

Mäta vatten

För att förstå varför djur, alger och växter i havet finns där de finns (eller inte finns), ökar eller minskar i utbredning, biomassa etc, behöver man mäta och analysera omgivningsfaktorerna.

Strategi

För att kunna spåra förändringar av tillståndet behöver man göra återkommande mätningar under flera år. De variabler som bidrar till att ange vattenområdets tillstånd varierar med årstiden, varför en enstaka mätning om året ofta är otillräcklig.

Om förändringar ska sättas i relation till utsläpp och nedfall, måste man också mäta eller beräkna flöden inom detta område, liksom vattenvolymer och omsättningstider.

Först med denna information blir det möjligt att t.ex. bedöma effekterna av utsläpp som påverkar det aktuella vattenområdet. I figur 1 visas schematiskt hur fysiska, kemiska, biologiska och geologiska processer tillsammans med utbytet mellan hav-atmosfär-land och omgivande vattenområde bestämmer det akvatiska ekosystemets karaktär.

Denna bild måste man alltid ha i åtanke när man planerar provtagning i ett vattenområde.

Hur provtagningen till slut genomförs bestäms oftast av de resurser som finns att tillgå, men man bör alltid eftersträva att mäta någon variabel i varje typ av delprocess.

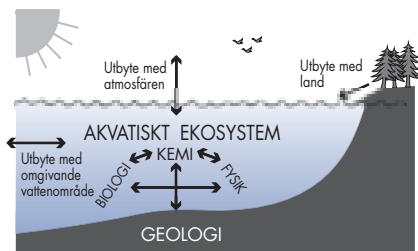
Om de mätningar som utförs ska kunna användas i framtiden för bedömning av långsiktiga förändringar, t.ex. olika slag av indikationer på den pågående övergödningen (eutrofieringen), ställs höga krav på att de använda mätmetoderna är standardiserade och att de tillämpas noggrant och dokumenteras väl. Bestäm först vad du verkligen behöver veta. Är det t.ex. en brandkärsutryckning för att försöka få reda på vad som tagit död på fisken eller en studie av orsaker till bottendöd i en havsfjord? Bestäm sedan optimalt urval av variabler, hur många mätpunkter det behövs och hur ofta proven behöver tas. Ta sedan reda på vilken analysutrustning och vilka resurser i tid och pengar som står till förfogande. Banta därefter ditt program till vad du har råd med.

En viktig avvägning är den mellan antalet provtillfällen och antalet provpunkter. Har man att göra med variabler som varierar mycket över året, t.ex. näringsämnen, behövs flera provtillfällen för att kunna göra budgetberäkningar med statistisk noggrannhet. Många gånger går det att kombinera så att det flera gånger under året tas prov i ett mindre antal punkter och en gång om året görs en inventering av ett större antal punkter.

Om målet för ett mätprogram huvudsakligen är att bestämma transporten och spridningen av en förorening eller områdets belastningskapacitet, är det bättre att satsa tid och pengar på att bestämma vattenomsättningen så bra som möjligt än att göra intensiva insatser för att mäta vattenkvaliteten. Egenskaperna hos ett vattenområde styrs ofta av några speciella faktorer, t.ex. djupförhållanden, tillflöden eller skiktning.

Provtagning

Provtagning i havet kräver oftast båt, allt från en liten roddbåt för grunda strandnära undersökningar till större forskningsfartyg för öp-



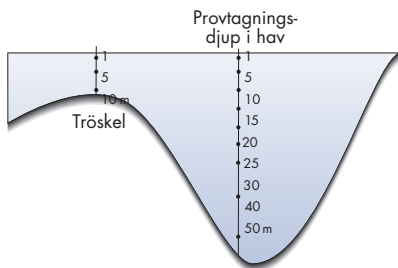
pet hav kan behövas. Broar, bryggor, färjor eller fast havsis är exempel på andra plattformar för provtagning i havet.

Om man har möjlighet att besöka flera provtagningsstationer, bör dessa placeras i en sektion från den inre strandnära delen av området ut mot dess öppning mot havet. Proven bör tas både från yt- och djupvatten, dvs. både över och under eventuella språngskikt (halokliner och termokliner).

För att få prov från större eller bestämda djup är användning av speciella vattenhämtnare nödvändig, t.ex. Ruttnerhämtnare. I en sådan sitter det oftast en termometer, vilken kan ge information om provet är taget över eller under ett eventuellt språngskikt.

In situ

En del variabler går bra att mäta genom att en mätcell sänks ner till olika djup. Man mäter variabeln på plats (in situ). Mätdata kan lagras internt i mätcellen eller sändas via kabel till ett avläsningsinstrument ovanför vattenytan. Salt-halt, temperatur och syrgas är exempel på variabler som går att mäta in situ.



Hantering av prov

Vatten för analys på laboratoriet tas hem i välfyllda flaskor av t.ex. ofärgad polyeten. Provvattnet bör vid fyllningen ha minsta möjliga kontakt med luften. Flaskorna sköljs med provvattnet och fylls till brädden. Vid fyllning av provflaskor för syrgasanalys och pH får inga luftbubblor finnas kvar på flaskans väggar.

Flaskorna bör under transport och vid lag-

ring på lab förvaras svalt och mörkt. Analyserna bör ske så snart som möjligt efter provtagningen. Vissa analysresultat är mycket beroende av kort tid mellan provtagning och analys. (Se metodbeskrivning i SiS eller den analys-handbok du använder.)

Det är av stor vikt att provtagningsflaskor är rena och fria från metall- och saltrester. Om diskmedel används, ska detta vara av laboratorietyp, fosfatfritt och surt.

Standardiserade analysmetoder

Svenska institutet för standarder, SiS, fastställer standard för kemiska, mikrobiologiska och biologiska vattenundersökningar (www.sis.se). Dessa metoder skall användas i samband med fastställda miljöövervakningsprogram och i andra officiella situationer.

Utöver dessa metoder, finns många så kallade snabbanalysmetoder, som med fördel kan användas i skolor och föreningar där det inte finns krav på standardiserade analysmetoder. Dessa ingår ofta i analysystem med utförlig handbok av typen steg-för-steg. Till systemen hör också förprogrammerade spektrofotometrar, fotometrar, m.m. Det finns flera tillverkare av sådana analysystem., t.ex. HACH och Merck.

Tidigare mätvärden och kvalitetssäkring

När man analyserar vatten och vattenområdets egenskaper får man värden på statusen vid provtagningstillfället. Eftersom syftet ofta är att undersöka om någon förändring inträffat, behöver dessa värden relateras till något. Tidigare insamlade mätvärden eller normalvärden för denna typ av vatten är då betydelsefulla. Exempel på organisationer som mäter eller låter mäta är staten, länsstyrelser, kommuner, vattenvårdsförbund, konsulter, forskningsinstitutioner, undervisningsinstitutioner, miljögrupper, fältbiologer och fiskevårdsområden.

kraftigt eller sprids effektivt. Siktdjupet är ett mått på vattnets innehåll av partiklar. Siktdjupet mäts i meter.

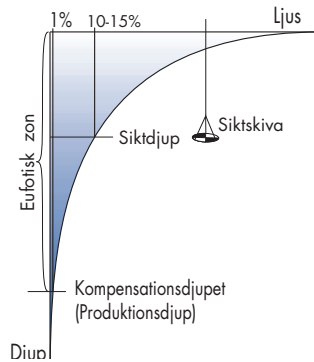
I havet kan den biologiska primärproduktionen ske ner till det djup där ca 1 procent av ljuset i ytan återstår (kompensationsdjupet). 1%-djupet kan mätas med en fotometer. I öppna oceanerna är den eufotiska zons djup (kompensationsdjupet) ca 200 m och siktdjupet ca 80 m. I kustnära områden går det oftast bra att mäta siktdjupet med en siktskiva (se nedan), vilket ofta ger en bra uppskattning av biomassan av växtplankton.

I områden med hög koncentration av gulämnen (humusämnen), som t.ex. Bottniska Viken, finns dock ingen direkt korrelation mellan siktdjup och växtplanktonbiomassa. Ute till havs i Östersjön kan siktdjupet vara upp till 25 m. Nära kusterna är det betydligt mindre. På västkusten varierar det vanligen mellan 0,5 och 10 m. I öppna oceaner är siktdjupet större än 50 m.

Mätningar i norra Östersjön har visat att mediansiktdjupet har minskat från 8,8 meter (1914-1939) till 5,9 meter (1969- 1985). Det vattendjup ned till vilket ljuset förmår upprätthålla primärproduktionen har alltså minskat med 30-40 procent. På västkusten har utvecklingen varit likartad. Orsaken till det minskade siktdjupet är främst den ökande koncentrationen växtplankton.

Utförande

En vitmålad skiva, s.k. Secchiskiva, med en diameter på 20-25 cm fästad i en icke töjbar linna, sänks först ned tills den inte längre kan ses. Djupet noteras. Därefter höjs den åter tills den blir synlig, och djupet avläses igen. Siktdjupet är medelvärde av de båda avläsningarna.



Observera att siktdjupet påverkas av väderleksförhållanden, vilket är en nackdel. Arbeta därför i dagsljus. Mät från skuggsidan av båten, så att störande vattenreflexer elimineras, eller (ännu bättre) använd vattenkikare. Ange i provtagningsprotokollet hur siktdjupet avlästs.

Ljus

Solstrålningen utgör den huvudsakliga energikällan för de fysiska, kemiska och biologiska processerna i det akvatiska systemet. Solstrålningen når vattenytan, dels som direkt elektromagnetisk strålning, dels som diffus himmelstrålning. Hur stor del som tränger ner i vattnet bestäms av solhöjden och av ytans egenskaper. Om ytan är lugn och strålarnas infallsvinkel är större än 40 grader i förhållande till vattenytan, kommer mer än 95 procent av strålningens energi att tränga ner i vattnet. Reflexionen ökar kraftigt vid lägre solhöjd. Om vinden är så kraftigt att "vita gäss" bildas, kommer ca hälften av ljuset att reflekteras.

Den strålning som passerar ytan bryts nedåt, eftersom ljushastigheten i vatten är mycket mindre än i luft. Väl nere i vattnet bryts ljustrålen ytterligare neråt, eftersom ljushastigheten minskar med ökad densitet. Därför ser ett föremål under ytan större ut när vi tittar på det genom ytan. Ljusets intensitet i vattnet avtar sedan snabbt (exponentiellt) under ytan. Om-

Enklare metoder, t.ex. komparatorkyvetter, har för låg analyskänslighet för mätning på naturvatten.

Årstidsvariationer av kväve, fosfor och syrgas

Kurvor som visar hur en variabel varierar med djupet i ett vattenområde och siffror som anges för koncentrationer är ofta årsmedelvärden. I vår klimatzon med stora ljusvariationer under året är dock årstidsvariationerna betydande, speciellt för de ämnen som deltar i den biologiska primärproduktionen. Ytvattnet har större årstidsvariationer än djupvattnet. "Normala" årstidsvariationer i ett vattensystem är svåra att fastställa, eftersom dessa, förutom av ljusvariationer, styrs av variationer i områdets vattenomsättning.

Förhållandet mellan kväve och fosfor

I allt organiskt material är förhållandet mellan oorganiskt kväve (nitrat, nitrit och ammonium) och oorganisk fosfor (fosfat) i det närmas-te konstant.

Normalt är kväve begränsande ämne i öppna havsvatten, medan fosfor är begränsande i kustnära vatten. I Bottenviken är N/P-kvoten hög (ca 50-100) samtidigt som fosfatkoncentrationerna är låga, eftersom fosfat binds till järn som tillförs via älvar från omgivande skogs- och myrmarker. Här anses fosfor vara begränsande. I egentliga Östersjön, i Kattegatt och i Skagerrak är N/P-kvoten ca 10 (atomförhållande) och fosfatkoncentrationerna betydligt högre. I dessa områden anses kväve vara begränsande. I Östersjön kan cyanobakterier (blågröna alger) blomma trots kväveunderskottet, eftersom dessa kan utnyttja atmosfärens kvävgas (N_2) som kvävekälla.

pH, koldioxid och kolsyrasystemet

pH

pH-värdet är ett mått på antalet vätejoner i vattnet, närmare bestämt den negativa logaritmen av vätejonkoncentrationen $[H^+]$

pH-värdet påverkas av det s.k. kolsyrasystemet och varierar därför under dygnet, så att pH är lite högre på kvällen än på morgonen. Växternas koldioxidassimilation under dagen förbrukar koldioxid, vilket medför att kolsyrjämvikten förskjuts så att pH-värdet blir högre. Vid växternas andning under den mörka tiden av dygnet avges koldioxid, vilket medför en pH-sänkning genom motsatt förskjutning.

Saltvatten har generallt en stor förmåga att motstå t.ex. surt nedfall, men påverkas av koldioxidhalten i atmosfären. pH är relativt konstant i det öppna havet, till skillnad från kustzonerna. Dessa regioner påverkas av flera andra faktorer, såsom biologi, sötvattentillförsel, uppvärmning, issmältning och föroreningar, vilket gör att stora variationer av pH kan observeras över tid. I havsvatten (oceanvatten) är pH-värdet idag ca 8,1. För 200 år sedan var värdet 8,2. En förändring på 0,1 enheter motsvarar 25% förändring i surhetsgraden. Prognosen för slutet av detta århundrade är 7,8.

En kraftig planktonblomning ökar ytvattnets pH-värde. I vatten där koncentrationen av koldioxid ökar, t.ex. vid nedbrytning av organiskt material, minskar pH-värdet, vanligen till 7,8-8,0. I syrgasfattiga djupvatten kan pH-värdet vara lägre än 7,5.

pH-mätningar i havsvatten kompliceras av att detta har en hög jonstyrka på grund av sitt saltinnehåll. Samtidigt har saltet en buffrande verkan, så att variationerna i pH i havet är mindre än i sötvatten.

resultera i förgiftning av djur och växter och/eller syrgasbrist i havsområdenas djupvatten. Algblomningar kan också leda till förskjutningar i den ekologiska balansen, som kan medföra förändringar i artsammansättningen av havets organismer, inte bara bland växtplankton, utan även bland djurplankton och fisk.

Ofta förekommer en dygnsvandring hos växtplankton. Det är därför av vikt att prover tas från hela den eufotiska zonen för att resultaten mellan stationer och tidpunkter ska vara jämförbara.

Artbestämning av växtplankton är tidskrävande och kräver omfattande taxonomisk träning och kontinuerlig vidareutbildning för att upprätthålla kompetensen och kännedomen om den ständigt föränderliga nomenklaturen.



Djurplankton

Det finns i havet ca 160 000 olika arter av djur. Endast 2 procent av dessa lever hela sitt liv i den fria vattenmassan. Övriga arter lever på bottenarna – de flesta på hårda bottenar.

Djurplankton utgör ett mellanled i flödet av energi och materia från primära producenter som växtplankton till högre konsumenter som fisk. Kännedom om djurplanktonproduktionen i ett område kan därför utgöra underlag för att bedöma möjlig fiskproduktion. Övergödning av haven ger ökad växtplanktonproduktion, vilket i sin tur gynnar djurplanktonsamhället. Eventuella långsiktiga eutrofieringseffekter bör därför kunna påvisas i övervakningsprogram för djurplankton. Storleken på djurplankton spänner över en vid skala. Det finns ingen provtagningsmetod

