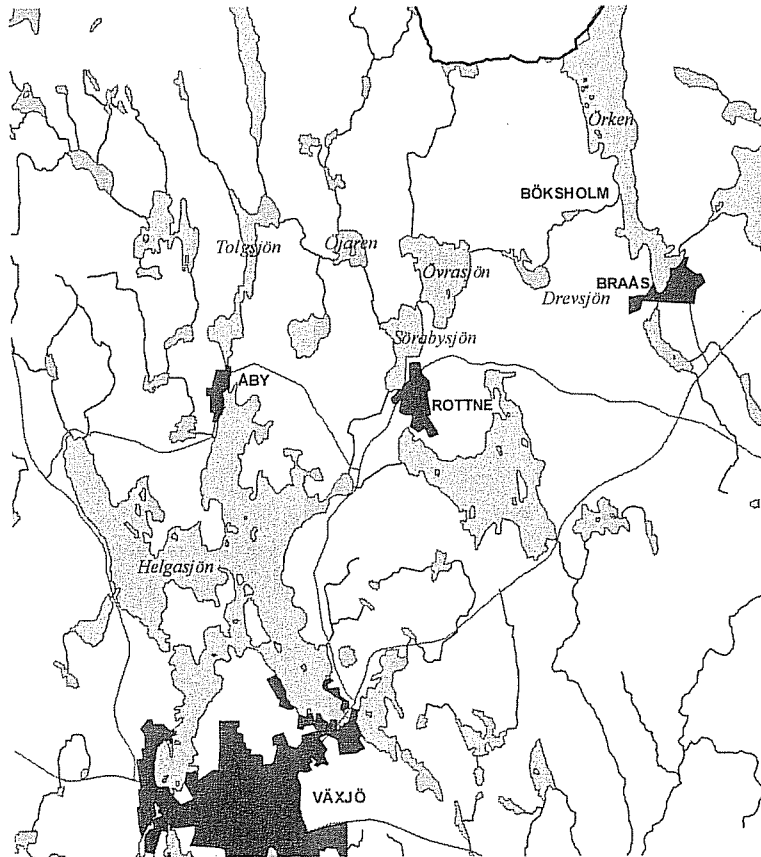


Sjöar nedströms Böksholm

- en undersökning av klorerade
organiska ämnen och metaller i
sex sjöar nedströms Böksholms
f.d. sulfittfabrik.



LÄNSSTYRELSEN
I KRONOBERGS LÄN

Sjöar nedströms Böksholm
ISSN 1103-8209, 2000:35
En rapport från Natur- och kulturmiljöenheten
Text: Leif Karlsson
Omslagsbild: GIS-karta, Christina Jonasson
Tryckt av Länsstyrelsens repro
Utgiven av:



Innehållsförteckning

| | |
|---|----|
| Sammanfattning | 3 |
| Bakgrund och syfte | 5 |
| Ordlista | 6 |
| Föroreningarnas ursprung | 7 |
| Undersökta sjöar och gjorda analyser | 8 |
| Hydrologi | 9 |
| Litteraturuppgifter | 10 |
| Produktion | 10 |
| Blekningsprocessen | 10 |
| Blekeriavloppsvatten | 10 |
| Nedbrytning, omvandling m.m. | 11 |
| Omräkningar | 12 |
| Spridning | 12 |
| Halter | 13 |
| Effekter | 13 |
| Skyddsvärden | 15 |
| Resultat | 16 |
| Sediment | 16 |
| Fisk | 20 |
| EPOCl och klorfenolära ämnen | 22 |
| Fenantren | 23 |
| Föroreningsmängder i sedimenten | 24 |
| Diskussion och slutsatser | 27 |
| Ämnenas toxiska egenskaper | 27 |
| Utbredning, halter och mängder av föroreningar i sediment | 28 |
| Kvicksilver och kadmiumhalter i fisk | 28 |
| Jämförelse med Örserumsviken | 29 |
| Spridning av EOCl | 30 |
| Nedbrytning av EOCl | 31 |
| Effekter av föroreningarna | 31 |
| Behov av fortsatta undersökningar och åtgärder | 33 |
| Referenser | 34 |
| Bilaga 1 Tabell över rådata | |

Sammanfattning

Syftet med undersökningen har varit att utreda utbredning, tillgänglighet och spridningsförutsättningar för kvicksilver, kadmium och extraherbart organiskt bundet klor (EOCl) i Mörrumsåns vattensystem nedströms den nedlagda sulfitfabriken i Böksholm.

Undersökta sjöar är Drevsjön, Övrasjön, Sörabysjön, Öjaren, Tolgsjön och Helgasjön nedströms Böksholm. Sjön Örken, uppströms Böksholm, har varit referenssjö.

Från klorblekningsprocessen vid Böksholms sulfitfabrik har ca 100 ton EOCl släppts ut i Mörrumsån från 1950-talets början till 1979 då driften upphörde. Cirka 30 ton av detta finns idag ackumulerat i sedimentet i de sex närmsta sjöarna nedströms fabriken. En stor påverkan från Böksholmsfabriken, med avseende på EOCl, har konstaterats i Drevsjön, Övrasjön och Sörabysjön. Halterna sjunker nedströms i vattensystemet. Även den långt nedströms liggande Helgasjön är troligen påverkad av utsläppen från sulfitfabriken.

Huvuddelen av det EOCl som idag finns i sjösediment har hamnat i respektive sjö under den tid fabriken var i drift. Fördelningen av föroreningen i sedimenten tyder på att en viss transport nedströms i vattensystemet även sker i dag.

Länsstyrelsen bedömer det emellertid som ytterst osannolikt att denna förorening skall kunna påverka Växjö's dricksvatten.

Kvicksilver- och kadmiumhalterna i såväl sediment som fisk är tämligen låga i de undersökta sjöarna.

Många av de i EOCl ingående ämnena i utsläppen från klorblekerier är oidentifierade och kunskapen om deras omvandlingsprocesser och nedbrytning i såväl vatten som sediment är oklar. Föroreningssituationen är därför mycket komplex. De mest farliga miljögifterna har dock inte hittats i anmärkningsvärda halter i Böksholmsområdet.

Provfisken från 1970-talet har visat att mört och abborre i Övrasjön troligen haft en svår period men under 1970-talets senare hälft nådde bestånden en normal sammansättning. Drevsjön var så svårt skadad under driftstiden att fisk inte trivdes där. I Sörabysjön och nedströms har inga andra effekter än gödningseffekter konstaterats.

På den fisk som fångats inom detta projekt i Böksholmsområdet har inga synliga skador i form av sår, fenskador eller deformationer kunnat konstateras.

Svårigheter att fånga mindre abborre i Drevsjön under det fiske som utförts inom projektet kan bero på toxisk inverkan från sedimentet.

Undersökningar vid Norrlandskusten har visat att mussellarver och fisk påverkas av sediment som förorenats med blekeriavloppsvatten. Därför finns det skäl att misstänka att sedimenten från

åtminstone de mest förorenade sjöarna nedströms Böksholm kan ge effekter på biotan.

De mycket höga halterna av EOCl i Drevsjön och Övrasjön, och den osäkerhet som finns om ingående ämnen och deras eventuella miljöpåverkan, gör att fortsatta undersökningar behövs för ett klarläggande.

Länsstyrelsen bedömer att ytterligare undersökningar behövs i form av en materialbalansstudie för klororganiska ämnen i de nu undersökta sjöarna. Parallellt med detta bör biologiska undersökningar med inriktning på hälsoeffekter på abborre utföras.

Bakgrund och syfte

Böksholms sulfitfabrik har under driftstiden från början av 1900-talet till nedläggningen 1979 påverkat Mörrumsån där utsläppen skett. Från 1954, när en stor produktionsökning skedde, till 1972, när en reningsanläggning togs i drift, var påverkan mycket stor. Huvuddelen av utsläppen var relativt lättnedbrytbara organiska ämnen som under driftstiden orsakat betydande olägenhet med bl.a. syrgasbrist och fiskdöd. Utsläppen från den klorblekning som skedde från början av 1950-talet till nedläggningen 1979 har dock ackumulerats i sedimenten i nedströms liggande sjöar. Tidigare undersökningar har visat på en stor förorening av AOX i sediment i Drevsjön och Övrasjön. Även kvicksilver och kadmium har konstaterats i förhöjda halter.

Länsstyrelsen har med medel från Naturvårdsverket gjort ytterligare undersökningar av sediment och fisk i samtliga sjöar från Böksholm ner till Växjö. Syftet har varit att utreda utbredning, tillgänglighet och spridningsförutsättningar för kvicksilver, kadmium och klororganiska ämnen i Mörrumsåns vattensystem nedströms den nedlagda sulfitfabriken i Böksholm.

För att få en bättre bild över innehållet av mer svårnedbrytbara klororganiska ämnen har parametrarna EOCl och EPOCl använts istället för den AOX-analys som gjort i en tidigare undersökning i Drevsjön och Övrasjön. Dessutom finns ett betydligt större jämförelsematerial för dessa parametrar.

Ordlista

1+-abborre - drygt 1-årig abborre som vuxit under två somrar. I storlek 7-11 cm, beroende på sjötyp och näringstillgång.

Akkumulationsbotten - område i en sjö där partiklar som fallit till botten slutligen hamnar. I regel i sjöns djupområden.

AOX - Adsorberbar organiskt bunden halogen. En metod att mäta den mängd halogener (fluor, klor, brom, jod och astat) som är bunden till organisk substans som fastnar på aktivt kol.

Bioackumulerbar - ämnen som ackumuleras i levande organismer.

Biota - allt levande.

Cd - Kadmium.

COD - Chemical Oxygen Demand - kemisk syreförbrukning. Ett sätt att mäta mängden syrekrävande organiskt material.

EOCl - Extraherbar organiskt bunden klor. En metod att mäta den klor som är bunden till organisk substans vilken är extraherbar (urlakningsbar) med organiskt lösningsmedel.

EPOCl - Extraherbart persistent (motstår syrabehandling) organiskt bundet klor. Analysmetod.

Eutrof - näringsrik.

Fenerosion - skador på fiskens fenor.

GF - Glödförlust. Proverna har glödgats vid 550° C. Anger halten relaterad till organiskt material.

Gonad - vävnad som bildar rom och mjölke. Könskörtlar.

Hg - Kvicksilver.

Hydrofob - vattenskyende.

IG - (loss on ignition) GF.

Kolloid - ämne som är mycket finfördelat i t.ex. vatten. Partiklarna är i storlek mellan 1 nm (10^{-9}) och 1 μm (10^{-6}).

Miljö/Cellulosa - Projekt hos Naturvårdsverket där bl.a. biologisk påverkan av blekeriutsläpp undersöktes.

Mopsskalle - framifrån intryckt skalle. Konstaterat hos gäddor.

Toxisk - giftig.

TOCl - Totalt organiskt klor. Analysmetod.

TOX- Total organisk halogen. Analysmetod.

TS - Torrsubstans. Proverna har torkats vid 105° C. Anger halten relaterad till torrt material.

VS - Våtsubstans. Färskvikt. Halten i fisk anges oftast relaterad till våtsubstans.

Föroreningarnas ursprung

Kadmium finns i låga halter i vreden och antas komma från utsläppen vid massakokningen.

Kvicksilver förekommer som en förorening i den lut som använts vid massakokningen. I slutet av 1960 började man använda lut som renats från kvicksilver. Halten kvicksilver i luten var då mindre än 0,5 mg/l efter att tidigare varit betydligt högre.

De klororganiska ämnena antas huvudsakligen komma från den klorblekning som skett från början av 1950-talet.

Indikationer på fenantren i sediment i Drevsjön kan sannolikt härledas till den mineralolja som konstaterats i Mark och Vatteningenjörens undersökning (3).

Undersökta sjöar och gjorda analyser

De sjöar nedströms bruket som undersökts, är i ordning räknat från Böksholm, Drevsjön, Övrasjön, Sörabysjön, Öjaren, Tolgsjön och Helgasjön. Sjön Örken, uppströms Böksholm, har varit referenssjö.

Sedimentprover har tagits med rörhämtare av Växjö kommuns provtagningsgrupp. Fiskena efter 1+-abborre har utförts av Länsstyrelsen i Kronobergs län.

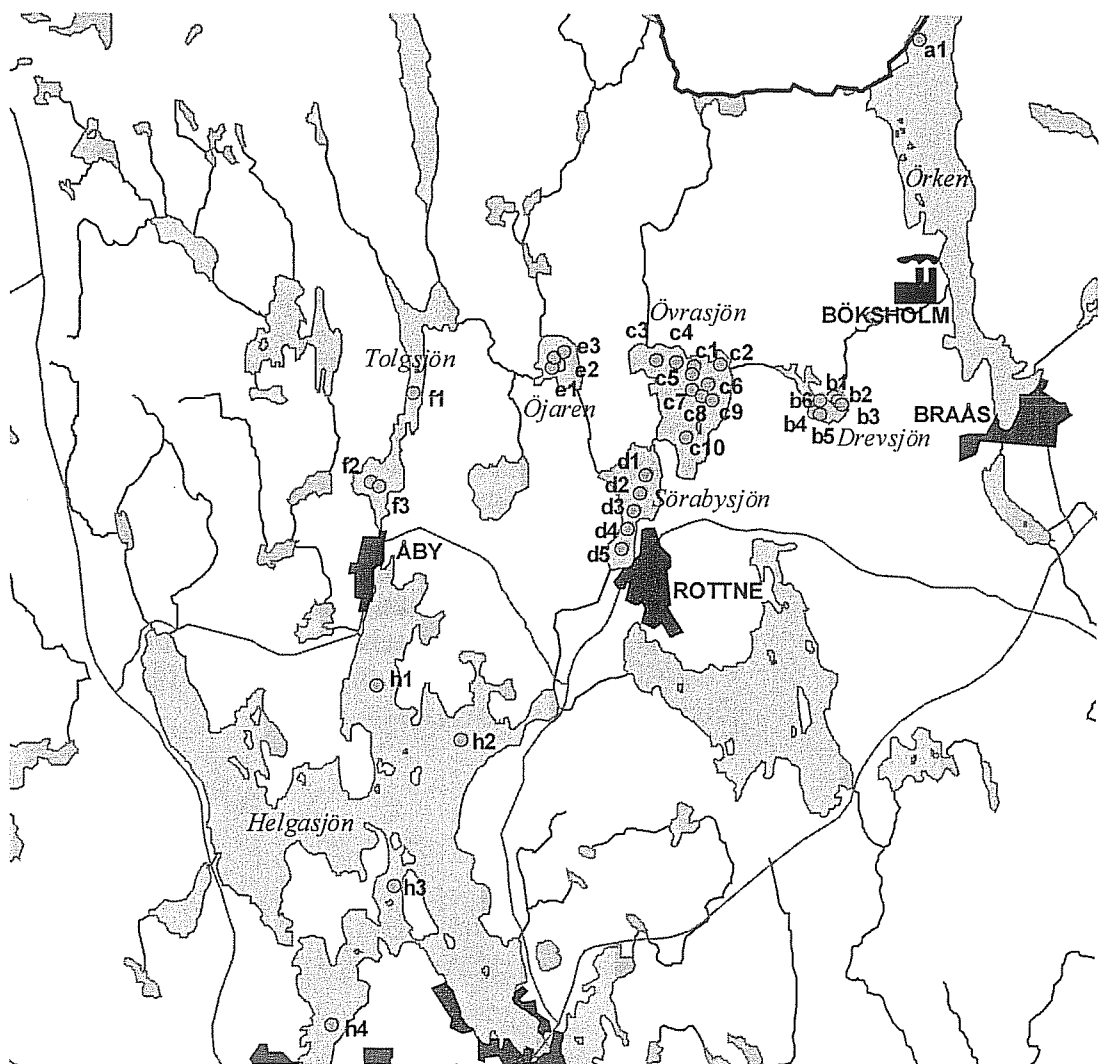


Bild 1. Provtagningspunkter för sediment.

Sedimenten har analyserats med avseende på EOCl, EPOCl, kvicksilver, kadmium, klorfenoler, klorguajakoler och klorveratroler. I fisk har kadmium och kvicksilver undersökts.

Analyserna av EOCl och EPOCl har gjorts på SINTEF Kjemi i Oslo. Miljölaboratoriet i Nyköping har analyserat klorfenoler, klorguajakoler och klorveratroler. Metallanalyserna i både fisk och sediment har utförts av KM-lab.

Databearbetning av tidigare analyser av klorguajakoler m.fl. med gaskromatografi och masspektografi vid Miljölaboratoriet visade att alkylerade fenantrener finns i betydligt större omfattning i Drevsjön än i övriga sjöar. Med denna metod går det dock inte att bestämma halten.

Av de prover som skickats för analys av EOCl var en del lock öppna vid ankomsten till laboratoriet och en del material hade runnit ut. Nytt material som kvarstod efter analys vid ett annat laboratorium sändes och dessa prover blandades före analys. Två prover tappades under extraktionen och nya prover översändes. Vid detta laboratorium var TS-halten betydligt högre för samtliga prover än på de två andra laboratorierna. Eftersom avvikelserna inte är systematiska så görs ingen korrigering av EOCl-halterna.

Hydrologi

Övrasjön, Sörabysjön och Övrasjön är grunda sjöar med ett medeldjup mindre än 3 meter och med mycket kort omsättningstid, mindre än 1 månad.

Drevsjön är i princip en utvidgning av Mörrumsån. Medeldjupet är 0,5 m och utbytestiden i genomsnitt ca 2 dagar. Andelen ackumulationsbotten är därför liten. På grund av den rika flytblads- och undervattensvegetationen samt en rotfilt kan sedimentet ändå antas ligga relativt stilla i sjön. Enligt muntliga uppgifter förekommer att delar av botten kan lossna och transporteras nedströms. Kultursedimentens medelmäktighet i 45 borrhål i Mark & Vattens undersökning var 27 cm (3). De översta 10 centimetrarna innehåller synliga växtdelar och rotfilt.

Drevsjöns nivå sänktes med 75 cm i början av 1900-talet. Arealen var enligt äldre kartor ca 175 ha. Enligt nuvarande kartor är den ca 60 ha (2).

Örken och Helgasjön är större sjöar med ett medeldjup på ca 7 m och med en omsättningstid på ca 1 år.

Litteraturuppgifter

Produktion

Årsproduktion av massa vid Böksholms sulfitfabrik: (16)

Från 1951 7500 ton

Från 1954 31500 ton

Från 1961 50000 ton

Från 1972 60000 ton

Blekningsprocessen

Blekning av massa vid Böksholm anmäldes 1947 (16).

Syftet med klorblekning av pappersmassa är att avlägsna ligninet. Vid de olika delstegen i blekningsprocessen löses ligninet ut ur veden. Då sker en nedbrytning av lignin till enklare beståndsdelar som genom klorbehandling kloreras (7).

Blekeriavloppsvatten

Karaktäristiska utsläpp från totalavlopp från blekning av barrveds-sulfatmassa per ton producerad massa: (8)

COD - 80 kg

TOCl 5,2 kg

Kloroform 0,3 kg

Klorfenoler 3 g

Klorguajakoler 10 g

I luftade dammar reduceras TOX med en tredjedel (7).

Utsläpp från klorblekerier är av mycket komplex natur. Från enkla klorerade kolväten som kloroform till stora komplicerade ligninföreningar. (7)

Ca 80 % av den organiskt bundna klore i avloppen från konventionell blekning av barrvedssulfatmassa finns i klorerade, högmolekylära ligniner (molekylvikt >1000) (15).

Den högmolekylära fraktionen bedöms vara biologiskt inaktiv och icke toxisk på grund av molekylstorleken (18).

Det högmolekylära materialet består huvudsakligen av ett starkt oxiderat material från ligninet. Materialet är huvudsakligen av alifatisk natur med högt innehåll av alkener och karboxylsyregrupper. Mindre mängder aromatiska ämnen finns också. Oligo- och polysackarider ingår. Det högmolekylära materialet svarar för en stor del av COD och det organiskt bundna klore i utsläppet (18).

Den lågmolekylära fraktionen innehåller en rad konstaterat toxiska och bioaccumulerbara substanser som t.ex. klorfenoler, klor-katekoler och klorguajakoler. Dessa ingår i den extraherbara fraktionen (7).

Av de lågmolekylära ämnena har ca hälften identifierats och ca 300 föreningar har spårats (17).

Äldre klorblekeriutsläpp medförde större utsläpp av organiska klorerade ämnen och lågmolekylära klorerade föreningar. Klore-ringsgraden var också högre (18).

I praktiken är den komplexa sammansättningen av blekeri-avloppsvatten svår att beskriva kemiskt. Dessutom undergår ämnena nedbrytning och andra förändringar under transporten i vattnet. Utan riktig kunskap om de exponerande doserna så ökar problemet ytterligare när effekterna skall fastställas. Bedömning av de ekologiska/biologiska effekterna längs en gradient i det förorenade området kombinerat med bekräftande biologiska tester i ett laboratorium är den strategi man får välja för visa effekter av en sådan komplex förorening (18).

Trots att så många ämnen identifierats i utsläppen har få av dem konstaterats i organismer som påverkats av utsläppen (18).

I avloppsvattnet dominerade lågmolekylära substanser, medan de föroreningar som återfanns i fisk respektive sediment till största delen var av högmolekylär natur. Ca 60 % av EOCl i sedimentet var neutralt och detta hade en hög oktanol/vattenfördelningskoefficient ($>10^3$). EOCl-fraktionen i sedimentet var vidare svårflyktig. Vid en gaskromatografisk jämförelse av låg- respektive högmolekylära EOCl-fraktioner erhållna från avloppsvattnen och sediment från Norrsundet i Gästrikland, visade det sig att endast en mindre del av substanserna som återfanns i sedimentet härstammade från avloppsvattnet (17).

De klorfenolära föreningarna, vilka dominerades av 3,4,5 triklor-guajakol, uppgick till knappt 1 % av EOCl-halten. Bland övriga klor-organiska föreningar dominerade PCB (17).

Nedbrytning, omvandling m.m.

Metabolisering av substanser inom EOCl-poolen är betydelsefull (7).

Många organismer kan producera halogenerade organiska ämnen (18).

Lägre organismer har förmågan att på "naturlig" väg bilda klorerad substans. Förvånansvärt höga halter av EOCl i fisk i områden som inte mottar direkta utsläpp kan tolkas som att fisken har förmåga att bilda EOCl ur enkla byggstenar (7).

En haltreduktion (för sediment) av EOCl med 50 % över en tid på 2-10 år antyder en låg nedbrytningshastighet (7).

Nedbrytningsförsök av EOCl i sediment visar inga snabba förändringar över en period av 6 månader (7).

Omräkningar

För avloppsvatten (sulfat) gäller att 1-5 % (i medeltal 2 %) av TOCI (AOX) är extraherbart (EOCI). Beträffande sediment visar pågående försök att en betydligt större andel (30-40 %) av det totala innehållet av organiskt bundet klor utgörs av EOCl (7).

Spridning

För att få upplysningar om spridning av klororganiska ämnen kan EOCl/EOX mätas i sediment. Dessa analyser har däremot inte visat sig vara meningsfulla att utföra på biologiskt material. Detsamma gäller mätning av AOX i vatten och sediment (13).

Skogsindustriella giftsubstanser, liksom andra gifter, torde ha en benägenhet att (delvis) bindas/associeras till olika typer av finmaterial (7).

Spridningen i de akvatiska systemen av den partikelassocierade fraktionen av klorerade substanser bestäms främst av hur finmaterialet sprids och inte främst av substansernas egenskaper. Bärartiklarnas spridning regleras i sin tur av de sedimentologiska och hydrodynamiska förhållandena i recipienten (7).

Många klorerade ämnen har låga ångtryck, vilket reducerar deras lufttransport över längre sträckor (7).

Partikulärt material med högt organiskt innehåll ackumulerar och håller kvar högre koncentrationer av klorerade kolväten än oorganiska partiklar (7).

Koncentrationen av klorerade kolväten minskar generellt med ökande partikelstorlek och adsorption sker till största delen på partiklar mindre än 1 µm i diameter (7).

Om det finns naturligt "löst" humöst material (humuskolloider) i vattenfasen binds klorerade substanser effektivt till dessa kolloider (7).

Organiskt material i kolloidform är bättre bärare av vissa organiska klorerade kolväten än organiskt material i jord och sediment (7).

Det organiska material som binds till grövre partiklar sedimenterar i industriernas närområden, fiberbankar (7).

Uppehållstiderna för vattnet och det suspenderande materialet är av avgörande betydelse för hur mycket av det klorerade materialet som kan sedimentera på olika avstånd från utsläppspunkten (7).

Sedimentationshastigheten för de partikelstorlekar som har stor specifik yta är mycket låga (7).

De partiklar som är de sannolika bärarna av huvuddelen av materialet torde vara organiska komplex som har mycket låga sedimentationshastigheter (7).

Genom upprepade resuspensions- och depositionscykler sker transport till ackumulationsbottnar (7).

Den till mycket fina partiklar bundna delen av det klorerade materialet är sannolikt betydande (7).

Klorerade ämnen i sedimenten kan läcka giftiga metaboliter till det överliggande vattnet (18).

Ett minskat utsläpp av EOCl till Östersjön kommer att resultera i ett snabbt försvinnande i vattenfasen genom sedimentationsprocesser (18).

Halter

Halter på 10-30 mg EOCl/kg IG kan betraktas som normala bakgrundsvärden för sediment (7).

Sammanfattningsvis kan sägas att man p.g.a. naturlig variabilitet vad gäller sedimenttillväxt och resuspension, som manifesterar sig bl.a. i olika IG-värden i ytsediment och omöjliggör att provtagningar av sediment från exakt samma tidsintervall som påverkats av exakt samma bioturbation, måste förvänta en rumslig variabilitet av den storleksordning som dokumenterats i en provyta (55-849 mg/kg IG) (7).

Halterna av EOCl i sediment på 4-5 cm djup under sedimentytan från södra Bottenhavet ligger i intervallet 10-30 mg/kg IG (7).

Halterna av EOCl är lägre i äldre än i recenta sediment. Detta kan vara en följd av nedbrytningsprocesser och/eller ökad tillförsel av klorerat material under senare tid. I de äldre sedimenten är EOCl-halterna likartade eller lägre jämfört med recenta sediment från områden utan lokala utsläppskällor (17).

Halten av EOCl i sediment visar vanligen en gradient i havet från utsläppskällan men i organismer ses inte samma tydliga gradient (18).

Effekter

Samtliga litteraturuppgifter är hämtade från projektet Miljö/Cellulosa och därmed undersökningar i havsvikar.

Individer

Genom att gonadtillväxten var nedsatt hos abborren kan detta leda till en kompensation som visar sig i ökad allmän tillväxt. Även juvenila stadier växer snabbare närmare utsläppet (17).

Den lägre gonadtillväxten antyder en toxisk effekt av utsläppet (17).

Typiska symptom hos abborre var hämmad tillväxt hos könsorganen, förstörd lever, markant induktion av enzymer i leverns avgiftningssystem, ämnesomsättningsrubbnings, förändringar i röd blodcellsstatus, påverkat immunförsvar och störningar i jonbalansen (17).

Den fysiologiska hälsoundersökningen avslöjade en allvarlig påverkan på abborre i Norrsundet. Liknande, men något svagare, fysiologiska effekter har påvisats hos abborre i en annan klorblekerirecipient som är öppnare och med bättre genomströmning än Norrsundet (17).

I recipienterna observerades ett flertal olika fisksjukdomar såsom hudsår, svamp, deformerade gälfilament och gälråfständ, gällocks-förkortning, skelettdeformation, "mopsskalle" och fenerosion. De båda sistnämnda påträffades i höga frekvenser i Norrsundet (17).

I Norrsundsrecipienten konstaterades effekter på abborren 8 km från utsläppskällan. Detta var det längsta avstånd från källan där effektstudier gjordes (17).

Det kemiska monitoringprogrammet i Norrsundet visade att abborren ackumulerade klorerat organiskt material i relation till exponeringen. Detta framgår av resultat från EOCl-bestämningar samt bekräftas av förekomsten av klorerade guajakoler och fenoler hos abborre och snäckor. Flera av de ämnen som förekommer i blekeriavloppet är således biotillgängliga. Vid jämförelse med koncentrationen av TOCl i avloppsvattnet (EOCl utgör ca 1% av TOCl) och AOX i recipienten, framgår att EOCl-fraktionen bio-ackumuleras till en mindre grad än till exempel DDT och PCB. Detta verifieras av laboratorieförsök som visar att fisk och evertebrater endast ackumulerar en ringa del av EOCl från vatten. Endast en begränsad del av det EOCl som finns i avloppsvattnet är således biologiskt tillgängligt (17).

Ämnen i sedimentet som har akut toxisk effekt är mer eller mindre fast bundna till partiklar eller lösta i vattnet mellan partiklarna. Vid försök där musslor utsattes för sådant vatten, från Iggesundssedi-ment, ökade antalet missbildade larver. Toxiskt material frigörs hela tiden från sedimentet. Eftersom huvuddelen av de hydrofoba föro-ningarna lagras i sedimentet kan mängden av potentiellt toxiskt material vara stor där (18).

Bestånd

Abborren lägger rom i samma omfattning i förorenade områden som i referensområden. Ynglen tycks utvecklas normalt och visar ingen ökad dödlighet. I de allra mest förorenade områdena ökar andelen skadade yngel och längd och vikt är lägre än i opåverkade områden. I omedelbar anslutning till avloppet är dödligheten nära 100 % för nykläckta yngel. Bestånden i de kraftigast påverkade områdena är således beroende av en invandring från mindre påverkade områden (18).

Eutrofieringseffekter har konstaterats hos såväl abborr- som mörtbestånd 2-6 km från utsläppet (17).

Tillväxten hos abborrbestånden i den inre delen av recipienten var högre än hos mer avlägsna populationer. Såväl längdtillväxt som kondition (vikt/längd) var högre i de inre delarna. Man kan således ej finna att variationen i tillväxt är betingad av näringsbrist. Dock har visats att gonadtillväxten var lägre i den inre delen (17).

Mörtyngel fanns i hög täthet i eutrofieringszonen 2-6 km från utsläppet. I de inre delarna var antalet mörtyngel lågt (17).

TVå processer sker parallellt i Norrviken. Eutrofiering gynnar mört och gers. Toxiska ämnen hämmar rekryteringen av fiskarter med pelagiala yngel (abborre och gers)(17).

Det är klarlagt att de populationsekologiska förändringarna orsakades av en utebliven rekrytering och en störd produktion (17).

Undersökningar gjordes i Norrsundet, norr om Gävle, före (1984 och 1985) och efter (1988 och 1990) att blekningsprocessen hade modifierats. 1987 var utsläppet av AOX ca 2,8 ton/dygn och 1988-1990 ca 1,5 ton/dygn. Resultaten visar på en förbättring men en signifikant biokemisk och fysiologisk påverkan kvarstod (18).

Utbredningen av blåstång i recipienter för blekeriutsläpp indikerar på att substanserna är giftiga för algen (18).

Kolonisationsexperiment visar att förorenade sediment koloniserar av bottendjur (18).

Det finns inga signifikanta skillnader i utbredning, artantal, artsammansättning och biomassa hos undervattensväxter i förorenade områden jämfört med icke förorenade (18).

Skyddsvärden

Drevsjön är i sin helhet mycket värdefull för fågellivet. I sjön häckar sångsvan, brunand, skedand, vigg, rör- och sävsångare (11).

Helgasjön har mycket stora biologiska värden med bl.a. 10-15 häckande fiskgjusepar. Dessutom är sjön mycket värdefull för det rörliga friluftslivet (11).

Helgasjön är råvattentäkt för Växjös vattenförsörjning.

Resultat

Sediment

Provpunkterna har lagts på ackumulationsbottnar.

I samtliga provpunkter har sediment tagits i nivåerna 0-1 och 1-5 cm.

De i provtagningarna erhållna halterna jämförs i detta kapitel med de halter som angivits i "Metod för inventering av förorenade områden", Naturvårdsverket Rapport 4918 (12). Där ges exempel på indelning av avvikelser från jämförvärde för förorenade sediment. Jämförvärdena för EOCl gäller förorenade havssediment medan de för kvicksilver och kadmium gäller förorenade sjösediment i södra Sverige.

Tabell 1 Indelning av avvikelser från jämförvärde för förorenade sediment

| Ämne (mg/kg TS) | Ingen eller liten påverkan av punktkälla | Trolig påverkan av punktkälla | Stor påverkan av punktkälla | Mycket stor påverkan av punktkälla |
|--------------------|--|----------------------------------|--------------------------------|--|
| EOCl | <30 | 30-150 | 150-750 | >750 |
| Hg | <2 | 2-10 | 10-50 | >50 |
| Cd | <3 | 3-15 | 15-75 | >75 |

Metallhalterna jämförs även med Naturvårdsverkets "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Sjöar och vattendrag, Rapport 4913 (20). Följande indelning görs:

Tabell 2 Tillstånd, halter av kvicksilver och kadmium i sjösediment

| | Hg (mg/kg TS) | Cd (mg/kg TS) |
|----------------------|---------------|---------------|
| Mycket låga halter | < 0,15 | < 0,8 |
| Låga halter | 0,15-0,3 | 0,8-2 |
| Måttligt höga halter | 0,3-1,0 | 2-7 |
| Höga halter | 1,0-5 | 7-35 |
| Mycket höga halter | >5 | >35 |

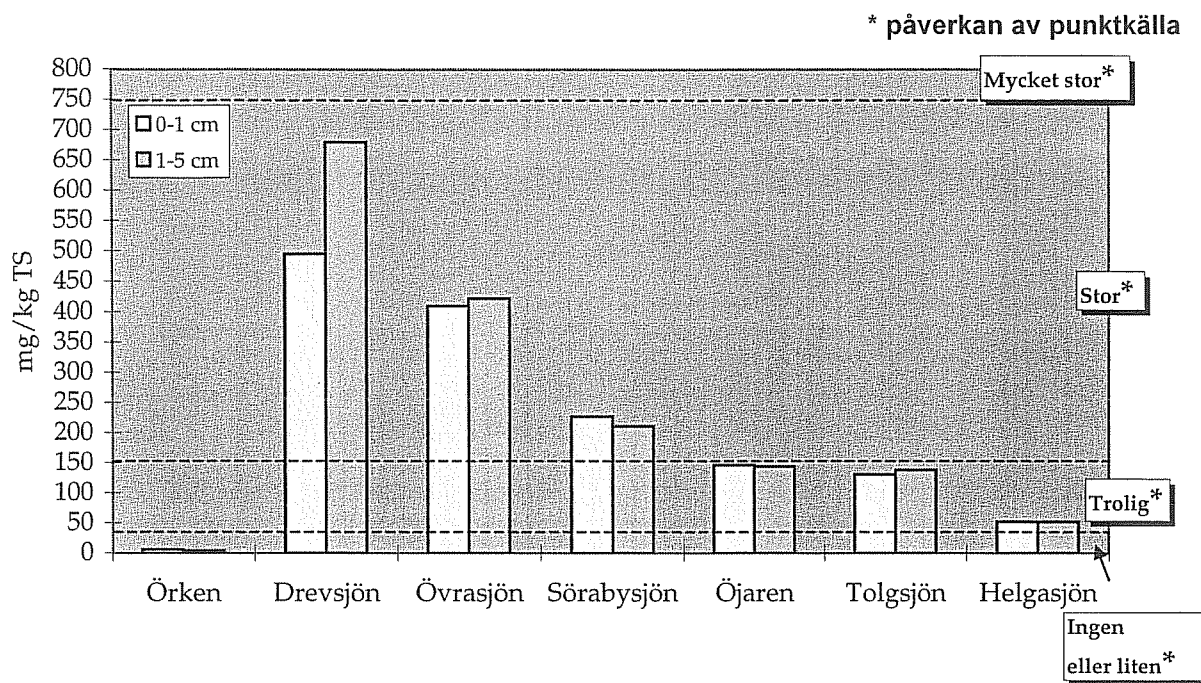


Diagram 1. EOC1-halt i mg/kg TS i sjösediment i nivåerna 0-1 resp. 1-5 cm

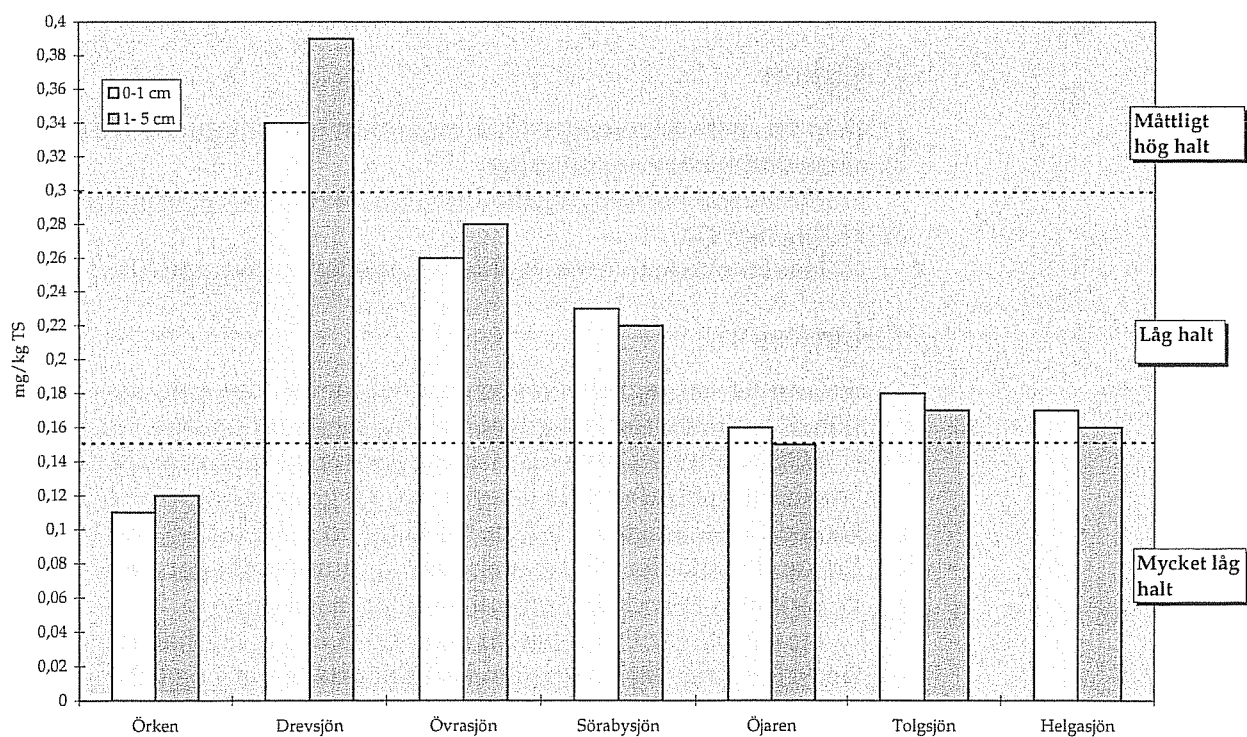


Diagram 2. Medelhalt av kvicksilver i sjösediment i nivåerna 0-1 resp. 1-5 cm

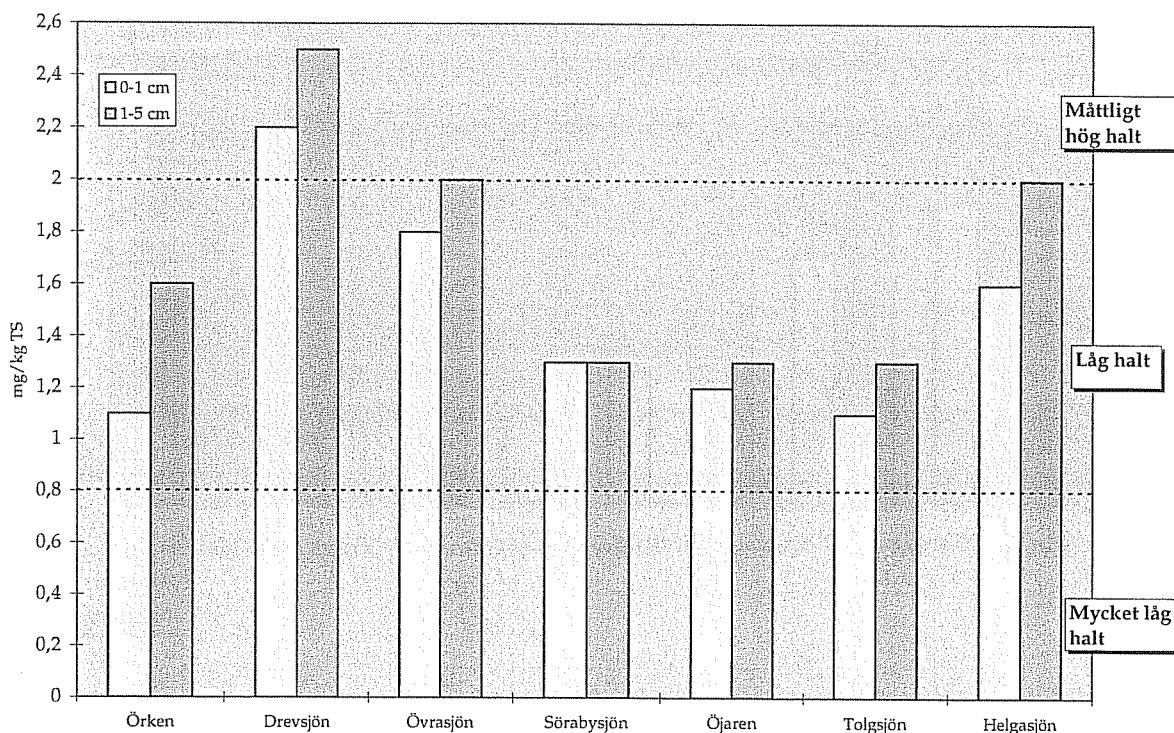


Diagram 3. Medelhalt av kadmium i sjösediment i nivåerna 0-1 resp. 1-5 cm

Örken

I Örken, som är referenssjö, finns endast en provpunkt, belägen i sjöns djuphåla norr om utloppet.

Mätningarna visar ingen eller liten påverkan från punktkälla för EOCI, Hg och Cd.

Halten kvicksilver är mycket låg medan kadmiumhalten är låg.

Drevsjön

Sex prover har tagits i sjön och två har tagits i det gungfly som omger sjön. Resultaten för gungflyet har inte tagits med i tabellen ovan.

EOCI-halten i Drevsjön visar på en stor påverkan av EOCI från Böksholms sulfittfabrik. Halten är ca 100 gånger högre än i Örken. Halten i ytsedimentet (0-1 cm) är lägre än i skiktet 1-5 cm. För Hg och Cd kan ingen eller liten påverkan från punktkälla konstateras.

Kvicksilver- och kadmiumhalten är måttligt höga.

I gungflyet är EOCI-halten lägre än i Örken. Hg-halten är mycket låg (< 0,05 mg/kg TS) medan kadmiumhalten är hög (15 mg/kg TS).

Övrasjön

EOCI-halterna visar på en stor påverkan från sulfittfabriken. Halterna ligger något lägre jämfört med Drevsjön. För Hg och Cd kan ingen eller liten påverkan från punktkälla konstateras.

Kvicksilver- och kadmiumhalterna är låga.

Sörabysjön

EOCl-halten har sjunkit med närmare 50 % jämfört med Övrasjön men visar på en stor påverkan från fabriken. För Hg och Cd kan ingen eller liten påverkan från punktkälla konstateras.

Kvicksilver- och kadmiumhalterna är låga.

Öjaren

EOCl-halten visar på en trolig påverkan från fabriken. För Hg och Cd kan ingen eller liten påverkan från punktkälla konstateras.

Kvicksilver- och kadmiumhalterna är låga.

Tolgsjön

EOCl-halten är ungefär lika hög som i Öjaren. För Hg och Cd kan ingen eller liten påverkan från punktkälla konstateras.

Kvicksilver- och kadmiumhalterna är låga.

Helgasjön

EOCl-halten tyder på en trolig påverkan från en punktkälla. För Hg och Cd kan ingen eller liten påverkan från en punktkälla konstateras.

Kvicksilver- och kadmiumhalterna är låga.

Fisk

EOCI har inte mätts i fisk då de själva kan bilda ämnen som ingår i EOCl ur enklare beståndsdelar.

Kvicksilver- och kadmiumhalten har mätts i 1+-abborre, d.v.s. tvåsomrig abborre fångad i september.

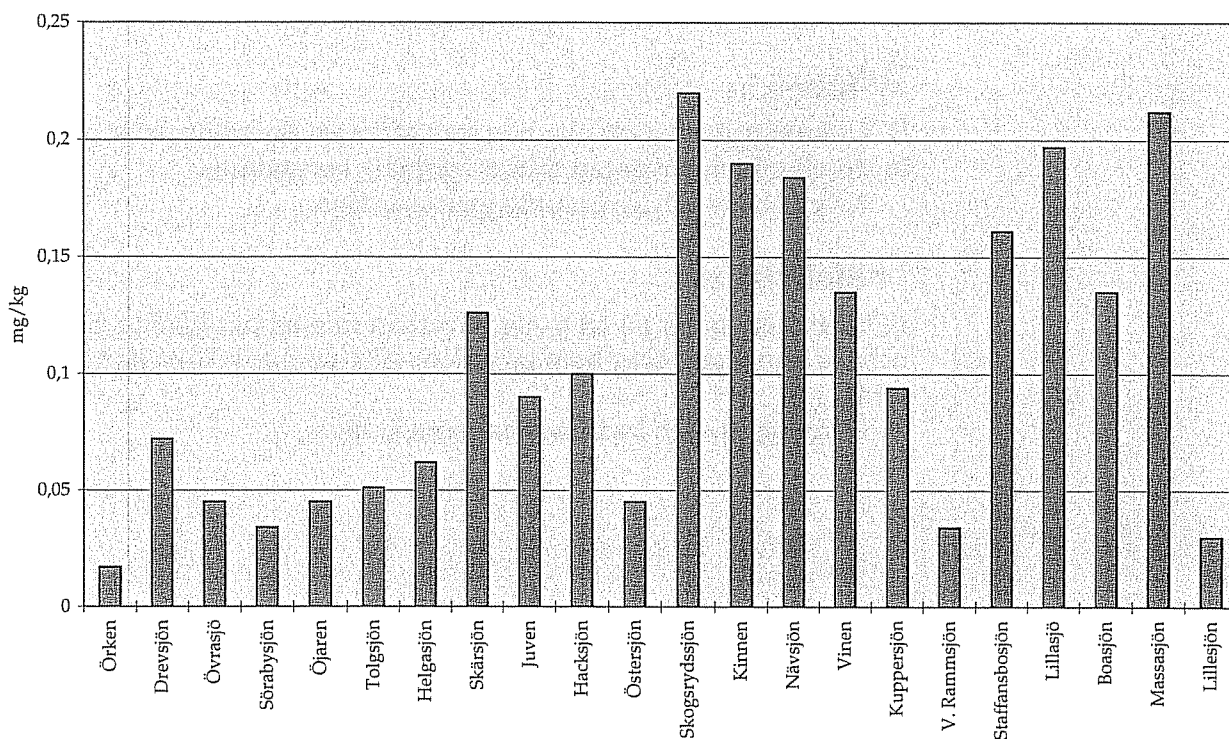


Diagram 4. Kvicksilverhalt i mg/kg VS i 1+ - abborre. Jämförelse med andra sjöar i Kronobergs län.

Den högsta kvicksilverhalten, 0,07 mg/kg VS, uppmättes i Drevsjön. Halterna är låga jämfört med resultaten från undersökningar i andra sjöar, opåverkade från direktutsläpp (med undantag för Skogsrydsjön), som Länsstyrelsen genomförde åren 1987-1988 (9).

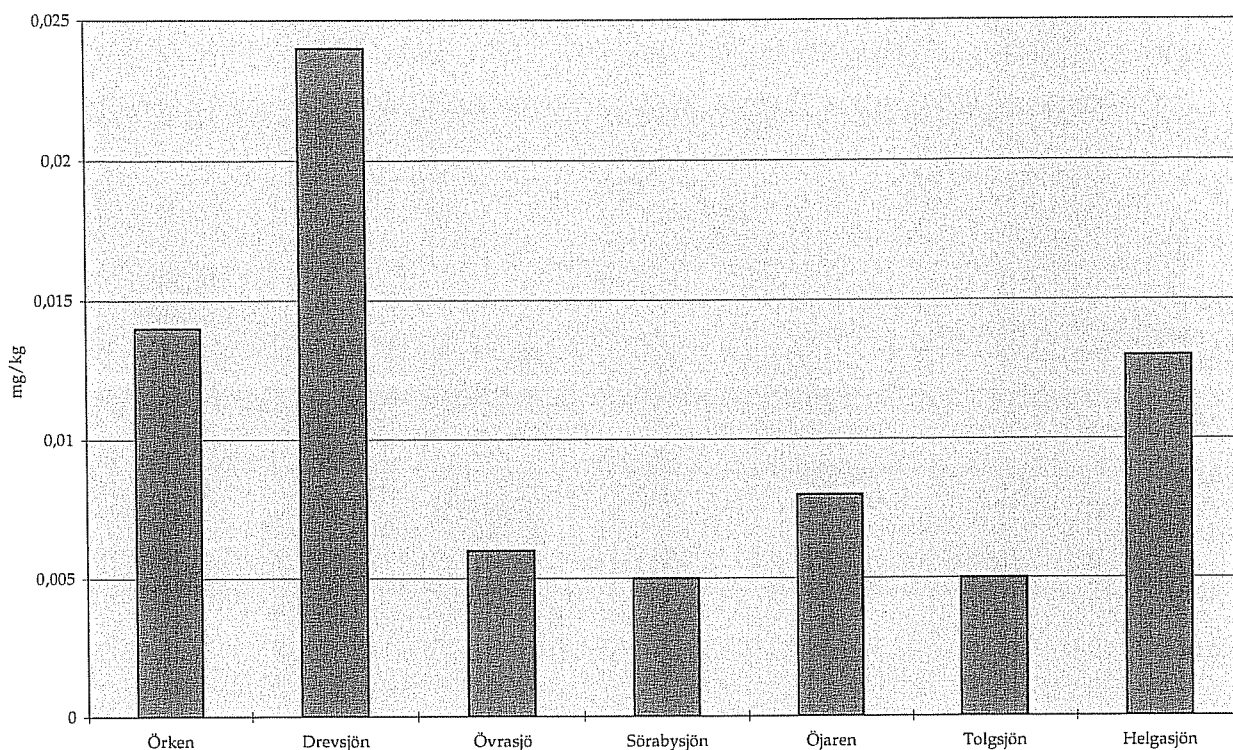


Diagram 5. Kadmiumhalt i mg/kg VS i 1+ abborre

Högsta kadmiumhalten 0,024 mg/kg VS uppmättes i Drevsjön. Halterna är låga och ligger nära värdena i referenssjön.

I Länsstyrelsens register över kvicksilverhalter i enkilos gädda finns en längre tidsserie för Övrasjön.

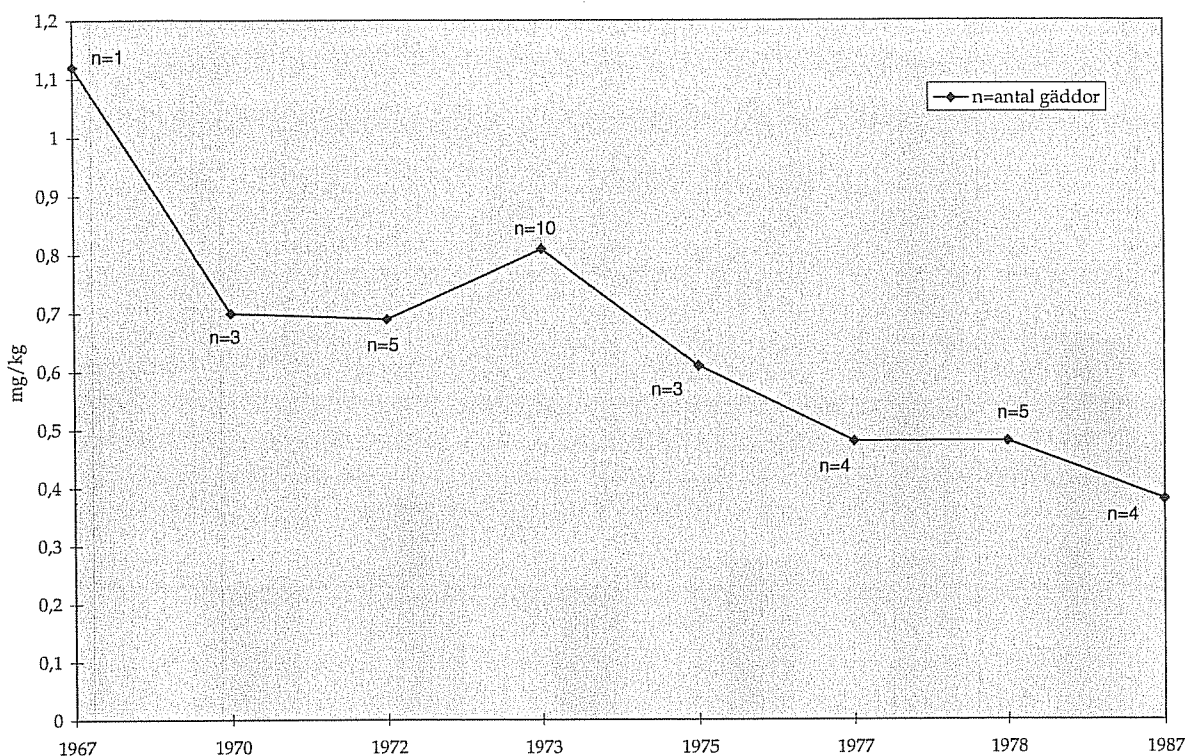


Diagram 6. Kvicksilverhalten i 1 kg gädda i Övrasjön

Kvicksilverhalten där har sjunkit från ca 0,7 mg/kg i början av 1970-talet till under 0,5 mg/kg i slutet av 1970-talet. En analyserad gädda år 1967, vikt ej angiven, hade halten 1,12 mg/kg VS. I Drevsjön analyserades en gädda (vikt 0,6 kg) år 1967 och kvicksilverhalten var 1,1 mg/kg TS. År 1984 analyserades fem gäddor och medelhalten omräknat till enkilos gädda var 0,85 mg/kg. 1987 analyserades fem gäddor och medelhalten i enkilos gädda var 0,48 mg/kg.

EPOCl och klorfenolära ämnen i sediment

EPOCl och klorfenolära ämnen har analyserats i ett mindre antal mätpunkter.

EPOCl utgör mellan 20 och 30 % av EOCl i de flesta mätpunkterna. I en punkt i Drevsjön är andelen 53 %. I projektet Miljö/Cellulosa var andelen mellan 3 och 18 % och vid en station 31 %. I Älvsborgs län har EPOCl och EOCl analyserats i 20 källsjöar utan direktutsläpp. EOCl-halterna låg i intervallet 3-35 mg/kg TS och andelen EPOCl var 50-90 %.

3,4,5-triklorguajakoler har påvisats i tre prover i Drevsjön. Halterna var 3, 11 respektive 13 ng/g TS. I övriga prover är halten

lägre än 2 ng/g TS. För tetraklorerad guajakol och triklorveratrol var halten lägre än 10 ng/g TS i samtliga prover.

Fenantren

Databearbetning av tidigare analyser av klorguajakoler m.fl. med gaskromatografi och masspektografi visade att alkylerade fenantrener finns i betydligt större omfattning i Drevsjön än i övriga sjöar. Med denna metod går det dock inte att bestämma halten.

Föroreningsmängder i sedimenten

Drevsjön

Vid tidigare undersökningar av Drevsjön har man beräknat att kultursedimentens mäktighet är ca 0,3 m och att den öppna sjöytan är ca 74 ha (3). I Drevsjön kan föroreningen beräknas vara jämnt fördelad i kultursedimenten. Vid en genomsnittlig TS-halt på 11 % kan följande mängder beräknas:

| Ämne | Medelhalt mg/kg TS | Mängd kg |
|-------------|-----------------------|-------------|
| EOCI | 588 | 14400 |
| Kvicksilver | 0,36 | 9,6 |
| Kadmium | 2,35 | 62,6 |

Övrasjön

Övrasjöns areal är 505 ha och arealen ackumulationsbotten kan beräknas till ca 338 ha. Föroreningen av EOCl har antagits vara begränsad till de översta 5 cm i sedimentet. Där fiberbankar förekommer finns föroreningen sannolikt djupare ner i sedimentet. TS-halten är ca 9 %.

| Ämne | Medelhalt mg/kg TS | Mängd kg |
|-------------|-----------------------|-------------|
| EOCl | 416 | 6300 |
| Kvicksilver | 0,27 | 3,6 |
| Kadmium | 1,88 | 25,4 |

Sörabysjön

Sjöns areal är 277 ha och arealen ackumulationsbotten kan beräknas till 214 ha. Föroreningen av EOCl bedöms ligga i de översta 5 cm i sedimentet. TS-halten där är 7 %.

| Ämne | Medelhalt mg/kg TS | Mängd kg |
|-------------|-----------------------|-------------|
| EOCl | 219 | 1600 |
| Kvicksilver | 0,23 | 1,7 |
| Kadmium | 1,31 | 9,8 |

Öjaren

Sjöns areal är 133 ha och arealen ackumulationsbotten kan beräknas till ca 104 ha. Föroreningen av EOCl bedöms ligga i de översta 5 cm i sedimentet. TS-halten där är 10 %.

| Ämne | Medelhalt mg/kg TS | Mängd kg |
|-------------|-----------------------|-------------|
| EOCl | 145 | 750 |
| Kvicksilver | 0,15 | 0,78 |
| Kadmium | 1,3 | 6,8 |

Tolgsjön

Sjöns areal är 406 ha och arealen ackumulationsbotten kan beräknas till ca 310 ha. Föroreningen av EOCl bedöms ligga i de översta 5 cm i sedimentet. TS-halten där är 8 %.

| Ämne | Medelhalt mg/kg TS | Mängd kg |
|-------------|-----------------------|-------------|
| EOCl | 134 | 1700 |
| Kvicksilver | 0,18 | 2,2 |
| Kadmium | 1,2 | 14,9 |

Helgasjön

Sjöns areal är 3272 ha (exkl. Örviken). Arealen ackumulationsbotten i den aktuella delen kan beräknas till 2398 ha. TS-halten är ca 7 %.

| Ämne | Medelhalt mg/kg TS | Mängd kg |
|-------------|-----------------------|-------------|
| EOCl | 52 | 4400 |
| Kvicksilver | 0,16 | 13,4 |
| Kadmium | 1,82 | 153 |

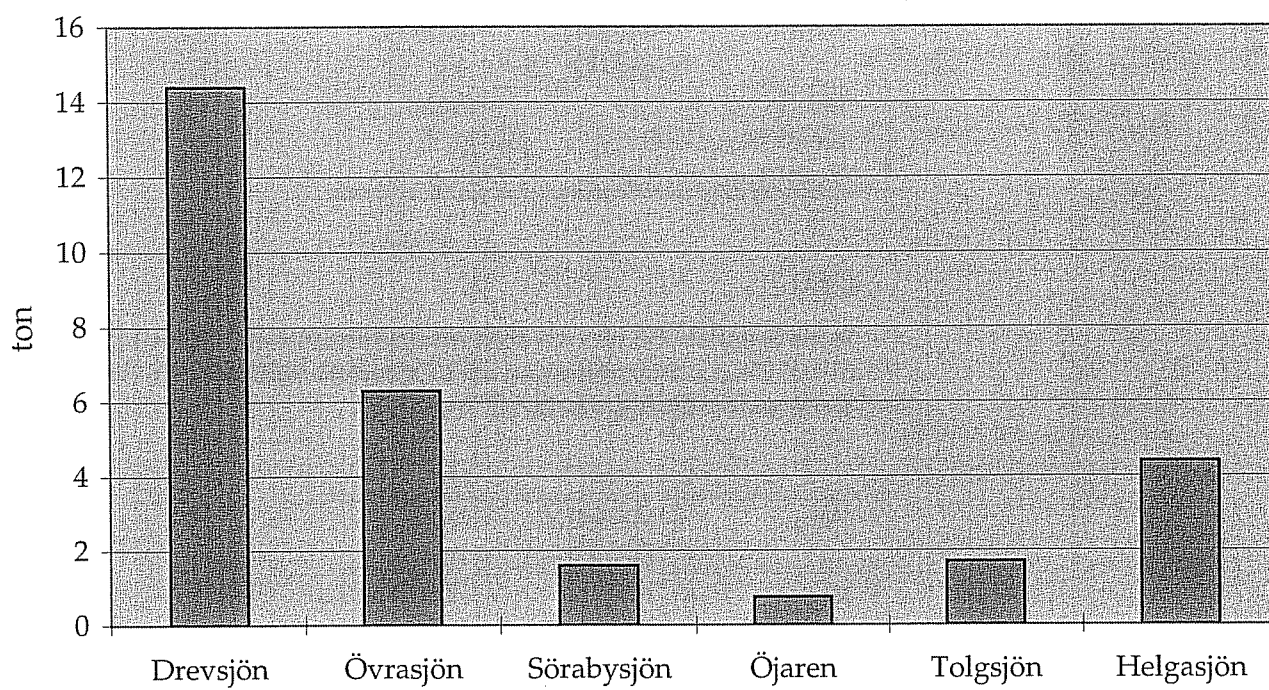


Diagram 7. Mängd EOCi i ton i sediment

Diskussion och slutsatser

De undersökningar (17, 18) som kartlagt biologiska effekter och som redovisats i litteratursammanställningen gäller blekeriavloppsvatten från sulfatfabriker i drift vid Norrlandskusten. Dessa undersökningar har utförts inom ramen för Naturvårdsverkets projektområde MILJÖ/CELLULOSA. De konstaterade effekterna är sannolikt huvudsakligen relaterade till de pågående utsläppen och de halter av främst lågmolekylära ämnen som finns i vattenfasen.

Vid Böksholm tillverkades sulfitmassa och utsläppen upphörde för ungefär 20 år sedan. En eventuell påverkan på organismer är därför beroende av de ämnen som finns lagrade i ytsedimentet och hur dessa kan tas upp i olika organismer. Bl.a. är ämnenas biotillgänglighet, nedbrytning, omvandling, löslighet och molekylstorlek viktiga för hur biotan påverkas.

För utvärderingen av resultaten i denna undersökning har bl.a. redovisade litteraturuppgifter samt de analysresultat som redovisats i dessa tjänat som underlag.

Ämnenas toxiska egenskaper

EOCI är en indikatorparameter för att visa graden av påverkan från exempelvis blekeriavloppsvatten. Av de ämnen som konstaterats i blekeriavloppsvatten är de lågmolekylära, d.v.s. har små molekyler som kan passera cellmembranen i levande organismer, mest toxiska. Huvuddelen av EOCI (80 % vid sulfatfabriker) vid utsläppen har dock varit högmolekylära, molekylvikt > 1000. Dessa ämnen är sannolikt biologiskt inaktiva och icke toxiska beroende på molekylstorleken. I sediment är huvuddelen av föroreningen av högmolekylär natur.

Av de lågmolekylära ämnena har ca hälften identifierats och ca 300 föreningar spårats. Denna fraktion innehåller många toxiska och bioackumulerbara substanser som t.ex. klorfenoler och klorguajakoler.

Det högmolekylära materialet består huvudsakligen av ett starkt oxiderat material från ligninet, med högt innehåll av alkener och karboxylsyregrupper.

Äldre klorblekeriutsläpp medförde större utsläpp av organiska klorerade och lågmolekylära klorerade föreningar. Dessutom var kloreringsgraden högre.

Utsläppen från klorblekeriet vid Böksholm har sannolikt haft en minst lika stor giftverkan, som de som de ovan beskrivna, under driftstiden, bl.a. beroende på en större andel lågmolekylära ämnen.

De nuvarande sedimenten i Böksholm kan förväntas ha en större potential av toxiska ämnen än sådana som förorenats av utsläpp från moderna processer beroende på en högre kloreringsgrad.

Kvicksilver och kadmium är väl dokumenterade miljögifter med såväl akuta som kroniska effekter.

Fenantren är ett polyaromatiskt kolväte som är cancerogent. Ämnet är en av huvudbeståndsdelarna i kreosot.

Utbredning, halter och mängder av föroreningar i sediment

Ursprunget till föroreningen av klororganiska ämnen (EOCI) som konstaterats i undersökningen är Böksholms sulfittfabrik. Halterna visar på en mycket stor påverkan från denna källa i Drevsjön och Övrasjön. En stor påverkan från denna källa kan konstateras till och med Tolgsjön. Men även Helgasjön är troligen påverkad.

Vid beräkning av mängden EOCl i sedimenten har antagits att allt kultursediment i Drevsjön är förorenat och att medelhalten är densamma som i de översta 5 centimetrarna. I de övriga sjöarna har föroreningen antagits vara koncentrerad till de översta fem centimetrarna. Med dessa beräkningar finns cirka 30 ton EOCl i lagrat i sjöarna. Av denna mängd finns ca 14 ton i Drevsjön, ca 6 ton i Övrasjön och ca 4 ton i Helgasjön.

3,4,5 triklorguajakol föreligger i väsentligt lägre halter i förhållande till EOCl än vad som konstaterats i Östersjön. I Östersjön svarade 3,4,5 triklorguajakol för ca 1 % av EOCl-halten. I Drevsjön är förhållandet ca 0,001 %.

Kvicksilver- och kadmiumhalterna är måttligt förhöjda i förhållande till referensen. Dessa ämnen motiverar i sig inga fortsatta undersökningar men en samverkan med den i övrigt komplexa föroreningen kan inte uteslutas.

De mycket höga halterna av EOCl i Drevsjön och Övrasjön, och den osäkerhet som finns om ingående ämnen och deras eventuella miljöpåverkan, gör att fortsatta undersökningar behövs för ett klarläggande.

De förhöjda halterna av fenantren i Drevsjöns sediment och de effekter som konstaterats av polyaromatiska kolväten i Örserumsviken (se sid. 29) är ett ytterligare skäl till att biologiska undersökningar görs.

Kvicksilver och kadmiumhalter i fisk

Halten kvicksilver och kadmium i 1+-abborre är relativt låga i samtliga undersökta sjöar.

Tidigare gjorda analyser av kvicksilverhalten i enkilos gädda visar att halterna sjunkit under 1970- och 1980-talen och att halterna i Övrasjön nu ligger under 0,5 mg/kg. För Drevsjön är färre fisken gjorda men en likartad trend kan skönjas. Med WHO:s kostrekomm-

mendation om ett maximalt intag av 0,2 mg kvicksilver per vecka kan en person som väger 70 kg äta ca 400 g gädda per vecka.

De låga till måttligt höga halterna av kvicksilver och kadmium i sedimenten ger således inte upphov till några anmärkningsvärda halter i fisk i någon av de undersökta sjöarna.

Jämförelse med Örserumsviken

I Örserumsviken utanför Västervik har omfattande undersökningar gjorts av transport och effekter av PCB och kvicksilver (1). Föroreningarna där härrör från ett returpappersbruk. I en deponi finns 350 kg PCB och 140 kg kvicksilver. I en sedimentationsbassäng i anslutning till deponin finns 500 kg PCB och 300 kg kvicksilver. Utläcketaget via grundvatten från deponin och bassängen är 5 gram PCB och 3 gram kvicksilver per år. Avgången av PCB till luft är ca 110 gram från deponin. Avgången av kvicksilver har inte bestämts.

I Örserumsviken finns 110 kg PCB och 120 kg kvicksilver i botten-sedimentet på en yta av 36,5 ha. Avgången till luft är 280 gram PCB och 60 g kvicksilver per år. Utflöde från viken, med vattenomsättningen, är 730 g PCB och 930 g kvicksilver per år.

Tester av toxicitet har gjorts genom att extrakt från bl.a. sediment från Örserumsviken injicerats i ägg av regnbåge (1). De toxiska effekter som konstaterades kunde inte enbart förklaras med giftverkan från PCB. Den giftigaste fraktionen utgjordes av polyaromatiska ämnen som ännu inte definierats. En slutsats som drogs var att med de nivåer av toxicitet som observerats i laboratorietesterna är det mycket sannolikt att toxiska effekter kan observeras på biotan i Örserumsviken.

I Böksholm kan mängderna, med utgångspunkt från tidigare utförda mätningar beräknas till 0,3 kg PCB (10) och 0,1 kg kvicksilver (Länsstyrelsens arkiv) i de landbaserade sedimenteringsdammarna. I deponierna har inga undersökningar gjorts. Vid tidigare mätningar av ytvatten från sedimenteringsbassängerna har halten av kvicksilver genomgående varit lägre än 0,1 µg/l (Länsstyrelsens arkiv). För Rensborgstippen har, med utgångspunkt från ett mätvärde (Smålandsposten den 28 mars 1995) i lakvattnet, avrinningen av PCB beräknats till 8 gram per år.

I Kvarndammarna, som är två kraftverksdammar i Mörrumsåns huvudfåra direkt nedströms bruket, har mängden PCB beräknats till ca 9 kg (10). I Drevsjön, närmast nedströms dessa dammar har mängden PCB beräknats till 0,9 kg (3).

Undersökningar av transport av PCB, upp- och nedströms Kvarndammarna i Böksholm, visar att 160 gram PCB per år läcker från Böksholmsområdet (4). För kvicksilver finns inga sådana beräkningar.

Med utgångspunkt från ovanstående kan man anta att de landbaserade sedimenteringsdammarna i Böksholm sannolikt orsakar ett mycket marginellt tillskott av förorenade ämnen till Mörrumsån.

För den deponi för rivningsmassor som ligger inom fabriksområdet finns angivet, i Växjö kommuns utredning av pågående och avslutade avfallsupplag, att påverkan av PCB är stor (19). Underlaget för denna bedömning är en icke kvantitativ metod där rötter av bäckvattenväxter har analyserats. Med påverkan avses att en större mängd PCB tagits upp i sådana rötter vid denna deponi jämfört med rötter från andra områden. Vid sju nedlagda deponier i Växjö kommun bedömdes att påverkan av PCB var stor.

Även om de undersökningar av PCB som gjorts i sediment och vatten (4.10) inte tyder på någon stor aktiv källa i Böksholmsområdet bör ytterligare undersökningar göras i denna deponi.

Spridning av EOCl

Den mängd EOCl som släppts ut från sulfittfabriken i Böksholm kan översiktligt beräknas till ca 100 ton. Beräkningen har gjorts med utgångspunkten att 1 ton producerad massa vid Böksholm gett ett utsläpp av 6 kg AOX och att 1,7 % av detta utgörs av EOCl. Nedbrytning av AOX och EOCl i reningsverket har borträknats med 15 resp. 30 % för åren mellan 1972 och 1979. Huvuddelen har släppts ut mellan åren 1954-1979. De ämnen som ingår i EOCl och som är lättflyktiga eller vattenlösliga har sannolikt inte fastnat i sedimenten i någon större utsträckning.

De partiklar som är sannolika bärarna av huvuddelen av det klorerade materialet utgörs av organiska komplex som har mycket låga sedimentationshastigheter. Med de korta omsättningstider sjöarna nedströms Böksholm har, har sannolikt en storskalig spridning av EOCl skett under driftstiden och föroreningarna har slutligen hamnat i sjöarnas ackumulationsbottnar. Större partiklar har hamnat i fiberbankar i de närmsta sjöarna.

Det sediment som tagits på nivån 0-1 cm antas ha ackumulerats under tiden efter nedläggningen av Böksholms sulfittfabrik. Skiktet 1-5 cm antas motsvara den period när huvuddelen av de klororganiska utsläppen skedde. I Drevsjön har allt kultursediment bedömts vara påverkat av utsläppet beroende på sjöns hydrologiska förhållanden.

I Drevsjön är halten i ytsedimentet (0-1 cm) lägre än i skiktet 1-5 cm. I nedströms liggande sjöar finns ingen skillnad i halt mellan skikten. Detta tyder på en transport av förorenade sediment nedströms i vattensystemet. Transporten är sannolikt partikel- och/eller kolloidbunden. En annan sannolik orsak till utjämningen mellan skikten är bioturbation d.v.s. omblandning av sedimentet av bottenlevande djur.

Ett minskat utsläpp av EOCl till Östersjön kommer att resultera i ett snabbt försvinnande i vattenfasen genom sedimentationsprocesser (18). Även om inga sådana undersökningar gjorts inom ramen för detta projekt, är det sannolikt att så var fallet även nedströms Böksholm.

Då föroreningen av EOCl är partikelbunden och flera sedimenteringsmagasin finns mellan de starkast kontaminerade sjöarna,

bedömer Länsstyrelsen risken för höga halter EOCl i råvattnet i Öjabyviken som minimal. Om förorenade partiklar ändå skulle komma till råvattenintaget så renas detta vatten i partikelfilter och kolfiler innan det behandlas vidare i reningsverket. Länsstyrelsen bedömer därför risken för påverkan av dricksvattnet som närmast obefintlig. Den analys som gjorts på det aktiva kolet i vattenreningsverket visar på en mycket låg halt av EOCl (2 mg/kg TS).

Nedbrytning av EOCl

Den högsta halten EOCl som uppmätts i sediment nedströms Böksholm är 4681 mg/kg GF (glödförlust). De högsta halterna som uppmätts vid pågående sulfatfabriker vid Norrlandskusten är ca 6 000 mg/kg GF. Detta tyder på att nedbrytning av EOCl är en mycket långsam process.

En nedbrytning av högmolekylära ämnen till lågmolekylära ämnen förekommer sannolikt i sedimenten nedströms Böksholm. Omfattningen av en sådan nedbrytning samt tillgängligheten för biotan är sannolikt beroende av en rad faktorer som syrehalt, temperatur och vattenflöde i sjöarna men även av t.ex. löslighet, molekylstorlek och kloreringsgrad hos de bildade ämnena.

Effekter av föroreningarna

Vid pågående blekeriutsläpp har omfattande biologiska undersökningar gjorts inom projektet Miljö/Cellulosa. Effekter har studerats på såväl bestånd som individer. Med dessa som utgångspunkt kan vissa jämförelser göras och behovet av eventuella ytterligare undersökningar i Böksholmsområdet att klarläggas.

Individer

På den fisk som fångats i Böksholmsområdet har inga synliga skador i form av sår, fenskador eller deformationer kunnat konstateras.

Även om de mest potenta miljögifterna inte hittats i anmärkningsvärda halter i Böksholmsområdet går det inte, med hänsyn till de yttre skador och den påverkan av inre funktioner hos fisk som konstaterats vid Norrlandskusten samt vetenskap om att samverkan mellan olika ämnen kan förekomma, att utesluta en påverkan på biotan i de mest förorenade sjöarna.

De resultat som erhållits i de biologiska undersökningarna inom projektet Miljö/Cellulosa på bl.a. mussellarver styrker ett sådant antagande.

Bestånd

Studier av abborrbestånd vid pågående blekeriutsläpp vid Norrlandskusten visar att abborren lägger rom i samma omfattning i förorenade områden som i referensområden. Ynglen utvecklas

normalt och visar ingen ökad dödlighet. I de allra mest förorenade områdena ökar andelen skadade yngel och längd och vikt är lägre än i opåverkade områden. I omedelbar anslutning till avloppet är dödligheten nära 100 % för nykläckta yngel. Bestånden i de kraftigast påverkade områdena är således beroende av en invandring från mindre påverkade områden.

Eutrofieringeffekter har där konstaterats hos såväl abborr- som mörtbestånd 2-6 km från utsläppet.

Vid fångsten av 1+-abborre i Böksholmsområdet användes finmaskiga nät som främst fångar fisk i storleken 7-11 cm. I Drevsjön behövdes 35 nätnätter för att fånga 10 st 1+-abborre medan två nätnätter i Övrasjön gav ca 10 gånger mer. Drevsjöns lämplighet för reproduktion av abborre har inte kunnat bedömas men en negativ inverkan från sedimentet kan inte uteslutas. Då sjön är grund och i stort sett täckt med flytbladsväxter är den mycket svårfiskad. Svårigheter att fånga 1+-abborre i Öjaren, Tolgsjön och Helgasjön bedöms inte bero av påverkan från sedimentet.

Länsstyrelsen har utvärderat provfisken utförda åren 1970-1973 samt 1977. Sammanfattande slutsatser från denna utvärdering är:

- Drevsjön var under hela 1970-talet så svårt skadad att fisk inte kunde trivas där. Orsaken kan vara syrebrist, lågt pH och/eller gifter.
- Utsläppen från Böksholm plus Braås har gett och ger ett påtagligt näringstillskott.
- Det fanns mycket mer fisk nedströms Drevsjön än i jämförbara sjöar utan näringstillskott, men inte mer fisk än i rena men jordbrukspåverkade sjöar.
- De vanligaste fiskarterna i länet, abborre och mört, har troligen tidigare haft en svår period i Övrasjön men nådde under 1970-talets slut en normal sammansättning. För Sörabysjön och nedströms kan inte provfiskena anses visa annan obalans än ren gödning.
- Helgasjön har inte haft någon tyngre påverkan, från Böksholm, på fiskbeståndet.

När Böksholms sulfittfabrik var i drift skedde en omfattande partikeltransport och därmed också en stor spridning av EOCi. Detta medförde en kraftig påverkan på fiskbestånden i framförallt Drevsjön och Övrasjön. Orsakerna till detta kan vara syrebrist och inverkan från toxiska ämnen. Sedimenten förorenades i samtliga undersökta sjöar. När driften upphörde blev halten av syreförbrukande och klorerade ämnen i vattnet sannolikt låg och den påverkan som kvarstår beror på effekter från sedimentet.

Behov av fortsatta undersökningar och åtgärder

Stor påverkan från Böksholms sulfitfabrik av klororganiska ämnen, mätt som EOCl, har konstaterats i ytsedimenten i Drevsjön och Övrasjön.

Många klororganiska ämnen i utsläppen från klorblekerier är oidentifierade och kunskapen om omvandlingsprocesser och nedbrytning i såväl vatten som sediment är än mer oklar. Förorenings-situationen är därför mycket komplex. Även om de mest potenta miljögifterna inte hittats går det inte med vetenskap om eventuella synergistiska effekter att utesluta en påverkan på biotan. Läckage av föroreningar från sedimentet förekommer sannolikt.

Undersökningen tyder på en transport av klororganiska ämnen. Svårigheten att fånga mindre abborre i Drevsjön kan bero på giftverkan.

Länsstyrelsen anser att en materialbalansstudie för EOCl kopplad till effekterna på abborre bör utföras som underlag för en tillförlitlig riskbedömning.

Referenser

- (1) Axelman J., Åkerman G., Tjärnlund U., Balk L. Broman D. (1998). PCB- och kvicksilverundersökningar i Örserumsviken. Slutrapport. Stockholms universitet.
- (2) Brock G. Och Richardsson U. (1981). Sänkta och utdikade sjöar i Kronobergs län. Scandiakonsult.
- (3) Bruch, H. (1991). Drevsjön och Övrasjön i Mörrumsåns övre system. Resultat av bottenundersökningar och provtagningar. Mark- och Vatteningenjörerna AB
- (4) Fejes J., Larsson P-E., Brorström E., Larsson P. och Williams C. (1996) Undersökning med avseende på PCB-förekomst i Mörrumsån vid Böksholm, Växjö kommun. IVL Rapport.
- (5) Håkanson L. (1981) A Manual of Lake Morfometri.
- (6) Håkanson L. och Jansson M. (1983) Principles of Lake Sedimentologi.
- (7) Håkanson L., Jonsson B., Jonsson P. Och Martinsen K. (1988). Påverkansområden för klorerat organiskt material från massablekerier, Slutrapport. Naturvårdsverket rapport 3522.
- (8) Industrins Processkonsult AB (1982). Miljövänlig tillverkning av blekt massa, Slutrapport.
- (9) Jönsson C-P. (1990). Projekt Kalkning-Kvicksilver-Cesium. Slutrapport från Kronobergs län. Länsstyrelsen i Kronobergs län.
- (10) Knulst J., Thurén A., Enell M., Henriksson J., Norin H. och Steiner E. (1991) Undersökning av PCB i sediment från Böksholm, Växjö kommun, Kronobergs län. IVL Rapport.
- (11) Länsstyrelsen i Kronobergs län (1989). Kronobergs natur. Naturvårdsprogram.
- (12) Naturvårdsverket (1999). Metod för inventering av förorenade områden. Naturvårdsverket Rapport 4918.
- (13) Naturvårdsverket (1994). Vattenrecipientkontroll vid skogsindustrier. SNV AR 94:2.

- (14) Olsson L. (1993). Organiska miljögifter i källsjöar i Älvsborgs län. Länsstyrelsen i Älvsborgs län.
- (15) Stiftelsen Skogsindustriernas Vatten- och luftvårdsforskning (1985) Framställning av blekt massa. Slutrapport.
- (16) Söderbygdens Vattendomstol. Deldom den 23 oktober 1970 för Böksholms sulfitfabrik.
- (17) Södergren A. (1988). Biologiska effekter av blekeriavlopp, Slutrapport från Projektområdet Miljö/Cellulosa I. SNV rapport 3498.
- (18) Södergren A (1993). Bleach Pulp Mill Effluent. Composition, fate and effects in the Baltic Sea. Slutrapport Miljö/Cellulosa II. SNV rapport 4047.
- (19) Växjö kommun (1992). Växjö upplagsmiljö. Pågående och avslutade avfallsupplag i Växjö kommun. Journalblad och påverkansområde.
- (20) Naturvårdsverket (1999). Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Sjöar och vattendrag. Rapport 4913.



LÄNSSTYRELSEN
I K R O N O B E R G S L Ä N