

TIDNINGS ARKIV STF

|              |      |
|--------------|------|
| Utförd./Ank. | 1968 |
| Kodnr.       | 625  |
| Makuleras    | Ja K |

# Renare vatten!

En utredning  
och ett handlingsprogram  
från kemiingenjörerna inom  
Svenska Teknologföreningen.

# Renare vatten!

En utredning och  
ett handlingsprogram  
från  
kemiingenjörerna  
inom Svenska Teknologföreningen

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| Handlings-<br>program<br>för renare<br>vatten | 6  |
| Bota<br>det som<br>botas<br>kan               | 9  |
| Aktiv<br>vattenvård                           | 13 |
| Behovet<br>av<br>bättre<br>vattenvård         | 17 |
| Metoder<br>för<br>fosforreduktion             | 21 |
| Slam-<br>behandling                           | 29 |
| Att använda<br>slam                           | 35 |
| Vad<br>kostar<br>fosforreduktion?             | 39 |



# Handlings- program för renare vatten

- Vårt vatten, framför allt i insjöar och grunda skärgårdar, förstöres snabbt. Läget är på många håll kritiskt.
- Vi kan rädda vårt vatten! Men då måste vi handla nu!
- Vattnet, som vi använder, måste renas från smuts och växtnärande salter. Hur detta går till är i huvudsak löst och beskrivs översiktligt i denna bok.

Denna skrift har tillkommit genom ett samarbete mellan Svenska Kemiingenjörers Riksförening och Svenska Teknologföreningen. Föreningarna tillsatte våren 1966 en kommitté sammansatt av tekniker och vetenskapsmän verksamma inom statliga myndigheter, apparattillverkningen, konsultföretag och forskning (Tekn. T. 1967 s. 17) och med uppgift att studera hur närsalterna i avloppsvatten kan reduceras.

Kommittén tog som sin uppgift att sammanställa de tekniska alternativ, som står till buds, initiera forskning samt visa till vilken kostnad reningen

kan erhållas. Resultatet av detta arbete redovisades vid ett möte på Teknorama i Stockholm den 27 mars 1968 (Tekn. T. 1968 s. 150 och 165). Detta tillfälle begagnades även till att inför en kvalificerad publik diskutera vattenreningsproblemen överhuvudtaget.

Vid sidan av Teknoramamötet har kommittén utarbetat en serie artiklar, som publicerats i Teknisk Tidskrift under våren 1968. Dessa artiklar har sammanställts i bokform och tillställs nu landets kommuner och vattenvårdstekniker.

□

- Det räcker inte med enbart s.k. högggradig rening, även de s.k. närsalterna, främst fosforsalter, måste tagas bort annars växer och slammar vattendragen igen.
- Det är ekonomiskt rimligt att rena från fosforhalter.
- Vårt vatten kommer i framtiden att tillföras andra föroreningar. Därför bör reningsverken byggas så att de kan anpassas till nya krav och till den nya teknik, som då finns — men nu gäller det fosforsalterna. Det problemet kan vi lösa nu!
- Det finns alltså tekniskt och ekonomiskt goda lösningar på vattenreningsproblemen, men det krävs politiska beslut för att få något gjort! Ansvaret vilar på den enskilde politikern, var och en i sin stad!





Svenska Teknologföreningen (STF) är en ideell förening bestående av ca 17 000 högskoleutbildade ingenjörer, STF tar initiativ i samhällsfrågor med teknisk anknytning när föreningen tror sig kunna nå resultat med disponibla resurser. Dessa samhällsaktiviteter bygger på medverkan av sakkunniga STF-ledamöter och STF-anknutna föreningar.

Trafiksäkerhetens ekonomi  
Experiment för högre trafiksäkerhet  
Ingenjörer behövs till det tekniska arbetet vid våra sjukhus  
Ingenjörernas fortsatta utbildning  
Vattenvård  
Forskning och teknisk utveckling  
Prognosarbete rörande ingenjörernas framtida arbetsmarknad  
Teknik och politik  
Att sja om teknik — tekniska prognoser  
Luftföroreningar från värmeanläggningar  
Rikspanering  
Normer för vatten- och avloppshandlingar  
Allmänna bestämmelser för entreprenadhandlingar

STF är obunden av särintressen. STF erhåller inga ekonomiska bidrag utöver ledamöternas avgifter.

Organisatoriskt är STF ideell centralorganisation för de s.k. primärorganisationerna, vilka i stort motsvarar studiefackindelningen vid de tekniska högskolorna. STF skall företräda föreningarna i frågor av gemensamt intresse.

STF:s primärorganisationer är

Svenska Bergsmannaföreningen

SBF

Svenska Elektroingenjörers Riksförening SER

Tekniska Fysikers Förening TFF

Svenska Kemiingenjörers Riksförening SKR

Sveriges Lantmätareförening SLF

Tekniska Linjers Lärarförbund

TLL

Svenska Mekanisters Riksförening SMR

Svenska Väg- och vattenbyggares Riksförbund SVR

Allmänna Avdelningen AA

samt Svenska Arkitektföreningen

SA

Svenska Teknologföreningens centralkansli finns i ingenjörshuset vid Brunkebergstorg 20, Stockholm C, 08/22 06 80.

# Bota det som botas kan



*CIVILINGENJÖR BERTIL SJÖGREN,  
Verkställande direktör  
i Svenska Teknologföreningen*



# Bertil Sjögren: Bota det som botas kan

Den allmänna debatten om tekniken har till stor del koncentrerats kring dess skador på människans miljö. De är påtagliga och försämringen går raskt. Det brådskar med motåtgärder.

Vi ser skadorna, vi vet att tekniken orsakat skadorna, låt oss således hårt attackera tekniken. Det har man också gjort. Vad som däremot synes ha kommit i skymundan det är att för många typer av miljöskador kan man redan i dag bota uppkomna skador och hindra nya. Vi har de tekniska möjligheterna men vi utnyttjar dem inte. Det måste finnas fler bovar i dramat än tekniken.

Föroreningen av luften i våra städer kan minskas om vi värmer dem med fjärrvärme i stället för med oljeeldade småcentraler. Svavelhalten kan nedbringas genom användning av svavelfattiga oljor. Nedsmutsningen av sjöar och vattendrag kan hejdas genom narsaltreduktion, och fiskdöden förhindras bl.a. genom neutralisering av elektrolysbad före utsläpp etc.

Miljöskador måste bekämpas i flera steg. Grundförutsättning är att vi har tekniska möjligheter som också är ekonomiskt rimliga. Nästa steg bör vara att ansvariga instanser själva vidtar alla åtgärder mot miljöskador som ligger inom ramen för teknikens möjligheter och resurser. Där man inte kan — eller inte vill — där krävs politiska beslut. Ofta behövs därjämte administrativa resurser för att genomföra fattade beslut och för att övervaka tillämpningen av påbudna regler. En tekniskt möjlig lösning är grundläggande men garanterar inte att möjligheten utnyttjas.

Bristen på respekt för utfärdade påbud kan illustreras av den anmälan som Naturvårdsverket gjort om Umeå Stad därför att staden trots föreläggande inte vidtagit åtgärder för att bygga ett reningsverk. Ett annat exempel är några industrier i Jönköpings Län som hotas av stämning därför att de trots förbud släppt ut galvaniska bad utan att först neutralisera dessa.

Om ett vattendrag förorenas genom ett flertal olika större utsläpp så är det meningslöst att ålägga en eller ett par av emittenterna att kosta på dyrbara åtgärder om vattendraget ändå förorenas över acceptabel nivå av andra. Den enskilde emittenten vidtar självfallet inga frivilliga åtgärder i en sådan situation. Här krävs initiativ till samordning för hela vattendraget. Vi har i Sverige inga vattenvårdsförbund med denna uppgift. Effektiva sådana finns t.ex. i Tyskland, men i Sverige anser vi miljövärden vara en uppgift för samhället.

När teknisk lösning finns, men politiskt beslut dröjer, beror detta ofta på att beslutet innebär kostnader som till större delen måste betalas via skattsedeln. Sådana beslut är naturligt nog inte populära men att skjuta dem på framtiden är Döbelns medicin. Det blir dyrare att bota miljöskador i morgon genom att det då kan krävas betydligt mer omfattande åtgärder, i

värsta fall har skadan redan hunnit bli oreparerbar.

Denna förklaring gäller dock inte beslut att bygga t.ex. kraftvärmeverk i större städer som ger en teknisk lösning på svåra luftföroreningsproblem och som samtidigt är en god ekonomisk affär. Här finns inga ursäkter för att dröja med ett politiskt beslut.

De tekniska miljöskadorna utgör ett stort och mångfasetterat problem. En god totallösning kräver god vilja, stora resurser och samverkan mellan många parter. Detta i sin tur kräver en initiativtagande, samverkande och övervakande instans, och för detta ändamål har Naturvårdsverket tillkommit. Verket är nyfött, behöver större resurser, saknar några väsentliga organ som t.ex. en särskild sektion för buller. Det som felas bör snarast kompletteras. Naturvårdsverket behövs för att de miljöskador som botas verkligen skall bli botade. □

## Nyckelord

|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| aerob:                              | med närvaro av syre                                                                                                                                                                                                                                                         |
| anaerob:                            | utan närvaro av syre                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Recipient:                          | Sjö eller vattendrag som tillföres renat eller orenat avloppsvatten.                                                                                                                                                                                                        |
| BS, Biokemisk syreförbrukning:      | Mängd syre som förbrukas när det organiska materialet omvandlas. Med BS <sub>7</sub> menas den syremängd i milligram som en liter avloppsvatten förbrukar under 7 dygn och under standardiserade förhållanden. Detta är ett mått på mängden organiskt material i vattnet.   |
| Närsalter:                          | I avloppsvatten lösta salter, företrädesvis fosfor och kvävesalter, som är näringsämnen för vattenväxter och plankton.                                                                                                                                                      |
| Låggradig rening:                   | Mekanisk rening, silning eller sedimentering. Grövre fasta partiklar avskiljes.                                                                                                                                                                                             |
| Höggradig rening:                   | Biologisk rening vid vilken en bakteriekultur omvandlar lösta och uppslammade organiska ämnen till ett avskiljbart slam eller till kolsyra och vatten. Bakteriekulturen kan utvecklas i en bädd genom vilken vattnet rinner eller i det slam som bildas, aktivslammetoden.  |
| Biologisk rening: }<br>Aktivslam: } | se höggradig rening.                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Fällning:                           | En kemisk process varvid en fällningskemikalie tillsättes en lösning av det ämne man vill fälla. Den tillsatta kemikalien bildar fasta partiklar med det lösta ämnet. Dessa fasta partiklar utgör fällningen som "faller" till botten av fällningskärlet och kan avskiljas. |
| Simultanfällning:                   | Fosfaterna fälls ut i samma apparatenhet som den i vilken den biokemiska processen försiggår.                                                                                                                                                                               |
| Efterfällning:                      | Fosfaterna fälls ut i en separat enhet efter den biokemiska behandlingen. Denna del kallas "tredje steget".                                                                                                                                                                 |
| Tredje steget:                      | — se efterfällning.                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Flotation:                          | Om man blåser in eller på annat sätt bildar små luftblåsor som fastnar på fasta partiklar i en vätska så lyfter luftbubblorna partiklarna till ytan där de kan avskiljas. Förfarandet kallas flotation.                                                                     |
| Primärslam:                         | Slam från mekanisk rening — låggradig rening.                                                                                                                                                                                                                               |
| Sekundärslam:                       | Slam från biologisk rening.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Kemiskt slam:                       | Slam från fosforutfällningen.                                                                                                                                                                                                                                               |
| Blandslam:                          | Slam från simultanfällning bestående av blandat sekundärt och kemiskt slam.                                                                                                                                                                                                 |
| pH:                                 | Ett mått på vattnets surhet. Ju mera syra, (t.ex. svavelsyra) vattnet innehåller ju lägre pH. Rent vatten har pH 6–7.                                                                                                                                                       |
| mg/l:                               | Milligram per liter.                                                                                                                                                                                                                                                        |
| P:                                  | Kemiska tecknet för fosfor.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Fe:                                 | Kemiska tecknet för järn.                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Al:                                 | Kemiska tecknet för aluminium.                                                                                                                                                                                                                                              |
| Cl:                                 | Kemiska tecknet för klor                                                                                                                                                                                                                                                    |
| h:                                  | förkortning för timme.                                                                                                                                                                                                                                                      |

# Aktiv vattenvård

*Vi kan  
— och  
vi har råd!*



CIVILINGENJÖR LARS LUNDGREN,  
informationschef i  
Svenska Teknologföreningen



Våra sjöar växer igen därför att vi göder dem med fosfater. Till detta kommer en ytterligare belastning med organiska föroreningar. Endast ca 35—40 % av landets befolkning är ansluten till reningsverk med biologisk rening, ungefär 1/3 är inte ansluten till någon rening alls.

Fosfaterna ökar växtligheten i sjöarna så att det organiska växtmaterialet tre- eller fyrdubblas jämfört med det som finns i ett orenat avloppsvatten. När detta organiska material bryts ner, förbrukas syre, men syretillgången är begränsad av sjöns yta. Får sjön för mycket organiskt material tar syret slut, ett botten slam bildas och sjön växer och slammar igen. Fosfaterna deltar under dessa förhållanden i en cirkelprocess och ackumuleras i vattnet. Ackumuleringen motverkas endast av den vattenomsättning, som på kortare eller längre tid byter ut vattnet i sjöarna.

### **Vad kan vi göra nu?**

Vi kan ta bort fosfaterna genom att fälla med aluminiumsulfat, klorerat järnsulfat eller kalk. Aluminiumsulfat är för närvarande det mest aktuella. Driftskostnaderna är inte oöverstigligen, ca 15 kr. för en 25 000 personers anläggning. Investeringarna är måttliga, 37 kr. per person enligt tillgängliga beräkningar vid denna storlek på verken. Jämför man dessa kostnader med vad de nuvarande verken kostar blir jämförelsen förödande. För en

stad med 25 000 innevånare är investeringen i avloppsledningar drygt 500 kr. per person och i ett konventionellt reningsverk ca 190 kr.

Fosforreduktion kan vi kosta på oss nu. Tekniken är förhållandevis enkel. Problem kan emellertid uppstå och ett sådant är slammet, vars mängd ökar med fosforreduktion. Problemet reduceras emellertid i moderna anläggningar med intensiv luftning av aktiv-slamsteget. Luftningen ger ett slam, som i stor utsträckning brutits ner och "mineraliserats". Man kan också vänta en snabb teknisk utveckling inom detta område. Problemet är att reducera vattenhalten så att ett hanterbart material erhålles. Den för framtiden kanske intressantaste lösningen är att blanda slammet med sopor och kompostera tillsammans. Sådana anläggningar finns redan och fungerar. Problemet är mer organisatoriskt än tekniskt, då det gäller att samordna två skilda verksamhetsgrenar i ett samhälle. Någon skall taga initiativ och ansvar, kanske utöver vad reglementet säger. Detta är svårt men nödvändigt.

Är problemen med vårt vatten lösta när vi inför fosforreduktion? Knappt! Vi använder vårt vatten för att transportera allt mer och allt fler förorenade komponenter. Vissa av dessa borde aldrig komma ut i vattnet. En rad punktsatser för att förhindra att förorenande substanser företrädesvis från industrier kommer ut i avloppen eller i sjöarna kommer att påkallas och även nya reningsprocesser kan bli nödvändiga. Det viktiga nu är emel-

lertid att ur avloppsvattnet ta bort de organiska föroreningar, som kan tas bort i konventionella "höggradiga" reningsverk samt att fälla ut de fosfater, som göder växterna i vattnet. Vi kan tekniken och vi har råd! Att vänta på en teknik som inte finns för att få reningsverk som täcker eventuella framtida behov måste vara fel. Det bästa blir det godas fiende.

### **Reningsverk bör inte bli monument!**

Om vi väntar andra krav om 10—15 år, bör vi bygga flexibelt. Provisorier, enkla konstruktioner och billiga material kan underlätta ändringar i framtiden. Reningsverk bör inte bli monument! De avskrivningstider man räknar med är 30—40 år. Är detta realistiskt? Fyller ett reningsverk som byggdes för 30—40 år sedan sin funktion idag? Kortare avskrivningstider som vid analoga processer i industrin medför att andra byggnadsmaterial blir aktuella. Korrosionsproblemen och kraven på lång livslängd blir mindre. Grova plåtkonstruktioner, t.ex. stora tankar, kan numera byggas för 20—25 kr/m<sup>2</sup>. Anläggningarna bör kunna byggas som moduler, flyttbara, möjliga att dubblera, sälja, byta ut och bygga om, standardenheter som ev. inte alltid är helt anpassade till minimikraven på platsen, men varför skall allt vara det.

Det som kostar mest i fosforreduk-

tionen är kemikalierna. Med en ökad användning bör kostnaderna gå ner, icke minst genom teknisk utveckling och rationalisering. Hela reningstekniken bör utvecklas från planeringsstadiet, där man börjar med en systemanalys av hur reningen bäst skall göras för det aktuella vattenområdet, och hur stora och hur många verken skall vara. Blir det billigare med mindre verk och kortare ledningar eller skall verken vara stora och vattnet föras samman genom tunnelsystem? Dessa frågor bör för varje enskild vattenregion beräknas med hänsyn tagen till recipientens kapacitet, tänkbara framtida krav, optimering av systemets effekt under givna ekonomiska betingelser, flexibilitet, driftskostnader osv. Det administrativa ansvaret för sådana program och beräkningar kan ligga på Naturvårdsverket, som bör tillhandahålla kvalificerad personal och råd för kommuner och industrier.

Vi har en arbetsmarknadssituation, där människor går arbetslösa, välutbildade tekniker har svårt att få anställning när de avslutat sina studier. Detta gäller inte minst de som vanligen arbetar med att bygga reningsverk, väg- och vattenbyggarna. Kapitalmarknaden synes fungera tillfredsställande för närvarande. Kort sagt, allt talar för att det är dags och att alla förutsättningar finns. Planeringsarbetet tar sin tid men idag råder ingen brist vare sig på väg- och vattenbyggare, systemanalytiker eller kemitekniker. Vi kan och vi har råd. Ansvaret vilar på dem som har den politiska makten. □



# Behovet av bättre vattenvård

*Fosforering behövs*



**CIVILINGENJÖR CURT LINDER, SOLNA**

*direktör i AB Bonnierföretagen*

628.192 : 614.777

honen är känsligare. Med en ökad användning för konsumtion så har inte minst genom teknisk utveckling och rationisering. Hela tekniska- och rationiseringsplanering- niken för utveckling från planering- stadier, där man börjar med en system- analys av den tekniska och ekonomiska för den aktuella verksamheten och hur stora och hur många verktyg ska vara. Både det tekniska med mindre verk och kostare tekniker eller skall verkens vara stora och värdet för samman genom tekniska? Dess- frågor för för varje enskild verksam- tion beräknas med några lagar från tekniska kapacitet, tekniska train- ing och krav, omfattning av systemet el- leri under givna ekonomiska beting- set. Tekniska driftkostnader osv. Det administrativa ansvar för sådana program och beslutningar kan inte på- Naturalisverket, som för tillhand- hålla kvalificerad personal och råd för kommuner och industrier.

Vi har en arbetsmarknadssituation, där människor går arbetslös, värdet- dade tekniker har svårt att få anställ- ning när de avslutat sina studier. Det- ta gäller inte minst de som varit på- arbetat med att bygga tekniska- verk och vattenbussar. Kapitalet- marknaden är inte tillräckligt- lade för närvarande. Kort sagt, alla- lade för att det är dags och att alla- lösningar, från finansierings- let tar sin utveckling och tekniska- biter vara sig på verk och tekniska- givna systemnivåer eller tekniska- niken. Vi kan och vi har råd. Ansvaret- litar på dem som har den politiska- makten.

teknisk ut- ut utveckling, så har de- tekniska kapacitet, tekniska train- ing och krav, omfattning av systemet el- leri under givna ekonomiska beting- set. Tekniska driftkostnader osv. Det- administrativa ansvar för sådana program och beslutningar kan inte på- Naturalisverket, som för tillhand- hålla kvalificerad personal och råd för kommuner och industrier.

Vi har en arbetsmarknadssituation, där människor går arbetslös, värdet- dade tekniker har svårt att få anställ- ning när de avslutat sina studier. Det- ta gäller inte minst de som varit på- arbetat med att bygga tekniska- verk och vattenbussar. Kapitalet- marknaden är inte tillräckligt- lade för närvarande. Kort sagt, alla- lade för att det är dags och att alla- lösningar, från finansierings- let tar sin utveckling och tekniska- biter vara sig på verk och tekniska- givna systemnivåer eller tekniska- niken. Vi kan och vi har råd. Ansvaret- litar på dem som har den politiska- makten.

teknisk ut- ut utveckling, så har de- tekniska kapacitet, tekniska train- ing och krav, omfattning av systemet el- leri under givna ekonomiska beting- set. Tekniska driftkostnader osv. Det- administrativa ansvar för sådana program och beslutningar kan inte på- Naturalisverket, som för tillhand- hålla kvalificerad personal och råd för kommuner och industrier.

Vi har en arbetsmarknadssituation, där människor går arbetslös, värdet- dade tekniker har svårt att få anställ- ning när de avslutat sina studier. Det- ta gäller inte minst de som varit på- arbetat med att bygga tekniska- verk och vattenbussar. Kapitalet- marknaden är inte tillräckligt- lade för närvarande. Kort sagt, alla- lade för att det är dags och att alla- lösningar, från finansierings- let tar sin utveckling och tekniska- biter vara sig på verk och tekniska- givna systemnivåer eller tekniska- niken. Vi kan och vi har råd. Ansvaret- litar på dem som har den politiska- makten.

Ökande industrialisering och stigande välbefinnande medför att mängden avfall per invånare växer alltmer. En befolkningsskoncentration till städer och tätorter resulterar i att produktionen av avfall i huvudsak koncentreras till få, relativt begränsade områden.

Den period av markant välbefinnandestigning, ökad industrialisering och fortlöpande urbanisering som vi upplevt efter andra världskriget har därför mycket starkt ökat trycket mot vår miljö. Alltför länge har vi hyst övertro till atmosfärens, vattendragens och närliggande undanskymda markområdens förmåga att ta emot och oskadliggöra en ständigt växande ström av avfall. Följden har blivit en påtaglig luftförorening i våra största tätorter, allvarliga föroreningar av sjöar och vattendrag samt nedskräpning av naturen. Vi börjar alltmer komma till insikt om att miljön utgör en väsentlig del av vår levnadsstandard. En standardhöjning som bekostas av miljöförstöring är därför en chimär. Omhändertagandet och oskadliggörandet av miljöförstörande avfallsprodukter måste medtagas som en relevant post i kostnads-kalkylen.

### **Rening av avloppsvatten**

Vattentransporterat avfall tas om hand i våra avloppsreningsverk. Reningen syftar dels till att avskilja avfallet och återställa transportvattnet i sådant skick att det utan olägenhet kan utledas i recipienten, dels till att överföra avskilt avfall i hanterbar form för

slutgiltig disponering. Den senare fasen har hittills inte tillräckligt beaktats, varom slamproblemet vid några av våra större reningsverk bär vittne. Detta får naturligtvis inte åberopas som skäl för att fördröja införandet av reningsmetoder som åstadkommer en bättre avskiljning av föroreningar och därmed större slammängder.

### **Fosforrening behövs**

Avloppsvattnet renas i dag ofta högradigt, dvs. genom en kombinerad mekanisk och biologisk behandling (Tekn. T. 1968 s. 368). Vid denna rening avskiljes ca 90 % av avloppsvattnets innehåll av biologiskt nedbrytbar substans. Lösliga kväve- och fosföroreningar avlägsnas däremot i väsentligt mindre grad, ca 25 %. Dessa föroreningar, vanligen betecknade som när-salter, ger i recipienter med begränsad vattenomsättning, t.ex. sjöar och skärgårdar, upphov till en sekundär organisk förorening av alger. Denna kan i sin tur ge upphov till en indirekt syreförbrukning som kan vara mångfalt större än den som direkt orsakas av den organiska substansen i avloppsvattnet. Beteckningen högradig rening är därför i dessa fall klart missvisande. Det är i regel tillgången på fosfor som reglerar storleken av den sekundära föroreningen i våra sjöar. Man har därför alltmer kommit till insikt om att den konventionella högradiga avloppsvattenreningen oundgängligen behöver kompletteras med ett reningssteg för avskiljning av fosfor, när man har en insjö eller annat

lagnvattenområde som recipient för avloppsvattnet.

Man har ibland ifrågasatt om införandet av detta reningssteg är tillräckligt för att rädda våra vatten. Härtill kan genmåsas att det är klart att fosfor i många fall spelar huvudrollen för uppkomsten av sekundär förorening. Naturligtvis kan man ej garantera att inga ytterligare åtgärder behövs efter införandet av ännu ett reningssteg vid våra kommunala reningsverk. En ändring av konsumtionsvanorna skulle t.ex. kunna tillföra avloppsvattnet ämnen som ej avskiljs i en trestegsanläggning. Är detta avfall skadligt för vattendragen måste man söka minska eller eliminera skadeverkningsarna genom lämpliga åtgärder.

Det har sagts att vattenvård inte medför någon ekonomisk vinst utan i stället kräver stora uppoffringar från samhällen och industrier. Det må vara att vattenvården på kort sikt kan te sig som en ekonomisk belastning. Sett på något längre sikt måste emellertid varje åtgärd som syftar till att begränsa skadeverkningsarna på en av våra främsta naturtillgångar anses som en god investering. □

CIVILINGENJÖR LARS ULMGREN,  
STOCKHOLM  
verksam vid Institutionen  
för Kemisk Apparaturteknik, KTH.



# Metoder för reduktion

***Biologiska och kemiska metoder,  
adsorption, Attisholz,  
direktfällning.***



**CIVILINGENJÖR LARS ULMGREN,**  
**STOCKHOLM**  
verksam vid Institutionen  
för Kemisk Apparatteknik, KTH.

628.3 : 546.18



För rening av kommunalt avloppsvatten använder man för närvarande i huvudsak två metoder, låggradig (eller mekanisk) rening samt höggradig (eller biologisk) rening. Vid låggradig rening avskiljer man på mekanisk väg (genom silning och sedimentering) grövre fasta föroreningar. Dessa utgörs huvudsakligen av organiskt material. Vid höggradig rening omvandlar man på biologisk väg huvuddelen av den lösta organiska substansen som finns kvar i låggradigt renat avloppsvatten till sedimenterbart slam, medan en annan del oxideras till oorganiska ämnen, såsom kolsyra av vatten, fig. 1. Genom låggradig rening kan man reducera avloppsvattnets BS med ca 30 % och genom konventionell höggradig rening med 85—95 %.

Som mått på vattnets halt av biologisk nedbrytbar organisk substans använder man vanligen dess biokemiska syreförbrukning (BS). Denna bestäms på laboratoriet under standardiserade betingelser. Med BS<sub>5</sub> menas den mängd syre i mg som 1 l avloppsvatten förbrukar på fem dygn. Numera anges ofta i stället BS<sub>7</sub>, dvs. syreförbrukningen på sju dygn. Stundom anges även den biokemiska syreförbrukningen per till avloppsanläggningen ansluten person och dygn, som i Sverige är ca 75 g. Detta motsvarar 150 mg/l avloppsvatten, om vattenförbrukningen är 500 l/p,d.

### Fosfors inverkan på recipienten

Förutom organisk substans innehåller avloppsvattnet närsalter, huvudsakli-

gen fosfor- och kväveföreningar, som göder växtligheten i vattnet och därmed åstadkommer en sekundär förorening i det vattendrag som tjänar som recipient. Dessa salter passerar reningsverket relativt obehindrat. Fosfor förekommer i avloppsvattnet antingen i löst eller olöst form som ortofosfat, polyfosfater eller organiska fosfater. De inbördes relationerna mellan dessa varierar. Mekanisk och biologisk rening medför viss reduktion och omfördelning av fosfor.

När på konventionellt sätt höggradigt renat avloppsvatten leds ut i en sjö intensifierar de med avloppsvattnet tillförda växtnärsämnena, främst fosfor, produktionen av plankton, strand- och vattenväxter. Den ökade produktionen av organisk substans ger i sin tur en ökad sedimentering av organiskt material. Därmed ökas syreförbrukningen i sjöns djupare vattenskikt. Kraftig övergödning kan ge upphov till anaerob (syrefri) miljö i sjöns djupare skikt. När syre finns i bottenvattnet binds fosfor som fosfat av trevärt järn i slammet. Det sker inte längre då vattnet blir syrefritt. Fosfor fortsätter då att delta i näringscirkulationen i sjön.

Med hänsyn till sjöarnas sins emellan starkt varierande egenskaper måste alla riktvärden för tillåtlig fosforhalt i sjövattnet anses som osäkra. Ett från reningssynpunkt uppnåeligt tekniskt riktvärde som ofta användes är 0,5 mg/l fosfor i det renade avloppsvattnet. Orenat avloppsvatten håller 6—10 mg/l P.

### Utländska erfarenheter

Då olägenheterna av en övergödning

av vattendragen med fosfor framför allt uppträder i insjöar är det naturligt att man ägnat relativt ringa intresse åt detta problem i de tätbefolkade och starkt industrialiserade men sjöfattiga delarna av Storbritannien, Frankrike och Västtyskland. Man har emellertid haft vissa övergödningssproblem t.ex. i Bodensjön, som bl.a. tjänstgör som vattentäkt för stora delar av Sydtykland, i vattenreservoarer i Ruhrs flodområde (Tekn. T. 1966 s. 1116).

Schweiz är liksom Sverige sjörikt. Här har man sedan länge kunnat observera övergödningens verkningar i många bl.a. från rekreationssynpunkt värdefulla sjöar. I t.ex. Zürichsjön är vattnet, som förr var mycket klart, nu grumligt och djupvattnets syrehalt har minskat påtagligt. Man har nu i flera kantoner utfärdat föreskrifter om fosforreduktion vid de kommunala avloppsverken och flera verk härför är redan i drift.

I Väst-Tyskland och Schweiz har möjligheten för reduktion av fosforhalten i avloppsvattnet undersökts ingående dels vid avloppsverk, dels på laboratorier och i försöksstationer.

I USA påvisades i mitten på 1940-talet övergödning i ett antal sjöar i Wisconsin genom växtnärsämnena i tillfört kommunalt avloppsvatten. Relativt nyligen har man upptäckt på-

tagliga olägenheter av övergödning i flera av de Stora Sjöarna mellan USA och Kanada. I Eriesjön är t.ex. algblomningen sommartid nu så riklig att vattenverken runt sjön fått svårigheter. På flera håll i USA har därför intresset för fosforreduktion av avloppsvatten ökat starkt. Man är uppenbarligen nu beredd satsa stora summor på forskning och teknisk utveckling inom detta område. Ett exempel härpå är en försöksstation som uppförs i anslutning till ett avloppsreningsverk i Chicago. Här skall man få möjlighet att prova olika nya förfaranden i halvstor till teknisk skala för att få fram erfarenheter, som direkt kan tillämpas vid utbyggnad av avloppsverken inom området.

### Metoder för fosforrening

De metoder som i dag finns för fosforreduktionen kan delas i tre grupper, biologiska metoder, adsorptionsmetoder samt kemiska fällningsmetoder.

#### Biologiska metoder

Vid biologisk rening bindes fosfor i cellsubstansen. En växande cellmassa "extraherar" kontinuerligt fosfor från

