

RAPPORT LNR 4435-2001

# **M**etaller og organiske mikroforurensninger i østre deler av Lågendeltaet

Resultater av en forundersøkelse  
i 2001



**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**

9296 Tromsø  
Telefon (47) 77 75 03 00  
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Metaller og organiske mikroforurensninger i østre deler av Lågendeltaet. Resultater av en forundersøkelse i 2001.	Løpenr. (for bestilling) 4435-2001	Dato Oktober 2001
	Prosjektnr. Underrn. O-20245	Sider Pris 20
Forfatter(e) Jarl Eivind Løvik	Fagområde Miljøgifter ferskvann	Distribusjon
	Geografisk område Oppland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Oppland, Miljøvern avdelingen Lillehammer kommune,	Oppdragsreferanse A. Kvam (FMO) K. H. Bergan (LK)
--	---

**Sammendrag**

Rapporten presenterer resultatene av en forundersøkelse av metaller og organiske mikroforurensninger i sedimenter i de østre delene av Lågendeltaet og i sivevann fra to tidligere avfallsfyllinger i dette området. Målingene av metallinnhold i elvemoser utplassert i overvannsledninger som drenerer de to utfyllingsområdene, viste at vannet hadde generelt lave konsentrasjoner av metaller. Overflatesedimentene langs kanten av den søndre fyllingen var også lite til moderat forurenset av metaller, men minst en stasjon hadde tydelig påslag av kvikksølv som skyldtes lokal forurensning. 2 av 3 undersøkte lokaliteter ved det søndre utfyllingsområdet hadde relativt høye konsentrasjoner av PCB i sedimentet, og den ene lokaliteten var i tillegg forurenset av HCB. Opptak av PCB og HCB i passive prøvetakere (SPMD) kunne også tyde på at denne avfallsfyllingen representerer en kilde til slik forurensning. I SPMD utplassert i overvannsledning på det nordre utfyllingsområdet var det ikke målbart opptak av PCB, men noe opptak av klorbenzener. Tributyltinn (TBT) ble påvist i sedimenter langs kanten av den søndre fyllingen. Konsentrasjonene var imidlertid relativt lave, og det ble ikke påvist opptak i passive prøvetakere. Pentaklorfenol, som tidligere har blitt funnet i jord- og grunnvannsprøver fra det søndre utfyllingsområdet, ble ikke påvist ved denne undersøkelsen.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Lågendeltaet</li> <li>Metaller</li> <li>Klororganiske forbindelser</li> <li>Tinnorganiske forbindelser</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>The Lågen delta area</li> <li>Metals</li> <li>Organochlorine compounds</li> <li>Organotin compounds</li> </ol>
---	--

*Jarl Eivind Løvik*  
Prosjektleder

*Sigurd Lognerud*  
Forskningsleder

*Anne Lyche Solheim*  
Forskningssjef

# **Metaller og organiske mikroforurensninger i østre deler av Lågendeltaet.**

Resultater av en forundersøkelse i 2001

## Forord

Denne rapporten presenterer resultatene fra en forundersøkelse av metaller og organiske mikroforurensninger i sedimenter og sigevann ved to utfyllingsområder i østre deler av Lågendeltaet i Lillehammer. Bakgrunnen og opplegget for undersøkelsen ble diskutert i møte hos Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen, den 17.01.2001. NIVA Østlandsavdelingen ble her bedt om å utarbeide en skisse til en forundersøkelse med innsamling av prøver ved lav vannstand i Mjøsa våren 2001. Program for undersøkelsen er gitt i kontrakt datert 30.4.2001. Kontaktpersoner for oppdragsgiverne har vært Asle Kvam, Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen, og Knut H. Bergan, Lillehammer kommune, Vann- og avløpsavdelingen. Jarl Eivind Løvik har vært prosjektleder for NIVA og har skrevet rapporten. Alle analyser har vært utført ved NIVA's kjemilaboratorium.

Ottestad, 16.10.2001

*Jarl Eivind Løvik*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
1.1 Bakgrunn	6
1.2 Målsetting	6
1.3 Materiale og metoder	6
<b>2. Resultater</b>	<b>9</b>
2.1 Substrattyper	9
2.2 Metaller	9
2.3 Organiske mikroforurensninger	13
<b>3. Sammenfattende diskusjon</b>	<b>15</b>
<b>4. Litteratur</b>	<b>17</b>
<b>5. Vedlegg</b>	<b>18</b>

---

## Sammendrag

Hensikten med denne forundersøkelsen har vært å undersøke om overflatesedimentene i østre deler av Lågendeltaet i Lillehammer - ved utfyllingsområdene nord og sør for Mesna-elvas utløp - er forurenset av tungmetaller og/eller organiske mikroforurensninger. Videre skulle en undersøke om sigevann fra disse utfyllingsområdene tilfører Mjøsa/Lågendeltaet slike forurensninger.

Vurderingene er gjort på grunnlag av analyser av metaller i overflatesedimenter fra 7 lokaliteter langs kanten av utfyllingsområdet ved Strandtorget (sør for Mesna-elvas utløp) og 1 lokalitet ved Busmoen (nord for Mesna-elvas utløp) og organiske mikroforurensninger fra 3 lokaliteter ved Strandtorget. I tillegg ble det målt på opptak av metaller i elvemoser i utløpet av overvannsledninger på Busmoen og Strandtorget og opptak av organiske mikroforurensninger i passive prøvetakere (SPMD-membraner) utsatt i de samme overvannsledningene. Prøveinnsamlingen og forsøkene ble utført våren-forsommeren 2001.

I et ca. 300 m langt belte langs kanten av fyllingen ved Strandtorget var bunnen preget av framtreddende trefiberavsetninger som stammer fra den tidligere Mesna Kartongfabrikk. Disse var delvis iblandet eller dekket av finsand og mer naturlig organisk materiale. Enkelte steder var fibermassene iblandet rester av oppmalte trykksaker.

Konsentrasjonene av metaller i overflatesedimentene var generelt lave for de fleste metallenes vedkommende (tilstandsklasse I-II). Kvikksølv-konsentrasjonene var lavere på de fleste lokalitetene enn det som ble funnet litt lengre sør i Lågendeltaet i 1990. Resultatene viste likevel at minst en lokalitet hadde tydelig påslag av kvikksølv som skyldtes lokal forurensning, sannsynligvis først og fremst som følge av utslipp fra Mesna Kartongfabrikk. Målingene av metallinnhold i elvemoser utplassert i utløpet av overvannsledninger på Busmoen og ved Strandtorget ("Kanalen") tydet på at vannet inneholdt relativt lave konsentrasjoner av metaller i den aktuelle perioden. Konsentrasjonen av kobber var imidlertid noe høyere enn det som er vanlig å finne i vassdrag som ikke er påvirket av lokal forurensning.

Ved utløpet av "Kanalen" og en gjenlagt overvannsledning ved Strandtorget var sedimentene forurenset av PCB med konsentrasjoner av SumPCB<sub>7</sub> høyere enn i de fleste andre undersøkte norske innsjøer. Konsentrasjonene var likevel lavere enn de høyeste konsentrasjonene som ble funnet i Åkersvika utenfor NSB's jernbaneverksted i Hamar før de mest forurensede sedimentene der ble fjernet. Ved utløpet av "Kanalen" ble det også påvist relativt høye konsentrasjoner av heksaklorbenzen (HCB) sammenliknet med det som er rapportert tidligere fra norske innsjøer. Konsentrasjonene av andre klororganiske forbindelser som pentaklorbenzen og nedbrytningsprodukter av DDT var stort sett lave. Pentaklorfenol, som tidligere har blitt påvist i jordprøver og grunnvann fra fyllingen ved Strandtorget, ble ikke påvist ved denne undersøkelsen. Det ble påvist opptak av PCB og HCB i SPMD-forsøkene i "Kanalen" og av klorbenzener i overvannsledningen på Busmoen. Det er derfor rimelig å anta at disse utfyllingsområdene representerer kilder til slik forurensning i Mjøsa/Lågen. Den tinnorganiske forbindelsen tributyltinn (TBT) ble påvist i sedimentene langs kanten av utfyllingsområdet ved Strandtorget, men det ble ikke påvist opptak i de passive prøvetakerne i overvannsledningene hverken på Busmoen eller ved Strandtorget. Konsentrasjonene i sedimentene var relativt lave sammenliknet med det som er vanlig å finne i mange norske fjorder og havneområder.

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Deler av arealene sør for utløpet av Mesna-elva i Lillehammer har tidligere vært fylling for industriavfall hovedsakelig fra Mesna Kartongfabrikk. Siden har fibermasser (cellulose) fra industrifyllingen blitt jevnet utover og dekket med renere masser (K. Bergan, Lillehammer kommune, pers. oppl.). Betydelige mengder trefiber ble også avsatt på grunt vann i Mjøsa/Lågen utenfor kartongfabrikken. Mesna Kartongfabrikk produserte bl.a. farget kartong og kartong med trykk, og returkartong ble brukt i produksjonen. I forbindelse med utbygging i forkant av OL i 1994 ble mye rivnings/bygningsavfall deponert i dette området. Grunnforhold og historikk rundt bruken av området er ellers beskrevet nærmere i forbindelse med NGI's miljøtekniske grunnundersøkelser i tilknytning utbyggingsplaner for området (Sivertsen og Løken 2001). Flere andre industribedrifter (bl.a. knappfabrikk som produserte tinnknapper) har også vært lokalisert langs den nedre delen av Mesna-elva.

I deltaområdet nord for Mesnaelvas utløp (Busmoen) var det en kommunal avfallsfylling fram til 1952 (etablert før 1940). Området var fyllplass for såkalt "reine masser" i perioden 1952-82, men mye annet avfall (bl.a. rivningsavfall) ble også deponert der i denne perioden (M. Drageset, Fylkesmannen i Oppland og K. Bergan pers. oppl.). En del fibermasser fra kartongfabrikken ble gravd ut og flyttet til dette området i forbindelse med byggingen av den nye E6-brua.

Tidligere undersøkelser har dokumentert betydelige avsetninger av kvikksølvholdige fiberbanker i Lågendeltaet (Rognerud 1990). Det har også blitt avdekket forurensede masser i grunnen på det tidligere industriområdet-/avfallsfyllingen ved Strandtorget (Sivertsen og Løken 2001). Det dreier seg om forurensning av arsen, krom, kvikksølv og sink samt PAH, mineralolje og enkelte andre organiske forbindelser i jord (bl.a. pentaklorfenol), og spredning av noen metaller og organiske forbindelser til grunnvannet. Videre er det påvist betydelige mengder bly knyttet til kartongrester (K. Bergan pers. oppl.).

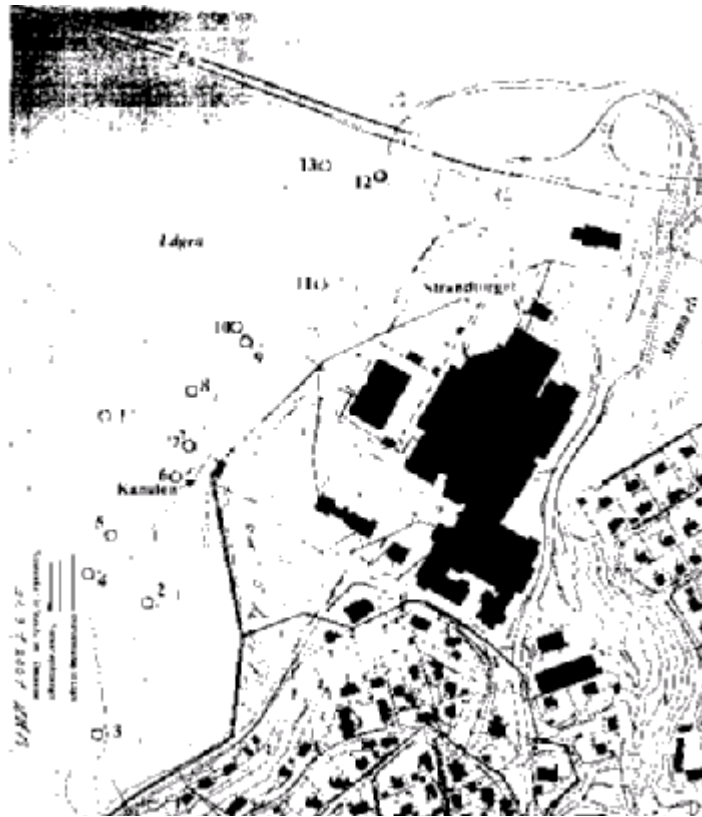
## 1.2 Målsetting

Hensikten med undersøkelsen har vært å undersøke om sedimentene i gruntområdene av Lågendeltaets østside (områdene nord og sør for Mesna-elvas utløp) er forurensset av tungmetaller og/eller organiske mikroforurensninger samt å undersøke om sivevann fra disse utfyllingsområdene tilfører Lågendeltaet slike forurensninger.

## 1.3 Materiale og metoder

Prøver av overflatesedimenter (øverste 0-0,5 cm) ble samlet inn ved 16 stasjoner i det aktuelle området den 26.4.01 (st. 1-16, se Fig. 1 og 2). På dette tidspunktet var vannstanden i Mjøsa lav, og store deler av Lågendeltaet var tørrlagt slik at prøvene kunne samles inn direkte ved å skrape av det øverste sedimentsjiktet. Beskrivelser av bunnssubstratet inklusive organisk innhold (% glødetap) på de forskjellige lokalitetene er gitt i vedlegget. Konsentrasjoner av metaller ble målt i sedimentprøver fra stasjonene 2, 3, 4, 6, 9, 11, 12 og 14. Organiske mikroforurensninger (klororganiske forbindelser som PCB og nedbrytningsprodukter av DDT, tinnorganiske forbindelser og fenoler) ble analysert i prøver fra st. 6, 9 og 11. Lokalteter der vann kommer ut av fyllingene ("hot spots") ble prioritert. Øvrige sedimentprøver er tatt vare på inntil videre.

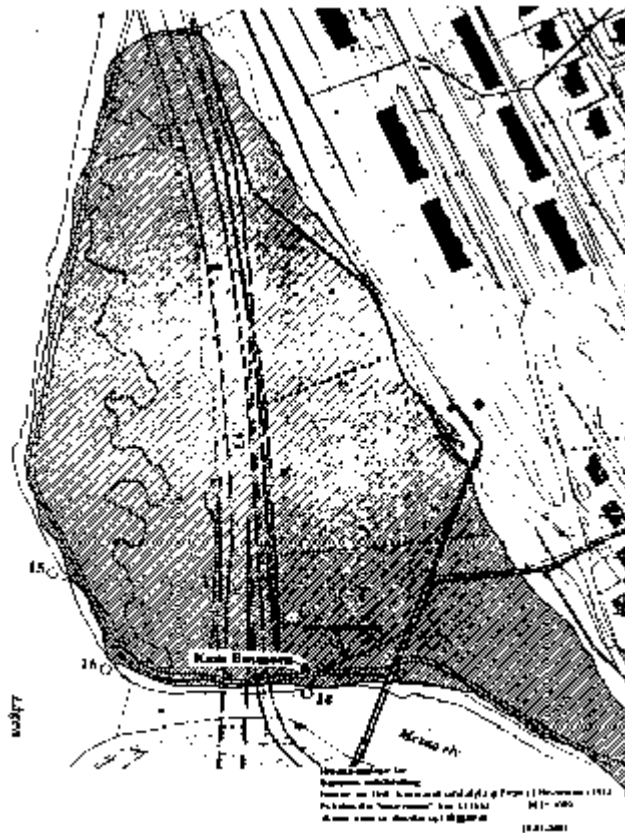
For å få en indikasjon på metallkonsentrasjoner i vann som passerer gjennom fyllingene ble det utplassert elvemoser (*Fontinalis antipyretica*) i utløpet av overvannsledningen på Busmoen og i



**Figur 1.** Prøvetakingsstasjoner for sedimentprøver ved det søndre utfyllingsområdet (Strandtorget). Passive prøvetakere (SPMD) og elvemoser ble utplassert i utløpet av "Kanal".

utløpet av "Kanal" ved Strandtorget (Fig. 1 og 2). Mosene stod ute i 30 dager i perioden 7.5.01-6.6.01. Friske toppskudd av plantene ble klippet og tørket før analyser av aluminium, arsen, kadmium, krom, kobber, jern, mangan, nikkel, bly, sink og tinn. Elvemoser som bioindikator for metallforurensning har bl.a. blitt brukt i flere år i forbindelse med vurdering av avrenning fra Forsvarets skytefelt (Rognerud 2001).





**Figur 2.** Lokalisering av prøvetakingsstasjoner for sedimentprøver ved det nordre utfyllingsområdet (Busmoen). Elvemoser ble utplassert ved utløpet av overvannsledningen (ved st. 14) og passive prøvetakere (SPMD) ble utplassert i kum i selve overvannsledningen.

Bur med passive prøvetakere i form av semipermeable membraner (SPMD = Semipermeable Membrane Device) ble utplassert i kum for overvannsledningen på Busmoen og i utløpet av overvannsledningen ("Kanal") ved Strandtorget (Fig 1 og 2). Hensikten var å få en indikasjon på om vannet som passerte gjennom fyllingene var forurenset av klororganiske og/eller tinnorganiske mikroforurensninger. Hver SPMD-enhet består av et sylindrisk stålbur (lengde 35 cm, diameter 15 cm) med hulldiameter 6 mm. Disse ble montert i tau med flytere og bunnlodd slik at de stod fritt i vannstrømmen ca. 0,5 m over bunnen. I hvert bur ble det montert 2 stk. båndformede (91 cm lange og 2,5 cm brede) 2-lags ekstraksjonsmembraner. Disse er laget av lavtetthets polyetylen (LDPE) som har porer/transport-korridorer med en tilnærmet diameter på 10 Å og er fylt med et syntetisk nøytralt lipid, triolein. Bare oppløste, lett biotilgjengelige organiske forbindelser vil diffundere gjennom membranen. SPMDer ekskluderer derfor forbindelser som er bundet til partikler eller høymolkylære forbindelser som humussyrer.

Denne metoden er tidligere brukt bl.a. til å spore kilder til PCB- og DDT-forurensning i Sandefjordsfjorden i Vestfold (Schanning et al. 1998), DDT-forurensning i Ørsjøen i Østfold (Brevik et al. 2001) og i forbindelse med overvåking av tinnorganiske forbindelser i Oslofjorden (Følsvik et al. 2000). For nærmere beskrivelse av metoden henvises til disse publikasjonene med referanser. Burene stod ute i 30 dager i tidsrommet 7.5-6.6.01. I denne perioden steg vannstanden i Mjøsa/Lågendeltaet med ca. 2 m og vanntemperaturen økte fra 5,7 til 12,2 °C ved Busmoen og fra 7,5 til 10,3 °C i utløpet av "Kanalen". Ved utsettingen og opptakingen av SPMD-membranene ble en ekstra membran eksponert for luft (feltblindprøve).

Alle analyser er foretatt ved NIVAs kjemilaboratorium, og en oversikt over metodebeskrivelser er gitt i vedlegget.

## 2. Resultater

### 2.1 Substrattyper

I et ca. 300 m langt belte langs kanten av fyllingen ved Strandtorget (omlag fra st. 5 til st. 11) var bunnen preget av markerte trefiberavsetninger (se vedlegget). Det ble ikke gjort noe forsøk på å kartlegge mektigheten eller utstrekningen av fiberbanken. Over store deler av området lå imidlertid fiberlaget i dagen eller var stedvis dekket av et tynt lag finsand/silt, og tjøkkelsen på fiberlaget så ut til å være relativt stor (flere dm). Overflatesedimentene i dette området hadde relativt høyt organisk innhold med glødetap i området ca. 20-30 %. Ved utløpet av "Kanalen" ble det observert gassbobling fra nedbrytningen av fibermassene. Ca. 140 m sør for E6-brua (st. 11) var bunnen preget av oppmalte trykksaker (returpapir?) og trefiber delvis overdekket av rødbrunt-brunsvart finmateriale. En dam utenfor st. 11 og st. 12 hadde markerte jernutfellinger. Lengst sør på det undersøkte området (st. 3) var overflatesedimentet preget av finsand og noe bark/flis samt rødbrune-okerfargede metallutfellinger. Områdene lengst ut mot Lågen (st. 1 og 13) hadde sand- og grusavsetninger med mer naturlig organisk materiale. Langs kanten av Busmoen-fyllingen bestod bunnssubstratet av rødbrunt-gråbrunt, siltaktig finmateriale med varierende innblanding av naturlig organisk materiale over sand-grus.

### 2.2 Metaller

#### Metaller i sedimenter

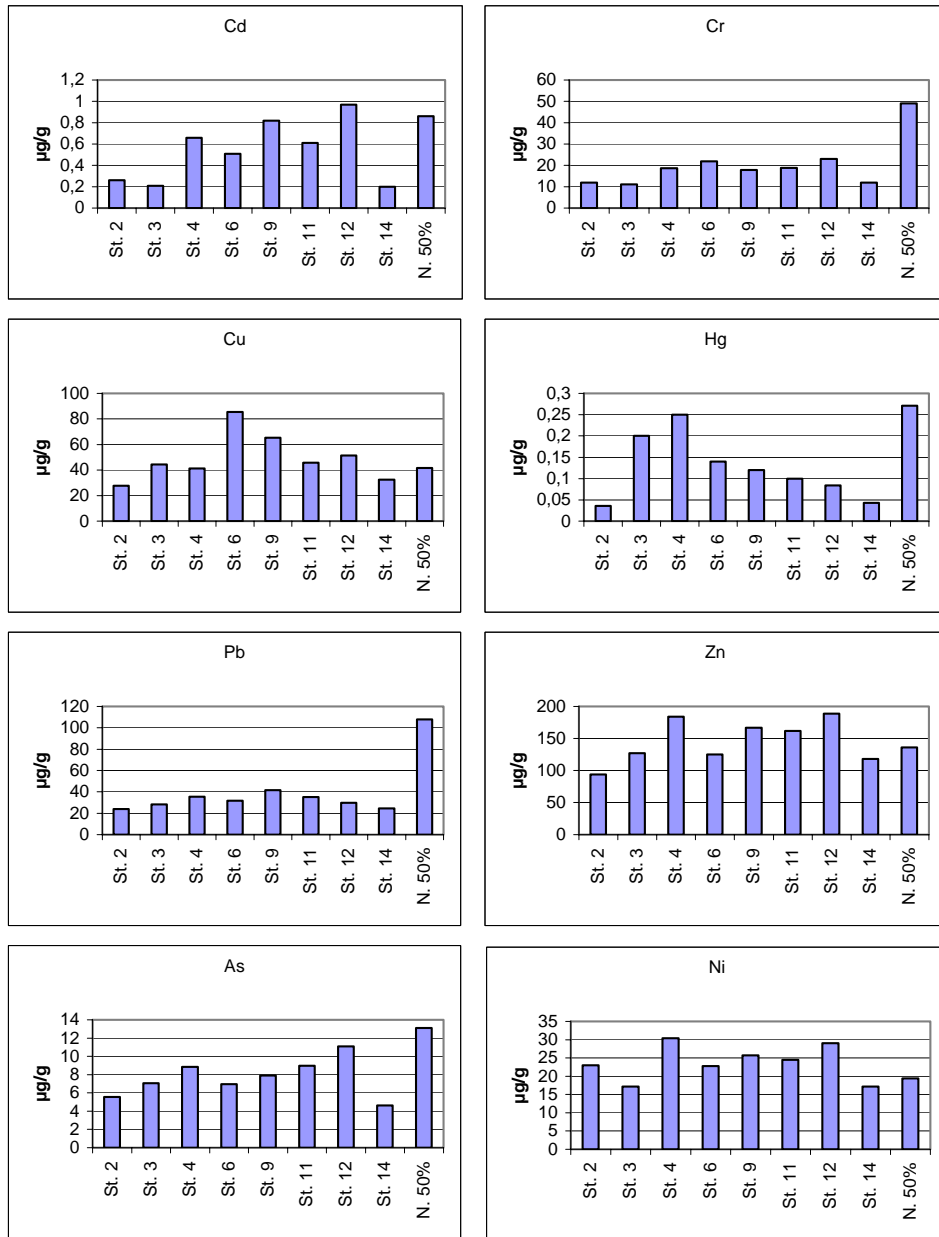
Analyseresultatene av metaller i sedimenter er gitt i Tab. 1 og vist i Fig. 3 og 4. Konsentrasjonene er klassifisert i henhold til SFT's kvalitetskriterier for miljøgifter i innsjøsedimenter (SFT 1997a) og sammenliknet med konsentrasjonene i overflatesedimenter fra en nasjonal undersøkelsen av innsjøsedimenter (Rognerud et al. 1999). ) Verdier fra SFT's jordkvalitetsnorm for mest følsom arealbruk er også gitt (SFT 1999). Dette kan være relevant ettersom arealene ligger tørrlagt i deler av året.

Konsentrasjonene av metaller var generelt lave på alle stasjonene (tilstandsklasse I-II = "ubetydelig-moderat forurenset"). Konsentrasjonene av krom, kvikksølv, bly og arsen var lavere enn medianverdien (50 prosentilen) fra den nasjonale sedimentundersøkelsen på alle stasjonene, mens enkelte stasjoner hadde noe høyere konsentrasjoner av kadmium, kobber, sink og nikkel. Høyest konsentrasjon av kvikksølv ble observert ved st. 4 ca. 140 m sør for utløpet av "Kanalen". St. 12 (ca. 40m sør for E6-brua) hadde høyest konsentrasjon av kadmium, sink og arsen. For alle metallene bortsett fra sink og arsen var konsentrasjonene lavere enn SFT's norm for mest følsom arealbruk ved alle stasjoner. Konsentrasjonene var imidlertid høyere enn SFT-normen for sink ved 7 av 8 stasjoner

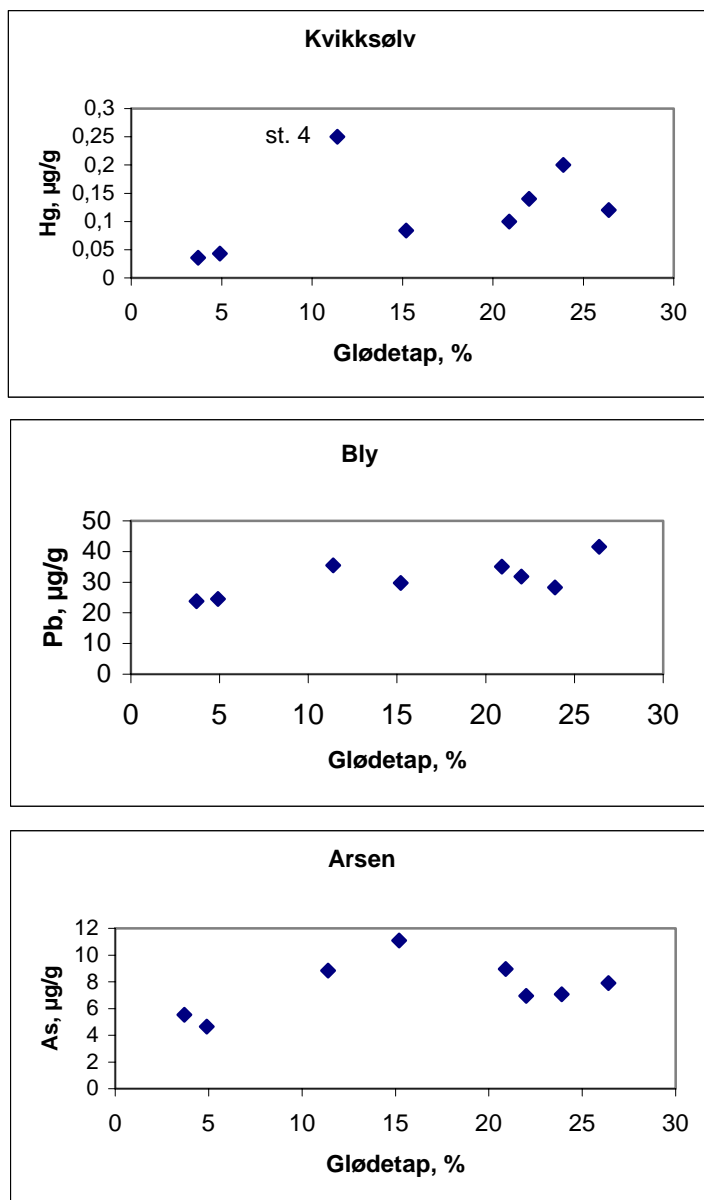
og høyere enn normen for arsen ved alle stasjonene. Fig. 4 viser at det var en tendens til økning av konsentrasjonene av kvikksølv, bly og arsen med organisk innhold (% glødetap) i sedimentet. Stasjon 4 hadde relativt sett høy konsentrasjon av kvikksølv i forhold til glødetapet.

**Tabell 1.** Resultater av sedimentanalyser av metaller fra Lågendeltaet 2001. Resultatene er gitt som  $\mu\text{g/g}$  tørrvekt. Tilstandsklasser i henhold til SFT's klassifiseringssystem (SFT 1997a) og SFT's jordkvalitetsnorm for mest følsom arealbruk (SFT 1999) er gitt samt konsentrasjoner ved 25-, 50- og 75-prosentilene (N. 25 % osv.) for overflatesedimenter fra den nasjonale sedimentundersøkelsen (Rognerud et al. 1999).

Stasjon	Kadmium, Cd		Krom, Cr		Kobber, Cu		Kvikksølv, Hg	
	$\mu\text{g/g}$	Klasse	$\mu\text{g/g}$	Klasse	$\mu\text{g/g}$	Klasse	$\mu\text{g/g}$	Klasse
2	0,26	I	11,9	-	27,7	I	0,036	I
3	0,21	I	11,1	-	44,4	II	0,20	II
4	0,66	II	18,7	-	41,2	II	0,25	II
6	0,51	II	21,9	-	85,4	II	0,14	I
9	0,82	II	17,8	-	65,3	II	0,12	I
11	0,61	II	18,8	-	45,7	II	0,10	I
12	0,97	II	23,0	-	51,3	II	0,084	I
14	0,20	I	11,9	-	32,5	II	0,043	I
Median	0,56	II	18,3	-	45,1	II	0,11	I
SFT norm	3		25		100		1	
N. 25 %	0,45		34,9		26,4		0,145	
N. 50 %	0,86		49,1		41,7		0,271	
N. 75 %	1,44		77,3		60,6		0,423	
Stasjon	Bly, Pb		Sink, Zn		Arsen, As		Nikkel, Ni	
	$\mu\text{g/g}$	Klasse	$\mu\text{g/g}$	Klasse	$\mu\text{g/g}$	Klasse	$\mu\text{g/g}$	Klasse
2	23,8	I	94	I	5,54	II	23,0	I
3	28,3	I	127	I	7,07	II	17,2	I
4	35,5	I	184	II	8,84	II	30,4	I
6	31,8	I	125	I	6,95	II	22,8	I
9	41,5	I	167	II	7,91	II	25,7	I
11	35,1	I	162	II	8,97	II	24,5	I
12	29,7	I	189	II	11,1	II	29,0	I
14	24,5	I	118	I	4,64	I	17,2	I
Median	30,8	I	145	I	7,49	II	23,8	I
SFT norm	60		100		2		50	
N. 25 %	58,7		92,1		6,6		12,5	
N. 50 %	108,0		136		13,1		19,4	
N. 75 %	198,0		216		30,6		30,9	
Stasjon	Aluminium, Al		Jern, Fe		Mangan, Fe			
	$\mu\text{g/g}$	Klasse	$\mu\text{g/g}$	Klasse	$\mu\text{g/g}$	Klasse		
2	9500	-	20350	-	2723	-		
3	7980	-	68650	-	852	-		
4	13450	-	29650	-	4900	-		
6	14500	-	27600	-	467	-		
9	13850	-	32050	-	929	-		
11	13200	-	75100	-	758	-		
12	15000	-	62700	-	874	-		
14	8480	-	17500	-	603	-		
Median	13325		30850		863			



**Figur 3.** Konsentrasjoner av metaller i overflatesedimenter i østre deler av Lågen-deltaet. Medianverdier fra den nasjonale sedimentundersøkelsen (N. 50%) er også vist.



**Figur 4.** Forholdet mellom organisk innhold (glødetap) og konsentrasjoner av kvikksølv, bly og arsen i overflatesedimenter i østre deler av Lågendeltaet.

### Metaller i elvemoser

Analyseresultatene av metaller i elvemoser eksponert i utløpet av overvannsledningen på Busmoen og i utløpet av "Kanalen" ved Strandtorget er gitt i tabell 2. Konsentrasjonene i moser er vurdert i henhold til utkast til klassifiseringssystem utarbeidet av Knutzen og Skei (1990). Systemet har 4 klasser der klasse I og IV betegner henholdsvis de laveste og de høyeste konsentrasjonsnivåene. Opptaket av metaller i elvemoser er bl.a. avhengig av vannets surhetsgrad og jerninnhold, og såvel geologien i nedbørfeltet som avsetninger av atmosfæriske langtransporterte forurensninger og tilførsler fra lokale kilder vil innvirke på metalloptaket. Resultatene av analysene viste at metallkonsentrasjonene i mosene var relative lave (klasse I-II) på begge lokalitetene unntatt for kobber

(klasse III). Konsentrasjonen av bly var på grensa mellom klasse II og III. Dette indikerer at vann som passerte gjennom overvannsledningene på Busmoen og utfyllingsområdet ved Strandtorget hadde generelt lave metallkonsentrasjoner med unntak av kobber.

**Tabell 2.** Konsentrasjoner av metaller i toppskudd av elvemose (*Fontinalis antipyretica*) i overvannsledning på Busmoen og i Kanalen ved Strandtorget 2001. Konsentrasjoner i µg/g tørrstoff. Tilstandsklasser er gitt i henhold til Knutzen og Skei (1990).

	Busmoen		Kanalene	
	µg/g	Tilstandsklasse	µg/g	Tilstandsklasse
Aluminium, Al	1060	-	1240	-
Arsen, As	1,6	I	0,92	I
Kadmium, Cd	0,91	I	0,83	I
Krom, Cr	2,8	I	2,2	I
Kobber, Cu	52	III	41	III
Jern, Fe	4920	-	7990	-
Mangan, Mn	1220	-	2050	-
Nikkel, Ni	8,6	II	6,9	II
Bly, Pb	10	III	5,2	II
Sink, Zn	111	II	70	I
Tinn, Sn	1,1	-	0,9	-

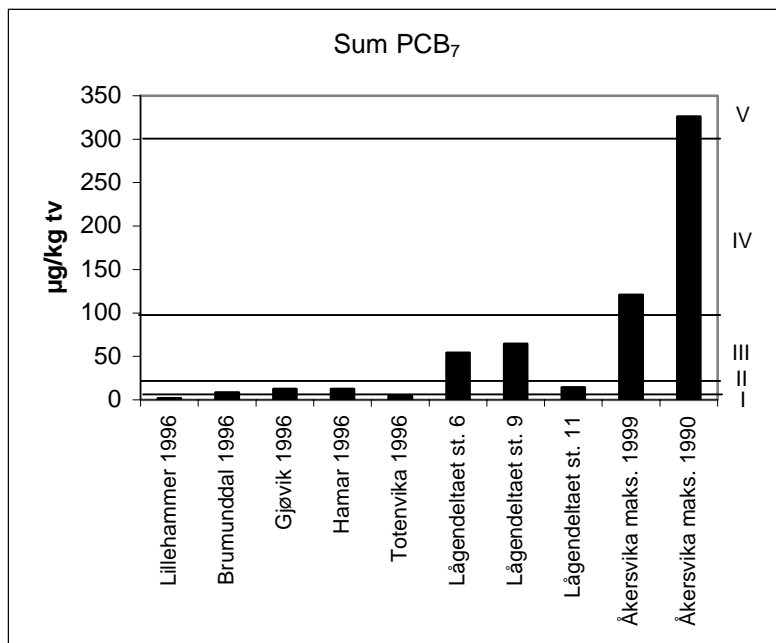
### 2.3 Organiske mikroforurensninger

Resultatene av sedimentanalysene er gitt i vedlegget og vist i Fig. 5-6. Resultatene fra SPMD-forsøkene er gitt i vedlegget.

#### Klororganiske forbindelser

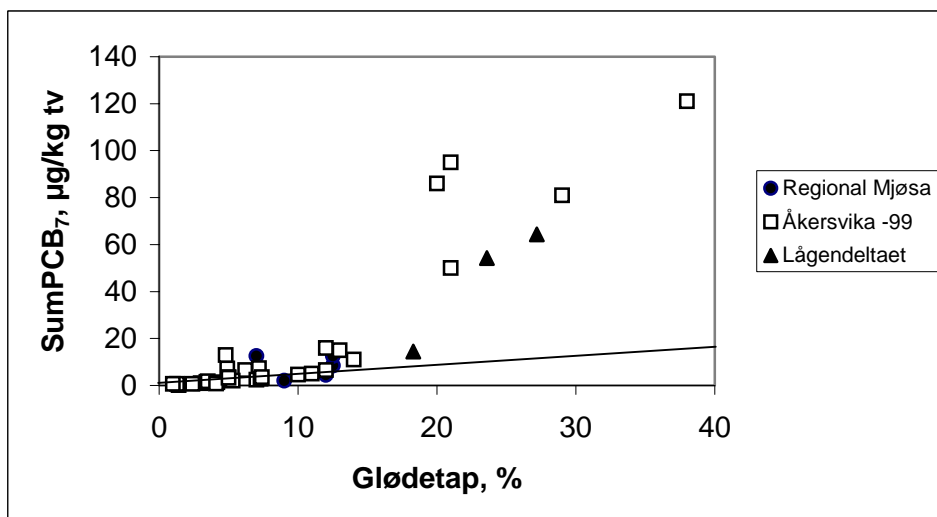
Sedimentene hadde klare påslag av PCB ved to av lokalitetene ved Strandtorget, st. 6 og st. 9, som begge ligger ved utløpet av overvannsledninger (se Fig. 1). Høyest konsentrasjon (ca. 65 µgPCB<sub>7</sub>/kg tørrvekt) ble målt ved den gjenlagte overvannsledningen ved st. 9. Konsentrasjonene ved st. 6 og 9 tilsvarer klasse III eller "markert forurenset" i henhold SFT's klassifiseringssystem for fjorder og kystfarvann. Tilsvarende kriterier er ikke utarbeidet for innsjøsedimenter, men den samme klasseinndelingen har bl.a. blitt brukt i forbindelse med en større regional kartlegging av miljøgifter i innsjøsedimenter i Sør-Norge (Rognerud et al 1997). I innsjøer som bare er påvirket av langtransporterte atmosfæriske avsetninger, kan en antagelig forvente konsentrasjoner i området 2-20 µg PCB<sub>7</sub>/kg tørrvekt avhengig av beliggenhet og organisk innhold i sedimentet (Rognerud et al 1997). Fig. 6 og 7 viser at st. 6 og 9 hadde konsentrasjoner av PCB som klart overskrider det en ville forvente ut fra innholdet av organisk materiale, dersom lokalitetene bare var påvirket av langtransporterte atmosfæriske avsetninger. Konsentrasjonen av PCB ved st. 11 var imidlertid ikke spesielt høy (klasse II).

Andre klororganiske forbindelser som nedbrytningsprodukter av DDT (pp-DDE og pp-DDD) og pentaklorbenzen (QCB) ble påvist i lave konsentrasjoner. Oktaklorstyren (OCS) og heksaklorbenzen (HCB) ble påvist i relativt høye konsentrasjoner sammenliknet med det som er rapportert tidligere fra undersøkelser av norske innsjøsedimenter (Rognerud et al. 1997). De høyeste konsentrasjonene ble observert ved utløpet av "Kanalene" (st. 6). Konsentrasjonen av HCB tilsvarer tilstandsklasse III i henhold til SFT's klassifiseringssystem for fjorder og kystfarvann og er ca. 200 ganger SFT's jordkvalitetsnorm.



**Figur 5.** Konsentrasjoner av Sum PCB<sub>7</sub> i sedimenter i Lågendeltaet 2001 sammenliknet med andre observasjoner fra Mjøsa (Rognerud et al. 1997, Kjellberg og Løvik 2000).

Burforsøkene med SPMD-membraner gav utslag med konsentrasjoner over deteksjonsgrensene for bare et fåtall av de klororganiske forbindelsene. Det ble imidlertid påvist opptak av klorbenzener (QCB og HCB) ved begge lokalitetene, de lavklorerte PCB-kongenerne CB 28 og CB 52 i "Kanalen" og pp-DDE på Busmoen.



**Figur 6.** Forholdet mellom organisk innhold i sedimentet (glødetap) og konsentrasjoner av SumPCB7. Den trukne linjen viser antatt sammenheng i innsjøsedimenter der innsjøene bare er belastet med atmosfærisk PCB-forurensning (jfr. Rognerud et al. 1997).

### Tinnorganiske forbindelser

De tinnorganiske forbindelsene tributyltinn (TBT), dibutyltinn (DBT) og monobutyltinn (MBT) ble påvist i overflatesedimenter fra de tre lokalitetene (st. 6, 9 og 11). Konsentrasjonene av TBT (ca. 5-8 µg/kg tørrvekt) tilsvarer klasse III (markert forurenset) i henhold til SFT's klassifiseringssystem for fjorder og kystfarvann, men de var relativt lave sammenliknet med det som er vanlig å finne i norske fjorder og havneområder (J.A. Berge, NIVA, pers. oppl.). Forholdet mellom TBT og nedbrytningsproduktene DBT og MBT var relativt lavt. Andre tinnorganiske forbindelser ble ikke påvist i konsentrasjoner over deteksjonsgrensene i sedimentprøvene. Opptak av tinnorganiske forbindelser ble ikke påvist i burforsøkene med SPMD-membraner.

### Fenoler

Det ble påvist para-kresol og orto-klorfenol i sedimentprøver langs kanten av fyllingsområdet ved Strandtorget, men ingen andre fenoler eller kresoler. Para-kresol hører til gruppen av naturlig forekommende kresoler og fenoler.

## 3. Sammenfattende diskusjon

Undersøkelsene av overflatesedimenter langs kanten av utfyllingsområdet ved Strandtorget viste at konsentrasjonene var generelt lave for de fleste metallene sammenliknet med nivåene som ble funnet i forbindelse med en nasjonal undersøkelse av innsjøsedimenter (Rognerud et al. 1997). Sedimentene kan betegnes som lite til moderat forurenset av metaller i henhold til SFT's system for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997a). De høyeste konsentrasjonene av kvikksølv (ca. 0,25 µg/g tv) ble funnet ved den søndre delen av utfyllingsområdet (st. 3 og 4), og den ene lokaliteten hadde tydelig påslag som skyldtes lokal forurensning. Kvikksølv knyttet til trefiberavsetninger fra den tidligere Mesna kartongfabrikk er hovedårsaken til kvikksølvforurensningen i dette området. Det er imidlertid tidligere dokumentert betydelig høyere konsentrasjoner av kvikksølv (ca. 1 µg/g tv) i gruntområdene like sør for det området som ble undersøkt våren 2001 (Rognerud 1990). NGI har utført grunnundersøkelser og risikovurderinger av deler av utfyllingsområdet i forbindelse med utbyggingsplaner (Sivertsen og Løken 2001). De fant også høye konsentrasjoner av kvikksølv i enkelte jordprøver, men ettersom disse var tatt opp fra stort dyp (4-5m), fant de ikke at dette representerte noen vesentlig miljørisiko.

Ettersom gruntområdene langs kanten av fyllingen er tørrlagt i deler av året, kan det være relevant å vurdere metallkonsentrasjonene i overflatesedimentet i forhold til SFT's jordkvalitetsnormer (SFT 1999). Konsentrasjonene av arsen og sink var høyere enn SFT's normer for mest følsom arealbruk, men de fastsatte normverdiene synes å være lave f.eks. sammenliknet med referanseverdiene fra den nasjonale undersøkelsen av innsjøsedimenter. Målingene av metallinnhold i elvemoser eksponert for vann som passerte gjennom fyllingene på Busmoen og Strandtorget i mai-juni 2001, tydet på at vannet generelt inneholdt relativt lave konsentrasjoner av metaller i denne perioden. Konsentrasjonen av kobber så imidlertid ut til å være noe høyere enn det som er vanlig å finne i vassdrag som ikke er påvirket av lokal forurensning.

Overflatesedimentene ved utløpet av "Kanalen" og ved en gjenlagt overvannsledning ved Strandtorget var markert forurenset av PCB (tilstandsklasse III). Konsentrasjonene av SumPCB<sub>7</sub> var høyere enn i 99% av innsjøene i en større regional undersøkelse av organiske miljøgifter i sørnorske innsjøer



(Rognerud et al. 1997). Konsentrasjonen var imidlertid lavere enn de høyeste verdiene som ble funnet i Åkersvika utenfor NSB's verkstedsområde i Hamar, før de mest forurensede sedimentene ble fjernet våren 2001 (Kjellberg og Løvik 2000). Ved utløpet av "Kanalene" ble det også påvist relativt høy konsentrasjon av heksaklorbenzen (HCB) sammenlignet med det som har vært rapportert tidligere fra norske innsjøer. De høyeste verdiene av SumPCB<sub>7</sub> og HCB var henholdsvis ca. 6 og 200 ganger høyere enn SFT's jordkvalitetsnorm for mest følsom arealbruk. Konsentrasjonene av andre klororganiske forbindelser som pentaklorbensen (QCB) og nedbrytningsprodukter av DDT var stort sett lave.

Opptaket av PCB og HCB i passive prøvetakere (SPMD) utsatt i "Kanalene" samt klorbenzener i overvannsledningen på Busmoen er ytterligere indikasjoner på at fyllingene fungerer som kilder til slik forurensning. I den perioden prøvetakerne stod ute, steg vannstanden i Mjøsa/Lågen betydelig slik at inntrenging/blanding av vann fra vannmassene utenfor kunne inntreffe i større eller mindre grad. Vi kan derfor ikke utelukke at opptaket av klororganiske forbindelser i SPMD-membranene skyldtes forurensninger fra vannmassene i Mjøsa/Lågen, selv om dette virker mindre sannsynlig. Av de 10 analyserte PCB-kongenerne ble det påvist opptak bare av de lavklorerte, relativt lette og vannløselige kongenerne CB 28 og CB 52. Dette er i samsvar med andre undersøkelser som også har vist at tyngre, høyklorerte og mer partikkelbundne kongener i mindre grad tas opp i SPMD enn for eksempel i muslinger som aktivt filtrerer partikler (se for eksempel Schaanning et al. 1998).

Konsentrasjonene av den tinnorganiske forbindelsen TBT (tributyltinn) i sedimentene langs kanten av utfyllingsområdet ved Strandtorget var relativt lave (J.A. Berge, NIVA, pers. oppl). Denne karakteristikken bygger vi på sammenligning med konsentrasjoner i norske fjorder og havneområder da vi ikke kjenner til at det har blitt gjort analyser av TBT i innsjøsedimenter i Norge tidligere. Lavt forhold mellom TBT og nedbrytningsproduktene (DBT og MBT) tydet på liten fersk tilførsel av TBT. Det ble ikke påvist opptak av disse forbindelsene eller andre tinnorganiske forbindelser i SPMD-forsøkene. Lave vannkonsentrasjoner kombinert med relativt kort eksponeringstid og lave vanntemperaturer er trolig de viktigste årsakene til at det ikke ble påvist noe opptak i SPMD-membranene. Det har tidligere blitt funnet TBT i lake fra Mjøsa (Følsvik og Brevik 1999). Men selv om det ble påvist noe TBT i sedimentene ved Strandtorget ved denne undersøkelsen, gir dette neppe holdepunkter for å si at utfyllingsområdet representerer noen større kilde til TBT-forurensning i Mjøsa. Andre områder, f.eks. småbåthavner, er trolig vel så viktige kilder.

Pentaklorfenol har tidligere blitt påvist i jordprøver og grunnvannsprøver på Strandtorget (Sivertsen og Løken 2001), men ble ikke påvist i sedimenter ved denne undersøkelsen.

Som oppsummering kan vi si at forekomstene av PCB og HCB i sedimentene langs kanten av Strandtorget så ut til å representere de vesentligste forurensningene som ble avdekket ved denne undersøkelsen. Det kan derfor være grunn til å analysere prøver fra noen flere lokaliteter i området for å få et bedre bilde av omfanget av forurensningene. Videre er det viktig å overvåke vannkvaliteten i grunnvann i forbindelse med eventuelle gravearbeider og pæling på området (jfr. Sivertsen og Løken 2001). Det kan også være aktuelt å gjennomføre nye sedimentundersøkelser etter at eventuelle større byggearbeider har blitt gjennomført, for å kunne vurdere om det har skjedd noen endring i konsentrasjonene av miljøgifter i denne delen av Lågendeltaet.

## 4. Litteratur

- Brevik, E.M., Lien, L., Følsvik, N., Knutzen, J. og Andresen, B. 2001. Bruk av passive vannprøvetakere til kartlegging av punktkilder for persistente klorerte miljøgifter med DDT som modellsubstans. NIVA-rapport. Løpenr. 4134-99. 51 s.
- Følsvik, N. og Brevik, E.M. 1999. Levels of organotin compounds in Burbot (*Lota lota*) from Norwegian Lakes. J. High. Resol. Chromatogr. 1999. 22: 177-180.
- Følsvik, N., Brevik, E.M. and Berge, J.A. 2000. Monitoring of organotin compounds in seawater using semipermeable membrane devices (SPMDs) – tentative results. J. Environ. Monit., 2. 281-284.
- Kjellberg, G. 1992. Undersøkelse av bunnsedimenter og bunndyrforekomst i Åkersvika naturreservat i 1990-91. NIVA-rapport. Løpner. 2783. 60 s.
- Kjellberg, G. og Løvik, J.E. 2000. PCB-konsentrasjoner i sedimenter fra NSB's båthavn i Åkersvika og fra Mjøsa utenfor Esperen. Rapport fra undersøkelser i 1999. NIVA-rapport. Løpenr. 4167-2000. 38 s.
- Knutzen, J. og Skei, J. 1990. Kvalitetskriterier for miljøgifter i vann, sedimenter og organismer, samt foreløpige forslag til klassifikasjon av miljøkvalitet. NIVA-rapport. Løpenr. 2540. 139 s.
- Rognerud, S. 1990. Kvikksølvundersøkelser i planlagt utfyllingsområde i Lågendeltaet. NIVA-rapport. Løpenr. 2399. 13 s.
- Rognerud, S., Fjeld, E. og Løvik, J.E. 1997. Regional undersøkelse av miljøgifter i innsjøsedimenter. Delrapport 1. Organiske mikroforensninger. NIVA-rapport. Løpenr. 3699-97. 37 s. + vedlegg.
- Rognerud, S., Fjeld, E. og Løvik, J.E. 1999. Landsomfattende undersøkelse av metaller i innsjøsedimenter. NIVA-rapport. Løpenr. 4024-99. 71 s. + vedlegg.
- Rognerud, S. 2001. Overvåking av metallforurensning fra militære skytefelt og demoleringsplasser. Resultater fra 10 års overvåking. NIVA-rapport. Løpenr. 4351-2001. 46 s.
- Schanning, M., Bakke, T. og Tellefsen, T. 1998. Miljøovervåking i Sandefjordsfjorden og Indre Mefjorden 1997/98. Kartlegging av kilder til miljøgifter. NIVA-rapport. Løpenr. 3935-98. 37 s.
- SFT 1997a. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT veiledning 97:04. 31 s.
- SFT 1997b. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT veiledning 97:03. 36 s.
- SFT 1999. Risikovurdering av forurenset grunn. SFT veiledning 99:01a. 103 s.
- Sivertsen, A. og Løken, T. 2001. Strandtorget, Lillehammer – Plantasjen. Sammenfattende rapport og utvidet miljørisikovurdering. NGI-rapport nr. 20001220-2.

## 5. Vedlegg

**Tabell I.** Oversikt over analysemetoder for utførte kjemianalyser ved NIVA.

Medium	Elementer/forbindelser	NIVA metodebetegnelse
Sediment	Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, As, Ni	E 9-3: Bestemmelse av Ba, Cu, Fe, og Zn med ICP
Sediment	Al	E 2: Bestemmelse av metaller med atomabsorpsjon – atomisering i Perkin-Elmer 2380
Sediment	Hg	E 4-3: Bestemmelse av kvikksølv i vann, slam, sedimenter og biologisk materiale med Perkin-Elmer FIMS-400
Sediment	Klororganiske forbindelser	H 3-3: Ekstraksjon og opparbeiding av klororganiske forbindelser i sedimentprøver
Sediment	Tinnorganiske forbindelser	H 14-1: Opparbeidelse og analyse av tinnorganiske forbindelser i sedimenter
Sediment	Fenoler og kresoler	Intern metode, GC/MS
Moser	Metaller	E 8-2: Elementbestemming i biologisk materiale med ICP-MS
SPMD	Klororganiske forbindelser	Intern metode. Se Schaanning et al. 1998 og Brevik et al. 2001 med referanser.
SPMD	Tinnorganiske forbindelser	Intern metode. Se Følsvik et al. 2000.

**Tabell II.** Beskrivelse av bunnssubstratets beskaffenhet (visuelt bedømt) og beliggenheten av prøvelokalitetene samt resultater av glødetapsmålingene (%) ved Lågendeltaets østside 26.04.01.

St. nr.	Type bunnssubstrat	Glødetap, %
1	Sand med "naturlig" organisk materiale innblandet. På ytterkant av banke mot åpent Mjøsa/Lågen-vann	5,2
2	Brungrått silt/leire/organisk. Litt fiber. I dam inne på fyllingsområdet ("badedammen").	3,7
3	Finsand + barkflis. Rød-orange-okkerfarget på overflaten. Ved kanten av fylling.	23,9
4	Gråbrunt. Silt + organisk finmateriale. Ved kanten av fylling.	11,4
5	Fiberbanke overdekt av tynt brunt lag silt + organisk.	23,8
6	Tjukt fiberlag delvis overdekt med tynt (1-3 mm), brunt silt/organisk lag. Ved utløp "Kanalen" ved pumpestasjon.	22,0
7	Som 6. I tillegg gassbobling. Ved utløp "Kanalen" ved pumpestasjonen.	23,7
8	Betydelig fiberlag delvis i dagen, iblandet noe organisk brunt finmateriale og finsand.	29,7
9	Tjukke fiberavsetninger med noe brunt organisk materiale øverst. Ved utløp av gjenfylt gammel rørledning.	26,4
10	Tjukt fiberlag delvis i dagen med noe silt + mørkebrunt organisk materiale øverst.	16,1
11	Lite homogent. Delvis rødbrunt-brunsvart finmateriale, delvis oppmalte trykksaker (returpapir?) og fiber. Markante jernutfellinger i dammen utenfor.	20,9
12	Lysebrunt organisk finmateriale og silt. Går over til svart på ca. 5 mm sedimentdyb. Ikke synlig fiber.	15,2
13	Rødbrunt finmateriale og mørkere brunt "naturlig" organisk materiale over sand-grus. På utsiden av sandbanke mot Lågen.	17,9
14	Grått finmateriale. Ved utløp av overvannsledning på Busmoen, mot Mesna-elva.	4,9
15	Rødbrunt-gråbrunt finmateriale (siltaktig). Ved kanten av Busmoen, ca. 100 m nord for Mesnas utløp i Lågen.	4,9
16	Rødbrunt-gråbrunt finmateriale (siltaktig). Ved kanten av Busmoen, på "hjørnet" ved Mesna-elvas utløp i Lågen.	10,2

**Tabell III.** Analyseresultater av klororganiske og tinnorganiske forbindelser i sedimentprøver fra Lågendeltaet 26.4.2001. Resultatene er gitt som µg/kg tørrvekt Tørrstoffinnhold er også gitt (prosent). i = Forbindelsen er dekket av en interferens i kromatogrammet av prøven.

	<b>St. 6</b>	<b>St. 9</b>	<b>St. 11</b>
CB 28, µg/kg tv	20	16	6,8
CB 52, µg/kg tv	7,9	5,9	2,7
CB 101, µg/kg tv	3,1	7,4	1,2
CB 118, µg/kg tv	2,6	4,2	0,90
CB 105, µg/kg tv	1,6	2,1	0,49
CB 153, µg/kg tv	6,3	13	1,1
CB 138, µg/kg tv	7,2	12	1,2
CB 156, µg/kg tv	i	1,2	<0,30
CB 180, µg/kg tv	7,1	5,9	0,60
CB 209, µg/kg tv	<0,30	<0,30	<0,30
Sum PCB beregnet, µg/kg tv	55,8	67,7	14,99
Sum PCB <sub>7</sub> beregnet, µg/kg tv	54,2	64,4	14,5
Pentaklorbenzen, QCB, µg/kg tv	0,10	0,13	0,27
Heksaklorbenzen, HCB, µg/kg tv	6,4	1,3	1,3
Alfa-hexaklorsykloheksan, α-HCH, µg/kg tv	i	i	i
Gamma-hexaklorsykloheksan, γ-HCH, µg/kg tv	<0,30	<0,50	<0,50
Oktaklorstyren, OCS, µg/kg tv	0,23	<0,30	<0,30
pp-DDE, µg/kg tv	0,41	0,50	0,37
pp-DDD, µg/kg tv	0,59	1,4	<0,50
Monobutyltinn, MBT, µg/kg tv	14,4	11,0	7,0
Dibutyltinn, DBT, µg/kg tv	14,1	9,4	8,4
Tributyltinn, TBT, µg/kg tv	7,1	7,6	5,4
Monofenyltinn, MPhT, µg/kg tv	<1,65	<1,65	<1,65
Difenyltinn, DPhT, µg/kg tv	<2,30	<2,30	<2,30
Trifenyltinn, TPhT, µg/kg tv	<2,95	<2,95	<2,95
Tørrstoff, %	28,2	25,6	24,6

**Tabell IV.** Analyseresultater fra forsøk med SPMD i overvannsledning på Busmoen og i Kanalen på Strandtorget eksponert i perioden 7.5-6.6.2001. Resultatene er gitt som ng/prøve for de klororganiske og som ng/g triolein for de tinnorganiske forbindelsene. Feltblindprøve ble analysert bare mht. klororganiske forbindelser.

	<b>Busmoen</b>	<b>Kanalen</b>	<b>Feltblindpr.</b>
Pentaklorbenzen, QCB, ng/prøve	0,81	0,51	<0,50
Alfa-hexaklorsykloheksan, α-HCH, ng/prøve	<1,0	<1,0	<1,0
Heksaklorbenzen, HCB, ng/prøve	3,1	1,8	<0,50
Gamma-hexaklorsykloheksan, γ-HCH, ng/pr.	<1,0	<1,0	<1,0
CB 28, ng/prøve	<1,0	12,0	<1,0
CB 52, ng/prøve	<1,0	5,8	<1,0
Oktaklorstyren, OCS, ng/prøve	<1,0	<1,0	<1,0
CB 101, ng/prøve	<1,0	<1,0	<1,0
pp-DDE, ng/prøve	0,82	<1,0	<1,0
CB 118, ng/prøve	<1,0	<1,0	<1,0
pp-DDD, ng/prøve	<1,5	<1,5	<1,5
CB 153, ng/prøve	<1,0	<1,0	<1,0
CB 105, ng/prøve	<1,0	<1,0	<1,0
pp-DDT, ng/prøve	<2,5	<2,5	<2,5
CB 138, ng/prøve	<1,0	<1,0	<1,0
CB 156, ng/prøve	<1,0	<1,0	<1,0
CB 180, ng/prøve	<1,0	<1,0	<1,0
CB 209, ng/prøve	<1,0	<1,0	<1,0
Monobutyltinn, MBT, ng/g	<2,2	<2,2	-
Dibutyltinn, DBT, ng/g	<2,9	<2,9	-
Tributyltinn, TBT, ng/g	<3,7	<3,7	-
Monofenyltinn, MPhT, ng/g	<3,3	<3,3	-
Difenyltinn, DPhT, ng/g	<4,6	<4,6	-
Trifenyltinn, TPhT, ng/g	<4,4	<4,4	-

**Tabell V.** Analyseresultater av fenoler og kresoler i sedimentprøver fra Lågendeltaet 26.4.2001. Resultatene er gitt som  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING P.O. Boks 173 Kjelsås, 0411 OSLO		TESTRAPPORT			
Navn/lokalitet	Lågen				
Adresse					
Oppdragsnr.	20245				
Prøver mottatt					
Lab.kode	2000-847 1-3				
Jobb nr.	01/157				
Prøvetype	Sedimenter				
Kons. i	$\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt				
Metode	Intern				
Data	270801				
Analytiker	Brg				
	<i>st. 6</i>	<i>st. 9</i>	<i>st. 11</i>		
Parameter/prøve	847-1	847-2	847-3		
Fenol	<10	<10	<10		
O-kresol	<10	<10	<10		
M-Kresol	<10	<10	<10		
P-Kresol	500	1700	720		
O-klorfenol	60	70	<10		
M-klorfenol	<10	<10	<10		
2,4-Dimetylphenol	<10	<10	<10		
3-Bromofenol	<10	<10	<10		
2,4-Diklorfenol	<10	<10	<10		
2,5-Diklorfenol	<10	<10	<10		
2,3-Diklorfenol	<10	<10	<10		
2,6-Diklorfenol	<10	<10	<10		
3,5-Diklorfenol	<10	<10	<10		
2,4-dibromofenol	<10	<10	<10		
2,6-dibromofenol	<10	<10	<10		
2,4,6-Triklorfenol	<10	<10	<10		
2,4,5-Triklorfenol	<10	<10	<10		
2,3,4-Triklorfenol	<10	<10	<10		
2,3,6-Triklorfenol	<10	<10	<10		
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<10	<10	<10		
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<10	<10	<10		
2,3,4,6-Tetraklorfenol	<10	<10	<10		
2,4,6-Tribromofenol	<10	<10	<10		
Pentaklorfenol	<10	<10	<10		
SUM ALLE FORBINDELSER					