

ÖRSERUMSVIKEN

FÖRSTUDIE

Sanering av PCB- och kvicksilverhaltiga fibersediment

Förord

Den här förstudien har sammanställts av Annika Nandorf på miljö- och hälsoskydds-kontoret i Västerviks kommun. Arbetet med rapporten har pågått under november och december 1994.

Som underlag ligger förstudien för saneringen av Järnsjön i Emåns vattensystem. Det nys genomförda Järnsjöprojektet har dokumenterats väl genom Naturvårds-verkets rapporter, just i syftet att ligga till grund för liknande saneringar på andra håll.

*Västervik i december 1994
Annika Nandorf
Miljö- och hälsoskyddskontoret
Västerviks kommun*

Innehållsförteckning

<i>Förord</i>	
<i>Sammanfattning</i>	
<i>Innehållsförteckning</i>	
<i>Sammanfattning</i>	4
<i>1. Området</i>	5
<i>2. Projektmd</i>	6
<i>3. Historik</i>	7
3.1 Allmänt.....	7
3.2 Vattendomar.....	8
<i>4. Saneringen 1978-79</i>	9
<i>5. Tidigare undersökningar och rapporter</i>	10
5.1 Undersökningar gjorda före saneringen 1978-79.....	10
5.2 Undersökningar gjorda efter saneringen 1978-79.....	10
5.3 Slutsats.....	12
<i>6. Grovskiss på undersökningar inför saneringen</i>	13
<i>7.järnsjön - ett liknande fall</i>	14
7.1 Bakgrund.....	14
7.2 Ansvarsfrågan.....	14
7.3 Provtagningar.....	15
7.4 Saneringen av järnsjön	15
<i>8. Liten diskussion kring den slutliga behandlingen av fibern</i>	16
<i>9. Aktiviteter</i>	16
<u>Aktivitet 1. Bilda projektorganisation</u>	17
<u>Aktivitet 2. Val av arbetsgång</u>	17
<u>Aktivitet 3. Ansvarsförhållanden och finansiering</u>	18
<u>Aktivitet 4. Kartering av fibersedimenten</u>	19
<u>Aktivitet 5. Detaljerad beskrivning av utfyllnadsmaterialet</u>	20
<u>Aktivitet 6. Undersökning av nuvarande miljöförhållanden samt kontroll under och efter saneringen</u>	21
<u>Aktivitet 7. Sammanställning av saneringsmetoder och skyddsåtgärder</u>	22
<u>Aktivitet 8. Utredning av tänkbara platser för eventuell deponering</u>	23
<u>Aktivitet 9. Information och dokumentation av saneringen</u>	24
<u>Aktivitet 10. Underlag för ansökan om tillstånd</u>	25
<i>Referenser</i>	26
<i>Naturvårdsverkets rapportserie om järnsjöprojektet</i>	26
<i>Institutet för vatten- och luftvårdsforskning, IVL</i>	26
<i>Övriga</i>	27

Bilaga 1: Översigtskarta Westerviks Pappersbruk - Örserumsviken

Bilaga 2: Detaljkarta Westerviks Pappersbruk - Örserumsviken

Bilaga 3: Detalj ur Naturvårdsprogrammet

Sammanfattning

Örserumsviken i Västervik är starkt förorenad av miljögifterna PCB (polyklorerade bifenyler) och kvicksilver p.g.a. verksamheten från numera nedlagda Westerviks Pappersbruk AB. Verksamhet vid pappersbruket bedrevs åren 1915-1980 och Örserumsviken har hela tiden använts som recipient för processvattnet.

1974 köptes Westerviks Pappersbruk AB av PLM. De genomförde en sanering 1978-79 och lade därefter ned verksamheten. Sedan dess har lokalerna använts som industrihotell med ett flertal verksamheter inhysta. 1986 då HEAB blev ägare till fastigheten bildades Västerviks Papperbruks Industrihotell AB. HEAB gick i konkurs 1993 men bolaget Västerviks Pappersbruks Industrihotell AB finns fortfarande kvar.

I Örserumsviken har de mindre fiskarna (gäddor runt 1 kg), inte nämnvärt minskat sitt innehåll av kvicksilver sedan saneringen genomfördes 1978-79. T ex så innehöll de 8 st gäddorna som vägde runt 1 kg och fångades 1977, mellan 0,80 och 1,17 mg metyl-kvicksilver/kg kroppsvikt. 1993 analyserades två gäddor som visade sig innehålla 0,43 respektive 0,97 mg/kg (den senare dock av okänd vikt). Som jämförelse kan nämnas att fiskarna i Verkebacksviken har 0,05 mg/kg, Gamlebyviken 0,2 mg/kg och Syrsan 0,15 mg/kg (1991).

Både PCB och kvicksilver har hittats i mört och gädda fångade i viken, och området finns med på Naturvårdsverkets lista över de drygt 100 mest förorenade industritomterna i landet. Länsstyrelsen i Kalmar har också tagit med det här området i sitt förslag till "riksobjektlistan", vilket betyder högsta prioritet tillsammans med 5 stycken andra objekt i länet. Uppskattningsvis finns här 1 000 kg PCB och 300 kg kvicksilver i sediment och utfyllnader.

Precis utanför Örserumsviken tar Tjust vackra skärgårdsområde vid, ett klass I-landskap i Västerviks kommuns Naturvårdsprogram från 1993 och av riksintresse för både naturvård och friluftsliv. Vattnet här har också stort värde för fisket då kallt och mycket produktivt bottenvattnet pressas upp mot ytan.

I den här förstudien sammanfattas redan gjorda undersökningar och förslag på hur man kan utöka dessa för att få en samlad bild på föroreningssituationen i mark och vatten runt Örserumsviken. Här finns också en beskrivning av saneringen som gjordes 1978-79 i Örserumsviken, samt den nyss genomförda saneringen av Järnsjön i Emån.

Kapitel 9 är en beskrivning av tio stycken aktiviteter. Efter de två inledande aktiviteterna *Bilda projektorganisation* och *Val av arbetsgång*, följer ett antal utredningar och förslag på undersökningar som kan omfattas i den blivande huvudstudien.

Syftet med förstudien är att belysa situationen i Örserumsviken idag och de möjligheter som finns att förbättra den. Förstudien skall förhoppningsvis leda till att den totala utbredningen och den biologiska påverkan av föroreningarna, samt eventuella spridningsmönster för dessa, blir ordentligt utredda. Vidare att utredningarna skall leda till de åtgärder som behövs för att återställa vattenkvaliteten.

1. Området

Westerviks Pappersbruk startade sin verksamhet 1915 vid Örserumsvikens inre strand, och fortsatte den till 1980. Då hade de två inre småvikarna fyllts ut (se bilaga 2). Den nordöstra (ca 2,9 hektar), med fibersediment från produktionen, och den sydvästra (ca 5,0 hektar), med avfall av mera okänt ursprung. Enligt uppgift så tippades bl a PCB-haltigt självkopierande papper här, eftersom för mycket av den varan i produktionen gav prickningar på det tillverkade pappret. Analyser har också visat på förhöjda halter av PCB i dessa utfyllnadsmassor (T. Hammar, Länsstyrelsen i Kalmar 1986/87). Fastig-heten heter idag Västervik 4:81, och hela området är inhägnat. Pappersbrukets lokaler nyttjas numera som industrihotell, med ett flertal verksamheter inhysta.

Vid saneringen 1978-79 togs ca 200 000 m³ kontaminerat fibersediment upp från Örserumsvikens botten. Efter avvattnings deponerades det vid den invallade vikens inre strand. Deponin är idag gles bevuxen med lövsly. Området som muddrades var ca 15 hektar stort, och ca 24 hektar av Örserumsvikens botten är ej muddrad. Örserumsvikens totala yta är således ca 39 hektar.

Miljö- och hälsoskyddsnämnden har 1993-12-08 föresagit restriktioner för markanvändning vid Pappersbrukets Industrihotell. Dessa innebär att inga markarbeten, upplag eller byggrätter beviljas inom den del av markområdet som är markerat på bilaga 1. Restriktionerna skall gälla tills erforderliga undersökningar är vidtagna vad avser föroreningsgrad och eventuell spridning av PCB och kvicksilver till omgivningen. Byggnadsnämnden har tagit del av detta och kommer att ta hänsyn till de föresagna restriktionerna vid eventuella ansökningar.

Närheten till Västerviks tätort är påtaglig då det endast är några hundra meter till närmaste bostadsområde. Solbergs udde tillsammans med Lysingsbadet och Korpaholmarna är välbesökta rekreatiomsområden för Västerviksborna. Även fritidsfisket är mycket utbrett i vattnen häromkring.

Precis utanför Örserumsviken tar Tjust vackra skärgårdsområde vid, ett klass I-landskap i Västerviks kommuns Naturvårdsprogram från 1993 (se bilaga 3). Hela denna skärgård klassas som riksintresse för både naturvård och rörligt friluftsliv. Området mellan Västervik och Ölands norra udde bedöms dessutom som särskilt värdefullt för fisket då kallt bottenvattnen som är mycket produktivt, pressas upp mot ytan.

Endast ett par hundra meter från pappersbruket breder nordens största campinganläggning, Lysingsbadet ut sig. Här finns sandstrand såväl som klippbad, och årligen har Lysingsbadet ca 170 000 övernattande gäster. Det finns långt skridna planer på att resurs- och kretsloppsanpassa hela campinganläggningen.

Ett 30-tal bebyggda tomter vetter idag ner mot Örserumsvikens stränder. De flesta av dem ligger på Hornslandet som har ett stort antal fritidshus, och även ett starkt tryck för nyetablering råder. Drygt 100 tomter har styckats av men ännu ej bebyggts. Ett par områden är avsatta för friluftsbad, bl a ett inne i Örserumsviken, där även en småbåts-hamn är planerad.

På grund av alla dessa verksamheter i Örserumsvikens närhet är det av yttersta vikt att området blir sanerat.

2. Projektmål

Projektets målsättning är att åtgärda de förorenade sedimenten som finns i och i anslutning till Örserumsviken och före det detta pappers bruket. Syftet är att halterna av i första hand PCB och kvicksilver i fisk skall minska.

PCB:

Kortsiktigt mål: På ett par år, bör en PCB-halt på <0,4 mg/kg våtvikt eftersträvas.

Långsiktigt mål: På längre sikt eftersträvas PCB-halter lika med de naturliga bakgrundshalterna.

Kvicksilver:

Målet är att halterna av kvicksilver i fisk skall understiga 0,5 mg/kg våtvikt. Detta bör uppnås på ett par år.

För att kunna sätta in saneringsåtgärder på rätt ställe krävs att man lokaliserar i vilken grad följande föroreningskällor bidrar till Örserumsvikens kvalitet:

1. fibern innanför invallningen
2. fibern i deponin
3. fibern i Örserumsviken samt
4. materialet i utfyllnaden.

De förorenade massorna skall tas omhand så att de inte kan förorsaka fortsatt skada på miljön.

3. Historik

3.1 Allmänt

På aktuell plats bedrevs under perioden 1915-1980 (med undantag av 1919-1923), tillverkning av papp och papper. Örserumsviken har under hela perioden använts som recipient för processvatten från tillverkningen. Fram till början av 1950-talet skedde utsläppen till Örserumsviken helt utan föregående rening.

I en vattendom 1954 ålades bruket att invalla en del av viken vilken skulle tjänstgöra som sedimenteringsbassäng. I samband med det åtgärdades den interna fiberåtervinningen för att minska fiberutsläppet samt öka recirkulationen av fiberhaltigt vatten. Efter omkring tio år var sedimenteringsbassängen fylld och det skedde en överrinning av fiberhaltigt vatten till området utanför invallningen.

Sedan början av 1950-talet och fram till 1966 användes fenyalkviksilver i produktionen på Westerviks Pappersbruk. Kvicksilverbaserade preparat användes då av cellulosaindustrin för slembekämpning i pappersmaskiner och rörledningssystem, samt för konservering av slipmassa. I samband med debatten om kvicksilverbetat utsäde under 1960-talet så förbjöds hanteringen av fenyalkviksilveracetat inom cellulosaindustrins användningsområden 1966 resp. 1967.

Det PCB som förorenat fibern härrör från returpappret som bruket nyttjade för sin produktion. Till stor del kommer detta PCB från så kallat självkopierande papper som tillförts med returpappret. Förbud mot öppen hantering av PCB infördes 1972.

1969 framförde Västerviks hälsovårdsnämnd behovet av en sanering av Örserumsviken. I en deldom ålades bruket att till Vattendomstolen inkomma med förslag till sanering av Örserumsviken, senast i maj 1974.

1974 köptes bruket av PLM med den tidigare ägarens miljövårdsåtaganden. Ett förslag till igenfyllning av den inre delen av Örserumsviken presenterades samma år. Det konstaterades att denna åtgärd skulle bli mycket kostsam, ca 20 Mkr., samt att resultatet inte skulle innebära att Örserumsviken återställdes till ursprungligt skick.

Efter samråd med Statens Naturvårdsverk (SNV) 1975 åtog sig Westerviks pappersbruk att utreda lämpliga metoder för upptagning, avvattnings och omhändertagande av fibersedimenten. Eftersom bruket utnyttjat fenyalkviksilver i sin produktion sedan början av 1950-talet och fram till 1966, skulle utredningen särskilt beakta saneringsåtgärdernas inverkan på det i fibersedimenten förekommande kvicksilvret.

I en vattendom 1977 fastslogs att bruket till utgången av 1979 skulle genomföra en sanering av Örserumsviken genom bortrensning av sammanhängande fiberbankar. Vattendomsstolen uppdrog åt bruket, statens naturvårdsverk, länsstyrelsen i Kalmar län, hälsovårdsnämnden i Västervik och IVL att bilda en samrådsgrupp som under saneringens genomförande skulle ha till uppgift att se till att vattendomens intentioner uppfylldes.

Under 1978-79 genomförde IVL en sanering av Örserumsviken då 200 000 m³ kvicksilverförorenat fibersediment muddrades, avvattnades och deponerades inom området (se kapitel 4). Totalkostnaden för projektet uppgick till ca 8,3 miljoner kronor. (1979 års prisnivå). Enligt en IVL-rapport avskildes 99 % av kvicksilvret i fibersedimenten.

Vecka 35 1979 godkände den av Vattendomsstolen tillsatta referensgruppen saneringsarbetet.

Under hösten 1980 lades verksamheten vid Westerviks Pappersbruk AB ned, och enligt Bolagsbyrån i Sundsvall så har inte bolaget existerat efter det.

3.2 Vattendorar

Enligt Äldre Vattenlagen (1918) gavs följande tillstånd:

- 1954-06-30 I en vattendom ålades bruket att invalla en vik av Örserumsviken och använda den som sedimenteringsbassäng.
- 1970-08-05 I en deldom tilläts Westerviks Pappersbruk att tills vidare (under en provotid av tre år och intill dess vattendomsstolen slutligt provat vill-koren), avleda industriellt avloppsvatten till Örserumsviken, från en produktion av 50 000 årston papp och papper.
- 1976-06-21 Tillstånd att till och med 1980-08-19 avleda industriellt avloppsvatten till Örserumsvikens inre del från en produktion i pappersbruket av högst 50 000 årston papp och papper.
- 1977-01-31 I domslutet som rör saneringen av Örserumsviken säjs bland annat följande:
- ### Saneringen skall genomföras fram till utgången av år 1979.
 - ### En samrådsgrupp skall tillsättas
 - ### Sakägarna skall få fortlöpande information
 - ### Kontrollprogram skall upprättas och godkännas av samrådsgruppen

4. Saneringen 1978-79

Saneringen vid det här tillfället inriktade sig framför allt på kvicksilvret som var en tungmetall med välkända verkningar. PCB-problemet hade ännu inte uppmärksammats.

Sökandet efter lämpliga metoder avseende upptagning och avvattnings av kvicksilverkontaminerat fibersediment, inleddes efter samrådet med statens naturvårdsverk 1975. Detta resulterade i ett pilotförsök med Sellbergs transporter AB, ett PLM-företag, som slutansvariga för saneringsprojektet. IVL anlätades som konsult för projektering, upphandling, montage och igångkörning av anläggningen, samt för åtaganden som bl a driftledning och miljökontroll. Företaget Sjö- å Muddring AB, SÅMAB, utförde muddringen.

Metoden karakteriseras av att muddermassorna som tagits upp med sugmudderverk, direkt avvattnas till hög torrhalt. Muddermassornas volym reduceras till ca 1/5, och blir därigenom i hanterlig form för slutlig deponering. Det avskilda vattnet renas kemiskt före utsläppet till recipienten. Undersökningar vid avvattningen visar att kvicksilvret var partikelbundet och huvudsakligen stannade i det avvattnade slammet. Endast en mycket liten del återgår till recipienten via rejektvattnet. Följaktligen visar en IVL-rapport från 1979 (*Avskiljning av total- och metylkvicksilver samt bildning av metylkvicksilver i avvattningsanläggning för fibersediment*), att över 99 % av kvicksilvret hade avskiljts i och med projektets genomförande.

Anläggningen som användes vid saneringen av kvicksilverinnehållande fiberbankar i Örserumsviken består i princip av tre enheter:

1. Utjämningsbassäng. Här skedde ingen avskiljning av kvicksilver, men eventuellt förekom en omvandling till metylkvicksilver. Prover som togs för att belysa detta visade på en svag, men ej statistiskt signifikant tendens till ökning.
2. Centrifug. Här avskiljs fiber, lera och andra partiklar. Halten av dessa minskar från 40 000 mg/l till 400 mg/l. Avskiljningen var således 99 %. Metylkvicksilverhalten i ingående vatten uppgick till 0,5 µg / l och i utgående 0,05 µg/l. 90 % avskiljdes således.
3. Flotationsenhet. Här sker en avskiljning av suspenderat material. Halten minskade från normalt 400 till 60 mg/liter, dvs en avskiljning runt 85 %. Metylkvicksilverhalten uppgick till ca 0,05 µg/liter i såväl ingående som utgående vatten. Ingen avskiljning skedde sålunda i flotationsenheten, vilket bedömdes bero på att metylkvicksilvret sannolikt förelåg i vattenlösningen

Totalkvicksilverhalten i ingående vatten uppgick till ca 500 µg/l i medeltal. I det utgående vattnet efter centrifugering och flotation var halten 0,5 µg/l. Avskiljningen var således 99,9 %, eller ungefär densamma som för suspenderat material.

Det alternativ som förespråkades av "Arbetsgruppen för en sanering av Örserumsviken" var att fraktionera och återanvända fibern i produktionen. Den idén förkastades då den återanvändbara fibern inte kunde tillskrivas ett värde större än merkostnaden för detta alternativ. Istället deponerades fibermassorna vid den invallade vikens inre strand.

5. Tidigare undersökningar och rapporter

En mängd undersökningar och rapporter angående Örserumsviken har gjorts genom årens lopp. Rutinmässiga recipientkontroller i Örserumsviken och angränsande vikar ut mot Lucernafjärden gjordes 3 ggr/år från 1971 till 1977. Dessa innehöll endast fysikalisk-kemiska analyser, men från hösten 1977 och i tio år framåt, har ett mer intensifierat kontrollprogram följts, omfattande också bottenfauna och fiskundersökningar. Under den här rubriken har endast de rapporter som rör kvicksilver och PCB tagits upp.

5.1 Undersökningar gjorda före saneringen 1978-79

1971 *"Förekomsten av kvicksilver i Örserumsvikens bottensediment."*
(IVL, Björk - Lann.)

Totalkvicksilverinnehållet i sedimentets ytskikt varierade mellan 0,56 och 16,5 µg/g torrt sediment, medan betydligt högre halter kunde påträffas längre ned i sedimentet. De högsta värdena, 32 resp. 53 µg tot-Hg/g torrt sediment, träffades på 40 till 60 cm sedimentdjup. Inom det fria havsområdet i Östersjön har ett medelvärde för kvicksilvers bakgrundshalt beräknats till 0,043 µg/g torrt sediment (Hasselroth).

1974 *"Sedimentprovtagning i Örserumsviken"*
(Statens Naturvårdsverks undersökningslaboratorium, Ripa).

Mycket likartat resultat som 1971, dock påträffades de analoga värdena längre ned i sedimentet från ytan räknat. Detta kan antas bero på överlagring under mellanperioden.

5.2 Undersökningar gjorda efter saneringen 1978-79

Ett provtagningsprogram har sedan 1977 följt muddringsarbetena i Örserumsviken. Inom ramen för detta har bl a provfisker, maganalyser och haltanalys av metylkvicksilver i fisk genomförts, jämte löpande analys av fysikalisk-kemiska parametrar. Efter muddringen studerades följderna: tillfriskningsförloppet, alternativt de långtidseffekter som senare skulle kunna ge sig till känna, t ex en gradvis ökning av metylkvicksilverhalterna genom läckage från ruttande fiber. Rehabiliteringen följdes därför under en tidsperiod av tio år och omfattade två områden:

1. Analys av metylkvicksilver i fiskmuskulatur jämte vikt- och åldersbestämning, 1984, 1987 och 1990.
2. Studium av nedbrytningsförloppet av restfibrer i Örserumsviken årligen från 1981

till 1987.

Numera analyserar man totalkvicksilverhalten istället för metylkvicksilverhalten i fisk. Dessa är emellertid direkt jämförbara med varandra eftersom mer än 90 % av kvick-silvret i fisk föreligger som just metylkvicksilver.

1977-79 "Sammanställning av resultat från recipientkontroll i samband med muddring av Örserumsviken": (augusti-november 1977 och 1978 samt mars-september 1979.)

- ### Analys av gädda visade en stor spridning av metylkvicksilverhalten. Man tror dock att en utfiskning av de stora, stationära gäddorna i viken skulle leda till gäddor från fjärden med lägre halter skulle komma in, samt att de ej skulle anrika samma mängder av miljögiftet. Idag är dock vattnet svartlistat med fog.
- ### Metylkvicksilverhalten i vattengräsugga under 1977 var 85 ppb, mätt som våtvikt.
- ### Burförsök med regnbåge under en treveckorsperiod. Anrikning av metylkvicksilver i fisken skedde ej. Halterna av metylkvicksilver i vattnet beräknades ligga inom intervallet 0.2-1 ppt 1977, och på 0.1 ppt 1978.

1977 "Analys av CH_3Hg i gädda från Örserumsviken, fångad under hösten 1977." (IVL)

21 gäddor undersöktes. Halterna av metylkvicksilver varierade mellan 0.32 och 2.67 ppm. Endast en gädda vägde över 5 kg (den hade 1.61 ppm). Två av fiskarna hade ett 2 cm² stort sår på sidan.

1978 "Recipientundersökningar i Örserumsviken hösten 1978 samt MeHg-analyser i gädda och regnbåge (burförsök)" (IVL)

Endast en gädda, med en vikt av 5 kg, innehöll mer än 1 ppm metylkvicksilver. Halten metylkvicksilver i vattnet beräknades med hjälp av den burlevande regnbågen till 0,1 ppt, vilket antyder en sänkning från föregående år, då halten beräknades ligga inom intervallet 0,2-1 ppt.

1979 "Resultat från förnyade provfisken i Örserumsviken - vintern 78/79." (IVL)

52 stycken gäddor fångades. Halterna av metylkvicksilver varierade mellan ca 0.15 och 0.95 ppm. Alla gäddor under 5 kg hade halter som låg väl under svartlistningsgränsen på 1 ppm. De äldre gäddorna hade de högre halterna.

1980 "Metylkvicksilverhalter i gäddor från Örserumsviken, Västervik fångade i Maj 1980." (IVL)

39 gäddor fångades. Metylkvicksilverhalterna varierade mellan 0.25 och 3.15 ppm, de flesta mellan 0.3 och 0.8 ppm. Alla analyserade gäddor under 5 kg hade en

metylkviksilverhalt som låg under svartlistningsgränsen 1 ppm. Endast två fiskar låg över.

1984 Örserumsviken - Provfiske, gädda, våren 1984.
(IVL).

21 fiskar analyserades. Metylkviksilverhalterna varierade mellan 0.27 och 1.7 ppm. Alla utom den på 1.7 ppm låg under gränsvärdet för svartlistning på 1.0 ppm. Den största fisken vägde 2.4 kg.

1986-87 "En grov uppskattning av PCB-mängder i /vid Örserumsviken."
(T. Hammar Länsstyrelsen i Kalmar.)

Den här undersökningen visar bl a att även den vik som har fyllts ut med annat än fibersediment innehåller PCB (2.6 mg/kg). I deponin med fibersediment är halten 70 mg/kg TS, totalt ca 1 000 kg PCB, och innanför invallningen är halten 62 mg/kg TS, totalt ca 70 kg PCB. Ute i Örserumsviken har man skilt på muddrat och ej muddrat område som hade halter på 40 respektive 12 mg/kg TS och total mängd på 50 respektive 20 kg. Den totala PCB-mängden skulle således ligga på 1 140 kg!

1986-87 "PCB-halter i fisk från Örserumsviken."
(T. Hammar, Länsstyrelsen i Kalmar.)

I den här PCB-analysen på mörthomogenat redovisas PCB-halter som Aroclor 1248, på 0.94 respektive 1.1 mg/kg färskvikt. samt 88 respektive 110 mg/kg fettvikt. PCB-halter beräknat som Aroclor 1254 var 0.60 respektive 0.61 mg/kg färskvikt och 56 respektive 59 mg/kg fettvikt.

1987 "PCB-halter i gäddor fångade i Örserumsviken vid Västervik 1987"
(Statens Livsmedelsverk.)

PCB-halterna i gäddor fångade i Örserumsviken varierade mellan 0.04 och 1.0 mg/kg färskvikt med Chlophen A-50 som standard, och mellan 0.09 och 1.8 mg/kg färskvikt med Aroclor 1248 som standard. I gäddor fångade strax utanför viken låg variationerna på 0.09-0.21 respektive 0.20-0.37 mg/kg färskvikt.

1993 Två gäddor från Örserumsviken analyserades med avseende på PCB. Dessa innehöll 0,43 mg/kg (1 340 gram) respektive 0,97 mg/kg (okänd vikt).

5.3 Slutsats

Örserumsviken var tidigare svartlistad på grund av att kvicksilverhalterna i framför allt större fiskar låg över 1 mg/kg. Numera finns ingen svartlistningsgräns, men ett gräns-värde för vad som är tjänligt. Det ligger på 1 mg/kg för ett antal havslevande fiskarter, och 0,5 mg/kg för övriga. Rekommendationen från Naturvårdsverket är att kvicksilver-halten bör ligga under 0,5 mg/kg ur miljösynpunkt.

I Örserumsviken har de mindre fiskarna (gäddor runt 1 kg), inte nämnvärt minskat sitt innehåll av kvicksilver sedan saneringen genomfördes 1978-79. T ex så innehöll de 8 st gäddorna som vägde runt 1 kg och fångades 1977, mellan 0,80 och 1,17 mg metyl-kvicksilver/kg.

1993 analyserades två gäddor som visade sig innehålla 0,43 respektive 0,97 mg/kg (den förstnämndas vikt var 1 340 gram, och den andres okänd). Som jämförelse kan nämnas att fiskarna i Verkebacksviken har 0,05 mg/kg, Gamlebyviken 0,2 mg/kg och Syrsan 0,15 mg/kg (1991).

6. Grovskiss påundersökningar inför saneringen

Docent Per Larsson på Limnologiska avdelningen vid Lunds Universitet, gjorde 1992 en grovskiss på vad som i hans mening borde göras vid Örserumsviken. En förkortning av den redovisas nedan. P. Larsson anger också en ungefärlig kostnad för utförande-delen. För mer detaljerad information hänvisade han till undersökningarna av Järnsjön (se kap. 7), där han sitter med i den vetenskapliga referensgruppen.

Moment 1. Undersökning av sediment/mark samt fisk.

För att dokumentera PCB-spridningen ytmässigt i marken krävs ca minst 50 analyser, beroende på homogenitet (området är minst 50 hektar plus deponin). För att kontrollera utbredningen nedåt i sediment eller mark tillkommer ytterligare minst 50 analyser.

För att konstatera om fisk kontaminerats med PCB krävs analyser av ca 20-30 djur. Även terrestra djur bör undersökas om marken visar sig vara kontaminerad (20-30 analyser).

Moment 2. Undersökning av vatten, luft och grundvatten.

(Tillkommer om man vid undersökningen finner att området är kontaminerat.)

För att dokumentera eventuell spridning till vatten tas prov i viken t ex med teknik som utnyttjas i Järnsjön (se kapitel 7.3). Som underlag för provtagningen bör sedimentundersökningarna ligga (s.k. "hot-spots" undersöks grundligare). Provtagningen bör täcka in flera olika delar av viken, och också utföras säsongsmässigt. Troligen krävs åtminstone 100 analyser.

För grundvatten utnyttjas samma teknik, där grundvattenrör slås med i marken. För att någorlunda täcka in området krävs 50 analyser.

För provtagning av PCB i luft utnyttjas också teknik som använts i Järnsjön. För att spåra eventuell förhöjning över kontaminerade markområden/deponier samt att kontrollera detta säsongsmässigt krävs ca 50-60 analyser.

Slutsats och kostnad

Det krävs ca 360 analyser för att få ett grepp om PCB-utbredningen. Vid en kostnad på 1 500 kr/analys blir det 540 000 kronor. Tillsammans med övriga kostnader för provtagning, inköp, resor m m uppskattas kostnaden till 700 000 - 800 000 kr (1992 års prisnivå).

7.järnsjön - ett liknande fall

7.1 Bakgrund

I Emåns vattensystem har förhöjda halter av miljögiften PCB uppmätts i sediment, fisk och vatten. Fibersediment i järnsjön som härrör från Nyboholms pappersbruk, Hultsfreds kommun, har visat sig vara den största källan till detta. Mot bakgrund av Emåns höga skyddsvärde; riksintresse för naturvård och bl a förekomst av den akut utrotningshotade malen, så har problemet uppmärksamats ordentligt sedan upptäckten 1981. Efter ett omfattande provtagningsarbete för att spåra PCB-källan under 1980-talet har undersökningar och studier kommit till stånd för att sanera systemet.

Då det har funnits ett allmänt behov av fördjupade kunskaper om sanering av förorenade sediment så har hela projektet dokumenterats väl genom SNVs rapporter (se referenslistan). Dessa rapporter har använts som förebild för tillvägagångssättet vid projektet med Örserumsviken inklusive utformningen av denna förstudie.

7.2 Ansvarsfrågan

Naturvårdsverket försökte att nå en ekonomisk uppgörelse med tidigare och nuvarande ägare till Nyboholms Bruk. Anläggningen ägdes under åren 1965-1975 av Klippans Finpappersbruk. Därefter övertogs den av MoDo som 1989 sålde den vidare till ett finskt företag.

Notan för återställandet slutar troligen på 45-50 miljoner kronor. Överenskommelse träffades med MoDo om att företaget skall bidra till återställningsarbetet med 14 miljoner kronor. Situationen med Klippans Finpappersbruk var besvärligare. Naturvårdsverket ansåg att 6-7 miljoner kronor utgjorde en skälig avvägning mellan, å ena sidan de skador som Klippans verksamhet hade orsakat, å andra sidan att denna pågått före och en kortare tid än MoDos verksamhet i området. Klippans Finpappersbruk ville däremot inte kännas vid några krav. Sådana kan bara riktas mot den nuvarande verksamhetsutövare, ansåg företaget.

Naturvårdsverket begärde då att Koncessionsnämnden för miljöskydd skulle ta upp frågan om bolaget skulle kunna åläggas att betala en del av saneringen enligt miljöskyddslagen §§ 5 och 24. Koncessionsnämnden var oenig men gick på Klippans linje.

Naturvårdsverket överklagade beslutet till regeringen och utgången blev den motsatta. Klippans skyldighet att avhjälpa olägenheterna från den tidigare verksamheten kvarstår, menar regeringen. Ansvar för återställning av ett förorenat område ska alltså delas mellan dem som bidragit till utsläppen. Regeringen lämnade därmed tillbaka ärendet till koncessionsnämnden att avgöra hur stort belopp som är skäligt att Klippans Finpappersbruk skall bidra med.

Sista ordet är emellertid inte sagt ännu eftersom Klippan överklagat till regeringsrätten.

7.3 Provtagningar

PCB-analyser i fisk hade det gjorts ca 150 stycken under 1980-talet. Tydligt förhöjda halter påträffades i och runtjärnsjön. I samband med PCB-analyserna i vatten 1991 undersöktes också innehållet i ettåriga abborrar. Resultatet var att PCB-halterna i järnsjön var signifikant högre än på någon annan lokal.

PCB-analyser i vatten togs i veckointervall under 1991 med en teknik som går ut på att filtrera ca 100 liter vatten genom en polyuretan-kolonn under en vecka. Både PCB bundet till partiklar och löst i vattnet återfinns i filtret. Totalt togs 50 prov på fem lokaler i två omgångar, och resultatet visade att halterna av PCB i Emåns vatten påverkades kraftigt av det förorenade sedimenten i järnsjön.

Sedimentkarteing: järnsjön som är 25 hektar stort delades upp i 12 delområden där prover togs på 5-10 platser. Totalt togs prover på 98 platser och på samma platser utfördes sondering med sonderingsstång. Fibersedimentens mäktighet och utbredning presenterades på en översiktlig karta. Inom varje delområde samlades proverna från varje 40 cm's nivå till nivåprover. Samlingsprover i respektive delområde togs fram genom att prov från varje nivå som innehöll fiber slogs samman. Nivå- och samlingsproverna analyserades med avseende på PCB, torrsubstanshalt och glödresthalt, och samlingsproverna dessutom på multielementanalys och nedbrytningsgrad.

Sedimentundersökning: Provtagning med kolvprovtagare på nio platser i järnsjön gav en översiktlig bild av fördelningen på olika nivåer, liksom en genomsnittlig halt i de förorenade sedimenten. Proverna analyserades med avseende på PCB, kvicksilver, torrsubstans och glödgningsförlust, och en bedömning av hur lång tid problemet skulle kunna kvarstå gjordes (drygt 100 år!).

7.4 Saneringen av järnsjön

Järnsjön sanerades genom sugmuddring i skydd av geotextilskärm. Arbetet koncentrerades till sommarhalvåret då sjön hade ett lågt vattengenomflöde.

Muddringen startade innanför skärm på östra sidan, där den största delen av PCB-föreningarna var koncentrerade. Därefter togs textilskärmarna bort och den andra sjöhalvan muddrades.

De upptagna fibersedimenten deponerades. (Se vidare diskussionen i kapitel 8.)

8. Liten diskussion kring den slutliga behandlingen av fibern

Deponering har ofta använts som slutbehandling när det varit fråga om stora volymer med små mängder föroreningar. Nackdelen med deponier är att man har föroreningen kvar, vilket skapar ett provtagnings- och tillsynsproblem för framtiden. Fördelen är framför allt att det är en billig metod.

Det finns andra behandlingsmetoder än deponering. *Förbränning* vid höga temperaturer eliminerar PCB-föroreningarna, men kräver en rökgasrening för kvicksilvret som kan bli kostsam när det gäller så stora mängder. Genom *pyrolys* kan PCB brytas ned samtidigt som kvicksilver tas om hand. Det är också en kostsam metod, liksom *nedbrytning* av PCB på mikrobiell väg och med hjälp av UV-strålning. Metoder att *separera* föroreningen är just nu under utveckling.

I Järnsjöprojektet deponerades fibermassorna efter upptagningen. Det är emellertid inte sagt att det är den slutliga behandlingen av fibern. Utvecklingen av både biologisk behandling och olika förbränningsmetoder är för närvarande inne i en mycket snabb utveckling, och framförallt kanske mikrobiell nedbrytning av föroreningar. Inom de närmaste åren bedöms kostnaderna avsevärt ha reducerats, samtidigt som effektiviteten hos metoderna förbättrats. I och med deponeringen lämnade man möjligheterna öppna för att i ett senare skede gå in med någon av dessa metoder, för att därigenom erhålla en slutgiltig lösning.

9. Aktiviteter

Tio stycken aktiviteter är nu aktuella för att fortsätta projektet med Örserumsvikens sanering. Efter de två inledande aktiviteterna att bilda en lämplig projektorganisation och utse arbetsgång, följer ett antal utredningar och undersökningar. Dessa ligger till grund för *huvudstudien* som bör innehålla en utvärdering av aktiviteterna och sammanfattning av slutsatserna. Om flera alternativa saneringsmetoder är aktuella beskrivs dessa och ett huvudalternativ utses.

Om nedan nämnda arbetsgång väljs (aktivitet 2), följer därefter en *förstudie för skede II*. Denna förstudie skall mynna ut i ett underlag som är tillräckligt för detaljprojekteringen. Metoder och funktioner måste därför anges noggrant och entydigt. Slutresultat skall förslagsvis vara ett anbudsunderlag som anger de mål, metoder och ramar som gäller, men som lämnar utrymme för val av åtgärder inom dessa.

Aktivitet 1. Bilda projektorganisation

Mål: Att skapa en organisation med kompetens att genomföra projektet med saneringen av Örserumsviken.

En så bred organisation som möjligt är önskvärd, så att alla berörda parter får komma till tals. Där bör finnas representanter för kommunen, (såväl tjänstemän som politiker), länsstyrelsen, naturvårdsverket, fastighetsägare och tidigare verksamhetsutövare. En del folk med erfarenhet från Järnsjöprojektet bör finnas med. Vidare upprättas lämpligen någon form av referensgrupp med sakkunniga och insatta personer.

En lämplig projektorganisation kan vara den som Järnsjöprojektet använde sig av:

- ### Projektstyrelse
- ### Arbetsgrupp
- ### Lokal referensgrupp
- ### Vetenskaplig referensgrupp

Aktivitet 2. Val av arbetsgång

Mål: Att få en arbetsgång som fungerar effektivt och fortlöpande ända tills hela projektet är genomfört.

- Moment**
1. När projektorganisationen är bildad skall den utse ett lämpligt arbetssätt för att följa projektet. Förslagsvis följs den arbetsgång som användes vid Järnsjöprojektet:
 - Skede I. Huvudstudie som ger underlag för detaljprojektering
 - Skede II. Detaljprojektering som ger underlag för entreprenadupphandling
 - Skede III. Entreprenadupphandling
 - Skede IV. Genomförande och kontroll
 2. Vem/vilka som skall vara ansvariga för de olika aktiviteterna utses.
 3. Försök till att avgöra kostnad och tid för respektive aktivitet görs.

Aktivitet 3. Ansvarsförhållanden och finansiering

- Mål: Klarlägga vilka som kan göras ansvariga för utredningar och sanering, hur finansieringen kan lösas och vilka regler som gäller om ansvar under saneringsarbetena.
- Resultatredovisning: PM som anger olika ansvarsförhållanden och finansiering. Skriftliga överenskommelser med tidigare ägare och verksamhetsutövare, alternativt underlag för process mot dessa.
- Moment:
1. Utifrån SNVs rapport "*Vem har ansvaret*", PM med titeln "*Ansvarsfrågor i samband med sanering av förorenade vattenområden*" samt industrihistoria för området och erfarenheter från Järnsjöprojektet tas en PM fram. Naturvårdsverket bör vara inblandat i denna aktivitet och produkten granskas av dess jurister.
 2. Försök till överenskommelse med tidigare verksamhetsutövare vid pappersbruket.
 3. Om överenskommelse inte kunnat träffas används underlaget för framställan till koncessionsnämnden.
 4. Statliga medel söks i anslagsframställning.

Aktivitet 4. Kartering av fibersedimenten

Mål:	Att redovisa lägen, utbredning, mäktighet, föroreningsinnehåll och halter för fibersedimenten innanför invallningen, i deponin på land och kvar i Örserumsviken. Egenskaper hos sedimenten som är av intresse vid olika saneringsmoment skall också redovisas. Uppgifterna skall vara tillräckliga för val av saneringsmetod, bestämning av saneringens omfattning och för upphandling av entreprenaden.
Resultat-redovisning:	Kartor (ekonomiska + mer detaljerade), profiler, tabeller analysprotokoll och beskrivningar.
Moment	<ol style="list-style-type: none">1. Uppdrag till något konsultbolag att lämna förslag till hur ovanstående kartering och undersökning bör utföras.2. Granskning och eventuell justering av förslaget.3. Konsulten utför kartering och undersökningar.4. Granskning av resultaten.5. Slutrapporten godkänds, eventuellt efter kompletteringar. Slutbetalning.

Aktivitet 5. Detaljerad beskrivning av utfyllnadsmaterialet

Mål:	Att redovisa utbredning, volym och eventuellt föroreningsinnehåll hos utfyllnadsmaterialet i den sydvästra, numera utfyllda småviken inne vid pappersbruket (se bilaga 2). Egenskaper hos utfyllnadsmaterialet som är av intresse vid olika saneringsmoment skall också redovisas. Uppgifterna skall vara tillräckliga för att kunna bedöma om sanering är aktuell eller ej. Om ja, skall uppgifterna räckta till val av saneringsmetod, bestämning av saneringens omfattning samt för upphandling av entreprenaden.
Resultatredovisning:	Kartor (ekonomiska + mer detaljerade), profiler, tabeller analysprotokoll och beskrivningar.
Moment	<ol style="list-style-type: none">1. Uppdrag till något konsultbolag att lämna förslag till hur ovanstående uppdrag bör utföras.2. Granskning och eventuell justering av förslaget.3. Konsulten utför kartering och undersökningar.4. Granskning av resultaten.5. Slutrapporten godkänns, eventuellt efter kompletteringar. Slutbetalning.

Aktivitet 6. Undersökning av nuvarande miljöförhållanden samt kontroll under och efter saneringen

- Mål:** Att få fram en beskrivning av föroreningsituationen i Örserumsviken som är tillfredsställande ur vetenskaplig synpunkt. Liksom att ta fram ett program för undersökning under och efter saneringen samt uppföljande kontroll.
- Undersökningen syftar även till att ta fram ett underlag för fastställande av gränsvärden för föroreningsflödet under pågående sanering.
- Resultaten från den inledande studien får slutligen vara avgörande för utformningen av ett mera detaljerat program.
- Resultatredovisning:** Skriftlig beskrivning av nuvarande förhållanden samt fastställande av gränsvärden. Förslag till utformning av program för undersökningar under och efter utförd sanering. I ett senare skede även förslag till regelbundet återkommande kontrollundersökningar.
- Moment:**
1. Utarbeta ett lämpligt provtagningsprogram utifrån Per Larssons grovskiss på undersökningar inför saneringen (kap 7) och Naturvårdsverkets förslag till basprogram (SNV PM 1989-08-23), samt erfarenheter från Järnsjöprojektet.

Aktivitet 7. Sammanställning av saneringsmetoder och skyddsåtgärder

Mål:	Sammanställa uppgifter om olika saneringsmetoder samt skyddsåtgärder för att förhindra miljöstörningar under saneringen, inklusive omhändertagande av massor. Ett förslag för Örserumsvikens sanering lämnas.
Resultatredovisning:	Rapport där saneringsmetoder och åtgärder mot förorenings-spridning går igenom och bedöms med avseende på möjligheterna att klara en uppsatt gräns för miljöpåverkan. Kostnads-jämförelse.
Moment	<ol style="list-style-type: none">1. Formulering av anbudsunderlag som innebär:<ul style="list-style-type: none">### Genomgång av nu kända saneringsmetoder inklusive omhändertagande av massor, de miljöstörningar de olika teknikerna medför samt bedömning och förslag till tekniska förbättringar.### Genomgång av möjliga skyddsåtgärder mot förorenings-spridning vid saneringsarbeten i vatten och i samband med omhändertagande av upptagna sediment.### Jämförelse och bedömning av metoder och skyddsåtgärder som klarar miljökraven och vilken kombination som är ekonomiskt fördelaktigast att välja.2. Utredning av vilka halter av olika föroreningar som kan tolereras under olika tidsperioder. (Riskscenarier).3. Anbudsunderlaget granskas och sänds till flera konsulter.4. Granskning och eventuell justering av förslaget.5. Konsulten genomför uppdraget. Samråd.6. Granskning av konsultrapporten.7. Slutrapporten godkänns, eventuellt efter kompletteringar. Slutbetalning.

Aktivitet 8. Utredning av tänkbara platser för eventuell deponering

Mål:	Att kunna ange tänkbara platser för deponering av den förorenade fibern från pappersbruket.
Resultatredovisning:	Rapport med översiktligt utredda förslag till deponeringsplatser inklusive förslag om fördjupade studier inom vissa områden.
Moment	<ol style="list-style-type: none">1. Formulering av anbudsunderlag som innebär:<ul style="list-style-type: none">### att avgränsa det område inom vilket platser skall sökas.### att ange vilka krav platserna bör uppfylla för att vara tänkbara.### att ange idag kända platser som bör undersökas.<p>Storleken på den platsen avgörs av hur mycket fibersediment som skall deponeras. Tidigare aktiviteter ger svar på det. T ex hur det är med den nuvarande deponin; behöver man hitta en ny plats för den? Behöver fibern innanför invallningen deponeras? Eller fibern kvar i Örserumsviken, etc?</p>2. Efter granskning ges anbudsunderlaget ut till konsulter.3. En konsult utses som får uppdraget, och genomför det i samråd med den som är utsedd att ha ansvaret för aktiviteten.4. Konsultrapporten granskas och godkänns efter eventuell komplettering. Slutbetalning görs.

Aktivitet 9. Information och dokumentation av saneringen.

Mål:	Riktlinjer för hur informationen till pressen, allmänheten, markägare m fl skall skötas under projektet. Riktlinjer för hur en rapport som dokumenterar saneringsprojektet bör utföras.
Resultatredovisning:	PM om information under projektet.
Moment	<ol style="list-style-type: none">1. Utifrån Järnsjöprojektet och eventuellt andra rapporter sätta upp riktlinjer för dokumentationen.2. Anvisningar om hur material skall samlas under projektets gång, bl a: ### Sammanfattningar i olika dokument utformas med tanke på att de skall kunna tas in i en slutrapport. ### Eventuell fotografering av vissa saneringsförfaranden.3. Disposition och förslag till utformning av slutrapport.

Aktivitet 10. Underlag för ansökan om tillstånd

Mål:	Att ange vilket underlag som behövs för ansökan om tillstånd enligt vattenlagen, miljöskyddslagen, lagen om kemiska produkter och förordningen om miljöfarligt avfall, samt att så långt det är möjligt under skede I producera detta underlag.
Resultatredovisning:	Lista som anger vad ansökningshandlingar för upptagning, behandling och deponering skall innehålla samt färdiga handlingar i de fall det är möjligt.
Moment	<ol style="list-style-type: none">1. Utifrån erfarenheter från Järnsjöprojektet och eventuellt i samråd med konsult eller advokat sammanställa vilket underlag som behövs för respektive ansökan.2. Samla in och framställa underlag för ansökningar.

Referenser

Naturvårdsverkets rapportserie om Järnsjöprojektet

"Sanering av Järnsjön i Emån":

- ### Nr 3997 - "Förstudie."
- ### Nr 3998 - "Undersökning av förorenade sediment."
- ### Nr 3999 - "Huvudstudie."
- ### Nr 4000 - "Miljöscenarier vid olika PCB-belastningar."
- ### Nr 4001 - "Metoder för sedimentsanering i industriellt förorenade sediment."
- ### Nr 4003 - "Projektplan för skede II, - Referensundersökning och detaljprojektering."

Institutet för vatten- och luftvårdsforskning, IVL

"Undersökning av vatten- och bottenbeskaffenheten i Örserumsviken och havet därutånför" 1969-06-09.

"Undersökning av kvicksilverinnehållet i Örserumsvikens bottensediment, den 4.6 maj 1971." (Björk - Lann, 1971-09-27)

"Pilotförsök avseende upptagning och avvattning av kvicksilverkontaminerat fibersediment ur Örserumsviken." (Bergström m fl, 1975)

"Sanering av Örserumsviken, förprojektering med kostnads kalkyl." (1976).

"Resultat av fortsatta undersökningar inför en sanering av Örserumsviken - Västervik" (von Post, 1976-08-30)

"Programförslag för detaljkartering av fiberbankarnas utbredning samt åervinnbara fiberdelens storlek i Örserumsviken i Västervik" (von Post, 1977-02-25)

"Sanering av Örserumsviken, pilotförsök avseende fraktionering av fibersediment." (1977).

"Sanering av Örserumsviken - en lägesrapport" (von Post, Wieden, 1977-07-08)

"Detaljkartering av fiberbankarnas utbredning samt åervinnbara fiberdelens storlek i Örserumsviken, Västervik." (von Post, 1977-08-29, 1977-06-15).

"Fortsatta fraktioneringsförsök pågår." (1977).

"Analyser av MeHg i gädda och sårskador." 1977

"Metylkviksilver i gäddor från Örserumsviken 1977." 1977

"Örserumsviken, en skogsindustriellt förorenad Östersjövik." 1978

"Recipientundersökningar i Örserumsviken hösten 1978 samt MeHg- analyser i gädda och regnbåge - underhandsrapport." 1978

"Resultat från förnyade provfisken i Örserumsviken - vintern 78/79." 1979

"Avskiljning av total- och metylkvicksilver samt bildning av metylkvicksilver i avvattningsanläggning för fibersediment." 1979

"MeHg-halter i gäddor från Örserumsviken, Västervik fångade i Maj 1980." 1980

"Sanering av en skogsindustriell recipient - Örserumsviken, Westerviks pappersbruk." (IVL, Eriksson m fl.) 1981

Provfiske, gädda, MeHg. 1984

Övriga

Arbetsgruppen för en sanering av Örserumsviken: Västervik: "Alternativa saneringsåtgärder - en sammanfattning" 1976-09-22. (3 sid).

Arbetsgruppen för en sanering av Örserumsviken: "Sanering av Örserumsviken - fraktionering av fibersediment". (3 sid).

Larsson, Per (i brev till Västerviks Miljö- och hälsoskyddskontor 1992-11-02): "Angående PCB i Örserumsviken" (grovskiss på nödvändiga undersökningar och kostnad) 1992.

Larsson, Per: "Emån - projektförslag angående förångning av PCB från deponier av kontaminerat sediment", (3 sidor).

Larsson, Per m fl: "PCB i vatten och fisk i Emån", (8 sidor).

Naturvårdsverket: "Sammanställning av restaureringsarbete i Örserumsviken" 1980.

Naturvårdsverkets rapport nr 4354: "Vem har ansvaret? Rättsläget idag och förslag för framtiden. - Efterbehandling och sanering." SNV 1994 (211 sidor).

Naturvårdsverket, Enheten för utvärdering och tillsyn: "Delat ansvar för Järnsjön" Tillsynsnytt nr 1 1994, sidan 11.

Naturvårdsverket, Samhällstekniska avdelningen "Ansvarsfrågor i samband med sanering av förorenade vattenområden." Per Gullbring 1992 (4 sidor).

Statens Livsmedelsverk: "*PCB-halter i gäddor fångade i Örserumsviken vid Västervik 1987*"

Västerviks kommun: "*Naturvårdsprogram*", 1993.