

Både **bättre och sämre** förr!

För hundra år sedan belastade stockholmarna kustvattnet med betydligt mer näringsämnen än nuförtiden, trots att befolkningen numera är fem gånger större. Historien om stockholmarnas avloppsvatten är ett gott exempel på att lokala åtgärder kan ge stora förbättringar av vattenkvaliteten.

I de områden längs Svealandskusten som inte ligger nära Stockholm har vattenkvaliteten istället generellt försämrats. Det blev uppenbart vid en jämförelse mellan förbundets insamlade data och mätningar som utfördes under 1970-talet.

● Stockholms stad grundades på 1200-talet och har sedan dess vuxit till en miljonstad. Det omgivande vattnet har under hela denna period varit viktig för invånarnas vardag, men också utgjort slutstation för avloppsvatten från den växande befolkningen.

Ett av de första bevisen för planering av avloppshantering är konstruktionen av rännstenar när kullerstensgator-

na byggdes på 1400-talet. Denna lösning för att samla och leda bort avloppsvattnet stod sig till mitten av 1800-talet. Systemet var nog någorlunda uthärdligt så länge vattenflödet var tillräckligt stort. Varma och torra somrar måste stanken varit förfärlig. Genom vidare transport med avrinande dagvatten eller markvatten måste detta tidigt ha påverkat kustvattnet nära Stockholm.

Avlopp i dricksvattnet

Årstaviken var under lång tid huvudsaklig försörjare av dricksvatten till Stockholm. Vattnet fick samtidigt ta emot orenat avlopp från den växande befolkningen och industrin. Denna omöjliga situation är säkert förklaringen till de två allvarliga koleraepidemier som härjade i Stockholm år 1834 och 1853. Avloppssidan behövde en bättre lösning.

Det fanns ett antal privat byggda avloppsledning, men det första allmänna systemet byggdes 1864 på Södermalm. Detta underjordiska nätverk expanderade gradvis och ledades ut i Mälaren, Saltsjön och några mindre sjöar. Runt se-



De sanitära förhållandena i Stockholm var dåliga på 1800-talet, med brist på rent vatten och allmänt dålig lukt på Stockholms gator och torg sommartid. Den välbärgade borgarklassen började därför, från 1860-talet och en bit in på 1900-talet, att uppföra de stora sommarvillor som än idag pryder Stockholms innerskärgård.



Gamla undersökningar visar att den näringsälskande cyanobakterien *Planktothrix (Oscillatoria) agardhii* dominerade i de inre delarna av skärgården redan under tidigt 1900-tal. Blomningarna kulminerade på 1960-talet.

kelskiftet fick Stockholms inre skärgård ta emot avlopp från över tvåhundra tusen stadsbor. Vattentoaletter hade börjat användas och kustvattnets kvalitet försämrades. Avskrädet flöt på vattnet, med höga koncentrationer av bakterier och stundtals svår stank av svavelväte. Lösningen var att förlänga rören och leda ut avloppet till djupare vatten.

Det stod emellertid snart klart att avloppet måste renas, och Stockholms första avloppsreningsverk, Åkeshov i Bromma, byggdes 1934. I Stockholmsområdet finns idag flera reningsverk som har sitt utlopp i den inre skärgården, innanför Oxdjupet. Totalt är cirka 1,5 miljoner invånare och ett antal industrier kopplade till verken.

Tydliga förbättringar i innerskärgården

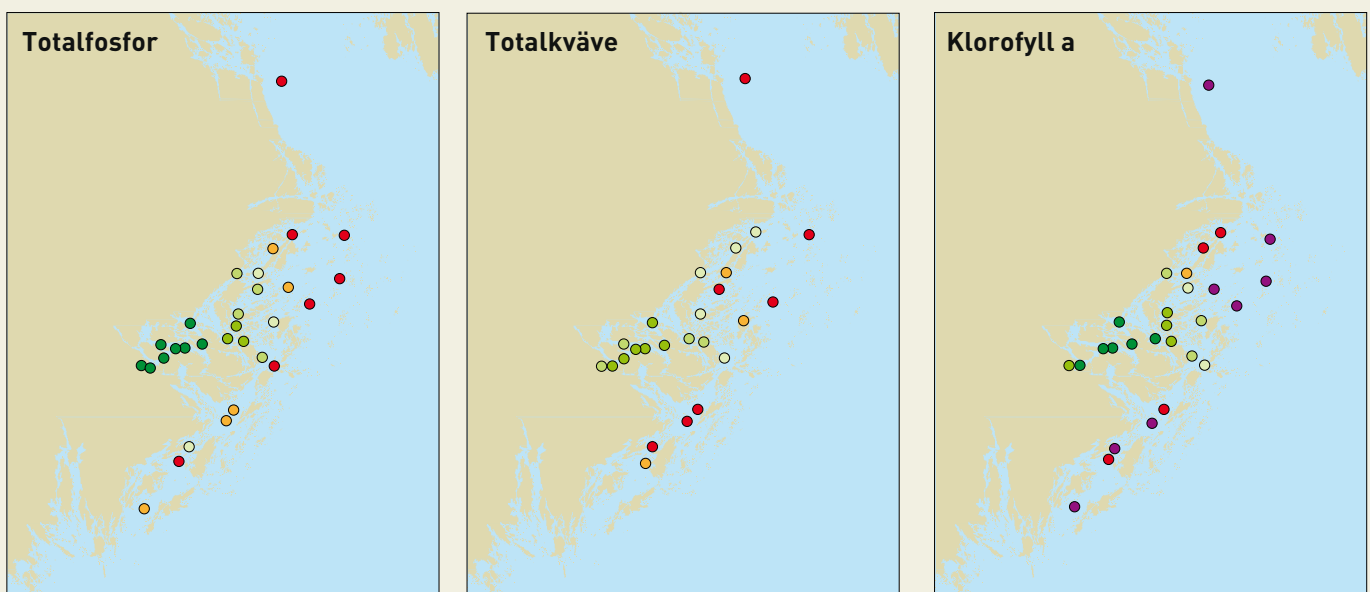
Att utvärdera utvecklingen under förra århundradet är svårt eftersom det finns få undersökningar att jämföra med. Gamla data på förekomst av cyanobakterien *Planktothrix (Oscillatoria) agardhii* visar att denna art, som gynnas av stora näringsmängder, var vanlig till dominerade i de inre

delarna av skärgården redan under tidigt 1900-tal. Tillsammans med andra växtplanktonundersökningar framträder bilden av en inre Stockholms skärgård som var övergödd redan i början av 1900-talet.

Analys av klorofyll från slutet av 1950-talet och framåt, visar att planktonbiomassan var som högst 1969–1972, och att den därefter har minskat. Det är helt i linje med storleken på utsläppen, som var som störst under 1960-talet, med cirka 600 ton fosfor per år. Detta ledde till kraftiga cyanobakterieblomningar i innerskärgården.

Därefter infördes rening av fosfor. Detta minskade blomningarna i innerskärgården, men resulterade i att överskottet av kväve följde med ytvattnet ut i mellanskärgården. Där mötte det kväverika ytvattnet ett fosforrikt bottenvatten, intransporterat från öppet hav. Man hade således förbättrat övergödningssituationen i de inre delarna, men skapat en försämrad situation i mellanskärgården. För att råda bot på detta infördes kväverening under 1990-talet, och de årliga kväveutsläppen halverades på några få år.

FÖRÄNDRINGAR SEDAN 1970-TALET



- | | |
|------------------|---------------|
| minskning | ökning |
| ● 50–80% | ○ 0–10% |
| ● 30–50% | ● 10–30% |
| ○ 10–30% | ● 30–130% |
| ○ 0–10% | |

▲ Forskaren Mats Waerns data från 1970-talet har jämförts med förbundets för att få en uppfattning om vilka förändringar som skett. Ett 30-tal stationer har jämförts för variablerna salthalt, siktdjup, totalfosfor, totalkväve och klorofyll. Minskningarna i Stockholms innerskärgård är dramatiska, med uppåt 80 procent. Den ökning som ses i utsjövatten är oroande, eftersom det är betydligt svårare att åtgärda ett helt hav.



I innerskärgården syns kraftiga förbättringar av vattenkvaliteten i form av lägre halter av näringsämnen, men även som ökat siktdjup och lägre koncentrationer av klorofyll.



Foto: Icon Grochew/Shutterstock

Öppet hav har försämrats

Generellt kan sägas att tillståndet i öppet hav har försämrats under det senaste halvsekle. Den nationella miljöövervakningen visar att försämringen, sett som ökning av kväve och fosfor, pågick till ungefär mitten av 1980-talet. Därefter minskade halterna.

Den minskande trenden av fosfor har dock brutits, och halterna började öka igen i slutet av 1990-talet. Detta har skett samtidigt som syresituationen i Östersjöns djupvatten försämrats kraftigt. Tillgången på syre är avgörande för var närsalter befinner sig, eftersom fosfor kan fastläggas i bottensedimentet när syre är tillgängligt men frigörs vid syrebrist. Att vi ser en samtidig ökning av syrebrist vid bottarna och ökning av fosforhalter i ytvattnet är därför inte förvånande. Beroende på hur stark salthaltsskiktningen är kan det ta flera år för den fosfor som frisätts från bottensedimenten ute i djupvattnet att ta sig upp till ytan.

Kväve reagerar lite annorlunda på syresituationen. När det blir syrebrist ökar bakteriernas omvandling av kväveprodukter till kvävgas, som då kan lämna havet. Vid syrebrist i djupvattnet kan det därför uppstå en slags självrening, där det biologiskt tillgängliga kvävet minskar.

En situation med syrebrist som orsakar högre halter av fosfor och lägre halter av kväve får två viktiga biologiska konsekvenser;

- Vårblomningen kommer att bli mindre, eftersom den generellt är kvävebegränsad. Det ger förbättrat siktdjup

under våren, samtidigt som mängden organiskt material som sedimenterar ner till bottarna minskar, och mängden outnyttjad oorganisk fosfor ökar.

- Cyanobakterier gynnas av ökade fosforhalter, eftersom de kan tillgodose sitt behov av kväve genom att fixera den kvävgas som finns löst i vattnet.

I ytvattnet ökar halterna av totalkväve av cyanobakteriernas fixering. Även siktdjupet försämras där de förekommer. En betydande del av cyanobakterierna bryts sannolikt ner i det fria vattnet. Därmed bidrar denna produktion inte med föda till bottarnas djurliv, men inte heller till syretaringen i områden där tillgång på syre är ett problem.

En jämförelse med 1970-talet

Förbättringen i Stockholms skärgård till följd av förbättrad rening är väl dokumenterad och belyst, inte minst i Stockholm Vattens förnämliga årsrapporter. Hur utvecklingen sett ut i övriga delar av Svealandskusten har däremot inte utvärderats och beskrivits.

Det finns inte många tidiga undersökningar av pålitlig kvalitet att tillgå för att jämföra med dagens situation. Forskaren Mats Waern analyserade emellertid närsalter och siktdjup under 1960- och 1970-talet på ett stort antal stationer i Svealands kustvatten. Dessa data håller hög kvalitet, och har för några år sedan digitaliserats och lagts in i förbundets databas.



Ett antal provpunkter från förbundets mätprogram har valts ut för att jämföras med motsvarande Waernstationer. Vi har valt provtagningar som utförts under sommartid och inkluderat ett flertal år för att inte extrema år ska få för starkt genomslag. Resultatet blev ett 30-tal stationer där data från 2000-talet har kunnat jämföras med 1970-talet, för variablerna salthalt, siktdjup, totalfosfor, totalkväve och klorofyll.

Från bättre till sämre

Jämförelsen visar, som förväntat, att övergödningen i Stockholms innerskärgård har minskat dramatiskt. Under perioden har först fosforrening och senare även kväverening införts. I innerskärgården syns kraftiga förbättringar av vattenkvaliteten i form av lägre halter av näringsämnen, men även som ökat siktdjup och lägre koncentrationer av klorofyll. Dessa förbättringar syns även längs vattnets väg ut genom mellanskärgården, även om skillnaden inte är lika stor som i de inre delarna.

Halterna av näringsämnen i de yttre stationerna har däremot ökat jämfört med 1970-talets nivåer. Det gäller även för klorofyll, och är samstämmigt med resultat från den nationella miljöövervakningen. Fosforökningen var väntad, med tanke på syresituationen i djupvattnet i utsjön. Men även kväve ökade, när det borde minskat på grund av syrebrist. Data från den nationella miljöövervakningen visar dock att vintervärden av biologiskt tillgängligt kväve visserligen minskat sedan mitten av 1980-talet, men att halterna ännu inte är nere på 1970-talets nivåer i öppet hav. Eftersom denna jämförelse baserar sig på data på totalkväve från sommaren, är det också möjligt att cyanobakterier kan ha bidragit till ökningen av kväve genom sin kvävefixering. Detta förutsätter att den ökade förekomsten av cyanobakterier, som påvisats i kustområdet vid Askö av den nationella miljöövervakningen, är representativ för Svealandskusten.

Försämringen vid de yttre stationerna är tydlig i både de norra och södra delarna, vilka delvis påverkas av olika vatten. I söder finns en stark påverkan från öppet hav i norra Egentliga Östersjön, medan den norra delen av Svealandskusten huvudsakligen påverkas av den sydgående strömmen från Bottenhavet. Detta vatten beskrivs ofta som rent, med låga halter av näringsämnen kväve och fosfor. Uppenbarligen har detta försämrats, eftersom halterna av både kväve och fosfor är högre nu än under 1970-talet.

Försämringen är också tydlig från vår provtagning i Ålands Hav, vid station Norra Randen. Där analyseras innehållet i det vatten som transporteras från Bottenhavet till norra Egentliga Östersjön. Den troliga förklaringen till ökningen av näringsämnen är att Bottenhavet mottar ytvatten från norra Egentliga Östersjön, som bildar ett djupvatten i Bottenhavet. Detta ytvatten har berikats på både fosfor och kväve jämfört med 1970-talet. Om detta är förklaringen till fosforökningen i norra Svealands kustvatten, så är orsaken densamma som i södra delen av regionen. Men vattnet har tagit omvägen via Bottenhavet och kommer åter via Ålands hav. Det är också möjligt att en del av den sydgående strömmen från Bottenhavet har fått bidrag

Tidiga mätningar i Stockholm

Från 1870 publicerade Stockholms stads hälsovårdsnämnd årlig statistik, där man redovisade antal invånare, sjukdomar, epidemier och dödsfall, meteorologiska data samt uppgifter om variationer i vattenstånd. 1874 genomfördes den första undersökningen av vattenkvalitet. Årstaviken var i fokus som dricksvattenförsörjare, men även Mälaren och Saltsjön inkluderades i programmet. Programmet kom att innehålla mätningar av temperatur, salthalt, bakterier och syre. 1909–1911 genomfördes Stockholms första planktonundersökningar, med totalt 19 stationer i Mälaren och inre skärgården. Både växt- och djurplankton insamlades från olika djup och bedömdes enligt en relativ skala med åtta klasser. Detta kompletterades från 1913 med provtagning för bedömning av total organisk halt.

1936 startade undersökningar av nuvarande Stockholm Vatten. Provtagningsstationer, frekvens och metoder har varierat över åren. Det finns planktonprov som aldrig har analyserats, men finns lagrade på Stockholm Vatten. Under perioden 1969–1976 insamlades mycket data inom ett omfattande forskningsprojekt som fokuserade på variationer i närsalter och växtplanktonarter, kopplat till införandet av biologisk rening i avloppsreningsverken.

från ytvatten från norra Egentliga Östersjön som har vandrat norrut på den östra sidan, genom den grunda finska skärgården, och sedan vänder söderut.

På 2000-talet började blomningar av cyanobakterier att bli ett besvärande fenomen även i södra Bottenhavet. Detta skulle kunna bero på att sammansättningen mellan näringsämnena har förändrats, och att detta vatten har gått från fosforbegränsning till att bli mer kvävebegränsat.

Svårt att åtgärda ett helt hav

Resultaten från den här jämförelsen visar tydligt att kraftfulla förbättringar får stort genomslag, även i angränsande områden utefter vattnets väg. Men den storskaliga försämringen av vattenkvaliteten i öppet hav bestämmer i huvudsak tillståndet i den yttre delen av kusten.

Till mellanskärgården kommer ett utflödande vatten från innerskärgården där vattenkvaliteten förbättrats markant jämfört med 1970-talet. Samtidigt kommer ett inflödande vatten från öppet hav där vattenkvaliteten blivit något sämre. Förändringen är i procent betydligt mindre för de yttre stationerna än den förändring som ses för de inre lokalerna. Men detta måste ses i perspektivet att denna relativt sett mindre förändring har skett i hela öppna havet.

Ur ett åtgärds perspektiv är detta problematiskt, vilket förbundet poängterat även i tidigare årsrapporter. För att förbättra tillståndet för de yttre vattenförekomsterna krävs en förbättring av Östersjön som helhet. Detta kan inte lösas enbart med åtgärder i Svealandskustens avrinningsområde.

KÄLLOR:

Urban impact in the history of water quality in the Stockholm archipelago. Lotta Johansson och Kerstin Wallström, Ambio (2001) Vol. 30, sid 277–281
Undersökningar i Stockholms skärgård 2009, Dnr 10SV299. Rapport från Stockholm Vatten