

# Undersøkelser av sjøområdene i Arendal kommune 2011-2012. Tilstanden i havneområdene og ved utslippsstedene for kommunalt avløpsvann



# RAPPORT

**Hovedkontor**

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

**Sørlandsavdelingen**

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

**Østlandsavdelingen**

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

**Vestlandsavdelingen**

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

**NIVA Midt-Norge**

Pirsenteret, Havnegata 9  
Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Undersøkelser av sjøområdene i Arendal kommune 2011-2012. Tilstanden i havneområdene og ved utslippsstedene for kommunalt avløpsvann.	Løpenr. (for bestilling) 6445-2012	Dato 19.11.2012
	Prosjektnr. Undernr. O-11213	Sider Pris 84
Forfatter(e) Tone Kroglund, Hilde C. Trannum, Jon Albretsen (HI) og Lars-Johan Naustvoll (HI)	Fagområde Marin eutrofi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Arendal kommune	Oppdragsreferanse 689/11 Knut Berg-Larsen
-------------------------------------	---

**Sammendrag**

Undersøkelser av de viktigste resipientene for kommunalt avløpsvann i Arendal ble gjennomført i 2011. Formålet med undersøkelsene var å få oppdatert informasjon om den økologiske tilstanden og vurdere om det har vært endringer i tilstanden siden forrige undersøkelse. De undersøkte sjøområdene er havnebassenget, Utnes/Ærøy og Narestø. Undersøkelsen omfattet vannmasser (hydrografi og næringssalter), bløtbunn (fauna og sedimentkjemi) og gruntvannssamfunn (alger og dyr i fjæresonen). **Utnes/Ærøy:** Stasjonene hadde «god» eller «svært god» tilstand både i overflatevann og bunnområder. Oksygenforholdene i bunnvannet var redusert og ble klassifisert som «mindre god», men dette knyttes ikke til utslippene av kommunalt avløpsvann. Tilstanden er ikke endret siden forrige undersøkelse. **Narestø:** Undersøkelsen viste gode forhold både i gruntvannssamfunn, bløtbunnsfauna og vannmasser. Tilstanden ble vurdert til «Svært god» for alle undersøkelseselementene. Tilstanden har ikke endret seg siden forrige undersøkelse. **Havnebassenget:** Vurdering av økologisk tilstand viser at stasjonene i havnebassenget var i «moderat» eller «dårlig» tilstand, mens stasjonene i Tromøysund var i «god - moderat» tilstand. Resultatene viser kun mindre endringer siden forrige undersøkelse.

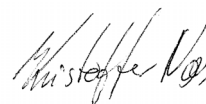
Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Miljøtilstand	1. Quality status
2. Hardbunnsamfunn (Strandsone)	2. Rocky shore communities
3. Bløtbunnsfauna	3. Soft bottom fauna
4. Hydrografi	4. Hydrography



Tone Kroglund  
Prosjektleder



Mats Walday  
Forskningsleder



Kristoffer Næs  
Forskningsdirektør



# **Undersøkelser av sjøområdene i Arendal kommune 2011-2012**

Tilstanden i havneområdene og 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.

Feltinnsamlingen av alger og dyr i fjæra (hardbunn) gjennomført av Frithjof Moy (Havforskningsinstituttet, Flødevigen) og Lise Tveiten (NIVA). Tone Kroglund har vært ansvarlig for innlegging og beregning av data og har skrevet hardbunnsdelen av rapporten samt de generelle delene.

Feltinnsamling på bløtbunn ble utført av Hilde C. Trannum, Jarle Håvardstun og Lise Tveiten, med FF GM. Dannevig og MS Thor. Bløtbunnsprøvene ble sortert av Maria Kaurin og Hans O. Strømme og identifisert av Gunnhild Borgersen (børstemark), Marijana Brkjacic («varia») og Jesper Hansen (bløtdyr, Akvaplan-niva).

Undersøkelsene av vannmassene ble gjennomført av Svein Erik Enersen og 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 kjemilaboratorium i Flødevigen av Terje Jåvold og Lena Omlie. Jon Albretsen og Terje Jåvold var ansvarlig for innlegging av data, databehandling og rapportering av kapitlet på vannmasser.

Takk til alle for god innsats!

Grimstad, 19.11.2012

*Tone Kroglund*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>6</b>
<b>Summary</b>	<b>9</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>11</b>
1.1 Bakgrunn og formål for undersøkelsen	11
1.2 Undersøkellesprogram	11
1.3 Klassifisering av økologisk tilstand	12
1.4 Områdebeskrivelser	13
1.5 Tidligere undersøkelser	16
<b>2. Gruntvannssamfunn</b>	<b>18</b>
2.1 Metodikk	18
2.1.1 Feltinnsamling	18
2.1.2 Tallbehandling	19
2.1.3 Stasjoner og tidspunkt for undersøkelsen	19
2.2 Resultater	21
2.2.1 Hovedtrekk i organismesamfunnene	21
2.2.2 Artsutvalg, antall arter og fordeling mellom algegruppene	33
2.2.3 Utvikling over tid på stasjonene	35
2.2.4 Økologisk tilstand	38
2.2.5 Konklusjoner gruntvannssamfunn	39
<b>3. Bløtbunn</b>	<b>39</b>
3.1 Metodikk	39
3.1.1 Feltinnsamling	39
3.1.2 Laboratorieanalyser	40
3.1.3 Klassifisering av miljøtilstand	40
3.2 Resultater og diskusjon	42
3.2.1 Bunnsedimenter	42
3.2.2 Bunnfauna	43
3.2.3 Konklusjoner, bløtbunn	45
<b>4. Vannmasser: hydrografi og næringsalter</b>	<b>46</b>
4.1 Metodikk	46
4.1.1 Feltinnsamling	46
4.1.2 Laboratorieanalyser	46
4.1.3 Klassifisering av miljøtilstand	48
4.2 Resultater og diskusjon	49
4.2.1 Utnes og Ærøydypet	49
4.2.2 Narestø	53
4.2.3 Sammenlikning med tidligere undersøkelser	54
4.2.4 Konklusjoner vannkvalitet	55

---

<b>5. Sammenfattende vurderinger</b>	<b>56</b>
<b>6. Referanser</b>	<b>57</b>
<b>Vedlegg A. Strandsonen</b>	<b>60</b>
<b>Vedlegg B. Artslister for bløtbunnsfauna</b>	<b>63</b>
<b>Vedlegg C. Hydrografi og næringsalter</b>	<b>73</b>

## Sammendrag

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. I tillegg ønsket kommunen å følge opp sjøområdene som oftest mottar avløpsvann i forbindelse med overløp fra pumpestasjoner.

Mesteparten av det kommunale avløpsvannet føres 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.

Undersøkelserprogrammet for 2011-2012 er en oppfølging av tidligere undersøkelser i Arendal og har hatt som formål å:

- beskrive dagens tilstand i sjøområdene som mottar hoveddelen av kommunens avløpsvann, Ærøyområdet og Narestøfjorden
- beskrive dagens tilstand nær pumpestasjoner med hyppige overløp
- dokumentere eventuelle endringer i tilstanden fra forrige undersøkelse
- danne basis for senere undersøkelser

Undersøkelserprogrammet i 2011 har omfattet nye prøvetakinger av gruntvannssamfunn, bunnfauna, hydrografi og næringsalter. Alle de undersøkte områdene og stasjonene er undersøkt tidligere.

**Den overordnede konklusjonen er at tilstanden i kommunens hovedresipient ved Ærøy er god og det har ikke vært endring i tilstanden siden forrige undersøkelse. Også i Narestøfjorden var tilstanden god (svært god) og heller ikke her har det vært større endringer i tilstanden siden forrige undersøkelse. Resultatene tyder på at utslippsarrangementene fungerer som de skal og det ikke er større negative effekter av utslippene. Områdene rundt pumpestasjonene i havneområdet har ikke endret seg nevneverdig siden forrige undersøkelse og varierte fra god til dårlig tilstand.**

### Gruntvannssamfunn

Fastsittende alger og dyr i fjæra (strandsonen) ble undersøkt ved fridykking på 18 stasjoner i havnebassenget, Tromøysund og Narestø. Stasjonene dekker områder som mottar kommunalt avløpsvann eller hvor det har vært problemer med periodevis utslipp fra overløp i pumpestasjonene.

Til sammen ble det registrert 88 arter i strandsonen på de 18 stasjonene i 2011. Av disse var det 63 algearter, fordelt på 29 rødalger, 18 brunalger og 16 grønnalger.

Havneområdet hadde lavere artstall enn stasjonene i Tromøysund og i Narestø, og var preget av store mengder ettårige, trådformete og hurtigvoksende arter. Flere av artene var typiske forurensningstolerante arter. Stasjonene hadde den høyeste andelen grønnalger og stor andel av ettårige arter i forhold til flerårige, stabile arter. Stasjonene i havnebassenget vurderes å være i «moderat» eller «dårlig» tilstand. Gruntvannssamfunnet har endret seg lite den siste 10-års perioden.

Stasjonene i Tromøysund hadde tette tang-forekomster men også mange trådformete, hurtigvoksende arter både på fjell og som påvekst (epifytter) på tang. Det ble ikke funnet gjelvtang på stasjonene i Tromøysund og dette tolkes som et positivt tegn. Enkelte stasjoner i Tromøysund hadde høyere andel grønnalger enn det som regnes som normalt, og store mengder påvekstalger. Tilstanden vurderes som «moderat» eller «god» på alle stasjonene.



Stasjonene i Narestø hadde det høyeste artsantallet og det ble registrert lite eller ingenting av opportunistiske/hurtigvoksende arter. Det var stort sett friske, fine tangdekker uten mye påvekst. Stasjonene hadde stort sett overvekt av stabile flerårige og seintvoksende arter. Friske, uforurensede sjøområder med stabile miljøforhold vil ha stor andel av flerårige arter som overlever fra år til år. Tilstanden vurderes som «god» eller «svært god» på alle stasjonene.

Sammenlignet med tidligere undersøkelser har andelen grønnalger økt litt i Tromøysund og Narestø, mens den var på samme nivå som tidligere i havnebassenget. Narestø har også fått litt større andel ettårige arter enn tidligere.

Hovedkonklusjonen for gruntvannssamfunnet er at tilstanden generelt har endret seg lite den siste tiårs-perioden. Havneområdet har fremdeles få arter og er i stor grad preget av forurensningstolerante arter, mens Narestø-området har mange arter og er det mest upåvirkede området. Tilstanden i havneområdet synes å ha vært stabil, mens det har vært en utvikling mot mer trådformete og kortlivede arter i Narestø. Tromøysund har også hatt en økning i andel grønnalger siden forrige undersøkelse.

### **Bløtbunn**

Innsamling av bløtbunnsfauna ble gjennomført på fire stasjoner i 2011. Stasjon U5 ligger ved det tidligere utslippsstedet i Utnesbassenget, stasjon U10 ligger ved nåværende utslippssted ved Ærøy, stasjon U12 ligger ved største dyp i Ærøybassenget og stasjon E14 ligger i Narestøfjorden.

Tilstanden har generelt endret seg lite den siste tiårs-perioden, bortsett fra stasjon U5 i Utnesbassenget, hvor tilstanden synes å ha forbedret seg etter 2001. Både i Utnesbassenget og Ærøydypet er det i dag indikasjoner på organisk belastning, med en bløtbunnsfauna dominert av forurensningstolerante arter. Tilstanden er likevel «god». Ved Ærøy og Narestø er tilstanden «svært god», med ingen eller kun minimal grad av forstyrrelse.

Bløtbunnsstasjonene har alle «god» eller «svært god» tilstand. Dette tilfredsstillende målet i Vannforskriften, og ut fra tilstanden hos bløtbunnsamfunnene vil derfor ikke tiltak være nødvendig.

### **Vannmasser: hydrografi og næringsalter**

De hydrografiske og hydrokjemiske undersøkelsene ble gjennomført på fire stasjoner; to stasjoner ved Narestø og to ved Utnes/Ærøya. I Narestø ble stasjonene plassert ved kommunens utslippspunkt og i Tromøysund utenfor Narestøfjorden. Utenfor Utnes ble målinger foretatt på en stasjon ved utslippsstedet av avløpsvann og en i Ærøydypet. Data fra Havforskningsinstituttets målepunkt ute i Kyststrømmen (1 nautisk mil ut fra Torungen) er også brukt i analysene.

Hydrografi-profiler og vannprøver til kjemiske analyser ble tatt annenhver uke i juni, juli og august 2011 for å oppnå en full sommerklassifisering av miljøtilstand i overflatevannet. I tillegg ble oksygentilstanden målt utover høsten i Ærøydypet. Feltundersøkelsene og de kjemiske analyser ble gjennomført ved bruk av lettboat og FF GM Dannevig og med personell fra Havforskningsinstituttet, Flødevigen.

Resultatene av de hydrografiske og hydrokjemiske målingene er brukt til en kvalitetsvurdering av overflatelaget i henhold til Klif's klassifiseringssystem for vannkvalitet i fjorder, en miljøklassifisering som tar for seg sommersesongen. Ettersom utslippspunktene for avløpsvannet ligger 30-40m under overflaten er næringsstoffer målt i standarddyp ned til 30m dyp.

Oksygentilstanden i dypvannet er klassifisert for å undersøke potensielt økt oksygenforbruk i forbindelse med utslipp av avløpsvann. Etter Klif's veileder skal dette utføres når oksygennivået er på sitt laveste, som normalt er om høsten. For Narestøfjorden ble oksygenmålinger utført i august samtidig med de øvrige analysene. For Ærøydypet ble det supplert med målinger fra Havforskningsinstituttet sitt faste overvåkningsprogram.

Undersøkelsene viser at vannkvaliteten ved Utnes og Narestø har endret seg lite de siste ti årene. Ved Utnes/Ærøydypet oppnådde man "God" kvalitet i overflatevannet sommeren 2011, og "Mindre god" tilstand i dypvannet. Årsaken til at vannkvaliteten ikke oppnår «Meget god tilstand» kan trolig tilskrives belastninger som ikke er lokale (terskelbasseng, avrenning Nidelva). Sammenlikning av tilstanden ved Utnes/Ærøydypet med tilstanden i kyststrømmen (1 nautisk mil utenfor Torungen) viser kun mindre forskjeller og der er ingen dramatisk forverring av vannkvaliteten rundt utslippspunktet for avløpsvann.

Vannkvaliteten ved Narestø ble målt til å være "Meget god" og er likt som det var i 2001. Der er kun små forskjeller inne ved Narestø sammenliknet med tilstanden utenfor kysten (1nm), noe som antyder god sirkulasjon og utskiftning.

## Summary

Title: Survey in the marine areas of Arendal municipality (southern Norway) 2011-2012. Quality status of recipients for municipal wastewater.

Year: 2012

Author: Tone Kroglund, Hilde Trannum, Jon Albretsen (Institute of Marine Research) and Lars-Johan Naustvoll (Institute of Marine Research).

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6180-6

Arendal municipality wanted an updated quality status for their recipients of municipal wastewater. The area outside the island “Ærøy” receives wastewater from the main sewage plant after mechanical and chemical treatment. The waste water is discharged at 40 m depths. A small portion of the wastewater goes to a sewage plant in Narestø, where it is discharged in the open bay at 30 m depths. In addition to these two main recipients, the municipality wanted an update for the harbor areas where there are several pumping stations for the sewage collection system. In peak flow periods the pump stations are known to overflow and discharge raw sewage and spill water into the environment.

The survey program in 2011-2012 had the following objectives:

- describe the current quality status of the two marine areas that receive the bulk of municipal wastewater
- describe the current quality status near pumping stations with frequent overflows
- document any changes in the quality status from previous surveys
- form a basis for subsequent studies

The survey program includes littoral algae and fauna on rocky shores, soft bottom fauna, hydrography and nutrients. The program is based on previous surveys.

**The overall conclusion is that the quality statuses in Arendal’s main recipients (Ærøy and Narestø) are good and there has been no change in the quality status the last 10 years. The results indicate that there are no major measurable effects from the wastewater on the ecological quality. The quality status at pumping stations in the harbor area has not changed significantly since the last survey and ranged from good to poor conditions.**

### Littoral Community

Sessile animals and algae in the intertidal zone were recorded by scuba diving on 18 locations in Arendal. All stations have been surveyed with similar methods previously. The stations cover areas that receive municipal wastewater either from discharges from sewage plants or from pump stations.

A total of 88 species were recorded. Among the 63 algal species, were 29 red algae species, 18 brown algae and 16 green algae species.

The harbor area had a lower number of species than the other areas in this study. The algae communities were characterized by large amounts of annuals and fast growing species. Several species were typical pollution tolerant species (e.g. *Fucus evanescens*). The stations had a relatively high percentage of green algae and a large proportion of annual versus perennial species. The quality status was "moderate" or "bad" in the five stations.

The stations in Tromøysund had dense seaweed populations but also many fast-growing species. The pollution indicator “*Fucus evanescens*” was absent from all stations. Some stations had a higher proportion of green algae than expected. The quality status was assessed to “moderate” or “good”.

Stations in Narestø had the highest number of species in this study and a low proportion of opportunistic species. The stations were largely dominated by perennials and slowly growing species. The quality status was "good" or "high" at all stations.

Compared with previous studies, the proportion of green algae has slightly increased in Tromøysund and Narestø. Narestø also had a larger proportion of annual species than previously.

The main conclusion is that there have not been any major changes in the littoral community over the last ten years. The harbor area has a reduced number of species and is largely dominated by pollution tolerant species. The Narestø area has many species and appears to have a good quality status.

### **Soft-bottom fauna**

Soft bottom fauna was sampled at four stations in 2011. Station U5 (Utnes) is located at a former site of sewage discharge, station U10 is located at the current discharge site close to "Ærøy", station U12 is located in the deepest basin near "Ærøy" and station E14 is located in Narestøfjorden near a smaller sewage discharge. All stations have been sampled previously.

The soft bottom community structure has been stable the last ten years, except for station U5 where the conditions seem to have improved since 2001. Both station U5 and U12 show indications of current organic pollution with a soft bottom fauna dominated by pollution tolerant species. The quality status is still classified as "good". The quality status at Ærøy (U10) and Narestø (E14) was classified as "high" with no or only minimal levels of disturbance.

The soft-bottom stations are classified to "good" or "high" quality status. This satisfies the goal of the Water Frame Directive and action to improve the water quality is not needed.

### **Hydrography and nutrients**

Data on hydrography and nutrients were sampled at four stations: two stations at Narestø and two at Utnes / Ærøya. All stations have been measured previously. In addition, data from a regional monitoring station in the coastal current (1 nautical mile off Torungen) has been included.

Vertical hydrographical profiles and water samples (for nutrients analysis) were collected every other week in June, July and August 2011 by Marine Research Institute, Flødevigen. The results are classified according to Klif's classification system for surface water. Since the discharge point for wastewater is 30-40m below the surface, nutrients were also measured down to 30m depths.

Oxygen samples from the bottom water were sampled in August, when oxygen levels are at their lowest. Oxygen levels and oxygen consumption was classified according to Klif's classification system.

At the Utnes / Ærøy station the water quality was "good" in surface water and "less good" in bottom water. The reduced water quality is probably caused by natural runoff from river Nidelva and the nature of a silt basin. Comparison with the reference station showed only minor differences, and it is concluded that there is no dramatic deterioration of water quality around the discharge point of the wastewater. The water quality has not changed over the last ten years.

Water quality at Narestø was measured to be "Very good" and similar to the result in 2001. There are only small differences between Narestø and the reference station, which indicates good water circulation and replacement. The water quality has not changed over the last ten years at Narestø.



# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn og formål for undersøkelsen

Arendal kommune har gjennom mange år gjennomført undersøkelser av sine sjøområder. Tidlig på 1980-tallet startet en overvåking av sjøområdet utenfor Utnes på Hisøy i forbindelse med oppbyggingen av kommunens hovedrenseanlegg. Siden 1990 har også andre resipienter for kommunalt avløpsvann jevnlig blitt undersøkt, deriblant Tromøysund, Galtesund og Narestøfjorden. Overvåkingen har omfattet målinger i vannmassene (hydrografi og næringssalter), dyrelivet på dype bløtbunnsområder og organismesamfunn i strandsonen (fjæra). Den løpende overvåkingen av sjøområdene har som formål å karakterisere miljøtilstanden, gi grunnlag for tiltak mot forurensninger og dokumentere forbedringer. Foreliggende rapport inngår som et ledd i disse undersøkelsene.

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.

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. I tillegg ønsket kommunen å følge opp sjøområdene som oftest mottar avløpsvann i forbindelse med overløp fra pumpestasjoner.

Undersøkellesprogrammet for 2011-2012 er en oppfølging av tidligere undersøkelser og har hatt som formål å:

- beskrive dagens tilstand i sjøområdene som mottar hoveddelen av kommunens avløpsvann, Ærøyområdet og Narestøfjorden
- beskrive dagens tilstand nær pumpestasjoner med hyppige overløp
- dokumentere eventuelle endringer i tilstanden fra forrige undersøkelse
- danne basis for senere undersøkelser

## 1.2 Undersøkellesprogram

For å beskrive dagens tilstand og følge opp tidligere undersøkelser har vi benyttet følgende biologiske og fysisk/kjemiske kvalitetselementer:

- Gruntvannssamfunn på hardbunn (fastsittende alger og dyr)
- Bløtbunnsfauna i dypområdene
- Hydrografi og næringssalter i vannmassene

For å dokumentere dagens tilstand ved kommunens hovedutslippssted ved Ærøya og følge utviklingen i området, ble det i 2011 gjennomført prøvetakinger av bunnfauna i Utnesbassenget og Ærøydypet. Bunnprøvene ble tatt fra de samme tre stasjonene som er prøvetatt siden 1980-tallet. I tillegg ble det gjennomført nye undersøkelser av hydrografi og næringssalter i vannmassene ved Ærøya for å følge opp forrige undersøkelse for 10 år siden (Moy mfl. 2002).

For å dokumentere dagens tilstand ved kommunens utslippssted i Narestøfjorden, ble det gjennomført nye undersøkelser av både gruntvannssamfunn, bunndyrsamfunn og hydrografi/næringssalter i vannmassene i 2011.

For å dokumentere dagens tilstand ved kommunens pumpestasjoner som oftest går/har gått i overløp, ble det i 2011 gjennomført undersøkelser av strandsonen rundt pumpestasjonene i havnebassenget (Strømsbubukt, Kittelsbukt og Barbubukt) og i Tromøysund (Fluet, Songekilen og Styrsvika). Alle stasjonene er undersøkt tidligere.

### **1.3 Klassifisering av økologisk tilstand**

Selv om hovedfokus med denne undersøkelsen har vært å følge utviklingen i forhold til tidligere undersøkelser, danner den også grunnlag for å vurdere økologisk tilstand i henhold til Vannforskriften.

Gjennom vanddirektivet (WFD 2000/60/EC) 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. Hovedformålet med vanddirektivet 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 kommer til utvelgning av områder, parametere og klassifisering.

Vanddirektivet har som generelt mål at alle vannforekomster minst skal opprettholde eller oppnå "god tilstand" i tråd med nærmere angitte kriterier. Klifs tidligere klassifiseringssystem for kystvann (SFT veileder 1997:3) klassifiserte tilstand hovedsakelig etter fysiske og kjemiske parametere, der kun ett sett med grenseverdier ble benyttet for alle vann typer (med noen unntak i forhold til saltholdighet). Med implementeringen av vannforskriften legges det nå mer vekt på økologisk tilstand enn på fysisk-kjemisk tilstand. Klassifiseringen av økologisk tilstand skal gjøres etter indekser utviklet for definerte biologiske kvalitetselement, i tillegg til hydromorfologiske, fysiske og kjemiske støtteparametere. For kystvann skal minimum fire biologiske kvalitetselement måles for hver vann type. Disse er planteplankton, fastsittende makroalger, vannplanter (angiospermer) og bunnlevende ryggradsløse dyr (evertebrater) på bløtbunn.

Den økologiske tilstanden til en vannforekomst bestemmes ved å kombinere alle enkeltparametere eller indekser for hvert biologiske kvalitetselement, som videre kombineres til klassifisering av hele vannforekomsten. Klassifiseringssystemet består av fem økologiske tilstandsklasser: «svært god», «god», «moderat», «dårlig» og «svært dårlig». Klassegrensene for de ulike parametere og indeksene er gitt i klassifiseringsveilederen 01:2009 ("Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver") og samsvarer med de økologiske tilstandsklassene angitt i vanddirektivet.

Dersom de biologiske kvalitetselementene gir «moderat», «dårlig» eller «svært dårlig» tilstand, skal de fysiske-kjemiske kvalitetselementene ikke inngå i klassifiseringen. Men dersom de biologiske kvalitetselementene gir «svært god» eller «god» tilstand, må også de fysiske-kjemiske kvalitetselementene vurderes før endelig klassifisering av vannforekomsten. Vanddirektivets krav er at alle naturlige vannforekomster skal ha minst «god» økologisk tilstand. Således er det grensen mellom «moderat» og «god» tilstand som er avgjørende, fordi det er denne grensen som gir grunnlag for å sette miljømål for vannforekomsten. Dersom vannforekomsten klassifiseres som «moderat», «dårlig» eller «svært dårlig», må det iverksettes tiltak for at miljømålet om «god» tilstand nås. For vannforekomster der miljømålet er nådd, setter vanddirektivet krav til at forebyggende tiltak må iverksettes om nødvendig for å forhindre forringelse (veileder 01:2009).

For de biologiske kvalitetselementene måles tilstanden som avvik fra naturtilstanden. Avviket vurderes fra en EQR-verdi (environmental quality ratio) som tilsvarer forholdet mellom den observerte verdien og naturtilstanden. Regler for sammenstilling av indikatorer (kvalitetselementer, parametere og indekser) er beskrevet i Veileder 01:2009. For å kombinere indekser for ett kvalitetselement benyttes middelverdien av de normaliserte EQR. EQR (Ecological Quality Ratio)- indeksen, som er et forholdstall mellom en referanse og aktuell verdi, beregnes automatisk i et regneark utviklet av NIVA. Den varierer fra 0 («svært dårlig») til 1 («svært god»), og er delt inn i fem kategorier over samme skala. En må oppnå en EQR over 0,6 for å tilfredsstille kravene i Vannforskriften. Denne verdien er grenseverdien mellom «god» og «moderat» tilstand. Er tilstanden under dette, må det settes inn tiltak. Samlet klassifisering av en vannlokalisitet/stasjon gjøres ved prinsippet ”det verste styrer”, hvor kvalitetselementet med lavest tilstandsklasse angir klassen. Regelen skal først benyttes for de biologiske kvalitetselementene (planteplankton, bunnfauna, makroalger), og eventuelt nedklassifisering ved fysisk/kjemiske kvalitetselementer. For en samlet tilstandsklassifisering av vannforekomsten er reglene mer subjektive. Det gjøres en vurdering ut fra lokale forhold, hvor en skal legge mest vekt på de vannlokalitetene/stasjonene som er mest representative for vannforekomsten.

De biologiske kvalitetselementene i den foreliggende undersøkelsen omfatter bløtbunnsfauna og makroalger. Når det gjelder makroalger, er fjæreindeksen ikke beregnet for denne økoregionen og det foreligger ikke ferdige grenseverdier. I Skagerrak er det kun utviklet grenseverdier for nedre voksegrense for utvalgte arter, et element som ikke inngår i denne undersøkelsen. Økologisk tilstand for makroalger er derfor vurdert ut fra ulike parametre og visuelt inntrykk, men også sett i forhold til fjæreindeksen for nordvest-landet. Klassifiseringen må anses som omtrentlig. De fysisk-kjemiske kvalitetselementene som det i dag foreligger grenseverdier for, er siktdyp i vannet, oksygenforhold, næringsstatus og miljøgifter. I denne undersøkelsen er det foretatt målinger av siktdyp, næringsalter og oksygen. Klassifiseringen av økologisk tilstand er fortsatt under utvikling og er ikke komplett. Derfor anbefaler Veileder 01:2009 foreløpig å bruke SFT veileder 97:03 (Klif).

Den foreliggende undersøkelsen er begrenset, og gir ikke grunnlag for en fullstendig klassifisering av vannforekomster i henhold til Vannforskriftens krav, men det har heller ikke vært hensikten med oppdraget. EQR-verdier er beregnet for bløtbunn og makroalger og det er foretatt klassifisering av næringsalter og oksygenforhold.

## 1.4 Områdebeskrivelser

### **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 dyprenne 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 (Dahl og Danielsen 1986). 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 ellevannet 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 store utslipp i havneområdet og vestre del av Tromøysund som følge av overløp i pumpestasjonene. Når det er mye nedbør kan kapasiteten i pumpestasjonene bli sprengt og både overvann og kloakk går i overløp og slippes rett ut fra pumpestasjonene. Undersøkelser rundt pumpestasjonene i 2005 og 2006 viste at flere steder var sterkt preget av næringsrike forhold (Kroglund mfl. 2008). Kommunen arbeider kontinuerlig med å redusere utslippene til Barbubukt, Kittelsbukt, Strømsbubukt og Kolbjørnsvik. Problemene med overløp til Strømsbubukt har avtatt etter omlegging av ledningsnett i området.



**Figur 1.** Oversiktsbilde av undersøkelsesområdet.

### Utnesbassenget og Ærøydypet

Utnes/Ærøy-området består av det grunne Utnesbassenget med største dyp på 35m mellom Utnes, Ærøya og Skjelbergholmene og dypbassenget Ærøydypet mellom Ærøya og Torungen (**Figur 2** **Error! Reference source not found.**). Utnesbassenget, som mottar ferskvann fra Nidelva, er omkranset av øyer og holmer og har et terskeldyp på ca. 24m mot Ærøydypet rett sør av Ærøya. I figuren er de dypeste traséene for vanntransport antydnet med hvite piler. Vannutskiftningen i Utnesbassenget vil først og fremst skje via passasjen mellom Ærøya og Halvorsholmene.

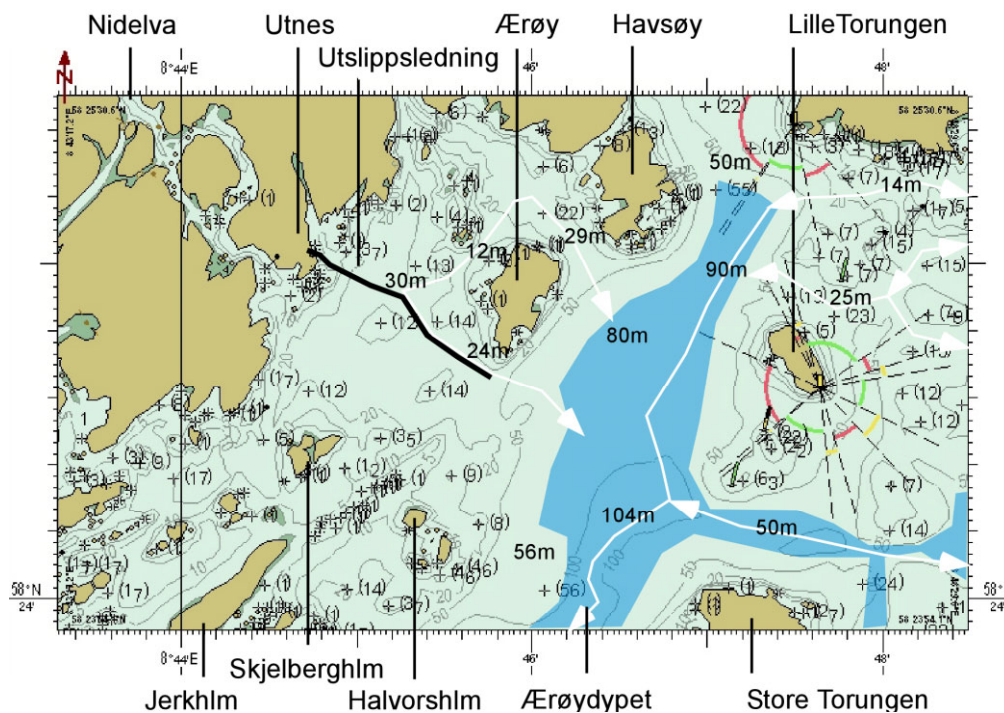
Ærøybassenget (-dypet) med største dyp på ca. 160m, er et stort basseng som i vest er avgrenset av Ærøya og Halvorsholmene, i nord av Galtesund, Mærdø og Lille Torungen, i øst av Store Torungen med tilhørende holmer og skjær, og i syd av Spærholmene (ikke vist på kartutsnittet). Bassenget har relativt 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 (>50m) ut mot kystvannet. Dypeste terskeldyp er 62m.

Fram til 1989 var Utnesbassenget resipient for det kommunale hovedrenseanlegget, som da kun hadde mekanisk rensing. Utslippet 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 av Ærøya, til ca. 34 m dyp. Utenfor utslippet skråner bunnen bratt ned mot 80 m dyp. Utslippet står derfor i kontakt med store vannvolum i Ærøybassenget, samtidig som utslippet 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. Anlegget har kjemisk-mekanisk rensetrinn med fosfor-felling og er dimensjonert for 45.000 pe.



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

### 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 avgrensner 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 2000 og er dimensjonert for 3250 PE (personekvivalenter). Før igangsetting av renseanlegget gikk utslippene ut i Kilsund (1240 pe), Strengereid (685 pe) og Narestø (70pe). Utslippene til Kilsund og Strengereid er nå sanert sammen med mange enkeltutslipp.

Undersøkelser av vannmasser og bunnforhold i Narestø ble utført både før (Jacobsen m. fl 1996) og etter bygging av renseanlegget i 2000 (Kroglund mfl. 2004, Kroglund mfl. 2008).

## 1.5 Tidligere undersøkelser

Utnesbassenget ble etablert som utslippssted for kommunens hovedrenseanlegg i 1978. Tidlig på 1980-tallet ble det startet en større overvåking av Utnes-området for å vurdere tilstanden og dokumentere eventuelle utviklingstendenser som følge av utslippet. Elementer som inngikk i undersøkelsene var:

- Hydrokjemiske målinger i vannmassene (Magnusson 1976, Boman 1982, Boman og Wikander 1983, Olsen 1984, Næs 1985, Wikander 1985b og Næs 1986),
- Organismesamfunn på bløtbunn (Wikander 1985a, 1986, 1988, 1989, Moy og Wikander 1990),
- Organismesamfunn på hardbunn (Moy og Wikander 1990) og
- Innhold av miljøgifter i sedimentene (Wikander 1986, Boman og Wikander 1983).

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

I 1989-90 ble det også gjennomført en større undersøkelse i Tromøysund for å beskrive forurensningssituasjonen med hensyn på utslipp av kommunalt avløpsvann, sivevann fra Heftingdalen søppelplass og industritilførsler fra Nitriden og Arendal Smelteverk A/S (Næs mfl. 1991). Undersøkelselementer som miljøgifter i sedimenter og organismer, plante- og dyrelivet i strandsonen og dyrelivet på bløtbunn inngikk i undersøkelsen.

Arendal kommune ønsket å fortsette overvåkingen av Utnes-området og samtidig 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 (Jacobsen mfl. 1996).

Under planleggingen av renseanlegget i Narestø ble det i 1996 gjennomført en undersøkelse av resipientforholdene med anbefalinger til utslippsdyp og utslippsløsninger. Undersøkelsen omfattet hydrografi, strømmålinger og hardbunnsundersøkelser på grunt vann i Narestø (Jacobsen mfl. 1997).

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 (næringssalter), hardbunnsundersøkelser og bløtbunnsundersøkelser (Moy mfl. 2002, Kroglund mfl. 2004).

Siste undersøkelse ble gjennomført i 2005-2007 og omfattet oppfølging av tilstanden i Narestø og Utnes/Ærøya med nye undersøkelser av bunnfauna og gruntvannssamfunn. Det ble tatt sedimentprofilbilder (SPI) av bunnsedimentene begge steder. I tillegg ble det gjennomført gruntvannsundersøkelser i havnebassenget og de deler av Tromøysund hvor det går mye kommunalt avløpsvann i overløp.

Overnevnte undersøkelser har hatt som formål 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. En oversikt og oppsummering over alle undersøkelser fram til 2003 finnes i rapporten *Tiltaksplan for forurensede sedimenter i Aust-*

*Agder* (Kroglund mfl. 2003). Etter 2003 foreligger det flere nye undersøkelser av miljøgifter både fra båthavner, området rundt Nitriden, havneområdet m.m. (se blant annet Oug mfl. 2005, Nilsson og Næs 2005, Helland mfl. 2006, 2007, Håvardstun og Næs 2008, Bakke mfl. 2009, Håvardstun mfl. 2009, Håvardstun og Tveiten 2010).

I 2010 ble det gjennomført en konsekvensutredning i forbindelse med foreslått verneområde «Transekt Skagerrak». Det foreslåtte verneområdet er et transekt som går ut fra Skagerrakkysten mellom nordspissen av Tromøya og sørover til Ruakerkilen i Grimstad kommune.

I tillegg til de lokale undersøkelsene gjøres det hvert år undersøkelser av fastsittende alger og dyr, bløtbunnsfauna og hydrografi på utsiden av Tromøya som et ledd i det statlige overvåkingsprogrammet "Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkingsprogrammet" (Trannum m.fl. 2012). Dette undersøkelsesprogrammet har pågått siden 1990.

## 2. Gruntvannssamfunn

På fjell og stein på grunt vann (fjæra/strandsonen) vokser vanligvis et rikt utvalg av tang og andre fastsittende alger, sammen med fastsittende eller lite mobile fjæredyr. Ettersom artene er stedbundne må de være tilpasset forholdene på stedet. Mange arter har bestemte krav til miljøet og ved varige endringer i miljøforholdene vil artssammensetning og mengdeforhold mellom artene endres. Hvilke arter som er til stede og i hvilke mengder, gjenspeiler miljøforholdene på stedet.

Dersom et utslipp av avløpsvann stiger opp til overflaten, øker næringssalttilførselen til strandsonen og kan gi negative konsekvenser. En svak overkonsentrasjon av næringssalter kan virke gunstig på algesamfunnet og medføre at artsrikheten øker (gjødslingseffekt). Høyere overkonsentrasjoner av næringssalter vil imidlertid gi redusert artsantallet igjen og etter hvert får man dominans av noen få arter. Ofte vil det være små hurtigvoksende grønnalger og enkelte trådformete brunalger ("sly") som øker i mengde og dominerer strandsonen ved større næringssalttilførsler. De flerårige tangartene blir lett overgrodd av de hurtigvoksende algene og kan resultere i at tangen og andre flerårige arter etterhvert forsvinner. Ved en varig reduksjon i næringssalttilførsel vil de hurtigvoksende artene bli mindre framtreddende og arter som vokser langsomt og kan lagre næring vil ha en fordel.

Undersøkelser av strandsonen er hyppig brukt for å vurdere tilstanden i overflatevann. Organismesamfunnet endrer seg langsomt og representerer den samlede tilstanden gjennoms siste mange månedene/årene.

### 2.1 Metodikk

#### 2.1.1 Feltinnsamling

Feltinnsamlingen ble gjennomført 22.- 23. august 2011.

Organismesamfunnet i strandsonen (0-1 meters dyp) ble undersøkt ved å registrere alle makroskopiske alger og dyr (som er synlige med det blotte øye) i et ca. 8 meter langt belte langs stranden. Metoden innebærer registrering ved fridykking og er den samme metoden som er blitt brukt i tidligere undersøkelser i kommunen. Registreringen er kvalitativ og dels kvantitativ ved at artenes forekomst ble angitt etter en 4-delt skala basert på dekningsgrad: e = enkeltfunn, s = spredt, v = vanlig og d = dominerende (**Tabell 1**). Flora og fauna ble bestemt til art eller så nær art som mulig. Arter som ikke lot seg identifisere i felt, ble samlet inn for senere identifisering. Løstliggende/drivende alger og døde dyr ble utelatt.

Valgt undersøkelsesmetodikk er i henhold til ISO Standard: «Vannundersøkelse - Veiledning for marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hardbunn» (ISO 19493:2007).

**Tabell 1.** Skala for estimering av dekningsgrad.

Mengde	Tallkode	Dekningsgrad i %	Antall individer per m <sup>2</sup>
Dominerende	4	> 80	> 125
Vanlig	3	20-80	20-125
Spredt	2	5-20	5-20
Enkeltfunn	1	< 5	< 5
Ikke tilstede	0	ikke tilstede	ikke tilstede



### 2.1.2 Tallbehandling

Vurdering av miljøtilstand/kvalitet bygger på vurderinger av:

- artsmangfold
- artssammensetning
- fordeling mellom de tre algegrupper
- fordelingen mellom arter med ulik livsstrategi (langlivede/seintvoksende arter mot hurtigvoksende/ ettårige /opportunistiske arter)
- forekomst av forurensningstolerante arter

Den nye fjæreindeksen (RSLA; Reduced Species List with Abundance) er utviklet for å brukes til tilstandsklassifisering. Basert på den fysiske beskrivelsen av fjæra, beregnes en korrigeringsindeks som justerer forventet artsantall i henhold til fjæras karakteristika. Indeksen, som er et forholdstall mellom en referanse og den aktuelle verdien (EQR – Ecological Quality Ratio), beregnes automatisk i et regneark utviklet av NIVA og varierer på en skala fra 0 (Svært dårlig) til 1 (Svært god). Den er videre delt inn i 5 kategorier over samme skala;

**Tabell 2.** Oversikt over klassegrenser for den multimetriske fjæreindeksen (RSLA).

EQR	0,8-1,0	0,6 – 0,8	0,4 – 0,6	0,2 – 0,4	0 – 0,2
Kvalitetsklasser →	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Elementer					
Artsrikhet	35 – 68	25 – 35	17 – 25	5 – 17	0 – 5
% Andel Grønnalger	0 – 12	12 – 20	20 – 30	30 – 80	80 – 100
% Andel Rødalger	55 – 100	45 – 55	35 – 45	15 – 35	0 – 15
ESG1/ESG2	1,0 – 1,2	0,8 – 1,0	0,7 – 0,8	0,2 – 0,7	0 – 0,2
% Andel Opportunister	0-10	10-15	15 – 25	25 – 50	50 – 100

En må oppnå en EQR-verdi på over 0,6, dvs en verdi som tilsvarer god eller svært god økologisk tilstand, for å tilfredsstille kravene i Vannforskriften.

I denne undersøkelsen ble fjæreindeksen (RSLA) beregnet for de 18 stasjonene i Arendal. Det er imidlertid viktig å være klar over at for økoregion Skagerrak vil *ikke* den nye fjæreindeksen med tilhørende klassegrenser kunne benyttes direkte. Den er utviklet for Nord-Vestlandet med et noe annet artsutvalg. Det er likevel foretatt en beregning ettersom dette er det nærmeste klassifiseringsverktøyet man har for fjæra. Den endelige vurderingen av tilstand er justert i forhold til en total vurdering av stasjonene og bygger på faglig skjønn.

Det er utviklet klassifiseringsverktøy for nedre voksegrense for alger i Skagerrak, men det er likevel valgt å gjøre undersøkelser i fjæra ettersom det foreligger tidligere data som resultatene kan sammenlignes med. Undersøkelser av nedre voksegrense for alger hadde gitt et fåtall stasjoner og et svakt sammenligningsgrunnlag med tidligere undersøkelser.

### 2.1.3 Stasjoner og tidspunkt for undersøkelsen

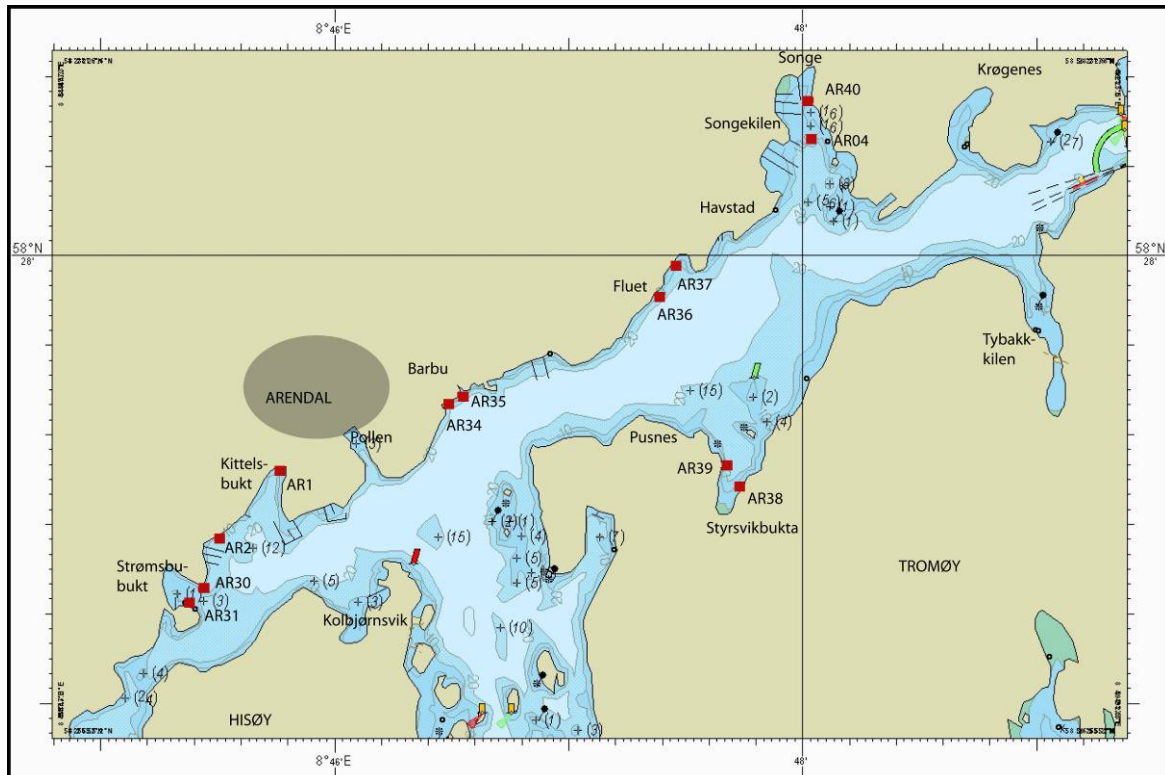
Strandsonundersøkelsen ble foretatt på til sammen 11 stasjoner i havnebassenget og vestre del av Tromøysund. **Tabell 3** viser oversikt over alle stasjoner med dato for feltinnsamling, og **Figur 3** og **Figur 4** viser kart over stasjonsplasseringen. Stasjonene dekker områder hvor det har vært problemer med periodevis utslipp fra overløp i pumpestasjonene:

- Havneområdet: Strømsbubukt (2 st.), Kittelsbukt (2 st.), Barbu (1 st.)
- Tromøysund: Fluets (2 st.), Songekilen (2 st.), Styrsvika (2 st.)

I tillegg ble 7 stasjoner i Narestø undersøkt for å oppdatere tilstanden. Alle stasjonene er undersøkt tidligere.

**Tabell 3.** Undersøkte stasjoner i Arendal kommune, sommeren 2011. Alle stasjonene er undersøkt tidligere.

St.nr	Stasjonsnavn	Område	Koordinater		Himmel- retning	Substrat	2011
			Nordlig	Østlig			
AR31	Terneholmen	Havnebasseng	58°27,219'N	8°45,387'E	Ø	Rullestein, store stein	22.08.2011
AR30	Svinodden	Havnebasseng	58°27,271'N	8°45,422'E	S	Stein, fjell	22.08.2011
AR01	Kittelsbukta	Havnebasseng	58°27,533'N	8°45,788'E	Ø	Steinfylling	22.08.2011
AR02	Gard	Havnebasseng	58°27,364'N	8°45,439'E	S	Fjell	22.08.2011
AR34	Barbu	Havnebasseng	58°27,671'N	8°46,467'E	SØ	Fjell, store stein	22.08.2011
AR36	Fluet 1	Tromøysund	58°27,909'N	8°47,359'E	S	Fjell, store stein	22.08.2011
AR37	Fluet 2	Tromøysund	58°27,964'N	8°47,406'E	S	Fjell, enkelte store stein	22.08.2011
AR38	Styrsvika, indre	Tromøysund	58°27,464'N	8°47,707'E	NV	Fjell, sand lenger ned	22.08.2011
AR39	Styrsvika, ytre	Tromøysund	58°27,528'N	8°47,647'E	Ø	Fjell, store stein	22.08.2011
AR04	Songekilen 1	Tromøysund	58°28,209'N	8°48,121'E	SV	Fjell	22.08.2011
AR40	Songekilen 2	Tromøysund	58°28,332'N	8°48,026'E	SV	Fjell	22.08.2011
AR09	Langholmen	Narestø	58°31,317'N	8°55,871'E	SØ	Fjell	23.08.2011
AR12b	Helgetangen	Narestø	58°31,176'N	8°55,982'E	NØ	Fjell	23.08.2011
AR13	Nordstrand	Narestø	58°31,437'N	8°56,454'E	N, NV	Fjell	23.08.2011
AR14	Sandvigen	Narestø	58°31,189'N	8°56,498'E	N, NV	Fjell	23.08.2011
AR15	Skinnefeltangen	Narestø	58°31,141'N	8°56,522'E	S, SV	Fjell	23.08.2011
AR16	Dalsholmen	Narestø	58°31,026'N	8°55,524'E	SØ	Fjell	23.08.2011
AR28	Gaasholmen	Narestø	58°30,741'N	8°56,661'E	SØ	Fjell	23.08.2011

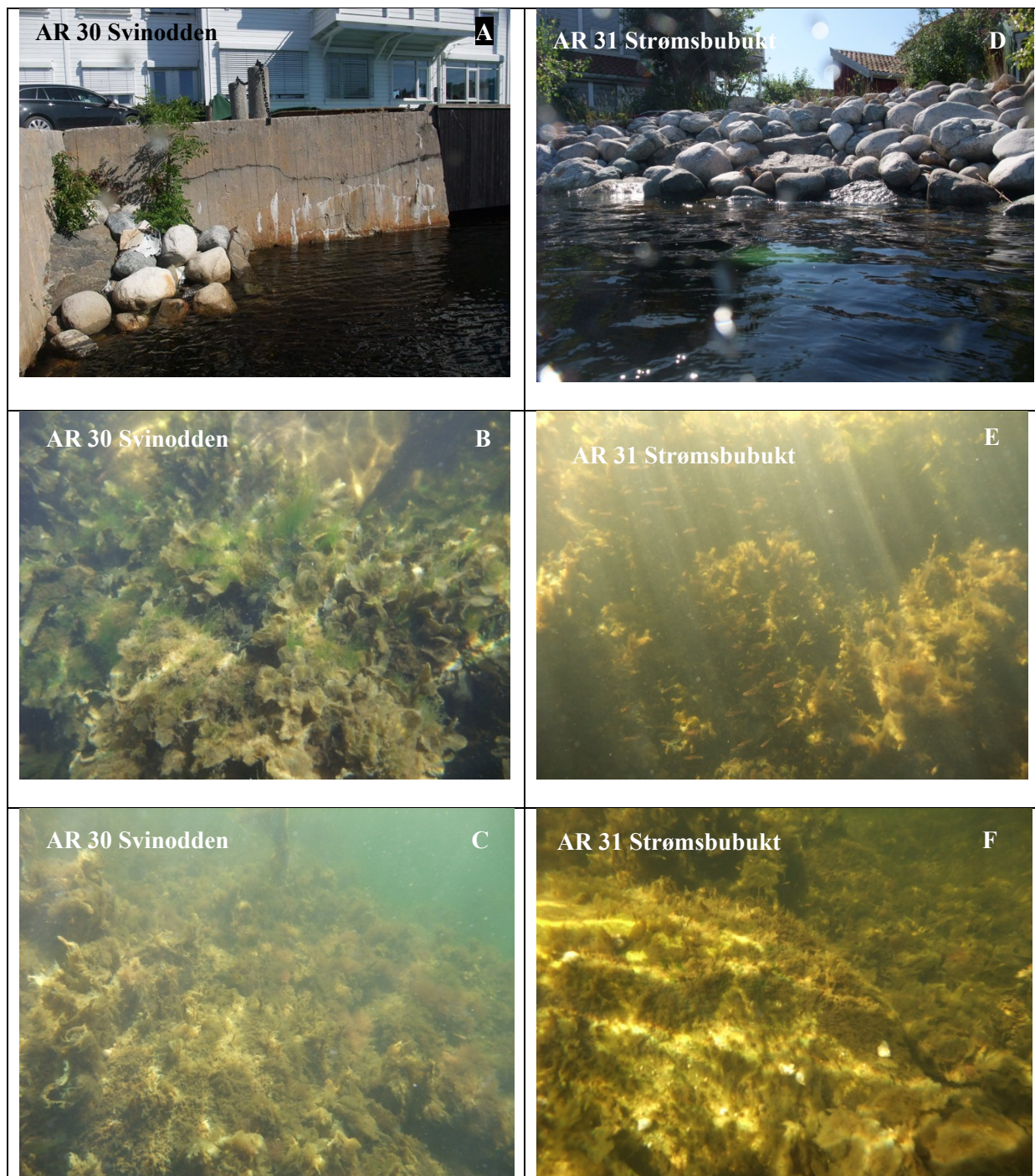


**Figur 3.** Strandsonestasjoner (røde punkter) i havneområdet og vestre del av Tromøysund som ble undersøkt i 2005, 2006 og 2011. Stasjon AR34 i Barbusbukta har blitt nedbygd og ble ikke undersøkt i 2011.



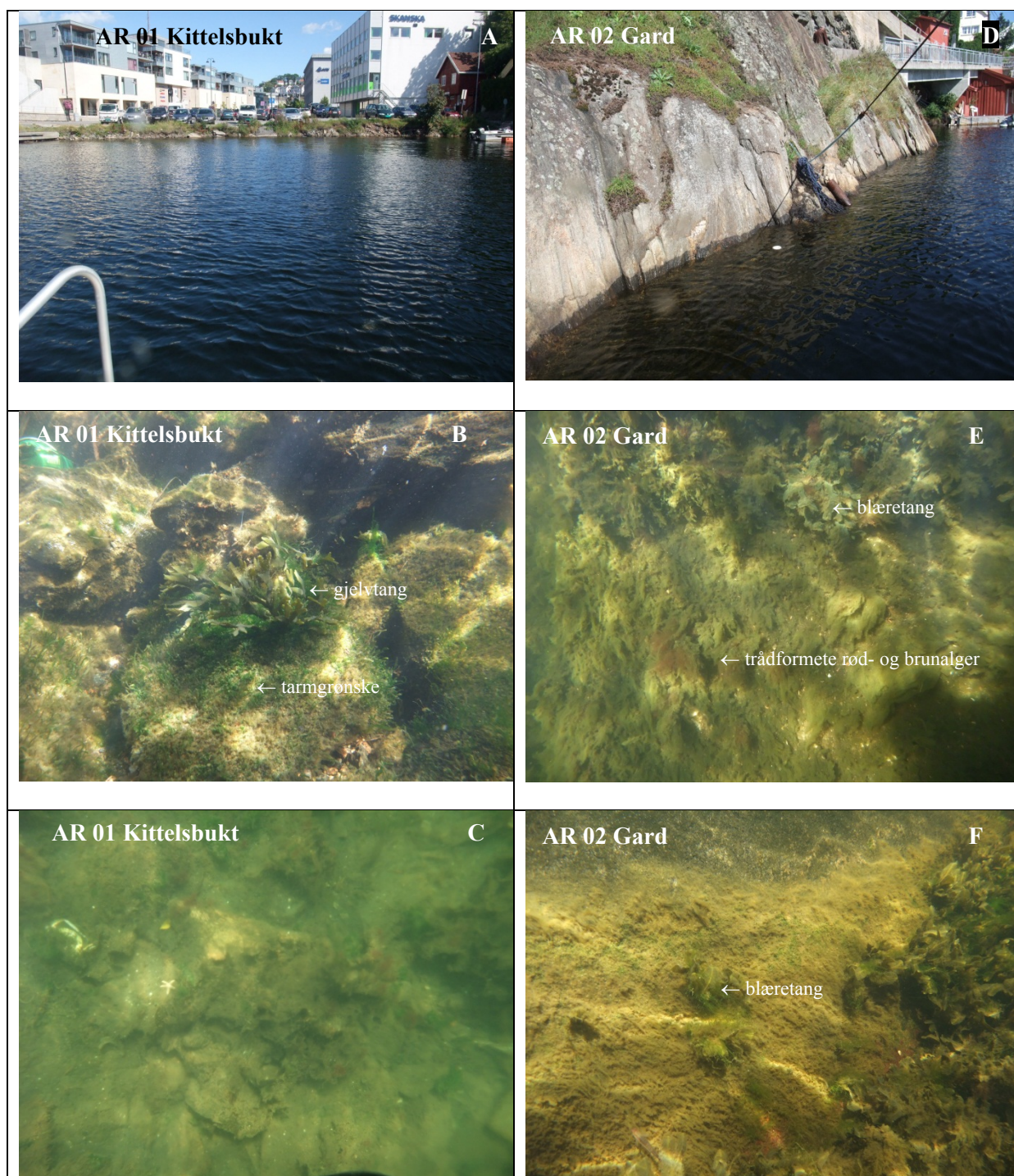


Artstallet på stasjonene i havneområdet var lavere enn på stasjonene i Tromøysund og i Narestø. De fleste stasjonene hadde også mindre mengder med tang (store læraktige busker) og var preget av store mengder ettårige trådformete, hurtigvoksende arter.



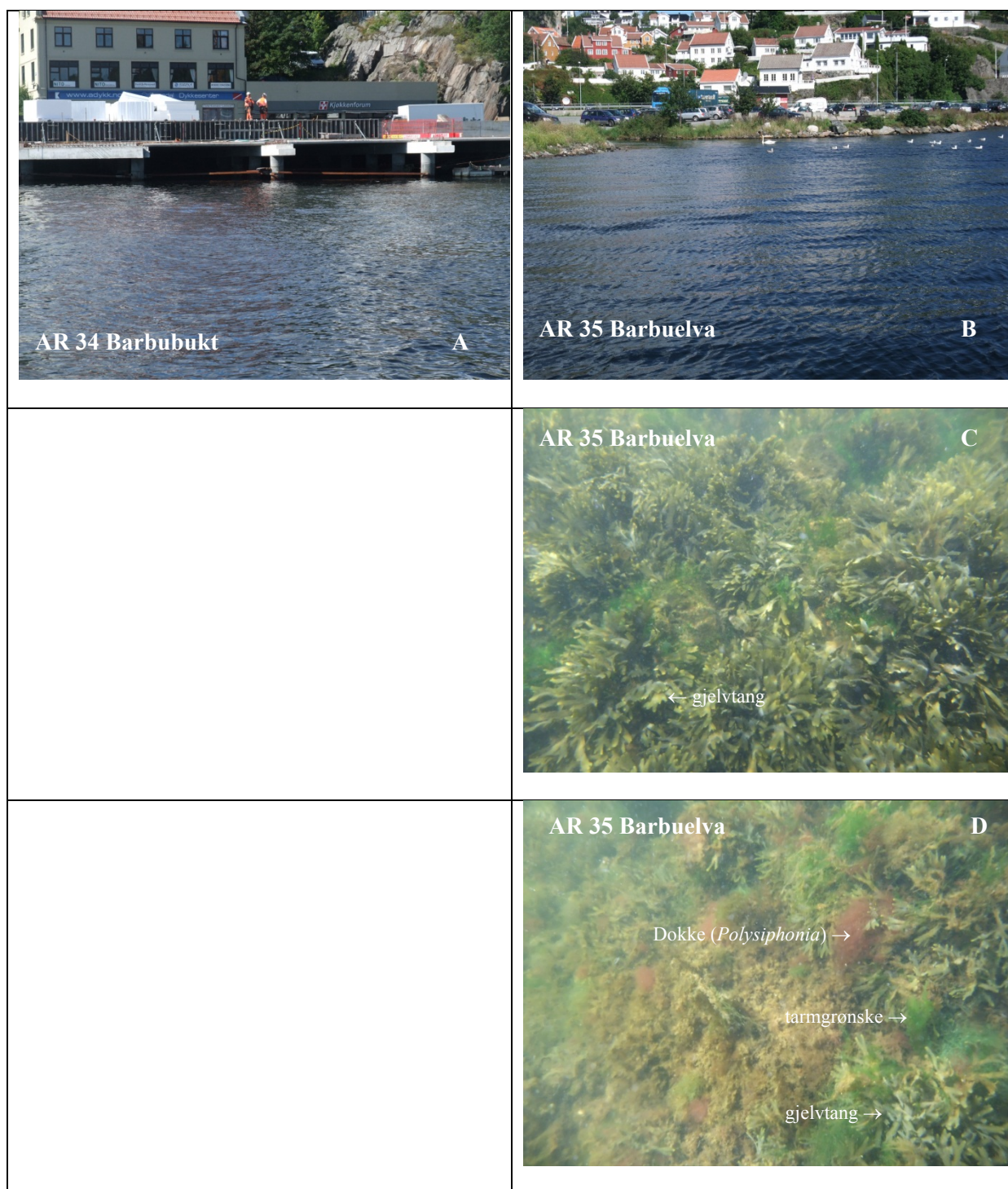
**Figur 5.** Bilder fra havneområdet. *Stasjon AR30 Svinodden:* A= Stasjonsplassering, B og C = gammel steinfylling med tang og store mengder trådformete brunalger. Mange steder var tangen fullstendig dekket av trådformete alger. *Stasjon AR31 Strømsbubukt:* D= Stasjonsplassering, E og F = bunnvegetasjon med tang og trådformete alger. Foto: F. Moy





**Figur 6.** Bilder fra havneområdet. Stasjon AR01 Kittelsbukt: A = Stasjonsplassering i indre Kittelsbukt, B og C = vegetasjon preget av tarmgrønske, blågrønne alger og diatomeekjeder på fjell. Én gjelvtang-plante ble funnet, ellers var det ingen tangvegetasjon til stede på stasjonen. Stasjon AR02 Gard: D = Stasjonsplassering i ytre del av Kittelsbukt, E og F = blæretang og gjelvtang øverst i fjæresonen, trådformete alger nedenfor. Foto: F. Moy





**Figur 7.** Bilder fra Barbu i havneområdet. A= Stasjon AR34, stasjonsplassering til stasjonen som nå er nedbygd. Stasjon AR35 Barbu elv: B = stasjonsplassering. C = tett vegetasjon av gjelvtang. D = gjelvtang og trådformete alger. Foto: F. Moy

## Tromøysund

Stasjonene i Tromøysund omfatter stasjon AR36 og AR37 ved Fluet, stasjon AR 38 og AR39 i Styrsvika, stasjon AR04 og AR40 i Songekilen. Stasjonene i Tromøysund hadde mellom 25 og 31 arter på de enkelte stasjonene. Artstallet var jevnt mellom stasjonene. Artstallene var høyere enn på havnestasjonene og lavere enn stasjonene i Narestø.

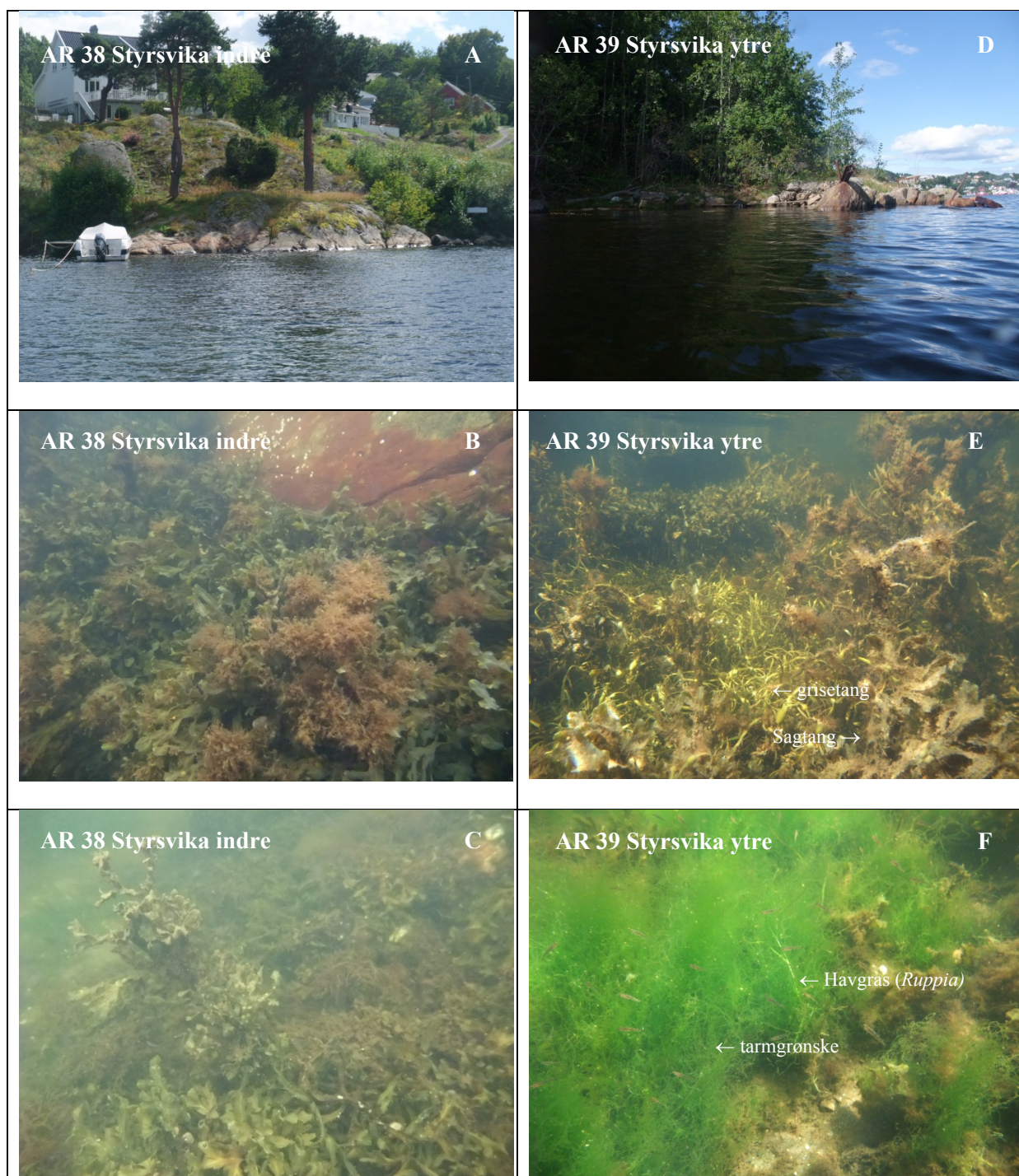
Stasjonene i Tromøysund hadde tette tang-forekomster men også mange trådformete, hurtigvoksende arter både på fjell og som påvekst (epifytter) på tang. Tang er flerårige arter og danner viktig tredimensjonal struktur som er vokse-/levested for en rekke mindre alger og fjæredyr. Det ble ikke funnet gjelvtang på stasjonene i Tromøysund og tolkes som et positivt tegn. Det ble registrert grisetang på 3 av 6 stasjoner.

Bilder fra stasjonene i Tromøysund er vist i **Figur 8- Figur 10** og en oversikt over de vanligste artene er vist **Tabell 4**.



**Figur 8.** Bilder fra Fluet i Tromøysund. Stasjon AR 36 Fluet pumpestasjon: A= Stasjonsplassering, B = tett vegetasjon av sagtang med påvekst av trådformete rødalger og brunalger. Stasjon AR 37 Fluet (øst): C = Stasjonsplassering, D = blæretang og tarmgrønske. Foto: F. Moy





**Figur 9.** Bilder fra Styrsvika i Tromøysund. Stasjon AR38 Styrsvika indre: A= Stasjonsplassering, B og C = tett tangvegetasjon med mye påvekst av trådformete brunalger og diatomeer. Stasjon AR39 Styrsvika ytre: D= Stasjonsplassering, E = blæretang, sagtang og grisetang, F = irrgønt innslag av tarmgrønske (*Enteromorpha*) og havgras (*Ruppia*). Foto: F. Moy





**Figur 10.** Bilder fra Songekilen i Tromøysund. Stasjon AR04 Songekilen skjær: A= Stasjonsplassering, B og C = Tangvegetasjon som nesten er fullstendig dekket av påvekstalger. Stasjon AR40 Songekilen: D= Stasjonsplassering, E = tett forekomst av havgras (*Ruppia*) og enkelte strå av ålegras (*Zostera*), F = blæretang med påvekst av trådformete rød-, brun- og grønnalger. Foto: F. Moy

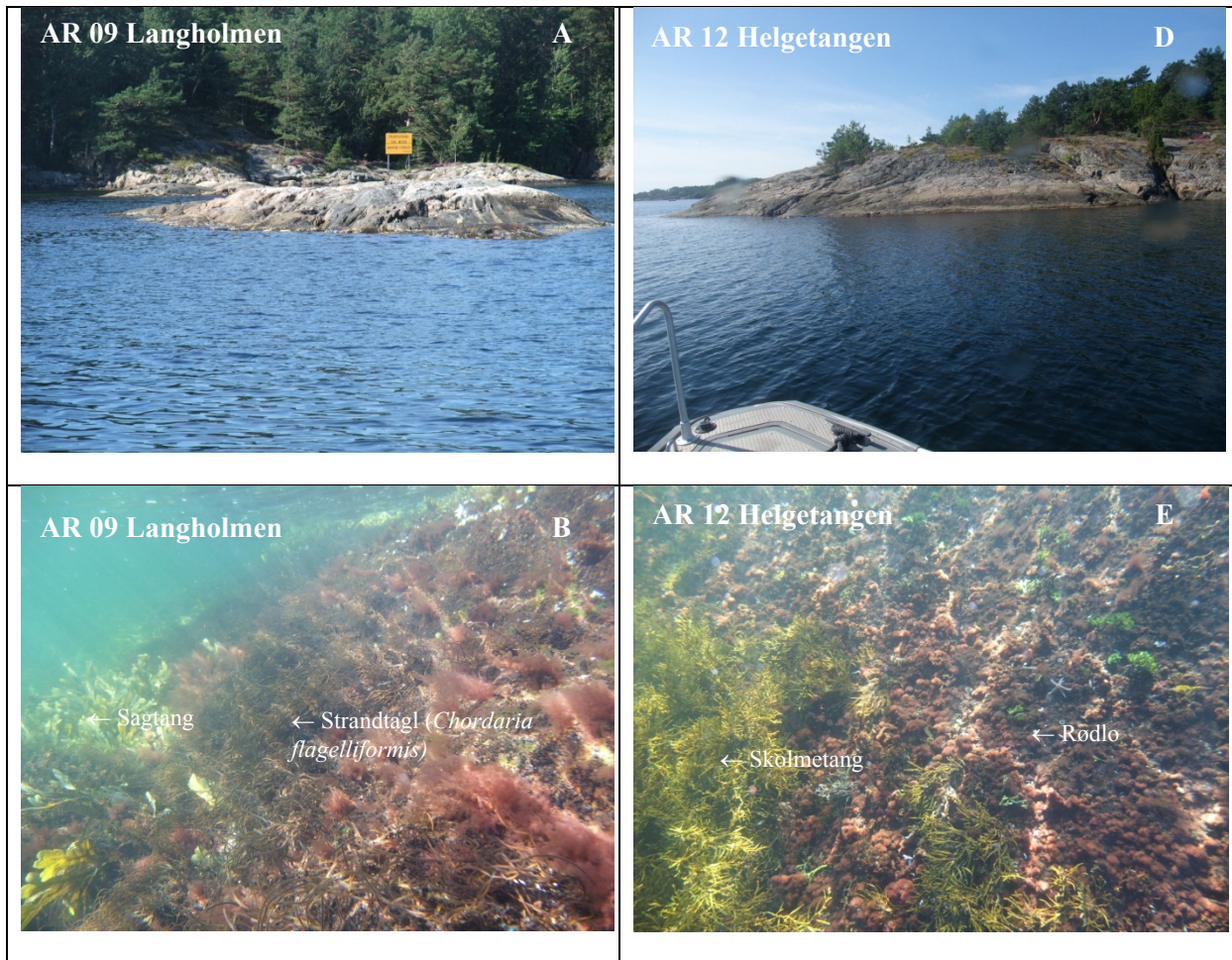


## Narestø

De 7 stasjonene i Narestø omfatter stasjonene AR9, AR12 og AR16 i vestre del av bukta og stasjonene AR13, AR14 og 15 i østre del av bukta i tillegg til referansestasjon AR28 på andre siden av Tromøysundet.

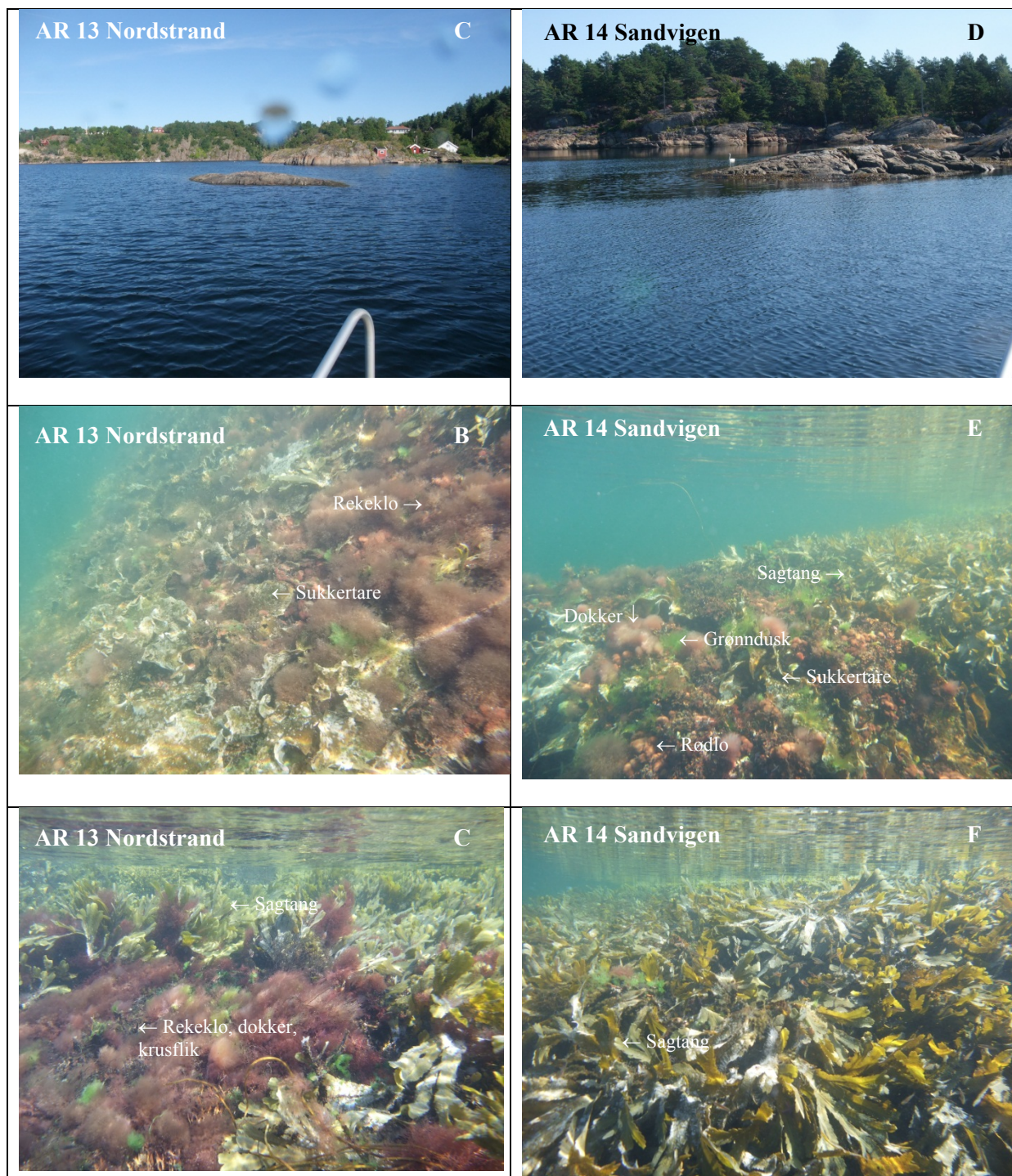
Stasjonene hadde alle mellom 30 og 40 arter, og hadde således høyere antall arter enn de øvrige stasjonene i undersøkelsen. Det ble registrert lite eller ingenting av opportunistiske/hurtigvoksende diatomeer, blågrønnalger eller trådformete brunalger. Det var stort sett friske, fine tangdekker uten mye påvekst. Enkelte stasjoner hadde noe påvekst av trådformete rødalger (*Ceramium*, *Polysiphonia*) og den lille rødalgen rødlo (*Trailiella intricata*) var dominerende på alle stasjoner. Den forurensningstolerante gjelvtangen ble ikke registrert på noen av stasjonene. Stasjonene gav inntrykk av friske og fine forhold.

Bilder fra stasjonene i Narestø er vist i **Figur 11 - Figur 14** og en oversikt over de vanligste artene er vist **Tabell 4**.



**Figur 11.** Bilder fra Narestø. Stasjon AR09 Langholmen: A= Stasjonsplassering, B = tette forekomster av sagtang, brunalgen strandtagl og trådformet rødalger (penseldokke). Stasjon AR12 Helgetangen: C= Stasjonsplassering, D = tette forekomster av skolmetang og rødlo. Foto: F. Moy





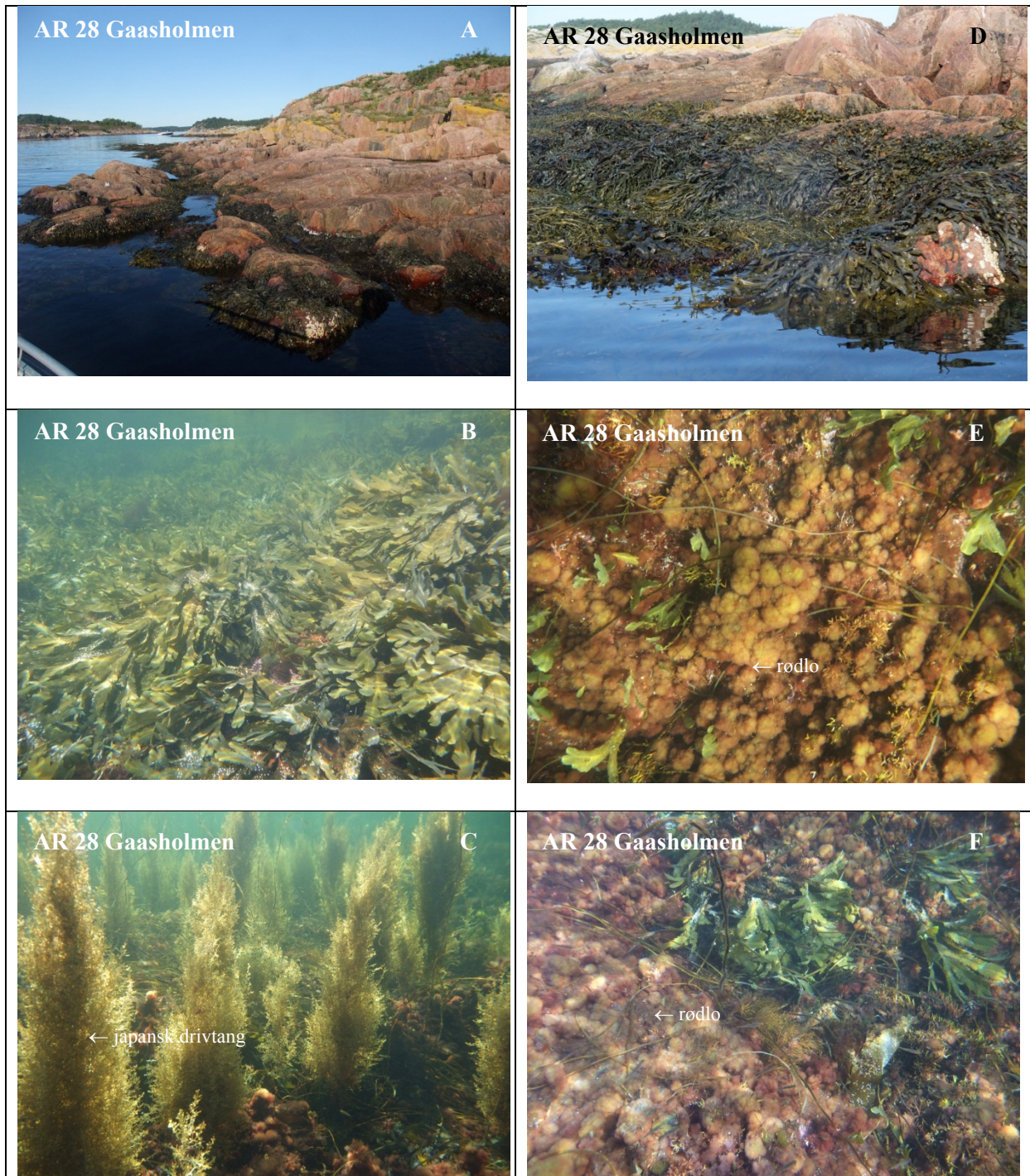
**Figur 12.** Bilder fra Narestø. Stasjon AR13 Nordstrand: A= Stasjonsplasseringen på et lite skjær, B= sukkertare og trådformete rødalger. C =sagtang og et bredt utvalg av trådformete rødalger. Stasjon AR14 Sandvigen: D= Stasjonsplassering, E= sagtang og sukkertare sammen med mange småvokste arter, F = sagtang dominerer. Foto: F. Moy





**Figur 13.** Bilder fra Narestø. Stasjon AR15 Skinnfelltangen: A= Stasjonsplassering, B og C = tang og tare med rik undervegetasjon. Stasjon AR16 Dalsholmen: D= Stasjonsplassering, E= tett sagtangforekomst, F = sagtang, rødlo og japansk drivtang. Foto: F. Moy





**Figur 14.** Bilder fra Narestø. *Stasjon AR28 Gaasholmen (referanse):* A= Stasjonsplassering, B= tett forekomst av sagtang, C = høye busker av japansk drivtang med tett undervegetasjon av rødlo, D = fjæresonen med grisetang, blæretang og sagtang, E = teppe med rødlo, F = rødlo, martaum og sagtang. Foto: F. Moy

**Tabell 4. De vanligste artene registrert i strandsonen i Arendal 2011. Symbolforklaring: e= enkeltfunn, s= spredt, v= vanlig, d= dominerende. \*m = kun registrert ved mikroskopering. Vedleggstabell A1 viser fullstendige artslistene.**

	Kitels Gard	Havn	Svinoc	Ternef	Barbul	Songe	Fluet1	Tromøysund	Songs	Styrs	Songs	Helg.	Nordsi	Sandv	Skinntf	Dalsh.	Gaast	Langh.
	AR01	AR02	AR30	AR31	AR35	AR04	AR36	AR37	AR38	AR39	AR40	AR12	AR13	AR14	AR15	AR16	AR28	AR9
<i>Fucus evanescens</i>	e	v	v	s	d													
<i>Cyanophyceae</i> , trådformet	v	v	d	d	d	d	s	s	s	d	*m							
<i>Audouinella</i> sp.		*m			*m	*m	d				*m							
diatome-kjede på fjell/kang	d	d	d	d	d	d	v	s	s	s	d							
epifytiske diatomeer	d	d		*m	*m		v	*m	*m									
<i>Ectocarpales</i> indet		d	d	d	v	v	v	v	v	v	v						s	
<i>Enteromorpha</i> sp.	v	d	d	v	d	d	v	v	s	d	d		v	v	s	s		s
<i>Littorina littorea</i>	s	s	s	s	s	v	v	v	d	v	v	s	s	s	s	s		e
<i>Hildenbrandia rubra</i>		d	s	e	s	d	d	v	d	d	d	d	s	s	v	v	d	v
<i>Polysiphonia</i> sp.		v	s	s	v	d	v	v	s	v	d	d	d	v	s	v	v	d
<i>Fucus vesiculosus</i>		v	d	v		d	v	d	d	d	d	e	s	v	v	v	v	s
<i>Fucus serratus</i>			v	v		d	d	s	v	v	v	e	v	d	d	d	d	v
<i>Ceramium rubrum (nodulosum)</i>		s			s	d	v	v	s	s	d	s	d	v	v	v	v	d
<i>Balanus</i> sp.	s	s		s	s	v	d	v	v	v	d	s		s	d	d	s	d
<i>Polysiphonia stricta (urceolata)</i>		*m		*m	*m	*m	*m	*m	*m	*m	*m	s	s	v	s	d	v	s
<i>Chondrus crispus</i>		s		e		s	v	v	s			s	v	d	v	s	v	v
<i>Cladophora</i> sp.					s	d	s	s			v	*m	d	s	s	v	s	v
<i>Dasya baillouviana</i>						d	s	s	s	e								
<i>Ascophyllum nodosum</i>						v		s		d			e	e	e		v	
<i>Corallinaceae</i> skorpeformet								s				s	v	d	d	v	d	d
<i>Zostera marina</i>													v					
<i>Ruppia marina</i>																		
<i>Mytilus edulis</i> juv.									e		d	d	d	d	d	d	s	d
<i>Haldrys siliquosa</i>												d						e
<i>Desmarestia aculeata</i>												v		e	s	d	s	
<i>Bonnemaisonia hamifera</i> : spop.												d	d	d	d	d	d	d
<i>Polysiphonia fibrillosa (violacea)</i>												d	d		s	v	v	d
<i>Polysiphonia brodiaei</i>												d		s	v	v	v	v

## 2.2.2 Artsutvalg, antall arter og fordeling mellom algegruppene

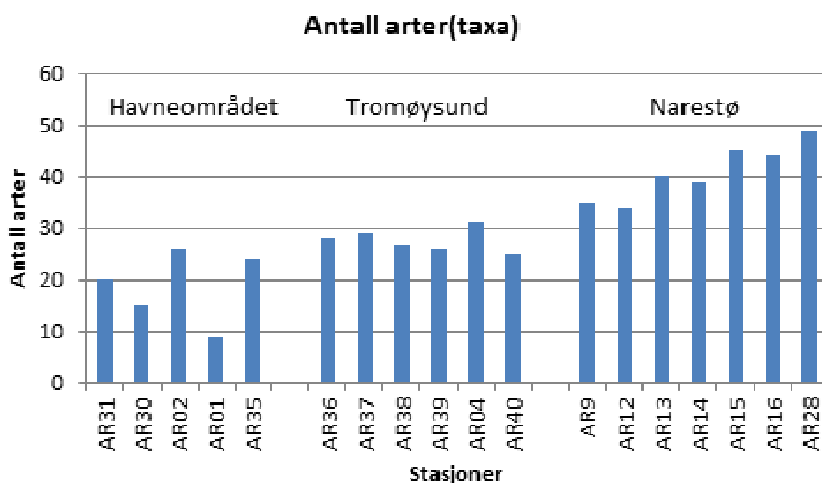
Til sammen ble det registrert 88 arter i strandsonen på de 18 stasjonene i 2011. Av disse var det 63 algearter, fordelt på 29 rødalger, 18 brunalger og 16 grønnalger. Den prosentvise fordelingen mellom rød-, brun og grønnalger var R:B:G= 46:29:25. Andelen grønnalger i området sett under ett var således noe høyere enn det som forventes for friske sjøområder.

Antall arter på de enkelte stasjonene var lavest for stasjonene i havneområdet og høyest på stasjonene i Narestø (**Figur 15**). Høyeste antall arter i havneområdet ble registrert på stasjon AR02 med 26 arter og høyeste antall i Narestø ble registrert på referansestasjonen AR28 med 49 arter.

Både antall arter totalt (**Figur 15**), antall alger, antall dyr og mengde alger (**Figur 16**) følger samme mønster med færrest arter/mindre mengder i havneområdet og flest arter/størst mengder i Narestø-området. Artsmangfoldet er størst i Narestø hvor man også forventer best vannkvalitet. Havneområdet er preget av artsfattig samfunn med få arter og overvekt av trådformete hurtigvoksende arter.

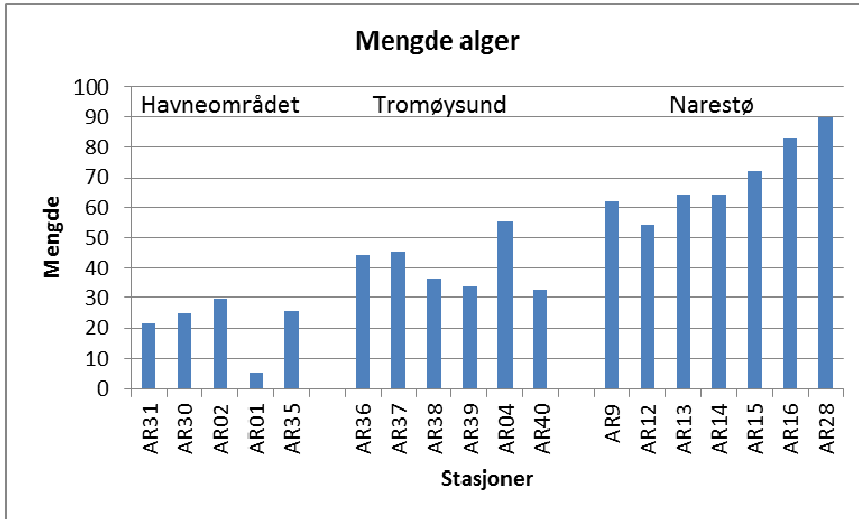
Den relative fordelingen mellom antall rød-, brun, grønnalger på stasjonene er vist i **Figur 17**. Indre Kittelsbukta, Barbu og Songekilen (AR01, AR35, AR04 og R40) hadde høyest andel grønnalger, men også to av stasjonene i Narestø (AR14 og AR16) hadde høyere andel grønnalger enn det som regnes som normalt (Bokn 1978). Ved næringssaltpåvirkning /eutrofi øker andelen grønnalger mens andelen rødalger blir redusert. Det var noe mindre rødalger i havneområdet sammenlignet med Narestø.

Alle stasjonene i havneområdet hadde større andel av ettårige arter enn av flerårige (**Figur 18A**), og større andel av blad- og trådformede arter som vokser raskt enn av de mer seintvoksende arter med grovere forgreining eller tykke blader (**Figur 18B**). Det vil si at algesamfunnet i havneområdet er preget av kortlivede arter er tilpasset næringsrike og ofte skiftende miljøforhold. De fleste stasjonene i Tromøysund viste samme mønster med overvekt av ettårige og hurtigvoksende arter i forhold til flerårige arter. I Narestø hadde stasjonene stort sett overvekt av flerårige arter (**Figur 18A**) og av seintvoksende arter med grovere forgreining eller tykke blader (**Figur 18B**). Friske, uforurensede sjøområder med stabile miljøforhold vil ha stor andel av flerårige arter som overlever fra år til år. Ved næringssaltpåvirkning øker andelen ettårige, hurtigvoksende arter.

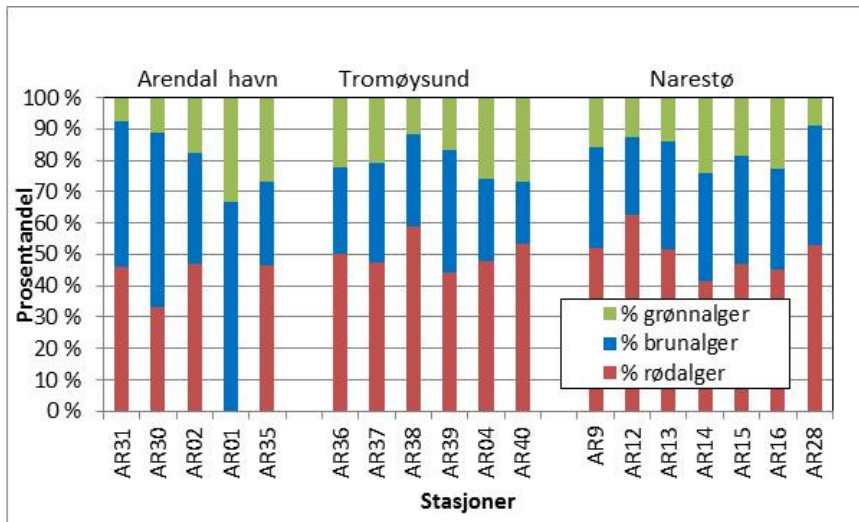


**Figur 15.** Antall arter av fastsittende alger og dyr registrert på de ulike stasjonene i 2011.

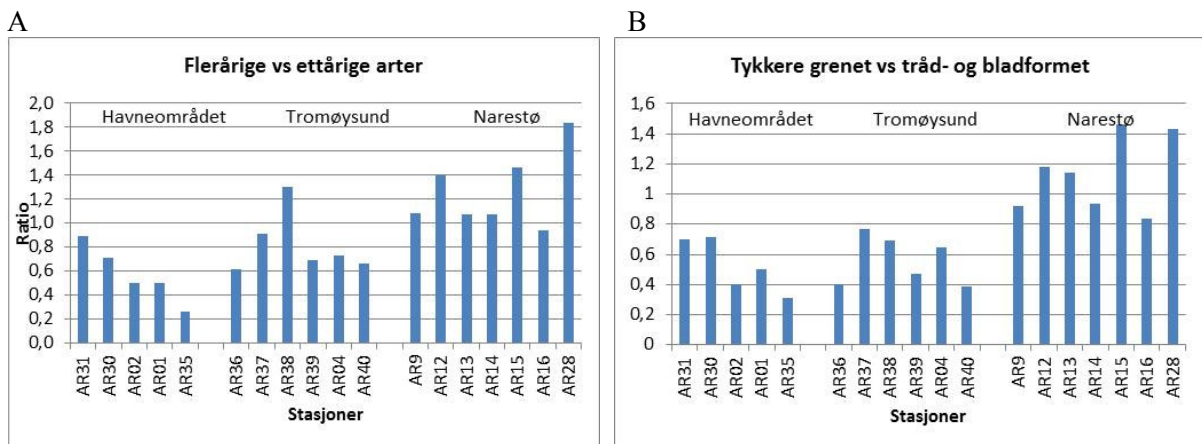




Figur 16. Mengde alger på de ulike stasjonene i 2011.



Figur 17. Fordeling mellom rødalger, brunalger og grønnalger på stasjonene i 2011.



Figur 18. Forholdet mellom antall flerårige og ettårige arter (A) og tykkere grener/blader mot tynne blad- og trådformete alger (B). I friske sjøområder med stabile miljøforhold forventer man overvekt av flerårige arter og arter med tykkere grener. Ved ratio > 1 er det overvekt av flerårige arter (A) eller tykkere grenet(B) og ved ratio < 1 er det overvekt av ettårige arter(A) eller tråd-/bladformet (B).



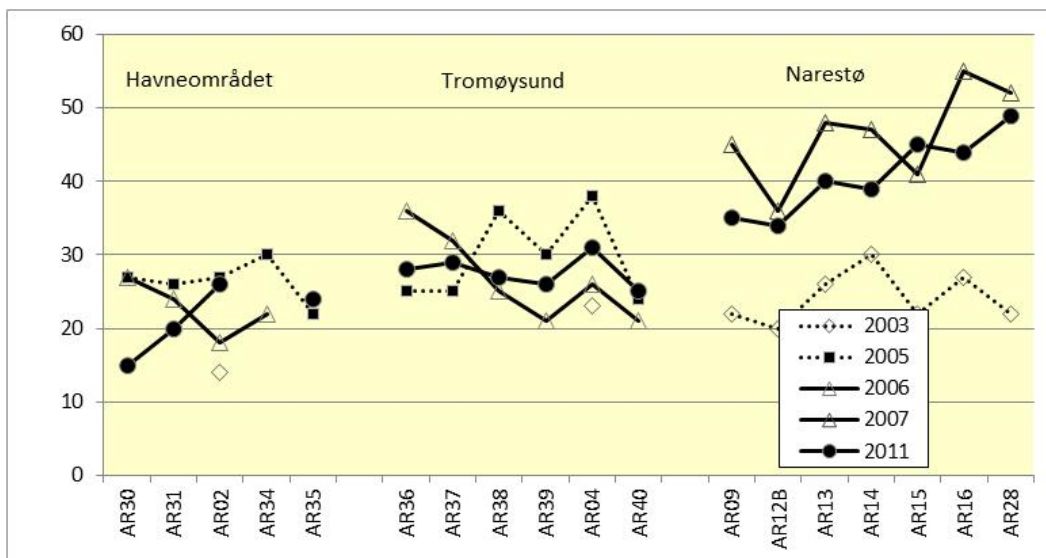
### 2.2.3 Utvikling over tid på stasjonene

Stasjonene i Arendal er flere ganger tidligere undersøkt med samme metodikk. Nedenfor er det gjort sammenligninger med forrige undersøkelse i 2005-2007, og med en undersøkelse i Narestø i 2003. Enkelte figurer viser også data tilbake til 1994.

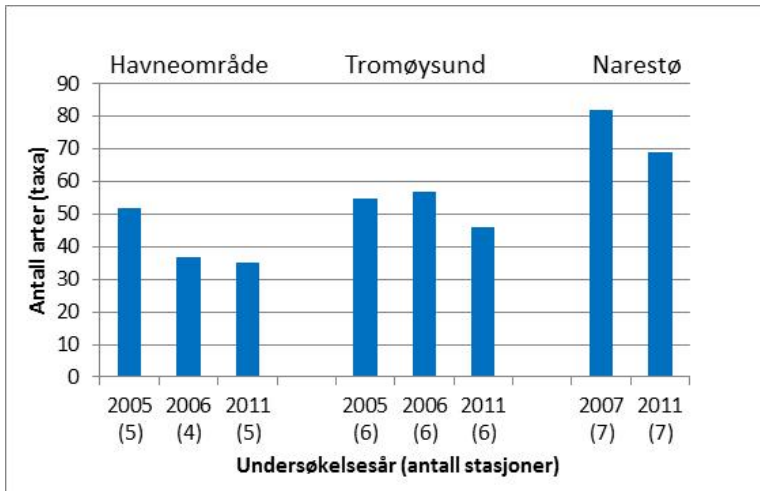
**Figur 19** viser antall arter som er registrert på de enkelte stasjonene både i foreliggende undersøkelse (2011) og i perioden 2003-2007. Det er verd å merke seg at det var stor forskjell på de enkelte stasjonene mellom 2005 og 2006 i havneområdet, som viser at den årlige variasjonen på stasjonene i utgangspunktet er stor. I forhold til dette skilte ikke stasjonene fra 2011 seg ut. I Strømsbubukt var antall arter noe lavere enn det ble registrert i 2005 og 2006. Det var lavt artsantall i 2003 i Narestø, uten at man vet årsaken til det. Data fra før og etter 2003 viser ganske like artstall.

Ser man på antall arter som til sammen ble registrert i hvert område (**Figur 20**), var antallet arter litt lavere i Tromøysund og Narestø i 2011 enn i 2005 og 2006. Forskjellen er ikke stor og kan ikke sies å representere en sikker utviklingstrend. I en undersøkelse fra 1990 i Tromøysund ble det funnet mellom 26 og 35 arter på 5 stasjoner (Næs mfl. 1991), som er samme antall som ble funnet i denne undersøkelsen. Ved Buøy, ikke langt fra Narestø, ble det registrert 42 arter i 1990, som også er i samme størrelsesorden som ved foreliggende undersøkelse i Narestø.

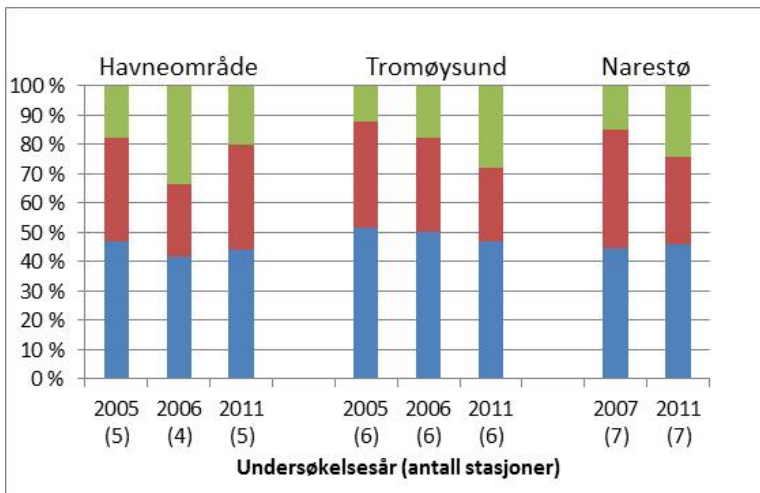
Antall arter sier ikke alt om et samfunn og det er derfor også sett på fordeling mellom ulike grupper av arter. Stasjonene i Tromøysund og Narestø hadde høyere andel grønnalger i 2011 enn tidligere (**Figur 21**), mens andelen rødalger har vært ganske jevn. Andelen grønnalger har ikke økt i havneområdet. **Figur 22** viser forholdet mellom antall ettårige arter og antall flerårige arter, fordelt mellom områder og mellom år. Stasjonene i havneområdet og Tromøysund har i alle de siste undersøkelsene hatt høyere andel ettårige arter enn flerårige arter (verdier < 1). Narestø hadde overvekt av flerårige arter i 2007 men i 2011 var det en liten overvekt av ettårige arter. Resultatene kan tyde på en svak forverring i eutrofi-status i Tromøysund og Narestø, mens havneområdet har vært stabil.



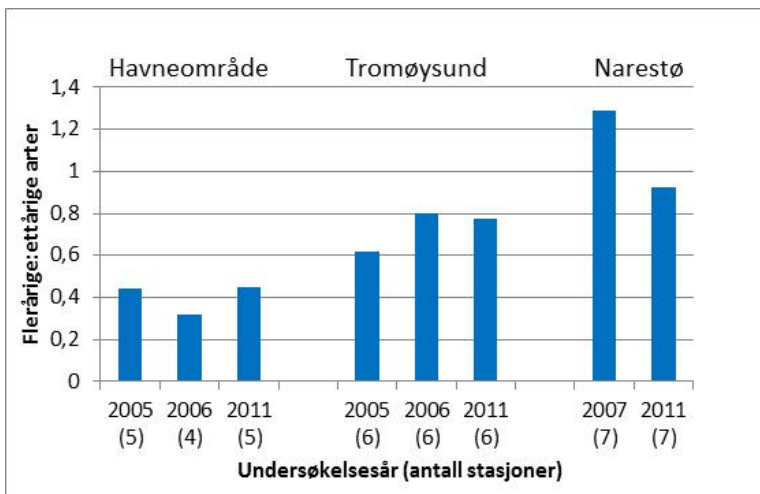
**Figur 19.** Antall arter av fastsittende alger og fjæredyr på de enkelte stasjonene i 2003-2011



**Figur 20.** Antall arter som til sammen er registrert i havneområdet, Tromøysund og Narestø de ulike undersøkelsesårene.



**Figur 21.** Relativ fordeling mellom antall rødalger, brunalger og grønnalger i tre ulike sjøområder i 2005 -2011. Andel grønnalger har økt i Narestø og Tromøysund.

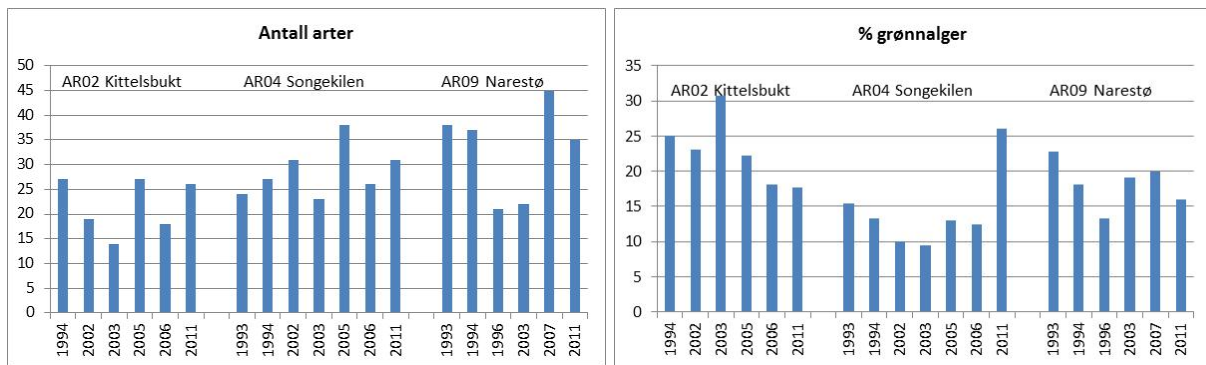


**Figur 22.** Forholdet mellom antall flerårige alger og antall ettårige alger. Forholdstall over 1 har overvekt av flerårige arter, forholdstall mindre enn 1 har overvekt av ettårige arter.

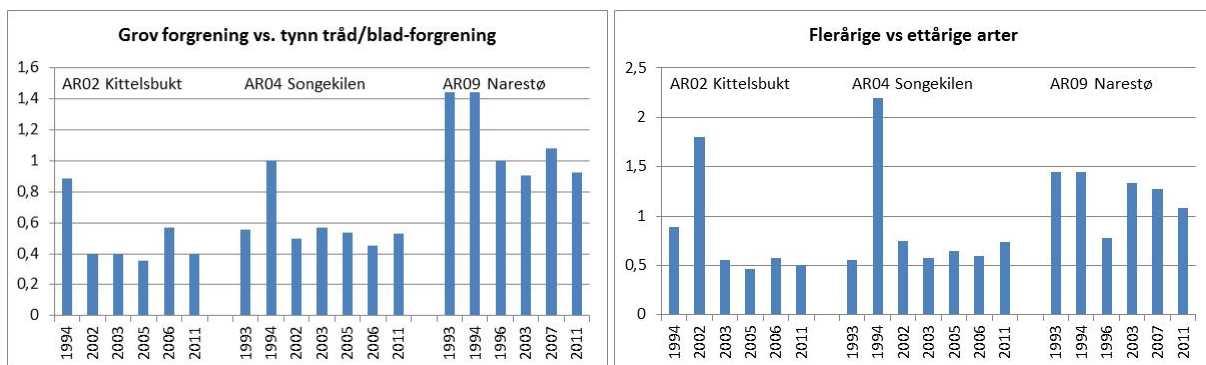
For enkelte stasjoner har vi data fra mange år tilbake. Stasjon AR02 Kittelsbukt, AR04 Songekilen og AR09 i Narestø er undersøkt til sammen 6-7 ganger siden 1994. **Figur 23** viser at andelen grønnalger har gått gradvis nedover i Kittelsbukt, mens i Songebukta har andelen grønnalger gjort et hopp til det verre. For stasjonen i Narestø er det tegn som tyder på en svak, gradvis utvikling mot flere trådformete og ettårige alger (**Figur 24**).

Med tanke på hvor mye kommunalt avløpsvann som er sanert fra Tromøysund siden 1980-tallet kunne man forventet en bedring i strandsonen. Men, stadige overløp fra pumpestasjoner og høyt generell næringsinnhold i vannmassene fra avrenning fra land, klimaendringer etc. kan ha maskert effektene av saneringene. Det har ikke vært en økning i næringssaltnivået generelt i kystvannet som tilsier en regional endring i vannkvaliteten (**Figur 25**).

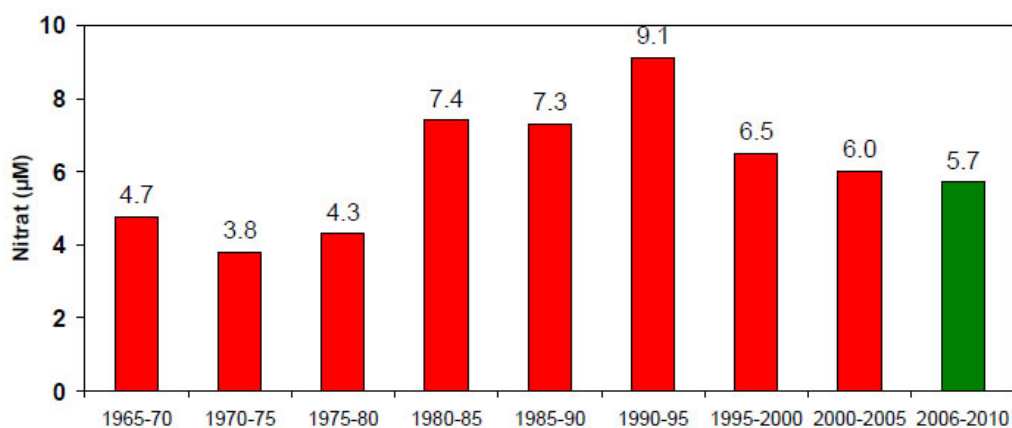
Det var på forhånd forventet en begynnende bedring i algevegetasjonen i Strømsbubukt etter sanering av overløpene der. Antallet arter var imidlertid litt lavere i 2011 enn tidligere år (**Figur 19**) og det kunne ikke spores større endringer i artsutvalget eller i hvilke arter som var dominerende. Stasjonene ligger i ytre del av Strømsbubukt og vi vet derfor ikke om det har skjedd en endring i de indre delene av bukta. Da stasjonene ble anlagt i 2005 var det ingen vegetasjon i indre deler av Strømsbubukt. Ved neste undersøkelse bør det opprettes en ny stasjon innerst i bukta.



**Figur 23.** Utvikling i antall arter og prosentandel grønnalger ved tre utvalgte stasjoner i Arendal i perioden 1994-2011.



**Figur 24.** Utvikling i fordeling mellom algenes vokseform og livsstrategi ved tre utvalgte stasjoner i Arendal i perioden 1994-2011.



**Figur 25.** Nitrat-konsentrasjoner på Kystovervåkings-stasjon utenfor Arendal i januar-april beregnet for 5-års perioder, samt 2006-2010 (middelverdi 0-30 m dyp).

## 2.2.4 Økologisk tilstand

Foreløpig beregning av økologisk tilstand ut fra fjæreindeksen (utviklet for Nord-Vestlandet) indikerer at tre av stasjonene i havnebassenget er i «moderat» eller «dårlig» tilstand. De to stasjonene i Strømsbubukt havner i tilstandsklasse «god» og stemmer ikke helt med det generelle inntrykket av stasjonene. Ut fra en total vurdering vurderes stasjonene her til å ha «moderat» tilstand og ikke «god» (se justert vurdering i **Tabell 5**). Stasjonene i Tromøysund og Narestø klassifiseres i fjæreindeksen som «god» eller «Svært god» tilstand. Tilstanden ved Fluets og i Songekilen blir trolig også klassifisert for høyt i fjæreindeksen og settes til «god /«moderat» ut fra en totalvurdering.

Det må igjen presiseres at indeksen er ikke justert for Skagerrak og beregning av EQR-verdi og klassifisering kan bli annerledes dersom den i framtiden blir justert for dette kystområdet. Den foreløpige klassifiseringen stemmer rimelig godt med den totale vurderingen for de fleste stasjonene.

**Tabell 5.** EQR og økologisk tilstand for vannkvalitet basert på fjæreindeksen (RSLA). Ettersom beregningene og klassegrensene i fjæreindeksen er basert data fra en annen økoregion, er foretatt justeringer av tilstandsklasse basert på helhetlig vurdering av stasjonene (justert vurdering).

Stasjon	Havn					Tromøysund						Narestø						
	Kittelsbukta	Gard	Svinodden	Terneholmen	Barbu2	Fluet1	Fluet2	Styrsvika1	Styrsvika2	Songekilen	Songekilen2	Langholmen	Helgetangen	Nordstrand	Sandvigen	Skinnfellt	Dalsholmen	Gaasholmen
Fjærepotensiale	1,36	1,14	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,29	1,21	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
EQR-verdi	<b>0,35</b>	<b>0,59</b>	<b>0,62</b>	<b>0,73</b>	<b>0,41</b>	<b>0,64</b>	<b>0,72</b>	<b>0,79</b>	<b>0,72</b>	<b>0,7</b>	<b>0,63</b>	<b>0,77</b>	<b>0,73</b>	<b>0,75</b>	<b>0,73</b>	<b>0,81</b>	<b>0,69</b>	<b>0,83</b>
Klassifisering Fjæreindeks	Dårlig	Moderat	God	God	Moderat	God	God	God	God	God	God	God	God	God	God	Svært god	God	Svært god
Justert vurdering	Dårlig	Moderat	Moderat	Moderat	Moderat	God/Moderat	God	God	God	God/Moderat	God/Moderat	God	God	God	God	Svært god	God	Svært god

### 2.2.5 Konklusjoner gruntvannssamfunn

Hovedkonklusjonen for gruntvannssamfunnet er at tilstanden generelt har endret seg lite den siste tiårs-perioden. Havneområdet har fremdeles få arter og er i stor grad preget av forurensningstolerante arter og dårlig tilstand, mens Narestø-området har mange arter og er det mest upåvirkede området. Tilstanden i havneområdet synes å ha vært stabil, mens det har vært en utvikling mot mer trådformete og kortlivede arter i Narestø. Tromøysund har også hatt en økning i andel grønnalger siden forrige undersøkelse.

## 3. Bløtbunn

Undersøkelser av bløtbunnsamfunn benyttes rutinemessig i overvåking av miljøtilstand i marine miljøer. 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. 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 redusert biologisk mangfold. Bløtbunnsfaunaens struktur kan derfor brukes til å karakteriseres miljøtilstanden og gradere effekten av påvirkning. 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.

### 3.1 Metodikk

#### 3.1.1 Feltinnsamling

Feltarbeidet ble gjennomført 1. april 2011 med FF G.M. Dannevig (U10 og U12) og 16. desember 2011 med T/B Tor 3 (U5 og E14). Tidspunktet og fartøyet var ulikt fordi innsamlingen måtte samkjøres med annen innsamling i området, men dette antas ikke å innvirke nevneverdig på resultatene.

En oversikt over stasjoner, posisjoner og dyp er gitt i **Tabell 6**. Stasjonene ligger ved det tidligere utslippsstedet i Utnesbassenget (U5), ved nåværende utslippssted ved Ærøy (U10), på største dyp i Ærøybassenget (U12) i Narestøfjorden. Samtlige stasjoner har blitt prøvetatt også tidligere. I den foreliggende rapporten er resultater fra 2000-tallet og senere inkludert for å kunne evaluere utviklingen gjennom tid, mens eldre resultater er utelatt. Det er videre kun disse nye resultatene hvor faunaparameterene kunne beregnes med utgangspunkt i dagens klassifikasjonssystem. For sedimentparameterene er også data for 1990-tallet inkludert.

Metodikken for innsamling og opparbeiding av prøvene følger den internasjonale standarden NS-EN ISO 16665 (2005). Bløtbunnsprøvene ble innsamlet med en 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb, og på hver stasjon ble det tatt fire prøver. Hver prøve ble inspisert gjennom grabbens toppluke, volumet ble målt med en målepinne, og farge, synlige dyr og andre karakteristika notert, se **Tabell 6**. På en av prøvene pr. stasjon ble det tatt ut delprøver til analyse av kornstørrelse (% < 0,063 mm), organisk karbon (TOC) og nitrogen (TN). Disse ble oppbevart nedfrost frem til analyse. Materialet til faunaprøvene ble sikket gjennom sifter med 5 mm og 1 mm hull, fiksert i formaldehyd og fraktet til laboratoriet for opparbeiding.

**Tabell 6.** Prøvetatte stasjoner i Arendalsområdet i 2011, med posisjon, dyp og sedimentbeskrivelse. Det ble tatt fire grabbskudd pr. stasjon.

Stasjon	Posisjon (N/E)	Dyp (m)	Beskrivelse
U5 Utnesbassenget	58,24929 / 8,45174	33	Olivengrønt overflatelag, finkornet sediment. Slangestjerner, sjømus, døde skjell. H <sub>2</sub> S-lukt i noen av prøvene.
U10 Ærøy	58,2454 / 8,4571	40	7-9 liter. Hardt og grovt sediment, lite sikterest. Slangestjerner.
U12 Ærøydypet	58,2377 / 8,4578	161	Helt fulle prøver. Olivengrønt sediment, bløtt og lettspylt. Sjømus, børstemark, muslinger og krabbe.
E14 Narestø	58,31031 / 8,56129	56	Grått sediment av løs leire. Ingen eller svak H <sub>2</sub> S-lukt. Sjømus, børstemark.

### 3.1.2 Laboratorieanalyser

Sedimentanalysene ble utført av NIVAs underleverandør Eurofins. Analyse av kornfordeling (% < 0,063 mm) ble utført i henhold til standarden NEN5753. Metoden innebærer forbehandling av sedimentet med hydrogenperoksid og saltsyre forut for siktingen, og dette avviker fra metoden NIVA har benyttet ved tidligere undersøkelser (våtsikting uten forbehandling). Resultatene er derfor ikke nødvendigvis direkte sammenlignbare med NIVAs eldre data for kornstørrelse.

Analyse av organisk karbon (TOC) i sediment ble utført i henhold til NEN-EN 113137. Prøven forbehandles for å fjerne uorganisk karbon og analyseres for mengde organisk karbon med CHN-analysator.

Klassifisering av tilstand basert på sedimentforhold inngår ikke som klassifiseringsparameter i Veileder 01:2009. For likevel å få en pekepinn om graden av organisk belastning, benyttes SFTs veileder 97:03 til klassifisering av TOC (Totalt Organisk Karbon). Denne klassifiseringen er basert på finkornet sediment (silt og leire). For klassifiseringen av TOC standardiseres prøven derfor for teoretisk 100% finstoff etter formelen:

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

hvor F er lik andelen finstoff (kornfordeling mindre enn 63µm). Klassegrensene er gitt i **Tabell 7**.

Forholdet mellom karbon og nitrogen (C/N ratio) er bestemt for å få informasjon om kilden til det organiske materialet. 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.

På laboratoriet ble dyrene plukket ut fra det øvrige restmateriale og sortert i hovedgrupper (børstemark, muslinger, krepsdyr, pigghuder og «varia»). Dyrene ble da lagt på 80 % sprit, og deretter artsbestemt av spesialister på de respektive hovedgruppene. Sorteringen og identifiseringen ble gjort iht. standarden NS-EN ISO 16665 (2005).

### 3.1.3 Klassifisering av miljøtilstand

Bunnfaunaen karakteriseres ved totalt antall arter, totalt antall individer og artssammensetning. På grunnlag av artslistene ble det regnet ut indekser for artsmangfold og ømfintlighet. Indeksverdiene regnes ut for hver grabb, og gjennomsnittet brukes for å klassifisere den økologiske tilstanden på stasjonen. Følgende parametere ble benyttet:

- artsmangfold ved indeksene H' (Shannon-indeksen) og ES<sub>100</sub> (Hurlberts diversitetsindeks). ES<sub>100</sub> er et anslag på hvor mange arter man kan forvente å finne dersom det plukkes ut 100 individ tilfeldig fra prøven.
- ømfintlighet ved indeksene ISI (Indicator Species Index) og AMBI (AZTI Marine Biotic Index)
- sammensatte indekser NQI1 og NQI2 (Norwegian Quality Index), som kombinerer både artsmangfold og ømfintlighet

Indeksverdiene beregnes for hver grabbprøve, og stasjonens middelvei brukes til å klassifisere stasjonen. Klassegrensene er angitt i veileder 01:2009 «Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver» og samsvarer med de økologiske tilstandsklassene gitt i EUs Vanddirektiv. Klassegrensene går fra klasse I («svært god») til klasse V («svært dårlig»), se **Tabell 7**. Til å beregne normalisert EQR, benyttes indeksen NQI1 siden den er denne som interkalibrert mellom flest land.

$$NQI1 = [0,5*(1-(AMBI/7)+(0,5*(SN/2,7)*(N_{tot}/(N_{tot}+5)))]$$

hvor AMBI er en sensitivitetsindeks, SN er diversitetsmål og N er antall individer i prøven.

Normalisert EQR for NQI1 beregnes slik:

$$\text{NormEQR} = (\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) / (\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) * 0.2 + \text{Klassens normEQR basisverdi}$$

Klassens normEQR basisverdi tilsvarer nedre klassegrense for den normaliserte EQR-klassen. I stedet for referanseverdi benyttes øvre grenseverdi for klasse I. Denne verdien er satt så høyt at den i praksis aldri overskrides. "Referanseverdi" er altså erstattet med "Beste oppnåelige verdi". Ved å bruke "Beste oppnåelige verdi", vil EQR-verdien aldri bli høyere enn 1. Normalisert EQR gir dermed en tallverdi på en skala fra 0 til 1. Tallverdien viser ikke bare statusklassen, men også hvor lavt eller høyt i klassen tilstanden ligger, ettersom verdiene følger en kontinuerlig skala. F. eks. viser verdien 0,75 at tilstanden ligger tre firedeler opp i tilstand God (God = 0,6-0,8). Normalisert EQR muliggjør en harmonisert sammenligning av forskjellige indekser, både innenfor samme kvalitetselement og mellom ulike kvalitetselementer.

**Tabell 7.** Oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene som benyttes for klassifisering på bakgrunn av kvalitetselementet makrofauna (Veileder 01:2009). Også klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment er vist (SFT 97:03), men merk at den ikke skal inngå i noen endelig klassifisering av miljøtilstanden.

Parameter	Økologisk tilstandsklasse basert på makroinvertebrater i sediment				
	Svært dårlig	Dårlig	Moderat	God	Svært god
NQI1	<0,31	0,31-0,49	0,49-0,63	0,63-0,72	0,72-1
NQI2	<0,20	0,20-0,38	0,38-0,54	0,54-0,65	0,65-1
H'	<0,9	0,9-1,9	1,9-3,0	3,0-3,8	3,8-6
ES100	<5	5-10	10-17	17-25	25-50
ISI	<4,2	4,2-6,1	6,1-7,5	7,5-8,4	8,4-12
normEQR	0-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1
Organisk karbon (mg/g)	<41	34-41	27-34	20-27	<20

Klassifiseringssystemet for bløtbunnsfauna er foreløpig ikke differensiert for de ulike vanntypene og regionene. Selv om informasjon om artenes toleranse inngår i flere av indeksene, tas også selve faunasammensetningen i betraktning for å vurdere tilstanden.

## 3.2 Resultater og diskusjon

### 3.2.1 Bunnsedimenter

Sedimentparameterne er presentert i **Tabell 8**, hvor også tidligere resultater er inkludert. Metoden som ble benyttet for bestemmelse av finfraksjon ( $\% < 63\mu\text{m}$ ), dvs. forbehandling av sedimentet med hydrogenperoksid og saltsyre forut for siktingen, løser opp karbonat og organisk materiale i sedimentet. Denne metoden kan dermed ha resultert i lavere andel finfraksjon enn ved NIVAs metode med våtsikting uten forbehandling ville gjort. Dette kan derfor føre til høyere karbonverdier når de korrigeres for andel finstoff, og muligvis dårligere tilstandsklassifisering.

På stasjon U5 var både innholdet av organisk karbon (TOC) og nitrogen (TN) var svært likt som i 2005. Tilstanden var «dårlig» ut fra mengden normalisert organisk karbon, hvilket samsvarer med det som ble observert sist. Funnet stemmer også godt overens med at sedimentene luktet råttent.

Også på stasjon U10 var innholdet av organisk karbon (TOC) og nitrogen (TN) på nivå med det som ble observert i forrige undersøkelse. Ut fra mengden normalisert organisk karbon var tilstanden «god» både i 2005 og 2011, og det synes ikke som at det har funnet sted noen forverring i mengden organisk karbon etter at utslippspunktet ble plassert her. Imidlertid er utviklingen usikker ettersom metodikken for bestemmelse av finfraksjon (som ligger til grunn for normaliseringen av organisk karbon) var ulik i 2011 sammenliknet med tidligere år.

Likens med de andre stasjonene i Utnes var mengdene organisk karbon (TOC) og nitrogen (TN) på stasjon U12 svært likt det som ble registrert tidligere. Imidlertid fant det tilsynelatende sted en vesentlig endring i kornstørrelse, med adskillig grovere sediment i 2011 enn i 2005. Det antas imidlertid at denne økningen ikke er reell, og muligens skyldes endring i analyselaboratorium/metodikk (se kap. 3.1.2). Den økte mengden finstoff medførte en tilsynelatende økning mengden normalisert organisk karbon, med påfølgende endring i tilstand fra «moderat» til «svært dårlig». Denne forverringen anses altså ikke å representere den faktiske utviklingen, men uansett er ikke tilstanden god.

På stasjon E14 i Narestø var mengden organisk karbon (TOC) svært lik med det som ble observert ved den tidligere undersøkelsen i 2003, men mengden nitrogen (TN) viste en reduksjon. Også her ble det observert en tilsynelatende endring i kornstørrelsen, med grovere sediment i 2011 sammenliknet med tidligere.

C/N-forholdet var i 2011  $> 20$  på stasjonene U5, U12 og E14, som indikerer at sedimentene har et betydelig innslag av plantemateriale fra land. Stasjonen U10 hadde et C/N-forhold på 10, og også her var det noe innslag av terrestrisk materiale. Det fant sted en økning i C/N-forholdet etter år 2000 på samtlige stasjoner, og dette skyldes sannsynligvis økte tilførsler av partikulært materiale fra land til sjø. Muligens skyldes dette økt ferskvannsavrenning som følge av klimaendring, men dette blir kun en spekulasjon.



**Tabell 8.** Kornstørrelse, 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, Årøy og Narestø i 2011 og i tidligere undersøkelser. Verdiene for normalisert TOC er klassifisert iht. SFT Veiledning 97:03, hvor grønn angir «god», gul «moderat», oransje «dårlig» og rød «svært dårlig» tilstand.

	År	Dyp	Korn %< 63 µm	TOC (mg/g)	TN (mg/g)	C/N	Norm. TOC
U5	2011	33	52,7	30,0	1,5	20,0	38,5
	2005	33	45,8	27,2	1,3	20,9	37,0
	2001	30	66,8	38,4	4,5	8,5	44,4
	1994	30	62,4	24,4	2,5	9,8	31,2
U10	2011	40	15,4	5,0	0,5	10,0	20,2
	2005	38-39	8,1	3,5	<1,0	>3,5	20,0
	2001	38	11,0	5,3	<1,0	>5,3	21,3
	1994	38	10,3	4,8	<1,0	>4,8	20,9
U12	2011	161	46,3*	32,0	1,5	21,3	41,7*
	2005	160	97,7	27,2	1,7	16,0	27,6
	2001	159	97,2	29,1	4,1	7,1	29,3
	1994	164	98,9	26,2	3,3	7,9	26,4
E14	2011	56	56,3*	39,0	1,5	26,0	46,9*
	2003	56	92	40,7	5,2	7,8	42,1
	1994	56	97,2	38,6	5,1	7,6	39,1

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

### 3.2.2 Bunnfauna

Faunaparametere for bløtbunnstasjonene er vist i **Tabell 9** og oversikt over de ti mest dominerende artene er vist i

**Tabell 10.** Fullstendige artslistene er gitt i **6.Vedlegg B**. Det påpekes at indeksene og den tilhørende klassifiseringen av tidligere resultater er regnet ut på nytt, ettersom klassifiseringen iht. det forrige klassifiseringssystemet var basert på stasjonsnivå, men at det iht. det nye systemet baseres på gjennomsnittet av de enkeltvis grabbene.

Tilstanden på stasjon U5 (Utnesbassenget) i 2011 var «god» basert på den normaliserte EQR-verdien. Dette er i tråd med de andre indeksene, med unntak av ES<sub>100</sub>, som viste «moderat» tilstand. Individtallet er høyt og flere av de dominerende artene på denne stasjonen er arter som ofte viser en økning under organisk beriking, som børstemarken *Heteromastus filiformis* og muslingen *Thyasira flexuosa*. Funnene stemmer godt overens med det forhøyede innholdet av organisk karbon, og tilstanden bærer altså preg av lett grad av forstyrrelse. Alle indeksene var noe lavere i 2011 enn i 2005 (dvs. noe dårligere tilstand), men ga stort sett samme klassifisering. Det synes å ha funnet sted en forbedring i tilstanden etter 2001, ettersom antall individ da ble redusert, antall arter økte, og indeksene viste bedre tilstand. Dette er også i tråd med resultatet for normalisert organisk karbon.

På stasjon U10 (Ærøy) var tilstanden «svært god» i 2011 iht. alle parameterne inkl. normalisert EQR. Slik har den også vært i alle tre undersøkelsene etter 2000. Som i 2005 var børstemarken *Sosane sulcata* den mest dominerende arten. Dette er en rørbyggende art som er vanlig på bløtbunn i Skagerrak, og som generelt ikke finnes på sterkt organisk belastede lokaliteter. Klassifiseringen iht. normalisert organisk karbon viste en klasse lavere («god» tilstand), men nivået av organisk karbon er tydeligvis under nivået som forstyrrer faunaen. Her må det videre påpekes at det har det vist seg at det er normalt med høye TOC-verdier i kystnære sedimenter på Sørlandet pga. naturlige tilførsler fra land, slik at klassifiseringen muligens ikke er helt tilpasset de naturlige forholdene i dette området (Oug, pers. med.). TOC-verdier på 20-40 mg/g må her ansees som normale, og klassifiseringen indikerer nødvendigvis ikke påvirkning (Moy mfl. 96, Kroglund og Oug, 1999). Det må også nevnes at TOC iht. klassifiseringsveilederen ikke skal brukes i noen endelig klassifisering.

Stasjon U12 (Ærøydypet) viste «god» tilstand i 2011 basert på den normaliserte EQR-verdien. Denne klassifiseringen samsvarer godt med de øvrige indeksene, med unntak av NQI2, som viste «moderat» tilstand. Det faktum at tilstanden ikke var i beste klasse, er i tråd med det noe forhøyede nivået av organisk karbon. Faunasammensetningen har betydelig innslag av arter som øker i tetthet under organisk belastning, som for eksempel børstemarkene *Heteromastus filiformis* og *Paramphinome jeffreysii*. Samtidig viser innslaget av Lyresjømus (*Brissopsis lyrifera*), en art som er ømfintlig ovenfor forstyrrelser, at tilstanden ikke er vesentlig forringet. Denne arten er viktig for omrøringen av sedimentene, og vil derfor ha en positiv virkning på samfunnet for øvrig.

Ved Narestø, stasjon E14, var tilstanden i 2011 «svært god» ut fra den normaliserte EQR-verdien. Også på denne stasjonen er klassifiseringen basert på normalisert EQR på linje med de andre indeksene. ISI viste imidlertid kun «god» tilstand. Det var innslag både av ømfintlige arter (sneglen *Hyala vitrea* og sjømusen *Echinocardium* sp.) og mer forurensningstolerante arter (børstemarkene *Heteromastus filiformis* og *Prionospio fallax*), men alle artene fantes kun i lave tettheter. Faunasammensetningen indikerer derfor ingen til minimal grad av forstyrrelse. Dette stemmer imidlertid ikke overens med verdien for organisk karbon, men igjen må det påpekes klassifiseringen iht. TOC-verdier muligens ikke er helt tilpasset til sedimenter med store naturlige tilførsler fra land.. Generelt var tilstanden på denne stasjonen lik med hva som ble registrert i 2003.

**Tabell 9.** Faunaparametere for bløtbunnstasjonene ved Utnes (U5), Ærøy (U12) og Narestø (E14) i 2011 og i tidligere undersøkelser (gjennomsnittsverdier). Fargene angir økologisk tilstandsklasse etter Veileder 01:2009, hvor blå angir «svært god», grønn «god» og gul «moderat» tilstand. Normaliserte EQR-verdier (normEQR) er foretatt på grunnlag av normalisert EQR for NQI1. Antall arter (S) og individer (N) er også vist.

St.	År	S	N	H'	ES <sub>100</sub>	NQI1	NQI2	ISI	NQI1 normEQR
U5	2011	46	1503	3,15	16,95	0,64	0,54	7,73	0,62
	2005	47	1143	3,32	18,46	0,67	0,59	8,42	
	2001	36	2401	2,61	12,43	0,62	0,52	7,70	
U10	2011	79	645	4,94	34,70	0,80	0,78	8,72	0,86
	2005	73	390	4,98	39,29	0,83	0,80	9,39	
	2001	67	371	4,88	37,08	0,80	0,77	8,76	
U12	2011	35	330	3,14	20,18	0,65	0,54	8,16	0,64
	2005	29	215	3,17	20,00	0,63	0,53	8,41	
	2001	27	135	3,51	22,10	0,69	0,61	8,12	
E14	2011	48	254	4,64	32,56	0,79	0,76	8,01	0,85
	2003	36	103	4,44	34,69	0,75	0,71	8,31	

**Tabell 10.** De ti mest dominerende artene på stasjonene ved Utnes (U5), Ærøy (U12) og Narestø (E14) i 2011 (pr. 0,1 m<sup>2</sup>), med tilhørende faunagruppe (B=Børstemark, Bn=Båndmark, H=Hesteskomark, M=Musling, Sl=Slangestjerne, Sn= Snegl, Sp=Sjøpinnsvin).

U5	Ind. 0,1 m <sup>-2</sup>	U10	Ind. 0,1 m <sup>-2</sup>
<i>Heteromastus filiformis</i> (B)	441	<i>Sosane sulcata</i> (B)	75
<i>Kurtiella bidentata</i> (M)	313	<i>Exogone</i> sp. (B)	51
<i>Amphiura filiformis</i> (Sl)	182	<i>Streblosoma intestinale</i> (B)	49
Nemertea indet. (Bm)	123	<i>Magelona minuta</i> (B)	48
<i>Thyasira flexuosa</i> (M)	83	<i>Jasmineira caudate</i> (B)	42
<i>Prionospio fallax</i> (B)	76	<i>Galathowenia oculata</i> (B)	33
<i>Nucula nitidosa</i> (M)	49	<i>Sabellides octocirrata</i> (B)	29
<i>Galathowenia oculata</i> (B)	29	<i>Prionospio cirrifera</i> (B)	26
<i>Pholoe baltica</i> (B)	20	Phoronida indet. (H)	23
U12	Ind. 0,1 m <sup>-2</sup>	E14	Ind. 0,1 m <sup>-2</sup>
<i>Heteromastus filiformis</i> (B)	100	<i>Hyala vitrea</i> (Sn)	39
<i>Paramphinome jeffreysii</i> (B)	84	<i>Amphiura filiformis</i> (Sl)	19
Nemertea indet. (Bm)	30	Nemertea indet. (Bm)	17
<i>Ceratocephale loveni</i> (B)	17	<i>Prionospio fallax</i> (B)	16
<i>Levinsenia gracilis</i> (B)	16	<i>Amphiura</i> sp. (Sl)	12
<i>Thyasira equalis</i> (M)	11	<i>Echinocardium flavescens</i> (Sp)	11
<i>Prionospio cirrifera</i> (B)	8	<i>Goniada maculate</i> (B)	9
<i>Galathowenia oculata</i> (B)	5	<i>Myrtea spinifera</i> (M)	9
<i>Melinna cristata</i> (B)	5	<i>Echinocardium</i> sp. (Sp)	9
<i>Brissopsis lyrifera</i> (Sp)	5	<i>Heteromastus filiformis</i> (B)	8

### 3.2.3 Konklusjoner, bløtbunn

Tilstanden har generelt endret seg lite den siste tiårs-perioden, bortsett fra stasjon U5 i Utnesbassenget, hvor tilstanden synes å ha forbedret seg etter 2001. Både i Utnesbassenget og Ærøydypet er det i dag indikasjoner på organisk belastning, med en bløtbunnsfauna dominert av forurensningstolerante arter. Tilstanden er likevel «god». Ved Ærøy og Narestø er tilstanden «svært god», med ingen eller kun minimal grad av forstyrrelse.

Bløtbunnsstasjonene har alle «god» eller «svært god» tilstand. Dette tilfredsstillende målet i Vannforskriften, og ut fra bløtbunnsfunnene vil derfor ikke tiltak være nødvendig.

## 4. Vannmasser: hydrografi og næringsalter

Vannkvalitetsundersøkelsene i 2011 omfatter målinger og oppdatering av tilstandsbeskrivelse ved kommunens hovedutslippssteder ved Ærøya og Narestø. Siste undersøkelse av vannmassene ved Utnes ble utført høsten 2001, mens utslippet ved Narestø også ble undersøkt fra sommeren 2001 til vinteren 2001/2002 i forbindelse med etablering av nytt utslippspunkt fra renseanlegget.

### 4.1 Metodikk

#### 4.1.1 Feltinnsamling

De hydrografiske og hydrokjemiske undersøkelsene ble gjennomført på fire stasjoner; to stasjoner ved Narestø og to ved Utnes/Ærøya (**Figur 26**).

De to stasjonene ved Narestø ble lokalisert ut fra tidligere målinger (Kroglund m.fl. 2004). Nar1 lå i 2001 over det gamle utslippsstedet, men ble flyttet nærmere det nye utslippspunktet i 2011 (se **Figur 26**). Nar3 ligger i Tromøysund, ved samme posisjon som i 2001. Stasjon Nar2 fra 2001 ble utelatt i denne undersøkelsen siden Nar1 og Nar2 ligger svært nærme hverandre og ettersom resultatene fra 2001 viste at Nar2 hadde tilnærmet lik eller litt bedre vannkvalitet enn Nar1.

Utenfor Utnes ble stasjon U10 (over utslippsstedet) og U12 (midt over Ærøydypet) fulgt opp tilsvarende undersøkelsen i 2001 (Moy m.fl., 2002). 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 26**). Målestasjonen i Kyststrømmen ligger 1nm (nautisk mil) utenfor Torungen og overvåkes kontinuerlig under Kystovervåkingsprogrammet (Klif). Sammen med Ærøydypet er stasjonen i Kyststrømmen en del av Havforskningsinstituttets faste overvåkningssnitt mellom Torungen og Hirtshals.

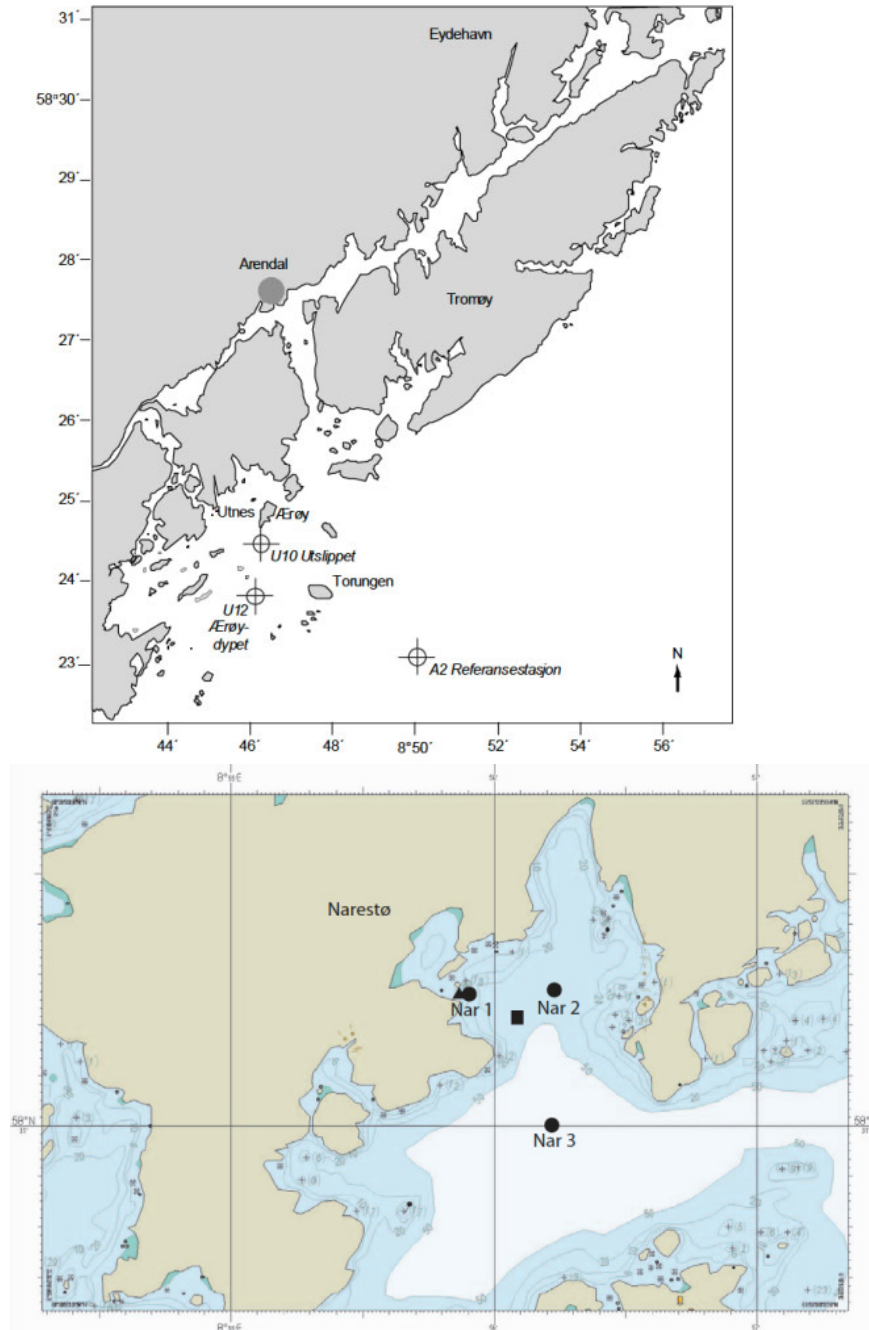
#### 4.1.2 Laboratorieanalyser

Innhenting av verdier for de fysiske parametrene temperatur (T), saltholdighet (S) og siktdyp samt opparbeiding av de kjemiske parametrene oksygen (O<sub>2</sub>), total fosfor (Tot-P), fosfat (PO<sub>4</sub>), total nitrogen (Tot-N), nitrat (NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>), ammonium (NH<sub>4</sub>), silikat (SiO<sub>3</sub>) og klorofyll-a ble gjennomført av Havforsknings-instituttet sommeren og høsten 2011. Innsamlingen av næringsalter, klorofyll-a og siktedyp ble gjennomført annenhver uke i juni, juli og august i standarddyp ned til 30m. Tidspunkt, parametre og frekvens ble valgt i henhold til Klif sin veileder for sommerklassifisering av miljøtilstand i overflatelaget (SFT 97:03; Molvær m. fl.) samt at man ønsket å følge opp tilstandsvurderingen fra 2001. For å få innhentet informasjon om oksygenforbruk i de nærliggende bassengene, ble oksygen målt i alle standarddyp ned til bunnen ved Narestø og Utnes to ganger i august samt i Ærøydypet (U12) i oktober, november, desember og januar 2012. Hydrografi ble målt med selvregistrerende sonder i forbindelse med alle prøvetakninger, enten ved hjelp av en Saiv CTD (<http://saivas.no>) fra lettboat eller en Sea-bird CTD (<http://seabird.com>) fra FF GM Dannevig. Stasjonsliste, prøvetakningstidspunkt, -parametre og -dyp er presentert i **Tabell 11**, samt at parameternes enhet er listet i **Tabell 12**.

Vannprøvene ble samlet inn ved hjelp av vannhentere i standarddyp<sup>1</sup>. 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

<sup>1</sup> ICES (International Council for the Exploration of the Sea)

henhold til metoder beskrevet av Valderrama (1981). Oksygen-analyse ble gjennomført i henhold til Winklers metode. For bestemmelse av klorofyll-a ble det samlet inn vannprøver fra valgte standarddyb ned til maks. 50m, som i kystnære farvann vil dekke den produktive sonen. Mengden klorofyll-a ble bestemt fluorometrisk basert på metoder beskrevet i Holm-Hansen m.fl. (1965).



**Figur 26.** Stasjonskart som viser hydrografi- og vannprøvestasjonene nær Utnes (øverst) og Narestø (nederst). Kartet over Narestø viser måleposisjoner fra forrige undersøkelse i 2001. I 2011 ble målepunktet Nar1 flyttet slik at det sammenfaller med utslippspunktet (angitt med firkant i figuren). Nar2 ble ikke prøvetatt i 2011.

**Tabell 11.** Liste over stasjoner ved Narestø og Utnes med måle-tidspunkt, frekvens, dyp og parametre.

Stasjon (koord.)	Største dyp	Måletidspunkter (i 2011)	Måledyp (m)	Parametre
<b>Nar1</b> 58N31.25 08Ø56.08	ca. 30m	1/6, 22/6, 2/7, 11/7, 11/8, 24/8	0, 5, 10, 15, 20, 30	S, T, NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , NH <sub>4</sub> , PO <sub>4</sub> , SiO <sub>3</sub> , Tot-N, Tot-P Klorofyll-a (ned til 20m) O <sub>2</sub> (kun 11/8 og 24/8)
<b>Nar3</b> 58N30.94 08Ø56.20	56m	1/6, 22/6, 2/7, 11/7, 11/8, 24/8	0, 5, 10, 15, 20, 30, 50	S, T, NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , NH <sub>4</sub> , PO <sub>4</sub> , SiO <sub>3</sub> , Tot-N, Tot-P (ned til 30m) Klorofyll-a (ned til 20m) O <sub>2</sub> (kun 11/8 og 24/8)
<b>U10</b> 58N24.54 08Ø45.71	38m	1/6, 22/6, 2/7, 11/7, 11/8, 24/8	0, 5, 10, 15, 20, 30	S, T, NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , NH <sub>4</sub> , PO <sub>4</sub> , SiO <sub>3</sub> , Tot-N, Tot-P Klorofyll-a (ned til 20m) O <sub>2</sub> (kun 11/8 og 24/8)
<b>U12</b> 58N23.77 08Ø45.78	159m	18/6, 2/7, 9/8, 31/10, 16/11, 30/11, 15/12, 14/1 (2012)	0, 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 140	S, T, O <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> , PO <sub>4</sub> , SiO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> , Tot-N, Tot-P (kun 18/6, 2/7 og 9/8) Klorofyll-a (ned til 50m)
<b>Inm</b> 58N23.00 08Ø50.00	105m	9/6, 18/6, 2/7, 12/7, 9/8, 25/8	0, 5, 10, 20, 30, 50, 75	S, T, NO <sub>3</sub> , PO <sub>4</sub> , SiO <sub>3</sub> , O <sub>2</sub> , NH <sub>4</sub> , Tot-N, Tot-P Klorofyll-a (ned til 50m)

**Tabell 12.** Liste over aktuelle parametre og tilhørende enhet.

Parameter	Betegnelse/enhet
Saltholdighet	
Temperatur	°C
Siktdyp	m
Total fosfor	Tot-P, µg P/l
Fosfat	PO <sub>4</sub> , µg P/l
Total nitrogen	Tot-N, µg N/l
Nitrat	NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> , µg N/l
Ammonium	NH <sub>4</sub> , µg N/l
Silikat	µg S/l
Oksygen	ml/l
Klorofyll-a	µg/l

#### 4.1.3 Klassifisering av miljøtilstand

Resultatene av de hydrografiske og hydrokjemiske målingene er brukt til en kvalitetsvurdering av overflatelaget i henhold til Klif's klassifiseringssystem for vannkvalitet i fjorder (SFT 97:03; Molvær m. fl.). Denne klassifiseringen omfatter bare sommersesongen. Ettersom utslippspunktene for avløpsvannet ligger 30-40m under overflaten er næringsstoffene også målt rundt disse dypene. Eventuelle tilførsler eller forhøyede konsentrasjoner av næringsstoffer til disse intermediære dyp, som igjen vil kunne transporteres til utenforliggende vannmasser med strømmer, skal da være mulig å fange opp. For de aktuelle prøvetakningene ved Narestø og Utnes ble derfor næringsstoffer og klorofyll-a målt i standard-dyp ned til 30m.

I henhold til Klif's klassifiseringsveileder for vannkvalitet, er målinger av næringssalter og klorofyll-a fra 0, 5 og 10m med 1-2 ukers mellomrom i månedene juni, juli og august benyttet for tilstandsvurdering av overflatelaget om sommeren. Antall prøver er her begrenset til 6 (3 for U12) grunnet kostnadsbegrensninger, mens veilederen anbefaler minst 10. Kun ett målepunkt hadde saltholdighet under 20 (U10, 0m, 11/7, se Vedlegg), men midlere saltholdighet innenfor overflatelaget (0-10m) lå godt over 20 for alle målte vertikallprofiler. Derfor er alle tilstandsklassene angitt i forhold til klassifisering av tilstand ved saltholdighet over 20.

Oksygentilstanden i dypvannet er klassifisert for å undersøke potensielt økt oksygenforbruk i forbindelse med utslipp av avløpsvann. Etter Klif's veileder (SFT 97:03; Mølvær m.fl.) skal dette utføres når oksygennivået er på sitt laveste, vanligvis om høsten, men for å holde prosjektkostnadene innenfor angitte rammer ble målingene utført i august samtidig med de øvrige analysene. For Ærøydypet er det supplert med målinger fra Havforskningsinstituttet sitt faste overvåkningsprogram.

## 4.2 Resultater og diskusjon

### 4.2.1 Utnes og Ærøydypet

For nesten samtlige parametre var tilstanden til overflatevannet "Meget god" sommeren 2011 (**Tabell 13**). Ved Ærøy (U12) viste total fosfor noe forhøyede verdier og klassifiseres som "God" tilstand. Det er viktig å presisere at antall prøvetakninger ved stasjon U12 ble begrenset til 3 for total fosfor.

Ved selve utslippspunktet (U10) kan kvaliteten på overflatevannet klassifiseres som "Meget god". Siktedypet viste riktignok kun "God" kvalitet, men ettersom stasjonene utenfor Utnes (U10 og U12) er høyt eksponert for ferskvannsavrenningen fra Nidelva, relateres dette først og fremst til forhøyet, naturlig utslipp av humuspartikler grunnet den store vannføring vi hadde sommeren 2011. Dette vises også tydelig gjennom høye silikat-konsentrasjoner i overflaten, spesielt etter flomepisoder. Det dårligste siktedypet ble registrert den 2/7. Den dårlige sikten sammenfaller med økte klorofyll-a-verdier helt i overflaten.

Stasjonen ved selve utslippsstedet (U10) viser minimumsverdier for oksygeninnhold som tilsier "Meget god" tilstand ( $>4,5$  ml  $O_2/l$ ). Det må legges inn et forbehold om ytterligere reduksjon i oksygen i løpet av høsten ettersom måleprogrammet ble avsluttet mot slutten av august. Ærøydypet (U12) har dyp ned mot 160 m og er adskilt mot Norskerenna med en terskel på rundt 60 m. Bunnvannet her skiftes ut med nær regelmessige mellomrom, som oftest om høsten eller vinteren og gjerne i forbindelse med kraftige stormer og tilhørende stor omrøring. Utskiftningen av bunnvannet i Ærøydypet høsten/vinteren 2011/2012 skjedde mellom 15/12-2011 og 14/1-2012. Minimumsverdien i oksygen 15/12 var 3,8 ml  $O_2/l$ , men den laveste verdien målt var på 3,2 ml  $O_2/l$  den 9/8. En slik minimumsverdi av oksygen i bunnvann angir en "Mindre god" tilstand.

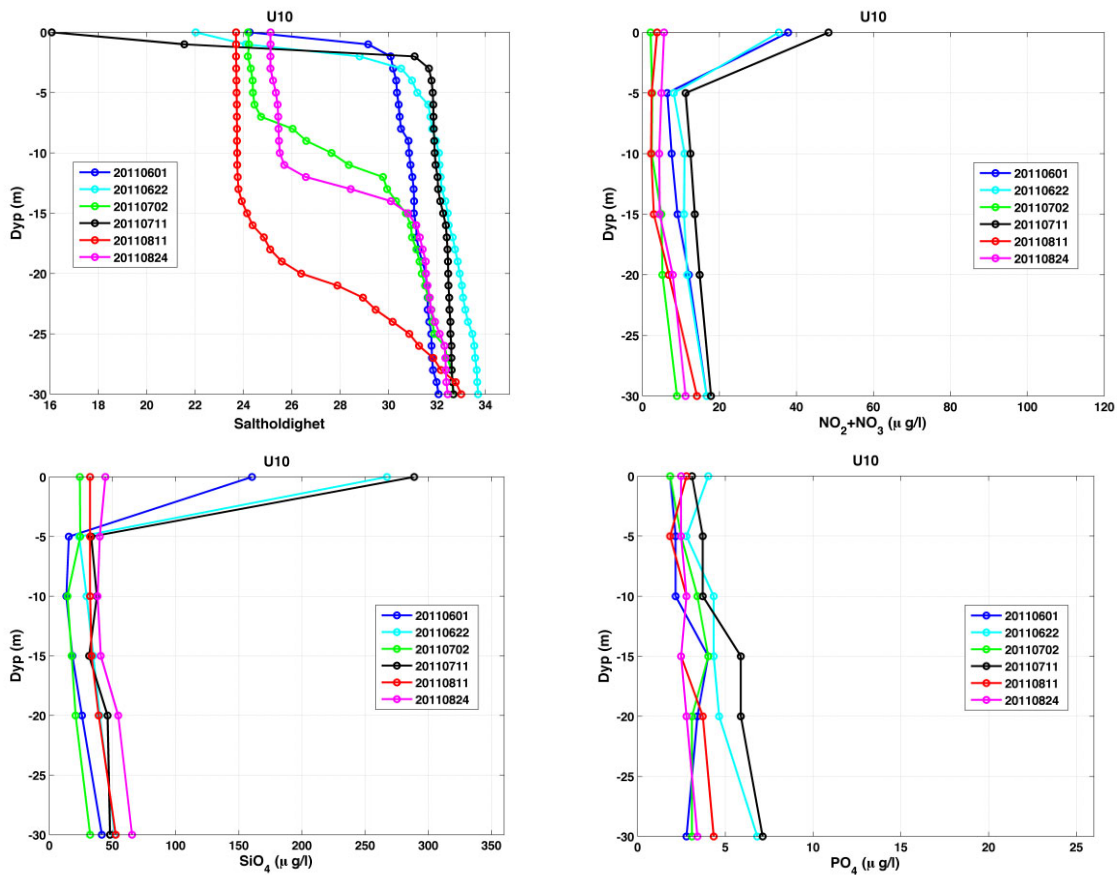
Sammenlikning av tilstanden ved Utnes/Ærøydypet med tilstanden utenfor (1nm) viser kun mindre forskjeller, og der er ingen dramatisk forverring av vannkvaliteten rundt utslippspunktet for avløpsvann.

Saltholdighet, nitrat, silikat og fosfat for stasjon U10 er sammenholdt i **Figur 27** og viser at den 1/6 (lyseblå linjer), 22/6 (blå linjer) og 11/7 (svarte linjer) hadde overflaten relativt lav saltholdighet med et skarpt skille til høy saltholdighet ned mot 2m dyp. Dette indikerer en relativt kraftig avrenning fra Nidelva rett i forkant, noe som også normalt gir dårligere sikt. De andre tre prøvetakningsdagene viser et mer gjennomblandet overflatelag med skille i saltholdighet ved 10 og 20m dyp. De tre dagene med høy avrenning fra Nidelva er også kjennetegnet med relativt høye silikat-verdier i overflaten (0m) samt høye nitrat-konsentrasjoner i samme nivå.



**Tabell 13.** Klassifiseringsverdier og tilstandsklasser for næringsalter, klorofyll-a og siktedyp i overflatelaget samt minimumsverdi av oksygen i dypvannet for målestasjonene ved Utnes (U10 og U12) og referansestasjon 1nm utenfor Torungen (A2). Median fra 6 (3 for U12) prøvetakninger sommerstid (juni-august) fra 0, 5 og 10m dyp er brukt i beregningene. Tilstandsklasse I (blå farge) betegner Meget god vannkvalitet, klasse II (grønn farge) angir God kvalitet, mens klasse III (gul farge) angir Mindre god vannkvalitet.

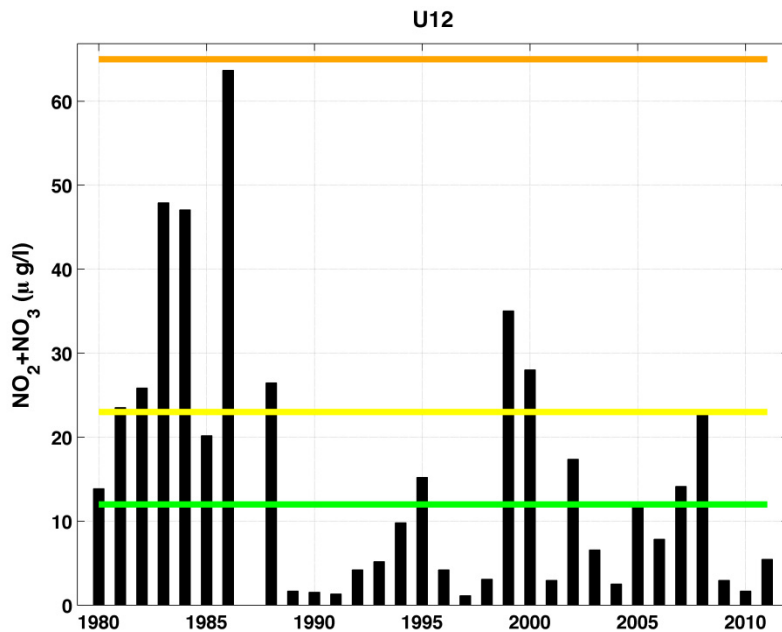
Parameter	U10	U12	1nm
Total fosfor	11.0 (I)	13.0 (II)	11.1 (I)
Fosfat	2.8 (I)	2.8 (I)	2.5 (I)
Total nitrogen	237 (I)	244 (I)	213 (I)
Nitrat	6.0 (I)	5.5 (I)	3.6 (I)
Ammonium	9.2 (I)	10.1 (I)	6.9 (I)
Klorofyll-a	1.3 (I)	1.6 (I)	1.5 (I)
Siktedyp	7.5 (II)	7.0 (II)	8.0 (I)
Oksygen	5.1 (I)	3.2 (III)	4.9 (I)



**Figur 27.** Målte verdier av saltholdighet (øverst, venstre), nitrat (øverst, høyre), silikat (nederst, venstre) og fosfat (nederst, høyre) ved Utnes (stasjon U10) fra seks prøvetakninger sommeren 2011 (dato er angitt med farger). Vertikal-aksen angir dybde. Målingene av næringsalter er foretatt i standard-dypene angitt med sirkler på hver linje.

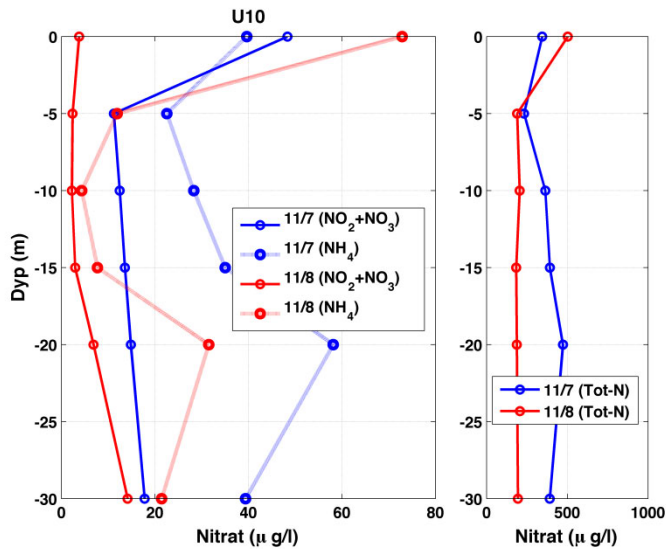
Det er kun nitrat-konsentrasjonen for Ærøydypet-stasjonen (U12) det finnes historiske data for. For hvert år siden 1980 er alle målinger tatt i juni, juli og august i 0, 5 og 10m dyp brukt for å beregne

median-verdien. Denne verdien er så sammenholdt med klassifiseringsgrensene (SFT 97:03, Molvær m.fl. 1997)(**Figur 28**). Årene fram tom. 1988 viser et spesielt høyt nitrat-nivå, og med bare et par unntak kan vannkvaliteten betegnes som "Mindre God". I 1986 var vannkvaliteten svært nær opp til "Dårlig". Fra 1989 og fremover har vannkvaliteten vært på et mye bedre nivå. De høye nitrat-verdiene på 1980-tallet er først og fremst knyttet til langtransporterte næringsalter fra sørlige Nordsjøen. Enkelte somre med høy vannføring i Nidelva vil man observere høyere nitrat-konsentrasjoner og dermed lavere vannkvalitet, men fra 1989 og frem til 2011 har man hatt "Meget God" eller "God" vannkvalitet med unntak av 1999, 2000 og 2008. I 2011 var nitrat-nivået noe høyere enn somrene 2009 og 2010, og dette henger antakelig sammen med tilførsel av nitrat fra Nidelva gjennom økt sommervannføring.



**Figur 28.** Langtidsutvikling av Nitrat-konsentrasjon for overflatevann om sommeren (juni-august) ved stasjon U12 (Ærøydypet, data fra Havforskningsinstituttet). Søylen indikerer median-verdien av alle sommer-verdier av  $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$  ( $\mu\text{g N/l}$ ) målt mellom 0 og 10m. Grønn linje indikerer skillet mellom "Meget god" (under  $12 \mu\text{g N/l}$ ) og "God" vannkvalitet, gul linje indikerer skillet mellom "God" (under  $23 \mu\text{g N/l}$ ) og "Mindre God" vannkvalitet, mens oransje linje viser skillet mot "Dårlig" (over  $65 \mu\text{g N/l}$ ) vannkvalitet.

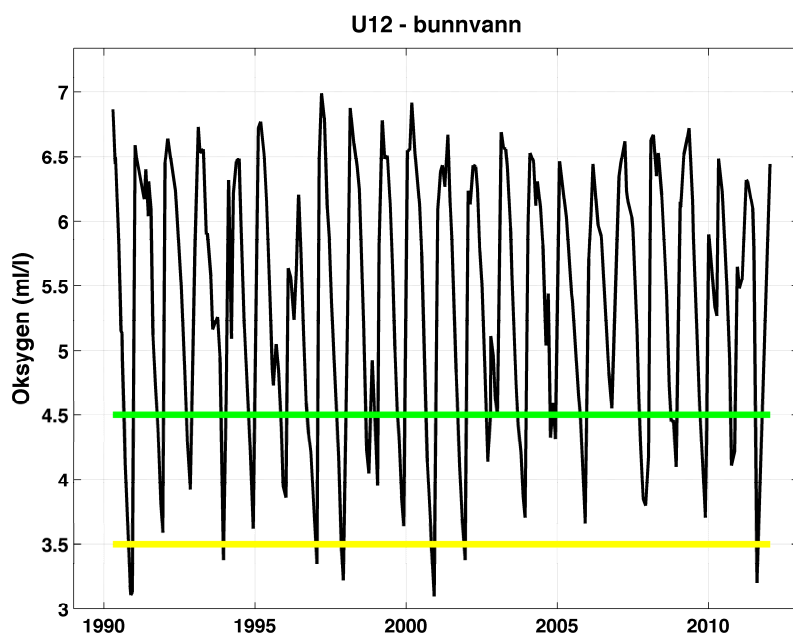
Stasjonen U10 er lokalisert omtrent over dagens utslippspunkt for avløpsvannet fra Utnes. Avløpsvann er typisk kjennetegnet med en forhøyet ammonium-konsentrasjon, men fysiske forhold er avgjørende for om dette kan måles i vannprøver fra de aktuelle lokalitetene. For avløpsvannet fra Utnes (U10) er det observert en forhøyet  $\text{NH}_4$ -konsentrasjon i 20m dyp den 11/7 og 11/8 (**Figur 29**).  $\text{NH}_4$ -konsentrasjonene forklarer kun en mindre andel av den total nitrogen-mengden, og ekstrema i  $\text{NH}_4$  er knapt synlig i profilene av Tot-N. Ettersom  $\text{NH}_4$ -ekstremene ved utslippsdypet ikke er synlig i de fire andre prøvetakningene, tyder dette på at utslipps-lokaliteten har god sirkulasjon og uttynning av avløpsvannet. Tilfellene hvor man kan observere ekstrema i  $\text{NH}_4$  ser også ut til å sammenfalle med tidspunkter hvor man har en definert vertikalgradient i saltholdighet nær utslippsdypet (se figurer under Vedlegg, Saltholdighet). Saltholdigheten bestemmer i hovedsak tettheten i sjøvannet, og en klar vertikal tetthetsgradient vil begrense den vertikale transporten og diffusjonen av stoffer nær dette nivået. Den reduserte uttynningen vil riktignok være kortvarig og bestemt av de fysiske forholdene.



**Figur 29.** Vertikale profiler av nitrat ( $\text{NO}_2+\text{NO}_3$ ) (mørk blå/rød linje i det store panelet), ammonium (lys blå/lys rød linje) og total nitrogen (lille panelet) fra stasjonen U10. Rødt og blått skiller mellom to ulike datoer, og prøvetakning 11/7 (blå) og 11/8 (rød) er vist.

Ettersom Ærøydypet er et dypbasseng, kan man potensielt ha lave oksygen-konsentrasjoner. For slike basseng-områder 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 for forbedrede oksygenforhold avhenger av at tettheten til vannet utenfor bassenget og over terskelnivå 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 næringssalter og organisk materiale, og reduksjonen i nitrat-konsentrasjonene fra slutten av 1980-tallet (**Figur 28**) har gitt mindre belastning på oksygenforholdene. For å sette oksygen-målingene i 2011 i et historisk perspektiv, er alle målinger på 140m dyp fra 1990 fremstilt grafisk i **Figur 30**. 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 verdi på 3,2 ml/l ble altså observert i 2011. Det er ikke noe grunnlag til å si at oksygenforbruket i Ærøydypet har endret seg det siste tiåret.



**Figur 30.** Tidsutviklingen til oksygen-innholdet (ml/l) i nederste måledyp i Ærøydypet (stasjon U12, 140m) fra 1990 til 2011. I følge klassifiseringsveilederen angir grønn linje skillet mellom "Meget god" (over 4.5 ml/l) og "God" vannkvalitet, mens gul linje angir grensen mellom "God" og "Mindre god" (under 3.5 ml/l) vannkvalitet.

#### 4.2.2 Narestø

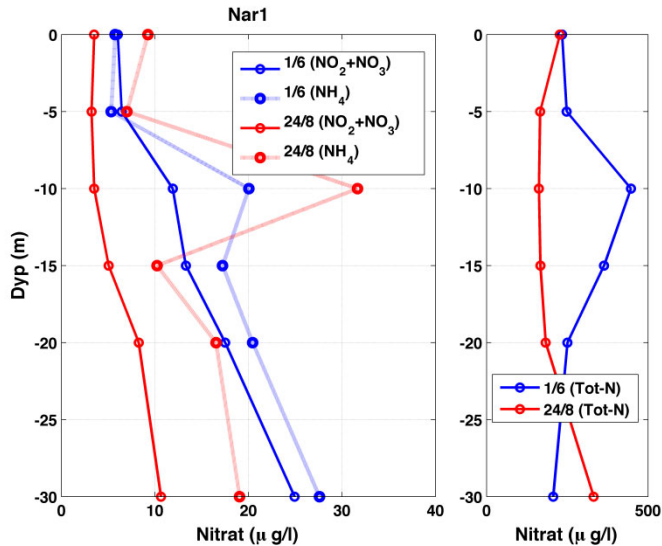
Ved Narestø kan vannkvaliteten kvalifiseres som "Meget God" for alle parametere (**Tabell 14**). Der er kun små forskjeller mellom Narestø og tilstanden utenfor kysten (1nm), noe som antyder god sirkulasjon og utskiftning.

Stasjonene ved Narestø (Nar1 og Nar3) viser minimumsverdier for oksygeninnhold tilsvarende "Meget god" tilstand (>4,5 ml O<sub>2</sub>/l). Det må legges inn et forbehold om ytterligere reduksjon i oksygen ved disse stasjonene i løpet av høsten ettersom måleprogrammet ble avsluttet mot slutten av august.

**Tabell 14.** Klassifiseringsverdier og tilstandsklasser for næringssalter, klorofyll-a og siktedyp i overflatelaget samt minimumsverdi for oksygen i dypvannet for målestasjonene ved Narestø (Nar1 og Nar3) og referansestasjon 1nm utenfor Torungen (A2). Median fra 6 prøvetakninger sommerstid (juni-august) fra 0, 5 og 10m dyp er brukt i beregningene. Den blå fargen betegner Tilstandsklasse I - Meget god vannkvalitet.

Parameter	Nar1	Nar3	1nm
Total fosfor	11.8 (I)	11.8 (I)	11.1 (I)
Fosfat	3.1 (I)	2.6 (I)	2.5 (I)
Total nitrogen	216 (I)	234 (I)	213 (I)
Nitrat	3.5 (I)	6.5 (I)	3.6 (I)
Ammonium	9.8 (I)	10.0 (I)	6.9 (I)
Klorofyll-a	1.2 (I)	1.4 (I)	1.5 (I)
Siktedyp	8.0 (I)	8.0 (I)	8.0 (I)
Oksygen	5.0 (I)	4.7 (I)	4.9 (I)

Stasjonen Nar1 er lokalisert omtrent over utslippspunktet for avløpsvannet fra Narestø. Som vist for stasjonen U10 utenfor Utnes, er det forhøyet  $\text{NH}_4$ -verdi i 10m dyp den 1/6 og 24/8 (se **Figur 31**). Også ved Nar1 utgjør  $\text{NH}_4$ -konsentrasjonen kun en mindre andel av den total nitrogen-mengden, og ekstrema i  $\text{NH}_4$  er knapt synlig i profilene av Tot-N. Ettersom  $\text{NH}_4$ -ekstremene ved Nar1 ikke er synlig i de fire andre prøvetakningene, tyder dette på at utslipps-lokaliteten ved Narestø har god sirkulasjon og uttynning av avløpsvannet.



**Figur 31.** Vertikale profiler av nitrat ( $\text{NO}_2+\text{NO}_3$ ) (mørk rød/blå linje i det store panelet), ammonium (lys blå/lys rød linje) og total nitrogen (lille panel) fra stasjonen Nar1. Rødt og blått skiller mellom to ulike datoer, og prøvetakning 1/6 (blå) og 24/8 (rød) er vist fra Nar1.

#### 4.2.3 Sammenlikning med tidligere undersøkelser

Ved Utnes/Ærøybassenget (stasjonene U10 og U12) ble hydrografi og næringssalter undersøkt og beskrevet fra perioden august til november 2001 (Moy m.fl. 2002). Målte næringssalter i august 2001 viste de samme mønstrene som august 2011, der det ble observert høye nitrat- og silikat-konsentrasjoner i overflatevannet grunnet avrenning fra Nidelva, samt høye verdier av nitrat, fosfat og silikat i Ærøydypet under terskelnivå grunnet de stagnerende vannmassene. Også høsten 2001 viste enkelte målte profiler en forhøyet  $\text{NH}_4$ -konsentrasjon nær utslippspunktet (stasjon U10) på 20-30m dyp, tilsvarende det som ble målt sommeren 2011. Oksygenminimum nær bunnen i Ærøydypet ble høsten 2001 målt til rundt 3,5 ml/l (se også langtids-serien i **Figur 30**).

Overflatevannets kvalitet ved Narestø ble for sommeren 2001 klassifisert som "Meget god" for alle parametre (Kroglund m.fl. 2004). Tilsvarende klassifisering ble gjort for sommeren 2011. Klassifiseringen i 2001 var kun basert på vannprøver i 0-2m dyp, og næringssalt-konsentrasjonene lå jevnt over noe lavere i 2001 enn i 2011. Både tallverdiene for Tot-P,  $\text{PO}_4$ , Tot-N,  $\text{NO}_3+\text{NO}_2$  og  $\text{NH}_4$  var noe lavere i middel for sommeren 2001, men det må presiseres at begge års sommerverdier lå innenfor klassifiseringsgrensene til "Meget god" tilstand. Sommerverdiene for klorofyll-a lå på samme nivå i 2011 som i 2001. Oksygen-forholdene ved Narestø ble høsten 2001 klassifisert som "Meget god" ved stasjonen Nar1 og "Meget god" til "God" ved Nar3. I august 2011 viste målingene ved Nar1 og Nar3 liknende verdier som i 2001, men begge stasjoner hadde oksygenverdier innenfor klassifiseringsgrensen for "Meget god" tilstand. Det er en mulighet for at tidspunktet for oksygen-

minimum ikke var nådd ved siste prøvetakning 24/8-2011, spesielt ved stasjonen Nar3, men man har med stor sikkerhet ikke hatt noe dårligere oksygenforhold i 2011 enn i 2001.

#### **4.2.4 Konklusjoner vannkvalitet**

Vannkvalitetsundersøkelsene viser at tilstanden ved Utnes og Narestø har endret seg lite de siste ti årene. Ved Utnes/Ærøydypet oppnådde man "God" kvalitet i overflatevannet sommeren 2011, og "Mindre god" tilstand i dypvannet. Årsaken til at man ikke oppnår "Meget god" tilstand kan med høy sannsynlighet tilskrives belastninger som ikke er lokale (terskelbasseng, avrenning Nidelva). Vannkvaliteten ved Narestø ble målt til å være "Meget god".

## 5. Sammenfattende vurderinger

### Utnesbassenget og Ærøydypet

Både i Utnesbassenget og i Ærøydypet er det indikasjoner på organisk belastning i bunnsedimentene, som viser seg gjennom en bløtbunnsfauna preget av forurensningstolerante arter. Stasjonen ved Ærøy var den eneste som ikke viste noen grad av forstyrrelse av faunaen. Stasjonene har imidlertid endret seg lite den siste tiårs-perioden. Bløtbunnsstasjonene har alle «god» eller «svært god» tilstand. Dette tilfredsstillende målet i Vannforskriften, og ut fra bløtbunnsfunnene vil derfor ikke tiltak være nødvendig.

Undersøkelsene i vannmassene (hydrografi og næringssalter) viser at tilstanden ved Utnes/Ærøy har endret seg lite de siste ti årene. Tilstanden i overflatevannet var "God" sommeren 2011, mens tilstanden i dypvannet var "Mindre god". Den reduserte tilstanden kan med høy sannsynlighet tilskrives belastninger som ikke er lokale (terskelbasseng, avrenning Nidelva). Sammenlikning av tilstanden ved Utnes/Ærøydypet med tilstanden utenfor (1 nautisk mil utenfor Torungen) viser kun mindre forskjeller og der er ingen dramatisk forverring av vannkvaliteten rundt utslippspunktet for avløpsvann.

### Narestø

Hardbunnsfunnet på grunt vann i Narestø var artsrikt og hadde få eller ingen opportunistiske arter. Artsantallet var i samme størrelsesorden som ved tidligere undersøkelser, men andelen grønnalger har økt litt og det har blitt litt større andel ettårige arter enn tidligere. Vurdering av økologisk tilstand tilsier at alle stasjonene i Narestø er i «God» eller «Svært god» tilstand.

Bløtbunnsfaunaen ved Narestø gav indikasjoner på organisk belastning, men i mindre grad enn stasjonene ved Utnes/Ærøy. Tilstanden generelt har endret seg lite den siste tiårs-perioden. Bløtbunnsstasjonen har «svært god» tilstand og tilfredsstillende målet i Vannforskriften.

Vannkvaliteten ved Narestø ble målt til å være "Meget god" og er et tilsvarende resultat som i 2001. Der er kun små forskjeller inne ved Narestø sammenliknet med tilstanden utenfor kysten (1 nm), noe som antyder god sirkulasjon og utskiftning.

### Havnebassenget

Hardbunnsfunnet på grunt vann i havnebassenget var preget av hurtigvoksende og opportunistiske arter. Det ble ikke registrert større endringer i organismesamfunnet fra tidligere undersøkelser. Vurdering av økologisk tilstand ut fra de målte parametre og forsiktig bruk av fjæreindeksen viser at stasjonene i havnebassenget er i «moderat» eller «dårlig» tilstand.

Stasjonene i Tromøysund hadde tette tang-forekomster men også mange trådformete, hurtigvoksende arter. Andelen grønnalger har økt litt i forhold til tidligere undersøkelser mens antall arter er i samme størrelsesorden som ved tidligere undersøkelser. Stasjonene i ytre del av Strømsbubukt og Tromøysund vurderes alle til «moderat» eller «god» tilstand.

## 6. Referanser

- Bakke, T., Homdrom, R. (Skanska AS), Lindland, J. (Stærk & Co.), Helland, A (Rambøll AS), 2009. Regionskai i Eydehavn. Sluttdokumentasjon miljø. NIVA. Rapport lnr. OR-5738. 30 s.
- Bendschneider, K. og Robinson, R.J. 1952. A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. *J. of Mar. Res.* 11: 87-96.
- Bokn, T. 1978. Klasser av fastsittende alger som indikatorer på eutrofiering i estuarine og marine vannmasser. NIVA årbok 1978, 53-59.
- Boman, E. 1982. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Overflatens vannkvalitet i perioden juni 1981 - april 1982. Rapport fra Norsk institutt for vannforskning, O-81112. 24 s.
- Boman, E., P.B. Wikander 1983. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 2. Dypvann og sedimenter i perioden juni - november 1982. Rapport fra Norsk institutt for vannforskning, O-81112, 29s.
- Buhl-Mortensen, L., Aure, J., Alve, E., Husum, K. og Oug, E. 2006. Effekter av oksygensvikt på fjordfauna: Bunnfauna og miljø i fjorder på Skagerrakkysten. *Fisken og Havet* nr. 3/2006.
- 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.
- Helland, A., Nilsson, H., Bakke, T., 2006. Arendal Smelteverk. Sedimentundersøkelser ved kaiutbygging. NIVA. Rapport 1. nr OR-5196.
- Helland, A., Nilsson, H., Bakke, T., 2007. Kittelsbukta, Arendal. Miljøgifter i sedimenter, vurdering av risiko og tiltak. . NIVA. Rapport 1. nr OR-5472. 27 s.
- Holm-Hansen, O., Lorenzen, C.J., Holmes, R.W. og Strickland, J.D. 1965. Fluorometric determination of chlorophyll. *J. Cons., Cons. Int. Explor. Mer.* 30: 3-15.
- Håvardstun, J., Næs, K., 2008. Undersøkelser for revurdering av kostholdsrestriksjoner i Arendals fjordbasseng 2007. Kartlegging av miljøgifter i blåskjell, krabbe og torskelever. NIVA. Rapport 1. nr OR-5639. 29 s.
- Håvardstun, J., Schøyen, M., Bakke, T., 2009. Miljøundersøkelser i Barbubukt, Arendal. Risiko og tiltaksvurdering av forurensede sedimenter. . NIVA. Rapport 1. nr OR-5833. 29 s.
- Håvardstun, J., Tveiten, L., 2010. Etterundersøkelse av tildekkede sedimenter ved ny regionskai, Eydehavn. NIVA. Rapport 1. nr OR-6098. 16 s.
- Jacobsen, T. Golmen, L.G. Nygaard, E. Oug, E. 1997. Undersøkelse av resipientforholdene ved Narestø, Arendal kommune. NIVA rapport nr 3721.
- Jacobsen, T. Oug, E. Magnusson, J. 1996. Vannkvalitet i kystområdene i Arendal 1992-1994. 100s. NIVA rapport 3378.



Kroglund, T., Helland, A., Lindholm, O., 2003. Tiltaksplan for forurensede sedimenter i Aust-Agder. Fase 1 - Miljøtilstand. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport 1. nr OR-4744. 55 s.

Kroglund, T., Moy, F., 2007. Miljøtilstanden i Lillesands kystområder. Undersøkelse av alger og dyr på grunt vann og vannkvalitet i utvalgte fjorder. NIVA. Rapport 1. nr OR-5457. 55 s.

Kroglund, T., Moy, F., Oug, E., Magnusson, J., Lie, M.C., 2004. Marine undersøkelser i Arendal kommune. Galtesund, Tromøysund, Kilsund og Narestø 2001-2004. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport 1. nr OR-4924. 47 s.

Magnusson, J. 1976. Strømundersøkelser ved Utnes, Arendalsområdet. Rapport fra Norsk institutt for vannforskning, O-8475, 93s.

Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT Veiledning 97:03. SFT. 36 s.

Moy, F., J. Aure (HI), T. Falkenhaug, T. Johnsen, E. Lømsland, J. Magnusson, K.M. Norderhaug, A. Pedersen, B. Rygg 2007a. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkningsprogrammet. Årsrapport for 2006. Statens forurensningstilsyn, rapport 991/07, TA-2286/2007. NIVA, rapport 1. nr 5455. 95 s.

Moy, F., T. Kroglund, E. Oug, D. Danielsen (HI), 2002. Marine undersøkelser i Arendal kommune, Utnes/Ærøy 2001. NIVA rapport 1.nr 4585, 40 s.

Moy, F., P. Stålnacke, L. Barkved, Ø. Kaste, H. de Wit, J. Magnusson, K. Sørensen, K. Iden, H.O. Hygen, K. Harstveit, B. Hackett, J. Albertsen, J. Deelstra, H. Steen, L.H. Pettersson, 2007b. Sukkertareprosjektet: Analyse av klima- og overvåkningsdata. Statens forurensningstilsyn. Rapport 1. nr OR-5454. 210 s.

Moy, F., P.B. Wikander 1990. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy kommune – Aust-Agder. Bløtbunns- og hardbunnsundersøkelser i 1989. Fellesrapport. NIVA rapport nr. 2490. 64 s.

Nilsson, H., Næs, K., 2005. Sedimentundersøkelser i forbindelse med tiltaksplan for forurensede sedimenter i Arendal: Fase 2. NIVA. Rapport 1. nr OR-5118. s.

Nilsson, H.C., R. Rosenberg 1997. Benthic habitat quality assessment of an oxygen stressed fjord by surface and sediment profile images. J. Mar. Systems. 11, 249-264.

NS-EN ISO 19493:2007. Vannundersøkelse - Veiledning for marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hard bunn (ISO 19493:2007).

NS-EN ISO 16665:2005. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna.

Næs, K. 1985. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Overflatens vannkvalitet i perioden juni 1983 - juni 1985. Delrapport 4. Rapport fra Norsk institutt for vannforskning, O-81112. 21 s.

Næs, K. 1986. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Konklusjonsrapport for undersøkelser i perioden 1981 - 1985. Rapport fra Norsk institutt for vannforskning, O-81112. 12 s.

- Næs, K., Oug, E., Knutzen, J., Moy, F. 1991. Resipientundersøkelse av Tromøysund. Bunnsedimenter, organismer på bløt- og hardbunn, miljøgifter i organismer. NIVA rapport l. nr. 2645. 125 s.
- Olsen, S. 1984. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 3. Overflatens vannkvalitet i perioden mai 1982 - mai 1983. NIVA-rapport nr. 1644. 38s.
- Oug, E. 1998. Vannkvalitet i kystområdene i Arendal. Bløtbunnsfauna i Tromøysund og Galtesund 1994. NIVA rapport 3829-1998. 34 s.
- Oug, E., Bakke, T., Håvardstun, J., 2005. Overvåking av sjoresipienten ved grunnarbeid for nytt kaianlegg ved Nitriden, Eydehavn. NIVA. Rapport l. nr OR-5088. 37 s.
- Rosenberg, R., M. Blomqvist, H.C. Nilsson, H. Cederwall, A. Dimming 2004. Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive. *Mar. Poll. Bull.* 49, 728-739.
- Rygg, B. 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. NIVA rapport 4548-2002. 32 s.
- Trannum, H.C., Falkenhaus, T., Omli, L., Bjerkeng, B., Norderhaug, K.M., Johnsen, T.M., Lømsland, E., 2012. Klif faktaark TA-2905 for Kystovervåkingen, 4 pp.
- Valderrama, J.C. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural water. *Mar. Chem.* 10: 102-122.
- Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Direktorsgruppa.
- Wikander, P.B. 1985a. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 5. Bløtbunnsfauna 1981-1983. NIVA-rapport 1792.
- Wikander, P.B. 1985b. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 6. Dypvannets kvalitet i perioden januar 1983-juni 1985. NIVA-rapport nr. 1797.
- Wikander, P.B. 1986. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 7. Bløtbunnsfauna 1981, 1983 og 1985. Sedimenter. NIVA rapport nr. 1939. 79 s.
- Wikander, P.B. 1988. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 8. Bløtbunnsfauna ved eksisterende utslipp, fremtidig utslipp og fremtidig hovedresipient 1987. NIVA rapport nr. 2166. 50 s.
- Wikander, P.B. 1989. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 9. Bløtbunnsfauna ved eksisterende utslipp, fremtidig utslipp og fremtidig hovedresipient 1988. NIVA-rapport nr. 2252. 47s.

## Vedlegg A. Strandsonen

**Vedleggstabell A1.** Arter registrert i strandsonen i 2011. Tegnforklaring: 4= dominerende, 3= vanlig, 2 = spredt, 1= enkeltfunn, \* = identifisert i mikroskop, uten mengdeangivelse.

Stasjonsnavn	Havn					Tromøysund						Narestø							
	Kittelsbukta	Gard	Svinodden	Terneholmen	Barbu2	Fluet1	Fluet2	Styrsvika1	Styrsvika2	Songekilen	Songekilen2	Langholmen	Helgetangen	Nordstrand	Sandvigen	Skimnfeltt	Dalsholmen	Gaasholmen	
Stasjon	AR01	AR02	AR30	AR31	AR35	AR36	AR37	AR38	AR39	AR04	AR40	AR09	AR12	AR13	AR14	AR15	AR16	AR28	
<b>Rødalger</b>																			
Aglaothamnion byssoides																			1
Ahnfeltia plicata						2	2	3	*	1	2		3			2	2	2	
Audouinia sp.		*			*	4				*	*								
Bonn. hamifera: sporp.												4	4	4	4	4	4	4	4
Brogniartella byssoides													*	2	2			1	
Callithamnion corymbosum												3	2	3	3		3		
Ceramium rubrum		2			2	3	3	2	2	4	4	4	2	4	3	3	4	3	
Ceramium sp.					*									3					
Chondrus crispus		2		1		3	3	2		2		3	2	3	4	3	2	3	
Corallina officinalis												2	2	1	2	2	2	3	
Corallinaceae skorpeformet							2					4	2	3	4	4	3	4	
Dasya baillouviana						2		2	1	4									
Dumontia contorta																2			
Furcellaria lumbricalis							2	3		2			1	1		2	1	3	
Gracilaria verrucosa											1								
Hildenbrandia rubra		4	2	1	2	4	3	4	4	4	4	3	4	2	2	3	3	4	
Osmundia pinnatifida														2				2	
Phyllophora pseudocer.				*				*											
Phyllophora sp.							3	2	2	3								3	
Polyides rotundus																		2	
Polysiphonia brodiaei												3	4			2	3		
Polysiphonia fibrillosa												4	4	4		2	3	3	
Polysiphonia fucooides					3				2	3	*	2	*		1	2	3	3	
Polysiphonia sp.		3	2	2	3	3	3	2	3	4	4	4	4	4	3	2	3	3	
Polysiphonia stricta		*		*	*	*	*	*	*	*	*	2	2	2	3	2	4	3	
Porphyra leucosticta		1	1	*		3													
Porphyra sp.		*																	
Rhodomela confervoides												1		1	2	3		3	
<b>Brunalger</b>																			
Ascophyllum nodosum							2		4	3				1	1	1		3	
Chorda filum							1					2	2	3	2	1	2	2	
Chordaria flagelliformis												3	2	2	2	3	3	3	
Desmarestia aculeata													3		1	2	4	2	
Ectocarpales indet		4	4	4	3	3	3	3	3	3	3							2	
Elachista fucicola				*		1	2		*	3		2		3	3	3	3	3	
Fucus evanescens	1	3	3	2	4														
Fucus serratus			3	3		4	4	2	3	4	3	3	1	3	4	4	4	4	
Fucus vesiculosus		3	4	3		3	4	4	4	4	4	2	1	2	3	3	3	3	
Halidrys siliquosa												1	4						

**Vedleggstabell A1 forts.**

	AR01	AR02	AR30	AR31	AR35	AR36	AR37	AR38	AR39	AR04	AR40	AR09	AR12	AR13	AR14	AR15	AR16	AR28	
Laminaria HY/DI												2		1	2	3	2	2	
Saccharina latissima	1	1										2		3	2	3	2	2	
Ralfsia verrucosa		2	2	2	2	2		3	1	2						1		2	
Sargassum muticum															1	2	3	3	
Sphacelaria cirrosa								*	*					*				2	
Striaria /Stilophora					*									*				2	
<b>Grønnalger</b>																			
Blidingia minima															*				
Chaetomorpha melagonium													2					2	
Chaetomorpha sp.							*												
Cladophora rupestris						2	3	2		1		1			1	2	3	3	
Cladophora sericea		*									*	*							
Cladophora sp.					2	2	2			4	3	3	*	4	2	2	3	2	
Cladophora vagabunda															*	*	*		
Codium fragile													3			1			
Enteromorpha linza															2				
Enteromorpha prolifera		*			*						*	*							
Enteromorpha sp.	3	4	4	3	4	3	3	2	4	4	4	2		3	3	2	2		
Monostroma sp.															2	1	2		
Rhizoclonium sp.									*	*				*					
Spongomorpha sp.					*									*			3	2	
Urospora penicilliformis						*													
<b>Andre alger/høyere planter</b>																			
Bl.grønnalge. indet	3	3	4	4	4	2	2	2	4	4	*								
Cyanophyceae, trådformet	3	3	4	4	4	2	2	2	4	4	*								
diatome-kjede på fjell/tang	4	4	4	4	4	3	2	2	2	4	4							*	
epifyttiske diatomeer		4		*	*				*	*								*	
Ruppia marina											4								
Spirulina subsalsa							3	*											
Zostera marina								4			4			3					
<b>Fauna</b>																			
Asterias rubens	2	1				1	2			3	2	3	3	3	3	3	3	2	
Balanus sp.	2	2		2	2	4	3	3	3	3	4	4	4		2	4	4	2	
Carcinus maenas						1													
Ciona intestinalis														3					
Dynamena pumila												3	2	3	3	3	2	2	
Electra pilosa					2	3	3									2		3	
Halichondria panicea												1	1	2	2	3	2	3	
Hydroida indet.												3	2	3	3	3	2	3	
Laomedea sp.														2		2		2	
Littorina littorea	2	2	2	2	2	3	3	4	3	3	3	1	2	2	2	2	2	2	
Littorina obtusata												1		2	1	2		2	
Littorina saxatilis												1	3		1	2	2	2	
Membranipora membr.		3	2		3	3	3	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	
Mytilus edulis		3	2	2	3	3	3	3	2	3	2								
Mytilus edulis juv.												4	4	4	4	4	4	2	
Nucella lapillus													2				3	2	
Spirorbis sp.																2	3	3	
Urticina felina																		2	

Vedleggstabell A2. Vanlige og dominerende arter ved tre stasjoner i Arendal fra 1993- 2011.

	AR02 Kittelsbukta						AR04 Songekilen						AR09 Narestø						
	1994	2002	2003	2005	2006	2011	1993	1994	2002	2003	2005	2006	2011	1993	1994	1996	2003	2007	2011
<b>Rødalger</b>																			
Audouiniella sp.	e			1	s	*			v-d	*	1		*	s	s	1			
Bonnemaisonia hamifera: sporp.									v								s	v	d
Ceramium rubrum (nodulosum)	e					s	v	s	v	e	1	d		v	v	d	v-d	v	d
Ceramium sp.	v	s	s				e	e	d	s	v				s				
Chondrus crispus	s	s	s	e		s		s	s		s		s	v	v		s	v	v
Corallina officinalis														v	s	s	s	s	s
Corralinaceae skorpeformet							s	s		s	v-d	s-v		d	v	d	d	d	d
Cystoclonium purpureum							s		*					s	v			s	
Dasya baillouviana								e	e	e-s	s	s	d						
Hildenbrandia rubra	v	v	v-d	v	d	d		v	v	d	d	d	d	v	v		d	v-d	v
Polysiphonia brodiaei																		v-d	v
Polysiphonia spP.		e	s	s-v	d	v	s	s	s	s	d	d		e	e	v	e		d
<b>Brunalger</b>																			
Ascophyllum nodosum							v	s	s	s	s	s	v						
Chordaria flagelliformis														e	s	d		s	v
Ectocarpales indet		v	v		v	d	d	s	d	d	d	v			s	s	s	e	
Elachista fucicola	s	s							e-s	s			v	v					s
Fucus evanescens	s	s	s-v	s		v													
Fucus serratus	s				s		v	d	d	d	v		d	d	d	d	d	d	v
Fucus vesiculosus	s	d	v	v-d	s-v	v	v	d	v	v	d	d	d	v	s		d	d	s
Laminaria HY/DI														v	v	v	s	s	s
<b>Grønnalger</b>																			
Cladophora rupestris	v	e-s						e		s		e		s	s		s	s	e
Cladophora sp.	s			v			s	s		s-v	v	v-d	d	e	s		s		v
Enteromorpha sp.	s	s	v	v	d	d	v		d	s	s-v	s	d	e				s	s
<b>Andre algegrupper</b>																			
Cyanophyceae, trådformet		v	d			v							d						
diatome-kjede på fjell/tang				1		d	e		s			d							
<b>Fauna</b>																			
Asterias rubens	e	s		s	v	e	v	v	s		e	e-s	v	s	s	s		v	v
Balanus sp.	s	v			s	s	s	s	v		s		v	d	d	v-d		s	d
Carcinus maenas	e						s		v		e				s				
Dynamena pumila									s					d	v			v	v
Electra pilosa	e						v-d	v	s		s			d	d	s		v	
Halichondria panicea							e	s						s-v	d			s	e
Laomedea sp.	s			e				s			s			v	v	v			
Littorina littorea	s	s		s	s	s	v	v	s		s	s-v	v	v	v			v	e
Littorina obtusata														v	v			e	e
Membranipora membranacea	v	v		e		v		v	v		v		v	v	d	v		v	v
Mytilus edulis	v	v		s	d	v	v-d	s	s		v	v	v	v	v				

## Vedlegg B. Artslister for bløtbunnsfauna

		E14_G1	E14_G2	E14_G3	E14_G4	U10_G1	U10_G2	U10_G3	U10_G4
HYDROZOA	Hydrozoa					1			
ANTHOZOA	Anthozoa						1		
ANTHOZOA	Cerianthus lloydii							1	1
ANTHOZOA	Edwardsia sp.						1		
PLATYHELMINTHES	Turbellaria	1		1					
NEMERTEA	Nemertea	12	11	27	17	32	15	25	15
POLYCHAETA	Paramphinome jeffreysii	8	1		4		1		
POLYCHAETA	Aphrodita aculeata							1	1
POLYCHAETA	Gattyana cirrhosa	1							
POLYCHAETA	Harmothoe sp.					1		1	
POLYCHAETA	Neoleanira tetragona								
POLYCHAETA	Eteone longa				1				1
POLYCHAETA	Eteone sp.								
POLYCHAETA	Eumida bahusiensis						2	1	3
POLYCHAETA	Phyllodoce groenlandica					2	2	2	
POLYCHAETA	Phyllodoce mucosa		1		1				
POLYCHAETA	Phyllodoce rosea					2	2	3	1
POLYCHAETA	Sige fusigera	1							
POLYCHAETA	Pholoe baltica	6	1	3	2	3	1	5	1
POLYCHAETA	Gyptis rosea								
POLYCHAETA	Ophiodromus flexuosus	1		1		1			
POLYCHAETA	Podarkeopsis helgolandica				1	1			
POLYCHAETA	Glyphohesion klatti	4	2	4	1				
POLYCHAETA	Pilargis sp.	1		2	4				
POLYCHAETA	Exogone sp.					70	46	64	23
POLYCHAETA	Sphaerosyllis hystrix								1
POLYCHAETA	Syllis sp.					1		1	1
POLYCHAETA	Syllis variegata			1					
POLYCHAETA	Ceratocephale loveni								
POLYCHAETA	Platynereis dumerilii					1			
POLYCHAETA	Aglaophamus pulcher								
POLYCHAETA	Nephtys ciliata								
POLYCHAETA	Nephtys hombergii					1	1	1	1
POLYCHAETA	Nephtys incisa			1	1			2	
POLYCHAETA	Nephtys paradoxa								
POLYCHAETA	Glycera alba	1	2	2		10	4	4	4
POLYCHAETA	Glycera lapidum								
POLYCHAETA	Glycinde nordmanni						1		
POLYCHAETA	Goniada maculata	4	14	7	12	1			

		E14_G1	E14_G2	E14_G3	E14_G4	U10_G1	U10_G2	U10_G3	U10_G4
POLYCHAETA	Abyssoninoe hibernica	4	1	5	3				
POLYCHAETA	Lumbrineris aniana					3	1	1	3
POLYCHAETA	Ougia subaequalis					2	1	1	
POLYCHAETA	Orbinia (Orbinia) sertulata			1					
POLYCHAETA	Phylo norvegicus								
POLYCHAETA	Scoloplos (Scoloplos) armiger							1	1
POLYCHAETA	Apistobranthus tullbergi						2		
POLYCHAETA	Levinsenia gracilis					2		1	1
POLYCHAETA	Paradoneis lyra					1	7	2	
POLYCHAETA	Poecilochaetus serpens					2	1		1
POLYCHAETA	Laonice bahusiensis					4		1	1
POLYCHAETA	Laonice sarsi				1				
POLYCHAETA	Prionospio cirrifera	3	1	2	3	50	12	25	18
POLYCHAETA	Prionospio dubia	1				1			
POLYCHAETA	Prionospio fallax	12	18	7	27	7		2	2
POLYCHAETA	Prionospio multibranchiata								
POLYCHAETA	Pseudopolydora paucibranchiata	1		1	2	24	26	16	10
POLYCHAETA	Pseudopolydora pulchra					5	11	1	1
POLYCHAETA	Scolecopsis korsuni	2	6	4	5				1
POLYCHAETA	Spio sp.						2		
POLYCHAETA	Spiophanes kroyeri	5	1	3	1	5	1	6	8
POLYCHAETA	Magelona alleni							1	
POLYCHAETA	Magelona minuta				1	68	43	54	27
POLYCHAETA	Caulleriella killariensis					1	1	5	
POLYCHAETA	Chaetozone setosa	3		2	1	10	2	5	
POLYCHAETA	Macrochaeta clavicornis					1		5	1
POLYCHAETA	Cossura longocirrata								
POLYCHAETA	Brada villosa	1	1	1	9				
POLYCHAETA	Diplocirrus glaucus	17	2	6	6	18	3	16	1
POLYCHAETA	Polyphysia crassa	2	2	1	12				
POLYCHAETA	Scalibregma inflatum								
POLYCHAETA	Ophelina cylindricauda					1		1	
POLYCHAETA	Ophelina modesta								
POLYCHAETA	Capitella capitata								1
POLYCHAETA	Heteromastus filiformis	8	2	9	13	18	7	9	16
POLYCHAETA	Notomastus latericeus					2		1	1
POLYCHAETA	Maldanidae				1				
POLYCHAETA	Praxillella affinis					7	10	8	3
POLYCHAETA	Praxillura longissima							1	
POLYCHAETA	Rhodine gracilior					3	4	7	3
POLYCHAETA	Rhodine loveni	3	8		6	2			

		E14_G1	E14_G2	E14_G3	E14_G4	U10_G1	U10_G2	U10_G3	U10_G4
POLYCHAETA	<i>Galathowenia oculata</i>	3	5	3	3	28	46	28	28
POLYCHAETA	<i>Myriochele danielsseni</i>					12	7	18	5
POLYCHAETA	<i>Owenia fusiformis</i>	1				2	1		
POLYCHAETA	<i>Pectinaria (Amphictene) auricoma</i>			1	1	3	2		1
POLYCHAETA	<i>Pectinaria (Pectinaria) belgica</i>	1							
POLYCHAETA	<i>Ampharete finmarchica</i>	1	1						
POLYCHAETA	Ampharetidae								2
POLYCHAETA	<i>Anobothrus gracilis</i>								2
POLYCHAETA	<i>Melinna cristata</i>								
POLYCHAETA	<i>Mugga wahrbergi</i>								
POLYCHAETA	<i>Pterolysippe vanelli</i>						2	4	2
POLYCHAETA	<i>Sabellides octocirrata</i>			1		21	27	44	25
POLYCHAETA	<i>Sosane sulcata</i>				3	103	33	95	70
POLYCHAETA	<i>Amaeana trilobata</i>							1	
POLYCHAETA	<i>Eupolymnia nesidensis</i>					1			
POLYCHAETA	<i>Neoamphitrite affinis</i>								
POLYCHAETA	<i>Paramphitrite tetrabanchia</i>	1				2		2	
POLYCHAETA	<i>Pista cristata</i>					4	3	2	4
POLYCHAETA	<i>Pista lornensis</i>					6	3	4	
POLYCHAETA	<i>Polycirrus</i> sp.	1	2	1	2	9	8	2	8
POLYCHAETA	<i>Streblosoma bairdi</i>								
POLYCHAETA	<i>Streblosoma intestinale</i>					33	68	44	50
POLYCHAETA	Terebellidae				1				
POLYCHAETA	<i>Terebellides stroemii</i>	3	8	11	9	11	2	13	1
POLYCHAETA	<i>Trichobranchus roseus</i>	2	2	2	1	11	15	6	11
POLYCHAETA	<i>Chone</i> sp.								2
POLYCHAETA	<i>Euchone analis</i>								
POLYCHAETA	<i>Euchone papillosa</i>								
POLYCHAETA	<i>Euchone rubrocincta</i>					1	1		
POLYCHAETA	<i>Jasmineira caudata</i>					71	12	81	5
POLYCHAETA	<i>Sabella pavonina</i>								
POLYCHAETA	<i>Spirobranchus triqueter</i>								1
OLIGOCHAETA	<i>Oligochaeta</i> sp.				2	8	9	11	2
PROSOBRANCHIA	Gastropoda					3			
PROSOBRANCHIA	<i>Hyalia vitrea</i>	37	17	18	84				
PROSOBRANCHIA	<i>Turritella communis</i>					1		1	
PROSOBRANCHIA	<i>Euspira pulchella</i>								
PROSOBRANCHIA	<i>Melanella</i> sp.							1	
OPISTOBRANCHIA	Nudibranchia						1		
OPISTOBRANCHIA	<i>Philine scabra</i>							1	
OPISTOBRANCHIA	<i>Philine</i> sp.	2	1	2					



		E14_G1	E14_G2	E14_G3	E14_G4	U10_G1	U10_G2	U10_G3	U10_G4
OPISTHOBANCHIA	Cylichna alba		5		1	5		2	
CAUDOFOVEATA	Caudofoveata				1	3	3		4
BIVALVIA	Ennucula tenuis	1	2	1	1				
BIVALVIA	Nucula nitidosa		1			6	2	3	1
BIVALVIA	Nucula sulcata								
BIVALVIA	Lucinoma borealis					2	1	4	3
BIVALVIA	Myrtea spinifera	8	11	4	11	9	2	6	4
BIVALVIA	Thyasira equalis								
BIVALVIA	Thyasira flexuosa		1			20	10	18	10
BIVALVIA	Thyasira ockelmanni		1	1	2	2			2
BIVALVIA	Thyasira sarsi				3			1	
BIVALVIA	Thyasira sp.							3	
BIVALVIA	Kellia suborbicularis								
BIVALVIA	Kurtiella bidentata		6	3	2				
BIVALVIA	Tellimya tenella	1	1	3	2	1			
BIVALVIA	Parvicardium minimum					6	1	14	3
BIVALVIA	Phaxas pellucidus								
BIVALVIA	Macoma calcarea					1			
BIVALVIA	Abra longicallus	3			2	2			
BIVALVIA	Arctica islandica						2		
BIVALVIA	Timoclea ovata						1		
BIVALVIA	Mya truncata								
BIVALVIA	Corbula gibba	1	2	2	1	9	11	9	4
BIVALVIA	Hiatella sp.							1	
BIVALVIA	Thracia devexa		1		2	3			
BIVALVIA	Cardiomya costellata					1		1	
BIVALVIA	Cuspidaria obesa					1		1	
SCAPHOPODA	Scaphopoda					1			
SCAPHOPODA	Antalis sp.						1	2	
SCAPHOPODA	Dentalium sp.					1			
NEBALIACEA	Nebalia bipes								
CUMACEA	Eudorella hirsuta					1	1		
CUMACEA	Diastylidae								
CUMACEA	Diastylis rugosa								
CUMACEA	Diastylis sp.						1		
CUMACEA	Diastylodes serratus								
CUMACEA	Diastylodes serratus								
TANAIDACEA	Tanaidacea					3	6	3	2
ISOPODA	Isopoda		1					1	
ISOPODA	Natatolana borealis					1	1	1	1
AMPHIPODA	Themisto sp	3							
AMPHIPODA	Ampelisca brevicornis								

		E14_G1	E14_G2	E14_G3	E14_G4	U10_G1	U10_G2	U10_G3	U10_G4
AMPHIPODA	<i>Ampelisca tenuicornis</i>					1	6	1	
AMPHIPODA	<i>Leucothoe lilljeborgi</i>						1		
AMPHIPODA	<i>Eriopisa elongata</i>								
AMPHIPODA	<i>Synchelidium</i> sp.					1			
AMPHIPODA	<i>Westwoodilla caecula</i>				1	1	1		
AMPHIPODA	<i>Melphidippella macra</i>						1		
AMPHIPODA	Photidae						1		
AMPHIPODA	<i>Phtisica marina</i>						1		
MYSIDA	Mysida								
DECAPODA	<i>Pasiphaea sivado</i>								
DECAPODA	<i>Processa canaliculata</i>								
DECAPODA	<i>Callianassa subterranea</i>	1	1					2	
DECAPODA	<i>Pagurus</i> sp.		1						
DECAPODA	<i>Ebalia cranchii</i>								
DECAPODA	<i>Liocarcinus depurator</i>						1		
SIPUNCULIDA	Golfingiidae						1		
SIPUNCULIDA	<i>Phascolion strombi</i>					1			
SIPUNCULIDA	<i>Thysanocardia procera</i>					3	2	3	
SIPUNCULIDA	<i>Sipuncula</i>							1	
PRIAPULIDA	<i>Priapulus caudatus</i>	2	1						
PHORONIDA	PHORONIDA					34	14	31	12
ASTEROIDEA	Asteroidea	1			1			1	
OPHIUROIDEA	Ophiurida	2					3	8	
OPHIUROIDEA	<i>Amphiura chiajei</i>	9	11	5	6		2	1	2
OPHIUROIDEA	<i>Amphiura filiformis</i>	8	18	16	34	2	4	4	1
OPHIUROIDEA	<i>Amphiura</i> sp.	3	12	12	20	3	1	1	1
OPHIUROIDEA	<i>Amphilepis norvegica</i>								
OPHIUROIDEA	<i>Ophiocten affinis</i>		1						1
OPHIUROIDEA	<i>Ophiura</i> sp.		3	1	2				
ECHINOIDEA	Echinoidea							1	
ECHINOIDEA	<i>Brissopsis lyrifera</i>				2				
ECHINOIDEA	<i>Echinocardium cordatum</i>	16							
ECHINOIDEA	<i>Echinocardium flavescens</i>			18	24				
ECHINOIDEA	<i>Echinocardium</i> sp.		34						
HOLOTHUROIDEA	<i>Labidoplax buskii</i>	6	2	1	9	14	5	13	
HOLOTHUROIDEA	<i>Leptosynapta</i> sp.						1	1	1
CHAETOGNATHA	Chaetognatha			1	4	1	1		1
ASCIDIACEA	Ascidiacea						1	1	
HEMICHORDATA	Hemichordata					1			
VARIA	Vermiformis								

		U12_G1	U12_G2	U12_G3	U12_G4	U5_G1	U5_G2	U5_G3	U5_G4
HYDROZOA	Hydrozoa	1							
ANTHOZOA	Anthozoa								
ANTHOZOA	Cerianthus lloydii					1		1	
ANTHOZOA	Edwardsia sp.					14		8	4
PLATYHELMINTHES	Turbellaria								
NEMERTEA	Nemertea	32	16	26	47	147	177	84	85
POLYCHAETA	Paramphinome jeffreysii	39	151	94	53				
POLYCHAETA	Aphrodita aculeata								
POLYCHAETA	Gattyana cirrhosa			1					
POLYCHAETA	Harmothoe sp.								
POLYCHAETA	Neoleanira tetragona	1	1	2	3				
POLYCHAETA	Eteone longa					2	9		1
POLYCHAETA	Eteone sp.		1						
POLYCHAETA	Eumida bahusiensis						3		
POLYCHAETA	Phyllodoce groenlandica								
POLYCHAETA	Phyllodoce mucosa						1		
POLYCHAETA	Phyllodoce rosea								
POLYCHAETA	Sige fusigera								
POLYCHAETA	Pholoe baltica			2	1	26	2	4	49
POLYCHAETA	Gyptis rosea	1	8						
POLYCHAETA	Ophiodromus flexuosus		1	1		2	1	1	
POLYCHAETA	Podarkeopsis helgolandica							1	
POLYCHAETA	Glyphohesione klatti								
POLYCHAETA	Pilargis sp.								
POLYCHAETA	Exogone sp.			3	6	2			
POLYCHAETA	Sphaerosyllis hystrix								
POLYCHAETA	Syllis sp.								
POLYCHAETA	Syllis variegata		1						
POLYCHAETA	Ceratocephale loveni	26	2	15	24				
POLYCHAETA	Platynereis dumerilii								
POLYCHAETA	Aglaophamus pulcher	2		1					
POLYCHAETA	Nephtys ciliata		1						
POLYCHAETA	Nephtys hombergii		1						
POLYCHAETA	Nephtys incisa								
POLYCHAETA	Nephtys paradoxa	1							
POLYCHAETA	Glycera alba					17	21	16	14
POLYCHAETA	Glycera lapidum			1					
POLYCHAETA	Glycinde nordmanni								
POLYCHAETA	Goniada maculata	1				3		3	4
POLYCHAETA	Abyssoninoe hibernica								
POLYCHAETA	Lumbrineris aniara						1		
POLYCHAETA	Ougia subaequalis								

		U12_G1	U12_G2	U12_G3	U12_G4	U5_G1	U5_G2	U5_G3	U5_G4
POLYCHAETA	<i>Orbinia (Orbinia) sertulata</i>								
POLYCHAETA	<i>Phylo norvegicus</i>	2							
POLYCHAETA	<i>Scoloplos (Scoloplos) armiger</i>								
POLYCHAETA	<i>Apistobranchnus tullbergi</i>				1				
POLYCHAETA	<i>Levinsenia gracilis</i>	15	1	7	40	7			
POLYCHAETA	<i>Paradoneis lyra</i>								3
POLYCHAETA	<i>Poecilochaetus serpens</i>								
POLYCHAETA	<i>Laonice bahusiensis</i>								
POLYCHAETA	<i>Laonice sarsi</i>								
POLYCHAETA	<i>Prionospio cirrifera</i>	6	4	5	15	9	1	18	15
POLYCHAETA	<i>Prionospio dubia</i>	1							
POLYCHAETA	<i>Prionospio fallax</i>		1	3	6	98	34	71	101
POLYCHAETA	<i>Prionospio multibranchiata</i>							1	1
POLYCHAETA	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>							1	3
POLYCHAETA	<i>Pseudopolydora pulchra</i>								
POLYCHAETA	<i>Scolecopsis korsuni</i>								
POLYCHAETA	<i>Spio sp.</i>								
POLYCHAETA	<i>Spiophanes kroyeri</i>	2		2	3				1
POLYCHAETA	<i>Magelona alleni</i>					1			
POLYCHAETA	<i>Magelona minuta</i>					2		4	16
POLYCHAETA	<i>Caulerliella killariensis</i>	6		1	2				1
POLYCHAETA	<i>Chaetozone setosa</i>	1			1			1	2
POLYCHAETA	<i>Macrochaeta clavicornis</i>					6			
POLYCHAETA	<i>Cossura longocirrata</i>	1		2	3				
POLYCHAETA	<i>Brada villosa</i>			2					
POLYCHAETA	<i>Diplocirrus glaucus</i>				1	4		4	7
POLYCHAETA	<i>Polyphysia crassa</i>				1				
POLYCHAETA	<i>Scalibregma inflatum</i>	1		1	2	9	3	25	24
POLYCHAETA	<i>Ophelina cylindrica</i>								1
POLYCHAETA	<i>Ophelina modesta</i>	1		2	1				
POLYCHAETA	<i>Capitella capitata</i>								
POLYCHAETA	<i>Heteromastus filiformis</i>	87	10	69	234	961	176	153	474
POLYCHAETA	<i>Notomastus latericeus</i>							2	
POLYCHAETA	Maldanidae								
POLYCHAETA	<i>Praxillella affinis</i>								1
POLYCHAETA	<i>Praxillura longissima</i>								
POLYCHAETA	<i>Rhodine gracilior</i>								
POLYCHAETA	<i>Rhodine loveni</i>	3			5				
POLYCHAETA	<i>Galathowenia oculata</i>	3		10	8	40	10	30	34
POLYCHAETA	<i>Myriochele danielsseni</i>								
POLYCHAETA	<i>Owenia fusiformis</i>					7		1	
POLYCHAETA	<i>Pectinaria (Amphictene) auricoma</i>					7	2	16	3

		U12_G1	U12_G2	U12_G3	U12_G4	U5_G1	U5_G2	U5_G3	U5_G4
POLYCHAETA	Pectinaria (Pectinaria) belgica								
POLYCHAETA	Ampharete finmarchica					3		1	1
POLYCHAETA	Ampharetidae								
POLYCHAETA	Anobothrus gracilis								
POLYCHAETA	Melinna cristata		1	5	15				
POLYCHAETA	Mugga wahrbergi			1					
POLYCHAETA	Pterolysippe vanelli								
POLYCHAETA	Sabellides octocirrata			1		5	1	1	
POLYCHAETA	Sosane sulcata			1		13		3	8
POLYCHAETA	Amaeana trilobata	1		1					
POLYCHAETA	Eupolymnia nesidensis								
POLYCHAETA	Neoamphitrite affinis		2						
POLYCHAETA	Paramphitrite tetrabanchia								
POLYCHAETA	Pista cristata	10					2		
POLYCHAETA	Pista lornensis					1		1	1
POLYCHAETA	Polycirrus sp.	1			2			1	
POLYCHAETA	Streblosoma bairdi				1				
POLYCHAETA	Streblosoma intestinale								1
POLYCHAETA	Terebellidae								
POLYCHAETA	Terebellides stroemii	1		1	2				
POLYCHAETA	Trichobranchus roseus					1		1	1
POLYCHAETA	Chone sp.				1				
POLYCHAETA	Euchone analis					1			
POLYCHAETA	Euchone papillosa							1	
POLYCHAETA	Euchone rubrocincta								
POLYCHAETA	Jasmineira caudata					14	2	2	9
POLYCHAETA	Sabella pavonina					1			
POLYCHAETA	Spirobranchus triqueter								
OLIGOCHAETA	Oligochaeta sp.	2		1	3				
PROSOBRANCHIA	Gastropoda								
PROSOBRANCHIA	Hyala vitrea	1	2						25
PROSOBRANCHIA	Turritella communis								
PROSOBRANCHIA	Euspira pulchella						1		
PROSOBRANCHIA	Melanella sp.								
OPISTOBRANCHIA	Nudibranchia								
OPISTOBRANCHIA	Philine scabra								
OPISTOBRANCHIA	Philine sp.					2	4		1
OPISTOBRANCHIA	Cylichna alba								3
CAUDOFOVEATA	Caudofoveata	1	2						
BIVALVIA	Ennucula tenuis	4	5	4	3				1
BIVALVIA	Nucula nitidosa					73	35	64	22
BIVALVIA	Nucula sulcata			3					

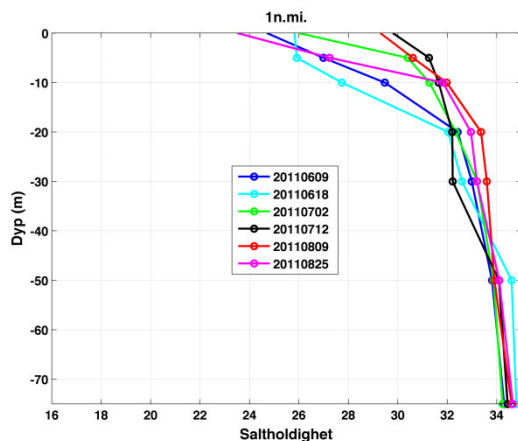
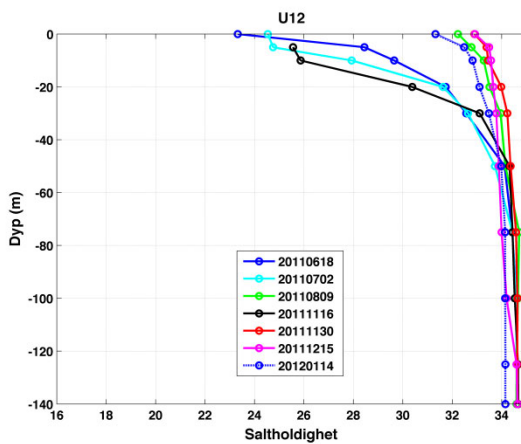
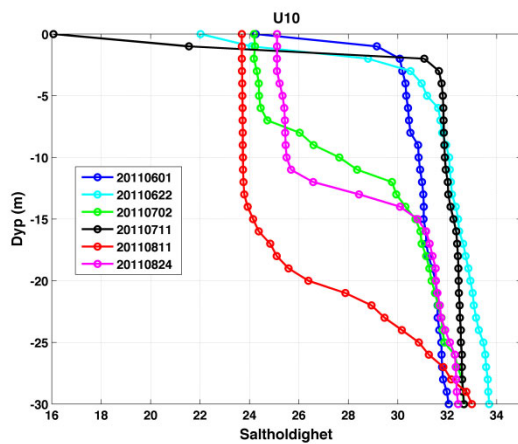
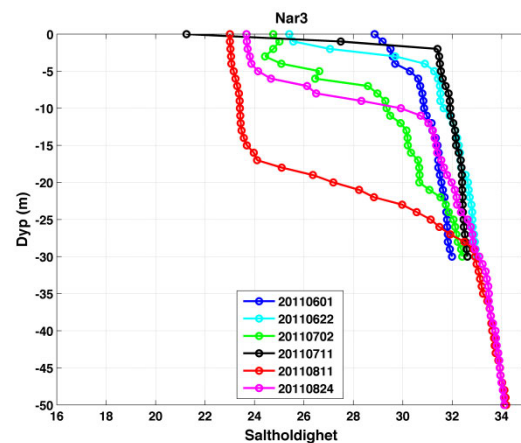
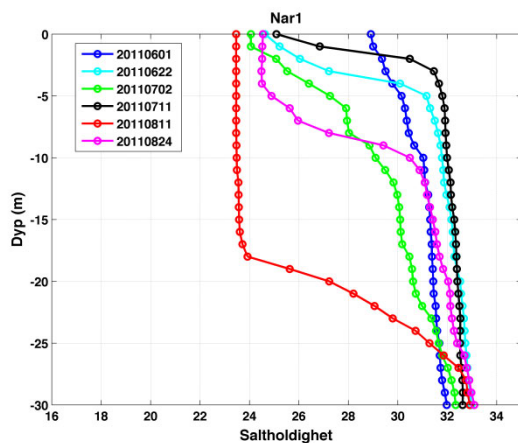
		U12_G1	U12_G2	U12_G3	U12_G4	U5_G1	U5_G2	U5_G3	U5_G4
BIVALVIA	<i>Lucinoma borealis</i>								
BIVALVIA	<i>Myrtea spinifera</i>					16			3
BIVALVIA	<i>Thyasira equalis</i>	15	5	4	20				
BIVALVIA	<i>Thyasira flexuosa</i>					61	17	232	23
BIVALVIA	<i>Thyasira ockelmanni</i>								
BIVALVIA	<i>Thyasira sarsi</i>								
BIVALVIA	<i>Thyasira sp.</i>	3		1	4				
BIVALVIA	<i>Kellia suborbicularis</i>							1	1
BIVALVIA	<i>Kurtiella bidentata</i>			1	1	341	52	29	828
BIVALVIA	<i>Tellimya tenella</i>		4		1				
BIVALVIA	<i>Parvicardium minimum</i>					4			1
BIVALVIA	<i>Phaxas pellucidus</i>					1	1		
BIVALVIA	<i>Macoma calcarea</i>								
BIVALVIA	<i>Abra longicallus</i>	1	2	1	5				
BIVALVIA	<i>Arctica islandica</i>					2			
BIVALVIA	<i>Timoclea ovata</i>								
BIVALVIA	<i>Mya truncata</i>							1	
BIVALVIA	<i>Corbula gibba</i>					6	8	17	8
BIVALVIA	<i>Hiatella sp.</i>								
BIVALVIA	<i>Thracia devexa</i>								1
BIVALVIA	<i>Cardiomya costellata</i>								
BIVALVIA	<i>Cuspidaria obesa</i>								
SCAPHOPODA	Scaphopoda								
SCAPHOPODA	<i>Antalis sp.</i>								
SCAPHOPODA	<i>Dentalium sp.</i>								
NEBALIACEA	<i>Nebalia bipes</i>						1		
CUMACEA	<i>Eudorella hirsuta</i>								
CUMACEA	Diastylidae								1
CUMACEA	<i>Diastylis rugosa</i>						1		
CUMACEA	<i>Diastylis sp.</i>							1	
CUMACEA	<i>Diastylis serratus</i>					1			
CUMACEA	<i>Diastylis serratus</i>						1		
TANAIDACEA	Tanaidacea								
ISOPODA	Isopoda								
ISOPODA	<i>Natatolana borealis</i>								
AMPHIPODA	<i>Themisto sp.</i>								
AMPHIPODA	<i>Ampelisca brevicornis</i>					1	1		
AMPHIPODA	<i>Ampelisca tenuicornis</i>					10	4	8	5
AMPHIPODA	<i>Leucothoe lilljeborgi</i>							1	1
AMPHIPODA	<i>Eriopisa elongata</i>	2	4						
AMPHIPODA	<i>Synchelidium sp.</i>								
AMPHIPODA	<i>Westwoodilla caecula</i>								

		U12_G1	U12_G2	U12_G3	U12_G4	U5_G1	U5_G2	U5_G3	U5_G4
AMPHIPODA	Melphidippella macra								
AMPHIPODA	Photidae								
AMPHIPODA	Phtisica marina								
MYSIDA	Mysida		1			1			1
DECAPODA	Pasiphaea sivado	1							
DECAPODA	Processa canaliculata					1			
DECAPODA	Callianassa subterranea								
DECAPODA	Pagurus sp.								
DECAPODA	Ebalia cranchii					1			
DECAPODA	Liocarcinus depurator		1						
SIPUNCULIDA	Golfingiidae								
SIPUNCULIDA	Phascolion strombi								
SIPUNCULIDA	Thysanocardia procera							2	8
SIPUNCULIDA	Sipuncula								
PRIAPULIDA	Priapulid caudatus							1	1
PHORONIDA	PHORONIDA					3		2	
ASTEROIDEA	Asteroidea					1	1	1	
OPHIUROIDEA	Ophiurida	1		1		9			3
OPHIUROIDEA	Amphiura chiajei					2			5
OPHIUROIDEA	Amphiura filiformis					29		77	621
OPHIUROIDEA	Amphiura sp.							6	53
OPHIUROIDEA	Amphilepis norvegica			1					
OPHIUROIDEA	Ophiocten affinis								
OPHIUROIDEA	Ophiura sp.								
ECHINOIDEA	Echinoidea								
ECHINOIDEA	Brissopsis lyrifera	2	10	5	1				
ECHINOIDEA	Echinocardium cordatum					1	8		
ECHINOIDEA	Echinocardium flavescens								
ECHINOIDEA	Echinocardium sp.								
HOLOTHUROIDEA	Labidoplax buskii					3		8	55
HOLOTHUROIDEA	Leptosynapta sp.								
CHAETOGNATHA	Chaetognatha	1	1	2	1	3		1	3
ASCIDIACEA	Ascidiacea								
HEMICHORDATA	Hemichordata								
VARIA	Vermiformis					1	1	1	4

## Vedlegg C. Hydrografi og næringsalter

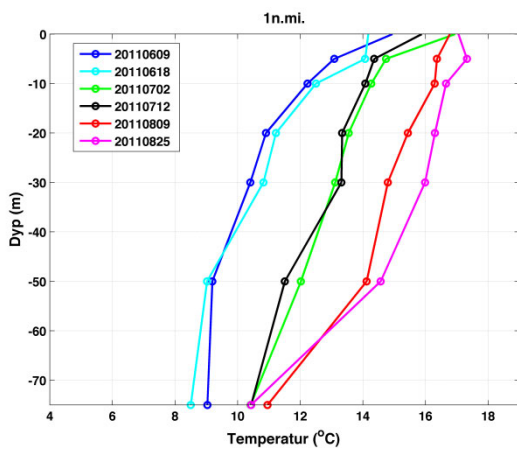
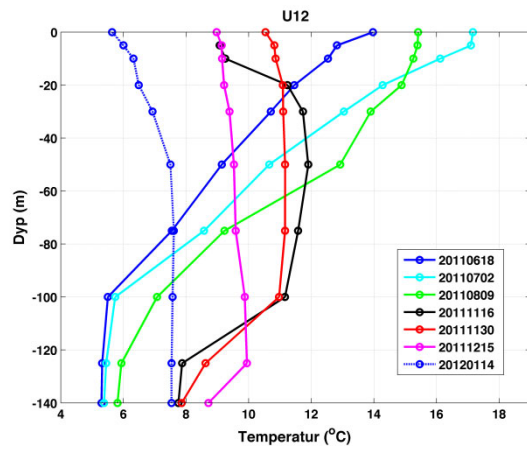
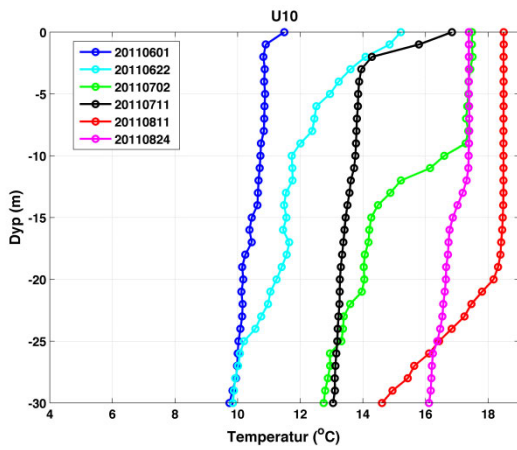
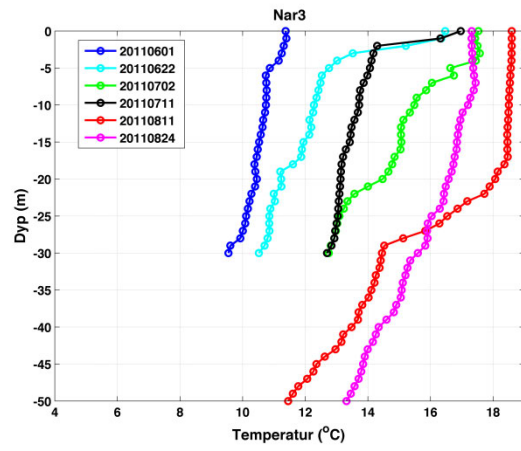
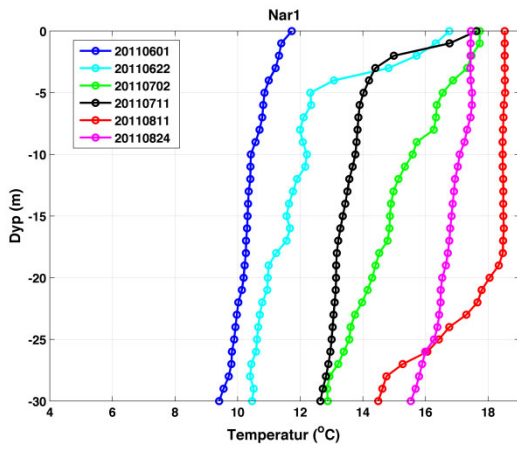
Her følger grafisk fremstilling av alle måleseriene av hydrografi, næringsalter, klorofyll-a og oksygen som ble foretatt i forbindelse med denne undersøkelsen av vannkvalitet i sjøområdene i Arendal kommune 2011. Nar1 og Nar3 refererer til stasjonene ved Narestø, U10 og U12 ved Utnes og referansestasjonen 1 nautisk mil utenfor Torungen (Tabell 3). Tidspunkter for prøvetakning er angitt i hver enkelt figur. Måledyp er angitt med sirkel på hver linje.

### Hydrografi – Saltholdighet

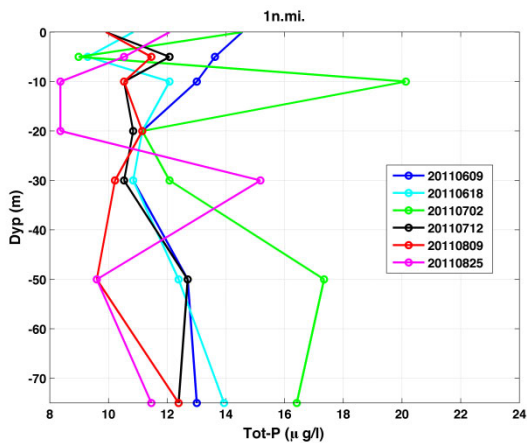
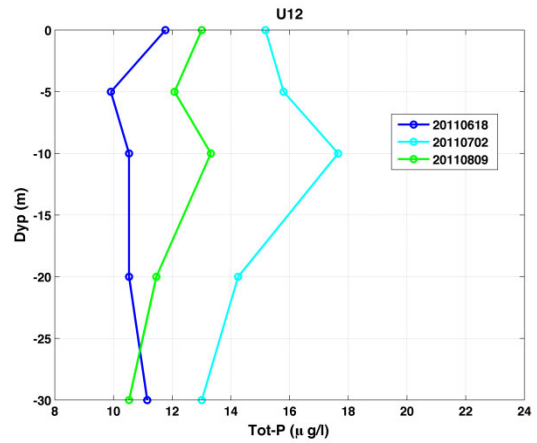
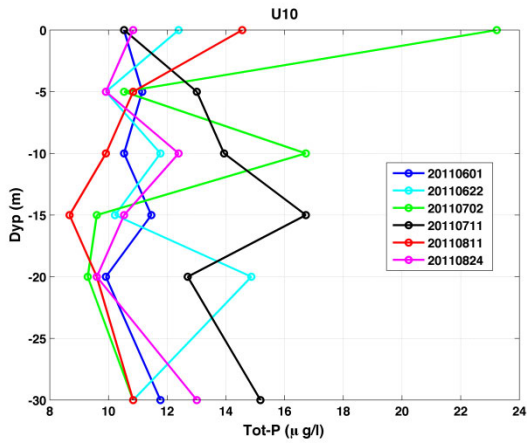
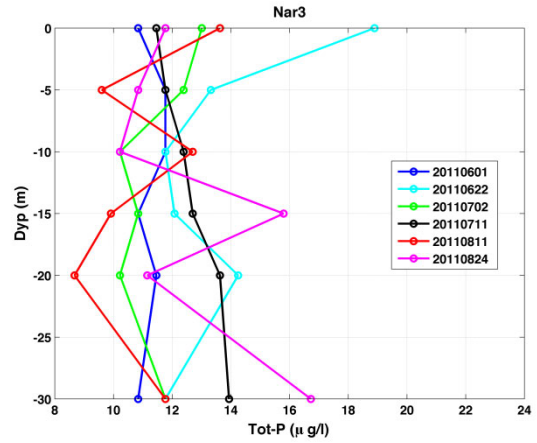
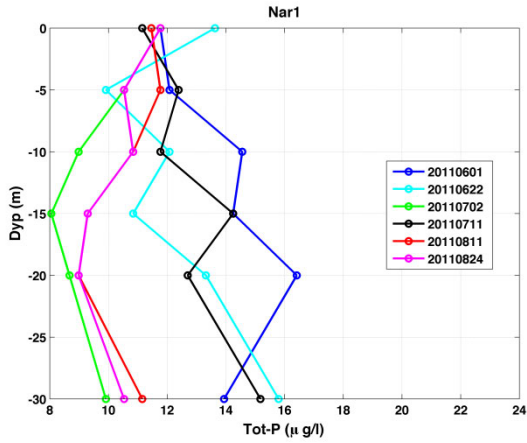




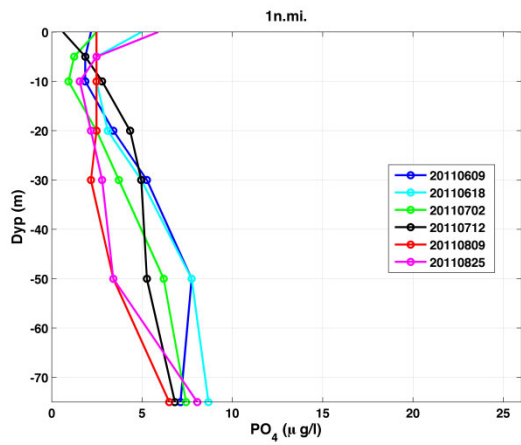
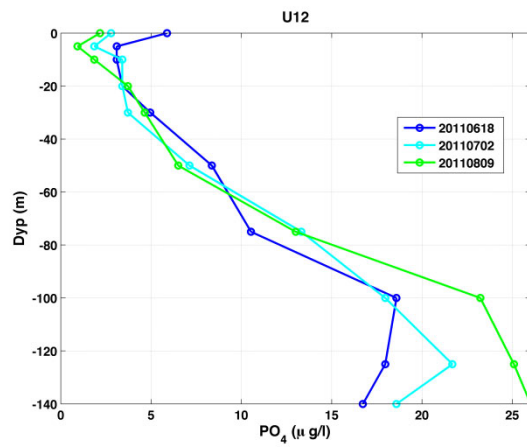
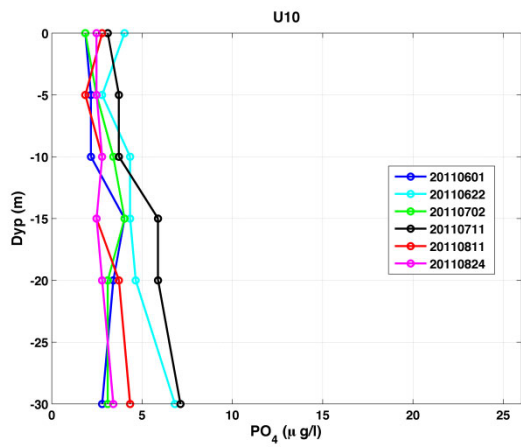
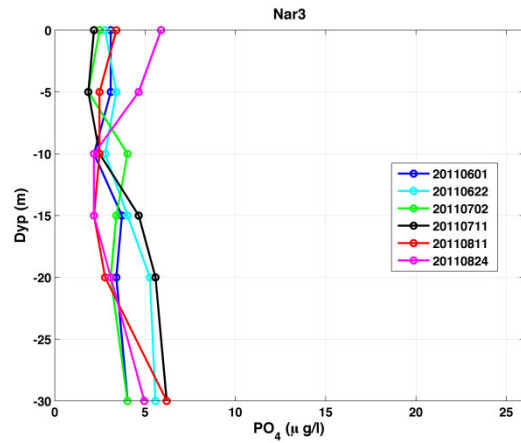
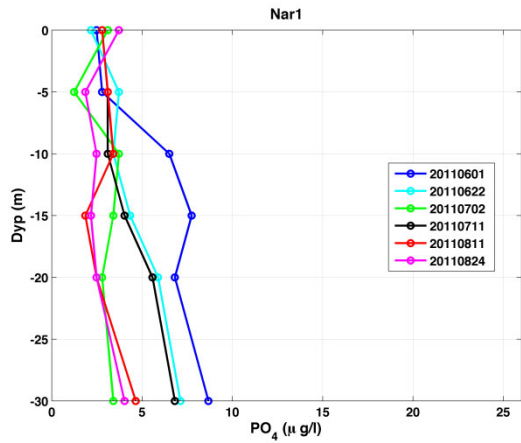
Hydrografi – Temperatur



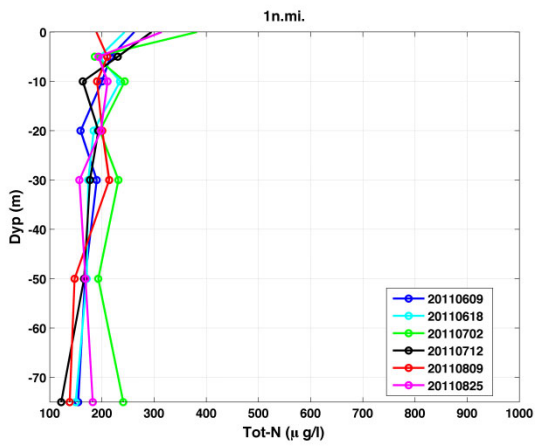
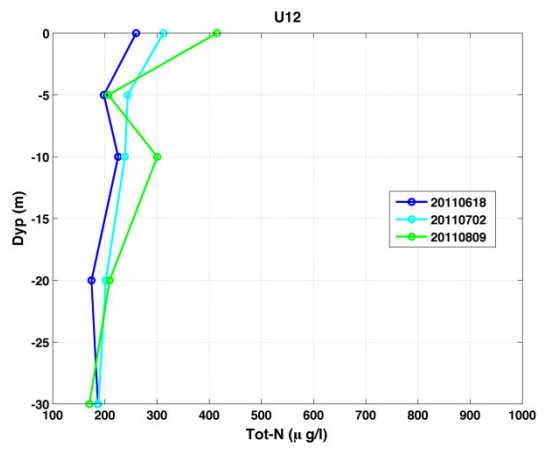
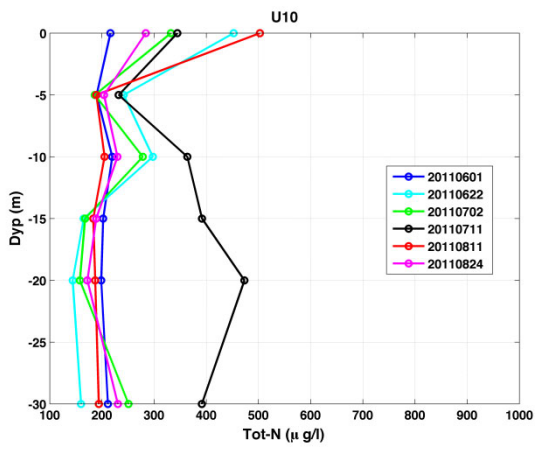
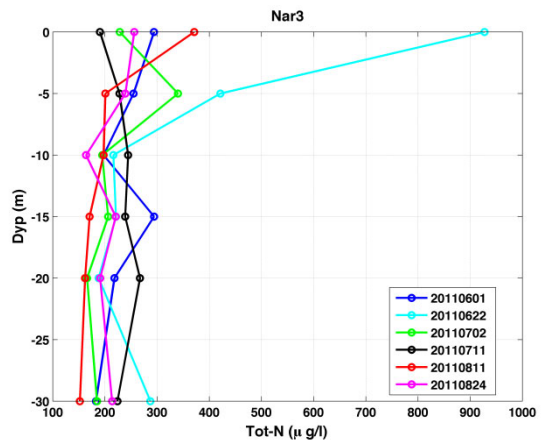
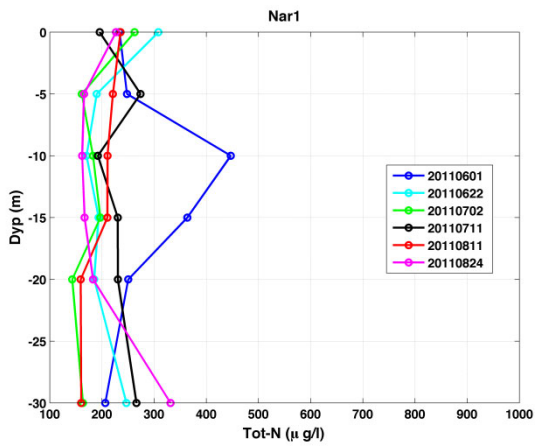
Næringsalter – Total fosfor



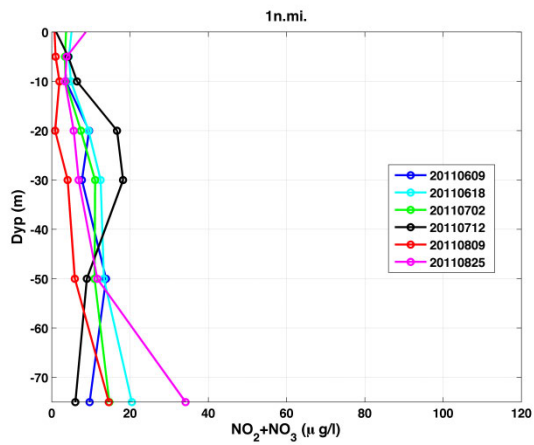
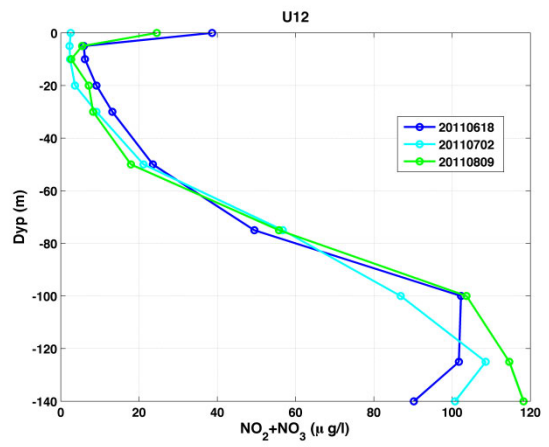
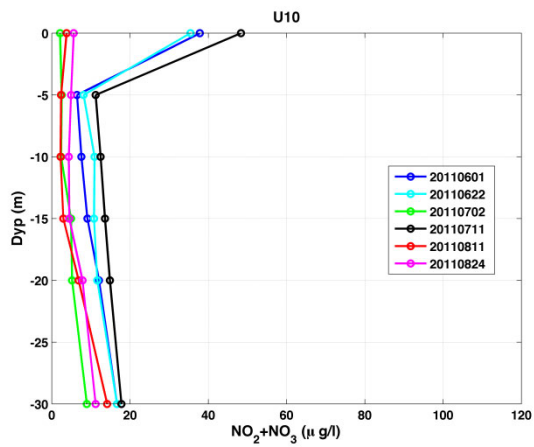
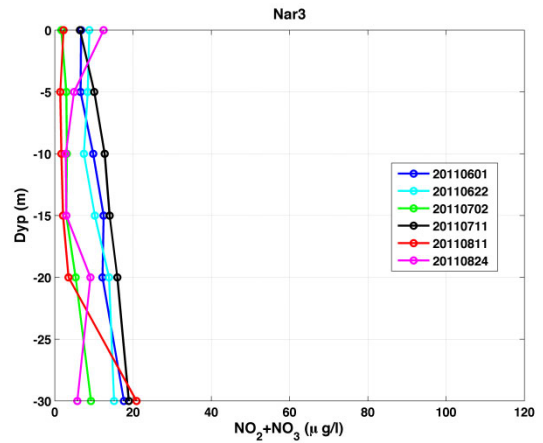
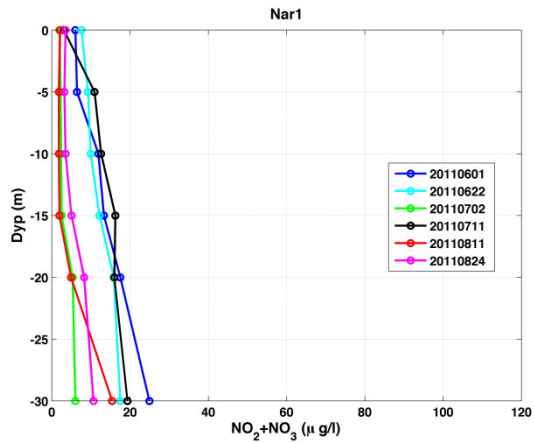
Næringsalter – Fosfat-fosfor



Næringsalter – Total nitrogen

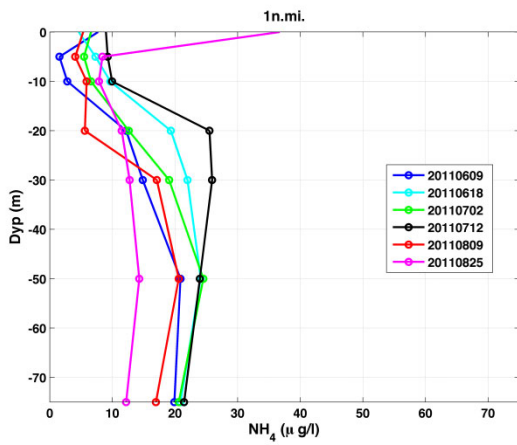
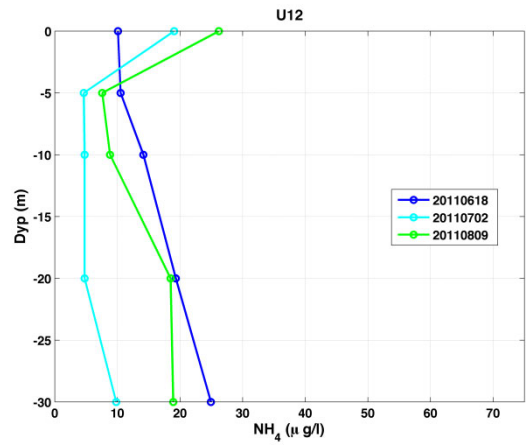
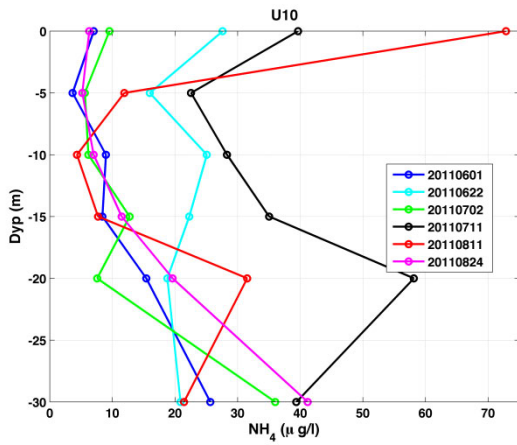
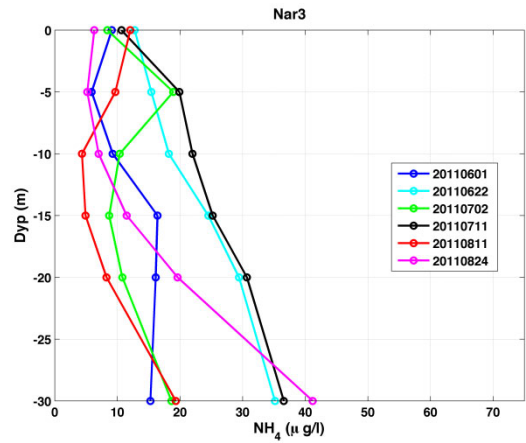
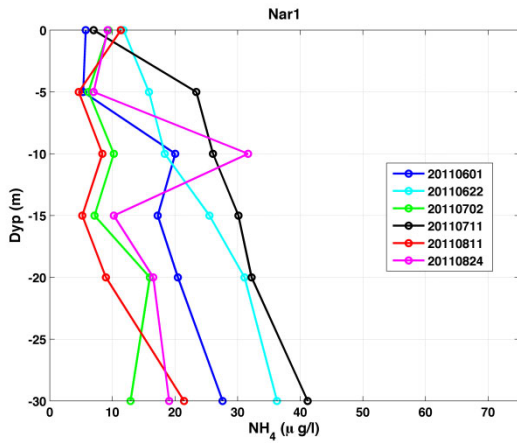


Næringsalter – Nitrat-Nitrogen

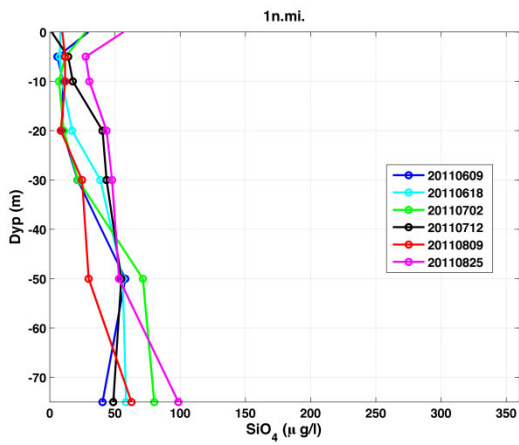
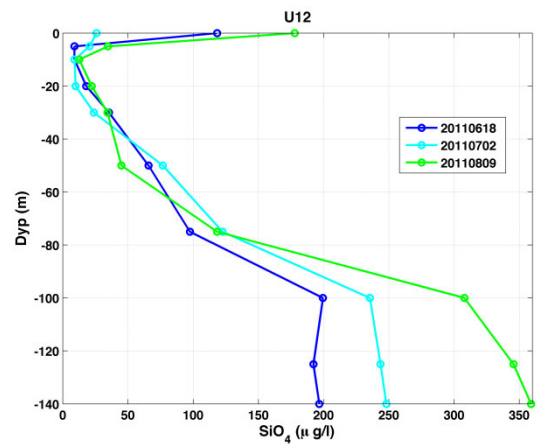
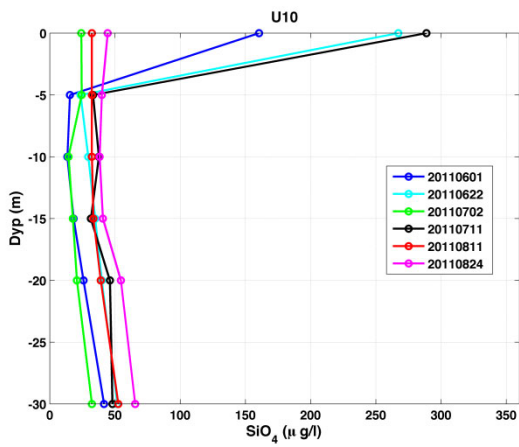
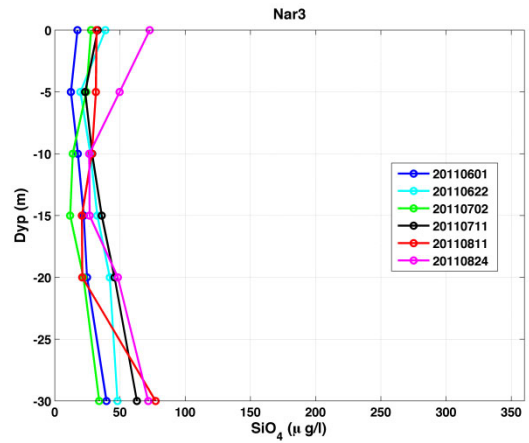
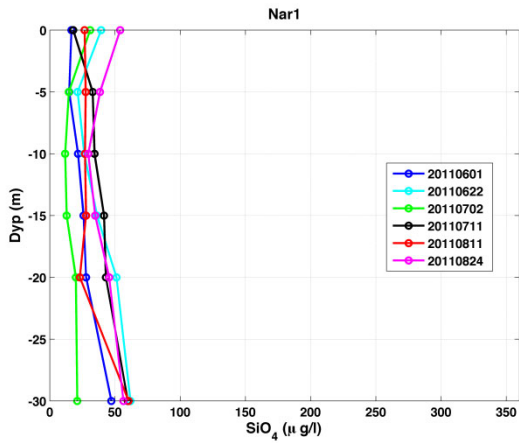




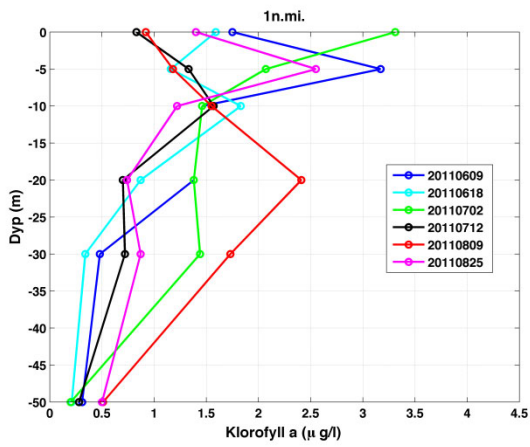
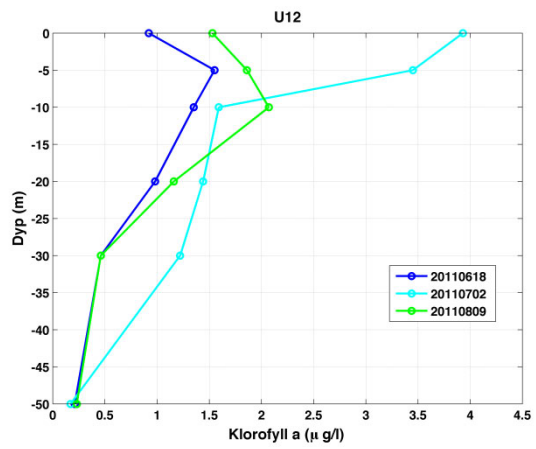
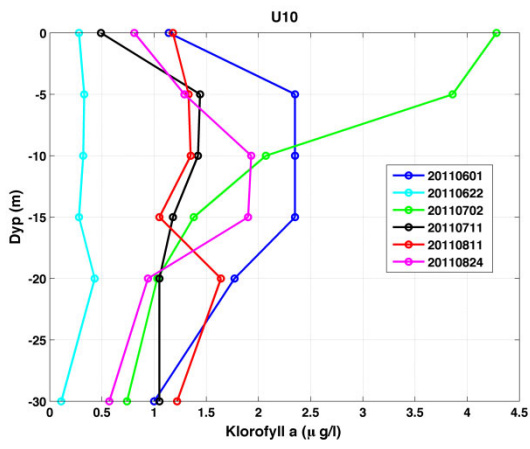
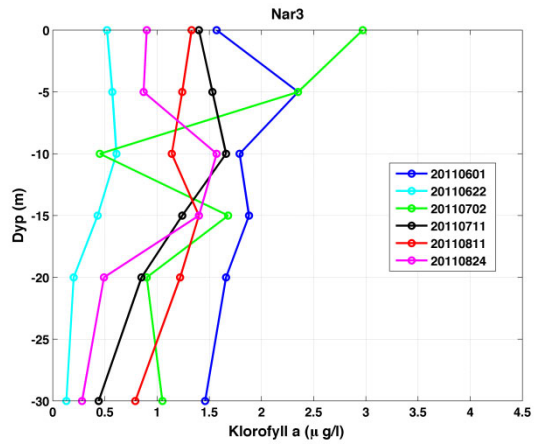
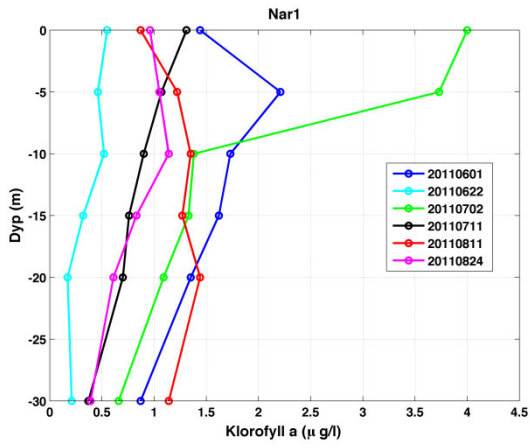
Næringsalter – Ammonium-nitrogen



Næringsalter – Silikat



Klorofyll-a

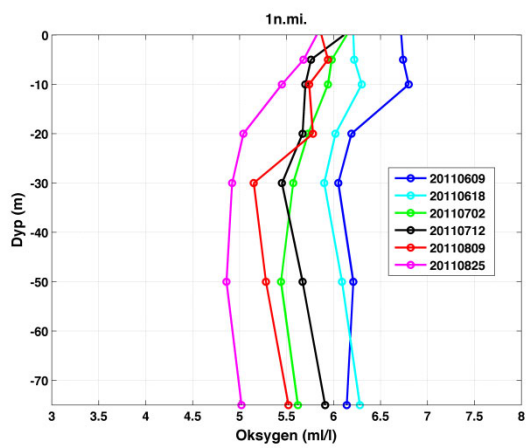
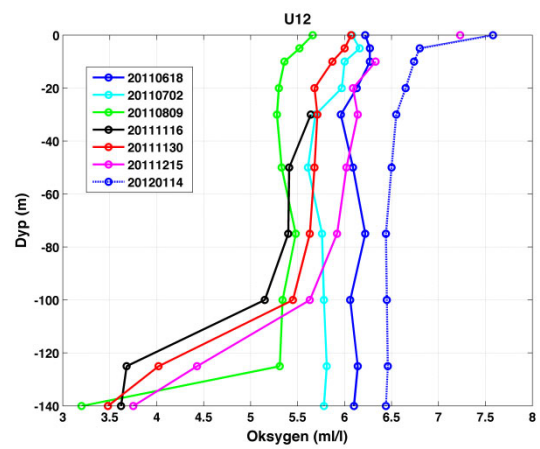
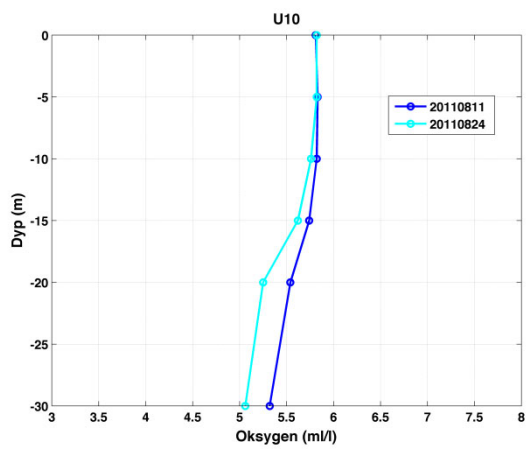
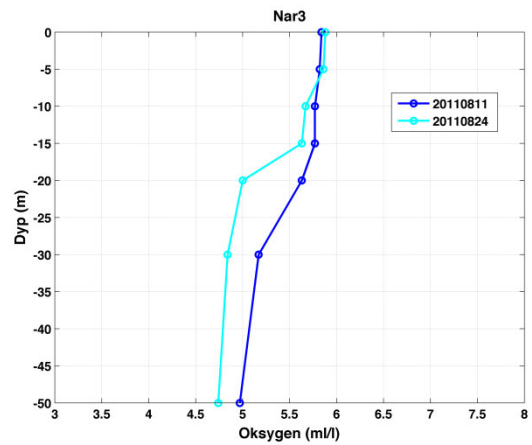
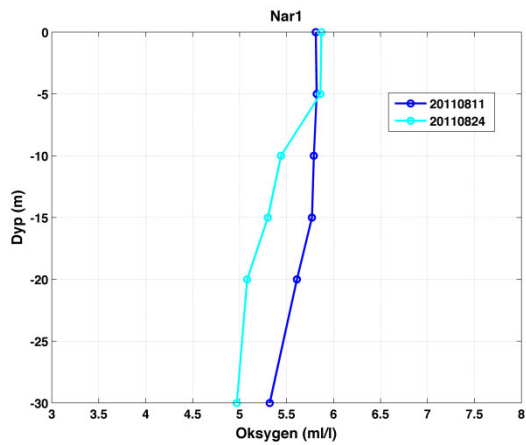


**Siktedyp**

Verdiene er angitt i meter.

<b>Dato</b>	<b>Nar1</b>	<b>Nar3</b>	<b>U10</b>	<b>U12</b>	<b>Stasjon Kyststrømmen (1nm utenfor kysten)</b>
1/6	9	8	8		
9/6					8
18/6				7	8
22/6	6	8	7		
2/7	4	4	4	5	7
11/7	9	10	12		
12/7					12
9/8				8	6
11/8	9	8	8		
24/8	7	7	6		
25/8					8

Oksygen





## 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 samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)