

Rev 1.0

*Hilde Ervik og Odd Arne Arnesen*

# Bærekraftig utvikling i havet



NTNU



Trondheim

Institutt for  
lærerutdanning

Skolelaboratoriet  
for matematikk, naturfag  
og teknologi

Mars 2019



# **Bærekraftig utvikling i havet**

**Hilde Ervik og Odd Arne Arnesen**

## **Bærekraftig utvikling i havet**

Trondheim 2019

Layout og redigering: Hilde Ervik og Odd Arne Arnesen

Tekst og bilder: Hilde Ervik, Odd Arne Arnesen og Mausund Feltstasjon

Faglige spørsmål rettes til:

**Skolelaboratoriet for matematikk,  
naturfag og teknologi Institutt for lærerutdanning NTNU**

v/ Hilde Ervik

[hilde.ervik@ntnu.no](mailto:hilde.ervik@ntnu.no)

NTNU

Kalvskinnet (Akrinn/Lysholm)

Sverres gate 12 og 17

7491 Trondheim

NTNU

Realfagbygget, Høgskoleringen 5

7491 Trondheim

Telefon: 73 55 11 43

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

Rev 1.0 – 24.03.19

# Forord

Dette heftet er skrevet som et ressurshefte for lærere ved deltakelse på etterutdanningskurs med tema Bærekraftig utvikling i havet ved Skolelaboratoriet, NTNU. Det kan også brukes som ressurshefte i opplæringen av elever, når de jobber med temaet bærekraftig utvikling.

De siste årene er det blitt økt oppmerksomhet rundt hvor stort omfang det er av marint søppel i vår natur og hvilke langsiktige negative konsekvenser dette kan medføre. 2019 er det tredje året prosjektet Marint Søppel gjennomføres ved Mausund Feltstasjon. Erfaringer fra dette prosjektet, tas fram som eksempler i dette heftet, for å konkretisere ulike problemstillinger.

Morgendagens utfordringer i havet, hvordan løser vi de? Skal havet forbli bærekraftig for kommende generasjoner, må det tas grep blant oss som enkeltpersoner, nasjonalt og globalt. Vi kan nå se resultatene av 50 års forsøpling av havet og hvordan den påvirker næringskjeden.

Kurset er tverrfaglig og omfatter blant annet fagene naturfag, biologi og teknologi og forskningslære.

Mars 2019

Skolelaboratoriet ved NTNU  
Hilde Ervik

Eider AS, Mausund Feltstasjon  
Odd Arne Arnesen

Skolelaboratoriet for matematikk, naturfag og teknologi, NTNU



# Innholdsfortegnelse

Forord	5
Innholdsfortegnelse	7
Innledning	9
Bærekraftig utvikling	11
Prosjekt Marint Sjøppel	23
Læringsprogrammet Marint Sjøppel	24
Bærekraftig utvikling i havet.	27
Felt- og laboratoriearbeid	27
Kartlegging	28
Jordsjiktprøver	30
Vannprøver	33
Undervannsdroner (ROV) i undervisningen	34
Plast, mikroplast og miljøutfordringer	35
Mange erfaringer i mange rom	41
Referanser	44





# Innledning



*Figur 1. Bærekraftig utvikling i havet. Et rent hav i dag og i fremtiden.*

Resultatene av 50 års forsøpling av havet kommer til syne når marint søppel lander på strender, holmer og skjær. Det har vært gjennomført utallige ryddeaksjoner langs Norskekysten og resultatene her viser enorme mengder marint søppel, hvor plast utgjør størstedelen. I Meld.St. 45, rapporteres det at i 2010 var den globale tilførselen av plast til havet estimert til å være mellom 4,8 og 12,7 millioner tonn. Hvis det ikke gjøres drastiske tiltak, vil det i 2050 være, målt i vekt, mer plast enn fisk i havet (Klima- og Miljødepartementet, 2017). Dette er skremmende fakta,

og enda kjenner vi ikke hele bildet. Det er manglende kunnskap på hvilke konsekvenser det kan føre til, hvis plast blir liggende i naturen.

I årene framover vil havet komme til å bli en stadig viktigere arena for matproduksjon og at sjømaten er ren og sunn. Fokuset på forurensningen av havet vil også av den grunn øke.

Kunnskapsbygging er viktig for at det skal skje holdningsendringer, både blant unge og eldre. Det må endres holdninger til hvordan vi skal håndtere søppel både lokalt og globalt. Viktige bidrag er at det produseres mindre engangsartikler laget av plast.

Marint søppel som blir liggende på holmer og skjær, vil over tid bli nedgrodd i bakken og fragmenteres til mindre biter, og blir etterhvert til mikroplast. Gjennom flere år dannes det lag på lag med søppel i strandsonen og nye stormer virvler opp mye og driver det ut på sjøen igjen. Oppsmuldring av plast tar mange år, men det viser seg at ulike plasttyper fragmenterer raskt når det blir liggende ute i naturen og blir utsatt for UV-stråling, kulde, vind og nedbør.

Det er viktig å gi ungdom og voksne kunnskap om hvor skadelig plast er, når det blir liggende i naturen. Gjennom opplæringen i skolen, kan ulike undervisningsopplegg bidra til bevisstgjøring, som igjen vil forebygge at forsøpling tiltar i årene som kommer.

# Bærekraftig utvikling



*Figur 2. En bærekraftig utvikling for dyr- og fugleliv.*

Uten at bærekraftig utvikling ligger til grunn for all matproduksjon, vil produksjon til slutt stoppe opp. FNs bærekraftsmål for miljøet er å stoppe klimaendringene innen 2030.

Langsiktige planer her hjemme tilsier stor økning i produksjon av fisk og andre sjørelaterte produkter i årene som kommer. Det er stor usikkerhet omkring hvor stor påvirkning plast og annen forurensning har på livet i havet. Noe alle er enig om er at det vil få konsekvenser, og at flere arter vil forsvinne.

## **FNs bærekraftsmål**

FNs bærekraftsmål virker inn på alle våre avgjørelser. Norge som nasjon har forpliktet seg for disse målene.

FNs bærekraftsmål består av 17 mål. Disse er igjen delt opp i 169 delmål. Målene skal fungere som en felles global retning for land, næringsliv og sivilsamfunn (FN-Sambandet).



Figur 3. FNs bærekraftsmål.

Tidligere hadde vi tusenårsmål, de er nå erstattet av FNs bærekraftsmål. I motsetning til tusenårsmålene, gjelder FNs bærekraftsmål for alle land. Dette heftet har fokus på havrommet og derfor er det naturlig at å gå i dybden på samfunnsutfordringer omkring FNs bærekraftsmål nr. 14; *Liv under vann.*

### **Bærekraftsmål nr. 14 - Liv under vann**

**"Bevare og bruke hav og marine ressurser på en måte som fremmer bærekraftig utvikling"**

Det er verdenshavene, deres temperatur, kjemi, strømminger og liv, som driver de globale systemene som gjør det mulig for mennesker å leve på jorda. Regn, drikkevann, været, klimaet, mye av maten vår og til og med lufta vi puster inn er til syvende og sist regulert av havet.

Marine næringer er viktige for å dekke økende etterspørsel etter mat, energi og medisin i framtiden. Slik byr havet også på muligheter for nye arbeidsplasser og økonomisk vekst.

### **Delmål til mål bærekraftmålet, Liv under vann**

14.1) Innen 2025 forhindre og i betydelig grad redusere alle former for havforurensning, særlig fra landbasert virksomhet, herunder forurensning forårsaket av flytende vrakrester og næringsstoffer.

14.2) Innen 2020 forvalte og verne økosystemene i havet og langs kysten på en bærekraftig måte for å unngå omfattende skadevirkninger, blant annet ved å styrke systemenes motstandsevne og iverksette gjenopprettende tiltak for å gjøre havene sunne og produktive.

14.3) Mest mulig begrense og håndtere konsekvensene av havforsuring, blant annet gjennom økt vitenskapelig samarbeid på alle nivåer.

14.4) Innen 2020 innføre effektive tiltak for å regulere høsting og få slutt på overfiske, ulovlig, urapportert og uregulert fiske samt ødeleggende fiskemetoder, og iverksette vitenskapelig baserte forvaltningsplaner for at fiskebestandene snarest mulig kan gjenopprettes minst til et nivå som kan gi best mulig bærekraftig avkastning ut fra bestandenes biologiske særtrekk.

14.5) Innen 2020 bevare minst ti prosent av kyst- og havområdene, i samsvar med nasjonal rett og folkeretten og på grunnlag av den beste vitenskapelige kunnskapen som er tilgjengelig.

14.6) Innen 2020 forby visse former for fiskerisubsidier som bidrar til overkapasitet og overfiske, avskaffe subsidier som bidrar til ulovlig, urapportert og uregulert fiske samt unngå å innføre nye tilsvarende subsidier, og samtidig erkjenne at en hensiktsmessig og effektiv

særbehandling og differensiert behandling av utviklingslandene og de minst utviklede landene bør være en integrert del av Verdens handelsorganisasjons forhandlinger om fiskerisubsidier.

14.7) Innen 2030 øke de økonomiske fordelene for små utviklingsøystater og de minst utviklede landene som følge av en bærekraftig bruk av marine ressurser, blant annet gjennom bærekraftig forvaltning av fiskerier, akvakultur og turistnæringen.

14.a) Styrke vitenskapelig kunnskap, bygge opp forskningskapasitet og overføre marin teknologi, og samtidig ta hensyn til kriterier og retningslinjer fra Den mellomstatlige oseanografiske kommisjon for overføring av marin teknologi, med sikte på å bedre tilstanden i havet og øke det marine artsmangfoldets bidrag til utviklingen i utviklingslandene, særlig i små utviklingsøystater og de minst utviklede landene.

14.b) Gi fiskere som driver småskala fiske med enkle redskaper, tilgang til marine ressurser og markeder.

14.c) Øke bevaringen og en bærekraftige bruk av havene og havressursene ved å gjennomføre folkerettslige bestemmelser slik de er nedfelt i FNs havrettskonvensjon, som utgjør rettsgrunnlaget for bevaring og bærekraftig bruk av havet og havressursene, slik det også framgår av punkt 158 i FN-rapporten «The Future We Want» (FN-Sambandet).

## Bærekraftig utvikling

*Bærekraftig utvikling handler om å ta vare på behovene til mennesker som lever i dag, uten å ødelegge framtidige generasjoners muligheter til å dekke sine.*

Bærekraftsmålene reflekterer de tre dimensjonene i bærekraftig utvikling: klima og miljø, økonomi og sosiale forhold.



*Figur 4. De tre dimensjonene i bærekraftig utvikling.*

Uten at bærekraftig utvikling ligger til grunn for all matproduksjon, vil produksjon til slutt stoppe opp.

FNs bærekraftsmål for miljøet er å stoppe klimaendringene innen 2030.



*Figur 5. En blanding av marint søppel.*

Mausund Feltstasjon har siden 2012 jobbet med flere undervisningsopplegg, forskningsprosjekter og andre prosjekter innen marin forøpling.

Det som kan trekkes frem fra denne perioden, er den voksende interessen for bærekraftig utvikling i samfunnet, spesielt blant barn og unge. Fra at dette har vært et tema som statsledere har diskutert, ofte med økonomiske interesser i fokus, ser vi i dag at barn og unge over hele kloden står frem og forventer en langt raskere handlingsplan, enn det som til nå har vært tilfelle. Engasjementet skaper et godt grunnlag for økt motivasjon og læring.





Sto opp for klimaet: Rundt 3000 skoleelever møtte opp under fredagens klimastreik i Trondheim.  
Foto: KIM NYGÅRD

## Fra ungdommen

Titusener av barn og unge over hele landet forlot i går klasserommene for å rope ut sin bekymring. Men kommer ropet for sent? Klimaet har allerede endret seg. Og det endrer Trøndelag. **Nyheter** » side 2, 3, 10, 11 og **UKEADRESSA**

Figur 6. Innlegg i Adresseavisen i mars 2019, som viser engasjerte barn.

I de neste delkapitlene gis noen refleksjoner rundt hvordan elever kan engasjeres innenfor temaet bærekraftig utvikling.

Undervisningsopplegget Marint Sjøppel beskrives mer detaljert i et eget kapittel. Gjennom prosessen med foredrag, felt- og lab. arbeid og presentasjon av resultatene fra dette, vil det gi elevene en god prosess for dybdeløring, og at elevene kan oppnå dybdeløring innenfor et definert område under temaet bærekraftig utvikling.

Når eleven har oppnådd dybdeløring, vil læringsutbyttet kunne vurderes. Det er nær sammenheng mellom dybdeløring og kompetanse. Eleven er da i stand til å bruke det som er lært i en ny sammenheng (Meld.St.28,2015).

## **Bærekraftig utvikling i våre nærrområder**

*Spiller det noe rolle* spør mange. En annen kommentar er at *slik har vi bestandig gjort det*. Dette er kommentarer mest fra godt voksne, og spesielt menn.

Meninger om temaet skiller seg ut blant unge, menn og kvinner. Spesielt blant mange menn er holdningen at f.eks marint søppel og forurensning ikke er avgjørende for klodens fremtid.

I undervisningssammenheng er vi klare på at det spiller en rolle! FN's bærekraftsmål har Norge som nasjon forpliktet seg for.

Verdenshavens temperatur, innhold, strømminger og liv, er selve grunnlaget for at mennesker kan leve på jorda. Alt rundt oss som drikkevann, jordbruk, havbruk, all matindustri og annen industri på hele kloden er regulert av havet.

Mange snakker om problemer, sånn er det med forsøpling i havene også. Hvis vi derimot heller ser på det som en utfordring, vil vi få en helt annen tilnærming til dette. Problemer vil ofte bli møtt med skeptisk, mens derimot utfordringer vil for mange vekke nysgjerrighet og skaper interesse. Slik er det i undervisningen også.

Nyhetsbildet preges hver dag av negativ ladet informasjon som mange er mettet av. Ved at elevene får presentert utfordringer de skal løse, vil kreativiteten blomstre. En negativ ladet tilnærming får negativ innvirkning på kreativiteten.

I våre nærrområder har vi på en eller annen måte infrastruktur som er tilknyttet havet. Kastes avfall i grøfta på Kongsvinger, Røros, Karmøy, Frøya eller langt inne på Finnmarksvidda, vil alt dette før eller siden

havne i sjøen. Det tar eksempelvis noe lengre tid før avfall fra Røros havner der, men på veien vil forurensningen gjøre skade hele veien. Hva med vårt eget nærområde, i byen, på landet eller eksempelvis på en øy som Mausund helt ute i havgapet utenfor Frøya, har vi noen likheter? Elevene kan utfordres på bymiljø, industri, samferdsel, infrastruktur eller det lokale gatekjøkkenet.

## **Klima**

Klimapåvirkningen mener mange at vi mennesker ikke har påvirkning på. Det går vi ikke i dybden på, men at vi på kloden kan gjøre en forskjell, det hersker det liten tvil om.

Det er mange motsetninger mellom oss mennesker, vi har økonomiske, geografiske, sosiale og mange andre forskjellige ståsteder som gjør dette komplekst.

Når elevene utfordres på klima, kan også økonomi tas inn for et større bilde. Innen matproduksjon blir vi oppfordret til å spise bærekraftig produsert mat. En potet fra Tynset, Kypros, Kanada eller Sør Amerika, spiller det noen rolle hvor den kommer fra?

Er det bærekraftig hvis vi kjøper en sekk poteter fra Kypros, når samme poteten ligger i hylla fra Tynset? Er vi villige til å endre våre mønstre?

Hva påvirker våre egne forbruksvalg?

FNs bærekraftsmål for livet under vann har blant annet som mål å legge til rette for at fiskere som jobber i småskala skal få lettere tilgang til markeder, noe som langt på veg vil være mer bærekraftig, enn at fisken sendes rundt halve kloden for konsum.

Her hjemme har vi en vei å gå før dette kan realiseres. Skal den lokale fiskeren kunne få tilgang til «lokalt marked», må gjeldende regelverk

forenkles. I dag begrenser gjeldende regelverk en slik mulighet. Her ser vi en klassisk utfordring, der nasjonale lover og regler ikke er tilpasset globale vedtak som vi har forpliktet oss å følge.

Klimaendringene påvirker i større og mindre grad alle mennesker på kloden. Mange er på flukt på grunn av mangel på mat og vann, men også på grunn av at livsgrunnlaget av forskjellige årsaker er blitt revet bort. Industrien har siden den industrielle revolusjon vært preget av en kontinuerlig effektivisering. Tidligere skjedde alt med muskelkraft, til i dag en industri i stor grad preget av teknologi.

Fra industrirevolusjon på 1700 tallet, til i dag, har det vært en mangedobling av befolkningsveksten. Her har vi et spenn på omlag 300 år. Setter vi dette i inn en bærekraftig kontekst, er det for mange næringer en uheldig utvikling med mange motsetningsforhold. Kulldrift kan være et eksempel på en næring som ikke har vært bærekraftig. Den, sammen med andre fossile brenselskilder, omtales som såkalt skitten energi.

For å dra dette ned fra et globalt forhold til våre nærområder, kan elevene;

- Utfordres på energiproduksjon, og se på hvor kommer energien ifra, som bruker i dette øyeblikk.
- Se på industri i nærområdet. Eksempelvis Havbruk, er denne bærekraftig i dag? Hva med i morgen eller om 50 år? Hva med motsetningsforhold innen de enkelte næringene? Mat er vi avhengig av, hva så om noen næringer ikke er bærekraftig i dag?

Videre ser vi på hvordan nærmiljøet påvirker det globale bildet.

- Hva definerer vi som nærmiljø? Er det området vi bor på, er det byen, kommunen eller fylket vi bor i? Hva med nærmiljøet til «Peter og Jane» i en liten industriby på østkysten av England, er det nært nok? Eller er det et perifert område som ikke vedkommer oss?

Er det synergier her som gjør at vi bør se på bærekraftig utvikling i et større bilde?

- Hvilken påvirkning har vi hver i dag på det globale bildet?
- Hvis det er forurensning fra lokal industri, vil denne få innvirkning på det globale bildet?

### **Sirkulærøkonomi**

Sirkulærøkonomi er et begrep som i dag brukes som en fellesnevner for hvordan vi kan utnytte klodens ressurser på en bærekraftig måte.

I dag graves eksempelvis tauverk ned i deponier, og plast brukes til energi. Dette er ikke en bærekraftig bruk av materialene, og fremover vil det forskes ny teknologi som vil bidra til at disse materialene kan gjenvinnes.

Globalt må vi tenke annerledes om morgendagens utvikling av industri og næringsutvikling, og hvordan vi som enkeltmennesker tilpasser vårt levesett og forbruk. Dette vil medføre økt satsning på fornybare energikilder, og vi må i langt større grad tilpasse råmaterialer slik at de er gjenvinnbare.

På kort sikt vil dette komme i konflikt med markedsøkonomiske styringsmodeller. På lang sikt vil bl.a. mangel på enkelte råvarer være med å finne løsninger som vil bidra med økt fokus på klima og økt

verdiutvikling, løsninger som setter et mindre fotavtrykk på kloden enn det som er tilfelle i dag.

Som en avslutning på Sirkulærøkonomi vil oppgaver på interessekonflikter, og hvordan bærekraftig utvikling og klima vil være med å forme fremtiden.



*Figur 7. Tauverk som er havnet i sjøen.*

Bildet over viser tauverk som har havnet i sjøen fra lokal havbruksnæring. Tauverket er et eksempel på lokal forurensning som er en utfordring for bærekraftig utvikling i havet.

# Prosjekt Marint Sjøppel

Prosjekt Marint Sjøppel har vært et samarbeidsprosjekt mellom Mausund Feltstasjon og NTNU siden 2014.

Idéen er å sette marint søppel inn i et større bilde der vi ser på opphav, konsekvenser og hva må til for å reversere konsekvensene av forsøplingen.

I oppstarten ble det fokusert på hvordan mikroplast tas opp i næringskjeden igjennom dissekering av fisk og pattedyr. Etterhvert er prosjektet utvidet til storstilt rydding av marint søppel. Dette arbeidet utføres av faste ansatt, som i løpet av de siste 3 årene har tilegnet seg stor erfaring og kunnskap på området.



*Figur 8. Marint søppel fra alle verdens hjørner.*

## Læringsprogrammet Marint Sjøppel

Siden oppstart av ryddingen, har Mausund Feltstasjon brukt arbeidet som en læringsplattform der skoleklasser, politikere og frivillige har vært med ut i felt. Her får de innblikk i effektive metoder i rydding, men også et innblikk i konsekvenser når plasten blir liggende i naturen over flere år.

Det er den praktiske tilnærmingen til temaet som har lagt grunnlaget for Læringsprogrammet Marint Sjøppel. Læringsprogram ble utviklet ved Mausund Feltstasjon i 2015 og det tar for seg utfordringer med marint søppel. Læringsprogrammet er blitt presentert på videregående skoler med gode erfaringer.

Erfaringen fra undervisningen:

- Undervisningsforløpet som er gjennomført de siste to årene, viser en voksende interesse for dette temaet i skoleverket.
- Forelesning blant mindre og større grupper. Det har vært fra klasser med noen få elever, og til auditorium med over 100 elever. Det ideelle har vist seg å være klassevis undervisning.
- På videregående skole er læringsprogrammet presentert for de fleste faglinjer. Størst interesse har overraskende nok vært klasser med realfag. Størst utfordring med å få til en god læring på dette temaet har vært på yrkesfag og i klasser som ikke direkte identifiserer seg selv og utdanning rettet mot havrommet.
- Undervisningsopplegget er også brukt på maritime fagskoler. Temaet er da fagtilpasset med fokus på MARPOL (The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships), noe som gjorde at studentene kunne identifisere



sammenhenger mellom utdanning og yrke og sette de inn i et større miljømessig perspektiv. Samme opplegg har en overføringsverdi til andre studieretninger.

- Vi har prøvd ut forskjellige teknikker for læring innen temaet. Størst interesse har det vært der vi greier å koble inn lokale kjente utfordringer i undervisningen. En annen tilnærming som er god, er overføring av egen interesse til prosjekter. Det er flere gode eksempler der elevene tar med seg utfordringer med bærekraftig utvikling inn i skoleprosjekter.

Temaet **bærekraftig utvikling**, slik det er presentert i

Læringsprogrammet, er lagt til rett for tverrfaglig undervisning.

- I undervisningssammenheng bidrar feltarbeid til at elevene får egne opplevelser omkring bærekraftig utvikling. Vi ser også at feltarbeid i stor grad bidrar til økt konsentrasjon og læreevne ellers i skolesammenheng.
- Innen realfag kommer både matematikk, naturfag, fysikk og Teknologi og forskningslære (ToF) til anvendelse.
- I fag hvor planlegging og gjennomføring av prosjekt hvor forskningsarbeid inngår, vil vi anbefale at prosjektene gjentas over flere år. Ved Mausund feltstasjon har vi testet ut dette siden 2012 med gode resultater. Nye elever bruker da tidligere forskning i undervisningen som forberedelse, og med slik kontinuitet vil arbeidet de gjør lett kunne sidestilles kvalitativt med erfarne forskere.
- Ved utvelgelse av prosjekter vil det være en fordel med prosjekter som kan gjentas over år. Fordelen vil for mange være at de leser seg opp på tidligere års resultater, og står sterkere faglig med

egen utføring. Slik vil det bli mere dynamikk i egenutviklingen og læringsprosessen.

- For yrkesfag har mange en litt annen tilnærming til temaet. En god del av elevene har variert bakgrunn, og ofte innen de yrker de utdanner seg til. Felles for alle disse kan være temaer som olje, avfall, gasser, forsøpling, anleggs logistikk osv.

Som et resultat av feltarbeid, forskning og lab.arbeid utfordres elevene til å tenke fremdriftsrettet og globalt. For å engasjere elevene i kreative tanke prosesser, kan spørsmålene under være til hjelp, og kanskje være med å stimulere interesser for høyere utdanning.

- Er det mulig med vekst i fiskeri og sjømatproduksjon hvis forurensningen til havs ikke reverseres? Eller kan vi snu på det og spørre om det økt produksjon av sjømat som er fremtiden?
- Ivaretar moderne naturforvaltning bærekraftig utvikling av naturen?
- Hva skal til for å økt satsning på sirkulærøkonomi?
- Greier vi å snu klimaendringene og forurensningen av havet, og samtidig opprettholde økonomisk vekst?
- Har vi riktig sammensetning i fag og utdanning av morgendagens ingeniør og leder?

## Bærekraftig utvikling i havet. Felt- og laboratoriarbeid

Erfaringer fra prosjektet Marint Sjøppl, viser hvor viktig det er at flest mulig kommer ut til de hardt berørte områdene hvor det er mye marint søppel. Vi ser ofte at elever som er med i felt, får en større forståelse for aktuelle utfordringer og igjennom oppdrag de skal løse, oppnår de økt læringsutbytte. Ved gjennomføring av Læringsprogrammet ved Mausund Feltstasjon, blir det først felles foredrag og deretter deles elevene inn i grupper, hvor de samler inn marint avfall, sorterer og kategoriserer og bestemmer opphavsland.



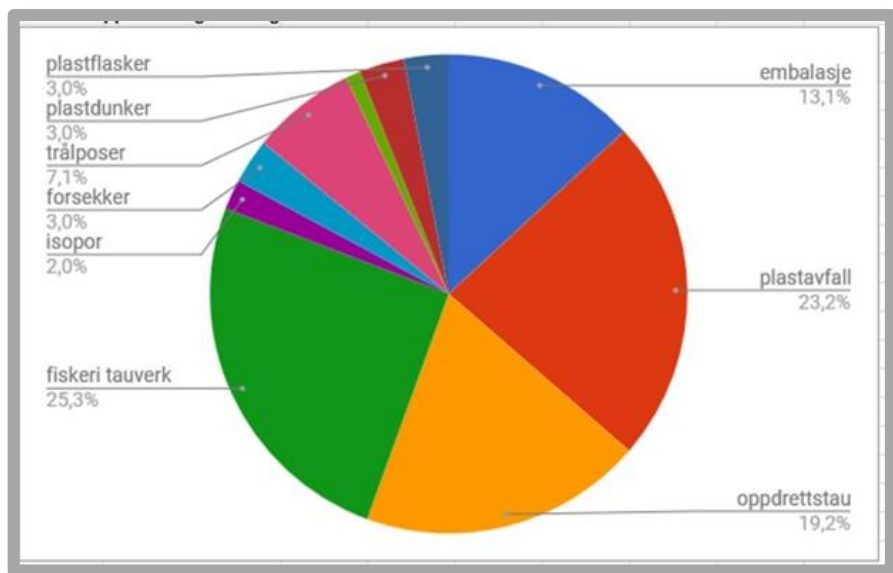
*Figur 9. Elever fra videregående skole som gjennomfører feltarbeid.*

Det gir et helt annet inntrykk med egen erfaring fra feltarbeid, enn å høre, eller lese, om utfordringene eksempelvis marint søppel i naturen gir.

På tur i disse områdene kan en se forsøpling med egne øyne, høre det knaser under føttene fra nedgrodd plast og oppleve ved oppryddingen, at når du først setter deg ned ved en stor stein, eller busk, vil det ingen ende ta hva du kan dra fram av plast og annet marint søppel. Dette eksemplet brukes med bra resultat når elevene vurderer kort- og langsiktig konsekvenser. I biologi og kjemi vil det være naturlig å se på organiske- og uorganiske miljøgifter.

## Kartlegging

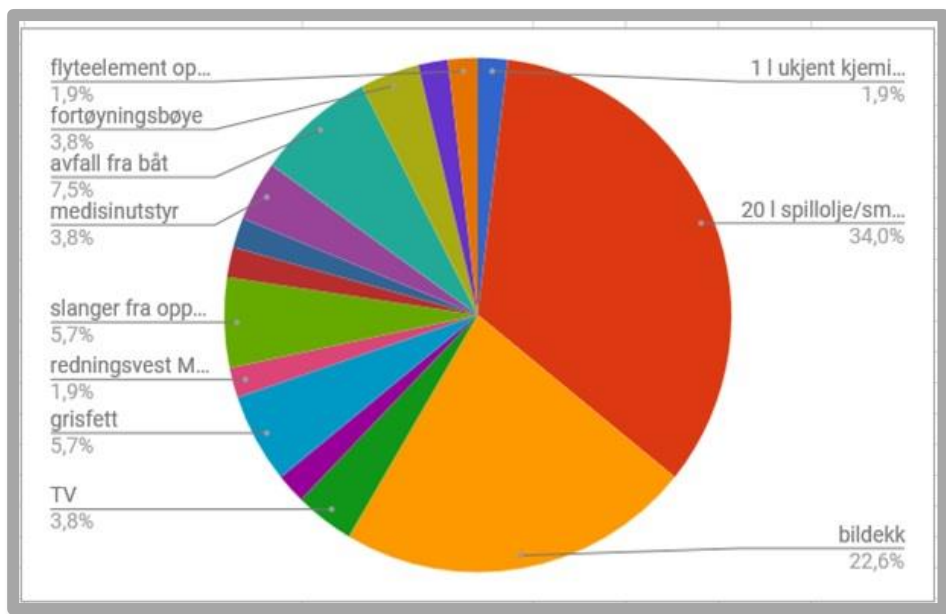
De grafiske framstillingene under viser resultater fra kartlegging av innsamlet marint avfall i 2017 ved Mausund Feltstasjon. Det var fiskeri- og oppdrettstau, plastavfall og emballasje, som utgjorde de største



Figur 10. Oversikt over hvordan marint søppel sorteres i ulike kategorier.

segmentene under kategorien plast. Under kategorien annet, ble det samlet inn mye spillolje og kjemikalier på dunker og bildekk.

I 2017 utgjorde slanger fra oppdrettsnæringen 5,7%, men der er det observert en betraktelig økning i 2018.



Figur 11. Ulike segmenter innenfor kategorien annet.

Ved innsamling av marint søppel, er det mye emballasje hvor teksten er lesbar. På denne måten kan opphavsland identifiseres, og ved å se på datomerking, får vi opplysninger hvor lenge denne emballasjen har ligget i området.

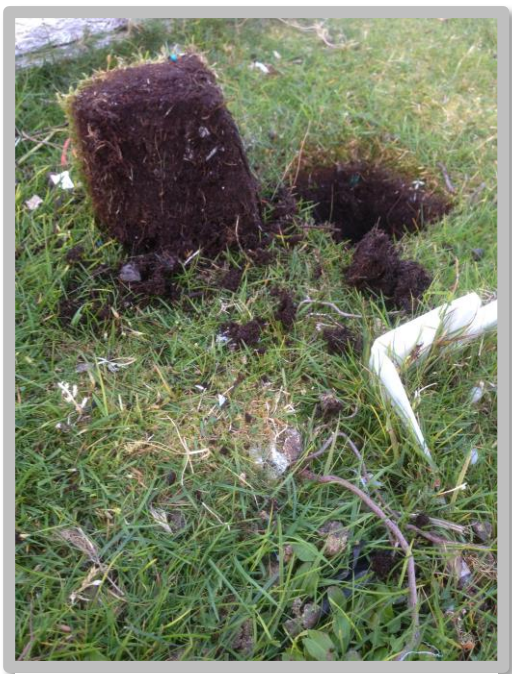
## **Feltarbeid**

Feltarbeidet foregår på holmer og skjær. Det er utfart i småbåter fra Mausund Feltstasjon. Første del av feltarbeidet går ut på å orientere seg i terrenget. Førsteintrykket kan være at det ikke er mye marint søppel i området. Det er ikke alltid at hovedtyngden ligger synlig i terrenget. Men når man får kjennskap til hvor man skal se etter marint søppel, som for eksempel under einebusker og mellom kløftene, er det mye å ta tak i. Feltarbeidet går først ut på å samle marint søppel i plastsekker og dette tas med tilbake på feltstasjonen. Der legges dette utover gulvet for kategorisering og identifisering av opphavssted.

## **Jordsjiktprøver**

Når marint søppel blir liggende i naturen i mange år, vil det gro ned. Tauverk vil fragmenteres til små fibrer på makro- og mikronivå og materialer laget av annen plast, blir sprøtt når det utsettes for vær og vind og vil smuldre opp til små partikler. Alt dette vil legge seg lag på lag nedover i jordsmonnet.

For å studere dette nærmere, tas det under feltarbeidet en eller flere jordsjiktprøver.



*Figur 12. Jordsjiktprøve hentes inn under feltarbeidet.*

Press jordprøvetakeren, eller en spade loddrett ned i jorda, ca 30-40 cm. Gjenta dette fire ganger, slik at du får et kvadrat på ca 20 x 20 cm. Ta opp jordklumpen og legg den i en plastkasse. Tas med inn på feltstasjonen. Ta også med løsmasse som blir liggende i bunn av gropa, da det i denne kan være mye mikroplast.

### **Lab.arbeid på feltstasjonen**

Jordsjiktprøvene tas med inn på feltstasjonen og studeres nærmere. En observasjon er hva som kan ses med det blotte øyet. Under godt lys er det mulig å se små partikler ned til 5 mm. Spesielt de som er fibre fra tauverk og er tilsatt sterke farger. En annen observasjon er å ta ut en prøve fra jordsjiktprøven og legge i en petriskål og studere under en stereolupe. Stereolupen har påmontert NightSea utstyr.

Ved denne undersøkelsen bekrefter, eller avkrefter du om det er mikroplast tilstede i jordsjiktprøven.

Det kan av og til være en fordel å ta med sjiktprøvene tilbake til skolen, da de etter noe tid med tørking kan være enklere å avdekke mikroplast.



*Figur 13. Stereolupe med Night Sea utstyr påmontert.*





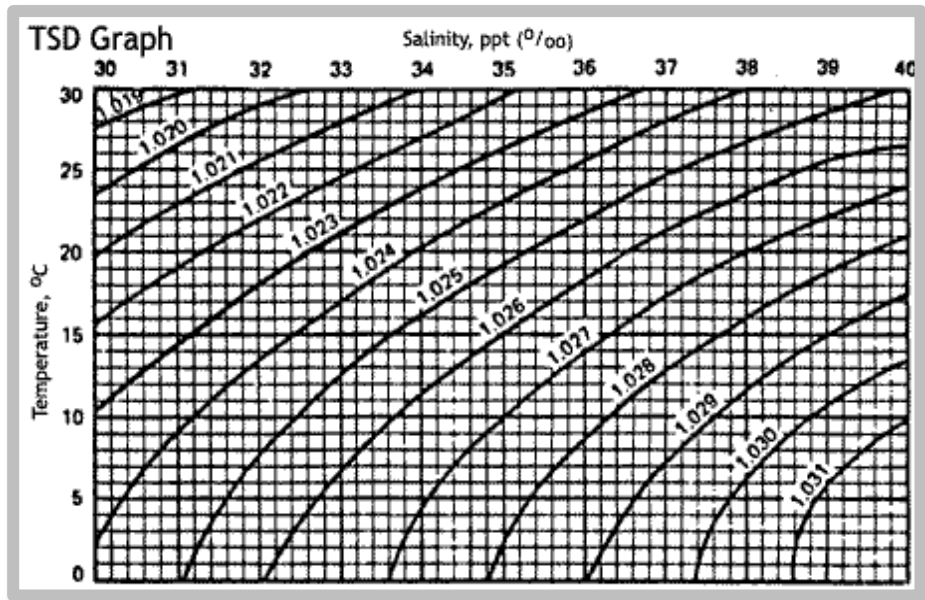
*Figur 15. Jordprøve med mikroplast.*



*Figur 14 Prøvene studert under stereolupe med Night Sea utstyr*

## **Vannprøver**

Vannprøver kan tas fra vannene på holmer og skjær. Aktuelle parametere å måle er pH, temperatur, salinitet og oppløst oksygen. Prøvene samles opp i plastflasker, merkes og tas med til feltstasjonen. Temperatur og densitet (tetthet) kan måles manuelt ute i felt med termometer og hydrometer. Salinitet kan senere avleses på kurve ut ifra resultatene på temperatur og densitet.



Figur 16. Grafisk fremstilling som viser sammenheng mellom temperatur, denistet og salinitet.

På feltstasjonen analyseres vannprøvene med Pasco sensorer for pH, salinitet og oppløst oksygen. Se egen beskrivelse for måling med Pasco sensorer i heftet *Miljøovervåking i tareskogen*.

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

## Undervannsdroner (ROV) i undervisningen

Ifølge Klima og miljødepartementet (2017), vil over 70% av plasten som har endt opp som marint søppel synke og blir liggende på havbunnen. Stor deler av dette legger seg i dype kløfter på havbunnen. De resterende prosentene av plast som marint avfall, er fordelt på det som flyter og det som ligger i strandsonen og på holmer og skjær.

For å kartlegge havbunnen og lokalisere marint søppel, er ROV (undervannsdroner) godt egnet.

Ved felt- og prosjektarbeid ved Mausund Feltstasjon, bruker vi egne undervannsdroner (SeaView ROV), for å kartlegge havbunnen på ekskursjonsområdet. Når marint avfall avdekkes på havbunnen, noteres posisjonen, for at det senere skal ryddes opp.

## **Plast, mikroplast og miljøutfordringer**

Siden 1950 har det vært produsert 8,3 milliarder tonn plast. Plast er lett, billig og holdbart. Det er mange fordeler med plasten (Norsk Polarinstitutt).

Ved produksjon av plast, tilsettes plasten uorganiske og organiske miljøgifter, for å oppnå ønskede egenskaper med plasten. De ønskede egenskapene kan blant annet være hardhet, tøyelighet, mykhet, styrke og farge. Et utvalg av de uorganiske stoffene er bly, kadmium, krom, nikkel, sink, kobolt, jern og titan. De tilsettes som pigment og stabilisatorer. Flere av de nevnte uorganiske stoffene, for eksempel kadmium, er i dag forbudt brukt i plastprodukter som selges i Norge.








De uorganiske miljøgiftene har flere uheldige egenskaper:

- toksisk - med det menes giftig og kan gi skadelige effekter på helse og miljø.
- bioakkumulerer - oppkonsentreres i organismer
- transporteres over lange avstander

Et eksempel på bioakkumulering er hvordan kadmium (Cd) akkumulerer i brunmaten hos taskekrabbe (*Cancer pagurus*). Dette er dokumentert i flere undersøkelser langs norskekysten. På området Mausund er det gjort undersøkelser i en syvårsperiode, men det er så langt ikke dokumentert kilder for de høye konsentrasjonene av Cd i taskekrabbe (Ervik et al. 2018).

Tabell 1 viser oversikt over plasttypene som det produseres mest av og som er de mest brukte og kan resirkuleres. Trekantsymbolene skal gjøre det lettere å sortere dem (Baune, 2004).

Tabell 1 Oversikt over plasttypene det produseres mest av og som kan resirkuleres.

<p><b>PET</b> Polyetylenftalat Brusflasker, matemballasje, tepper, cord til bildekk, ...</p>	
<p><b>HDPE</b> High Density Polyetylen (med høy tetthet) Flasker, særlig til matvarer, løsningsmidler og kosmetikk, leketøy, innpakking, bensintanker, gassrør, avløpsrør, ...</p>	
<p><b>PVC</b> Polyvinylklorid Vindusrammer, gulvbelegg, tapet, plater, takrenner og nedløp, bankkort, isolasjon på ledninger, plasmaposer til blod, (de tidligere) grammofonplatene, CD-plater, ...</p>	
<p><b>LDPE</b> Low Density Polyetylen (med lav tetthet) Klebefilm til innpakking, bæreposer, ...</p>	
<p><b>PP</b> Polypropylen Bokser til smør, yoghurt, bruskasser, - korker. Fleecefiber. Alle lakkerte støtfangere til biler.</p>	
<p><b>PS</b> Polystyren Til innpakking av meieriprodukter. Tape, kassetter, leketøy, reklameskilt, chassiser til elektriske apparater/TV, skuffinnlegg, kopper og tallerkener. Også isopor.</p>	
<p><b>Annen plast</b> som brukes i små kvanta slik at det ikke lønner seg å resirkulere, men går til energigjenvinning. Her også herdeplast</p>	

Polyamid (PA), for eksempel nylon, brukes mye i tauverk. Tauverk samles inn i store mengder under prosjektet Marint søppel.

Når plast havner i naturen og blir liggende ute i naturen, vil plasten fragmenteres opp og prosessen går ekstra raskt når det blir liggende utsatt for vær og vind med skiftende temperatur, solintensitet, UV-stråling og saltvann. I kontakt med vann, vil miljøgifter trekkes ut fra plasten.



*Figur 17. Plast som ligger i vann på holmer og skjær.*

Det er fremdeles uvisst hvor hurtig makroplast fragmenteres til mikroplast, men plastavfall i marint miljø, vil være en kontinuerlig kilde til mikroplast, som i seg selv også er økende. Det er derfor rimelig å anta at marin forøpling er den største kilden til mikroplast.

Klima- og miljødepartementet (2017), skriver i Meld. St. 45 at marin forurening og spredning av mikroplast er et raskt økende miljøproblem og en trussel både mot dyreliv langs kyst og i hav, mot sjømatressursene og mot menneskers bruk av kyst- og havområdene.

Det er flere kilder til mikroplast. Disse er plastavfall i marint miljø, dekkslitasje, kunstgressbaner, maling, syntetiske tekstiler, plastpellets, kosmetikk, offshore, avløp og overvann (Miljødirektoratet).

I dette heftet tas plast i marint miljø med som eksempler.

Mikroplast er partikler < 5 mm. Persistente organiske miljøgifter er tilsatt plasten under produksjon for å fremme egenskaper som hardhet, tøyelighet, mykhet, eller styrke. I tillegg vil persistente organiske miljøgifter feste seg til overflaten av mikroplast og mikroplast bidrar til å spre disse.



*Figur 18. Tau fragmenteres og blir til mikroplast. Godt egnet for studier o stereolupe med elever.*

I Stockholm-konvesjonen om persistente organisk miljøgifter, beskrives persistente organiske forbindelser (POPs, «persistent organic pollutants») ved at de har toksiske egenskaper, motstår nedbryting, bioakkumulerer og blir transportert via luft, vann og ved trekkende arter over internasjonale grenser og avsettes langt fra utslippsstedet, og der akkumuleres i terrestriske og akvatiske økosystemer (Lovdata.no, 2001).

De persistente organiske forbindelsene har flere uheldige egenskaper:

- toksisk - med det menes giftig og kan gi skadelige effekter på helse og miljø.
- motstår nedbryting - persistent, som vil si at de brytes sakte ned i miljøet.
- bioakkumulerer - oppkonsentreres i organismer
- transporteres over lange avstander

Fugler og dyr spiser plast, fordi de tror det er mat. Det gir en falsk metthetsfølelse og fører til avmagring. Mikroplast blir tatt opp i næringskjeden. Flere forskningsmiljøer jobber med prosjekter for å studere hvilke effekter mikroplast kan gi på organismer og hvilke effekter nanoplast kan gi, hvis mikroplast fragmenteres videre ned til nanostørrelser. Økt oppmerksomhet rundt miljø og helsemessige problemer plast kan medføre, har ført til økt satsing på å få istand nasjonale tiltak og internasjonale tiltak. Blant annet ble det på Kenyas Klimatoppmøte i uke 11, 2019, avtalt at de 170 deltakerlandene på FNs miljøforsamling har blitt enige om å forplikte seg til en betydelig reduksjon i bruk av engangspplast i løpet av det neste tiåret. EU forbyr engangspplast. Det ble vedtatt i 2018 og skal formelt godkjennes, og forbudet skal tre i kraft i 2020.



# **Mange erfaringer i mange rom**

## *En undervisningsmodell*

Undervisningsmodellen er utviklet av Merethe Frøyland, leder av Naturfagsenteret.

Undervisningsmodellen er:

- En måte å utvide klasserommet på (feltarbeid)
- En måte å organisere undervisningen (TfU)
- En måte å undervise på (variasjon og refleksjon)

Ved bruk av undervisningsmodellen er det lagt vekt på at det skal planlegges og settes av tid til både forarbeid, gjennomføring av feltarbeid og god tid til etterarbeid og refleksjon. Ved gjennomføring av et undervisningsopplegg, vil eleven få nytt syn på det kjente. Eksempelvis er eleven vant til å dra daglig forbi sjøen og spesielt på finværsdager ser sjøen og landskapet rundt idyllisk ut. Gjennom opplæringen vil elevene få kunnskap om marint søppel, hvilke helse- og miljøutfordringer det gir og de vil selv observere under feltarbeid hvordan det går, hvis plast blir liggende i naturen og gror ned. Ved å bruke ny teknologi som ROV, vil de også se hva som skjuler seg på havbunnen. Eleven vil etter gjennomført undervisningsopplegg få nytt perspektiv på det kjente og vil også være motivert for å lære mer.

Underveis i opplæring kan de oppleve “wow-effekten” hvis de støter på noe uventet under feltarbeidet. Det kan være magien bak opplevelsen, eller hvis de opplever å se at fugler bygger reirene sine av plast.



*Figur 19. Challenge.plastic. En utstilling på Realfagsbiblioteket på NTNU Gløshaugen høsten -18. Bildet viser en måke som står i et reir laget av plast.*

Gjennomføringen av feltarbeidet er utforskede. Det er ikke gitt på forhånd hva feltarbeidet gir som svar. Elevene har muligheter selv, under veiledning av lærer, til å bestemme hvordan de skal gjennomføre feltarbeidet. Hva de skal se etter? Om de skal gå over et større område og ta med de største tingene de ser, eller om de skal ta en ruteanalyse og dokumentere alt innenfor et gitt areal.

Å gjennomføre feltarbeid medfører at sosiale mønstre brytes. Stille elever blir mer aktive og læreren får en mer veiledende rolle og blir mindre autoritativ. Under felt- og lab.arbeid får elevene en virkelighetsnær opplæring. Det de gjennomfører, er også oppgaver som fagfolk jobber med.

Viktige spørsmål å stille seg når denne undervisningsmodellen planlegges er;

- Hva skal elevene bruke feltarbeidet til?
- Hva er det feltarbeidet kan bidra med som ikke kan gjennomføres i klasserommet?

### **En måte å organisere undervisningen må. Hva skal elevene forstå?**

Velg et tema. Hva er sentralt å forstå? Hva er overførbar kunnskap?

Velg rike tema.

Hva vil du at elevene skal forstå? Hvordan ser det ut når elevene forstår?

Mål for forståelse, gjør dem om til handlinger.

Hvordan vil du hjelpe elevene til å nå den forståelsen?

Kan elevene gjøre aktiviteten uten å forstå?

Hvordan er elevenes læringsprosess – er de på vei til målet?

Underveis vurdering.

Kan målet formuleres som et oppdrag? Ideelt sett skulle en bedrift, eller kommunen, gi elevene et oppdrag om å kartlegge hva som er av marint søppel i et område og i hvilket omfang det er i.

Her kan læreren lage et fiktivt oppdrag for en bedrift eller kommunen.

Å få et oppdrag av eksterne, kan virke motiverende i seg selv.

# Referanser

Baune, R. (2004). *Perspektiver på plast*. Hentet 16.03.19.

<https://www.naturfag.no/binfil/download2.php?tid=1536039>

Ervik, H. et al. (2018). *Toxic and essential elements in brown meat in Cancer Pagurus at Mausund, Norway*.

FN-Sambandet. *FNs bærekraftsmål*.

Lastet ned 22.03.19: <https://www.fn.no/Om-FN/FNs-baerekraftsmaal>

Klima- og Miljødepartementet (2017). *Meld. St. 45. Avfall som ressurs - avfallspolitikk og sirkulær økonomi*.

Meld. St. 28. (2016) *Fag – Fordypning – Forståelse — En fornyelse av Kunnskapsløftet*. Kunnskapsdepartementet.

Lovdata.no (2001). *Stockholm-konvensjonen om persistente organiske forbindelser*. Hentet 16.03.19:

<https://lovdata.no/dokument/TRAKTAT/traktat/2001-05-22-1>

Miljødirektoratet. *Miljødirektoratets overordnede vurdering av kilder og tiltak mot mikroplast – utdypende notat*.

Hentet 16.03.19.

<https://www.regjeringen.no/contentassets/57531d6df37b4f53b0e8318caf55d3f5/miljodirektoratets-overordnede-vurdering-av-kilder-og-tiltak-mot-mikropl....pdf>

Norges Naturvernforbund (2006). *Hva gjør vi med plasten?* Hentet

16.03.19 [https://naturvernforbundet.no/getfile.php/133639-](https://naturvernforbundet.no/getfile.php/133639-1259234799/Dokumenter/Rapporter%20og%20faktaark/2006%20og%202005/1%20Hva%20gjor%20vi%20med%20plasten.pdf)

[1259234799/Dokumenter/Rapporter%20og%20faktaark/2006%20og%202005/1 Hva gjør vi med plasten.pdf](https://naturvernforbundet.no/getfile.php/133639-1259234799/Dokumenter/Rapporter%20og%20faktaark/2006%20og%202005/1%20Hva%20gjor%20vi%20med%20plasten.pdf)

Norsk Polarinstittutt. *Plast*. Hentet 16.03.19

<http://www.npolar.no/no/fakta/plast.html>





Dette er et ressurshefte for bruk i arbeidet med temaet Bærekraftig utvikling i havet.

Heftet gir en oversikt over erfaring gjort i prosjektet Marint søppel og hvordan dette kan overføres i elevenes opplæring.

Sentralt i heftet er temaet bærekraftig utvikling og holdningsendring.

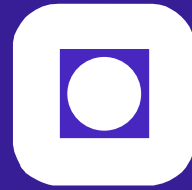
Heftet Bærekraftig utvikling i havet er en ressurs for opplæring i naturfag i grunnskolen og naturfagene i videregående opplæring.

Sammen med gjennomføring av felt- og laboratoriearbeid, bidrar undervisningsopplegget til ny kunnskap. Kunnskap er den viktigste faktoren til holdningsendring som må til, for å løse utfordringene plastforurensingen medfører.

Hilde Ervik  
Skolelaboratoriet NTNU  
[hilde.ervik@ntnu.no](mailto:hilde.ervik@ntnu.no)

Odd Arne Arnesen  
Eider AS Mausund Feltstasjon  
[mausund.feltstasjon@gmail.com](mailto:mausund.feltstasjon@gmail.com)

# NTNU



**Skolelaboratoriet**  
for matematikk, naturfag og  
teknologi