

BACHELOROPPGAVE

Analyse av vekst og vekstbetingelser for sukkertare (*Saccharina latissima*)

**Ved et fiskeoppdrettsanlegg sammenlignet med
to referansestasjoner**

Av

6 Gommerud, Heidi Sofie
8 Lindseth, Annicken Helena

Fornybar Energi

FE 403, Bacheloroppgave i Fornybar Energi

Juni 2015

Avtale om elektronisk publisering i Høgskulen i Sogn og Fjordane sitt institusjonelle arkiv
(Brage)

Jeg gir med dette Høgskulen i Sogn og Fjordane tillatelse til å publisere oppgaven (Skriv inn tittel) i Brage hvis karakteren A eller B er oppnådd.

Jeg garanterer at jeg er opphavsperson til oppgaven, sammen med eventuelle medforfattere. Opphavsrettslig beskyttet materiale er brukt med skriftlig tillatelse.

Jeg garanterer at oppgaven ikke inneholder materiale som kan stride mot gjeldende norsk rett.

Ved gruppeinnlevering må alle i gruppa samtykke i avtalen.

Fyll inn kandidatnummer og navn og sett kryss:

6, Gommerud, Heidi Sofie

JA NEI

8, Lindseth, Annicken Helena

JA NEI

Innhold

Forord.....	4
Sammendrag	5
Kapittel 1: Innledning	7
Kapittel 2: Metode og Materiale	10
2.1 Oppgavetype og design.....	10
2.2 Stasjonsbeskrivelse	10
2.3 Konstruksjon og montering.....	13
2.4 Utsetting av prøver i fjorden	19
2.5 Gjennomføring av datainnsamling.....	20
2.6 Metode for innsamling:.....	21
2.7 Etterarbeid på laboratorium	24
2.8 Tilleggsforsøk: Sammenligning av vanninnhold i fersk tare og tare som har vært fryst....	27
2.9 Utrekninger	29
Kapittel 3: Resultater	31
3.1 Hydrografimålinger.....	31
3.2 Sammenlikning av vanninnhold i fersk tare og tare som har vært fryst	41
3.3 Algenes sammensetning av vann, askefritt organisk materiale (glødetap) og askeinnhold	42

3.4 Biomassevekst:	44
3.5. Lengde- og breddemålinger for bladvekst	46
Kapittel 4: Diskusjon	48
4.1 Feilkilder	48
4.2 Diskusjon av resultater.....	53
Kapittel 5: Konklusjon.....	70
Kildekritikk.....	71
6. Referanser	72
Vedlegg - Appendix	77
Appendix 1: Hydrografimålinger.....	77
Appendix 2: Sammenlikning av vanninnhold i fersk tare og tare som har vært fryst	88
Appendix 3: Algenes sammensetning av vann, askefritt organisk materiale og askeinnhold ..	91
Appendix 4: Biomassevekst.....	95
Appendix 5: Lengde- og breddemålinger for bladvekst	98

Forord

Dette er en bacheloroppgave i fornybar energi gjennomført ved Høgskulen i Sogn og Fjordane (HiSF). Bacheloroppgaven tilsvarer 20 studiepoeng per kandidat.

Først vil vi si tusen takk til vår veileder Torbjørn Dale. Han har hjulpet oss med god kunnskap og veiledning i riktig retning gjennom hele oppgaven.

Høgskulen har støttet denne oppgaven finansielt, vi vil gjerne takke dere for bistanden.

Vi vil også takke Steinvik fiskefarm AS for lån av forsøkslokaliteter og Hortimare AS som gav oss kimplantene til forsøket, samt god informasjon på veien.

Marte Lilleeng (HiSF) vært behjelpelig med deler av de statistiske utregningene, og gitt oss god forkunnskap vi har fått bruk for.

XL-bygg, i Sogndal vil vi også takke for lån av taukutter og god hjelp med riggene.

Sammendrag

Dette er et småskala vekststudie med dyrking av makroalgen *Saccharina latissima* (sukkertare). Studiet er gjennomført i perioden fra desember til april ved to stasjoner i Eikefjorden og en stasjon ved Skjær akvakulturstasjon i Sogndalsfjorden, ved to dyp: 3 m og 5 m. Resultatene er basert på våt biomasse, samt tørrvekt som gir grunnlag for å bestemme det organiske materialet (glødetap) og askeinnholdet i taren.

Hensikten med forsøket var å undersøke om sukkertare vokste best ved større tilgang til næringssalter i tilknytning til fiskeoppdrettsanlegg, sammenlignet med lokasjon uten stor tilgang på næringssalter uten fiskeoppdrettsanlegg.

Dette har vi gjort ved å plassere tre rigger med tareprøver, med hvert sitt dyp. Den ene riggen ble festet til installasjonen rundt en merd med fisk, ved fiskeoppdrettsanlegget på Seljeseth, Eikefjorden. De to andre riggene på ble plassert på to ulike forsøkslokasjoner til installasjonen rundt en merd uten fisk (Steinvik, Eikefjorden og Skjær, Sogndal).

Taren fikk vi fra Hortimare AS. Til sammen hadde vi tre innsamlinger av tareprøver. Ved hver innsamling gjennomførte vi målinger av pH, siktedyp, salinitet, temperatur, oksygeninnhold, klorofyll og partikkelinnhold (turbiditet FTU).

Etterarbeid på laboratorium ble gjort på våtlaboratorium på Høgskulen i Sogn og Fjordane. Taren ble tørket, og brent for å finne mengden vann, innhold av organisk materiale og aske.

Resultatene viste at sukkertaren vokste best på 3 m dyp ved alle stasjonene.

Den beste veksten totalt hadde vi på Seljeseth 3 og 5 m. Ved 3 m dyp fikk vi 97,8 % bedre vekst enn på nærmeste referansestasjon, og ved 5 m dyp fikk vi 24,8 % bedre vekst (4 km unna, Steinvik 3 m og 5 m). I perioden 14. mars – 22. april hadde vi en 10 % vekstøkning i biomasse som raskeste vekst Steinvik 5 m.

Ved analyse av innholdet i taren, oppnådde vi en økning i vanninnhold og askefritt organisk materiale. Vanninnholdet økte med 2,3 prosentpoeng og askefritt organisk materiale økte med 7 prosentpoeng (av tørrvekt).

Lengde- og breddevekst viste en isometrisk vekst ved innsamling 14. mars. Tyngden av verdiene lå ved lengdevekst 7,5 cm, og 2 cm bred. Siste innsamling 22. april viser en allometrisk vekst, der det lengste bladet målte 43,5 cm langt, og det bredeste 12,2 cm. Resultatene viser at veksten økte mer i lengden enn i bredden utover våren.

God tilgang på næringssalter, stabile salinitetsverdier over 27 ‰, kalde temperaturer om vinteren, og mildere om våren er de viktigste miljøbetingelsene for optimal vekst.

Kapittel 1: Innledning

Jordens befolkning øker, de fattige skal ut av fattigdom. Samtidig minker produktive landarealer til dyrking av mat. Stadig økende CO₂-utslipp forverrer situasjonen, men havet kan være nøkkelen for å løse verdens utfordringer, da jordens overflateareal er dekket med $\frac{3}{4}$ hav (Haraldsen & Uggerud, 2015). Det er viktig å finne erstatninger som fossil energi, som er bærekraftig og ivaretar naturen og menneskelige behov.

Alger har svært nyttige funksjoner. De er hurtigvoksende, og kan vokse uten at det påvirker viktige landarealer. Alger kan brukes i en rekke produkter i tillegg til energiproduksjon, som mat dyre- og fiskefor, medisiner, kosmetikk, klær og plast, og har derfor et stort markedspotential. Forbruk og dyrking av makroalger som mat er på globalt plan er en ung næring. Dyrking og høsting av makroalger er derimot en gammel virksomhet som har foregått i Asia i flere hundre år (Bellona, 2009). Den norske kystlinjen er unik, og langstrakt noe som passer perfekt til kommersiell algeproduksjon og integrert havbruk. Alger kan dyrkes i monokultur eller i tilknytning til eksisterende oppdrettsanlegg, slik at vi får sam-kultivering av arter på ulik trofisk nivå, dvs. hvor ressursoverskudd fra én art som (f.eks. næringsalter og avføring) blir utnyttet som ressurs til den eller den andre. Resultatet blir da hurtigere vekst hos algene, og mindre sykdom hos fisken. Slike anlegg blir kalt integrert multitrofisk akvakultur forkortet med IMTA-anlegg (Chapman, et al., 2014).

Fiskeoppdrettsanlegg slipper ut store mengder næringsalter. Materiale fra fiskens avføring synker ned til bunn og har påvirkning på det biologiske mangfoldet på havbunnen. Høy konsentrasjon av avføring fra fisken og fôr rundt oppdrettsanlegg forårsaker forurensing på havbunnen (Wu, 1995). Ifølge Sintef (2014) blir ca 40 % nitrogen- og 31 % av fosforinnholdet i fôret, tatt opp av fisken selv. Det som blir direkte tilgjengelig av oppløste næringsalter for makroalgene er 45 % nitrogen og 21 % fosfor (Sintef, 2014). Men et studie fra Sanderson, et al. (2012) viser at taren bare tar opp 5 % av det totale nitrogenutslippet i anlegget.

Algene er da med på å redusere den forurensningen. De nøytraliserer også vannmassene ved opptak av CO₂, fisken puster ut. I tillegg til er det verdifulle råstoffer som går tapt som for eksempel fosfor, som algene også tar opp og bruker til vekst. Fosfor er nemlig nødvendig for veksten hos alle levende organismer i sjø og på land.

Rendyrking av makroalgefarmer i sjøen vil skape et kunstig habitat som kan ligne på naturlige makroalgebestander, som igjen vil gi et økt biologisk mangfold i området.

Det som skal til for å starte dyrking av tareanlegg, er å oppdrive en art som har en helårig avling, som for eksempel sukkertare (*Saccharina latissima*). Arten har mulighet til å produsere en betydelig mengde biomasse, med innhold av verdifulle innholdsstoffer, som for eksempel protein og karbohydrat (alginat, maniol) (NTNU, u.d.) : (Handå, et al., 2009). Sukkertaren er godt egnet for høsting, da arten har i stor grad evne til å tåle bølger, og begroing av andre arter (mosdyr). For at man skal få en kostnadseffektiv dyrkingsteknologi er man avhengig av mekanisering i alle ledd, fra planting til høsting, til etterarbeid på laboratorium.

Naturlig vekst av tare i kystnære farvann kan dybdegrensen være ned til 10-15 meter under gjennomsnittlig lavvann, men i klarere farvann som for eksempel Atlanterhavet har for eksempel stortare blitt funnet på 30-40 m (Kraan 2010). Ved kommersiell dyrking er optimal dybde ifølge Hortimare 1-3 meter under vannoverflaten (Kråkås & Schipper, 2011).

I rapporten “*Markedsvurdering for bærekraftig algedyrking i integrert multitrofisk akvakultur*” (Chapman, et al., 2014) står det at ved optimal dyrking ved i et IMTA-anlegg er plasseringen av taren viktig. For å oppnå maksimal utnyttelse av plasseringen, skal de helst plasseres slik at de får tilgang på næringssalter fra strøm inn og ut. Videre skriver Chapman at algene oppnår et bedre opptak av næringssalter og lyseksposering ved oppsetting vinkelrett mot strømmen.

Brune makroalger har en maksimal produktivitet på 1,2-1,9 kg karbon pr kvadratmeter (tørrstoff) pr år (Handå, et al., 2009). Dette er omtrent det samme som en regnskog, og 2-3 ganger mer enn produktivt sukkerrør, som er ansett som en av de beste plantene for avling til bioenergi (Handå, et al., 2009). 1 kg karbon tilsvarer 2,5 kg karbohydrater. Ved full utnyttelse av markoalgene kan vi produsere i relative store mengder og få kommersiell utnyttelse av viktige innholdsstoffer

(Chapman, et al., 2014). Marin primærproduksjon i form av sukkertare er det råstoffet som har størst potensial og antas å minst negative påvirkninger på miljø og ressursbruk (Handå, et al., 2009).

Det finnes ikke noe regelverk rundt algedyrking i Norge per i dag, men det er viktig å bruke "føre-var-prinsippet". Nærings- og fiskeridepartement (NFD) som behandler søknader for konsesjon til dyrking av tang og tare og har ansvar for å få regelverk på plass om tildeling av egne konsesjoner.

En av regjeringens målsetninger er at Norge skal bli «verdens fremste sjømatnasjon». Dette forutsetter bærekraftig utvikling i havbruksnæringen, inkludert innenfor kommersiell makroalgedyrking (Fiskeri- og kystdepartementet, 2013).

På bakgrunn av problemstillingen: «Analyse av vekst og vekstbetingelser for sukkertare (*Saccharina latissima*) ved et fiskeoppdrettsanlegg sammenlignet med to referansestasjoner», har vi ønsket og følge opp tidligere oppgaver. To bacheloroppgaver ved Høgskulen i Sogn og Fjordane har blitt gjennomført, og ved vårt forsøk har vi fulgt samme tilnærmet lik problemstilling Knudsen, et al. (2004) og Midthun & Øvrebotten (2013).

Kapittel 2: Metode og Materiale

2.1 Oppgavetype og design

Oppgaven er et studie basert på egne feltdata, og hovedproblemstilling er definert som en naturvitenskapelig oppgave.

HMS

Oppgaven har tatt hensyn til nødvendige miljøhensyn og bryter ikke med lover. Redningsvest er brukt på oppdrettsanleggene.

2.2 Stasjonsbeskrivelse

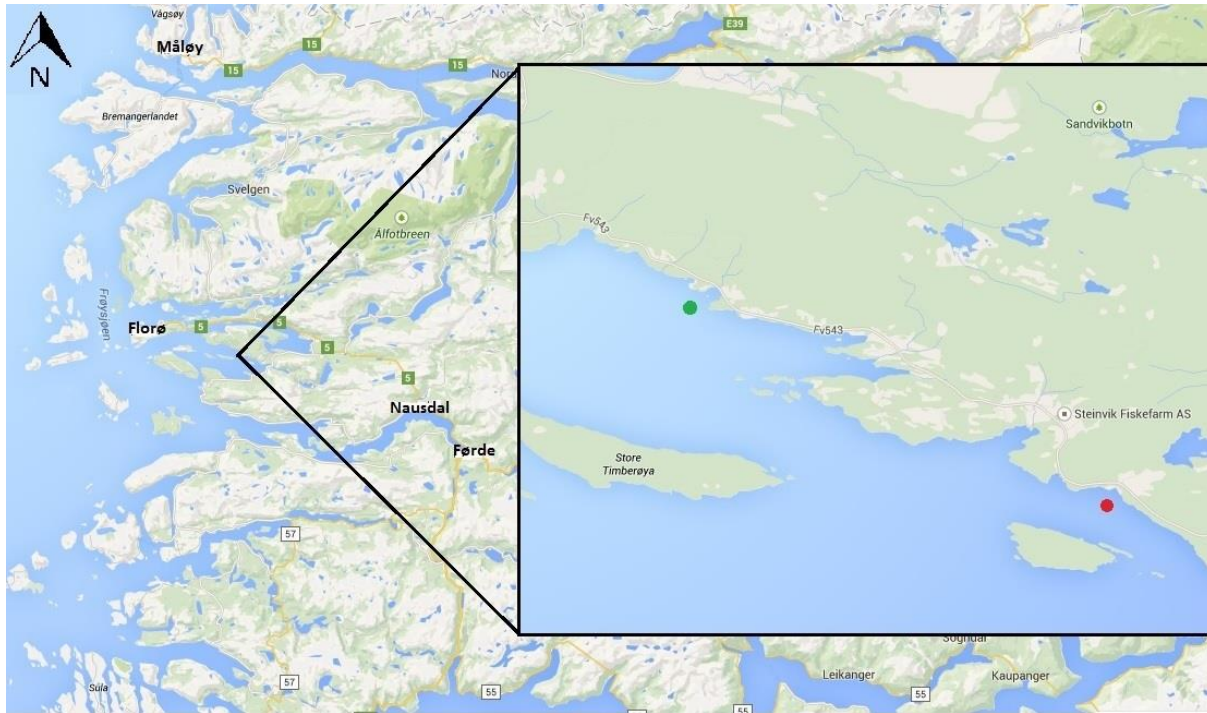
Plassering av to forsøksstasjoner ble lagt til Eikefjorden (figur 1) og den tredje forsøksstasjonen på Skjær i Sogndal (figur 2). Begge stasjonene ligger i Sogn og Fjordane fylke. (Figur 1 og 2)

Klima

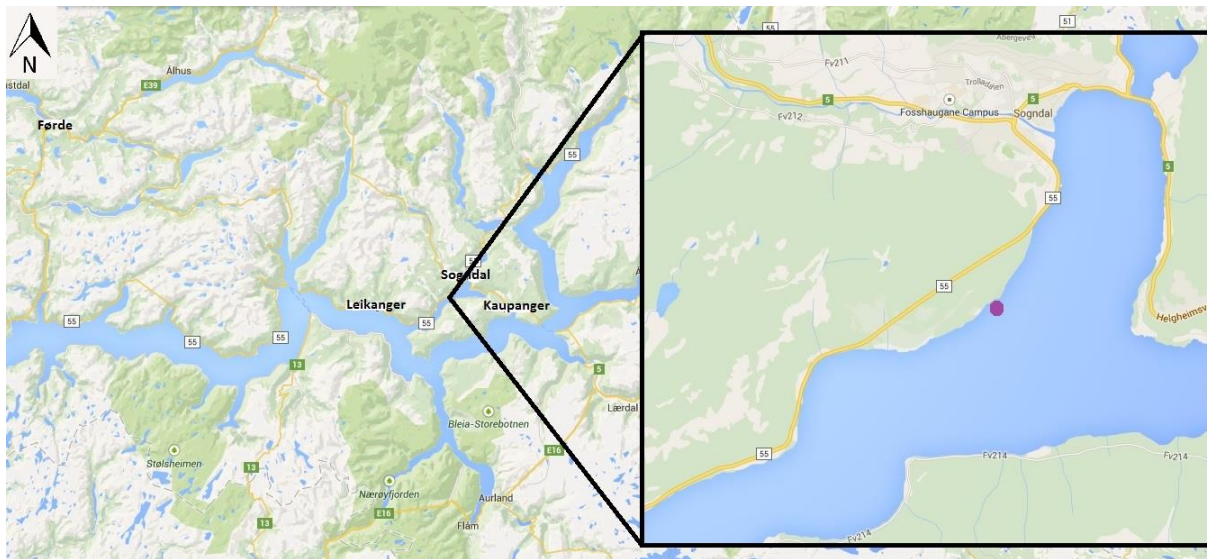
Eikefjorden har et kystklima, som er vanlig på Vestlandet i Norge. Typisk for kystklima er mye vind, ofte med et utpreget årlig variasjonsmønster, kjølige somrer og milde vintre, høy luftfuktighet og betydelig med nedbør (Store norske leksikon, 2007).

Eikefjorden har også mange holmer som skjermer for lokalitetene forsøksstasjonene er plassert i, dette skaper le effekter for visse vindretninger. Anleggene i Eikefjorden ligger ca 4 km fra hverandre og har tilnærmet like forhold. Nedbøren er og sterkt påvirket av avstanden til havet og av topografien. Eikefjorden er et område med relativt store nedbørsmengder.

Vinternedbøren i området kommer hovedsakelig som regn, og de høyeste vindstyrkene kommer også langs kysten om vinteren (Metrologisk Institutt, u.d.). Ferskvannstilførselen er varierende, men som oftest lavest om sommeren, og høyest om høsten og vinteren.



Figur 1: Oversiktskart over forsøksstasjonene på Seljeseth (grønn) og Steinvik (rød), i Eikefjorden



Figur 2: Oversiktskart over stasjonen på Skjær, i Sogndalsfjorden

Seljeseth fiskefarm, Eikefjorden

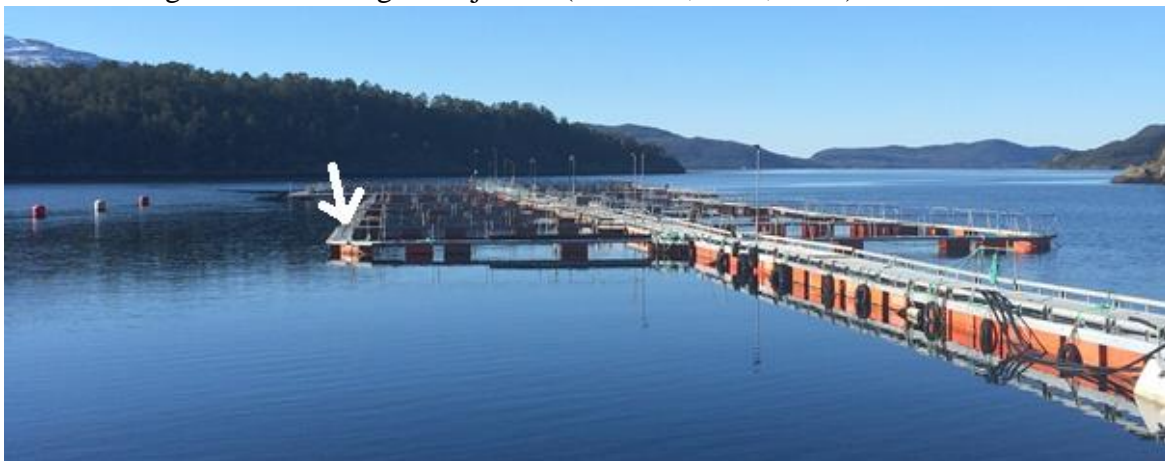
Seljeseth ligger lengst ut i fjorden, men blir også skjermet av holmer, og landskapet rundt. Anlegget var i full drift i forsøksperioden (figur 3).



Figur 3: Oversiktsbilde av stasjonen på Seljeseth. Hvit pil markerer lokasjon av rigg

Steinvik fiskefarm, Eikefjorden

Steinvik er stasjonen lengst inne i Eikefjorden (figur 4), anlegget ligger i inni en vik i le for vind og vær. Solforholdene er gode fordi anlegget ligger sørvestvendt. Anlegget lå i brakk i forsøksperioden. Oselva er en stor elv som munner ut ca en km fra anlegget, og kan skape et ferskvannslag i det øverste lagene i fjorden (Knudsen, et al., 2014).



Figur 4: Oversiktsbilde av Steinvik fiskefarm, med omliggende holmer. Hvit pil markerer lokasjon av rigg.

Skjær Akvakulturstasjon, Sogndal

Skjær ligger 3 km fra Sogndal Sentrum. Stasjonen er en forskningsstasjon for akvakultur, men sjøanlegget ligger brakk. Stasjonen ligger sydvendt ved foten av Stedjeåsen, som kan begrense lysforholdene litt (figur 5).



Figur 5: Oversiktsbilde av stasjonen på Skjær, Sogndal. Hvit pil markerer lokasjon av rigg.

2.3 Konstruksjon og montering

Levering av tareprøvene og mellomlagring

Taren som ble brukt i dette forsøket kom fra den kommersielle tareprodusenten Hortimare AS i Solund. Tarelinen ble levert til oss på Akvakulturstasjon, Skjær i Sogndal.

Den var festet på to coiler hver, med ca 50m tynn tareline, med stiklinger. Tarelinene ble hengt i en vanntank på Skjær akvakultur i 7 uker, fra 18.oktober til 5. desember-2014 (figur 6). De måtte mellomlagres til de ble akklimatisert til et kaldere miljø i sjøen. I Solund hadde stiklingene et mildere miljø på ca 13 C°, men i tanken på skjær var vannet omkring 7-8 C° (målt 7,2 C°, 6.des-15). Vannet i vanntanken ble pumpet fra 100 m dyp. I løpet av denne perioden hadde stiklingene vokst seg så store at de hadde større sjanse for å overleve på egenhånd. De lengste var på 38cm.

Tarelinen med stiklingene ble rotert 180 grader hver uke, slik at de skulle få optimale lysforhold jevnt rundt coilen, dermed jevn vekst. Det ble ett opphold på 10 dager, og det var nok til at noen av de minste stiklingene døde på siden uten lys (figur 7). Vekstforholdene var varierende da lysforholdene var forskjellig i tanken. I en periode hang de skjevt på tauet og det ble bedre vekst på siden med best lysforhold. Lys fra lampen kom fra et lyststoffrør, for å gi lys mest mulig likt lysspekter til solen.



Figur 6: Oppbevaringstanken på Skjær med to colier og lyskilde: lyststoffrør på 38watt (under gildekassen).



Figur 7: Stiklinger festet på coil. De hvite stiklingene er døde, som følge av lysmangel i en mindre periode

Tareprøvene ble montert i fjorden på Skjær 5. desember og i Eikefjorden 6. desember- 2014.

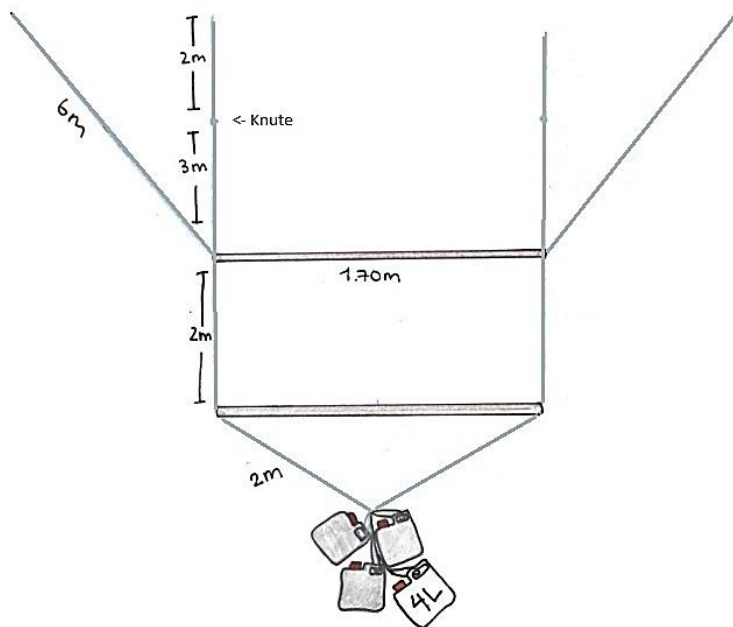
Konstruksjon av rigger

Sukkertaren trenger optimale forhold for vekst. Vi konstruerte rigger (figur 8), og monterte sukkertaren på riggen. Metoden og utstyret som ble brukt blir beskrevet under, og bygger i stor grad på (Knudsen, et al., 2014).

Utstyr	Antall	Detaljer
Tverrbjelker	6 stk	170cm, 2x2 tommer
Festetau	160m	
4 l dunker	12 stk	Fylt med sand, og saltvann

Verktøy: 20 mm bor, Sprittusj, tommestokk

Bærebjelkene ble laget til å henge på 3 og 5 meters dyp, markert med en knute på 3 meters punktet (figur 8).



Figur 8: Illustrasjon av rigg

Bærebjolkene var festet med festetau, og 4 stk dunker fylt med grus og sjøvann ble brukt som lodd, for å holde stabiliteten på riggen. Vi festet også riggen med et tau på skrå og å hindre vridning av riggen.

1. 2 x 2 tommer bjelker ble kappet til 170 cm (6 bjelker).
2. Det ble boret hull med en 20 mm borrh, til å tre tau gjennom i enden av hver bjelke. Hullet ble boret 5 cm fra enden (til sammen 12 hull).
3. Deretter markerte vi bjelkene med spritusj der hver av tareprøvene skulle festes, både på oppsiden og nedsiden av bjelken (nr. 1-36). Som en forsikring markerte vi en tykk strek på enden av bjelken, som skulle vise oss hvor vi kunne starte å telle fra, hvis tallene ble uklare etter opphold i sjøen.
4. Så monterte vi festetauet til bjelkene. Tauene ble festet i hullene på siden, og sikret med knuter på begge sidene av hullene for å hindre bevegelse. Det er 3 meter fra øverste bjelke til vannoverflaten, igjen markert med en knute på 3 meters merket. Det er 5 meter fra nederste bjelke til vannoverflaten.
5. 4l dunkene ble fylt med grus og sjøvann. De ble hengt på bunn av riggene, (figur 8) og brukt som lodd.

Konstruksjon av tareprøver

Prøvene ble festet til den ferdige riggen før nedsenking i sjøen. Alle forberedelser ble gjort på forhånd i laboratorium. Under blir prosessen for konstruering av tareprøvene forklart.



Figur 9: Rulling av tareline på taustump



Figur 10: Tareprøven ferdig montert på rigg.

Verktøy: Taukutter, Excel-skjema, blyant, vannfaste merkelapper, sprittusj, saks, tommestokk, mobilkamera, vekt (OHAUS E4000D), sjøvann, gildekasse.

1. 18 mm polyestersilketau ble kuttet ved hjelp av taukutteren. Vi lagde 48 x 20 cm taustumper.
2. Vi la taustumpene i saltvann i en Gildekasse i 30 minutter slik at de fikk trekke til seg saltvann.
3. Avrenningstiden før montering og veiing var ca 30 sek.
4. For hver 20 cm taustump, ble 1 m av tareline rullet rundt (figur 9). Dette ble gjort ved å feste tarelinen med strips i den ene enden av taustumpen, og rulle det jevnt rundt taustumpen til den andre enden, og igjen feste med strips.
5. Stripsene ble kuttet med saks, for å hindre at taren skulle skade seg.
6. Deretter festet vi de vannfaste merkelappene med nummer innpå stripsen.
7. En prøve besto da av taustump, tareline, strips og merkelapp (figur 10).
8. Det ble laget 6 prøver der tarelinen ble skrapet ren for tare. Disse ble brukt som kontrollprøver for påvekst.
9. Hver prøve (1-48) ble veid og notert i Excel.
10. Prøve 37-42 som representerte startverdier i forsøket, ble fryst ned.
11. Prøvene sammen med litt sjøvann ble lagt i hver sin markerte ziplock pose.
12. Prøvene ble deretter lagt i en Gilde-kasse og klargjort til transport.

Utstyr til tareprøvene	Antall	Kommentar
Tareline	36	1m pr. tareprøve. Tynt polyestertau taren gror på.
Taustumper	48	18mm polyestersilketau. 20cm for hver tareprøve.
Strips	42	Store strips
Zip-lock poser	36	Fylt med litt sjøvann til transportering
Gildekasse	2	Til oppbevaring
Vannfast papir (Rite in the rain- all weather journal)	36	Klippet opp som merkelapper

Montering av riggene ved stasjonene

Monteringsprosessen på alle riggene var lik. Forskjellen mellom oppdrettsanleggene er, anlegget på Skjær (Sogndal) og Steinvik (Eikefjorden) er uten fisk, og Seljeseth (Eikefjorden) er med fisk.

1. På stasjonene ble tareprøvene (12 stk pr stasjon) stripset til bærebjlkene.
2. Zip-lock posene var nummerert med tall fra 1-36. Tareprøve nummer 1-12 ble plassert på Seljeseth fiskefarm, 13-24 på Skjær og 25-36 på Steinvik.
3. Tareprøvene ble stripset på oversiden av bjelkene, mens kontrollprøvene ble festet på siden.
4. Festetauet ble knytt til dunkene (figur 8).
5. Riggeren ble festet til oppdrettsanlegget.
6. Hele systemet (rigg med prøver + lodd) ble senket ned i fjorden, og festet til anlegget ved 4 punkter (se figur 8 og figur 10)

Utstyr til montering	Antall	Kommentar
Rigg	1	
Tareprøver	12 + 2	12 tareprøver og 2 kontrollprøver
4L dunker	4	Fylt med sand og sjøvann
Strips	12	Store strips
Nylonstau	1m	Til festing av kontrollprøvene

2.4 Utsetting av prøver i fjorden

4. desember 2014:

Utsettingen i fjorden foregikk på kvelden på Skjær. Det var 8 °C i luften, med laber bris fra sør-sørøst. ca 77 % luftfuktighet. Solen hadde gått ned, og sjansen for uttørking var liten. pH- og CTD målinger ble ikke gjort på Skjær denne dagen. De ble utført 5. desember, da det var for mørkt.

5. desember 2014

Utsettingen av riggene i Eikefjorden ble utført på formiddagen 5. desember. Temperaturen i luften var 6 °C og det var 80 % luftfuktighet. Det blåste en frisk bris fra sør-sørøst. Himmelen var overskyet. Taren ble ikke utsatt for frost ved utsetting, men vind og svakt sollys kan ha tørket taren noe ved montering. Sikt-, pH, og CTD målinger ble utført på stedet.

2.5 Gjennomføring av datainnsamling

Hydrografiske målinger:

- CTD-måler salinitet, temperatur, oksygeninnhold (mg/l), egenvekt, klorofyll- og partikkelinnhold (turbiditet FTU), 0-35 meter.
- pH-målinger: pH-målingene ble målt ved et Radiometer. pH-elektroden og pH-meteret ble kalibrert dagen i forveien.
- Siktdyp: Secchiskive.

Fremgangsmåte for hydrografiske målinger

Under utsetting den 5. og 6. desember, og ved de to andre innsamlingene ble det foretatt hydrografimålinger ved stasjonene. Hydrografimålinger ble gjort manuelt i tanken hvor coilen ble oppbevart.

Siktdybden ble målt ved å senke en Secchiskiven ned i vannet. Tauet som skiven ble senket ned med, hadde en knute for hver meter. Når vi ikke kunne se skiven lenger, ble dypet registrert. Vannprøvene til pH-målingene ble hentet med en Ruttner vannhenter. Fra 3 m og 5 m dyp. De andre målingene ble gjort ved hjelp av en CTD måler. Denne ble senket sakte ned i havet, og registrerte målinger annethvert sekund. Vi har hatt fokus på salinitet, temperatur, oksygeninnhold, og partikkelinnhold ned til 10m. CTD-målingene ble gjennomført av Torbjørn Dale.

Første innsamling 5. desember

Ved første innsamling var de ferdig monterte prøvene veid, og lagt i fryseren.

Andre og tredje innsamling 14. mars-15 og 22. april-15

Andre innsamling av data var lørdag 14. mars 2015. Tareprøvene hadde vært i sjøen i 98 dager (Stasjonen på Skjær, Sogndal: 99 dager). Vi avmonterte 3 prøver fra hvert dyp (3 og 5 meter) på hver stasjon (18 prøver). Ved andre innsamling valgte vi å avmontere oddetallsprøvene (figur 11) og ved tredje innsamling avmonterte vi resten (partallsprøvene). Grunnen til dette var å få mangfold i vekst fordelt på riggen. Vi hadde fokus på hurtighet ved behandling av prøvene for å unngå skader på taren. De gjenværende prøvene på riggen etter innsamlingen 14. mars, ble sjøsatt etter ca 15 min.

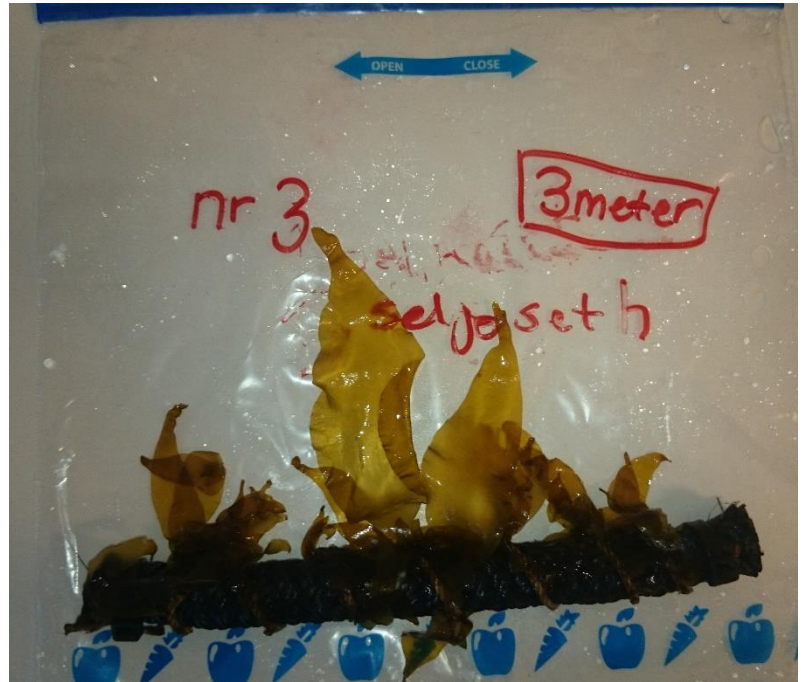
2.6 Metode for innsamling:

Prosedyre for innsamling 14. mars og 22. april var den samme på begge innsamlingene. Vi hadde med oss ziplock poser som vi hadde nummerert med prøvenummer, dyp og stasjonsnavn. (figur 12) Vi brukte saks, og en avbitertang til å klippe av stripsene. Prøvene ble lagt i riktig pose, som på forhånd var fylt med litt sjøvann, for å bevare fuktigheten. Deretter lagt i kjølebagen for å holde lav temperatur ved frakting tilbake til laboratorium. Riggene ble avmontert og tatt med tilbake til laboratorium for oppbevaring. Utstyret som ble brukt var den samme på begge innsamlingene.

Utstyr: Saks og avbitertang, kjølebag, tareposer, CTD (SAIV SD204), pH-måler, secchiskive, vannprøveglass, sprittusj.



Figur 11: Innsamling av oddetalsprøver på Steinvik 14.03



Figur 12: Prøve, med ziplock pose markert med nr, stasjon og dyp 14.03

Beskrivelse stasjonsvis

Seljeseth fiskefarm, Eikefjord

Ved den første innsamlingen på Seljeseth, 14. mars 2015, var værholdholdene gode.

Innsamlingen fant sted på formiddagen, ved start på Seljeseth. Temperaturen på land var ca 5-6 °C. Det var svak pålandsvind fra sør denne dagen. Vi klippet av prøvene 1, 3, 5, 7, 9 og 11.

Prøvene på 3 meters dyp var god vekst på, mens prøvene fra 5 meter var det mindre vekst på.

Det var en betydelig forskjell, mellom de to dypene.

Innsamlingen 22.april foregikk på ettermiddagen. Vi var på Seljeseth ca kl 16:00. Det var 10 °C i luften, og regnvær, med svak pålandsvind. De resterende prøvene ble samlet inn. Nr 2, 4, 6, 8, 10 og 12. Prøvene var i god stand.

Steinvik fiskefarm, Eikefjorden

14. mars: Værforholdene var gode, lite bevegelse i vannmassene. Temperaturen på land var ca 5-6 °C. Vi samlet inn oddetalsprøvene 25, 27, 29, 31, 33, og 35.

Ved andre innsamling 22.april hentet vi prøve nr. 26, 28, 30, 32, 34 og 36. Enkelte prøver var i bedre stand enn andre. Været var pålandsvind, med en vindstyrke på ca 4-5 m/s, regnvær, 10 °C.

Skjær, Sogndal

14. mars- Lysforholdene er noe dårligere da, anlegget ligger på nordsiden av fjorden, nær bratt fjell. Værforholdene var vind fra øst-nordøst ca 3-4 m/s, og ca 6 °C i luften. Det var lite bevegelser i vannmassene, på grunn av le-effekter fra fjellet.

Vi samlet inn oddetalsprøvene her også. Nummer 13,15,17, 19, 21 og 23. Disse prøvene vil ha tilnærmet like vekstforhold som fiskefarmen på Steinvik, da det også er anlegg uten fisk.

22. april samlet vi inn prøve nr: 14, 16, 18, 20, 22, og 24.

2.7 Etterarbeid på laboratorium

- Like etter innsamlingen ble prøvene (figur 13) veid med vekten KERN PLE.
- Avrenningstid på ca. 1 min før veiing.
- Målte lengde, maks bladlengde, og bredde på de tre største tareeksemplarene fra hver prøve (figur 14).
- Vekt- og lengdemålinger ble ført inn i Excel.
- Deretter ble tareprøvene lagt i ziplock posene igjen og fryst til alle innsamlingene var gjennomført.



Figur 13: Veiing av tareprøve 14.03-15



Figur 14: Lengdemåling 14.03 -15

6 eksemplarer med blanke prøver ble satt ut på begge dyp. Prøvene besto av taustump, tareline (skrapet for tare), og strips. De blanke prøvene på 3 meter ble samlet inn 14.mars, og prøvene på 5 meter, 22april. Vi veide våtvekten av taustumpene, slik at vi fikk en standardisert våtvekt vi kan trekke fra hver prøve for å finne biomassen å sjekke for påvekst.

Metode for bearbeiding av taren

Følgende arbeid ble gjort på laboratorium etter alle tre innsamlinger:

All taren ble fryst etter innsamlingene av praktiske grunner og for lik behandling av all taren, ved alle innsamlingene. Taren ble deretter tint før videre bearbeiding.

- Vi rengjorde, tørket, nummererte (se figur) og veide diglene. Grunnen til dette var for å fjerne alle partikler fra diglene, og slik at digelvekten kunne trekkes fra i regnskapet i etterkant.
- Vi tok taren ut av ziplock posene.
- De tre største bladene ble målt i lengde og bredde, og deretter ble de klippet opp i biter på 2-3 cm.
- Diglene ble fylt med så mye tare vi kunne (figur 15, bilde 1), uten at det rant over eller ble for tettpakket (Se figur 17, bilde 1). Stilken ble ikke veid.
- Det var 5 tareprøver med minimalt med tare på som ikke kunne regnet med (to fra Skjær og to fra Steinvik 14.03, og en fra Skjær 22.04).
- Tarelinen ble skrapet for tare og sammen taustumpen m/strips, ble den veid. Dette ble gjort for å få en verdi som skulle trekkes fra våtvekten (figur 16).
- Deretter ble våt biomasse i digler veid på KERN alj (figur 15).
- Diglene ble bært inn i tørkeskapet, og taren tørket i 24 timer på 105°C (figur 17, bilde 2).
- Tørrvekt ble målt.
- Da taren var klar til brenning ble forbrenningsovnen (Heraeus MR170) (figur 18) satt på 550 °C.
- Diglene ble satt i rekkefølge inni ovnen og dermed tatt bilde av for å dobbelt kontrollere at vi hadde rett digel på riktig sted da de skulle tas ut igjen.
- Brenningen foregikk fortløpende og varte i overkant av 24 timer på alle prøvene (figur 17, bilde 3).
- Vi opplevde at forbrenningsovnen brente ujevnt noe vi løste ved å snu om på brettet diglene stod på, for å tilrettelegge for fullstendig forbrenning, slik at prøvene fikk like betingelser.
- Etter brenning, ble diglene med aske avkjølt på steinplaten.

- Deretter veide vi asken med samme vekt.
- Data ble ført inn i Excel-skjema.



Figur 15: Vekt KERN alj, med numererte digler til høyre



Figur 16: Vekt av prøve skrapet for tare, på KERN ple (to desimalersvekt)



Bilde 1: Våt tare

Bilde 2: Tørket tare

Bilde 3: Brent Tare

Figur 17: På bildene over vises forskjellen på våt,- tørket og brent tare.



Figur 18: Forbrenningsovn, Heraeus MR170

2.8 Tilleggsforsøk: Sammenligning av vanninnhold i fersk tare og tare som har vært fryst.

Utstyr:

Vekt (KERN alj) fire-desimalers vekt, isboks (til oppbevaring av prøvene under transport), gildekasse fylt med kaldt vann, digler, Excel-skjema, tørkeskap, blyant til nummerering av diglene (1-10), ziplock poser, fryseboks

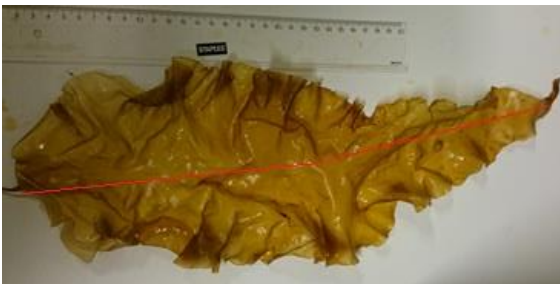
Del 1:

- Vi hentet 10 av de lengste tareprøvene på Skjær 25. mars-15, fra den resterende coilen.
- Vi rengjorde, tørket, nummererte og veide diglene. Grunnen til dette var for å fjerne alle partikler fra diglene, og slik at digelvekten kunne trekkes fra i regnskapet i etterkant.

- Sukkertaren ble delt i to like store deler, langs midten av bladet (figur 19) Halve bladet ble klippet opp i biter på 2-3 cm, og lagt i diglene.
- Våtvekt ble målt.
- De resterende delene ble lagt tilbake ziplock posene og fryst.
- Diglene med sukkertare ble veid og ført inn i Excel.
- Deretter ble de plassert i et forhåndsoppvarmet tørkeskap på 105 °C.
- Etter 24 timer var de ferdig tørket, men av praktiske årsaker ble de stående i 13 dager.
- Tørrvekt ble målt.
- Diglene ble overført til forbrenningsovnen (Heraeus MR170) som stod på 550 °C i 24 timer.
- Askevekt ble målt, og ført inn i Excel.

Del 2:

- Den andre halvdelene av prøvene ble tatt opp av fryser og tint.
- Samme metode som del 1 ble deretter gjennomført fortløpende, for å sammenligne fryst med fersk tare.



Figur 19: Lengde og breddemåling, av blad eksklusiv stilk.

Klippet på midten, markert med rød strek på bildet

2.9 Utrekninger

Hydrografimålinger

Ved visuell fremstilling av hydrografidata for begge dyp, har vi regnet gjennomsnittsverdiene fra ca 2 til 4 meters dyp for 3m dyp, og 4 til 6 meter for 5 m dyp. Samme metode har vi brukt for temperatur, oksygen, partikkelinnhold og salinitet. Disse har vi kalt periodediagram.

På temperatur og salinitetsmålingene har vi i tillegg laget dybdeprofiler for hver innsamling.

Svekkingskoeffisienten målt ved: Secchidyp x 2 = 1 % lysdyp

Våtvekt, tørrvekt, glødetap og askevekt

Ved hjelp av våtvekt, tørrvekt, og askevekt har vi kunnet regne ut vanninnhold, glødetap og askeinnhold for alle tareprøvene etter hver innsamling. Digelvekten ble trukket fra ved hver veiing. Vanninnholdet i sukkertaren blir regnet ved å ta differansen mellom våtvekt og tørrvekt. Glødetapet er differansen mellom tørrvekt og askevekt, og forteller oss hvor mye organisk materiale det finnes i biomassen. Askevekten er det resterende produktet av biomassen etter tørrmassen er forbrent. Vanninnhold, aske og glødetap ble regnet i prosent av våtvekt. Det ble også gjort en utregning av askeinnhold og glødetap i prosent av tørrvekt.

Eksponeziell vekst

Utregning av vekt ble gjort i gram og vekst i prosent.

For utregning av prosent brukte vi en vekstformel for kontinuerlig vekst.

Startfunksjonen så slik ut: $\text{Startvekt} \times e^{\text{vekstprosent/dag} \times \text{tid}} = \text{Sluttvekt}$

Tid=dager

Siden det er vekstprosenten som er ukjent for oss, ble ligningen ved omgjøring slik:

:

Startvekt $\times e^{(\text{vekstprosent/dag} \times \text{tid})} = \text{Sluttvekt. Vekstprosent/dag} = (\ln (\text{total vekst} / \text{startvekt}) / \text{dager}) \times 100$

Lengdevekst pr dag (linjær):

Formelen er regnet ut i fra gjennomsnittsverdier ved hver stasjon pr dyp (tabell 2).

Lengdevekst pr dag = (Størst lengde (22. april) – minst lengde (14. mars)) / antall dager i vekstperioden (39 dager).

Vektforskjell – mellom Steinvik og Seljeseth

Det er funnet differansen mellom stasjonen med fisk og uten fisk ved same dyp.

Deretter er differansen delt på den laveste verdien, for å finne vektforskjellen.

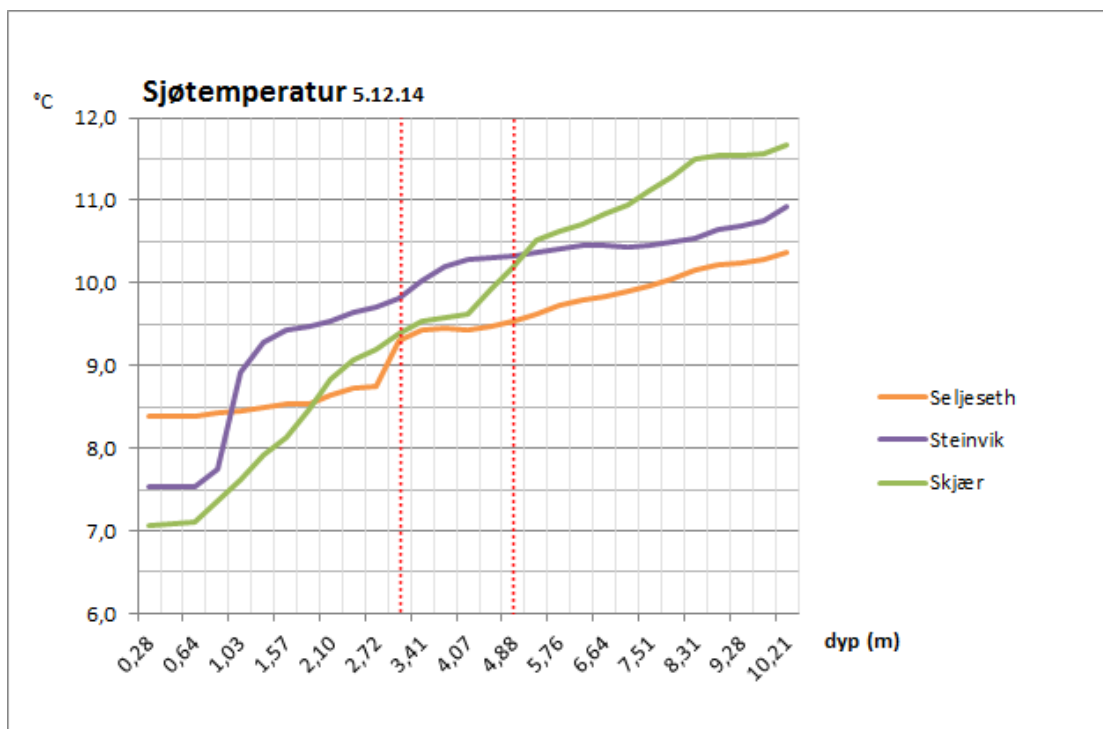
Vektforskjell i % = (m fisk – u fisk) / minste verdi * 100

Kapittel 3: Resultater

3.1 Hydrografimålinger

Temperatur

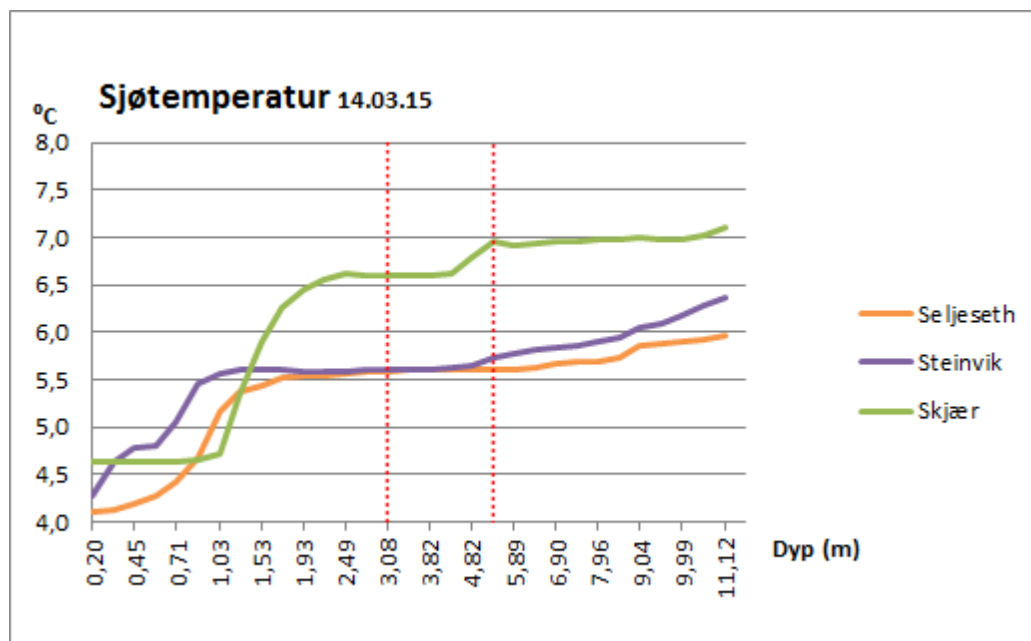
Temperaturen varierer nedover i vannmassene. Grafene for målinger gjort 5. des (figur 20) viser at temperaturen på Steinvik gjør et sprang på 2 °C ved 1 meters dyp. På Seljeseth er temperaturen mer stabil og øker bare med 2 °C fra 0 til 10 meters dyp. Den største endringen fant vi på Skjær. Her steg temperaturen fra 7,1 - 11,7 °C.



Figur 20: Temperaturprofil, endring i temperaturen nedover i vannmassene på de ulike stasjonene 5.des. De røde stiplede linjene viser 3 m og 5 m prøvedyp.

Ved andre datainnsamling (figur 21) ser vi at temperaturen har sunket betraktelig på alle dyp. Her skiller Skjær seg ut som varmeste stasjon med 6,5 til 7 °C. På begge stasjonene i Eikefjorden

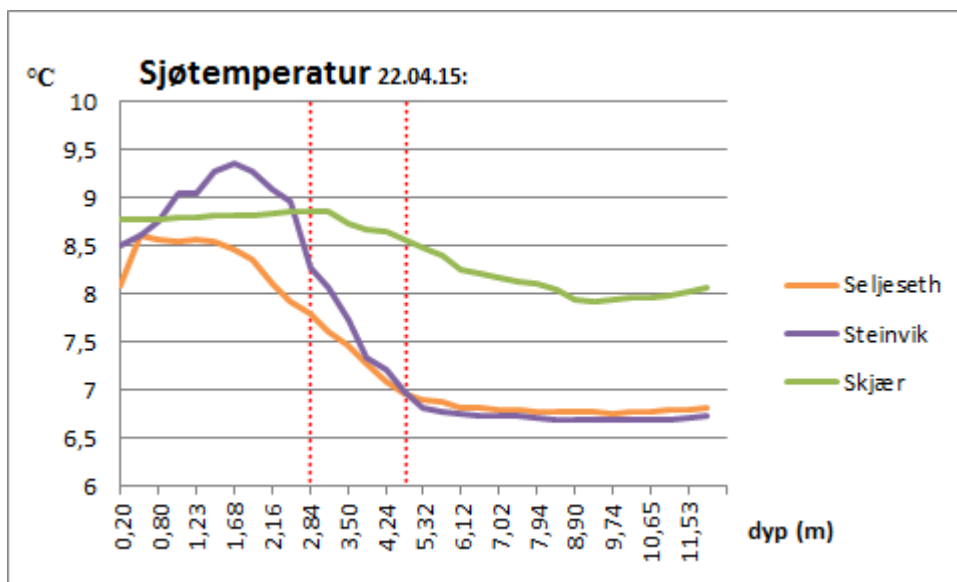
var temperaturen 5,6 - 5,7 °C ved 3 og 5m. Vannmassene ned til ti meters dyp er jevnere enn ved forrige måling (5. des).



Figur 21: Temperatur, endring i temperaturen nedover i vannmassene på de ulike stasjonene 14.mar. De røde stiplede linjene viser 3 m og 5 m prøvedyp.

Den siste datainnsamlingen (figur 22) viser en endring i temperaturprofilene.

Temperaturrendringen har skiftet retning og går fra varmt til kaldt med dypet. På 3 meter ligger alle stasjonene mellom 7,7 og 8,8 grader. Nede på 5m dyp har temperaturen sunket med 0,3 -1,4 grader.



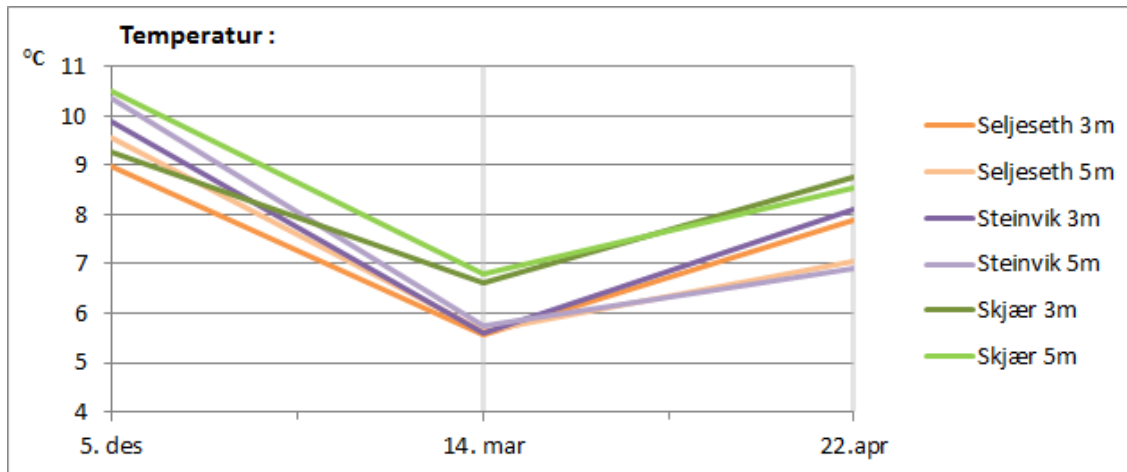
Figur 22: Temperaturprofil, endring i temperaturen nedover i vannmassene på de ulike stasjonene 22.apr. De røde stiplede linjene viser 3 m og 5 m prøvedyp.

Periode oversikt

Målingene ved 3 m dyp ligger mellom 9-10,5 °C ved utsetting i fjordene 5. desember (figur 23). Temperaturen sank til under 6 °C ved Seljeseth og Steinvik, og like under 7 °C ved Skjær 14. mars.

Fra 14. mars til 22.april økte temperaturen til ca 7-8,8 °C.

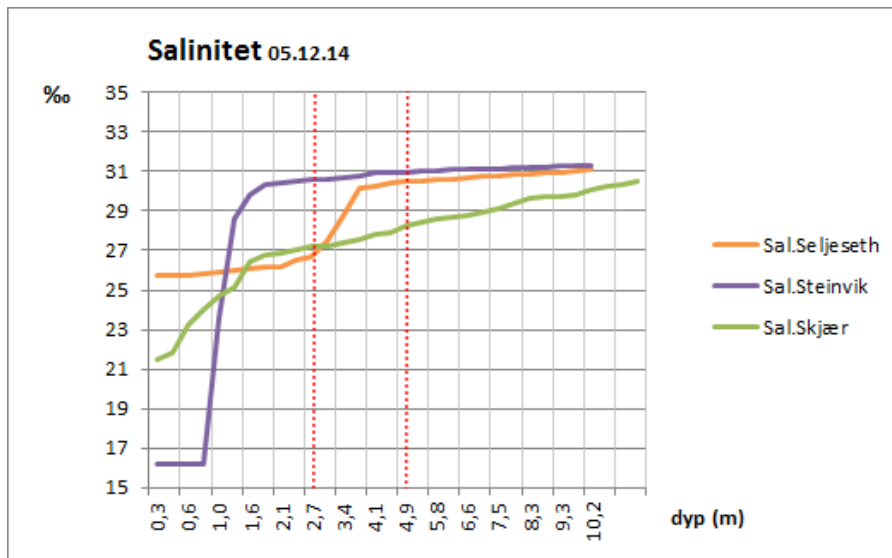
Ved målingene på alle dyp starter temperaturene mellom 9,5 °C og 10,5 °C ved utsetting. De synker og stiger tilnærmet parallelt ved de to siste målingen.



Figur 23: Periodediagram for temperatur på 3 og 5 m dyp ved stasjonene 5.des, 14.mar og 22.apr.

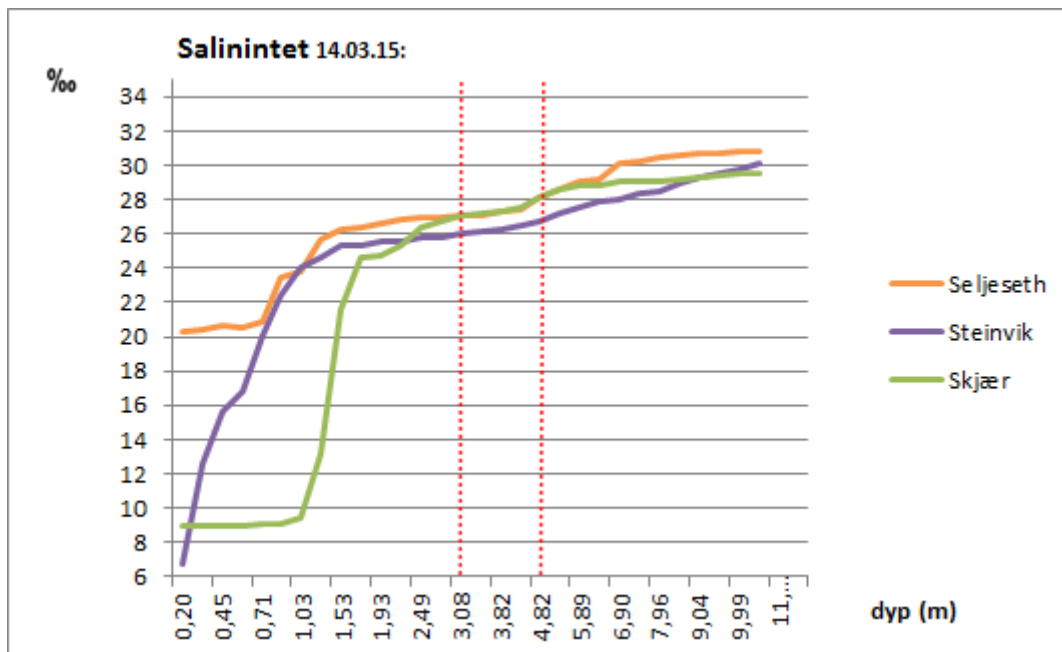
Salinitet:

Saltinnholdet i vannet 5. des øker med dypet (figur 24). På 10 meters dyp flater grafene ut og stabiliserer seg på rundt 31 ‰. Det er salinitetsverdiene på Skjær som gir den mest jevneste grafen. På Steinvik hopper verdiene fra 16 ‰ til 29 ‰ mellom 0,9 og 1,6 meters dyp.



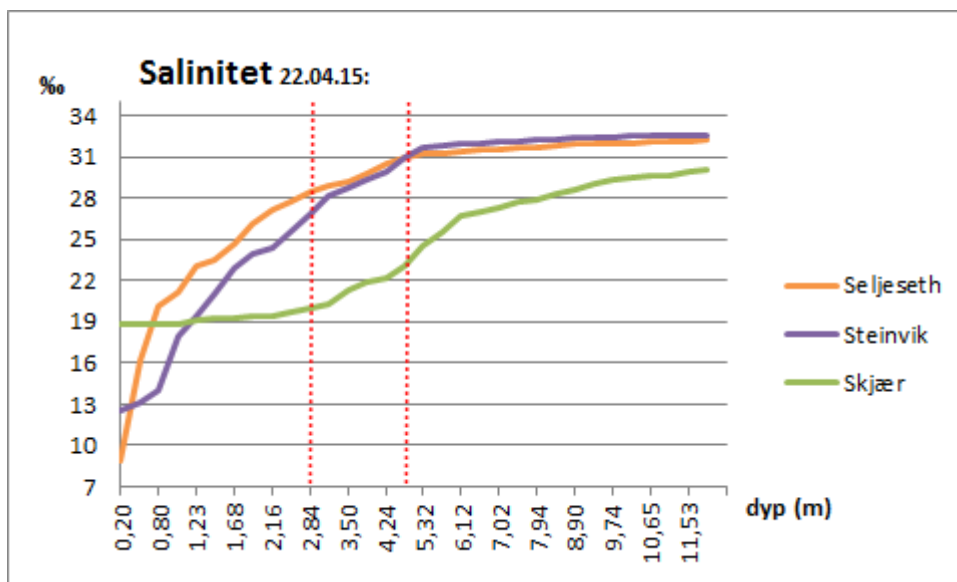
Figur 24: Salinitetsprofil til stasjonene 5.des, fra 0-10 m dyp. De røde stiplede linjene viser 3 m og 5 m prøvedyp.

Den 14. mars er saltholdigheten i den øverste meteren vesentlig lavere enn i desember (figur 25). På Steinvik og Skjær er saliniteten under 10 ‰. Vi ser også et markant ferskvannslag ned til 1 m dyp på Skjær. Fra 2 meters dyp følger grafene fra alle tre stasjonene samme trenden. På 3 og 5 m er saliniteten mellom 26 og 28 ‰.



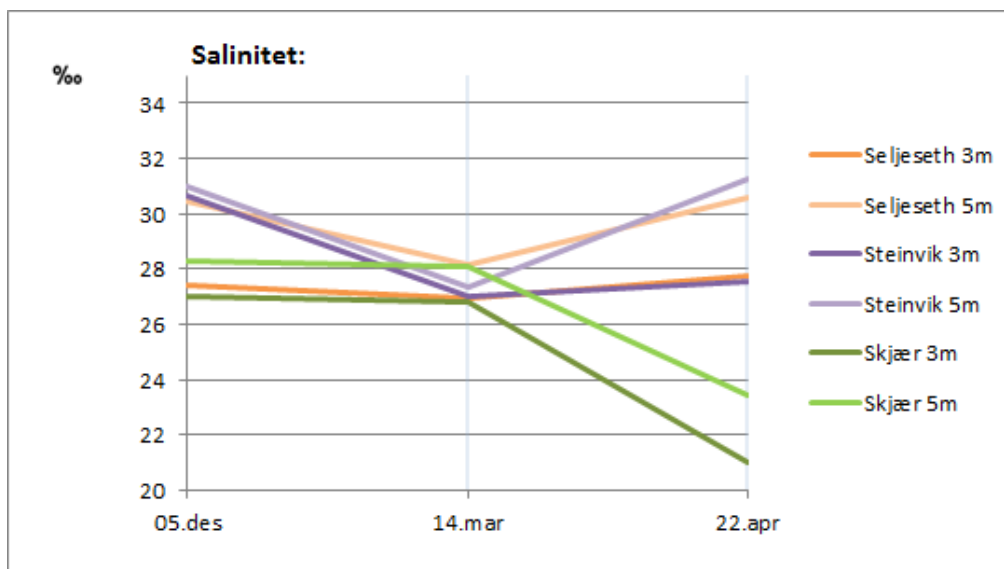
Figur 25: salinitetsprofil til stasjonene 14.03, fra 0-10 m dyp. De røde stiplede linjene viser 3 m og 5 m prøvedyp.

Den siste innsamlingen viser en markant endring i profilene (figur 26). Målingene på Skjær viser en mindre økning fra de øverste meterne ned til 10 m dyp på ca 10 ‰. Ved 3 og 5 meters dyp ligger Skjær 7-8 ‰ under de andre stasjonene.



Figur 26: salinitetsprofil til stasjonene 22.04. fra 0-10 m dyp. De røde stiplete liniene viser 3 m og 5 m prøvedyp

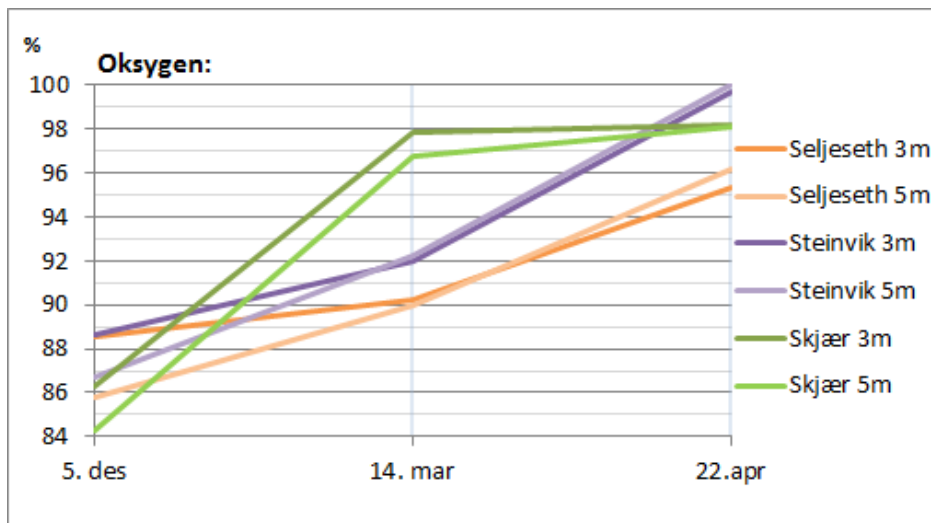
Salinitetsverdiene ved utsetting viser en forskjell mellom Seljeseth og de to andre stasjonene på 3m (figur 27). På Steinvik var saliniteten 31 ‰ og de to andre stasjonene var på 26,6 ‰. Seljeseth 3m har jevne verdier og ligger rundt 27 ‰ ved alle målingene. Ved den siste innsamlingen avviker Skjær fra de to andre stasjonene med en salinitetskonsentrasjon 20,5 ‰ på 3m.



Figur 27: Periode diagram for salinitetskonsentrasjon på 3 og 5m, ved alle datainnsamlingene.

Oksygen:

Ved utsetting 5. des var oksygeninnholdet i sjøen mellom 84,3 og 88,3 % på alle stasjonene (figur 28). Ved andre måling ser vi den største variasjonen i målingene. Her varierer oksygeninnholdet fra 86,5- 98 %. Generelt er det er liten forskjell på oksygeninnholdet i sjøen på 3 og 5 m dyp på de forskjellige stasjonene. Den største forskjellen finner vi på Steinvik 14.mars. Der er differansen mellom 3 og 5 m dyp på ca 5 prosentpoeng. Ved siste måling 22.april lå verdiene på Seljeseth rundt 96 %, Skjær 98 % og på Steinvik 100 %.

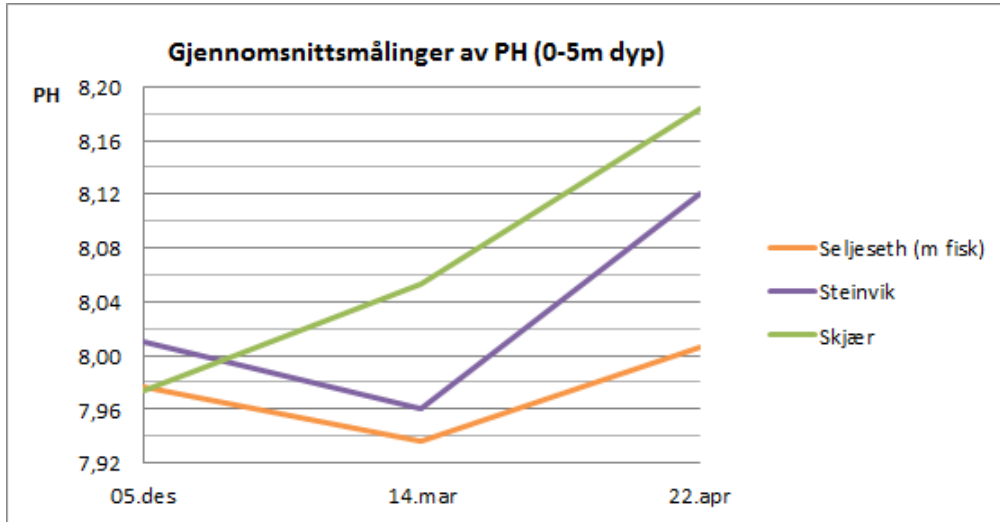


Figur 28: Periodediagram for oksygenmetning i prosent ved stasjonene på de tre prøvetakingsdagene

pH-målinger

pH-målingene ligger i intervallet mellom 7,97 til 8,21(figur 29). Ved første innsamling varierte gjennomsnittsmålingene mellom stasjonene med 0,02. Skjær hadde de sureste verdiene. Andre innsamlingen viste en differanse mellom Skjær og Seljeseth på 0,9, og ved siste innsamling var forskjellen økt til 0,17. Ved disse målingene var det Seljeseth som viste de sureste verdiene.

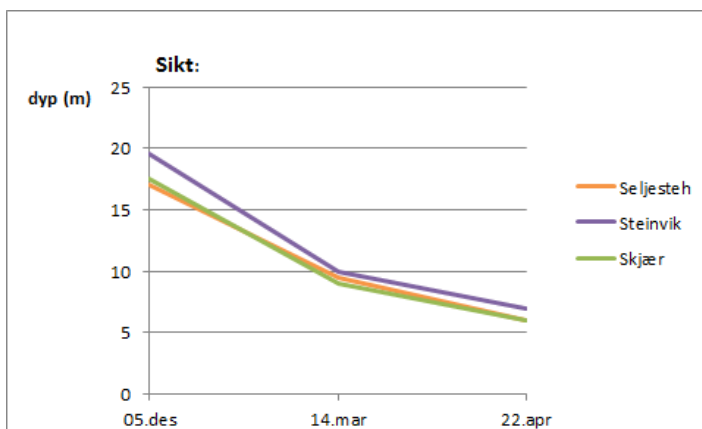
Figur 29 viser en full oversikt over gjennomsnittlig pH i sjøen ned til 5 m. Har blir det tydelig at Seljeseth har de laveste verdiene gjennom hele perioden.



Figur 29: Periodediagram av gjennomsnittsmålinger av pH for 0-5 m dyp.

Siktedypsmåling:

Diagrammet (figur 30) viser at det blir dårligere sikt i sjøen utover våren. Seljeseth og Skjær starter på 17 meter og ved siste innsamling var sikten på 6,5meter. Steinvik ligget noe høyere jevnt over med 19,5m til 7,5m.



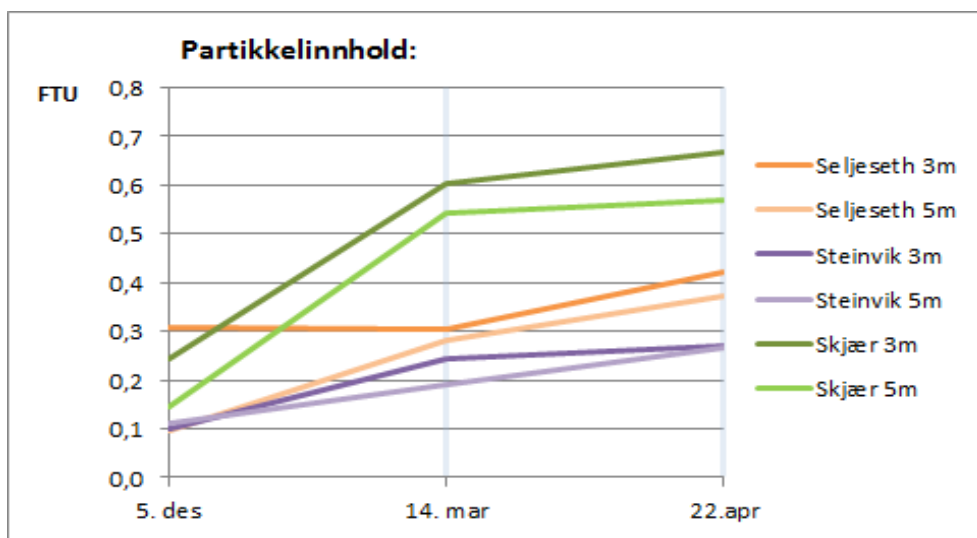
Figur 30: Periodediagram for siktedyp ved alle innsamlingene

Partikkelinnhold

Hvis vi ser på partikkelinnholdet, så ligger turbiditeten på 0,1 FTU ved begge dyp (figur 31). På Skjær var turbiditeten mellom 0,115 og 0,25 FTU, mens Seljeseth hadde 0,3

Partikkelinnholdet på Skjær har den bratteste kurven og har den høyeste turbiditeten. Verdiene på Skjær 3m ligger 0,3FTU over de andre stasjonene 14.mars

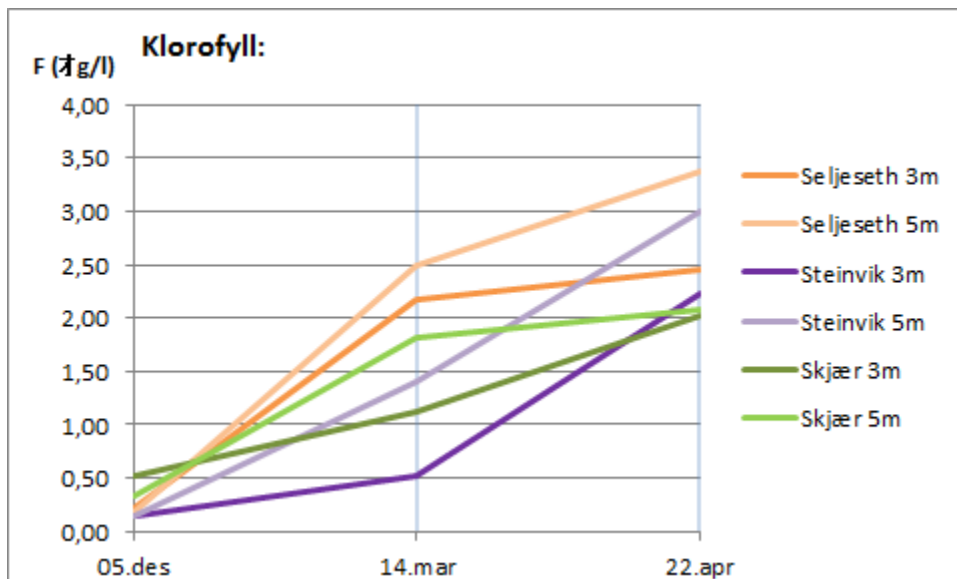
Seljeseth har noe høyere partikkelinnhold enn Steinvik gjennom hele sesongen. Seljeseth 3m har gitt stabile målinger og har den minste økningen i turbiditet fra første til siste måling med 0,13 FTU.



Figur 31: Periodediagram viser innholdet av partikler i vannmassene målt i FTU (turbiditet).

Klorofyll

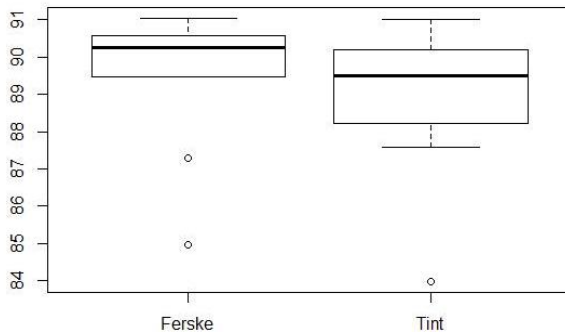
Klorofyllinnholdet viser en stigning fra første til siste innsamling (figur 32). Steinvik ser ut til å gi de laveste verdiene på 3 m, 14 mars. Høyeste klorofyllinnhold ser vi på Seljeseth 5 m, 14 mars og 22. april. Ved andre og tredje innsamling er klorofyllinnholdet på 5 m ved alle stasjoner høyere enn ved 3 meter.



Figur 32: Periodediagram viser klorofyllinnhold, målt i µg/l

3.2 Sammenlikning av vanninnhold i fersk tare og tare som har vært fryst

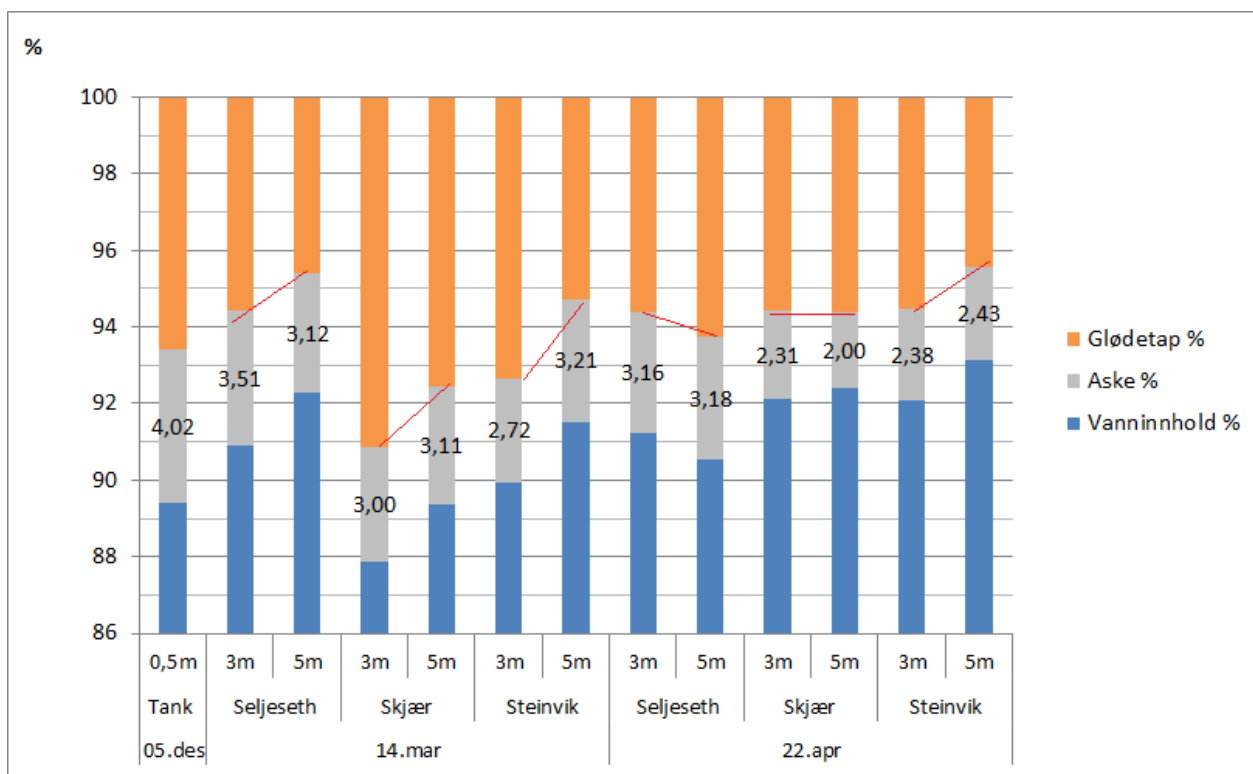
Boksplottet hentet ut fra r-studio (figur 33) viser at datasettene ikke er signifikant forskjellige. Sentralitetsmålet av vanninnhold i ferskeprøver var 90,25 %, mens fryste hadde et sentralitetsmål på 89,4 %. P-verdien var på 0,375 noe som betyr at vi beholder nullhypotesen. Altså er det ikke er en signifikant forskjell i vanninnholdet i prøver som har vært fryst og ferske tareprøver.



Figur 33: sammenlikning av vanninnhold i fersk tare vs som har vært fryst (tint)

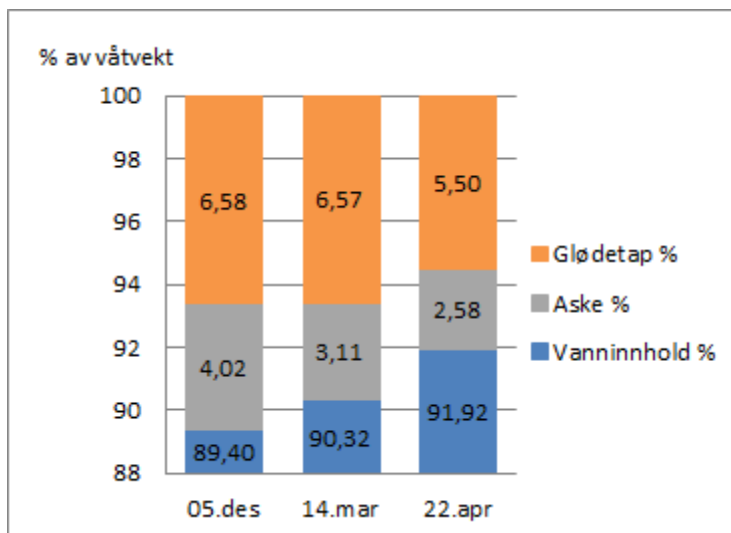
3.3 Algenes sammensetning av vann, askefritt organisk materiale (glødetap) og askeinnhold

Under vises en prosentvis fordeling av vann, aske og askefritt organisk materiale (=energiinnhold) i sukkertaren (figur 34). Hver stolpe består av gjennomsnittet av tre tareprøver. Målingene av askeinnholdet varierer lite. Den største variasjonen ser vi i vanninnholdet som varierer mellom 88-93 %. Denne variasjonen gjenspeiler seg i glødetapet. Det er ingen sammenheng mellom askeinnhold ved forskjellig dyp.



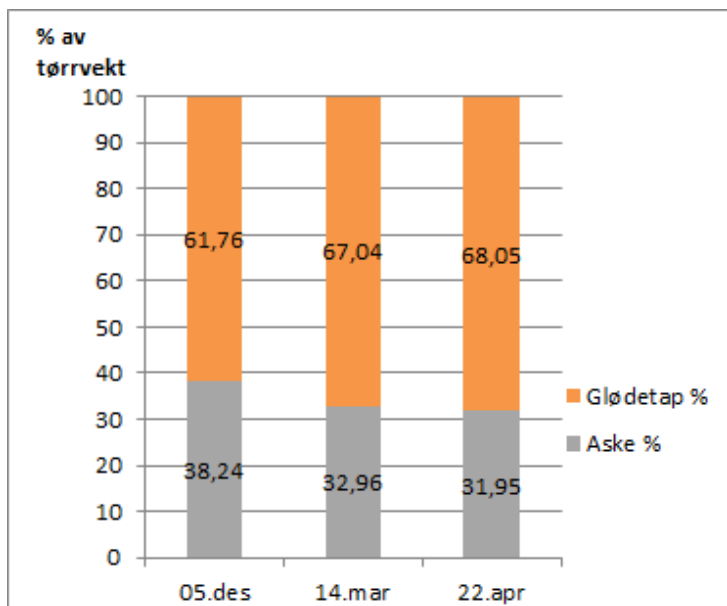
Figur 34: prosentvis fordeling av vann, glødetap og aske regnet ut fra våtvekt.

Det ser ut til at energiinnholdet ved første innsamling er høyest og minker utover våren. Askeinnholdet ser også ut til å minke noe, mens vanninnholdet øker (figur 35).



Figur 35: Diagrammet viser gjennomsnittsmålinger for alle tre innsamlingene

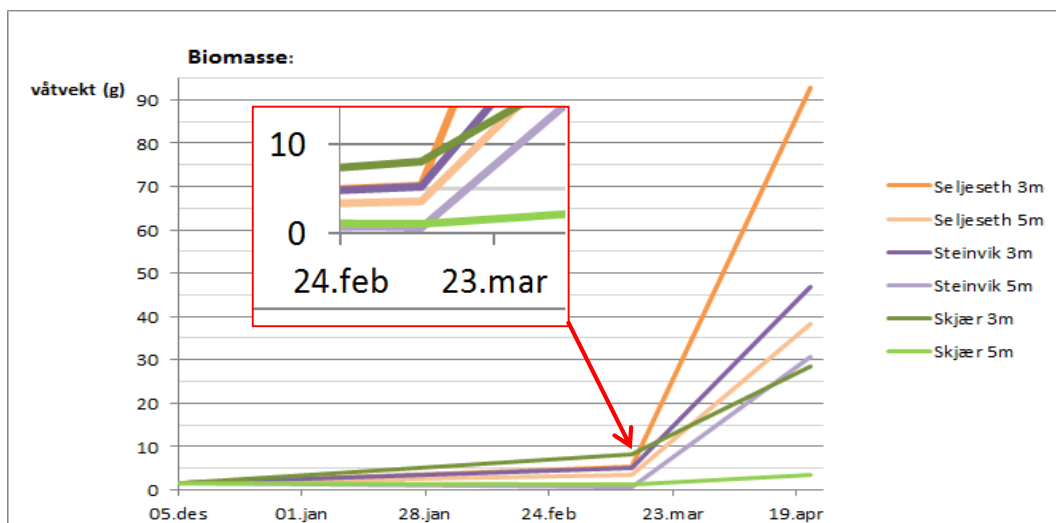
Utregningene av tørrvekt viser at energiinnholdet øker fra vinter til vår og askeinnholdet blir mindre (figur 36). Det er en økning i glødetap med 7 prosentpoeng.



Figur 36: Glødetap, og askeinnhold av tørrvekt i %

3.4 Biomassevekst:

Diagrammet viser biomasseøkning (våtvekt) av tare i perioden 5. desember 2014 til 22. april 2015 (figur 37). Vi kan se at kurven er eksponentiell og øker mest i perioden mars/april. Den største veksten finner vi på 3 m dyp på Seljeseth. Her økte biomassen i gjennomsnitt med 87,3 g i perioden fra 14.03 til 22.04. Den minste veksten har vi hatt på Skjær på 5 m dyp. Ved siste innsamling var biomassen gjennomsnittlig 3,4 gram på de tre prøvene.



Figur 37: viser økning i biomasse våtvekt (g) fra første til siste innsamling på 3 og 5 m dyp, på de tre prøvestasjonene.

I første vekstperiode (5. des-14. mar) viser resultatene best vekst på Skjær 3 m, mens Seljeseth og Steinvik 3 m ga 0,5 % mindre vekst i samme periode. Ved måling av veksten på Steinvik og Skjær 5 m, fikk vi minusverdier (-0,91 og -0,39 g). På bilde under (figur 38), ser vi veksten på en av tre prøver fra 2. innsamling 5 m dyp.



Figur 38: Viser tarevekst på prøve nr 33. fra 5m dyp på Steinvik 14.03

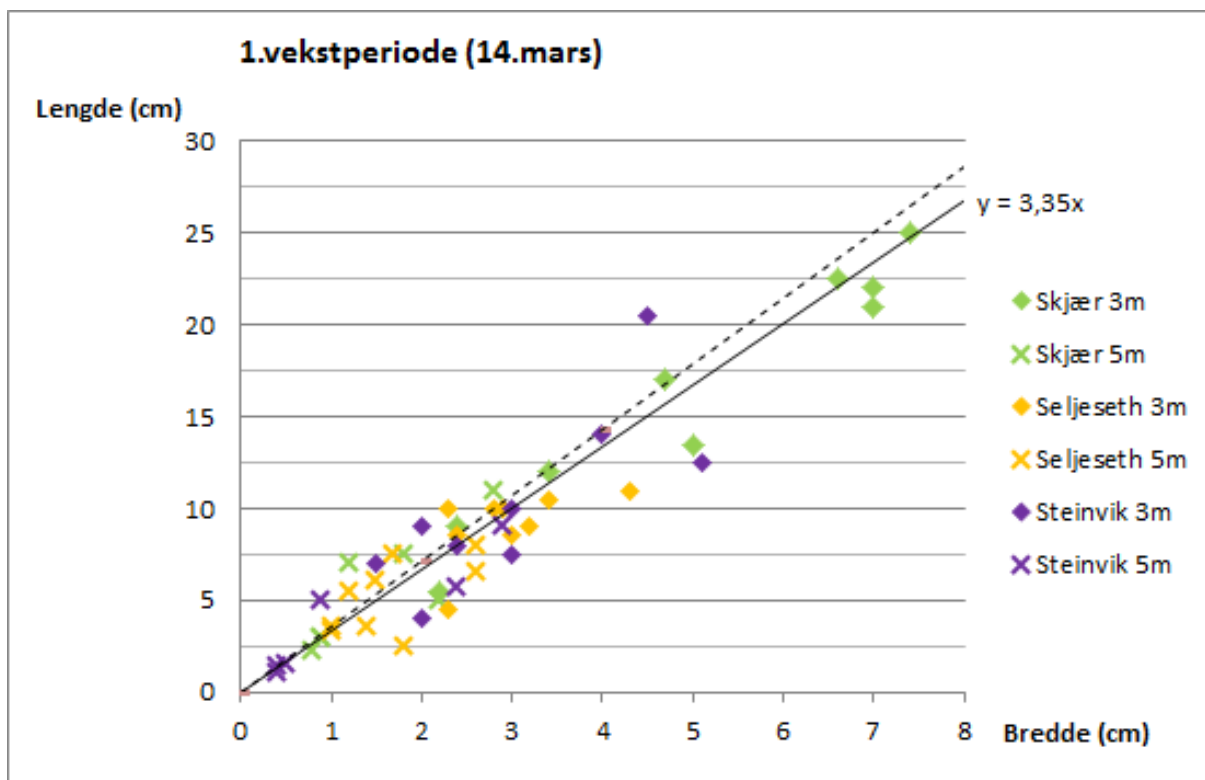
I andre vekstperiode målte vi en vekst på 10% per dag som den beste vekstraten. Dette var på Steinvik 5m, som i forrige periode ga minus verdier (tabell 1). Det var likevel Seljeseth 3m med gjennomsnittlig vekst på 87,27 g som utgjorde den største biomassen totalt. Her var veksten per dag på 7,12 %. Stasjonen på Skjær ga de dårligste resultatene i vekt og prosentvis vekst ved siste måling.

Tabell 1: viser vekst for de ulike vekstperiodene og omregning til vekstprosent per dag. Grønn farge markerer de den største verdien. Rød farge markerer den minste verdien.

Gjennomsnittlig vekt:							
Stasjon	05.des	14.mar	22.apr	Vekst (g) 1.periode (99 dager)	Vekst (g) 2.periode (39 dager)	Vekst/dag i % for 1.periode	Vekst/dag i % for 2.periode
Seljeseth 3m	1,51	5,44	92,70	3,93	87,27	0,97	7,12
Seljeseth 5m	1,51	3,59	38,43	2,08	34,84	0,32	5,83
Steinvik 3m	1,51	5,16	46,85	3,65	41,69	0,89	5,36
Steinvik 5m	1,51	0,60	30,78	-0,91	30,18	0,00	10,05
Skjær 3m	1,51	8,13	28,46	6,62	20,33	1,49	2,35
Skjær 5m	1,51	1,12	3,43	-0,39	2,31	0,00	1,86

3.5. Lengde- og breddemålinger for bladvekst

Figur 39 viser veksten av sukkertaren i lengde og bredde. Linjen viser medianveksten for bladene som ble samlet inn 14. mars. Medianlinjen har ett stigningstall på 3,35. Vi ser at de fleste av punktene ligger nær linjen, men at Steinvik 3 m har ytterpunkts verdiene for bredde og lengde. Skjær 3 m har den største biomassen dersom vi ser på det arealet. Det er tydelig at bladene på 5 m har vokst mindre da disse punktene ligger nærmere origo enn punktene for 3 m.

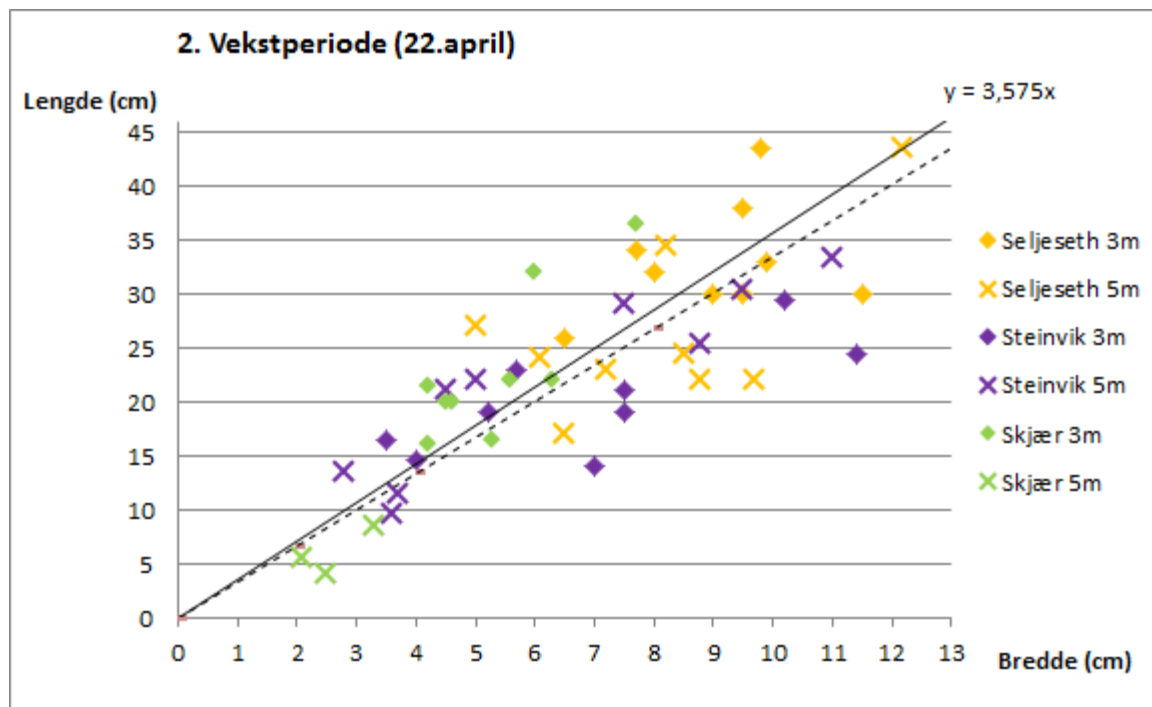


Figur 39: Viser forholdet mellom bredde- og lengdevekst av sukkertare for første vekstperiode med medianlinje (hel), og medianlinje for andre vekstperiode (stiplet).

Ved siste innsamling ser vi at punktene ligger spredt og varierer mye i lengde- og breddevekst i forhold til forrige innsamling (figur 40). Stigningstallet har økt til 3,57. Bladene målt på Seljeseth stikker seg ut med best vekst. Bladene fra Skjær gir punkter som ligger fokusert nærmere origo med noen avvik i fra linjen med større lengdemåling. Bladene fra Steinvik 3m ser

ut til å ha vokst mer i bredden enn lengden da flere av punktene ligger på undersiden av medianlinjen.

I perioden fra 14.03 til 22.04 har bladene på Skjær 3m vokst med et gjennomsnitt på ti centimeter i lengden (i intervallet 5-25 til 15-35)



Figur 40: Viser forholdet mellom bredde- og lengdevest av sukkertare med medianlinje 22.04

Kapittel 4: Diskusjon

4.1 Feilkilder

Feilkildene påvirker validiteten til datainnsamlingen som er gjennomført. Forsøket vårt er basert på sanne premisser og nøyaktige målinger. Vi har brukt eksisterende kunnskap og erfaring tilegnet gjennom bachelorprogrammet, samt gjennom andre tilsvarende bacheloroppgaver om samme tema gjennomført i 2014 og 2013 (Knudsen, et al., 2014) : (Midthun & Øvrebotten, 2013). Prosjektet ble gjennomført på bestemte lokaliteter og er etterprøvbart. Usikkerhetene i prosjektet vil bli presentert i dette kapittelet.

Klargjøring av tareprøver

Startvekten av tareprøvene varierte med 2,65 gram. Kuttingen av tarelinen og taustumpene varierte også med millimeteravvik. Grunnen til dette er fordi tarelinen ble målt med tommestokk og klippet med saks, og taustumpene ble kuttet med taukutter, dette kan ha gjort at taustumpene og tarelinen ble ujevnt kuttet. Dette er en tilfeldig feil som har liten betydning for beregning av våtvekten.

Vekter

Vi har brukt tre forskjellige vekter (figur 41), en fra akvakulturstasjonen på Skjær og to fra Høgskulen. Vektene ble nullstilt før hver måling. Vekten på akvakulturstasjonen (OHAUS E4000D) varierte fra 00 til 0,03 g. Vi har ikke hatt anledning til å korrigere denne feilen. Dette kan være en feilkilde av resultatene vi fikk på startvekten på tareprøvene, som har gjort at vi har fått en overestimert startvekt.



Figur 41: Vekter som ble brukt

Utsetting, avmontering og innsamling av tareprøvene

Før montering på riggene ble tareprøvene oppbevart i vanntanken på Skjær over natten i ziplock-posene. Som følge av dette kan det ha blitt skade på tareprøvene, før utsettingen. Vi tror ikke at dette har påvirket prøvene i nevneverdig grad.

Ved transporten tilbake til laboratorium ble tareprøvene oppbevart i posene med varierende vannmengder. Noen tareprøver fikk nok vann, mens andre kan ha fått lite, som følger av dette kan tareprøvene ha blitt utsatt for litt uttørking. Dette kan ha hatt betydning for våtvekten, men vi tror det er neglisjerbart.

En annen feilkilde ved innsamlingen var da deler av sukkertaren revnet av, ved avmontering. Deler av andre prøver revnet da de ble flyttet over i ziplock posene. Det har hatt betydning for våtvekten av biomassen, ved at den kan ha blitt under estimert i de aktuelle prøvene. Vi tror dette er en tilfeldig feil som ikke har påvirket sammenhengen mellom de ulike stasjonene.

Andre prøver kan ha tatt skade i form av uttørking som følger av påkjenning fra sol og vind ved innsamlingen 14. mars. Innsamlingen gikk hurtig, men prøvene som ble igjen ble sjøsatt kan ha fått litt skader som følger av dette. Vi mener dette er en tilfeldig feil som kan ha medført en viss underestimering av vekst.

De vannfaste merkelappene løste seg opp etter en tid i sjøen. Dette hadde vi forutsett da det synets at papiret var i dårlig kvalitet. Dette løste vi ved å markere enden på plankene, med sprittusj, hvor tareprøven med det minste tareprøvenummeret skulle festes. Vi markerte også tareprøvenummer på begge sider av planken hvor prøven ble festet. Dette har ikke hatt betydning på forsøket da vi var veldig nøyaktig med markering ved avmontering.

Ved neste siste innsamling så vi at noe av taren hadde forflyttet seg over til riggen, og vokst direkte på planken (figur 42). Taren på planken utgjorde en betydelig vekst, som vi kunne fått med ved veiing, dersom de hadde vokst på tauet. Biomassen her kan muligens ha utgjort en feilkilde på 10-20 %. Dette kan gjøre at vi får en underestimert våtvekt.



Figur 42: Viser sukkertare som satt igjen på riggen etter avmontering av prøve.

Siktedypsmåling

Faktorer som påvirket den manuelle målingen av sikten var vind som skaper ru overflate på sjøen og sterk sol som gjenspeiles og gjør det vanskeligere å se secchiskiven, og måle riktig dyp. Det var dårlig vær ved måling 14. mars og gjorde det spesielt vanskelig å måle dypet. Dette kan ha gjort at vi har fått unøyaktige målinger. Dette kan ha gjort at vi har fått en underestimert måling av siktedyp.

Påvekst

Vi fant noe påvekst på noen av riggene, blandt annet trekantmark, tråalger, fjæreblomst, hydroider og kappedyr (figur 43). Biomassevekten kan ha blitt noe påvirket, da påveksten kan ha hemmet veksten. Generelt var påveksten ubetydelig.



Bilde 1.



Bilde 2.



Bilde 3.

Figur 43: Bilde 1. A) Tunicat B) Fjæreblomst (*Ectopleura larynx*) C) Trekantmark. Bilde 2. Brun sli. Bilde 3: Hyroide (*Obelia geniculata*)

Askevekt og forbrenning

En mulig forklaring på ujevn forbrenning i ovnene kan være at den er gammel, og noen av varmeelementene kan være defekte. Konsekvensene av ujevn forbrenning vil være en overestimert askevekt og underestimert glødetap. Vi har kontrollert askevekten i forhold til plassering i ovnen, og ikke funnet noe markant forskjell, men dette kan vi ikke si med sikkerhet.

Oksygennivå

Oksygenmålingene ble gjennomført først på dagen på Seljeseth og deretter på Steinvik. På grunn av stor avstand mellom disse stasjonene og Skjær, ble målingene i Sogndal gjort på ettermiddagen, ved alle innsamlingene. Dette kan ha fått betydning for oksygenverdiene, særlig 14. mars, da solen står senere opp på denne tiden av året. Det kan ha hatt utslag på oksygenproduksjonen til planteorganismene. På Skjær vil fotosyntesen ha produsert oksygen hele dagen, og det kan ha gitt utslag på resultatene ved høyere O₂-verdier på Skjær enn i Eikefjorden.

4.2 Diskusjon av resultater

4.2.1 Hydrografimålinger

Temperaturvariasjon:

Ifølge Hortimare AS er optimal dyrkingstemperatur 8-14 °C (Schipper p.m 2015), men Bolton & Luning (1982) mener det er optimalt med 10- 15 °C. Ved utsetting målte temperaturen ved alle stasjonene våre mellom 9 – 10, 5 °C. Dette var en god tilpasningstemperatur for stiklingene i sjøen. Taren har derfor hatt gode forutsetninger for overlevelse gjennom vinteren, før temperaturen kom til å synke.

Av resultatene 5. desember kommer det frem at temperaturen ved Seljeseth har en jevnere profil enn de andre to stasjonene (figur 20). Dette kan skyldes større sirkulasjoner i vannmassene da Seljeseth ligger mer åpent enn Steinvik og har ingen store elveutløp i nærheten. På Steinvik gjør et sprang på 2 grader ved 1 meters dyp. Den største årsaken til dette kan være Oselva (figur 44) som renner ut og lager et markant ferskvannslag i de øverste vannmassene (Knudsen, et al., 2014). Ferskvann har lavere egenvekt enn sjøvann, og vil legge seg som et lag på toppen (Havforskningsinstituttet, 2014). Ferskvannet har lavere temperatur enn sjøvannet og vil sammen med den lave temperaturen i luften kjøle ned det øverste vannlaget. Vi kan se at temperaturen er markant kaldere i overflaten enn ved 3- og 5 meters dyp. Dette kan også gjenspeiles i saliniteten ned til 1 meters dyp (figur 24). Den samme effekten ser vi på stasjonen på Skjær, der vi har flere elveløp som renner ut i fjorden.



Figur 44: Oselva markert med orange

Skjær 5 m hadde ved andre innsamling høyere temperatur i sjøen enn ved de andre stasjonene målt til rett under 7 °C (figur 25). Som nevnt tidligere operer Hortimare med en optimal dyrkingstemperatur 8-14 °C for vekst, men dette betyr ikke at det er optimal overlevelsestemperatur for prøvene gjennom vinteren. Om vinteren er det viktig for taren å ha lav sjøtemperatur, slik at basismetabolismen forholder seg lav. Den høye temperaturen øker metabolismen, når taren helst skulle vært i dvale. Siden lysmengden om vinteren er begrenset blir taren stresset og må bruke av sin egen energi for å overleve. Som følger av dette minker biomassen på prøvene, og de går ned i vekt i forhold til startvekt. Dette kan være tilfelle på Skjær (Trentacostea, E. et al., 2013).

Ved den kaldeste perioden vi har målt (14. mars) lå temperaturen på alle stasjonene rundt 5,5 °C til 7 °C. I studiet til Bolten & Luning (1982) ble veksten redusert ved 5 °C (60-70 % av optimal vekst). Vi ser at temperaturene våre lå i overkant av denne verdien. Det kan være årsaken til de lave biomasseverdiene ved andre innsamling.

Forskere mener at grunnen til at sukkertare har forsvunnet fra deler av kysten, kan være pga en temperaturøkning i sjøen (Havforskningsinstituttet, 2009). Sukkertare er en kaldtvannsart og temperaturer over 19 °C, antas å være ugunstig og svekker tares livskraft. Ifølge Bolton & Luning (1982) dør plantene etter 7 dager med 23 °C. Det vil si at lengre perioder med høy sjøtemperaturer om sommeren, har en negativ påvirkning på bestanden.

Sukkertarebestanden har hatt stor nedgang i langs store deler av norskekysten, helt opp til Sognefjorden. Disse områdene gjelder spesielt Østlandet, Sørlandet, og noen steder på Vestlandet. Status kategori for *Saccharina latissima* var i 2006 nær truet på Norsk Rødliste (Artsdatabanken, 2006).

De optimale temperaturene som Bolton & Luning og Hortimare presenterer, viser da at vi har hatt lavere optimaltemperatur for vekst i vårt forsøk.

Salinitetvariasjon

Ifølge Yr (2014) var det mer nedbør enn normalt i forsøksperioden. Ved forrige forsøksperiode gjennomført av Knudsen, et al (2014) i fjor var dette også tilfelle (Bremanger, målestasjon). Oselva og andre mindre elver og bekker tilfører kontinuerlig ferskvann i Eikefjorden. Ved mye nedbør i vinterhalvåret og smelting mot vår, skaper det et ferskvannslag i de øverste vannmassene (figur 24). I forsøket til Knudsen et al. (2014) viste det seg at ferskvannslaget hadde stor negativ effekt på 0,5 m og 2 m dyp, ved første vekstperiode som da varte fra oktober til januar. Vi gjorde en vurdering ut i fra denne oppgaven ved å plassere riggene våre dypere, for å unngå for lave salinitetsverdier.

4. desember, dagen før første måling var det store nedbørsmengder i Eikefjorden (42 mm), dette kan ha påvirket resultatene da vi ser at vi har et markert ferskvannslag ned til 0,9 m på Steinvik. Dette ferskvannslaget vil skape en turbulens som gjør at saltvannet blandes nedover i dypet. Målinger på Seljeseth viser at innblandingen av ferskvannslaget her går helt ned til 3 meter. De store ferskvannsmengdene Oselva samler opp, gjør at det blir en betydelig forskjell mellom de to

stasjonene i Eikefjorden selv om de bare ligger 4 km fra hverandre. Det var ellers en liten forskjell på stasjonene ved 3 og 5 meters dyp, som kan ha betydning for tareveksten.

Det ser ut til å være en sammenheng mellom temperatur og saltinnhold i første og andre innsamling, men vi vet at salinitet og temperatur er to uavhengige variabler. I våre resultater ser det ut at salinitetsnivå og temperaturen stiger med samme tendenser.

Dersom vi ser på målingen 14. mars har forholdene endret seg, og vi har ikke lengre det markante ferskvannslaget på Steinvik. Nedbørsmengden dagen før var 1,5 mm, og har hatt liten påvirkning på saltholdigheten i det øverste laget. De lave verdiene ned til 1 m, 14. mars, gir et inntrykk av at smeltesesongen er i gang, og skaper en jevnere tilførsel av ferskvann.

Overflatevannet ligger 10 ‰ under forrige måling. Saltholdigheten var på 30 ‰ ved 1,8 m dyp 5. des. Ved andre måling må vi ned på 10 m dyp for å oppnå samme saltholdighet (figur 25).

Ved innsamling 14. mars har vi relativt like salinitetsverdier på alle stasjoner og begge dyp. Det markante ferskvannslaget på Skjær med 10 ‰ har ingen påvirkning på prøvene på 3 og 5 meter, da saliniteten varierer fra 26 ‰ til 28 ‰. Ifølge (Meteorologisk Institutt, 2009) er typisk salinitet i de store verdenshavene er mellom 32 og 35 PSU (‰ \approx PSU). Årsaken til at vi har lave verdier er fordi stasjonene ligger inni fjordene. Her er det kontinuerlig tilførsel av ferskvann, som kan blande seg ned til 10-20 m dyp, og redusere saliniteten. Brakkvann blir ofte definert til å ha en salinitet under 30 PSU. Ifølge White & Marshall (u.d) reduseres veksthastigheten når saliniteten ligger under 30 PSU.

Strømmene blir påvirket av vind, tidevann, og vannutveksling med kystvann. I trange innløp og over terskler og smale sund slik som ved forsøksstasjonene er det oftest sterkest tidevannsstrøm og lokal vind som påvirker sirkulasjonen (Havforskningsinstituttet, 2014). Dette er den faktoren som har betydning for sirkulasjon for taren på 3 og 5 meter.

Store mengder smeltevann fra de omliggende fjellene ved stasjonen på Skjær 3 m kan forklare den lave salinitetsverdien 22. april. Kontinuerlig ferskvannstilførsel vil føre til at det blander seg med saltvannet og vil senke saltholdigheten ned til et større dyp. På Skjær var saltholdigheten 20 ‰ ved 3 m og 23 ‰ ved 5 m. Dette er veldig lave verdier, som resulterer i dårligere vekstvilkår. Dette kan ha vært en stressfaktor som har påvirket plantene negativt, og gjort at vi har fått lite biomassevekst. Seljeseth har derimot høyere verdier og dette kan være en forklarende faktor som skiller den store differansen i biomasse i siste vekstperiode, ved måling 22. april. Vi har sammenlignet våre resultater med Sjøtun & Gunnarson (1995) som har gjennomført et lignende forsøk på vekst av *Laminara saccharina* på samme dyp (3 m og 5 m). Saliniteten på lokasjonen brukt i Sjøtun & Gunnarson's forsøk varierte gjennom året fra 30- til 34 ‰, og de laveste verdien ble målt i april og mai. Den høyeste salinitetsverdien vi hadde ved våre lokasjoner var 31 ‰, men tyngden av gjennomsnittsmålingene var 27,8 ‰. Dette har resultert i dårligere biomassevekst i vårt forsøk sett i forhold til Sjøtun & Gunnarson (1995).

Oksygenivåer

Ved første innsamling ligger gjennomsnittlig oksygenivå på 86,7%, ved alle stasjoner. Det er lite fotosyntese ved denne innsamlingen, i tillegg er det høyere temperatur i sjøen enn ved de andre målingen som har resultert i lave verdier. Vi forventet lavest verdier på Seljeseth, ettersom fisken bruker oksygen.

Ved de to neste målingene er det en økning ved alle stasjonene, som et resultat av økt fotosyntese. Størst økning ser vi på Skjær, da fotosyntesen starter tidligere inne i fjorden (Naustvoll, et al., 2011).

Ifølge (Oppedal, et al., 2011) er laksen naturlig tilpasset et liv med oksygenmetning rundt 100 %. Ved 10 °C lever laksen bra med en oksygenmetning på 50 %. Vi tar utgangspunkt i at sukkertaren trives best under like forhold, og de har dermed hatt gode vekstvilkår. Alle verdiene fra våre målinger ligger da innenfor optimale oksygenverdier.

pH-målinger

Det er generelt liten variasjon i pH-målingene. Ettersom det er fisk ved stasjonen på Seljeseth vil det være logisk at verdiene er noe surere her på grunn av dannelse av karbonsyre (H_2CO_3), som følger av respirasjon fra fisk. På grunn av plasseringen av riggen, vil vi anta at pH-verdiene ikke har noe påvirkning på taren.

Siktedypsmåling

Været var varierende da målingene ble gjennomført for å måle secchidypet. Vi brukte også Secchiskiven som en indikator for å se fargen på vannet. Vi så tydelig forskjell på vannfargen fra første innsamling til siste. Vannet skifter tydelig farge utover våren, fra lysegrønt til brunt. Dette tyder på mer planteplankton. Dette kan ha hatt betydning for taren, da planteplanktonet vil konkurrere om næringsstoffene som taren trenger. Disse mikroalgene er dominerende under våroppblomstringen, som opptrer i så store mengder at sikten i vannet blir redusert utover våren og vannet blir brunfarget (Miljølære, u.d.). Dette ser vi igjen i målingene som ble gjort ved alle stasjonene gjennom forsøksperioden (figur 30).

Den eufotiske sonen er definert som dypet hvor man har igjen ca 1 % av lyset ved overflaten (Sørensen & Magnusson, 1994). Ved våre målinger gikk svekkingskoeffisienten (1 %) ved første måling fra 35 m dyp til 18 m, også opp til 14 m ved målingen 22. april (Personlig meddelelse Dale, T)

Partikkelinnhold:

Ved turbiditetsmålingene ser vi samme trend som ved Secchi-målingene. Alle verdiene er under 1 FTU, som vil si at vannkvaliteten er god. FTU mindre enn 0,5 gir tilstandsklassen «Meget god» (Wikipedia, 2012). Steinvik har bedre sikt enn de to andre stasjonene ved første måling, og av resultatene kan vi se et lavere partikkelinnhold. På Seljeseth 3 m (5. des) finner vi det største partikkelinnholdet (figur 31). Årsaken er mest sannsynlig bygningsarbeid ved anlegget, som kan ha ført partikler ut i sjøen, og påvirket målingene. Det virker ikke som fiskeavføringen har hatt påvirkning. Forskjellen er liten, og partikkelinnholdet ser ikke ut til å ha særlig betydning for taren. Taren så fin ut og det var ikke noe synlig belegg av partikler.

Ved andre og tredje innsamling er det en liten forskjell mellom Seljeseth og Steinvik. Seljeseth har mer partikler der fiskeavføring kan ha vært utslagsgivende.

Stasjonen på Skjær skiller seg markant ut med et høyere partikkelinnhold. Dette kan gjenspeiles i avrenning fra omliggende elver, som drar med seg silt og organisk materiale ut i fjorden, samt tidlig planteplankton oppblomstring.

Klorofyllinnhold

Ved første innsamling er klorofyllverdiene under $0,05 \mu\text{g} / \text{l}$ som vil si lav produksjon. Ifølge Hassel (2005) gir klorofyllinnhold i havet et mål for primærproduksjonen i havet. Om vinteren er det lav produksjon, og klorofyllverdiene er svært lave eller lik 0 (Arne Hassel, 2005). Dette gjenspeiles også i våre resultater, med lave verdier ved vinterstid og høyere utover våren.

To av prøvene på Steinvik (5 m) var død ved innsamlingen (14. mars), vi antok at årsaken til dette var dårlige lysforhold.

Høyt klorofyllinnhold er en faktor som hindrer lystilgangen, men partikkel- og klorofyllinnholdet

på Steinvik 3 m viser det motsatte. Lavt klorofyllinnhold gjenspeiler lite næringssalter, som kan ha resultert i de døde prøvene.

Ved andre og tredje innsamling er klorofyllinnholdet ved alle stasjonene ved 5 m, høyere enn ved 3 meter. Vi antar at planteplanktonet har begynt å synke. Vi vil anta at klorofyllinnholdet på et tidspunkt før 14. mars har vært høyere på 3 m, enn 5 m. Våroppblomstringen starter i overflaten, og når planktonet har brukt opp næringssaltene i overflaten jobber de seg nedover i dypet. Næringssaltene kan da ha blitt brukt opp på 3 m.

Seljeseth 5 m har høyest klorofyllinnhold 22. april. Som nevnt tidligere er oksygeninnholdet lavest på Seljeseth (3 m og 5 m) ved samme måling. Her ser det ut til å være en sammenheng med respirasjon fra fisken som senker oksygenverdiene. Dette virker ikke utslagsgivende på tare veksten, derimot vil et høyt klorofyllinnhold blokkere lystilgangen.

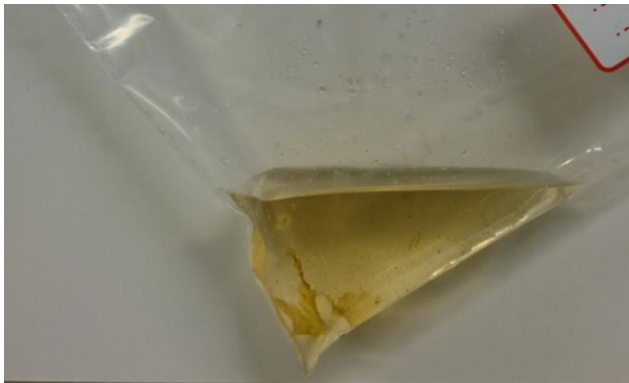
Våre verdier viser klorofyllinnhold på under 3,5 µg/l ved siste måling. Havforskningsinstituttet (2001) definerer et klorofyllinnhold på 3-4 µg /l som lavt.

4.2.2 Sammenligning av vanninnhold i fersk tare og tare som har vært fryst.

Vi observerte en endring i konsistensen til taren etter frysing. Ved frysing dannes det iskrystaller, som gjør at celleveggen kan utvides og ødelegges. Det blir da et spørsmål om en endring i strukturen i cellene har gjort at taren har mistet vanninnhold eller næringsalter. Sammenligningen viste at det ikke var en signifikant forskjell i vanninnhold før og etter frysing.

Sjøtun & Gunnarson (1995) fant derimot 18% lavere nitratinnhold i taren etter frysing. Vi har ikke regnet på nitratinnhold i vårt forsøk, men det kan ha en sammenheng med endring i fargen på vannet i ziplock posene.

Fargen i ziplock posen varierte fra grønn, lys gul til brun på de forskjellige prøvene (figur 45 & 46). Dette tror vi ikke han gjenspeile utlekking av ulike pigmenter fra algen slik som klorofyll, phaeophytin, eller carotenoid.



Figur 45: lyst avfarget vann i ziplockposen



Figur 46: Mørkere avfarget vann i ziplockposen

Det var forskjell også på fargen på taren etter brenning. De prøvene som var plassert innerst i forbrenningsovnen var hvite, og de som stod ytterst var mørkere. Dette kan tyde på at det ikke har vært fullstendig forbrenning av alt det organiske materialet.

4.2.3 Algenes sammensetning av vann, askefritt organisk materiale og askeinnhold

Vanninnhold

Tareprøvene fra første innsamling ga lavest vanninnhold på 89,4 % (figur 35). Ifølge Holdt & Kraan (2011) kan vanninnholdet i marine alger være opptil 94 %. Vanninnholdet i våre tareprøver øker utover i sesongen, og høyeste gjennomsnittsverdi oppnådd ved prøvene fra innsamlingen 22. april var 91,68 %. Rapporten til Salmongroup, Sulefisk & Hortimare (2011) viser at vanninnholdet øker fra april til juni (med 1 prosentpoeng), i perioden med høyest vekstrate. Ifølge Luning (1979) varierte vanninnholdet i sukkertare fra 77 % til 80% ved tørking på 103 °C. Dette er betydelig lavere enn våre resultater.

Det er mulig at taren fyller opp cellene med vann, for å øke massen utover våren. Taren kan da utkonkurrere andre arter, vokse, og bytte ut vanninnholdet med energi (karbohydrater, fett og proteiner) senere i vekstperioden (Sjøtun & Gunnarson, 1995).

Ved andre innsamling viser resultatene en økning i vanninnhold med dypet. Her er tareprøvene på 5 m stresset på lys. Taren fyller seg antakelig opp med mer vann, for å øke volum slik den får større tilgang på sollys.

22. april har vi høyere vanninnhold totalt, men vi ser ingen trend ved endring i dypet. Disse variasjonene kan være forklaring på at miljøbetingelsene er tilstrekkelige for god vekst, og taren på begge dyp er kommet like langt i utviklingen.

Askefritt organisk materiale (glødetap)

Holdt & Kraan (2011) beskriver videre at innholdet av proteiner, lipider, karbohydrater, vitaminer og mineraler (= tørrstoff) varierer med sesongene og området taren plasseres.

Det ble målt 61,76 % glødetap (av tørrvekt) ved innsamlingen av de første dataene (figur 34).

Det er en totalt økning i vekstperioden, og ved siste innsamling ser vi at glødetapet er 7

prosentpoeng høyere. Det er generelt stor variasjon av glødetap i sukkertaren ifølge Luning (1979). Studiet viser en variasjon mellom 74 % og 85 % glødetap (brent ved 400 °C).

Økningen av glødetap skyldes at taren har opparbeidet seg mer sukkerstoffer i løpet av våren. Ifølge (Chapman, et al., 2014) er det ca 4 uker i mai som er tiden det er mest lønnsomt å høste taren. Etter høsting kan nitrogen og fosfor gjenvinnes å brukes på nytt, og dermed bidra til gjenvinning av viktige næringsstoffer (Kraan 2011).

Ved andre innsamling minker glødetapet med dypet, ved alle stasjonene (figur 34). Taren på 3 m har større glødetap enn på 5 meter. Hovedgrunnen til større glødetap på 3 m, kan tyde på at plantene har fått bedre vekstvilkår, som mer lystilgang.

Prøvene på 5 m har et mindre glødetap på enn på 3 m ved samme stasjon. Årsaken kan være at taren bruker av sin egen energi til å overleve, fordi de grunnleggende betingelsene ikke er tilstrekkelige nok.

Resultatene fra 22. april viser tilnærmet like verdier for glødetap for begge dyp på alle stasjoner. Av samme forklaring som vanninnholdet, er lysforholdene tilstrekkelige på tiden av året, stressfaktoren er lav. Som nevnt tidligere er denne perioden mer solrik. Taren kan da lage mye karbohydrater og denne energien brukes senere til å lage proteiner, som øker askeinnholdet.

Askeinnhold

Forventete verdier sammenlignet med (Holdt & Kraan, 2011) sin forskning var høyt askeinnhold på vinteren og lavt på våren. Våre resultater er avvikende i forhold til forskningen, da våre verdier hadde høyest askeinnhold i desember. Høyeste askeverdi målt var 38.24 % av tørrvekt. Slutninger vi kan trekke på basis av Holdt & Kraan's (2011) forskning, er at de har større prøve eksemplarer enn vi hadde ved vårt forsøk. Stiklingene vi har brukt i forsøket var ørsmå ved

vinterverdiene i desember, og store planter ble testet på våren (mars og april). En annen årsak til denne forskjellen er at målingene våre er gjennomført innenfor en kortere tidsperiode enn Holdt & Kraan (2011) skriver om. Resultatene deres viste lavest askeinnhold fra september til november, og høyest fra februar til juni.

Askeinnholdet fra andre til siste innsamling viste en nedgang på 2 prosentpoeng (av tørrvekt) (figur 36) Dette en nedgang i askeinnhold gjennom hele vekstperioden. Nedgangen kan forklares med økende glødetap.

4.2.4 Biomassevekst

Vi har to vekstperioder. Første vekstperiode regnes som perioden fra 5. des-14. mars, og andre vekstperiode fra 14. mars til 22. april. Utover våren øker biomassen gjennom fotosyntese og ved at taren tar opp næringsalter som lagres i tareplantenes vev, dette ser vi igjen ved alle stasjonene.

Seljeseth, Eikefjorden

I første vekstperiode var Seljeseth den eneste stasjonen som ga positive resultater på begge dyp, kanskje fordi tareprøvene hadde kontinuerlig tilgang på næringsalter. Verdiene viste en vekst på 0,97 (3 m) og 0,32 % (5 m) per dag. Disse verdiene er lave, men vurderes som tilstrekkelige med tanke på årstid. I andre vekstperiode viser resultatene en vekstøkning på 7,12 % (3m) og 5,8 % (5m). Økningen bygger på kombinasjonen av gode miljøbetingelser (tabell 1). Årsaken til at forholdene er nesten like på 5 og 3 m dyp, kan være næringssaltene fra fisken og større sirkulasjon i vannmassene, da stasjonen ligger mer åpent i forhold til de to andre stasjonene.

Det kan se ut til at oppdrettsanlegget ved riggen har en positiv innvirkning på veksten av sukkertaren. Seljeseth 3 m utgjorde den største biomasseøkningen totalt i andre vekstperiode, og

hadde 97,8 % bedre vekst sammenlignet med Steinvik (uten fisk) 3 m. Ifølge Sanderson et al (2012) tar sukkertaren opp 5 % nitrogen. Dette er en overraskende lav prosentverdi, med tanke på den store vekst forskjellen vi fikk (97,8 %). Stasjonen med fisk som ble testet ved Sandersons et al. (2012) forsøk (fra 1,8 m til 2.6 m dyp), hadde biomasseøkning på kun 24,8 %, i forhold til referansestasjonen uten fisk. Det samme resultatet fant Handå et al. (2013) i sin forskningsrapport.

Resultatene fra Sandersons et al (2012) forsøk kan tyde på at biomasseøkningen i (i %) den beste vekstperioden (april - juni) ga mindre forskjell mellom stasjonene med og uten fisk. Det viste seg å være en større forskjell tidligere i vekstsesongen, der Sandersons et al (2012) forsøk ga en vekstforskjell på 61%.

Steinvik, Eikefjorden

I første vekstperiode har vi fått minusverdier på -0,91 g ved 5 m, som kan ha vært et resultat av at taren har brukt opplagsnæringen, hatt liten tilgang på lys og andre miljøfaktorer. Når miljøbetingelse ble gode i andre vekst periode, fikk vi en eksplosiv vekst som resulterte i 10 % økning per dag.

Skjær, Sogndal

Ved første vekstperiode var det minusverdier også Skjær. Verdien lå på -0,39 g ved 5 m. Dette kan være et resultat av mye partikler i vannmassene, som har hindret lystilgangen ned til 5 m. Turbiditeten ble målt til 0,55 FTU (0,25 FTU over Seljeseth 3 m). Lagfordelingen i vannet, og kombinasjonen av lys, oksygen og den høye temperaturen på 6,8 °C, kan ha vært årsaken til den store vekst forskjellen på 3 og 5 m. 3 m målingene hadde høyest biomasse våtvekt i prosent per dag, for første periode, sammenlignet med de to andre stasjonene.

Skjær oppnådde ikke den samme eksplosive veksten i andre periode som Steinvik. På Skjær var målingene 1,86 % vekst pr dag (5 m). Årsaken til det kan være de lave salinitetsverdiene som ble målt (figur 26).

Partikkelinnholdet på Skjær var høyere enn på de andre stasjonene, dette kan være en faktor som begrenser lystilgangen til taren, selv om sikten ser ut til å være tilnærmet lik på Seljeseth og Steinvik denne dagen. Sikten kan variere fra dag til dag, og målingene som ble gjennomført forteller oss kun om forholdene den spesifikke dagen. Planteplankton lever i de øverste lagene av vannmassene der lystilgangen er størst, og dermed mindre næringssalter tilgjengelig for taren (Naustvoll, u.d.). På Skjær har vi hatt stor tilførsel av ferskvann som kan ha ført til store mengder planteplankton tidlig i sesongen. Dette kombinert med partikkelinnhold, lave salinitetsverdier, og mangel på næringssalter kan være resultatet av dårligere vekst på 5 m ved siste vekstperiode.

Handå, et al. (2013), har gjort målinger utenfor kysten av Trondheim og fått resultater som sier at dyrking av sukkertare i Norge bør foregå grunnere enn ved 5 m dyp. Våre resultater viser at alle målingene på 3 m har gitt bedre vekst enn 5 m. Handå, et al (2013) fant ikke en markant forskjell ved dyrking på 2 m og 5 m. Denne forskjellen kan forklares ved at prøvene i forsøket til Handå, et al. (2013) har hatt bedre lysforhold enn ved våre lokasjoner.

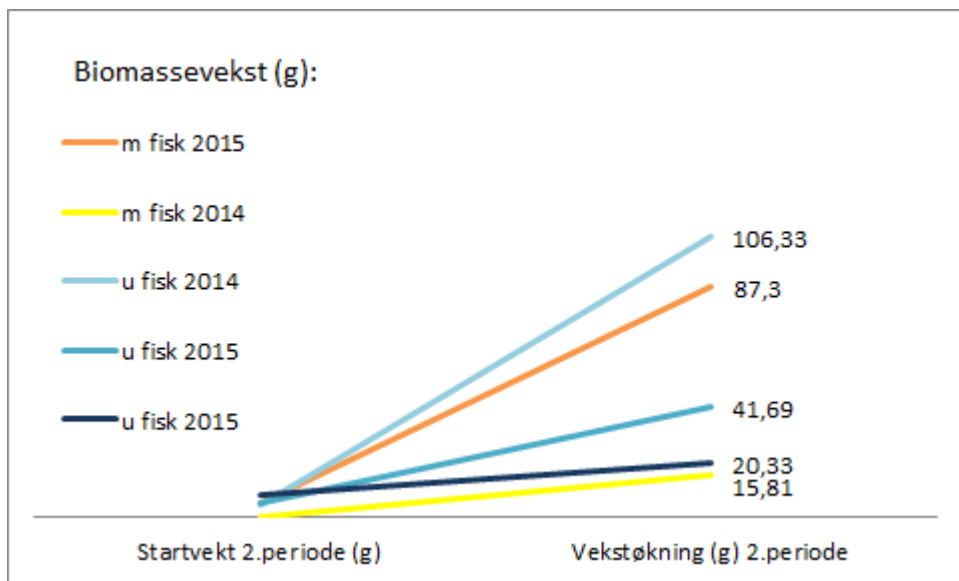
Sammenligning av vekstsesongen 2014 med vekstsesongen 2015

Resultatene fra Knudsen et al. (2014) viser en vekst på 106,33 g ved innsamling 21.mars (figur 47) De har betydelig større vekst ved stasjonen uten fisk. Den største miljøforskjellen mellom Knudsen et al (2014) og våre verdier ligger i saliniteten. Saliniteten ved alle målingene i rapporten til Knudsen et al. (2014) lå rundt 30 ‰, altså betydelig høyere enn våre verdier.

Handå et al. (2009) mener en av faktorene, for en god lokalitet, for tare dyrking bør ha en saltholdighet på 30-35 ‰.

Knudsen et al. (2014) beskriver at miljøfaktorer som lav salinitet ved oppdrettsanlegget, kan være årsaken til at stasjonen med fisk har resultert i dårlig vekst. Ved innsamlingen 21.mars 2014 var saliniteten på 6 ‰. Dette styrker teorien om at kombinasjonen av flere miljøfaktorer resulterer i god vekst. Det ser ut til at når de grunnleggende miljøfaktorene er på plass, kan tilførsel av næringsalter ved fiskeoppdrettsanlegget gi en vekstøkning.

Lystilgangen vil være bedre på 2 m, enn på 3 m. Sanderson et al. (2012) har målt biomassen fra 1-5 m dyp og funnet en synkende trend i vekt med dypet. Dette kan også være en forklaring på vekstforskjellen i mellom Knudsen et al. (2014) og våre resultater fra 2015. Da Knudsen et al (2014) har fått bedre vekst uten fisk (106,33 g) enn vi fikk med fisk (87,3 g). Ved denne sammenligningen har god lystilgang sett ut til å ha større påvirkning, enn næringsalter fra fisk.



Figur 47: Viser biomassevekst (g) for perioden 31.01.14 - 21.03.14 (Knudsen, et al., 2014) målt på 2 m, sammenlignet med våre resultater 14.03.15 - 22.04.15) målt på 3 m.

4.2.5 Lengde- og bredde målinger for bladvekst

Ved første vekstperiode følger bladveksten tilnærmet lik trend ved alle tre stasjoner, med små avvik. Skjær 3 m utpeker seg med den beste gjennomsnittlig lengdeveksten, som var på 0,15 cm

pr dag i første periode. Det gjenspeiler den høye biomassen. Årsaken til de store bladene kan være at taren har startet vekstsesongen tidligere, da forholdene lå godt til rette.

Ved andre vekstperiode er det er større spredning av veksten på alle stasjonene. Grunnen til større spredning i lengde bredde målinger, kan tyde på at det har vært gode vilkår. Dette ser vi spesielt på Seljeseth 3 m. Her har det vært mange individer som har overlevd og det resulterer i stor konkurranse. Det har da vært nødvendig for taren å vokse i lengden for å oppnå størst tilgang på lys. Resultatene våre viser at når veksthastigheten øker om våren vokser taren mest i lengden (figur 38).

På Steinvik 3 m har bladene vokst mer i bredden. Grunner til det kan være færre konkurrerende naboalger som gjør at de ikke må vokse like mye i lengden. Det kan være mer energisparende for taren å vokse på denne måten. Det kan også se ut til at tuppen på bladet har blitt slitt av og lengden er redusert. Vi ser at det også har vært miljøbetingelser som har begrenset veksten og konkurrert ut individer, slik at taren har vokst nærmere gjennomsnittet. Seljeseth (3 m) og Skjær (3 m) vokser mest i lengden.

Vi regnet ut gjennomsnittlig lengdevekst for data rapportert av Sjøtun & Gunnarson (1995) fra desember til mars, ut ifra figur 2 i rapporten (Appendix tabell 31). Disse verdiene ga en gjennomsnittlig vekst pr dag på 0,37 cm på 3 m dyp. Til sammenligning målte vi 0,15 cm pr dag for stasjonen på Skjær 3 m, som største vekst for første periode. Lengdevekst fra våre resultater viser en betydelig mindre vekst pr dag for begge periodene (tabell 2). Ved nærmere analyse av rapporten til Sjøtun & Gunnarson (1995) leser vi at miljøtingelsene i deres forsøk er betydelig bedre, spesielt med tanke på salinitet. Det kan være årsaken til den store forskjellen i lengdeveksten.

Sjøtun & Gunnarson (1995) har gjennomført målinger på samme dyp (3 m & 5 m). I perioden desember til mars økte gjennomsnittlig vekst fra 0,2 cm pr dag i desember, til 0,5 cm pr dag i mars, det vil si en gjennomsnittligvekst på 0,39 cm pr dag totalt (tabell 3). Vi gjør en enkel utregning for å kunne sammenligne resultatene, da vi bare har 2 målinger fra 5.des til 14.mars.

Vi fikk en gjennomsnittlig vekst på 0,07 cm pr dag i denne perioden. Grunnen til at vi har lavere gjennomsnittlig lengdevekst kan være at utgangspunktet på stiklingene. Sjøtun & Gunnarsons (1995) tare var allerede i sjøen ved forsøksstart og antakelig større enn våre ved utsetting. Sjøtun & Gunnarson's (1995) forsøk fikk kanskje bedre forutsetninger til vekst tidligere i sesongen enn ved vårt forsøk. Det ser også ut til at miljøbetingelsene ved lokasjonen var bedre enn våre. Saliniteten var særlig høyere jevnt over året.

Tabell 2 viser at Skjær har hatt best lengdevekst på 3 m med 0,15 cm per dag i første vekstperiode. De resterende lengdevekst resultatene for denne perioden varierte fra 0,04- til 0,09 cm pr dag. Sammenliknet med Sjøtun & Gunnarson (1995) er disse verdiene betydelig lavere.

Ved andre vekstperiode ser vi at våre målinger ligger på nivå med Sjøtun. Seljeseth 3 m viser en vekst på 0,61 cm per dag. Sjøtun & Gunnarson (1995) hadde gjennomsnittlig vekst på 0,68 cm pr dag. Sammenligner vi med Lunings (1979) rapport kan vi se på toppverdien i april, der beste lengdevekst var 1,7 cm pr dag. Våre og Sjøtun & Gunnarsons (1995) resultater viser en betydelig mindre lengdevekst i samme periode (tabell 2). Årsaken til det kan være lavere vekst i starten av mars som har gjort at våre og Sjøtun & Gunnarsons (1995) resultater har fått en gjennomsnittlig mindre lengdevekst.

Tabell 2: Viser gjennomsnittlig lengdevekst/dag for begge vekstperioder sammenliknet med resultater fra Sjøtun (Sjøtun & Gunnarson, 1995).

Lengdevekst/dag (cm):		1. vekstperiode (des-mar)	2. vekstperiode (mar-apr)
Skjær	3m	0,15	0,17
	5m	0,04	0,01
	Gj.snitt	0,10	0,09
Seljeseth	3m	0,08	0,61
	5m	0,04	0,54
	Gj.snitt	0,06	0,58
Steinvik	3m	0,09	0,25
	5m	0,02	0,46
	Gj.snitt	0,06	0,35
Gj.snitt lengdevekst totalt:		0,07	0,34
Sjøtun & Gunnarsson (1995)		0,39	0,68
Lüning (1979):			1,7

Kapittel 5: Konklusjon

Vårt forsøk viste at taren ved Seljeseth (med fisk, 3 m) hadde 97,8 % bedre vekst, sammenlignet med Steinvik (uten fisk, 3 m). På 5 m hadde Seljeseth 24,8 % bedre vekst enn Steinvik 5 m. Stasjonen på Skjær hadde best vintervekst på 3 m dyp, men dårlig vekst ved 5 m. Totalt var det stasjonen på Skjær som endte opp med dårligst biomasse vekst.

Det er et faktum at hvis dyrkingen skjer under de riktige miljøbetingelser, vil oppdrettsanlegget bidra til en positiv effekt på veksthastigheten til sukkertaren. Best vekst uansett stasjon, viste seg å være på 3 m dyp.

De beste lysforholdene viser seg å være ved dyrkning ned til 3 m. God tilgang på næringsalter, stabile salinitetsverdier over 27 ‰, kalde temperaturer om vinteren, og mildere om våren er de viktigste miljøbetingelsene for optimal vekst.

Kildekritikk

Vi har vurdert kildene ut i fra troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet. Noen av kildene vi har brukt refererer til kilder i sine produkter. Dette gjør at primærkildene våre i noen tilfeller kan betraktes som sekundærkilder. Det viktigste er at vi er sikre på hvor vi har hentet informasjonen fra.

En kilde er hentet fra PowerPoint presentasjon fra Hortimare. Dette kan være grov data, da det er en presentasjon. Vi har sendt mail med Hortimare, for å forsikre oss om at informasjon er fortsatt er korrekt, og fått bekreftet riktig data.

Fra Luning (1979) er det brukt en sekundærkilde på lengdevekst fra «Parke (1948)». Lunings rapport virker å være pålitelig, da vi sammenlignet med våre egne data. Dette er også en kjent kilde som er brukt av mange.

Kilder fra Havforskningsinstituttet er referert til flere steder i oppgaven. Temasidene som Havforskningsinstituttet publiserer mangler dato, slik som for eksempel «Naustvoll, L. *Algeoppblomstringer gir havet farge*». Informasjonen vi har hentet fra disse sidene har ofte vært gjennomgående i flere artikler. Siden Havforskningsinstituttet er Norges største marine forskningsmiljø ser vi på denne kilden som korrekt og oppdatert

6. Referanser

Artsdatabanken, 2006. Artsdatabanken - *Saccharina latissima*

<http://www2.artsdatabanken.no/faktaark/Faktaark5.pdf> 2.s, (lest: 05.05-15)

Bellona, 2009. Dyrking av markoalger - Et hav av muligheter, av Marius Dalen (lest: 21.03-15)

Bolton, J. & Luning, K., 1982. *Optimal Growth and Maximal Survival Temperatures of Atlantic Laminaria Species (Phaeophyta) in Culture*, Biologiske Ansalt Helgoland, Germany
Marine Biology 66, 89-94 s. (lest: 24.03-15)

Chapman, Annelise; Stevant, Pierrick; Schipper, Job; Kråkås, Øyvind; Aspøy, Bjørn ; Stavland , Asbjørn, 2014. *Markedsvurdering for bærekraftig algedyrking i integrert multitrofisk akvakultur*, s.l.: Hordaland Fylkeskommune. 33 s.

Dale, Torbjørn.,2015 – pers.medd

Fiskeri- og kystdepartementet, 2013. *Regjeringen.no*.

Hentet fra: https://www.regjeringen.no/nb/dokumentarkiv/stoltenberg-ii/fkd/Nyheter_og_pressemeldinger/Pressemeldinger/2013/hovedprm-stmeld/sjomatmeldingen/id718567/ lest: 20.05-15)

Handå, Aleksander; Forbord, Silje; Broch, Ole Jacob; Richardsen, Roger; Skjermo, Jorunn; Reitan, Kjell Inge, 2009. *Dyrking og anvendelse av tare med spesiell fokus på bioenergi i nordområdene*, Utgiver: Sintef fiskeri og havbruk. 33 s. (lest 01.05-15)

Handå, Aleksander; Forbord, Silje; Broch, Ole Jacob; Richardsen, Roger; Skjermo, Jorunn; Reitan, Kjell Inge; Olsen, Yngvar; Skjermo, Jorunn, 2013. *Seasonal- and depth dependent growth of cultivated kelp (Saccharina Latissima) in close proximit to salmon (Salmo salar) aquaculture in Norway*, Aquaculture. 191-201 s. (lest. 27.05-15)

Haraldsen, E. & Uggerud, H., 2015. *Vann*.

Hentet fra: <https://snl.no/vann> (lest 24.05-15)

Hassel, Arne. Dalpadado, Padmini. og Johannessen, Magnus. 2005. Barentshavet – Produksjon på lavere trofisk nivå, *Havets miljø og ressurser*, Kap 2.2.2, 1 s. (lest: 03.05-15)

Havforskningsinstituttet, 2014. *Havforskningsinstituttet - Fjorder - Vannutskifting og strøm*.

Hentet fra:

http://www.imr.no/temasider/kyst_og_fjord/fjorder_vannutskifting_og_strom/nb-no
(lest 19.05-15)

Havforskningsinstituttet, 2001. Kapittel 4 - Planteplankton og næringsalter 4.2. *Havets miljø*

Hentet fra: https://www.imr.no/filarkiv/2004/01/4.2_Plankton_og_naeringssalter-kyst_og_fjord.pdf/nb-no 54-58 s. (lest. 11.03-15)

Havforskningsinstituttet, 2009. *Havforskningsinstituttet - Varme somre tar knekken på taren*.

Hentet fra: http://www.imr.no/nyhetsarkiv/2007/februar/varme_taredod/nb-no
(lest:13.04-15)

Holdt, S. & Kraan, S., 2011. *Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation*. J appl phcol Vol 23, 543 -597 s. (lest: 16.03.15)

Knudsen, K. R., Rosnæs, E. U. & Sæbø, S., 2014. *Vekst av sukkertare (Saccharina latissima) i vinterhalvåret : med to litteraturstudier av mulige bruksområder for biomasse av makroalger*, Bacheloroppgave, Sogndal: Høgskulen i Sogn og Fjordane. 94 s.

(lest 01.03-15)

Kråkås, Ø. & Schipper, J., 2011. *Integrated Aquaculture and seaweed propagation. Powerpoint presentasjon*. Utgiver: Hortimare AS, Salmon group. 13 s. (lest 02.02-15)

Luning, K., 1979. *Growth Strategies of Three Laminaria Species (Phaeophyceae) Inhabiting Different Depth Zones in the sublittoral Region of Helgoland (North Sea)*,
Vol 1. 195-207 s. (lest 28.05-15)

Meteorologisk Institutt, 2009. *Meteorologisk Institutt - Salinitet*.

Hentet fra: <https://metlex.met.no/wiki/Salinitet> (lest: 29.04-15)

Meteorologisk Institutt, u.d. *Meteorologisk Institutt. - Vestlandet*

Hentet fra: http://met.no/Vestlandet.b7C_wljM1i.ips (lest:15.05-15)

Midthun, C. & Øvrebotten, K., 2013. *På hvilke kriterier kan man si at marin eller terrestrisk primærproduksjon er best egnet til produksjon av biodrivstoff*, Bacheloroppgave,
Høgskulen i Sogn og Fjordane, Sogndal. 119 s. (lest.11.03-15)

Miljølære, u.d. *Miljølære - Planteplankton i sjøen. 1 s.*

Hentet fra: <http://www.miljolare.no/aktiviteter/vann/natur/vn18/marintfytoplankton.php>
(lest: 20.05-15)

Naustvoll, L. J., Gustad, E. & Kleiven, M., 2011. *HavforskningsInstituttet - Overvåkning av mikroalger langs norskekysten*. Hentet fra:

https://www.imr.no/filarkiv/2010/04/overvaking_av_mikroalger_langs_norskekysten_kyst_.pdf/nb-no, 47-50 s. (lest: 05.04.15)

Ntnu, u.d. *Kap 3: Tang og Tare som grønnsaker, fôr og gjødsel*,

Hentet fra: https://www.ntnu.no/c/document_library/get_file?uuid=4483e0a0-0cec-4c65-9342-4a8362f573e3&groupId=51882 Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. 16 s. (lest 11.05-15)

Oppedal, Frode, Stien, Lars Helge, Gansel, Lars, Klebert, Pascal, Lader, Pål, Guenther, Jana, Remen, Mette, Aas, Turid Synnøve, Aure, Jan og To, Thomas., 2011. *Havforskningsinstituttet - Merdmiljø*.

Hentet fra: https://www.imr.no/filarkiv/2011/04/merdmiljo_akvakultur_pdf/nb-no
28-30 s. (lest: 23.04-15)

Salmongroup, Sulefisk & Hortimare, 2011. *Report intergrated aquaculture salmongroup - Exploration and feasibillity study by Salmongroup, Sulefisk, Horimare*,
Utgiver: Salmongroup, Sulefisk, Hortimare. (lest. 05.03-15)

Sanderson, J., Dring, M., Davidson, K. & Kelly, M., 2012. *Culture, yield and bioremeditaion potential of palmaria palmata (Linnaeus) Weber & Mohr and Saccharina latissima (Linnaeus) C.E Lane, C.Mayes, Druehl & G W. Saunders adjacent to fish farm cages in northwest Scotland*, Aquaculture Vol 354-355, 128- 135 s.

Schipper, J., 2015. *Personlig medd.*

Sintef, 2014. *Sintef.no. –Tare dyrking i intergert havbruk (Powerpoint presentsjon)*
Hentet fra: http://www.sintef.no/globalassets/upload/fiskeri_og_havbruk/marin-ressursteknologi/nsttt/forbord-sats-marint-2014.pdf (lest:23.05-15)

Sjøtun, K. & Gunnarson, K., 1995. *Seasonal growth pattern of an Icelandic Laminaria population (section Simplicis, Laminariaceae, Phaeophyta) containing solid- and hollow-stiped plants*, Eur. j. phycol. Vol 30 281-287

Store norske leksikon, 2007. *Store norske leksikon. - Kystklima*
Hentet fra: <https://snl.no/kystklima> (lest: 09.05.15)

Sørensen, K. & Magnusson, J., 1994. *Evaluering av SeaWIFs dataprodukter for bruk til overvåking av vannkvalitet*, Oslo (lest: 26.04-15)

Trentacostea, Emily M. Shresthaa. Roshan P. Smitha. Corine Gléa, Sarah R. Hartmanna, Aaron C. Hildebranda, Mark, and Gerwicka, William H. 2013. *Metabolic engineering of lipid catabolism increases microalgal lipid accumulation without compromising growth*. <http://www.pnas.org/content/110/49/19748.abstract>. Abstrakt (lest: 25.05-15)

White, N. & Marshall, C., u.d. *Biotic Species Information for Saccharina Latissima*.
Utgiver: The Marine Life Information Network for Britain & Ireland, 6 s.

Wikipedia, 2012. *Wikipedia - FTU*.

Hentet fra: <http://no.wikipedia.org/wiki/FTU> (lest.06.03-15)

Wu, R., 1995. *The environmental impact of marine fish culture: Towards a sustainable future*,
Marine Pollution bulletin Vol 30. 159 – 166 s. (lest: 07.05-15)

Vedlegg - Appendix

Appendix 1: Hydrografimålinger

a) Profildiagram

Appendixtabell 1: Utvalg av temperatur- og salinitetsdata ned til 10 m dyp, målt med CTD-måler 14.03. Brukt i profildiagram.

Temperatur:				Salinitet:			
Gj.snitt dyp	Seljeseth	Steinvik	Skjær	Gj.snitt dyp	Sal.Seljeseth	Sal.Steinvik	Sal.Skjær
0,28	8,381	7,524	7,074	0,28	25,74	16,21	21,46
0,39	8,388	7,531	7,095	0,39	25,73	16,2	21,46
0,64	8,394	7,532	7,116	0,64	25,76	16,19	21,82
0,83	8,434	7,743	7,366	0,83	25,82	16,17	23,19
1,03	8,456	8,927	7,616	1,03	25,9	23,59	23,965
1,30	8,488	9,285	7,914	1,30	25,97	28,59	24,74
1,57	8,525	9,433	8,126	1,57	26,09	29,83	25,11
1,83	8,54	9,476	8,48	1,83	26,19	30,32	26,4
2,10	8,638	9,536	8,835	2,10	26,2	30,4	26,78
2,40	8,724	9,647	9,061	2,40	26,51	30,54	26,86
2,72	8,759	9,71	9,186	2,72	26,69	30,62	27,03
3,09	9,297	9,814	9,395	3,09	27,5	30,61	27,2
3,41	9,432	10,027	9,533	3,41	28,73	30,71	27,2
3,72	9,445	10,196	9,58	3,72	30,14	30,81	27,4
4,07	9,429	10,289	9,627	4,07	30,29	30,91	27,6
4,46	9,472	10,312	9,92	4,46	30,43	30,97	27,78
4,88	9,539	10,336	10,208	4,88	30,49	30,98	27,95
5,34	9,622	10,362	10,515	5,34	30,51	31,01	28,28
5,76	9,736	10,416	10,632	5,76	30,57	31,05	28,44
6,18	9,783	10,446	10,71	6,18	30,62	31,09	28,58
6,64	9,836	10,446	10,838	6,64	30,69	31,13	28,66
7,10	9,904	10,44	10,938	7,10	30,77	31,14	28,74
7,51	9,971	10,459	11,12	7,51	30,75	31,14	28,94
7,89	10,047	10,495	11,293	7,89	30,82	31,17	29,12
8,31	10,161	10,531	11,501	8,31	30,86	31,22	29,41
8,79	10,22	10,64	11,548	8,79	30,93	31,21	29,66
9,28	10,239	10,686	11,539	9,28	30,98	31,26	29,73
9,70	10,293	10,747	11,557	9,70	31,02	31,31	29,73
10,21	10,365	10,931	11,676	10,21	31,08	31,33	29,78

Appendixtabell 2: Utvalg av temperatur- og salinitetsdata ned til 11,7 m dyp, målt med CTD-måler 14.03. Brukt i profildiagram.

DYP	Temperatur			Salinitet		
	Seljeseth	Steinvik	Skjær	Skjær	Seljeseth	Steinvik
0,20	4,113	4,28	4,635	8,99	20,32	6,74
0,31	4,132	4,631	4,632	8,99	20,38	12,64
0,45	4,184	4,782	4,639	9,01	20,69	15,61
0,55	4,268	4,812	4,63	9,01	20,59	16,81
0,71	4,429	5,068	4,634	9,05	20,83	20,11
0,84	4,677	5,465	4,65	9,13	23,4	22,43
1,03	5,16	5,57	4,715	9,41	23,78	23,99
1,33	5,373	5,6	5,362	13,21	25,73	24,66
1,53	5,437	5,605	5,902	21,54	26,23	25,33
1,74	5,519	5,6	6,259	24,6	26,4	25,38
1,93	5,542	5,597	6,461	24,79	26,59	25,51
2,32	5,555	5,597	6,553	25,32	26,85	25,6
2,49	5,562	5,596	6,623	26,4	26,98	25,78
2,72	5,58	5,599	6,612	26,79	27,01	25,8
3,08	5,587	5,609	6,604	27,05	27,03	26
3,38	5,598	5,611	6,606	27,22	27,13	26,13
3,82	5,601	5,611	6,607	27,35	27,32	26,27
4,28	5,604	5,62	6,623	27,54	27,48	26,49
4,82	5,601	5,654	6,801	28,09	28,08	26,7
5,32	5,607	5,726	6,962	28,56	28,62	27,23
5,89	5,611	5,787	6,922	28,83	29,03	27,59
6,35	5,628	5,828	6,934	28,88	29,16	27,9
6,90	5,67	5,844	6,958	29,02	30,14	28,07
7,52	5,689	5,862	6,962	29,05	30,26	28,32
7,96	5,702	5,902	6,978	29,12	30,43	28,52
8,55	5,728	5,956	6,984	29,17	30,55	28,99
9,04	5,855	6,061	7,008	29,28	30,65	29,32
9,51	5,889	6,102	6,987	29,45	30,72	29,58
9,99	5,901	6,173	6,982	29,54	30,8	29,78
10,57	5,933	6,295	7,025	29,59	30,86	30,15
11,12	5,959	6,374	7,099	29,75	30,97	30,47
11,69	5,98	6,43	7,15	29,79	31,27	30,67

Appendixtabell 3: Utvalg av temperatur- og salinitetsdata ned til 11 m dyp, målt med CTD-måler 14.03. Brukt i profildiagram.

DYP	Temperatur			Salinitet		
	Seljeseth	Steinvik	Skjær	Skjær	Steinvik	Seljeseth
0,20	8,077	8,507	8,773	18,83	12,59	8,9
0,48	8,605	8,606	8,775	18,85	13,09	16,25
0,80	8,561	8,753	8,782	18,85	14,02	20,11
1,04	8,535	9,042	8,789	18,85	17,93	21,19
1,23	8,558	9,052	8,798	19,05	19,47	23,03
1,42	8,537	9,283	8,807	19,25	20,99	23,56
1,68	8,459	9,35	8,816	19,29	22,89	24,67
1,90	8,35	9,278	8,82	19,35	23,9	26,12
2,16	8,109	9,089	8,831	19,4	24,43	27,14
2,49	7,926	8,951	8,854	19,73	25,52	27,76
2,84	7,792	8,267	8,865	20,06	26,78	28,38
3,13	7,606	8,058	8,862	20,33	28,09	28,82
3,50	7,461	7,73	8,741	21,26	28,76	29,22
3,89	7,276	7,343	8,676	21,87	29,33	29,76
4,24	7,082	7,208	8,645	22,15	29,89	30,45
4,70	6,953	6,989	8,568	22,99	30,9	30,94
5,32	6,89	6,819	8,489	24,47	31,68	31,18
5,70	6,873	6,773	8,395	25,54	31,85	31,28
6,12	6,823	6,745	8,246	26,73	31,94	31,41
6,58	6,813	6,73	8,206	27,01	32	31,52
7,02	6,794	6,724	8,166	27,28	32,08	31,58
7,49	6,786	6,723	8,136	27,79	32,12	31,65
7,94	6,776	6,712	8,107	27,9	32,2	31,72
8,41	6,772	6,696	8,04	28,24	32,25	31,8
8,90	6,77	6,69	7,934	28,62	32,33	31,88
9,37	6,766	6,688	7,923	29,1	32,38	31,92
9,74	6,759	6,686	7,94	29,27	32,43	31,96
10,14	6,77	6,684	7,954	29,44	32,48	31,99
10,65	6,767	6,685	7,962	29,58	32,49	32,05
11,14	6,783	6,694	7,988	29,65	32,53	32,07
11,53	6,801	6,708	8,017	29,87	32,51	32,15

b) Utregning til periodediagram

Appendixtabell 4: Beregning av gjennomsnittsverdier for Salinitet, Temperatur, Turbiditet (FTU), Oksygenmetning og Klorofyll ved 3 m dyp på Seljeseth. Gjennomsnittet er regnet ut fra målingene gjort fra 2 til 4 m dyp. Målingene ble utført med en CTD-måler.

	Rådata						Gj.snitt av verdier for 2-4 m dyp.				
	Depth	Sal.	Temp	F (µg/l)	T (FTU)	Ox %	Sal	Temp	T(FTU)	OX%	F (µg/l)
seljeseth 05.12	1,91	26,19	8,54	0,25	0,30	88,85					
seljeseth 05.12	2,17	26,20	8,64	0,25	0,86	88,83					
seljeseth 05.12	2,45	26,51	8,72	0,23	0,31	88,79					
seljeseth 05.12	2,79	26,69	8,76	0,23	0,19	88,85					
seljeseth 05.12	3,09	27,50	9,30	0,19	0,19	88,93					
seljeseth 05.12	3,35	28,73	9,43	0,20	0,18	88,45					
seljeseth 05.12	3,69	30,14	9,45	0,20	0,14	87,33	27,42	8,98	0,31	88,58	0,22
seljeseth.14.03	2,00	26,59	5,54	1,77	0,24	90,58					
seljeseth.14.03	2,23	26,67	5,56	1,75	0,28	90,25					
seljeseth.14.03	2,34	26,85	5,56	2,79	0,28	90,14					
seljeseth.14.03	2,61	26,85	5,58	1,50	0,26	90,26					
seljeseth.14.03	2,75	26,98	5,59	1,67	0,47	90,25					
seljeseth.14.03	2,92	27,01	5,59	2,92	0,28	90,15					
seljeseth.14.03	3,15	27,03	5,60	2,26	0,38	90,37					
seljeseth.14.03	3,34	27,13	5,60	2,07	0,30	90,24					
seljeseth.14.03	3,67	27,21	5,60	2,95	0,26	90,09					
seljeseth.14.03	3,90	27,32	5,60	2,13	0,29	90,26	26,96	5,58	0,30	90,26	2,18
Seljeseth.22.04	1,94	24,67	8,46	1,83	0,39	94,81					
Seljeseth.22.04	2,24	26,12	8,35	2,03	0,52	94,31					
Seljeseth.22.04	2,48	27,14	8,11	2,36	0,34	93,93					
Seljeseth.22.04	2,80	27,76	7,93	2,27	0,49	95,16					
Seljeseth.22.04	3,11	28,38	7,79	2,37	0,46	94,98					
Seljeseth.22.04	3,34	28,82	7,61	2,37	0,41	96,23					
Seljeseth.22.04	3,73	29,22	7,46	3,14	0,41	96,81					
Seljeseth.22.04	4,14	29,76	7,28	3,22	0,36	95,90	27,73	7,87	0,42	95,27	2,45

Appendixtabell 5: Beregning av gjennomsnittsverdier for Salinitet, Temperatur, Turbiditet (FTU), Oksygenmetning og Klorofyll ved 3 m dyp på Steinvik. Gjennomsnittet er regnet ut fra målingene gjort fra 2 til 4 m dyp. Målingene ble utført med en CTD-måler.

	Rådata						Gj.snitt av verdier for 2-4 m dyp.				
	Depth	Sal.	Temp	F (µg/l)	T (FTU)	Ox %	Sal	Temp	T(FTU)	OX%	F (µg/l)
steinvik.05.12	2,10	30,40	9,54	0,14	0,12	89,27					
steinvik.05.12	2,40	30,54	9,65	0,16	0,09	89,10					
steinvik.05.12	2,65	30,62	9,71	0,12	0,10	88,92					
steinvik.05.12	3,01	30,61	9,81	0,12	0,13	88,91					
steinvik.05.12	3,34	30,71	10,03	0,14	0,08	88,62					
steinvik.05.12	3,71	30,81	10,20	0,14	0,08	88,17					
steinvik.05.12	4,02	30,91	10,29	0,16	0,11	87,26	30,66	9,89	0,10	88,61	0,14
steinvik.14.03	2,02	26,40	5,60	0,59	0,20	92,17					
steinvik.14.03	2,34	26,78	5,60	0,49	0,36	91,72					
steinvik.14.03	2,73	26,86	5,60	0,42	0,22	92,45					
steinvik.14.03	3,16	27,20	5,60	0,53	0,22	91,51					
steinvik.14.03	3,53	27,40	5,61	0,59	0,29	91,87					
steinvik.14.03	3,98	27,60	5,61	0,53	0,17	92,11	27,04	5,60	0,24	91,97	0,53
steinvik.22.04	1,97	24,43	9,09	1,96	0,28	98,66					
steinvik.22.04	2,25	25,52	8,95	2,59	0,27	97,95					
steinvik.22.04	2,63	26,78	8,27	1,93	0,25	100,08					
steinvik.22.04	2,80	28,09	8,06	1,84	0,24	99,20					
steinvik.22.04	3,21	28,76	7,73	2,15	0,27	101,08					
steinvik.22.04	3,67	29,33	7,34	2,56	0,27	100,30					
steinvik.22.04	3,90	29,89	7,21	2,55	0,30	100,42	27,54	8,09	0,27	99,67	2,23

Appendixtabell 6: Beregning av gjennomsnittsverdier for Salinitet, Temperatur, Turbiditet (FTU), Oksygenmetning og Klorofyll ved 3 m dyp på Skjær. Gjennomsnittet er regnet ut fra målingene gjort fra 2 til 4 m dyp. Målingene ble utført med en CTD-måler.

	Rådata						Gj.snitt av verdier for 2-4 m dyp.				
	Depth	Sal.	Temp	F (µg/l)	T (FTU)	Ox %	Sal	Temp	T (FTU)	OX%	F (µg/l)
skjær 05.12	2,02	26,40	8,84	0,59	0,20	87,23					
skjær 05.12	2,34	26,78	9,06	0,49	0,36	86,00					
skjær 05.12	2,73	26,86	9,19	0,42	0,22	86,54					
skjær 05.12	3,16	27,20	9,40	0,53	0,22	85,99					
skjær 05.12	3,53	27,40	9,53	0,59	0,29	86,47					
skjær 05.12	3,98	27,60	9,63	0,53	0,17	85,52	27,04	9,27	0,24	86,29	0,53
skjær 14.03	1,99	25,32	6,55	0,68	0,66	98,37					
skjær 14.03	2,27	26,40	6,62	1,16	0,51	98,72					
skjær 14.03	2,61	26,79	6,61	0,86	0,56	98,37					
skjær 14.03	3,05	27,05	6,60	1,03	0,64	97,73					
skjær 14.03	3,37	27,22	6,61	1,10	0,59	97,70					
skjær 14.03	3,74	27,35	6,61	1,36	0,65	97,31					
skjær 14.03	4,30	27,54	6,62	1,60	0,62	96,90	26,81	6,60	0,60	97,87	1,11
skjær 22.04	2,03	19,40	8,83	1,92	0,77	97,38					
skjær 22.04	2,43	19,73	8,85	2,14	0,69	97,48					
skjær 22.04	2,78	20,06	8,87	2,09	0,68	98,12					
skjær 22.04	3,26	20,33	8,86	1,83	0,61	98,05					
skjær 22.04	3,55	21,26	8,74	2,37	0,65	98,71					
skjær 22.04	3,85	21,87	8,68	1,81	0,61	98,37	20,44	8,80	0,67	98,02	2,03

Appendixtabell 7: Beregning av gjennomsnittsverdier for Salinitet, Temperatur, Turbiditet (FTU), Oksygenmetning og Klorofyll ved 3 m dyp på Seljeseth. Gjennomsnittet er regnet ut fra målingene gjort fra 4 til 6 m dyp. Målingene ble utført med en CTD-måler.

	Rådata						Gj.snitt av verdier for 4-6 m dyp.				
	Depth	Sal.	Temp	F (µg/l)	T (FTU)	Ox %	Sal	Temp	T(FTU)	OX%	F (µg/l)
seljeseth 05.12	4,20	30,29	9,43	0,20	0,09	86,50					
seljeseth 05.12	4,63	30,43	9,47	0,19	0,10	85,65					
seljeseth 05.12	5,10	30,49	9,54	0,18	0,10	86,11					
seljeseth 05.12	5,56	30,51	9,62	0,19	0,09	86,04					
seljeseth 05.12	5,99	30,57	9,74	0,18	0,10	84,71	30,46	9,56	0,10	85,80	0,19
seljeseth.14.03	3,90	27,32	5,60	2,13	0,29	90,26					
seljeseth.14.03	4,21	27,48	5,61	3,02	0,34	90,25					
seljeseth.14.03	4,55	27,78	5,61	2,23	0,29	89,96					
seljeseth.14.03	4,84	28,08	5,63	2,51	0,25	89,94					
seljeseth.14.03	5,23	28,62	5,67	2,55	0,26	89,88					
seljeseth.14.03	5,55	28,83	5,69	2,92	0,25	89,86					
seljeseth.14.03	5,89	29,03	5,70	2,04	0,28	89,91	28,16	5,64	0,28	90,01	2,49
Seljeseth.22.04	3,73	29,22	7,46	3,14	0,41	96,81					
Seljeseth.22.04	4,14	29,76	7,28	3,22	0,36	95,90					
Seljeseth.22.04	4,49	30,45	7,08	3,44	0,35	96,31					
Seljeseth.22.04	4,82	30,94	6,95	3,33	0,37	96,47					
Seljeseth.22.04	5,29	31,18	6,89	3,83	0,41	96,54					
Seljeseth.22.04	5,69	31,28	6,87	3,31	0,37	95,56					
Seljeseth.22.04	5,98	31,41	6,82	3,29	0,35	95,69	30,61	7,05	0,37	96,18	3,37

Appendixtabell 8: Beregning av gjennomsnittsverdier for Salinitet, Temperatur, Turbiditet (FTU), Oksygenmetning og Klorofyll ved 5 m dyp på Steinvik. Gjennomsnittet er regnet ut fra målingene gjort fra 4 til 6 m dyp. Målingene ble utført med en CTD-måler.

	Rådata						Gj.snitt av verdier for 4-6 m dyp.				
	Depth	Sal.	Temp	F (µg/l)	T (FTU)	Ox %	Sal	Temp	T(FTU)	OX%	F (µg/l)
steinvik 05.12	4,02	30,91	10,29	0,16	0,11	87,26					
steinvik 05.12	4,37	30,97	10,31	0,14	0,07	87,30					
steinvik 05.12	4,70	30,98	10,34	0,14	0,08	87,00					
steinvik 05.12	5,08	31,01	10,36	0,14	0,24	86,63					
steinvik 05.12	5,47	31,05	10,42	0,13	0,09	86,33					
steinvik 05.12	5,79	31,09	10,45	0,15	0,09	86,07					
steinvik 05.12	6,15	31,13	10,45	0,13	0,09	86,08	31,02	10,37	0,11	86,67	0,14
steinvik.14.03	4,83	26,70	5,65	1,68	0,24	92,42					
steinvik.14.03	5,26	27,23	5,73	1,37	0,19	92,24					
steinvik.14.03	5,73	27,59	5,79	1,22	0,14	92,22					
steinvik.14.03	6,26	27,90	5,83	1,36	0,19	91,97	27,36	5,75	0,19	92,21	1,41
steinvik.22.04	3,90	29,89	7,21	2,55	0,30	100,42					
steinvik.22.04	4,45	30,90	6,99	3,41	0,31	100,95					
steinvik.22.04	4,88	31,49	6,87	3,76	0,33	100,47					
steinvik.22.04	5,25	31,68	6,82	3,20	0,25	100,33					
steinvik.22.04	5,65	31,85	6,77	2,89	0,21	98,90					
steinvik.22.04	6,07	31,94	6,75	2,22	0,20	99,09	31,29	6,90	0,27	100,03	3,01

Appendixtabell 9: Beregning av gjennomsnittsverdier for Salinitet, Temperatur, Turbiditet (FTU), Oksygenmetning og Klorofyll ved 5 m dyp på Skjær. Gjennomsnittet er regnet ut fra målingene gjort fra 4 til 6 m dyp. Målingene ble utført med en CTD-måler.

	Rådata						Gj.snitt av verdier for 4-6 m dyp.				
	Depth	Sal.	Temp	F (µg/l)	T (FTU)	Ox %	Sal	Temp	T(FTU)	OX%	F (µg/l)
skjær 05.12	4,84	27,95	10,21	0,30	0,12	84,94					
skjær 05.12	5,37	28,28	10,52	0,39	0,13	84,65					
skjær 05.12	5,83	28,44	10,63	0,32	0,17	84,10					
skjær 05.12	6,37	28,58	10,71	0,29	0,16	83,59	28,31	10,52	0,15	84,32	0,33
skjær 14.03	3,74	27,35	6,61	1,36	0,65	97,31					
skjær 14.03	4,30	27,54	6,62	1,60	0,62	96,90					
skjær 14.03	4,78	28,09	6,80	1,83	0,47	96,91					
skjær 14.03	5,48	28,56	6,96	2,15	0,44	96,40					
skjær 14.03	6,06	28,83	6,92	2,14	0,53	96,40	28,07	6,78	0,54	96,78	1,82
skjær 22.04	3,85	21,87	8,68	1,81	0,61	98,37					
skjær 22.04	4,32	22,15	8,65	2,24	0,79	98,31					
skjær 22.04	4,82	22,99	8,57	2,09	0,60	98,11					
skjær 22.04	5,43	24,47	8,49	2,13	0,44	97,49					
skjær 22.04	5,76	25,54	8,40	2,12	0,41	98,05	23,40	8,55	0,57	98,07	2,08

Appendixtabell 10: Oppsummeringstabell av gjennomsnittsmålingene for 3 og 5 m (se appendixtabell 4-9). Brukt i periodediagram

Temperaturrendringer (°C):						
	Seljeseth 3m	Steinvik 3m	Skjær 3m	Seljeseth 5m	Steinvik 5m	Skjær 5m
5. des	8,98	9,89	9,27	9,56	10,37	10,52
14. mar	5,58	5,60	6,60	5,64	5,75	6,78
22. apr	7,87	8,09	8,76	7,05	6,90	8,55
Salinitetsendringer:						
	Seljeseth 3m	Steinvik 3m	Skjær 3m	Seljeseth 5m	Steinvik 5m	Skjær 5m
05. des	27,42	30,66	27,04	30,46	31,02	28,31
14. mar	26,96	27,04	26,81	28,16	27,36	28,07
22. apr	27,73	27,54	20,97	30,61	31,29	23,40
Oksygenmetning (%):						
	Seljeseth 3m	Steinvik 3m	Skjær 3m	Seljeseth 5m	Steinvik 5m	Skjær 5m
5. des	88,58	88,61	86,29	85,80	86,67	84,32
14. mar	90,23	91,97	97,87	90,01	92,21	96,78
22. apr	95,33	99,67	98,16	96,18	100,03	98,07
Partikkelinnhold:						
	Seljeseth 3m	Steinvik 3m	Skjær 3m	Seljeseth 5m	Steinvik 5m	Skjær 5m
5. des	0,31	0,10	0,24	0,10	0,11	0,15
14. mar	0,30	0,24	0,60	0,28	0,19	0,54
22. apr	0,42	0,27	0,67	0,37	0,27	0,57
Klorofyll:						
	Seljeseth 3m	Steinvik 3m	Skjær 3m	Seljeseth 5m	Steinvik 5m	Skjær 5m
05. des	0,22	0,14	0,53	0,188	0,141	0,325
14. mar	2,18	0,53	1,11	2,486	1,408	1,816
22. apr	2,45	2,23	2,03	3,366	3,005	2,078

c) pH- og siktedypsmålinger

Appendixtabell 11: data for pH-korreksjon som ble utført i forkant av innsamlingene.

Dato	Standard Buffer	Målt med pH-elektrode	Korreksjon
02.des.14	7	7,01	- 0,01
14.mar.15	7	6,99	+ 0,01
22.apr.15	7	6,96	+ 0,04

Appendixtabell 12: pH-målinger for alle innsamlingene på 0, 3 og 5 m dyp, etter korrigering.

	Dyp	Skjær	Seljeseth (m fisk)	Steinvik
		PH	PH	PH
05.des	0 m	7,98	7,97	8,04
	3 m	7,97	7,98	7,99
	5 m	7,97	7,98	8
	Gj.snitt	7,97	7,98	8,01
14.mar	0 m	8,06	7,94	8,01
	3 m	8,03	7,93	7,92
	5 m	8,07	7,94	7,95
	Gj.snitt	8,05	7,94	7,96
22.apr	0 m	8,21	7,98	8,18
	3 m	8,19	8,01	8,13
	5 m	8,15	8,03	8,05
	Gj.snitt	8,18	8,01	8,12

Appendixtabell 13: målinger av siktedyp målt med secchiskive.

Siktedyp (m):			
	05.des	14.mar	22.apr
Seljesteh	17	9,5	6
Steinvik	19,5	10	7
Skjær	17,5	9	6

Appendix 2: Sammenlikning av vanninnhold i fersk tare og tare som har vært fryst

Appendixtabell 14: Beregning av vanninnhold i fersk tare

Ferske prøver					Av Våtvekt				
Prøve nr.	Digelvekt	Våtvekt	Tørrvekt	Askevekt	Vanninnhold	Glødetap	% Vanninnhold	% gøldetap	%aske
1	38,3962	2,0412	0,1943	0,089	1,8469	0,1053	90,48	5,16	4,36
2	40,5761	2,0454	0,2008	0,0925	1,8446	0,1083	90,18	5,29	4,52
3	40,5879	2,3845	0,2306	0,1078	2,1539	0,1228	90,33	5,15	4,52
4	40,1726	2,4669	0,2596	0,1157	2,2073	0,1439	89,48	5,83	4,69
5	39,2806	1,9805	0,1997	0,0953	1,7808	0,1044	89,92	5,27	4,81
6	40,2901	2,2186	0,2092	0,1058	2,0094	0,1034	90,57	4,66	4,77
7	40,6558	2,2672	0,2031	0,0996	2,0641	0,1035	91,04	4,57	4,39
8	40,9302	1,9807	0,1805	0,0842	1,8002	0,0963	90,89	4,86	4,25
9	40,18	1,78	0,2264	0,1325	1,5536	0,0939	87,28	5,28	7,44
10	41,01	1,71	0,2574	0,1626	1,4526	0,0948	84,95	5,54	9,51

Appendixtabell 15: Beregning av vanninnhold i tare som har vært fryst (tint)

Fryste prøver (tint)					Av Våtvekt				
Prøve nr.	Digelvekt	Våtvekt	Tørrvekt	Askevekt	Vanninnhold	Glødetap	% Vanninnhold	% gøldetap	%aske
1	41,2228	3,5724	0,3619	0,158	3,2105	0,2039	89,87	5,71	4,42
2	41,1553	3,308	0,3894	0,1597	2,9186	0,2297	88,23	6,94	4,83
3	40,3342	3,7236	0,4222	0,1828	3,3014	0,2394	88,66	6,43	4,91
4	39,8154	2,6362	0,3274	0,1236	2,3088	0,2038	87,58	7,73	4,69
5	39,7591	1,3147	0,2106	0,1059	1,1041	0,1047	83,98	7,96	8,06
6	40,7742	1,7737	0,1594	0,075	1,6143	0,0844	91,01	4,76	4,23
7	38,9118	1,3969	0,1495	0,0643	1,2474	0,0852	89,30	6,10	4,60
8	38,5875	1,4567	0,1428	0,0593	1,3139	0,0835	90,20	5,73	4,07
9	39,831	1,5128	0,1562	0,0696	1,3566	0,0866	89,67	5,72	4,60
10	40,8092	2,091	0,2019	0,0853	1,8891	0,1166	90,34	5,58	4,08

Appendixtabell 16: Datasett til Rstudio med parede prøver fordelt på to kategorier (ferske og frysste) med vanninnhold i %.

Prøve nr.	Tilstand	% vanninnhold
nr. 1	Ferske	90,48
nr.2	Ferske	90,18
nr.3	Ferske	90,33
nr.4	Ferske	89,48
nr. 5	Ferske	89,92
nr. 6	Ferske	90,57
nr. 7	Ferske	91,04
nr. 8	Ferske	90,89
nr. 9	Ferske	87,28
nr. 10	Ferske	84,95
nr. 1	Frysste	89,87
nr.2	Frysste	88,23
nr.3	Frysste	88,66
nr.4	Frysste	87,58
nr. 5	Frysste	83,98
nr. 6	Frysste	91,01
nr. 7	Frysste	89,30
nr. 8	Frysste	90,20
nr. 9	Frysste	89,67
nr. 10	Frysste	90,34

Dataplot til Rstudio:

```
tangdata <- read.table("clipboard",dec="," ,header=T)
```

```
attach(tangdata)
```

```
names (tangdata)
```

```
#Begge er numerisk
```

```
str(tangdata)
```

```
hist(Vanninnhold.prosent)
```

```
shapiro.test(Vanninnhold.prosent)
```

```
#H0= Data er normalfordelt
```

```
#Vi forkaster 0hypotesen fordi p-verdien er under 0,05.
#p-value = 0.00121
#Data er ikke normalfordelt

var.test(Vanninnhold.prosent~Tilstand)
#F test to compare two variances

#data: Vanninnhold.prosent by Tilstand
#F = 0.9176, num df = 9, denom df = 9, p-value = 0.9002
#alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1
#95 percent confidence interval:
# 0.2279227 3.6943152
#sample estimates:
# ratio of variances
#0.9176156

wilcox.test(Vanninnhold.prosent~Tilstand, paired=TRUE)
#Wilcoxon signed rank test

#data: Vanninnhold.prosent by Tilstand
#V = 37, p-value = 0.375
#alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
plot(Tilstand,Vanninnhold.prosent)
```

Appendix 3: Algenes sammensetning av vann, askefritt organisk materiale og askeinnhold

Appendixtabell 17: Rådata av våtvekt, tørrvekt og askevekt minus digelvekt, ved første innsamling 5.12.14. Lysegrønne kolonner markerer utregnet vanninnhold og glødetap.

1.innsamling: 5.12								
Stasjon	Dyp (m)	Prøve nr	Digelvekt	Våtvekt	Tørrvekt	Askevekt	Vanninnhold	Glødetap
Tank - start	0,5	37	23,2356	0,5203	0,0565	0,0206	0,4638	0,0359
Tank - start	0,5	38	17,6750	0,2962	0,0291	0,0106	0,2671	0,0185
Tank - start	0,5	39	39,7000	0,4151	0,0455	0,0141	0,3696	0,0314
Tank - start	0,5	40	40,2978	0,3347	0,0448	0,0166	0,2899	0,0282
Tank - start	0,5	41	17,0671	0,5417	0,0536	0,0242	0,4881	0,0294
Tank - start	0,5	42	17,6613	0,8772	0,0759	0,0329	0,8013	0,0430

Appendixtabell 18: Prosentvis fordeling av vann, aske, askefritt organisk materiale (glødetap). Utregning i % av våtvekt og tørrvekt for prøvene fra 5.12.14

Prøve nr	% av våtvekt			% av tørrvekt	
	Vann	Aske	Glødetap	Aske %	Glødetap %
37	89,1409	3,9593	6,8999	36,4602	63,5398
38	90,1756	3,5787	6,2458	36,4261	63,5739
39	89,0388	3,3968	7,5644	30,9890	69,0110
40	86,6149	4,9597	8,4255	37,0536	62,9464
41	90,1052	4,4674	5,4274	45,1493	54,8507
42	91,3475	3,7506	4,9020	43,3465	56,6535

Appendixtabell 19: Rådata av våtvekt, tørrvekt og askevekt minus digelvekt, ved andre innsamling 14.03.15. Lysegrønne kolonner markerer utregnet vanninnhold og glødetap.

Stasjon	Dyp (m)	Prøve nr	Digelvekt	Våtvekt	Tørrvekt	Askevekt	Vanninnhold	Glødetap
Seljeseth	3	1	39,7537	5,6588	0,5100	0,1954	5,1488	0,3146
Seljeseth	3	3	39,8291	6,8746	0,6086	0,2501	6,2660	0,3585
Seljeseth	3	5	41,1525	5,1718	0,4846	0,1784	4,6872	0,3062
Seljeseth	5	7	40,9291	5,5725	0,3992	0,1511	5,1733	0,2481
Seljeseth	5	9	40,7979	6,1183	0,4853	0,1992	5,6330	0,2861
Seljeseth	5	11	40,3315	6,4271	0,5171	0,2183	5,9100	0,2988
Skjær	3	13	40,5881	3,9215	0,4834	0,1199	3,4381	0,3635
Skjær	3	15	41,0945	3,2268	0,3557	0,1015	2,8711	0,2542
Skjær	3	17	40,2252	4,4968	0,5851	0,1254	3,9117	0,4597
Skjær	5	19	-	-	-	-	-	-
Skjær	5	21	-	-	-	-	-	-
Skjær	5	23	40,5743	0,6049	0,0644	0,0188	0,5405	0,0456
Steinvik	3	25	16,7464	3,7902	0,3954	0,1038	3,3948	0,2916
Steinvik	3	27	16,3131	5,2543	0,3844	0,1164	4,8699	0,2680
Steinvik	3	29	16,3229	2,5236	0,3132	0,0808	2,2104	0,2324
Steinvik	5	31	-	-	-	-	-	-
Steinvik	5	33	-	-	-	-	-	-
Steinvik	5	35	16,6352	3,9784	0,3373	0,1277	3,6411	0,2096

Appendixtabell 20: Prosentvis fordeling av vann, aske, askefritt organisk materiale (glødetap). Utregning i % av våtvekt og tørrvekt for prøvene fra 14.03.15

Prøve nr	% av våtvekt			% av tørrvekt	
	Vanninnhold	Aske	Glødetap	Aske	Glødetap
1	90,9875	3,4530	5,5595	38,3137	61,6863
3	91,1471	3,6380	5,2148	41,0943	58,9057
5	90,6300	3,4495	5,9206	36,8139	63,1861
7	92,8362	2,7115	4,4522	37,8507	62,1493
9	92,0681	3,2558	4,6761	41,0468	58,9532
11	91,9544	3,3966	4,6491	42,2162	57,7838
13	87,6731	3,0575	9,2694	24,8035	75,1965
15	88,9767	3,1455	7,8778	28,5353	71,4647
17	86,9885	2,7886	10,2228	21,4322	78,5678
19	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-
23	89,3536	3,1080	7,5384	29,1925	70,8075
25	89,5678	2,7386	7,6935	26,2519	73,7481
27	92,6841	2,2153	5,1006	30,2810	69,7190
29	87,5892	3,2018	9,2091	25,7982	74,2018
31	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-
35	91,5217	3,2098	5,2684	37,8595	62,1405

Appendixtabell 21: Rådata av våtvekt, tørrvekt og askevekt minus digelvekt, ved siste innsamling 22.04.15. Lysegrønne kolonner markerer utregnet vanninnhold og glødetap.

3.innsamling: 22.04								
Stasjon	Dyp (m)	Prøve nr	Digelvekt	Våtvekt	Tørrvekt	Askevekt	Vanninnhold	Glødetap
Seljeseth	3	2	40,7690	1,5421	0,1442	0,0507	1,3979	0,0935
Seljeseth	3	4	38,5873	1,5656	0,1403	0,0511	1,4253	0,0892
Seljeseth	3	6	41,2209	1,8255	0,1463	0,0536	1,6792	0,0927
Seljeseth	5	8	39,2777	1,1088	0,0540	0,0132	1,0548	0,0408
Seljeseth	5	10	38,3907	0,2908	0,0379	0,0132	0,2529	0,0247
Seljeseth	5	12	39,8113	0,5535	0,0579	0,0211	0,4956	0,0368
Skjær	3	14	40,1718	3,9984	0,2606	0,0921	3,7378	0,1685
Skjær	3	16	38,9131	2,3931	0,1962	0,0523	2,1969	0,1439
Skjær	3	18	40,6573	2,3858	0,2119	0,0579	2,1739	0,1540
Skjær	5	20	40,2893	0,1701	0,0118	0,0029	0,1583	0,0089
Skjær	5	22	-	-	-	-	-	-
Skjær	5	24	40,4879	0,5978	0,0493	0,0137	0,5485	0,0356
Steinvik	3	26	40,9671	1,2113	0,0998	0,0308	1,1115	0,0690
Steinvik	3	28	40,6384	2,9104	0,2340	0,0618	2,6764	0,1722
Steinvik	3	30	39,3182	2,0588	0,1544	0,0508	1,9044	0,1036
Steinvik	5	32	16,7846	6,0423	0,4214	0,1692	5,6209	0,2522
Steinvik	5	34	17,7955	2,4213	0,1283	0,0459	2,2930	0,0824
Steinvik	5	36	40,6086	0,2532	0,0210	0,0066	0,2322	0,0144

Appendixtabell 22: Prosentvis fordeling av vann, aske, askefritt organisk materiale (glødetap). Utregning i % av våtvekt og tørrvekt for prøvene fra 22.04.15

Prøve nr	% av våtvekt			% av tørrvekt	
	Vanninnhold	Aske	Glødetap	Aske	Glødetap
2	90,6491	3,2877	6,0632	35,1595	64,8405
4	91,0386	3,2639	5,6975	36,4220	63,5780
6	91,9858	2,9362	5,0781	36,6370	63,3630
8	95,1299	1,1905	3,6797	24,4444	75,5556
10	86,9670	4,5392	8,4938	34,8285	65,1715
12	89,5393	3,8121	6,6486	36,4421	63,5579
14	93,4824	2,3034	4,2142	35,3415	64,6585
16	91,8014	2,1854	6,0131	26,6565	73,3435
18	91,1183	2,4269	6,4549	27,3242	72,6758
20	93,0629	1,7049	5,2322	24,5763	75,4237
22	-	-	-	-	-
24	91,7531	2,2917	5,9552	27,7890	72,2110
26	91,7609	2,5427	5,6964	30,8617	69,1383
28	91,9599	2,1234	5,9167	26,4103	73,5897
30	92,5005	2,4675	5,0321	32,9016	67,0984
32	93,0258	2,8003	4,1739	40,1519	59,8481
34	94,7012	1,8957	3,4031	35,7755	64,2245
36	91,7062	2,6066	5,6872	31,4286	68,5714

Appendixtabell 23: Gjennomsnittsmålinger i % av våtvekt for alle stasjonene, ved alle tre innsamlingene.

Gjennomsnittsmålinger:							
Dato innsamlet	Stasjon	Dyp	n=	Vanninnhold %	Aske %	Glødetap %	
05.des	Tank	0,5m	6	89,40	4,02	6,58	
		Seljeseth	3m	3	90,92	3,51	5,56
			5m	3	92,29	3,12	4,59
14.mar	Skjær	3m	3	87,88	3,00	9,12	
		5m	1	89,35	3,11	7,54	
	Steinvik	3m	3	89,95	2,72	7,33	
		5m	1	91,52	3,21	5,27	
			3	91,22	3,16	5,61	
22.apr	Seljeseth	3m	3	90,55	3,18	6,27	
		5m	3	92,13	2,31	5,56	
	Skjær	3m	2	92,41	2,00	5,59	
		5m	3	92,07	2,38	5,55	
			3	93,14	2,43	4,42	
	Steinvik	3m	3	92,07	2,38	5,55	
		5m	3	93,14	2,43	4,42	

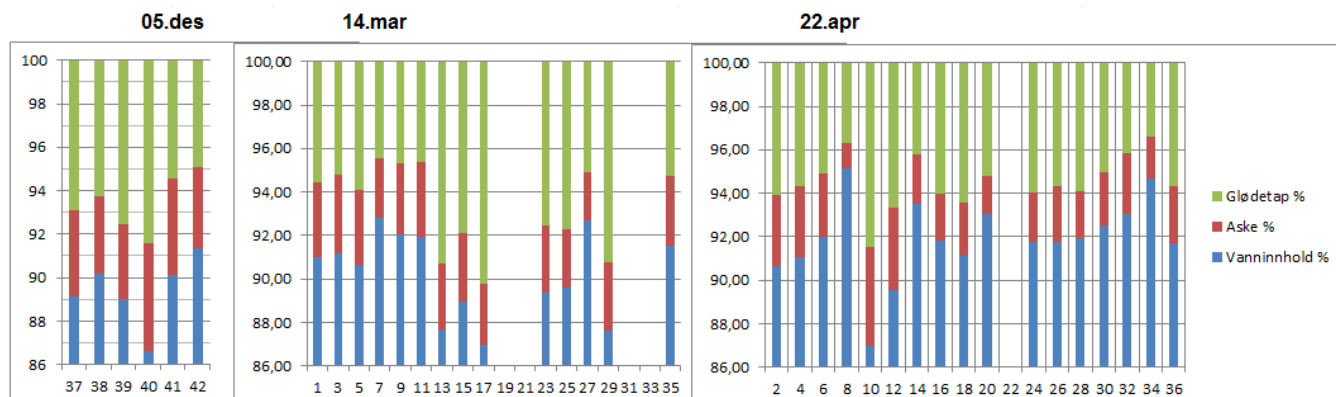
Appendixtabell 24: Gjennomsnittsmålinger for aske og glødetap i % av tørrvekt, ved de tre innsamlingene. n=18

Gjennomsnitt av tørrvekt:

Dato:	Aske %	Glødetap %
05.des	38,24	61,76
14.mar	32,96	67,04
22.apr	31,95	68,05

Kontrolldiagram: Viser vanninnhold, aske og glødetap i prosent av våtvekt for hver enkelt prøve, ved alle innsamlingene. Prøve nr. 40, 17, 10 skiller seg ut med lavt vanninnhold og høyt glødetap. Prøve nr. 34 og 8 viser det motsatte med høyt innhold av vann og lite glødetap.

Vi fikk ikke data fra prøve nr. 19, 21, 31, 33 og 22 da ikke var mulig å plukke ut noe tare som kunne puttes i digler.



Appendix 4: Biomassevekst

Appendixtabell 25: Rådata fra veiing av tareprøver.

Stasjon	prøve nr.	Dyp (m)	Start vekt (g)	Innsamling 14.03 (g)	Innsamling 22.04 (g)	vekt av prøve etter skraping (g)
Seljeseth (m fisk)	1	3	60,47	67,89		62,31
Seljeseth (m fisk)	2	3	60,78		148,42	61,88
Seljeseth (m fisk)	3	3	61,82	67,41		63,13
Seljeseth (m fisk)	4	3	61,08		158,51	61,77
Seljeseth (m fisk)	5	3	60,69	68,34		61,89
Seljeseth (m fisk)	6	3	60,51		156,66	61,83
Seljeseth (m fisk)	7	5	61,29	65,72		61,9
Seljeseth (m fisk)	8	5	61,96		97,82	63,41
Seljeseth (m fisk)	9	5	61,93	65,23		62,31
Seljeseth (m fisk)	10	5	60,66		96,5	61,06
Seljeseth (m fisk)	11	5	60,52	65,70		61,68
Seljeseth (m fisk)	12	5	60,92		108,33	62,9
Skjær (u fisk)	13	3	60,13	71,24		62,29
Skjær (u fisk)	14	3	60,08		95,45	62,62
Skjær (u fisk)	15	3	61,37	71,30		62,57
Skjær (u fisk)	16	3	60,98		83,24	62,16
Skjær (u fisk)	17	3	60,67	67,43		60,73
Skjær (u fisk)	18	3	62,44		95,93	64,47
Skjær (u fisk)	19	5	62,73	64,43		63,59
Skjær (u fisk)	20	5	61,71		66,71	61,9
Skjær (u fisk)	21	5	61,37	62,55		62,06
Skjær (u fisk)	22	5	62,03		65,86	64,23
Skjær (u fisk)	23	5	62,26	64,43		62,41
Skjær (u fisk)	24	5	62,54		67,81	63,97
Steinvik (u fisk)	25	3	61,68	66,29		62,41
Steinvik (u fisk)	26	3	62,56		99,7	62,81
Steinvik (u fisk)	27	3	61,34	68,39		61,53
Steinvik (u fisk)	28	3	60,26		82,62	62,11
Steinvik (u fisk)	29	3	61,53	66,79		62,05
Steinvik (u fisk)	30	3	61		144,97	61,82
Steinvik (u fisk)	31	5	61,5	63,53		63,31
Steinvik (u fisk)	32	5	60,54		109,42	60,88
Steinvik (u fisk)	33	5	60,52	61,18		60,45
Steinvik (u fisk)	34	5	61,65		71,33	62,36
Steinvik (u fisk)	35	5	62,4	63,29		62,44
Steinvik (u fisk)	36	5	61,6		97,31	62,48
Tank	37	0,5	62,52			60,6
Tank	38	0,5	61,73			60,02
Tank	39	0,5	60,61			59,38
Tank	40	0,5	61,01			58,89
Tank	41	0,5	61,78			61,29
Tank	42	0,5	62,7			61,12

Appendixtabell 26: Utrekninger av tarevekt og påvekst. Tarevekt (=vekt ved innsamling- prøve skrapet for tare), Påvekst (=startvekt – prøve skrapet for tare)

prøve nr.	Tarevekt 05.12 (g)	Tarevekt 14.03 (g)	Tarevekt 22.04 (g)	Påvekst (g) (=start-skrapet)	Påvekst % av startvekt
1		5,58		1,84	3,0 %
2			86,54	1,10	1,8 %
3		4,28		1,31	2,1 %
4			96,74	0,69	1,1 %
5		6,45		1,20	2,0 %
6			94,83	1,32	2,2 %
7		3,82		0,61	1,0 %
8			34,41	1,45	2,3 %
9		2,92		0,38	0,6 %
10			35,44	0,40	0,7 %
11		4,02		1,16	1,9 %
12			45,43	1,98	3,3 %
13		8,95		2,16	3,6 %
14			32,83	2,54	4,2 %
15		8,73		1,20	2,0 %
16			21,08	1,18	1,9 %
17		6,70		0,06	0,1 %
18			31,46	2,03	3,3 %
19		0,84		0,86	1,4 %
20			4,81	0,19	0,3 %
21		0,49		0,69	1,1 %
22			1,63	2,20	3,5 %
23		2,02		0,15	0,2 %
24			3,84	1,43	2,3 %
25		3,88		0,73	1,2 %
26			36,89	0,25	0,4 %
27		6,86		0,19	0,3 %
28			20,51	1,85	3,1 %
29		4,74		0,52	0,8 %
30			83,15	0,82	1,3 %
31		0,22		1,81	2,9 %
32			48,54	0,34	0,6 %
33		0,73		-0,07	-0,1 %
34			8,97	0,71	1,2 %
35		0,85		0,04	0,1 %
36			34,83	0,88	1,4 %
37	1,92			-1,92	-3,1 %
38	1,71			-1,71	-2,8 %
39	1,23			-1,23	-2,0 %
40	2,12			-2,12	-3,5 %
41	0,49			-0,49	-0,8 %
42	1,58		*	-1,58	-2,5 %

Appendixtabell 27: Vektendring av kontrollprøver på 3 og 5m dyp. Prøvene fra 3m ble samlet inn 14.03.15 og prøvene fra 5m ble samlet inn 22.03.15

	Prøve nr.	Dyp (m)	Startvekt	Vekt 14.03 (3m)	Vekt 22.04 (5m)	Endring i vekt	Endring i % 14.03 (3m)	Endring i % 22.04 (5m)
Kontroll Seljeseth	43	3	60,05	62,06		2,01	3,35 %	
Kontroll Seljeseth	44	5	60,80		67,95	7,15		11,76 %
Kontroll Skjær	45	3	60,88	62,24		1,36	2,23 %	
Kontroll Skjær	46	5	59,86		65,99	6,13		10,24 %
Kontroll Steinvik	47	3	61,40	63,37		1,97	3,21 %	
Kontroll Steinvik	48	5	58,65		64,98	6,33		10,79 %
Gjennomsnitt:							2,93 %	10,93 %

Appendixtabell 28: Data hentet fra Knudsen et al. (2014) og egne data fra eikefjorden (stasjoner med og uten fisk)

Tid	Stasjon:	Startvekt 2.periode (g)	Vekstøkning (g) 2.periode
14.03-22.04 (39 dager)	m fisk 2015 Seljeseth 3m	5,44	87,3
31.01-21.03 (49dager)	m fisk 2014 Steinvik 2m	0,20	15,81
14.03-22.04 (39 dager)	u fisk 2015 Steinvik 3m	5,16	41,69
31.01-21.03 (49dager)	u fisk 2014 Sveholmane 2m	4,287	106,33

Appendix 5: Lengde- og breddemålinger for bladvekst

Appendixtabell 29: Rådata for målinger av lengde- og bredde av de 3 største bladene fra hver prøve. Tabellen viser data for andre og siste innsamling utført på Seljeseth.

	Innsamling 14. mar				Innsamling 22.apr			
	Seljeseth		Blad		Seljeseth		Blad	
	Prøve nr	Dyp (m)	Lengde (cm)	Bredde (cm)	Prøve nr	Dyp (m)	Lengde (dm)	Bredde (cm)
Blad 1	1		8,5	3	2		43,5	9,8
	3		11	4,3	4		38	9,5
	5		10,5	3,4	6		30	11,5
Blad 2	1	Seljeseth 3m	9	3,2	2	Seljeseth 3m	33	9,9
	3		10	2,9	4		32	8
	5		10	2,3	6		30	9,5
Blad 3	1		10	2,8	2		30	9
	3		4,5	2,3	4		34	7,7
	5		8,5	2,4	6		26	6,5
Blad 1	7		8	2,6	8		27	5
	9		2,5	1,8	10		24,5	8,5
	11		6,5	2,6	12		43,5	12,2
Blad 2	7	Seljeseth 5m	7,5	1,7	8	Seljeseth 5m	22	8,8
	9		3,5	1	10		23	7,2
	11		5,5	1,2	12		34,5	8,2
Blad 3	7		6	1,5	8		24	6,1
	9		3,3	1	10		17	6,5
	11		3,5	1,4	12		22	9,7

Appendixtabell 30: Rådata for målinger av lengde- og bredde av de 3 største bladene fra hver prøve. Tabellen viser data for andre og siste innsamling utført på Steinvik.

	Innsamling 14. mar				Innsamling 22.apr			
	Steinvik		Blad		Steinvik		Blad	
	Prøve nr	Dyp (m)	Lengde (cm)	Bredde (cm)	Prøve nr	Dyp (m)	Lengde (dm)	Bredde (cm)
Blad 1	25		10	3	26		21	7,5
	27		20,5	4,5	28		14,5	4
	29		14	4	30		29,5	10,2
Blad 2	25	Steinvik 3m	7	1,5	26	Steinvik 3m	19	7,5
	27		12,5	5,1	28		14	7
	29		7,5	3	30		24,5	11,4
Blad 3	25		4	2	26		19	5,2
	27		8	2,4	28		16,5	3,5
	29		9	2	30		23	5,7
Blad 1	31	Steinvik 5m	-	-	32	Steinvik 5m	29	7,5
	33		1,5	0,5	34		13,5	2,8
	35		9	2,9	36		33,4	11
Blad 2	31	Steinvik 5m	-	-	32	Steinvik 5m	22	5
	33		1	0,4	34		11,5	3,7
	35		5,7	2,4	36		30,33	9,5
Blad 3	31		-	-	32		21	4,5
	33		1,4	0,4	34		9,5	3,6
	35		5	0,9	36		25,4	8,8

Appendixtabell 31: Rådata for målinger av lengde- og bredde av de 3 største bladene fra hver prøve. Tabellen viser data for andre og siste innsamling utført på Skjær.

	Innsamling 14. mar				Innsamling 22.apr			
	Skjær		Blad		Skjær		Blad	
	Prøve nr	Dyp (m)	Lengde (cm)	Bredde (cm)	Prøve nr	Dyp (m)	Lengde (cm)	Bredde (cm)
Blad 1	13	Skjær 3m	21	7	14	Skjær 3m	32	6
	15		22,5	6,6	16		22	6,3
	17		25	7,4	18		36,5	7,7
Blad 2	13	Skjær 3m	12	3,4	14	Skjær 3m	20	4,6
	15		17	4,7	16		22	5,6
	17		22	7	18		16,5	5,3
Blad 3	13	Skjær 3m	9	2,4	14	Skjær 3m	20	4,5
	15		13,5	5	16		21,5	4,2
	17		5,5	2,2	18		16	4,2
Blad 1	19	Skjær 5m	5	2,2	20	Skjær 5m	-	-
	21		2,2	0,8	22		-	-
	23		11	2,8	24		8,5	3,3
Blad 2	19	Skjær 5m	3	0,9	20	Skjær 5m	-	-
	21		-	-	22		-	-
	23		7	1,2	24		5,5	2,1
Blad 3	19	Skjær 5m	3	0,9	20	Skjær 5m	-	-
	21		-	-	22		-	-
	23		7,5	1,8	24		4	2,5

Appendixtabell 30: Kopi fra Sjøtun & Gunnarson (1995). Verdier for utregning er lest av fra grafen med åpene sirkeler. Utregningen er regnet ut i fra en linær vekst

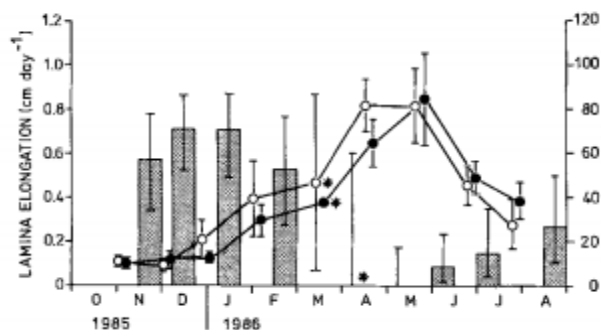


Fig. 2. Mean lamina elongation of tagged *Laminaria* plants at 3 m depth (open circles) and 5 m depth (filled circles), and frequency of plants with sori (histograms). All values are means with 95% confidence limits. *n = 1-4; otherwise n = 7-32.

Appendixtabell 31: Utregning fra Sjøtun & Gunnarsson (1995)

Sjøtun & Gunnarson (1995)	
	Vekst per dag (cm)
des	0,2
jan	0,4
feb	0,45
mar	0,5
Gj.snitt	0,39
<hr/>	
mar	0,5
apr	0,85
Gj.snitt	0,675