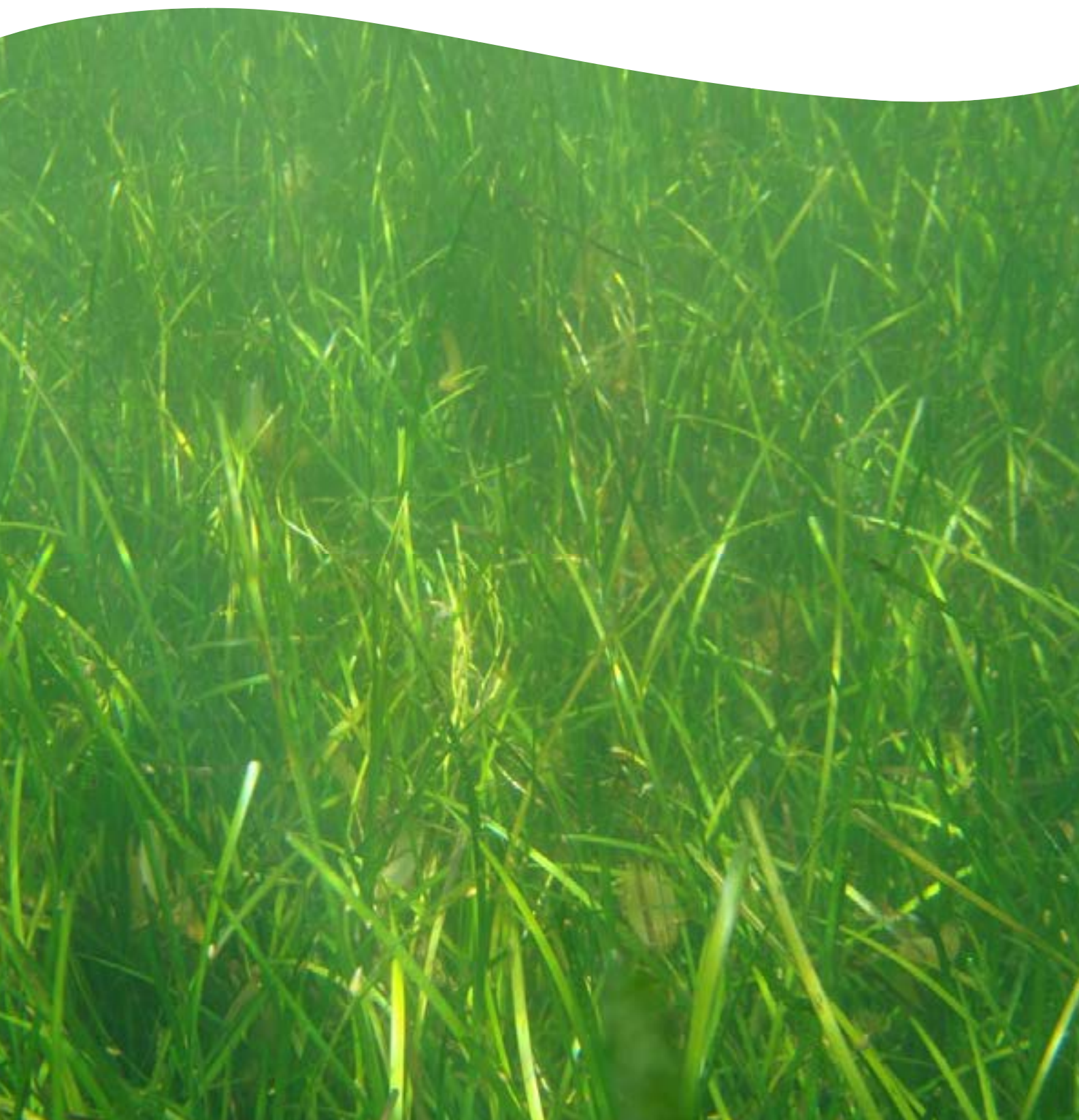


# Hva bestemmer egenskaper og økologisk funksjon i ålegrasenger?



**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

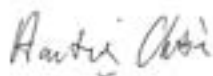
Tittel Hva bestemmer egenskaper og økologisk funksjon i ålegrasenger?	Løpenr. (for bestilling) 6747-2014	Dato 28.11.2014
	Prosjektnr. Undernr. O-13375	Sider Pris 33
Forfatter(e) Hartvig Christie, NIVA Eli Rinde, NIVA Frithjof E Moy, HI Trine Bekkby, NIVA	Fagområde Marine naturtyper	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Norskekysten, Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Miljødirektoratet	Oppdragsreferanse
---------------------------------------	-------------------

## Sammendrag

Juni 2014 ble 27 ålegrasenger i Aust-Agder undersøkt for å analysere hvilke miljøfaktorer som bestemmer egenskaper som tetthet og høyde til ålegrasplanten i engene, og om enger med tett ålegrasvegetasjon er leveområde for et annet dyresamfunn enn glisne enger. Tett ålegrasvegetasjon er hovedsakelig knyttet til områder grunnere enn 5 m dyp.; ålegrasets høyde øker med økt bølgepåvirkning og med økt helningsgrad av terrenget.; de største engene med hensyn til areal var i områder med relativt lite bølgepåvirkning. På tross av disse generelle påvirkningene av miljøfaktorene dyp, skråning og bølgepåvirkning var det en del tilfeldig variasjon knyttet til de ulike engenes egenskaper. Ved å sammenlikne tre enger med tett ålegrasvegetasjon med tre enger med spredt ålegrasvegetasjon fant vi også stor variasjon i forekomst og sammensetning av assosierte arter av smådyr og fisk. Det var store likheter mellom prøvene innenfor hver eng, mens forskjellene i tetthet av dyr var store fra eng til eng. Undersøkelsen viser at ålegrasenger har en viktig økologisk funksjon uavhengig av om de har høy eller lav ålegrasbiomasse og enten plantene er høye eller lave. Det er derfor viktig å ivareta enger med både høy og lav ålegras tetthet for å ivareta biologisk mangfold, forekomst av smådyr og næringsområder for fisk. Store ålegrasenger, enten de har høy eller lav ålegras tetthet, vil ha større økologisk betydning enn små gjennom økt habitatstørrelse, høyere total primærproduksjon og totalt større mengde assosiert flora og fauna.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Ålegras	1. Seagrass
2. Egenskaper	2. Characteristics
3. Ålegrasfauna	3. Seagrass fauna
4. Økologisk funksjon	4. Ecological function



Prosjektleder



Forskningsleder

# Hva bestemmer egenskaper og økologisk funksjon i ålegrasenger?

En undersøkelse av ålegrasenger i Aust-Agder

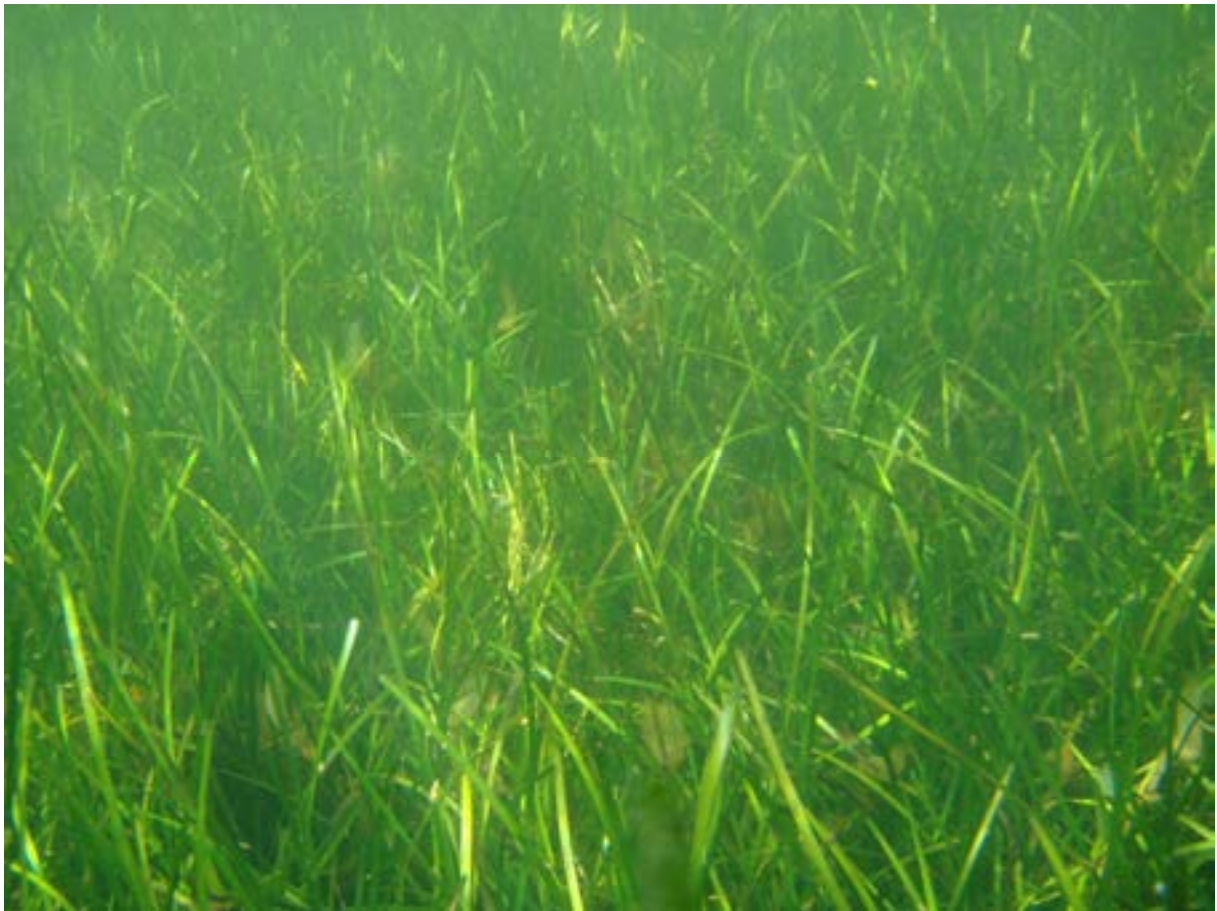


Foto: NIVA

## Forord

Det har lenge vært et ønske om å styrke kunnskapen omkring ålegras, både som naturtype og som kvalitetselement i EUs vanndirektiv. Faggruppen i Nasjonalt program for kartlegging av biologisk mangfold – kyst utarbeidet i april 2013 derfor et prosjektforslag med ulike problemstillinger som det ble ansett som nødvendig å få mer kunnskap om for å oppnå en god forvaltning av ålegrasengene.

Miljødirektoratet har for 2014 finansiert kunnskapsinnhenting innen noen av de foreslåtte temaene med fokus på Skagerrakkysten, der ålegrasenger er en vanlig naturtype som ofte kommer i konflikt med utbygginger i strandsonen. Vi takker for fin kontakt med Miljødirektoratet.

Feltundersøkelsene i prosjektet ble gjennomført av NIVA og Havforskningsinstituttet med Havforskningsinstituttets stasjon i Flødevigen som base, og vi retter en stor takk til flere av de ansatte på Havforskningsinstituttet for hjelp og støtte med logistikk og nitid rensing av fiskegarn.

Oslo, 19.12 2014

*Hartvig Christie*  
Prosjektleder

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2. Metode</b>	<b>8</b>
<b>3. Resultater</b>	<b>12</b>
3.1 Ålegrasengenes egenskaper langs miljøgradienter	12
3.1.1 Tetthet	12
3.1.2 «Patchiness»	14
3.1.3 Ålegrasets høyde	16
3.1.4 Nedre voksegrense	17
3.1.5 Engareal	18
3.2 Ålegrasengenes egenskaper og økologisk funksjon	19
<b>4. Diskusjon</b>	<b>26</b>
<b>5. Referanser</b>	<b>29</b>
<b>6. Vedlegg</b>	<b>32</b>

---

## Sammendrag

Bakgrunnen for denne undersøkelsen har vært å styrke kunnskapen om ålegrasengers egenskaper og hvordan egenskaper som høyde og tetthet påvirker ålegrasengenes økologiske funksjon. Undersøkelsen er foretatt i juni 2014 i Aust-Agder og har bestått av to deler: 1) kartlegging av ålegrasets høyde, tetthet og forekomst på 27 ulike lokaliteter med ulike miljøforhold som bølgeeksponering, dyp, skråning av bunnen og substrattypen, 2) en undersøkelse av ålegrasenger som økosystem på seks utvalgte stasjoner, utført vha. dykking og garn-fisking på tre enger med tett ålegrasvegetasjon og tre enger med glissen ålegrasvegetasjon for å sammenlikne plante- og dyreliv tilknyttet ålegrasenger med lav og høy ålegrastetthet.

Hensikten med undersøkelsen var å belyse hvordan egenskapene til ålegrasenger varierer langs miljøgradienter og hvordan disse påvirker den økologiske funksjonen til ålegrasengene. Vi fant stor variasjon i ålegrasets egenskaper langs de ulike miljøgradientene, og det var også stor variasjon mellom ålegrasets egenskaper og forekomst av assosiert arts mangfold. Likevel er det noen klare trekk i hva som bestemmer ålegrasets høyde og tetthet og hvordan ålegraset fungerer som leveområde og økosystem. Forekomst og tetthet av ålegras blir i stor grad påvirket av dyp, og selv om vi fant ålegras ned mot 8 m dyp var de største og tetteste forekomstene på 2-5 m. Økning av bølgebevegelse og skråningsforholdene på bunnen hadde også positiv effekt på ålegrasplantenes høyde. Stor variasjon i våre observasjoner viser imidlertid at høyde og tetthet til ålegraset vanskelig kan forutsies av miljøvariablene som er inkludert i disse analysene, dvs dyp, skråning og bølgepåvirkning.

Resultatene fra innsamlingene av smådyr ved dykking og fra garnfisket viser tydelig at ålegrasengene generelt har en viktig økologisk funksjon og at områdene er viktige leveområder for et mangfold av smådyr, krabber og fisk. Ålegrasengene er leveområde for store tettheter av små dyr, særlig små bløtdyr og krepsdyr, som til sammen kan finnes i tettheter på over 100 000 per m<sup>2</sup>. Det har ikke vært rom for nøyte identifisering av arter blant alle disse dyrene, men de viktigste artene som tidligere har blitt funnet i ålegras var til stede i alle prøvene. Det ble funnet omtrent like mange arter «ålegrasfauna» og fisk i de tette som i de glisne engene. Stor variasjon i tetthet av både smådyr og fisk gjør det vanskelig å si noe sikkert om forskjeller i biologisk mangfold mellom enger med tett og glissen ålegrasvegetasjon. Sammensetning og tetthet av dyr var lik mellom de replikate prøvene fra hver eng, men forskjellig mellom de ulike engene.

Det ble funnet lite påvekst av andre planter (alger) på ålegrasbladene. Dette skyldes antagelig den høye tettheten av blant annet snegl som kan utøve et stort beitepress på slike påvekstalger.

Sett i et forvaltningsperspektiv er det viktig å ivareta ålegrasenger med både høy og lav ålegrastetthet for å opprettholde mangfoldet. Store ålegrasenger vil pga sin størrelse få økt økologisk betydning enn små enger ved å bidra med et større ålegrashabitat, gjennom høyere total primærproduksjon, og gjennom høyere produksjon av antall næringsorganismer som kan utnyttes i ulike næringskjeder.

## Summary

Title: What determines the characteristics and ecological functions of seagrass meadows?

Year: 2014

Author: Hartvig Christie, Eli Rinde, Frithjof E Moy (IMR), Trine Bekkby

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577- 6482-1

The background for this study was to strengthen the knowledge of seagrass characteristics and how various characteristics such as height and density affects the associated biological diversity of seagrass meadows. The study was conducted in June 2014 in Aust-Agder County and consisted of two parts: 1) a survey of height, density and presence at 27 different sites with different environmental conditions, such as wave exposure, depth, substrate type and -slope, 2) a survey of the seagrass ecosystem at six selected stations using diving and gill-net fishing in order to address possible differences between three dense meadows and three meadows with sparse seagrass density, for comparing plants and animals associated with meadows with different characteristics.

The purpose of this study was to elucidate how the characteristics of seagrass meadows vary along environmental gradients and how these affect the ecological function of seagrass meadows. We found that the seagrass meadow characteristics are somewhat unpredictable with respect to various environmental variables and seabed substrate type, and that it is difficult to find clear patterns in the relationship between the characteristics of the meadows and the associated biodiversity. However, there are some patterns in which factors that determine height and density and how seagrass serves as habitat and ecosystem. Seagrass occurrence and density were largely influenced by depth, and although seagrass was found down to 8 m, the tallest and most dense meadows were found at 2-5 m depth. Increasing wave exposure and slope also had a positive influence on seagrass height, but large variations made height and density of seagrass difficult to predict from environmental variables.

Results from the analyses of animals associated to the seagrass meadows showed that the meadows have important ecological functions, and that they are important habitats for a variety of invertebrates and fish. Seagrass meadows provide habitat for large densities of small animals, especially mollusks and crustaceans, which can be found in densities of more than 100 000 individuals per m<sup>2</sup>. It has not been possible to do in-depth identification of species, but species previously found abundant in seagrass meadows were present in all samples. We found equal number of "seagrass fauna" and fish species within the dense meadows as in the meadows with sparse seagrass density, but large variation in the density of small animals and fish make it difficult to conclude if dense or sparse seagrass meadows are most important for these animals. Fauna composition and density were similar between the replicate samples within each meadow, whereas particular number of individuals varied between the different meadows.

We found very few epiphytic algae attached to the seagrass leaves, which may be explained by the high density of small animals such as snails, causing a large grazing pressure on the epiphytic algae.

In a management perspective it is important to protect both dense and patchy seagrass meadows in order to maintain diversity. Meadows that cover a large area will have a higher ecological function than small meadows because they will provide a larger habitat, a higher total primary production, and larger total production of food organisms that can be incorporated into different food chains.

# 1. Innledning

I løpet av de siste par tiår har det vært økt fokus på kystnære marine naturtyper og deres økologiske funksjon, ikke minst de grunne naturtypene som ligger utsatt til for menneskelig påvirkning. Ålegrasenger er en av de mest sårbare og utsatte marine naturtypene, både for fysiske, kjemiske og biologiske forstyrrelser, og det har vært definert behov for både kunnskap og tiltak (Christie m.fl. 2011 a, b, Rinde m.fl. 2011, 2012). Ålegrasenger har lenge vært kjent som et viktig leveområde for fisk gjennom Havforskningsinstituttets undersøkelser med strandnot, som har foregått i over hundre år (Johannesen og Sollie 1994), og som huser et stort mangfold av påvekstorganismer og bevegelige dyr (Fredriksen m.fl. 2005). Det er gjentatte ganger ytret ønsket om å styrke kunnskapen omkring ålegras, både som naturtype og som kvalitetselement i EUs vanndirektiv. Faggruppen i Nasjonalt program for kartlegging av biologisk mangfold – kyst, sendte derfor (april 2013) et forslag til et prosjekt for å øke kunnskapen om ålegrasengene. Dette forslaget tok utgangspunkt i det faggrunnlaget som er skrevet om ålegras (Christie m.fl. 2011) i forbindelse med den nasjonale handlingsplanen, og inkluderte forslag til forskningstemaer som vil gi økt kunnskap om

1. Egenskaper - form, størrelse, tetthet, nedre voksegrense og «patchiness»
2. Genetikk og spredning
3. Artsmangfold
4. Fravær av annen vegetasjon
5. Naturtyperikdom - Nærhet til samhørende arter, naturtyper eller ressurser
6. Naturtilstand med hensyn til påvekst av trådalger
7. Sykdom

I Vannforskriften er det utarbeidet fem indekser til beskrivelse av økologisk tilstand for kvalitetselementet ålegras: 1 Nedre voksegrense, 2 Tetthet av ålegras (forekomst, dekningsgrad), 3 Høyde på engen (bladlengden til ålegraset), 4 Artssammensetning av assosierte organismer og 5 Utbredelse (areal), og det er foreslått grenseverdier for region Skagerrak. Det videre arbeidet i Vannforskriften fokuserer på kunnskap om dose-respons-sammenhenger for å kunne utvikle et egnet klassifikasjonssystem.

Miljødirektoratet har for 2014 prioritert kunnskapsinnhenting innenfor noen av de skisserte temaene, hovedsakelig Tema 1 (Egenskaper) i listen over. Innen dette temaet er det særlig problemstillingene «Hvordan varierer egenskapene langs miljøforholdene» og «Hvordan påvirker egenskapene økologisk funksjon og nøkkelarter» som var ønsket undersøkt.

I Nasjonalt program har faggruppen (NIVA, HI og NGU) diskutert hvilke faktorer som er viktige for verdisetting av naturtypen. Verdisettingen har fokus på ålegrasets økologiske funksjon og betydning for fisk og andre organismer. I arbeidet med verdisetting blir det tydelig at det mangler mye kunnskap om hvilke økologiske funksjoner ålegrasengene har, hvordan dette varierer med ulike egenskaper hos engene, dvs. egenskaper som høyde, skuddtetthet, «patchiness» (om engen er heldekkende eller flekkvis) og avstand til og overlapp med andre arter og naturtyper f. eks. makroalger og gyteområder for fisk.

Som en del av verdisettingen har faggruppen i Nasjonalt program foreslått arealutbredelse og ålegrasets høyde som uttrykk for størrelse og produksjonsevne. Men vi vet lite om hvilken betydning disse egenskapene har for det biologiske mangfoldet, nøkkelarter eller ålegrasengenes økologiske funksjon. Skuddtetthet er også inkludert som en viktig parameter i verdisettingen av ålegrasengene, og kan også gi informasjon om produksjonsforholdene til en eng, men vi vet ikke hva slags betydning ulik skuddtetthet eller grad av «patchiness» innen en eng har. Vi vet heller ikke hvordan ålegrasets tetthet og høyde varierer langs ulike miljøgradienter og hvordan dette varierer mellom regioner. Dette er viktig basiskunnskap om naturlig variasjon hos ålegras, og nødvendig for å kunne si noe om mulige konsekvenser av ulike menneskelige aktiviteter, som f. eks. fragmentering av enger ved utbygging. For å oppfylle kravet i



Vanndirektivet trenger vi også mer kunnskap om nedre voksegrense, som en forventer vil bli grunnere ved økt tilførsel av næringssalter pga dårligere lysforhold.

I tillegg til kunnskap om hvordan ålegrasets egenskaper varierer naturlig langs ulike miljøgradienter, er det også viktig å få kunnskap om hvilken betydning disse forskjellene har med hensyn til økologisk funksjon. Hva betyr ålegrasets høyde og tetthet for det biologiske mangfoldet, for forekomst av nøkkelartene i ålegrasengene og for engenes økologiske funksjon? Hvor viktig er engenes størrelse og ulik grad av «patchiness»? Hvordan varierer nedre voksegrense langs ulike gradienter? Hvilke forskjeller er det i biologisk mangfold, forekomst av nøkkelarter og økologisk funksjon mellom en stor eng og flere små (gitt samme areal)? Hvordan varierer disse forholdene mellom regioner og ved ulike miljøpåvirkninger (f. eks. økt temperatur, redusert lys) og menneskelige påvirkninger (f. eks. økt avrenning, overgjødning etc.)?

Disse spørsmålene er også sentrale i arbeidet med Vannforskriften, og forskning rundt disse problemstillingene vil frambringe kunnskap som kan brukes direkte i videre utvikling av Vannforskriftens klassifiseringssystem. Basisen for dette klassifiseringssystemet er dose-respons-sammenhenger og en trenger derfor kunnskap som kan benyttes til slike analyser. Det er også behov for kunnskap om de anvendte kriteriene for verdsetting av ålegrasenger er hensiktsmessige og at de er gode måleparametere for økologisk verdi.

I rekken av viktige problemstillinger om ålegrasengenes biologiske mangfold og økologiske funksjon har dette prosjektet konsentrert seg om 1) Hvordan varierer egenskapene til ålegrasenger langs miljøgradienter og 2) Hvordan påvirker egenskapene engenes økologiske funksjon og forekomst av nøkkelarter/karakterarter. Undersøkelsene er geografisk begrenset til én økoregion, Skagerrakkysten, og feltundersøkelsene er utført i Aust-Agder.

## 2. Metode

Feltinnsamlingene ble planlagt slik at analysene skulle ha best mulig kvalitet og gi best mulig svar på de aktuelle spørsmålene innen rammene for tidsplan og finansiering. Det ble også bestemt å velge studieområde blant tidligere godt undersøkte områder på Skagerrakkysten, samt å velge områder som var minst mulig påvirket av menneskelige aktiviteter, dvs. nær referanseforhold. Undersøkelsen bestod av to deler:

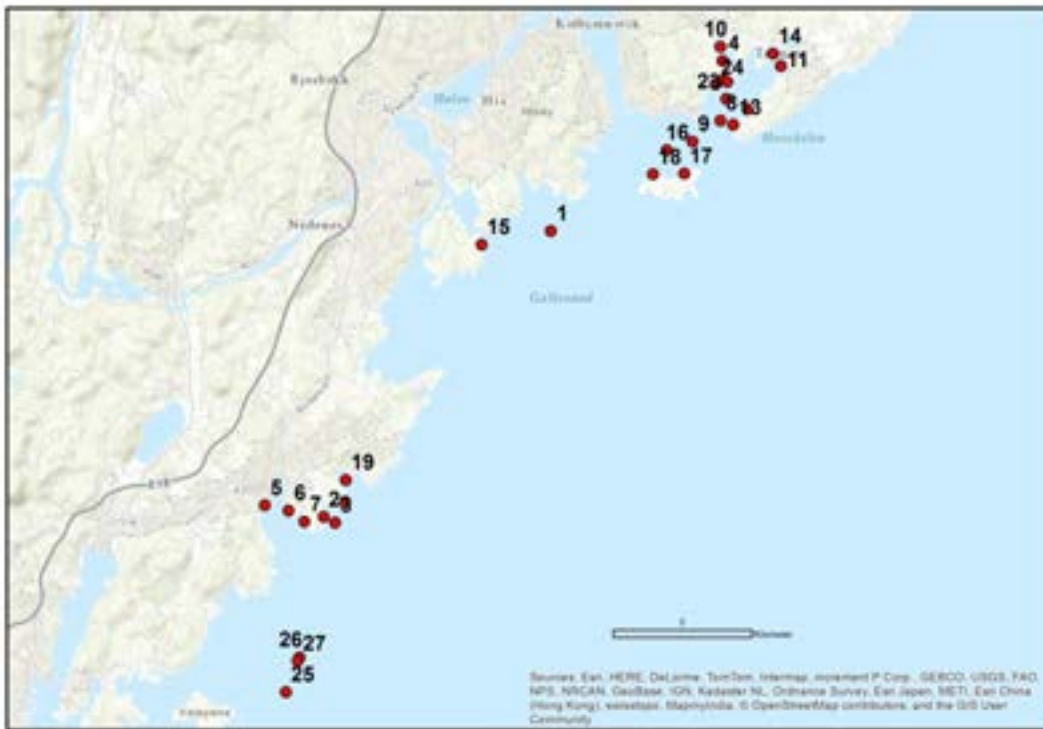
1. å belyse ålegrasengenes egenskaper langs miljøgradienter
2. å studere hvordan ålegrasengenes egenskaper påvirker økologisk funksjon

Undersøkelsen ble lagt til Aust-Agder, nærmere bestemt Grimstad og Arendal, med Havforskningsinstituttets stasjon i Flødevigen som base, og ble utført juni 2014. 27 ålegrasenger fra ytre kyst til beskyttet skjærgård og fjordområder ble valgt ut blant registrerte ålegrasenger i Miljødirektoratets Naturbase (**Figur 1**). I feltdel 1 ble det gjort tilsammen 140 registreringer av ålegrasets egenskaper i disse ålegrasengene. Undersøkelsene ble utført fra en åpen båt, og substrattypen, dyp og ålegrasets høyde, tetthet og «patchiness» ble bestemt ved bruk av vannkikkert og et undervannskamera med dybdesensor. Posisjonen for hver registrering ble lagret ved bruk av GPS. Nedre voksegrense ble registrert for hver forekomst, og høyde, «patchiness» og tetthet ble definert semi-kvantitativt inn i klasser etter standarden til Nasjonalt program, dvs. høyde og «patchiness» i tre klasser og tetthet i fire klasser. Grader av «patchiness» ble definert til en av tre klasser; svært flekkvis, litt flekkvis og sammenhengende eng. Informasjon om skråning og bølgepåvirkning for hver av de registrerte posisjonene, ble ekstrahert fra henholdsvis terrengmodellen som er laget for økoregion Skagerrak i det nasjonale kartleggingsprogrammet, og bølgeeksponeringsmodell, begge med 25x25 m oppløsning (Rinde m fl 2006).

For å få informasjon om hvordan ålegrasengenes egenskaper påvirker økologisk funksjon gjorde vi i feltdel 2 kvantitative innsamlinger i seks utvalgte ålegrasenger (**Figur 2**) for å se hvordan ulike

arter/grupper av flora og fauna varierer mellom enger som er kortvokste, glisne eller flekkvise og de som har lange blad, har tett ålegrasvegetasjon og er sammenhengende. Data ble samlet inn vha.

- dykking, for innsamling av kvantitative data av ålegrasengenes egenskaper og mengde assosiert flora og fauna, som kan sammenlignes med tidligere undersøkelser (Fredriksen m.fl. 2005, Stokke m.fl. 2012, Rinde m.fl. 2012).
- garnfiske, for innsamling av kvalitative data for oversikt over hvilke større dyr (først og fremst fisk) som finnes i de ulike områdene.



**Figur 1.** Kart over undersøkelsesområdet, fra Valøylene i sør til Hovekilen i nord, inkludert stasjonsnumrene til ålegrasengene som blir presentert i resultatkapittelet.



**Figur 2.** Oversikt over plasseringen til de seks ålegrasengene ved Galtesundet-Tromøya rett ut for Arendal, som ble detaljert undersøkt ved innsamling gjennom dykking og garnfiske. Sjøkart fra Norge Digitalt.

Feltdel 2 ble utført i perioden 10-13 juni 2014. På hver stasjon ble følgende innsamlinger og registreringer utført ved dykking på ca 3-4 m dyp:

- Ålegrasets lengde ble målt (bladlengde) *in situ*.
- Antall skudd (planter) ble telt i 5 replikate ruter á 50x50 cm
- 5 blad ble samlet inn og konserverert for senere analyse av påvekstalgler og -dyr.

Det ble også samlet ålegrasplanter i tre replikate ruter (20x20 cm) på hver stasjon for måling av ålegrasbiomasse og for analyse av assosiert fauna, hovedsakelig mobile dyr (epifauna). Alle skudd (ålegrasplanter) innenfor hver rute ble forsiktig klippet av ved overgangen mellom rot og blad, og materialet ble skjøvet forsiktig inn i en finmasket pose under vann. Dette er en metode som er benyttet tidligere og som har vist seg egnet til innsamling av ålegrasfauna, da den fanger opp mange arter og individer sammenliknet med andre metoder (se Fredriksen m. fl. 2005, Løvdal Nilsen 2007). På land ble posen med innhold vasket i ferskvann slik at dyrene lettere slipper tak i substratet, og ålegraset og tilhørende dyr ble separert ved utvasking gjentatt fem ganger. Skyllenvannet ble siktet (maskevidde 0,25 mm) slik at smådyrene ble holdt tilbake. Ålegraset ble tørket med papir og deretter veid (våtvekt, biomasse). Dyrene som ble holdt tilbake i sikten ble lagt på sprit og senere analysert under lupe på lab. De mest vanlige dyrene ble bestemt til art, slekt eller familie. Mange juvenile (unge) dyr er imidlertid vanskelige å identifisere, da viktige artskjennetegn ikke er fullstendig utviklet, og noen av disse ble derfor klassifisert på et høyere nivå (taxa). Siden tettheten av dyrene var meget høy i enkelte av engene, over 100 000 individer per m<sup>2</sup>, ble den mest tallrike arten, juvenile blåskjell, kun telt i 1/8 av prøven. Pga. den store tettheten lot det seg heller ikke gjøre å gå nøye inn på artsidentifisering av alle dyrene innenfor de økonomiske rammene. Den fine maskevidden fanger opp juvenile individer av små snegl og tanglopper, men dette betyr at også såkalt meiofauna, som nematoder, ostracoder og harpacticoid copepoder, observeres i alle prøvene. Meiofauna fanges kun representativt opp ved enda finere maskevidde, og er ikke inkludert i denne undersøkelsen.

Innsamling med garn ble også foretatt på alle stasjonene. Et såkalt «nordisk oversiktsgarn» ble benyttet, og det ble satt ett garn på hver eng etter at dykkeinnsamlingene var utført. Garna ble satt ut om kvelden og trukket inn påfølgende morgen. Nordisk oversiktsgarn er 30 m langt og består av 12 seksjoner med fire ulike maskevidder slik at det er laget for å fange fisk av ulik størrelse. Maskevidden varierer fra 5 til 55 mm. Hver seksjon er 2,5 m lang. Fiskene ble identifisert til art og lengdemålt. Vekt av hver art ble veid samlet for hver stasjon.

For å analysere hvordan egenskapene til ålegraset varierer med dybde, skråning og grad av bølgeeksponering ble data samlet inn i feltdel 1 av prosjektet analysert ved bruk av «Cumulative link models» (CLM). Dette er en metode som gjør det mulig å analysere kategoriske og ordinale data (f eks data som er rangert semikvantitativt i forhold til hverandre) på høyde, tetthet og «patchiness». «General additive models» (GAM) ble brukt for å analysere data på nedre voksegrense. Alle analysene ble gjort i programmet R (R Core Team 2014), og med bruk av pakkene *ordinal* (Christensen 2013), *mgcv* (Wood 2011) og MuMIn (Barton 2014). Analyser av artssammensetningen blant smådyrene som ble samlet mellom ålegrasplantene ved dykking og av garnfangstene ble gjort ved bruk av R-pakken *vegan* (Oksanen m.fl. 2013).

## 3. Resultater

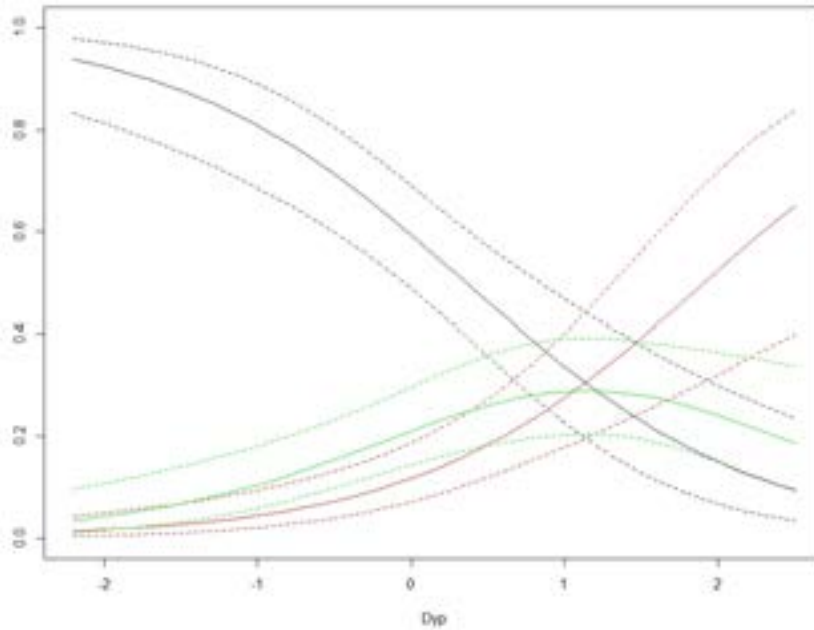
### 3.1 Ålegrasengenes egenskaper langs miljøgradienter

De undersøkte ålegrasengene ligger langs en gradient fra middels bølgeeksponert ytre kyst ved Valløene og Fevik og inn i bølgebeskytta områder ved Hovekilen på Tromøya (**Figur 1**). De vokste på ulikt substrat, fra fin leire til mer grov sand. Bunnsubstratet bestemmes i stor grad av vannbevegelse. Engene varierte med hensyn til tetthet, størrelse, høyde og nedre voksegrense for ålegraset. Høyden på plantene varierte fra 20 cm til over 100 cm. Ålegrasplantene har som regel 5-6 blad som bestemmer høyden på enga. Om sommeren utvikler ålegraset frøplanter med en tynn stilk som er «sikksakk-grenet» og høyere enn de vanlige plantene. Det er høyden til de vanlige plantene som ble målt i denne undersøkelsen. Nedre voksedyp varierte fra ca. 5 til ca. 8,5 m, men de fleste engene vokste ikke dypere enn 5 m dyp. De største og høyeste engene ble funnet på relativt beskytta lokaliteter. Ålegraset hadde dypest utbredelse ut mot bølgeeksponerte områder der det er best sikt og best lysforhold nedover i vannsøylen

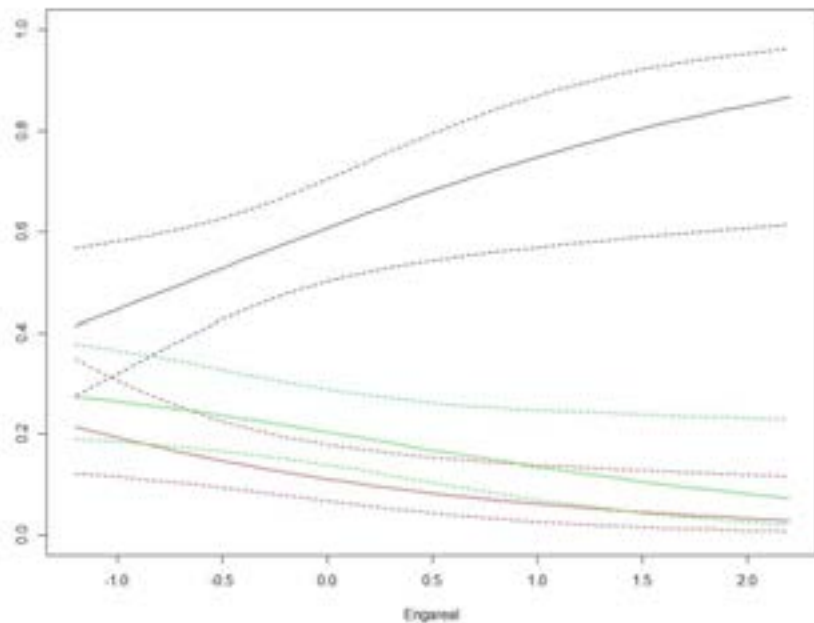
#### 3.1.1 Tetthet

De statistiske analysene viste at dyp var den variabelen som påvirket tettheten av ålegrasengene mest, etterfulgt av (i synkende rekkefølge) engareal og bølger. Tettheten av ålegrasengene så ikke ut til å være påvirket av skråningsforholdene. Tettheten avtok med dyp, dvs. engene ble mer glisne etter hvert som lyset avtar mot dypet (**Figur 3**). Tettheten av engene økte også med arealet på engene (**Figur 4**), dvs store enger hadde som regel høy tetthet av ålegras. Analysene viste at det var en interaksjon mellom bølger og engareal, dvs. at betydningen av bølger på tettheten av engene er ikke den samme for små og store enger. Små enger har større sannsynlighet for tett ålegrasvegetasjon i bølgepåvirka områder enn i bølgebeskytta områder. Store enger har høy sannsynlighet for tett ålegras både ved lav og høy bølgepåvirkning. Stasjonstilhørighet hadde liten betydning i å forklare ålegrasengenes tetthet, dvs. de beste CLM-ene inkluderte ikke stasjon som faktor.

**Konklusjonen** fra disse analysene er at jo større engen er, jo tettere er den også. Engene blir mer glisne mot dypere vann, dvs. fra ca. 5 m dyp som representerer gjennomsnittsdypet i undersøkelsen (og som dermed tilsvarer verdi 0 på den skalerte dybdeaksen (x-aksen) i **Figur 3**). Høy bølgeeksponering ser ut til å medføre høy ålegrastetthet i både små og middels store enger. Undersøkelsen omfatter ikke store enger i bølgepåvirka områder. Middels store, og store enger har høy sannsynlighet for tett ålegrasvegetasjon uavhengig av grad av bølgepåvirkning.



**Figur 3.** Responskurvene (med 95 % konfidensintervall) som viser sannsynligheten (på y-aksen) for de ulike tetthetsklassene til ålegras (*Zostera marina*); svart = dominerende, grønt = spredt, rødt = fravær, som en funksjon av dyp (de reelle verdiene er fra 0 til 10 m dyp, hhv -2 til 2 på dybdeakse). De øvrige miljøvariablene holdes konstant på gjennomsnittlige verdier i modellen, dvs. engareal = 15 000 m<sup>2</sup>, skråning = 5 grader og bølgeeksponering = 45 000.

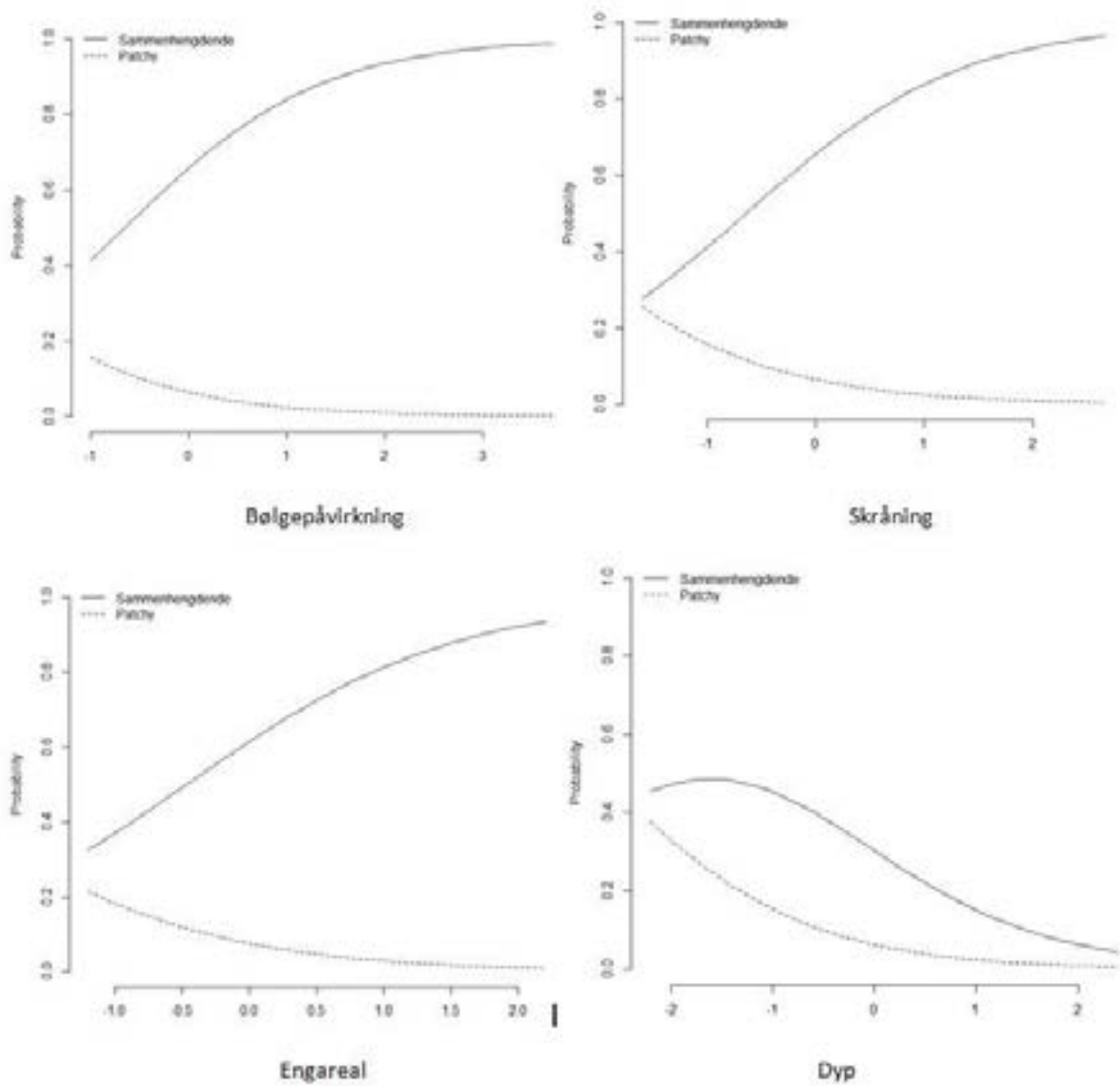


**Figur 4.** Responskurve (med 95 % konfidensintervall) som viser sannsynligheten (y-aksen) for de ulike tetthetsklassene til ålegras (*Zostera marina*); svart = dominerende, grønt = spredt, rødt = fravær, som en funksjon av ålegrasengenes areal (skalerte verdier, de reelle verdiene er fra 3 200 til 36 000 m<sup>2</sup>). (De øvrige miljøvariablene holdes konstant på gjennomsnittlige verdier i modellen, dvs. dyp = 5 m, skråning = 5 grader og bølgeeksponering = 45 000.

### 3.1.2 «Patchiness»

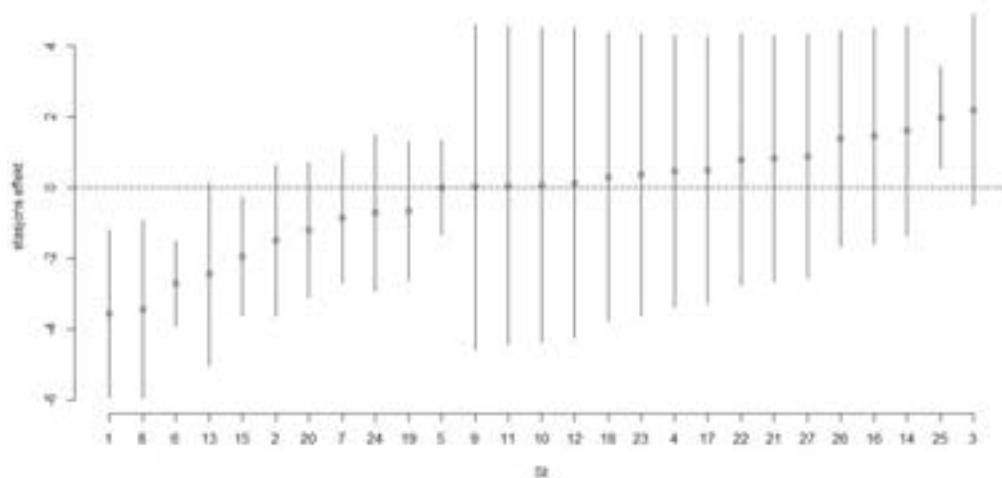
Bølgene hadde størst påvirkning på «patchiness» (dvs. grad av flekkvis forekomst), etterfulgt av (i synkende rekkefølge) skråning, engareal og dyp. De ulike miljøvariablene hadde relativt lik betydning og evnet alle hver for seg å forklare «patchiness» i ålegrasengene (det vil si modeller med hver faktor alene var blant de beste modellene). Vi gjorde flere observasjoner av sammenhengende ålegrasvegetasjon med høyere bølgeeksponering, mer skrånende terreng og i de store ålegrasengene (**Figur 5**). Sannsynligheten for forekomst av både tett og glissen vegetasjon avtok mot dypere vann (**Figur 5**). Vi fant også at lokaliseringen til engene har signifikant betydning for grad av «patchiness» (dvs. modellene ble bedre når stasjon ble inkludert som en random faktor i analysene). Dette betyr at selve lokaliseringen av enga gjør at noen av stasjonene blir mer «patchy» enn de inkluderte miljøfaktorene tilsier (**Figur 6**). Dette gjelder stasjonene 1, 6, 8, og 15 som ligger under 0-verdien på y-aksen i figuren (stiplet linje som viser effekten til gjennomsnittsstasjonen). Av øvrige stasjoner skiller ingen seg fra gjennomsnittlig grad av «patchiness», med unntak av stasjon nr. 25 som har mer sammenhengende ålegrasvegetasjon enn gjennomsnittet (konfidensintervallet ligger over 0-verdien i **Figur 6**). Stasjonenes geografiske plassering er vist i Figur 1.

**Konklusjonen** fra disse analysene er at ålegrasengene generelt blir mer sammenhengende med økt bølgeeksponering, brattere skråning og større areal, og at engene er mer flekkvise på dypere vann og når engene er små. Analysen viser også at enkelte lokaliteter kan ha flekkvis forekomst av ålegras selv om de er store, ligger i bølgeeksponerte områder og på grunt vann pga lokale forhold som ikke fanges opp av de inkluderte miljøfaktorene.



**Figur 5.** Sannsynligheten for å finne sammenhengende ålegrasvegetasjon (heldekkende linje) og flekkvis ålegrasvegetasjon (stiplet linje) som funksjon av bølger, skråning, engareal og dyp.



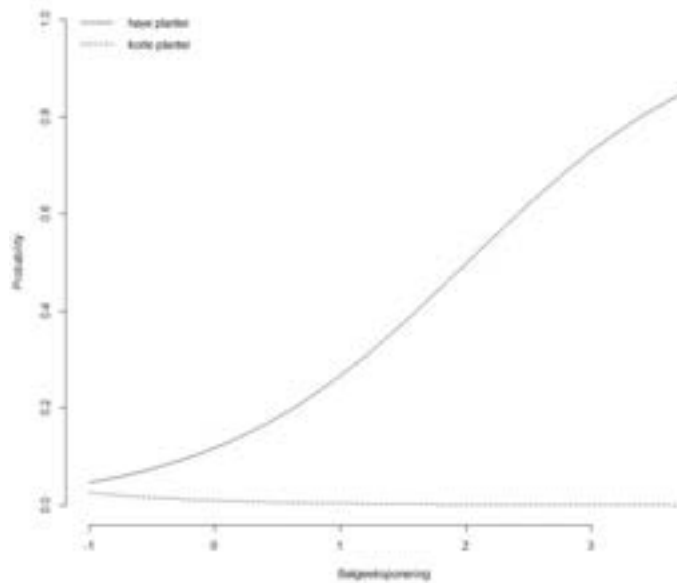


**Figur 6.** Betydningen av engenes lokalisering til å forklare «patchiness», med 95 % konfidensintervall. Høy positiv verdi på y-aksen indikerer at stasjonen (stasjonsnummer på x-aksen) har noen lokale forhold som gjør ålegrasvegetasjonen mer sammenhengende enn de analyserte miljøvariablene tilsier. Negative verdier indikerer lokale forhold som gjør ålegrasvegetasjonen mer flekkvis enn de analyserte miljøfaktorene tilsier. (Skalaen er 1 svært «patchy», 2 litt «patchy», og 3 sammenhengende.)

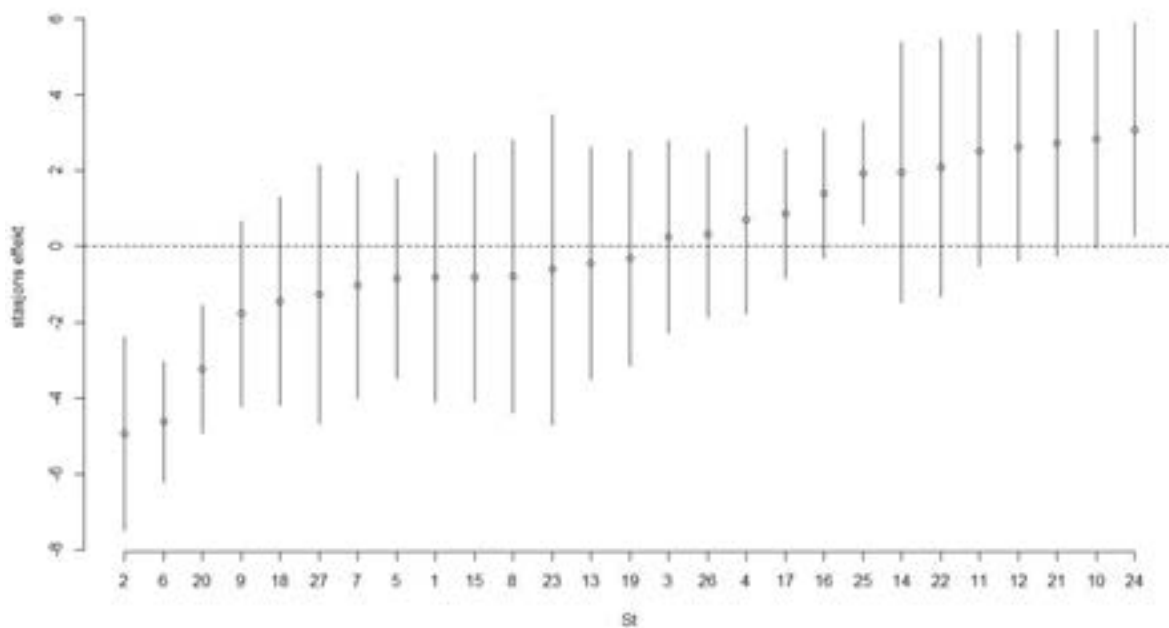
### 3.1.3 Ålegrasets høyde

Bølgeeksponering var den variabelen som hadde størst effekt på ålegrasets høyde, og den beste modellen hadde bølgeeksponering som eneste forklaringsvariabel (dvs. ingen effekt av dyp, skråning og engareal). Responskurvene i modellen viser at de høyeste plantene i de undersøkte engene, blir høyere jo mer bølgeeksponert det er, men at de korteste plantene i hver av engene, er upåvirket av bølgeeksponering (**Figur 7**). Det ble generelt gjort få observasjoner av kortvokst ålegras i området. I gjennomsnitt minker de mellomstore plantene med økt bølgeeksponering, men det er stor variasjon mellom stasjonene særlig for denne størrelsesgruppen. Tilsvarende som for «patchiness» har lokaliseringen til engene signifikant betydning for ålegrasets høyde (dvs. modellene ble bedre når stasjon ble inkludert som en random faktor i analysene). Dette betyr at selve lokaliseringen av enga gjør at noen av stasjonene får høyere planter enn de analyserte miljøforholdene tilsier. Stasjon 2, 6 og 20 skiller seg ut ved å ha kortere ålegras (plasseringen av stasjonene er vist i **Figur 1**) enn miljøforholdene tilsier, og to av stasjonene hadde signifikant høyere ålegras enn de burde gitt de kjente miljøforholdene (**Figur 8**). Stasjoner som har negative verdier langs y-aksen i figuren (dvs. de ligger under stiplede linje som viser effekten til gjennomsnittsstasjonen på ålegrasets høyde) har kortere ålegras enn miljøforholdene tilsier. Stasjoner som har et konfidensintervall som krysser 0-linja har en ålegrashøyde som ikke skiller seg signifikant fra de kjente miljøforholdene, mens stasjon nr. 24 og 25, som har et konfidensintervall for stasjonseffekt for ålegrashøyden som ligger over 0-linja, har høyere ålegrasplanter enn de kjente miljøforholdene tilsier. Alle våre undersøkte engar med tett ålegrasvegetasjon (12-Hovekilen, 16-Langerumpa og 24-Storeng) har litt over gjennomsnittet høyt ålegras i forhold til miljøforholdene. Av de glisne engene har to av stasjonene; 8-Gjessøy og 18-Merdø vest, litt kortere planter enn gjennomsnittet, mens plantene på Gjessøy øst (stasjons nr 17) ikke skiller seg fra gjennomsnittet med hensyn til ålegrasets høyde.

**Konklusjonen** fra disse undersøkelsene er at sannsynligheten for å finne høye ålegrasplanter øker med økt bølgepåvirkning. Det er liten sannsynlighet for å finne kortvokst ålegras i regionen, både i beskytta og bølgeeksponerte områder. Analysen viser også at det finnes lokale miljøforhold som kan overstyre innflytelsen av bølgeeksponering på ålegrasets høyde.



**Figur 7.** Sannsynligheten for å finne høye og korte ålegrasplanter som funksjon av bølgeeksponering.



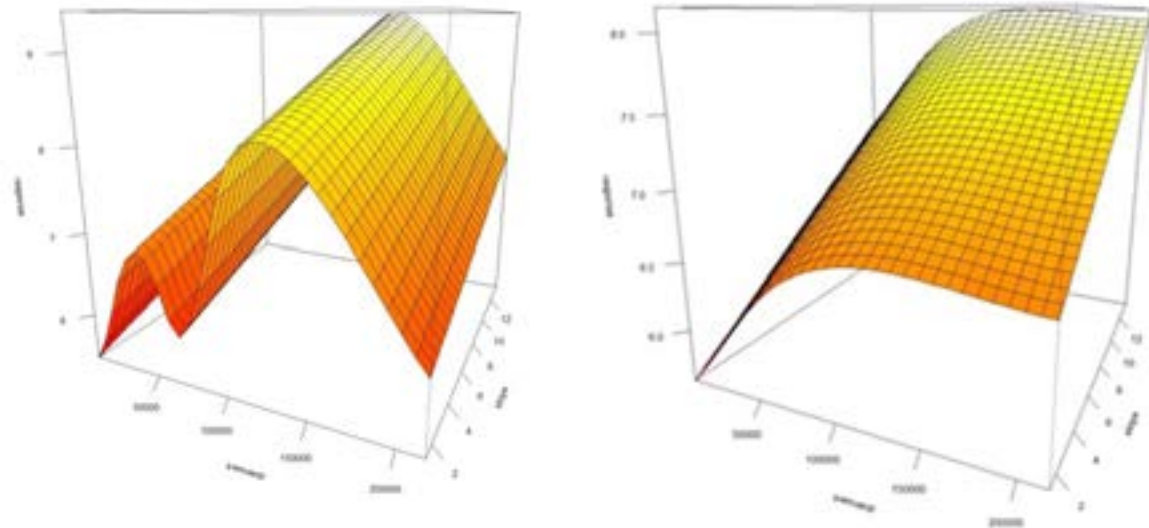
**Figur 8.** Betydningen av engenes lokalisering til å forklare ålegrasets høyde, med 95 % konfidensintervall. Høy positiv verdi på y-aksen indikerer at stasjonen (stasjonsnummer på x-aksen) har noen lokale forhold som gjør ålegraset ekstra høyt. Negative verdier på y-aksen indikerer lokale forhold som gjør ålegraset kortere enn grad av bølgeeksponering tilsier.

### 3.1.4 Nedre voksegrense

Analysene viste en økning i nedre voksegrense med økt bølgepåvirkning og økt skråning (**Figur 9**), men med avtagende effekt av bølger ved høy bølgepåvirkning. Ålegraset vokste altså dypere i områder med høy enn med lav bølgepåvirkning. Lokaliseringen til engene hadde ingen signifikant betydning for ålegrasets

nedre voksegrense (dvs. stasjon var ikke inkludert som faktor i de beste modellene). Den beste modellen for våre data (modellen til venstre i **Figur 9**) antyder at maksimum nedre voksegrense finnes på middels bølgepåvirka lokaliteter, og at nedre voksegrense blir lavere i områdene med høyest bølgeeksponering. Vi har ikke tilstrekkelig med datamateriale til å teste disse modellene med uavhengige data. Den beste modellen forklarer 43 % av variasjonen i datasettet, og ser ut til å være en god modell, men det er mulig at kurvetilpasningen til disse dataene er for høy til at den gir et generelt bilde av nedre voksegrense som funksjon av bølger og skråning. Modellen til høyre i figuren, har en lavere tilpasning til hver enkelt observasjon og gir et mer generelt bilde av disse responsene, selv om den forklarer en mindre andel av variasjonen i datasettet (20 %). Den generelle modellen antyder en mer gradvis avflating av nedre voksegrense med økt bølgeeksponering, og høyere nedre voksegrense i områder med brattere skråning. Vi har få datapunkter fra ålegrasenger på bølgeeksponerte lokaliteter, så modellen er ikke god nok til å si hvordan nedre voksegrense blir påvirket på de fleste bølgeeksponerte lokalitetene i området.

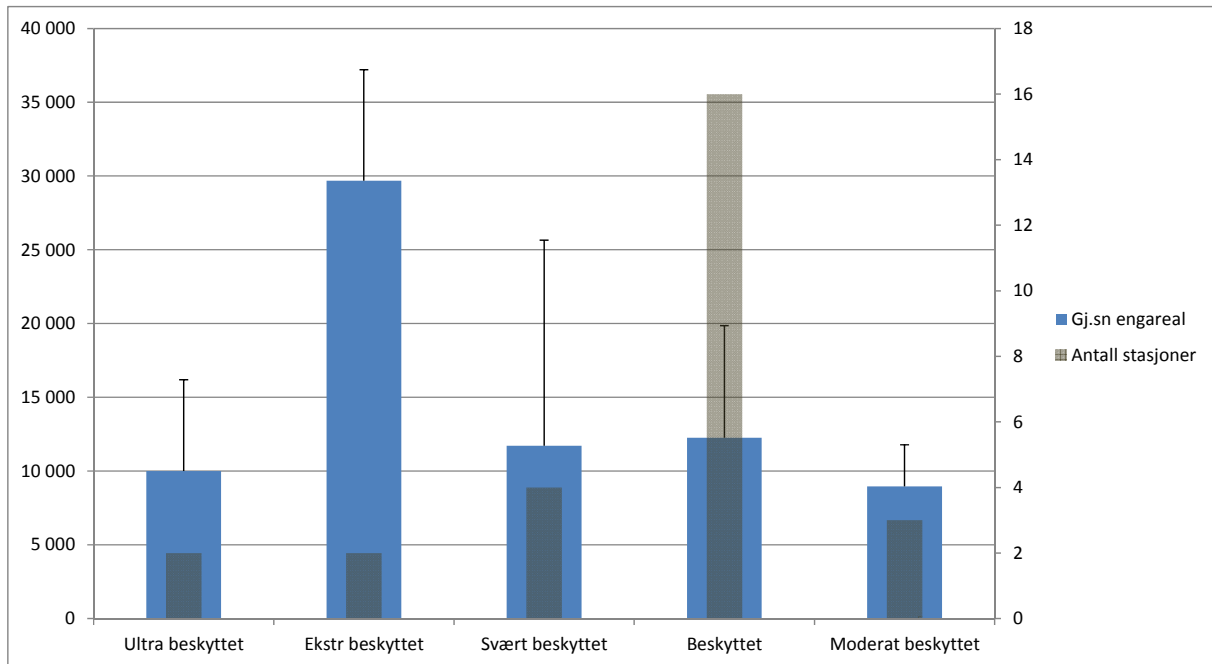
**Konklusjonen** fra denne undersøkelsen er at nedre voksegrense påvirkes av bølgeeksponering, og at ålegraset vokser dypere etter hvert som bølgeeksponeringen øker. Vi har for få data fra områder med høy bølgepåvirkning i analysen til å kunne konkludere med om nedre voksegrense avtar eller holder seg høy i disse områdene. Nedre voksegrense var også høyere i skrånende enn i flatere terreng.



**Figur 9.** Responskurvene til nedre voksegrense til ålegrasengene som funksjon av bølger og skråning. Figuren til venstre viser den beste modellen, figuren til høyre viser en mer generell modell, med mindre tilpasning til dataene.

### 3.1.5 Engareal

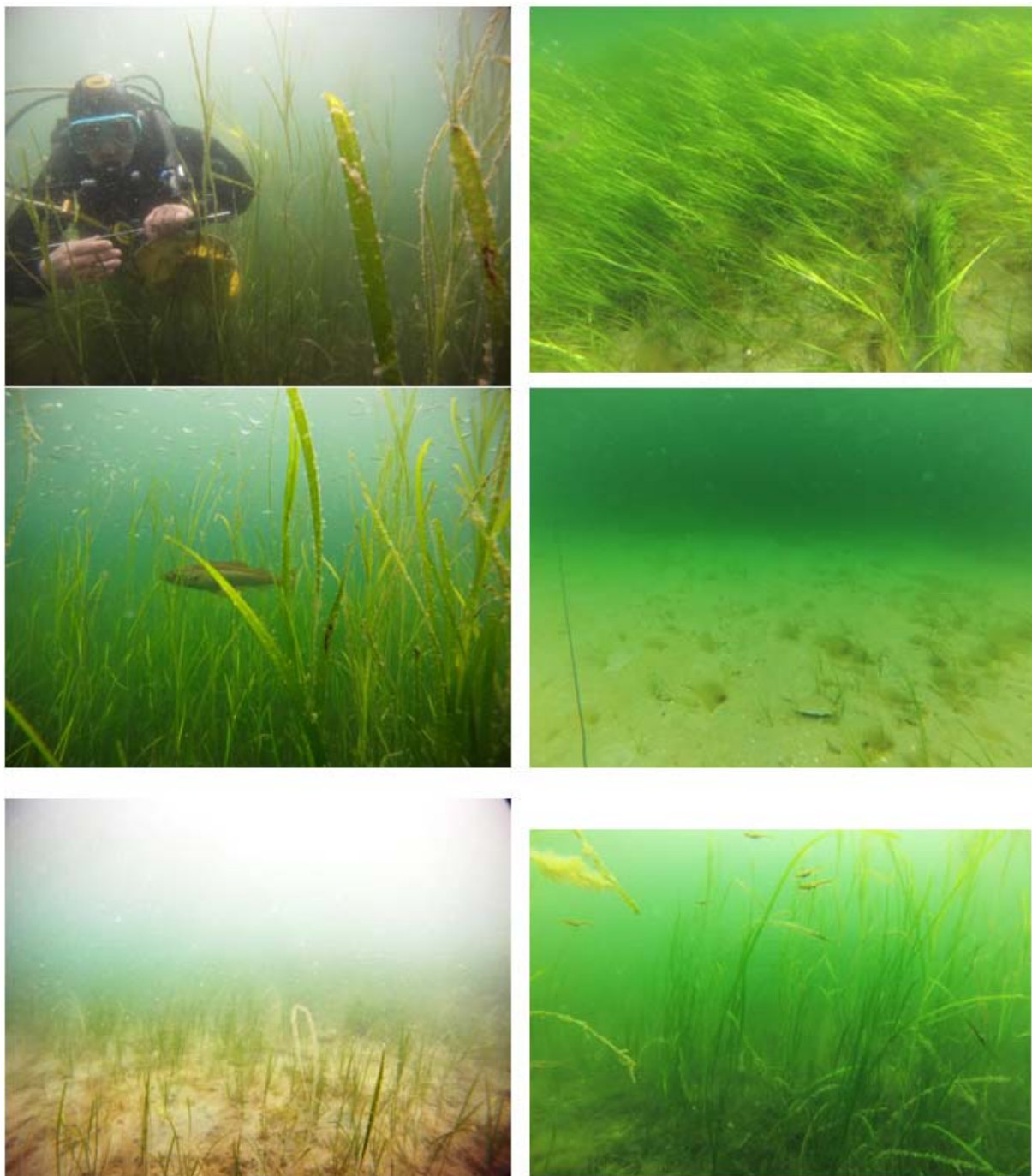
En oversikt over antall enger som er undersøkt innen de ulike bølgeeksponeringsklassene, samt gjennomsnittlig engareal og standard avvik til de ulike engene innen hver av klassene er vist i **Figur 10**. De fleste (60%) av de undersøkte ålegrasengene tilhørte bølgeeksponeringsklassen *beskyttet*. Det er ingen vesentlig forskjell i størrelsen til engene innen de ulike eksponeringsklasser, med unntak av klassen ekstra beskyttet, som har de største engene i studieområdet



**Figur 10.** Oversikt over størrelsesfordelingen til ålegrasengene innenfor ulike klasser av bølgeeksponering. Gjennomsnittlig engareal pluss standard avvik, er vist på venstre y-akse, og antall undersøkte enger (vist som stasjoner i legenden) per klasse er vist langs y-aksen til høyre.

### 3.2 Ålegrasengenes egenskaper og økologisk funksjon

Gjennomsnittsverdiene for de målte egenskapene, samt forekomst av smådyr og fisk, for de seks ålegrasengene som ble undersøkt for økologisk funksjon, er vist i **Tabell 1**. De undersøkte engene tilhørte en av to følgende grupper med hensyn til ålegrasets egenskaper; 1) høyt og tett ålegras eller 2) kort, glissent eller «patchy» ålegras. Det var en signifikant forskjell i ålegrasbiomasse mellom tette og glisne enger (ANOVA,  $p < 0,01$ ). De høye, tette engene (Langerompa, Storeng og Hove) hadde høy biomasse av ålegras, med over 1000 gram per m<sup>2</sup> og plantelengde på ca. 1 m eller mer. De tre glisne engene (Merdø V, Gjessøy og Merdø Ø) hadde lav biomasse av ålegras, fra ca. 500 g og lavere og med en plantehøyde på ca. en halv meter. De tre glisne eller «patchy» engene hadde en flekkvis fordeling sett over et større område, mens innsamling i engene (i flekkene) viste høy tetthet av skudd, særlig på Gjessøy der skuddtettheten varierte mellom 4 og 240.



**Figur 11.** Diversse foto fra studieområdet. *Venstre kolonne fra toppen;* dykker under innsamling, midtre: lyr og brisling i tett ålegraseng ved Storeng, nederst: glissen ålegraseng ved Merdø. *Høyre kolonne fra toppen;* flekk med tett vegetasjon av ålegras ved Gjessøy, midtre: glissen flekk med ålegras ved Gjessøy, og nederst: tett ålegraseng ved Langerompa med kutlinger.

Faunaprøvene ble stort sett identifisert til høyere taxa, og totalt 46 taxa eller arter ble identifisert i prøvene. **Tabell 1** viser totalt antall taxa smådyr som ble funnet i de tre replikate rutene fra hver stasjon, mens gjennomsnittlig antall arter pr rute er presentert lenger ned (**Figur 12**). Det ble fanget totalt 23 arter fisk og 3 arter krabbe i garnene.

**Tabell 1.** Oversikt over ålegrasengenes egenskaper og forekomst av smådyr og fisk i engene.

Stasjon	Høye, tette enger			Glisne, lave enger		
	Langerompa	Storeng	Hove	Merdø V	Gjessøy	Merdø Ø
<b>Rutetellinger, gjennomsnitt</b>						
plantelengde	144	92	101	56	40	59
Ant. skudd/m <sup>2</sup>	76	105	104	85	108	64
Biomasse/m <sup>2</sup>	1751	1177	1041	530	350	336
Tot ant. Arter/taxa smådyr	28	24	22	28	20	20
Ant. faunaindivider/ m <sup>2</sup>	100 067	62 883	13 325	133 550	293 092	46 317
Ant. ind./100 g ålegras	5715	5344	1280	25198	83740	13792
Ant. snegl/m <sup>2</sup>	7700	7558	6308	22050	11400	23450
Ant. snegl/100g	440	642	606	4160	3257	6983
Ant. amphipoder/m <sup>2</sup>	592	846	179	4450	3075	1083
<b>Garn</b>						
Strandkrabbe	4	69	17	5	1	2
Ant. fisk	95	187	64	37	114	57
Ant. torskefisk	21	24	46	9	85	19
Ant. leppefisk	66	149	5	4	6	17
Ant. andre fisk	8	14	11	18	13	15
Ant. arter fisk	11	10	13	9	8	11
Tot. vekt fisk g	7795	8499	6879	1662	11872	2886

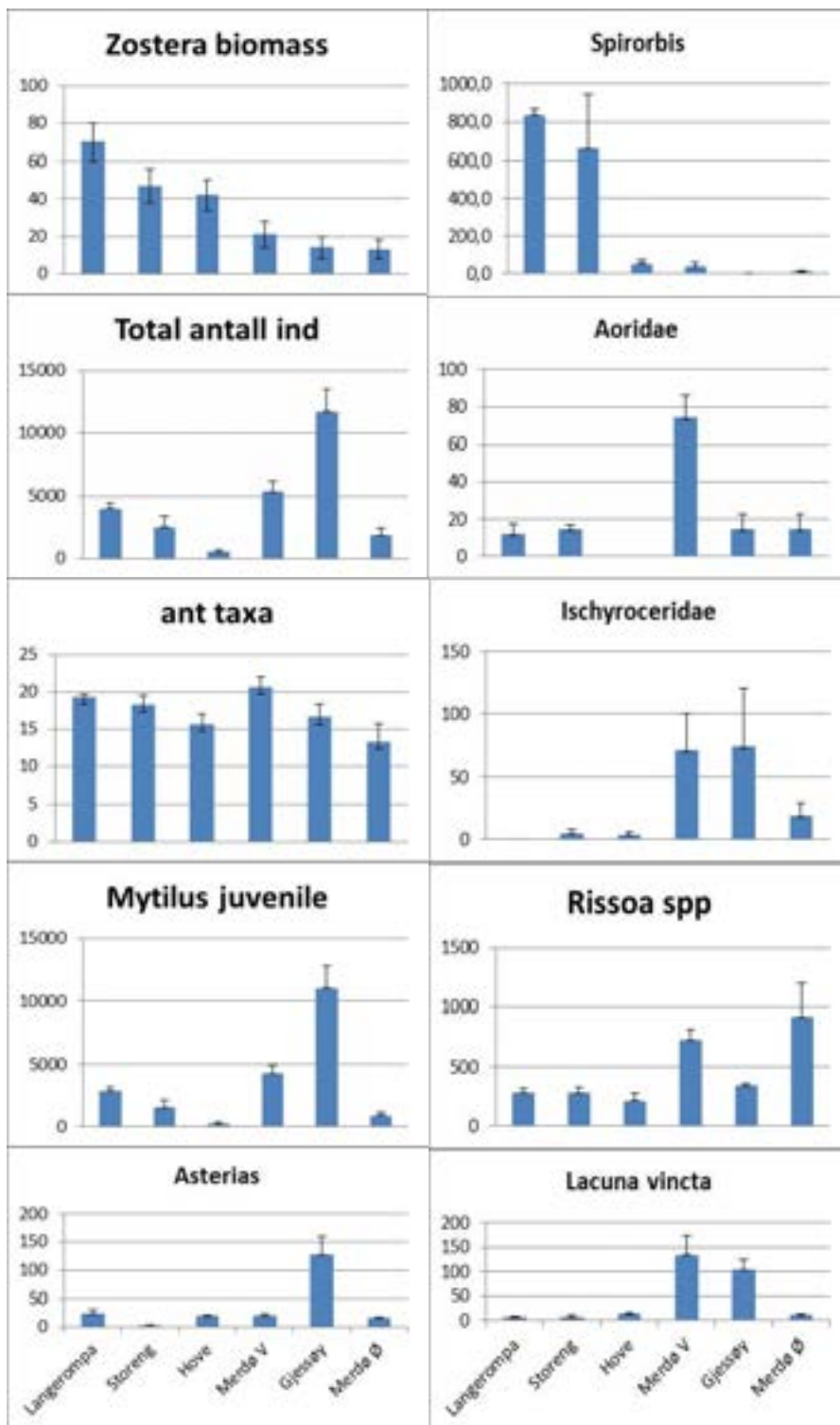
Det ble funnet mellom 20 og 30 arter makrofauna og rundt 10 arter fisk per stasjon. Antall arter varierte lite mellom engene, men det var store forskjeller når det gjelder individtall av makrofauna og fisk, særlig makrofauna (**Tabell 1**). Faunatettheten varierer fra 13 000 (Hove, en tett eng) til litt over 290 000 per m<sup>2</sup> (Gjessøy, en glisne eng). Den høye tettheten skyldes i stor grad blåskjell-yngel som varierte stort, selv om nedslaget var høyt på alle stasjonene. Det ble også funnet svært høye tettheter av snegl, særlig i de glisne engene. Snegl og amphipoder (tanglopper/krepsdyr) er typiske karakterarter for ålegras og disse varierte stort mellom stasjonene. Antall krabber, fisk og totalvekt av fisk varierer også mellom stasjonene.

De tre prøvene av fauna fra hver eng viser innbyrdes ganske like forekomster (se nedenfor, tabell i vedlegg, og MDS plot i **Figur 13**). Analysene av faunasammensetningen av smådyr som lever mellom ålegrasbladene viste at stasjon og ålegrasbiomasse har effekt på sammensetningen, og at jevnheten av antall arter er størst i de tette engene. Gitt det grove presisjonsnivået til artsbestemmelsene, finner vi at de høye, tette engene i snitt hadde 17,8 arter/taxa pr prøve mens de glisne engene hadde 16,9 (dvs ikke signifikant forskjell ANOVA test). Garnfangstene er ikke repliserte, men den store variasjonen mellom stasjonene indikerer at lokale forhold er viktige for forekomst av fisk og krabber i engene. F. eks. lå ålegrasengene på Langerompa og ved Storeng nær en fjellbunn (fjellvegg), noe som kan forklare de høye forekomstene av leppefisk (som er typiske for hardbunn med brunalger) i disse engene. De andre engene lå utenfor sandstrender, og det kan være slike og andre forhold som bidrar til å forme ålegrasenes betydning som leveområde for ulike arter. Det ble ikke funnet noen signifikante forskjeller i artssammensetningen i garnfangstene mellom tette og glisne enger.

Det ble på de fleste stasjonene funnet meget høye tettheter av assosiert dyreliv, og på Gjessøy ble det funnet en tetthet på over 290 000 individer per m<sup>2</sup>. Dette skyldes først og fremst et kraftig nedslag av blåskjell-yngel på alle stasjonene, som kunne utgjøre opptil 90 % av totalt antall individer, bortsett fra på Hove. Hvorfor denne stasjonen hadde merkbart lavere tettheter av blåskjell og andre dyr er vanskelig å

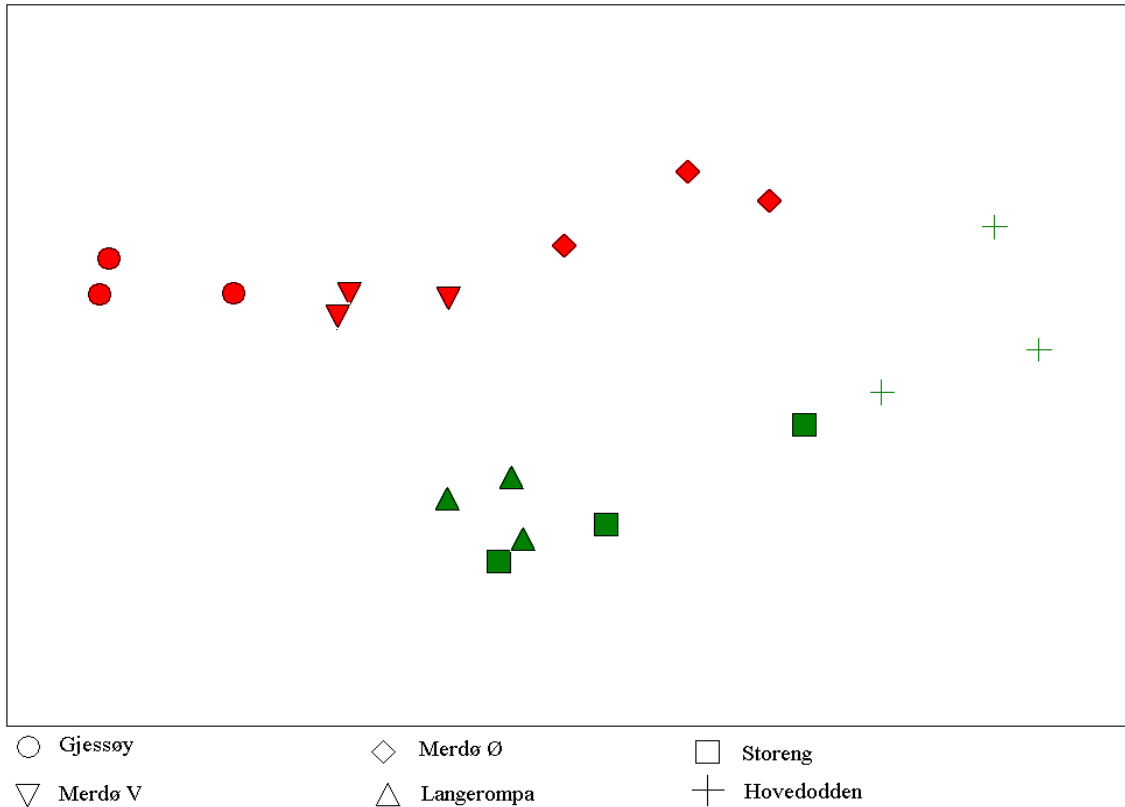
forklare. Alle stasjonene hadde relativt høye tettheter av snegl og amfipoder, men særlig de tre stasjonene med lav ålegrasbiomasse hadde høye tettheter av også disse dyrene. Selv om variasjonen var stor mellom stasjonene ble det jevnt over funnet høyere tettheter av de viktigste dyregruppene i de glisne engene, og antall pr prøve lå i gjennomsnitt over 2,5 ganger høyere i de glisne enn de høye og tette engene. Ålegrasets biomasse og faunaens tetthet og variasjon mellom stasjonene illustreres i **Figur 12**. Av snegl er særlig små individer av slekten *Rissoa* dominerende, mens det blant amfipodene er noen få familier som dominerer, og ofte ulike familier på ulike stasjoner. De høye tetthetene av små dyr bidrar til å holde ålegras-bladene rene for påvekstaler. Nedslaget av blåskjell-yngel er en flyktig hendelse, og disse vil sannsynligvis falle av eller bli spist i løpet av kort tid. I motsetning til dette vil snegl (*Rissoa* sp og *Lacuna vincta*) og de små amfipodene i familiene Aoridae, Ischyroceridae og Corophiidae være viktige nøkkelarter i ålegrasengene utover sommeren. Disse spiser påvekstaler eller dødt plantemateriale (detritus) og er således viktige for å holde ålegrasbladene og ålegrasenga ren og i god tilstand. Disse artene har høy formering gjennom hele sommeren (i motsetning til blåskjellene som har et veldig konsentrert larvenedslag) og de vil bidra som en viktig næringskilde for fisk (fiskeyngel) som skjuler seg og ernærer seg i ålegrasenga utover sommeren og høsten. Disse dyrene er meget bevegelige og tilpasset til å bevege seg til nye blad ettersom de gamle bladene vokser og visner. Fastsittende dyr (*Mytilus*, *Spirorbis*) er mer sårbare når ålegrasbladene gradvis skiftes ut, noe som skjer flere ganger gjennom sommeren. Tester (ANOVA,  $p < 0.05$ ) viste at totalt antall individer, og antall individer av følgende taxa; Aoridae, Ischyroceridae, *Rissoa* og *Lacuna*, alle hadde signifikant høyere tetthet i rutene fra de glisne engene enn i det høye og tette ålegraset. Hvis man skulle beregne tettheten som antall pr vektighet ålegras ville forskjellen bli enda mer markert.

**Figur 12 og 13** illustrerer forskjellene i faunaforekomster og fordeling mellom stasjonene, men likheten mellom de tre replikatene fra hver eng vises som relativt små avvik i **Figur 12** og liten avstand mellom prøvene i **Figur 13**. Likheten i faunasammensetningen mellom replikatene innen hver stasjon tyder på at faunaen kan utvikle seg forskjellig fra en ålegraseng til en annen selv om de ligger nær hverandre. Enga på Hoveodden hadde høy biomasse og var tett, mens Gjessøy hadde lav ålegrasbiomasse og mer flekkvis vegetasjon, selv om disse to stasjonene ligger ganske nær hverandre. Alle prøvene på Gjessøy hadde høye tettheter av blåskjellyngel, sjøstjerner, snegl og amfipoder sammenliknet med Hove. Tilsvarende viste de to stasjonene på Merdø store forskjeller i forekomst av enkelte arter snegl og amfipoder.

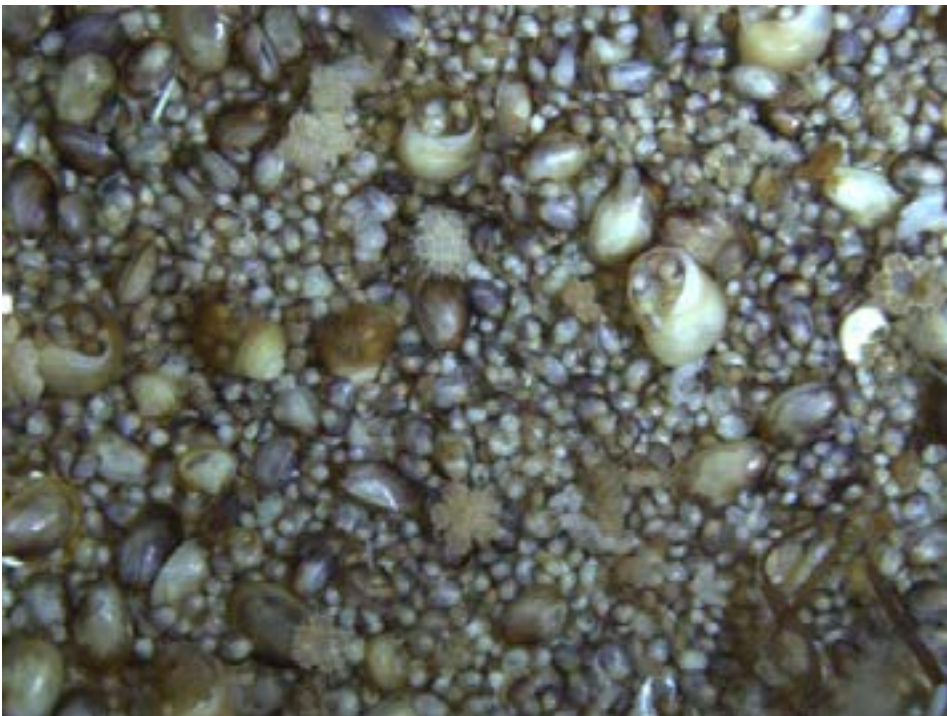


**Figur 12.** Gjennomsnittlig forekomst av ålegrasbiomasse og antall smådyr (individer og arter  $\pm$ St. avvik, gjennomsnitt av tre ruter på 20x20 cm). Tallene bortsett fra antall taxa må multipliseres med 25 for å få antall pr m<sup>2</sup> som vist i tabellen ovenfor). På alle figurene er stasjonene satt opp etter mengde (biomasse) ålegras fra venstre mot høyre som vist på øverste graf. Ulik skala på y-aksene viser den store forskjell i tetthet på de ulike arter/dyregrupper. Mytilus = blåskjell, Asterias = sjøstjerne, Spirorbis = posthornmark, Aoridae og Ischyroceridae = tanglopper, Rissoa og Lacuna = snegl.





**Figur 13.** MDS plot av faunasammensetning av smådyr fra hver rute undersøkt i de seks ålegrasengene. Plottet viser at prøvene fra hver stasjon grupperer seg, og indikerer en trend fra glisne (røde symboler) til tette enger (grønne symboler).



**Figur 14.** Bilde fra faunaprøver som viser høye tettheter av små blåskjell, noen nylig bunnslette sjøstjerner, og noen snegl (*Lacuna vincta*).

Antall arter makrofauna på ålegrasbladene i denne undersøkelsen er langt lavere enn i andre undersøkelser fra regionen. Dette skyldes at det ikke var mulig å foreta nøye artsidentifikasjon i et slikt stort materiale med mange tusen dyr. Imidlertid ble de viktigste og mest karakteristiske arter/taxa som ut fra tidligere undersøkelser funnet forventes å finnes i ålegrasenger i Skagerrak (se Fredriksen m.fl. 2005, Løvdal-Nilsen 2007). Innenfor slekten *Rissoa* spp var det både *Rissoa membranacea* (som er kalt ålegrassnegl) og *Rissoa parva*. Blant amfipodene (tangloppene) ble *Microdeutopus gryllotalpa* (Aoridae) og *Erichthonius difformis* (Ischyroceridae) funnet, noe som viser at de vanlig beskrevne artene snegl og tanglopper fra ålegras i regionen er tilstede. Det ble funnet få individer av ålegrasanemonen *Sagartiageton viduatus*, men det er sannsynlig at denne og andre arter vil komme sterkere inn senere på sommeren. Vi vet fra tidligere undersøkelser (egne upubliserte data fra utsetting av kunstig ålegrasimitasjoner) at mange arter som lever i ålegrasenger kan være meget mobile. Det kan tenkes at andre arter først kommer inn når det blir frigiort plass på nye blader, eller på blad som ikke lenger er dominert av blåskjellnedslag.

**Tabell 2.** Oversikt over garn-fangsten av ulike fiskegrupper (antall i øverste del, og vekt i gram under) i de ulike engene.

Stasjon	Høye, tette enger			Glisne, lave enger		
	Langerompa	Storeng	Hove	Merdø V	Gjessøy	Merdø Ø
tot fisk	95	187	64	37	114	57
torskfisk	21	24	46	9	85	19
leppfisk	66	149	5	4	6	17
andre fisk	8	14	11	18	13	15
ant arter fisk	11	10	13	9	8	11
Tot vekt fisk	7795	8499	6879	1662	11872	2886
Vekt torskfisk	3310	4978	5449	854	10853	1220
Vekt leppfisk	2392	2563	51	228	243	768

Det var overraskende mye fisk i garnene til å være så tidlig på sommeren. Av leppfisk var det særlig bergnebb med en lengde på rundt 12 cm som dominerte. Blant torskfisk var det sei på rundt 25 cm som forekom i størst antall og som til sammen kunne utgjøre over 8 kg på en stasjon (i ett garn på Gjessøy). Som nevnt over viste garnfangstene stor variasjon mellom stasjonene, og **Tabell 2** viser forskjellene i både antall og vekt mellom de viktigste fiskeslagene.

Hvert innsamlet ålegras-skudd besto av 5-6 blader (4-9) og var ca 6 mm bredt (4-8 mm). Det var svært lite begroing på bladene (mindre enn målbart, dvs < 1mg). Av alger ble det registrert spredt forekomst av fastsittende brunsl (Ectocarpales) på noen få blader. Brunsl ble også funnet løst assosiert til bladene. Av dyr ble det observert spredt forekomst av små mosdyrkolonier, juvenile blåskjell, små ålegrasroser og små klaser av sneglegg. På stasjon Storeng ble det også funnet nedslag av sekkyr (*Ciona intestinalis*). For alle stasjoner utgjorde påvekst i prøvematerialet (3 skudd fra 3 ruter fra hver stasjon) mindre enn 1 % av bladoverflaten (estimert), med unntak av Gjessøy hvor mosdyr og blåskjell kunne dekke opptil 10 % av bladet. På stasjonen Merdø-øst ble det observert beitespor fra snegl på bladene. Den høye tettheten av små snegl har sannsynlig bidratt til å holde påvekstalgene i sjakk. Påvekst på ålegras kan på enkelte steder utover sommeren bli så dominerende at det potensielt kan kvele ålegraset og redusere utbredelsen til naturtypen og de tilhørende økologiske funksjonene.

Bladene ble også undersøkt for infeksjon av soppen *Labyrinthula* (sorte flekker). Dette er en naturlig forekommende sopp som bidrar til nedbryting av gamle blad, men soppen kan i enkelte tilfeller forårsake høy dødelighet av ålegraset. Generelt ble det bare observert små svarte flekker på bladene (mindre enn 1 % av bladarealet), men på enkelt blad ble de svarte sopp-partiene estimert til opp mot 10 % av bladarealet (dette gjelder stasjonene Storeng, Hove og Langerompa, som er enger med tett ålegrasvegetasjon og som alle har lange blad). Hyppigheten og mengden sopp-forekomst var likevel så lav at dette ansees som normalt.

## 4. Diskusjon

Hensikten med denne undersøkelsen var å belyse hvordan egenskapene til ålegrasenger varierer langs miljøgradienter og hvordan disse egenskapene påvirker den økologiske funksjonen til ålegrasengene. I likhet med tidligere observasjoner på at ålegrasengenes forekomst er noe uforutsigbare i forhold til tilgjengelighet av bunnsubstrat, var det også her til dels vanskelig å finne klare mønstre i ålegrasets egenskaper og økologiske funksjon. Likevel er det noen klare trekk i hva som bestemmer ålegrasets høyde og tetthet og hvordan ålegraset fungerer som leveområde og økosystem.

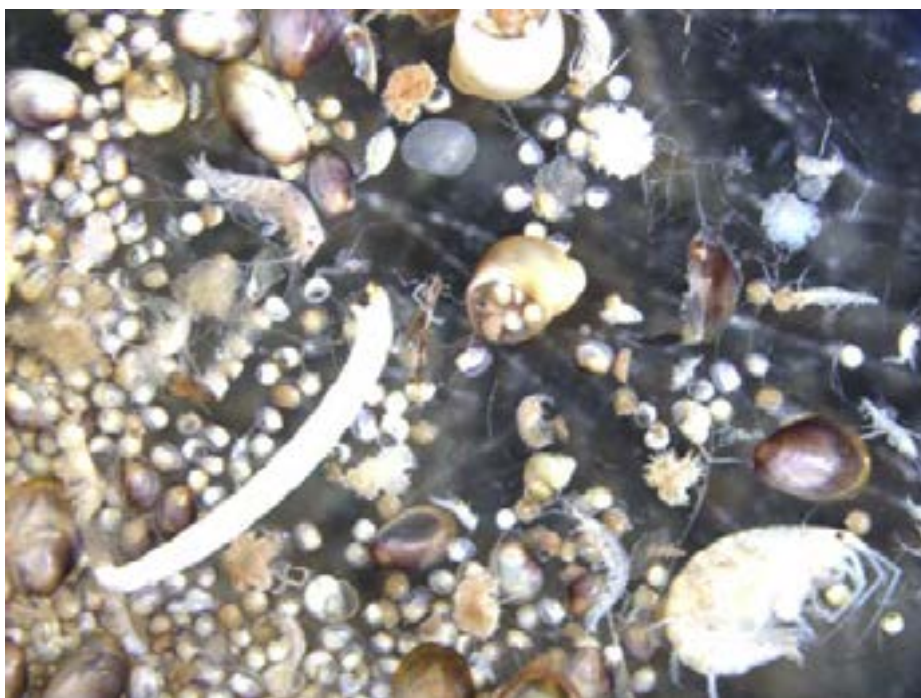
Resultatene fra innsamlingene av små og større dyr gjennom dykking og fra garnfisket viser tydelig at ålegrasengene generelt har en viktig økologisk funksjon med særdeles høy forekomst av smådyr, og at områdene er viktige leveområde for et mangfold av smådyr, krabber og fisk. Både de seks ålegrasengene som ble studert i detalj og de 21 øvrige som ble semikvantitativt kartlagt viser stor variasjon i struktur, slik som høyde, tetthet, «patchiness», biomasse per arealenheter og størrelse. Store variasjoner kan skygge over klare mønstre, men de statistiske analysene av registrerte ålegrasegenskaper fra de 27 undersøkte engene viser signifikant innflytelse av miljøvariablene bølger, dyp og skråning på egenskapene tetthet og «patchiness», og til dels på ålegrasets høyde og nedre voksegrense. Analysene av antall og artssammensetning av smådyrene som lever tilknyttet ålegrasbladene antyder at tetthet og ålegrasbiomassen til engene påvirker intern fordeling av artene, uten at vi helt forstår detaljene.

Vi fant også at lokaliseringen til engene hadde signifikant betydning for egenskapene «patchiness» og høyde, og at enkelte av lokalitetene hadde signifikant høyere eller mer «patchy» ålegras enn det de kjente miljøvariablene skulle tilsi. Stasjonene Langerompa og Klauva er begge beskrevet for ulike sesonger og år i perioden 1999-2002 (Sivertsen 2004). De to stasjonene ble også undersøkt i dette arbeidet, den sistnevnte kun med undervannsvideo. Selv om undersøkelsene viser noe innbyrdes variasjon, har Klauva hele tiden hatt lav blad høyde og lav biomasse mens Langerompa har vært dominert av høye planter og høy ålegrasbiomasse. Våre analyser viser det samme mønsteret for disse to engene, og våre mål for ålegrasets struktur er veldig likt det Sivertsen (2004) beskriver fra denne stasjonen i nevnte tidsperiode. Dette tyder på at det finnes noen lokale forhold som bestemmer ålegrasengenes egenskaper, og som bidrar til at disse har en relativt stabil struktur (høyde, tetthet, grad av «patchiness») over tid selv om plantene og skuddene har en kontinuerlig utskifting.

Resultatene indikerer større jevnhet i mangfold av smådyr blant ålegrasbladene i tette enger sammenlignet med glisne enger. I tillegg vil store enger tilby et større leveområde enn små enger, og total ålegrasbiomasse, primærproduksjon, sekundærproduksjon, samt samlet antall og biomasse av assosierte arter vil bli proporsjonalt større enn for små enger. Dette støtter praksisen i verdisettingen av ålegrasengene i Nasjonalt kartleggingsprogram (Bekkby m.fl. 2012), som baserer seg på størrelse og tetthet. Men undersøkelsen viser også at det gitt detaljeringsnivået av de taksonomiske bestemmelsene, er et like høyt mangfold av arter og et høyere antall individer i de glisne engene. De glisne engene hadde svært høye tettheter av både snegl og amfipoder, og en total individtetthet på over 290 000 individer per m<sup>2</sup> i en av de glisne engene viser at også glisne ålegrasenger kan være leveområde for myriader av smådyr. En mulig årsak til de høye tetthetene av smådyr i de glisne engene kan være at disse smådyrene i mindre grad blir utnyttet av større dyr i slike enger. Hvis dette er tilfelle kan det bety at de tette engene har et mer funksjonelt økosystem, med en god balanse mellom små byttedyr og predatorer. En sammenlignende undersøkelse av forskjeller i trofiske interaksjoner («hvem spiser hvem») mellom ålegrasenger med tett og glisne vegetasjon, vil kunne vise i hvilken grad forskjellene i individtetthet kan kobles til ulike næringskjeder i de to typene av enger. Det ble også observert forekomster av enda mindre dyr (såkalt meiofauna) i prøvene. Dette er dyr som er lite undersøkt både mht. artsmangfold, produksjon og hvilken rolle de spiller i økosystemet. Et klart trekk var at faunasammensetningen innen hver enkelt eng har liten variasjon mens sammensetningen adskiller seg mellom de ulike engene. Dette betyr at et mangfold av ulike

enger bidrar til et mangfold av tilhørende arter og at både glisne og tette enger er viktige for forvaltningen av det totale mangfoldet av arter.

I tillegg til ålegrasets tetthet spiller også andre faktorer en viktig rolle i fordeling av arter og individer. Stor fangst av sei i garnet som var satt på stasjon Gjessøy, en kortvokst og glissen eng, kan kanskje sees i sammenheng med at denne enga ligger nær to sund hvor stimer av sei «på gjennomreise» kan få betydning. Ulikheter i forekomst av noen arter av fisk og krabber kan ha sammenheng med nærhet til hardbunn, der disse trives best, men vi vil understreke at garnfangsten kun er utført i ett år, i en sesong og med ett garn per stasjon. Det vil kreves et større datamateriale før reelle sammenhenger av betydningen ålegrasets tetthet har for forekomst av større dyr kan analyseres statistisk.



**Figur 15.** Bilde som viser fjærmygglarve, amfipoder av ulik størrelse, snegl og blåskjellyngel av ulik størrelse.



**Figur 16.** Juvenile sjøstjerner, snegl, blåskjell og en flerbørstemark fra prøvene fotografert under forstørrelse.

Den store variasjonen mellom stasjonene i faunasammensetning er i samsvar med det som ble funnet av Løvdal-Nilsen (2007) i analyser av 8 ålegrasenger mellom Arendal og Tønsberg. Hun studerte enger fra områder som varierte med hensyn til bølgepåvirkning, og fant ingen sammenheng mellom engenes størrelse (bladlengde, tetthet, biomasse) og mengde dyr, og heller ikke heller noen mønstre i faunasammensetning mellom fjord og kyst. Grunnen til at vi har kunnet påvise en sammenheng mellom ålegrastetthet og jevnhet i antall arter, skyldes sannsynligvis at vi har fokusert innsamlingene fra enger som har relativt samme grad av bølgepåvirkning. Selv om antall arter avtok noe østover i Skagerrak, fra Arendal mot Tønsberg, viste artssammensetningen i Løvda-Nilsens studie, relativt stor likhet (Løvdal-Nilsen 2007). Det kan tyde på at de fleste viktige artene er tilstede i de fleste ålegrasenger, bare med ulik tetthet. Dette tyder på at disse artene har høy spredningsevne. De store ulikhetene i tetthet av særlig små snegl og blåskjell i denne undersøkelsen, kan i tillegg til ulike predasjonsforhold skyldes ulike tettheter av larver i vannmassene på lokal skala og da en kombinasjon av «top down» (dvs predasjon)- og «bottom up»-effekter (tilgang til næring).

Det er sannsynlig at trofiske interaksjoner som «top down»-effekter kan være medvirkende til å prege faunasammensetning, f. eks. ved at de høye tetthetene av små og stasjonære predatorer som leppefisk, ulker og krabber bidrar til å redusere tettheten av små blåskjell og snegl. Det ble funnet mye leppefisk i garnfangstene fra Storeng og Langerompa. Disse engene hadde høy og tett ålegrasvegetasjon, og lå nært inntil bratt fjell med mye tang og tare, mens de andre engene i større grad lå ved sandstrender. I følge undersøkelsen til Moy m.fl. (2007) var leppefisk nesten utelukkende knyttet til hardbunn og ble i mindre grad fanget i ålegrasenger. Dette kan indikere at nærhet til andre naturtyper kan påvirke faunasammensetning og trofiske interaksjoner i ålegrasenger. Likeledes vil mer mobile omstreifende stimer av sei som synes vanlig i hele området bidra til ulik predasjon på en rekke av organismene i ålegrasengene, noe som kan være mer uforutsigbart da sei er mindre stasjonær enn leppefisk og andre potensielle predatorer som ulker og krabber.

Både Fredriksen m.fl. (2005) og Løvdal-Nilsen (2007) fant høye individtettheter og artsantall, rundt 150 arter smådyr og 100 arter med påvekstalg. Undersøkelsen i dette prosjektet ble foretatt tidlig på året og tilgjengelige midler ga ikke rom for tidkrevende artsidentifikasjon. Når det gjelder påvekstalg så vil disse ha vanskelig for å vokse opp når det er opp mot 7000 små snegl per 100 g ålegras, eller over 10 000 per m<sup>2</sup>. Snegl kan opptre i så store tettheter at de kan skade ålegraset (Fredriksen m.fl. 2004), noe som er antydnet i denne undersøkelsen også, og som viser viktigheten av tilstedeværelsen av små fisk som kan beite

disse smådyrene. De observasjoner som er gjort i denne undersøkelsen viser arter på ulike trofiske nivåer og dyr med ulike næringsstrategier. Et rikt og balansert forhold av arter med ulike strategier kan være viktig for opprettholdelse av sunde ålegrasenger over tid (jfr. Duffy m.fl. 2001). Et begrenset artsantall rapportert i denne undersøkelsen henger sammen med at det ikke var ressurser til en tidkrevende artsidentifisering av et stort materiale. Den store dominansen av juvenile blåskjell og snegl kan være en trussel for mangfoldet, og ved å beite påvekstalger reduserer de tallrike sneglene også mangfoldet av påvekstalger som kan bidra med små leveområder for flere arter.

Undersøkelsen viser at alle ålegrasenger har et stort assosiert biologisk mangfold som det er verdt å ta vare på. Selv om store, tette enger har høyere ålegrasbiomasse enn små, glisne enger per kvadratmeter, har de glisne engene en høy tetthet av dyr, noe som indikerer at både tette og glisne ålegrasenger har høy økologisk funksjon. Med en veldig høy tetthet av dyr som har høy sekundærproduksjon og reproduksjon gjennom hele sommerhalvåret (Christie og Kraufvelin 2004, Norderhaug og Christie 2011) vil disse engene bidra med viktig næring for fisk som vokser opp og lever i disse områdene.

Variasjonen i ålegrasengenes egenskaper i forhold til dybde, skråning og bølgeeksponering vil kunne være annerledes i de andre økoregionene i Norge pga. klarere vann (og dermed dypere nedre voksegrense), større forskjeller i grad av bølgeeksponering, tidevann og forekomst av kortvokste ålegrasplanter i tidevannssonen (noe som er observert flere steder i nord). Betydningen av disse fysiske forholdene for økologisk funksjon og mangfold kan også være annerledes i andre regioner. Sammen med de andre undersøkelsene som er foretatt i Skagerrak (Fredriksen og Christie 2003, Fredriksen m.fl. 2004, 2005, Sivertsen 2004, Løvdal Nilsen 2007, Rinde m.fl. 2012), og de kommende rapportene fra liknende undersøkelser på Mørkekysten (upublisert materiale fra det nordiske nettverket «Nordic Seagrass Network») og fra Balsfjord i Troms (upublisert materiale fra Flaggskip fjord og kyst, Framsenteret i Tromsø) gis det økt kunnskap om variasjonen til ålegrasengene og deres økologiske funksjon. Kunnskap som er nødvendig for å kunne få til en kunnskapsbasert forvaltning av ålegrasengene. Foreløpige resultater fra de sistnevnte prosjektene viser at ålegrasengene lenger nord i landet også er viktige for forekomst av smådyr og fisk, og at bunnvegetasjon generelt er viktig for forekomst av yngel av torskefisk.

**Konkluderende bemerkninger.** Gjennom naturtypekartleggingen og gjennom NIVAs forskningsaktivitet langs kysten har vi erfart at tareskogene er mer forutsigbar enn ålegrasengene ved romlig modellering av forekomst og hvordan den responderer på variasjoner i miljøforhold (spesielt bølgebevegelse). Variabiliteten til ålegrasengene blir bekreftet gjennom denne undersøkelsen. Undersøkelsen viser tydelig at alle ålegrasenger har en viktig økologisk funksjon, men at sammensetning og tetthet av dyr ikke varierer tydelig med ålegrasengenes egenskaper, som høyde, biomasse og «patchiness». Det er derfor viktig å bevare både glisne og tette enger for å ivareta biomangfoldet, forekomster av smådyr og næringsområder for fisk. De store engene vil ha økt økologisk betydning på grunn av den store arealutbredelsen. I tillegg til å ha et rikt dyreliv som denne undersøkelsen viser, har ålegrasengene også vist seg å ha en annen artssammensetning enn andre plantesamfunn som tang og tare (se Christie m.fl. 2009) og ålegrasenger representerer derfor et viktig leveområde for opprettholdelse av et unikt mangfold langs kysten. Det nesten totale fraværet av påvekstalger på ålegraset (i motsetning til Fredriksen m.fl. 2005) sammen med store tettheter av snegl og andre beitere kan tyde på at såkalte kaskadeeffekter nedover i næringskjeden kan være viktigere for egenskaper og økologisk funksjon enn vi tidligere har trodd.

## 5. Referanser

Barton K (2014) MuMIn: Multi-model inference. R package, version 1.10.5. CRAN.R-project.org/package=MuMIn

Bekkby T, Moy F, Olsen H, Bodvin T, Grefsrud E, Espeland SH, Bøe, R, Rinde E. (2012). Nasjonal kartlegging av biologisk mangfold – kyst. Diskusjon og forslag til revidering av kriterier for verdsetting av marine naturtyper og nøkkelområder. NIVA-rapport 6446-2012.

Christensen RHB (2013). Ordinal Regression Models for Ordinal Data R package version 2013.9-30. [www.cran.r-project.org/package=ordinal/](http://www.cran.r-project.org/package=ordinal/)

Christie H, Kraufvelin P (2004) Mechanisms regulating amphipod population density within macroalgal communities with restricted predator impact. *Scientia Marina* 68: 189-198.

Christie H, Norderhaug KM, Fredriksen S (2009). Macrophytes as habitat for fauna. *Marine Ecological Progress Series* 396: 221-233.

Christie H, Rinde E, Moy F (2011) Faggrunnlag (Handlingsplan) for ålegras i Norge. Rapport til Fylkesmannen i AustAgder, 34 s.

Christie H, Rinde E, Moy F (2011) Ålegrasenger. Forslag til undersøkelser som oppfølging av Faggrunnlag (Handlingsplan) for ålegras i Norge.

Duffy JE, Macdonald KS, Rhode JM, Parker JD (2001) Grazer diversity, functional redundancy, and productivity in seagrass beds: an experimental test. *Ecology* 82: 2417-2434.

Fredriksen S, Christie H (2003) *Zostera marina* (Angiospermae) and *Fucus serratus* (Pheophyceae) as habitat for flora and fauna – seasonal and local variation. S. 357-364 in: Chapman ARO, Anderson RJ, Vreeland VJ, Davison IR (eds), *Proceedings of the 17<sup>th</sup> International Seaweed Symposium*, Cape Town, 2001. Oxford University Press.

Fredriksen S, Christie H, Bostrom C (2004). Deterioration of seagrass (*Zostera marina* L.) through destructive grazing by the gastropod *Rissoa membranacea* (J. Adams). *Sarsia* 89: 218-222.

Fredriksen S, Christie H, Sætre BA (2005). Species richness in macroalgae and macrofauna assemblages on *Fucus serratus* L. (Phaeophyceae) and *Zostera marina* L. (Angiospermae) in Skagerrak, Norway. *Marine Biology Research* 1:2-19.

Johannesen T, Solli A (1994). Overvåking av gruntvannsfauna på Skagerrakkysten. *Fisken og havet*, 10: 1-91.

Løvdal-Nilsen H (2007). Habitattilhørighet og romlig variasjon hos mobil fauna (invertebrater) knyttet til ålegras, *Zostera marina* L., og sagtang, *Fucus serratus* L., på Skagerrakkysten. Cand scient thesis, Biologisk Institutt, Universitetet i Oslo, 150 s.

Moy F., Alve E., Christie H., Helland A., Magnusson J., Steen H., Tveiten L., Åsen P.A. (2007) Statusrapport nr.2 fra Sukkertareprosjektet. Sugar kelp project: Status report no 2. SFT report TA-2232/2007, NIVA report 5344: 60 pp. (in Norwegian)

Norderhaug KM, Christie H (2011) Secondary production in a *Laminaria hyperborea* kelp forest and variation according to wave exposure. *Estuarine Coast Shelf Sci* 95: 135-144.

Oksanen JF, Blanchet G, Kindt R, Legendre P, Minchin PR, O'Hara RB, Simpson GL, Solymos P, Stevens MHH, Wagner H (2013). *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.0-10. [CRAN.R-project.org/package=vegan](http://CRAN.R-project.org/package=vegan)

R Core Team (2014) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [//www.R-project.org/](http://www.R-project.org/).

Rinde E, Christie H, Moy F (2012) Småbåthavner – marinbiologiske aspekter. VANN (4): 553-566.

Rinde E, Christie H, Clemetsen M, Guttu J, Jean-Hansen V, Kroglund T, Lund-Iversen M, Often A, Stokke KB (2011) Helhetlig planlegging og utvikling av miljøvennlige småbåthavner. Kunnskapsstatus. CIENS-rapport: 2. 99 s.

Sivertsen L (2004). Undersøkelse av morfometri, tetthet og biomasse hos *Zostera marina* L. på utvalgte lokaliteter i Sør-Norge. Cand scient thesis, Biologisk Institutt, Universitetet i Oslo. 66 s.

Stokke KB, Lund Iversen M, Rinde E, Moy F, Havnen E (2012) Kunnskapsbasert planlegging og forvaltning av kystsonen: med fokus på "bit for bit"-utbygging og konsekvenser for marin natur, fiskeriinteresser og marine kulturminner. Samarbeidsrapport NIBR/UMB/NIVA/HI 2012.

Wood SN (2011) Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. Journal of the Royal Statistical Society (B) 73(1): 3-36.



## 6. Vedlegg

Stasjon rute nr	Langerompa			Storeng			Hoveodden			Merðø V			Cjessøy			Merðø Ø		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Zostera biomasse	90,6	57,3	62,2	60,8	29	51,4	57,4	31,9	35,6	10,8	18,4	34,4	6,3	24,6	11,1	23,3	5,6	11,4
Sagartiageton							1	0	0	0	0	2						
Polychaeta juv	10	11	5	3	3	6	2	2	1	3	1	2	5	9	23	3	0	1
Nereidae	2	2	0	0	0	4				0	2	0	0	0	1			
Polynoidae	4	4	4				0	1	0	1	11	4	1	0	3	2	0	0
Spirorbis	880	856	768	864	96	1016	88	40	24	4	27	80				24	0	3
Phyllocididae	0	1	0															
Nymphon sp				1	1	1												
Idotea pelagica	0	0	1				1	0	0	0	0	8	1	1	1	1	0	0
Idotea granulosa				1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1			
Aoridae	22	10	5	13	11	19				59	97	67	6	6	31	31	6	7
Ischyroceridae				1	8	7	8	2	2	48	38	129	14	45	165	39	13	4
Parajassa pelagica				2	1													
Corophium sp.	2	1	1	12	3	17	2	2	0	13	23	15				4	0	0
Apherusa bispinosa	12	6	5							3	6		0	0	1			1
Calliopiidae										2	2	2	0	0	9	1	0	0
Caprellidae	1	1		0	1	1												
Dexamine sp										0	2	3	5	3	9			
Phtica marina							0	1	0	0	1	1				6	3	6

Amphipoda juv	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	7	2	2	2	40	7	0	0
Gammarus locusta					1	0	0	0	2	0	0	0	0	6	25			
Litorina littorea					1	0	1											
Rissoa sp	12	4	9	14	3	15	19	20	15	4	9	6	10	5	5	2	1	4
Rissoa juv	326	200	317	323	185	325	144	160	336	544	832	800	336	376	312	1480	656	624
Gastropoda juv	5	6	5	3	4	7	5	4	4	12	11	3	5	6	2	4	3	4
Lacuna vincna	11	4	5	1	10	10	14	11	15	81	114	210	69	98	144	11	14	11
Gibbula							1	3	3									
Hinia reticulata	0	0	2															
Bittium	7	5		0	3	4	0	1	0	2	13	3						
Mytilus juv	3544	2256	2576	1448	528	2512	440	72	80	2832	4904	4896	8208	14192	10576	1376	728	416
Cardium juv	1												6	5	12			
Hiatella arctica	1	2		0	0	1	4	3	1							1	0	0
Asteriar rubens juv	12	30	30	3	0		18	20	21	26	13	21	66	169	148	18	10	18
Asciacea juv		2	1	6	0	7												
Chironomidae	6	2	5	3	12	13	0	2	1	1	6	9	0	1	5	11	1	2
Acaridae	0	3	0	6	1	4						2						
Eggkapsler							x	xx	xx	x						xx	xx	
Total	4858	3406	3741	2712	869	3963	749	346	504	3642	6116	6264	8734	14924	11513	3021	1435	1101

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)