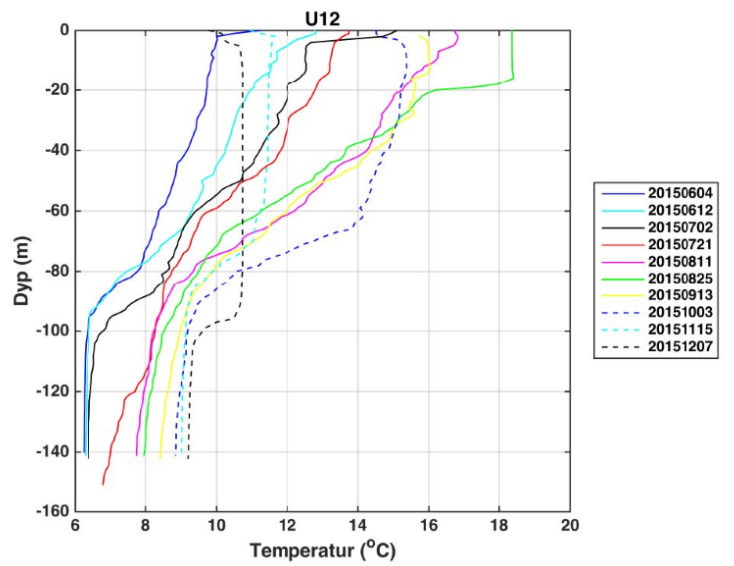
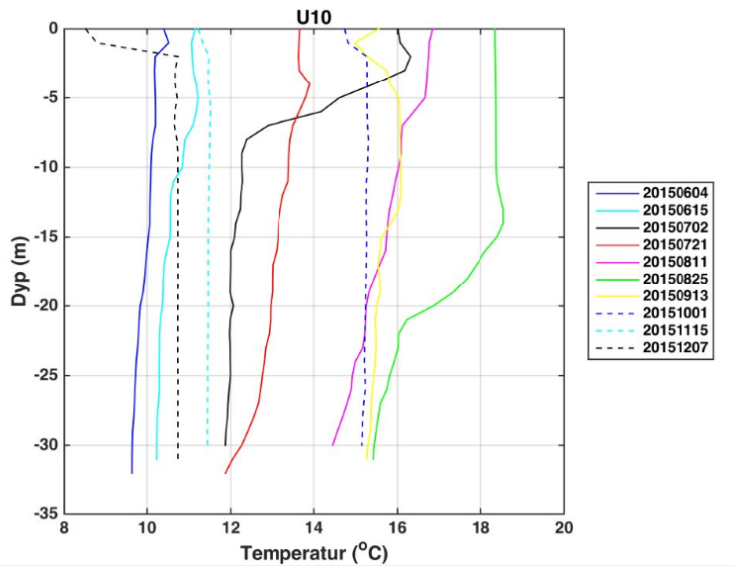
Veileder 02:2013 revidert 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Norsk klassifiseringssystem i henhold til vannforskriften. Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanndirektivet.

Vedlegg A. Hydrografi og næringsalter

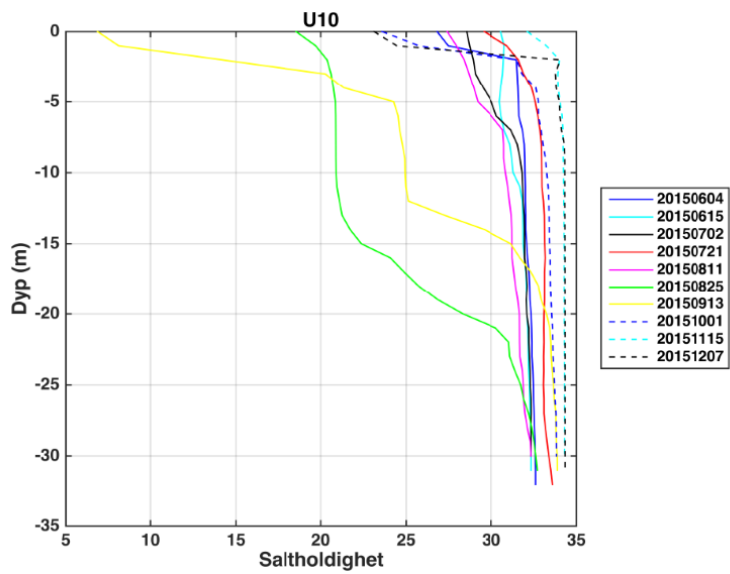
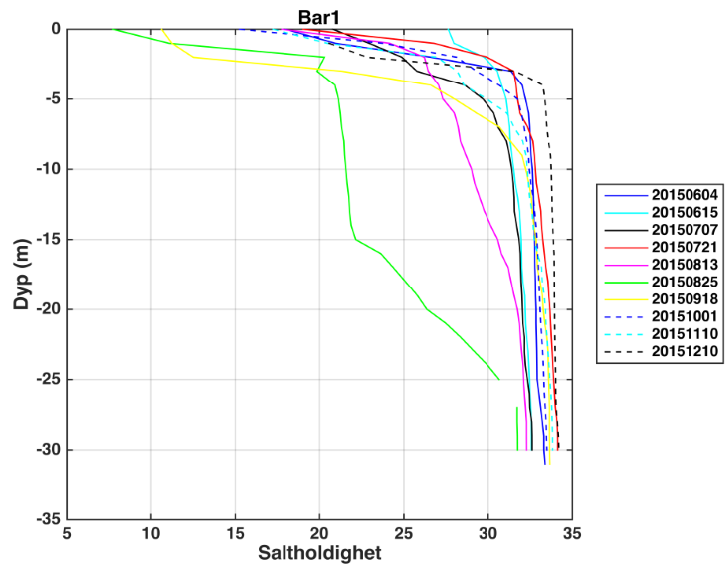
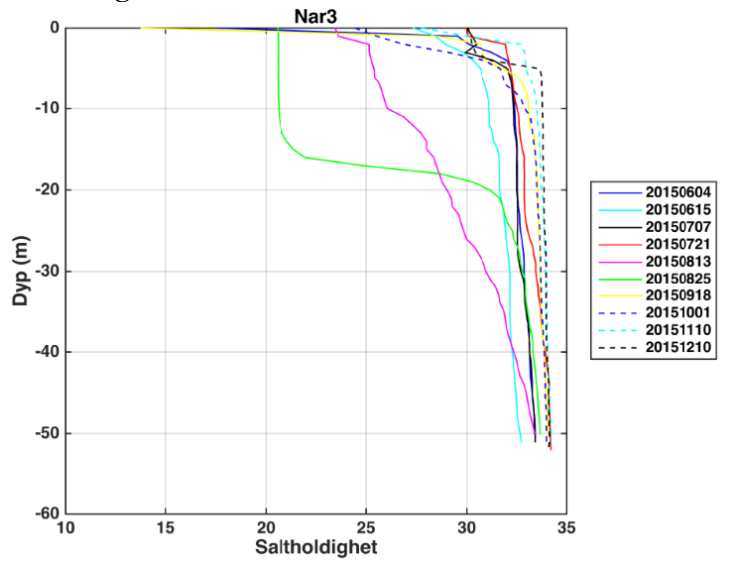
Under følger grafisk fremstilling av alle måleseriene av hydrografi, næringsalter, klorofyll-a og oksygen. Dato er angitt til høyre i hver figur.

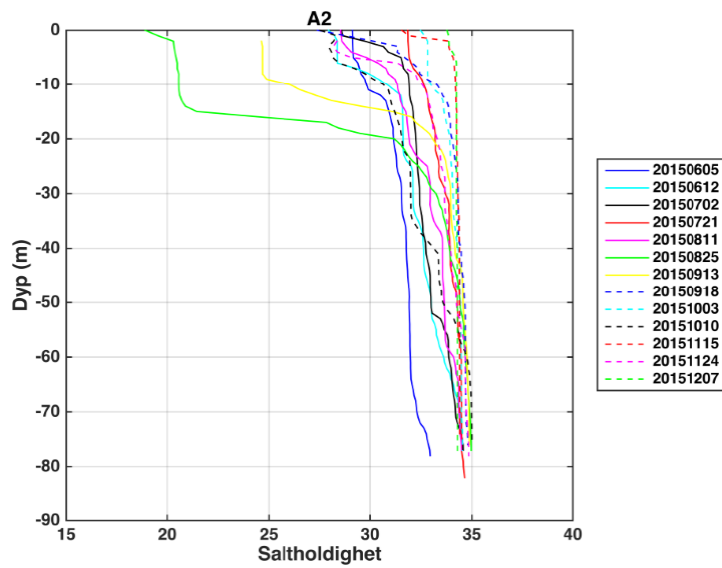
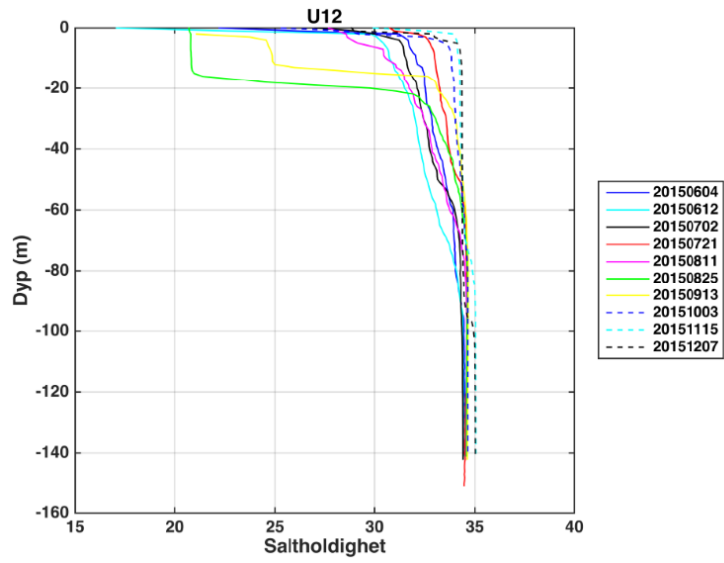
Temperatur



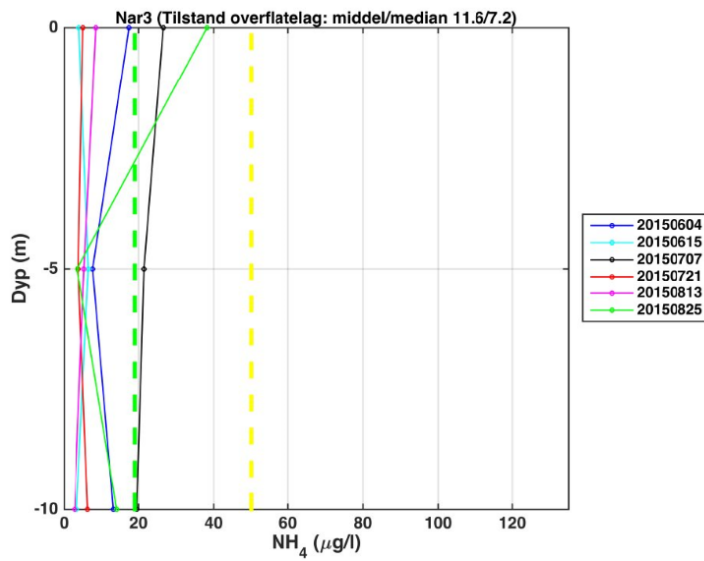


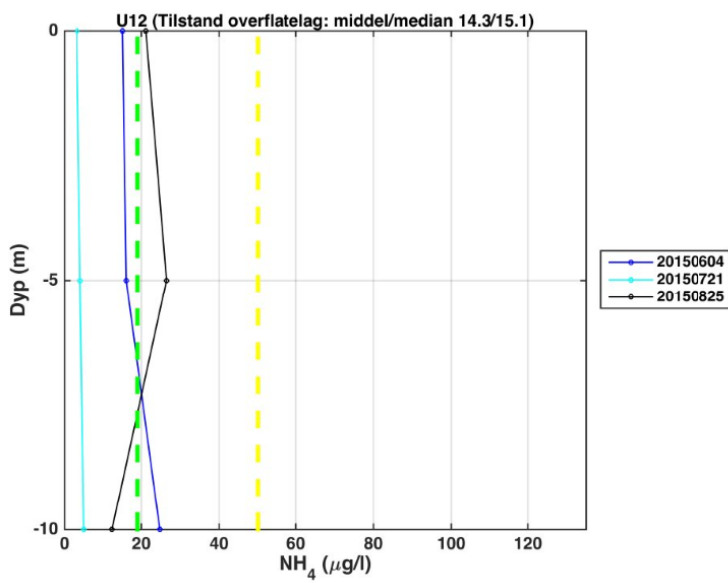
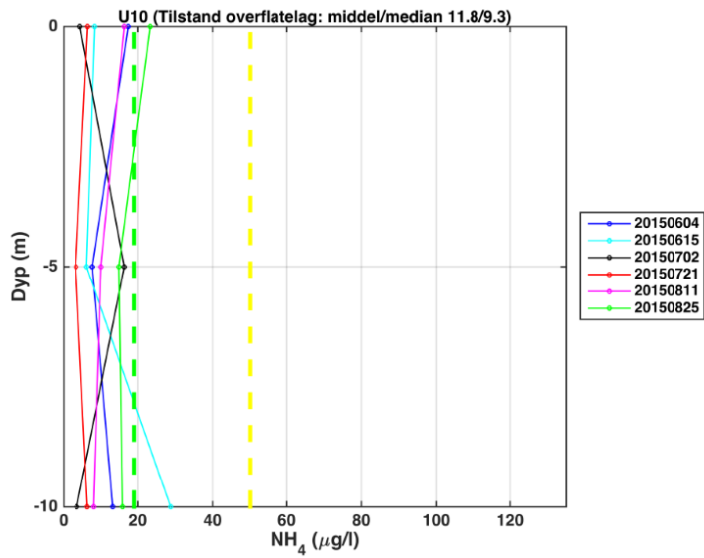
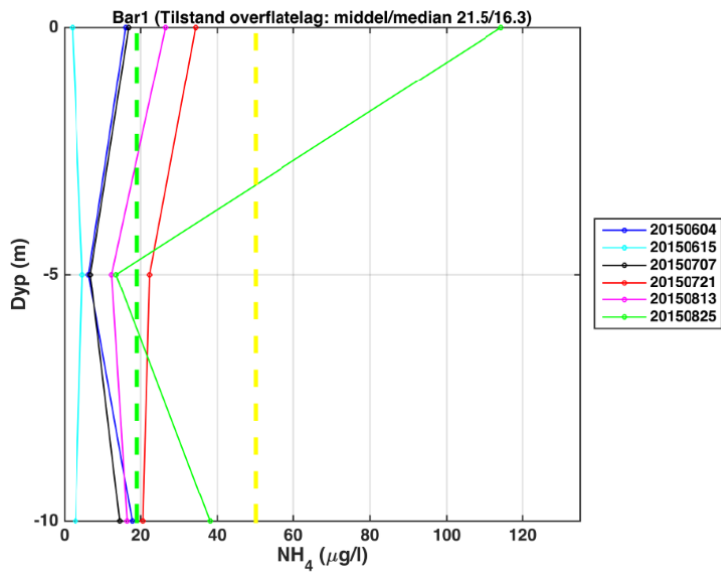
Saltholdighet

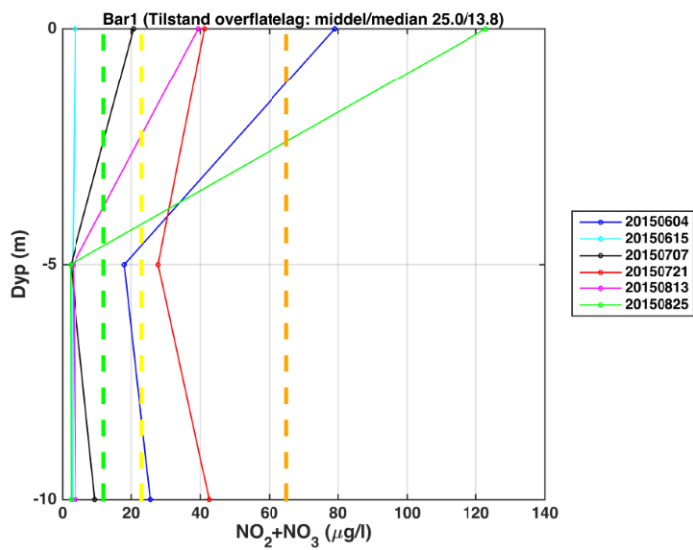
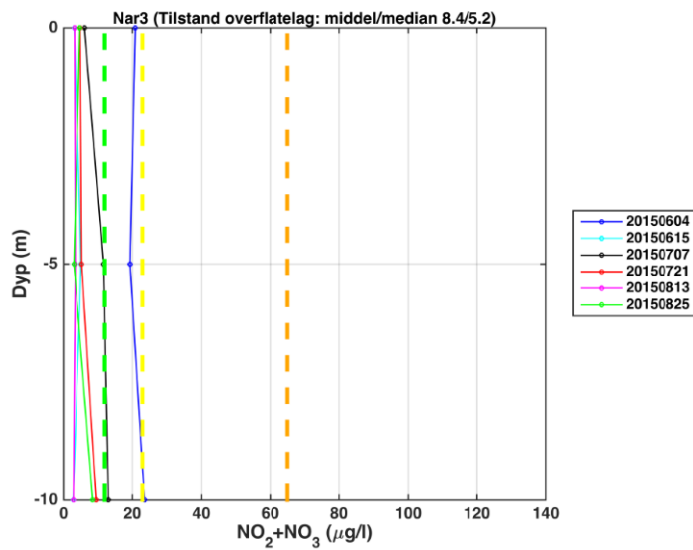
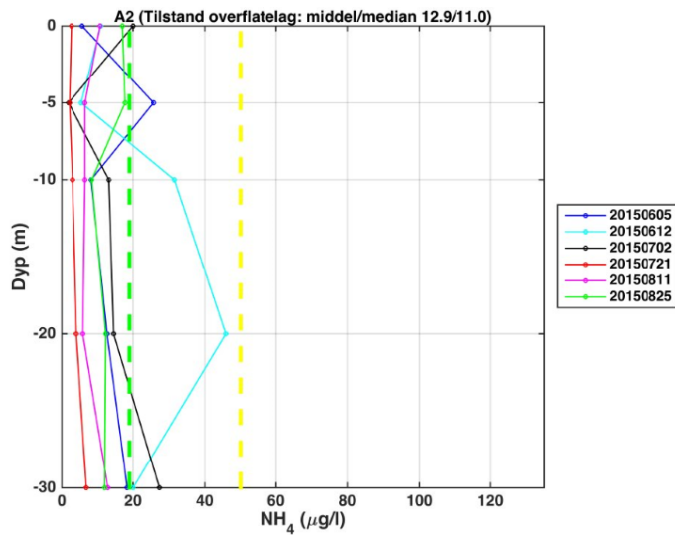


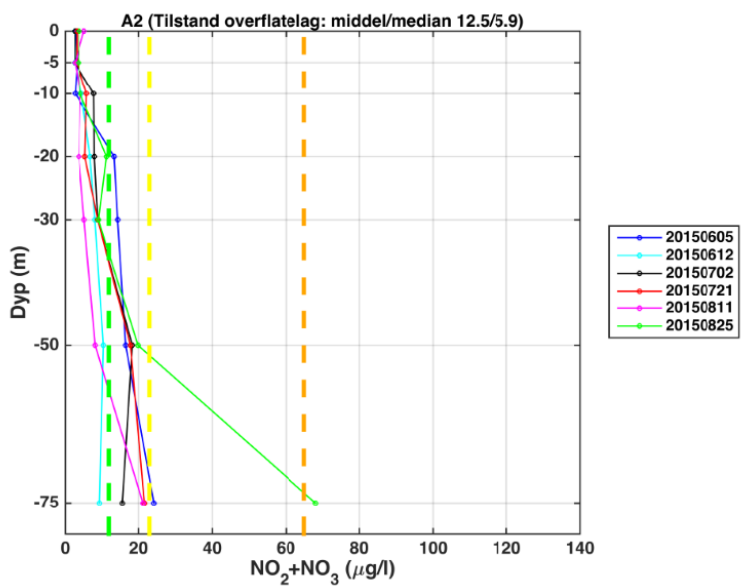
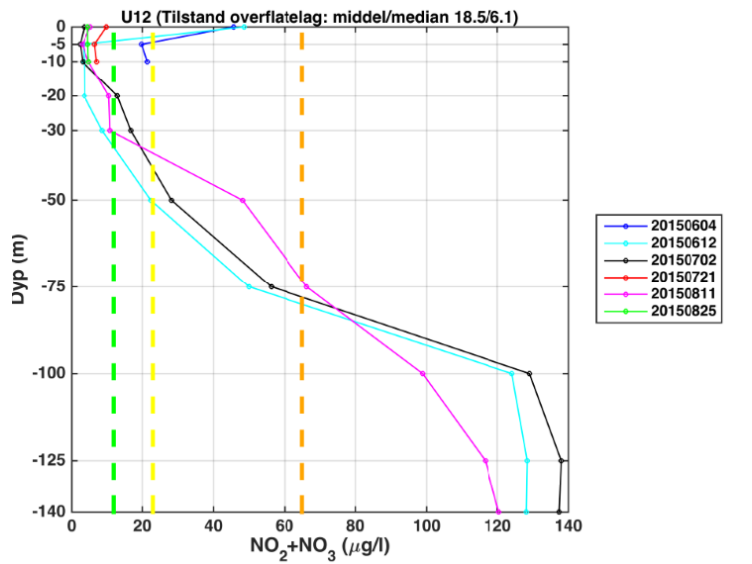
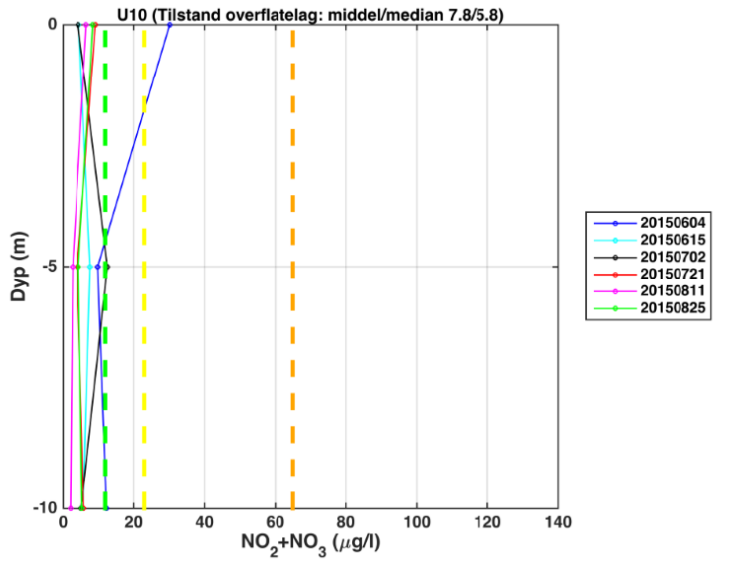


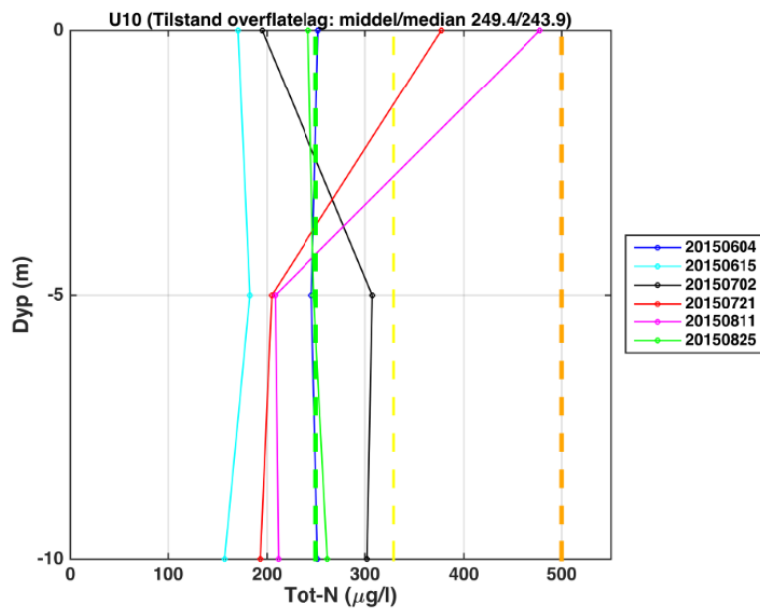
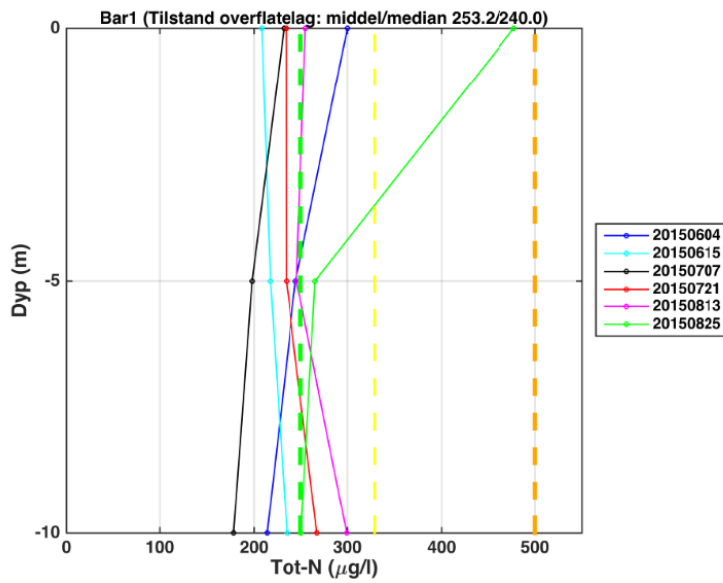
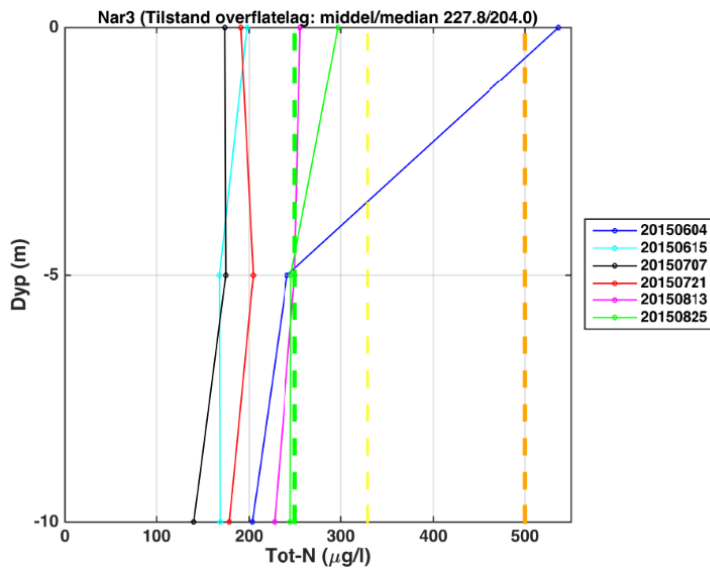
Næringsalter

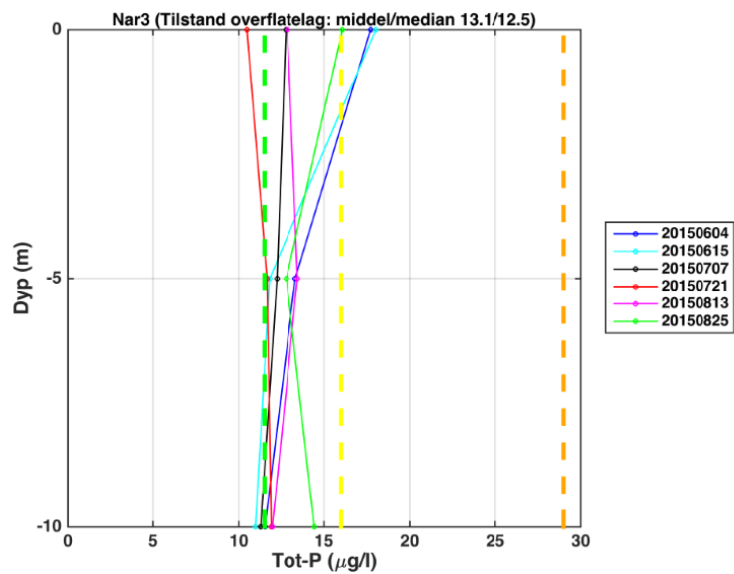
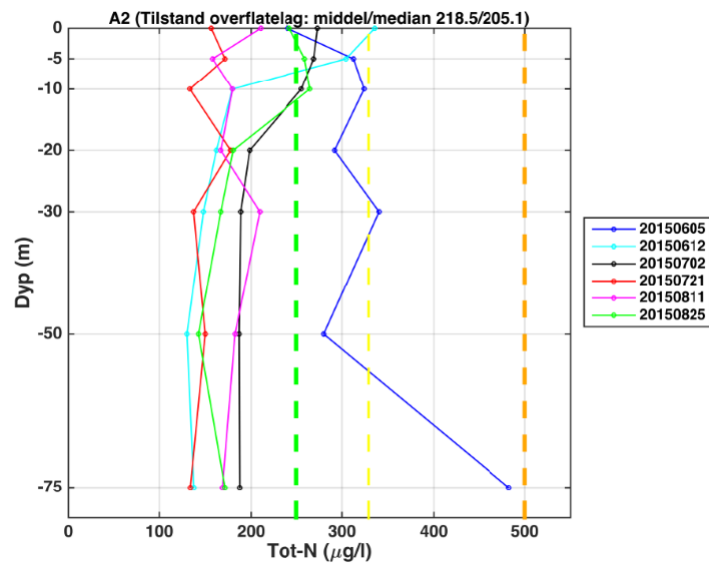
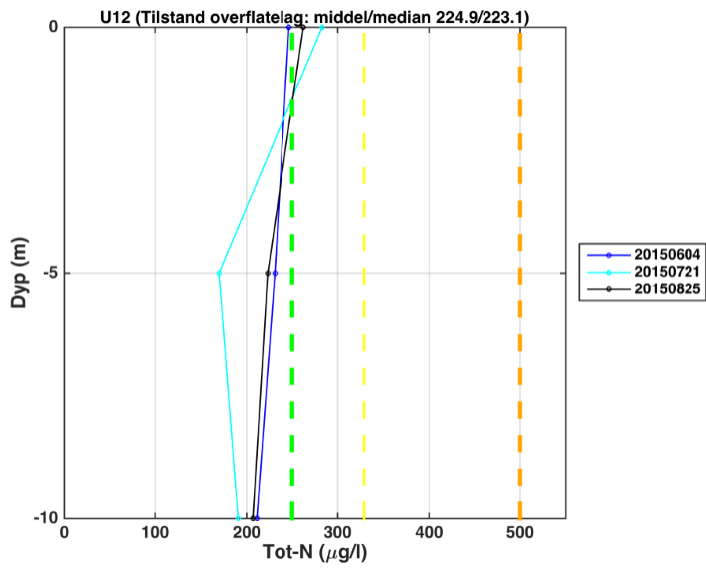


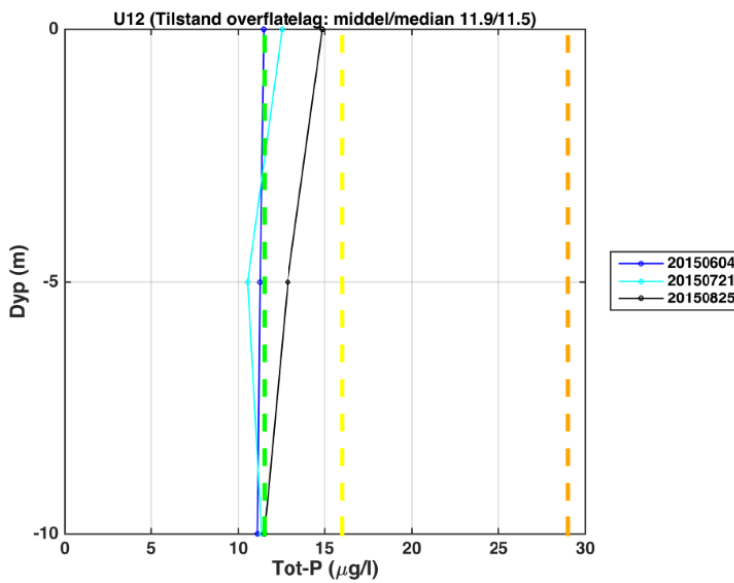
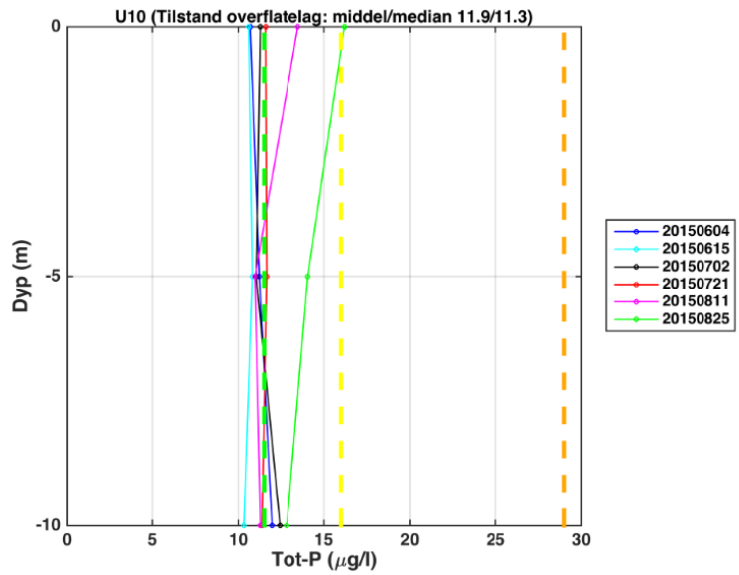
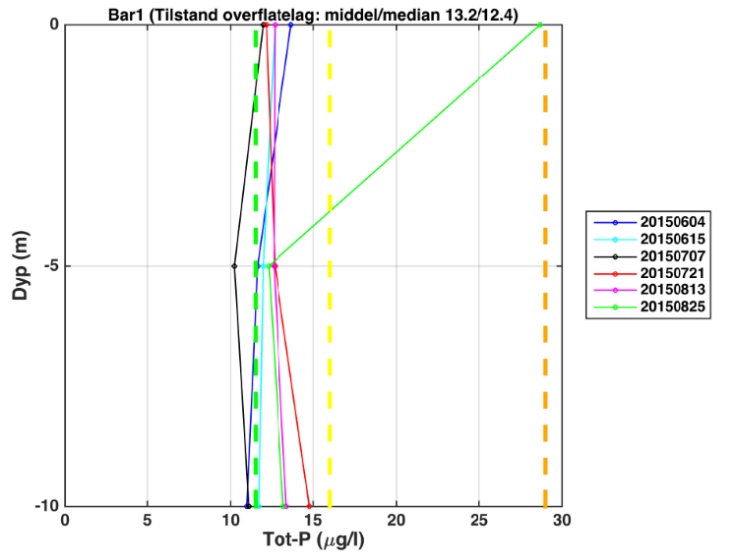


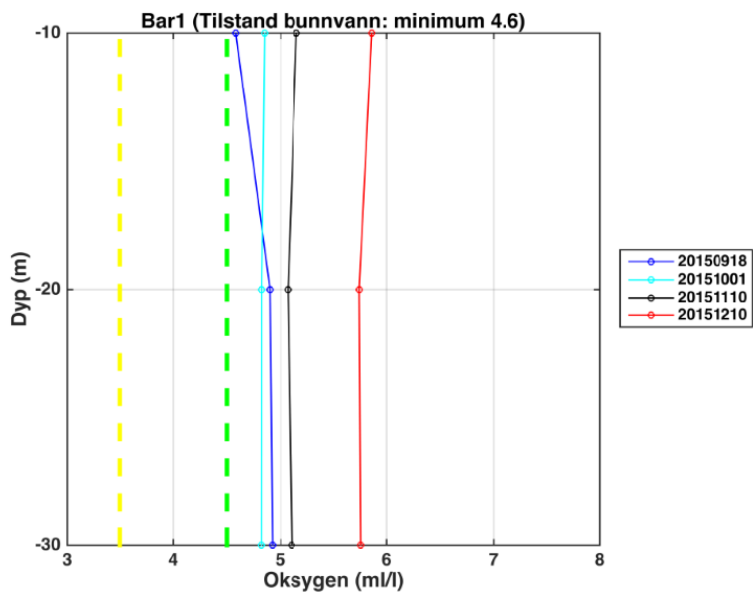
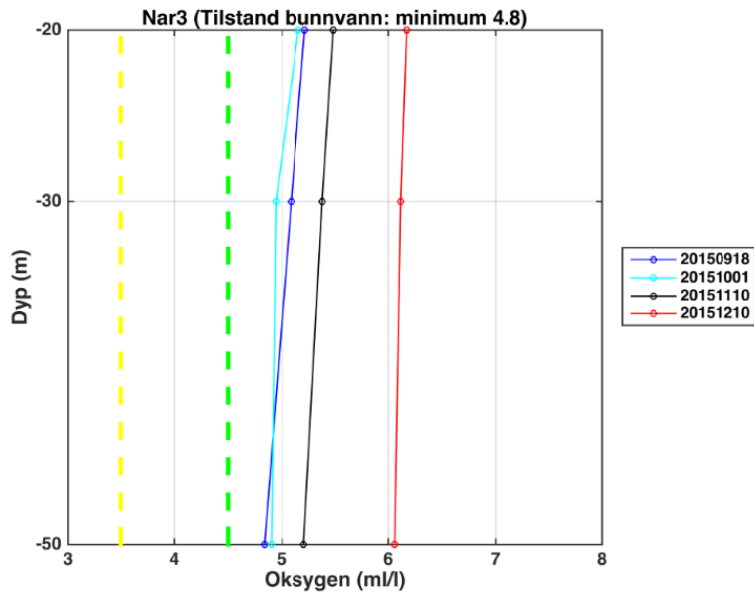
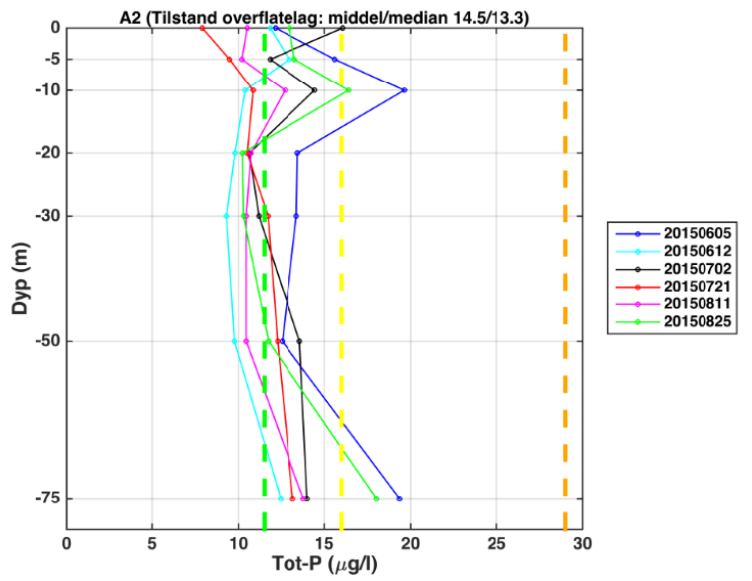


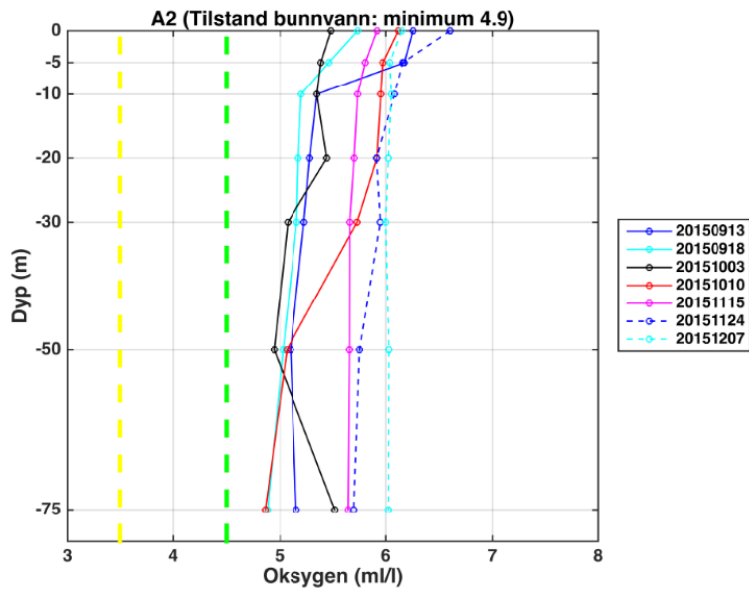
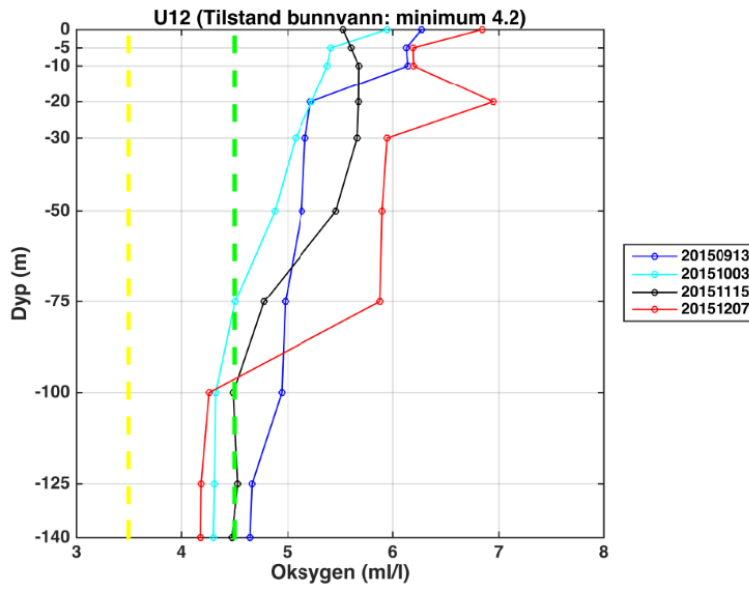
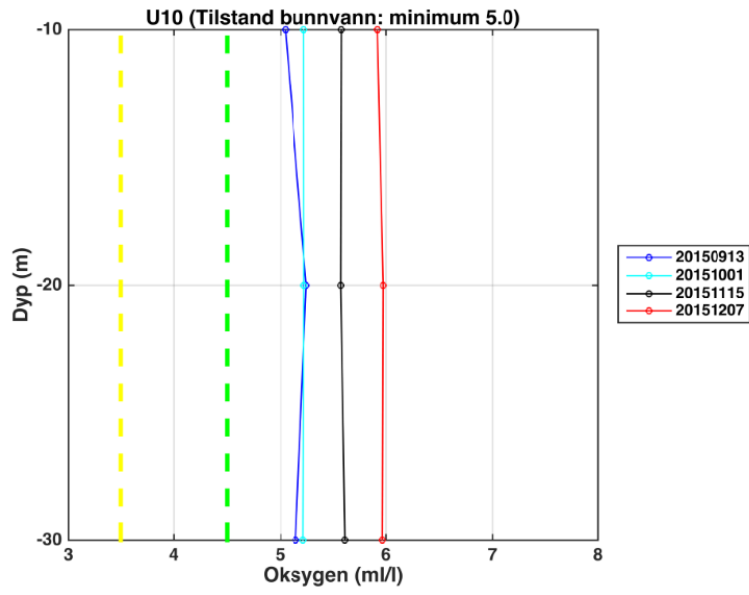


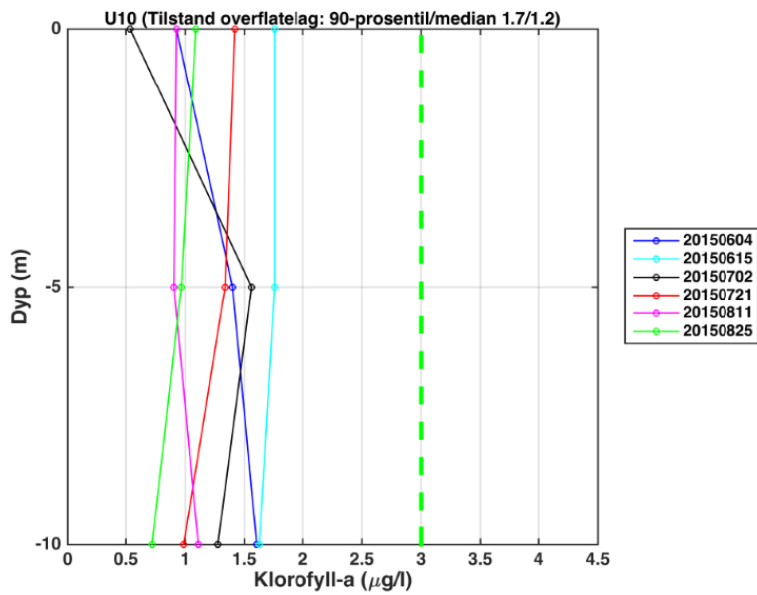
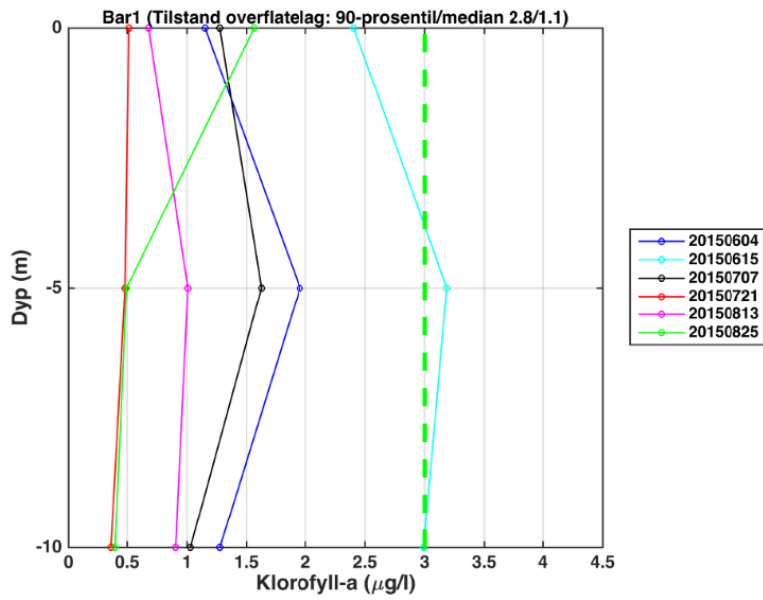
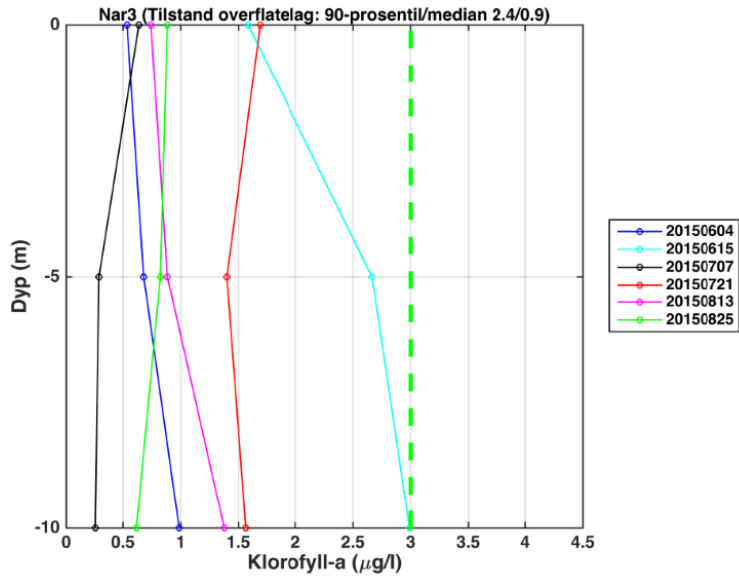


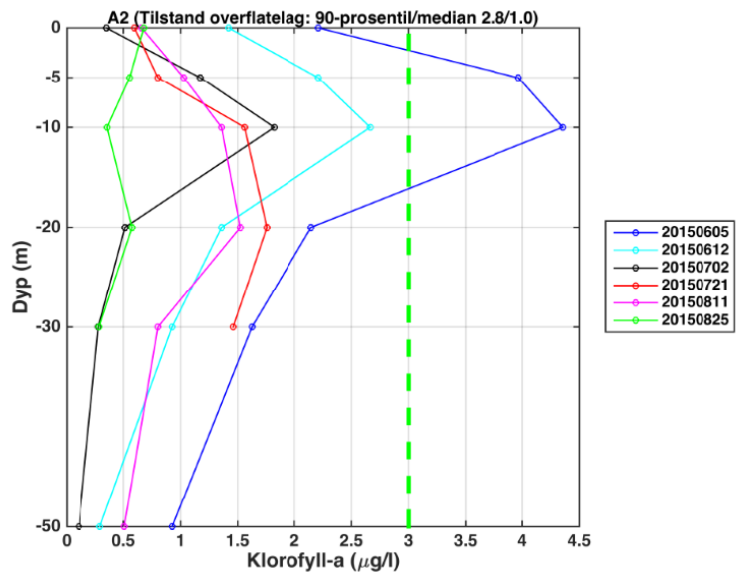
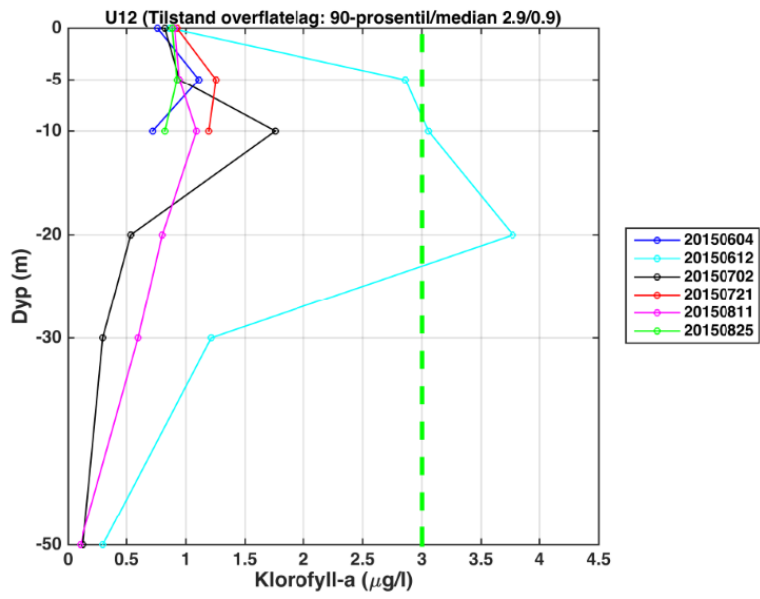












Vedlegg B. Bløtbunn

Bløtbunnsindekser 2015

Stasjonsvise indekser

St.	S	N	IND/m2	NQI1_sta	H_sta	ES100_sta	ISI2012_sta	NSI2012_sta	nEQR_sta
E14	59	602	1505	0,78	4,77	31,62	8,65	24,18	0,76
U10	160	3387	8468	0,85	5,09	38,92	9,93	27,60	0,86
U12	72	1315	3288	0,73	4,08	25,43	8,66	21,18	0,70
U5	61	6105	32190	0,59	2,57	11,14	8,29	13,03	0,50

Indekser pr. grabb

ST.	AREA	S	IND	NQI1	H	ES100	ISI2012	NSI2012	DI
E14	0,1	34	113	0,75	4,71	32,84	7,70	23,98	0,00
E14	0,1	37	216	0,81	4,13	27,00	8,49	25,09	0,28
E14	0,1	35	153	0,75	4,34	29,46	7,75	23,35	0,13
E14	0,1	35	120	0,77	4,28	32,28	7,99	23,83	0,03
U5	0,1	44	3848	0,61	2,10	9,81	8,55	14,35	1,54
U5	0,025	26	939	0,46	2,09	10,05	5,98	10,37	1,52
U5	0,025	24	450	0,61	2,23	12,79	7,89	15,22	1,21
U5	0,025	25	868	0,43	1,43	9,48	6,87	8,94	1,49
U10	0,1	97	1135	0,84	4,63	33,00	9,31	27,73	1,00
U10	0,1	89	986	0,84	4,87	34,66	9,06	26,72	0,94
U10	0,1	82	658	0,84	4,18	31,80	9,82	28,28	0,77
U10	0,1	84	608	0,83	4,98	39,81	9,52	28,00	0,73
U12	0,1	38	357	0,71	3,71	22,73	8,13	21,14	0,50
U12	0,1	37	214	0,71	3,94	25,14	7,95	21,62	0,28
U12	0,1	42	360	0,71	3,93	24,65	8,36	21,25	0,51
U12	0,1	46	384	0,72	3,80	23,74	8,40	20,90	0,53

Artsliste for bløtbunnsstasjonene i 2015

ST.	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
E14	PLATYHELMINTHES		Platyhelminthes indet		1		
E14	NEMERTEA		Nemertea indet	2	1	2	
E14	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii			1	1
E14	POLYCHAETA	Polynoidae	Polynoidae indet				1
E14	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Pseudomystides spinachia		1		
E14	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	6	6	4	4
E14	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe pallida			1	
E14	POLYCHAETA	Pilargidae	Pilargis sp.		1		
E14	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys incisa	1		1	2
E14	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba			1	
E14	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	2	1	3	3
E14	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica		2		1
E14	POLYCHAETA	Dorvilleidae	Ophryotrocha sp.	2			1
E14	POLYCHAETA	Orbiniidae	Phylo kupfferi		1		
E14	POLYCHAETA	Orbiniidae	Scoloplos (Scoloplos) armiger				1
E14	POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsenia gracilis			1	1
E14	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	4	3	6	1
E14	POLYCHAETA	Spionidae	Scolecopsis korsuni		2		2
E14	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	7	1	6	4
E14	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Brada villosa	1	8		
E14	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	5	11	3	7
E14	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia crassa	2	2	1	1
E14	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum		1	1	
E14	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	2		1	1
E14	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni	2	2	4	1
E14	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete sp.		2	3	
E14	POLYCHAETA	Ampharetidae	Amythasides macroglossus	1			
E14	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosane sulcata	1			
E14	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosane wahrbergi				1
E14	POLYCHAETA	Terebellidae	Amaeana trilobata	2	1	2	2
E14	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus plumosus	7	3	3	2
E14	POLYCHAETA	Trichobrachidae	Terebellides stroemii		1	1	
E14	POLYCHAETA	Trichobrachidae	Trichobranchus roseus		1	1	2
E14	PROSOBRANCHIA		Gastropoda indet	3	18	1	
E14	PROSOBRANCHIA	Rissoidae	Hyala vitrea		53	2	
E14	OPISTHOBANCHIA	Cylichnidae	Cylichnidae indet	1			2
E14	OPISTHOBANCHIA	Scaphandridae	Cylichna cylindracea	2	7	2	
E14	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet				1
E14	BIVALVIA		Bivalvia indet	2		1	
E14	BIVALVIA	Nuculidae	Ennucula tenuis	4	11	9	4
E14	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula sp.		3		1
E14	BIVALVIA	Lucinidae	Myrtea spinifera	5	7	5	13
E14	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp.	4	9	10	2
E14	BIVALVIA	Lasaeidae	Kurtiella bidentata	1	2	4	3
E14	BIVALVIA	Lasaeidae	Tellimya sp.	1			
E14	BIVALVIA	Lasaeidae	Tellimya tenella	10	1		2
E14	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida	5	9	15	5
E14	BIVALVIA	Myidae	Mya arenaria			1	
E14	BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba	2	3	5	5
E14	CUMACEA	Leuconidae	Leucon sp.		1		
E14	AMPHIPODA	Hyperiididae	Hyperiididae indet				1
E14	DECAPODA		Brachyura larve	1			
E14	DECAPODA		Decapoda larver	1			
E14	DECAPODA	Processidae	Processa canaliculata			1	
E14	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil		1		
E14	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	5	4	11	5
E14	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis	12	27	31	30
E14	ECHINOIDEA	Brissidae	Brissopsis lyrifera	3			1
E14	ECHINOIDEA	Loveniidae	Echinocardium cf. flavescens	4	8	9	6

ST.	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
U10	ANTHOZOA	Edwardsiidae	Edwardsia sp.	2	6	3	2
U10	ANTHOZOA		Stylatula elegans				2
U10	PLATYHELMINTHES		Platyhelminthes indet	1			1
U10	NEMERTEA		Nemertea indet	20	24	6	19
U10	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii			1	
U10	POLYCHAETA	Aphroditidae	Aphrodita aculeata	1	1		
U10	POLYCHAETA	Polynoidae	Gattyana amondseni				3
U10	POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe sp.	3			2
U10	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eumida bahusiensis			1	
U10	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eumida sp.	1		1	4
U10	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Paranaitis kosteriensis		2		1
U10	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Pseudomystides spinachia			1	
U10	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Sige fusigera		1		
U10	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	2	6	5	1
U10	POLYCHAETA	Hesionidae	Hesionidae		1		
U10	POLYCHAETA	Syllidae	Exogone (Exogone) naidina			1	5
U10	POLYCHAETA	Syllidae	Exogone (Exogone) verugera	25	13	3	16
U10	POLYCHAETA	Syllidae	Sphaerosyllis hystrix	8	5	3	4
U10	POLYCHAETA	Syllidae	Syllis cornuta			1	2
U10	POLYCHAETA	Syllidae	Syllis sp.	2			
U10	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys hombergii	6	4		
U10	POLYCHAETA	Glyceridae	Glyceria alba	4	4	4	4
U10	POLYCHAETA	Glyceridae	Glyceria lapidum			2	
U10	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	5	3	4	2
U10	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris aniara	9	7	3	10
U10	POLYCHAETA	Dorvilleidae	Ophryotrocha sp.				4
U10	POLYCHAETA	Dorvilleidae	Parougia eliasoni	1		3	
U10	POLYCHAETA	Dorvilleidae	Protodorvillea kefersteini				1
U10	POLYCHAETA	Orbiniidae	Phylo norvegicus	1	2		
U10	POLYCHAETA	Orbiniidae	Scoloplos (Scoloplos) armiger	1			1
U10	POLYCHAETA	Paraonidae	Aricidea (Acmira) catherinae				1
U10	POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsenia gracilis			1	
U10	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis eliasoni	2			
U10	POLYCHAETA	Poecilochaetidae	Poecilochaetus serpens	1			
U10	POLYCHAETA	Spionidae	Laonice bahusiensis	1		2	12
U10	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	7	2	4	3
U10	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio dubia		1		
U10	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	1			
U10	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata	2	1	2	3
U10	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	1	2		1
U10	POLYCHAETA	Magelonidae	Magelona minuta	8	10	1	
U10	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.				1
U10	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	2	5	1	6
U10	POLYCHAETA	Cirratulidae	Macrochaeta clavicornis	6		8	6
U10	POLYCHAETA	Cirratulidae	Tharyx killariensis			2	1
U10	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	17	6	2	1
U10	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Pherusa falcata	1			
U10	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum			3	1
U10	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	4	4	5	
U10	POLYCHAETA	Capitellidae	Mediomastus fragilis				10
U10	POLYCHAETA	Capitellidae	Notomastus latericeus	3	4	5	17
U10	POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymeninae indet	7	9	3	3
U10	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine gracilior	17	4	1	
U10	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	1	1	2	2
U10	POLYCHAETA	Oweniidae	Myriochele danielsseni	6	5		1
U10	POLYCHAETA	Oweniidae	Owenia sp.	3	4	4	
U10	POLYCHAETA	Pectinariidae	Amphictene auricoma	1	1	1	2
U10	POLYCHAETA	Pectinariidae	Lagis koreni			1	
U10	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete octocirrata	271	153	146	79
U10	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete sp.	22	28	29	14
U10	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharetidae indet				1
U10	POLYCHAETA	Ampharetidae	Amphicteis gunneri		3		

ST.	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
U10	POLYCHAETA	Ampharetidae	Anobothrus gracilis	3	2		
U10	POLYCHAETA	Ampharetidae	Lysippe fragilis			3	2
U10	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosane sulcata	148	121	191	137
U10	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosane wahrbergi	4	3	1	3
U10	POLYCHAETA	Terebellidae	Paramphitrite tetrabanchia			2	
U10	POLYCHAETA	Terebellidae	Pista bansei	13	19	10	11
U10	POLYCHAETA	Terebellidae	Pista cristata	4		3	4
U10	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus norvegicus				6
U10	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus plumosus	1	2	2	3
U10	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus sp.	1	1	2	8
U10	POLYCHAETA	Terebellidae	Streblosoma intestinale	38	27	1	1
U10	POLYCHAETA	Terebellidae	Terebellidae indet	3			
U10	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemii	9	9	3	4
U10	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Trichobranchus roseus	2	6		
U10	POLYCHAETA	Sabellidae	Chone sp.	2	5		2
U10	POLYCHAETA	Sabellidae	Fabricia stellaris	1			11
U10	POLYCHAETA	Sabellidae	Jasmineira caudata	2	8		
U10	POLYCHAETA	Sabellidae	Paradialychone filicaudata		2		
U10	OLIGOCHAETA		Oligochaeta indet		1		
U10	PROSOBRANCHIA		Gastropoda indet			1	
U10	PROSOBRANCHIA	Rissoidae	Rissoidae	1	1		
U10	PROSOBRANCHIA	Naticidae	Euspira cf. nitida	3		2	
U10	PROSOBRANCHIA	Naticidae	Euspira sp.				1
U10	PROSOBRANCHIA	Eulimidae	Haliella stenostoma	2			
U10	PROSOBRANCHIA	Turridae	Raphitoma linearis	2		7	3
U10	CAENOGASTROPODA		Caenogastropoda		1		
U10	OPISTOBRANCHIA	Pyramidellidae	Odostomia unidentata				2
U10	OPISTOBRANCHIA	Pyramidellidae	Turbonilla sp.	2			
U10	OPISTOBRANCHIA	Acteonidae	Acteon tornatilis				1
U10	OPISTOBRANCHIA	Retusidae	Cylichna umbilicata	11	15	9	
U10	OPISTOBRANCHIA	Philinidae	Hermania scabra	2			
U10	OPISTOBRANCHIA	Philinidae	Philine sp.		2	6	4
U10	OPISTOBRANCHIA	Scaphandridae	Cylichna alba				12
U10	OPISTOBRANCHIA	Scaphandridae	Cylichna cylindracea	2	9	2	
U10	POLYPLACOPHORA	Lepidochitonidae	Lepidochitona (Lepidochitona) cinerea			2	11
U10	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet	1	2		2
U10	BIVALVIA		Bivalvia indet		1	1	1
U10	BIVALVIA	Nuculidae	Ennucula tenuis	6	4		2
U10	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula sp.	5	16	13	7
U10	BIVALVIA	Mytilidae	Mytilidae	1			
U10	BIVALVIA	Pectinidae	Pectinidae		1		
U10	BIVALVIA	Pectinidae	Similipecten similis			3	4
U10	BIVALVIA	Lucinidae	Lucinoma cf. borealis		4	3	1
U10	BIVALVIA	Lucinidae	Myrtea spinifera	12	8	2	2
U10	BIVALVIA	Thyasiridae	Adontorhina similis	1			
U10	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira flexuosa				2
U10	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf. flexuosa	16	11	1	
U10	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp.	5	3	1	1
U10	BIVALVIA	Lasacidae	Kurtiella bidentata		2	10	5
U10	BIVALVIA	Lasacidae	Tellimya cf. ferruginosa		2		
U10	BIVALVIA	Lasacidae	Tellimya tenella		2		
U10	BIVALVIA	Astartidae	Astarte montagui				6
U10	BIVALVIA	Astartidae	Astarte sp.	1		6	
U10	BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium minimum	1	1		
U10	BIVALVIA	Veneridae	Timoclea ovata	7	9	14	13
U10	BIVALVIA	Petricolidae	Mysia undata		1		
U10	BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba	14	19	3	3
U10	BIVALVIA	Thraciidae	Thracia cf. phaseolina		1		
U10	BIVALVIA	Thraciidae	Thracia sp.	1			
U10	BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria cf. obesa		2		
U10	SCAPHOPODA	Dentaliidae	Antalis sp.	2	1		

ST.	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
U10	PYCNOGONIDA		Pycnogonida indet	3			
U10	TANAIDACEA	Parathanidae	Tanaidacea indet	101	53		
U10	ISOPODA	Arcturidae	Astacilla dilatata		3		
U10	ISOPODA	Cirolanidae	Natatolana borealis		1	1	
U10	AMPHIPODA	Lysianassidae	Orchomenella sp.			4	
U10	AMPHIPODA	Ampeliscidae	Ampelisca cf. tenuicornis	3	12	2	6
U10	AMPHIPODA	Leucothoidae	Leucothoe lilljeborgi			1	
U10	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Synchelidium sp.	1			
U10	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula	1		2	
U10	AMPHIPODA	Melphidippidae	Melphidippella macra	2			
U10	AMPHIPODA	Isaeidae	Photis longicaudata	3		1	
U10	AMPHIPODA	Caprellidae	Phthisica marina	1	2		
U10	DECAPODA		Brachyura larve	1			
U10	DECAPODA	Crangonidae	Crangon crangon		1		
U10	DECAPODA	Paguridae	Paguridae		1	1	
U10	DECAPODA	Leucosiidae	Ebalia tuberosa				1
U10	DECAPODA	Majidae	Hyas sp.				1
U10	SIPUNCULIDA		Golfingia (Golfingia) vulgaris			1	
U10	SIPUNCULIDA		Golfingia sp.			3	6
U10	SIPUNCULIDA		Golfingiidae indet	3		2	8
U10	SIPUNCULIDA		Nephasoma sp.			1	8
U10	SIPUNCULIDA		Phascolion (Phascolion) strombus		1		
U10	SIPUNCULIDA		Thysanocardia procerca	1	1		4
U10	PHORONIDA		Phoronida indet	41	34	8	6
U10	ASTEROIDEA		Asteroidea indet		1		
U10	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil	67	2	1	
U10	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	3	6		
U10	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis	2	2	1	
U10	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura sp.		52		3
U10	ECHINOIDEA		Irregularia juvenil	52	114	46	
U10	ECHINOIDEA	Fibulariidae	Echinocyamus pusillus	10	9	7	31
U10	HOLOTHUROIDEA	Cucumariidae	Cucumariidae		1		
U10	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Labidoplax buskii	5	42	3	
U10	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Leptosynapta decaria	6		4	7
U10	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Synaptidae	4			
U10	ASCIDIACEA	Molgulidae	Molgula sp.				1
U10	PISCES		Pisces indet			1	
U12	ANTHOZOA		Anthozoa indet	1			
U12	NEMERTEA		Nemertea indet	5	2	4	20
U12	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	44	1	31	21
U12	POLYCHAETA	Aphroditidae	Aphrodita aculeata			1	1
U12	POLYCHAETA	Polynoidae	Bylgides sarsi		1		
U12	POLYCHAETA	Polynoidae	Gattyana amondseni	3		4	3
U12	POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe sp.		1		
U12	POLYCHAETA	Sigalionidae	Neoleanira tetragona	1			1
U12	POLYCHAETA	Phyllococidae	Phyllococe rosea				1
U12	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica				1
U12	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe pallida				1
U12	POLYCHAETA	Hesionidae	Oxydromus flexuosus	1			
U12	POLYCHAETA	Syllidae	Exogone (Exogone) verugera	1	2		
U12	POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale loveni	13	2	8	17
U12	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys ciliata		1		
U12	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba			2	
U12	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	1			
U12	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica	1	1	3	1
U12	POLYCHAETA	Dorvilleidae	Ophryotrocha sp.		4		1
U12	POLYCHAETA	Apistobranchidae	Apistobranchus tullbergi				1
U12	POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsenia gracilis	2	1	3	1
U12	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis lyra	1		1	2
U12	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera		1		5

ST.	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
U12	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio dubia	2		1	
U12	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	4	1	3	4
U12	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata	10	3	8	2
U12	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	4	8	11	2
U12	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.		2		
U12	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	15	15	19	24
U12	POLYCHAETA	Cirratulidae	Tharyx killariensis	2	1	1	1
U12	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	3	1	5	3
U12	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	17	19	37	35
U12	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni	4		4	3
U12	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	8		5	15
U12	POLYCHAETA	Pectinariidae	Lagis koreni			1	1
U12	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete octocirrata			1	
U12	POLYCHAETA	Ampharetidae	Anobothrus gracilis	1		1	1
U12	POLYCHAETA	Ampharetidae	Melinna cristata	18	2	22	10
U12	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosane wahrbergi	2	9	1	3
U12	POLYCHAETA	Terebellidae	Amaeana trilobata			2	1
U12	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus plumosus		1	1	
U12	POLYCHAETA	Terebellidae	Terebellidae indet			1	
U12	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemii	3	1	8	1
U12	POLYCHAETA	Sabellidae	Chone sp.				1
U12	POLYCHAETA	Sabellidae	Jasmineira caudata				1
U12	PROSOBRANCHIA	Rissoidae	Hyala vitrea			4	
U12	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet	1			
U12	BIVALVIA	Nuculidae	Ennucula tenuis	23	20	27	21
U12	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula sp.	2	2	1	1
U12	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella sp.	1			2
U12	BIVALVIA	Mytilidae	Modiolus modiolus		1		
U12	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	5	1	4	3
U12	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp.	118	36	107	132
U12	BIVALVIA	Lasacidae	Tellimya tenella		13		4
U12	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra cf. nitida	32	46	16	24
U12	BIVALVIA	Thraciidae	Thracia sp.	1			
U12	BIVALVIA	Cuspidariidae	Tropidomya abbreviata			1	
U12	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella emarginata	3	2	1	1
U12	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella truncatula	1			1
U12	CUMACEA	Leuconidae	Leucon (Leucon) cf. nasica			1	
U12	TANAIDACEA	Parathanidae	Tanaidacea indet				1
U12	AMPHIPODA	Hyperiididae	Themisto sp.	2	2	1	
U12	AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata		1	5	
U12	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Arrhis phyllonyx		1		
U12	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Monoculodes packardi	1			1
U12	MYSIDA		Mysida indet			1	
U12	DECAPODA	Axiidae	Calocaris sp.		2		
U12	SIPUNCULIDA		Golfingiidae indet				1
U12	OPHIUROIDEA	Amphilepididae	Amphilepis norvegica			1	
U12	ECHINOIDEA		Carinacea indet		1		
U12	ECHINOIDEA	Brissidae	Brissopsis lyrifera		6	1	6
U12	CHAETOGNATHA		Chaetognatha indet				1
U5	ANTHOZOA	Edwardsiidae	Edwardsia sp.	2	1	2	3
U5	PLATYHELMINTHES		Platyhelminthes indet	1			
U5	NEMERTEA		Nemertea indet	35	22	2	8
U5	POLYCHAETA	Polynoidae	Gattiana amondseni				1
U5	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eteone longa/flava	6	3		
U5	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eteone sp.				2
U5	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eumida bahusiensis	2			1
U5	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	41	1	7	3
U5	POLYCHAETA	Hesionidae	Oxydromus flexuosus	7	2	3	2
U5	POLYCHAETA	Hesionidae	Podarkeopsis capensis			1	1
U5	POLYCHAETA	Syllidae	Exogone (Exogone) naidina	9			
U5	POLYCHAETA	Syllidae	Sphaerosyllis hystrix	1			
U5	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys hombergii	1			

ST.	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
U5	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	15			3
U5	POLYCHAETA	Dorvilleidae	Ophryotrocha sp.	400	89	12	
U5	POLYCHAETA	Dorvilleidae	Protodorvillea kefersteini		1		
U5	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis lyra	1			
U5	POLYCHAETA	Trochochaetidae	Trochochaeta multisetosa	1			
U5	POLYCHAETA	Spionidae	Malacoceros fuliginosus		1		
U5	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	5			
U5	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	22	1		4
U5	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio multibranchiata	1			
U5	POLYCHAETA	Magelonidae	Magelona alleni	1			
U5	POLYCHAETA	Magelonidae	Magelona minuta	3		1	
U5	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	3			
U5	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum	5	1		2
U5	POLYCHAETA	Capitellidae	Capitella capitata	1	549	10	677
U5	POLYCHAETA	Capitellidae	Mediomastus fragilis	1257	165	66	76
U5	POLYCHAETA	Capitellidae	Notomastus latericeus	4	1	1	1
U5	POLYCHAETA	Arenicolidae	Arenicola marina		1		
U5	POLYCHAETA	Pectinariidae	Amphictene auricoma			1	
U5	POLYCHAETA	Pectinariidae	Lagis koreni		4		
U5	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete sp.			1	
U5	POLYCHAETA	Ampharetidae	Anobothrus gracilis	1			
U5	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus plumosus	1			
U5	OLIGOCHAETA		Oligochaeta indet		1		2
U5	PROSOBRANCHIA		Gastropoda indet	2			
U5	PROSOBRANCHIA	Rissoidae	Hyala vitrea	18	10	4	2
U5	OPISTHOBANCHIA	Cylichnidae	Cylichnidae indet	2			
U5	OPISTHOBANCHIA	Philinidae	Philina sp.		1		
U5	OPISTHOBANCHIA	Scaphandridae	Cylichna sp.			1	
U5	BIVALVIA		Bivalvia indet	1	1		
U5	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula sp.	61	1	10	4
U5	BIVALVIA	Mytilidae	Musculus subpictus		1		
U5	BIVALVIA	Lucinidae	Myrtea spinifera	2		1	
U5	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf. flexuosa	43	37	30	13
U5	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp.	4	6	6	5
U5	BIVALVIA	Lasaeidae	Kurtiella bidentata	1821	28	271	40
U5	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra sp.	1			1
U5	BIVALVIA	Veneridae	Chamelea striatula	1			
U5	BIVALVIA	Myidae	Mya truncata	2			
U5	BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba	46	10	16	13
U5	BIVALVIA	Thraciidae	Thracia sp.			1	
U5	NEBALIACEA		Nebalia bipes			1	
U5	PRIAPULIDA		Priapulus caudatus	2			1
U5	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis				1
U5	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura sp.	4		1	
U5	ECHINOIDEA		Irregularia juvenil	4			
U5	ECHINOIDEA	Loveniidae	Echinocardium cordatum		1		2
U5	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Labidoplax buskii	7		1	
U5	ENTEROPNEUSTA		Enteropneusta	1			

Vedlegg C. Sedimentanalyser



Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 02348 / (+47) 22 18 51 00
E-post: niva@niva.no

ANALYSERAPPORT



RapportID: 3452

Kunde: Hilde Trannum
Prosjektnummer: O 15172;BB Arendal15 - Blotbunn

	Analyseoppdrag: 383-2686
	Versjon: 1
	Dato: 05.07.2016
01/07/16 ALR: Sum PCB på prøve NR-2016-02819 var ikke kalkulerbart fordi enkelkomponentene på PCB analysen var under deteksjonsgrensen.	

Provenr.: NR-2016-02811
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakingsdato: 14.06.2015
Prøve mottatt dato: 25.05.2016
Analyseperiode: 02.06.2016 - 02.06.2016

Prøvermerking: U12 .Eroygapet
Stasjon : U12 .Eroygapet
KjemeID/Replikant : A
Prøvetakingsdyb : 0,00 m Snitt: 0,00-1,00 cm
Prøvetakingsmetode: Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Total nitrogen	Intern metode (G6-2)	2,2	µg N/mg TS	20%	1,0	
Totalt organisk karbon	Intern metode (G6-2)	29,6	µg C/mg TS	20%	1,0	

Provenr.: NR-2016-02812
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakingsdato: 14.06.2015
Prøve mottatt dato: 25.05.2016
Analyseperiode: 02.06.2016 - 02.06.2016

Prøvermerking: U10 .Eroy
Stasjon : U10 .Eroy
KjemeID/Replikant : A
Prøvetakingsdyb : 0,00 m Snitt: 0,00-1,00 cm
Prøvetakingsmetode: Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Total nitrogen	Intern metode (G6-2)	<1,0	µg N/mg TS		1,0	
Totalt organisk karbon	Intern metode (G6-2)	2,9	µg C/mg TS	20%	1,0	

Provenr.: NR-2016-02813
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakingsdato: 27.05.2015
Prøve mottatt dato: 25.05.2016
Analyseperiode: 02.06.2016 - 02.06.2016

Prøvermerking: U5 Utnes
Stasjon : U5 Utnes
KjemeID/Replikant : A
Prøvetakingsdyb : 0,00 m Snitt: 0,00-1,00 cm
Prøvetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Total nitrogen	Intern metode (G6-2)	4,4	µg N/mg TS	20%	1,0	
Totalt organisk karbon	Intern metode (G6-2)	49,0	µg C/mg TS	20%	1,0	

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet, LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Side 1 av 4

Provenr.: NR-2016-02814 **Prøvermerking:** E14 Naresto
Provetype: SEDIMENT **Stasjon** : E14 Naresto
Prøvetakningsdato: 27.05.2015 **KjemeID/Replikant** : A
Prøve mottatt dato: 25.05.2016 **Prøvetakningsdyp** : 0,00 m Snitt: 0,00-1,00 cm
Analyseperiode: 02.06.2016 - 02.06.2016 **Prøvetakningsmetode:** Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MFU	LOQ	Underlev.
Total nitrogen	Intern metode (G6-2)	3,6	µg N/mg TS	20%	1,0	
Totalt organisk karbon	Intern metode (G6-2)	37,5	µg C/mg TS	20%	1,0	

Provenr.: NR-2016-02815 **Prøvermerking:** U12 .Eroygapet
Provetype: SEDIMENT **Stasjon** : U12 .Eroygapet
Prøvetakningsdato: 14.06.2015 **KjemeID/Replikant** : B
Prøve mottatt dato: 25.05.2016 **Prøvetakningsdyp** : 0,00 m Snitt: 0,00-5,00 cm
Analyseperiode: 03.06.2016 - 03.06.2016 **Prøvetakningsmetode:** Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MFU	LOQ	Underlev.
<63 µm*	Intern metode (INTERN_NIVA)	91	% TS			

Provenr.: NR-2016-02816 **Prøvermerking:** U10 .Eroy
Provetype: SEDIMENT **Stasjon** : U10 .Eroy
Prøvetakningsdato: 14.06.2015 **KjemeID/Replikant** : B
Prøve mottatt dato: 25.05.2016 **Prøvetakningsdyp** : 0,00 m Snitt: 0,00-5,00 cm
Analyseperiode: 03.06.2016 - 03.06.2016 **Prøvetakningsmetode:** Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MFU	LOQ	Underlev.
<63 µm*	Intern metode (INTERN_NIVA)	8	% TS			

Provenr.: NR-2016-02817 **Prøvermerking:** U5 Utnes
Provetype: SEDIMENT **Stasjon** : U5 Utnes
Prøvetakningsdato: 27.05.2015 **KjemeID/Replikant** : B
Prøve mottatt dato: 25.05.2016 **Prøvetakningsdyp** : 0,00 m Snitt: 0,00-5,00 cm
Analyseperiode: 03.06.2016 - 03.06.2016 **Prøvetakningsmetode:** Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MFU	LOQ	Underlev.
<63 µm*	Intern metode (INTERN_NIVA)	48	% TS			

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

Side 2 av 4

< : Mindre enn, > : Større enn, MFU: Målesikkerhet, LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Provenr.: NR-2016-02818
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakingsdato: 27.05.2015
Prøve mottatt dato: 25.05.2016
Analyseperiode: 03.06.2016 - 03.06.2016

Prøvermerking: E14 Naresto
Stasjon: E14 Naresto
KjemeID/Replikant: B
Prøvetakingsdyp: 0,00 m Snitt: 0,00-5,00 cm
Prøvetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm*	Intern metode (INTERN_NIVA)	69	% TS			

Provenr.: NR-2016-02819
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakingsdato: 14.06.2015
Prøve mottatt dato: 25.05.2016
Analyseperiode: 31.05.2016 - 01.06.2016

Prøvermerking: U10 Eroy
Stasjon: U10 Eroy
KjemeID/Replikant: C
Prøvetakingsdyp: 0,00 m Snitt: 0,00-2,00 cm
Prøvetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar: Pga problemer med overføring av resultatene til Nikkel har ikke følgende kommet med: rapportert i mg/kg, LOQ: 0,5, MU: 30 %

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Kvikksølv	NS-EN ISO 12846	0,021	mg/kg TS		0,001	Eurofins c)
Arsen	NS EN ISO 17294-2	2,8	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Bly	NS EN ISO 17294-2	7,5	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,037	mg/kg TS	40%	0,01	Eurofins c)
Kobber	NS EN ISO 11885	4,3	mg/kg TS		0,5	Eurofins c)
Krom	NS EN ISO 11885	6,6	mg/kg TS		0,3	Eurofins c)
Nikkel	EN ISO 17294-2	5,1	- TS			Eurofins
Sink	NS EN ISO 11885	22	mg/kg TS		2	Eurofins c)
Acenaften	ISO 16703 mod	< 0,010	mg/kg TS		0,01	Eurofins c)
Acenaftylen	ISO 16703 mod	< 0,010	mg/kg TS		0,01	Eurofins c)
Antraen	ISO 16703 mod	< 0,010	mg/kg TS		0,01	Eurofins c)
Benzo[a]antraen	ISO 16703 mod	0,020	mg/kg TS		0,01	Eurofins c)
Benzo[a]pyren	ISO 16703 mod	0,024	mg/kg TS		0,01	Eurofins c)
Benzo[b]fluoranten	ISO 16703 mod	0,036	mg/kg TS		0,01	Eurofins c)
Benzo[g,h,i]perylene	ISO 16703 mod	0,020	mg/kg TS		0,01	Eurofins c)
Benzo[k]fluoranten	ISO 16703 mod	0,013	mg/kg TS		0,01	Eurofins c)
Dibenzo[a,h]antraen	ISO 16703 mod	< 0,010	mg/kg TS		0,01	Eurofins c)
Fenanten	ISO 16703 mod	0,022	mg/kg TS		0,01	Eurofins c)
Fluoranten	ISO 16703 mod	0,043	mg/kg TS		0,01	Eurofins c)
Fluoren	ISO 16703 mod	< 0,010	mg/kg TS		0,01	Eurofins c)
Indeno[1,2,3-cd]pyren	ISO 16703 mod	0,020	mg/kg TS		0,01	Eurofins c)
Krysen+Trifenylene	ISO 16703 mod	0,022	mg/kg TS		0,01	Eurofins c)
Naftalen	ISO 16703 mod	< 0,010	mg/kg TS		0,01	Eurofins c)
Pyren	ISO 16703 mod	0,035	mg/kg TS		0,01	Eurofins c)
Sum PAH 16	ISO 16703 mod	0,26	mg/kg TS			Eurofins c)
PCB 101	ISO 16703 mod	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins c)
PCB 118	ISO 16703 mod	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins c)
PCB 138	ISO 16703 mod	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins c)
PCB 153	ISO 16703 mod	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins c)
PCB 180	ISO 16703 mod	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins c)
PCB 28	ISO 16703 mod	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins c)
PCB 52	ISO 16703 mod	< 0,00050	mg/kg TS		0,0005	Eurofins c)

c) Eurofins Environment Testing Sweden AB, ISO/IEC 17025 SWEDAC 1125

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

Side 3 av 4

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet, LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereportoren må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

NIVA

Norsk institutt for vannforskning
Tomas Adler Blakseth

Forsker

Rapporten er elektronisk signert

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Målesikkerhet, LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Side 4 av 4

Vedlegg D. Hardbunn

Nedre voksedyp (spredt forekomst) for de ni artene i nedre voksegrenseindeksen (MSMDI).

Art		Stasjoner [max dykkedyp (m)]			
		AR12B [30]	AR13 [30]	AR36 [25,5]	AR40 [30]
Krusflik	<i>Chondrus crispus</i>	10,5	7	12	11
Svartkluft	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	5	5		5
Skolmetang	<i>Halidrys siliquosa</i>	5,5			5
Sukkertare	<i>Saccharina latissima</i>	16	2,5	14	16,5
Krusblekke	<i>Phyllophora pseudoceranoides</i>	15	12	8,5	15
Hummerblekke	<i>Coccotylus truncata</i>	14,5		20,4	
Teinebusk	<i>Rhodomela confervoides</i>	14,5		6,5	16
Fagerving	<i>Delesseria sanguinea</i>	23	24,7	19	26
Eikeving	<i>Phycodrys rubens</i>	23	23,2	20,4	23,5

Fjæresoneregistreringer juli 2015. 1=enkelt funn, 2=spredt forekomst, 3=vanlig forekomst, 4=dominerende

	AR02	AR04	AR09	AR12	AR13	AR15	AR16	AR30	AR35	AR36	AR38
DYR											
Actiniaria indet.			2	2	2	2	2				
Alcyonidium gelatinosum	2	3	2			2		2	2	2	2
Alcyonidium mamillatum			2		2	2				3	
Alcyonidium parasiticum			2								
Arenicola marina											2
Asterias rubens		1	2	2	2	2	2		2	2	2
Balanus balanoides	4		4	4	3	4	4	3	3	4	
Balanus improvisus									3		
Bryozoa indet. encrusting	3	3	3		2	2	2	2			
Carcinus maenas					1						2
Polyplacophora indet.						1					
Clava multicornis		2			2	2			2		2
Dynamena pumila			2	2	3	3	2			2	
Electra pilosa	3	3	3	2	3	4	2	2	2	3	2
Gibbula cineraria						1					
Halichondria panicea			3	2	3	3	3			1	
Lacuna vincta		2	2	2	2	2	2				
Laomedea geniculata	2		2	2	2	2	2		2	2	
Littorina littorea	2	3	2	1		2	2	2	2		2
Littorina obtusata											1
Littorina saxatilis				2			2				
Littorina sp.				2			2				2
Marthasterias glacialis					1						
Membranipora membranacea		2	2	2	3	3	2		2	2	2
Metridium senile pallidus			2	2	2	2	2			1	
Mytilus edulis	3	2		5	3	3	4	3		3	2
Nucella lapillus				2			2				
Patella sp.			2	2							
Patina pellucida			2								
Rissoidea indet.		2	2	2	2	2	2				2
Spirorbis borealis		2									
Turritellidae indet.		2									
Urticina felina				1	1						
Totalt antall dyr	7	12	18	18	18	19	17	6	9	11	12

Fjæresoneregistreringer forts.

	AR02	AR04	AR09	AR12	AR13	AR15	AR16	AR30	AR35	AR36	AR38
RØDALGER											
Ahnfeltia plicata		2		2		2	2			2	
Audouinella sp.						2		2			
Callithamnion corymbosum		2	2	3	2		2		2	2	
Ceramium rubrum TYPE	2	2	3	6	4	3	4	3	2	3	
Ceramium strictum TYPE	2	2		3				2	2		2
Chondrus crispus		2	3	2	3	3	2			2	
Rød skorpeformet kalkalge		3	6	2	5	5	6				
Corallina officinalis			3	2	2	2	3				
Dasya baillouviana										1	
Furcellaria lumbricalis			2		3		2			3	
Hildenbrandia rubra	4	5	2	3	3	5	2	3		3	6
Polysiphonia fibrillosa				2							
Polysiphonia fucoides			3				3				
Polysiphonia stricta			4	2	2	2	2				
Porphyra umbilicalis	2	2						1	3	2	
Rhodomela confervoides			3		4	2	2				
Trailiella intricata			2	4	4		5				
Totalt antall rødalger	4	8	11	11	10	9	12	5	4	8	2
BRUNALGER											
Ascophyllum nodosum		4				3				2	2
Asperococcus bullosus				2	2						
Brun skorpeformet alge - mørk	2		2					2			2
Chorda filum		2	2	2	2	2			2		2
Chordaria flagelliformis		2		2			2				
Cladostephus spongiosus					2						
Desmarestia viridis		2		2		2	2				
Ectocarpus sp.		2							3		
Ectocarpus siliculosus					2						
Elachista fucicola	2		2		4	2	2	2	3	2	2
Fucus evanescens	3								5		
Fucus serratus		6	6	4	6	6	5	3		4	
Fucus vesiculosus	5	6	4	2	5	3	4	6		6	6
Halidrys siliquosa			2	4							
Laminaria sp. juv/kimplanter			2		2	3					
Laminaria hyperborea			2		3	2	2				
Leathesia difformis			2	2	2						
Mesogloia vermiculata			2	2	2						
Pylaiella littoralis						2		2		3	
Saccharina latissima			2	4	3	2	5				
Sargassum muticum			2	2	2	2	2				
Sphacelaria cirrosa		2	3								2
Totalt antall brunalger	4	8	13	11	13	11	8	5	4	5	6

Fjæresoneregistreringer forts

	AR02	AR04	AR09	AR12	AR13	AR15	AR16	AR30	AR35	AR36	AR38
GRØNNALGER											
Blidingia minima	5										
Chaetomorpha melagonium				2		2	2			2	
Cladophora albida	3	2	2	2		2	2	2		5	2
Cladophora rupestris			3	2		3	2			4	
Cladophora sericea					2						
Codium fragile			2	2			2				
Rhizoclonium riparium											2
Ulva compressa	6					2				3	3
Ulva flexuosa										2	
Ulva intestinalis		2						4	5		
Ulva lactuca	2		2	2	2	3	2	2		1	
Ulva prolifera		2									
Totalt antall grønnalger	4	3	4	5	2	5	5	3	1	6	3
BLÅGRØNN- OG KISELALGER											
Cyanophyceae div. indet.	3							5	4		
diatome-kjede på fjell	3										
Totalt antall blågrønn- og kiselalger	2							1	1		

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no