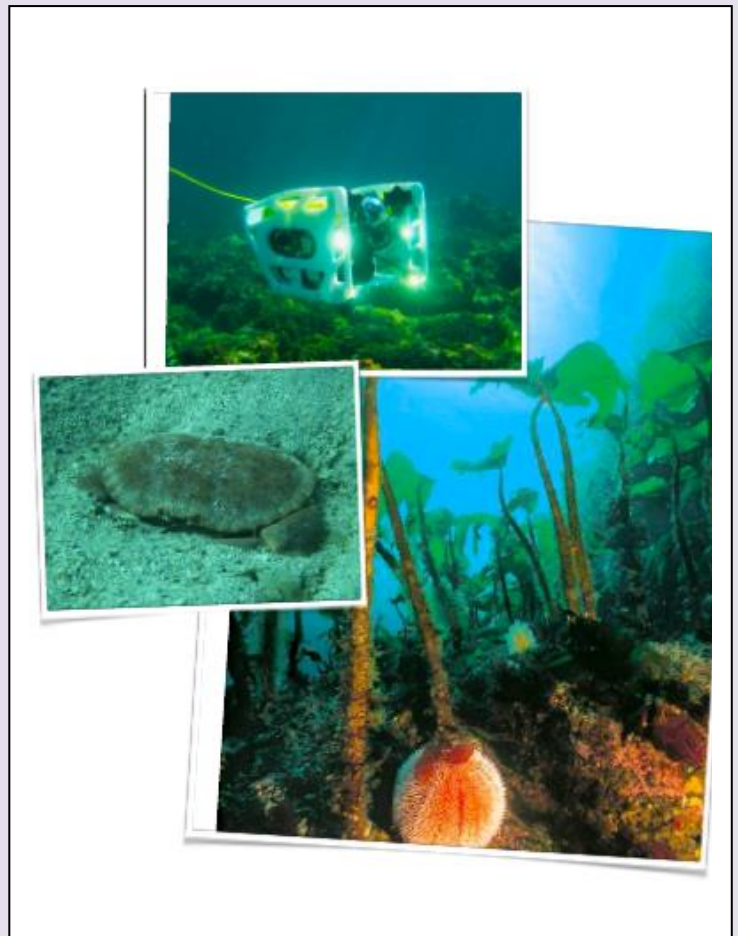


Hilde Ervik

Miljøovervåking i tareskogen



Institutt for
Lærerutdanning
Skolelaboratoriet
for matematikk, naturfag
og teknologi

August 2018

MILJØOVERVÅKING I TARESKOGEN

Hilde Ervik

ISBN

ISSN

Miljøovervåking i tareskogen

Trondheim 2018

Layout og redigering: Hilde Ervik

Redaktører for SLserien:

Publikasjoner i skriftserien kan kjøpes
ved henvendelse til:

Skolelaboratoriet ved NTNU (Institutt for lærerutdanning)

Realfagbygget, Høgskoleringen 5

7491 Trondheim

e-post: ellen.andresson@ntnu.no

Telefon: 73 55 11 43

Telefaks: 73 55 11 40

<http://www.ntnu.no/ilu>

Faglige spørsmål rettes til:

Skolelaboratoriet for matematikk,

naturfag og teknologi (SL)

NTNU

Realfagbygget, Høgskoleringen 5

7491 Trondheim

Telefon: 73 55 11 43

Telefaks: 73 55 11 40

<https://www.ntnu.no/skolelab>

Rev 1.0 – 28.08.17

Forord

Dette heftet er skrevet for deltakere som tar videreutdanningskurset teknologi og forskningslære SKOLE6625. Det gir en oversikt over hva som inngår på ekskursjon med forskningsfartøyet F/F Gunnerus på ekskursjonsområdet Mausund i Frøya kommune. Deler av heftet kan brukes i opplæringen av elever som har faget teknologi og forskningslære, biologi, eller naturfag.

Dagens teknologi med blant annet bruk av ROV/ undervannsfartøy, gir forskere og biologer en større mulighet til å synliggjøre og få forklaringer på livet under havoverflaten og ikke minst ved miljøovervåking av for eksempel tareskogen og miljøet rundt denne.

Overordnede tema i kurset er tare som bioindikator og bruk av ROV/ undervannsfartøy.

Analyse av taren kan gi svar på om essensielle og toksiske elementer holder seg stabil fra år til år. Bruk av ROV er med på å avdekke om det er synlig forurensing i området og samtidig få målt abiotiske faktorer som dybde, temperatur, pH, oppløst oksygen, ledningsevne og salinitet.

Ekskursjon med feltarbeid nær tareskogen, er en del av videreutdanningskurset i teknologi og forskningslære SKOLE6625. Det ble gjennomført første gang i 2015 som en del av en av modulene til serien av teknologi og forskningslære videreutdanningskurs ved NTNU.

Høsten 2018 holdes kurset for fjerde gang. En del av kurset er opplæring i programmering av trykk- og temperatursensor og hvordan bygge enheten inn i en enkel ROV. Se eget hefte med beskrivelse av denne.

Skolelaboratoriet ved NTNU
August 2018
Hilde Ervik

Innhold

Forord	5
1. Innledning	9
1.1 Videreutdanningskurset teknologi og forskningslære.....	9
1.2 Ved opplæringen av elevene	11
2 Forskningsfartøyet F/F Gunnerus	13
2.1 Vannrosett	15
2.2 CTD.....	16
2.3 van Veen-grabb	16
2.4 Stortare (<i>Laminaria hyperborea</i>)	17
2.5 Taskekrabbe (<i>Cancer pagurus</i>)	17
2.6 ROV	18
3 Tareskogen	20
3.1 Miljøovervåking av tareskogen - stortare.....	21
3.2 Miljøovervåking av tareskogen – taskekrabbe	23
3.3 Miljøovervåking av tareskogen – ROV	25
4 Mausund Feltstasjon	28
4.1 Sjøvannsprøver.....	28
4.1.1 Pasco sensorene pH, oppløst oksygen og salinitet.....	29
4.1.2 pH.....	29
4.1.3 Oppløst oksygen	30
4.1.4 Salinitet	31
4.1.5 Trådløs datalogging - Analyse av sjøvannsprøver	32
4.1.6 CTD.....	33
4.1.7 Termometer og hydrometer	33
4.2 Stortare, krabbe og sedimenter.....	34
4.2.1 Stortare	34
4.2.2 Taskekrabbe.....	35
4.2.3 Sedimentprøver	36

1. Innledning

I dette kapitlet beskrives hva som inngår på videreutdanningskurset teknologi og forskningslære SKOLE6625 og hvordan deler av dette kan planlegges inn i et undervisningsopplegg for elevene. Avhengig av geografisk beliggenhet for skolen og hvilke eksterne samarbeidspartnere skolen har, vil undervisningsoppleggene bli forskjellige og tilpasses den enkelte skole.

1.1 Videreutdanningskurset teknologi og forskningslære

Tema i videreutdanningskurset teknologi og forskningslære SKOLE6625, modul II, er marin biologi med introduksjon til hvordan tare kan benyttes som bioindikator og hvordan en fjernstyrt undervannsfarkost, ROV¹, kan bidra til kartlegging og dokumentasjon av livet i havet.



Bilde 1: Ekskursjonsområdet

¹ ROV: Remotely operated vehicle.

I dette heftet gis det en oversikt over hvilket utstyr og hvilke aktiviteter det er om bord på forskningsfartøyet F/F Gunnerus. Hva som foregår om bord under feltarbeidet på ekskursjonsområdet rundt Mausund, hvordan prøvetaking fra stortare og krabbe utføres og hvordan sjøvannsprøver analyseres på Mausund Feltstasjon.

Hvordan bygge MauSea ROV, med trykk og temperatursensor, er beskrevet i eget hefte av Nils Kristian Rossing, Skolelaboratoriet, NTNU.

<https://www.ntnu.no/skolelab/bla-hefteserie>

En stor del av videreutdanningskurset er gjennomføring av en ekskursjon, med feltarbeid. Ekskursjonsområdet er på Mausund og transportetappen fra Trondheim til Mausund, foregår med forskningsfartøyet Gunnerus. På Mausund er det feltarbeid med innhenting av stortare, krabbe og sjøvannsprøver. På Mausund Feltstasjon analyseres sjøvannsprøvene og prøver blir tatt fra stortare og krabbe, for videre analysering på institutt for kjemi ved NTNU. Det blir også feltarbeid med registrering av marint søppel. Jordsjiktprøver og fiskemagesekker undersøkes for plastpartikler og mikroplast.

I opplæringen av elevene som har programfaget teknologi og forskningslære, har ikke alle muligheter til å ha deler av opplæringen på et forskningsfartøy. Hensikten med å legge videreutdanningskurset til et forskningsfartøy, er at du som lærer i teknologi og forskningslære, blant annet får kjenne til hvilket utstyr et slikt fartøy har og hvilke oppdrag det kan utføre for de ulike forskningsmiljøene. Skipet gjør det mulig for forskere, fra mange ulike fagfelt, å bidra med ny kunnskap innen både naturvitenskap og teknologi. Kjennskap til dette kan eventuelt knyttes opp mot aktuell undervisningsforløp i teknologi og forskningslære.

1.2 Ved opplæringen av elevene

ROV kan ha flere anvendelsesområder, alt etter hvilken problemstilling elevene skal ha i sitt prosjekt. Elevene kan få en innledning på hvordan abiotiske faktorer bør være i et økosystem, ved at de får lage en MauSea ROV. Det er med trykk- og temperatursensor, som skal integreres inn i en selvbygd ROV. Alternativt kan de bruke en ferdigbygd ROV, med innebygd kamera, som ROV SeaView (s. 18). Det er også mulig å legge til flere sensorer som for eksempel ledningsevne. Med resultat på temperatur og ledningsevne, kan salinitet leses av på egen kurve.

Med bruk av sensorer får elevene registrert ulike abiotiske faktorer. Med bruk av kamera, kan de observere under havoverflaten og registrere hva de ser av fisk, tang og tare, men også hva som ses av synlig forurensing som marint søppel.

Sjøvannsprøver kan også tas med inn og analyseres på en feltstasjon. Til dette analysearbeidet kan ulike sensorer benyttes. I dette heftet er Pasco sensorer beskrevet for pH, oppløst oksygen og salinitet (s.29-32).

Tang, fisk og krabbe kan også hentes inn og prøver fra disse kan undersøkes for ulike miljøgifter. Hvis skolen har eksternt samarbeid med aktører som har analysemaskiner som for eksempel ICP-MS, kan elevene få resultatene på ulike sunne og giftige elementer som de kan gjøre en vurdering på opp mot anbefalte grenseverdier.

Mulighetene er mange ved miljøovervåking av marine ressurser. En kombinasjon av å lage ROV med sensorer, anvende ROV, kartlegge områder i sjøen og analysere tare og sjømat for miljøgifter, motiverer elevene og engasjerer ved anvendelse av teknologi i forskningsarbeidet.

Hvordan legge til rette for å ta temaet Marint søppel inn i opplæringen av elevene, er beskrevet i Læringsprogrammet Marint søppel. Når elevene skal jobbe med Bærekraftig utvikling i opplæringen i ulike fag, er Marint søppel et godt egnet tema å jobbe ut ifra. Et av målene med Læringsprogrammet Marint søppel, er å få til en holdningsendring. Læringsprogrammet Marint søppel, felt- og laboratoriearbeid er beskrevet i eget hefte av Hilde Ervik, Skolelaboratoriet, NTNU og Odd Arne Arnesen, Mausund Feltstasjon.

<https://www.ntnu.no/skolelab/bla-hefteserie>

2 Forskningsfartøyet F/F Gunnerus

F/F Gunnerus er en viktig del av NTNUs forskningsinfrastruktur². Skipet gjør det mulig for forskere, fra mange ulike fagfelt, å bidra med ny kunnskap innen både naturvitenskap og teknologi. Effektive og presise styresystemer er avgjørende for et fartøy som skal bidra til



Bilde 2: F/F Gunnerus ved Mausund Feltstasjon.

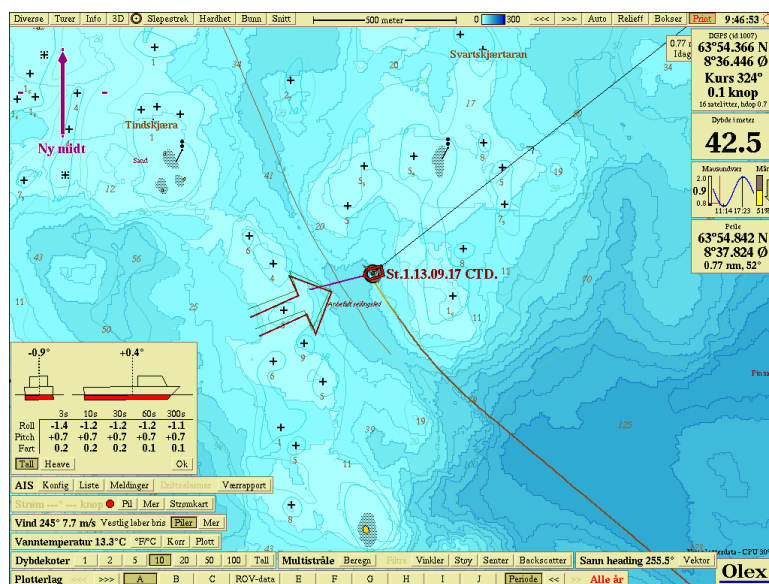
forskning og utdanning på høyt nivå. Skipet må blant annet kunne stå i ro på nøyaktig plassering selv i sterk vind og bølger. I tillegg er reduksjon av brennstofforbruk og utslipp viktig for all marin trafikk.

Rolls-Royce har utviklet et elektromagnetisk fremdriftssystem som er installert på Gunnerus, hvor de nye systemene også testes. NTNU og Rolls-Royce Marine har trådløs tilgang til sensorer som er installert i propellsystemet og har mulighet til å følge R/V Gunnerus «online». Det er også installert Rolls-Royce Marine (RRM) Helicon-X kontrollsystem og RRM frekvensomformere. F/F Gunnerus har et topp moderne framdriftssystem, som det ikke eksisterer tilsvarende til i hele verden. Konsberg Maritime har bidratt med avansert teknologi til forskningsfartøyet. De har installert et nytt dynamisk posisjoneringssystem i skipet. Skipet fungerer som et fullskala laboratorium for testing av fremtidens marine teknologi, i tett samarbeid

² <http://blog.ntnu.no/ff-gunnerus-og-fremtidens-gronne-skipstrafikk/>

mellom næring og akademia. I de neste delkapitlene er det presentert en oversikt over aktiviteter som skal utføres om bord på Gunnerus på ekskursjonsområdet.

Bilde 3 viser en utskrift fra Olex, med blant annet informasjon over posisjon og dybde. Under feltarbeidet på Mausund skal Gunnerus innom tre posisjoner.



Bilde 3: Utskrift fra Olex med informasjon om posisjon og dybde

Det skal tas sjøvannsprøver med vannrosett på alle tre posisjonene. CTD senkes ned sammen med vannrosetten, for å registrere abiotiske faktorer. Taskekrabbene fanges i krabbeteiner fra de samme posisjonene som sjøvannsprøvene. Stortare tas opp manuelt fra posisjon 1, ved Storskjærtan (bilde 3). Sedimentprøver tas opp med van Veen- grabb ved posisjon 2 ved Remmingen. Temperatur og densitet leses av manuelt av kursdeltakerne ombord på Gunnerus.

Det skal tas prøver fra sedimenter, stortare og taskekrabbe inne på Mausund Feltstasjon. Prøvene skal analyseres ved institutt for kjemi ved NTNU. Analyser som utføres på sedimenter, taskekrabbe og stortare er både essensielle og toksiske elementer. Essensielle elementer som analyseres på dette kurset er kobber (Cu), sink (Zn) og krom (Cr). Toksiske elementer er kvikksølv, (Hg), bly (Pb) og kadmium (Cd).

2.1 Vannrosett

Om bord på F/F Gunnerus finnes nødvendig utstyr, alt etter hvilke tester som skal gjennomføres på toktet og hvilke prøver som skal tas. Ute på ekskursjonsområdet ved Mausund, hentes det inn sjøvannsprøver som skal analyseres for abiotiske faktorer som temperatur, salinitet og ledningsevne. Vannrosetten senkes ned til ønsket dybde og sylindrene fylles med sjøvann. Oppe på dekk overføres vannprøvene til flasker. Temperatur og densitet leses av med en gang med termometer og hydrometer og resultatene noteres i en feltbok.



Bilde 4 Vannrosett ombord på F/F Gunnerus



Bilde 5: Temperaturen leses av med termometer og densitet med hydrometer.

2.2 CTD

CTD^{3,4} er et måleinstrument som registrerer ledningsevne (conductivity), temperatur og dybde. Det festes til vannrosetten og senkes ned sammen med denne til ønsket dybde. Salinitet beregnes fra ledningsevne og varierer i forhold til temperaturen. Resultatene fra målingene på CTD overføres til exel-fil.



Bilde 6: CTD senkes ned med vannrosetten og måler ledningsevne, temperatur og dybde.

2.3 van Veen-grabb

Under feltarbeidet på ekskursjonsområdet, hentes det inn prøver fra tre ulike posisjoner. Prøvemateriale som tas er blant annet sedimenter. Sedimenter tas fra posisjon 2.

Sedimenter er løse masser med varierende andel mineralkorn som er permanent dekket av vann.



Bilde 7: Innhenting av sedimentsprøver med van Veen-grabb ombord på Gunnerus

³ <http://oceanexplorer.noaa.gov/facts/ctd.html>

⁴ CTD er forkortelse for Conductivity, Temperature, Depth.

2.4 Stortare (*Laminaria hyperborea*)

Tare er en samlebetegnelse for makroskopiske brunalger. Stortare er en nøkkelart og er egnet som bioindikator for miljøovervåking. Taren vokser stort sett neddykket under laveste lavvannsmerke. Taren kommer så vidt til syne nederst i fjæra ved ekstrem lavvann⁵.

Den er derfor vanskelig å få tak i. Ved høsting av stortare, bilde 8, ble det brukt tørrdrakt og båtshake.



Bilde 8 Tareskog ved lavvann.
Foto: Odd Arne Arnesen



Bilde 9: Geir Johnsen ved innhenting av stortare fra på Mausund i 2015.

2.5 Taskekrabbe (*Cancer pagurus*)

Krabbeteiner blir satt ut dagen i forveien før feltarbeidet skal gjennomføres. Krabbene legges i sjøvann og tas med levende inn på Mausund Feltstasjon, hvor de avlives og prøver skal tas ut fra skallinnmaten.



Bilde 10: Taskekrabbe og stortare tas om bord på Gunnerus. Foto: Lars Otto Eide.

⁵Menz Indergaard (2010). Tang og tare – i hovedsak norske brunalger: Forekomster, forskning og anvendelse.

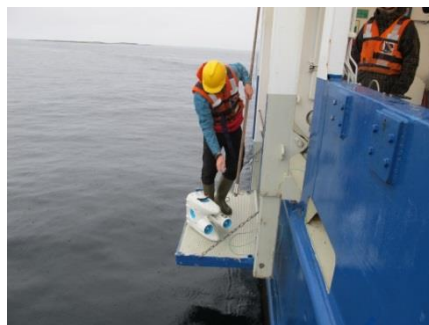
2.6 ROV

Det finnes mange ulike modeller av ROV/undervannsfarkoster på markedet. Om bord i Gunnerus er det MINERVA som vanligvis brukes til å kartlegge under havoverflaten. BlueEye Robotics har utviklet undervannsdronen BlueEye.



Bilde 11: MINERVA ombord på Gunnerus

I videreutdanningskurset som gjennomføres i 2018, blir en SeaView ROV brukt til å utforske på sjøbunnen, på de samme posisjonene som prøvene på sedimenter, tare og krabbe tas fra. MauSea temperatur- og trykksensor, som er bygd under første dag på kurset, kan festes til



Bilde 12: BlueEye, en undervannsdron med kamera.

SeaView ROV. Resultatene fra MauSea trykk- og temperatursensor, sammenlignes med resultatene målt med CTD. Video som tas med ROV overføres til skjerm om bord i båten.



Bilde 13: SeaView ROV med kamera.

Bilde 14 ble tatt under feltarbeid på ekskursjonsområdet på Mausund i 2016.



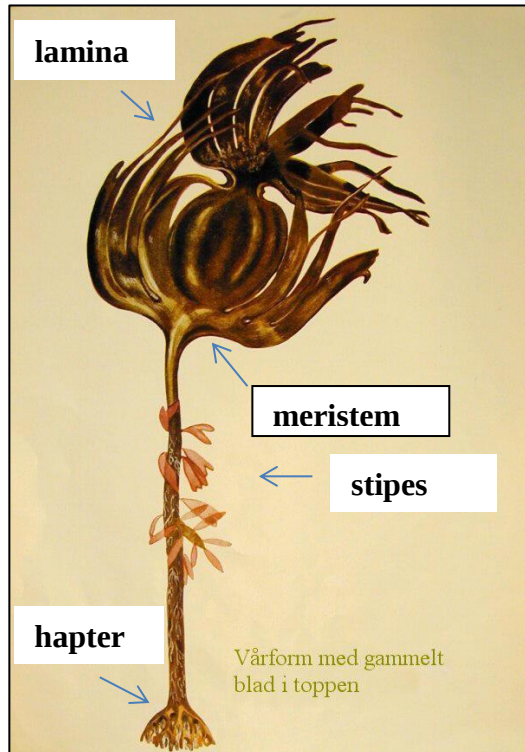
Bilde 14: Overføring av bilder fra BlueEye på videreutdanningskurs i 2016.

3 Tareskogen

Stortare (*Laminaria hyperborea*) er nøkkelart⁶ i nordatlantiske farvann.

Lamina felles hvert år slik at nytt bladvev kan vokse ut
Veksten av nytt lamina skjer i et området kalt meristem.

Årlig tilvekst lagres i stipes.
Hapteret er kun et festeorgan og har ikke samme rotfunksjon som landplanter.
Næringsstoffer tas opp via overflata på lamina.
Stortaren former miljøet for andre arter. Det todimensjonale bunnmiljøet blir tredimensjonalt ved at tareskogen tilbyr et større og mer variert habitat som kan utnyttes av mange flere organismer. Tareskogen kan deles inn i 5 habitater med til dels ulike organismer.



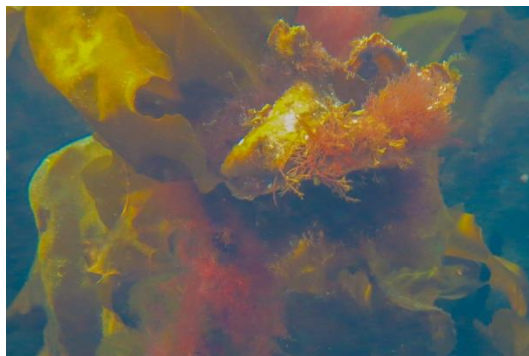
Bilde 15: Beskrivelse av de ulike delene på stortaren.



Bilde 16: Stortare sett gjennom vannkikkert.

⁶ Nøkkelart, art som har stor betydning for andre arter i et økosystem. Dens aktivitet og forekomst bidrar vesentlig til opprettholdelsen av et økosystems vedvarende eksistens og eventuelle stabilitet. Store norske leksikon.

Stortaren i seg selv vil være substrat for mange påvekstorganismer. Disse skaper igjen nye mikrohabitater. Vi vil også finne dyr som beiter direkte på taren.



Bilde 17: Stortare med påvekstorganismer.
Foto: Hilde Ervik

Hapteret er et yndet gjemmested for mange små dyr. Opp til 80% av krabbeunger som er ca. 2 år gamle og 3 cm store, blir funnet i hapteret til stortaren. De små krabbene oppholder seg i hapteret hele året og vandrer ikke ned mot dypere vann før mot den andre vinteren.



Bilde 18: Hapteret er et egnet skjulested for krabbeunger. Foto: Jussi Evertsen

Vannvolumet over og i tareskogen er viktig tilholdssted for mange fiskearter. Hardbunnen i tareskogen vil ha et stort innslag av bunndyr som spiser tare og hverandre.

3.1 Miljøovervåking av tareskogen - stortare

Taren kan ta opp og akkumulere næringsstoffer og spormetaller fra sjøvannet eller sedimentene gjennom lamina. Hvor mye som tas opp er avhengig av hvor høy konsentrasjon det er av de ulike elementene i sjøvannet, eller sedimentene.

Det kan tas prøver av taren fra år til år, for å følge med om verdiene holder seg stabile, eller om det er en endring i konsentrasjonen.

Hvis taren skal høstes og brukes til et bestemt formål, er det regulert ift en forskrift som gir retningslinjer om hvor høyt innhold det kan være av ulike elementer.

I forskriften: *Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav*⁷, er det en oversikt med maksimumsgrenser for tillatt innhold av et utvalg elementer. Disse elementene er: kadmium (Cd), bly (Pb), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), sink (Zn), kobber (Cu) og krom (Cr).

Tabell 1: Maksimumsgrenser for tillatt innhold av tungmetaller. Lovdata.no

1. Tungmetaller				
Følgende maksimumsgrenser for tillatt innhold av tungmetaller angitt i mg/kg tørrstoff (totalinnhold) gjelder:				
Kvalitetsklasser:	0	I	II	III
	mg/kg tørrstoff			
Kadmium (Cd)	0,4	0,8	2	5
Bly (Pb)	40	60	80	200
Kvikksølv (Hg)	0,2	0,6	3	5
Nikkel (Ni)	20	30	50	80
Sink (Zn)	150	400	800	1500
Kobber (Cu)	50	150	650	1000
Krom (Cr)	50	60	100	150

Mattilsynet kan sette strengere krav til dyrkingsmedier framstilt av råvarer listet opp i vedlegg 4.

Det ble tatt prøver fra stortare (*Lamina hyperborea*) i 2015, 2016 og 2017 på ekskursjonsområdet ved Mausund, og det ble utført analyser på både essensielle og toksiske elementer. Et utdrag av resultatene er presentert i tabell 2. Elementene som er tatt med i tabellen, er tilsvarende de elementene som er presentert i tabell 1. Fra hvilket område prøvene er tatt og hvordan prøvetaking skal foregå, er beskrevet i delkapittel 4.2.

⁷ Lovdata.no

Tabell 2; Gjennomsnittsverdier for hvert av årene 2015, 2016 og 2017 av konsentrasjonen (ug/g tørrvekt) for elementene Cd, Pb, Hg, Ni, Zn, Cu og Cr i stortare (*Laminaria hyperborea*).

Resultater (ug/g tørrvekt) fra 2015, 2016 og 2017 på stortare (<i>Laminaria hyperborea</i>)							
	Cd	Pb	Hg	Ni	Zn	Cu	Cr
2015	0.538	0.036	0.028	0.174	24.2	0.687	0.112
2016	1.044	0.024	0.081	0.131	46.6	0.803	0.102
2017	0.787	0.056	0.630	0.111	49.4	0.708	0.080

Konsentrasjonen av Cd overstiger kvalitetsklasse 0 i 2015 og kvalitetsklasse I i 2016 og 2017. For konsentrasjonen av Hg overstiger den kvalitetsklasse I i 2017 (tabell 1, tabell 2).

3.2 Miljøovervåking av tareskogen – taskekrabbe

Krabbeungene skjuler seg i hapteret i tareskogen til de er ca 2 år og vandrer først ved 2 års alderen mot dypere vann. De spiser blant annet skjell fra sjøbunnen. Disse knuser de først med klørne og når de spiser skjellene, får de samtidig med seg sand, sedimenter og sjøvann inn i fordøyelsesorganene. Krabbe kan vandre flere kilometer i løpet av året, men prøveresultat på tungmetaller analysert på prøver tatt fra skallinnmat, kan likevel brukes for miljøovervåking, da de gir en oversikt om resultatene er stabile, eller endrer seg fra år til år. For eksempel tungmetallet kadmium, Cd, akkumuleres i brunmaten i krabbe. Kadmium har gitt en spesiell utfordring, fordi brunmaten i enkelte krabber inneholder høye konsentrasjoner av kadmium⁸. Både langs

⁸ Ervik, H; Finne, T.E; Jenssen, B.M. (2017). *Toxic and Essential Elements in Seafood from Mausund, Norway*.

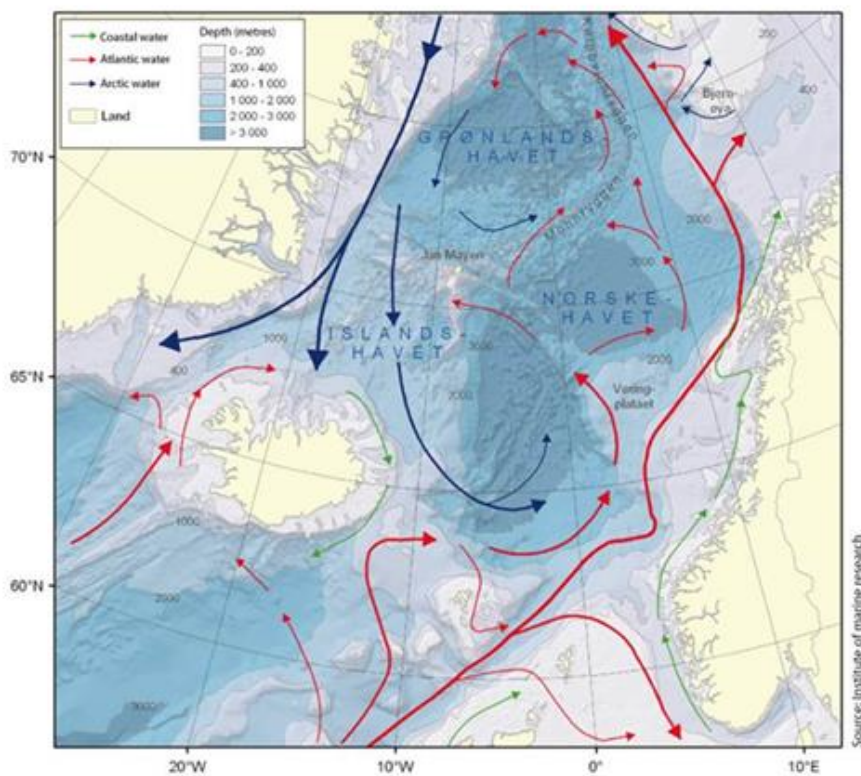
norskekysten og i flere andre land. Det er ikke gitt grenseverdier for spormetaller i brunmat i krabbe. Mattilsynet har gitt ut grenseverdier for klokjøtt. Grenseverdien for Cd i klokjøtt er 0,5 mg Cd/kg våtvekt. Når det gjelder brunmat i krabbe, råder helsemyndighetene at voksne bør helst ikke spise mer enn 13 til 14 hele krabber (med brunmat) i året. Ungdom bør helst ikke spise mer enn tre til fire hele krabber.⁹ Det er ikke klart hva som er årsaken til de høye verdiene av kadmium. Det kan skyldes lokal forurensing, forurensing som har kommet langveis fra med havstrømmene, eller fra havbunnen.

9

https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/uonskede_stofferimaten/miljogifter/ikke_skadelige_mengder_kadmium_i_vanlig_norsk_kosthold.19491

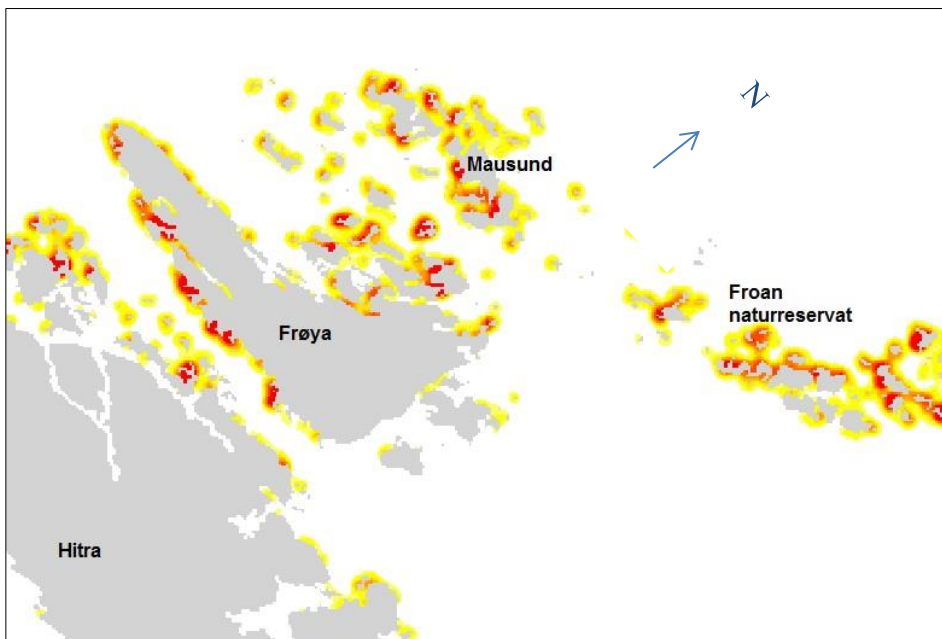
3.3 Miljøovervåking av tareskogen – ROV

Kartet på bilde 19, viser havstrømmener som berører norskekysten. Golfstrømmen fører med seg havvann. De blåfarvede pilene viser strømmen som fører med seg arktisk vann, de røde pilene viser strømmen som fører med seg atlantisk vann og de grønne pilene viser strømmen men med vann som føres langs kysten.



Bilde 19: Havstrømmer som berører norskekysten.

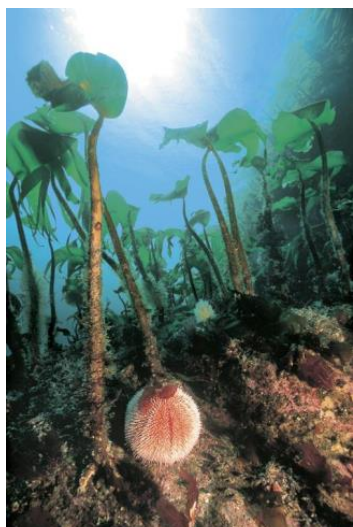
Havforskningsinstituttet har gjennomført simuleringer for å visualisere landinger for søppel i havet og bilde 20 viser resultatene fra simuleringene i Hitra og Frøya kommune i Midt-Norge. Dette ble gjennomført våren 2017 etter forespørsel fra Mausund Feltstasjon.



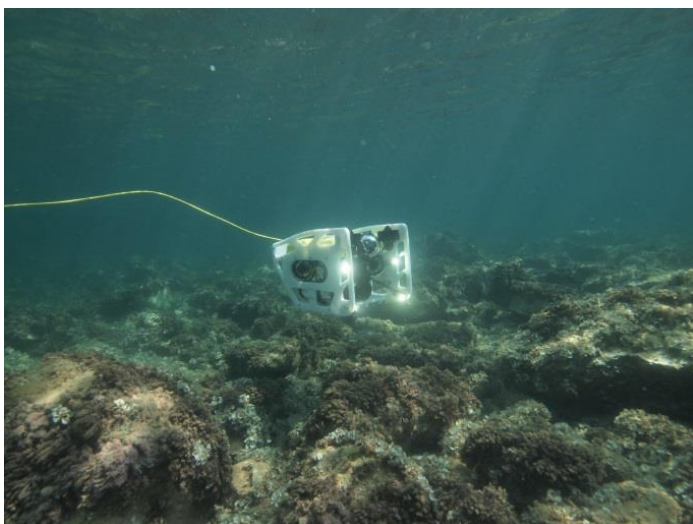
Bilde 20: De gule og røde områdene på kartet viser hvor søppel i havet lander i Hitra og Frøya kommune. Kart: Havforskningsinstituttet 2017.

Mye av landingene i Midt-Norge, er i Frøya kommune. På strekingen fra nord for Smøla, til Halten. Froan naturreservat og landskapsvernområde omfatter et naturreservat på 400 km² fra Vingleia fyr i sørvest til Halten i nordøst. Det vesentligste av landingene er på øyrekka utenfor Frøya. På bilde 20, kan man se hvor landingene er. Disse er illustrert med gul og rød farge. Ved bruk av ROV i miljøovervåking, kan forurensing i form av søppel, og spesielt plast, avdekkes ved bruk av kamera med videooverføring til PC. Dokumentasjon av registrert avfall kan legge grunnen for tiltak for få det ryddet bort.

Miljødirektoratet tar grep i 2017 og 2018, ved å tildele midler til blant andre Mausund Feltstasjon for opprydding av Marint søppel. I første fase rundt øyrekka med Mausund og Froan naturreservat. Plast i seg selv er et problem for fugler og fisk, idet de spiser små plastpartikler fordi de tror det er mat. Men vel så viktig, er det å få bort plasten, fordi miljøgifter er i plasten fra da den ble produsert, som additiver, eller at miljøgifter binder seg til plasten¹⁰



Bilde 22: Kråkebolle i tareskogen. Foto: Jussi Evertsen



Bilde 21: SeaView, ROV, kan brukes til dokumentasjon av forurensning. Foto: Roy Torgersen

¹⁰

<https://holdnorerent.no/mp/>

4 Mausund Feltstasjon

Mausund Feltstasjon ligger ved sjøen på Stor-Aursøya på Mausund. Området er et næringsrikt kystmiljø og ekskursjonsområdet rundt Mausund er rikt på fauna. Mausund Feltstasjon tar imot forskningsgrupper, grupper for videreutdanning og skoleklasser fra hele landet.

Gunnerus legger til ved kai hvor Mausund Feltstasjon er (bilde 2). Ved ilandstigning fra Gunnerus, er det noen få meter inn til Mausund Feltstasjon. Feltstasjonen er godt utstyrt med laboratorieutstyr som kan benyttes både av forskningsmiljø, kursdeltakere på videreutdanningskurs og av elevgrupper.

4.1 Sjøvannsprøver

Sjøvannsprøvene analyseres på fire ulike måter. Det er med Pasco sensorer, CTD, manuelt med termometer og hydrometer og med egenbygde temperatur- og trykksensorer. Prøveresultatene fra de ulike målingene skal sammenlignes og dette gir et godt grunnlag for diskusjon rundt måleusikkerhet med elever. Hvordan Pasco sensorer fungerer og brukes er nærmere beskrevet i dette kapittelet.



Bilde 23 Analyse av sjøvannsprøver på Mausund Feltstasjon

4.1.1 Pasco sensorene pH, oppløst oksygen og salinitet

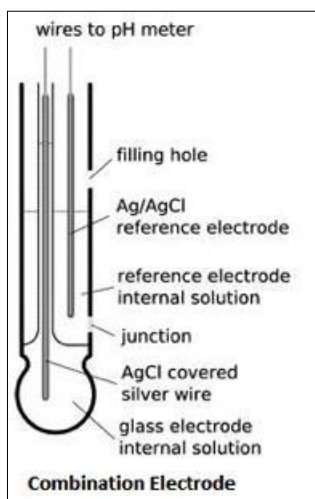
Sjøvannsprøver som hentes inn på ekskursjonsområdet under videreutdanningskurset teknologi og forskningslære, analyseres på Mausund Feltstasjon med Pasco sensorer. Sensorene som brukes er for analyse av pH, salinitet og oppløst oksygen. pH, salinitet og oppløst oksygen er viktige abiotiske faktorer i et økosystem.

4.1.2 pH



Bilde 24 Trådløs pH sensor PS-3204

Hvordan kombinasjonselektroder virker



Bilde 25 Analyseprinsipp
for pH sensor

Når pH sensoren senkes i løsningen, registreres endring i spenningen i millivolt (mV). Hvor mye spenningen endrer seg, avhenger av mengden H^+ -ioner i løsningen. Resultatet i mV omgjøres til pH-enheter i displayet.

Sjøvannets pH ligger i intervallet mellom 7,5 og 8,4.

4.1.3 Oppløst oksygen



Bilde 26 Trådløs oppløst oksygen sensor PS-2196

Hvordan sensoren virker

Når det ikke er oppløst oksygen tilstede i en løsning, er intensiteten av luminescensen på det maksimale. Luminescensen av et fargestoff og mengde oksygen tilstede, har en invers proporsjonalitet. Sensoren måler tiden luminescensen er påvirket av oksygen med en fotodiode og avlesningen sammenlignes med en referanse. Resultatet oppgis i % eller i konsentrasjonen mg/l.

Sjøvannets oksygen:

Svært god tilstand: >9 mg O₂/l

God tilstand: 6,5-9 mg O₂/l

Mindre god tilstand: 4-6,5 mg O₂/l

Dårlig tilstand: 2-4 mg O₂/l

Svært dårlig tilstand: <2 mg O₂/l

4.1.4 Salinitet

Salinitet er en viktig økologisk faktor som påvirker ulike typer av organismer som lever i vann, eller i nærheten av vann. Vann betegnes som saltholdig (salint), når det inneholder moderate, eller relativt høye mengder oppløste salter. Saltene er både natrium, kalsium og magnesium.



Bilde 27 Trådløs salinitet sensor PS-2195

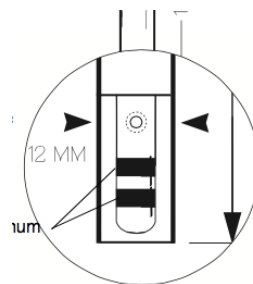
Hvordan sensoren virker

Salinitetssensoren bestemmer salinitet basert på elektrisk ledningsevne/konduktivitet. Det er en innebygd kalkulering av ledningsevnen/konduktiviteten som endring i temperatur medfører.

Sensoren måler strømmen gjennom løsningen mellom to platiniserte platinaelektroder.

Strømmen gjennom løsningen oppstår når ionene er i bevegelse.

Konduktiviteten øker med økende konsentrasjon av ioner i løsningen. En spenning oppstår mellom de to elektrodene i tuppen av proben og den målte strømmen (AC), er proporsjonal med konduktiviteten i løsningen.



Bilde 28 Måleområde i tuppen av proben på salinitetssensoren

Konduktivitet oppgis i μS (μ -siemens). Det er viktig å holde sensoren loddrett ved måling av salinitet.

Vannets salinitet:

Ferskvann: < 0.5 ppt
Brakkvann: 0.5 to 30 ppt
Saltvann: 30 to 50 ppt
Havvann: 35 ppt
Saltlake: > 50 ppt

Salinitet er ofte uttrykt som ppt (parts per thousand), som angir antall gram salt per liter av løsningen. Men salinitet er summen av vekten av mange forskjellige elementer som utgjør vannets volum. Ikke bare natrium fra natriumklorid. Det er nå vanlig å utgi resultatet uten benevnelse. På 1970-tallet ble salinitet redefinert som ratio av konduktivitet av vannprøve i forhold til en standard kaliumklorid (KCl) løsning.

4.1.5 Trådløs datalogging - Analyse av sjøvannsprøver



Bilde 29 Sparkvue dataprogram



Bilde 30 Airlink

Sparkvue kan lastes ned på PC/Mac og iOS/Android/Chromebook.

Salinitet- og oppløst oksygen sensorene kobles til airlink. pH-sensoren kobles til wireless pH enhet (BNC-connector).

Velg Bluetooth-ikonet i Sparkvue.



I Wireless Devices lista som åpnes, velg sensoren du skal bruke ved å trykke på det riktige XXX-XXX Device ID nummeret.

- Trykk på Done.
- Trykk på start-knappen for å begynne å samle data.

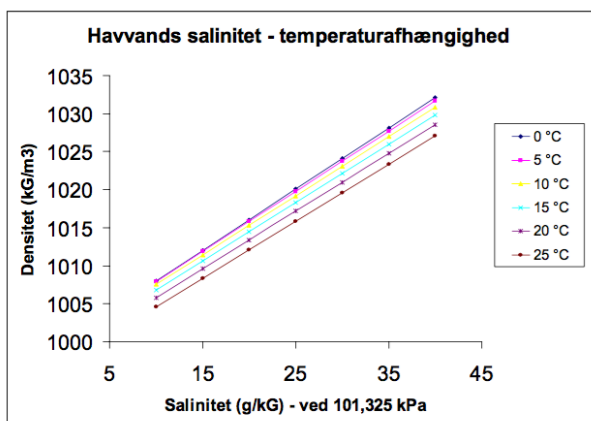
Skyll sensorene med destillert vann mellom hver måling.

4.1.6 CTD

CTD (Conductivity, Temperature, Depth) samler data når feltarbeidet pågår på ekskursjonsområdet (bilde 6). Disse gjøres tilgjengelig på exel - fil, for parametrene temperatur, dybde, ledningsevne og salinitet.

4.1.7 Termometer og hydrometer

Temperatur og densitet avleses om bord på Gunnerus med termometer og hydrometer og resultatene noteres i feltbok. På Mausund Feltstasjon avleses salinitet ut ifra densitet og temperatur på egen kurve.



Bilde 31 Salinitet leses ut fra densitet og temperaturkurve

4.2 Stortare, krabbe og sedimenter

Ved prøvetaking av stortare, krabbe og sedimenter, brukes keramikkniv og pinsett av plast. Underlaget må være dekket til med rent underlagspapir og trefjølen materialet legges på, dekkes til med ren gla`plast. Skyll pinsett og kniv med destillertvann mellom hver prøvetaking, for å unngå kontaminering. Bruk hansker ved prøvetaking. Når det er satt lokk på prøveglassene etter prøvetaking, merkes de med vannfast tusj på lokket. Klistrelapper festes på selve glasset og prøvenummeret skrives på med blyant. Prøvene settes i fryseren på feltstasjonen, til videre transport til NTNU. All informasjon skrives inn i felles google-dokument.

4.2.1 Stortare



Bilde 32: Prøvetaking fra stortare.

Prøvetaking fra stortaren, skjer i området kalt meristem. Se bilde 15. Ved håndtering og prøvetaking av stortaren, er det nødvendig å bruke hansker, for å unngå kontaminering fra fingrene på området prøvene tas fra.

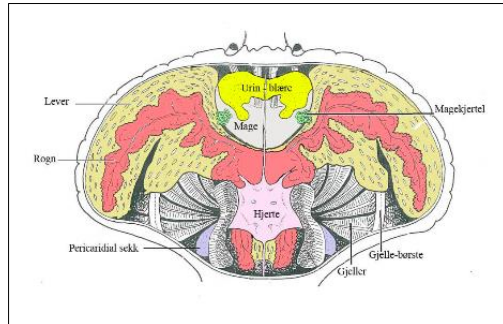
Det skal tas 5 paralleller fra samme taren. Skjær ut kvadratiske ruter; se bilde 32. Nullstill vekten med prøveglasset på og legg ca.1 gram tare i glasset. Noter vekten, med minst 1 desimal.

Nummerer prøveglassene fortløpende og skriv inn opplysningene i felles google- skjema.

4.2.2 Taskekrabbe

Ta prøver fra brunmaten (hepatopancreas) i krabben. Krabbene det skal tas prøver av veies og skallbredde måles. Noter resultatene i felles google-skjema. Det skal tas prøver fra fem krabber fra hver posisjon.

Tilsammen 15 krabber. Ta ca. 1 g prøve fra hver krabbe. Nullstill vekten med prøvekoppen på, vei prøvematerialet og noter vekten i felles skjema.



Bilde 33 Skjematisk skisse av de indre organene i taskekrabbe



Bilde 34 Taskekrabbe med velfyllt levermasse.



Bilde 35: prøvetaking fra krabbe

4.2.3 Sedimentprøver

Sedimentprøven som er tatt på den ene lokasjonen, tas med til feltstasjonen. Det tas fem paralleller fra samme sedimentprøve. Nullstill vekten med prøveglasset på og legg ca 1 gram sediment i glasset. Noter vekten, med minst 1 desimal. Nummerer prøveglassene fortløpende og skriv inn opplysningene i felles google - skjema. Prøvene skal senere analyseres på de samme elementene som tare- og krabbeprøvene ved NTNU.

Det skal tas totalt 30 prøver av tare, krabbe og sedimenter. Alle opplysningene, som vekt og skallbredde på krabben, vekt på prøvemateriale, skal noteres inn i felles skjema. Nummerer glassene fortløpende og skriv samme nummer inn i skjemaet. Prøvene fryses ned så raskt som mulig.

Analysering av elementene foregår på Institutt for kjemi ved NTNU på analyseinstrumentet Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, ICP-MS. Prøvene analyseres i løpet av høsten og resultatene blir tilgjengelig på disse er ferdige. Det er spesielt interessant å se etter blant annet toksiske og essensielle elementer som kvikksølv (Hg), bly (Pb), arsen (As), kadmium (Cd), kobber (Cu), sink (Zn) og krom (Cr) i fiskefillet, brunmat i krabbe og stortare.

Når resultatene foreligger, sammenlignes disse med resultater på prøver tatt på tilsvarende kurs i 2015, 2016 og 2017 og med resultater presentert i artikkelen *Toxic and essential elements in seafood from Mausund*^b.



Heftet Miljøovervåking i tareskogen, er skrevet for deltakere som tar videreutdanningskurset teknologi og forskningslære SKOLE6625. Det gir en oversikt over hva som inngår på ekskursjon med forskningsfartøyet F/F Gunnerus på ekskursjonsområdet Mausund i Frøya kommune. Deler av heftet kan brukes i opplæringen av elever i teknologi og forskningslære (ToF), biologi og naturfag.

Det gis på kurset eksempler på hvordan koblingen kan være mellom teknologi og biologi.

Overordnede tema i kurset er tare som bioindikator og bruk av undervannsfartøyet MauSea ROV og SeaView ROV.

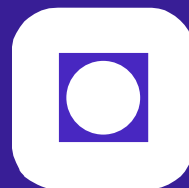
Analyse av taren kan gi svar om essensielle og toksiske elementer holder seg stabil fra år til år. Bruk av ROV er med på å avdekke om det er synlig forurensing i området og samtidig få målt abiotiske faktorer som dybde, temperatur, pH, oppløst oksygen og ledningsevne for å kunne få beregnet salinitet.

Hilde Ervik

Lektor ved Byåsen vgs. og
Universitetslektor ved Skolelaboratoriet NTNU

E-post: hilde.ervik@ntnu.no

NTNU



Skolelaboratoriet
for matematikk, naturfag og
teknologi

<http://www.skolelab.ntnu.no>