

Fastsittende vegetasjon og bunnfauna langs en salinitetsgradient fra ferskvann til fjord. Songevann - Sandnesfjorden



Hovedkontor

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

NIVA Region Sør

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

NIVA Region Innlandet

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

NIVA Region Vest

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

Tittel Fastsittende vegetasjon og bunnfauna langs en salinitetsgradient fra ferskvann til fjord. Songevann - Sandnesfjorden	Løpenr. (for bestilling) 7034-2016	Dato 25.05.2016
	Prosjektnr. Undernr. O-14012	Sider Pris 50
Forfatter(e) Tone Kroglund Marit Mjelde Hilde C. Trannum Lise Ann Tveiten Janne K. Gitmark Maia Røst Kile Hanne Edvardsen	Fagområde Ferskvann, marint	Distribusjon Fri
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Intern grunnbevilgning knyttet til Storelva-Sandnesfjord forskningsinfrastruktur og SISEn Land-hav interaksjoner i et endret klima.	Oppdragsreferanse
---	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Det er gjennomført undersøkelser av fastsittende vegetasjon (både ferskvannplanter og makroalger) samt bløtbunnsfauna langs en salinitetsgradient fra ferskvann/svakt brakkevann og ut i marint kystvann. Undersøkelsen er gjort i forbindelse med oppretting av Sandnesfjordsystemet ved Tvedestrand som storskala «forskningslaboratorium» for land-hav interaksjoner. Undersøkelsen er ment å gi en første dokumentasjon på hovedtrekkene i organismesamfunnene i fjordsystemet som bakgrunn for videre undersøkelser og studier. Resultatene viser svært artsfattige samfunn i indre deler av fjordsystemet (Songevann og Nævestadfjorden). Artsantallet av vannplanter var også kraftig redusert i forhold til hva som ble funnet på 1930-tallet. Tang og annen marin vegetasjon vokser fra Lagstrømmen og utover i Sandnesfjorden, og artsrikheten øker jo lenger ut mot kystvannet man kommer. Det er også en bølgeeksponeringsgradient fra innerst til ytterst i fjorden som setter preg på artssammensetningen. Store deler av fjorden er preget av stor påvekst av trådformete alger på fjell og tang. Fjordsystemet har et naturlig høyt innhold av organisk karbon, og bløtbunnsfaunaen er typisk for lokaliteter med stor grad av organiske tilførsler.</p>

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vannvegetasjon 2. Makroalger 3. Bunnfauna 4. Salinitetsgradient 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aquatic vegetation 2. Macroalgae 3. Soft bottom fauna 4. Salinity gradient
--	---



Tone Kroglund
Prosjektleder



Mats Walday
Forskningsleder

**Fastsittende vegetasjon og bunnfauna langs en
salinitetsgradient fra ferskvann til fjord.**

Songevann - Sandnesfjorden

Forord

Kyst-økosystemene er i stor endring, med dramatisk bortfall av tareskog, økning av begroingsalger og store svingninger i fiskebestandene. Vi vet imidlertid fortsatt for lite om årsak-virkningsforholdene bak observerte endringer. En av hypotesene er at økt transport av organisk materiale (humusstoffer) med elvene kan ha påvirket lysforhold og næringstilgang i kystvannet på en slik måte at økosystemene har kommet ut av balanse. For å studere dette nærmere har Norsk institutt for vannforskning (NIVA), med støtte fra Klima og Miljøverndepartementet, etablert en ny forskningsinfrastruktur i Storelva-Sandnesfjorden, nær Tvedestrand i Aust-Agder.

Infrastrukturen består av automatiske overvåkingsstasjoner i elva og i fjorden, hvor det kontinuerlig samles inn data for en rekke miljøvariable. I fjordsystemet gjennomføres det nå en rekke forskningsprosjekter knyttet opp mot vegetasjon og bunnfauna, vannkjemi, hydrografi, organisk materiale og stofftransport.

Storelva-Sandnesfjord infrastrukturen har en sentral rolle i NIVAs strategiske instituttsatsing (SIS) på *Land-hav interaksjoner i et endret klima*, som startet opp i 2016.

Denne rapporten omfatter en første kartlegging og undersøkelse av bunnvegetasjon- og bunnfaunasamfunn som finnes i området, og er en del av grunnlaget for å kunne vurdere mulige årsaker til endringer i økosystemet.

Undersøkelsen er gjennomført som et internt grunnbevilgningsprosjekt.

Prosjektet er et samarbeid mellom to seksjoner tilhørende hhv ferskvanns- og marint senter, og mellom to geografiske avdelinger; Oslo og Grimstad. Prosjektgruppa har bestått av Tone Kroglund (211), Marit Mjelde (318), Lise Tveiten (211), Janne K. Gitmark (211), Hilde C. Trannum (211), Hanne Edvardsen (318) og Maia Røst Kile (318).

Tusen takk for et hyggelig samarbeid og sosialt feltarbeid.

Grimstad, 25. mai 2016

Tone Kroglund

Innhold

Sammendrag	7
1. Innledning	9
1.1 Bakgrunn	9
1.2 Undersøkelsesområdet	11
1.2.1 Topografi, nedbørfelt og tilførsler	11
1.2.2 Tilførsler	12
1.2.3 Hydrografi	12
2. Vannplanter	17
2.1 Innledning	17
2.1.1 Vannvegetasjon – definisjon	17
2.1.2 Antall arter i vannvegetasjonen	17
2.1.3 Variasjoner i artsmangfold i forhold til salinitet	17
2.2 Undersøkte lokaliteter	19
2.3 Feltmetodikk	20
2.4 Resultater	20
2.4.1 Vannvegetasjon 2014	20
2.4.2 Vegetasjonsendringer fra 1937-2015	21
2.5 Diskusjon	22
3. Makroalger	24
3.1 Innledning	24
3.1.1 Makroalger – definisjon	24
3.1.2 Diversitet og salinitet	24
3.2 Feltmetodikk	26
3.2.1 Kartlegging av hovedtyper av marin vegetasjon	26
3.2.2 Registrering av artssammensetning hos makroalger	26
3.3 Resultater	26
3.3.1 Hovedtyper av marin vegetasjon i 2014	26
3.3.2 Artssammensetning i makroalgevegetasjonen 2014	30
3.4 Vurderinger	39
4. Bløtbunnsfauna	40
4.1 Metodikk	40
4.2 Resultater og vurderinger	41
4.3 Vurderinger	42
5. Referanser	43
Vedlegg A. Makroalger	45
Vedlegg B. Bløtbunnsfauna	49

Sammendrag

Fjordsystemet fra Songevann til Sandnesfjorden ved Tvedestrand er preget av flere dypbassenger og innsnevringer, og har sterkt varierende salinitet. I Songevann og Nævestadfjorden kan saliniteten på grunt vann variere fra nesten ferskt (mindre enn 2 PSU) til mer enn 10 PSU i løpet av samme dag eller over noen få dager. I ytre del av Sandnesfjorden er det vanlig kystvann med saliniteter på over 25 PSU.

Vannvegetasjon

Vannvegetasjonen i Songevann og Nævestadfjorden har en svært sparsom utbredelse og svært lavt artsantall. Artsantallet er lavere enn det som er registrert i andre sammenlignbare brakkevannsområder. Det er også påfallende at artsantallet er så kraftig redusert i forhold til hva som ble funnet i en undersøkelse fra 1937 (Braarud og Aalen 1938).

Vi antar at salinitetsvariasjonene i området er hovedårsaken til den sparsomme vegetasjonen. De forholdsvis store daglige og ukentlige variasjoner i saliniteten ser ut til å ha negativ betydning på vannplanteveksten. Også Atrill (2002) slo fast at det var variasjoner i saliniteten var viktigere enn absolutt salinitet. Ved hvilken salinitet reduksjon eller ødeleggelse oppstår, varierer sannsynligvis fra art til art. Dersom dette hadde vært stabile forhold burde det vært grunnlag for vekst av flere arter, både karplanter og kransalger, se f.eks. Mjelde (2014a, 2014b).

Vi har ingen salinitetsmålinger fra 1930-tallet, men beskrivelsene og registreringene av vannvegetasjonen i Braarud og Aalen (1938), kan tyde på at overflatelaget i Songevann og Nævestadfjorden hadde et klart mer ferskvannspreg i 1937 enn i dag, og at saliniteten i overflatelaget også var mer stabil.

Vi har ikke vurdert hvorvidt det har vært en økning av organisk materiale i vannforekomsten som har hatt betydning for utbredelse av vannvegetasjon.

Makroalger

Makroalgevegetasjonen i Nævestadfjorden er sparsommelig og består utelukkende av trådformete alger/blågrønnalger, de fleste brakkevanns- eller ferskvannsararter. Men for det meste er det bart fjell i denne delen av fjordsystemet. Lagstrømmen er indre grense for tangvegetasjon. I vestre deler av Lagstrømmen vokser blæretangen neddykket på 1,5 – 2 meters dyp, mens den i vanlige kystområder vokser i tidevannssonen. Vi antar at salinitetsvariasjonene i området er hovedårsaken til den sparsomme vegetasjonen og neddykkingen av blæretang. Hyppige variasjoner i salinitet er en stressfaktor for alger og begrenser hvilke alger som vokser i et område. At tang vokser neddykket på større dyp enn den vanligvis vokser, er et kjent fenomen i flere ferskvannspregete fjorder og elvemunninger. Under overflatelaget er saliniteten både høyere og mer stabil.

Artsantallet for makroalger og dyr i fjæra øker utover fjorden og i ytre og midtre områdene av Sandnesfjorden er det et rikt og normalt fjæresamfunn med 36-40 arter i 0-2 meters dybde. Tang og tare dominerer i store deler av fjorden og mengden begroing på tangen avtar utover i fjorden.

Bløtbunnsfauna

Fjordsystemet har et naturlig høyt innhold av organisk karbon, hvilket henger sammen med tersklene i fjorden, som gjør at man kan få opphopning av organisk materiale. Både innholdet av organisk karbon (TOC) og nitrogen (TN) i sedimentene øker innover i fjorden. C/N-forholdet varierer relativt lite, men viser økende verdier innover i fjordsystemet. Denne observasjonen indikerer økende innslag av materiale med terrestrisk opphav innover i fjorden. Alle faunastasjonene var «marine».

Inne i fjorden ble det registrert arter som er typiske for lokaliteter preget av stor grad av organisk tilførsel. Dette gjaldt spesielt den innerste faunastasjonen (stasjon B4), hvor det ble registrert svært forurensningstolerante arter. Det er viktig informasjon at det finnes slike arter på lokaliteter som ikke er preget av antropogen påvirkning, men at årsaken altså er naturlig. Generelt synes faunaen å være ganske typisk for sør-norske fjorder, med en avtakende gradient i organisk belastning og innslag av tolerante arter utover fjorden.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Overgangsområdet mellom ferskvann og sjøvann er et økosystem som tradisjonelt har hatt liten fokus i Norge og kunnskapen om de biologiske forhold er begrenset, sammenliknet med det vi vet om rent limniske og marine områder.

Brakkvann defineres som vann med salinitet fra 0,5 – 18 PSU. I svakt brakkvann kan man finne arter som er vanligst i ferskvann, mens enkelte «marine» arter kan forekomme brakkvann med høyere salinitet. Det er særlig enkelte trådformede grønnalger som kan vokse langt innover i brakkvannssystemer, mens mange rødalgarter og mange av de store brunalgene er rent marine arter som ikke tåler lave saliniteter eller store variasjoner i saliniteten. Noen få karplanter og kransalger vokser utelukkende i brakkvann, og de fleste av dem er rødlistede. Vi tror at flere av disse artene har smale salinitetspreferanser, dvs. at de kan være sårbare for små endringer i salinitet.

Hvilke arter og hvor mange arter som finnes i et brakkvannsområde er bl.a. avhengig av saliniteten i det enkelte område, men generelt vil det være betydelig lavere artstall i brakkvann enn i rene marine eller limniske områder. På grunn av det lave artsantallet og de store variasjonene i viktige økologiske faktorer (f.eks. salinitet, lys, tidevann, næring), anses brakkvann som et økosystem som er ekstra følsomt for ulike typer forurensning og klimaendringer. Klimaendringer vil påvirke utbredelse og artssammensetning av vegetasjonen direkte ved endringer i temperatur, nedbør og vind, eller indirekte gjennom endrete avrenningsforhold som kan påvirke bl.a. salinitet, næringstilgang og lysforhold.

Brakkvannsområder er svært viktige økologisk sett og er et prioritert økosystem innenfor Vanndirektivet. Norge har i dag utviklet biologiske indekser for de biologiske grupper som skal benyttes for å vurdere økologisk tilstand i ferskvann og kystvann. For brakkvann finnes ingen slike indekser (Pedersen 2009). NIVAs medarbeidere har spilt en sentral rolle i utviklingene av indekser for ferskvann og marine områder og det er sannsynlig at vi blir inkludert i et slikt arbeid for brakkvann. Kunnskap som allokeres i dette prosjektet anses å være en viktig forutsetning for dette arbeidet.

Brakkvannssjøer (dammer, tjern og innsjøer med brakt vann) er sannsynligvis en truet naturtype i Norge, men pga. uklar definisjon og manglende data kunne brakkvannssjøer ikke vurderes i forbindelse med Norsk Rødliste for naturtyper (Lindgaard & Henriksen (red.) 2011), men se omtale av ferskvannstyper i Rødlista (Mjelde 2011). På grunn av sjeldenhet og sannsynligvis redusert areal og tilstand (sterkt utsatt for press fra ulike utbygginger i strandsonen) antar vi at naturtypen vil bli vurdert som sterkt truet i en senere rødlistevurdering.

Brakkvannsområder antas å være spesielt utsatt for introduserte, «fremmede» arter, da artene som vanligvis forekommer i slike områder lever opp mot sine toleransegrenser. Forventet økning i temperatur som følge av klimaendringer kan føre til økt forekomst av fremmede arter, som kan forskyve, eventuelt utkonkurrere, de eksisterende artene og danne startpopulasjoner som senere kan spre seg videre i limniske eller marine økosystem. Eksempelvis er Stillehavsosters (*Crassostrea gigas*) og børstemarken av slekten *Marenzelleria viridis* invaderende arter som er tilpasset brakkvann og varmere klima, og som derfor kan øke i forekomst i fremtiden (Norling & Jelmert 2010).

På NIVA er det etablert en *Storskala infrastruktur for forskning* på land-sjø interaksjoner. Studieområdet er lagt til Storelva og Sandnesfjordsystemet i Aust-Agder fylke. I prosjektbeskrivelsen til Storelva-Sandnesfjord infrastrukturen heter det blant annet:

NIVA har et meget stort, men hittil for lite utnyttet potensial for forskning på interaksjoner mellom ferskvann og sjøvann. En viktig årsak til dette er mangel på et godt studieområde, med et klart definert vassdrag/elvesystem og et godt avgrenset brakkevann/fjordsystem, og hvor grunnleggende miljøvariable i begge systemer er dokumentert ved hjelp av kontinuerlig overvåkingsutstyr. Tilgang på et slikt utendørs «forsknings-laboratorium» vil være en stor fordel med tanke på fremtidige forskningsprosjekter, og det vil også gjøre oss enda mer attraktive som samarbeidspartnere både nasjonalt og internasjonalt.

Det er fortsatt store kunnskapsmangler når det gjelder prosesser og mekanismer i blandingssonene mellom ferskvann og sjøvann – f.eks. med hensyn til mobilisering, transport, transformasjon og økosystemresponser av næringsalter, organisk stoff, suspenderte partikler, metaller, miljøgifter, og radioaktivitet. Kyst-økosystemene er i stor endring, med dramatiske bortfall av tareskog, økning av begroingsalger og store svingninger i fiskebestandene. Vi vet imidlertid fortsatt for lite om årsak-virkningsforholdene bak de observerte endringene.

Land-sjø interaksjoner er et stort forskningstema internasjonalt, og det er derfor gode muligheter til å etablere kvalitetsforskning rundt dette, med stor grad av internasjonal deltakelse. Forvaltningen vil også ha stor grad av nytte av øke aktivitet på det angitte forskningsfeltet for å kunne utøve kunnskapsbasert planlegging og forvaltning av kystsonen.

Hovedmål med undersøkelsen

Formålet med undersøkelsen har vært å studere artsutbredelse av ulike organismegrupper langs salinitetsgradienten i Storelva og Sandnesfjordsystemet i Tvedestrand. Prosjektet har hatt hovedfokus på organismesamfunn knyttet til bunnområdene (både grunt og dypt vann) og gjennomføring av grunnleggende kartlegginger som er nødvendig for den økologiske forståelsen av fjorden og som vil være viktig grunnlagsmateriale for senere søknader og undersøkelser.

Undersøkelsen av primærprodusenter omfatter både **vannplanter** (karplanter og kransalger) og **makroalger**. Til sammen dekker disse biologiske gruppene alt av store, strukturerende vegetasjonsplanter fra ferskvann og ut i kystvannet på grunt vann, samt en rekke mindre arter. I tillegg omfatter undersøkelsen **bløtbunnsfauna** fra fjordens dypområder.

1.2 Undersøkelsesområdet

1.2.1 Topografi, nedbørfelt og tilførsler

Fjordsystemet ligger mellom Tvedestrand og Risør og er en del av Vegårvassdraget.

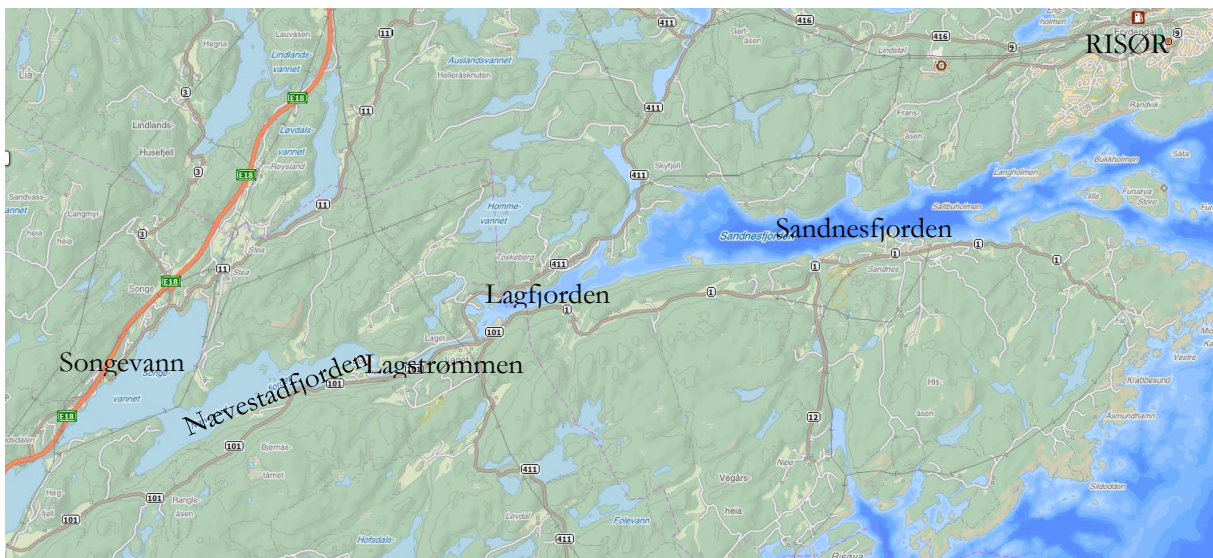
Undersøkelsesområdet strekker seg fra Songevann i vest via Nævestadfjorden, Lagstrømmen og videre ut i Sandnesfjorden og ytre kyst.

Fjordsystemet kan deles inn i tre hovedbasseng: *Songevann*, *Nævestadfjorden* og *Sandnesfjorden* (**Figur 1**).

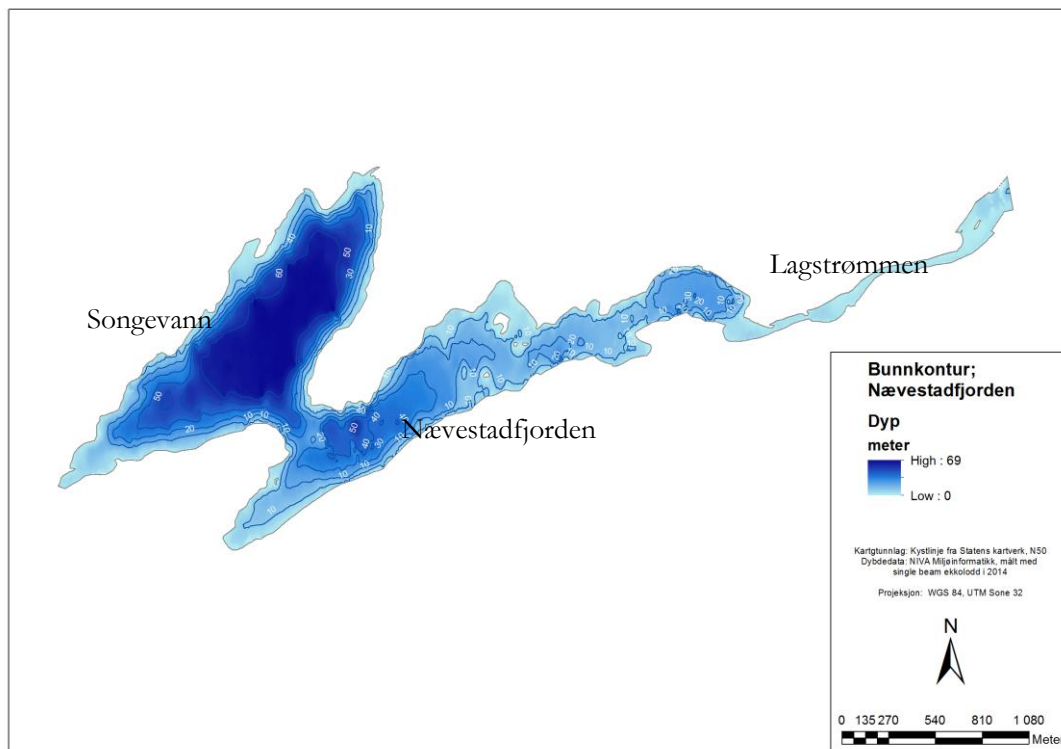
Songevann har et største dyp på nær 70 meter og Nævestadfjorden har største dyp på ca. 50 meter. Disse to bassengene er adskilt fra Sandnesfjorden gjennom et langt og grunt sund, *Lagstrømmen*, med dybder på ca. 2-3 meter. **Figur 2** viser ny oppmåling gjort med ekkolodd i 2014 (NIVA).

Indre del av Sandnesfjorden (Lagfjorden) er grunn med dybder på stort sett mindre enn 20 meter. Det er flere bukter, vik og små poller i denne delen av fjorden, med noe bløtbunn og ålegrasenger. Største dyp i Sandnesfjorden er 74 m mens terskelen i ytre del av fjorden er på 20-28 meter. Nøkkeltall for fjordbassengene er gitt i **Tabell 1**.

Lagstrømmen ble mudret og breddene steinsatt i ca. 1905 (Brattegard og Holte 1995).



Figur 1. Fjordsystemet fra Songevann til Sandnesfjorden.



Figur 2. Dybdekart for Songevann og Nævestadfjorden. Miljøinformatikk, NIVA.

1.2.2 Tilførsler

Storelva og nabovassdraget Steaelva renner inn i Songevann som igjen renner ut i Nævestadfjorden og Sandnesfjorden (**Figur 1**). Hele vassdraget med direkte avrenning til Sandnesfjorden er på 551 km². Storelva, som renner inn i vestenden av Songevann, bidrar til 74 % av dreneringsarealet til Sandnesfjorden. Sandnesfjorden har et svært lite lokalt nedbørfelt, som i tillegg er lite påvirket av antropogene tilførsler.

Fosstveit kraftverk ble igangsatt i 2008 men det er ikke gjort større endringer i vannføringen i Storelva. Storelva har, som den eneste elva på Sørlandet, en stedegen laksestamme. Fra denne laksestammen er det klekket lakseyngel til utsetting i mange andre elver på Sørlandet. Laks og sjøørret går opp til Hauglandfossen ved Ubergmoen. Storelva kalkes kontinuerlig ved hjelp av en doserer plassert ved Hauglandsfossen..

1.2.3 Hydrografi

Det foreligger flere in situ målinger av temperatur og salinitet i fjordsystemet og det er også gjennomført modelleringer av temperatur og salinitet med GEMSS (Tjomsland og Kroglund 2010). Nye undersøkelser og kontinuerlig overvåking av salinitet, temperatur, vannstrøm, turbiditet, klorofyll og gulstoff (vannfarge) og pH er igangsatt gjennom land-sjø infrastruktur-oppbyggingen som startet i 2014/2015. Dette vil etter hvert gi viktig bakgrunnsdata for tolking av de biologiske dataene, men i denne rapporten er det benyttet resultater og modelleringer fra 2007-2009 (Tjomsland og Kroglund 2010) ettersom nyere data ikke er tilgjengelig enda.

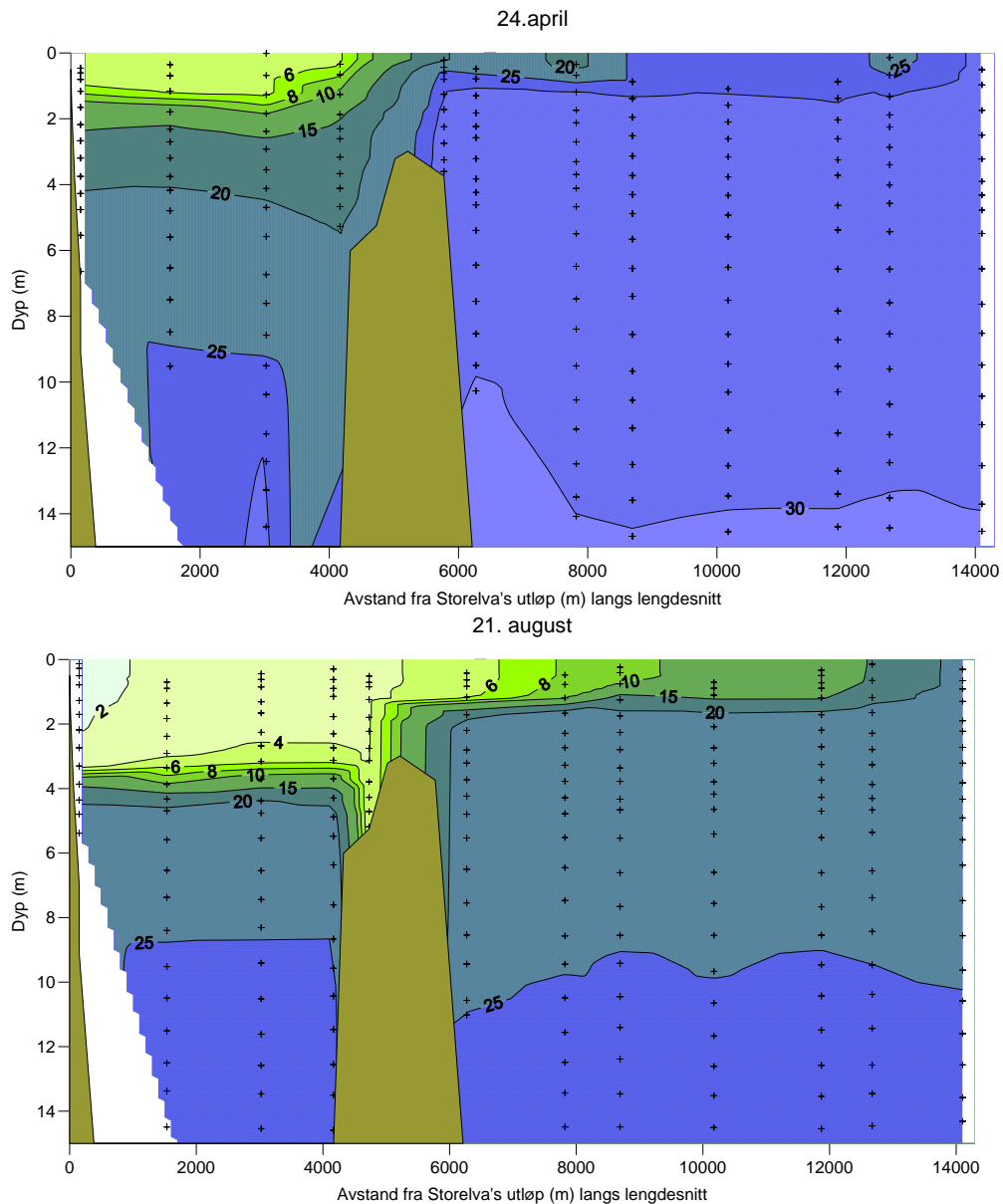
Songevann og Nævestadfjorden har markert lavere salinitet enn Sandnesfjorden (**Figur 3, Figur 4**). Saliniteten i overflatevannet er ofte lavere enn 5 PSU men øker raskt med dypet. I Sandnesfjorden er

overflatesaliniteten høyere (mellom 10 og ca. 20 PSU) og øker raskere med dypet enn i Songevann (**Figur 3, Figur 5**). Saliniteten i fjordsystemet er både avhengig av ferskvannstilførsel og påvirkning fra Skagerrak og kyststrømmen utenfor. Målingene tyder på store variasjoner i saliniteten over kort tid.

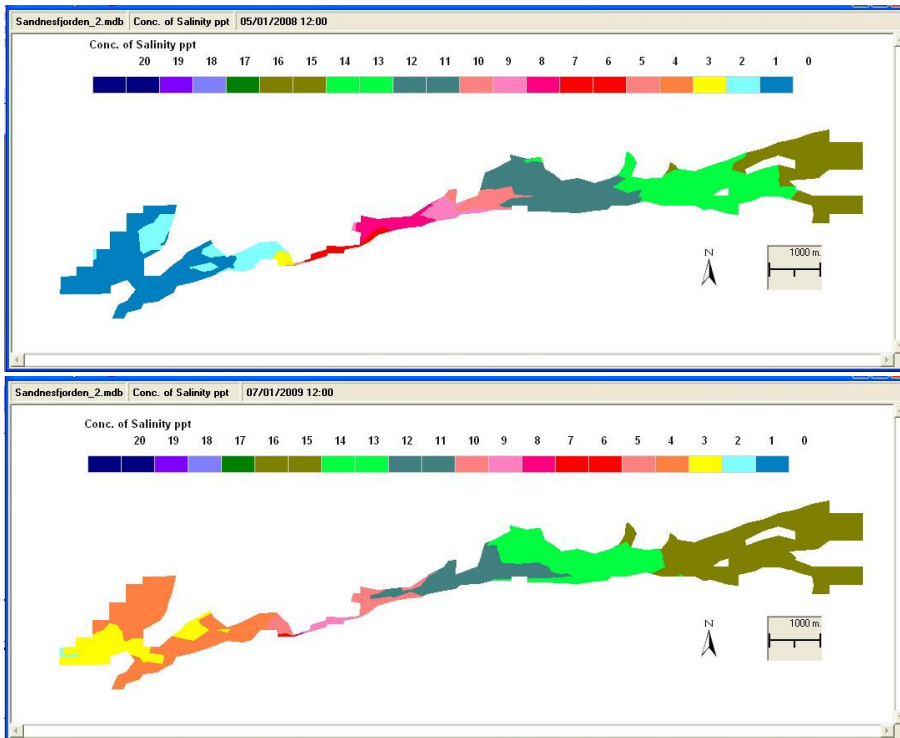
Figur 6 viser hvordan temperatur og salinitet varierer i kystvannet ved Lista. Saliniteten varierer mellom ca. 27 og 33 PSU. Kystvannet ved Risør består av de samme vannmassene og vil stort sett ha de samme variasjoner og nivåer som ved Lista.

Tabell 1. Noen nøkkelopplysninger om topografien i Songevann, Nævestadfjorden og Sandnesfjorden. Fra Tjomsland og Kroglund 2010.

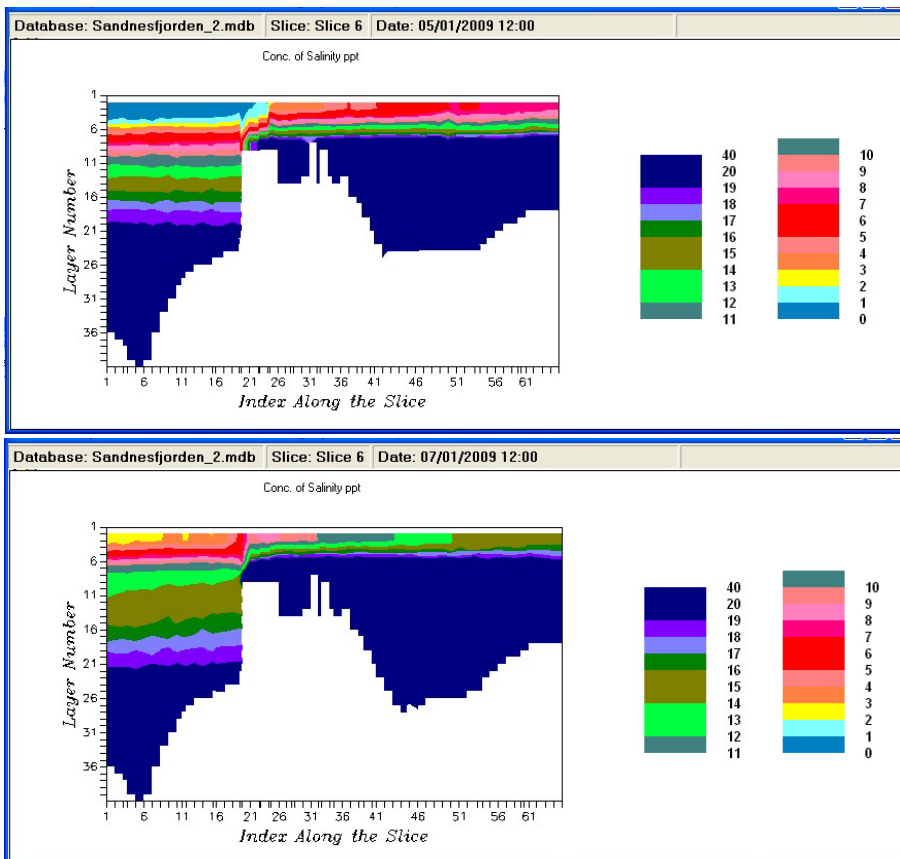
		Songevann	Nævestad- fjorden	Sandnesfjorden
Overflateareal	(km ²)	1.25	1.2	4.3
Maksimalt dyp	(m)	66	38	65 – 70
Volum 0 til 5 m dyp	(mill.m3)	6	5	
Volum 0 til 10 m dyp		11	10	
Totalt volum		42	19	



Figur 3. Salinitetsdata fra april og august 2007. Isopleter fra 0-14 meters dyp fra Storelvas utløp innerst i Songevann (venstre side av figuren) til ytterst i Sandnesfjorden (høyre side av figuren). Terskelområdet er Lagstrømmen. Salinitetsnivåer er antydnet med farger, hvor økende grønt til økende blått angir saliniteter fra 2 til 30. Målepunkter er markert med + i figuren. Det er interpolert mellom målepunktene ved triangulering. Fra Tjomsland og Kroglund 2010

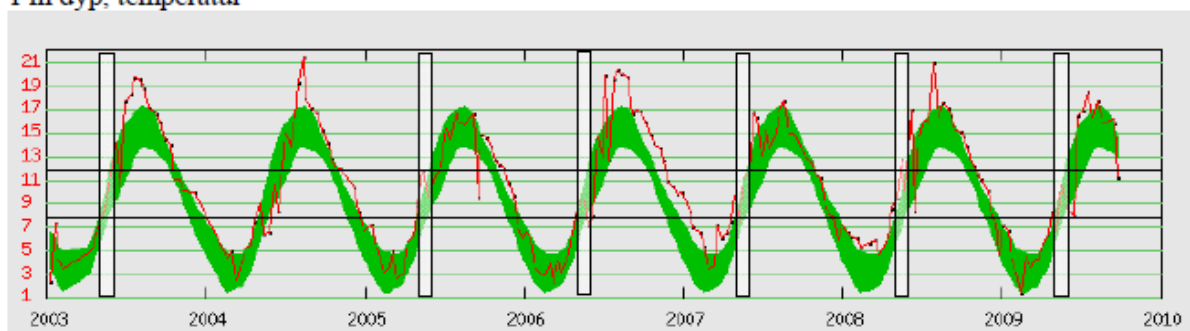


Figur 4. Modellert salinitet i overflaten etter en periode med hhv store ferskvannstilførsler (øverst) og små ferskvannstilførsler (nederst). Fra Tjomsland og Kroglund 2010.

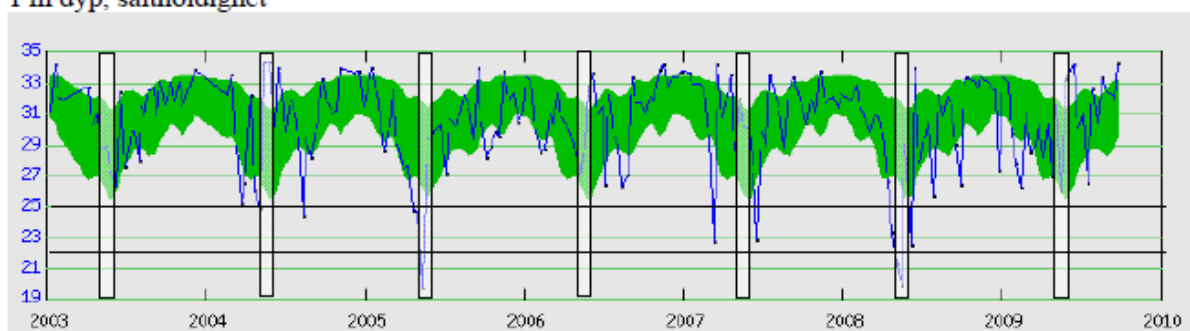


Figur 5. Dybdeprofil av modellert salinitet etter en periode med hhv store ferskvannstilførsler (øverst) og små ferskvannstilførsler (nederst). Fra Tjomsland og Kroglund 2010.

1 m dyp, temperatur



1 m dyp, saltholdighet



Figur 6. Målinger av temperatur og salinitet på 1 m dyp ved Lista fra 2003. Data fra: <http://data.nodc.no/stasjoner/index.php>. De vertikale søylene representerer perioden mai – juni. Figuren er hentet fra Kroglund mfl. 2011.

2. Vannplanter

2.1 Innledning

2.1.1 Vannvegetasjon – definisjon

Makrovegetasjon er høyere planter som har sitt normale habitat i vann. De deles ofte inn i helofytter (”siv-vegetasjon”) og «ekte» vannplanter. Helofyttene er semi-akvatiske planter med hoveddelen av fotosyntetiserende organer over vannflaten det meste av tiden og et velutviklet rotsystem. Vannplantene er planter som vokser helt neddykket eller har blader flytende på vannoverflaten. Disse kan deles inn i 4 livsformgrupper: isoetider (kortsukksplanter), elodeider (langskuddsplanter), nymphaeider (flytebladsplanter) og lemnider (frittflytende planter). I tillegg inkluderes de største algene, kransalgene.

Der er bare vannplantene det er fokus på her.

2.1.2 Antall arter i vannvegetasjonen

Totalt i Norge er det registrert 124 vannplanter (karplanter og kransalger, helofytter ikke inkludert). Av disse er 99 karplanter (inkludert de viktigste hybridene) og 25 kransalger (jfr. Mjelde 2013, Langangen 2007).

I brakkvann er det registrert 19 ulike karplanter og 13 kransalger, mens det i saltvann er registrert 5 karplanter (se Mjelde 2014a). Blant artene som har brakkvann som sitt viktigste habitat er det 13 rødlistede arter (Kålås m.fl. 2010); 7 karplanter (*Eleocharis parvula*, *Hippuris tetraphylla*, *H. x lanculeolata*, *Najas marina*, *Stuckenia pectinata*, *Zannichellia palustre* og *Zostera noltii*) og 6 kransalger (*Chara baltica*, *C. canescens*, *C. polyacantha*, *Lamprothamnium papulosum*, *Tolypella nidifica* og *T. normaniana*).

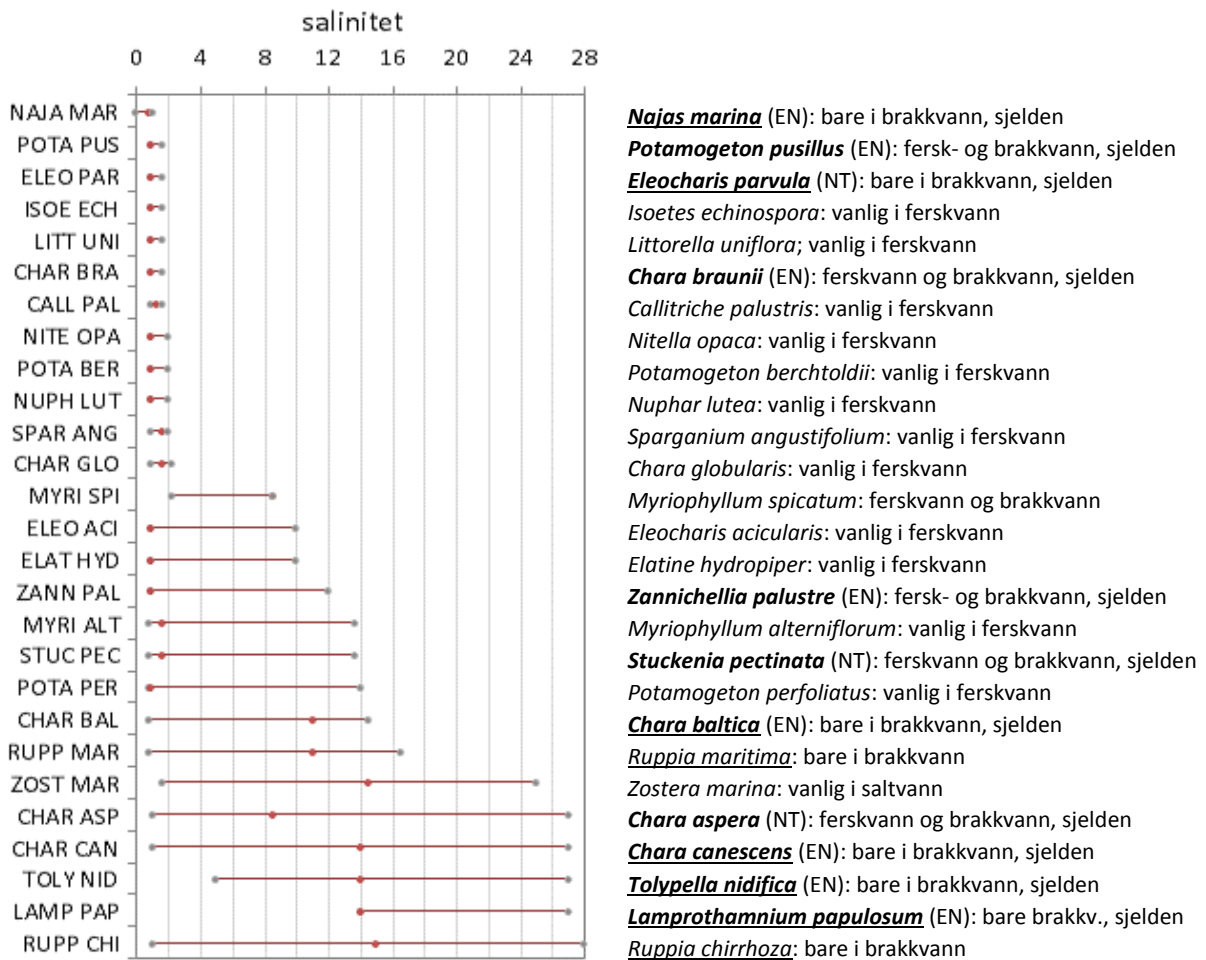
2.1.3 Variasjoner i artsmangfold i forhold til salinitet

Salinitet antas å være den viktigste faktoren for variasjon i artssammensetning i brakkvannsområder (se Mjelde 2014a, og referanser deri). Planter som blir utsatt for jevnt økende salinitet vil kunne overleve høyere salinitet enn om saliniteten øker raskt. Dette betyr sannsynligvis at arter som lever i et stabil brakt miljø (eks. Østersjøen) vil kunne tolerere høyere salinitet enn arter som lever i miljøer med svært varierende salinitet, som i flere norske lokaliteter med årstidsvariasjoner i ferskvannstilførsler og tidevannsvariasjoner gjennom døgnet.

Floraen i brakkvannlokaliteter er generelt dårlig undersøkt i Norge, men generell kunnskap om hvilke arter som kan påtreffes i sterkt brakkvann i forhold til svakt brakkvann finnes. Biologiske registreringer med samtidige salinitetsmålinger eller andre vannkjemiske data er sjeldne.

Basert på de norske dataene, kombinert med tilgjengelig nasjonal og internasjonal litteratur, laget Mjelde (2014a) en foreløpig oversikt over artenes preferanser i forhold til salinitet (**Figur 7**). Figuren viser at flere vanlige ferskvannplanter kan tåle svakt brakt vann, salinitet opp til 2-2,2 PSU. Ved økende salinitet forsvinner mange arter, men også ved saliniteter fra ca. 2,5 og opp til 14 PSU finner vi arter som både er svært vanlige i ferskvann (eks. *Myriophyllum alterniflorum*, *Potamogeton perfoliatus*), eller som er sjeldne i ferskvann og har sin største forekomst i brakkvann (eks. *Stuckenia pectinata*, *Zannichellia palustre*). I sterkt brakkvann, dvs. salinitet >14 PSU, forekommer arter som også finnes i saltvann (eks. *Ruppia spp.*, *Zostera marina*, *Tolypella nidifica*, *Lamprothamnium papulosum*). *Chara aspera* er den eneste av disse artene som er like vanlig i ferskvann. For enkelte sjeldne obligate brakkvannarter (dvs. arter som bare finnes i brakkvann),

først og fremst *Tolypella normanniana* og *Zostera noltii*, er datamaterialet for salinitet svært mangelfullt. Disse er derfor ikke inkludert i figuren nedenfor.



Figur 7. Forekomst av enkeltarter i forhold til salinitet, gitt som median, min- og maks-verdier (fra Mjelde 2014a). Bare arter med data fra 3 eller flere lokaliteter er inkludert. Til høyre: generelt om artens forekomst, basert på NIVAs totale datamateriale, floraer og annen litteratur. **Uthevet:** sjelden, **understreket:** kjent bare fra brakkvann (evt. også saltvann). Rødlistestatus i parentes: NT=nær truet, EN=sterkt truet.

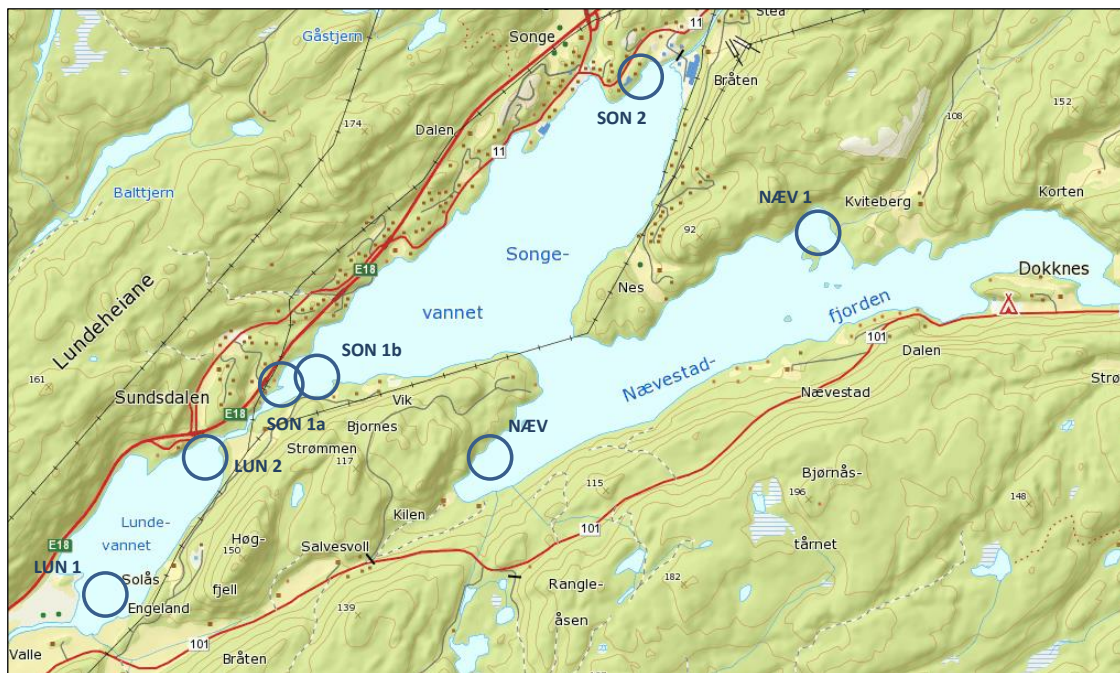
2.2 Undersøkte lokaliteter

Totalt 5 lokaliteter i Songevann og Nævestadfjorden ble besøkt (**Tabell 2** og **Figur 8**). I tillegg ble det foretatt registreringer i Lundevann, nederst i Storelva-vassdraget, og i poller ved Laget og i Avreidkilen.

Tabell 2. Lokaliteter for undersøkelse av vannvegetasjonen (karplanter og kransalger) 2014.

Lok.nr	Lokalitet
LUN 1	Lundevann, sør
LUN 2	Lundevann, nord
SON 1a	Songevann, ved innløp i sørvest
SON 1b	Songevann, bukt i sørvest
SON 2	Songevann, nordøst
NÆV 1	Nævestadfjorden, nordøst
NÆV 2	Nævestadfjorden, sørvest
LAG 1	Heimkil, vestre poll ved Laget
LAG 2	Kilen, østre poll ved Laget
AVE	Ytre Avreidkilen

Lokalitetene representerer store variasjoner i salinitet. Lundevann er stabilt ferskvann (dvs. salinitet $<0,5$), mens Songevann og Nævestadfjorden er brakkvann, men med store variasjoner i salinitet (1-16). I pollene ved Laget og i Avreidkilen er saliniteten sannsynligvis mer eller mindre stabil på >18 .





Figur 8. Lokalteter for undersøkelse av vannvegetasjonen (karplanter og kransalger) 2014. Kartgrunnlag: Norgeskart.no

2.3 Feltmetodikk

Kartleggingen av vannvegetasjon ble foretatt i 12-13. august 2014. Sammensetning og utbredelse av vannvegetasjonen ble undersøkt i henhold til standard metode for registrering av artsdiversitet i innsjøer. Ulike lokaliteter (ulike erosjonsforhold, utløp, innløp, grunne eller dype områder osv.) ble undersøkt ved bruk av båt, vannkikkert og kasterive/rive (jfr. Mjelde m.fl. 2013). Kvantifisering av vannvegetasjonen er gjort etter en semi-kvantitativ skala, hvor 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerende.

Alle dybdeangivelser er gitt i forhold til vannstand ved registreringstidspunktet. Navnsettingen for karplantene følger Lid og Lid (2005), mens kransalgene er navngitt etter Langangen (2007).

2.4 Resultater

2.4.1 Vannvegetasjon 2014

Vannvegetasjonen i Lundevann var typisk for kalkfattige, næringsfattige vannforekomster. Mengde og artsdiversitet var som forventet, med forekomst av både kortskuddsarter (isoetider), som *Isoetes lacustris* og *Lobelia dortmanna*, langskuddsartene *Juncus bulbosus* og *Myriophyllum alterniflorum*, samt flytebladsplanter (Tabell 3).

I Songevann og Nævestadfjorden hadde vannvegetasjonen en svært sparsom utbredelse og artsantallet var svært lavt. Langskuddsarten *Myriophyllum alterniflorum* var den vanligste arten, og fantes på 4 av 5 undersøkte lokaliteter, men ble ikke funnet i bestander. For øvrig ble kortskuddsartene *Eleocharis acicularis* og *Elatine hexandra* registrert på helt grunt vann nordøst i Nævestadfjorden.

Vannvegetasjonen i pollene ved Laget og i Avreidkilen hadde store bestander av *Ruppia cirrhosa*, *R. maritima* og *Zostera marina*, alle typiske arter for områder med stabil salinitet over 18-20.

Tabell 3. Registrerte vannplanter i Lundevann, Songevann, Nævestadfjorden, poller ved Laget, og i Avreidkilen 12-13. august 2014. Forekomst: 1=sjelden, 2=spredd, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerende. x=registrert. Lokalitetsnavn: se **Tabell 2**.

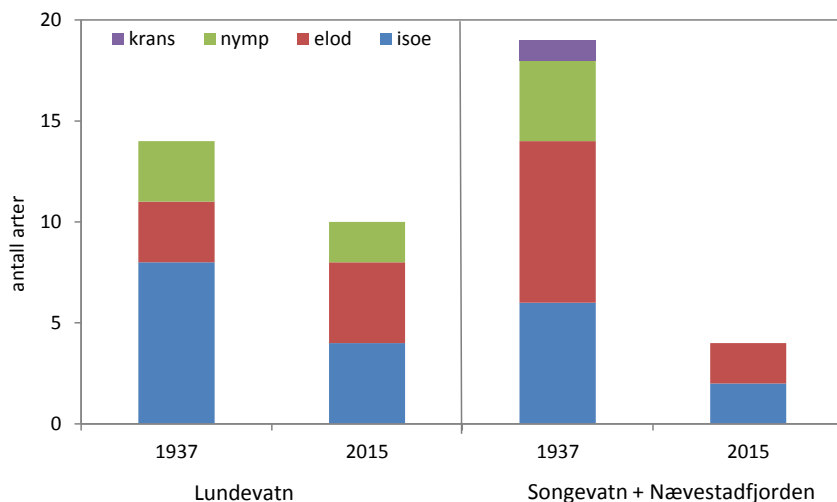
Latinske navn	norske navn	LUN 1	LUN 2	SON 1a	SON 1b	SON 2	NÆV 1	NÆV 2	LAG 1	LAG 2	AVE
ISOETIDER											
<i>Eleocharis acicularis</i>	Nålesivaks	x					3				
<i>Elatine hexandra</i>	Skaftvejblom						2				
<i>Isoetes lacustris</i>	Stivt brasmegras		x								
<i>Lobelia dortmanna</i>	Botngras		x								
<i>Subularia aquatica</i>	Sylblad		x								
ELODEIDER											
<i>Callitriche palustris</i>	Småvasshår	x									
<i>Hippuris vulgaris</i>	Hesterumpe	x									
<i>Juncus bulbosus</i>	Krypsiv	x									
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	Tusenblad	x		3	3	2	3				
<i>Ruppia cirrhosa</i>	Skruhavgras								5		4
<i>Ruppia maritima</i>	Småhavgras						1		4	3	3
<i>Zostera marina</i>	Ålegras								4	5	4
NYMPHAEIDER											
<i>Nuphar lutea</i>	Gul nøkkerose	x									
<i>Nymphaea alba</i>	Hvit nøkkerose		x								
Antall arter		6	4	1	1	1	4	0	3	2	3

2.4.2 Vegetasjonsendringer fra 1937-2015

Braarud og Aalen (1938) undersøkte vannvegetasjonen i Lundevann 4. august 1937, mens Songevann og Nævestadfjorden ble besøkt flere ganger i perioden 25. juli – 4. august 1937. Vannvegetasjonen i Nævestadfjorden ble i 1937 beskrevet som ganske velutviklet, og i Nævestadfjorden ved overgangen mot Lagstrømmen fantes et belte med *Nymphaea alba*, *Myriophyllum alterniflorum* og *Isoetes echinospora* i tilknytning til helofyttvegetasjonen. Utenfor dette fantes en rik elodeidevegetasjon med *M. alterniflorum* og *Potamogeton perfoliatus*, den siste ned til 2 m dyp. Lenger vest i fjorden ble isoetiden *Littorella uniflora* registrert i store mengder. Også rik isoetidevegetasjonen av *Eleocharis acicularis*, *Elatine hexandra*, *I. echinospora*, *Lobelia dortmanna* og *Ranunculus reptans*, samt *Juncus bulbosus* og kransalgen *Nitella* sp. er registrert i området. Hvordan artene er fordelt mellom ulike lokaliteter i Sognevatn og Nævestadfjorden framgår ikke av beskrivelsen. Kortsquddsarten *Isoetes lacustris* er en av de vanligste artene i Norge og danner ofte vegetasjonens nedre grense i oligotrofe innsjøer. Den tåler erosjon dårlig og forekommer derfor sjelden i strandsona, og den forekommer ikke i brakkvann. Braarud og Aalen (1938) ettersøkte arten flere ganger i Songevann og Nævestadfjorden, men fant den ikke. Dette tyder på at de de noe dypere områdene hadde for høy salinitet også den gang.

Flere av artene som ble registrert av Braarud og Aalen (1938) f.eks. *Lobelia dortmanna*, *Littorella uniflora*, *Isoetes echinospora* og *Juncus bulbosus*, er typiske ferskvannsararter. Noen forekommer ikke i brakkvann, mens andre bare er registrert ved stabil salinitet, mindre enn ca. 2.

I 1937 ble det i Lundevann og Songevann-Nævestadfjorden registrert henholdsvis 14 og 18 arter. I 2014 ble det registrert 10 arter i Lundevann, mens bare 4 arter ble registrerte i Songevann-Nævestadfjorden (**Figur 9**).



Figur 9. Endringer i artsantall av vannvegetasjon fra 1937 til 2015.

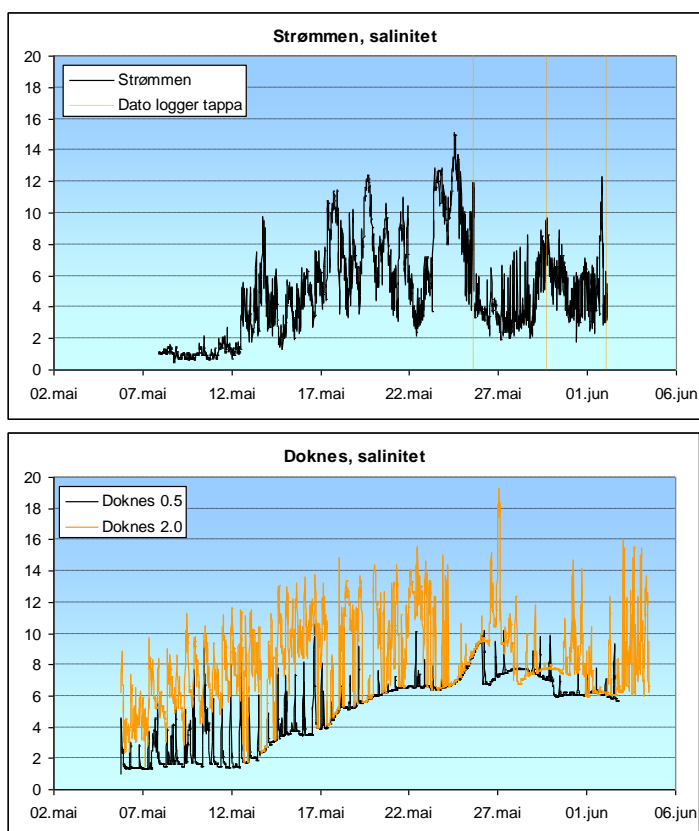
2.5 Diskusjon

Vannvegetasjonen i Songevann og Nævestadfjorden har en svært sparsom utbredelse og svært lavt artsantall. Artsantallet er også lavere enn det som er registrert i andre brakkvannsområder. Det er også påfallende at artsantallet er så kraftig redusert i forhold til i 1937. Vi antar at salinitetsvariasjonene i området er hovedårsaken til den sparsomme vegetasjonen.

I perioden 2009-2012 ble det foretatt salinitetsmålinger på flere lokaliteter i vassdraget (se Kroglund m.fl. 2012, Tjomsland og Kroglund 2010). Målingene er som regel foretatt over en periode på ca. 1 måned på vår-forsommer.

Midlere salinitet i overflatelaget (0,5 m) på flere stasjoner både i Songevann og Nævestadfjorden er enkelte år svært lav, mindre enn 2. Saliniteten øker noe ned til 2 m dyp, men midlere salinitet er fortsatt lav. Dersom dette hadde vært stabile forhold burde det vært grunnlag for vekst av flere arter, både karplanter og kransalger, se f.eks. Mjelde (2014a, 2014b).

I Songevann og Nævestadfjorden kan imidlertid saliniteten både på grunt vann, 0,5 m og på 2 m dyp, variere fra nesten ferskt (mindre enn 2) til mer enn 10 i løpet av samme dag eller over noen få dager (se **Figur 10**). Slike daglige eller ukentlige variasjoner i saliniteten ser ut til å ha negativ betydning på vannplantevekst. Også Atrill (2002) slo fast at variasjoner i saliniteten var viktigere enn absolutt salinitet. Ved hvilken salinitet reduksjon eller ødeleggelse oppstår, varierer sannsynligvis fra art til art.



Figur 10. Variasjoner i salinitet ved Songeelvas utløp (Strømmen) (øverste figur) og i Nævestadfjorden (Doknes) (nederste figur). Målingene viser salinitet i overflatelaget (0,5m dyp) og 2 meters dyp i 2011. Kroglund mfl. 2012.

Tidligere studier viser en forholdsvis hurtig rekolonisering etter reduksjon eller død pga. salinitetspulser. Men i områder med tidevann vil det være stadige endringer i salinitet som sannsynligvis hindrer rekolonisering og gjenoppbygging.

Regulering av ione-transporten over cellemembranen er en viktig faktor for plantenes salt-toleranse. Muligens har arter som er vanlige i kalkrike lokaliteter en større toleranse overfor økt salinitet enn arter knyttet til kalkfattige områder, tilsvarende som antydnet for dyreplankton-arter (se James et al. 2003). I så fall vil kanskje artsantall og dekning være høyere i brakkvann som er påvirket av kalkrikt ferskvann enn Songevann og Nævestadfjorden som er preget av de kalkfattige vannmassene fra Lundevann og Storelva. Muligens har langtransportert forurensning hatt innvirkning også på artsdiversiteten i brakkvannsområdet. Vi har ingen salinitetsmålinger fra 1930-tallet, men Braarud og Aalen (1938) skriver: «I dypet har derfor disse to vannene saltvann, mens det ligger et ferskt eller svakt brakt lag ovenpå (Werenskiold 1921)». Ut fra dette og registreringene i vannvegetasjonen er det tydelig at overflatelaget i Songevann og Nævestadfjorden hadde et klart mer ferskvannspreg i 1937 enn i dag. Den forholdsvis store forekomsten av vannvegetasjon typer på at saliniteten i overflatelaget også var mer stabil tidligere. Det er uklart hva dette skyldes.

Økt innhold av organisk materiale i ferskvannsavrenningen påvirker vannplantene direkte gjennom reduserte lysforhold og endringer i sedimentet. Innenfor dette prosjektet har det ikke vært mulig å vurdere hvordan og i hvor stor grad økt tilførsel av organisk materiale har påvirket vannvegetasjonen.

3. Makroalger

3.1 Innledning

3.1.1 Makroalger – definisjon

Alger lever i både ferskvann, brakkvann og saltvann og finnes både som encellede organismer og store flercellede organismer.

Makroalger er de store fastsittende algene, som gjerne vokser på fjell og stein i littoral- og sublittoralsonen i fjord- og kystvann. Noen arter er mindre enn 1 cm, mens de største makroalgene blir flere meter lange. Makroalger er viktige primærprodusenter i økosystemet og er avhengige av sollys for fotosyntese. De ulike artene har ulike krav til lysmengde og de vokser ikke dypere enn at de fortsatt kan drive fotosyntese i tilstrekkelig grad. Langs norskekysten kan makroalger vokse ned mot 40 meters dyp. Det er rødalgene som vokser dypest.

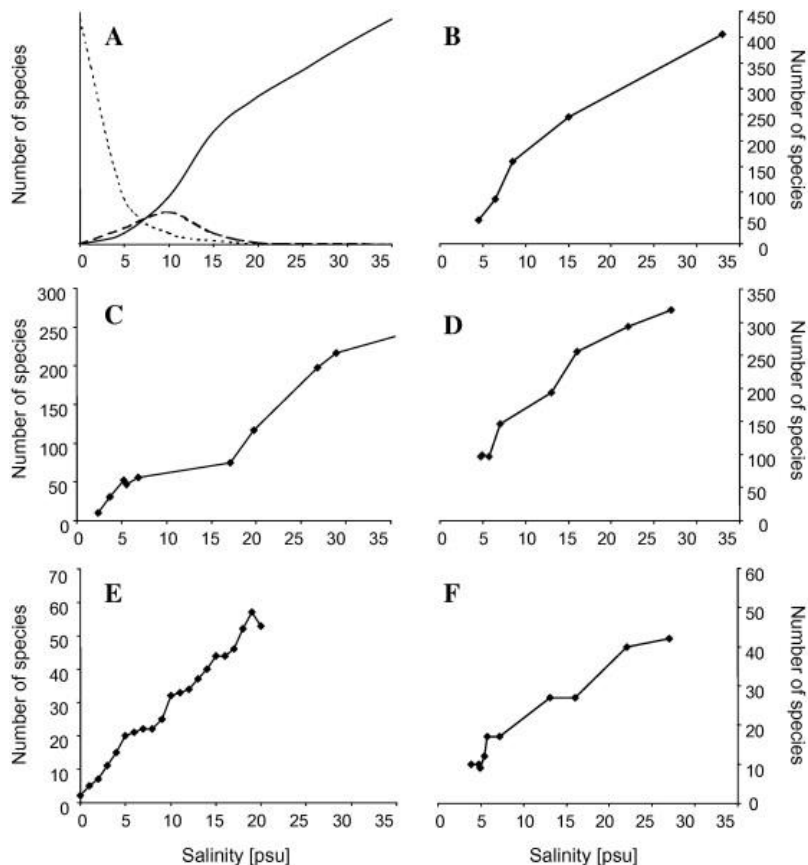
3.1.2 Diversitet og salinitet

I en oversikt over registrerte marine, fastsittende arter i Norge er det listet opp 397 ulike algearter (79 grønnalger, 136 brunalger, 155 rødalger og 27 innen andre algegrupper) (Brattegard og Holte 1997). Noen av disse er mikroskopiske og noen vokser ikke inn i Skagerrak, enten på grunn av for liten tidevannsforskjell, for høy sommertemperatur eller for lav vintertemperatur (Rueness mfl. 1990). For Aust-Agder er det listet opp 30 grønnalgearter, 66 brunalger, 87 rødalger og 14 fra andre algegrupper, totalt 197 arter. Artsmangfoldet på marin hardbunn er generelt høyt.

Mens noen arter er strengt marine er det flere arter som tåler både lave saliniteter og sterkt varierende saliniteter. Generelt vil det være en avtagende diversitet med redusert salinitet. **Figur 11** viser artsantall i relasjon til salinitet fra ulike undersøkelser i Kattegat og Østersjøen. Langs salinitetsgradienten fra Kattegat (27 PSU) til indre deler av Østersjøen (4 PSU) ble antall makroalger gradvis redusert fra 42 arter til mindre enn 10 arter (Shubert mfl. 2011). Artene som vokser langs en salinitetsgradient i Østersjøen er vist i **Figur 12**.

Det foreligger ingen tilsvarende undersøkelser av makroalger eller høyere planter langs salinitetsgrensene i Sandnesfjordsystemet eller andre nærliggende områder.

Ålegrasenger i Sandnesfjorden er registrert gjennom det nasjonale kartleggingsprosjektet og er tilgjengelig i Naturbasen, mens det stort sett mangler data på andre vegetasjonstyper. Det er gjort enkelte registreringer av fjærevegetasjonen i ytre del av Sandnesfjorden (Kroglund mfl. 1998) mens det ikke foreligger publiserte registreringer av makroalger fra Nævestadfjorden eller Songevann.



Figur 11. Sammenligning av artsantall langs salinitetsgradienter. (A) Macrozoobenthos i Østersjøen. Heltrukken linje = marine arter; stiplet linje = brakkvannsararter; prikkete linje = ferskvannsararter. (B) Makroalger langs salinitetsgradienten fra Nordsjøen til Østersjøen. C og D) Makroalger i Østersjøen. (E) Makroalger i Dyrafiord, Island. (F) Makroalger i Østersjøen (Se Shubert mfl. 2011 for referanser til de enkelte undersøkelsene).

	Station Varnkevit	Tværminne	Pokala	Nothamn	Svartklubben	Hanski
Salinity	7,2	5,7	5,4	4,9	4,8	3,9
Species						
<i>Cladophora glomerata</i>						
<i>Cladophora rupestris</i>						
<i>Enteromorpha sp.</i>						
<i>Enteromorpha intestinalis</i>						
<i>Spongomorpha lanulosum</i>						
<i>Chorda filum</i>						
<i>Ectocarpus siliculosus</i>						
<i>Elachista fucicola</i>						
<i>Fucus serratus</i>						
<i>Fucus vesiculosus</i>						
<i>Pilayella littoralis</i>						
<i>Sphacelaria arctica</i>						
<i>Ceramium tenuicorne</i>						
<i>Ceramium sp. (corticate)</i>						
<i>Furcellaria lumbricalis</i>						
<i>Hildenbrandia rubra</i>						
<i>Phyllophora pseudoceranoides</i>						
<i>Phyllophora truncata</i>						
<i>Polysiphonia fibrillosa</i>						
<i>Polysiphonia fucoides</i>						
<i>Polysiphonia stricta</i>						
<i>Rhodomela confervoides</i>						

Figur 12. Arter fra Østersjøen med salinitetsgrense ved 3.9-7.2 PSU. Fra Shubert mfl. 2011.

3.2 Feltmetodikk

3.2.1 Kartlegging av hovedtyper av marin vegetasjon

Indre og ytre voksegrenser for utvalgte arter/grupper av makroalger ble registrert i Sandnesfjorden, Songevann og Nævestadfjorden. Det ble lagt hovedvekt på å finne indre voksegrense for de ulike tangartene ettersom de er strukturerende arter i fjæra og i seg selv er voksested for mange mindre arter.

Kartlegging av indre voksegrense ble gjennomført ved bruk av lettått, vannkikkert, undervannskamera og GPS. Undersøkelsen ble utført av Lise Tveiten og Tone Kroglund den 12 og 13. august 2014.

3.2.2 Registrering av artssammensetning hos makroalger

Registrering av artssammensetning i makroalgevegetasjonen ble gjennomført på 5 stasjoner i Sandnesfjorden og Nævestadfjorden. Metoden omfatter semikvantitativ registrering av arter i strandsonen, dvs registrering av alle makroskopiske, fastsittende alger og dyr, fra ca. 0-2 m dyp, ved snorkling. jfr. ISO_FDIS 19493. Mengden av hver art vurderes etter en 6-delt skala.

Feltarbeidet ble gjennomført 12. august 2014 av Janne Gitmark og Maia Røst Kile.

3.3 Resultater

3.3.1 Hovedtyper av marin vegetasjon i 2014

I Songevann og Nævestadfjorden var vegetasjonen svært artsfattig mhp makroalger og typiske fjæredyr. Det vokste små trådformete grønnalger (*Rhizoclonium*) og blågrønnalger som, sammen med organisk materiale, dannet små brune tuster på fjell. Det var generelt sparsomt med vegetasjon i disse områdene, med mye bart fjell. Det vokste ikke tang eller andre større arter på noen av stasjonene. Det ble registrert små rur fra ca. 0,5 m dyp. Alle individene var svært små og mange var døde.

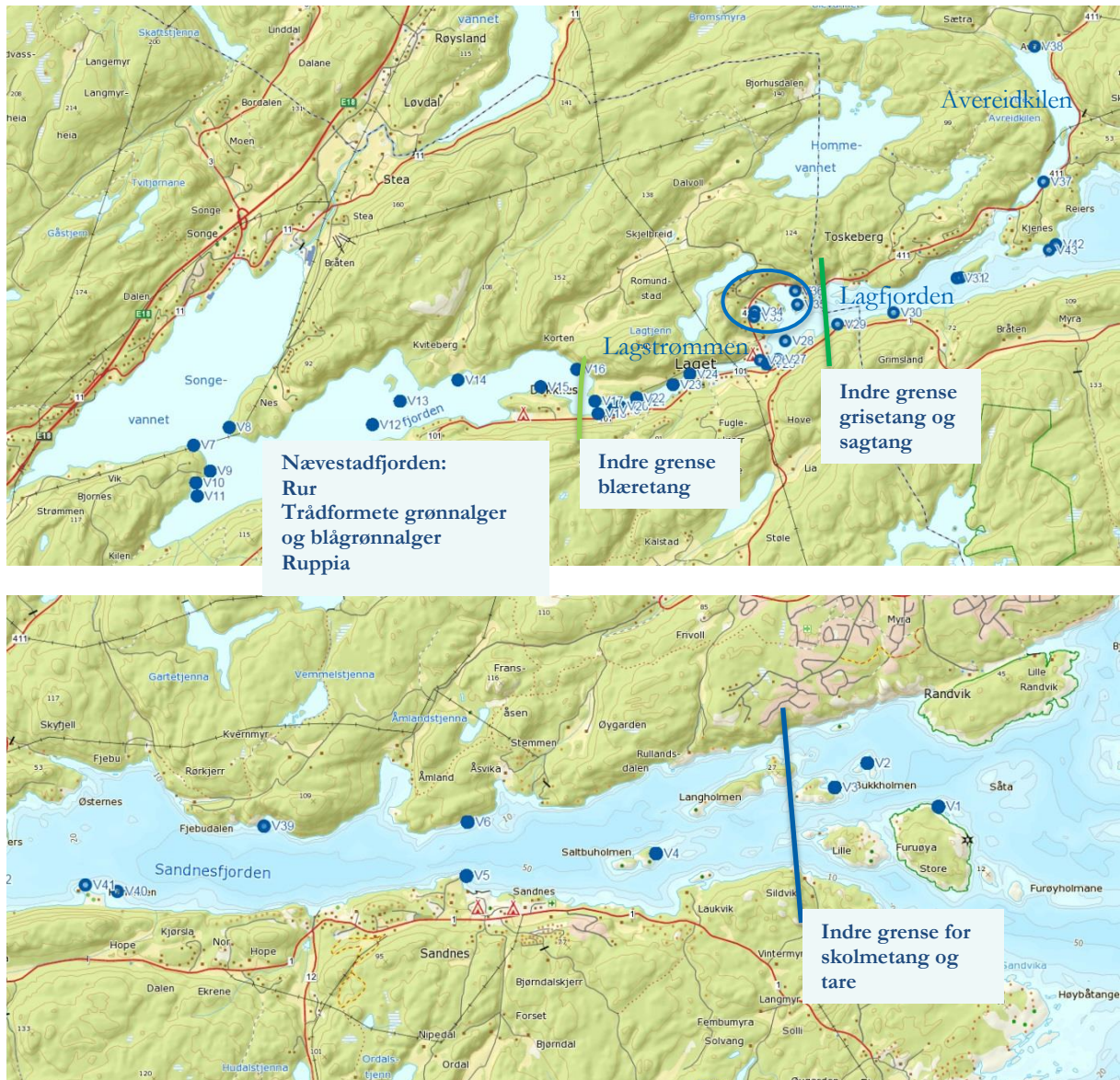
Langs Lagstrømmen vokste flere småvokste trådalger og tang ble registrert ved ca. 1,5- 2 meters dyp. Dette er dypere enn man vanligvis finner tangen, og er trolig en tilpasning for å unngå det ferske overflatevannet med sterkt varierende salinitet. Mens tang vanligvis er begrenset til fjæra (tidevannssonen), vil den i en del indre fjorder med mye ferskvann i overflaten, vokse «neddykket» på større dyp hvor det er høyere og mer stabil salinitet.

Indre grense for blæretang var indre del (vestre del) av Lagstrømmen. I den østre delen av Lagstrømmen, mot Lagfjorden, vokste blæretang i tette forekomster like under fjæresonen og var kun i mindre grad neddykket.

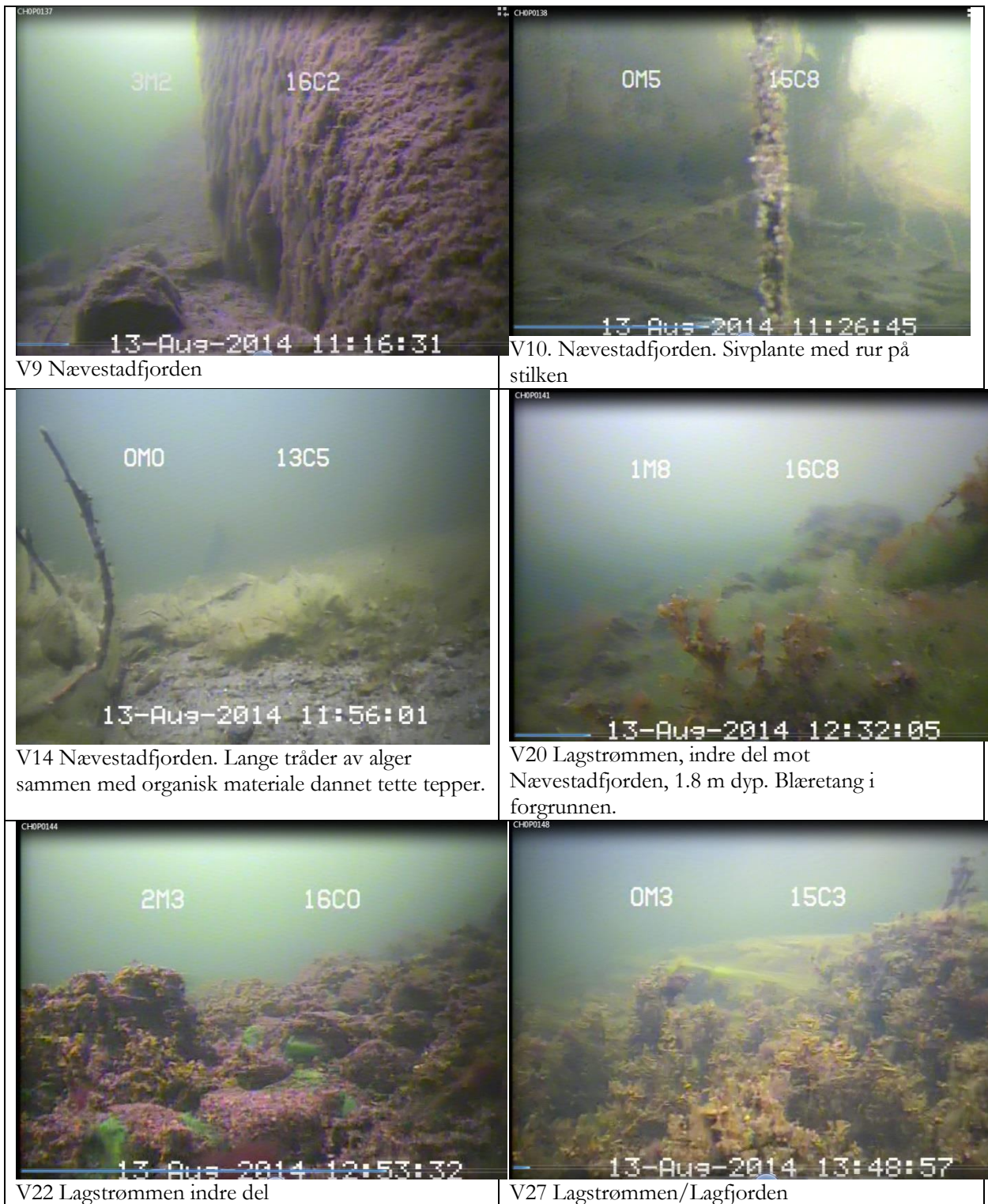
Det ble registrert mye ålegras i to poller innerst i Lagfjorden. Pollene hadde mudderbunn med ålegras i sentrale deler og med *Ruppia* (havgras) i et smalt belte mellom ålegraset og land. Ålegraset vokste i tette fine forekomster.

Avreidkilen er en trang kil som går i nord-sør retning, med utløp til Lagfjorden. Ved den grunne terskelen i starten av kilen (ved brua) var det tette forekomster med blåskjell. Det var også store mengder tomme skall. Blæretang, ålegras og havgras vokste på innsiden av brua og et stykke innover, mens det stort sett vokste havgras og trådformete grønnalger helt innerst i Avreidkilen. Det ble gjort et enkeltfunn av pollris (*Gracilaria verrucosa*) innerst i Avreidkilen. Ellers var det lite vegetasjon og mye mudderbunn inne i kilen.

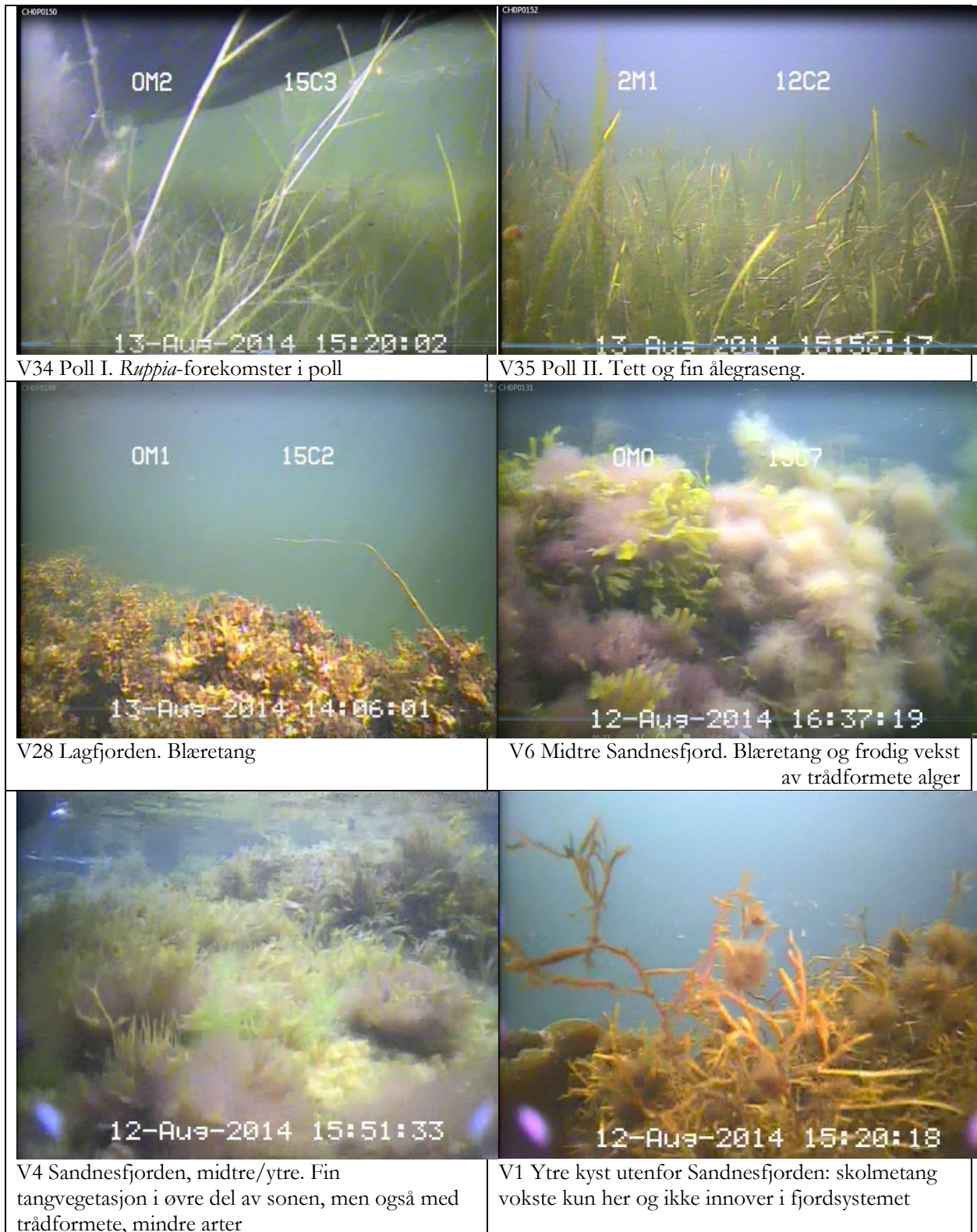
Indre grense for sagtang og grisatang var i overgangen Sandnesfjorden/ Lagfjorden (mellom stasjonene V28 og V29). Størstedelen av Sandnesfjorden hadde svært ensartet vegetasjon, men indre del skilte seg ut med få arter, og ytre del skilte seg ut med tilstedeværelse av skolmetang, stortare og sukkertare. Disse større tareartene vokste ikke innover i fjorden. Ålegras ble funnet i spredte populasjoner langs hele Sandnesfjorden.



Figur 13. Stasjoner for kartlegging av biotoper og utvalgte nøkkelarter. Pollene i Lagfjorden er markert med sirkel. Kartgrunnlag: Norgeskart.no



Figur 14. Bilder fra undervannsvideo fra ulike stasjoner i Songevann, Nævestadfjorden og Lagstrømmen.
Foto: Tone Kroglund/Lise Treiten



Figur 15. Bilder fra pollene i Lagfjorden og fra Sandnesfjorden. Foto: Tone Kroglund/Lise Tveiten

3.3.2 Artssammensetning i makroalgevegetasjonen 2014

Makroalger og marin fauna ble registrert ved snorkling på 6 stasjoner i fjordsystemet, fra Nævestadfjorden (stasjon S6) til Risørs ytre kyst (stasjon S1). Oversikt over stasjonene og deres koordinater er gitt i vedlegg B3.

Makroalgevegetasjonen i Nævestadfjorden (stasjon S6) var artsfattig og dominert av blågrønnalger. Det ble kun registrert én grønnalgeart og ingen brunalger eller rødalger (**Tabell 4**).

I Lagfjorden (stasjon S5), 3-4 km lenger øst, ble det registrert 12 makroalger, hvorav 5 rødalger, 3 brunalger og 4 grønnalger (**Tabell 4**). Både blæretang og grisetang vokste på stasjonen.

I ytre del av Sandnesfjorden (S2) ble det registrert 24 makroalger, med en klar overvekt av rødalger og brunalger. Det vokste tette forekomster av blæretang og sagtang samt et rikt utvalg av mindre arter.

Det var en tydelig økning i antall arter fra innerst ved Nævestadfjorden til ytre del av Sandnesfjorden som blant annet sammenfaller med økende salinitet og bølgeeksponering. I indre deler av fjordsystemet er salinitetsgradienten stor, mens det er liten variasjon i bølgeeksponeringen. Her er alle stasjoner beskyttet mot bølgeslag og artsantallet vil i hovedsak være styrt av saliniteten. I ytre deler av fjorden er salinitetsgradienten noe svakere, mens det er større forskjell i bølgeeksponering som går fra beskyttet i midtre del av Sandnesfjorden til sterkt eksponert i ytre del av fjorden. I de ytre deler av Sandnesfjorden har bølgeeksponering trolig størst innvirkning på algesamfunnet. Den ytterste stasjonen (stasjon S1) ligger utenfor fjordsystemet og er svært eksponert for bølger. Her ble det ikke registrert grønnalger, kun rød- og brunalger og artstallet var noe lavere enn i ytre del av Sandnesfjorden (**Tabell 5, Figur 17****Error! Reference source not found.**). Dette har trolig sin årsak i høy eksponeringsgrad.

Bilder fra de enkelte stasjonene er vist i **Figur 19 - Figur 24**. Alle data er vist i Vedleggstabell A3.



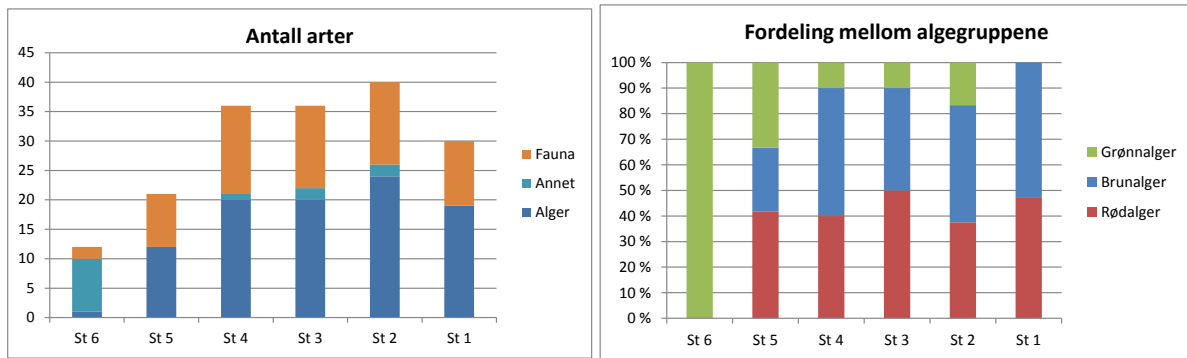
Figur 16. Stasjoner for semikvantitativ registrering av makroalgesamfunn. Kartgrunnlag: Norgeskart.no

Tabell 4. Registrerte makroalger i Nævestadfjorden og Sandnesfjorden 12. august 2014. Artenes forekomst (mengde) er gitt etter en 6-delt skala hvor 1= enkeltfunn og 6= dominerende forekomst.

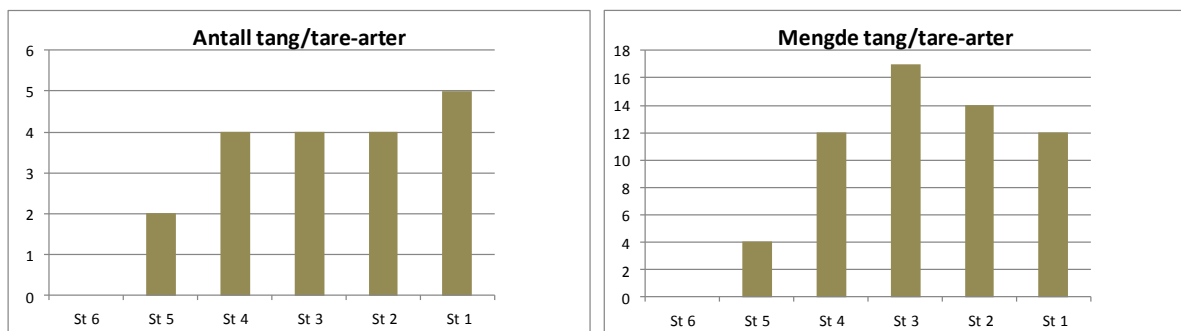
STASJON	St 6	St 5	St 4	St 3	St 2	St 1
	Nævestadfjor Skriker- odden	Lagfjorden Torskebergst	Sandnesfjord Kjenes	Sandnesfjord Kaller- berget	Sandnesfjord Langholmen	Risør kyst Stangholmen
Rødalger						
<i>Coralliniacea</i> indet.				2	3	4
<i>Corralina officinalis</i>					2	2
<i>Trailiella intricata</i>						6
<i>Polysiphonia fucoides</i>				2	2	3
<i>Chondrus crispus</i>			3	2	3	2
<i>Callithamnion corymbosum</i>		2	2	2	2	2
<i>Ahnfeltia plicata</i>			1	2	2	2
<i>Polysiphonia fibrillosa</i>		2				3
<i>Hildenbrandia rubra</i>		4	4	5	4	2
<i>Furcellaria lumbricalis</i>			4	2		
<i>Ceramium strictum</i>		2	2	3	3	
<i>Ceramium rubrum</i>			2	2	4	
<i>Audouinella</i> spp		2	1	1		
Brunalger						
<i>Halidrys siliquosa</i>						5
<i>Laminaria</i> sp kimplante						2
<i>Leathesia difformis</i>						2
<i>Sphacelaria</i> cf <i>cirrosa</i>						3
<i>Mesogloia vermiculata</i>					2	2
<i>Chordaria flagelliformis</i>					2	2
<i>Fucus serratus</i>				6	5	2
<i>Spermatochnus paradoxus</i>			3	5	2	2
<i>Chorda filum</i>			2	2	3	2
<i>Fucus vesiculosus</i>		2	6	6	4	1
<i>Ascophyllum nodosum</i>		2	3	3	2	
Brunt på fjell			2		3	
<i>Ectocarpales</i>			3	3	2	
<i>Elachista fucicola</i>			2		3	
<i>Sargassum muticum</i>			1			
<i>Stilophora tenella</i>			3	5		
<i>Sphacelaria cirrosa</i>			2	2	5	
<i>Ectocarpus fasciculatus</i>		4				
Grønnaalger						
<i>Cladophora albida</i>					2	
<i>Rhizoclonium riparium</i>		5			3	
<i>Ulva intestinalis</i>			2	2	2	
<i>Ulva</i> cf <i>prolifera</i>		2	3	2	2	
<i>Ulva compressa</i>		5				
<i>Cladophora sericea</i>		2				
<i>Cladophora</i> sp	2					
Andre algegrupper, planter, moser						
Blågrønnaalger (c <i>Phormidium</i>)			5	3	2	
<i>Rivularia</i> sp.				2	2	
Kiselalger	6					
<i>Ruppia</i>	2					
<i>Myrioahyllum</i>	2					
<i>Spirogyra</i> sp	2					
<i>Chara</i>	1					
Mose	1					
Ubest, hul grønnaalge	3					
<i>Oedogonium</i> c, 21,4µm	1					
<i>Oedogonium</i> b, 15µm	1					

Tabell 5. Antall registrerte arter på stasjonene i Sandnesfjord-systemet 12. august 2014.

	Nævestad- fjorden St 6	Lagfjorden St 5	Sandnes- fjorden St 4	Sandnes- fjorden St 3	Sandnes- fjorden St 2	Risør kyst St 1
Rødalger	0	5	8	10	9	9
Brunalger	0	3	10	8	11	10
Grønnalger	1	4	2	2	4	0
Andre algegrupper/planter	9	0	1	2	2	0
Fauna	2	9	15	14	14	11
Arter totalt	12	21	36	36	40	30



Figur 17. Antall arter og fordeling mellom algegruppene i Nævestadfjorden og Sandnesfjorden.



Figur 18. Antall og mengde tang/tare fra indre del av fjorden (St. 6 Nævestadfjorden) til ytre del av fjorden (St. 2) og ytre kyst (St. 1).



Figur 19. Stasjon 6, Nævestadfjorden. Stort sett bart fjell med belegg av organisk materiale/små trådformete arter. Svært lite vegetasjon. *Foto: Janne Gitmark/Maia Røst Kile.*



Figur 20. Stasjon S5, Lagfjorden. Tangen var sterkt bevakst med trådformete alger. *Foto: Janne Giltmark/Maia Røst Kile.*



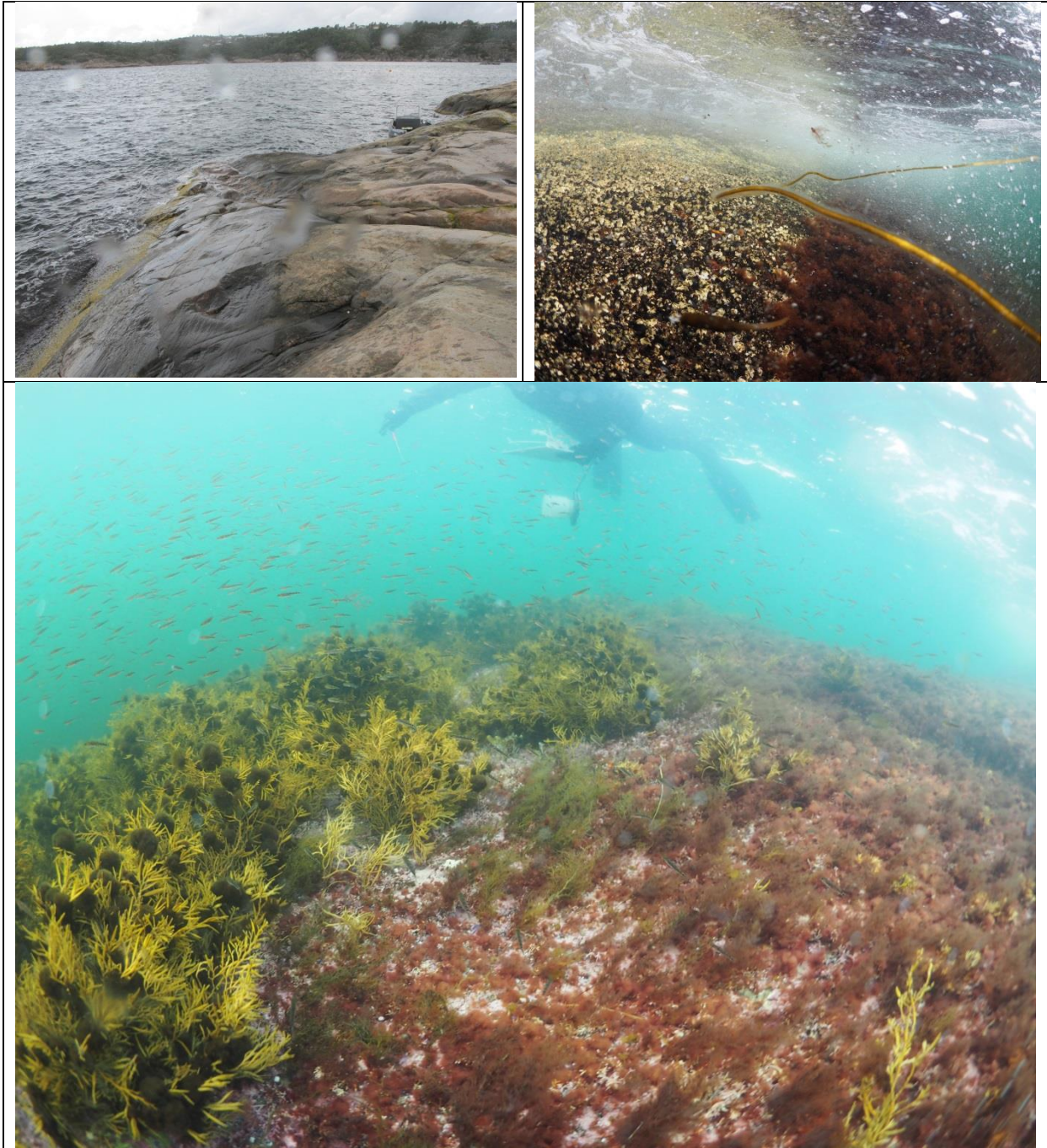
Figur 21. Stasjon 4, indre Sandnesfjord. Frisk og fin tang i overflaten, men mye begroing på deler av tangen. Foto: Janne Gitmark/Maia Røst Kile.



Figur 22. Stasjon 3, midtre Sandnesfjorden. Ålegras (bildet til venstre), tang og mye trådformete alger.
Foto: Janne Gitmark/Maia Røst Kile.



Figur 23. Stasjon 2, Ytre Sandnesfjorden. Frisk og fin tangvegetasjon. *Foto: Janne Gitmark/Maia Røst Kile.*



Figur 24. Stasjon 1, Ytre kyst, Risør. Bølgeeksponert stasjon dominert av skolmetang (*Halidrys siliquosa*) og små rødalger. Foto: Janne Gitmark/Maia Røst Kile.

3.4 Vurderinger

Makroalgevegetasjonen i Nævestadfjorden hadde lavt artstall og var preget av mye trådformete alger. Det var svært lite vegetasjon og for det meste bart fjell. De artene som var tilstede var overveiende blågrønnalger og diatomeer.

Indre grense for tangvegetasjon er i Lagstrømmen og her vokste blæretangen neddykket på 1,5-2 meters dyp. Vi antar at salinitetsvariasjonene i området er hovedårsaken til den sparsomme vegetasjonen og neddykkingen av blæretang. Hyppige variasjoner i saliniteten er stressfaktor for alger og begrenser hvilke alger som vokser i et område.

Artsantallet økte utover fjorden og i de ytre og midtre områdene av fjorden ble det registrert 36-40 arter i 0-2 meters dybde. Tang vokste i dominerende mengder, men hadde mye påvekst på enkelte stasjoner. Under tangbeltet var det svært store mengder trådformete alger.

Den ytterste delen av Sandnesfjorden og ytre kyst skiller seg fra de øvrige delene av fjordsystemet med utpreget marin vegetasjon og et stort innslag av tare og andre arter som liker høy bølgeeksponering.

I tillegg til en sterk salinitetsgradient i indre del av fjorden er det en tydelig gradient i bølgeeksponering i ytre del av fjorden. Over en kort avstand går det fra åpen eksponert kyst til smal fjord med lite bølgeslag. Dette har stor innvirkning på artsutvalget i ytre del av fjorden. Bølgeeksponeringen er lav i alle deler av midtre og indre fjordsystem.

4. Bløtbunnsfauna

Bløtbunnsfauna er dyr som lever på sedimentbunn. Mesteparten av dypområdene i en fjord omfatter bløtbunn, og på grunnere vann finnes bløtbunn i strandområder. Bløtbunnsfaunaen domineres av børstemark, muslinger, krepsdyr og pigghuder. Bløtbunnsområdene er generelt svært artsrike, men i brakkvann avtar artsrikdommen vesentlig.

Resultatene i den foreliggende undersøkelsen hadde til hensikt å gi en pekepinn på biodiversiteten og informasjon om faunasammensetning. Prøvene ble tatt med en håndholdt grabb med mindre areal enn den ordinære grabben, og det ble kun tatt en prøve pr. stasjon. Det er derfor ikke beregnet indekser, men kun presentert artslistene.

4.1 Metodikk

Feltarbeid

Bløtbunnsprøvetaking ble foretatt på 5 stasjoner i Sandnesfjorden, se **Tabell 6** og **Figur 25**. Innsamlingen ble foretatt vha. en liten håndholdt van Veen grabb. Kun en prøve ble tatt pr. stasjon, ettersom dette var en semikvantitativ undersøkelse. Grabbprøvene ble inspisert visuelt i felt for større dyr, og sedimentets sammensetning, farge og lukt registrert. Prøvene ble konserveret i formaldehyd for videre opparbeidelse av fauna på laboratoriet. Som bakgrunnsinformasjon til faunadata ble det også tatt prøver av overflatesedimentet for analyse av sedimentets kornstørrelse (% <63 µm) og innhold av totalt organisk karbon (TOC) og nitrogen (TN). Stasjonen i Nævestadfjorden viste seg å ha anoksiske forhold uten synlige tegn på liv. Her ble derfor kun prøven til analyse av sedimentparametre analysert.

Tabell 6. Dyp og posisjon til bløtbunnsstasjonene i Sandnesfjorden, august 2014.

Stasjon	Dyp (m)	Posisjon	Kommentar
B1	44	58°41.862 / 9°11.642	Lysbrunt topplag. Sandig. Liten sjømus.
B2	60	58°41.799 / 9°10.265	Første forsøk mislyktes, nytt forsøk på tilbakeveien som ble vellykket.
B3	67	58°41.565 / 9°07.783	Tredje forsøk ok. Mykt sediment.
B4	19	58°41.228 / 9°05.391	Lysere toppsediment.
B5	25	58°40.757 / 9°02.788	Anoksiske (sterk H ₂ S-lukt, svart sediment)

Laboratorieanalyser

På laboratoriet ble faunaprøvene sortert og identifisert. Dyrene ble bestemt til art, evt. familie eller en høyere organismegruppe. Ettersom undersøkelsen ikke var kvantitativ, ble det ikke beregnet indekser.

Bestemmelse av prosentandel < 63 µm er foretatt ved våtsikting. Analyser av TOC/TN er utført med en CHN-analysator etter at karbonater er fjernet i syredamp.

Innholdet av organisk karbon (TOC) i sedimentet er klassifisert ihht. SFT Veiledning 97:03, gjengitt i Veileder 02:2013. Denne klassifiseringen er basert på finkornet sediment (silt og leire). Den målte TOC-verdien standardiseres derfor for teoretisk 100 % finstoff etter formelen:

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

hvor F er andelen finstoff (<63 µm)

Forholdet mellom karbon og nitrogen (C/N-ratio) er beregnet for å få informasjon om kilden til det organiske materialet. Lave C/N-verdier (6-8) indikerer at det organiske materialet har marint opphav, mens verdier som overstiger 10-12 indikerer sedimentering av organisk materiale fra tilførsler fra land.



Figur 25. Kart over bløtbunnstasjonene. Kartgrunnlag: www.norgeskart.no

4.2 Resultater og vurderinger

Sedimentet kornstørrelse og innhold av organisk karbon og nitrogen, samt C/N-forhold og normalisert TOC er vist i **Tabell 7**. Stasjonene viste stor variasjon i de undersøkte parameterne. Andelen finstoff varierte fra 32 til 80 %, TOC fra 9,9 til 71,5 µg/mg og TN fra 1,2 til 7,1 µg/mg. Det svært høye innholdet av organisk karbon på stasjon B5 samsvarer med at sedimentet var anoksisk. Normalisert innhold av organisk karbon varierte også betydelig, fra 22,1-78,7. I hht. klassifiseringssystemet gir TOC-innholdet «god» (klasse II) tilstand på stasjon B1, «dårlig» (klasse IV) på stasjon B2 og «svært dårlig» (klasse V) på de tre innerste stasjonene. Her må det bemerkes at klassifiseringssystemet for organisk karbon generelt ikke anses å være godt egnet for indre fjordområder på Sørlandet, som ofte har et naturlig høyt innhold av organisk materiale. Nettopp dette tilfellet er et godt eksempel på det, ettersom det ikke er noen utslipp i fjorden som ligger til grunn for de høye verdiene.

C/N-forholdet varierte relativt lite, og var fra 8,3 til 10,1 (B5), med økende verdier innover i fjorden. Denne observasjonen indikerer altså økende grad av materiale med terrestrisk opphav langs gradienten fra fjordmunningen og innover, hvilket er som forventet.

Tabell 7. Kornstørrelse, innhold av organisk karbon (TOC) og nitrogen (TN), C/N-forhold til normalisert TOC til bløtbunnstasjonene i Sandnesfjorden, august 2014.

	Korn %<63 µm	TOC µg/mg	TN µg/mg	C/N	Norm. TOC
B1	80	31,5	3,7	8,5	35,1
B2	32	9,9	1,2	8,3	22,1
B3	68	42,2	4,5	9,4	48,0
B4	64	43,7	4,5	9,7	50,2
B5	60	71,5	7,1	10,1	78,7

Artslisten for bløtbunnsfaunaen er gitt i Vedlegg B. På stasjon B1, den ytterste stasjonen, ble det kun registrert 13 taxa fordelt på 38 individ. Her var sedimentet svært hardt, og vi fikk kun opp lite materiale vha. den håndholdte grabben. Nematoder viste høyest tetthet. Videre ble den lille muslingen *Kurtiella bidentata* og slangestjernen *Amphiura filiformis* observert. Disse to artene finnes ofte sammen. *A. filiformis* lever av organisk materiale som den enten henter på sedimentoverflaten eller filtrerer fra vannmassene.

34 arter fordelt på 112 individ ble registrert på stasjon B2. Den mest dominerende arten var børstemarken *Diplocirrus glaucus*. Denne arten lever av organisk materiale i sedimentet. I tillegg var det forekomst av andre børstemark, i hovedsak de som lever av organisk materiale nede i sedimentet eller på sedimentoverflaten. Videre ble det registrert en del muslinger og nematoder. Det ble ikke registrert arter som indikerer svært stor grad av forstyrrelse.

På stasjon B3 ble det registrert 29 arter fordelt på 244 individ. Her var det innslag av arter som typisk er tilstede når det er rikelig med organisk materiale (for eksempel børstemarkene *Chaetozone* sp., *Cossura longicirrata* og *Heteromastus filiformis*). Samtidig var det noe innslag av mer ømfintlige arter, slik at det ikke er indikasjoner på noen sterk grad av forstyrrelse. Også på denne stasjonen var det mange nematoder, og i tillegg ble det observert noen båndmark (Nemertini).

På stasjon B4, den innerste stasjonen hvor det ble tatt prøve til fauna, ble det registrert få dyr; 25 individ fordelt på 10 taxa. Ettersom prøvetakingen ikke var kvantitativ, er det imidlertid ikke mulig å vite om et lave individtallet skyldes at det var få dyr til stede, eller om kun et fåtall ble innsamlet. Sedimentet var relativt bløtt, slik at man vil kunne tro at grabben fikk med en god del materiale, og at faunaen på denne bakgrunn var ganske fattig, men dette er imidlertid usikkert. Nematoder var igjen dominerende. Av de øvrige artene bør det merkes at børstemarkene *Capitella capitata* og *Heteromastus filiformis* ble registrert, og disse indikerer stor tilførsel av organisk materiale. Særlig *C. capitata* er svært opportunistisk, og finnes utelukkende på lokaliteter som er preget av en eller annen form for forstyrrelse. I dette tilfellet er altså årsaken naturlig opphopning av organisk materiale.

4.3 Vurderinger

Fjordsystemet har et naturlig høyt innhold av organisk karbon, hvilket henger sammen med tersklene i fjorden, som kan gjøre at organisk materiale lettere samles opp og anrikes. Både innholdet av organisk karbon (TOC) og nitrogen (TN) økte innover i fjorden. C/N-forholdet varierte relativt lite, men viste økende verdier innover i fjorden. Denne observasjonen indikerer altså økende innslag av materiale med terrestrisk opphav innover i fjorden. Saliniteten ble ikke målt i bunnvannet, men stasjonene som ble undersøkt for fauna anses alle som «marine», se kapittel 1.2.3.

Inne i fjorden ble det registrert arter som er typiske for lokaliteter preget av stor grad av organiske tilførsler. Dette var spesielt tilfelle på stasjon B4, den innerste faunastasjonen, hvor det ble registrert svært forurensningstolerante arter. Det er viktig informasjon at det finnes slike arter på lokaliteter som ikke er direkte påvirket av antropogene utslipp. Riktignok kan klimamediert økning i avrenning og en generell økning i næringsalter øke anrikningen av organisk materiale, men hovedårsaken antas likevel å være naturlige forhold.

Generelt synes faunaen å være ganske typisk for sør-norske fjorder. I det begrensede materiale ble det ikke funnet innslag av spesielt sjeldne arter.

5. Referanser

- Atrill, M. J. 2002. A testable linear model for diversity trends in estuaries. *Journal of Animal Ecology* 71: 262–269.
- Braarud, T. og Aalen, O.J. 1938. Undersøkelsen over makrovegetasjonen i en del Aust-Agder-vatn. Særtrykk av *Nyt Magasin for Naturvidenskapene*. H.79. Oslo 1938.
- Brattegard T, Holthe T. 1997. Distribution of marine, benthic macro-organisms in Norway. Utredning for DN 1997-1. Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim.
- James, K.R., Cant, B. & Ryan, T. 2003. Responses of freshwater biota to rising salinity levels and implications for saline water management: a review. *Australian Journal of Botany* 51:703-713.
- Kroglund, F. m.fl. 2011. Betydningen av kraftverk og predasjon fra gjedde for smoltproduksjon og aluminium i brakkvann for postsmoltoverlevelse. NIVA-rapport lnr. 6084-2010.
- Kroglund, F. T. Haraldstad, T. Haugen, C. Rosten, K. Hawley, J. Guttrup, Å. Johansen, 2012. Påvirkes laksesmolt av aluminium i brakkvann? Gjenfangst av oppvandrende laks merket og satt ut som smolt i Storelva i Holt, Aust-Agder i 2009 og 2010. NIVA-rapport 6291-2012. 45s + vedlegg.
- Kroglund, F. H.-C. Teien, C. Rosten, K. Hawley, J. Guttrup, Å. Johansen, R. Høgberget, T. Kristensen, T. Tjomsland, T. Haugen 2011. Betydningen av kraftverk og predasjon fra gjedde for smoltproduksjon og aluminium i brakkvann for postsmoltoverlevelse. NIVA-rapport 6084-2010.
- Kroglund, T., E. Dahl og E. Oug 1998. Miljøtilstanden i Risørs kystområder før igangsetting av nytt renseanlegg. Oksygenforhold, hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna. NIVA-rapport lnr 3908-1998.
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S og Skjeseth, S. (red.) 2010. Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken, Norge.
- Langangen, A. 2007. Kransalger og deres forekomst i Norge. Saeculum Forlag, Oslo.
- Lid, J. & Lid, D.T. 2005. Norsk flora. Det Norske Samlaget. 6. utg. ved Reidar Elven.
- Lindgaard, A. og Henriksen, S. (red.) 2011. Norsk rødliste for naturtyper 2011. Artsdatabanken, Trondheim.
- Lundberg, A. 2013. Dvergålegras *Zostera noltei* i Noreg. Utbreiing, økologi, tilstand og tiltak. *Blyttia* 71: 97-114.
- Mjelde, M. 1997. Virkninger av forurensning på biologisk mangfold: Vann og vassdrag i by- og tettstedsnære områder. Vannvegetasjon i innsjøer - effekter av eutrofiering. En kunnskapsstatus. NIVA-rapport lnr. 3755-97.
- Mjelde, M. 2009. Vannplanter. I: Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Veileder 01:2009.

- Mjelde, M. 2011. Ferskvann. I: Lindgaard & Henriksen (red.) 2011. Norsk rødliste for naturtyper. Artsdatabanken, Norge.
- Mjelde, M. 2013. Vannplanter. I: Direktoratgruppen 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2013.
- Mjelde, M. 2014a. Vannvegetasjon i brakkevann, med spesiell vekt på Gunneklevfjorden i Telemark. NIVA-rapport lnr 6767-2014.
- Mjelde, M. 2014b. Vannvegetasjon i Sjøvågen og Gaustadvågen, Møre og Romsdal. NIVA-rapport lnr. 6742-2014.
- Norderhaug, K. M. 2011. Marine gruntvannsområder. I: Lindgaard & Henriksen (red.) 2011. Norsk rødliste for naturtyper. Artsdatabanken, Norge.
- Norling, P., Jelmert, Anders, HI, 2010. Fremmede arter i Oslofjorden. NIVA-rapport 5919-2010. 42 s
- NS-ISO 19493:2007. Vannundersøkelse – Veiledning for marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hardbunn (ISO 19493:2007)
- Pedersen, A., 2009. Overgangsvann. Vurderinger rundt betegnelsen overgangsvann i VD-sammenheng. NIVA-rapport 5872-2009. 21 s.
- Rueness, J., T. Jacobsen og P.A. Åsen. Trekk ved marine benthosalgers utbredelse i Norge belyst ved undersøkelser av blant andre rødalgen *Ceramium shuttleworthianum* (pigget rekeklo). Blyttia 1(1990), s21-26.
- Shubert, H., P. H. Feuerpfel, R. Marquardt, I. Telesh, S. Skarlato, 2011. Macroalgal diversity along the Baltic Sea Salinity Gradient challenges Remane's species-minimum concept. Mar. Poll. Bull. 62 (2011) 1948-1956).
- Tjomsland, T. og Kroglund, F. 2010. Modellering av strøm og saltholdighet i Sandnesfjorden ved Risør. NIVA-rapport 6049-2010.

Vedlegg A. Makroalger

Vedleggstabell A1. Utbredelse av utvalgte grupper og arter av makroalger og fjæredyr i Songevann – Sandnesfjord systemet. Stasjonene er sortert fra øst (øverst) til vest (nederst i tabellen) og tilstedeværelse er angitt med 1.

Stasjon	Sted	Substrat	Rur	Trådformet brunalger	Trådformete grønnalger	Havgras (Ruppia sp.)	Ålegras (Zostera marina)	Rekeklø/dokker	Blære tang	Fjæreblod	Blåskjell	Strandsnegl	Sagtang	Grisetang	Japansk drivtang	Martaum	Strandtagl	Skolmetang	Stortare	Sukkertare	
V7	Songevann	Fjell	1	1																	
V8	Songevann	Fjell	1																		
V9	Nævestadfjorden		1	1	1																
V10	Nævestadfjor	Siv/takrør		1	1	1															
V11	Nævestadfjor	Fjell	1	1	1																
V12	Nævestadfjor	Fjell	1	1																	
V13	Nævestadfjor	Fjell	1																		
V14	Nævestadfjor	Fjell	1		1	1															
V15	Nævestadfjor	Fjell	1																		
V16	Nævestadfjor	Fjell, steir	1		1																
V17	Lagstrømmen	mudder	1																		
V18	Lagstrømmen	mudder	1						1												
V19	Lagstrømmen		1																		
V20	Lagstrømmen			1	1			1	1												
V21	Lagstrømmen		1	1	1			1	1												
V22	Lagstrømmen			1	1					1											
V23	Lagstrømmen			1	1					1											
V24	Lagstrømmen			1	1			1	1												
V25	Lagstrømmen	Betong	1		1				1		1	1									
V26	Lagstrømmen									1											
V27	Lagstrømmen		1	1	1			1	1	1	1	1									
V33	Poll, Lagfjorde	Mudder		1		1	1														
V34	Poll, Lagfjorden		1	1		1	1		1			1									
V35	Poll, Lagfjorde	Mudder	1		1		1		1	1	1	1									
V36	Poll, Lagfjorde	mudder	1		1		1		1		1										
V28	Lagfjorden			1	1			1	1	1						1					
V29	Lagfjorden	Stein, sand		1	1			1	1	1	1	1	1	1							
V30	Lagfjorden			1	1			1	1					1							
V32	Lagfjorden	Fjell	1	1	1		1		1	1			1	1							
V31	Lagfjorden		1	1	1				1	1											
V37	Avereidkilen	Mudder			1	1	1		1												
V38	Avereidkilen	mudder			1	1															
V42	Sandnesfjorden			1	1				1	1			1								
V43	Sandnesfjorde	Fjell		1	1		1		1			1	1	1							
V41	Sandnesfjorde	Fjell		1	1			1	1	1			1	1							
V40	Sandnesfjorde	Fjell		1	1				1				1	1							
V39	Sandnesfjorde	Fjell			1				1				1	1	1						
V5	Sandnesfjorde	Fjell	1						1	1			1	1							
V6	Sandnesfjorde	Fjell	1	1				1	1	1				1	1	1					
V4	Sandnesfjorde	Fjell	1	1	1		1	1	1					1	1	1					
V3	Ytre Sandnesfjord		1					1	1				1	1		1	1	1	1	1	1
V2	Ytre Sandnesf	Fjell, stein						1								1		1	1	1	1
V1	Ytre Sandnesf	Fjell	1					1										1	1	1	1

Vedleggstabell A2. Stasjoner for semikvantitativ registrering av makroalger.

Stasjon	Koordinater	Beskrivelse
St 1 Stangholmen, ytre kyst	58,70779 9,23794	Sørvest på Store Stangholmen. Mye bølger, vanskelig å gjøre undersøkelsene. Fra tuppen og innover. Glatt, jevnt fjell, lite oppsprukket. Ca 20-40 gr helning. Eksponert. Mye rødlo, svært lite tang. Halidrys dypere
St 2 Langholmen, Sandnesfjorden	58,69856 9,18736	Sørvest på Langholmen Nord. Like øst for ei lita bukt. Delvis oppsprukket fjell. Enkelte groper og sprekker. Bølgete fjell. Ca 20-60 gr helning. Fin tangvegetasjon, mye trådformete grønnalger. Noe Chorda og Sargassum dypere
St 3 Kallerberget, Sandnesfjorden	58,69700 9,16049	Fra T pinne, øst mot steiner. Buktede fjell, lite oppsprukket. 10-30 gr helning. Dominerende tangvegetasjon. Endel trådformete alger. Chorda og lurv dypere. Ålegras (høyt) - flekkete. Mye trådformete alger og Chorda innimellom, men lite påvekst på gresset
St 4 Kjenes, Sandnesfjorden	58,69274 9,10645	Lite oppsprukket fjell med endel store stein. Ca 30-50 gr helning øverst. Enkelte sprekker og små vegger. 60 gr helning dypere. Dominerende tangvegetasjon. Mye lurv (ectoz, spepa) dypere
St 5 Torskerberget, Lagfjorden	58,68591 9,07856	Sørvestende av holme. Rundt fortøyningspinne. Delvis oppsprukket fjell. 40-60 gr helning. Noe tang, mye epifytter. Mye trådformete alger. Bratt fjell dypere. Ferskvannspåvirket - dårlig sikt (sjikting)
St 6 Skrikerodden, Nævestadfjorden	58,67808 9,02863	Fjell ned til ca 1 m dyp. Lite oppsprukket. 40-70 gr helning. Bløtbunn dypere. Dominerende med sediment og blågrønnalger.

Vedleggstabell A3. Strandsoneregistreringer, semi-kvantitativt mengdeskala fra 1-6 der 1= enkeltfunn og 6 er dominerende i mengde.

STASJON	St 6	St 5	St 4	St 3	St 2	St 1
	Nævestadf Skriker- odden	Lagfjorden Torseberg	Sandnesfjor Kjenes	Sandnesfjor Kaller- berget	Sandnesfjor Langholmen	Risør kyst Stangholme
Rødalger						
<i>Coralliniacea</i> indet.				2	3	4
<i>Corralina officinalis</i>					2	2
<i>Trailiella intricata</i>						6
<i>Polysiphonia fucoides</i>				2	2	3
<i>Chondrus crispus</i>			3	2	3	2
<i>Callithamnion corymbosum</i>		2	2	2	2	2
<i>Ahnfeltia plicata</i>			1	2	2	2
<i>Polysiphonia fibrillosa</i>		2				3
<i>Hildenbrandia rubra</i>		4	4	5	4	2
<i>Furcellaria lumbricalis</i>			4	2		
<i>Ceramium strictum</i>		2	2	3	3	
<i>Ceramium rubrum</i>			2	2	4	
<i>Audouinella</i> spp		2	1	1		
Brunalger						
<i>Halidrys siliquulosa</i>						5
<i>Laminaria</i> sp kimplante						2
<i>Leathesia difformis</i>						2
<i>Sphacelaria</i> cf <i>cirrosa</i>						3
<i>Mesogloia vermiculata</i>					2	2
<i>Chordaria flagelliformis</i>					2	2
<i>Fucus serratus</i>				6	5	2
<i>Spermatochnus paradoxus</i>			3	5	2	2
<i>Chorda filum</i>			2	2	3	2
<i>Fucus vesiculosus</i>		2	6	6	4	1
<i>Ascophyllum nodosum</i>		2	3	3	2	
Brunt på fjell			2		3	
<i>Ectocarpales</i>			3	3	2	
<i>Elachista fucicola</i>			2		3	
<i>Sargassum muticum</i>			1			
<i>Stilophora tenella</i>			3	5		
<i>Sphacelaria cirrosa</i>			2	2	5	
<i>Ectocarpus fasciculatus</i>		4				
Grønnalger						
<i>Cladophora albida</i>					2	
<i>Rhizoclonium riparium</i>		5			3	
<i>Ulva intestinalis</i>			2	2	2	
<i>Ulva</i> cf <i>prolifera</i>		2	3	2	2	
<i>Ulva compressa</i>		5				
<i>Cladophora sericea</i>		2				
<i>Cladophora</i> sp	2					
Andre algegrupper, planter, moser						
Blågrønnalger (c <i>Phormidium</i>)			5	3	2	
<i>Rivularia</i> sp.				2	2	
Kiselalger	6					
<i>Ruppia</i>	2					
<i>Myriohyllum</i>	2					
<i>Spirogyra</i> sp	2					
<i>Chara</i>	1					
Mose	1					
Ubest, hul grønnalge	3					
<i>Oedogonium</i> c, 21,4µm	1					
<i>Oedogonium</i> b, 15µm	1					

STASJON	St 6	St 5	St 4	St 3	St 2	St 1
DYR						
<i>Semibalanus balanoides</i>						5
<i>Actinaria sp. sjørose</i>						2
<i>Nucella lapillus</i>						2
<i>Metridium senile pallidus</i>						2
<i>Littorina saxatilis</i>						2
<i>Halicondria panacea</i>						1
<i>Asterias rubens</i> juv			3	2	3	2
<i>Electra pilosa</i>			2	3	3	2
<i>Littorina littorea</i>		2	2	2	2	2
<i>Littorina sp</i> juvenil			2	2	2	2
<i>Mytilus edulis</i> juvenil		4	2	2	3	5
<i>Membranipora memebanaceae</i>					2	
<i>Dynamena pumila</i>					2	
<i>Littorina obtusata</i>				2	2	
<i>Laomedea geniculata</i>				2	2	
<i>Clava multicornis</i>			1	2	2	
cf <i>Campanularia johnstoni</i>			2	2	2	
<i>Lacuna vincta</i>		2	2	1	1	
<i>Balanus sp</i> død		4	2	3	3	
<i>Alcyonidium gelatinosum</i>			2	2	2	
<i>Balanus improvisus</i>	4	2	1	1		
Skorpeformet bryozo på fjell - hvit		3	3	2		
<i>Mytilus edulis</i>		2	2			
<i>Palaemon elegans</i> (strandreke)		2	2			
Rissoidae indet.			2			
<i>Balanus sp.</i> juvenil		3				
cf <i>Hydrobia sp</i>	2					

Vedlegg B. Bløtbunnsfauna

Artsliste med antall individ funnet på stasjonene B1, B2, B3 og B4.

Gruppe	Art	St. B1	St. B2	St. B3	St. B4
NEMERTEA	Nemertea indet		1	10	1
NEMATODA	Nematoda indet	12	14	40	8
POLYCHAETA	Eteone longa/flava			1	
POLYCHAETA	Phyllodoce groenlandica				1
POLYCHAETA	Pholoe baltica		1		
POLYCHAETA	Gyptis rosea			1	
POLYCHAETA	Exogone (Parexogone) hebes		1		
POLYCHAETA	Sphaerosyllis hystrix			1	
POLYCHAETA	Syllidae indet			2	
POLYCHAETA	Nephtys incisa		1		
POLYCHAETA	Glycera alba			3	
POLYCHAETA	Goniada maculata		9		
POLYCHAETA	Abyssoninoe hibernica	1			
POLYCHAETA	Parougia eliasoni			2	
POLYCHAETA	Paradoneis eliasoni		1		
POLYCHAETA	Prionospio cirrifera		5	3	
POLYCHAETA	Prionospio fallax		5	5	
POLYCHAETA	Prionospio multibranchiata	1			
POLYCHAETA	Pseudopolydora pulchra		1		
POLYCHAETA	Spiophanes kroyeri			1	
POLYCHAETA	Magelona minuta		3		
POLYCHAETA	Chaetozone sp.	1	1	82	
POLYCHAETA	Macrochaeta polyonyx		3		
POLYCHAETA	Cossura longocirrata			23	
POLYCHAETA	Diplocirrus glaucus		18		
POLYCHAETA	Polyphysia crassa			1	
POLYCHAETA	Ophelina modesta			2	
POLYCHAETA	Capitella capitata				5
POLYCHAETA	Heteromastus filiformis			9	2
POLYCHAETA	Notomastus latericeus		1		
POLYCHAETA	Maldanidae indet		1		
POLYCHAETA	Praxillella praetermissa		2		
POLYCHAETA	Galathowenia oculata			1	1
POLYCHAETA	Ampharete sp.		1		
POLYCHAETA	Melinna cristata			3	
POLYCHAETA	Sosane wahrbergi	1		4	
POLYCHAETA	Lanassa venusta			1	
POLYCHAETA	Sabellidae indet			1	
OPISTOBRANCHIA	Cylichna cylindracea	1			
CAUDOFOVEATA	Caudofoveata indet		1		
BIVALVIA	Bivalvia indet	4		8	
BIVALVIA	Ennucula tenuis		1	6	3
BIVALVIA	Mytilidae	1			
BIVALVIA	Myrtea spinifera		3		
BIVALVIA	Thyasira flexuosa		1		
BIVALVIA	Thyasira sp.	3	7	5	2
BIVALVIA	Kurtiella bidentata	7	2		

BIVALVIA	Tellimya sp.		3		
BIVALVIA	Abra nitida			9	
BIVALVIA	Corbula gibba		2		1
SCAPHOPODA	Antalis entalis		1		
SCAPHOPODA	Antalis vulgaris		1		
AMPHIPODA	Dexamine thea			1	
SIPUNCULIDA	Golfingiida		1		
PHORONIDA	PHORONIDA	1	4		
OPHIUROIDEA	Ophiurida			1	
OPHIUROIDEA	Ophiuroidea juvenil		11	16	
OPHIUROIDEA	Amphiura filiformis	4			
OPHIUROIDEA	Amphiura sp.			2	
ECHINOIDEA	Echinoidea				1
ECHINOIDEA	Irregularia juvenil		1		
ECHINOIDEA	Brissopsis lyrifera	1			
ECHINOIDEA	Echinocardium sp.		1		
HOLOTHUROIDEA	Labidoplax buskii		3		

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 • post@niva.no