

NIVA



RAPPORT LNR 4025-99

**Miljøpåvirkninger på
Selbusjøen av
impregneringsvirksomheten
ved Kjeldstad Sagbruk &
Høvleri AS**



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

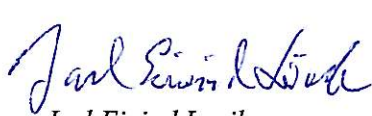
Tittel Miljøpåvirkninger på Selbusjøen av impregneringsvirksomheten ved Kjeldstad Sagbruk & Høvleri AS	Løpenr. (for bestilling) 4025-99	Dato April 1999
	Prosjektnr. Undernr. O-98172	Sider Pris 19
Forfatter(e) Jarl Eivind Løvik og Sigurd Rognerud	Fagområde Miljøgifter ferskvann	Distribusjon
	Geografisk område Sør-Trøndelag	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Kjeldstad Sagbruk & Høvleri AS	Oppdragsreferanse Tor Kjeldstad
--	------------------------------------

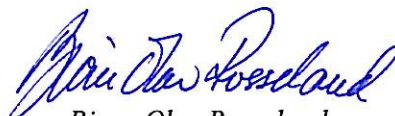
Sammendrag

Ved impregnering av trelast ble pentaklorfenol brukt i perioden 1968-1974, Volmanit (inneholder Cu) i perioden 1974-80 og CCA-væske inneholdende kobber, krom og arsen fra 1980 og fram til dags dato. Pentaklorfenol ble ikke påvist i sedimentene utenfor sagbruket. Dette skyldes antagelig avdunsting og/eller nedbrytning. Det ble heller ikke påvist nevneverdig forurensning av kobber og krom i sedimentet. Dette var heller ikke tilfelle for arsen unntatt i et begrenset område utenfor barkfyllingen der sedimentene var meget sterkt forurenset. Årsaken er sannsynligvis utlekking av arsen fra sagbrukstomta eventuelt direkte utslipp under impregneringsprosessen. Avrenningen etter trykimpregnering med CCA foregikk utendørs uten oppsamling av impregneringsvæsken i perioden 1980-87. I dag skjer impregneringen med tett tank og innendørs avrenningsplattform, og bedriften er i ferd med å fase ut arsen. Det ble målt moderate konsentrasjoner av andre klororganiske forbindelser som PCB, HCH, nedbrytningsprodukter av DDT, pentaklorbensen og heksaklorbensen. Disse forbindelsene kan stamme både fra atmosfæriske avsetninger av langtransporterte forurensninger og eventuell tidligere bruk i nedbørfeltet. Sedimentene var moderat forurenset av PAH. Det anses at kilden til dette i hovedsak er langtransporterte forurensninger og i liten grad virksomheten ved sagbruket. Skadeeffekter på bunnlevende organismer som følge av høye arsenkonsentrasjoner kan ikke utelukkes i det mest forurensete området like utenfor barkfyllingen.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Impregneringsverk 2. Selbu 3. Innsjøsedimenter 4. Metaller og organiske mikroforurensninger 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Impregnation 2. Selbu 3. Lake sediments 4. Metals and organic contaminants
--	---



Jarl Eivind Løvik
Prosjektleder



Bjørn Olav Rosseland
Forskningsleder



Nils Roar Sæthun
Forsknings sjef

ISBN 82-577-3626-0

**Miljøpåvirkninger på Selbusjøen av
impregneringsvirksomheten ved Kjeldstad Sagbruk
& Høvleri AS**

Forord

Denne rapporten omhandler påvirkninger på Selbusjøen's sedimenter som følge av impregneringsvirksomheten ved Kjeldstad Sagbruk & Høvleri AS i Innbygda, Selbu kommune. Undersøkelsen er en del av kvalitetskontrollen ved bedriften som igjen er et ledd i arbeidet med EMAS-sertifisering. Vurderingene av forurensningsgraden er gjort ut fra konsentrasjoner av kobber, krom, arsen og organiske mikroforurensninger i overflatesedimenter i østre del av Selbusjøen.

Etter et orienterende møte med Tor Kjeldstad og Åge Kjeldstad den 22. september 1998 ble det foretatt en befaring av området og deretter innsamling av prøver. Kontrakten mellom bedriften og NIVA ble undertegnet samme dag. Tor Kjeldstad har vært kontaktperson for oppdragsgiveren, mens Jarl Eivind Løvik har vært prosjektleder for NIVA.

Prøveinnsamlingen ble gjennomført av Sigurd Rognerud og J.E. Løvik ved NIVAs Østlandsavdeling med assistanse fra Toralf Kjeldstad. Analyser av metaller og organiske mikroforurensninger er utført av Svensk Grundämnesanalys AB og NIVAs laboratorium i Oslo. Databearbeiding og rapportering er utført av personalet ved NIVAs Østlandsavdeling.

Ottestad, april 1999

Jarl Eivind Løvik

Sigurd Rognerud

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Målsetting	7
2. Materiale og metoder	8
3. Resultater	9
3.1 Kobber, krom og arsen	9
3.2 Organiske mikroforurensninger	10
4. Diskusjon	11
5. Litteratur	13
6. Vedlegg	15

Sammendrag

Hensikten med undersøkelsen har vært å skaffe en grov oversikt over mulige miljøpåvirkninger på Selbusjøen forårsaket av virksomheten ved Kjeldstad Sagbruk & Høvleri AS. Bedriften produserer i hovedsak trelast og trykkimpregnert virke. I forbindelse med impregneringen av materialer ble pentaklorfenol brukt fram til 1974. Senere har stoffer som inneholder kobber, krom og arsen blitt brukt. Det har tidligere foregått en betydelig utfylling med bark mot Selbusjøen slik at strandlinjen har blitt flyttet utover i innsjøen. Bedriften har overrissingsanlegg for tømmeret som lagres på området i sommerhalvåret. I undersøkelsen ble hovedvekten lagt på å analysere konsentrasjoner av kobber, krom, arsen og organiske mikroforurensninger i Selbusjøens overflatesedimenter på tre stasjoner i et transekt fra sagbruket og utover i bukta.

Undersøkelsen viste at sedimentene fra sagbrukets barkfylling og ca. 700 m utover, hadde innslag av bark- og flisrester. Ved nedbrytningen av dette materialet i sedimentet dannes metangass. Ved trykkendringer og forstyrrelser av sedimentet, slik som tilfellet var ved sedimentprøvetakingen, bobler metan opp fra bunnen. Sedimentene var lite forurenset av kobber og krom på alle prøvetakingsstasjonene. Dette var også situasjonen for arsen, med unntak av stasjonen nærmest sagbruket (ca. 200 m utenfor sagbrukstomta) som var meget sterkt forurenset. Vi antar at denne arsenforurensningen skyldtes utlekking av rester/søl fra impregnerings-virksomheten i perioden 1980-87. Avrenningen foregikk den gang utendørs uten noen form for oppsamling av impregneringsvæsken. I dag foregår impregneringen med tett tank og innendørs avrenningsplattform. Bedriften er dessuten i ferd med å gå over til impregnering uten bruk av arsen. Hvorfor kobber og krom ikke forekommer i forhøyede konsentrasjoner sammen med arsen er derimot vanskelig å forklare. Disse elementene har tilnærmet like god bindingsevne i sedimentene. Det er mulig at krom og kobber er bundet opp i større grad på sagbrukstomta enn arsen, men det trengs ytterligere undersøkelser for å klarlegge dette. Arsen er et giftig element, og skadeeffekter på bunnlevende organismer kan ikke utelukkes i det mest forurensete området like utenfor sagbruket.

Det ble ikke påvist pentaklorfenol i sedimentene. Det kan skyldes at eventuelle rester av forbindelsen på sagbrukstomta har blitt brutt ned eller er avdunnet i løpet av de årene som er gått siden stoffet var i bruk. De to prøvetakingsstasjonene som lå nærmest sagbruket var også lite forurenset av andre klororganiske forbindelser. Ved den ytterste stasjonen i bukta var sedimentet moderat forurenset av PCB. Det ble også påvist moderat innhold av insektbekjempningsmidler som HCH og nedbrytningsprodukter av DDT, samt pentaklorbensen (QCB) og heksaklorbensen (HCB). Det er uklart hva kilden(e) til disse forurensningene kan være, men det kan dreie seg både om eventuell tidligere bruk i nedbørfeltet og avsetninger av atmosfærisk langtransporterte forurensninger. De relativt lave konsentrasjonene av PAH-forbindelser viste at sedimentene i denne delen av Selbusjøen var moderat forurenset av disse forbindelsene. Kilden til forurensningene var sannsynligvis i hovedsak avsetninger av atmosfærisk langtransporterte forurensninger, og ikke virksomheten ved sagbruket.

Summary

Title: Environmental impact from the impregnation activities at the sawmill Kjeldstad Sagbruk & Høvleri AS on Lake Selbusjøen.

Year: 1999

Author: Jarl Eivind Løvik & Sigurd Rognerud

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3626-0

The surface sediments of the eastern part of Lake Selbusjøen were slightly polluted by copper and chromium, but locally severely polluted by arsenic. The high concentration of arsenic at one sampling station was probably caused by leakage from the impregnation site of Kjeldstad Sagbruk & Høvleri AS. Throughout the years 1980 to 1987 runoff after the impregnation with CCA (=copper, chromium and arsenic) took place outdoor with no collection of the impregnation fluids. Since 1987 the impregnation has been done at a special platform inside a building. The impregnation fluid has then been collected and stored in a closed tank. The firm has planned to exclude arsenic from the impregnation process. Although pentachlorophenol was used in the impregnation process up to 1974, it was not detected in the lake sediments. This was probably due to a combination of decomposition and emission to the atmosphere. Other organochlorine contaminants (PCB, α - and γ -HCH, p,pDDD, p,pDDE, QCB and HCB) were found in moderate concentrations in the sediments. The sources of these contaminants have probably been depositions of long-range transported pollutants, but local sources in the catchment may also contribute. The lake sediments were moderately contaminated by polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) probably caused by deposition of atmospheric pollutants, and not by the activities at the sawmill.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

NIVA Østlandsavdelingen fikk i august 1998 en henvendelse fra Kjeldstad Sagbruk & Høvleri AS, ved Tor Kjeldstad, med forespørsel om en undersøkelse av eventuell miljøpåvirkning av Selbusjøen fra virksomheten ved bedriften. Bakgrunnen for dette var det pågående arbeidet med kvalitetskontroll ved bedriften som ledd i EMAS-sertifisering. I en rapport fra Jordforsk (1997) angående treimpregnering ble det konkludert med at bedriften i dag drives forsvarlig. Det ble likevel påpekt at det var behov for en enkel kartlegging av eventuell tidligere forurensninger forårsaket av bedriften på grunn av søl og nedgravd avfall på området.

Kjeldstad Sagbruk & Høvleri AS produserer i dag plank og trykkimpregnert virke ved bedriften i Innbygda i Selbu. De har også en produksjon av laftehytter. Tømmer som lagres på området, overrisles med vann i sommerhalvåret uten noen spesiell oppsamling eller resirkulering av overrislingsvannet. Grunnen består av utfyllingsmasser over leire. Fyllmassene er hovedsakelig bark, men det er fylt på en del kjøregrus, og rester bl.a. fra det tidligere impregneringsanlegget er nedgravd på tomta. Betydelige mengder bark har blitt brukt i fylling ut mot Selbusjøen. I dag brennes en del av barken, og noe skrapbark og flis blir igjen på området, men mesteparten selges.

Bedriften startet med impregnering av trevirke i 1968, og fram til ca. 1974 var det BP Hylosan som ble brukt som impregneringsmiddel (Jordforsk 1997). Dette midlet inneholder pentaklorfenol, og produksjonen av impregnerte materialer var på ca. 400 m³/år. Fra ca. 1974 til 1980 ble Volmanitt (inneholder bl.a. kobber) brukt med en produksjonen på ca. 600 m³/år. Etter den tid har impregneringen foregått ved bruk av CCA som er en væske bestående av bl.a. Cu (kobber), krom (Cr) og arsen (As). Produksjonen av materialer med denne impregneringstypen oppgis til ca. 1800 m³/år. Bedriften er for tiden i ferd med å gå over til en impregneringsvæske som er fri for arsen. Kreosotimpregnering skal ikke ha forekommet ved bedriften (Tor Kjeldstad pers. oppl.). Vi har ikke kjennskap til hvordan impregneringen med BP Hylosan og Volmanitt foregikk, men i perioden 1980-87 skjedde avrenningen fra CCA-impregneringen utendørs (Jordforsk 1997). Det kan derfor være spredt impregneringsvæske i grunnen fra denne tiden, og noe av dette kan ha blitt ført ut i Selbusjøen. I 1987 ble det bygd et nytt anlegg med tett tank og innendørs avrenningsplattform. Etter avrenning lagres trevirket utendørs på sand/grus og dekkes til med "småtak". Bedriftens anlegg for fingerskjøting bruker bl.a. fenol i forbindelse med limingen. Etter limingen blir trevirket vasket ved høytrykksspyling uten noen spesiell oppsamling av vannet (vannforbruk ca. 40-50 l pr. dag).

Avløpet fra det kommunale renseanlegget i bygda går ut i Selbusjøen ved bekkemunningen like nord for sagbruket. Dette renseanlegget mottar bl.a. avløpsvann fra det lokale meieriet (TINE). Tidligere gikk avløpet fra meieriet urensset ut i innsjøen i dette området.

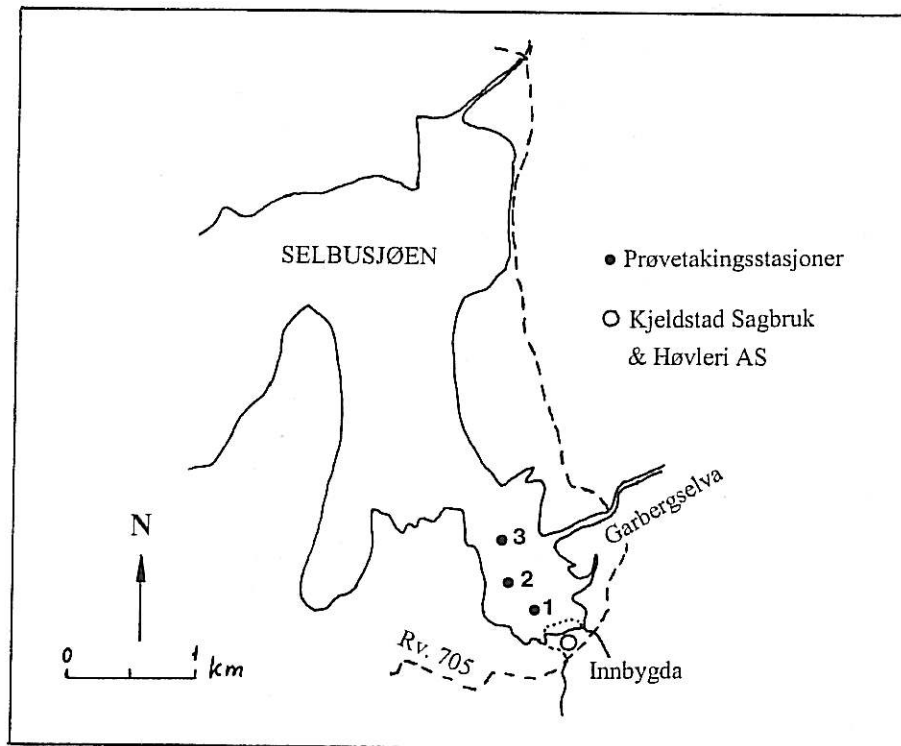
1.2 Målsetting

Målsettingen med undersøkelsen har vært å skaffe en grov oversikt over miljøpåvirkningen av virksomheten ved Kjeldstad Sagbruk & Høvleri AS på bunnsedimentene i Selbusjøen. Det gjelder forurensninger som kan ha sin kilde i sig fra barkfyllingen, overrisling av tømmeret og impregneringsprosessen. Vi har tatt utgangspunkt i de erfaringene som NIVA har gjort tidligere i forbindelse med undersøkelser omkring sagbruks- og impregneringsvirksomhet i Hedmark (Løvik 1991 og 1993, Rognerud et al. 1997a og b, Kjellberg 1999). Da det her først og fremst dreier seg om "gamle synder", vil det være nødvendig å undersøke konsentrasjoner av miljøgifter i sedimentene. Sedimenter gir ofte en god indikasjon på belastningen av miljøgifter da de fleste miljøgifter har stor bindingsevne til sedimenterende partikler. Dessuten avsettes sedimentene kronologisk. Ved å analysere på blandprøver f.eks. fra den øverste 1 cm av sedimentet og sammenlikne disse resultatene

med de fra et dyptliggende sedimentsjikt, som ikke er forurenset, kan vi få en klar indikasjon på betydningen av forurensninger skapt i de seneste 10-år. Dette gjelder for metaller, men for syntetisk fremstilte organiske mikroforurensninger slik som PCB og sprøytemidler skal konsentrasjonene i utgangspunktet være null i pre-industrielle sedimenter.

2. Materiale og metoder

NIVA foretok en befaring av området den 22. september 1998 sammen med representanter fra bedriften. Det ble da bl.a. vurdert om det var mulig å bruke bioindikatorer (f.eks. vannmoser) for å undersøke eventuelle sig av forurensende stoffer via en grøft som drenerer området der trykkimpregnert virke lagres. Vi konkluderte med at dette ikke var mulig da grøfta hadde svært liten vannføring og var tørr i perioder med lite nedbør. En bekk som er lagt i rør gjennom området, egnet seg heller ikke til dette formålet. Undersøkelsen ble derfor begrenset til å omfatte prøver av sedimenter i Selbusjøen. Prøver ble samlet inn samme dag ved 3 punkter (st. 1-3) langs et transekt fra sagbruket og utover mot større dyp (Fig. 1). Selbusjøen (157 m.o.h.) er en 57,5 km² stor og 206 m dyp innsjø med en reguleringshøyde på ca. 6 m (Herfjord et al. 1997). Vannstanden var relativt høg da sedimentundersøkelsen ble gjennomført. Ved en undersøkelse i 1988 ble innsjøen karakterisert som næringsfattig, og den hadde lave fosforkonsentrasjoner og algemengder tilsvarende "meget god vannkvalitet" (tilstandsklasse I) i henhold SFT's system for klassifisering av vannkvalitet (Faafeng et al. 1990, Andersen et al. 1997).



Figur 1. Kart over østre deler av Selbusjøen med prøvetakingsstasjoner. Omtrentlig utstrekning av barkfyllingen ved Kjeldstad Sagbruk & Høvleri AS er antydnet (prikket linje).

Prøveinnsamling og analyser ble utført etter samme metodikk som ble brukt ved en regional undersøkelse av miljøgifter i innsjøsedimenter i 1994-97 (Rognerud et al. 1997a og b). Det ble samlet inn 5-6 sedimentkjerner med en gravitasjonsprøvetaker ved hver stasjon. Kjernene ble splittet i 1 cm tykke sjikt, og en blandprøve av de øverste 2 cm gikk til analyse av organiske mikroforurensninger (klororganiske forbindelser og polysykliske aromatiske hydrokarboner=PAH). Pentaklorfenol (PCP) ble analysert bare på prøven fra stasjonen nærmest sagbruket (st. 1). For analyser av metallene Cu, Cr og As ble den øverste 1 cm benyttet, og i tillegg ble en referanseprøve tatt ut fra den lengste sedimentkjernen på 22-24 cm sedimentdyp ved st. 1. Med sedimentasjonshastigheter som er vanlige i norske innsjøer er det rimelig å anta at referanseprøven er over 200 år gammel dvs. fra tiden før atmosfæren var nevneverdig forurensset (se Rognerud et al. 1998).

Forholdet mellom konsentrasjonen i overflatesjiktet (0-1 cm) og i referansesjiktet kalles kontamineringsfaktor (K_f). Denne faktoren gir ofte en indikasjon på forurensningsgraden av sedimentet. Inndelingen i forurensningsgrader følger her SFT's klassifikasjonssystem for ferskvannsedimenter mht. kobber og arsen (Andersen et al. 1997). Krom er ikke tatt med i dette systemet, så for dette metallet har vi brukt K_f -verdiene med samme inndeling som i en nasjonal undersøkelse av tungmetaller (Rognerud & Fjeld 1990). For organiske mikroforurensninger følger inndelingen i forurensningsgrader det klassifiseringssystemet som tidligere er brukt for både marine sedimenter og innsjøsedimenter (Molvær et al. 1997, Rognerud et al. 1997a). Glødetap (GT) er analysert på de samme sjiktene som metallanalysene for å få et mål på konsentrasjonen av organisk karbon. Mengden organisk karbon har betydning for sedimentets potensiale til å adsorbere metaller og organiske mikroforurensninger (Rognerud & Fjeld 1990, Rognerud et al. 1997a). Når det gjelder opparbeidingen av prøvene og kjemiske analysemetoder henvises det til beskrivelsene gitt i rapportene fra de nevnte regionale undersøkelsene (Rognerud et al. 1997a og b) samt rapporten fra Svensk Grundämnesanalys AB i vedlegget.

3. Resultater

Resultatene av analysene av kobber, krom, arsen og glødetap er gitt i Tabell 1 og av organiske mikroforurensninger i Tabell 2. Analyserapportene fra laboratoriene er også gitt i vedlegget.

3.1 Kobber, krom og arsen

Konsentrasjonene av kobber og krom i overflatesedimentene varierte lite mellom stasjonene, og kontamineringsfaktoren var lav (<1,5) for disse to metallene (Tabell 1). Det vil si at forurensningsgraden var ubetydelig på alle stasjonene.

Tabell 1. Konsentrasjoner ($\mu\text{g/g}$ tørrvekt) av kobber (Cu), krom (Cr) og arsen (As) samt prosent glødetap (GT) i innsjøsedimenter i Selbusjøen. Kontamineringsfaktorer (K_f) er også gitt.

		Cu	Cr	As	GT
St. 1	0-1 cm	25,5	71,4	251	13,5
	22-24 cm	22,5	70,7	15,5	4,2
	K_f	1,1	1,0	16,2	-
St. 2	0-1 cm	25,8	72,4	28,5	10,7
	K_f	1,1	1,0	1,8	-
St. 3	0-1 cm	24,2	68,4	23,3	9,0
	K_f	1,1	1,0	1,4	-

Variasjonen i konsentrasjonen av arsen i overflatesedimentet var betydelig større, og konsentrasjonen på stasjonen nærmest sagbruket var ca. 10 ganger høyere enn konsentrasjon på de to andre stasjonene.

Ved den innerste stasjonen var det et stort påslag av arsen sammenlignet med referansen ($K_f=16,2$), mens påslaget var henholdsvis moderat og ubetydelig på st. 2 og 3. Innholdet av organisk karbon målt som glødetap var lavt i det dypeste sedimentsjiktet og moderat i overflatesedimentet. Ved uttaket av prøvene ble det registrert gassbobling (metan) fra nedbrytning av bark og flis på alle stasjonene.

3.2 Organiske mikroforurensninger

Blant de klorerte organiske forbindelsene finnes mange av de miljøgiftene som har blitt viet størst oppmerksomhet i den senere tid som f.eks. dioksiner, polyklorerte bifenyler (PCB), og insektbekjempningsmidler som DDT og lindan.

Konsentrasjonene av klorerte organiske forbindelser var generelt høyere på stasjon 3 (lengst fra sagbruket) enn på de to andre stasjonene. Generelt var konsentrasjonene høyest for PCB, nedbrytningsprodukter av insektmidlet DDT (p,pDDD og p,pDDE), insektmidlet α -HCH samt de høyklorerte forbindelsene heksaklorbensen (HCB) og pentaklorbensen (QCB). Insektmidlet lindan ble også påvist ved denne stasjonen. Ved de to stasjonene nærmest sagbruket ble hverken PCB, p,pDDE, HCH (α og γ) eller QCB påvist, mens p,pDDD og HCB ble påvist i moderate mengder. Pentaklorfenol ble ikke påvist i sedimentprøven fra stasjon 1.

Tabell 2. Konsentrasjoner av organiske mikroforurensninger i overflatesedimenter på tre stasjoner i Selbusjøen. Alle verdier er gitt som $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt, unntatt PCP som er $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt (*).

	St. 1	St. 2	St. 3
QCB=Pentaklorbensen	<0,2	<0,2	0,6
HCB=Heksaklorbensen	0,4	0,2	0,8
α -HCH=Heksaklorsyκλοheksan	<0,2	<0,2	1,5
γ -HCH=Heksaklorsyκλοheksan=Lindan	<0,2	<0,2	0,2
OCS=Oktaklorstyren	<0,2	<0,2	<0,2
p,pDDE	<0,2	<0,2	0,7
p,pDDD	0,2	0,2	3,9
SumPCB=Polyklorerte bifenyler	0	0	14,4
Sum Seven Dutch=PCB ₇	0	0	13
PCP=Pentaklorfenol *	<1	-	-
Benzo(a)pyren	20	7	10
Sum PAH=Polysykliske aromatiske hydrokarboner	937	518	491
Derav KPAH (Potensielt kreftfremkallende PAH)	125	90	99
% KPAH	13,3	17,4	20,2
Sum PAH-Perylen	623	356	371

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) kalles ofte med en fellesbetegnelse tjærestoffer. Gruppen omfatter forbindelser som bl.a. finnes i råolje, men PAH dannes også ved ufullstendig forbrenning av organisk materiale slik som fossilt brensel, ved og torv. PAH utgjør en vesentlig bestanddel av kreosot. Mange av PAH-forbindelsene anses for å være temmelig uskyldige sett fra et miljø- og helsesynspunkt, men flere av dem, f.eks. benzo(a)pyren kan forårsake kreft og genetiske skader. De forbindelsene som anses for potensielt kreftfremkallende benevnes KPAH.

Det ble registrert moderate konsentrasjoner av PAH ved alle stasjonene, men konsentrasjonene var markert høyere ved st. 1 enn ved st. 2 og 3. Perylen, som er en forbindelse som antagelig kan dannes ved naturlige prosesser i myrer og sedimenter, utgjorde henholdsvis ca. 34, 31 og 24 % av sumPAH

ved st. 1, 2 og 3. Ved st. 1 var ellers sumPAH dominert av den disykliske forbindelsen naftalen (10%) og de "ekte" PAH-forbindelsene fluoranten (6%), pyren (6%) og fenantren (5%). Ingen av de nevnte forbindelsene reknes med blant de potensielt kreftfremkallende PAH. Benzo(a)pyren og sumKPAH representerte henholdsvis ca. 2 % og ca. 13 % av sumPAH ved denne stasjonen.

4. Diskusjon

Undersøkelsen har vist at sedimentene i Selbusjøens østre del, utenfor Innbygda, var ubetydelig forurenset av kobber og krom, men lokalt meget sterkt forurenset av arsen i følge SFT's inndelingskriterier (Andersen et al. 1997). Konsentrasjonen på ca. 250 µg/g tørrvekt på stasjonen nærmest Kjeldstad Sagbruk og Høvleri AS (st. 1) er blant de høyeste som er målt i innsjøsedimenter i Norge. Konsentrasjonen er 2-3 ganger høyere enn verdiene som er funnet selv i betydelig forurensete gruvesjøer som Lille Bleikvatn, Bjørnlivatn og Skorovatn (Rognerud et al. 1997b). Enkelte innsjøer på Sørlandet, som i hovedsak har atmosfæriske avsetninger som kilde til forurensningene, har imidlertid også vist seg å ha konsentrasjoner som er nesten like høye som i de nevnte gruvesjøene. Konsentrasjonen i referansesjiktet i Selbusjøen lå innenfor det intervallet som er vanlig i denne regionen og må anses å være naturlig betinget av geologien i nedbørfeltet (Rognerud et al. 1999). Arsen har vanligvis en positiv samvariasjon med glødetap i overflatesedimenter på grunn av påvirkningen av atmosfærisk avsatte forurensninger som er assosiert til organiske partikler (Rognerud et al. 1997b, Kjellberg 1999). Betydningen av disse avsetningene er imidlertid liten i Selbuområdet (jfr. st. 2 og 3), slik at vi vurderer effekten av økningen i glødetap i overflatesedimentet som ubetydelig for konsentrasjonene av arsen i dette sjiktet. Arsen er et toksisk element, og skadeeffekter på bunnlevende organismer kan ikke utelukkes i det mest forurensete området like utenfor sagbruket (O'Connor et al. 1998).

Grunnen på sagbrukstomta har antagelig blitt forurenset av kobber, krom og arsen ettersom impregneringen med CCA i perioden 1980-87 foregikk med utendørs avrenning uten oppsamling (Jordforsk 1997). Det er derfor rimelig å anta at sagbrukstomta eller tidligere direkte avrenning må være kilden til arsen-forurensningen av sedimentet i innsjøen utenfor. Tilstandsformen til arsen er avhengig av oksygenforholdene (redoks-potensialet), men generelt sett binder As seg til komplekser i sedimenter og vann. Vi antar at As-organiske forbindelser har lekket ut fra driftsområdet og ut i innsjøen. Det er imidlertid vanskelig å forklare at ikke kobber og krom har fulgt med arsen ut i innsjøen. Det er mulig at mesteparten av kobber- og krom-forurensningene fortsatt finnes på sagbrukstomta, men dette må i såfall utredes nærmere.

Det kan være flere årsaker til at pentaklorfenol ikke ble påvist i overflatesedimentene. Det kan bl.a. skyldes at eventuelle rester av forurensninger på sagbrukstomta fortsatt ligger igjen i grunnen. Det har imidlertid gått såvidt lang tid siden midlet var i bruk, at det i stor grad kan ha blitt nedbrutt og/eller at det med tiden har avdunstet (jfr. Frej 1989, Spencer & Cliath 1990). Dersom større mengder av pentaklorfenol hadde lekket ut i innsjøen og havnet i sedimentet, ville dette ha manifestert seg i de øvre sedimentsjiktene. Konklusjonen blir derfor at vi ikke har funnet indikasjoner på noen forurensning av Selbusjøen som følge av impregnering med pentaklorfenol.

Sedimentene på de to stasjonene nærmest sagbruket (st. 1 og 2) var lite forurenset av klororganiske miljøgifter. Ved den ytterste stasjonen (st. 3) ble det påvist PCB-konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 2, dvs. at sedimentene var moderat forurenset (Molvær et al. 1997, Rognerud et al. 1997a). PCB-konsentrasjonen lå innenfor samme intervall som er observert i mange andre norske innsjøsedimenter der forurensningskildene har vært atmosfæriske avsetninger eventuelt i tillegg til utslipp fra tettsteder og småindustri. Bruken av klororganiske insektbekjempningsmidler som DDT og lindan har opphørt i Norge (Dons & Beck 1993), men det finnes fortsatt rester og nedbrytnings-

produkter av stoffene i naturen fra tidligere bruk. Dessuten blir stoffene fremdeles brukt i andre deler av verden, og Norge tilføres stoffene via atmosfærisk langtransport. De påviste mengdene av α - og γ -HCH og p,pDDD ved st. 3 stammer antagelig delvis fra atmosfærisk langtransport, men muligens også fra tidligere bruk av insektbekjempningsmidler innenfor jord- og skogbruket i nedbørfeltet. Konsentrasjonen av α -HCH var relativt høy (jfr. Rognerud et al. 1997a). Ettersom denne forbindelsen og lindan ikke ble påvist ved stasjonene nærmest sagbruket, er det lite sannsynlig at forurensningen skyldes utlekking fra barkfyllingen eller overrisling av tidligere sprøytet tømmer ved sagbruket. Det er rimelig å anta at andre kilder i nedbørfeltet eller atmosfæriske avsetninger fra f.eks. langtransporterte forurensninger er hovedårsaken.

Konsentrasjonene av PAH og KPAH (potensielt kreftfremkallende PAH) var relativt lave ved alle stasjonene. Nivåene var på størrelse med det som er vanlig i mange innsjøer i Norge som i hovedsak er påvirket av atmosfæriske avsetninger fra langtransporterte forurensninger (Rognerud et al. 1997a). Dette viser at sedimentene i denne delen av Selbusjøen var moderat forurenset mht. til disse forbindelsene (Molvær et al. 1997, Rognerud et al. 1997a). PAH- og KPAH-konsentrasjoner av denne størrelsesorden anses ikke å representere noen fare for bruken av innsjøen (jfr. Winther-Larsen 1998). Høyere konsentrasjon på st. 1 enn på st. 2 og 3 kan muligens skyldes større nedfall av sotpartikler og/eller forurensning pga. oljesøl, båttrafikk etc. Imidlertid var glødetapet og konsentrasjonen av perylen også høyere ved denne stasjonen slik at variasjonen delvis kan være naturlig betinget. Vi konkluderer derfor med at virksamheten ved sagbruket ikke har forurenset denne delen av Selbusjøen nevneverdig med PAH-forbindelser.

5. Litteratur

- Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O. og Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Statens forurensningstilsyn. Veiledning 97:04. 31 s.
- Dons, C. og Beck, P.Å. 1993. Miljøgifter i Norge. Statens forurensningstilsyn, rapport nr. 93:22. 115s.
- Frej, L. 1989. Miljöfarliga ämnen. Exempellista och vetenskaplig dokumentation. Rapport från kemikalieinspektionen 10/89. ISSN 0284-1185. 303 s.
- Faafeng, B., Brettum, P. og Hessen, D. 1990. Landsomfattende undersøkelse av trofittilstanden i 355 innsjøer i Norge. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT), rapport nr. 389/90. NIVA-rapport, løpenr. 2355. 57 s.
- Herfjord, T., Taugbøl, G. og Voksø, A. 1997. Dybdekart over innsjøer. N-Norge og Trøndelag. Meddelelse nr. 95 fra Hydrologisk avdeling. Norges Vassdrags- og Energiverk. 169 s.
- Jordforsk 1997. Rapport ang. treimpregnering ved Kjeldstad Sagbruk & Høvleri AS. Lok. nr. 16-07. Rapport nr. 153.
- Kjellberg, G. 1999 (manus). Tiltaksundersøkelse for å klarlegge skadevirkningene av kreosotutslippet til Svartelva fra Impregnor AS på Ilseng. Fremdriftsrapport for undersøkelsene i 1997 og 1998. NIVA-rapport.
- Løvik, J.E. 1991. Forurensning fra sagbruksvirksomheter i Hedmark. En oversikt basert på en litteraturstudie og en intervjuundersøkelse. NIVA-rapport. Løpenr. 2536. 20 s.
- Løvik, J.E. 1993. Insektmidlet lindan i avrenning fra eldre barkdeponier på Hedemarken. NIVA-rapport. Løpenr. 2968. 14 s.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning 97:03. SFT. 36 s.
- O'Connor, T.P., Daskalakis, K.D., Hyland, J.L., Paul, J.F. & Summers, J.K. 1998. Comparisons of sediment toxicity with predictions based on chemical guidelines. Environ. Toxicol. Chem. 17: 468-471.
- Rognerud, S. og Fjeld, E. 1990. Nasjonal undersøkelse av tungmetaller i innsjøsedimenter og kvikksølv i fisk. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 426/90. TA 714/1990. 79 s. + vedlegg.
- Rognerud, S., Fjeld, E. og Løvik, J.E. 1997a. Regional undersøkelse av miljøgifter i innsjøsedimenter. Delrapport 1. Organiske mikroforurensninger. NIVA-rapport. Løpenr. 3699-97. 37 s. + vedlegg.
- Rognerud, S., Fjeld, E., Løvik, J.E. og Skotvold, T. 1997b. Miljøgifter i innsjøsedimenter. Delrapport 2. Tungmetaller og andre sporelementer. NIVA-rapport. Løpenr. 3880-97. 44 s. + vedlegg.

Rognerud, S., Skotvold, T., Fjeld, E., Norton, S.A. and Hobæk, A. 1998. Concentrations of trace elements in recent and preindustrial sediments from Norwegian and Russian Arctic lakes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 1512-1523.

Rognerud, S., Fjeld, E. og Løvik, J.E. 1999. Landsomfattende undersøkelse av metaller i innsjøsedimenter. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr. 759/1999. TA-1631/1999.

Spencer, W.F. and Cliath, M.M. 1990. Movement of pesticides from soil to the atmosphere. In: Kurtz, D.A. (Ed.). Long range transport of pesticides. Lewis Publishers: 1-16.

Winther-Larsen, T. 1998. Forurensede ferskvannssedimenter. Oversikt over tilstand og prioriteringer. Statens forurensningstilsyn, rapport nr. 98:16. 36 s.

6. Vedlegg



Svensk
Grundämnesanalys
AB



RAPPORT 990071
utfärdad av ackrediterat laboratorium
REPORT issued by an Accredited Laboratory

Sid 1 (2)

Registrerad: 990115
Analyserad : 990118
Utfärdad : 990119

NIVA
Sigurd Rognerud
Östlandsavdelningen
Rute 866
N-2312 Ottestad Norge

Analys enligt paket M-2.

Provet har torkats vid 105 °C enligt svensk standard SS 028113.
Analysprovet här torkats vid 50 °C och elementhalterna TS-korrigerats.

Upplösning har skett med mikrovågsgugn i slutna teflonbehållare med salpetersyra / vatten 1:1.

Slutbestämning av metallhalter har skett med:
Plasma-emissionsspektrometri ICP-AES
Plasma-masspektrometri (Quadrupol) ICP-QMS

Analys har skett enligt EPA-metoder 200.7 och 200.8 (modifierade).

I rapporten används följande förkortningar:

- E före analysvärde betyder att slutbestämning skett med ICP-AES.
- M före analysvärde betyder att slutbestämning skett med ICP-QMS.
- V före analysvärde betyder vikt
- ± föregår ett värde som representerar den instrumentella spridningen vid upprepade mätningar (n=4 för ICP-AES, n=3 för ICP-QMS), uttryckt som standardavvikelse.
- TS betyder torrsubstans, GR betyder glödrest.

Schablonvärden för mätosäkerhet återfinns i SGAB's prislista.

Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag se prislista.

Laboratorium ackrediteras av Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (SWEDAC) enligt svensk lag. Verksamheten vid de svenska ackrediterade laboratorierna uppfyller kraven i SS-EN 45001 (1989), SS-EN 45002 (1989) och ISO/IEC Guide 25 (1990:E).

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte SWEDAC och utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Utdrag ur rapporten må dock göras för resultat som används för redovisning till Statens naturvårdsverk (SNV), länsstyrelser och kommuner för kontroll enligt SNVs krav.

Vid hänvisning till anlitande av Svensk Grundämnesanalys AB som ackrediterat laboratorium skall följande eller likvärdig mening användas: "Provad av Svensk Grundämnesanalys AB som är ackrediterat av Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll för analys av miljövatten (inkl slam och sediment) m.m. med registreringsnummer 1087."

Postadress Besöksadress
Luleå Tekn. Universitet Univ.området C-huset
971 87 Luleå
E-Mail SGAB@sgab.se

Telefon 0920-72 480
Fax 0920-72 490

Signatur
Olof Lundblad
Kemist



RAPPORT 990071
utfärdad av ackrediterat laboratorium
REPORT issued by an Accredited Laboratory

Sid 2 (2)

Provnnummer	900558	900559	900560	900561
Beteckn 1	SE1 0-1	SE1 22-24	SE2 0-1	SE3 0-1
Beteckn 2				
As mg/kg TS	E 251 ± 3	M 15.5 ± 0.6	M 28.5 ± 0.6	M 23.3 ± 0.3
Cr mg/kg TS	E 71.4 ± 0.7	E 70.7 ± 1.0	E 72.4 ± 0.7	E 68.4 ± 1.2
Cu mg/kg TS	M 25.5 ± 0.1	M 22.5 ± 0.1	M 25.8 ± 0.2	M 24.2 ± 0.2

Postadress
Luleå Tekn. Universitet
971 87 Luleå

Besöksadress
Univ.området C-huset
E-Mail SGAB@sgab.se

Telefon
0920-72 480
Fax
0920-72 490

Signatur
Olof Lundblad
Kemist

ANALYSERAPPORT Interne saksbehandlere.

Rapportert: 24/11-98

OBS!! Klagefrist 14 dager f.o.m. rapporterings-dato. Oppgi rekvisisjonsnr og PrNr.

Rekvisisjonsnr : 1998-02173 Mottatt dato : 980928 Godkjent av: KAS Godkjent dato: 981124
 Prosjektnr : 0 98172
 Kunde/Stikkord : SELBU
 Kontaktp./Saksbeh. : JEL

Analysevariabel Enhet ==> Metode ==>	TTS/% %	5-CB				HCB				α-HCH				γ-HCH				DDE						
		OCB-Sm µg/kg t.v. H 3-3	OCB-Sm µg/kg t.v. H 3-3	HCB-Sm µg/kg t.v. H 3-3	HCB-Sm µg/kg t.v. H 3-3	HCHA-Sm µg/kg t.v. H 3-3	HCHA-Sm µg/kg t.v. H 3-3	HCHG-Sm µg/kg t.v. H 3-3	HCHG-Sm µg/kg t.v. H 3-3	CB28-Sm µg/kg t.v. H 3-3	CB28-Sm µg/kg t.v. H 3-3	CB52-Sm µg/kg t.v. H 3-3	CB52-Sm µg/kg t.v. H 3-3	OCs-Sm µg/kg t.v. H 3-3	OCs-Sm µg/kg t.v. H 3-3	CB101-Sm µg/kg t.v. H 3-3	CB101-Sm µg/kg t.v. H 3-3	DDPP-Sm µg/kg t.v. H 3-3	DDPP-Sm µg/kg t.v. H 3-3	CB118-Sm µg/kg t.v. H 3-3	CB118-Sm µg/kg t.v. H 3-3	CB153-Sm µg/kg t.v. H 3-3	CB153-Sm µg/kg t.v. H 3-3	
PrNr PrDate Merking																								
001 980922 St. 1 Selbusjøen	29,8	<0.2	0.4	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
002 980922 St. 2 Selbusjøen	39,9	<0.2	0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
003 980922 St. 3 Selbusjøen	46,0	0.6	0.8	1.5	0.2	3.2	2.5	<0.2	2.0	0.7	1.3	1.5												

ut(3) Analyseresultat er vedlagt i egen analyserapport.

Fortsetter i bredde:

DDD

Analysevariabel Enhet ==> Metode ==>	DDEPP-Sm		CB105-Sm	CB130-Sm	CB156-Sm	CB180-Sm	CB209-Sm	Sum PCB	Seven Dutch	PAH-Sm
	µg/kg t.v. H 3-3	µg/kg t.v. H 3-3	µg/kg t.v. H 3-3	µg/kg t.v. H 3-3	µg/kg t.v. H 3-3	µg/kg t.v. H 3-3	µg/kg t.v. H 3-3	Beregnet*	Beregnet*	µg/kg t.v. H 2-3
PrNr PrDate Merking										
001 980922 St. 1 Selbusjøen	0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0	0	u
002 980922 St. 2 Selbusjøen	0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0	0	u
003 980922 St. 3 Selbusjøen	3.9	1.1	1.7	0.3	0.8	<0.2	<0.2	14.4	13	u

OBS !!! Metoder som er markert med (**), er ikke akkreditert.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
 P.O.Boks 173 Kjelsås, 0411 OSLO

Navn/lokalitet Selbusjøen
 Adresse
 Oppdragsnr. 98172
 Prøver mottatt 24.11.98
 Lab.kode 2173-1
 Jobb nr. 98/224
 Prøvetype Sedimenter
 Kons. i Ug/kg våtvekt
 Metode PCP
 Dato 15.2.99
 Analytiker Brg

- 1: St.1. 7m
- 2:
- 3:
- 4:
- 5:
- 6:

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
PCP	<1					

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING		TESTRAPPORT				
P.O Boks 173 Kjelsås, 0411 OSLO						
Navn/lokalitet	SELBU					
Adresse	:					
Oppdragsnr.	98172					
Prøver mottatt	28.9.98					
Lab.kode	2173 1-3					
Jobb nr.	98/224					
Prøvetype	Sedimenter					
Kons. i	Ug/kg tørrvekt					
Metode	H2-3					
Dato	24.11.98					
Analytiker	Brg					
1: St.1 Selbusjøen						
2: St.2 Selbusjøen						
3: St.3 Selbusjøen						
4:						
5:						
6:						
Parameler/prøve	1	2	3	4	5	6
Naftalen	94	19	16			
2-M-Naf.	14	10	9			
1-M-Naf.	10	6.9	6.5			
Bifenyl	9	<5	<5			
2,6-Dimetylnaftalen	9	10	10			
Acenafilylen	12	11	12			
Acenafiten	8.7	5.9	8.7			
2,3,5-Trimetylnaftalen	<5	<5	8			
Fluoren	14	13	22			
Fenantren	47	12	7			
Antracen	26	5	5			
1-Metylfenantren	35	28	19			
Fluoranten	57	28	21			
Pyren	52	31	26			
Benz(a)antracen*	10	8	8			
Chrysen/trifenylene	27	20	22			
Benzo(b)fluoranten*	37	29	30			
Benzo(j,k)fluoranten*	15	10	15			
Benzo(e)pyren	39	28	41			
Benzo(a)pyren*	20	7	10			
Perylen	314	162	120			
Ind.(1,2,3cd)pyren*	43	36	36			
Dibenz.(a,c/a,h)ant.* 1)	<5	<5	<5			
Benzo(ghi)perylene	44	38	39			
SUM	936.7	517.8	491.2			
Derav KPAH(*)	125	90	99			
%KPAH	13.3	17.4	20.2			
%Tørstoff						
Anm. Det høye peryleninnholdet skyldes sannsynligvis at denne forbindelsen er dannet naturlig, og ikke som følge av utslipp						
* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene). Sum av * utgjør KPAH.						
1) Bare (a,h)-isomeren.						
Denne testrapport får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Testresultat gjelder kun for den prøve som er testet.						