

Kompendium i planktonalger.

Lars-Johan Naustvoll & Einar Dahl
Havforskningsinstituttet, Forskningsstasjonen Flødevigen

Innhold:

Generelt om planteplankton

Planteplankton - et stort mangfold

Tilpasning til miljøet

Årssyklus og oppblomstringer

Problemalger

Innledning

Fiskeoppdrett

Skjellproduksjon

Overvåkning

Generelt om planteplankton.

Alger er den dominerende plantegruppen i havet. De kan deles inn i to hovedgrupper basert på levevis. Benthosalger, er de som er knyttet til bunnen og hovedsakelig er fastsittende. Disse utgjør blant annet det vi kjenner som tang og tare og andre store alger langs kysten. Planktonalger, også kalt planteplankton eller algeplankton, er alger som svever fritt i vannet. I hovedsak er de encellede, men kan henge flere sammen. De svever i vannmassene og flyttes ved tidevann, strøm og vertikal omrøring. Dette betyr likevel ikke at planktonalgene er helt uten egenbevegelser. De som har flageller, bevegelige svømmetråder, er i stand til å svømme 5 til 30 meter i døgnet. Denne egenbevegelsen er ubetydelig i forhold til farten på horisontale strømmer, men ikke i forhold til vertikal omrøring, og vil kunne brukes til vertikalvandring, for eksempel i forhold til lys- og næringssaltforhold.

I dette kompendiet skal vi konsentrere oss om planteplanktonet. Som planter på land er de fleste autotrofe, de produserer organisk karbon (mat) ved fotosyntese, med karbondioksid som karbonkilde og sollys som energikilde. Foruten disse komponentene er planktonalger, som plantene på land, særlig avhengig av næringssalter som nitrogen og fosfat for å vokse og bli tallrike. En viktig algegruppe, kiselalgene, trenger også silikat. Planktonalger kan ikke selv lage flere av de nødvendige vitaminer, og må derfor ta disse opp fra omgivelsene (eks. B₁₂). De trenger også små mengder av andre komponenter, som jern, mangan og sink, som blant annet inngår i ulike enzymer eller biokjemiske agenter. Planktonalger er svært viktige primærprodusenter. Samlet står de for en produksjon av samme størrelsesorden som primærproduksjonen på landjorden, og skaper derved hovedgrunlaget for annet liv i havet. De kan sies å utgjøre "gresset" i sjøen eller starten på havets næringskjeder, som vi mennesker særlig høster som fisk.

Fotosyntese er ikke den eneste ernæringsstrategien som benyttes av planktonalger. Innen enkelte grupper finnes det arter som skaffer seg energi og næring på annen måte. Noen er rent heterotrofe, og er avhengige av å ta opp partikler eller spise andre alger. Andre kan skaffe seg næring både ved fotosyntese og ved partikkelopptak og betegnes miksotrofe. Planktonalger formerer seg oftest ved todeling (vegetativ formering). Delingshastigheten (generasjonstiden) er avhengig av arten, men er også styrt av temperatur, tilgang på næringsstoffer og lys. Hurtigvoksende alger kan dele seg flere ganger i døgnet, mens langsomtvoksende arter kan ha en generasjonstid på flere døgn. I tillegg til vegetativ formering finnes det kjønnet formering innen noen algegrupper. I forbindelse med kjønnet formering går algen ofte gjennom et cyste stadium. Cyster er tykkveggede celler som kan overleve ugunstige perioder for senere å spire til nye celler når forholdene ligger til rette for det.

Planteplankton - et stort mangfold

Det er i dag beskrevet ca 4000 arter av planktonalger fra marint miljø verden over, og nye arter oppdages jevnlig. Langs vår kyst vil man trolig til en hver tid på året kunne finne 30-100 ulike arter pr. liter vann om man leter nøye. Ved store algeoppblomstringer vil ofte bare en art dominere tallmessig. Den totale mengden av enkeltindivider varierer gjennom året, fra mindre enn 1 million celler pr liter til mer enn 100 millioner i ekstreme tilfeller.

Planktonalgers størrelse varierer betydelig fra store former på 1-3 mm (millimeter), til små på 1-2 µm (mikrometer, 1 µm=1/1000 mm). De fleste planktonalgene er i

størrelsesorden 5 til 30 μm . Det er stor diversitet i ytre form (morfologi) blant planteplankton. Noen arter er runde mens andre er avlange, og mange arter har utvekster som horn, børster og pigger. Hvert individ består vanligvis av en celle, men flere celler kan henge sammen i kjeder eller danne "kolonier".

Både ytre- og indre bygning benyttes for inndeling av planteplanktonet i ulike systematiske (taksonomiske) grupper. En rekke arter har en fast cellevegg som er bestemmende for cellens morfologi og som er artsspesifikk. Strukturer i og utformingen av denne faste celleveggen er viktig for å skille artene. Noen planteplankton former har små "skjell" på overflaten som er mer eller mindre artsspesifikke og benyttes innen taksonomien. En annen viktig ytre karakter er tilstedeværelse, form og plassering av flageller. Indre egenskaper og strukturer som pigmentsammensetning, antall av og form på kloroplaster, type opplagsnæring og plassering av kjernen vil også være viktige kriterier. Indre strukturer vil ofte være mer sentrale kriterier hos de "nakne" formene da deres ytre form vil kunne forandre seg raskt.

Planteplanktonet kan deles inn i noen hovedgrupper. En viktig og stor gruppe er kiselalger eller diatoméer. Kiselalgene er omgitt av et skall av kiselsyre. Det er glassaktig og består av to deler som danner lokket og bunnen i en eske. Kiselskallet gir cellene et artsspesifikt utseende, og er sentral for identifiseringen av kiselalger. Kiselalger har ikke flageller og kan derfor ikke svømme. Enkeltceller henger ofte sammen og danner kjeder.

En annen viktig gruppe av planteplankton er fureflagellater eller dinoflagellater. Det er vanlig å inndele fureflagellatene to undergrupper, de som er "nakne" og de som har en fast cellevegg (thekate fureflagellater). Hos de thekate formene er celleoverflaten dekket av celluloseplater. Disse platene danner et mønster som er sentralt for inndeling i ulike arter. I mange tilfeller har disse thekate formene også en rekke utvekster (horn og pigger) og lister som benyttes som artskriterier. Generelt har fureflagellater to flageller, den ene plassert horisontalt rundt cellen, mens den andre er vertikalt orientert på cellen.

Den tredje gruppen bli ofte betegnet som "små, nakne flagellater". Dette er en gruppe som er svært mangfoldig og inneholder en rekke ulike klasser av alger. En del av disse flagellatene har et karakteristisk utseende (morfologi) og kan identifiseres til slekt ut fra det. Men de aller fleste av disse artene er vanskelig å identifisere, og da kreves en høy grad av ekspertise og avanserte mikroskoper for en sikker identifisering. Flere av disse flagellatene har små, organiske skjell på overflaten som er utformet på ulike måter. Disse skjellene er artsspesifikke og benyttes for identifisering.

Tilpasning til miljøet

Mange planteplankton arter viser en stor grad av spesialisering og tilpasninger til ulike miljøforhold. En rekke faktorer i miljøet påvirker algenes vekst og forekomst. Vanntemperaturen er en slik faktor. Forskjellige planteplankton arter har ulike optimumtemperaturer og toleransegrenser for temperatur. Det finnes arter som har en snever toleransegrense (er stenoterme). Disse vil bare være vanlige når temperaturen passer dem, eksempelvis kaldtvannsformer. Andre arter har vide toleransegrenser for temperatur (er euroterme) og vil kunne overleve og vokse over et stort temperaturintervall.

Vannets saltholdighet er en annen faktor som vil kunne påvirke artenes forekomst. Som for temperatur deler man også her inn i arter som har forholdsvis stor og liten toleranse for variasjon i saltholdighet, henholdsvis euryhaline og stenohaline arter. Et eksempel på en euryhalin art er kiselalgen *Skeletonema costatum* som kan leve i vann med saltholdigheter fra 5 til 36 psu.

Lyset er energikilden for planteplanktonets fotosyntese. I sjøen vil lyset nokså raskt svekkes med dypet. Lysforholdene mot dypet avgjøres av mange faktorer, også av vinkelen som sollyset treffer overflaten med. Men særlig vil innholdet av partikler (planteplankton, andre partikler og humus) påvirke lyssvekningen. Det øvre laget i sjøen med lys nok til at alger kan vokse der kalles den eufotiske sonen. Den nedre grense for denne sonen settes ofte til det dypet hvor ca 1% av lysmengden som treffer overflaten rekker. Alger kan tilpasse seg svakt og sterkt lys og fremtre som "skygge"alger eller "lys"alger. En og samme art kan tilpasse seg ulike lysforhold ved å lage seg mer eller mindre klorofyll (fotosyntesemaskineri). Ikke alle alger tåler det sterke lyset i overflaten om sommeren og kan bli lysinhibert (hemmet av lyset). Under slike forhold vil man kunne observere høyest produksjon og biomasse litt under overflaten. Planteplankton som har egenbevegelse, kan i noen grad plassere seg i dyp som har optimale lysbetingelser.

Planteplanktonet trenger næringssalter for å vokse. Ulike arter kan ha svært ulike krav til mengder av næringssalt (nitrogen og fosfat) og sammensetning av disse. Om sommeren har kystvannet lave konsentrasjoner av næringssalter i de øvre vannmassene (eufotiske sone) på grunn av algenes forbruk, mens det i dypereliggende vannmasser er høye konsentrasjoner. Enkelte arter er i stand til å utnytte svært lave konsentrasjoner av nitrogen og fosfat og har et svært effektivt opptak i forhold til andre. Hvor effektive algene er til å ta opp næringssalter vil blant annet avhenge av forholdet mellom overflate og volum. Små alger, med stor overflate i forhold til volumet, regnes generelt som mest konkurransedyktige ved lave næringssaltkonsentrasjoner i sjøen. En del alger kan regulere opptakskapasiteten for næringssalter når tilbudet avtar. Enkelte planteplankton arter har også evne til å ta opp næring i mørket, og alger har ulik evne til å lagre næring, eks. fosfor. En del arter antar man kan foreta vertikale "næringsvandringer" til dypereliggende vannmasser.

En viktig faktor, som reduserer mengden av planteplankton i sjøen, er beiting. Mange beitere av planteplankton kan være svært selektive i sitt valg av arter. Slik vil beiting påvirke både artssammensetning og mengde av alger i vannet.

Tatt i betraktning det store antall algearter langs vår kyst, nærmest til enhver tid, og de ulike konkurransefortrinn de har, så er det svært usikkert å varsle en større oppblomstring av en art før den faktisk begynner å bli nokså tallrikt tilstede.

Årssyklus og oppblomstringer

Mengde og sammensetning av planktonalger langs kysten varierer betydelig gjennom året og viser både regelmessige og til tider uregelmessige trekk.

Et av de regelmessige trekkene er årssyklusen som planteplanktonet går gjennom i våre kystfarvann og fjorder. Hvilke arter som er tilstede og dominerer til ulike årstider vil variere noe fra år til år, men mengdemessige svingninger og hvilke grupper av planktonalger som preger de ulike årstider viser et nokså likt mønster fra år til år.

Om vinteren, perioden november til februar, er det lite lys og stor vertikal omrøring i vannmassene (svak stabilisering eller lagdeling). I denne perioden er det små mengder med planteplankton i vannet, da de stadig blandes ned under den eufotiske sonen og av den grunn ikke får lys nok til å bygge opp noen biomasse. Mange kiselalger kan godt vokse ved de lave temperaturene om vinteren, men de får ikke nok lys.

Vinteromrøringen er viktig ved at næringssalter som er i dypereliggende vannmasser blandes opp til overflatelaget. Fra månedskiftet januar/februar (noe senere lengre nord i landet) begynner innstrålingen å bli sterk nok til vekst av planteplankton. Økt innstråling kan også etter hvert resultere i økte temperaturer i vannet og derved redusert vertikal omrøring av overflatelaget. Men viktigere for en stabilisering av overflatelaget er tilførsel av ferskvann (smeltevann), som gir lavere saltholdigheter i overflatevannet. I sum avtar den vertikale omrøringen, slik at algene ikke blandes dypere enn at de får lang nok oppholdstid i lyset for å vokse. Vi sier at algene ikke blandes dypere enn såkalt "kritisk dyp" for netto fotosyntese. Så i slutten av februar og gjennom mars kommer ofte en kraftig våroppblomstring av kiselalger, basert på havets næringssalter som er blandet til overflaten gjennom vinteren. I grove trekk kommer denne oppblomstringen gradvis forsinket ettersom man beveger seg nordover, og tidligere innover i store fjorder enn ute i skjærgården. I, eksempelvis, Norskehavet kommer den først i gang i mai-juni. Ettersom man beveger seg nordover preges våroppblomstringen i økende grad også av *Phaeocystis*, en algetype som ikke tilhører kiselalgene. Våroppblomstringen er en helt naturlig og viktig i tempererte kyst- og havområder. Den produserer "mat" for det nye livet i sjøen hvert år og skyldes ikke eutrofiering (overgjødning). Kiselalgene, som preger våroppblomstringen, er hurtigvoksende alger som trives når det er høye konsentrasjoner av næringssalter, og mange er tilpasset kaldt vann. Kiselalger er avhengig av noe omrøring (turbulens) i vannet for å holdes i den eufotiske sonen, i og med at de ikke kan svømme. Oppblomstringen av kiselalger kollapser særlig fordi næringssaltene brukes opp, men andre faktorer, som økt beiting reduserer også mengden av kiselalger utover våren. I forbindelse med våroppblomstringen forbrukes det meste av næringssaltene (nitrogen, fosfat og silikat) i de øvre vannmassene. Etter våroppblomstringen, gjennom april, er det oftest lite planteplankton i sjøen. Men i mai-juni er det ikke uvanlig med en våroppblomstring nummer to i fjorder og kystnære farvann, også preget av kiselalger. Denne oppblomstringen, som får sitt næringsgrunnlag i forbindelse med vårflommen til større elver, er imidlertid ikke så stor og mindre årvisst enn den første våroppblomstringen. I løpet av mai-juni dukker nye grupper av planktonalger opp langs kysten, som diverse, små flagellater, kalkflagellater og fureflagellater. Sommeren preges av stabile, lagdelte vannmasser med svært lave næringssaltkonsentrasjoner i den eufotiske sonen. På denne tiden av året vil små flagellater og fureflagellater være de dominerende formene. Flagellater, som har egenbevegelse, har en fordel i lagdelte vannmasser. I motsetning til kiselalgene kan de motvirke utsynkning. I løpet av sommeren kan man få lokale oppblomstringer av fureflagellater og flagellater rundt lokale næringsutslipp. Det er også vanlig, ikke minst blant fureflagellater, at de gjennom sommeren utvikler tette bestander rundt det vi kaller sprangsjiktet, overgangen mellom næringsfattig, lettere og varmere overflatevann, og kaldere og mer næringsrikt dypvann. Her finner de en kombinasjon av næring fra dypet og nok lys fra overflaten til å vokse. Mange fureflagellater vokser for øvrig langsomt, men beites trolig lite. På høsten vil man ofte, gjennom avkjøling og virkninger av vinder, få noe mer turbulens i vannsøylen. Det bryter ned stabiliteten og kan åpne for ny næringstilførsel fra dypet. Det kan gi større eller mindre høstopplomstringer av både store fureflagellater og kiselalger.

Mot vinteren vil stabiliteten i vannsøylen brytes ytterligere ned, samtidig som lysinnstrålingen reduseres, ikke minst nordover, og man får igjen lave konsentrasjoner av alger.

Uregelmessige oppblomstringer

Selv om det er lite næring i det eufotiske laget i sommerhalvåret kan det forekomme uregelmessige lokale eller regionale algeoppblomstringer. Om sommeren kommer i liten grad ny næring opp fra dypet, og primærproduksjonen baseres på resirkulering i overflatelaget. Algenes nitrogenkilde er eksempelvis ammonium og urea, som løses ut fra ekskrementer fra dyreplanktonet. Kalkflagellaten, *Emiliana huxleyi*, som for øvrig ikke har flageller, forekommer ofte i så store mengder at den gir grønnlig til turkis farge på sjøen langs store deler av kysten på denne tiden. Den nøyaktige grunnen for at denne arten har så stor suksess er usikkert, men den er godt tilpasset forholdene. Den konkurrerer godt ved lave næringssaltmengder i vannet og er god til å få tak i fosfat. Overflaten av algen er dekket med kalkskjell. De kan være et vern mot mange beitere. *Emiliana huxleyi* tåler også godt det kraftige sollyset gjennom sommeren. Oppblomstringer av flagellater med betydelig egenbevegelse om sommeren, eksempelvis fureflagellater, kan skyldes deres evne til vertikalvandring til dypereliggende vannmasser om natten for å ta opp næringssalter, for deretter å returnere til den eufotiske sonen om dagen.

Lokale og regionale oppblomstringer

Algebiomasse, stor eller liten, kan forekomme på en lokalitet på grunn av *in situ* vekst, dvs fordi den har vokst opp der. Lokale forhold vedrørende vertikal omrøring, næringstilgang, beiting og nedsynkning avgjør hvor stor en oppblomstring blir. Fremherskende vind- og strømforhold kombinert med flagellaters svømmeevne kan forårsake flekkvis fordeling av algene. Algebiomasse kan også forekomme i et område først og fremst fordi den er transportert dit. Vi har eksempler på storskala algeoppblomstringer langs vår kyst, som bare i begrenset grad skyldes lokal vekst og et lokalt næringsgrunnlag. Algene har istedet fått næring og vekst, hovedsakelig, i andre områder, for så å bli ført til vår kyst. Større, såkalte advekterte oppblomstringer, vil ofte konsentreres langs kysten med de fremherskende strømforhold. Store oppblomstringer av *Karenia mikimotoi* (tidl. navn: *Gyrodinium aureolum*) på 80-tallet var eksempler på det.

Problemalger

Planktonalger er først og fremst nytteplanter, grunnlaget for nesten all biologisk produksjon i havet. Det er kun en liten andel av det totale artsantallet som er skadelige alger og bare ca 75 arter av totalt ca 4000 er potensielt giftige. Av de kjente, giftproduserende algene finnes omtrent halvparten i våre farvann, og av disse igjen har 10-15 arter forårsaket problemer til nå. Disse proposisjonene glemmer gjerne massemedia når planktonalger er aktuelt stoff. De gangene alger blir omtalt i massemedia er det oftest på grunn av iøynefallende fenomener, som misfarging av vannet eller trusler av helsemessige eller økonomisk art - det er snakk om skadelige algeoppblomstringer. Hva er en skadelig algeoppblomstring? Er alle algeoppblomstringer skadelige? Og er det slik at bare de algene som danner tette oppblomstringer er skadelige?

Som vi allerede har sett er de fleste oppblomstringer nyttige. Det er ikke lett å gi en god definisjon på skadelige algeoppblomstringer, men Det Internasjonale Rådet for Havforskning (ICES - International Council for the Exploration of the Sea) har definert det slik:

”Skadelige algeoppblomstringer er algeforekomster som er påfallende, spesielt for allmennheten, gjennom direkte eller indirekte effekter, som misfarging av vannet, skumdannelse, dødelig overfor fisk og andre organismer eller giftighet for mennesker.”

Man skal være oppmerksom på at i enkelte situasjoner, når noen typer planktonalger, som produserer toksiner er involvert, benytter vi ofte begrepet skadelige algeoppblomstringer, hvor ordet oppblomstringer i betydning store algekonsentrasjoner er misvisende. Dette fordi enkelte arter, som produserer sterke toksiner, sjelden opptrer i høye tettheter i vannet. Disse algene vil likevel kunne føre til en negative effekter for mennesker, ved at algene spises av skjell, og at skjellene derved blir giftige å spise. Dermed faller de innenfor definisjonen av ”skadelige algeoppblomstringer”. Skadelige algeoppblomstringer eller problemalger kan grovt deles inn i tre typer.

1. Høy biomasse oppblomstringer.

Det omfatter oppblomstringer av alger som ikke er giftige, eventuelt bare svakt giftige, men hvor en skadelig effekt kan oppstå fordi algene forekommer i store mengder og utgjør en stor biomasse. Slike oppblomstringer kan føre til oksygenmangel eller anoksiske forhold. Enten på grunn av høy respirasjon i vannsøylen eller ved bunnen i forbindelse med nedbrytning av algebiomassen. Den andre måten disse vil kunne ha negative effekter på, er at de kan forårsake ”estetiske skader”, som synlig misfarging av vannet eller dannelse av skum langs strender, med en reduksjon i rekreasjonskvaliteten. Ved denne type oppblomstringer er det sjeldent snakk om store akutte skader på andre marine organismer, men problemer for ”fastsittende” organismer som lever i basseng og sedimenter og eventuelt får dårlige oksygenforhold.

Eksempel: Klasse Svepeflagellater, Slekten *Phaeocystis*. I Norge er det snakk om to arter *Phaeocystis globosa* og *pouchetii*. I et kolonistadie av disse er mange små ubevegelige celler samlet i en rund eller flikete gelekoloni. Gelekolonien kan bli opptil 8 mm i diameter. Ved store mengder er algen kjent for å kunne danne skum langs strendene. Den har også evne til å produsere et svakt toksin.

De to andre typene av algeproblemer er relatert til forekomster av giftige arter i tilstrekkelig store mengder til å skade andre organismer; enten direkte ved at den eksponerte organismen selv dør/skades, eller indirekte ved at giften akkumuleres og føres videre i næringskjeden og derved forårsaker skader.

2. *Problemer for fisk / fiskeoppdrett.* For fisk i oppdrett er problemet hovedsakelig knyttet til kjemiske eller mekaniske skader på gjelle-epitelet som følge av eksponering overfor alger. Mekaniske skader på gjellene forårsakes av alger som har strukturer som kan stikke hull i epitelceller, for eksempel enkelte kiselalger innen

slekten *Chaetoceros*. Andre alger kan produsere store mengder ”slim” eller mucus som kan forårsake klogging av gjellene, men det er ikke lett å skille betydningen av algenes slimproduksjon fra fiskens egen produksjon som settes igang når gjellene blir irritert.

Kjemiske skader forårsakes av planktonalger som er i stand til å produsere toksiner. Toksinene kalles ofte ichtyotoksiner, en felles betegnelse på stoffer som kan true livet til fisk og andre organismer. Det dreier seg om ulike kjemiske forbindelser og forgiftningsmekanismer, som bare delvis er kjent. Hos oss har særlig representanter fra slektene *Karenia*, *Chattonella*, *Chrysochromulina* og *Prymnesium* forårsaket betydelig fiskedød i oppdrettsanlegg. Ichthyotoksiner har sjelden gitt direkte skader på mennesker, men er skadelige for mange marine organismer og naturlige økosystemer (bentisk flora og fauna), og kan gi store økonomiske tap for oppdrettsnæringen. Ulike grupper planktonalger er knyttet til denne typen algeproblemer. Vi gir eksempler på ichtyotoksiske fureflagellater, svepeflagellater og nåleflagellater fra våre farvann.

Eksempler:

Klasse Fureflagellater, Slekt *Karenia*

Karenia mikimotoi, tidligere kalt *Gyrodinium aureolum*, er en ”naken” fureflagellat, dvs at den ikke har celluloseplater på overflaten. Cellen er noe sammentrykket fra en side og er ca 30 µm lang. Som alle andre fureflagellater har den to flageller, en plassert vertikalt på cellen den andre horisontalt.

Karenia ble første gang registrert i Europa 1966 da den forårsaket brun sjø og fiskedød. Siden har den blomstret gjentatte ganger, særlig på strekningen Oslofjorden-Rogaland. Den opptrer hovedsakelig i august-oktober.

Utgangsbestander oppstår gjerne i spranget i åpent farvann i Nordsjøen og Skagerrak. Etterhvert kommer algene inn i og vokser videre i Den Norske Kyststrømmen, som starter i Skagerrak og fortsetter langs kysten vest- og nordover. Pålandsvind- og strøm kan mer lokalt konsentrere *Karenia* i slike mengder at den sjøen blir brun, og fisk og andre organismer trues. *Karenia* vokser langsomt, men er lite populær som mat og kan derfor vokse seg tallrik i løpet av sommeren og høsten. Over tid har denne algen forårsaket mest tap av oppdrettsfisk, men den har vært mindre tallrik på 1990-tallet enn på 1980-tallet.

Klasse Svepeflagellater, Slekt *Chrysochromulina*.

Dødelighet av marine organismer har vært knyttet til to arter i Norge; *Chrysochromulina polylepis* og *Chrysochromulina leadbeateri*. Dette er planktonalger som er helt vanlige langs kysten, men vanskelig å identifisere i vanlig mikroskop. Generelle trekk for slekten er at de har to flageller samt et haptonema ("heftetråd") plassert mellom disse to. I mikroskop kan det se ut som algen har tre flageller. *C. polylepis* er mer avlang med ”skulder” foran, mens *C. leadbeateri* er mer eller mindre rund. Den sistnevnte arten forårsaket fiskedødelighet i Vestfjorden i 1991. *Chrysochromulina polylepis* opptrådte i masseforekomst i mai 1988 langs kysten av Skagerrak og hadde store effekter på livet i de øvre 10-20 m. Den utgjorde ikke spesielt stor algebiomasse, men var kraftig giftig. Normalt er den lite giftig. Hvorfor den ble så kraftig giftig i

mai 1988 vet man ikke. Det var et overskudd av nitrogen langs kysten av Nordsjøen og tilgrensende områder våren 1988 på grunn av mye nedbør og avrenning tidligere på året. I eksperimenter er det funnet økt giftighet av *C. polylepis* ved fosformangel, men giftigheten i sjøen i 1988 var kraftigere enn det som er fremkalt i eksperimenter og hadde derfor også andre årsaker. Etter oppblomstringen i 1988 har *Chrysochromulina*-arter, inkludert *C. Polylepis*, blitt registrert årlig langs kysten av Skagerrak, med hovedsesong i mai-juni, uten at den har forårsaket betydelige problemer for fisk eller invertebrater.

En annen alge innenfor den samme klassen er slekten *Prymnesium*. Også i denne slekten er det to arter som har skapt problemer i Norge; *Prymnesium parvum* og *P. patelliferum*. Artene er vanskelig å identifiser men er trolig vanlig i brakkvann langs hele kysten. Cellen er avlang med to lange flageller og et kort og stivt haptonema, i motsetning til *Chrysochromulina*, som har et noe lengre og bøyelig haptonema. *Prymnesium* har forårsaket fiske dødelighet i Ryfylkefjordene, særlig i Hyllsfjorden og Sandsfjorden, første gang i 1989. Nye genetiske undersøkelser peker mot et nokså nært slektskap mellom *Chrysochromulina polylepis* og *Prymnesium*. Et interessant forhold tatt i betraktning deres potensiale til, av og til, å opptre kraftig giftige.

Klasse Nåleflagellater, Slekt *Chattonella*.

Disse er svært variable i morfologien (ytre form). Den typiske cellen er avlang og noe bredere i den ene enden. Ved stress kan formen forandres fra avlang til kulerund. Cellen kan være 10-40 µm lang. Den har to flageller plassert i den tykkeste enden. *Chattonella* kan virke nuppete i mikroskopet på grunn av tilstedeværelse av små slimlegemer. Dette er en art som er ny i blomstringssammenheng, både i europeiske og norske farvann, men har allerede forårsaket to store oppblomstringer langs kysten av Skagerrak, i 1998 og 2001, begge med betydelig dødelighet av laks i oppdrettsanlegg. Langs vår kyst er *Chattonella* foreløpig bare registrert i store konsentrasjoner fra Svenskegrensen til Rogaland. Slekten *Heterosigma*, i den samme klassen, har også potensiale til å skade fisk. Arten *H. akashiwo* er ofte tallrik ved *Chattonella*-oppblomstringer.

3. Akkumulering og konsentrering av algegifter i næringsnett – skjellproduksjon.

I vår del av verden er dette problemet knyttet til forgiftning etter inntak av skjellprodukter og da hovedsakelig blåskjell. Problemet skyldes akkumulering av algetoksiner i skjell uten at skjellene selv synlig tar skade av det. Blåskjell filtrerer store mengder vann hver dag, og er giftige alger tilstede i vannet, vil disse kunne oppkonsentreres i skjellene. Blåskjellene vil dermed kunne inneholde høye konsentrasjoner av toksiner selv om det er få toksin- produserende algeceller i vannet. Denne type problemer er hovedsakelig knyttet til gruppen planteplankton som kalles fureflagellater, men det er kjent noen kiselalger som også gir denne type algeproblemer. For høstede skjell som har i seg algegifter er det ikke effektive behandlingsmetoder for å redusere giftinnholdet. Man må avstå fra å høste og vente til skjellene selv har kvittet seg med giften. Det skjer raskest når de har rikelig med ikke-giftige alger å spise på.

Det er vanlig å dele de ulike algegiftene inn i grupper som er basert på de ulike virkningene de har på mennesker.

ASP ("Amnesic Shellfish Poisoning" - "forgiftning med hukommelsestap"). Forgiftningen skyldes en aminosyre, "domoi syre", og ble første gang registrert i Canada i 1987, hvor 107 personer ble syke, hvorav 22 med permanente skader og 3 døde. Giften er påvist i flere arter innen kiselalgeslekten *Pseudonitzschia*. Noen av artene er vanlige i norske farvann. ASP-toksiner er påvist over faregrenser i en rekke land i Europa, men hittil ikke i Norge. Symptomene er mavekrampe, diaré, oppkast og nevrologiske problemer som svimmelhet, hukommelsestap og hallusinasjoner. Det finnes ingen medisinsk behandling mot denne type forgiftning, men heldigvis er få mennesker blitt rammet av denne typen forgiftninger etter at man ble klar over problemet.

Eksempel:

Klasse Kiselalger, Slekt *Pseudonitzschia*.

Enkeltcellene henger ofte sammen til en lang kjede ved at endene på hver celle overlapper hverandre. Enkeltcellene er avlange og smale (68-140 μm lang og 3-4 μm bred). Rundt selve cellene er det et skall bygget opp av kisel som gir cellen en fast form. Identifisering av de enkelte artene er vanskelig i lysmikroskop da finstrukturer på overflaten av kiselskallet nyttes som kriterier.

PSP ("Paralytic Shellfish Poisoning" - "lammende skjellforgiftning"). Dette er muligens den kraftigste forgiftningstypen og skyldes en rekke giftstoffer, hvorav saxitoksiner er de best kjente og mest vanlige. Dette er en forgiftningstype som har vært kjent lenge, helt tilbake til det attende århundre fra Canada. I dag har man registrert PSP i hele verden, også i Norge, hvor vi opplevde to dødsfall rundt 1900-tallet. Spesielt arter innen fureflagellat slektene *Alexandrium* og *Gymnodinium* produserer PSP-toksiner. De første symptomene på forgiftning er kløe og en nummen følelse rundt munnen, som siden sprer seg til ansiktet, nakke og fingre. Nummenheten etterfølges av hodepine, kvalme og diaré. Alvorlig forgiftning medfører muskellammelse og stort pustebesvær, og kan være dødelig. Forgiftningen medfører ingen varige skader. Det er viktig å oppsøke lege så snart man merker alvorlige symptomer.

Eksempel:

Klasse Fureflagellat, Slekt *Alexandrium*.

Arter i denne slekten har et fast skall av celluloseplater, og mønsteret og plassering av platene er viktige kriterier innen taksonomi. *Alexandrium excavatum* er en art som produserer toksiner som gir PSP og som er vanlig i Norge. Cellen er mer eller mindre kulerund med en diameter på ca 35 μm . Den har to flageller, den ene plassert horisontalt rundt midten av cellen, den andre plassert vertikalt fra midten av cellen og ned. Etter en oppblomstring danner den hvilesporer (cyster), som overvintrer i bunnsedimenter. Hvilesporene spirer i mars-mai, evt. enda senere om man beveger seg nordover, og gir opphav til nye oppblomstringer.

DSP ("Diarrhetic Shellfish Poisoning" - "diarégivende skjellforgiftning"). Dette er mindre farlig algegifter, men til nå de har forekommet hyppigere og over større områder av kysten vår enn de andre algegiftene. DSP er påvist fra hele verden, men mest fra Japan og Europa. Som for flere andre algegifter er det snakk om et kompleks av toksiner, hvor dinophysis-toksiner og okadasyre er de mest fremtredende. Ulike slekter innen fureflagellater er kjent som produsenter av denne gruppen toksiner. Den mest kjente slekten er *Dinophysis*. Fra en halv til noen få timer etter at man har spist blåskjell som inneholder DSP-toksiner, oppstår diaré, oppkast og mavesmerter. Det er ingen behandlingsmetode, men full restitusjon etter noen dager. I eksperimenter er det vist at okadasyre kan være en kreftpromotor, men det har ingen betydning i den praktiske forvaltningen av DSP-toksiner i skjell.

Eksempler:

Klasse Fureflagellater, Slekt *Dinophysis*.

Generelt for denne slekten er at cellene er sammenpresset fra siden. Cellen er bygget opp av to store celluloseplater, med "lister" langs den ene siden samt på toppen av cellen. Cellen har to flageller, den ene ligger horisontal rundt cellen forskjøvet mot toppen og plassert mellom listene der, den andre ligger vertikalt ved listen langs siden av cellen. I norske farvann er det tre arter innen slekten som har forårsaket problemer, *Dinophysis acuminata*, *Dinophysis acuta* og *Dinophysis norvegica*, med *D. acuta* som den mest potente. Alle er vanlige langs kysten av Norge gjennom hele året, men har sin hovedsesong fra sent på våren til utpå høsten. Drøye 10 års overvåkning peker mot at Ytre Oslofjord, kysten av Skagerrak og fjordene på Vestlandet, har størst problemer med DSP-fare. De ytre deler av Vestlandet og i Nord-Norge er mindre rammet av DSP.

Inntil nylig var mange ulike, fettløselige algetoksiner en del av "diarégift-komplekset", men nå er flere skilt ut og overvåkes særskilt ved forskjellige kjemiske metoder. Foreløpig er kunnskapen om forekomst av disse toksinene begrenset, og vi har mangelfull kunnskap om hvilke alger som er kildeorganismene til disse giftene, men de vil likevel bli gitt en kort omtale. "Yessotoksin" er vanlig i deler av Sør-Norge utpå våren og forsommeren, men nivåene synes normalt å ligge under fastsatte faregrenser i skjell. En viktig kildeorganisme er fureflagellaten *Gonyaulax grindleyi* (annet navn *Protoceratium reticulatum*), men andre algearter er trolig også potensielle yessotoksin-kilder. "Azaspiracid" gav første gang problemer i Irland i 1994 og har senere forårsaket nokså langvarige perioder (ofte gjennom vinteren) med høstningsforbud der borte. Giftene er påvist i Norge, men har så langt bare i liten grad hindret høsting. Hva som er kildeorganismen er uklart, men arter innenfor fureflagellatslekten *Protoperdinium* er antydnet. "Pectenotoksiner" har vært kjent i ca 20 år, men har vært vanskelig å påvise spesifikt. De er også funnet i Norge, men i svært begrenset omfang. Kildeorganisme(r) til disse toksinene er uklart.

NSP ("Neurotoxic Shellfish Poisoning" - "nevrotoksisk skjellforgiftning"). Dette er en forgiftning som lenge har vært kjent fra den Meksikanske Golf, og etterhvert syd på USA's østkyst, nylig også New Zealand. Toksiner, såkalte "brevetoksiner", som gir NSP, har ikke blitt påvist i Norge. Kilden for disse toksinene er ulike arter fra fureflagellat-slektene *Gymnodinium/Karenia*. Man har i den senere tid blitt oppmerksom på at nåleflagellater kanskje kan produsere NSP toksiner. Sistnevnte er en gruppe alger som har blomstret i Norge (se foran), men så langt er det ikke påvist

toksin produksjon i de artene som forekommer her. Symptomer på NSP er diaré, oppkast, hodepine, kuldegysninger og muskel- og leddsmerte. Ved alvorlig forgiftning kan man få åndedretts besvær, dobbeltsyn og endret følelse av kaldt og varmt. Det er ingen medisinsk behandling.

Overvåkning

Det foregår en kontinuerlig overvåkning av planktonalger langs kysten av Norge, med særskilt vekt på de som produserer toksiner, og det utgives en algeinfo på internet (www.algeinfo.imr.no). Overvåkingen er et samarbeid mellom flere institusjoner. Det er etablert empiriske faregrenser for potensielt giftige alger. Det vil si at når de forekommer i konsentrasjoner over de gjellende faregrensene, så vil publikum normalt bli advart om at skjell fra området kan være giftige. Et problem i forbindelse med varsling av fare for algegiftopphopning i skjell er at giftigheten per algecelle kan variere mye av årsaker vi har mangelfull kunnskap om, men trolig spiller miljøbetingelsene en sentral rolle. Av føre var hensyn kan det derfor bli noen "falske" advarsler om gift i skjell. De siste årene har imidlertid utstyr, metoder og kapasitet for giftanalyser, både av skjell og alger, forbedret seg radikalt. Slik er kunnskapen om algegiftproblemene og overvåkingen av dem under stadig forbedring.