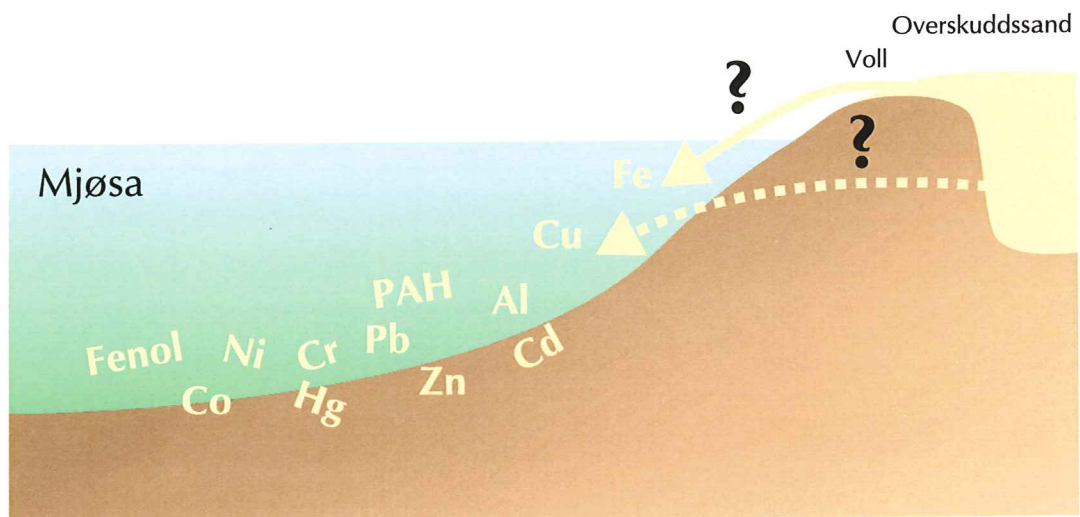


RAPPORT LNR 4442-2001

Undersøkelse av metaller, fenol og PAH i sedimenter i Mjøsa utenfor Esperen

Rapport fra undersøkelser
høsten 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 Undersøkelse av metaller, fenol og PAH i sedimenter i Mjøsa utenfor Esperen. Rapport fra undersøkelser høsten 2001.	Løpenr. (for bestilling) 4442-2001	Dato November 2001
	Prosjektnr. Undernr. O-21952	Sider Pris 18
Forfatter(e) Gösta Kjellberg	Fagområde Miljøgifter ferskvann	Distribusjon Intern
	Geografisk område Hedmark	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Furnes - Hamjern NCC as, avd. Hamjern Støperi	Oppdragsreferanse Trond Rykhus
---	-----------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Høsten 2001 ble det tatt ut 3 stikkprøver av sedimentet i Mjøsa like utenfor Esperen der Hamjern har et landdeponi av overskuddssand fra produksjonen. Hensikten med undersøkelsen var å klarlegge om Mjøssedimentet i dette område er forurenset av enkelte miljøgifter og om eventuell forurensning kan knyttes til utsig fra deponiet. Sedimentet hadde lave konsentrasjoner av jern, aluminium, tungmetaller, fenol og PAH i sedimentprøvene. Resultatene indikerer at området like utenfor Esperen var ubetydelig til forurenset av fenol og PAH, og ubetydelig forurenset av jern, aluminium, kadmium, krom, kobber, bly, kvikksølv, sink, kobolt, nikkel og fenolforbindelser som klorfenol, metylfenol, bromfenol og pentaklorfenol. Mjøsas sedimenter utenfor Esperen er derfor ikke nevneverdig forurenset av Hamjerns landdeponi av overskuddssand. En medvirkende årsak til dette er at sedimentet i gruntområdet utenfor Esperen inneholder en stor andel sand og grus som er sedimentbestanddelere som ikke binder opp miljøgifter. Dersom deponiet har avgitt miljøgifter til Mjøsa er disse høyst sannsynlig knyttet til den finpartikulære fraksjonen som har blitt resuspendert og transportert ut i innsjøen og sedimentert på dypere vann. I disse dypområdene vil imidlertid sedimentet inneholde bidrag fra mange andre kilder og det kan være vanskelig å sortere ut det unike bidraget fra enkelte punktkilder.</p>

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Sedimenter Metaller Fenol PAH 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Lake sediments Metals Phenols PAH
---	---


Prosjektleder


Forskningsleder


Forskningsjef

O-21952

**Undersøkelse av metaller, fenol og PAH i sedimenter
i Mjøsa utenfor Esperen.**

Rapport fra undersøkelser høsten 2001

Prosjektleder: Gösta Kjellberg
Medarbeidere: Jarl Eivind Løvik
Mette-Gun Nordheim
Kjell Karlsen (Hamjern støperi)

Forord

Hamjern Støperi har fått ny utslippstillatelse av Statens forurensningstilsyn (SFT). En betingelse i utslippstillatelsen er at bedriften skal legge frem et forslag til analyseprogram for miljøpåvirkning av bedriftens deponi av overskuddssand. Deponiet ligger på fabrikkområdet like ved Mjøsa på Esperen, og det er en risiko for at det kan tilføres forurensninger fra deponiet til Mjøsa.

Bedriften har bedt NIVA om å vurdere betydningen av utsig fra deponiet basert på en orienterende sedimentundersøkelse (3 stikkprøver) i Mjøsa like utenfor deponiet. Trond Rykhus har vært kontaktperson i Hamjern Støperi og Gösta Kjellberg har vært kontaktperson og prosjektleder i NIVA.

Feltarbeidet er utført av Gösta Kjellberg og Kjell Karlsen fra Hamjern Støperi. Jarl Eivind Løvik ved NIVA har foretatt analyser av vanninnhold og glødetap i sedimentene. Metallanalyser og analyser av fenol og PAH er utført ved NIVAs laboratorie i Oslo. Bearbeiding og vurdering av data er utført av J. E. Løvik og Gösta Kjellberg ved NIVAs Østlandsavdelingen.

Prosjektleder vil takke alle for et godt samarbeid.

Ottestad, november 2001.

Gösta Kjellberg

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
1.1 Bakgrunn og problemstilling	7
1.2 Tidligere undersøkelser fra området	7
1.3 Målsetning	8
2. Materiale og metoder	9
3. Resultater og diskusjon	10
4. Konklusjon	12
5. Litteraturliste	13
6. Vedlegg	14

Sammendrag

De 23. oktober 2001 ble det tatt ut sedimentprøver fra 3 lokaliteter i Mjøsa like utenfor Hamjern Støperi's landdeponi for overskuddssand på Esperen. Prøvene er å betrakte som stikkprøver av mer orienterende karakter. Hensikten med undersøkelsen var å klarlegge om sedimentene er forurenset av miljøgifter som eventuelt kan knyttes til utsig av forurensninger fra sanddeponiet. Dette gjelder særlig enkelte tungmetaller, fenol og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Sedimenter fra området er også tidligere undersøkt av NIVA i 1991 i forbindelse med en omfattende undersøkelse av sedimentene i hele Åkersvika (Kjellberg 1992).

Undersøkelsen viste at:

- Mjøsas sedimenter utenfor Esperen ikke var nevneverdig forurenset av potensielle miljøgifter som kan knyttes til utsig fra Hamjerns landdeponi av overskuddssand.
- Konsentrasjonene i sedimentet av jern og aluminium var lave og gjenspeiler bakgrunnsnivåer i sand og grusholdige sedimenter.
- Konsentrasjonene av tungmetaller som kadmium, krom, kobber, kvikksølv, bly, kobolt og nikkel var lave i de undersøkte sedimentene og i samsvar med de laveste konsentrasjonene som betraktes som bakgrunnsverdier i innsjøsedimenter.
- Konsentrasjonene av fenol i de undersøkte sedimentene vurderes som relativt lave, og konsentrasjonene av fenolforbindelser var lave. Fenol hører til gruppen av naturlig forekommende kresoler og fenoler. Sedimentet bedømmes derfor som ubetydelig forurenset av disse forbindelsene.
- Konsentrasjonene av disykliske hydrokarboner og ekte PAH vurderes generelt sett som relativt lave i de undersøkte sedimentene og forurensningsgraden bedømmes som ubetydelig til moderat for disykliske hydrokarboner og som moderat for ekte PAH.
- Sedimentet i området utenfor Esperen kan karakteriseres som et erosjons/- transportsediment med høyt innhold av sand og grus. Dette er en følge av at området er grunt og til tider sterkt vindpåvirket. Medvirkende er også at større arealer i området tørregges når Mjøsa har lav vannstand. En følge av dette er at sedimentet består av bestandeler (sand og grus) som ikke har evnen til å binde opp metaller og andre miljøgifter i nevneverdig grad. Dersom deponiet har avgitt miljøgifter til Mjøsa er disse høyst sannsynlig knyttet til den finpartikulære fraksjonen som har blitt resuspendert og transportert ut i innsjøen og sedimentert på dypere vann. I disse dypområdene vil imidlertid sedimentet inneholde bidrag fra mange andre kilder og det kan være vanskelig å sortere ut det unike bidraget fra enkelte punktkilder.

Summary

Title: Survey of metals, phenols and PAH in lake sediments in the lake Mjøsa outside Esperen.

Year: 2001

Author: Gösta Kjellberg

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4086-1

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og problemstilling

Furnes Hamjern, avd. Hamjern Støperi driver produksjon av seigjern og gråjern fra råjern og skrapjern. Virksomheten ligger i Stangeveien 111 i Hamar kommune i et område (Esperen) like ved Mjøsa som er regulert til industri. Hamjern Støperi har i brev av 17. 12. 1999 søkt Statens forurensningstilsyn (SFT) om endret utslippstillatelse i forbindelse med økt produksjon som følge av utvidet driftstid. Endret tillatelse gjelder total produksjon på ca. 8000 tonn pr. år, der ca. 60 % er støpegods i seigjern og ca. 40 % i gråjern.

Virksomheten medfører utslipp til Mjøsa ved Åkersvika Naturreservat av kjølevann og utslipp til luft av støv (sandstøv, slipestøv, seigjernsrøk og lakkstøv) fra ulike deler av prosessen. Virksomheten fører til produksjon av avfall, bl.a. overskuddssand. SFT har i utslippstillatelse av 16.03.2001 gitt Hamjern Støperi tillatelse til mellomlagring av overskuddssand på bedriftens område, men krav til deponering av overskuddssand er skjerpet i tråd med de krav som i dag gjelder for tilsvarende industriaktiviteter og internasjonale forpliktelser. En betingelse i utslippstillatelsen er at avrenning og eventuell miljøpåvirkning på Mjøsa fra sanddeponiet skal kartlegges.

Sanddeponiet ligger på et utfyllt område på fabrikkområdet like ved Mjøsa. Det foreligger derfor risiko for at det kan tilføres forurensninger fra deponiet til Mjøsa. Deponier med overskuddssand, støv og slagg fra jernstøperier kan føre til utsig av jern, aluminium og svovel samt potensielle miljøgifter som PAH, dioxiner, fenoler og tungmetaller til overflatevann og grunnvann. Dette kan forringe vannkvaliteten og gi biologiske skadeeffekter. Det er imidlertid ikke kjent i hvilken grad forurensninger lekker ut. Påvirkningsgraden vil sannsynligvis variere med deponiets størrelse og plassering i henhold til grunnvannsforekomst og nærhet til vassdrag. Vassdragets resipientkapasitet vil også ha avgjørende betydning.

1.2 Tidligere undersøkelser fra området

Vi har bare tatt med undersøkelser som er relevante for den aktuelle problemstillingen.

NIVA foretok i 1991 sedimentundersøkelser i området utenfor Esperen (Kjellberg 1992). Overflatesediment (0-1 cm) ble da analysert for glødetap og tungmetaller som kvikksølv, bly, kadmium, kobber, sink og nikkel. Metallkonsentrasjonene var lave til middels høye. Forurensningsgraden ble vurdert som:

- Liten til moderat for kvikksølv og nikkel.
- Liten til markert for kadmium, kobber og sink.
- Liten til stor for bly.

Videre kan vi nevne at NIVA ved to tilfeller har foretatt mer omfattende undersøkelser av sedimentene i Åkersvika Naturreservat i den delen av reservatet som ligger innenfor Jernbanebrua. I 1990 ble overflatesedimentene analysert for tungmetaller, arsen, olje, klorerte hydrokarboner og PCB (Kjellberg 1992). I 1998 ble det tatt prøver i samme område og disse sedimentene ble analysert for krom, kobber, arsen og PAH (Kjellberg 1999). På begynnelsen av 1980-tallet ble det gjort en omfattende undersøkelse av arealfordeling og vertikalprofiler av kvikksølv i Mjøsas sedimenter (Rognerud 1985). I forbindelse med en regional undersøkelse av miljøgifter i sedimenter i 1996/97 ble det også samlet inn sedimentprøver fra Mjøsa utenfor Hamar (Rognerud et al. 1997). Konsentrasjoner av bl.a. tungmetaller og andre sporelementer ble målt i overflate- og referansesedimenter ved den undersøkelsen. Dataene

fra disse undersøkelserne er brukt ved vurderingene av forurensningssituasjonen i området utenfor Esperen.

NIVA har også på oppdrag fra Hamjern Støperi analysert vannprøver som ble tatt fra innsiden av volden i selve sanddeponiet og fra Mjøsa i området like utenfor deponiet. Vannprøvene ble tatt i august 1999 og er analysert for fenoler og PAH (oppdragsnr: 91020-275). Dette ble gjort etter pålegg fra SFT i brev av den 22. 07. 91.

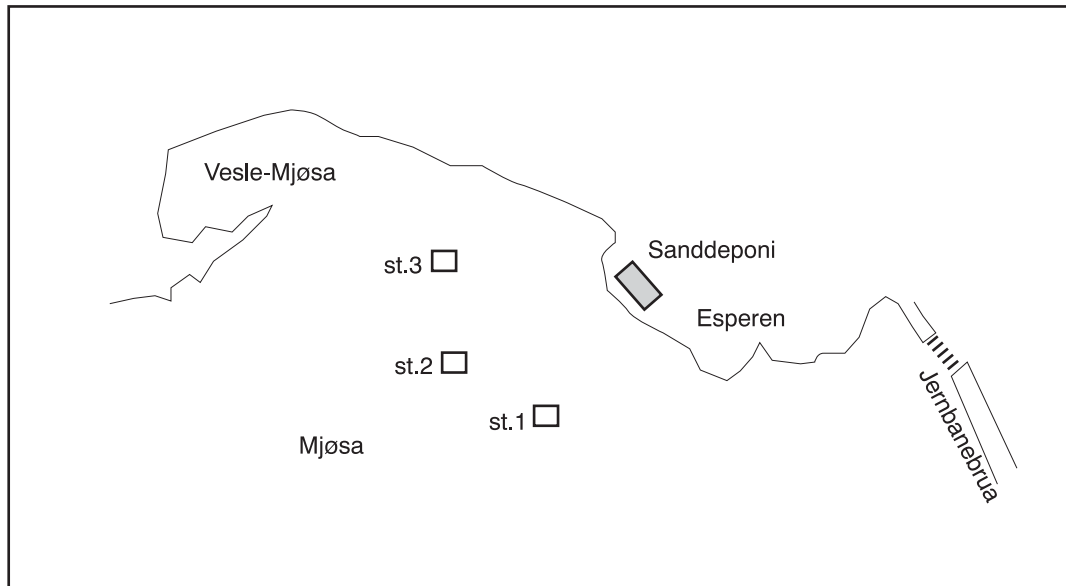
1.3 Målsetning

I forbindelse med at SFT har satt miljøkrav for Hamjerns sanddeponi, har bedriften bedt NIVA om å foreta sedimentundersøkelser i Mjøsa i området like ved Esperen. Prøvene er å betrakte som stikkprøver av mer orienterende karakter.

Hensikten med de tre stikkprøvene var å få indikasjoner på om bunnområdene like utenfor Hamjerns sanddeponi er forurenset av enkelte miljøgifter og om eventuell forurensning kan knyttes til utsig fra deponiet.

2. Materiale og metoder

Den 23. oktober 2001 ble det tatt ut sedimentprøver på ca. 4 m dyp fra 3 lokaliteter (stasjon 1, 2 og 3) i Mjøsa fra området utenfor Esperen (Fig. 1). Området inngår i Åkersvika Naturreservat og består av et større gruntområde som delvis blir tørrlagt når Mjøsa har lavvannstand. Lokalitetene prøvene ble tatt fra tørrlegges ikke ved lav vannstand.



Figur 1. Prøvetakingsstasjoner for sedimentundersøkelser.

Fra hver lokalitet har vi tatt ut fem sedimentprøver (0-2 cm) som er slått sammen til en blandprøve. Prøvene er analysert med hensyn på vanninnhold, glødetap, jern, aluminium, kadmium, krom, kobber, kvikksølv, bly, sink, nikkel, fenol, fenolforbindelser og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Resultatene av analysene er gitt i vedlegget.

Ved vurderingen av konsentrasjonsnivåene og forurensningsgraden av jern, aluminium og tungmetaller har vi benyttet foreliggende data fra Åkersvika (Kjellberg 1992), Mjøsa utenfor Hamar (Rognerud 1985, Rognerud et al. 1997 a), norske innsjøer forøvrig (Rognerud og Fjeld 2001) samt SFT's kvalitetskriterier (Andersen et al. 1997).

Ved vurdering av konsentrasjonsnivåene av disykliske hydrokarboner og ekte PAH, dvs. om konsentrasjonene skal vurderes som lave eller høye, har vi benyttet de vurderinger som ble foretatt i forbindelse med den regionale undersøkelsen av organiske mikroforurensninger i norske innsjøsedimenter (Rognerud et al. 1997 b). Ved bedømmelse av forurensningsgrad av ekte PAH har vi benyttet den vurderingsnormen som er brukt i forbindelse med en tidligere undersøkelse i Åkersvika (Kjellberg 1999). Når det gjelder fenol og fenolforbindelser så har vi ikke funnet noen relevante bedømningskriterier som kan brukes for å kunne vurdere konsentrasjonsnivå i sedimenter. Vi har heller ikke funnet noe data som angir variasjonsmønster for naturgitt forekomst av fenoler i innsjøsedimenter. Vi kan her nevne at fenol og kresoler hører til gruppen av naturlig forekommende fenolforbindelser som bl. a. forekommer når plantemateriale som bl.a. løv og gras brytes ned.

3. Resultater og diskusjon

Sedimenttype

Vanninnholdet i sedimentene varierte fra 10 % til 26,8 %, og sedimentene hadde glødetap i området 3,4 – 5,8 %. Primærdata er gitt i vedlegg bak i rapporten. Sedimentene hadde lavt innhold av organisk stoff. Dette reduserer deres mulighet til å binde mange miljøgifter da flere tungmetaller (f.eks. kvikksølv og bly) og organiske mikroforurensninger i hovedsak bindes/absorberes til organisk materiale. Metallforurensninger kan også bindes den finkorna uorganiske fraksjonen i sedimentet (leire). Visuelt bedømt hadde sedimentene relativt høyt innhold av grøvre uorganiske fraksjoner (sand og grus) og lite innhold av finkorna uorganisk materiale. Årsaken til at bunnområdet utenfor Esperen har lavt innhold av finfordelt materiale, er at området er utsatt for vindeksponering og bølgeaktivitet (særlig ved lav vannstand) med påfølgende erosjon og uttransport av finfordelte sedimenter. Bunnområdet utenfor Esperen kan derfor betegnes som et område med transportsedimenter. Vi kan derfor i utgangspunktet regne med å finne lavere konsentrasjoner og bakgrunnsverdier av miljøgifter i disse sedimentene sammenlignet med i akkumulasjonssedimenter på større dyp.

Ved vurdering av konsentrasjonsnivåer og forurensningsgrad av nedenfor nevnte stoffer har vi tatt hensyn til at det undersøkte området har sedimenter som har liten evne til binde opp de aktuelle miljøgiftene.

Metaller

Variasjonsbredden av metallkonsentrasjonene i sedimentprøvene fra de tre lokalitetene er gitt i tabell 1 sammen med referanseverdier fra Mjøsa utenfor Hamar.

Tabell 1. Konsentrasjoner av metaller (variasjonsbredder) i overflatesedimenter i Mjøsa utenfor Esperen i oktober 2001. Referanseverdier fra Mjøsa utenfor Hamar er hentet fra Rognerud et al. (1997 a).

Metall	Esperen st. 1-3, 2001, 0-2 cm µg/g tørrvekt	Hamar 1996, ref. µg/g tørrvekt
Jern	2300-2800	39300
Aluminium	1000-1200	18300
Kadmium	0,3-0,8	0,7
Krom	1,7-2,0	29,8
Kobber	1,2-2,2	47
Kvikksølv	0,015-0,040	0,075
Bly	1,0-1,7	20
Sink	12-21	137
Kobolt	1,0-1,9	21,5
Nikkel	3,0-4,4	54,3

Konsentrasjonene av metaller var lave og samsvar med de laveste verdiene i det variasjonsområdet vi betrakter som naturgitte bakgrunnsverdier i innsjøsedimenter (Rognerud og Fjeld 2001). For de fleste metallene var verdiene betydelig lavere enn i referansesedimenter utenfor Hamar (Rognerud et al. 1997 a). Sedimentene i området utenfor Esperen vurderes derfor som ubetydelig forurenset av de nevnte metallene. En vesentlig årsak til de lave konsentrasjonene var at innholdet av organisk og uorganisk finmateriale i sedimentene var meget lavt.

Sammenligner vi disse resultatene med resultatene fra undersøkelsen i 1991, så har konsentrasjonene av kobber, bly, sink, kobolt og nikkel blitt betraktelig lavere og konsentrasjonene av kadmium har blitt noe lavere, mens konsentrasjonene av kvikksølv ikke har endret seg vesentlig. Krom ble ikke analysert i 1991.

I henhold til SFT's klassifiseringssystem ville sedimentene bli betegnet som moderat forurenset mht. kadmium på to av lokalitetene. Årsaken til den svakt forhøyde konsentrasjonen av kadmium sammenlignet med i en del andre norske innsjøer er imidlertid trolig at dette området av Mjøsa tilføres erosjonsmateriale fra store jordbruksarealer og områder med alunskifer. Svartelva, men til en viss grad også Flagstadelva og Finnsalbekken avvanner områder med alunskifer. Denne bergarten er lettforvitrelig og har relativt høyt innhold av krom, kadmium, nikkel og høyt innhold av arsen, bly, kvikksølv og sink sammenlignet med andre bergarter og løsmasser som finnes i området (Gudmundsen 1986).

Fenol og fenolforbindelser

Det ble registrert konsentrasjoner av fenol i området 0,08 – 0,12 mg/kg tørrvekt. Det kan dannes fenol når blader og trevirke brytes ned, dvs. at vi som regel finner "naturlig" fenol i innsjøsedimenter (L. Berglind, NIVA pers. oppl.). I området utenfor Esperen er det til tider stor forekomst av løv, kvister og grener som har blitt transportert ut fra Svartelva og Flagstadelva i flomperioder. Det er derfor sannsynlig at en del av fenolen kommer fra naturlige kilder. Vi bedømmer derfor forurensningen av fenol i bunnområdet utenfor Esperen som ubetydelig eller moderat.

Fenolforbindelser som klorfenoler, bromfenoler, diklorfenoler, dibromfenoler, triklorfenoler og tetraklorfenoler samt pentaklorfenol, som er mer relaterte til menneskelig virksomhet (gjelder særlig pentaklorfenol), ble ikke registrert i konsentrasjoner som oversteg 0,05 mg/kg tørrvekt. Vi vurderer derfor forurensningen av de nevnte fenolforbindelsene som ubetydelig. Vi kan her nevne at rapporterte bakgrunnsverdier for pentaklorfenol i norsk jord ligger under 0,005 mg/kg.

Det er særlig de tyngre klorfenolene (syntetisk fenol) og da særlig nedbrytningsproduktene av disse (bl.a. polyklorerte dibensodioxiner) som kan være potensielle miljøgifter da enkelte av disse er lipofile og kan anrikes i fett.

Disykliske hydrokarboner og ekte PAH

Konsentrasjonene av sum disykliske hydrokarboner i de undersøkte sedimentene lå i området 40 – 60 µg /kg tørrvekt. Størst konsentrasjon var det av Naftalen og Acenaften.

Konsentrasjonsnivået vurderes som lavt og var i samsvar med de nivåene vi tidligere har registrert i sedimenter fra deltaområdet til Flagstadelva (Kjellberg 1999) og i et flertall norske innsjøer (Rognerud et al. 1997 b). Forurensningspåvirkningen av disykliske hydrokarboner i bunnområdet utenfor Esperen vurderes som ubetydelig til moderat.

Konsentrasjonene av sum ekte PAH i de undersøkte sedimentene varierte i området 250 – 460 µg /kg tørrvekt. Størst forekomst var det av Fluoren, Fenantren, Fluoranten, Pyren og Chrysen/trifenylen samt den potensielt kreftfremkallende Benzo(a)pyren. De potensielt kreftfremkallende PAH (KPAH) utgjorde 10 – 30 % av sum PAH. Verdiene vurderes som lave og var i samsvar med de nivåene NIVA har registrert i et flertall norske innsjøer (Rognerud et al. 1997 b). Bunnområdet utenfor Esperen vurderes som moderat forurenset av ekte PAH og en relativt lav andel KPAH. Vi kan videre nevne at rapporterte bakgrunnsverdier for sum PAH i norsk jord ligger i området 5 – 800 µg /kg tørrvekt og for den mest toksiske PAH-forbindelsen, Benzo(a) pyren i området 15 – 157 µg /kg tørrvekt (Beck og Jaques 1993).

4. Konklusjon

Konsentrasjonene av jern, aluminium og tungmetaller i de analyserte sedimentene var lave. Konsentrasjonene var lavere eller innenfor de konsentrasjonsnivåer som observeres i naturgitt bakgrunns- eller referansesedimenter fra akkumulasjonssonen i innsjøer. Konsentrasjonene av fenol og fenolforbindelser samt konsentrasjonene av disykliske hydrokarboner og ekte PAH har vi generelt sett vurdert som lave.

Sedimentene like utenfor Esperen bedømmes som ubetydelig til moderat forurenset av fenol og PAH, og ubetydelig forurenset av jern, aluminium, kadmium, krom, kobber, bly, kvikksølv, sink, kobolt, nikkel og fenolforbindelser som klorfenol, metylfenol, bromfenol og pentaklorfenol.

En årsak til at bunnområdet utenfor Esperen er lite belastet med miljøgifter er at dette området i hovedsak har transport-/erosjonssedimenter med lavt innhold av organisk stoff og finfordelt organisk materiale som kan binde miljøgifter. Eventuelle tilførsler av finmateriale med adsorberte miljøgifter har liten mulighet til å sedimentere i dette området, men vil bli ført videre ut i Mjøsa. Dette skyldes at området er utsatt for vindeksponering og bølgeaktivitet (særlig ved lav vannstand) med påfølgende erosjon og uttransport av finfordelte sedimenter. De lave konsentrasjonene av miljøgifter kan også skyldes at området for tiden kan være lite belastet av lokale forurensningsutslipp.

Resultatene indikerte at Mjøsas sedimenter utenfor Esperen ikke er nevneverdig forurenset av de aktuelle miljøgifter som kan knyttes til utsig fra Hamjernes landdeponi av overskuddssand. Eventuelle utslipp er i så tilfelle høyst sannsynlig blitt transportert ut i innsjøen og sedimentert på dypere vann

5. Litteraturliste

- Andersen, J. R. et al. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04 fra SFT. TA-nummer 1468/1997.
- Beck, P.A. og R. Jaques. 1993. Datarapport for miljøgifter i Norge. SFT-rapport nr. 93:23, Oslo. 103 s.
- Gudmundsen, I. 1986. Mercury contamination in lake Mjøsa. Norway. Dept. of minerlogy. Univ. of Geneva. Switzerland.
- Kjellberg, G. 1992. Undersøkelse av bunnsedimenter og bunndyrforekomst i Åkersvika Naturreservat i 1990-91. NIVA-rapport. Løpenr. 2783. 60 s.
- Kjellberg, G. 1999. Skadevirkninger av kreosotutslipp til Svartelva fra ImpregNor AS på Ilseng. NIVA-rapport. Løpenr. 4114-99. 43 s.
- Rognerud, S. 1985. Kvikksølv i Mjøsas sedimenter. Statlig program for forurensningsovervåkning (SFT). NIVA-rapport 0-82105.
- Rognerud, S., Fjeld, E., Løvik, J.E. og Skotvold, T. 1997a. Miljøgifter i innsjøsedimenter. Delrapport 2. Tungmetaller og andre sporelementer. NIVA-rapport. Løpenr. 3880-97. 44 s. + vedlegg.
- Rognerud, S., E. Fjeld og J.E. Løvik. 1997b. Regional underdsøkelse av miljøgifter i innsjøsedimenter. Delrapport 1. Organiske mikroforurensninger. NIVA-rapport. Løpenr. 3699-97. 37 s.
- Rognerud, S., E. Fjeld og J.E. Løvik. 1999. Landsomfattende undersøkelse av metaller i innsjøsedimenter. NIVA-rapport. Løpenr. 4024-99. 74 s.
- Rognerud, S. and Fjeld, E. 2001. Trace element contamination of Norwegian lake sediments. *Ambio* 30, 11-19.

6. Vedlegg

Normer for vurdering av tilstand.

Primærdata/Referanseverdier.

Tabell A. Tilstandsvurdering for tungmetaller i innsjøsedimenter.
SFTs vurderingsnorm (Andersen et al. 1997).

Parameter	Tilstandsklasser				
	I	II	III	IV	V
	Ubetydelig forurenset	Moderat forurenset	Markert forurenset	Sterkt forurenset	Meget sterkt forurenset
Kobber, mg Cu/kg t.v.	<30	30 - 150	150 - 600	600 - 1800	>1800
Sink, mg Zn/kg t.v.	<150	150 - 750	750 - 3000	3000 - 9000	>9000
Kadmium, mg Cd/kg t.v.	<0,5	0,5 - 2,5	2,5 - 10	10 - 20	>20
Bly, mg Pb/kg t.v.	<50	50 - 250	250 - 1000	1000 - 3000	>3000
Nikkel, mg Ni/kg t.v.	<50	50 - 250	250 - 1000	1000 - 3000	>3000
Kvikksølv, mg Hg/kg t.v.	<0,15	0,15 - 0,6	0,6 - 1,5	1,5 - 3	>3

Tabell 1. Vanninnhold, glødetap og konsentrasjon av jern og aluminium i overflatesediment (blandprøve av de øverste 2 cm) fra 3 bunnområder i Mjøsa like utenfor Hamjerns sanddeponi på Esperen. Konsentrasjonene er gitt som mg/kg t.v. Prøvene ble tatt den 23. oktober 2001. Verdier fra referansesedimenter i Mjøsa utenfor Hamar er også gitt (Rognerud et al. 1997a).

Prøve	st.1	st.2	st.3	Ref. Hamar
Parametre				
Vanninnhold i %	17,0	10,0	26,8	-
Glødetap i %	4,8	3,4	5,8	6,4
Jern (Fe)	2760	2332	2758	39300
Aluminium (Al)	1183	1045	1134	18300

Tabell 2. Vanninnhold, glødetap og konsentrasjon av tungmetaller i overflatesediment (blandprøve av de øverste 2 cm) fra 3 bunnområder i Mjøsa like utenfor Hamjerns sanddeponi på Esperen. Konsentrasjonene er gitt som mg/kg t.v. Prøvene ble tatt den 23.oktober 2001. Verdier fra referansesedimenter i Mjøsa utenfor Hamar er også gitt (Rognerud et al. 1997a) samt konsentrasjoner i overflatesedimenter fra ytre deler av Åkersvika naturreservat i 1991 (Kjellberg 1992).

Prøve	st.1	st.2	st.3	Ref. Hamar	"Ytre" Åkersv. -91
Parametre					
Vanninnhold i %	17,0	10,0	26,8	-	-
Glødetap i %	4,8	3,4	5,8	6,4	1,6-7,9
Kadmium (Cd)	0,558	0,301	0,755	0,7	0,29-1,22
Krom (Cr)	1,81	1,76	2,00	29,8	-
Kobber (Cu)	1,99	1,25	2,16	47	6-44
Kvikksølv (Hg)	0,029	0,015	0,038	0,07	0,01-0,23
Bly (Pb)	1,44	1,08	1,64	20	5-65
Sink (Zn)	17,4	12,0	20,6	137	62-276
Kobolt (Co)	1,48	1,11	1,85	21	-
Nikkel (Ni)	3,97	3,08	4,35	54	10-32

Tabell 3. Glødetap og konsentrasjon av fenol og fenolforbindelser i overflatesediment (blandprøve av de øverste 2 cm) fra 3 bunnområder i Mjøsa like utenfor Hamjerns sanddeponi på Esperen. Konsentrasjonene er gitt som mg/kg t.v. Prøvene ble tatt den 23. oktober 2001.

Prøve	st.1	st.2	st.3
Parametre			
Glødetap i %	4,8	3,4	5,8
Fenol	0,12	0,08	0,10
O- Kresol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
M- Kresol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
P- Kresol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
O- Klorfenol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
M- Klorfenol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
2,4- Dimetylfenol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
3- Bromfenol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
2,4- Diklorfenol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
2,5- Diklorfenol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
2,3- Diklorfenol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
2,6- Diklorfenol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
3,5- Diklorfenol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
2,4- Dibromofenol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
2,6- Dibromofenol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
2,4,6-Triklorfenol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
2,4,5- Triklorfenol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
2,3,4- Triklorfenol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
2,3,6- Triklorfenol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
2,3,5,6- Tetraklorfenol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
2,3,4,5- Tetraklorfenol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
2,3,4,6- Tetraklorfenol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
2,4,6- Tribromfenol	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Pentaklorfenol	< 0,05	< 0,05	< 0,05

Tabell 4. Glødetap og konsentrasjon av disykliske hydrokarboner og ekte PAH'er (Fluoren + 3-6 ringer) i overflatesediment (blandprøve av de øverste 2 cm) fra 3 bunnområder i Mjøsa like utenfor Hamjerns sanddeponi på Esperen. Konsentrasjonene er gitt som µg/kg t.v. Prøvene ble tatt den 23. oktober 2001.

Prøve	st.1	st.2	st.3
Parametre			
Glødetap i %	4,8	3,4	5,8
Di-cykliske:			
Naftalen	36	25	33
Acenaftylen	3,7	1,9	2,8
Acenaften	17	12	10
Σ Di-cykliske	56,7	38,9	45,8
Ekte PAH:			
Fluoren	31	25	37
Fenantren	32	48	73
Antracen	8,4	20	32
Fluoranten	42	68	105
Pyren	30	47	80
Benzo(a)antracen*	69	16	36
Chrysen/trifenylen	51	14	30
Benzo(b+j,k)fluoranten*	17	8,3	21
Benzo(a)pyren*	11	6,5	19
Indeno(1,2,3cd)pyren*	6,6	3,2	11
Dibenz(a,c/a,h)antracen*	2,4	<1	<1
Benzo(ghi)perylen	11	5,3	12
Σ Ekte PAH	311,4	261,3	456
Derav KPAH	89	25,7	66
% KPAH	28,6	9,8	14,5
Tot. Σ	368,1	300,2	501,8

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige cancerogene). Sum av * utgjør KPAH.