

BIOLOGISK MANGFOLD

ALGER OG DYR

VED KYSTEN

tokt/felt/lab.kompendium

Stein Fredriksen og Jahn Throndsen



MARIN BIOLOGI
INSTITUTT FOR BIOVITENSKAP
UNIVERSITETET I OSLO

Forord

Dette kompendiet er en kort innføring i arbeid med de algene og dyrene vi kan se i laboratoriet, på ekskursjoner og under feltkurs. De fysiske og kjemiske faktorene som kjennetegner biotopene vi kan besøke blir gjennomgått. Videre er det en innføring i hva slags redskap og instrumenter som brukes til arbeid i felt. Vi vil presisere algenes betydning som basis for praktisk talt alt livet i havet inkludert de høstbare ressurser (fisk m.m.) og vil forsøke å få frem arts mangfoldet blant algene i havet.

Dette felt- og laboratoriekompendiet er utviklet for undervisning i Oslofjorden, men er aktuelt for hele norskekysten.

Blindern januar 2014

Jahn Throndsen og Stein Fredriksen

Innhold

ALGENE OG DERES VEKSTMILJØ	5
MIKROALGENE OG HAVET	9
LYS	9
HYDROGRAFI	9
BIOLOGI	10
PLANKTON	10
PLANTEPLANKTON	11
FOREKOMST	11
OSLOFJORDENS PRODUKSJONSFORHOLD	12
Tokt med F/F Trygve Braarud og F/F Bjørn Føyn.....	13
KARAKTERISTISKE TREKK FOR DE VIKTIGSTE MIKROALGEGRUPPENE...	18
DE ENKELTE KLASSENE	19
BESTEMMELSE AV SLEKTER OG ARTER	22
DYREPLANKTON DIVERSITET.....	30
HOLOPLANKTON.....	33
MEROPLANKTON.....	38
HVA ER MAKROALGER?.....	44
TIDEVANNSSONEN	44
ABIOTISKE FAKTORER	50
BIOTISKE FAKTORER	55
SUBLITORALEN	60
HVA KAN VI GJØRE I FJÆRA?.....	64
MAKROALGE-DIVERSITET.....	69
INVERTEBRATER.....	84
BIOTOP-PLANSJER	96
SYSTEMATISK OVERSIKT	100
SIKKERHETSREGLER FOR TOKTDELTAGERE	103

ALGENE OG DERES VEKSTMILJØ

Algene i vid forstand, omfatter de aller fleste plantelignende protistene i havet, både fastsittende og frittflytende, encellede og flercellede. Felles for algene, enten de er en- eller flercellede, ubevegelige eller flagellater, er at de tar opp både næring og energi gjennom hele overflaten av organismen. Dette kan algene gjøre fordi de lever i en næringsløsning; havet (eller ferskvann). Den relative mengden av salter i sjøvann er svært stabil, men konsentrasjonen av algenæringstoffer, først og fremst nitrogen- og fosforforbindelser, varierer fra sted til sted og gjennom året. Fastsittende alger vil få varierende næringstilbud ettersom vannet strømmer forbi, mens de frittflytende følger vannmassene og er spontant avhengig av næringssalt-innholdet i vannet rundt cellene; deres forbruk reduserer eget næringsgrunnlag.

Mens energitilførselen for terrestriske planter endrer seg ubetydelig både kvantitativt og kvalitativt med høyden, svekkes lyset i havet dramatisk med dypet, og spektralfordelingen endres mot blått og blågrønt om vannet er rent (se egen side om vannfarge og lyssvekking). Algenes problem blir å holde seg i den forholdsvis tynne (10-150 m dype) eufotiske sonen hvor det er lys nok for fotosyntese. Dette løser algene ved å holde seg fast eller holde seg flytende.

I havet og i innsjøene dominerer encellede former både i mengde og mangfold, mens fastsittende makroalger betyr mest i den marine litoralsonen. I ferskvann dominerer høyere planter i strandsonen. Algene kan deles i planktonalger (som svever fritt i vannmassene) og bentosalger (som er knyttet til bunnen). Planktonalgene er med svært få unntak encellede former, mens bentosalgene kan være både encellede og flercellede. De flercellede omfatter blant annet makroalger som tang og tare som vi kjenner fra strandsonen der det er festemuligheter. I sand og mudderbunn er det encellede mikroalger som lever mellom mineralpartiklene og på bunnmaterialet.

Algebiologi - energi og næringskrav. De fleste algene lever av det organiske stoffet de bygger opp ved fotosyntese og trenger derfor primært H_2O og CO_2 foruten lysenergi for å drive denne prosessen. Både vann og karbondioksid¹ er det nok av i havet, men lys blir begrensende allerede få meter under havoverflaten. Hvor dypt avhenger av hvor mye partikler og oppløst organisk stoff som finnes i vannet. For å bygge opp cellene kreves det både nitrogen og fosfor, for kiselalgene også silisium. Nitrat, fosfat og silikat tilføres ved innblanding av dypvann i overflaten, og blir fort brukt opp om algeproduksjonen er høy. Som alle andre levende eukaryote organismer er algene avhengig av oksygen i metabolismen, og tette algeforekomster kan gi oksygensvinn i sjøen når fotosyntesen blir lav pgr av lys- eller næringsmangel.

Mikroalger og makroalger - Algene kan deles inn etter levevis - plankton og bentos, eller etter organisasjonstrinn - encellede og flercellede. Encellede alger er ofte ganske små, mikroalger som lever fritt i vannmassene som plankton, eller som lever på eller i bunnen som mikrobentos. De flercellede algene kalles ofte makroalger selv om enkelte er mikroskopiske, og de aller fleste lever som bentosalger på fast underlag, også epifyttisk. Bare et fåtall makroalger er planktoniske.

¹ CO_2 nydannet fra HCO^- som det er mest av i sjøvann, etter hvert som CO_2 forbrukes i fotosyntesen

Makroalgene på kysten, og mikroalgene i planktonet, har litt forskjellig økologisk og økonomisk betydning, og de studeres også på ulike måter selv om de genetisk og systematisk sett tildels er svært nærstående. Således hører brunalger og kiselalger hjemme i samme fylum; brunalgene er makroskopiske, flercellede, og finnes i tette belter langs kystene, mens kiselalgene er mikroskopiske, encellede (men ofte kolonidannende), og de viktigste produsentene i de frie vannmasser.

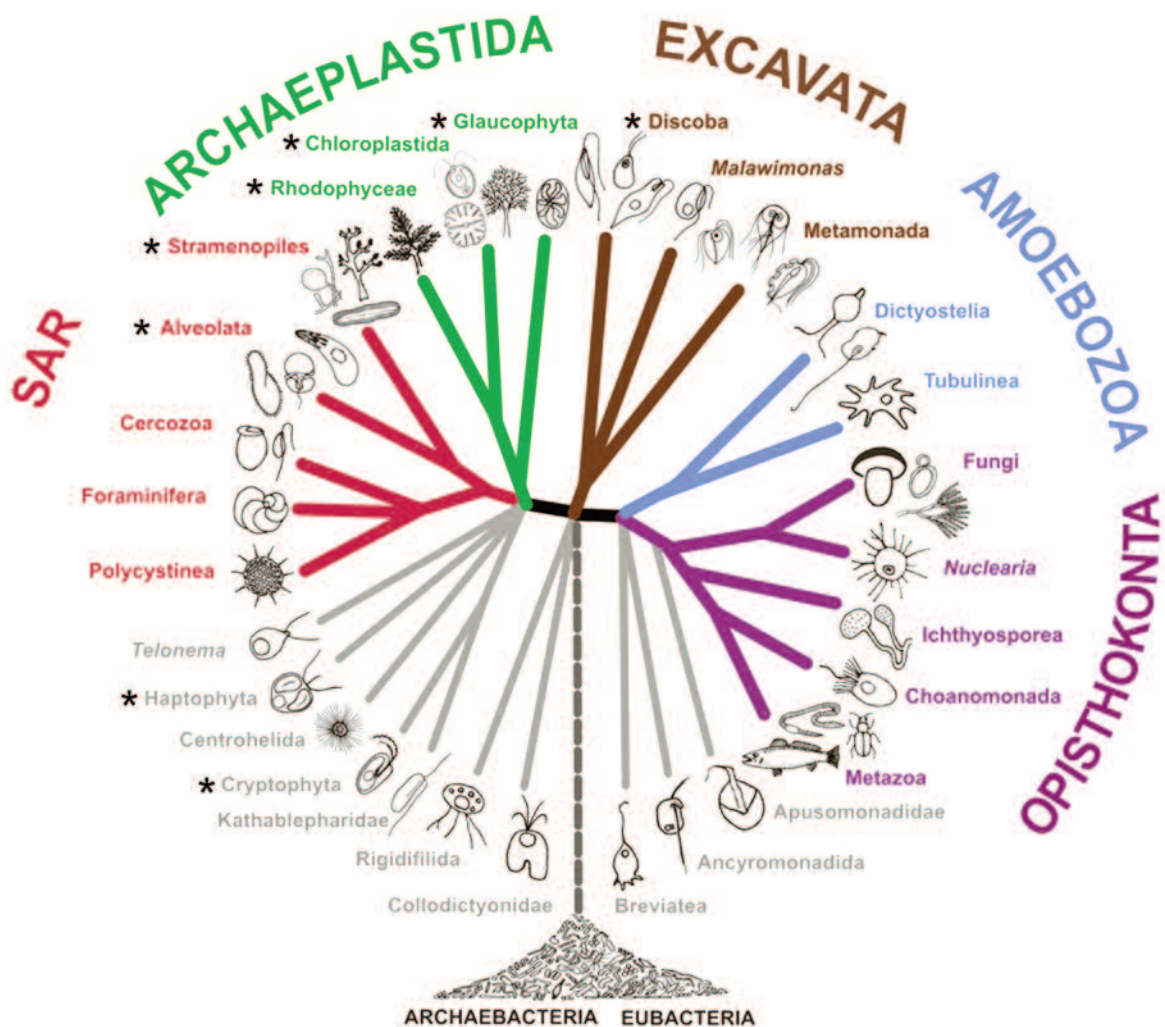
Algekloroplastene inneholder i mange tilfelle tilleggspigmenter som dekker over den grønne klorofyllfargen og dermed gir algecellen en farge som kan være karakteristisk for en større gruppe. Dette har gitt navn til mange av klassene:

brunalger, rødalger, gullalger. Noen klasser har for lite innhold av tilleggspigmenter til at disse dominerer over den grønne fargen: grønnalger, olivengrønnalger, øyealger.

Algesystematikk i moderne forstand er basert på morfologi, pigmentinnhold og genetikk. Algene omfatter da arter med fotosyntese basert på klorofyll *a* fordelt på 10 fyla hvorav de seks viktigste er:

1. CYANOPHYTA - (**Cyanobakterier, blågrønnalger**) er prokaryote
2. RHODOPHYTA med **rødalgene**
3. OCHROPHYTA hvor **brunalger** og **diatomeer** "diatoms" er de viktigste, inkluderer også en rekke andre klasser
4. DINOFLAGELLATA med **dinoflagellater**, fureflagellater tilsvarer "dinoflagellates"
5. HAPTOPHYTA omfatter **kalkflagellatene** som de mest kjente
6. CHLOROPHYTA med **grønnalger** og **olivengrønnalger** omfatter også mange andre klasser

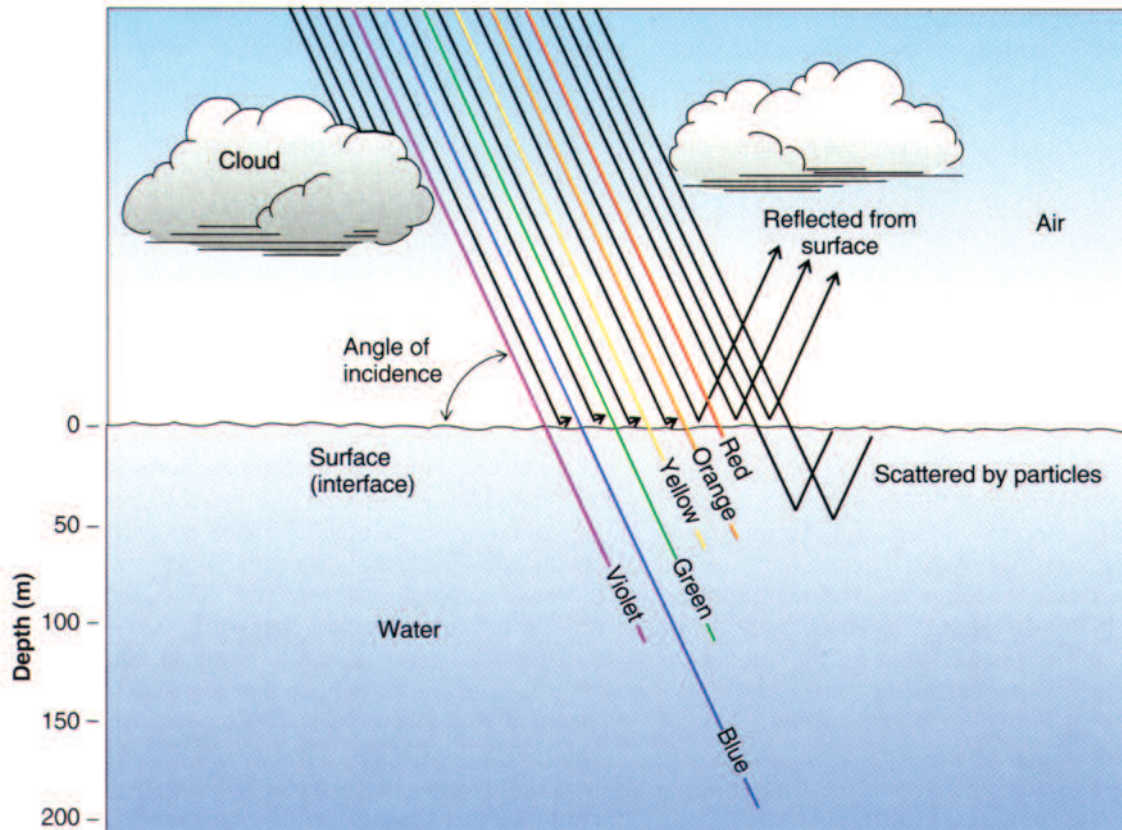
Algenes fylogeni, utvikling og slektskap mellom artene undersøkes både ved å studere utviklingen av morfologiske detaljer som ofte kommer frem i undersøkelser over cellenes mikroskopiske og submikroskopiske struktur. Kombinert med undersøkelser over graden av genetisk likhet i utvalgte gensekvenser i kjerne- eller kloroplast-genomene, kan en få et stadig bedre bilde av algenes fylogenetiske slektsskap. Plansjen på neste side viser et eksempel som omfatter mange av algegruppene. Videre skal vi se på mikro- og makroalger hver for seg, men huske på at de har mange fellestrekk på cellenivå.



Klassifisering av Eukaryota - organismer med ekte kjerne etter Adl og medarbeidere - 2012. The Revised Classification of Eukaryotes. J. Eukaryot. Microbiol., 59(5):429–493.
 * markerer plasseringen av alger innenfor supergruppene i Eukaryota..

Moderne taksonomi og systematikk innen protistene bygger på en kombinasjon av artenes utseende, morfologi, kloroplastenes pigmentsammensetning, og de enkelte organellenes utviklingshistorie. Denne utviklingen kan spores ved molekylærbiologiske metoder. Eksemplet ovenfor er basert på kjerne-bundet DNA, men tilsvarende analyser kan også gjøres på mitokondrier og kloroplaster.

LYSET OG HAVET, ALGENES LIVSMILJØ



Lyset som når havet blir svekket på grunn av absorpsjon, spredning og refleksjon i partikler og i vannet selv etterhvert som det trenger ned i dypet. Der det er lite partikler og lite oppløst organisk stoff i vannet trenger lyset dypest ned; det lyset som spres i vannet og gir vannet farge kommer fra store dyp og det er dypt blått fordi dette er den fargen som trenger dypest ned i rent vann.



I kystvannet er det mye partikler, mest mikroalger, og oppløst organisk stoff som er ført ut med elvene eller dannet ved nedbrytning av planktonorganismer; lyset blir spredt og reflektert fra små dyp, blått lys absorbert i oppløste (gule) organiske forbindelser. Havfargen blir mer blågrønn.

MIKROALGENE OG HAVET

Encellede alger er for det meste mikroskopiske og synes for det blotte øye bare når de opptre i store mengder og "misfarger" sjøen. Likevel står de for mer enn 90% av havets primærproduksjon, fotosyntese, og er grunnlaget for nesten alt dyreliv i de frie vannmasser inkludert de store fiskeressursene. De viktigste algegruppene er diatomeer ("diatoms" - kiselalger) og dinoflagellater ("dinoflagellates" - fureflagellater). Men i alt omfatter mikroalgene arter fra 11 ulike fyla fordelt på 31 forskjellige klasser. Størrelsen varierer fra mindre enn 1 μm til 1 mm, men de viktigste primærprodusentene i våre farvann er mellom 20 og 200 μm , den størrelsesgruppen vi kaller mikroplankton. Kalkflagellatene er oftest mindre, nanoplankton (2-20 μm), og har størst betydning i varmere strøk.

LYS

Mikroalgene setter sitt preg på havets farge. Når det er lite alger trenger lyset dypt ned. Fargen på havet (ikke speilingen av himlen i vannflaten) skyldes lys som kastes tilbake fra havvannet og partikler i dette. Hvor det er lite alger eller andre partikler er det vannet selv som både absorberer, sprer og reflekterer lyset. Blått lys absorberes minst og det er lys med blå farge som er typisk for havvann i næringsfattige dype områder (eks tropisk hav). I kystområdene vil oppløste organiske forbindelser (humusstoffer) fra elvene gjøre at det blåeste lyset svekkes og vannfargen blir blågrønn-grønn. Kiselalger som også har gulbrune pigmenter virker i samme retning. Men først og fremst vil algene bidra til at lyset absorberes høyt opp i vannet; siktedypet blir lite. Om våren kan siktedypet i kystvannet være mindre enn 2-3 meter, mens det om vinteren når det er lite alger kan være 20-30 meter. Siktedypet kan måles med en *Secchi*-skive; siktedypet er der hvor skiven såvidt er synlig. Grovt regnet er det produktive laget, der hvor det er lys nok til algenes fotosyntese, tre ganger siktedypet.

HYDROGRAFI

Det er også energi-strålingen som driver strømmene i havet, både de vertikale og de horisontale. Men jordrotasjonen og bunntopografien påvirker retningen de skal ta. Oppvarming og avkjøling av havet gir lettere eller tyngre vann. Kaldt tungt vann vil synke og sette i gang vertikalblanding (slik det skjer om vinteren i våre farvann), mens varmt lett vann vil holde seg ved overflaten og motvirke vertikalblanding (om sommeren).

I større målestokk er det de samme kreftene som virker; nedkjøling av vannmasser i polare strøk danner bunnvann som strømmer mot ekvatoriale områder, oppvarming av vann i tropiske strøk gir liten vertikalsirkulasjon, jordrotasjon og vind bidrar til at strømmen endrer retning og kan føre dypvann mot overflaten osv.

Vind og ferskvannstilførsel vil virke motsatt: mye vind øker muligheten for blanding av vannet, mens ferskvannstilførsel gir et stabilt overflatelag. Resultatet av disse prosessene gir sammen med årsvariasjonen i lystilgangen, en miljøbasert variasjon i forekomsten av mikroalger i kystvannet.

De fysiske parameterne som bestemmer tettheten av sjøvannet; saltholdighet og temperatur, varierer lite i åpent hav. Saltholdigheten varierer mellom 37 psu (PSU) (practical salinity unit = ‰ salt) for tropiske områder med stor fordampning til 35 psu i temperert vann i Nord-Atlanteren og 28 psu i polarvann. Langs kystene er den ofte lavere pgr av tilførsel av ferskvann fra land. Temperaturen ligger mellom -2 og + 15 °C i tempererte områder, men kan komme opp i 30°C. Den årlige variasjonen er 5-10 °C. I tempererte beskyttede områder kan sommertemperaturen komme opp i 20-22 °C om været er godt.

BIOLOGI

Mikroalgene i de frie vannmassene står for det aller meste av primærproduksjonen, dvs fotosyntesen i havet. Algene produserer både det organiske materialet som gir grunnlag for fisken vi fanger og det meste av det oksygenet dyrelivet i havet er beroende av. (Bare helt nær vannoverflaten har diffusjonen av oksygen fra atmosfæren noen betydning, men når dette vannet strømmer ned vil dyphavet få nytte av dette.)

PLANKTON

Plankton er fellesbetegnelse på de organismene som ikke svømmer hurtig nok til å overvinne vertikale og horisontale strømmer i havet. Mange arter både av dyre(zoo)-og plante(fyto)plankton er imidlertid svømmedyktige nok til å samles i sjikt med optimale næringsbetingelser. Dersom stimulus for svømmingen er lys, vil artene kunne gjøre vertikale døgnvandring innen den vannmassen de befinner seg i. Dette er tydelig for zooplankton, men har også vært vist for enkelte algeflagellater. Mikroalger er i prinsippet næring for zooplanktonet, men ofte kan heterotrofe beitere som fureflagellater, ciliater og hjuldyr være et viktig ledd i næringsnett.

Inndeling av plankton etter størrelse:

Norsk betegnelse	spor-plankton	knøtt-plankton	dverg-plankton	små-plankton	plankton	stor-plankton	kjempe-plankton
Internasjonal betegnelse	femto-plankton	pico-plankton	nano-plankton	mikro-plankton	meso-plankton	makro-plankton	mega-plankton
Størrelse	20 - 200 nm	0,2- 2 µm	2- 20 µm	20- 200 µm	200 µm - 20 mm	20 mm - 20 cm	20 cm - 2 m
virus	X						
bakterier		X					
alger		X	X	X	X	X	
sopp			X				
protozoer			X	X			
metazoer					X	X	X

PLANTEPLANKTON

Sammensetningen av planteplanktonet vil variere med årstiden og domineres av diatomeer (kiselalger) ved begynnelsen av vårsesongen, for så å bli mer og mer rikt på flagellater. Ved begynnelsen på sommeren kan vi vente å finne spesielt dinoflagellater, fureflagellater, som består av både autotrofe og heterotrofe former. Planktonet vil alltid inneholde mange arter, og bare ved spesielle oppblomstringer vil populasjonene være nær artsrene. I varme somre med lite vind er det vanlig med store forekomster av kalkflagellaten *Emiliania huxleyi* i store deler av Oslofjorden.

Primærproduksjonen i havet er nær den samlede produksjon på landjorden, og kiselalgene alene regnes å bidra med 40-45% av dette (dvs mer enn produksjonen i tropisk regnskog eller savanne på landjorden.) Det er planktonalgenes problem å bli værende i det eufotiske sonen dvs hvor det er lys nok for fotosyntese. I utgangspunktet er cytoplasma tyngre enn vann og med cellevegg (cellulose hos fureflagellater, silikat hos kiselalger) blir cellene enda tyngre. Kiselalgene møter problemet ved å ha en stor vakuole med lett celledsaft, fureflagellater har flageller for aktiv svømming.

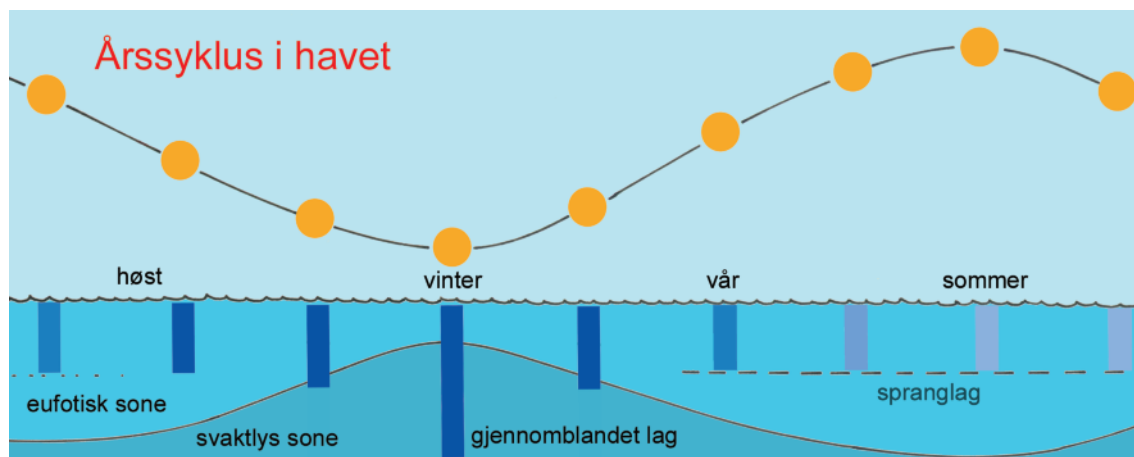
FOREKOMST

Mikroalger i en eller annen form finnes overalt hvor det er vann; saltvann, ferskvann, snø, jord osv. I mindre vannansamlinger som fjærepytter og grøfter finnes kiselalger både som epifytter på andre alger og høyere planter, epilittisk på steiner, og dessuten i mudderet. På klippestrender vokser encellede og små flercellede alger i et teppe som gir mat til beitende snegler og albuskjell. I sand og mudderstrender finnes et bredt utvalg av encellede protister, både kiselalger, fureflagellater, øyealger og ulike dyreflagellater.

SESONGVARIASJON - ÅRSSYKLUS

Forholdet mellom de enkelte saltene i havvann er svært stabilt, men i overflatelagene bestemmer algeveksten mengden av tre stoffer: nitrogen, fosfor og silikat. Omvendt kan en si at det er tre-fire parametre som mest av alt styrer planteplanktonutviklingen: tilgangen på nitrogen og fosfor, og for kiselalgene (diatoms) også silisium regulerer veksten av algene, mens lyset begrenser veksten til et tynt vannlag (ned til 30-150 m avhengig av lyssvekkingen). Tilførsel og forbruk av næringssaltene nitrat, fosfat og silikat bestemmer således årssyklus for primærproduksjonen (fotosyntesen) i kystvannet:

- * **vinterblanding** av vannmassene bringer dypvann som er rikt på næringssalter til overflaten
- * **vårstabilisering** og økt lystilgang gir stor produksjon og stort forbruk i noen uker om våren (mars-april-mai avhengig av værforhold og breddegrad); vårmaksimum
- * **sommerspranglaget** hindrer tilførsel av nye næringssalter og planteplanktonet får en lavere produksjon basert på nitrogen og fosfor som blir regenerert i de øverste vannlag
- * høsten med **begynnende innblanding** av næringsrikt vann og fremdeles god lystilgang gir øket produksjon; høstmaksimum



Skjematisk fremstilling av årssyklus i norske kystfarvann (vertikale søyler indikerer gjennomblandet lag).

OSLOFJORDENS PRODUKSJONSFORHOLD

Fjorden

Havet, kyst- og fjordvannet står i direkte kontakt, men viser ofte en gradient i næringsinnhold. Avhengig av mengden plantenæringsstoffer som finnes i vannet graderes sjøvannet fra oligotroft (næringsfattig) til eutroft (eks. forurensket kystvann). Bunnens form og dybdeforholdene bestemmer i stor grad hvilken karakter de marine biotopene har. I åpent hav er det en stadig forflytning av vannmasser; havstrømmer. Disse forandrer retning av fysiske årsaker som Coriolis effekt, tetthetsforskjeller, møte med andre havstrømmer, eller topografiske hindringer som øyer og kyster. I våre nærområder, kystvannet, er strømmene bestemt av topografi, tetthetsforskjeller, tidevann, lufttrykk og vind. I Oslofjorden er lufttrykk og vind viktigste faktorer for transporten av vann ut og inn i fjorden. Ytre fjord står i kontakt med vann fra kyststrømmen som går vestover langs norskekysten i det utenforliggende havområdet, Skagerrak.

Vertikal fordeling av lys

Når det er tilstrekkelig med næringssalter i sjøen styres fotosyntesen av lystilgangen. Måling av den fotosyntetisk aktive delen av innstrålingen dvs bølgelengde 0,4-0,7 μm (400-700 nm; blått til rødt) er derfor viktig for å beskrive algenes vekstmiljø. Ved overflaten vil innstrålingen (irradians) være opptil ca 1800 μmol kvanter pr m^2 og sekund. Noe lys reflekteres fra havflaten, og resten svekkes i vannet på grunn av absorpsjon og spredning, i partikler eller vannet selv.

Den viktigste årsaken til lyssvekking i kyst- og fjordvann er partiklene. Sjøens farge bestemmes av hvilke bølgelengder av lyset som absorberes mest. Rent havvann vil slippe gjennom mest blått lys, men oppløste humusstoffer vil gjøre at kystvannet slipper igjennom mest lys i den gulgrønne delen av spektret. I ytre Oslofjord vil bl.a. humusstoffer fra Glomma ofte gi vannet en brunaktig farge.

Lysets svekking med dypet beregnes ut i fra undervannsmålinger i forskjellige dyp, sammenlignet med målinger av innstrålt lys ved havoverflaten. Vi vet empirisk at dypet med 1 % av overflatelystet vil være den nedre grensen for det eufotiske laget, og om vi vil måle primærproduksjon i en vannmasse, vil kurven for lysets fordeling med dypet være viktig for plassering av prøvetagnings-dypene. Under visse forutsetninger

kan en ut i fra den vertikale fordelingen av klorofyll og lys beregne primærproduksjonen pr havflateenhet. I kystvannet kan produksjonen være omkring $500 \text{ mg C} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{døgn}^{-1}$ om sommeren, i indre Oslofjord er det målt opptil $2,8 \text{ g C} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{døgn}^{-1}$. Et anslag for produksjonen i Oslofjorden innenfor Drøbak dvs ca 190 km^2 kan være $150 \text{ tonn C} \cdot \text{døgn}^{-1}$ om sommeren.

Vertikal fordeling av planteplankton

Planktonalgene reagerer på lysfordelingen på to måter; ved at de algene som har optimale lysbetingelser vokser best og ved at de algene som har egenbevegelse samler seg i det dypet som har optimale lysbetingelser (dersom ikke tilgangen på næringssalter begrenser veksten). Det er normalt at algene foretrekker dypene med mindre enn 50% av overflatelystet, og finnes vesentlig i 25-10% lysdyp.

EKSEMPEL PÅ FELTDAG MED FORSKNINGSFARTØY

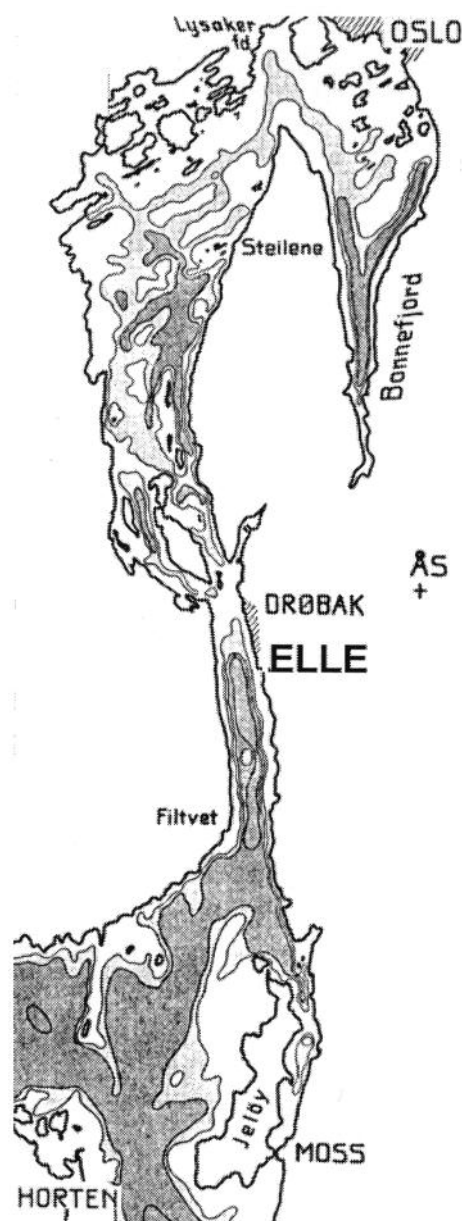
Tokt med ^{F/F} Trygve Braarud og ^{F/F} Bjørn Føyn

På dagstokt med forskningsfartøyet "TRYGVE BRAARUD" kan vi samle informasjon om **hydrografi** (vannets fysiske tilstand) ved hjelp av CTD (måler for ledningsevne, saltholdighet, temperatur og tetthet *in situ*), **lysforholdene** med undervannskvantemåler, **planktonalge-mengden** ved undervannsfluorometer (for måling av klorofyll-fluorescens *in situ*), og **artssammensetningen** ved trekk med planktonhåv. Forekomsten og fordelingen av **dyreplankton** blir undersøkt med vertikale håvtrekk og **hydroakustisk teknikk** (spesial-ekkolodd) på det samme toktet.

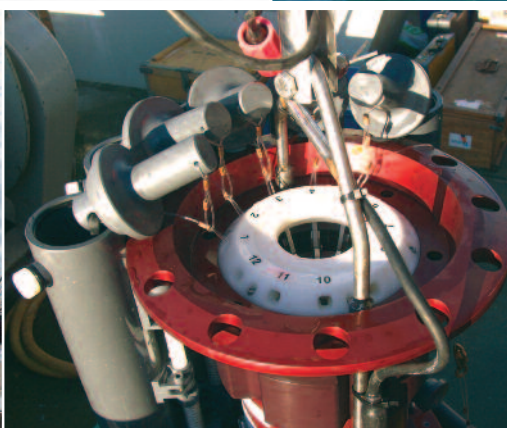
Med "BJØRN FØYN" kan vi **skrape etter makroalger og bunndyr** i Drøbakområdet.

Stasjon ELLE

Innsamlingsområdet for marine planktonprøver, for lys- og fluoresensmålinger ligger i indre del av ytre Oslofjord. Dybden vil være ca. 200 m, med mudderbunn. Det eufotiske laget er mellom 10 og 20 m. Avhengig av værsituasjonen kan overflatelagene være påvirket av ferskvann fra Glomma eller Drammensvassdraget. Brakkvann fra kyststrømmen har liten betydning innenfor Drøbak. Et sprangsjikt i temperatur, saltholdighet og tetthet kan utgjøre et mer eller mindre klart skille mellom dypvann med høy saltholdighet og et mindre saltholdig overflatevann.



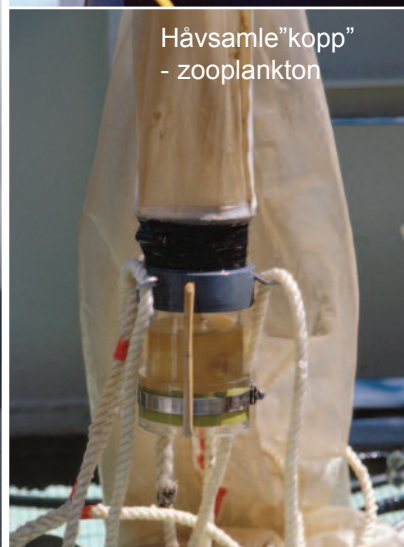
FORSKNINGSFARTØYENE - MÅLING OG PRØVETAGNING I SJØEN



CTD-rigg med vannhenterkrans til venstre, detalj over.
Til høyre - Nansenhåv for store planktonprøver
Nedenfor - fytoplanktonhåv

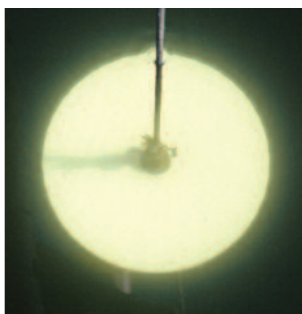


Vannet i samleflasken skylles
tilbake i håven



Håvsamle"kopp"
- zooplankton

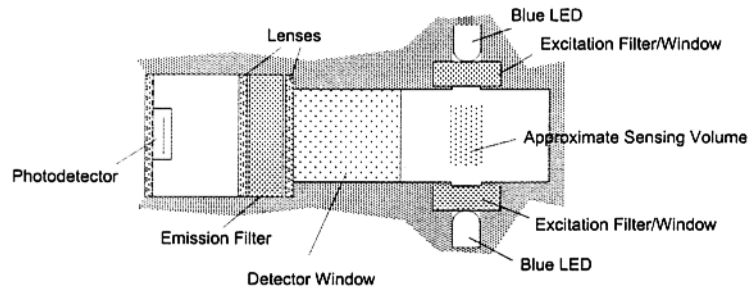
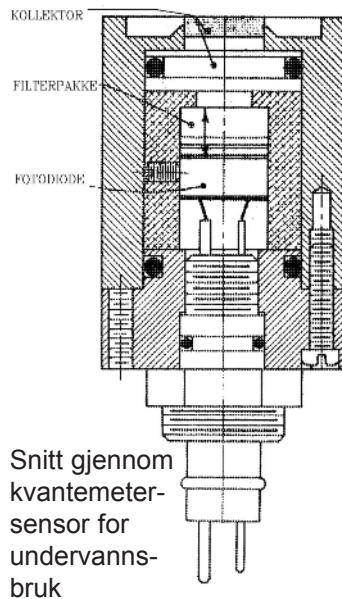
Secchi-skive



Håvsamleglass
- fytoplankton

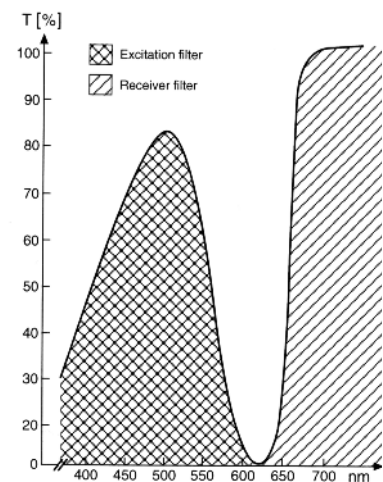


Hydrografiske parametre - saltholdighet og temperatur bestemmer den spesifikke vekten av sjøvannet, og dermed stabiliteten i vannmassene. Tettheten av sjøvannet i ulike dyp beregnes av et CTD instrument som måler temperatur og ledningsevne. Andre sensorer i CTD-riggen måler oksygen, klorofyllfluorescens, turbiditet (grumsethet) og gulstoff (humusstoffer).



Snitt gjennom fluorometersensor

Lysstransmisjonskurver for eksitasjonslys (blått) og fluorometersensor (rødt, fra alger)



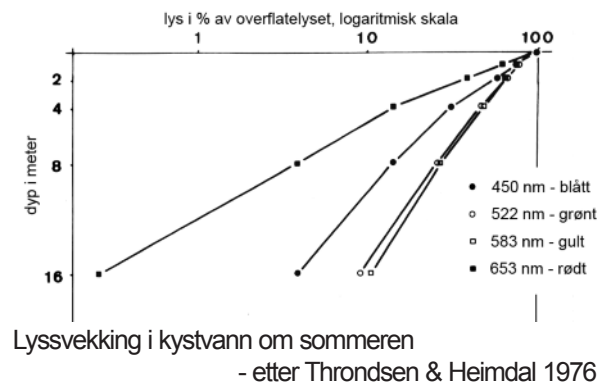
Fluorescensmåling *in situ* - For bestemmelse av klorofyllprofilen dvs fordelingen av klorofyll, og dermed fotosyntetisk plankton på lokaliteten måler vi klorofyllfluorescensen i ulike dyp med et undervannsfluorometer som består av en undervannssensor (figur over til høyre) og et måleinstrument i CTD-oppsettet i instrumentlaboratoriet ombord).

Undervannsenheten sender ut blått (eksitasjons)lys og måler rødt fluorescenslys fra alger. Ved at eksitasjonslyset sendes i pulser kan instrumentet eliminere/trekke fra effekten av naturlig lys. Signalene som mottas ombord gjennom kabel fra undervannsenheten er tilnærmet proporsjonale med klorofyllmengden i sjøen, men f.eks. sterkt lys i overflaten kan inaktivere klorofyllet. Kurven for klorofyllfluoresens med dypet viser oftest at alger finnes i tynne sjikt.

Lysmåling - På toktet benyttes et kvantemåleinstrument tilkoblet en undervannssensor som består av en Si-diode maskert med filtre slik at den gir kvante-relative signal (en blålyskvante gir samme signal som en rødlyskvante). Sensoren er bygget inn i et vanttett hus med en flat sirkelrund matt hvit skive øverst (figur over til venstre). En tilsvarende sensor benyttes for å måle innstrålingen til havflaten. Denne plasseres høyt på fartøyet for å hindre tilfeldig skygging. Et integrerende måleinstrument brukes til begge sensorene. Lysinnstrålingen, irradians, måles som mikroEinstein pr kvadratmeter og sekund; $\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1} = \mu\text{mol}(\text{kvanter}) \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$.

Ved å normere målingene i sjøen med variasjonen i innstrålingen til overflaten får vi verdier som beskriver lyssvekkningen med dypet. Avsatt på semilogaritmisk skala vil linjen gjennom måleverdiene være tilnærmet rett dersom vannet har et homogent innhold av partikler. Tydelige knekkpunkter kan indikere lag med planktonalger.

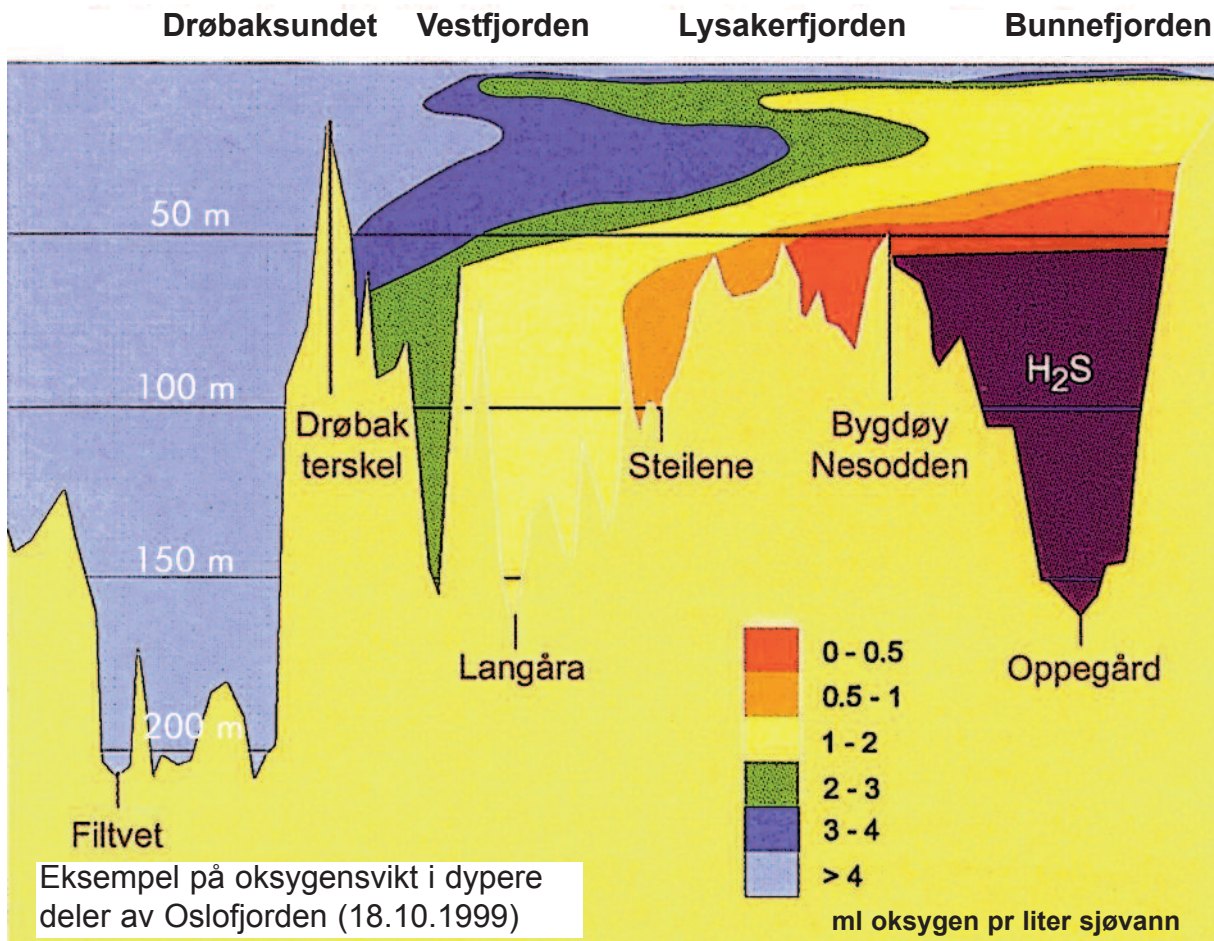
Måleverdiene vil også vise hvor det er tilstrekkelig med lys for fotosyntese, og dermed tykkelsen av det eufotiske laget. Dypet hvor 1 % av overflatelystet er igjen regnes som bunnen av eufotisk sone. Hvor det er mer enn 50% av lyset om sommeren blir fotosyntesen hemmet av for sterkt lys. Hvor lyset er mindre enn 10% (av overflatelystet) blir fotosyntesen begrenset av lystilgangen (også) midt på dagen.



Håvtrekk - For bestemmelse av planktonsammensetningen. De større formene (>20-30 μm) i planteplanktonet kan samles med fytoplanktonhåv som består av en kjegleformet pose av nylonduk med maskevidde 10, 20 eller 30 μm , med en åpen ring i den vide enden, og en samleflaske i den smale enden (se figur side 14). Håven kan enten senkes til under den eufotiske sonen og heves derfra for vertikaltrekk, eller slepes etter fartøyet i meget sakte fart.

OSLOFJORDEN

Topografisk er Oslofjorden karakterisert ved å ha flere terskler, den viktigste er terskelen ved Drøbak, som er 19 m på det dypeste, mens bassengene innenfor kan være opptil 157 m dype (Bunnefjorden). Terskelene har stor betydning for vannutskiftningen,

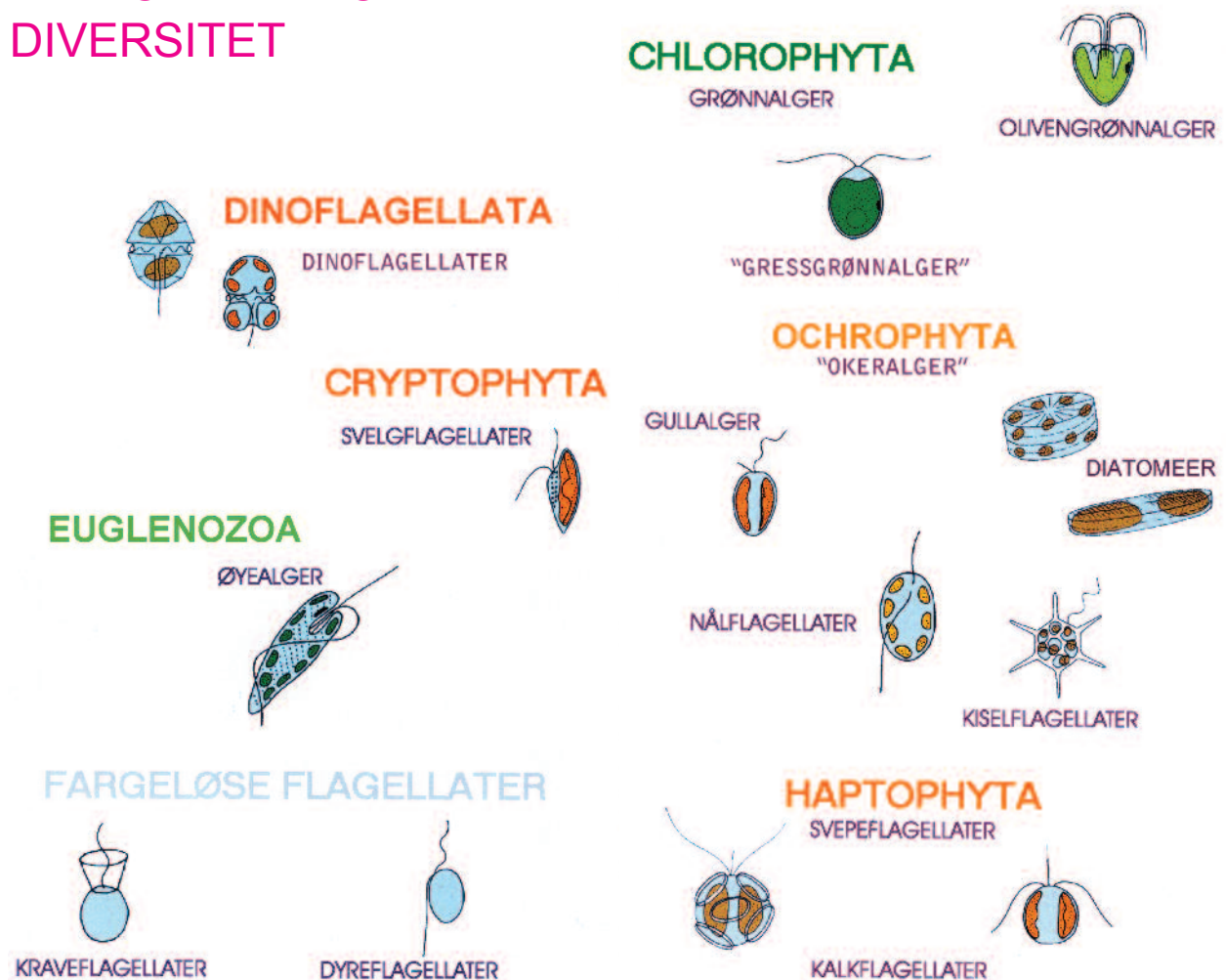


og i den innerste delen, Bunnefjorden, blir vannet under 50 -60 m dyp stående i mange år av gangen. Oksygenet i "dypvannet" brukes opp og det dannes hydrogen-sulfid. Problemet med stagnerende dypvann gjelder alle terskelfjorder, men værforhold og graden av belastning med tilført organisk stoff eller stor algeproduksjon avgjør om det blir oksygensvinn og hydrogensulfid-dannelse i tiden mellom vannutskiftingene. I Oslofjorden skiftes dypvannet i indre deler ut omtrent hvert femte år, figuren viser en situasjon like før utskifting. Profilen i figuren følger fjordens dypeste snitt fra ytre fjord til innerste del av Bunnefjorden, dvs mot nord inn til Bygdøy-Nesodden-terskelen, og deretter syddover mot Neset innerst (i Bunnefjorden). Illustrasjonen er hentet fra INFORMASJON NOVEMBER -99 FRA FAGRÅDET FOR INDRE OSLOFJORD

Artsdiversitet - taksonomi og systematikk

Det finnes mer enn 500 beskrevne slekter med til sammen mer enn 5000 arter av planteplankton i havet. Ikke alle disse kommer til våre farvann, vi regner med at ca 300 arter er alminnelige i kystvannet, og en vanlig vannprøve kan inneholde mellom 10 og 60 -70 arter avhengig av årstiden. Mange arter er for små til å fanges med vanlig planktonhåv, men om artene har cellevegg kan de registreres i sedimenterte fikserte vannprøver. Alle grupper unntatt kiselalgene har "nakne" former i planktonet og disse registreres bare unntaksvis til art i fiksert materiale.

MIKROPLANKTON-DIVERSITET



KARAKTERISTISKE TREKK FOR DE VIKTIGSTE MIKROALGEGRUPPENE

Mikroalgene representerer minst 11 forskjellige fyla som skilles på finstrukturelle og biokjemiske kriterier, og den morfologiske variasjonen er svært stor. Ett fylum er prokaryot, mens 10 er eukaryote. Mange av de morfologiske kriteriene må verifiseres med EM på fiksert materiale selv om enkelte karakterer også indikeres i lysmikroskopet f eks ved måten cellen beveger seg på. Levende håvtrekk gir den beste muligheten for identifisering av de store (>10 µm) artene i planktonet:

DINOFLAGELLATER (Fureflagellater - Dinoflagellates) kan være nakne eller ha fast cellevegg som er hel eller delt inn i felt, de kan være fargeløse eller med mange brunaktige kloroplaster og en stor kjerne. Typisk har de to flageller (tverr- og lengdeflagell).

DIATOMEER (Kiselalger - Diatoms) har kiselvegg med striper eller porer som syns i lysmikroskopet (dersom du bruker det riktig), de kan ha fra en til mange gulbrune kloroplaster.

KISELFLAGELLATER (Dictyochophyceer) har (stjerneformet) kiselskjelett med radiære pigger, og mange gule-gulbrune kloroplaster.

KALKFLAGELLATER (Coccolithophorider) har små kalkplater, coccolither, på celleoverflaten, flere arter har flageller.

Andre flagellater kan grupperes etter flagell- og kloroplasttype; grønne flagellater med like flageller (isokonte) hører til i Chlorophyta, men det finnes former som bruker flagellene forskjellig - heterodynamisk. Gulbrune eller gyldenbrune isokonte flagellater finnes i Haptophyta, mens de heterokonte hører hjemme i Ochrophyta.

Grønne kuler har cellulosevegg, eller bare en membran rundt seg, og om det finnes porer er disse mye svakere enn i diatoméskallene. Ubevegelige arter av Chlorophyta har fra en til mange grønne kloroplaster.

(Også blågrønnalger/blågrønnbakterier og enkelte rødalger kan finnes i kystvannsprøvene, men de betyr lite i håvtrekk.)

Antall kloroplaster kan gi viktige tips; mange kloroplaster er vanlig i flere flagellatklasser; gulbrune hos fureflagellater, gule eller grønne (ferskvannsarter) hos nålflagellater, gule-gulbrune hos kiselflagellater, grønne hos øyealger.

Fargeløse flagellater kan komme fra flere av algeklassene, men også fra zooflagellatgruppene Cercozoa, Kinetoplastida og Choanoflagellida - kraveflagellatene som kjennes på at de har en pseudopodiekrave rundt flagellbasis.

DE ENKELTE KLASSENE

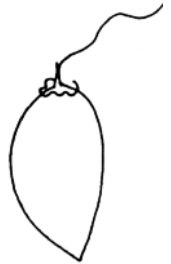
DINOFLAGELLATER (FYLUM DINOFLAGELLATA, KLASSE DINOPHYCEAE)

Cellene har typisk to flageller av forskjellig type: en lengdeflagell og en tverrflagell. Hos de fleste fureflagellatene - orden Gymnodiniales, orden Peridinales og orden Gonyaulacales - ligger flagellene i en fure langs celleoverflaten; lengdefure og tverrfure. En spesiell (stor) kjerne -dinokaryon - kan sees i levende materiale. Vi kan grovt dele de autotrofe dinoflagellatene i 4 typer; ordener:

1. Med cellevegg delt i to halvdel

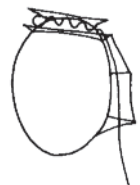
- o uten furer for flagellene - orden PROROCENTRALES

eksempel *Prorocentrum*



- o med "furer med brem" for flagellene - orden DINOPHYSIALES

eksempel *Dinophysis*



2. Med flagellene i tverr- og lengdefure

- o uten cellevegg - orden GYMNODINIALES

eksempel *Gymnodinium*



- o med cellevegg delt opp i mindre plater - orden PERIDINIALES

eksempel *Protoperidinium*



- o med cellevegg delt opp i kraftige plater - orden GONYAULACALES

eksempel *Alexandrium*



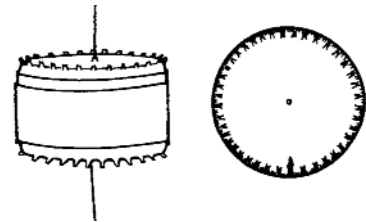
Det er mange variasjoner innen hver gruppe/orden, se på illustrasjonene lenger ut i kompendiet. Alle slektene ovenfor vil finnes i planteplanktonet, og *Dinophysis* og *Protoperidinium* vil antagelig være godt representert.

DIATOMEER - KISELALGER (FYLUM OCHROPHYTA,
KLASSENE COSCINODISCOPHYCEAE OG BACILLARIOPHYCEAE)

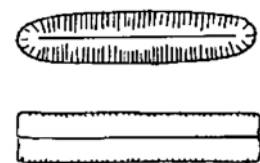
Cellen er omgitt av et ornamentert kiselskall i to hoveddeler som eske og lokk. Skallstrukturen er viktig taksonomisk kjennetegn som kommer godt fram i fasekontrast. Hos kiselalgene har bare de hannlige kjønnscellene flagell, de vegetative cellene er coccoide. Arter med rafe (spalte i skallet, se nedenfor) kan bevege seg på fast underlag.

Kiselagene kan deles i to grupper etter symmetriforholdene i skallet:

1. **Skall med radiær symmetri** - gruppe CENTRALES - (COSCINODISCOPHYCEAE) eksempel *Thalassiosira*

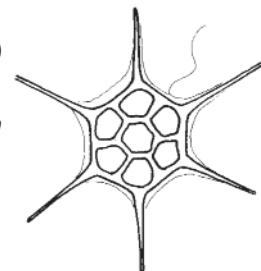


2. **Skall med bilateral symmetri** - gruppe PENNALES - (BACILLARIOPHYCEAE)
eksempel "skjematisk pennat kiselalge"



KISELFLAGELLATER - (FYLUM OCHROPHYTA,
KLASSE DICTYOPHYCEAE)

Celler med kiselskjelett - DICTYOPHYCEAE eksempel *Dictyocha*



NÅLFLAGELLATER - (FYLUM OCHROPHYTA,
KLASSE RAPHIIDOPHYCEAE)

Celler med to motsattrettede flageller, en forover og en bakover.

Orden CHATTONELLALES

1. **Celler med mange gulbrune kloroplaster** - familie Chattonellaceae
eksempel *Heterosigma*

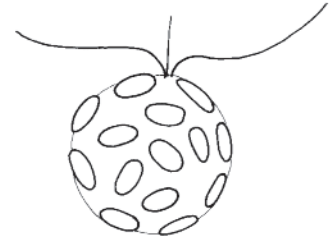
2. **Celler med mange grønne kloroplaster** - familie Vacuolariaceae
(ferskvann)



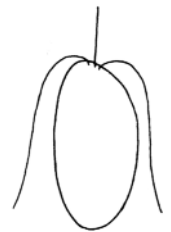
SVEPEFLAGELLATER - (FYLUM HAPTOPHYTA,
KLASSE COCCOLITHOPHYCEAE - PRYMNESIOPHYCEAE)

Celler med to glatte flageller +/-Haptonema, og en eller to gulbrune - gyldne kloroplaster.

- 1. Med coccolither (kalkplater)** på celleoverflaten (synlige i lysfelt og fasekontrast) - orden COCCOSPHAERALES, eksempel *Pleurochrysis*



- 2. Med organiske skjell** (usynlige i lysmikroskop) - orden PRYMNESIALES - familie Prymnesiaceae eksempel *Prymnesium*



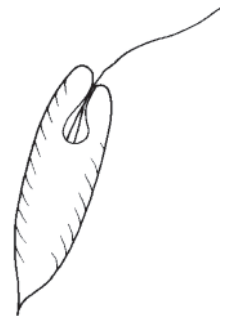
familie Chrysochromulinaceae (ikke illustrert)

ØYEALGER - (FYLUM EUGLENOZOA/EUGLENOPHYTA, KLASSE EUGLENO-PHYCEAE)

Celler med en eller flere flageller ut fra en kanal i forenden av cellen. Grønne kloroplaster. Cellene kan være tydelig formforanderlige.

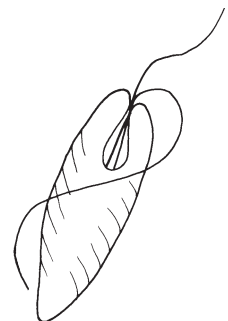
- 1. Med én flagell** - orden EUGLENALES

eksempel *Euglena*



- 2. Med to flageller** - orden EUTREPTIALES

eksempel *Eutreptiella*



GRØNNALGER - (FYLUM CHLOROPHYTA, KLASSE CHLOROPHYCEAE)

Cellene kan ha flageller eller være encellede coccoide (mikroalger), eller flercellede (oftest makroalger), med grønne kloroplaster.

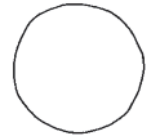
1. Med flageller - orden VOLVOCALES

eksempel *Chlamydomonas*



2. Uten flageller, encellet - grønne kuler kan finnes i mange klasser f.eks.

Chlorophyceae, Trebouxiophyceae



Flercellede grønnalger kan bli ganske store, og blir omtalt under makroalger.

OLIVENGRØNNALGER - (FYLUM CHLOROPHYTA, KLASSENE PRASINOPHYCEAE og CHLORODENDROPHYCEAE)

Celler og flageller er dekket av organiske skjell som ikke er synlige i lysmikroskop. Kloroplastfargen er olivengrønn.

Celler med fire flageller og

1. deling under svømming - (PRASINOPHYCEAE)

orden PYRAMIMONADALES

eksempel *Pyramimonas*



2. deling i ubevegelig fase - (CHLORODENDROPHYCEAE)

orden CHLORODENDRALES

eksempel *Tetraselmis*

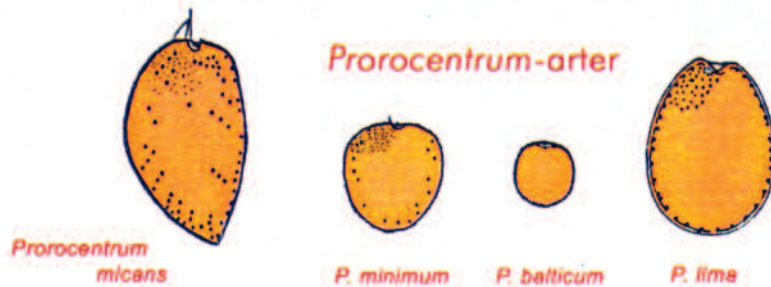


BESTEMMELSE AV SLEKTER OG ARTER

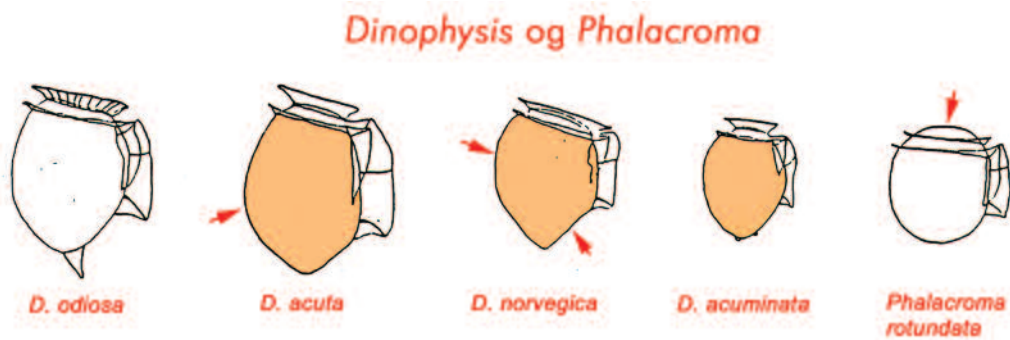
Mikroalgene omfatter mer enn 15 000 arter fordelt på et stort antall slekter i vann og på fuktige steder. Ikke alle er like vanlige, og i de følgende plansjene er bare et lite utvalg marine arter tatt med. Mange av artene er asymmetrisk bygget, og blir liggende på rygg eller buksiden (eks *Ceratium*, *Protoperidinium*), eller på siden (*Prorocentrum*, *Dinophysis*). Tegningene nedenfor kan derfor være speilvendte i forhold til hva du ser i mikroskopet. Levende celler som svømmer kan vise smalsiden og dermed skille seg fra illustrasjonene.

DINOFLAGELLATER - FUREFLAGELLATER

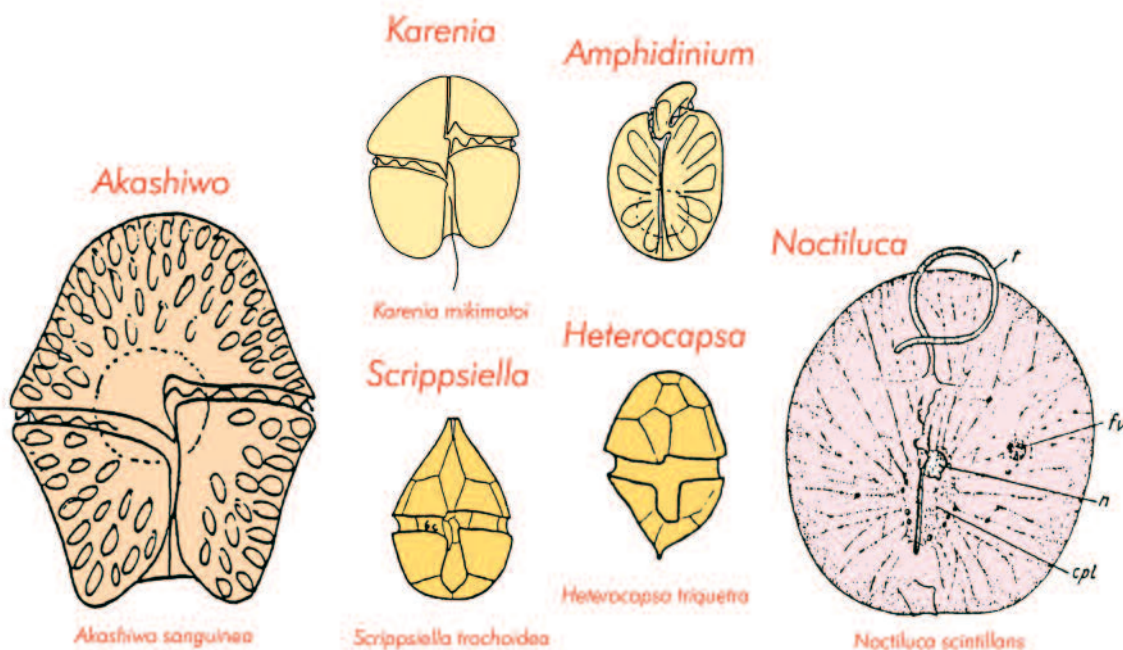
Dinoflagellatene deles inn i ordener etter hvordan de er bygget; de enkleste med cellevegg (av cellulose) har et høyre og et venstre skall. Artene er autotrofe. Slekten *Prorocentrum* er uten lister, men ofte med en pigg forrest.



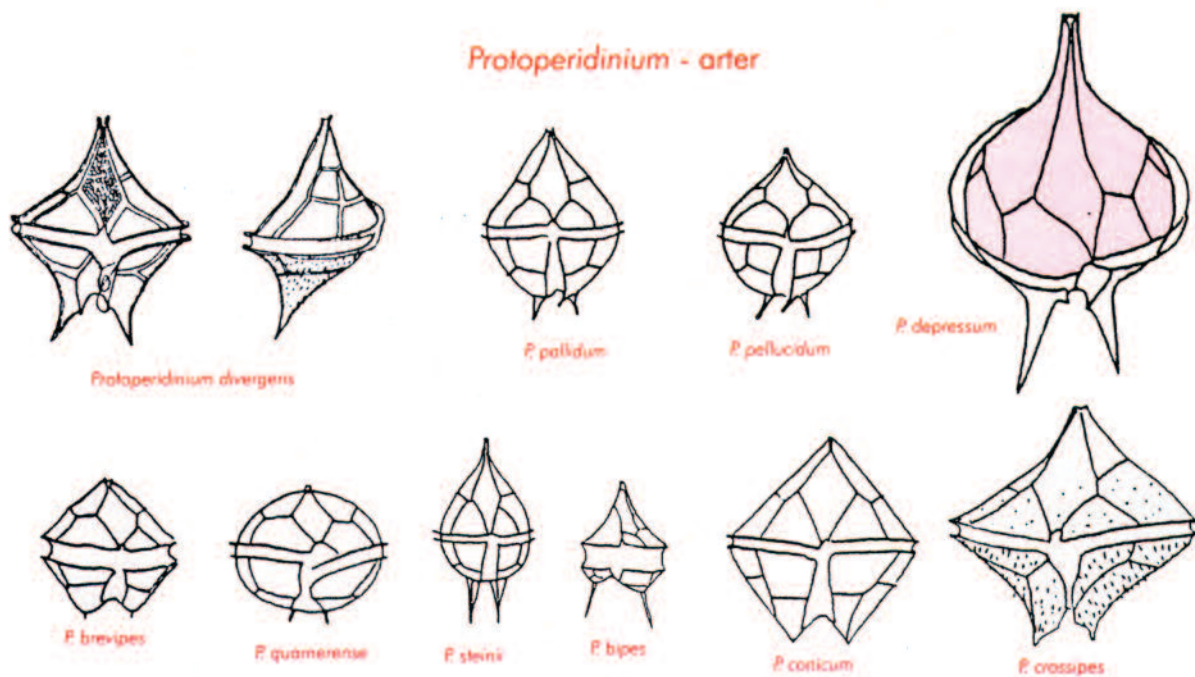
I slektene *Dinophysis* og *Phalacroma* har cellene lister som avgrenser en tverrfure forrest i cellen, og også vinger som markerer lengdefuren. Flere *Dinophysis*-arter er kjent for å produsere et toksin som akkumuleres i blåskjell og gir DSP-symptomer (diaré) dersom skjellene blir spist.



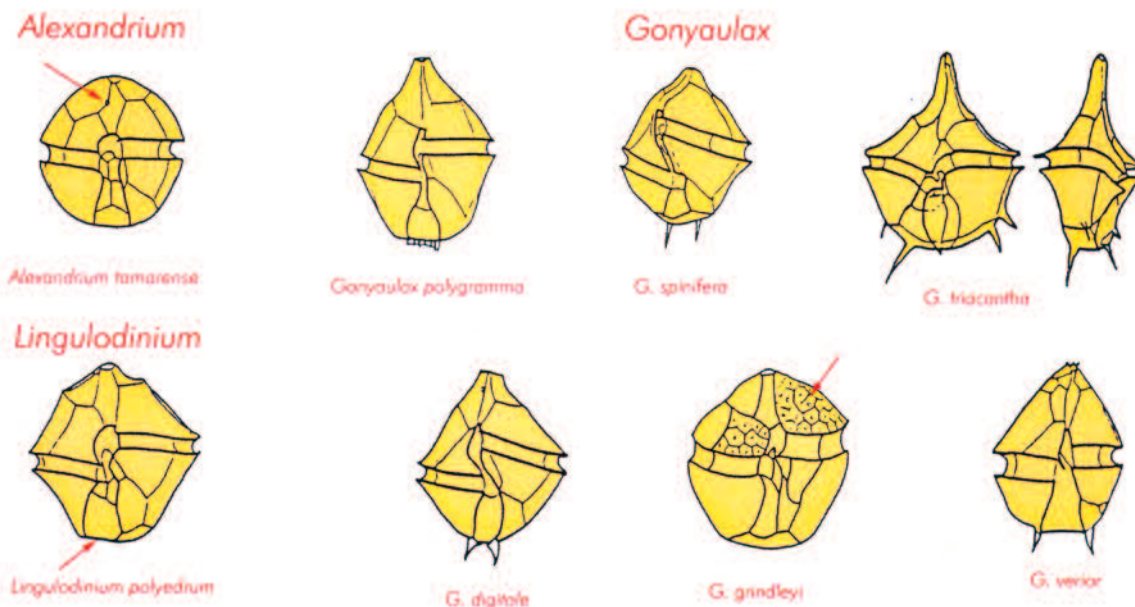
Andre dinoflagellater er nakne eks *Akashiwo*, *Amphidinium* eller med tynne veggplater eks *Scrippsiella*, *Heterocapsa*. *Noctiluca* er hovedansvarlig for morild i våre farvann og er en halv til en millimeter stor.



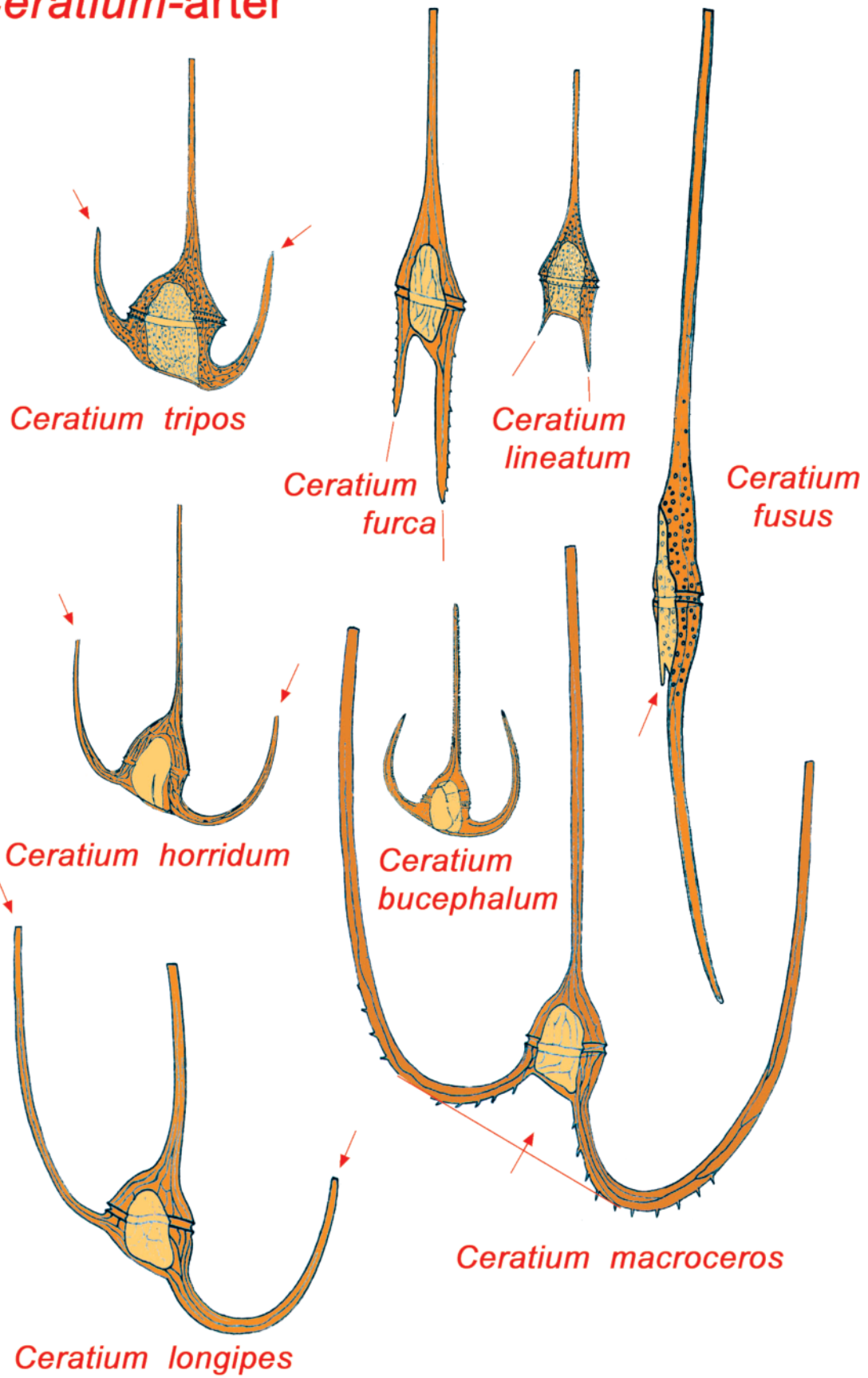
Omtrent halvparten av fureflagellatene mangler klorofyll, og spiser andre plankton-alger som kan være mye større enn dem selv. Slekten *Protoperidinium* er et eksempel på heterotrofe former som forekommer hyppig i våre farvann. Cytoplasmaet hos disse artene kan være grålig eller rosa.



Blant arter med kloroplaster - autotrofe fureflagellater - finnes det flere som kan produsere giftstoffer som kan akkumuleres i filtrerende sjødyr f eks blåskjell. *Alexandrium tamarense* lager en gift som forårsaker PSP-forgiftning (Paralytisk skjellforgiftning - lam-mende), og også flere *Gonyaulax*-arter kan være giftige.



Ceratium-arter



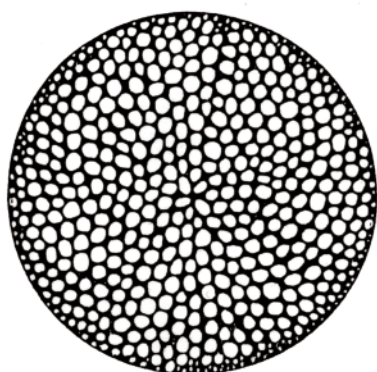
DIATOMEER - KISELALGER

Celleveggen hos diatomeene er laget av kisel dvs silisiumoksyd og er fint ornamentert. Hos store arter, f eks *Coscinodiscus*, kommer dette mønsteret (areoleringen) tydelig frem, og vi ser at hos denne slekten er areolene ordnet radiært dvs symmetri om et eller flere punkt; sentriske diatomeer - klassen Coscinodiscophyceae. *Coscinodiscus*, *Porosira* og flere andre lever enkeltvis, mens *Thalassiosira*, *Chaetoceros* og mange andre danner kolonier. Petriskålformen kommer tydelig frem hos slektene på denne siden, som alle er sirkulære i tverrsnitt, og hos *Thalassiosira* er det et sett med porer som utskiller kitantråder sentralt på valva - cellene lenkes sammen i lange rekker.

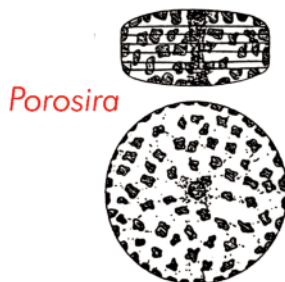
Andre diatomeer har symmetri om en linje; pennate diatomeer - klasse Bacillariophyceae. Eksempler på slekter av denne typen er vist senere.

Generelt er sentriske diatomeer knyttet til de frie vannmassene som planktonalger, mens pennate diatomeer typisk er knyttet til fast underlag som bentos. Enkelte pennate slekter som *Pseudo-nitzschia* kan imidlertid være fremtredende i planktonet.

På de følgende sidene er det vist noen av de vanligste slektene og artene i kystvannet - de fleste knyttet til kiselalgenes hovedvekstsesong; våren, men enkelte finnes til alle årstider, eks *Skeletonema*.

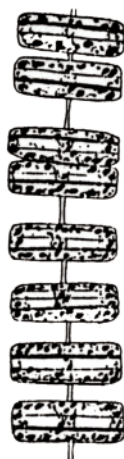


Coscinodiscus radiatus



Porosira

Coscinodiscus



Thalassiosira rotula

Thalassiosira



T. anguste-lineata



T. nordenskiöldii

DIATOMEER - KISELALGER

sentriske

Hos andre sentriske diatomeer sitter cellene tett sammen i rekker, eks *Skeletonema*, *Dactyliosolen*, *Guinardia*. Løkk og bunn (valva) kan være trukket ut i en spiss, eks *Proboscica*, *Rhizosolenia*, eller det kan være tynne utvekster kanten av valva, eks *Chaetoceros*. Variasjonene er mange, men symmetrien i valva er alltid omkring et eller flere punkt.

Skeletonema



Guinardia *Dactyliosolen*



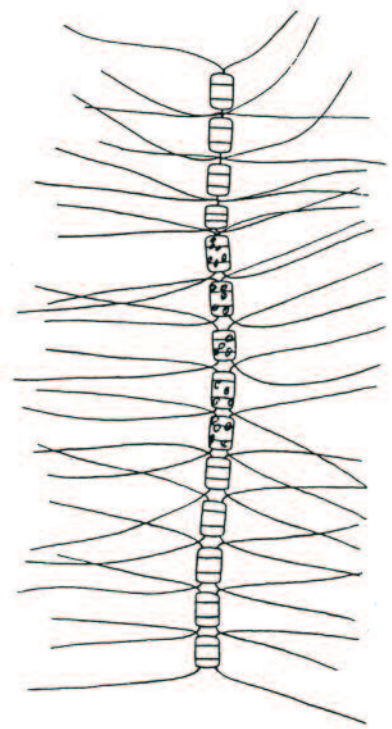
Proboscica



Rhizosolenia



Chaetoceros



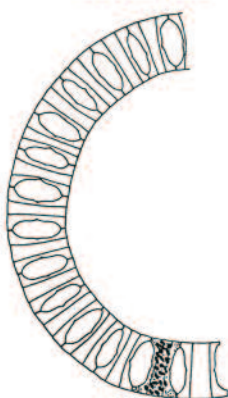
Cerataulina



Ditylum

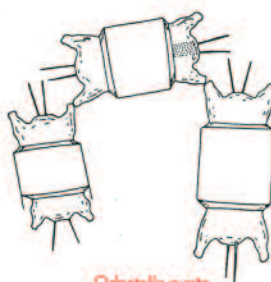


Eucampia



Eucampia zoodoncus

Odontella



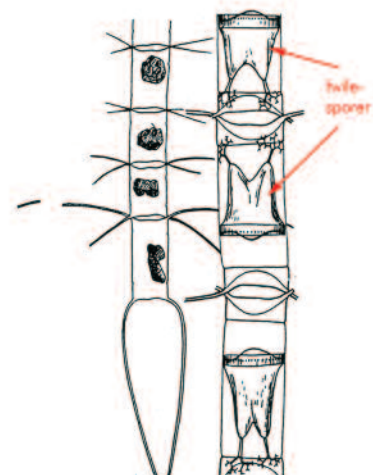
Odontella pumila

Melosira



Melosira nummuloides

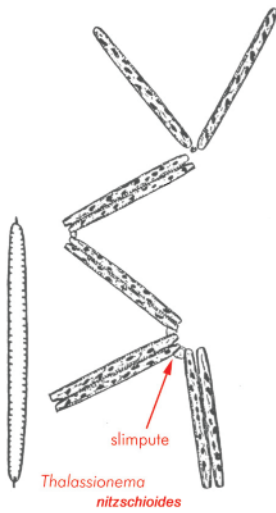
Chaetoceros



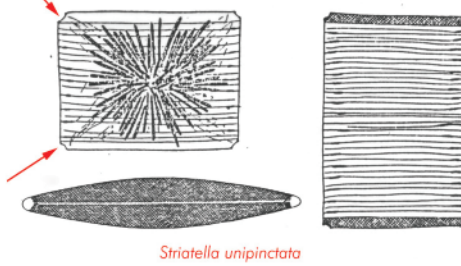
DIATOMEER - KISELALGER

pennate

Thalassionema



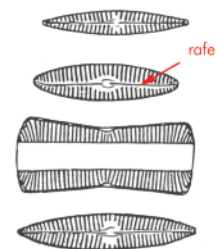
Striatella



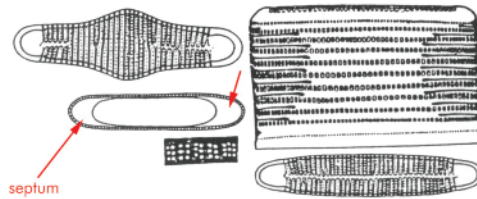
Nitzschia



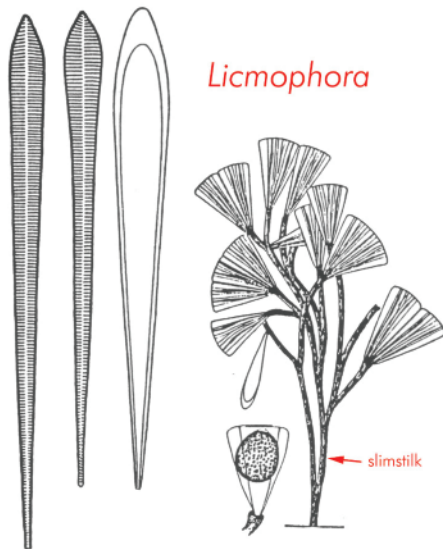
Navicula



Rhabdonema

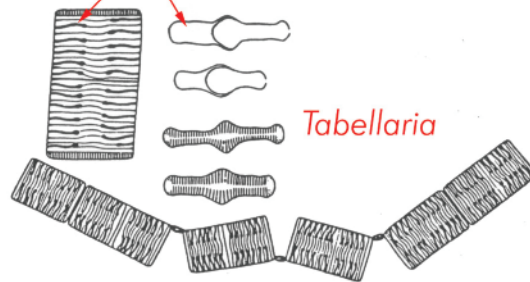


Licmophora

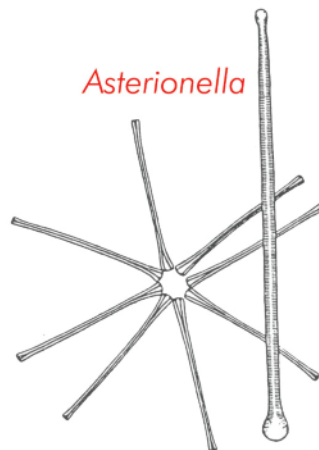


septer

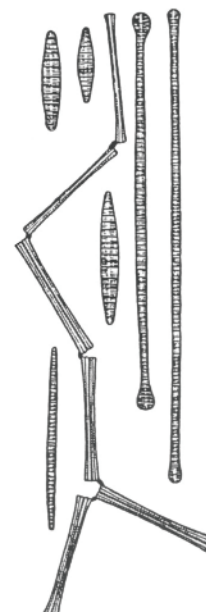
Tabellaria



Asterionella



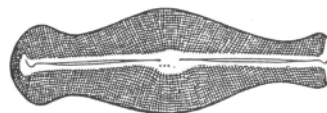
Diatoma



Berkeleya

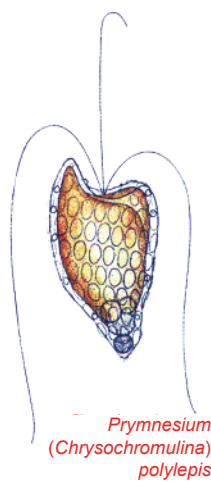


Didymosphenia

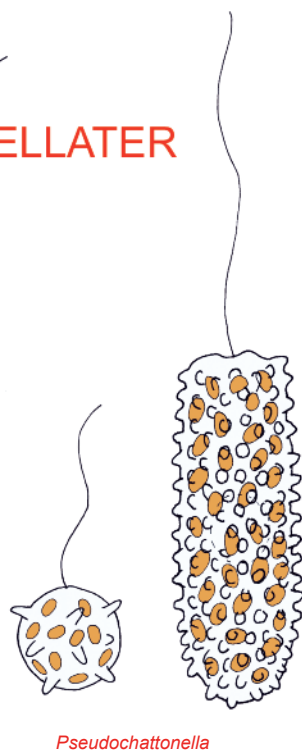


I tillegg til kiselalger og fureflagellater finnes det et stort utvalg av andre encellede alger i planktonet. Noen er viktigere enn andre; *Emiliana huxleyi* gir blakket vann når det er mye av den, andre kan være giftige, eks *Pseudochattonella* , *Prymnesium*.

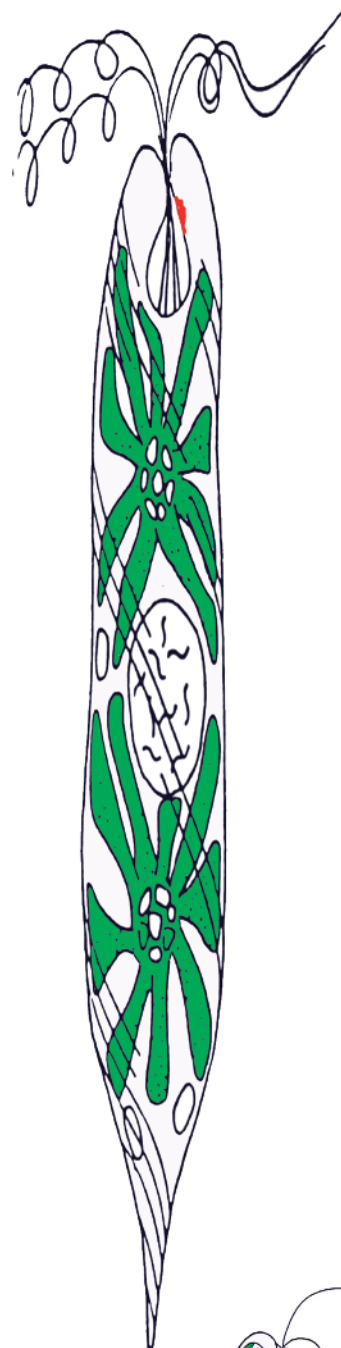
SVEPEFLAGELLATER



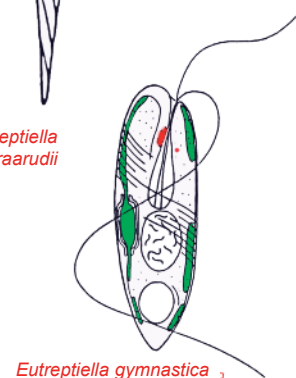
NÅLFLAGELLATER



ØYEALGER

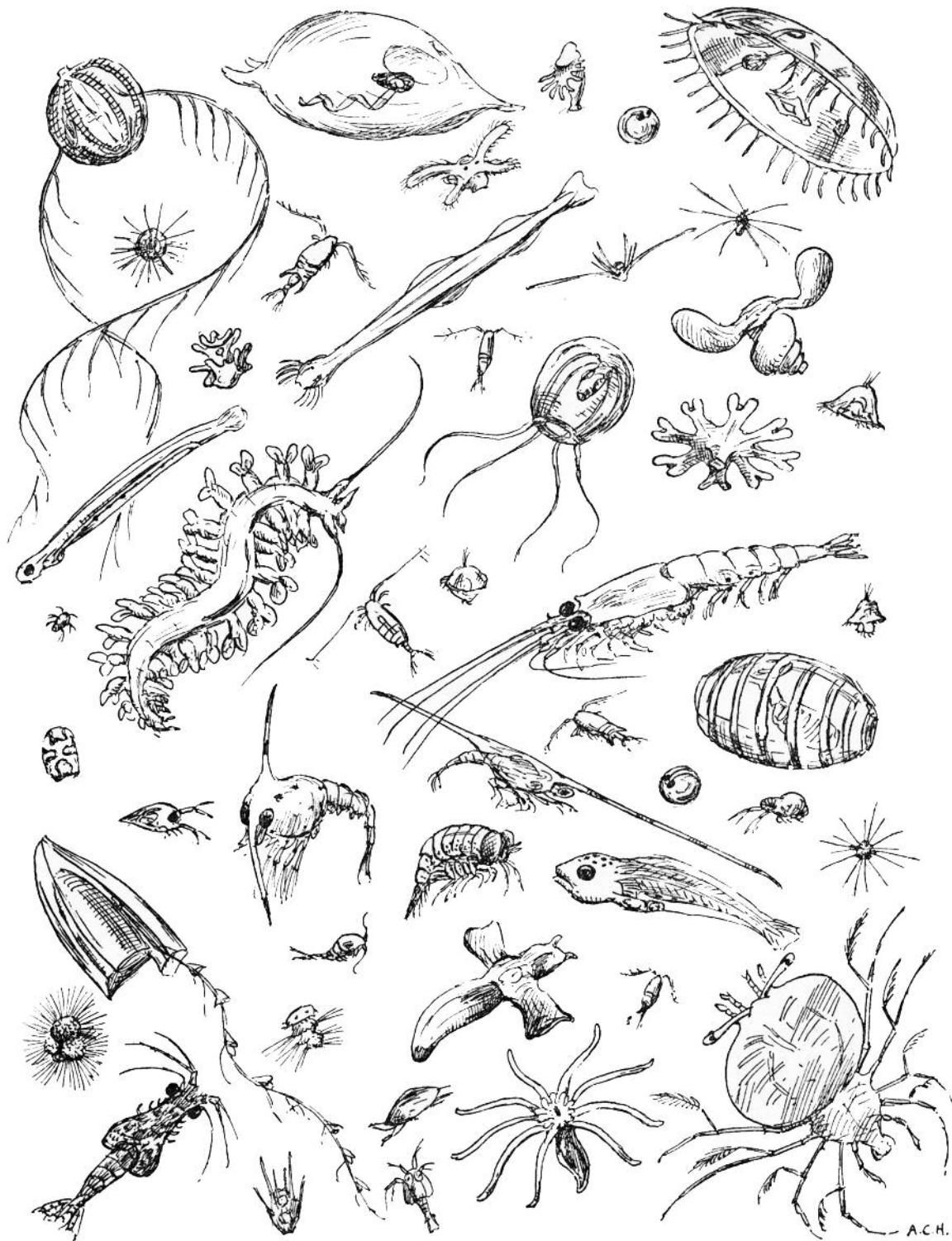


Eutreptiella
braarudii



DYREPLANKTON (ZOOPLANKTON) DIVERSITET

Dyreplanktonet inneholder organismer fra encellede former (protozoer) på bare få μm størrelse til store maneter (metazoer, oversikt i tabell på side 10). Felles for dem alle er at de i likhet med planteplanktonet driver med strømmene i havet selv om de kan ha god egenbevegelse.

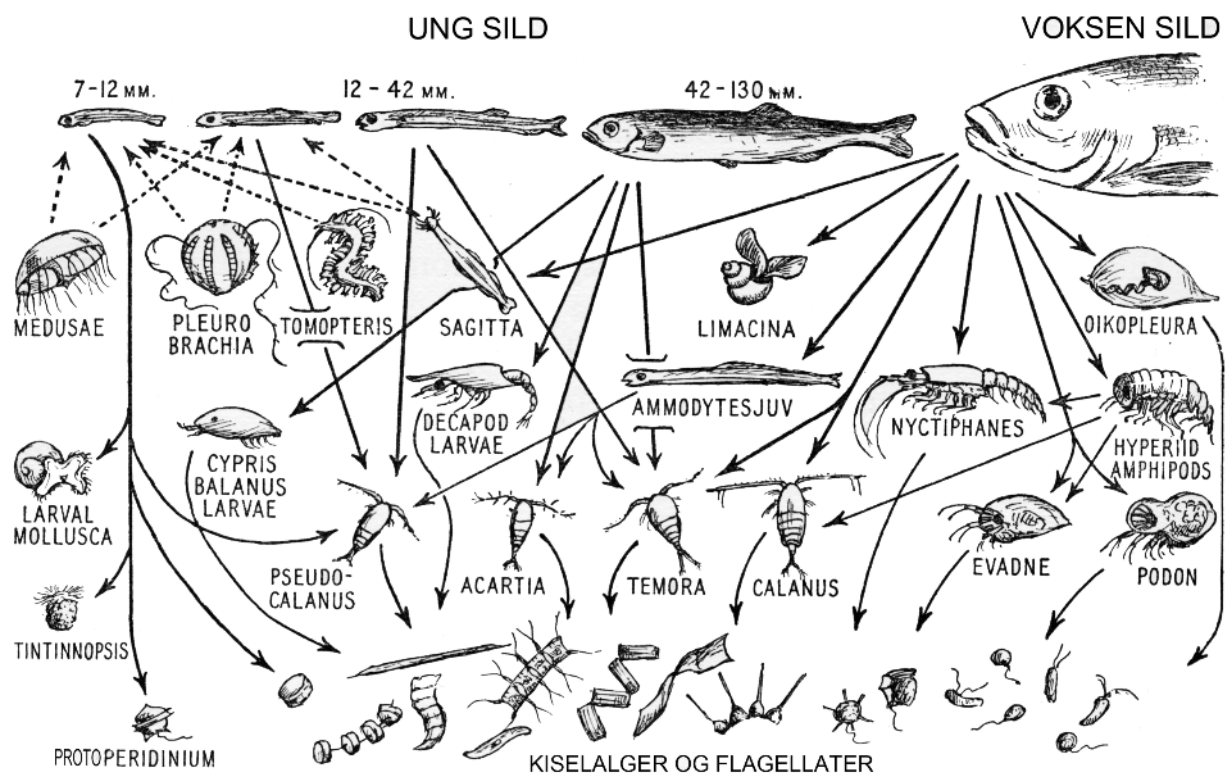


Dyreplankton fra kystvannet har stor diversitet - etter Hardy 1959

Protozoene i planktonet (flagellater og ciliater) fanges med samme håv som planteplankton. De fleste dyreplanktonartene vi ser i mikroskopet når vi samler plankton med litt grovere håv (100-500 µm maskevidde) er flercellede.

NÆRINGSNETT

Dyreplanktonet danner første konsumentledd i næringskjeden i havet, men dyreplankton av ulik størrelse vil være konsumenter og byttedyr på ulike nivåer i næringsnettet. Næringsnett hos sild (etter Hardy 1959): de heltrukne pilene viser hva silda spiser på ulike stadier, de stiplede linjene viser hvordan andre planktondyr spiser unge stadier av sild.



HOLOPLANKTON - (av gresk *holos* hel) lever i planktonet hele sin livssyklus. I åpent hav er det mest holoplankton. I det mikroskopiske planktonet er det krepssdyr som dominerer. Mens de fleste encellede organismene formerer seg ved deling, har metazoene i planktonet ofte en komplisert livssyklus med flere stadier i utviklingen fra egg til voksne individer.

MEROPLANKTON - (av Gresk *meros* – del) delvis plankton - lever i planktonet bare som egg og larver, men som voksne er de knyttet til bunnen eller til fjellvegger i fjæresonen eller under vannet. De fleste voksne dyrene har større eller mindre grad av egenbevegelse, bare noen få (som rur, mosdyr eller koraller) limer seg fast til underlaget. Det er transporten av egg og larver med havstrømmene som sørger for utbredelsen av artene. Ettersom meroplankton kommer fra bunnlevende og fastsittende arter er dette mer vanlig i kystvannet. En annen del av meroplanktonet er egg, larver og unge stadier av nektonorganismer - f.eks. fisk.

LECITOTROFE larver får næring fra eggets plommesekk under utviklingen til voksen.

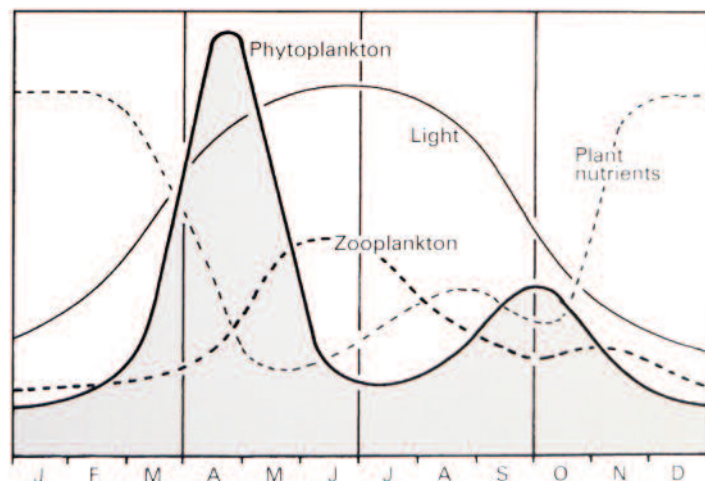
PLANKTOTROFE larver er stort sett avhengige av andre planktonorganismer som mat for å utvikle seg til voksne.

BYGNING

De fleste dyreplanktonorganismene er nakne, men kan omgi seg med et hus - theka (f.eks. tintinnider). Krepsdyrene (Crustacea) har en kitin-panser-skall som nydannes trinnvis ettersom dyrene vokser. Hos copepodene skjer det ved overgang til nye stadier som ikke helt ligner det foregående. Hos voksne krepsdyr er det også skallskifte når dyrene vokser. Bløtdyr (Mollusca) med kalkskall kan ofte ha et mikroskopisk skall i larvestadiet, og beholder dette gjennom hele oppveksten og i voksenlivet (f.eks. blåskjell og strandsnegl).

ÅRSSYKLUS

På samme måte som planteplanktonet er avhengig av næringssalter og lys er dyreplanktonet avhengig av planktonalger å beite på for å vokse. Dette ser en tydelig på mengden av dyreplankton som øker litt senere på våren. Figuren viser utviklingen av dyreplankton gjennom året i forhold til planteplankton, lys og næringssalter som biomasse langs y-aksen.



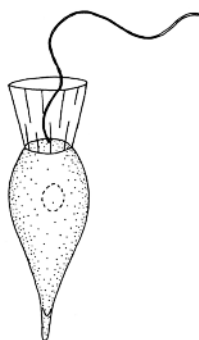
TYPISKE REPRESENTANTER FOR ULIKE DYRE-GRUPPER I KYSTPLANKTONET - HOLOPLANKTON

Dinoflagellatene er allerede omtalt under mikroalger ettersom omtrent halvparten av artene er autotrofe, men de blir også ofte regnet som dyreplankton på grunn av de mange heterotrofe formene f.eks. *Proto-peridinium*-artene (side 24) og den heterotrofe *Noctiluca* som er vist på side 23.

KRAGEFLAGELLATER - CHOANOFLAGELLATA

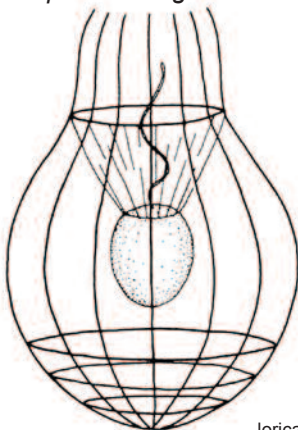
Krageflagellatene er encellede og lever av bakterier og andre mikropartikler som de fanger med en pseudopodiekrage rundt flagellen. Cellene er oftest 5-7 μm lange, men mange av artene har en typisk større kurv av silisium-elementer rundt cellen. Men de har nesten samme lysbrytning som vannet og sees helst med fasekontrastmikroskop.

Naken krageflagellat
Monosiga marina



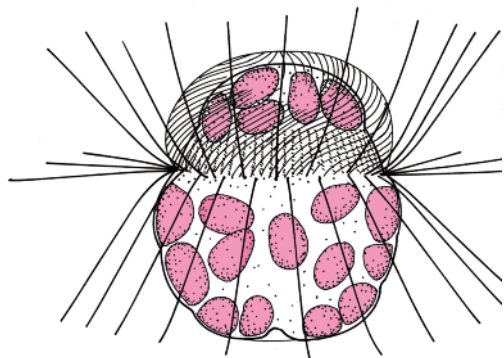
lengde ca. 6-11 μm

Krageflagellat med hus - lorica
Diaphanoeca grandis



lorica-lengde ca. 25-40 μm

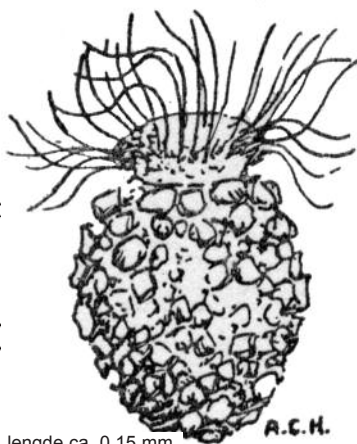
Myrionecta er en ciliat med symbiontiske alger. Den lever av fotosynteseprodukter fra algesymbiontene.



lengde ca. 20-50 μm

Cyclotrich ciliat *Myrionecta rubra*

Tintinnider er ciliater med hus som kan være "pyntet" med mineralpartikler



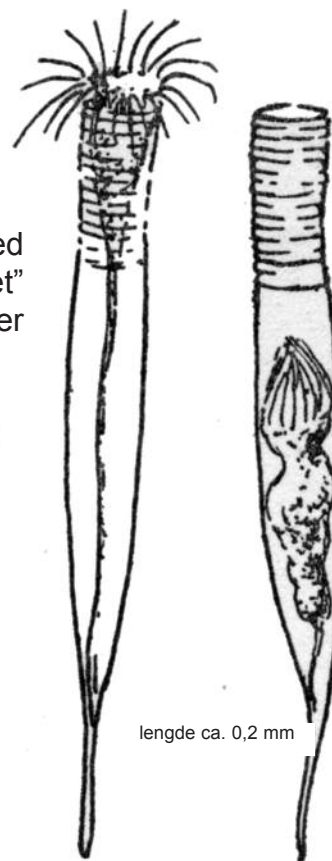
lengde ca. 0,15 mm

Tintinnopsis

CILIATER - CILIOPHORA

TINTINNIDER

Ciliatene er celler med mange cili-er som gir cellene bevegelse og vannstrømmer som sørger for næringstilgang. Hos tintinnider er de samlet rundt munnåpningen.



lengde ca. 0,2 mm

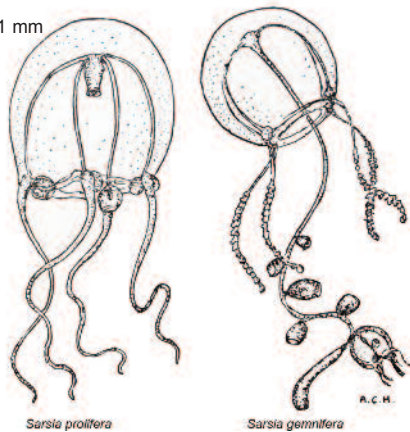
Helicostomella

NESLEDYR - CNIDARA

SMÅMANETER - HYDROZOA

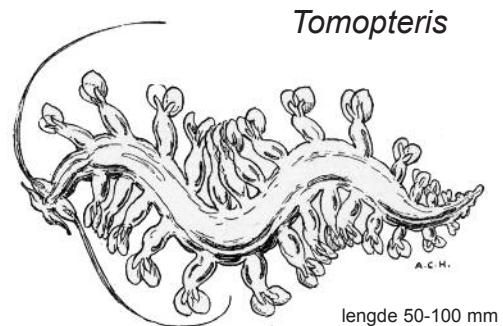
De fleste småmanetene er meduse-stadier av fastsittende hydroider, men noen meduser formerer seg ved knopp-skyting, f.eks. *Sarsia*.

lengde ca. 1 mm
+ tentakler



MANGEBØRSTEORMER - POLYCHAETA

Mange børsteormer har larver i plank-tonet, men noen slekter som *Tomopteris* lever hele sin livssyklus frittsvømmende.

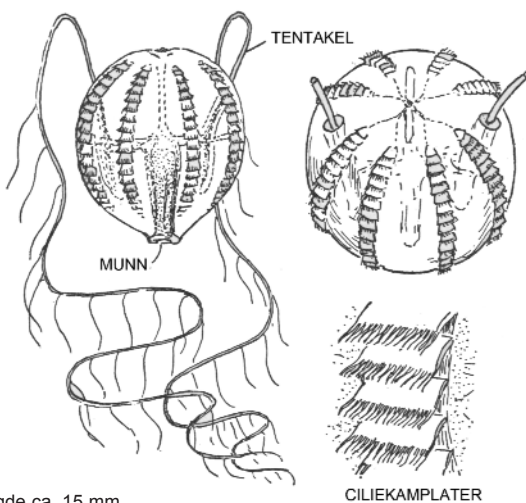


RIBBEMANETER - CTENOPHORA

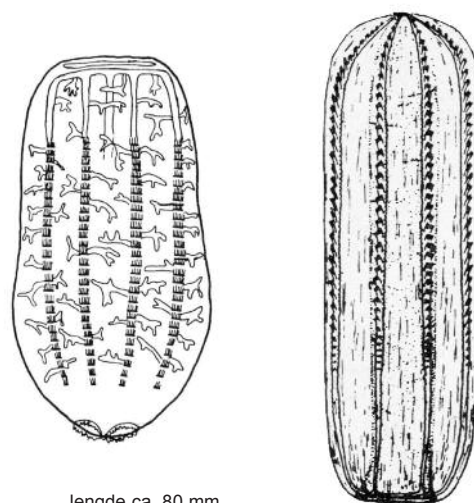
Ribbemanetene har 8 bånd med "kammer" av cilier som sørger for fremdrift. *Pleurobrachia* fanger dyreplankton ved hjelp av to lange slepende tentakler, mens *Beroe* mangler tentakler og spiser andre ribbemaneter.

Sjøstikkelsbær - *Pleurobrachia pileus*

Agurkmanet - *Beroe*



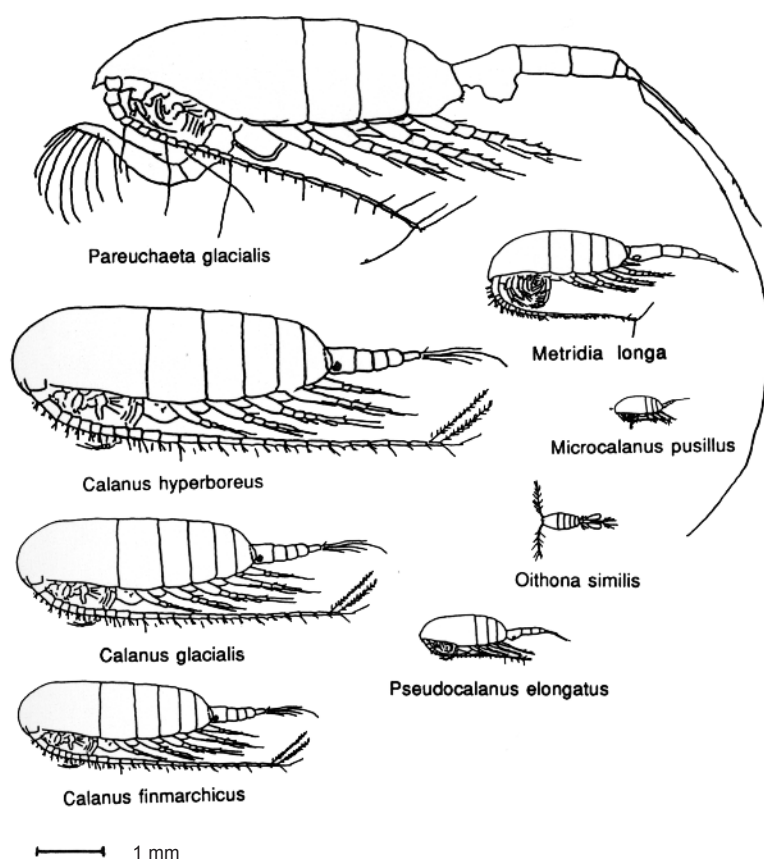
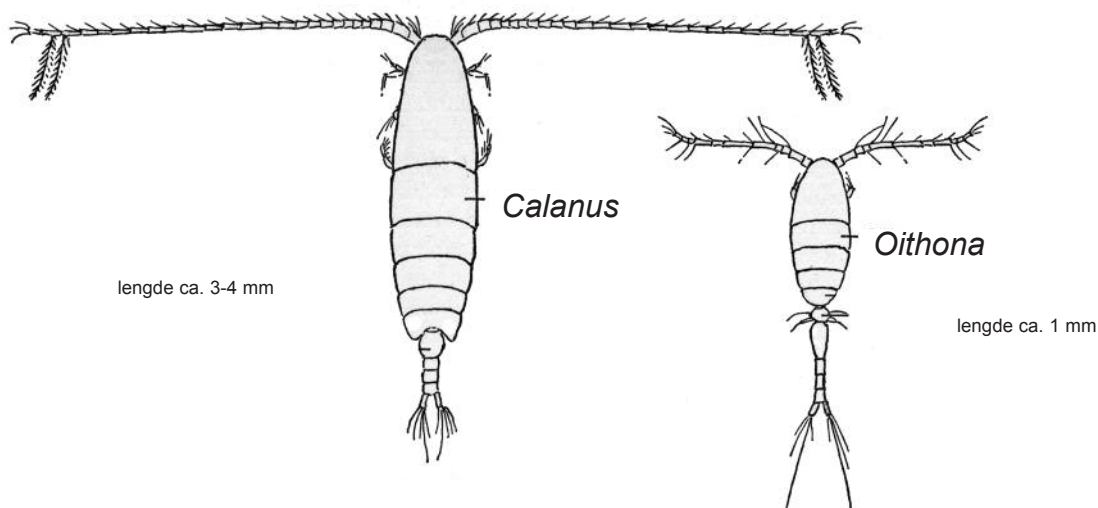
lengde ca. 15 mm



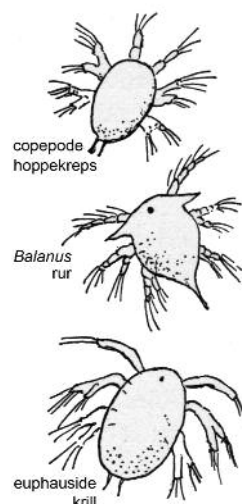
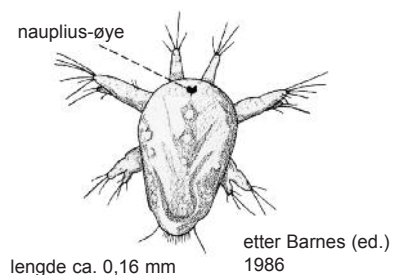
KREPSDYR - CRUSTACEA

HOPPEKREPS - COPEPODA

Hoppekrepsene svømmer ved hjelp av to kraftige antenner som stikker ut fra forkroppen. Hoppekrepsene varierer i størrelse fra art til art, og i svært stor grad med utviklingsstadiet. Hos raudåte (*Calanus finmarchicus*) er det 12 stadier frem til voksen (3-4 mm).



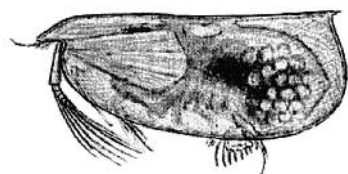
Det første stadiet etter egget er en larve med 6 ekstremiteter - **nauplius**-larve.



Nauplius-larver finnes hos mange krepsdyr

Forskjellige hoppekrepsarter, sett fra siden. Figur fra Sakshaug (ed.) 1994, Økosystem Barentshavet.

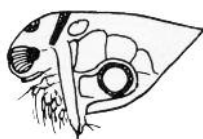
MUSLINGKREPS - OSTRACODA



lengde ca. 5 mm

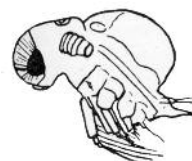
Conchoecia elegans

VANNLOPPER - CLADOCERA



Evadne normanni

lengde ca. 0,9 mm



Podon leuckarti

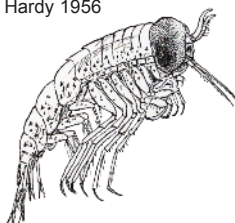
lengde ca. 0,65-1 mm

fra Raymont 1963

STORKREPS - MALACOSTRACA

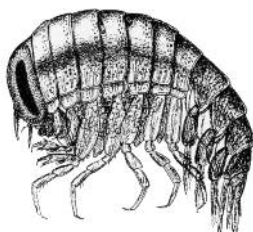
TANGLOPPER - AMPHIPODA

fra Hardy 1956



Themisto

lengde ca. 6 mm



Hyperia

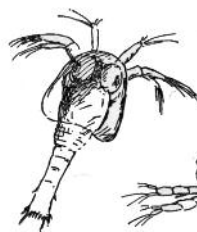
lengde ca. 10 mm

fra Raymont 1963

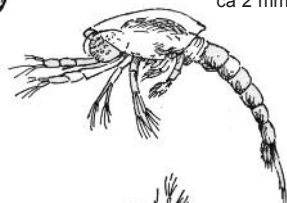
Amphipodene er flattrykt fra siden. Langt de fleste finnes i fjæresonen og kalles tanglopper. *Themisto* og *Hyperia* finnes i planktonet, *Hyperia galba* under maneter (se side 38).

TIFOTKREPS - DECAPODA

Lyskreps - euphausider

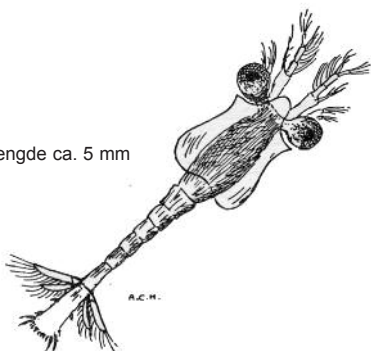


ca 1 mm lang



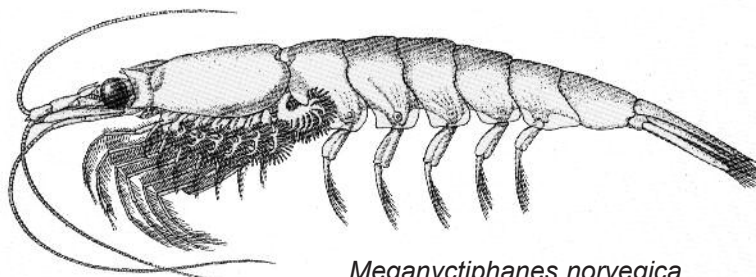
ca 2 mm lang

lengde ca. 5 mm

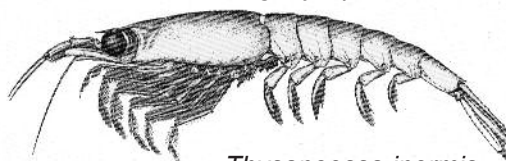


fra Hardy 1956

Krill omfatter mange arter, i våre farvann er krill - *Meganyctiphanes norvegica*, *Thysanoessa inermis* og *T. longicaudata*



Meganyctiphanes norvegica



Thysanoessa inermis



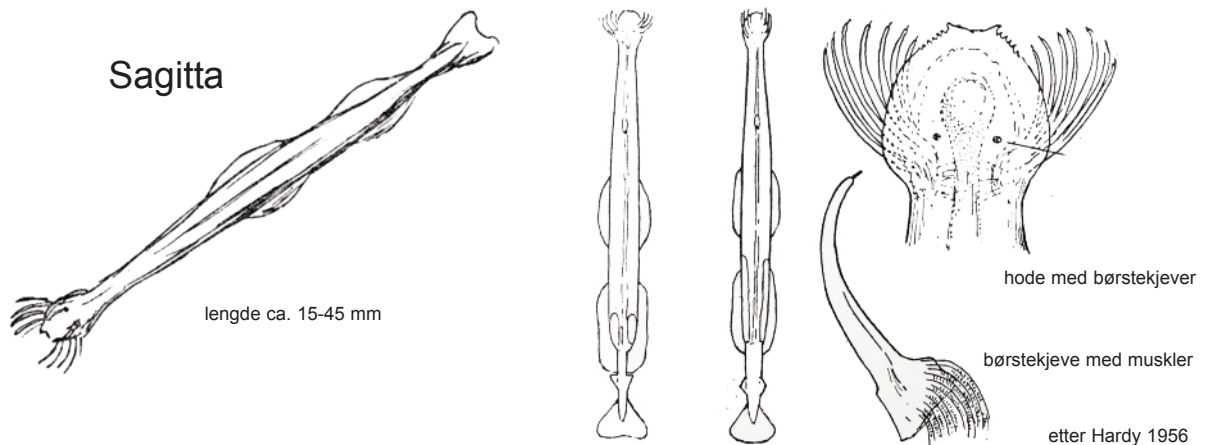
Thysanoessa longicaudata

1 cm

Lyskrepsene har også mange larvestadier som *Thysanoessa*-larvene over.

PILOMER - CHAETOGNATHA

Pilormene jakter blant annet på sildelarver (se side 31)



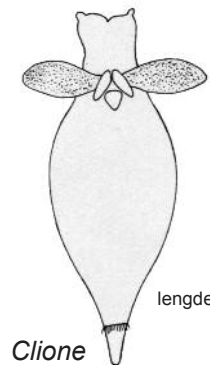
BLØTDYR - MOLLUSCA

VINGESNEGL - PTEROPODA

Snegler flest har planktoniske larver, eller eggene er lecitotrofe og utvikler seg ved bunnen. Noen snegler - vingesneglene lever imidlertid holoplanktonisk, f.eks. *Clione* (naken) og *Limacina* som også har snegleskall.

lengde ca. mm

Limacina



lengde ca. mm

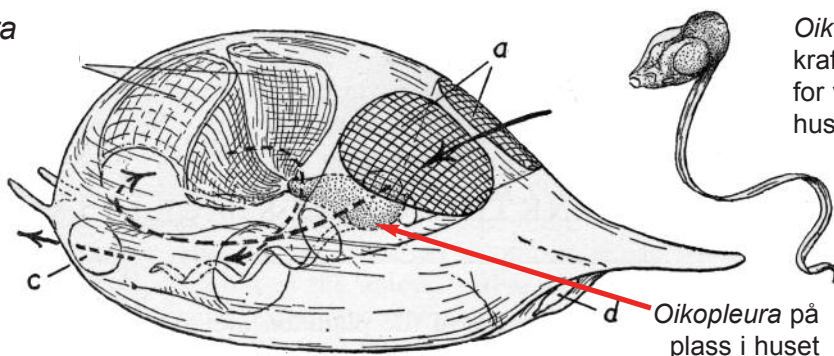
Clione

KAPPEDYR - TUNICATA

Kappedyrene er ryggstrengdyr og noen av artene hører til holoplanktonet.

Oikopleura lager et midlertidig geléhus med filtre som brukes til å filtrere nanoplankton fra sjøvannet. Den har en kraftig hale med ryggstreng, som brukes til å lage en vannstrøm gjennom huset når dyret er på plass. Oftest finner vi bare selve dyret i håvtrekkene.

Oikopleura



Oikopleura har en kraftig hale som sørger for vannstrøm gjennom huset.

lengde ca. 1,1 mm

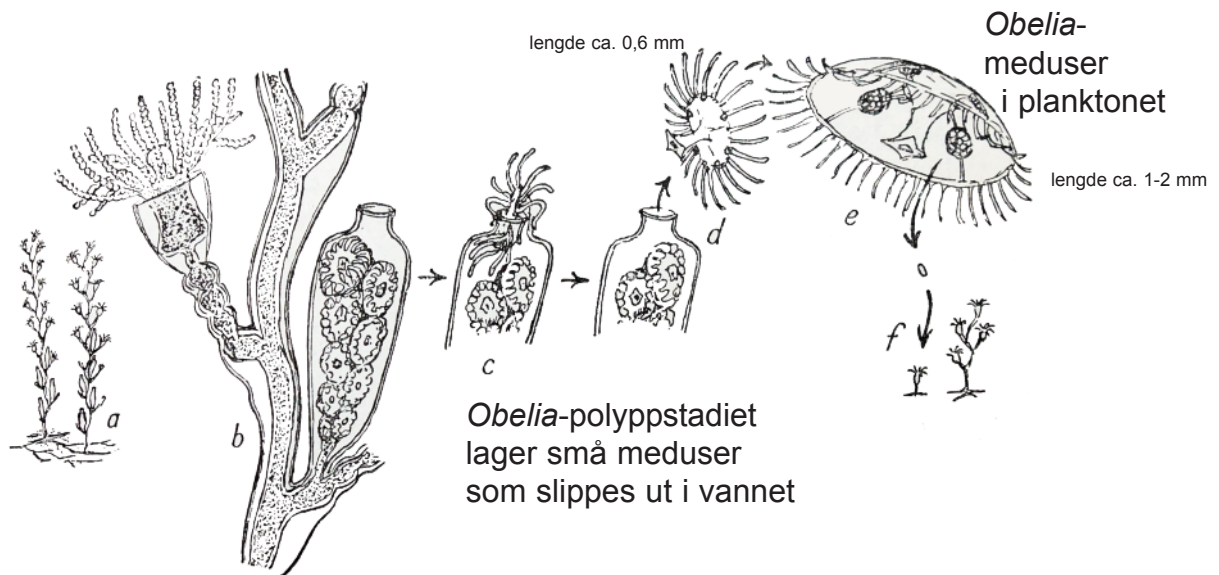
Geléhus med filtre for oppsamling av nanoplankton

MEROPLANKTON

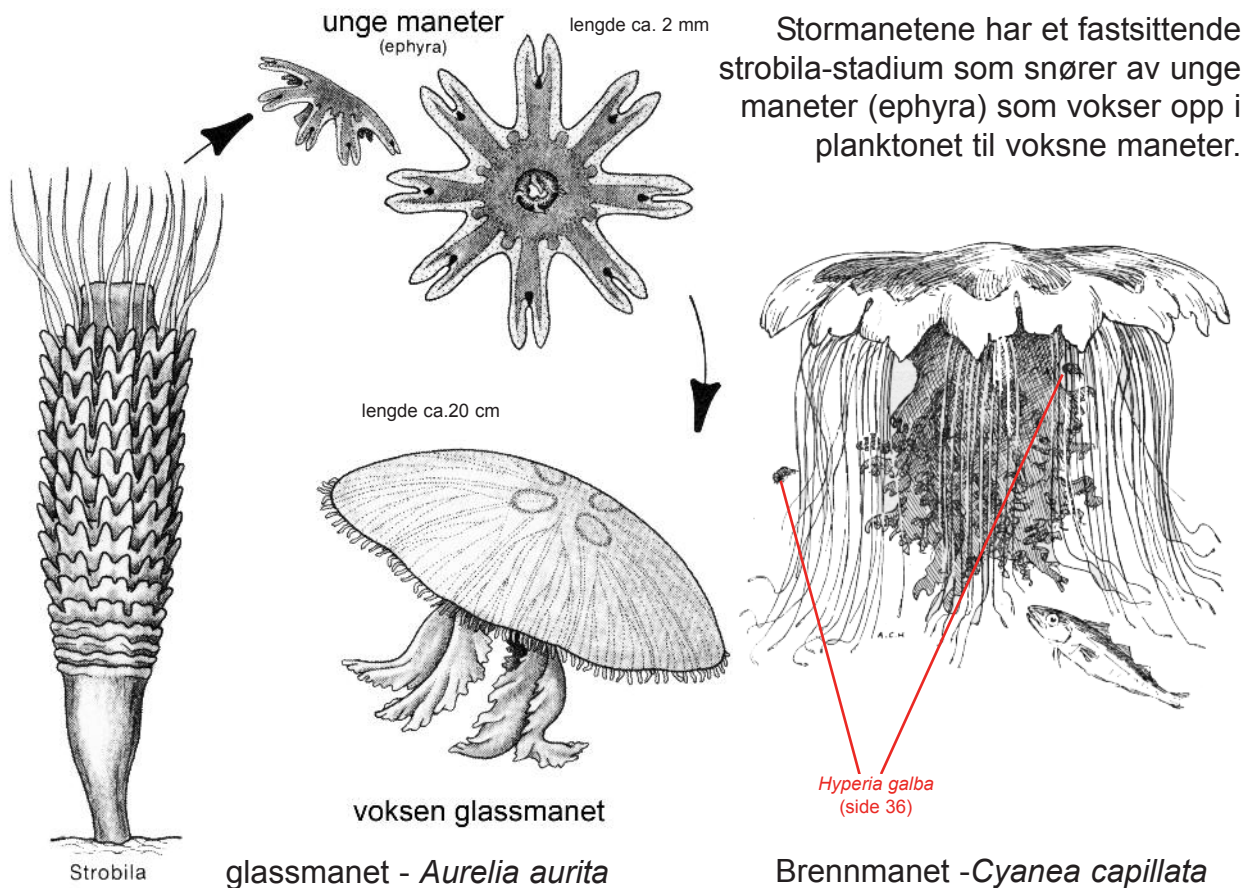
Meroplanktonet omfatter alle dyrene som oppholder seg midlertidig i planktonet; noen er der som egg og larver mens de voksne dyrene finnes i eller på havbunnen, og noen er egg, larver og unge stadier av dyr som vil fortsette som nektun svømmende i de frie vannmassene.

NESLEDYR - CNIDARA

SMÅMANETER - HYDROZOA

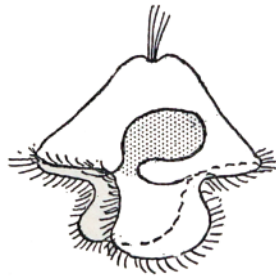


STORMANETER - SCYPHOZOA



SLIMORMER - NEMERTEA

Slimormlarvene - **Pilidium**-larver ligner en lue med ørevarmere. Cilier langs kanten holder larven svømmende.



lengde ca. 0,5 mm

LEDDORMER - ANNELIDA

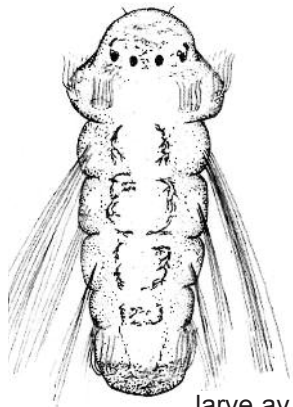
Leddormene har snurrebass-lignende larver - **trochophora**-larver med en ciliering rundt midten, senere kommer flere cilieringer på bakparten.



lengde 0,05-0,5 mm

MANGEBØRSTEORMER - POLYCHAETA

SPIONIDER har karakteristiske pølseformede larver med kraftige børster hva hvert ledd.



lengde ca. 0,5 mm

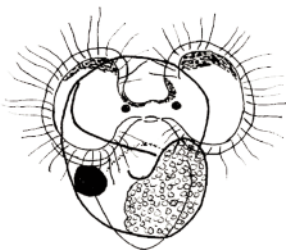
larve av *Boccardia*

BLØTDYR - MOLLUSCA

Bløtdyrene har larver som svømmer med cilier i rekker langs kanten av en svømmebrem - velum, derav veliger-larve. Har de skall som voksne begynner utviklingen av dette allerede mens larvene svømmer i planktonet.

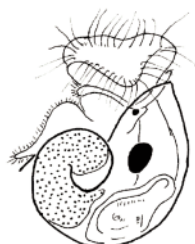
SNEGLER - GASTROPODA

Limapontia - veliger-larve



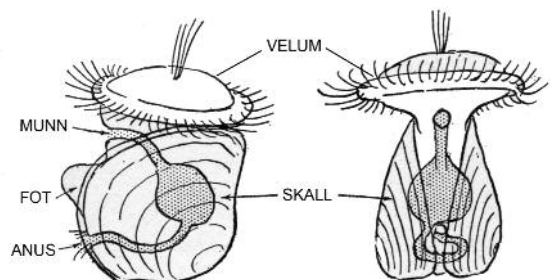
lengde ca. 0,15 mm

lengde ca. 0,15 mm

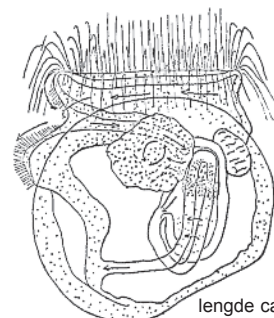


Philine - veliger-larve

MUSLINGER - BIVALVIA



Ostrea edulis - østers-veliger-larver

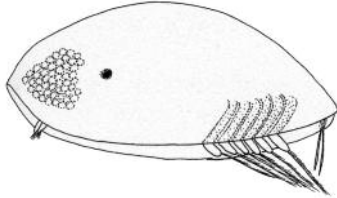


lengde ca. 0,1 mm

KREPSDYR - CRUSTACEA

RANKEFOTINGER - CIRRIPEDIA

cypris-larve av *Balanus* - rur

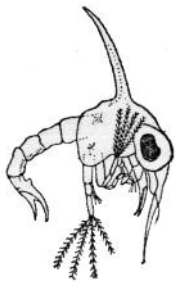


lengde ca. 0,65 mm

Rankefotinger (se side 84) er fastsittende som voksne dyr, men de er krepsdyr med **cypris**-larver som lever i planktonet inntil de slår seg ned på fast underlag.

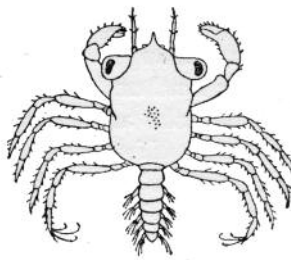
STORKREPS - MALACOSTRACA

Storkrepsene omfatter mange bunnlevende arter med larver i planktonet f.eks. krabber.



zoea-larve

lengde ca. 3 mm
+ pigger

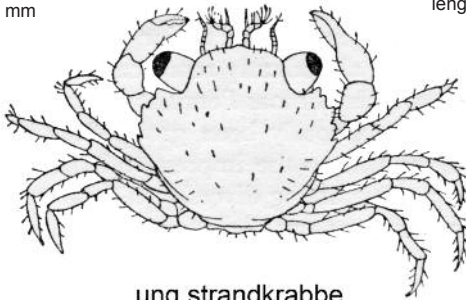


megalopa-larve

lengde ca. 1,2 mm



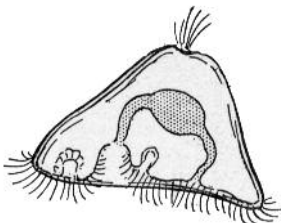
krabbe zoea larve
fra Hardy 1956



ung strandkrabbe

MOSDYR - BRYOZOA

Mosdyrene (se side 94) har flattrykke cyphonautes-larver med et trekantet skall på hver side.



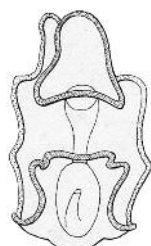
lengde ca. 0,35-0,7 mm

PIGGHUDER - ECHINODERMATA

Pigghudenes larver ser svært forskjellige ut, men de beveger seg alle ved bånd av cili-er som følger spesielle mønstre, og følger de utstående delene hos de som har et indre skjelett.

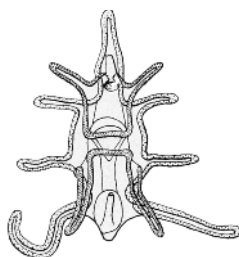
SJØSTJERNER - ASTERIOIDA

lengde ca. 1-2 mm



bipinnaria

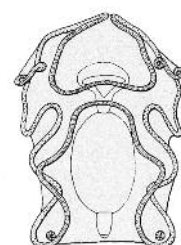
lengde ca. 3 mm



brachiolaria

SJØPØLSER - HOLOTHUROIDA

Bipinnaria-larver av sjøstjerner ligner mye på **auricularia**-larvene hos sjøpølser, men når sjøstjernene når **brachiolaria**-stadiet blir forskjellen tydelig.

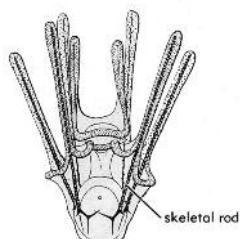


auricularia

lengde ca. mm

SJØPIGGSVIN - ECHINOIDA

Larvene hos sjøpiggsvin og slangestjerner kalles **pluteus**-larver fordi de ser ut som et staffeli (opp-ned).

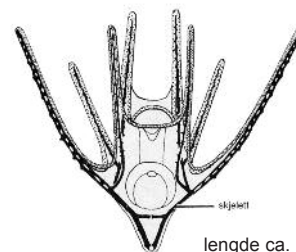


lengde ca. 0,5-0,8 mm

echinopluteus

SLANGESTJERNER - OPHIUROIDA

Sjøpiggsvinlarvene - **echinopluteus**-larver har "bena" tettere sammen enn slangestjernenes **ophiopluteus**-larver



lengde ca. 1-5 mm

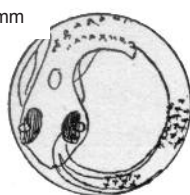
ophiopluteus

RYGGSTRENGDYR - CHORDATA

VIRVELDYR - VERTEBRATA

FISK - OSTEICHTHYES

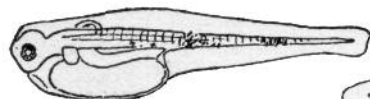
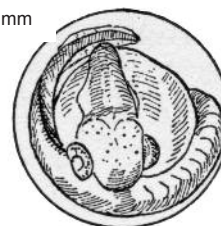
diameter 1,2-1,6 mm



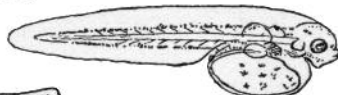
diameter ca. 2 mm



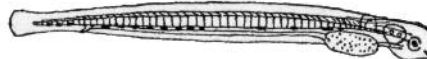
diameter ca. 1,5 mm



torsk



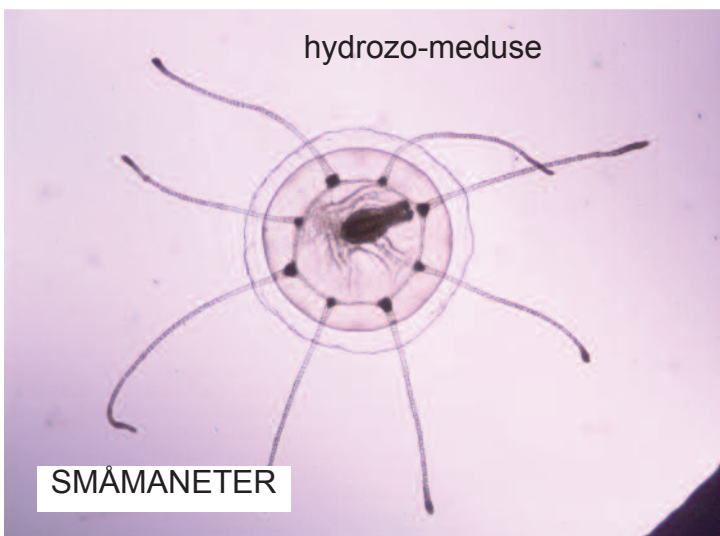
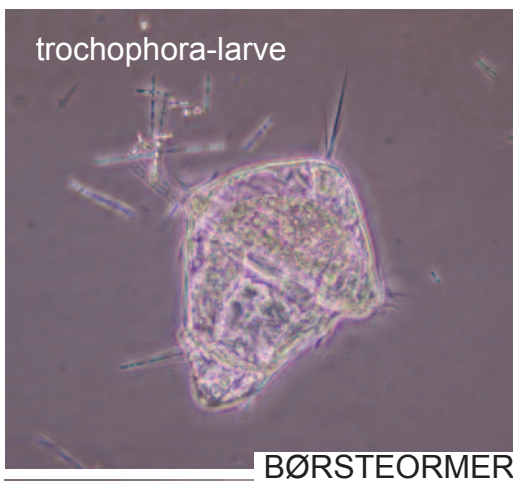
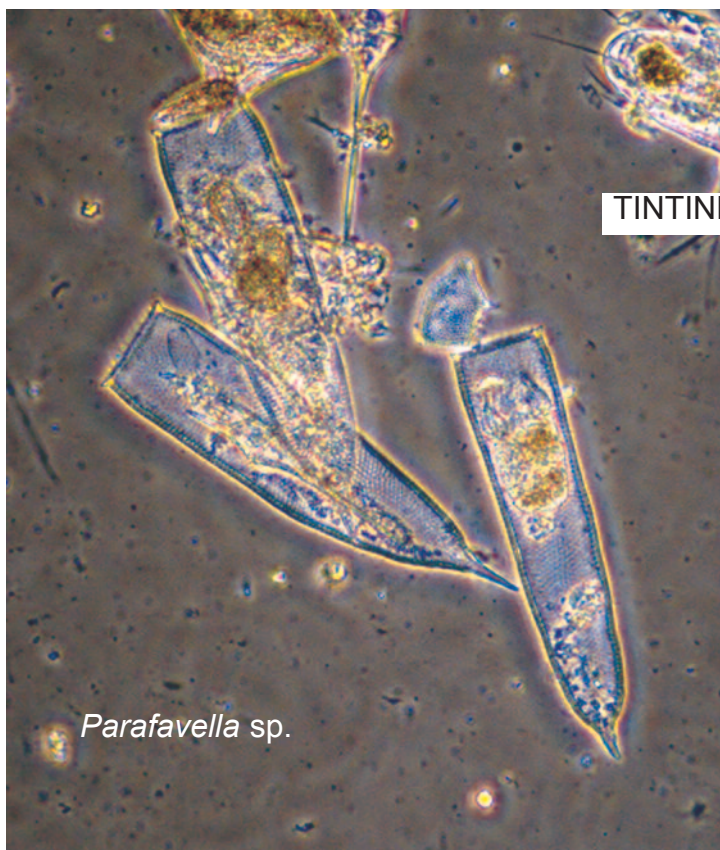
flyndre



sild

Nekton-organismer har stor svømmeevne som voksne, men egg, larver og unge stadier driver med vannet som plankton. Disse tidlige stadiene er bytte for andre planktonorganismer som pilormer og maneter.

SMÅPLANKTON - MIKROPLANKTON



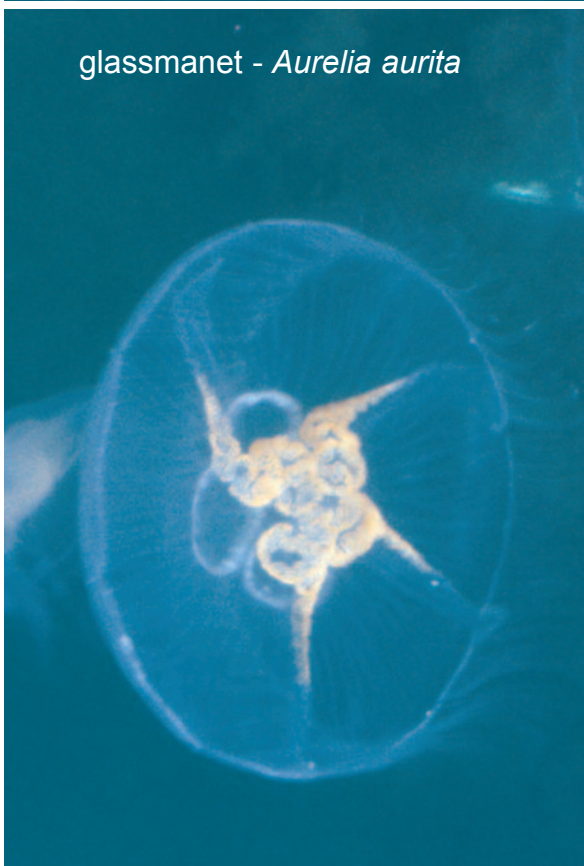
Merk! Bildene har forskjellig forstørrelse !

STORPLANKTON - MAKROPLANKTON

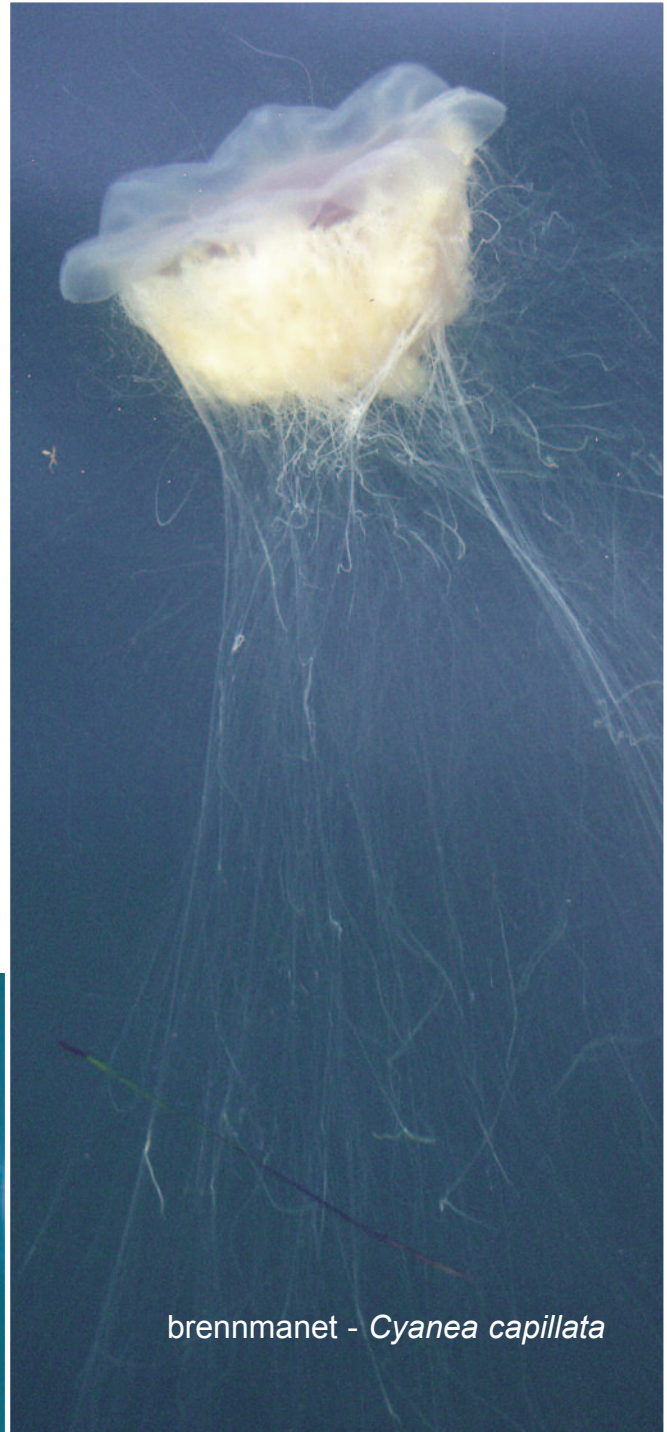
STORMANETER



glassmanet - *Aurelia aurita*



brennmanet - *Cyanea capillata*



HVA ER MAKROALGER?

Makroalger er en gruppe alger som er knyttet til bunnen. I ordet ligger også et signal om størrelsen, selv om noen av de algene som betegnes som makroalger er mikroskopiske er det også makroalger som kan bli godt over 50 meter lange. Felles for disse store algene er at de har hva vi kaller et tallus - en algekropp. Et tallus kan igjen være delt inn i festeorgan (analogt til landplantenes rot), stipes (analogt til landplantenes stengel) og lamina (analogt til landplantenes blad). Husk at de aller fleste algene lever i vann dvs. at de ikke trenger å ha et rotsystem som tar opp vann og næring, hos algene tas dette opp over hele tallus. Av samme grunn behøver de ikke ha en stengel med ledningsfunksjon.

Makroalgene deles inn i tre hovedgrupper (klasser):

Grønnalger - ca 100 marine arter i vår flora, totalt på verdensbasis finnes det rundt 10 000 arter, de fleste lever i ferskvann.

Brunalger - ca 200 marine arter i vår flora, bare to i ferskvann. På verdensbasis finnes det ca 1500 arter. Brunalgene hører hjemme i kalde havområder. De store tang- og tareartene er brunalger som dominerer vår hjemlige flora såvel som i andre områder med hardbunn.

Rødalger - ca 210 marine arter hos oss, ca 10 i ferskvann. Rundt 5000 arter på verdensbasis. Rødalgene har flest representanter i varmere farvann. Forholdet mellom rød- og brunalger kan være 5 : 1 i tropene, mens det hos oss er nær 1:1.

De forskjellige klassene har fått sine navn ut fra hvilken farge de har. Som alle fotosyntetiserende organismer har også algene klorofyll *a*. I tillegg har de noen andre pigmenter som skal hjelpe algene til å skaffe nok lys. Det er disse tilleggspigmentene, eller aksessoriske pigmentene som de også kalles, som gir algene deres farge.

TIDEVANNSSONEN

Den miljøfaktor man i første rekke tenker på når det gjelder stranden er *tidevannet* og de *vannstandsvekslinger* dette fører med seg. Her vil i meget generelle vendinger bli belyst den fysiske bakgrunn for tidevannet, for det er ikke hvordan det dannes, men hvordan tidevannet virker inn på planter og dyr som er av interesse økologisk sett.

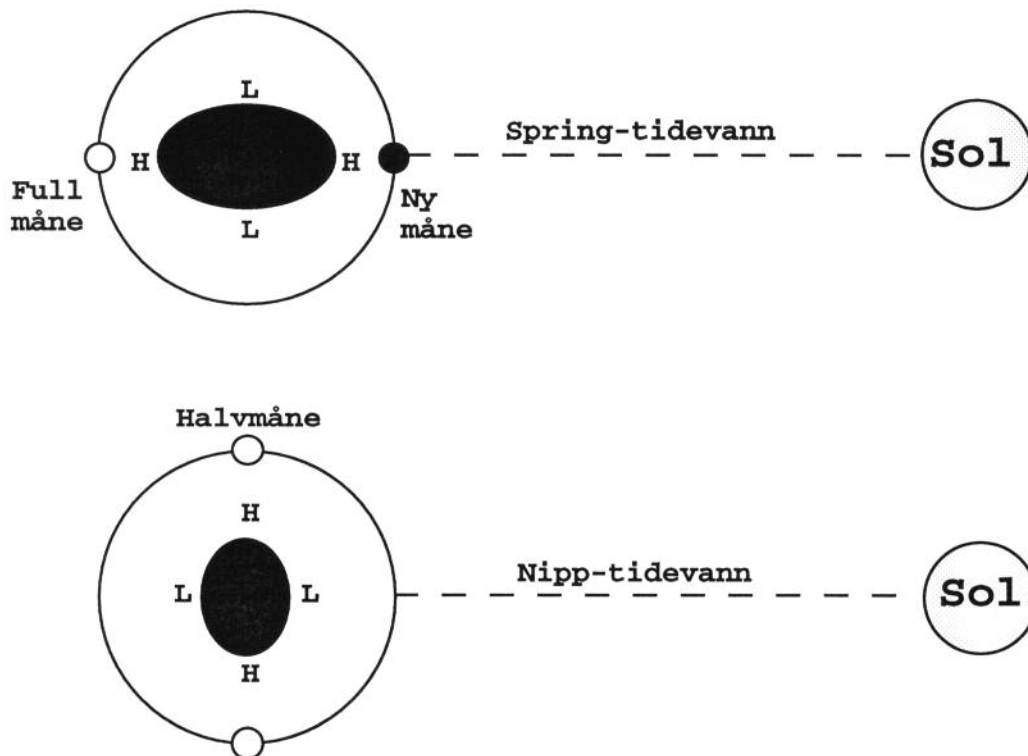
Tidevannet er et resultat av månens og solens tiltrekningskraft på jorden samt av jordens egen gravitasjons- og sentrifugalkraft. Sterkt forenklet kan vi si at månens tiltrekningskraft på jordens vannmasser er størst ved det punkt på jorden som er nærmest månen, altså det punkt på jorden hvor en linje fra månens sentrum til jordens sentrum treffer jordoverflaten (der hvor månen står i senit). Resultatet blir at vannflaten på dette punktet hever seg, nærmer seg månen. Her får vi *høyvann* eller *flo*. På motsatt side av jorden, altså lengst borte fra månen, er månens tiltrekningskraft minst noe som resulterer i at vannoverflaten stiger også her og vi får høyvann også på den andre siden.

Selvsagt kan ikke vannflaten stige på disse to punkter uten å synke på andre. I virkeligheten synker den også kraftig på de punkter som ligger i et plan gjennom jordens sentrum vinkelrett på linjen fra månens sentrum til jordens (de punkter hvor månen sees ved horisonten). Resultatet er at vi får *lavvann* eller *fjære*.

Når jorden roterer om sin egen akse blir stadig nye punkter vendt mot eller fra månen, noe som resulterer i at det dannes to store tidevannsbølger, de lengste bølger som finnes. Bølgene går rundt jorden i takt med månens omløp og da jorden roterer mot øst går tidevannsbølgene mot vest over verdenshavene. Hvis tidevannet nå bare var avhengig av månen ville vi få høyvann og lavvann regelmessig to ganger i hvert månedøgn, som er 24 timer og 50 minutter. Men forholdene er ikke så enkle, noe som i første rekke beror på solen. Solen har også en tiltrekningskraft på jordens vannmasser, men på grunn av solens store avstand til jorden er solens virkning bare ca 1/2 parten av månens.

Ved ny- og fullmåne befinner sol og måne seg på samme linje gjennom jordens sentrum, enten på samme side eller på hver sin side av jorden. Ved begge disse tilfellene adderes deres virkning og vi får ekstra kraftig tidevann med høy flo og lav fjære. Et slikt tidevann kaller vi spring. Midt mellom de to springperiodene får vi nipp, et spesielt lite tidevann da solens og månens krefter virker i rett vinkel i mot hverandre. De trekker i hver sin retning.

Tidevannsbølgene som går rundt jorden hindres av kontinentene, unntatt lengst i sør, og de sender en gren inn i Atlanterhavet. Det tar et par døgn før denne grenen av tidevannsbølgen når frem til oss og derfor inntreffer spring, respektive nipp, først 2-2½ døgn etter full (ny) og halvmåne.



Skjematisk oversikt over tiltrekningskrefter fra månen og fra solen på jordens vannmasser. H = høyvann, L = lavvann, J = jorden.

De "normale mønstrene" forstyrres også av lokale forhold. Hvis tidevannsbølgen stanses av land og tvinges til å forandre retning kan det føre til komplikasjoner eks. dobbelt tidevann når ulike deler av bølgen kommer inn fra forskjellig hold til ulike tider. Kystens form og andre forhold (trange sund) virker også inn på tidevannets størrelse. Fra praktisk talt å mangle langs enkelte kyster (eks. i Middelhavet og i Østersjøen) kan tidevannet oppnå enorme proporsjoner, eks. i Bristolkanalen i England er forskjellen mellom flo og fjære 14 m ved spring og 7 m ved nipp. Store arealer blir her tørrlagt ved hvert lavvann.

Tidevannet på norskekysten er av den halvdaglige typen med to nesten like høyvann og to nesten like lavvann per døgn. Vardø og Narvik har størst tidevannsforskjell, ca 350 cm. Sørøver minker amplituden til nesten null ved Egersund. Øst for Egersund øker amplituden noe til en forskjell på maksimalt 40 cm i Ytre Oslofjord. Längs den svenske vestkysten avtar tidevannets størrelse igjen og i Østersjøen er det som nevnt ikke noen tidevannsforskjell å snakke om.

I Skagerrak, og særlig i Oslofjorden, er vannstanden mer bestemt av vindretning og av lufttrykk enn av månens tiltrekning. Ved vedvarende sør/sørvestlig eller vestlig vind vil vann blåse inn i Skagerrak og man får en oppstuving av vannet. Ved lavt lufttrykk vil denne oppstuvingen ytterligere forsterkes, noe som resulterer i langvarige høyvannsperioder. Tilsvarende er det med nord/nordøstlig vind og høyt lufttrykk, noe som resulterer i langvarige perioder med lavt vann.

Hva er litoralsonen?

Det er ikke alltid lett å avgjøre hvor landforholdene slutter og hvor de marine forhold tar til. Grensetrekkingen er ikke noe problem når det gjelder grensen mellom luft og de frie vannmasser, men ved stranden er grensen mer diffus. I et bestemt øyeblikk virker saken nokså enkel, men vannlinjen er ikke konstant. Dens nivå varierer som følge av tidevann, lufttrykk, vind og bølger. Vannlinjen pendler med andre ord opp og ned på stranden, regelmessig eller uregelmessig. Dermed er det selvsagt ikke så lett å avgjøre hvor grensen mellom land og vann egentlig går. Og hva skal man da kalle dette grenseområdet mellom land og hav?

Det området på stranden som på en kyst med tidevann avvekslende oversvømmes eller tørrlegges som en følge av tidevannet kalles for tidevannssonen, fjæra eller litoralsonen. Litoralsonen (av latinets *litus*, som betyr strand) er en betegnelse som opprinnelig ble brukt for selve tidevannssonen, altså området mellom høy- og lavvann, men det beltet som avvekslende tørrlegges og neddykkes er jo bredere enn tidevannssonen. Den svenske botanikeren Kylin flyttet derfor litoralsonens øvre grense oppover til hva han kalte den fysiologiske høyvannslinjen, det nivå hvor stranden alltid er fuktig. En annen svensk botaniker, Sjöstedt, anså denne termen for å være uheldig fordi det er tale om en fysisk, ikke en fysiologisk grense. Man foreslo den mer nøytrale betegnelsen lituslinjen for den øvre grensen for litoralsonen, en grense som bestemmes av høyvann og bølgebevegelse i forening. Lituslinjen sammenfaller ifølge Sjöstedt med nedre grense for lavarten *Verrucaria maura*, marebek. Det er her ikke snakk om to forskjellige nivåer, men to forskjellige betegnelser på samme grense. I senere tid er det blitt vanlig å benytte øvre grense for utbredelsen av rur som øvre grense for litoralsonen og dermed også som lituslinje.

Også litoralsonens nedre grense, som jo opprinnelig var lavvannslinjen, er koblet til vegetasjonsgrenser. Grensene som benyttes her er øvre grense for *Fucus serratus* (sagtang) eller for *Laminaria*-arter (tarearter). Det er imidlertid problemer koblet til å benytte slike biologiske grenser. Hva gjør man der hvor disse artene ikke finnes? For eksempel i Østersjøen hvor sagtang eller tare ikke finnes, må man lage andre definisjoner for nedre grense. Dette viser at det kan være uheldig å bruke organismegrenser i generelle sammenhenger, artenes forekomst varierer geografisk og lokalt (eks. med eksponering).

Man kan derfor forsøke å finne frem til mer nøytrale definisjoner av grensene som kan brukes overalt. For litoralsonen går øvre grense på en beskyttet kyst ved normalt spring høyvann, eller det høyeste nivå som holdes fuktig av det daglige bølgeskvulpet

(altså ved den fysiologiske høyvannslinjen). På samme måte kan den nedre grense settes ved det nivå som legges tørt når normale bølger trekker seg tilbake, et nivå som svarer til nedenfor hvilket en tilfeldig tørrlegging virker biologisk ødeleggende. Slike grenser er imidlertid vanskelige å forholde seg til og å finne i naturen. Siden biologiske grenser reflekterer de fysiske grensene holder man fast på disse, noe som vil si at litoralsonen er området mellom øvre grense for rur og øvre grense for sagtang/tare.

Strandens inndeling i soner

I tilknytning til det marine liv kan en strand deles inn i flere soner alt etter deres vertikale plassering. Følgende oversikt kan benyttes:

1. Epilitoralen (epi = ovenfor) - er et område helt ovenfor vannet som bare av og til får en stenk sjøvann som føres opp på land av brenninger og vind.

Epilitoralfaunaen er en typisk landfauna og består nesten utelukkende av insekter. Floraen består av landplanter som tåler eller liker salt (eks. skjørbuksurt, strandhellik, strandangelav og messinglav). Denne sonen hører ikke med til havet, men påvirkes av dets umiddelbare nærhet. Epilitoralen er altså den nederste delen av land og kalles iblant for den maritime sonen. Det er ikke alltid den tas med i marinbiologisk litteratur.

2. Supralitoralen (super = over) (eng. littoral fringe) - er en sone som fuktes mer eller mindre regelmessig av bølgestenk og blir i nedre deler overskyttet av bølger ved ekstremt høyvann.

Sonens vertikale utstrekning varierer sterkt med graden av eksponering, fra noen få desimeter i beskyttede områder til flere meter i områder med sterk bølgeeksponering. Sonens fauna er hovedsaklig en landfauna som er aktiv under tørrleggingsperiodene (insekter), men marine snegl og krepsdyr er vanlige innslag. De marine formene er aktive når de overskylles av vann og er tilpasset til å tåle tørrleggingsperiodene. Supralitoralen er karakterisert av relativt få arter, mest karakteristisk er det svarte belegget (som minner om svart maling) som består av laven marebek (*Verrucaria maura*) og en rekke blågrønnbakterier, hvor den vanligste er *Calothrix scopulorum*. Ofte er nedre delen av supralitoralen bevokst av årstidsannuelle alger (tilstede bare deler av året) som grønnhår (*Ulothrix* spp.), grønnsli (*Urospora* spp.), purpurtråd (*Bangia atropurpurea*) og smal fjærehinne (*Porphyra linearis*). Av mer dominante innslag som finnes hele året kan nevnes vanlig fjærehinne (*Porphyra umbilicalis*) og tarmgrønske (*Ulva intestinalis*).

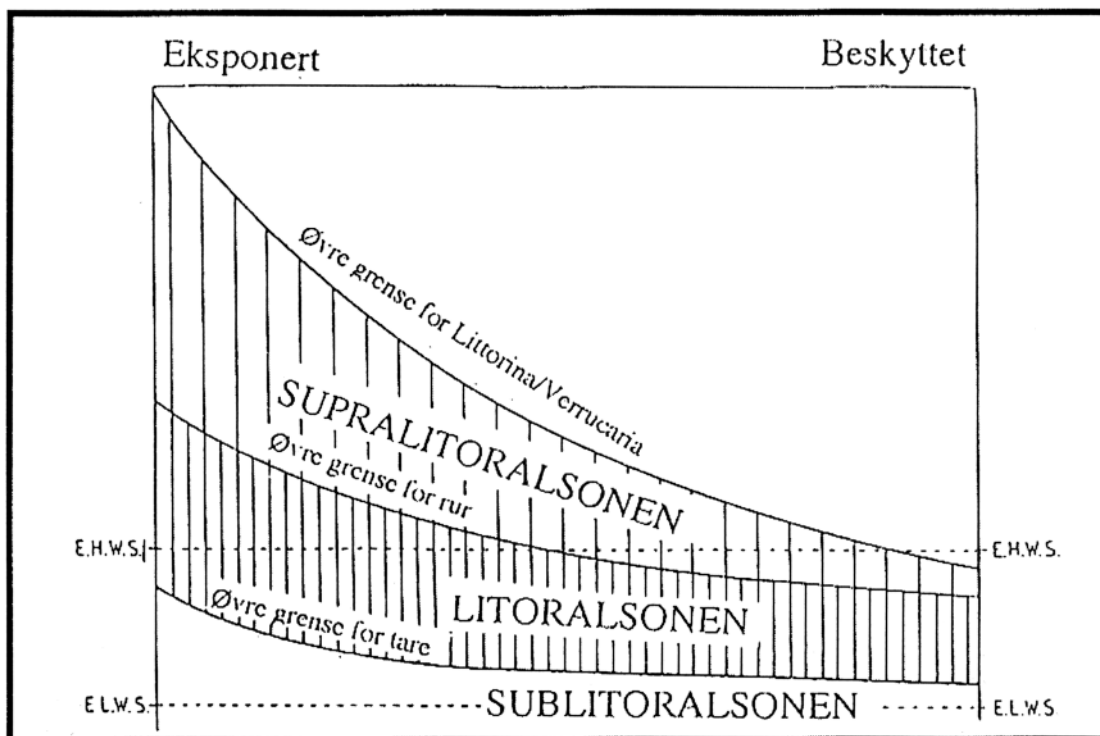
3. Litoralsonen (eng. littoral or eulittoral zone) - er den sonen som regelmessig overskylles og blottlegges ved flo og fjære.

Dens øvre grense settes gjerne ved øvre grense for rur og nedre grense ved øvre grense av sagtang eller tare. Den vertikale utstrekningen av litoralsonen er sterkt avhengig av tidevannets størrelse og av eksponeringsgraden på stedet. Denne sonen domineres av tangartene og eksponeringen er med på bestemme hvilke tangarter som finnes på stranden (se senere).

4. Sublitoralen (sub = under) (eng. sublittoral zone) - er den øverste sonen i det egentlige havet, et område som aldri blir tørrlagt.

Bare ved helt spesielle værforhold og ekstrem springflo kan den aller øverste delen av sublitoralen tørlegges en kort stund ved lavvann. Dette skjer så sjelden at man trenger ikke ta hensyn til det ved grensetrekkingen, særlig fordi bølger i det fleste tilfeller vil forhindre at det blottlagte området tørker ut. Imidlertid kan det få konsekvenser for arter som stikker opp over vann. Som eksempel nevnes at de øverste individene av stortare (*Laminaria hyperborea*) kan dø på grunn av slik tørlegging. Dette på grunn av at plantenes stive stipes gjør at vekstsonen holdes over vann og tørleggingen kan føre til at vekstsonen ødelegges.

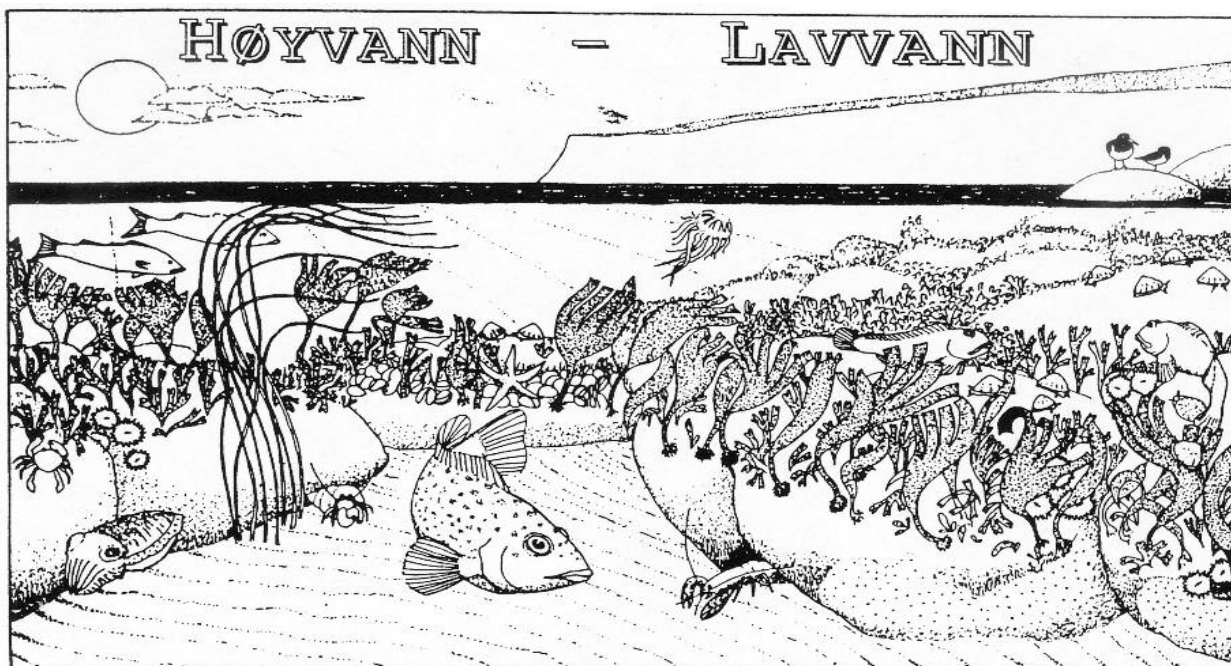
Sublitoralens nedre grense er det dyp hvor algevegetasjonen slutter. Dybdegrensen for algevegetasjonen er avhengig av hvor dypt lyset trenger ned i vannet. Dette vil variere med vannmassenes gjennomskinnelighet (innhold av partikler). I våre farvann finnes alger ned til 40 - 50 m dyp. Ved Bahamas er det funnet alger ned til 268 m dyp, noe som er verdensrekord.



Oversikt som viser hvordan de forskjellige sonene forholder seg innbyrdes og hvilke grenser som avgrenser hver enkelt sone. E.H.W.S. = ekstremt høyvann spring, E.L.W.S. = ekstremt lavvann spring. (Modifisert fra Lewis 1978).

Hva medfører tidevannsvekslingene?

På grunn av tidevannvekslingene vil tidevannssonen bestå av organismer som må være tilpasset til å leve under svært skiftende forhold, tørlegging og neddykking 2 ganger i løpet av døgnet. Tenk bare på hvordan temperaturen vil variere gjennom året; ved tørlegging og stekende sol om sommeren kan temperaturen komme opp i over 50 °C, mens den om vinteren kan krype ned mot -30 °C. Ved høyvann lever organismene i saltvann, mens de ved lavvann og regnvær plutselig befinner i et adskillig mindre salt miljø. De fastsittende organismene må kunne tåle slike skiftninger for å kunne eksistere i fjæresonen. Mobile organismer derimot kan flytte frem og tilbake alt ettersom det er høy- eller lavvann.



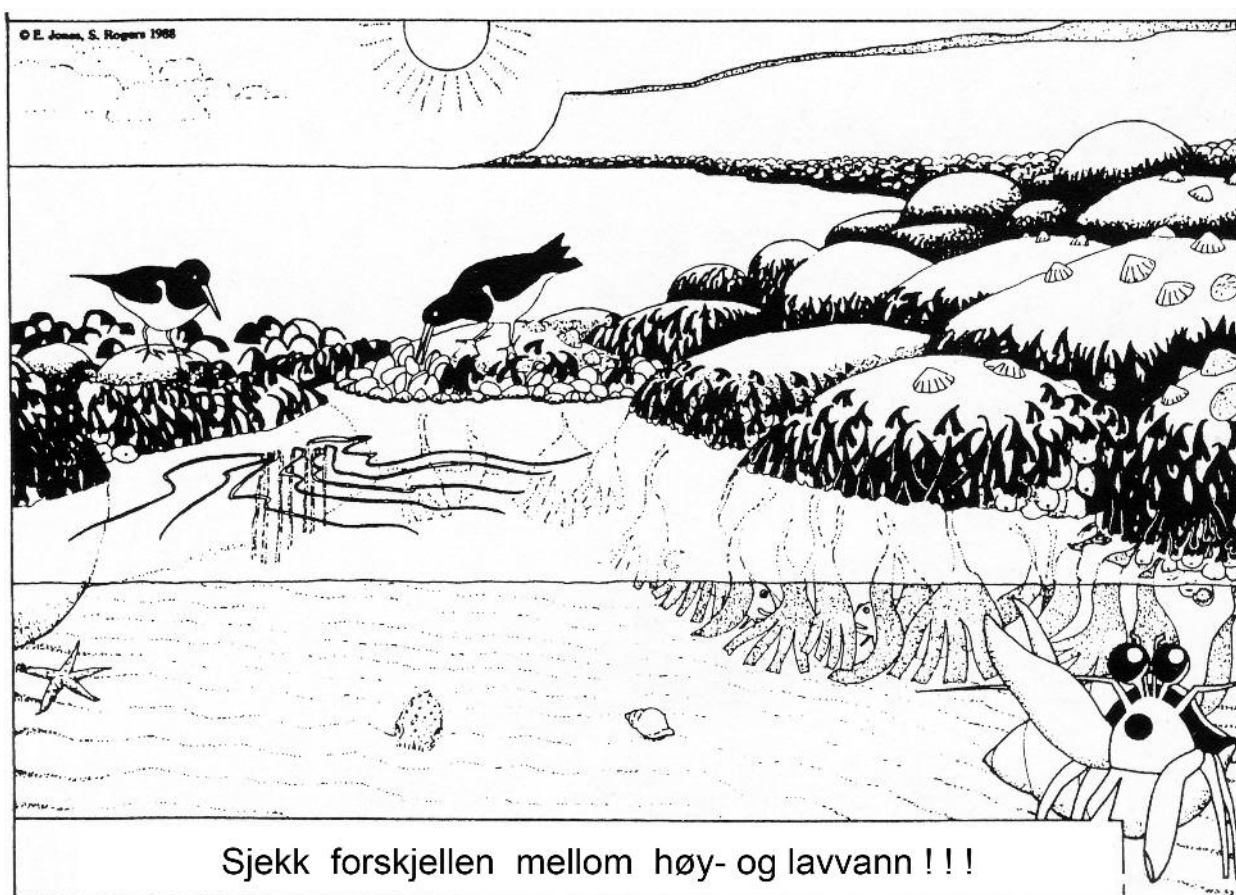
Forsøk å forestille deg hva som skjer i fjæresonen ved høyvann og lavvann.

Hvordan vil vannstanden påvirke dyrene og plantene i sonen?

Hvilke farer utsettes dyr og planter for ved lavvann?

Hvilke farer kan komme inn ved høyvann?

Hvilke tilpasninger finner vi hos organismene for å klare livet i fjæresonen?



Sjekk forskjellen mellom høy- og lavvann !!!

Tegning som viser hvordan fjæra skifter karakter ved høy-og lavvann.

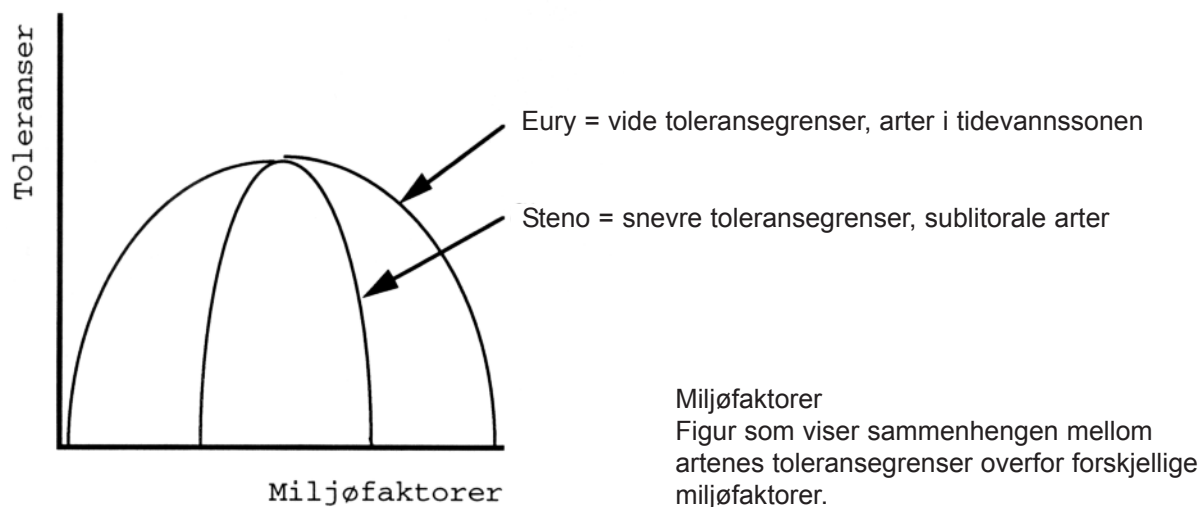
(Modifisert etter Jones & Rogers 1988.)

Ved lavvann vil algene falle sammen slik at de blir hengende som et overtrekk over steinene. Dette er med på å hjelpe plantene til å holde på fuktigheten, minst mulig av overflaten til algen vil bli direkte utsatt for luft og dermed uttørking. Dette skaper skjulesteder for dyr som også er redde for å miste vann ved fjære sjø.

Løfter man på en slik sammensunket tangklase vil det som oftest være et yrende dyreliv inne i tangen. Dyr som beiter på fjellet ved høyvann, eks. snegler av forskjellig slag, sitter i ro ved lavvann. Disse dyrene kan lukke inne nok fuktighet til å klare seg til neste høyvannsperiode. Det samme gjelder dyr som ikke er i stand til å flytte på seg, f. eks. rur og blåskjell.

Det finnes mange dyr som spiser andre dyr. Ettersom tidevannet skifter mellom høyvann og lavvann vil det være forskjellige farer som truer dyrene i fjæra. Ved høyvann kan det komme inn fisk eller større krepsdyr som spiser av fjæras dyreliv, mens det ved lavvann kan være fugl eller andre landlevende dyr som spiser organismer som er tørrlagt ved lavvann.

I de påfølgende avsnitt vil det bli gjennomgått en del faktorer som påvirker tidevannssonen på hardbunn og hvordan dyr og planter er tilpasset livet i dette skiftende miljøet. Som en generell regel kan man si at organismer som skal leve under slike skiftende miljøforhold må ha vide toleransegrenser. De må kunne tåle både høye og lave temperaturer, må kunne tolerere et visst vanntap, de må kunne tåle varierende saltholdighet o.s.v. Organismer som lever under mer stabile forhold trenger ikke det i samme grad, noe som gjelder f.eks. organismer som lever i sublitoralsonen.



ABIOTISKE FAKTORER

Eksponering

Bølger er dannet av vind; ingen vind, ingen bølger. Jo sterkere vind, lengere periode med vind og lengere strekning vinden blåser over havet på (et fenomen som kalles fetch), desto større bølger som resultat. Og jo hyppigere et område er utsatt for store bølger desto mer eksponert sies et område å være. På en strand hvor det ikke finnes noen skjær utenfor, det er åpne havet rett ut, har vinden lange strekninger (høy fetch) å legge opp sjø på, der er det eksponert. Andre strender ligger inne mellom holmer og skjær. Her får ikke bølgene samme størrelse fordi vinden har mye kortere distanse (mindre fetch) å lage bølgene på. En slik strand vil være beskyttet.

Den mekaniske effekten av bølgeslag gjør tydelige utslag i vegetasjonen på en strand. Når bølgene går frem og tilbake over stranden blir de algene som vokser der dratt med frem og tilbake. Denne stadige bevegelsen er en form for mekanisk slitasje. Beveger man seg fra et beskyttet sted til et eksponert vil man kunne observere endringer i vegetasjonen på stranden. Noen arter forsvinner, mens nye arter kommer inn. Jo mer eksponert, jo større innslag av arter som tåler den mekaniske påkjenningen. Samtidig kan man også observere at noen arter endrer form. Dette er et fenomen som kalles *fenotypisk plastisitet*, noe som innebærer at arten har muligheten til å fremstå i forskjellige utgaver alt etter som de ytre miljøforholdene endres.

Eksempler på fenotypisk variasjon hos alger med varierende grad av eksponering.

Alge	Beskyttet	Eksponert
Blæretang	Mange parvise blærer	Uten blærer
Sagtang	Tynt, bredt tallus	Tykt, smalt tallus
Sukkertare	Bredt, skjørt tallus	Smalt, sterkt tallus

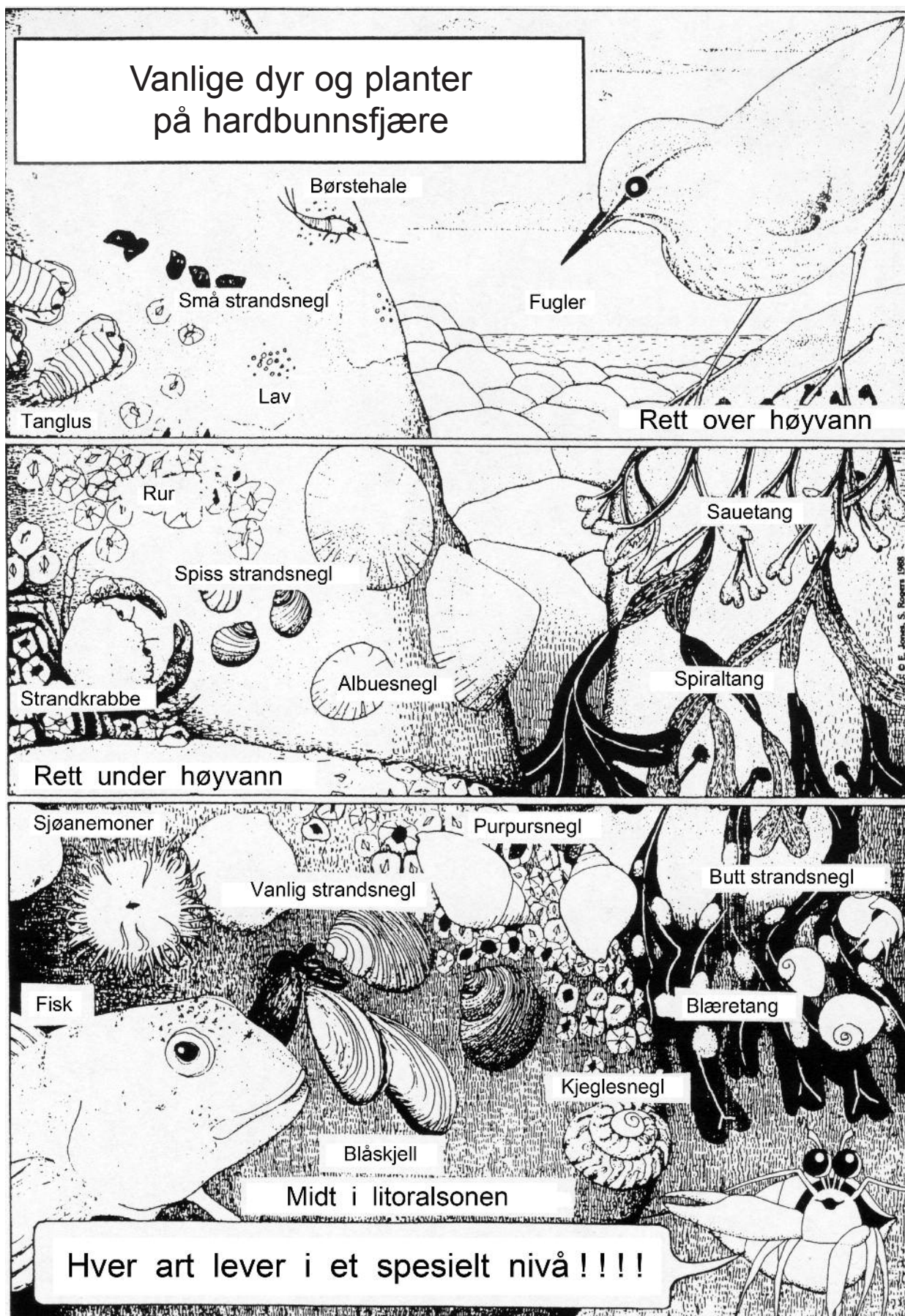
Sonering

Betrakter man organismesamfunnet under ett, både planter og dyr, så er det karakteristisk at organismene opptrer i mer eller mindre tydelige adskilte og regelmessige belter eller soner. Særlig tydelig er denne soneringen i tidevannsbeltet, og den er derfor mest uttalt på kyster med stor tidevannsforskjell. Det har gjennom tidene vært fremsatt mange teorier og mange begreper har vært innført for å forklare og beskrive soneringen. På grunnlag av nøye undersøkelser av litoralsamfunn kan man sette opp typiske soneringsprofiler, d.v.s. hvilke arter som dominerer hvor og hvilken vertikal innbyrdes plassering de har. Avhengig av eksponeringsgrad vil algene i en slik soneringsprofil endres. Noen arter finnes på beskyttede steder, noen bare på eksponerte. Noen få arter finnes på begge steder, men da ofte med en utpreget fenotypisk variasjon.

Også de fastsittende dyrene i fjæresonen viser sonering, øverst sitter rur og nedenfor ruren finnes ofte et belte med blåskjell.

Stratifisering

I tillegg til soneringen i fjæra har man også en *sjiktning* eller *stratifisering*. Man kan trekke sammenligninger med en skog, der det i tillegg til trærne finnes en undervegetasjon på bakken og lav og moser som vokser på trærne. Tilsvarende finnes i fjæra. Her utgjør tangartene *dekkvegetasjonen* (tilsvarer trærne), også kalt *canopy arter*. Dette er flerårige arter som dominerer innen sine vertikale soner. Når de er under vann vil de kunne stå oppreist fordi de har flyteblærer (eks. blæretang og grisetang). Ledig fjellgrunn vil ofte være dekket av skorpeformete rød- og brunalger. Disse utgjør *primærdekket* (sml. bunnvegetasjon i en skog). Mange andre oppreiste arter kan finnes voksende på fjell som *undervegetasjon* eller vokse på tangartene, som *epifytter*. Mange av disse er ettårige og hurtigvoksende. En del av dem kan være såkalte *avhengige følgearter*, arter som ikke klarer seg uten dekkvegetasjonen som beskytter mot uttørring eller sterkt lys.



Eksempler på dyr og planter i fjæra som finnes i forskjellige nivåer i fjæresonen.
(Modifisert etter Jones og Rogers 1988.)

Det kan nevnes en meget vanlig epifyttisk art som vokser bare på grisetang, en rødalge som heter grisetangdokke (*Polysiphonia lanosa*) og er utbredt langs hele vestkysten av Norge. Siden denne bare finnes på grisetang er den en *obligat epifytt*. Husk forøvrig at disse betegnelsene kan benyttes både om dyr og om planter.

Hvor og hvordan dyr og planter lever betegnes av flere faguttrykk:

Epifyttisk - på plante, *epizoisk* - på dyr

Endofyttisk - inne i plante, *endozoisk* - inne i dyr

Epilithisk - på stein, fjell, *endolithisk* - inne i stein og fjell

Uttørring

Organismene som skal leve i fjæra må kunne vise til forskjellige tilpasninger for å tåle det skiftende miljøet som stadige vannstandsvekslinger medfører. Et av de største problemene er uttørringen som organismene utsettes for ved lavvann. Siden både dyr og planter er avhengige av vann er det av største viktighet at de er i stand til å bevare mest mulig fuktighet under lavvannsperiodene.

Forskjeller i å kunne tolerere vanntap gir seg utslag i hvor i fjæresonen algene kan vokse. De artene som kan tåle et stort vanntap lever høyest oppe, eks. sauetang (*Pelvetia canaliculata*) og spiraltang (*Fucus spiralis*). Sauetang tåler endog ikke å være konstant neddykket, men må tørrlegges med jevne mellomrom. Arter som tolererer lite vanntap må leve lenger nede hvor tørrleggingsperioden er kortere, eks. sagtang (*Fucus serratus*) og tarearter. Når en tangplante tørrlegges vil den i første omgang fortsette å drive fotosyntese med bruk av CO₂ fra luften. Etterhvert vil planten tørke ut og i takt med uttørringen avtar fotosyntesen. Det ser ut til tørketoleransen hos tangartene ligger i hvor raskt de kan bringe fotosyntesen opp på et normalt nivå igjen etter en tørrleggingsperiode.

Algene har visse tiltak for å redusere vanntapet, eks. synker de sammen ved lavvann slik at bare en del av planten eksponeres direkte mot lyset. De har også en slimet overflate som hjelper dem med å holde på fuktigheten. Når det gjelder de fastsittende dyrene har de evnen til lukke inne vannvolumer, rur lukker kalkplatene tett sammen og blåskjell (*Mytilus edulis*) lukker skallene tett igjen. En annen tilpasning for å holde på vannet finner man hos sneglen albuesnegl (*Patella vulgata*) hvor skallkanten er tilpasset underlaget, noe som også fører til at albuesneglen har en fast boplass som den returnerer til etter å vært ute på næringssøk.

Temperatur

Man kan skille mellom vanntemperatur og lufttemperatur. Vanntemperaturen er av avgjørende betydning for arters horisontale utbredelse og dannelse av flora- og faunaregioner, altså de biogeografiske aspekter. For eksempel vokser ikke brunalgen butare (*Alaria esculenta*) i Skagerrak fordi sommertemperaturen i vannet blir høyere enn 16 °C.

Lufttemperaturen derimot er viktig for livet i fjæra og den virker ofte sammen med andre faktorer. Ved høy temperatur tørker organismene fortere i direkte sollys enn i skygge. Forekomst av regn og tåke er dermed av en viss betydning, det samme med

tiden på døgnet når tørleggingen skjer. Hvis tørleggingen skjer om natten eller tidlig og sent på dagen er den ikke så skadelig som midt på dagen da solen står høyst. Dermed har også strandens orientering (nord - sør) en viss betydning. Vind øker intensiteten av tørleggingen, men gir også opphav til bølger og skvulp som kan motvirke uttørking. Vindretningen er dermed også viktig.

Lav temperatur kan selvsagt også være skadelig. Ved frost risikerer organismene å fryse ved lavvann og evnen til å tåle kulde kan ha innvirkning på sonering. Isdannelse og isskuring kan i enkelte tilfeller skrape en strand helt ren for både planter og dyr.

Saltholdighet

Hvert nivå på stranden blir i løpet av et døgn utsatt for vann av samme saltholdighet, noe som medfører at saltholdigheten ikke er bestemmende for soneringen på en strand, men vil virke inn på hvilke arter som kan forekomme der. Er et område påvirket av ferskvann vil det kunne medføre at enkelte arter ikke kan leve der.

Et fenomen som kalles *brakkvannssubmergens* skapes av et mindre salt overflatelag med saltere vann under. Dette forekommer særlig i fjorder hvor det renner ut en elv innerst i fjorden. Dette resulterer i at organismer som lever i fjæra eller høyt oppe i sublitoralen ytterst i fjorden presses nedover i dypet jo lenger innover i fjorden man kommer. Et typisk eksempel hvor dette fenomenet illustreres er hos korstroll (*Asterias rubens*). Korstroll spiser blåskjell, men på grunn av at sjøstjernene ikke tåler reduserte saltholdigheter vil de måtte leve på noe større dyp innover i fjorden. Derfor vil en ofte finne et velutviklet blåskjellbelte innerst i fjorder med redusert saltholdighet i overflatevannet. Blåskjellene tåler godt reduserte saltholdigheter.

Det finnes også arter som er tilpasset et liv i brakkvann. Et eksempel på dette er brunalgen høvringstang (*Fucus ceranoides*) som lever utelukkende i bekke- og elveutløp.

Lys

Lys er en faktor som på samme måte som temperatur og saltholdighet ikke virker direkte inn på soneringsmønsteret i fjæra. Derimot er lys viktig for enkelte organismer, noen arter er skyggeplanter og liker mindre lys, f. eks. marebek som er best utviklet på nordsiden av steiner og fjell. Tilsvarende finnes det planter som liker mer lys, f. eks. blågrønnbakterien *Calothrix scopulorum* som vokser sammen med marebek i supralitoralsonen, er best utviklet på sørsiden av steiner og fjell.

Substratet

- Stabilitet

Substratets beskaffenhet er viktig for hvilke organismer som kan leve der. Det sier seg selv at fastsittende organismer vil mistrives på sandbunn hvor det til stadighet er en omveltning av underlaget. Slike bunntyper er som oftest forbeholdt gravende dyr.

Hardbunn kan være alt fra små steiner til fast fjell. Dette er med på skape et underlag for fastsittende organismer, men noen arter krever en høyere grad av stabilitet enn andre. Et eksempel er grisetang (*Ascophyllum nodosum*) som krever et substrat som ligger i ro, d.v.s. store steiner eller fast fjell. blæretang (*Fucus vesiculosus*) derimot kan vokse på mindre steiner. Dette fører til at i områder med avvekslende små og store steiner vil det ofte være planter av blæretang innimellom grisetangen.

- Topografi

Topografien vil være viktig for hvordan sonene i fjæra er utbredt. Et fjellet bratt vil det gi en smal fjæresone samtidig som effekten av bølgene vil bli forsterket. Dette kan igjen medføre innslag av andre arter (se kap. om sonering). En slak skråning vil gi en bred litoralsone og her vil bølgene slå av seg mye av kraften før de treffer selve fjæresonen.

- Tekstur

Substratets ruhet vil kunne være viktig i mange sammenhenger. Et fjell med mye sprekker vil ikke bare kunne gi et større areal som kan koloniseres, men også gi beskyttelse mot uttørring og beiting. Samtidig vil sprekker beskytte mot sveipeeffekten av alger som vokser der. Et eksempel på at substratets overflate er viktig er den ru stipes til brunalgen stortare (*Laminaria hyperborea*) som er overgrodd med andre alger og dyr, mens dennes nære slektning fingertare (*Laminaria digitata*), som har en glatt stipes, er nesten uten påvekst.

BIOTISKE FAKTORER

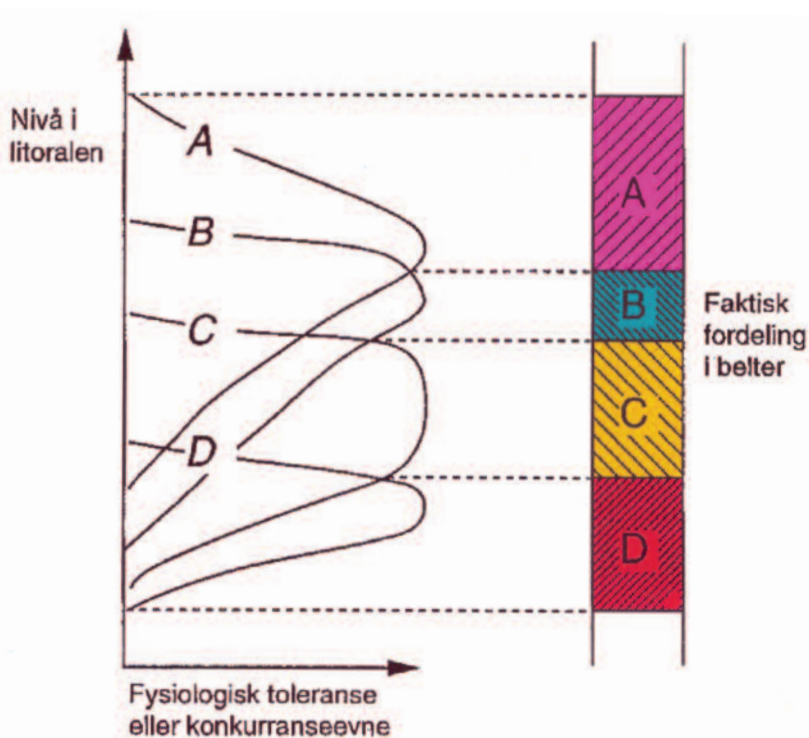
De biotiske faktorene ytrer seg i første rekke som konkurranse om plass og om næring, men det er ikke lett å avgjøre om også abiotiske faktorer virker i hvert tilfelle.

I fjæresonen er det ofte trangt om plassen. Selv om det ikke er så mange arter som kan klare seg her er de dominerende artene ofte utbredt i tydelige soner. Disse sonene skyldes ofte en kombinasjon av både biotiske og abiotiske faktorer. Men at det innenfor hver sone er konkurranse om plass er udiskutabelt, både en interspesifikk (mellom forskjellige arter) og en intraspesifikk (mellom individer av samme art) konkurranse finner sted.

Øvre grense for hver art i fjæresonen er ofte bestemt av motstandsdyktighet mot

uttørring, men toleranse overfor andre fysiske forhold (sol, ferskvann) kan spille inn.

Nedre grense derimot ser ofte ut til å være bestemt av konkurranse fra andre arter. Dette kan vises ved at man fjerner blæretangen og resultatet er at spiraltangen vil vokse lenger nedover i fjæra. Det samme vil gjelde forholdet mellom blæretang og grisetang. Dette viser at nedre grense settes ved at en art taper i konkurranse om plass med arten nedenfor.



Potensiell og faktisk utbredelse i fjæresonen for fire sonedannende algearter (A, B, C, D).

Figuren viser at artenes fysiologiske toleranse er videre enn deres egentlige forekomst i fjæra.

Det ligger også i dette at vegetasjonsmønsteret på en strand ikke er konstant. Ved f.eks. kraftig isskuring en vinter hvor alle de store tangartene blir revet bort vil stranden raskt koloniseres av kimplanter fra forskjellige arter. Utfallet av konkurransen mellom disse artene kan ofte resultere i en annen artssammensetning på stranden enn for isskuringen. Ofte vil stranden returnere til det faste mønsteret etter en tid når de vanlige tangartene vender tilbake, noe som imidlertid kan ta flere år.

I en eutrofisituasjon vil ofte konkurranseforholdet mellom arter forrykkes. De hurtigvoksende artene (gjerne grønnauger) som kan utnytte de gunstige næringsforholdene godt vil overta og etterhvert utkonkurrere tangartene. Man sitter da igjen med en fjære som består nesten utelukkende av hurtigvoksende, enkelt oppbygde grønnauger, eks. tarmgrønske (*Ulva intestinalis*) og havsalat (*Ulva lactuca*). Disse algene er imidlertid høyt skattet som mat for en del snegler, og sneglebeiting kan således medføre at stranden virker helt uten vegetasjon.

Flere faktorer kan spille inn, og forståelsen av hvordan konkurransen virker må bygges på kjennskap om artenes biologi. Et godt eksempel på dette er gjelvtang (*Fucus evanescens*) i Indre Oslofjord. Dette er en art som egentlig hører hjemme i Nordishavet, men som til en viss grad har erstattet grisetang og blæretang i Oslofjorden. Gjelvtangen ser ut til å klare konkurransen med grønnaugene bedre enn de andre tangartene i de indre eutrofierte områdene av fjorden. Dette kan komme av at gjelvtangen blir fertil (slipper ut kjønnsceller) tidlig på året og vokser raskt slik at kimplantene får et forsprang på de ettårige grønnaugene som vokser opp senere på året.

Beiting

Beiting fra snegl kan være med å strukturere algesamfunnene i fjæra. Sneglene er godt tilpasset til å spise alger som vokser på fjell da de har en kraftig raspetunge som de skrapet av underlaget med. Små kimplanter og enkelt oppbygde alger vil dermed lett kunne spises av snegl. Man kan ofte se "beitespor" etter snegl som nylig har beitet på fjell eller på andre alger. Det er vist at de enkelte snegleartene har spesielle fødepreferanser. Noen arter foretrekker grønnauger, mens andre igjen liker tangplanter best.

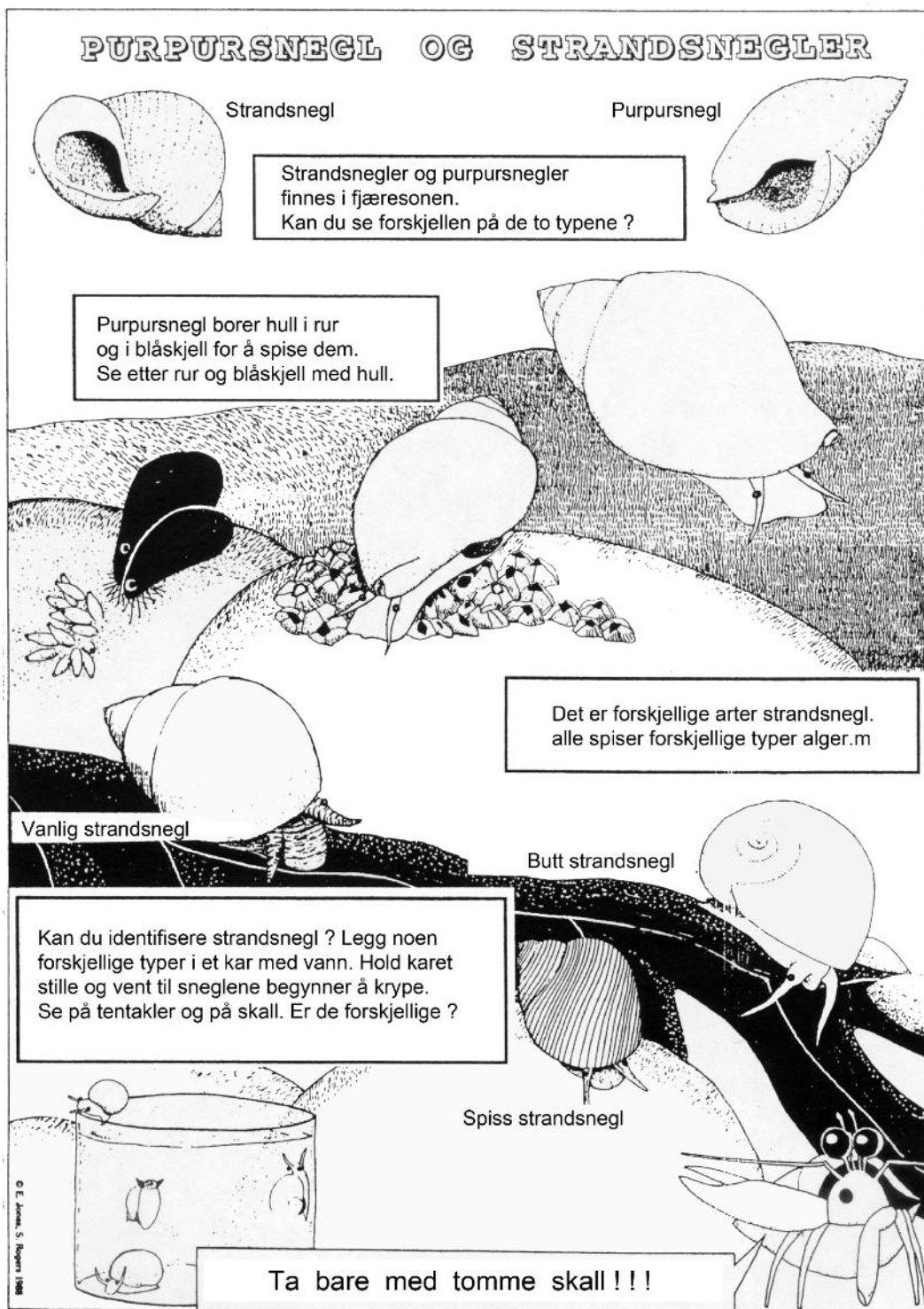
I områder med mye snegl er det nesten ingen algevegetasjon, eks. på dette er indre deler av Bunnefjorden (Oslofjorden) og deler av fjæra langs Jæren. Når sneglene kommer opp på grunt vann om våren beiter de fjellet nesten helt rent for all makroskopisk vegetasjon. I slike situasjoner er det som oftest vanlig strandsnegl (*Littorina littorea*) som står for nedbeitingen. Vanlig strandsnegl er et eksempel på en art som foretrekker grønnauger fremfor andre alger. Det finnes flere nære slektninger av vanlig strandsnegl som også spiser alger, eks. spiss strandsnegl (*L. saxatilis*), butt strandsnegl (*L. obtusata* og *L. mariae*). Butt strandsnegl lever ofte på tangplanter og foretrekker også disse som mat. De to artene har spesielle næringsvalg, *L. obtusata* lever på og spiser blæretang og grisetang, mens *L. mariae* finnes oftest på sagtang.

Strandsneglene viser også en innbyrdes sonering og ulike tilpasninger til denne. Øverst i fjæra lever spiss strandsnegl. Denne bruker kappehulen som en lunge og er dermed nesten tilpasset et liv på land. Den føder også levende unger. Under den spisse strandsneglen finnes vanlig strandsnegl. Den puster med gjeller og er dermed tilpasset et liv i vann. Lengst nede i litoralen og øverst i sublitoralen finnes butt strandsnegl. Den puster også med gjeller og er nesten aldri tørrlagt.

I områder med grisetang kan det være store tettheter av albuesnegl (*Patella vulgata*). Grisetangen er imidlertid motstandsdyktig mot beiting noe som medfører at det nesten ikke finnes undervegetasjon igjen under den canopy-dannende grisetangen.

Albuesnegl er forøvrig en vanlig art langs kysten fra Lista til inn i Finnmark og den finnes både på beskyttede og utsatte steder.

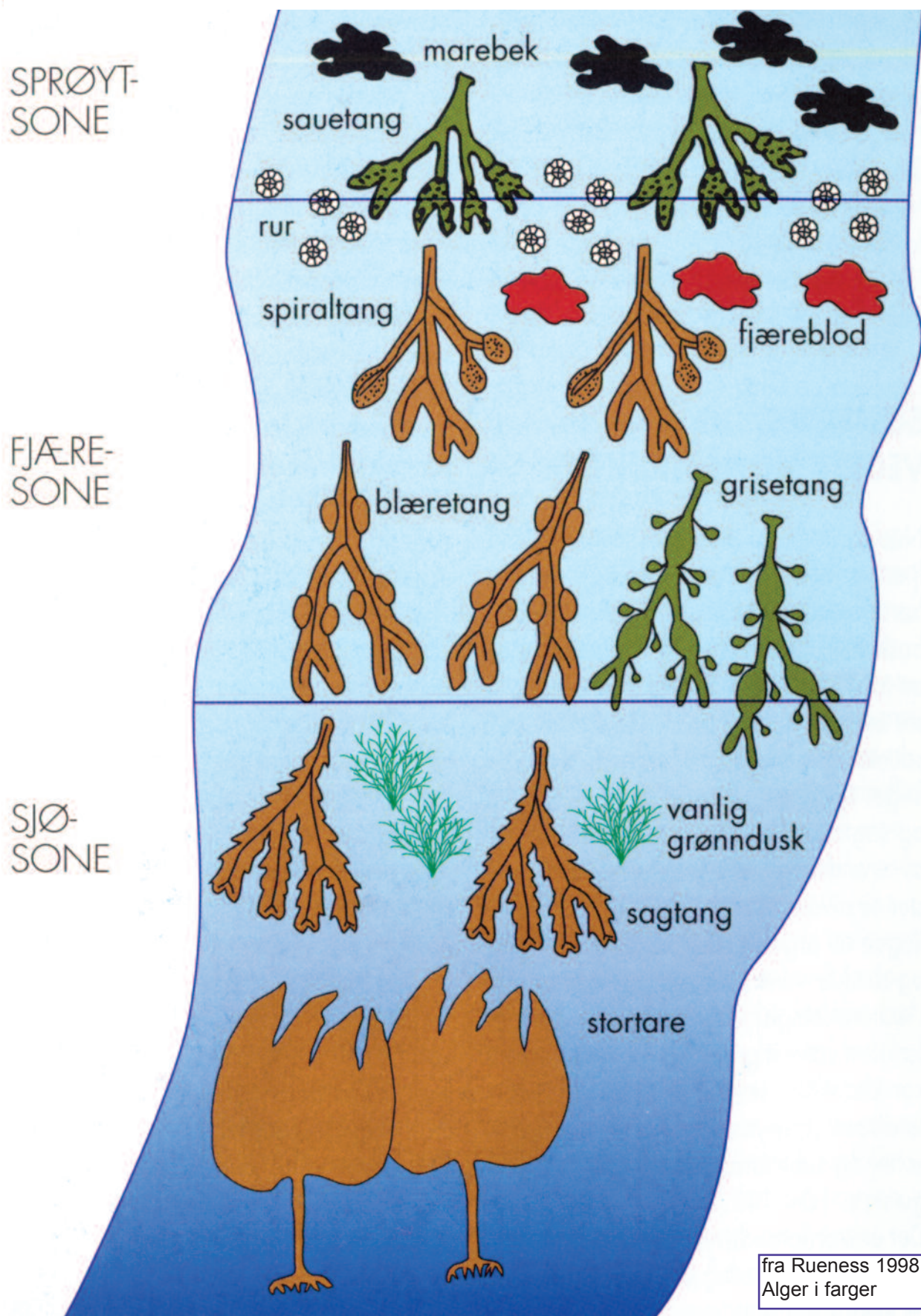
Hos oss finnes det to arter albuesnegl. De skilles på fargen på sugeskiven på foten, og for å kunne skille dem fra hverandre må de tas løs fra underlaget. Dette kan være svært vanskelig uten å skade dyret, men med et raskt slag skal det kunne gå. Har man først rørt ved dyret og det har fått anledning til å suge seg ordentlig fast er det nesten umulig å få løsnet dyret fra underlaget. Har man først fått løs noen albuesnegler skilles de ved at *Patella vulgata* har en grå sugeskive, mens *P. ulyssiponensis* har en gull/gulorange sugeskive. *Patella ulyssiponensis* finnes dessuten bare på eksponerte områder og går nord til Bergens-området, mens *P. vulgata* finnes både eksponert og beskyttet langs nesten hele kysten.



En vanlig rovsnegl i fjæra er purpurnesnegl (*Nucella lapillus*). Med sin kraftige raspetunge lager den hull i rur eller blåskjell og "slurper" i seg innholdet.

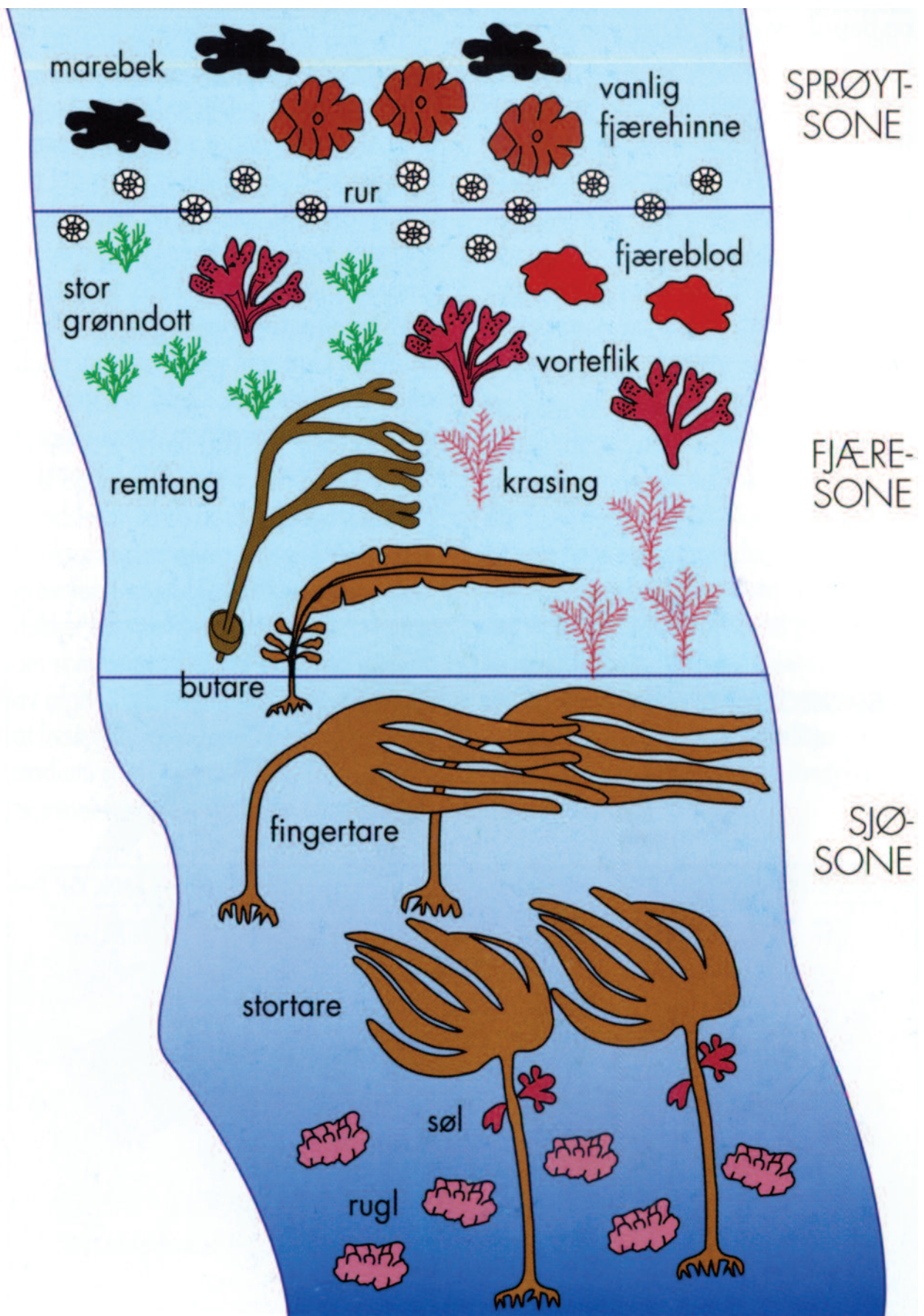
Figuren viser forskjell mellom strandsnegler og purpurnesnegl. (Modifisert etter Jones og Rogers 1988.)

Beskyttet kyst



Skjematisk fremstilling av sonering på **beskyttet** klippekyst langs Norges vestkyst.

Utsatt kyst

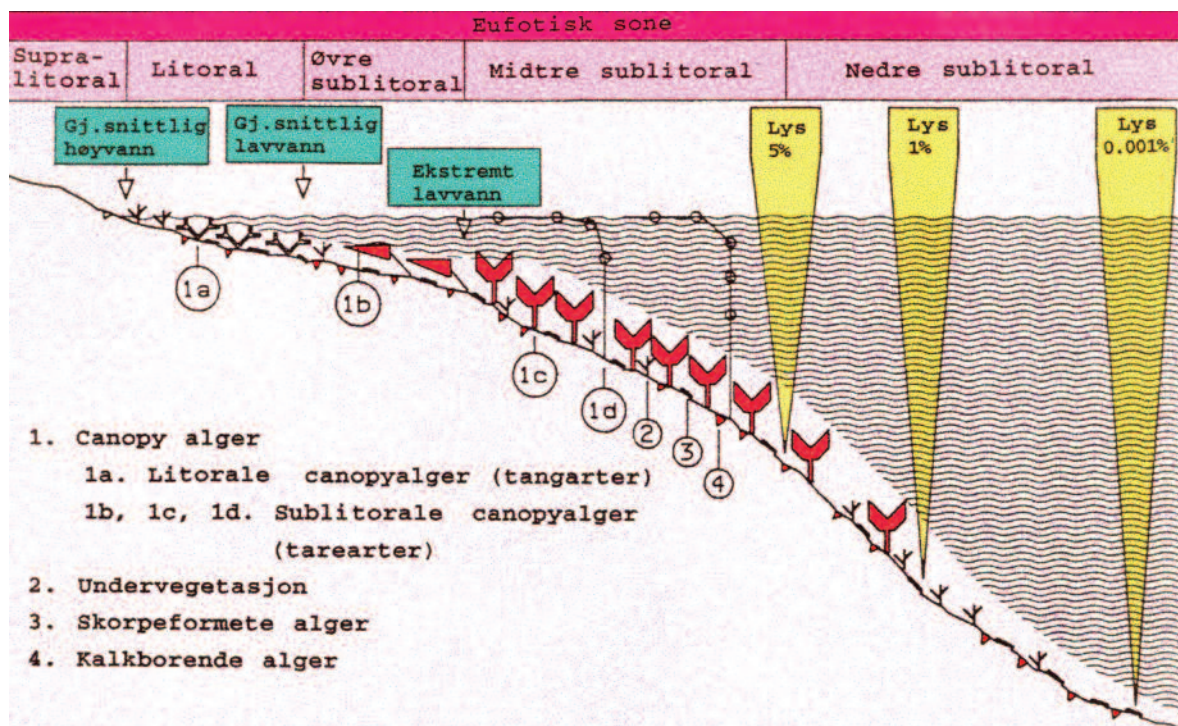


Skjematisk fremstilling av sonering på **utsatt** klippekyst langs Norges vestkyst.

SUBLITORALEN

Beveger man seg fra fjæra og ned i sublitoralen finner man et mye mer stabilt område. Her er det aldri tørrlagt, med alle de problemer vi har sett det kan føre med seg. Man får et skifte i arter som dominerer. Mens tangartene dominerte i fjæra er vi nå kommet ned i tares og tare-skogens rike. Her er det store tarer som dominerer vegetasjonsbildet, sukkertare (*Saccharina latissima*) på beskyttede steder og stortare (*Laminaria hyperborea*) på mer eksponerte steder. Over disse, i grensen mellom litoralen og sublitoralen kan vi finne andre tarearter som fingertare (*Laminaria digitata*) og butare (*Alaria esculenta*).

Konkurransen om plassen er en viktig faktor også i sublitoralen. Men i tillegg er det en annen faktor som er viktig her, nemlig tilgangen på lys. Jo dypere man kommer, jo mindre lys er det igjen til plantene. Dette får konsekvenser for sublitoralens utstrekning, nedre grense for sublitoralen går ved nedre grense for algevegetasjon. Også vegetasjonen endrer seg når en går nedover i dypet. Når det er ca 5% igjen av overflatelystet opphører tareskogen. Under dette dypet finnes bare noen små og spredte tareindivider. Ned mot 1% lysdyp er det få opprette alger igjen og ned mot 0,001% lysdyp forsvinner de siste algene. Dypest nede finnes det langsomtvoksende røde skorpeformete alger. Beveger en seg enda dypere og følger kontinentalsokkelen nedover kommer man til det som kalles kontinentalskråningen. Denne går ned til de dype bassengene hvor bunnen for det aller meste består av sedimenter. I alle disse dypene finnes det forøvrig et overraskende rikt dyreliv, med mange spesielle former som er begrenset til dypt vann.



Figur som viser algevegetasjonen nedover i dypet sammen med hvordan lyset svekkes. (Modifisert fra Lüning 1990).

Noen av de rikeste områdene langs vår kyst er stortareskogene. Dette er områder som domineres av en algeart, stortare (*Laminaria hyperborea*). Denne arten har en flerårig stipes som kan bli opptil 3 m høy. Planten holdes fast til underlaget med

kraftige hapterer. Hvert år skiftes lamina. Tareskogen danner et tredimensjonalt habitat som er voksested, skjulested og spiskammer for et utall forskjellige organismer. I tillegg til selve tareplantene kan det vokse en hel del alger som undervegetasjon. Dette kan også være mindre tareplanter som ikke har rukket å nå canopy-høyde. I tillegg vil det være annen vegetasjon på bunnen mellom tareplantene og sist, men ikke minst, så er stortarestipes ofte dekket av epifyttiske dyr og alger.

Tareskogen kan deles inn i 5 delhabitat som alle har sine spesielle karakteristika med forskjellige organismer som dominerer.

- I vannvolumet over tareskogen er det hovedsakelig små fisk og fiskeyngel som holder til. Disse bruker tarebladene som et skjulested når farer truer, de svømmer da raskt inn mellom bladene og i skjul. Her finnes arter som torsk, sei, lyr o.s.v.
- I vannvolumet mellom tareplantene finnes det mest leppefisk, torsk og lyr. I dette vannvolumet finnes det også mye svømmende krepsdyr.
- Stortarens stipes er ofte helt overvokst av epifytter. Hvis man undersøker antall epifyttiske algearter på en tarestilk er det ofte ikke noe problem å finne 30 - 40 forskjellige arter. Det samme gjelder for antall arter dyr. Antall individer kan også bli høyt, rekorden er 90 000 dyr knyttet til en tarestilk, mest krepsdyr og snegl.
- Hapterene hos stortare er forgrenete og danner mange små hulrom. Disse er tilholdssted for en mengde dyr, som et eksempel kan det nevnes at det i en hapter kan finnes flere tusen individer av både manglebørstemark, muslinger, tanglus og tanglopper. Hapterene er også et yndet skjulested for små taskekrabber og trollhummere.
- På bunnen mellom tareplantene finnes det mange alger, både skorpeformete og oppreiste. Her finnes det også snegl, sjøstjerner, sjøanemoner og andre dyr.



Tegning av en tareskog som viser noe av det artsmangfoldet som kan finnes. A = påvekst på stipes. B = hapterene. C = bunnen mellom tareplantene. (Fra Fosså & Sjøtun 1993. Figuren er tegnet av Elin Holm)

Kråkeboller er vanlige i tareskogen. I blant skjer det en massevekst av kråkeboller, det blir alt for mange og de endrer adferd fra å være passivt detrivore (spise løsrevete alger som driver ned til dem) til å være aktivt herbivore (oppsøker og spiser alger aktivt). Når dette skjer utryddes store deler av tareskogen. Først spises epifytter og all vegetasjon på bunnen, deretter går de løs på selve tareplantene. Resultatet er områder uten noen makroskopisk vegetasjon, de eneste organismene som klarer seg er skorpeformete kalkalger, foruten kråkebollene selv. Dette har medført at områder som tidligere var fulle av liv, og med et rikt fiske, nå er forvandlet til en steinørken under vann.

Langs store deler av norskekysten er tareskogen borte på grunn av beitingen til drøbak-kråkebollen (*Strongylocentrotus droebachiensis*). Nedbeitingen er hovedsakelig begrenset til de indre kyststrøk, trolig blir det for eksponert ytterst langs kysten. Da kråkebollebeitingen startet gikk det en sørlig grense for nedbeiting ved Hitra/Frøya i Sør Trøndelag. I dag er denne sørgrensen flyttet nordover til Helgelandskysten og går nå i området rundt Vega. Hva nedbeitingen skyldes vet man så langt ikke. Den er et verdensomspennende problem, slik nedbeiting er tidligere rapportert fra Stillehavet (Japan, USA) og Atlanteren (Canada).

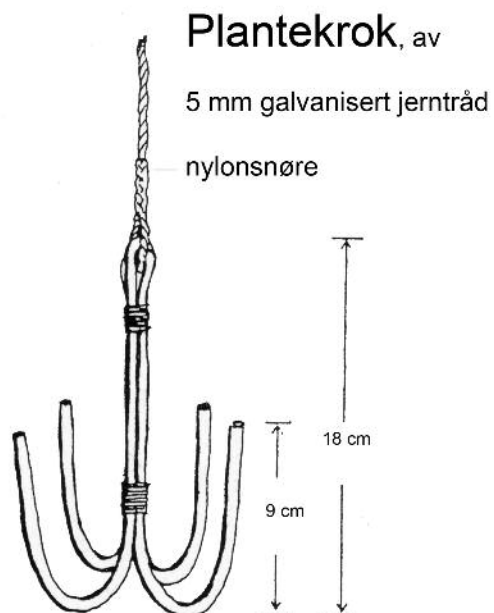
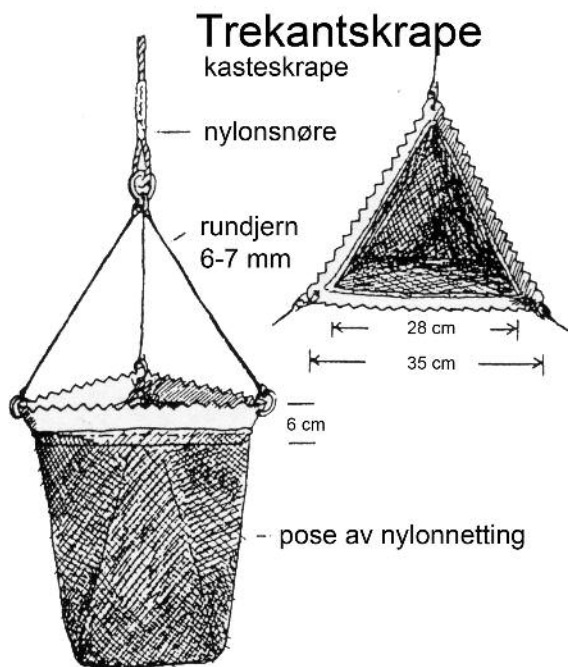
Stortaren utnyttes i industriell sammenheng. Hvert år tråles det med spesialfartøyer omlag 160 000 tonn friskvekt stortare fra Rogaland i sør til Sør Trøndelag i nord. Taren benyttes til fremstilling av et produkt som heter alginat som har den egenskap at det gjør væsker tyktflytende (geldanner). Alginater har nærmere 1000 forskjellige anvendelsesmuligheter og benyttes mest i tekstiltrykk, i medisin og i næringsmiddelindustri.



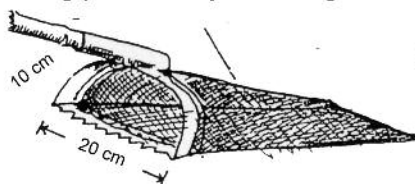
Taretråler i arbeid

Utstyr for innsamling av materiale

REDSKAPER

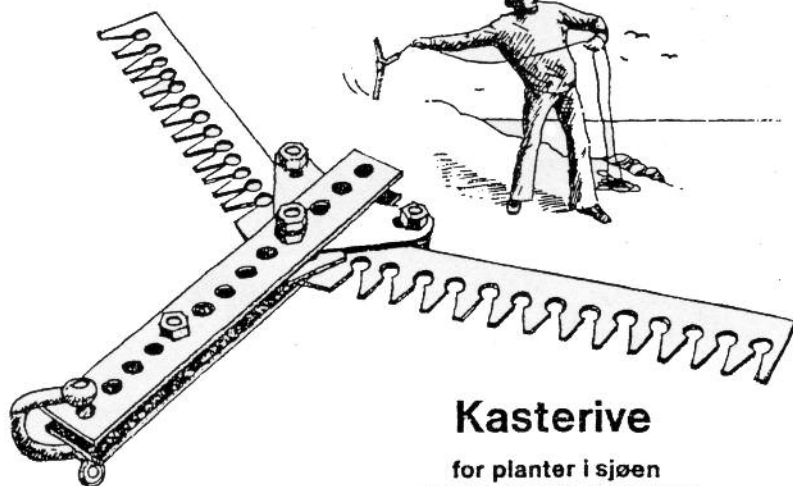
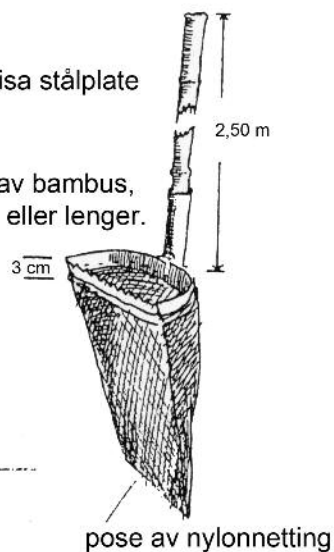


Trekantskrape og skjellrive har rammer av 3 mm tjukk, sveisa stålplate og poser av nylonnetting



Skjellrive

skaft av bambus,
2,5 m eller lenger.

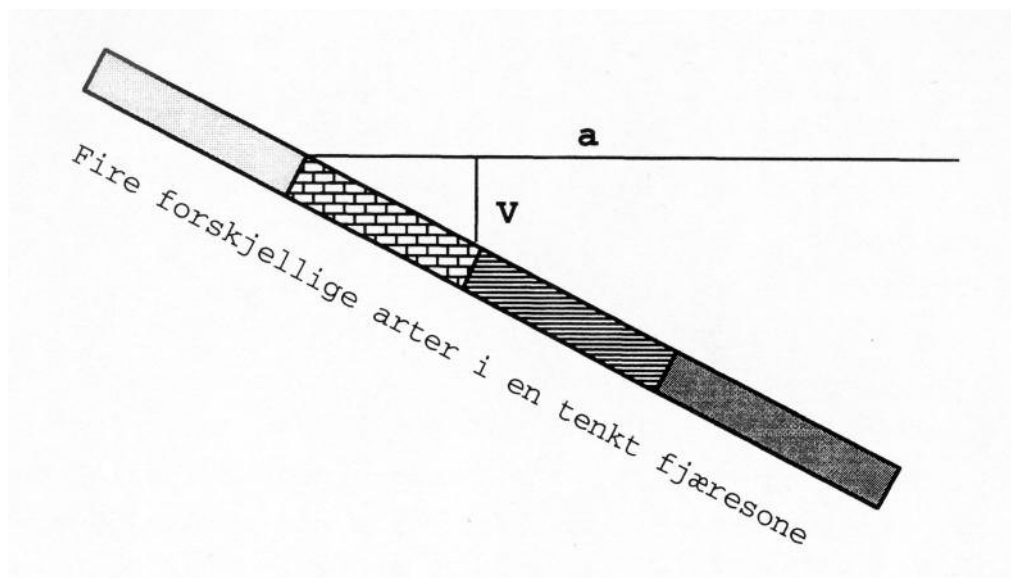


HVA KAN VI GJØRE I FJÆRA?

Når vi reiser til fjæra er det flere ting en både kan og bør ha på programmet. Det første man bør gjøre er å finne ut når det er lav- og høyvann. Man bør begynne å jobbe før vannet er på sitt laveste slik at man får med en så lang periode som mulig. Det lønner seg å begynne nederst, det er denne delen av fjæra som først blir oversvømt igjen.

Fjæra er en naturtype hvor det er best å ha et på forhånd fastlagt program. Selvsagt kan man godt la elever gå rundt på egenhånd og samle inn materiale, men husk på at fjæra kan være farlig. Det kan være svært glatt på fjellet, særlig etter regn- vær er eks. marebeken ofte som is å gå på. Er det brådypt utenfor fjæra kan det være direkte farlig å falle. Husk at man som regel har gummistøvler på, noe som vanskelig- gjør svømming. Er man på et eksponert sted må man være ekstra påpasselig med bølgene, det kommer ALLTID en bølge som er større enn de andre. Denne bølgen kan ikke bare gjøre folk våte, men dra dem ut på sjøen, noe som kan få et tragisk utfall. Bruk gjerne et tau for sikre dem som må gå langt ned i fjæra for å jobbe. Så derfor: Vis varsomhet og hold et godt øye med hverandre. La gjerne noen få ansvar for å holde øye med en gruppe som samler materiale på farlige steder.

Hva bør man satse på å gjøre? En ting som slår en når en betrakter fjæresonen på litt avstand er den perfekte innordningen i soner, og at hver sone er dominert av en art. Det er både lett og lærerikt og studere artenes vertikale utstrekning i en fjæresone. Ved en slik øvelse får man se hvor i fjæra de enkelte artene lever og hvor regelbundet denne ordningen er. La gjerne elevene undersøke flere steder med forskjellig grad av bølgeeksponering og se hvordan sonene endrer seg. Nye arter kommer inn og andre arter forsvinner.



Figuren viser hvordan en arts vertikale utstrekning kan måles ved å vatre opp et tau, en planke o.l. (a) og så legge dette i artens øvre voksegrense. Man måler så høyden opp til a fra artens nedre voksegrense. V er da artens vertikale utstrekning i denne fjæra. Man gjør dette for alle artene som danner tydelige vertikale soner i fjæra og stiller disse sammen til slutt i en soneringsprofil for stedet.

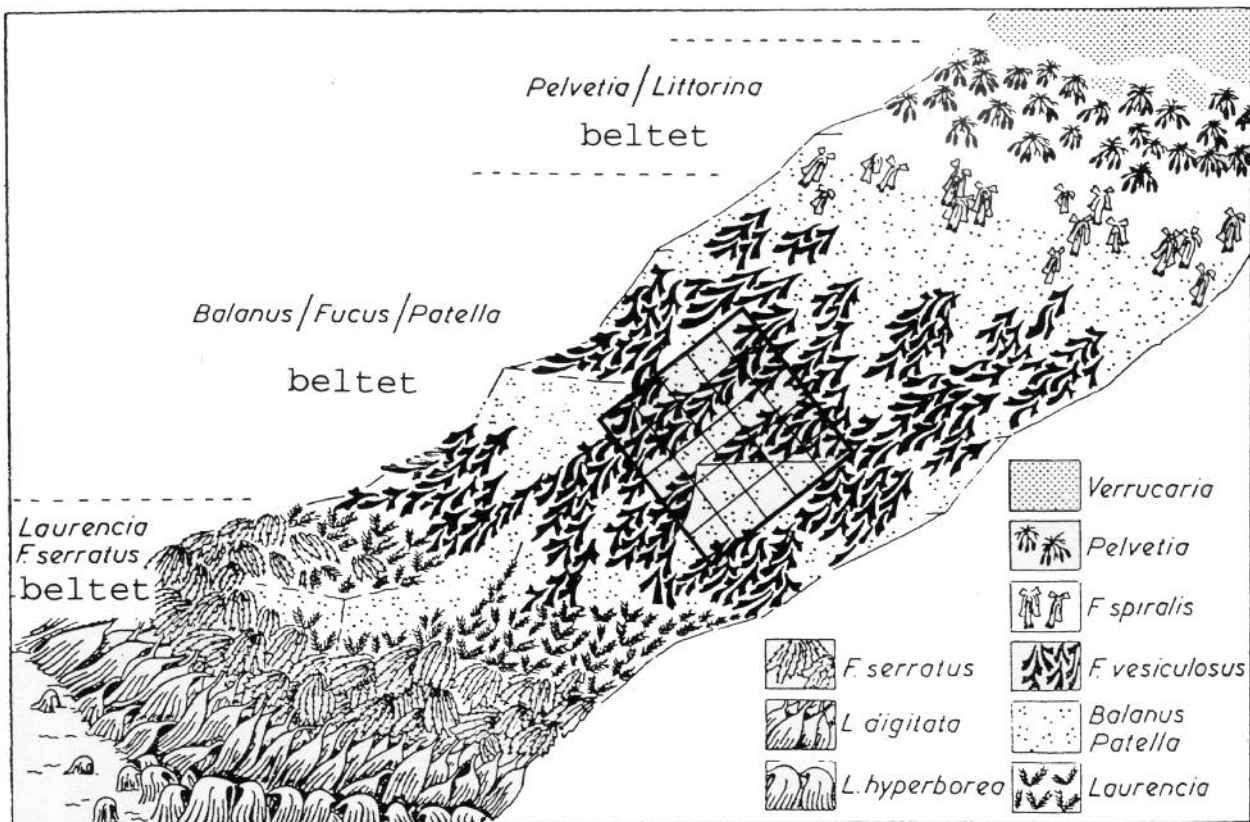
Man bør også tenke nøye gjennom hvilke faktorer som er med på skape disse observerte forskjellene. Hvordan endrer fysiske faktorer seg med både vertikal plassering og med eksponeringsgrad? Hva må de enkelte dyr og planter tåle for å kunne leve i fjæra? Hva med biotiske faktorer? Still spørsmål og forvent at elevene tenker i økologiske baner.

Ruteanalyser er et enkelt mål for å skaffe seg kvantitativ informasjon om fjæra på. Dette går i korthet ut på at man legger en ramme (eks. 50 x 50 cm, 4 slike pr. m²) innenfor et av vegetasjonsbeltene. Så anslås det hvor stor prosent som dekkes av artene man finner innenfor rammen. Det kan lønne seg å dele rammen inn mindre ruter (eks. på 10 x 10 cm), noe som letter anslåelsen av dekningsgraden. Legger man rammen i et velutviklet grisetangbelte vil grisetangen dekke 100%. Begynner man så å granske grisetangen innenfor rammen vil man se at det vokser kanskje noen rødalger, eks. grisetangdokke, epifyttisk på grisetangen. Dekningsgraden for denne arten utgjør kanskje 10% av rammens totale areal. Slik fortsetter man til alle fastsittende arter er registrert. Man kan da til slutt fjerne grisetangen innenfor ruten for å se etter undervegetasjon. Tilsammen vil dermed dekningsgraden komme opp i kanskje flere hundre %, noe som er normalt siden det måles i flere vertikale strata innenfor rammen. Dyrene som ikke sitter fast telles da disse ikke kan sies å være en fast del av ruten som undersøkes (de kan bevege seg frem og tilbake alt etter som det passer). En skisse av en oppdelt ramme lagt ut i fjæra er vist på figur side 66.

Hovedhensikten med en slik undersøkelse er å få frem at i fjæresonen er det som oftest en art som dominerer innenfor et vertikalt nivå. Om man la rammen i et grisetangbelte vil som nevnt grisetangen ha en dekningsgrad på 100%. Andre algerarter som vokser på grisetangen vil totalt kanskje dekke 50%, mens undervegetasjonen vil utgjøre 100% fordelt på flere arter. Dette viser at det er grisetangen som er den arten som bidrar mest til oppbyggingen av dette samfunnet. Vi sier at grisetangen er en dekkart (canopy species). Fjernes denne vil samfunnet endre seg. Det samme vil være tilfelle om en plasserte rammen i et tett belte av blæretang eller sagtang. Blæretang og sagtang vil da også være dekkarter. Sammenlign en slik undersøkelse med en skog på land!!!

Man kan også i en slik analyse sammenholde undervegetasjonen med beitere som lever på fjellet. Er det mye beitere vil som regel nesten all undervegetasjon være beitet bort.

Gjøres flere slike ruteanalyser ved samme vertikale nivå vil man få frem forskjeller i horisontalutbredelse av arter. I praksis har det vist seg at 3 ruter lagt tilfeldig innenfor eks. grisetangbeltet, får med seg nesten alle artene som finnes i det spesielle området.

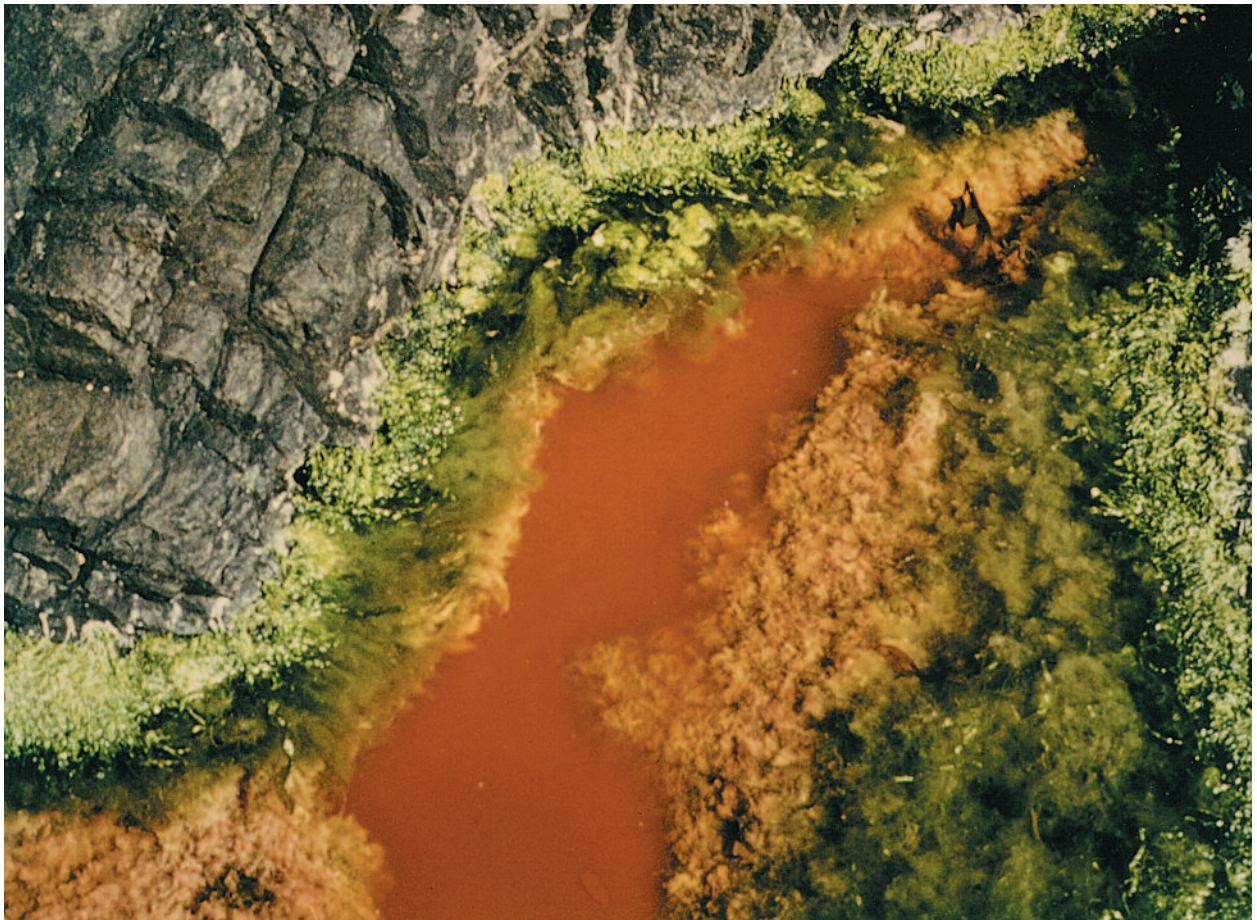


Tegning som viser en ramme benyttet til ruteanalyser lagt ut i et belte av blæretang.

Fjærepytter er spennende. Her skifter forholdene hyppig alt etter om pytten til fores nytt saltvann eller ikke. Har man muligheten kan en eller flere fjærepytter følges over en periode med målinger av temperatur, saltholdighet og pH. Fjærepytter kan også manipuleres ved å tilføre eller fjerne beitere og rovdyr.

Nedenfor: En fjærepytt nederst i tidevannssonen har ofte mange arter, både alger og dyr.





Denne høyereliggende fjæreplytten er farget rød av fureflagellaten *Oxyrrhis marina*. Øverst langs kantene ser vi tarmgrønske (*Ulva intestinalis*). Foto P.E.Iversen

I stille perioder kan sjøvannspyttene tørke opp så salt skilles ut langs kantene. Tarmgrønske dominerer i denne.



Som et siste punkt bør det nevnes at man selvsagt plukker med seg et utvalg av organismer fra forskjellige steder i fjæra.

Husk å merke hvor de enkelte dyrene eller algene ble funnet slik at kan settes opp en mest mulig komplett soneringsprofil og artsliste for området.

HUSK: Ta ikke med mange individer av hver art. Gjør et utvalg og la resten bli igjen i fjæra til neste besøk.

Kunsten å presse alger

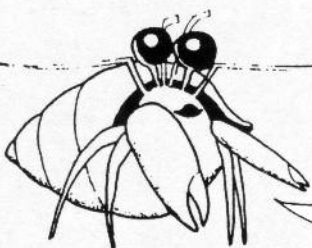
La algen flyte i et kar med vann.
Legg pressepapiret under algen

Ta pressepapiret forsiktig opp av vannet.
Arranger algen pent på papiret.
La vannet renne helt av.

Red Seaweed from Queens Bay
Found on rocks at low tide 5th Nov 1979

Dekk algen med gasbind og legg arket i press
mellom aviser. Skift aviser ofte.
Etter ca en uke er algen ferdig presset.
Påfør merkelapp med funnsted, dato, funnet
og bestemt av hvem.

© E. Jones, S. Rogers 1988



Lag ditt eget algeherbarium ! ! ! !

MAKROALGE- DIVERSITET



Klf α
Fykobiliner

RØDALGER



Klf $\alpha + c$
Fucoxanthin

BRUNALGER



Klf $\alpha + b$

GRØNNALGER

EKSEMPLER PÅ ALGER

Grønnalger:

Pigmentsammensetningen hos grønnalger er omtrent den samme som hos høyere planter, med både klorofyll *a* og klorofyll *b*. Det finnes ingen andre dominerende tilleggspigmenter, noe som gjør at grønnalger er grønne på farge.

1 Havsalat (*Ulva lactuca*). Bladformet, to cellelag tykk, ofte med små huller. Kan bli opptil 1 m lang. Festet til underlaget eller kan finnes løstliggende på beskyttede steder. Hele kysten. Det finnes flere arter havsalat i Norge.

2 Tarmgrønske (*Ulva intestinalis*). Denne algen er hul (man kan som regel kjenne at de er hule ved å gni dem mellom fingrene) og rørformet, ofte med luft inne i hulrommet. Slekten *Enteromorpha* består av mange arter som det er vanskelig å skille fra hverandre. De er ofte knyttet til områder som er beriket med næringssalter. Hele kysten.

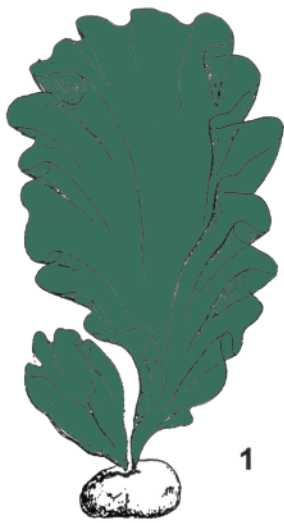
3 Vanlig grønndusk (*Cladophora rupestris*). 5-10 cm høye, rikt forgrenete tråder som vokser i faste, mørkegrønne dusker. Ofte som undervegetasjon i tangbeltet. Slekten *Cladophora* består av mange arter og artssystematikken er meget vanskelig. Om man klemmer vannet ut av en *Cladophora*-art endrer den ikke farge (sml. 4). Hele kysten.

4. Grønndøtt (*Acrosiphonia/Spongomorpha* sp.). Dette er duskformete alger med en frisk grønn farge som finnes både på fjell og epifyttisk. I motsetning til hos *Cladophora* blir disse algene gjerne lysere om man klemmer vannet ut av dem. Også blant *Acrosiphonia/Spongomorpha* finnes det flere arter. Hele kysten.

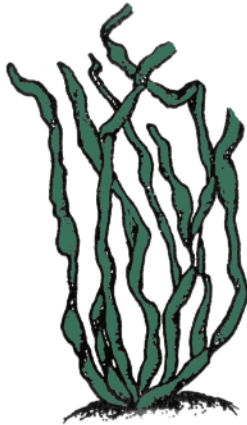
5 Pollpryd (*Codium fragile*). Gaffelgrenet alge med tykke og svampete, gjerne lodne grener. Finnes på hardbunn langs hele kysten.

6 Måsegrønske (*Prasiola stipitata*). Utvokst tallus er bare 1-8 mm langt, vifteformet bladaktig og festet med en tydelig stilk. Finnes ofte i tette bestander på fjell høyt oppe i supralitoralsonen, gjerne på steder hvor det er rikelig med fugleekskremer. Hele kysten.

7 Grønnfjær (*Bryopsis plumosa*). Opptil 10 cm høy alge som er karakteristisk fjærformet forgrenet. Alger faller helt sammen når den tas opp av vannet. Algen er det vi kaller sifonal, dvs. har ingen tverrvegger, noe som tydelig sees i lupe eller mikroskop. Finnes fra Oslofjorden til Troms.



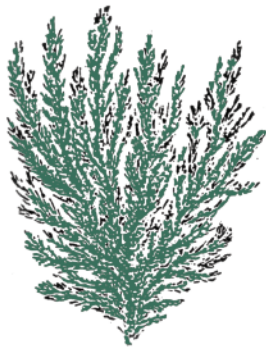
1



2



3



4



5



6



7

Brunalger:

Det viktigste aksessoriske (tilleggs-)pigmentet hos brunalger er fucoxanthin. Fargen kan variere fra mørkebrunt til olivengrønt. Fucoxanthin maskerer klorofyllet i algene og gjør at de ser mer eller mindre brune ut.

Først er det vist eksempler på to alger som ikke kan skilles uten bruk av mikroskop eller en god lupe. Disse er tatt med her for å vise at det finnes eksempler på alger hvor man er nødt til å se etter spesielle strukturer for en sikker identifikasjon.

8 Brunslie (*Ectocarpus* sp.). Rikt grenet, trådtynn alge som faller helt sammen når den tas opp av vannet. Danner brune tuster på andre alger, skjell eller på fjell. Har båndformete kloroplaster som snor seg rundt inne i cellen. Laterale sporangier. Kan lett forveksles med perleslie (se tegninger). Langs hele kysten.

9 Perleslie (*Pylaiella littoralis*). Rikt grenet, trådtynn alge som faller helt sammen når den tas opp av vannet. Danner brune tuster på andre alger, skjell eller på fjell. Har mange runde kloroplaster i hver celle. Interkalære sporangier. Kan lett forveksles med brunslie (se tegninger). Langs hele kysten.

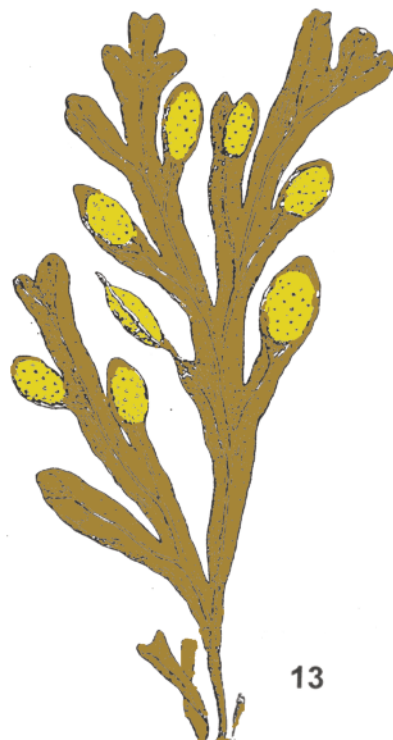
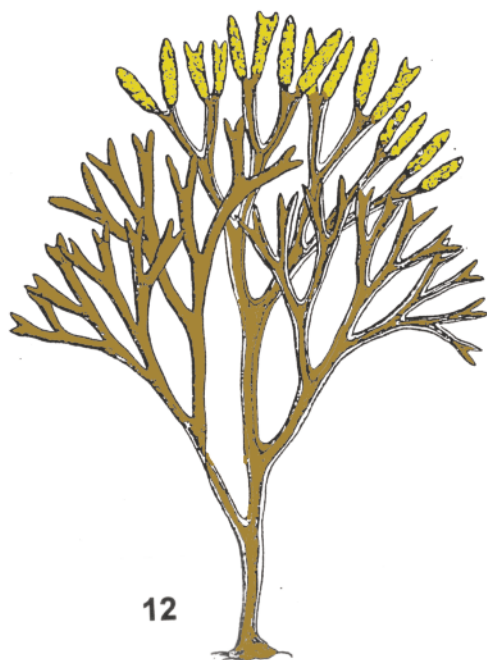
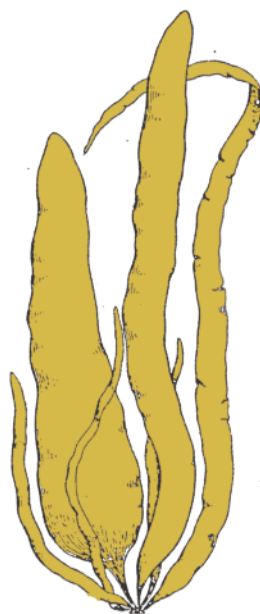
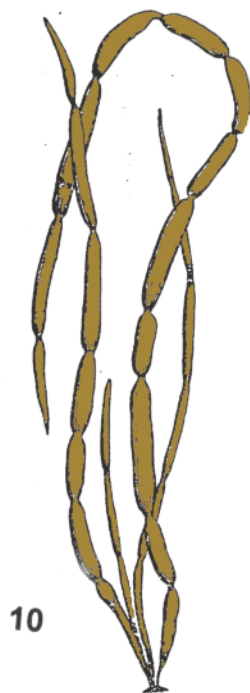
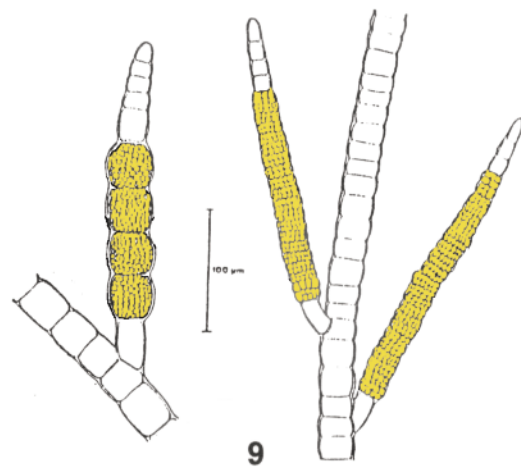
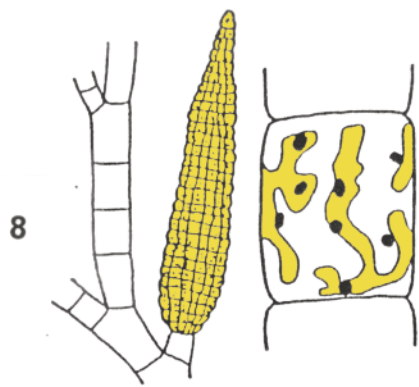
De påfølgende brunalgene kan skilles på grunnlag av morfologiske trekk som ikke behøver bruk av mikroskop.

10 Fjæreslo (*Scytosiphon lomentaria*). Hul og ugrenet alge med karakteristiske innsnevringer langs tallus. Langs hele kysten.

11 Vanlig brunbånd (*Petalonia fascia*). 0,2 - 5 cm brede blader som vokser opp fra en hefteskive, ofte flere sammen. Langs hele kysten.

12 Sauetang (*Pelvetia canaliculata*). Tallus har en renne på undersiden. Mangler luftblærer og midtribbe. Reseptaklene (formeringsorganer) er apikale (i toppen) og ovale. Monøsisk (sambu). Fertil hele året, men hovedsakelig om høsten. Vokser øverst i fjæra på beskyttede steder. Finnes fra Egersund og nordover til russegrensen, går ikke inn i Skagerrak.

13 Spiraltang (*Fucus spiralis*). Også kalt kaurtang. Tallus er spiralsnodd, har midtribbe, men mangler luftblærer. Reseptaklene dannes apikalt og er runde med en steril kant rundt. Monøsisk. Fertil om sommeren. Hele kysten.



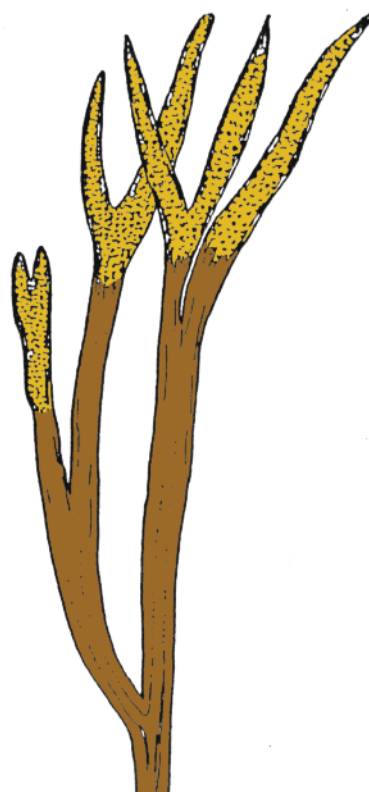
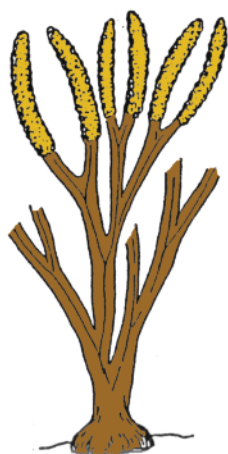
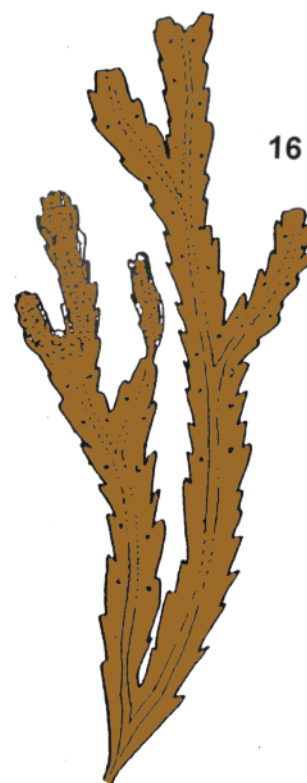
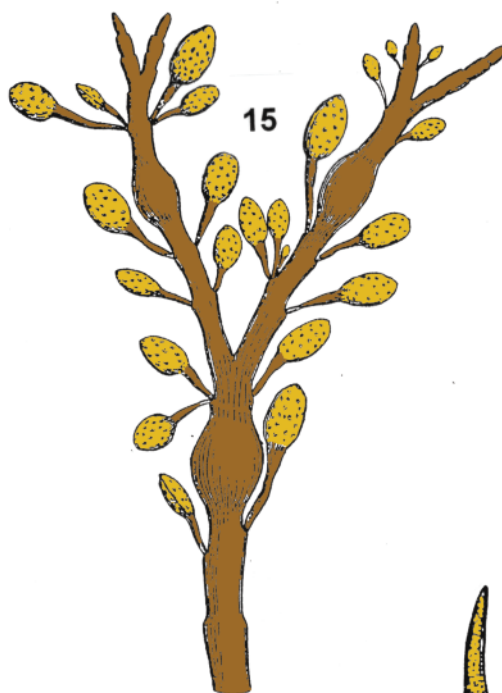
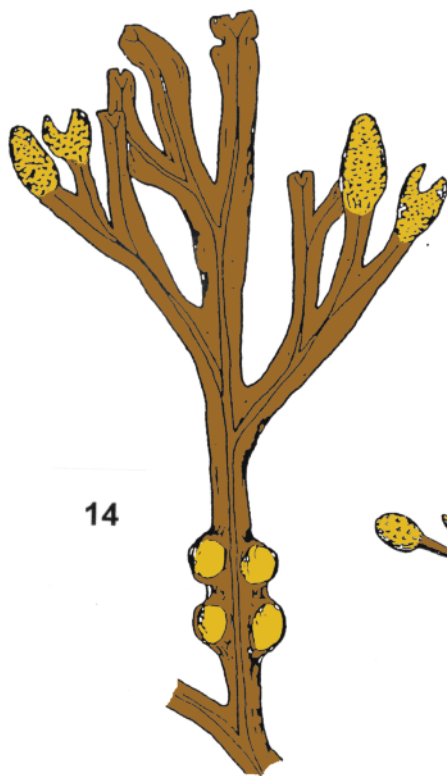
14 Blæretang (*Fucus vesiculosus*). Tallus har midtribbe og parvise luftblærer. Reseptaklene er apikale, ovale og ofte gaffelgrenet. Diøsisk (særbu). Fertil om våren. Blæretang viser en stor grad av fenotypisk variasjon. Den typiske formen med enkle blærepar kalles *Fucus vesiculosus* forma *typica*. På mer eksponerte steder kan blærene mangle (*Fucus vesiculosus* forma *evesiculosus*) og på godt beskyttede steder kan former med tallrike blærepar tett sammen finnes (*Fucus vesiculosus* forma *vadorum*). Finnes langs hele kysten.

15 Grisatang (*Ascophyllum nodosum*). Arten mangler midtribbe og det finnes enkle luftblærer langs hele tallus. En ny blære dannes hvert år og lengden mellom to luftblærer tilsvarer ett års vekst. Reseptaklene er laterale. Diøsisk. Fertil om våren. Finnes langs hele kysten.

16 Sagtang (*Fucus serratus*). Alge med kraftig midtribbe og sagtakkete tallusrand. Mangler luftblærer. Reseptaklene er apikale og flattrykke. Diøsisk. Fertil om vinteren. Hele landet.

17 Båatang (*Fucus distichus*). Kortvokst art (5-10 cm) som bare finnes på kraftig eksponerte strender. Reseptaklene står apikalt og er sylindriske. Monøsisk. Fertil om våren. Finnes fra Mandal til Finnmark.

18 Gjeltang (*Fucus evanescens*). Likner mye på blæreløs blæretang, men midtribben går ikke helt ut til skuddspissene hos gjeltang. Reseptaklene dannes apikalt, er lange (4-8 cm) og oppblåste i moden tilstand. Monøsisk. Fertil tidlig om våren. Arten er begrenset til forurensete havnebassenger i Sør-Norge (Østfold til Vest-Agder), mens den forekommer vanlig i fjæra i Nord-Norge.

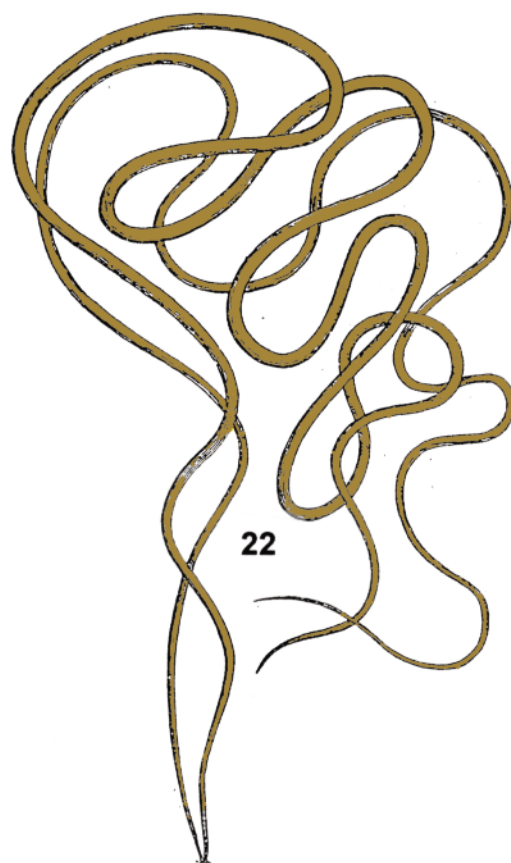
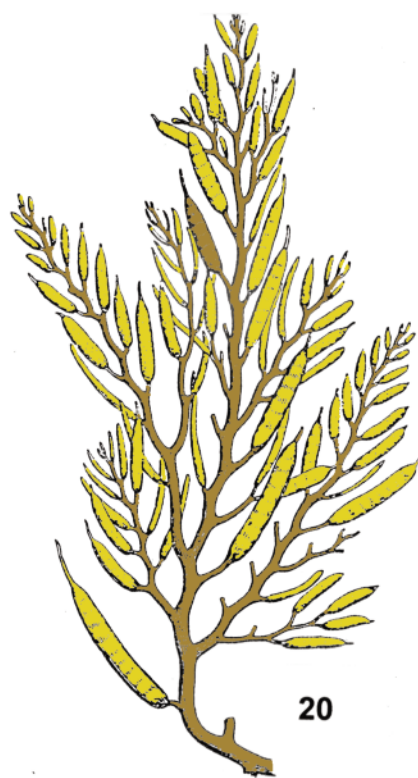
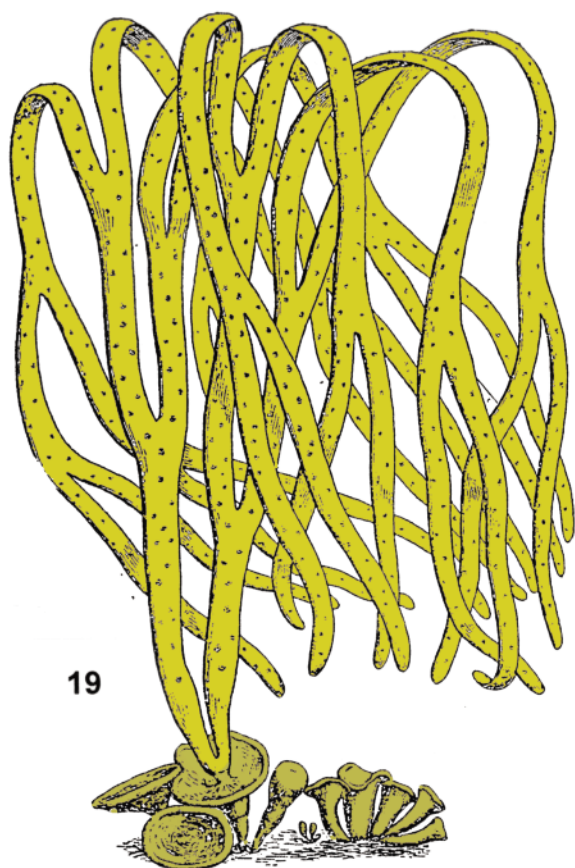


19 Remtang (*Himanthalia elongata*). Kalles også knapptang. Algen består av en knappformet del som sitter festet til underlaget. Ut fra denne vokser det "remmer" som er reseptakler. Diøsisisk. Fertil om sommeren. Arten finnes fra Aust-Agder til Vest-Finnmark.

20 Skolmetang (*Halidrys siliquosa*). Har langstrakte luftblærer, delt i små indre rom av tverrvegger, sitter på en liten stilk. Reseptakler i skuddspissene. Monøsisisk. Langs hele kysten.

21 Japansk drivtang (*Sargassum muticum*). En nyinnavandrer i vår marine flora. Første gang funnet drivende i 1984 og fastvoksende i 1988. Hjemmehørende i Japan. Har helt runde flyteblærer som sitter på en liten stilk. Finnes fastvoksende fra Oslofjorden til Runde.

22 Martaum (*Chorda filum*). En lang brun ugrenet alge, hul og med fargeløse hår. Finnes gjerne noe beskyttet, i viker og poller. Finnes langs hele kysten.



23 Lodnetaum (*Halosiphon tomentosa*). En lang ugrenet alge, hul og besatt med brune hår slik at den får et loddent utseende. Typisk våralge i fjæra i Sør-Norge, noe senere lenger nord. Hele kysten.

24 Sukkertare (*Saccharina latissima*). Langstrakt udelt lamina med noe bølget rand og midtparti. Festet til underlaget med tynne hefterøtter. Hele kysten.

25 Fingertare (*Laminaria digitata*). Oppfliket lamina og bøyelig stipes. Stipes er avflatet ved overgangen til lamina. Stipes er like tykk i hele lengden. Hele kysten.

26 Stortare (*Laminaria hyperborea*). Oppfliket lamina og en stiv konisk stipes. Stipes er ikke avflatet ved overgangen til lamina. Stipes er konisk, tykkere nederst enn øverst. Opptil 3 m lang stipes kan finnes. Hele landet, men dårlig utviklet på Skagerrakkysten.

27 Butare (*Alaria esculenta*). Rund stipes som fortsetter som en midtribbe gjennom hele lamina. Ved laminabasis finnes det ofte to motsatte rekker sporangiebærende blad. Finnes fra Mandal til Finnmark.

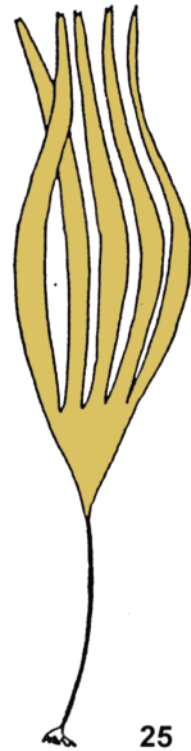
28 Draughtare (*Saccorhiza polyschides*). Langt oppsplittet lamina og en flat stipes med bølget kant. Festeorganet er knollaktig med vorteaktige utvekster. Finnes fra Rogaland til Nordland.



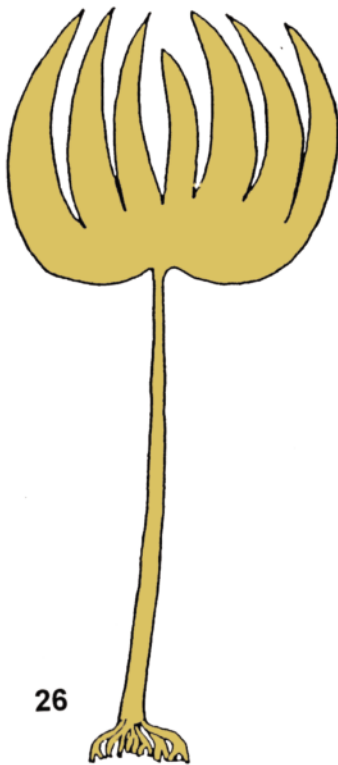
23



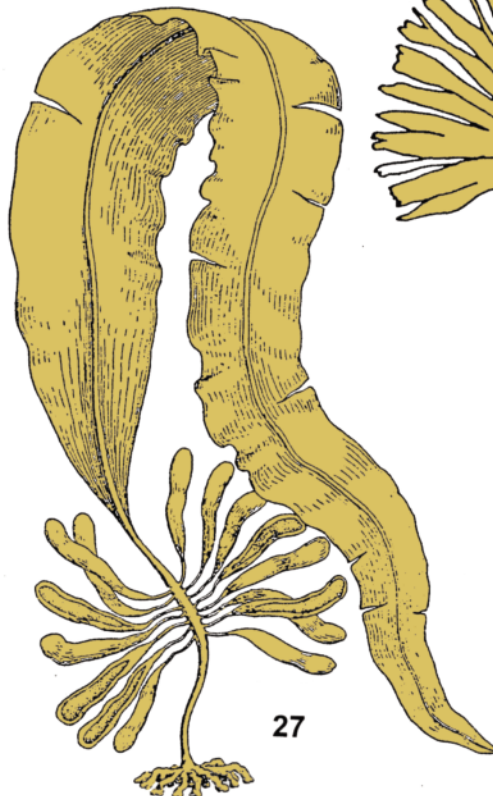
24



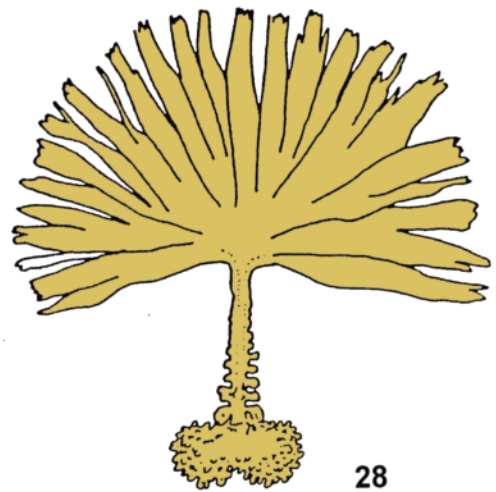
25



26



27



28

Rødalger:

Rødalgenes farge kan variere fra helt svart, via lysebrunt til en klar rød farge. Fargen skyldes hovedsakelig to fargestoffer, fykocyanin (blått) og fykoerythrin (rødt). Disse aksessoriske pigmentene er vannløselige slik at en død og råtnende rødalge blir grønn p.g.a. klorofyll *a*.

29 Vanlig fjærehinne (*Porphyra umbilicalis*). Tallus ett cellelag tykt, uregelmessig bølget i kanten. Festet med et sentralt festepunkt. Høyt oppe i fjæra på noe utsatte steder. Finnes langs hele kysten.

30 Smal fjærehinne (*Porphyra linearis*). Smalt og langstrakt lamina, ved basis finnes en liten stipes som ender i en festeskive. Vokser i supralitoralen på utsatte steder. Tilstede kun om våren. Finnes fra Oslofjorden til litt nord for Bergen.

31 Purpurtråd (*Bangia atropurpurea*). Polysifone (med flercellet tverrsnitt) ugrenete tråder. Danner mørke-røde/fiolette flekker på fjell høyt oppe i litoralen eller supralitoralen om våren. Hele kysten.

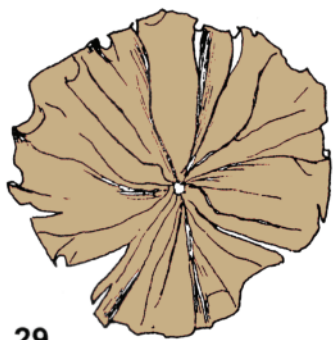
De påfølgende algene som er tatt med i denne oversikten er eksempler på alger som kan være vanskelige å skille fra hverandre. Spesielle kjennetegn er nevnt der slike finnes.

32 Søl (*Palmaria palmata*). Tallus flatt, bladaktig, ofte med flere "blader" ut fra et eldre lamina. Ingen tydelig stilkformet del. Ingen ribber eller nerver. Epifyttisk, særlig på stortare, eller på fjell langs hele kysten.

33 Kjøttblad (*Dilsea carnosa*). Tallus tykt, flatt, bladaktig, ender ofte i en stilkformet del. På fjell og steinbunn (10-20 m dyp). Finnes fra Oslofjorden til Nordland.

34 Vanlig rekeklo (*Ceramium virgatum*). Grenete tråder, virker leddete (p.g.a. barkbelter) og som ofte ender i en klo. Slekten *Ceramium* består av flere arter som er vanskelig å skille fra hverandre. Tegningen viser habitus + detaljbilde.

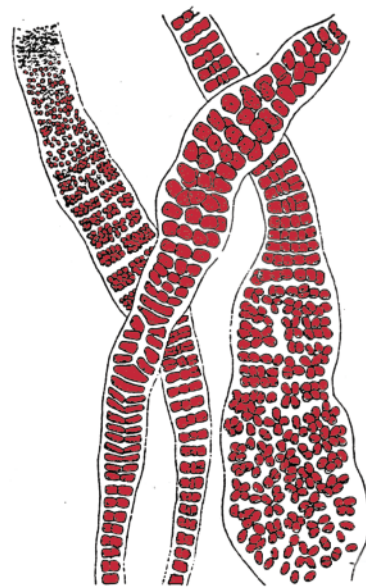
35 Dokke (*Polysiphonia* sp). Grenete polysifone tråder. Består av karakteristiske ledd av periaksialceller som omgir en aksialcelle. Slekten *Polysiphonia* består av mange arter som krever mikroskopering for en sikker bestemmelse.



29



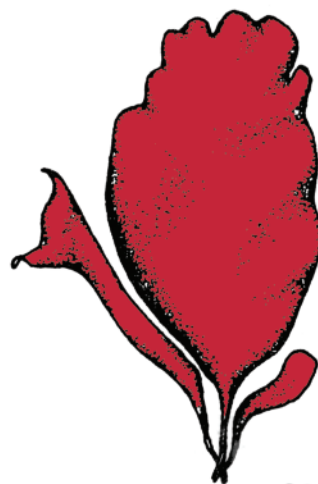
30



31



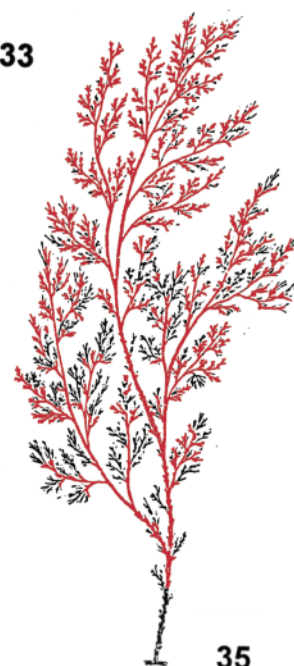
32



33



34



35

36 Krusflik (*Chondrus crispus*). Fast, avflatet tallus uten midtnerve og med et ovalt tverrsnitt. Iridiserer ofte i fiolett. Finnes langs hele kysten.

37 Vorteflik (*Mastocarpus stellatus*). Fast, avflatet tallus uten midtnerve og med et renneformet tverrsnitt. Har ofte "vorter", som er formeringsorganer på tallus. Finnes fra Aust-Agder til Finnmark.

38 Svartkluft (*Furcellaria lumbricalis*). Tallus med gaffelgrenete, sylindriske grener. Ofte rødbrun til svart på farge. Festet til underlaget med hefterøtter. Finnes langs hele kysten.

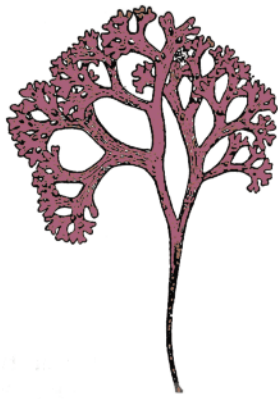
39 Rødkluft (*Polyides rotundus*). Tallus med gaffelgrenete, sylindriske grener. Ofte klart rød på farge. Festet til underlaget med en hefteskive. Finnes langs hele kysten.

40 Fagerving (*Delesseria sanguinea*). Bladaktig tallus, kraftig midtribbe med sidenerver. Nye blad dannes fra midtribben. Overvintrer i redusert tilstand som bare består av midtribben. Hele kysten.

41 Eikeving (*Phycodrys rubens*). Bladaktig tallus, kraftig midtribbe med sidenerver. Nye blad dannes fra bladranden, noe som gir algen et noe flikete utseende (sml. et eikeblad). Finnes langs hele kysten.

42 Krasing (*Corallina officinalis*). Leddet og motsatt fjærgrenet alge med kalk i celleveggene. Hele kysten.

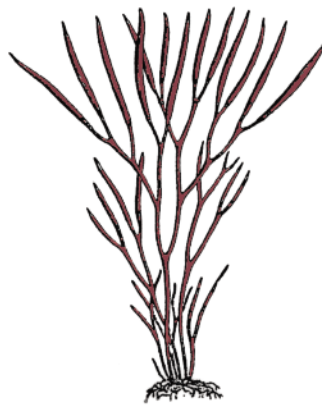
43 Rugl (*Phymatolithon* sp., *Lithothamnion* sp.). Skorpeformete alger med kalk i celleveggene som vokser som et overtrekk på fjell og stein fra fjæra og nedover i sublitoralen. Kan også finnes epifyttisk. Det finnes flere typer rugl, noen av de vanligste er vorterugl (*Lithothamnion glaciale*), slettugl/flatrugl (*Phymatolithon lenormandii*) og valkrugl (*Phymatolithon purpureum*). Tegningen viser vorterugl på fjell.



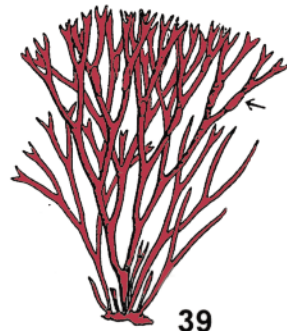
36



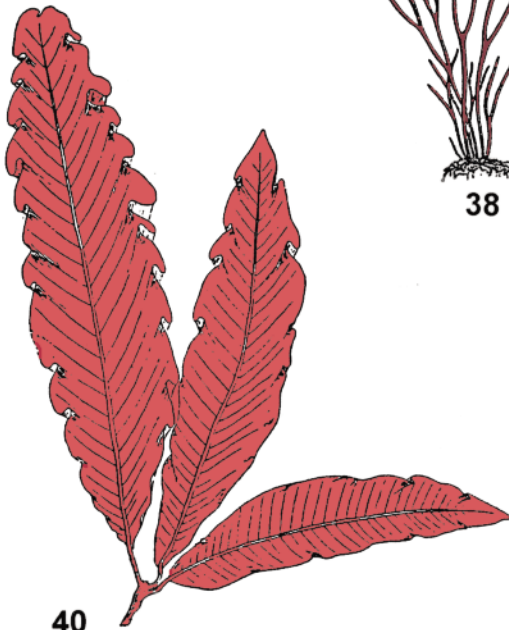
37



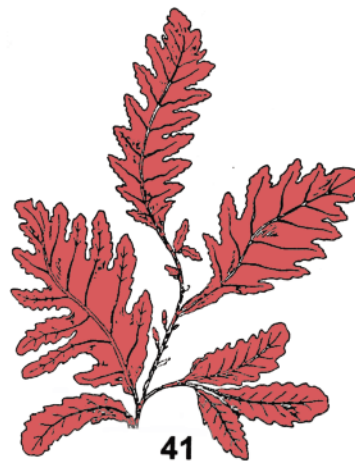
38



39



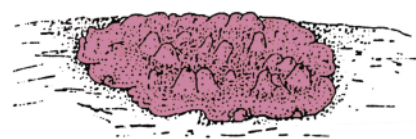
40



41



42



43

INVERTEBRATER

Hydroider:

Det finnes mange arter hydroider. Vanskelig artssystematikk. To vanlige arter i fjæra er:

55. Siksakhår (*Obelia geniculata*). Koloni, 3-4 cm høy, uregelmessig grenet.

Enkelpolypene står i siksak. På skjell, tang o.l. særlig om sommeren.

56. *Dynamena pumila*. Stivt grenet koloni, opptil 4-5 cm høy. Enkelpolypene er rett motstående og danner et slags trekantmønster. Særlig på stipes av sagtang.

Sjørøser og koraller:

57. Sjønellik (*Metridium senile*). Opptil 20 cm høy, ensfarget, kan være hvit, lysebrun, oransje. Mange tynne tentakler, oftest hvite. På bryggestolper, fjell o.s.v.

58. Fjæresjørøse (*Urticina felina*). Kortere og bredere enn sjønnellik og færre og tykkere tentakler. Grå og klebrige vorter langs sidene hvor sand og annet rusk henger fast. Kan ha mange fargekombinasjoner. Nederst i fjæra eller på grunt vann på fjell og stein.

59. Hesteaktinie (*Actina equina*). Ligner på fjæresjørøse, men er mindre. Noe mer tilspissede tentakler enn hos fjæresjørøse. Ofte helt røde, men andre farger kan finnes. 24 blå prikker på innsiden av øverste kanten av kroppen. Nederst i fjæra eller på grunt vann.

60. Dødningehånd (*Alcyonium digitatum*). Korallkoloni med et seigt, læraktig skjelett med kalknåler. Fargen er vanligvis gulbrun til oransje, men hvite individer forekommer. Nederst i fjæra og på grunt vann, gjerne strømrrike steder.

Mangebørstemakk:

61. Skjellrygger (eks. *Lepidonotus squamatus*). Børstemakker med taklagte skjell på hele eller deler av ryggen. Nederst i fjæra under stein og mellom tang.

62. Nereider (eks. *Nereis diversicolor*). Store livlige makker, opptil 70-80 cm lange. Munnen sitter på et utkrengbart svelg (proboscis). Ytterst på svelget sitter to svarte kitinkroker som brukes til å fange bytte med. I hefterøtter til stortare, under stein o.l. i fjæra og nedover.

63. Fjæremakk (*Arenicola marina*). Inntil 25 cm lang makk med 13 par røde gjeller langs sidene. Graver i sand og annen bløtbunn og legger opp karakteristiske ekskrementhauger.

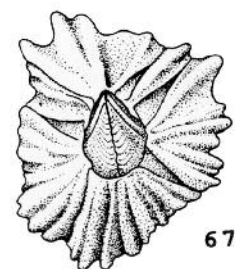
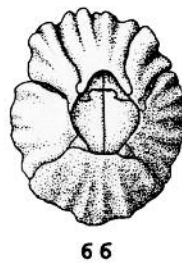
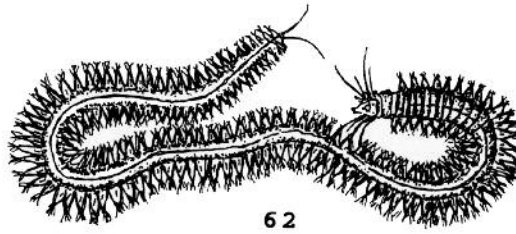
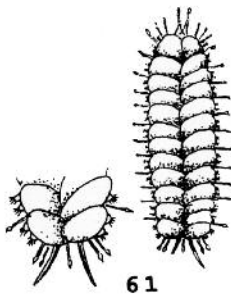
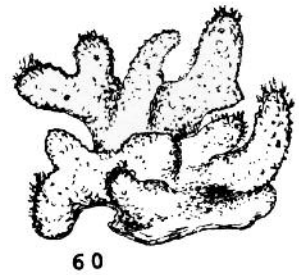
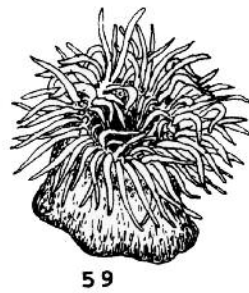
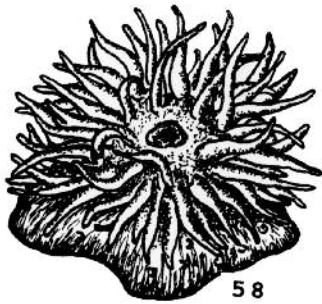
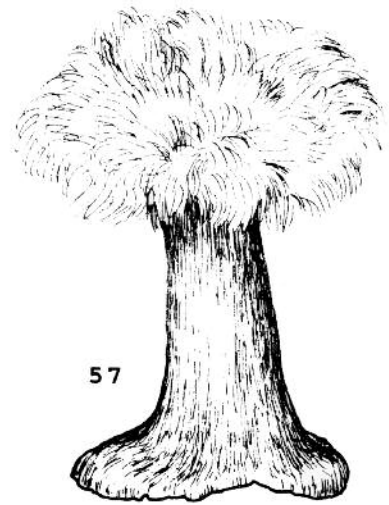
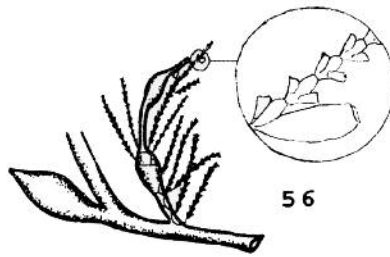
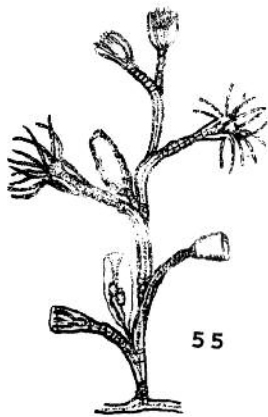
64. Trekantmakk (*Pomatoceros triqueter*). Bygger et kalkrør med en tydelig kjøl slik at åpningen blir trekantet. Selve makken trenger ikke være mer enn halvparten så lang som røret. Ofte flere individer sammen. På stein, skjell og alger fra nederst i fjæra og dypere.

65. Posthornmakk (*Spirorbis borealis*). Bygger et oppkveilet kalkrør slik at del ligner på et gammelt posthorn. Finnes på stein, skjell og tang i fjæra og dypere.

Krepsdyr:

66. Fjærerur (*Semibalanus balanoides*). Kalkplatene vokser sammen fra sidene og ruren får dermed et "skap" som avkortete kjegler. Løkkplatene kan stenge ruren helt igjen. Ikke forkalket bunnplate. Kan danne tette bestander øverst i fjæra på fjell og stein.

67. Steinerur (*Balanus balanus*). Større enn fjærerur, opptil 5 cm høy. 2 av løkkplatene former et oppoverbøyd nebb. Forkalket bunnplate. Oftest enkeltvis. Nederst i fjæra og nedover på hardbunn.



Krepsdyr:

68. Pungreker, rekebarn (Mysidacea). Opptil 2 cm store, nesten gjennomsiktige, rekeaktige krepsdyr med rugepose under mellomkroppen. Vanlige i tangbeltet.

69. Tanglus (Islopoda). Flatklemt dorsoventralt, mangler ryggskjold og med tydelig leddeling. Flere arter, vanlig på tangplanter i fjæra.

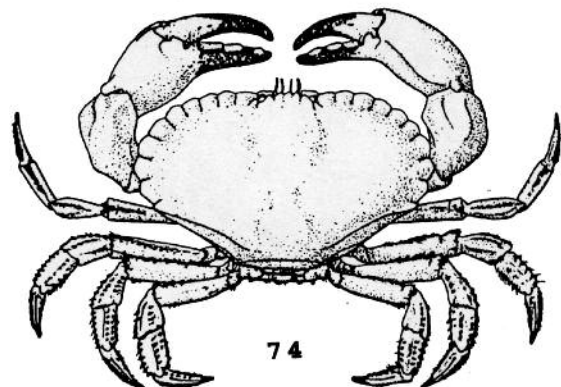
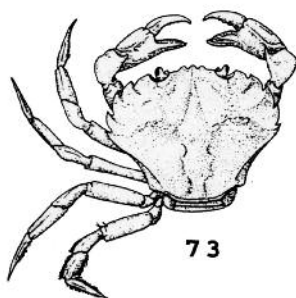
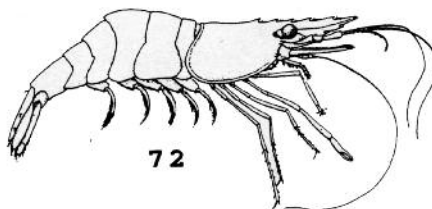
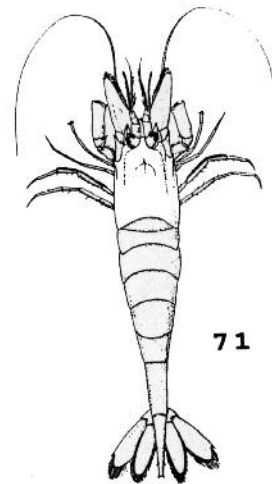
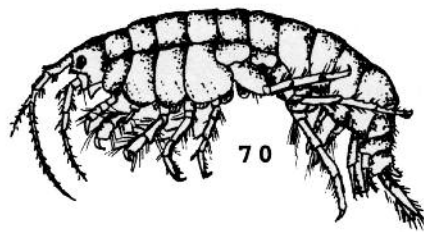
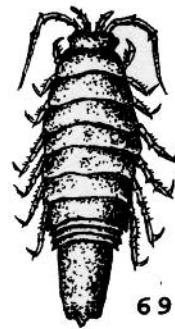
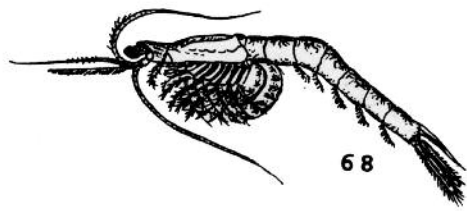
70. Tanglopper (Amphipoda) . Flatklemt lateralt, mangler ryggskjold og med tydelig leddeling. Kryper på siden når de ristes ned på et fast substrat. Flere arter, ofte i store mengder under stein, på tang o.s.v.

71. Sandreke (*Crangon* sp.). Gråspraglete reke som mangler "spyd" i fremkant av ryggskjoldet. På sandbunn, ofte nedgravd.

72. Strandreke (*Palaemon* sp.). Små, gjennomsiktige reker med "spyd" i forkant av skjoldet. Vanlig på grunn sandbunn.

73. Strandkrabbe (*Carcinus maenas*) . Grønnaktig krabbe med brede, spisse tenner på hver side av øynene i forkant av ryggskjoldet. Vanlig under stein, tang o.s.v.

74. Taskekrabbe (*Cancer pagurus*) . Rødbrun krabbe med runde tunger i forkant av ryggskjoldet. Svarte klosakser.



Bløtdyr:

75. Skallus (Leddsnegl) (*Polyplacophora*). 8 tverrgående kalkplater på ryggsiden, en såleaktig fot på undersiden. Vanlig i fjæra på stein og tang.

76. Albuesnegl (*Patella vulgata*). Kjegleformet skall. Suger seg kraftig fast til underlaget ved tørrlegging. Har en grå sugeskive (fot). Finnes lange hele kysten, untatt i indre deler av Skagerrak. *Patella ulyssiponiensis*, en annen art som finnes i Norge (Haugesund til Bergen) har oransje sugeskive.

77. Spiss strandsnegl (*Littorina saxatilis*). Vindinger med små ribber og furer. Munnåpningens ytre leppe treffer spiret i nesten en rett vinkel. Lever høyt oppe i fjæra, kappehulen fungerer som en lunge.

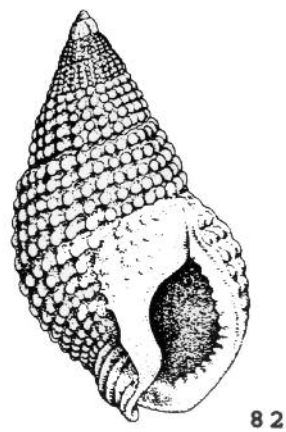
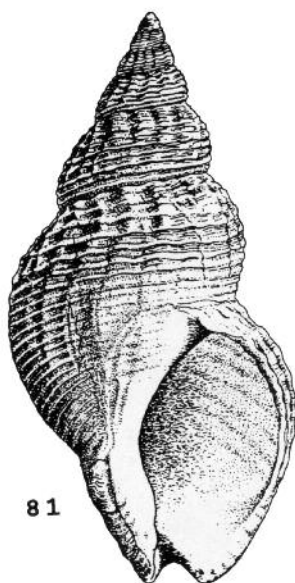
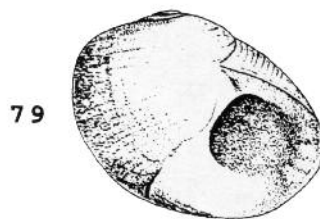
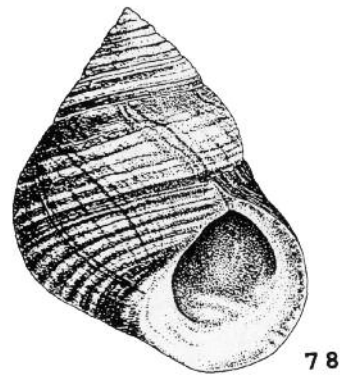
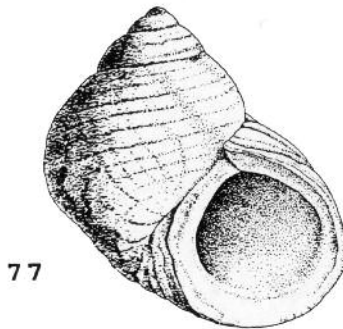
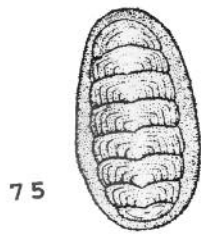
78. Vanlig strandsnegl (*Littorina littorea*). Ofte glattere skall enn hos *L. saxatilis*. Munnåpningens ytre leppe er mer eller mindre parallell med spiret der hvor de møtes. Lever midt i fjæra.

79. Butt strandsnegl (*Littorina littoralis*). Spiret er sammentrykt slik at skallåpningen og siste vinding utgjør hele høyden. Skallet er tilsynelatende helt glatt. Lever på alger og stein nederst i fjæra.

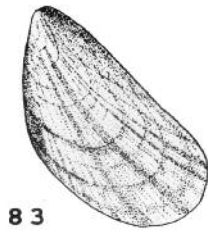
80. Purpurneg (*Nucella lapillus*). Tykt skall med ca 5 vindinger. åpningens ytre leppe er tykk og ofte tannet. Har en kort siphonkanal. Lever i fjæra. Rovdyr.

81. Kongesnegl (*Buccinum undatum*). Spisst spir med tydelige vindinger med lister og ribber. Stor åpning med glatt ytre kant. Kort siphonkanal. Sublitoral art.

82. Nettsnegl (*Hinia reticulata*). Nettformet skallmønster. Kort siphonkanal. Oval åpning med tykk ytre leppe. Under steiner og i sprekker, ofte på mudderbunn nederst i fjæra og på grunt vann.

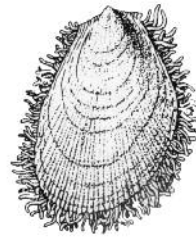


- 83. Blåskjell** (*Mytilus edulis*). To like skall, glatt kant, lås uten tydelige tenner. Vekstsenteret (umbo) sitter nær forenden. Sjelden over 10 cm. Vanlig fra midt i fjæra og nedover.
- 84. O-skjell** (*Modiolus modiolus*). To like skall, glatt kant, lås uten tydelige tenner. Vekstsenteret (umbo) sitter ikke helt foran, men noe lenger bak. Opptil 20 cm store. Fra nederst i fjæra og nedover.
- 85. Reirskjell** (*Limaria hians*). Inntil 2,5 cm langt skjell, asymmetrisk, har ca 50 tornete ribber. Sett fra forsiden er det en tydelig åpning mellom skallene. Spinner et nett av byssustråder og lager et slags "reir" av det. Nederst i fjæra og dypere.
- 86. Hjerteskjell** (*Cerastoderma edule*). To like, krumme skall med tydelige ribber. Tannet kant p.g.a. de korte furene på innsiden av skallet. Sjelden over 5 cm. Graver i sand nederst i fjæra. Flere nærstående arter finnes.
- 87. Kuskjell** (*Arctica islandica*). To like skall med glatt kant. Store, solide skjell med et brunt hornlag. Opptil 12 cm. Graver i sand og mudder fra nederst i fjæra og nedover.
- 88. Venusskjell** (eks. *Chamelea striatula*). To like skall med konsentriske ringer. Umbo foran midten. Graver i sand fra nederst i fjæra og nedover. 3 nærstående arter finnes.
- 89. Teppeskjell** (*Venerupis pullastra*). To like skall som er noe avlange, med både konsentriske og radiære ribber. Dette gir en vevaktiv struktur - teppeskjell. Gravende form fra nederst i fjæra og nedover. 3 nærstående arter finnes.
- 90. Vanlig sandskjell** (*Mya arenaria*). To like skall, noe avlange, uten ribber. Venstre skall har en stor skje (feste for ligamentene). Inntil 15 cm langt. Graver seg ned i fjæra og på grunt vann.
- 91. Butt sandskjell** (*Mya truncata*). Ligner vanlig sandskjell, men er tvert avskåret bak. Inntil 7,5 cm langt. Graver seg ned i fjæra og på grunt vann.
- 92. Knivskjell** (*Ensis* sp.). To like skall som er langstrakte. Enkelte former kan bli opptil 20 cm lange. 6 arter finnes i våre farvann. Graver fra fjæra og nedover.
- 93. Stort kamskjell** (*Pecten maximus*). Øvre skall flatt, mens nedre skall er buet. Tydelige ribber med avrundet tverrsnitt. Lever på dypere vann (>15 m), men døde skall kan finnes i fjæra.
- 94. 7-stripet kamskjell** (*Pseudamussium septemradiatum*). To like skall med 5-9 brede radiære folder. Fra 10 m og nedover, døde skall finnes i fjæra. Det finnes flere arter innen kamskjellgruppen.

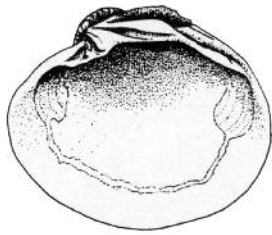


83

84



85



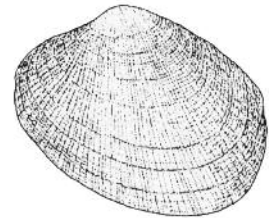
87



88



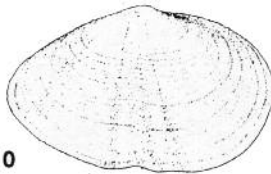
86



89



90

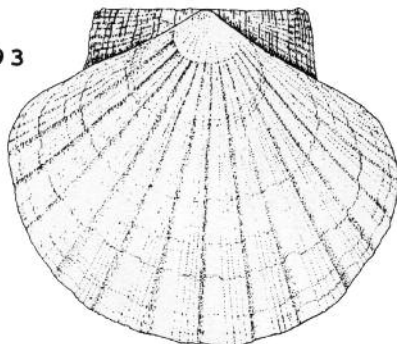


91

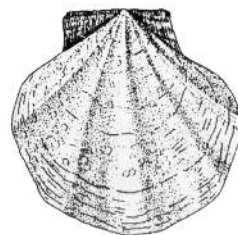


92

93



94



Pigghuder:

95. Korstroll (*Asterias rubens*). Runde, avsmalende armer (5 stk) hvor tuppen ofte bøyer seg oppover når dyret er i aktivitet. Overflaten dekket av uregelmessig ordnete pigger. Svært fargevariabel, fra rød, blå, brun til svart. Nederst i fjæra og nedover.

96. Ishavsstjerne (*Marthasterias glacialis*). Runde armer (5 stk) som er dekket av kraftige pigger. Fargen er ofte gråaktig. Fra nederst i fjæra og dypere.

97. Solstjerne (*Crossaster papposus*). Stor skive med mellom 8 og 13 butte armer. Hele overflaten er dekket av små pigger. Fargen er ofte rød. Sublitoral.

98. Solstjerne (*Solaster endeca*). Stor skive med 7-13 armer. Hard og ganske glatt overside. Fargen er ofte lilla/orange. Sublitoral.

99. Svartstjerne (*Ophiocomina nigra*). Svart (mørkebrun) slangestjerne med 5 armer. Skiven er svakt 5-kantet og oversiden dekket av fine korn. Armene har pigger til begge sider. Finnes blant stein og tang i fjæra og dypere.

Del finnes mange forskjellige slangestjerner med tildels vanskelig artssystematikk.

100. Vanlig kråkebolle (*Echinus esculentus*). Rund, men avflatet på undersiden. Diameter større enn høyden. Rødt skall, pigger hvite eller røde, ofte med en lilla spiss. Nederst i fjæra og dypere.

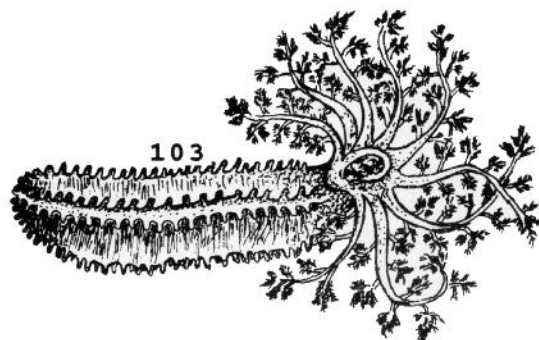
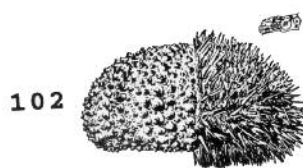
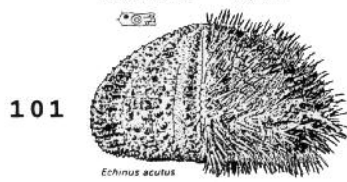
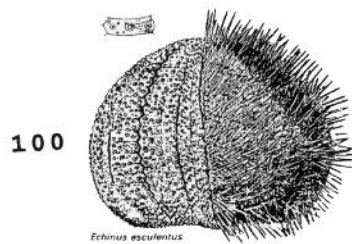
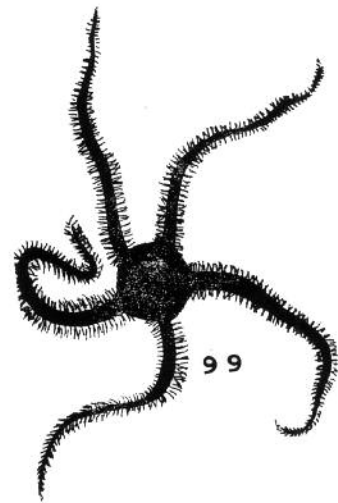
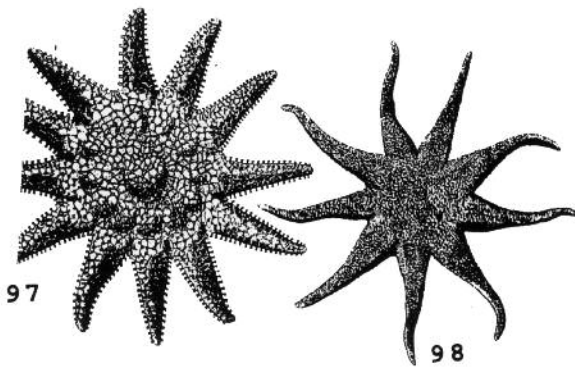
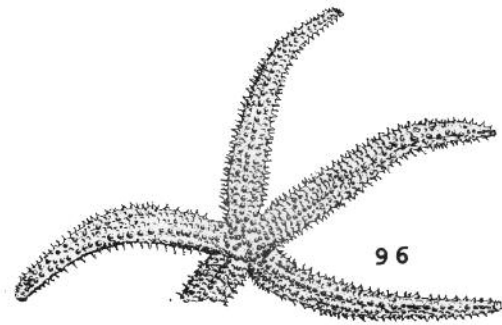
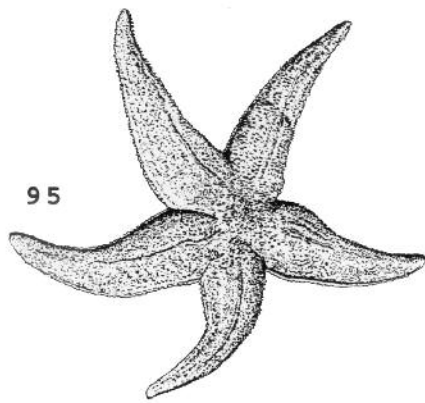
101. Langpigget kråkebolle (*Echinus acutus*). Noe mer kjegleformet. Lyst skall med hvite, lange pigger. Ofte på bløtbunn.

102. Drøbak kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*). Mindre enn de to foregående (inntil 5 cm) . Grønnaktig skall og pigger. Fra nederst i fjæra. og nedover.

Psammechinus miliaris likner foregående, men har grønne pigger med fiolette spisser. 1 fjæra.

Irregulære sjøpinnsvin finnes i sand og bløtbunn. Dette er gravende former.

103. Brunpølse (*Cuccumaria frondosa*). Mørke brun sjøpølse med nesten svarte fangarmer. Sublitoral hardbunn, gjerne på steder med noe strøm.



Andre dyregrupper:

Mosdyr (Bryozoa). Kolonier som lager overtrekk på stein, skjell, andre dyr og alger. Et individ i hvert av de små rommene i skjelettet, lever av å filtrere vannet for næringspartikler. Koloniene kan også se ut som knipper av små alger. Mange arter, med tildels svært vanskelig artssystematikk. To vanlige eksempler er nevnt her

104. *Electra pilosa*. Skorpeform som ofte dekker alger og andre dyr. Individene sitter i runde kammer (sml. 105).

105. *Membranipora membranacea*. Skorpeform som ofte dekker alger og andre dyr. Individene sitter i firkantede kammer.

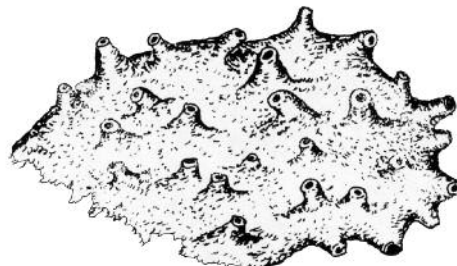
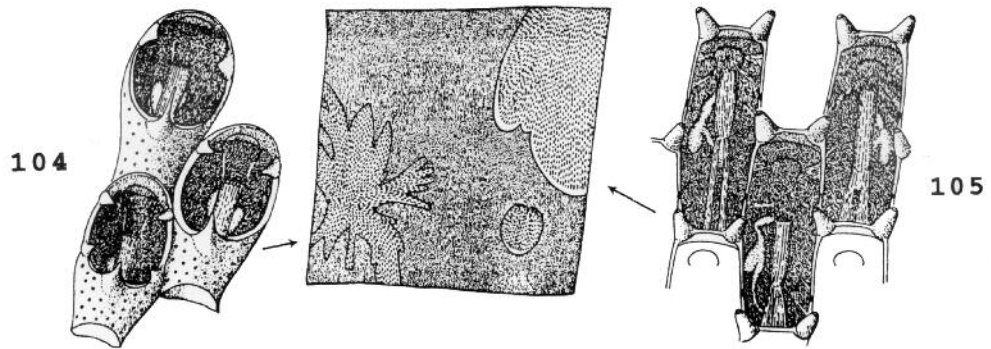
Svamp (Porifera). Små fastsittende dyr med et indre hulrom og en eller flere åpninger i den øvre enden. Filtrerer vann. Svamp er også en vanskelig gruppe systematisk sett, med mange arter.

106. Brødsvamp (*Halichondria panicea*). Svært formvariabel svamp med mange store utstrømningsåpninger. Fargen kan variere fra askegrå til rød- eller grønnaktig. Vanlig på stein eller på tang fra fjæra og nedover.

Sekkdyr, kappedyr (Tunicata). Gelé-aktige dyr med to åpninger; en innstrømnings- og en utstrømningsåpning. Finnes ofte på tauverk, bryggestolper, men også på stein eller på tang fra nederst i fjæra og nedover. Kan også danne kolonier (108)

107. *Ciona intestinalis*. Høy og slank, myk og nesten gjennomsiktig, enslig. Gulgrønn farge. På stein, bryggestolper o.s.v. fra nederst i fjæra og dypere.

108. *Botryllus schlosseri*. Koloni hvor individene er ordnet i stjerneformete grupper. En "arm" i stjernen er et individ, sentrum i stjernen er en felles utstrømningsåpning for alle individene i en stjerne. Danner "overtrekk" på stein, tang og skjell fra nederst i fjæra og på grunt vann.



106



107



108

Fargeplansjen viser noen av de fenomener og arter som er omhandlet i teksten foran om bentiske systemer. Teksten under korresponderer med bildet med tilsvarende plassering på høyre side

Sonering i fjæra.

Bildet viser at forskjellige alger lever i horisontale belter. Øverst vokser spiraltang, deretter følger et belte grønnalger og nederst vokser sagtang.

Legg også merke til rurbeltet (det hvite belegget). Øvre grense for rurbeltet tilsvarer øvre grense for litoralsonen.

Vanlig strandsnegl

Vanlig strandsnegl er i stand til å beite ned all vegetasjon i enkelte områder. Sneglen foretrekker grønnalger, men kan også spise kimplanter av tangarter.

Dette bildet er tatt på Jæren i juni og viser tydelig at mye snegler og en tett algevegetasjon ikke går sammen.

Sauetang

Sauetangen er den av tangartene som vokser høyest opp i fjæra. Denne arten tåler tørke svært godt.

De gule partiene i grenspissene er reseptakler, her utvikles egg og spermatozoider. Sauetangen er monøsisk, dvs. både hann- og hunnlige kjønnsceller utvikles på samme plante

Albuesnegl

Denne sneglen spiser også alger og som vist på dette bildet kan den holde fjellet rent for undervegetasjon. Albuesneglen "går hjem" etter at den har vært ute og beitet. Skalkanten er tilpasset underlaget på ett særskilt sted slik at sneglen kan minimalisere vanntapet ved fjære sjø.

Grisetang

Denne arten er den dominerende algen i fjæra på beskyttede steder. Den kan bli over 20 år gammel og kan aldersbestemmes ved å telle antall blærer langs et skudd. Hos grisetang dannes reseptaklene fra spalter langs tallus, dvs. lateralt. Denne arten er diøsisk, separate han- og hunplanter

Butt strandsnegl

Det finnes to arter av butt strandsnegl, denne på bildet foretrekker å sitte på grisetang og blæretang, mens den andre arten liker seg best på sagtang. Begge arter spiser de algene de trives best på. Artene kan være vanskelig å skille fra hverandre om man ikke legger merke til hvor de ble samlet.

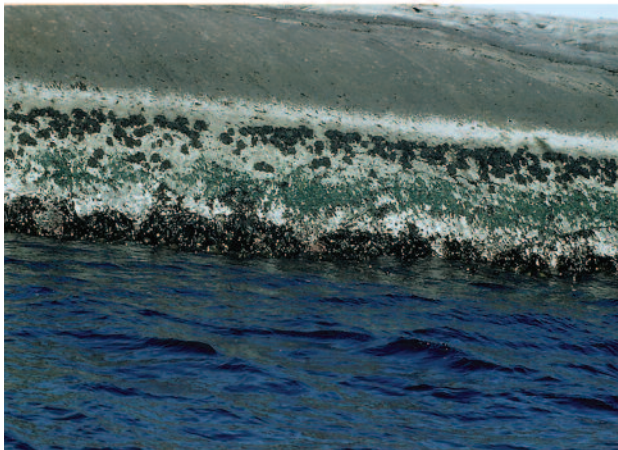
Båetang

Dette er en art som kun vokser der hvor det er meget kraftig bølgepåvirkning. Algen er derfor meget godt festet til underlaget og er dessuten svært bøyelig.

Dette bildet er tatt tidlig på høsten før algen danner nye reseptakler, sml. tegning nr. 17.

Purpurnegl

Dette er en rovsnegl som går på jakt etter blåskjell og rur i fjæra. Ved hjelp av sin kraftige raspetunge rasper den hull i byttet og innholdet fortæres. På steder med mange purpurnegl kan man se tett i tett med tomme rurskall som står igjen etter sneglenes måltider.



Fargeplansjen viser noen av de fenomener og arter som er omhandlet i teksten foran om bentiske systemer
Teksten under korresponderer med bildet med tilsvarende plassering på høyre side

Stortare er den dominerende arten sublitoralt på eksponerte områder. Her står tareplantene tett i tett og danner en undersjøisk skog. Tareskoger er svært produktive og er hjem for en mengde både dyr og planter. Her er et bilde fra grunt vann.

Det er lite lys som slipper gjennom det tette bladlaget. Undersøkelser har vist at opptil 90% av lyset filtreres bort. Andre alger som skal vokse som epifytter på stipes av stortare må derfor klare seg med lite lys. Bildet viser kråkeboller som spiser av epifyttene. De runde ringene på stipes er kalkalger.

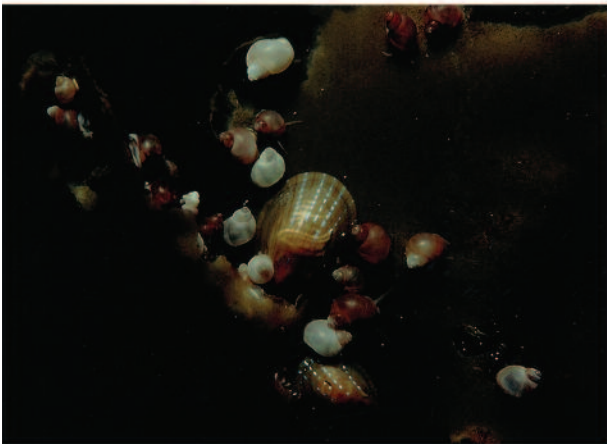
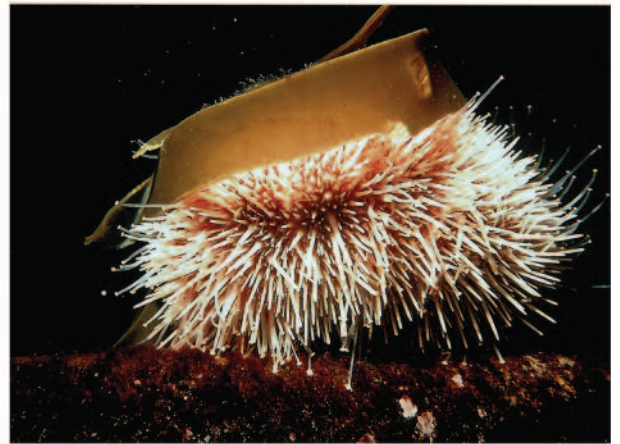
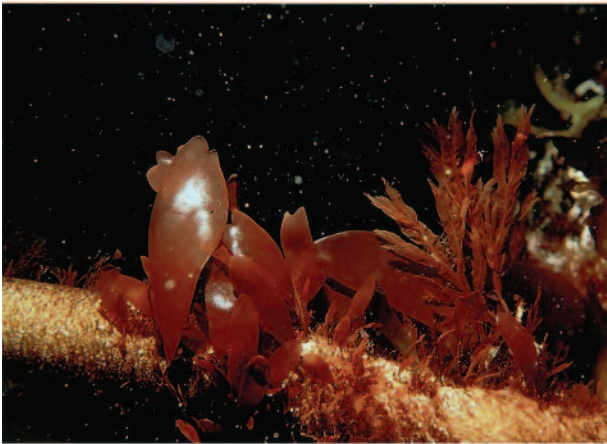
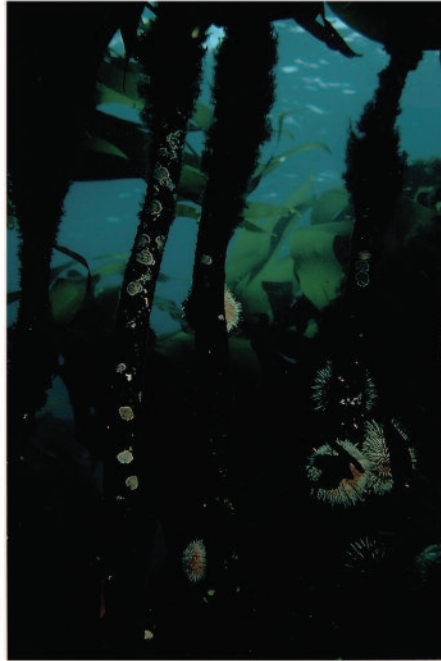
Langs store deler av norskekysten er tareskogen nedbeitet av drøbak-kråkeboller. Kråkebollene beiter først bort epifytter og undervegetasjon før de til slutt spiser selve tareplantene. Her er vist kråkeboller som spiser på en tarestilk, legg merke til at epifyttene mangler på de andre stilkene.

Av epifytter på tarestilk er det rødalger som dominerer. Ofte kan det finnes mer enn 40 forskjellige alger på en eneste stilk. Her er vist to vanlige rødalger, søl (til venstre) og smalving (til høyre). Det er også et yrende dyreliv rundt tarestilk, mer enn 80 000 individer er funnet tilknyttet en stilk.

Kråkeboller er vanlige i tareskogen. På bildet er vist en rød kråkebolle som sitter på en tarestilk. Disse røde kråkebollene er vanlige i tareskogen, men forårsaker ikke nedbeiting. Denne har et stykke av et tareblad med seg, uvisst av hvilken grunn. Legg også merke til alle sugeføttene til kråkebollen.

Det er få dyr som beiter direkte på stortare. Dette betyr at det meste av tarematerialet som produseres omsettes via andre typer næringskjeder. Bildet viser to av de sneglene som spiser stortare, de små heter tarestilksnegl (*Lacuna vincta*). Den andre arten på bildet heter blåstripesnegl (*Ansates pellucida*).

Når drøbak-kråkebollens herjinger har nådd så langt at tareskogen er borte er det ikke mye liv igjen. Et slikt område kan sammenlignes med en steinørken under vann. Dette nedbeitingsproblemet finnes fra Trøndelag og til russegrensen. Årsakene til nedbeitingen er ikke klarlagt.



SYSTEMATISK OVERSIKT - ALGER

fv = ferskvann, m = marin

PROKARYOTA

FYLUM CYANOPHYTA (CHLOROXYBACTERIA)

klasse Cyanophyceae - cyanobakterier eller blågrønnalger, fv/m; plankton/bentos,
encellede/flercellede

EUKARYOTA

FYLUM GLAUCOPHYTA

klasse Glaucophyceae - fv, plankton

FYLUM RHODOPHYTA - rødalger

klasse Bangiophyceae

klasse Florideophyceae

FYLUM OCHROPHYTA (HETEROKONTOPHYTA)

klasse Chrysophyceae

klasse Synurophyceae

klasse Bolidophyceae m, plankton

klasse Pelagophyceae m, plankton

klasse Pinguiphyceae m, plankton

klasse Xanthophyceae - gulgrønnalger, fv/m, plankton, bentos

klasse Eustigmatophyceae - flekkalger, fv/m, plankton

klasse Bacillariophyceae

klasse Coscinodiscophyceae

klasse Raphidophyceae - nålflagellater, fv/m, plankton

klasse Dictyochophyceae - kiselflagellater, fv/m, plankton

klasse Phaeophyceae - brunalger, 99 % marine, bentos

FYLUM HAPTOPHYTA - svepeflagellater,

klasse Coccolithophyceae - Prymnesiophyceae - kalkflagellater, fv/m, plankton

klasse Pavlovophyceae m, plankton

FYLUM CRYPTOPHYTA

klasse Cryptophyceae - svelgflagellater, fv/ m, plankton

FYLUM DINOFLAGELLATA

klasse Dinophyceae - fure- eller dinoflagellater, fv/m, plankton

FYLUM EUGLENOZOA - øyeflagellater

klasse Euglenophyceae - øyealger, fv/m, plankton

FYLUM CHLORARACHNIOPHYTA

klasse Chlorarachniophyceae - amøbealger

FYLUM CHLOROPHYTA - grønne alger

klasse Prasinophyceae

klasse Mamiellophyceae

klasse Chlorodendrophyceae

klasse Chlorophyceae fv/m, plankton/bentos

klasse Ulvophyceae m/fv, flercellede, bentos

klasse Trebouxiophyceae fv/m/terrestrisk, bentos, plankton, symbiontisk

FYLUM CHAROPHYTA

klasse Charophyceae - kransalger, fv/brv, bentos

klasse Zygnematophyceae - desmidiaceer og konjugasjonsalger, fv/brv, bentos, plankton

klasse Coleochaetophyceae, fv/terrestrisk

SYSTEMATISK OVERSIKT - DYR

PROTOZOA

FYLUM Krageflagellater (Choanoflagellata)

FYLUM Dinoflagellater (Dinozoa)

FYLUM Ciliater (Ciliophora)
Tintinnider (Tintinnida)

MESOZOA

FYLUM Svamper (Porifera)

FYLUM Nesledyr eller polyppdyr (Cnidaria)
klasse HYDROZOER (Hydrozoa)
klasse KORALLDYR (Anthozoa)
klasse STORMANETER (Scyphozoa)

FYLUM Ribbemaneter (Ctenophora)

FYLUM Flatormer (Platyhelminthes)
klasse FLIMMERMARKER (Turbellaria) .

FYLUM Slimormer (Nemertea)

FYLUM Leddormer (Annelida)
klasse MANGEBØRSTEORMER (Polychaeta)
klasse FÅBØRSTEORMER (Oligochaeta)

FYLUM Bløtdyr (Mollusca)
Klasse SKALLUS (Polyplacophora)
Klasse SNEGLER (Gastropoda)
Klasse MUSLINGER (Bivalvia)
Klasse SJØTENNER (Scaphopoda)
Klasse BLEKKSPRUTER (Cephalopoda)

FYLUM Leddyr (Arthropoda), subfylum Krepsdyr (Crustacea)
Klasse HOPPEKREPS (Copepoda)
klasse VANNLOPPER (Cladocera)
Klasse MUSLINGKREPS (Ostracoda)
Klasse RANKEFOTINGER (Cirripedia) .
Klasse STORKREPS (Malacostraca)
orden Halekreps (Cumacea)
orden Mysider, rekebarn (Mysidacea)
orden Tanglus (Isopoda)
orden Tanglopper (Amphipoda)
orden Krill (Euphausiacea)
orden Tifotkreps (Decapoda)

FYLUM Mosdyr (Bryozoa)

FYLUM Pigghuder (Echinodermata)
klasse SJØSTJERNER (Asteroidea)
klasse SLANGESTJERNER (Ophiuroidea)
klasse SJØPIGGSVIN (Echinoidea)
klasse SJØPØLSER (Holothurioidea)

FYLUM Ryggstrengdyr (Chordata)
subfylum KAPPEDYR, SEKKDYR (Tunicata, Urochordata)
subfylum LANSETTFISKER (Acrania, Cephalochordata)
subfylum VIRVELDYR (Vertebrata)
klasse Rundmunner (Cyclostomata)
klasse Bruskfisker (Chondrichthyes)
klasse Beinfisker (Osteichthyes)

Referanser og nyttig litteratur

- Barnes R.D. 1986. Invertebrate zoology. Saunders Publ. New York
- Fosså J.H. & Sjøtun K. 1993. Tareskogøkologi - fisk og taretråling. Fiskets gang 2:16-26
- Hardy A.C. 1956. The open sea; The world of plankton, Collins, London
- Hardy A. 1959. The open sea II; Fish & Fisheries Collins, London
- Køie M., Kristiansen A. og Weitemeyer S. 2000. Havets dyr og planter. NKS-forlaget, Oslo
- Lewis J.R. 1978. The ecology of rocky shores, Hodder and Stoughton London.
- Lüning K. 1990. Seaweeds - Their environment, biogeography, and ecophysiology. Wiley & Sons, Inc., New York.
- Moen F.E. og Svensen E. 2000. Dyreliv i havet, Kom forlag, Kristiansund
- Rueness J. 1998. Alger i farger. Almater Forlag, Oslo
- Sakshaug E. (ed.) 1994. Økosystem Barentshavet, Universitetsforlaget Oslo
- Skjoldal H.R. (ed.) 2004. The Norwegian Sea Ecosystem, Tapir Academic Press, Trondheim
- Throndsen J. og Eikrem W. 2001. Marine mikroalger i farger. Almater Forlag, Oslo
- Throndsen J. og Eikrem W. 2010. Marine mikroorganismer i sand. Almater Forlag, Oslo
- Throndsen J., Hasle G.R. og Tangen K. 2003. Norsk kystplanktonflora. Almater Forlag, Oslo

SIKKERHERHETSREGLER FOR TOKTDELTAGERE

1. Skipperens ord er lov. Følg de instruksene han gir!
2. Sikkerhet er vesentlig for et godt tokt;
lær hvor redningsutstyret er og hvordan det brukes
3. Vær på dekk når du har noe
der å gjøre
4. Opphold deg i salongen, på
fordekket eller også på
akterdekket om det ikke er
arbeid i gang der
5. Utnytt tiden til å se og lære,
besøk kommandobrua og
se moderne navigasjonsutstyr,
instrumentrommet for å se
forskningselektronikk
6. Bli ombord under toktet; ikke sitte på relingen. Om du
må gjøre mer "risikable" oppgaver - meld fra til skipper
og toktleder, - og pass på å bli sett!
7. Husk at dette kan bli del av din arbeidsplass under
masterstudiet - hold toalettene i orden



God tur og velkommen tilbake!

