

Växtplanktonproduktion

– mätningar med problem

ULF LARSSON & SVANTE NYBERG, STOCKHOLMS UNIVERSITET / KRISTIN ANDREASSON, SMHI / ODD LINDAHL, KVA
JOHAN WIKNER, UMEÅ UNIVERSITET

Ekosystemets reaktion på ändrad näringstillförsel kan följas genom att mäta växtplanktons produktion. Denna variabel ingår i vårt nationella övervakningsprogram och har, tack vare det nationella samarbetet med Havet-rapporten, för första gången sammanställts för att utvärdera och jämföra produktiviteten i våra havsområden över tid.

■ Utvärderingen visade dessvärre så stora skillnader både inom och mellan havsområden att en jämförelse av produktiviteten riskerade att bli grovt missvisande. Innan vi vet mer om orsakerna till skillnaderna redovisar vi därför de olika mätserierna,

jämför resultaten med data från litteraturen, lyfter fram det som förefaller inkonsekvent och pekar på möjliga felkällor.

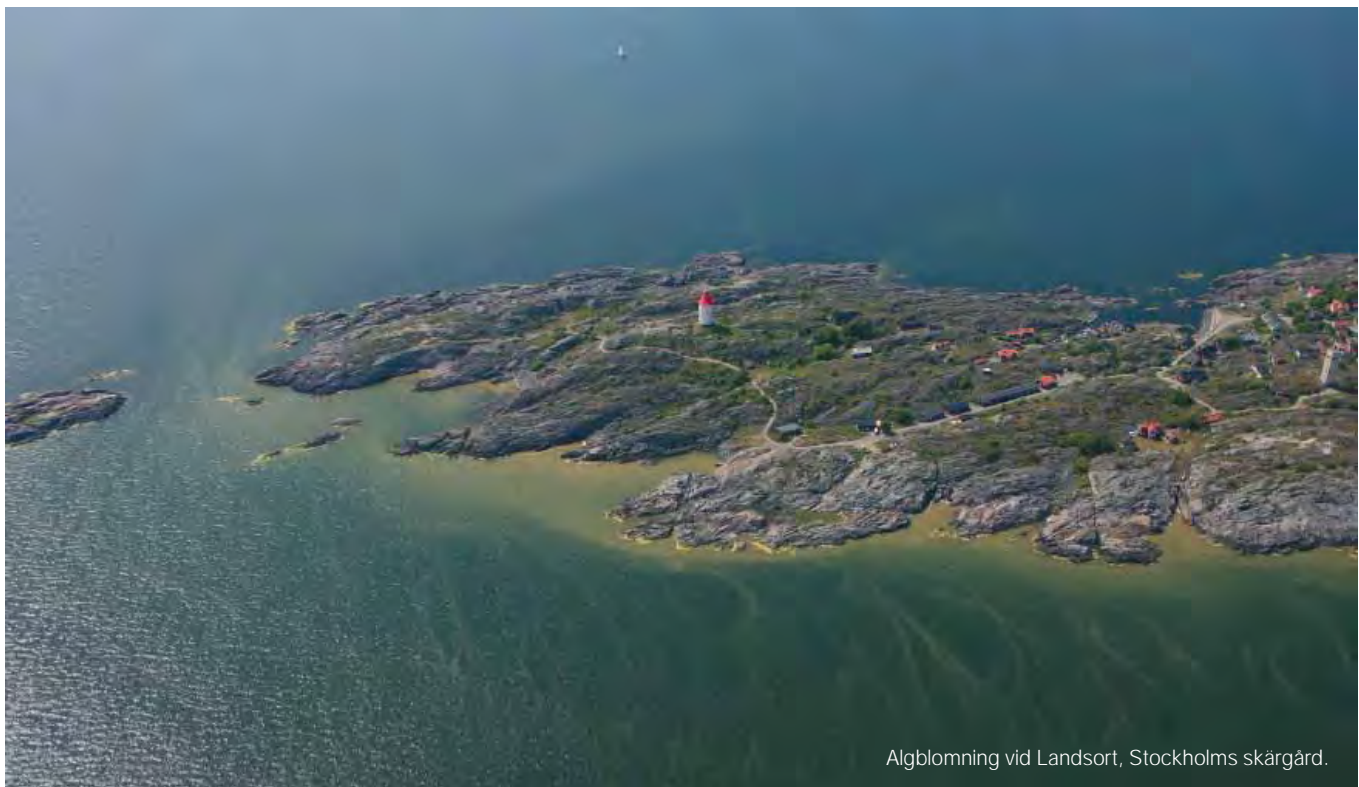
Direkt koppling till eutrofiering

Primärproduktion, eller växtplanktonproduktion, är ett mått på tillväxthastighet. Andra variabler som ingår i det marina miljöövervakningsprogrammet, exempelvis klorofyll eller växtplanktons biomassa, talar bara om hur mycket som finns vid ett visst tillfälle, inte hur fort nybildning sker.

När vi talar om att våra havsområden är övergödda, eutrofierade, är det ofta i termer av att mängden näringsämnen och växtplanktonbiomassa har ökat, eller att sikt-

djupet och syrehalten i bottenvattnet har minskat. Men detta är indikationer på ökad produktion i havet. Produktionen av växtplankton visar däremot direkt hur mycket organiskt material och energi som tillförs ekosystemet. Förutsatt att vi har tillförlitliga mätmetoder är detta det mest invändningsfria sättet att mäta ekosystemets reaktion på ändrad näringsämnestillförsel.

De flesta system för att klassificera tillståndet i havet med avseende på näringsstatus baseras följaktligen på produktion av växtplankton eller på tillförsel av organiskt bundet kol. I det senare fallet bidrar växtplanktonproduktionen i flertalet fall med huvudparten. Bottenviken är ett undantag,



Algblomning vid Landsort, Stockholms skärgård.

Foto: Kustbevakningen

FAKTA

Mätning av växtplanktonproduktion i en inkubator med artificiellt ljus i ett laboratorium.



Foto: Berndt Abrahamsson

där mycket organiskt bundet kol tillförs med älvvatten.

Sammanställning med frågetecken

När växtplanktonproduktionsdata från den nationella miljöövervakningen sammanställdes var skillnaderna mellan och inom havsområdena mycket stora. Som lägst uppmättes en årsproduktion på 7 gram kol per kvadratmeter och år i Bottenviken, och som högst 339 i Gullmarn i Bohuslän. Enligt dessa siffror skulle svenska havsområden vara allt från extremt näringsfattiga, med en produktion i nivå med den i ultraligotrofa sjöar, till näringsrika – eutrofa.

En närmare granskning av data visade en oväntat stor spännvidd, uttryckt som en kvot, mellan det högsta och lägsta värdet i Bottniska viken. Kvoten är som högst i Bottenhavet, med en faktor sex mellan lägsta och högsta årsproduktion. I övriga havsområden är den omkring två, med undantag för Kattegatt där årsvärdena skiljer sig med en faktor fem. I absoluta tal är skillnaden störst i områden med högst årsproduktion.

Jämförelser ger stöd åt misstankarna

En jämförelse av miljöövervakningsdata med tidigare publicerade data på växtplanktonproduktion från samma havsområden visar en delvis dålig överensstämmelse. Att data från den nationella miljöövervakningen är i nivå med äldre data i vissa havsområden, men betydligt lägre i andra, kan vara ytterligare en indikation på mätproblem.

Värdena från Bottenvikens utsjö och BY31 i norra Egentliga Östersjön stämmer väl med tidigare data från respektive område. Detsamma gäller för det senare havsområdets kust, där jämförelsedata kommer

Så mäts växtplanktonproduktion

Ett sätt att mäta produktionen av växtplankton utvecklades av dansken Steemann-Nielsen i början av 1950-talet. Växtplankton använder solenergi och koldioxid löst i vatten för sin tillväxt. Genom att tillsätta radioaktiv koldioxid, där den stabila isotopen ^{12}C bytts mot ^{14}C , kan upptaget i algen mätas.

Praktiskt går mätningen till så att man till en volym havsvatten sätter en känd mängd isotop. Därefter placeras flaskan med havsvattnet antingen i fält, på samma djup som provet togs ifrån, så kallad in situ-mätning, eller i en inkubator med artificiellt ljus i ett laboratorium. Man får då ett mått på milligram upptaget kol per liter och timme. Med olika antaganden om ljusberoende kan man beräkna den totala produktionen i vattenpelaren, uttryckt exempelvis som milligram upptaget kol per kvadratmeter och dygn.

Tillförlitligheten i uppskattningen av produktionen med ^{14}C -metoden har behandlats i en mängd vetenskapliga publikationer, och många felkällor har diskuterats, men den fortsätter vara den mest använda.

från station B1, men avser åren innan starten av den här redovisade tidserien. Även i Gullmarn stämmer miljöövervakningsdata väl med data från Tjärnö i norra Bohuslän från åren 1986 och 1987. För Kattegatt är däremot tidigare uppskattningar väsentligt högre. Detsamma gäller södra Östersjön, Örefjärden och Bottenhavet.

Nyligen har modellberäkningar av växtplanktonproduktionen i olika havsområden publicerats. Dessa ger en liknande bild, med betydligt högre årsproduktion i Bottniska viken och Kattegatt än vad mätningarna från den nationella miljöövervakningen visar. För havsområdet Egentliga Östersjön visar modellen ungefär samma nivå som mätningarna från norra Egentliga Östersjön.

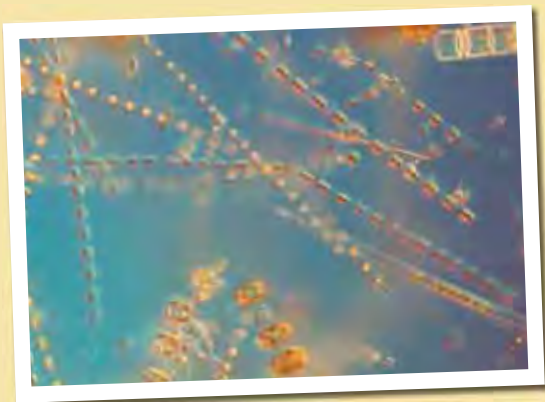
Teknikval påverkar kraftigt

En orsak till skillnaderna mellan de olika dataseten kan vara den använda metoden. I de havsområden där skillnaderna är störst

används nu den kostnadseffektiva inkubatormetoden, medan in situ-metoden fortfarande används i Gullmarn och vid station B1, och parallellt med inkubatormetoden vid station BY31.

Den viktigaste skillnaden mellan teknikerna är att inkubator-metoden använder artificiellt ljus och olika sätt att dämpa ljuset för att simulera den naturliga minskningen med ökande vattendjup. Förutom svårigheter att hitta en ljuskälla som liknar det naturliga ljuset inom det fotosyntetiska spektrat, finns inget sätt att förändra ljusets våglängdssammansättning så som sker med ökat djup. Man kan inte heller ta hänsyn till de naturliga variationer som kan finnas i ljusutsläckning eller temperatur på olika djup. Mätningarna görs dessutom så snart forskningsfartyget kommer till station, oavsett tid på dygnet, vilket innebär att växtplanktons fysiologiska tillstånd varierar.

Den rationalisering av programmen



Små mikroskopiska växtplankton och kustområdenas bottenlevande växter utgör basen i havets näringsväv. Av ljus, koldioxid och näringsämnen skapar de allt organiskt material som havens djur lever av.

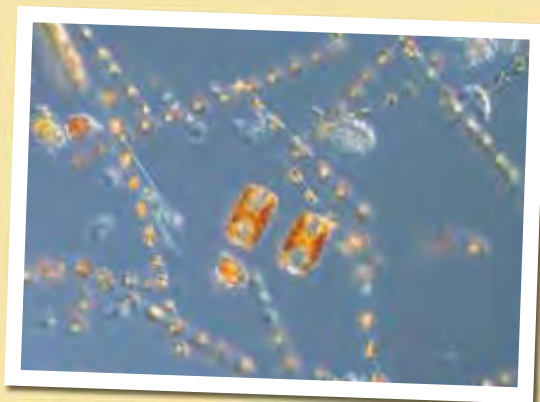
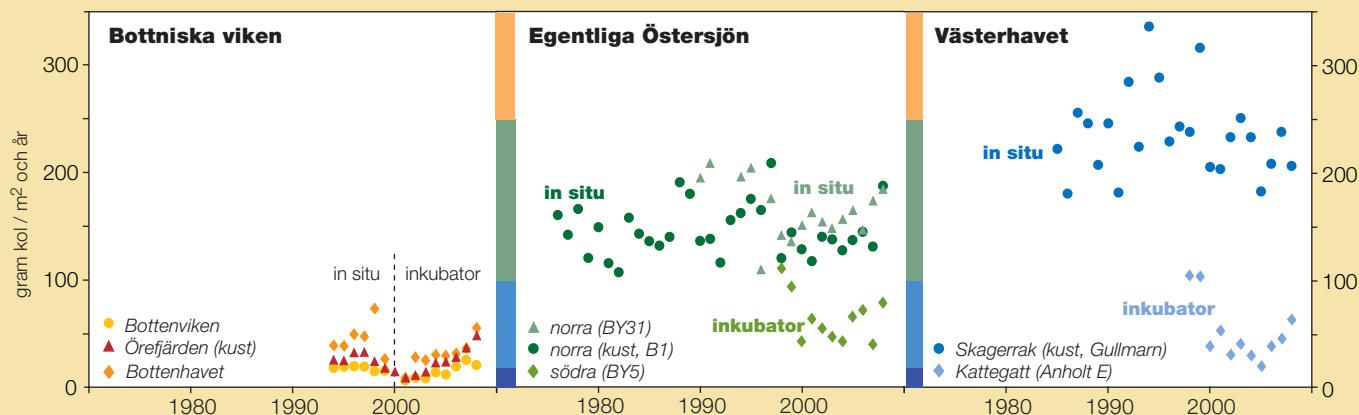


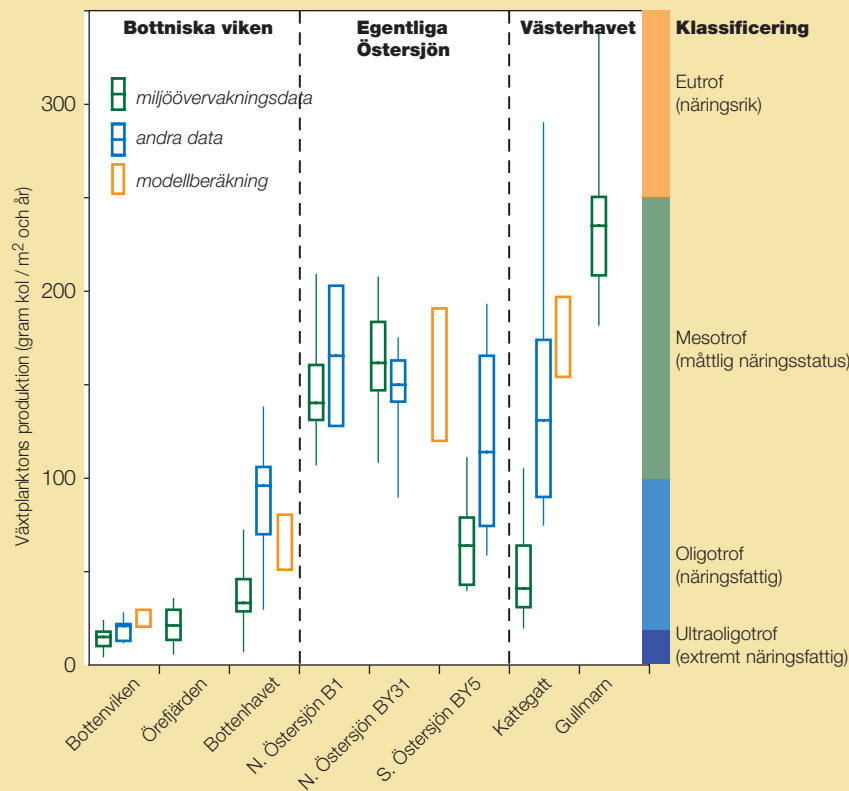
Foto: Ann-Turi Skjævik (båda)

VÄXTPLANKTONS PRODUKTION



Figurerna visar växtplanktons årsproduktion i åtta svenska havs- och kustområden, baserade på miljöövervakningsdata. Skillnaderna både inom och mellan havsområden är anmärkningsvärt stora, och ger upphov till tveksamhet om huruvida dessa data är tillförlitliga. Intressant är ändå att ingen av tidserierna visar någon signifikant ändring över tiden om hela serien beaktas. I Gullmarn var dock primärproduktionen signifikant högre under 1990-talet jämfört med början och slutet av tidsserien enligt en preliminär analys.

NÄRINGSSTATUS I VÅRA HAVSOMRÅDEN ENLIGT OLIKA DATASET



En jämförelse av våra miljöövervakningsdata med publicerade värden från andra undersökningar i samma havsområden visar en delvis dålig överensstämmelse. Modellberäkningar över växtplanktons produktion baserat på näringsdata ger ytterligare en bild.

Klassificeringen av havsområdenas näringsstatus är inte direkt kopplat till övergödning. Ett näringsfattigt havsområde kan naturligtvis vara eutrofierat, trots att det fortfarande klassas som näringsfattigt.

Boxarnas utsträckning omfattar 50% av observationerna. Det horisontella strecket visar medianvärdet, och de vertikala linjerna innefattar minimum- och maximumvärdena. För de modellberäknade data (Savchuk & Wulff 2009) visar boxen medelvärde ± 1 standardavvikelse.

som lett till att in situ-mätningar ersatts av inkubator är ur kostnadssynpunkt förståelig, men den har skett utan analys av konsekvenser för kontinuiteten i mätningarna. Mångåriga jämförande studier av dessa två metoder vid station BY31 visar att inkubatormetoden underskattar växtplanktons produktion med ungefär 10 procent under vår och höst och så mycket som nära 40 procent under sommaren. Detta förklarar en del av de observerade skillnaderna.

Metoden måste stramas upp

Inom miljöövervakningen använder sig samtliga utförare av den inkubatormetod som rekommenderas av Helcom för primärproduktionsmätning. Nyligen genomfördes en första nationell interkalibrering av denna. Skillnaderna i resultat mellan olika utförare var betydande. Metoden lämnar utrymme för skillnader i inkuberingsätt, ljuskvalitet och intensitet, tidpunkt på dygnet för mätning, mätfrekvens och liknande, vilket kan bidra till de såväl systematiska som slumpmässiga skillnader som redovisas här. Orsaken till skillnaderna måste klargöras, och den använda metoden standardiseras. Även om detta arbete blir framgångsrikt kommer troligen inte jämförbarhet med äldre in situ data att uppnås.

Redan för tjugo år sedan publicerades en interkalibreringsstudie som visade oroväckande stora skillnader i samtliga testade moment i mätningarna. Studien tillkom för att undersöka om det var lämpligt att sammanställa en databas med mätvärden från olika laboratorier. Med hänvisning till den mycket stora variabiliteten i resultaten ansågs detta olämpligt, en rekommendation som dessvärre fortfarande tycks giltig.

Pengar i sjön...?

Miljöövervakning utförs för att med rimlig säkerhet kunna följa förändringar i våra havsområden, både sådana som uppstår till följd av exempelvis övergödningseffekter och klimatförändringar, och sådana som kan förväntas som resultat av insatta åtgärder.

Om våra insamlade data ska kunna användas till det de var tänkta för måste de vara tillförlitliga. Ett arbete måste skyndsamt inledas så att mätningarna i de olika havsområdena blir jämförbara. Pågående in situ-mätningar vid stationer där det

finns långa tidsserier måste därför fortsätta så länge en tillförlitlig alternativ metod saknas.

En viktig lärdom är också att interkalibrering och kvalitetskontroll måste få högre prioritet inom miljöövervakningen, och att nationella referenslaboratorier måste inrättas för en oberoende och regelbunden kvalitetskontroll. **S**

LASTIPS

Wasmund N, Andrushaitis A, Lysiak-Pastuszak E, et al. 2001. *Trophic status of the south-eastern Baltic Sea: A comparison of coastal and open areas*. Estuarine Coastal and Shelf Science: Vol. 53:6 pages 849–864.

Wasmund N, Kell V. 1991 *Characterization of Brackish Coastal Waters of Different Trophic Levels by Means of Phytoplankton Biomass and Primary Production*. Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie: Vol. 76:3 pages 361–370.

FAKTA

Så övervakas primärproduktion

Bottniska viken:

I Bottniska viken mäts produktionen av växtplankton vid sex stationer. Sedan 2001 med inkubator, dessförinnan användes in situ-teknik.

Bassängvisa årsvärden eftersträvas där tillräcklig tidsmässig frekvens och viss rumslig täckning erhålls genom att mäta två stationer 10 gånger per år i Bottenviken (A5 och A13) och Bottenhavet (C3 och C14). Stationerna visar god samvariation och nivå under året och används som replikat för bassängmedelvärdena. I Örefjärden mäts två stationer alternerande vilket ger en frekvens om 20 gånger per år för vattenförekomsten, samtidigt som en rumslig täckning sker. Mätningarna sker året runt med något glesare frekvens under vintern.

Under perioden 1994–2000 utfördes mätningarna vid en station per bassäng mellan 10–24 gånger per år. Undantag är år 2000 då medelbrist hindrade mätningarna på utsjöstationerna. I Bottenhavet flyttades mätningarna från station C1 till C3 år 2001.

Norra Egentliga Östersjön

Den längsta tidsserien för produktionsmätningar är från kustområdet Askö B1 och sträcker sig tillbaka till 1976. Den baseras på in situ-mätningar, där samma teknik använts under hela perioden. Även de data som redovisas från Landsortsdjupet, BY31, är gjorda med in situ-metoden. Sedan 2003 görs här även inkubator-mätningar i syfte att undersöka metodernas jämförbarhet.

Data från dessa båda stationer kommer från den produktiva delen av året, mars-oktober. Anledningen är den omläggning av programmet som gjordes 2000 då SMHI övertog mätningarna vid BY31 under senhöst och vinter. Detta medförde att in situ-mätningar inte längre kan göras under den årstiden. En jämförelse med åtta år på 1990-talet då mätningarna gjordes året runt visar att årsproduktionen underskattas med mindre än 5 procent, ett i sammanhanget relativt litet fel.

I det nuvarande programmet görs ungefär 22 mätningar per station och år, med frekvensen varje vecka under våren, 2–3 gånger per månad under sommar och höst och varje månad under vintern.

Södra Egentliga Östersjön och Kattegatt:

Primärproduktion har mätts sedan 1979 på station BY5 vid Bornholmsdjupet och sedan 1982 vid Anholt E i Kattegatt. Eftersom man använt sig av olika metoder har endast data från och med 1998 använts i artikeln. Då började man använda inkubator-metoden och har haft ungefär samma tidsintervall i provtagningarna. Frekvensen har varit 10–13 gånger per år för BY5 och 15–21 gånger per år för Anholt E.

År 2007 utökades programmet i södra Östersjön med stationerna BY15 Gotlandsdjupet och RefM1V1 i Kalmarsund, samt med N14 Falkenberg i Kattegatt. Samtliga stationer besöks sedan dess cirka 12 gånger per år, utom Anholt E som besöks dubbelt så ofta.

Gullmarsn:

Även i Gullmarsn mynning i Bohuslän finns en lång mätserie baserad på in situ-teknik. Den startade 1985, och mätprotokollet har inte förändrats sedan dess. Sammanlagt har 482 mätningar av primärproduktion utförts till och med 2008, i snitt 20 provtagningar per år. Mätfrekvensen har varit högst under vårblomningen i mars, med veckovisa mätningar. Under sommaren och hösten har mätningar utförts ungefär varannan vecka, och under vintern, från november till februari, knappt en gång per månad.