

Hamar båthavn - Tjuvholmen

Vurdering av miljøgifter i
sedimenter og molofyllmasse i
forbindelse med planlagt
utvidelse



Parti fra Hamar båthavn ved Tjuvholmen. Foto: J.E. Løvik

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 2218 51 00
Telefax (47) 55 23 24 95

NIVA Midt-Norge

Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Hamar båthavn – Tjuvholmen Vurdering av miljøgifter i sedimenter og molofyllmasse i forbindelse med planlagt utvidelse	Løpenr. (for bestilling) 5492-2007	Dato Oktober 2007
	Prosjektnr. Undernr. O-27339	Sider Pris 36
Forfatter(e) Jarl Eivind Løvik Atle Rustadbakken	Fagområde Miljøgifter ferskvann	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Hedmark	Trykket CopyCat

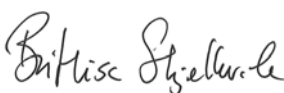
Oppdragsgiver(e) Hamar kommune	Oppdragsreferanse Ståle Andreassen
-----------------------------------	---------------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>NIVA har vurdert miljøgifter i sedimenter og molofyllmasse i forbindelse med planlagt utvidelse av moloen ved Hamar båthavn på Tjuvholmen. Undersøkelsen viste at massene i deler av moloen har konsentrasjoner av sum PAH som er høyere enn normverdien for mest følsom arealbruk, bl.a. var konsentrasjonen av benzo(a)pyren ca. 4 ganger høyere enn normverdien i det ene området av moloen. Massene er også noe forurenset av oljeforbindelser, klorerte parafiner (MCCP) og sink. Forurensningsgraden for andre undersøkte stoffgrupper vurderes som liten eller ubetydelig i molofyllmassene. Undersøkelsene av overflatesedimenter tydet på at det nærmeste området rett ut for "kneet" på dagens molo er ubetydelig forurenset av miljøgifter. Sedimentprøvene fra de tre andre områdene hadde til dels markert forhøyete konsentrasjoner av PAH-forbindelser, DDT, oljeforbindelser og kortkjedete klorerte parafiner (MCCP). For metaller og stoffgruppene PCB, kortkjede klorerte parafiner (SCCP) og løsemidler vurderes forurensningsgraden som liten eller moderat også i disse områdene av havna. De bromerte flammehemmerne polybromerte bifenyler (PBB), heksabromsyklododekan (HBCDD) og tetrabrombisfenol A (TBBPA) ble ikke påvist i konsentrasjoner høyere enn deteksjonsgrensene i sedimentet, mens polybromerte difenyletere (PBDE) ble funnet i konsentrasjon tilsvarende lavere del av vanlig forekommende verdier i overflatesedimenter i Mjøsa. Rapporten gir tilrådninger mht. vurderingsgrunnlag før eventuelle anleggsarbeider, samt forslag til forurensningsbegrensende tiltak og overvåking i forbindelse med anleggsarbeider.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Hamar båthavn Sedimenter Molo Miljøgifter 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> The Hamar harbour Sediments Mole Environmental contaminants
---	---



Jarl Eivind Løvik
Prosjektleder



Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsleder



Jarle Nygard
Fag- og markedsdirektør

Hamar båthavn - Tjuvholmen

Vurdering av miljøgifter i sedimenter og molofyllmasse
i forbindelse med planlagt utvidelse

Forord

Rapporten omhandler nivåer av uorganiske og organiske miljøgifter i sedimenter og molofyllmasser i båthavna ved Tjuvholmen i Hamar. Undersøkelsen er gjennomført på oppdrag fra Hamar kommune i forbindelse med Hamar båtforenings planer om utvidelse av båthavna. Kontaktperson i Hamar kommune har vært Ståle Andreassen, og prosjektleder i NIVA har vært Jarl Eivind Løvik.

Feltarbeidet med innsamling av sedimentprøver ble gjennomført av Atle Rustadbakken og Jarl Eivind Løvik ved NIVA Østlandsavdelingen 16. juli 2007, mens prøver av molofyllmasser ble samlet inn 19. juli 2007 av Jarl Eivind Løvik i samarbeid med gravemaskinkjører fra Hamar kommune.

Analysene av PAH, PCB, DDT og metaller er utført av LabNett as, mens analysene av TOC, løsemidler og oljeforbindelser er utført av ALS Analytica. Bromerte flammehemmere og klorerte parafiner er analysert av Eurofins.

Samtlige takkes for samarbeidet!

Ottestad, 26. oktober 2007

Jarl Eivind Løvik

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	7
1.1 Bakgrunn – problemstilling	7
1.2 Målsetting	7
1.3 Materiale og metoder	7
2. Resultater og vurderinger	10
2.1 Generell karakteristik av prøvematerialet	10
2.2 Metaller	10
2.3 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)	11
2.4 Polyklorete bifenyler (PCB)	12
2.5 DDT med nedbrytningsprodukter	14
2.6 Klorerte parafiner (SCCP og MCCP)	15
2.7 Bromerte flammehemmere	16
2.7.1 Polybromerte difenyletere (PBDE)	16
2.7.2 Polybromerte bifenyler (PBB)	17
2.7.3 Tetrabrombifenol A (TBBPA)	17
2.7.4 Heksabromsyklododekan (HBCDD)	17
2.8 Løsemidler og oljeforbindelser	17
2.8.1 Løsemidler	17
2.8.2 Oljeforbindelser (upolare alifatiske hydrokarboner)	17
3. Konklusjoner og tilrådninger	20
4. Litteratur	22
5. Vedlegg	23

Sammendrag

Hovedhensikten med undersøkelsen har vært å kartlegge og vurdere nivåene av miljøgifter i sedimenter i området for planlagt ny molo ved Hamar båthavn (Tjuvholmen), samt i fyllmasser i eksisterende molo. Bakgrunnen er planene om en utvidelse av båthavna, og dermed behovet for grunnleggende kunnskap om miljøforholdene i forbindelse med prosjekteringen og eventuell tiltaksplan for opprydding av forurensete sedimenter. Analyseprogrammet har omfattet utvalgte metaller, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), klorerte organiske forbindelser som PCB, DDT med nedbrytningsprodukter og klorerte parafiner (SCCP og MCCP), bromerte flammehemmere (PBDE, PBB, HBCD og TBBP-A), løsemidler og oljeforbindelser.

Molofyllmasser

Undersøkelsene har vist at fyllmassene i deler av dagens molo har konsentrasjoner av elementene arsen, krom, nikkel og sink som er høyere enn SFTs normverdier for mest følsom arealbruk. Løsmasser og berggrunn i Mjøsregionen er imidlertid kjent for å ha relativt høye konsentrasjoner av bl.a. disse elementene. Det er derfor rimelig å anta at konsentrasjonene i fyllmassene i hovedsak er naturlig betinget. Den relativt høye konsentrasjonen av sink i ett av de prøvetatte områdene (område II) kan være et unntak; her var også konsentrasjonen av sink markert høyere enn grenseverdien for ren jord til jordbruksformål. Konsentrasjonene av tungmetallene kvikksølv, bly, kadmium og kobber var lavere enn normverdiene for mest følsom arealbruk.

Konsentrasjonene av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH, inklusive forbindelsen benzo(a)pyren) samt oljeforbindelser var høyere enn normverdiene for mest følsom arealbruk i område II av moloen, men lavere enn normverdiene i område I. Vi anser forurensningsgraden som moderat til markert for disse forbindelsene i område II. De persistente, klororganiske forbindelsene PCB og DDT ble påvist i lavere konsentrasjoner enn normverdiene for mest følsom arealbruk (PCB ikke påvist i område I). Kortkjedete klorerte parafiner ble ikke påvist, mens mellomkjedete klorerte parafiner ble funnet i område II i konsentrasjon på nivå med vanlig forekommende verdier i Mjøsas overflatesedimenter. Løsemidler som bensen, toluen, etylbensen og xylener ble ikke påvist i molofyllmassene.

Sedimenter

Undersøkelsen av overflatesedimenter i båthavna indikerte at disse var lite eller moderat forurenset av elementene kvikksølv, bly, kadmium, arsen, kobber, krom, nikkel og sink. Område III, som omfattes av de nærmeste prøvepunktene rett ut for "kneet" på dagens molo, var generelt lite eller ubetydelig forurenset av miljøgifter. Sedimentene i dette området hadde meget lav andel organisk materiale (TOC), og det ble ikke påvist organiske miljøgifter i høyere konsentrasjoner enn deteksjonsgrensene for de enkelte forbindelsene.

I områdene IV-VI var sedimentene moderat til markert forurenset av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), tilsvarende tilstandsklasse II-III i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Den potensielt kreftfremkallende forbindelsen benzo(a)pyren ble funnet i konsentrasjoner tilsvarende markert forurensete sedimenter (tilstandsklasse III) i disse 3 områdene. Sedimentene var moderat forurenset (tilstandsklasse II) mht. polyklorerte bifenyler (Sum PCB₇) i områdene IV-VI, men det er tidligere funnet betydelig høyere konsentrasjoner av PCB i et nærliggende område utenfor Politihuset, tilsvarende markert forurensete sedimenter (tilstandsklasse III). En kan derfor forvente relativt store lokale variasjoner i området.

DDT med nedbrytningsprodukter ble funnet i konsentrasjoner tilsvarende markert forurensete sedimenter (tilstandsklasse III) i område IV og sterkt forurensete sedimenter (tilstandsklasse IV) i område V og VI. Konsentrasjonene av mellomkjedete klorerte parafiner (MCCP) i område IV og V

kan karakteriseres som høye sammenlignet med vanlig forekommende verdier i Mjøsa. Oljeforbindelser (sannsynligvis tyngre oljetype/bitumen) ble påvist i områdene IV-VI, mens løsemidler ikke ble påvist i noen av områdene. Område V hadde høyest konsentrasjoner av de ovenfor nevnte forbindelsene. En medvirkende årsak til dette er trolig at område V også hadde størst andel organisk materiale i sedimentet.

Bromerte flammehemmere ble kun undersøkt i én samleprøve fra alle sedimentstasjonene. Tetrabombisfenol-A (TBBP-A) og heksabromsyklododekan (HBCD) ble ikke påvist i konsentrasjoner høyere enn deteksjonsgrensene, mens polybromerte difenyletere (PBDE) ble funnet i konsentrasjoner tilsvarende vanlig forekommende verdier i Mjøsas overflatesedimenter. Ved en sedimentundersøkelse i 2005-2006 ble det imidlertid observert relativt høye konsentrasjoner av PBDE i omtrent samme område. En kan derfor forvente betydelige lokale variasjoner i konsentrasjonene av disse forbindelsene.

Tilråding

Oppgraving av deler av dagens molo og fylling oppå sedimentene i havneområdet vil kunne virvle opp partikler og mobilisere forurensninger som ligger bundet i sedimentene/fyllmassene. De aktuelle forurensningene er i stor grad knyttet til partikler, og det vil derfor være viktig å begrense spredning av partikler utenfor anleggsområdet mest mulig. Anleggsarbeider i forbindelse en eventuell utvidelse av båthavna bør gjennomføres i tråd med anbefalinger gitt i Statens forurensningstilsyns (SFTs) veileder for håndtering av forurensede sedimenter (SFT 2003). Det gjelder f.eks. råd om tiltaksmetoder, nødvendig vurderingsgrunnlag før tiltak, overvåking før, under og etter tiltak etc.

Før eventuelle anleggsarbeider settes i gang, er det viktig å ha god oversikt over hvilke deler av dagens molomasse (og havnebunn) som er mest forurenset, og om det er masser som kan betraktes som rene. Analyser av et utvalg enkeltprøver (som er arkivert) på aktuelle stoffgrupper bør derfor vurderes, eventuelt også om det bør suppleres med prøver fra flere områder/sjikt.

Det er viktig å få et mål på mengden masser som er tenkt flyttet, likeså på mengden av forurensede masser. Skal disse brukes i ny molo, bør de mest forurensede massene legges som en kjerne i den nye moloen og overdekkes med renere masser. De som forestår gravingen i eksisterende molo, må være årvåkne i forhold til de massene som graves opp og brukes i ny molo. I tilfelle funn av for eksempel oljeholdige masser, elektriske artikler, beholdere med oljeprodukter/maling/kjemikalier etc., så bør disse ikke benyttes i ny molo, men tas hånd om og transporteres til egnet mottak for slikt avfall.

For å begrense spredningen av forurensninger under anleggsarbeidene, bør disse utføres ved lavest mulig vannstand i Mjøsa. Bruk av en eller annen form for skjerming for å hindre partikkelspredning under anleggsarbeidene (f.eks. såkalt siltgardin/miljømembran) bør også vurderes. Det kan være nødvendig med en eller annen form for overvåking under anleggsarbeidene (jf. SFT 2003). Dette for å kunne iverksette forurensningsbegrensende strakstiltak ved behov, for å påse at de avbøtende tiltakene som utføres er tilstrekkelig effektive og for å dokumentere at krav i pålegg eller tillatelser overholdes.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn – problemstilling

Hamar båtforening planlegger utvidelse av båthavna ved Tjuvholmen. Utvidelsen er bl.a. tenkt å omfatte flytting av en del av eksisterende molo. I den forbindelse var det nødvendig å dokumentere nivåene av miljøgifter i sedimenter i Mjøsa som vil bli berørt av anleggene, samt i fyllmassen i eksisterende molo. Det er tidligere påvist til dels høye konsentrasjoner av polyklorerte bifenyler (PCB) og polybromerte difenyletere (PBDE) i overflatesedimenter i det aktuelle området av Mjøsa (Fjeld mfl. 2006). Løvlien Georåd AS utarbeidet i november 2006 et utkast til prosjektbeskrivelse vedrørende miljøtekniske undersøkelser. Prosjektbeskrivelsen ble senere revidert etter innspill fra bl.a. NIVA og Fylkesmannen i Hedmark (Ihler 2006, Gillund 2007). I forståelse mellom de involverte partene ble det i februar 2007 avklart at NIVA skulle stå for gjennomføringen av undersøkelsen i sin helhet.

Praktisk gjennomføring, framdrift og innhold i undersøkelsen for øvrig ble diskutert i møte mellom representanter for Hamar kommune, Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen og NIVA Østlandsavdelingen 25.6.2007. Ståle Andreassen i Hamar kommune har senere gitt innspill om supplerende prøvepunkter (e-post 27.6.2007), og Ola Gillund ved Fylkesmannens miljøvernavdeling har gitt kommentarer til foreslåtte deteksjonsgrenser (e-post 25.6.2007). Kontrakt mellom Hamar kommune og NIVA vedrørende prosjektet ble undertegnet 30.7.2007.

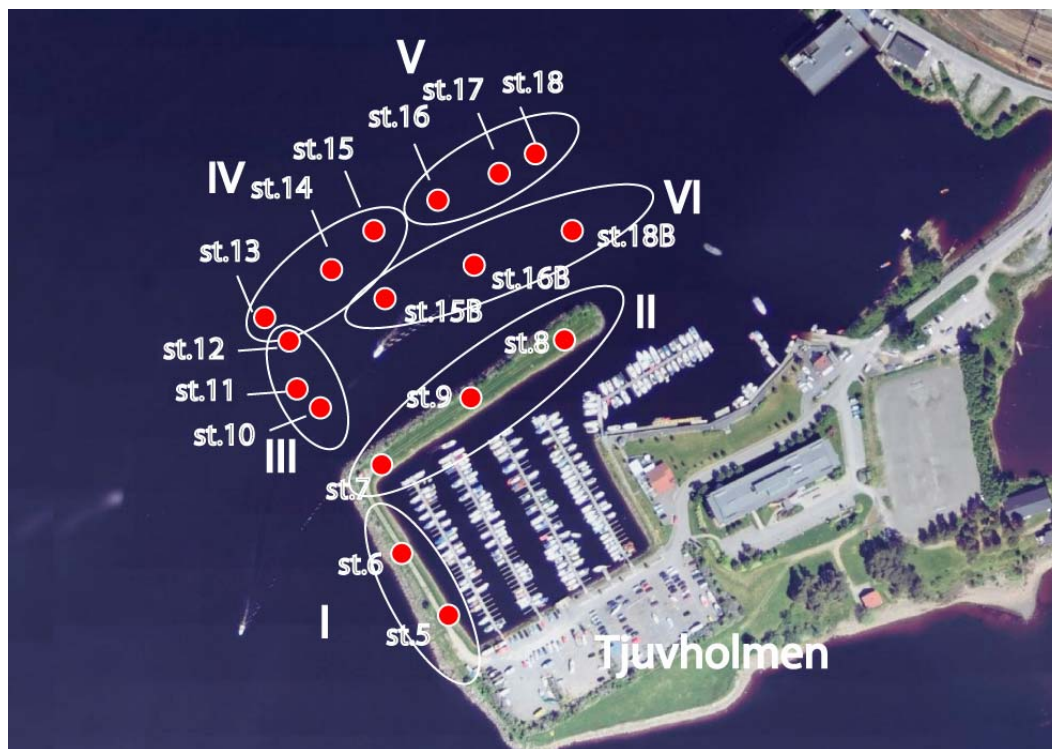
1.2 Målsetting

Hensikten med undersøkelsen var å skaffe fram data og vurdere konsentrasjoner av aktuelle miljøgifter i sedimenter i området for planlagt ny molo ved Hamar båthavn (Tjuvholmen), samt i fyllmasser i eksisterende molo. Dette skulle tjene som grunnlag for prosjektering og evt. tiltaksplan for opprydding av eventuelt forurensede sedimenter/masser. Rapporten fra undersøkelsen skulle også inneholde en vurdering av om det er behov for oppfølgende prøver og analyser, samt forslag til føringer omkring observasjoner og årvåkenhet i forbindelse med eventuelt anleggsarbeid.

1.3 Materiale og metoder

Prøver av sedimenter ble samlet inn 16.7.2007 fra i alt 11 prøve-stasjoner i området for planlagt ny molo (se Figur 1, Tabell 1). Prøvene ble samlet inn ved hjelp av en gravitasjonsprøvetaker med syrefast stålrør (indre diameter 8,4 cm). De øverste 0-5 cm av sedimentene ble benyttet til analysene. Ved hvert prøvepunkt ble det tatt 2-3 prøver som ble slått sammen til en blandprøve. Det var ikke mulig å få opp noe materiale fra st. 10, trolig pga. at sedimentet var dominert av grovt, uorganisk materiale (sand/grus). Prøvene ble i felt overført til prøvebeholdere utlevert fra LabNett as. Prøvene ble oppbevart mørkt og nedkjølt ved ca. 5 °C inntil opparbeiding.

Fra eksisterende molo ble prøvene hentet opp fra 5 hull gravd opp ved hjelp av gravemaskin den 19.7.2007 (Figur 1, Tabell 1). I følge Glommens og Laagens brukseierforening var vannstanden i Mjøsa (Hamar vannverk) da 123,52 moh. (0,6 m over høyeste regulerte vannstand, HRV), og det var ca. 1 m fra vannspeilet og opp til toppen av moloen. Dypet prøvene ble hentet fra varirerte fra 1,8 m til 2,4 m under terrenget, dvs. ca. 0,8-1,4 m under vannspeilet utenfor moloen. Fyllmassen var relativt tørr på de dydene der prøvene ble tatt opp, og det var ubetydelig inntrenging av vann mens gravingen pågikk i de fleste hullene. Dette indikerer at kjernen av moloen i hovedsak består av nokså tette masser.



Figur 1. Hamar båthavn Tjuvholmen med prøvestasjoner (st. 5-18 samt 15B, 16B og 18B). Prøver fra de enkelte stasjonene ble slått sammen til samleprøver før analyser. Samleprøvene ble merket med romertall tilsvarende de områdene de representerte (jf. elipseformede avgrensninger).

Tabell 1. Prøvestasjoner med tilhørende UTM-kordinater (Sonebelte 32 V). Nummerering av prøvepunkter i henhold til situasjonsplan oversendt fra Hamar kommune til NIVA (e-post 27.6.2007).

Prøvestasjon	UTM NS	UTM ØV
Eksisterende molo, fyllmasse:		
5	6740965	0612632
6	6741006	0612604
7	6741062	0612590
8	6741140	0612706
9	6741104	0612646
Hamar båthavn, sediment:		
10	6741097	0612552
11	6741110	0612540
12	6741140	0612531
13	6741155	0612517
14	6741185	0612560
15	6741208	0612587
16	6741227	0612626
17	6741242	0612663
18	6741254	0612688
15B	6741162	0612593
16B	6741187	0612649
18B	6741208	0612710

Like deler materiale fra 2-3 nærliggende prøvepunkter ble slått sammen og blandet til samleprøver nummerert med romertall før analyser (Figur 1). I rapporten omtales de undersøkte områdene av molo og innsjøbunn som område I, område II osv., tilsvarende de analyserte prøvene. Bromerte

flammehemmere ble analysert i kun én blandprøve (prøve VII) bestående av like deler fra hvert av sedimentprøvepunktene.

Sedimentprøvene og prøvene av molofyllmasse ble analysert for følgende miljøgifter/stoffgrupper (bromerte flammehemmere kun i én sedimentsamleprøve):

- Metaller
 - Kvikksølv (Hg)
 - Kadmium (Cd)
 - Arsen (As)
 - Kobber (Cu)
 - Krom (Cr)
 - Nikkel (Ni)
 - Sink (Zn)
- Polyaromatiske hydrokarboner (PAH)
- Polyklorete bifenyler (PCB)
- DDT (DDT og nedbrytningsproduktene DDD og DDE)
- Klorete parafiner
 - Kortkjedete (SCCP)
 - Mellomkjedete (MCCP)
- Bromerte flammehemmere
 - Polybromerte difenyletere (PBDE)
 - Polybromerte bifenyler (PBB)
 - Tetrabrombisfenol A (TBBPA)
 - Heksabromsyklododekan (HBCDD)
- Løsemidler
 - Bensen
 - Toluen
 - Etylbensen
 - Xylener
- Oljeforbindelser (upolare alifatiske hydrokarboner)
- Totalt organisk karbon (TOC)

Analysene av PAH, PCB, DDT og metaller er utført av LabNett as, mens analysene av TOC, løsemidler og oljeforbindelser er utført av ALS Analytica. Bromerte flammehemmere og klorete parafiner er analysert av Eurofins. Primærdata er gitt i vedlegget. Her er også deteksjonsgrenser og oversikter over metodebetegnelser gitt.

Forurensningsgraden av sedimenter er vurdert i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann mht. metaller (SFT 1997a). Siden det ikke er utarbeidet noe eget system for klassifisering av miljøkvalitet mht. organiske miljøgifter i innsjøsedimenter, har vi brukt SFTs system for fjorder og kystfarvann (SFT 1997b) når det gjelder PAH (SumPAH₁₆ og Benso(a)pyren), PCB (sum PCB₇) og DDT. Innholdet av miljøgifter i molofyllmasser er vurdert i forhold til normverdier for mest følsom arealbruk (SFT 1999) for de stoffene/stoffgruppene der normverdier er etablert. I Norge er det foreløpig ikke fastsatt normverdier eller tilstandsklasser for bromerte flammehemmere og klorete parafiner. Nivåene av disse stoffgruppene er her vurdert i forhold til de nivåene som ble observert ved en undersøkelse av overflatesedimenter ved 26 stasjoner i Mjøsa i 2005-2006 (Fjeld mfl. 2006).

Konsentrasjonene er oppgitt pr. kg tørrvekt, men for PCB, DDT og PBDE er konsentrasjonene i tillegg oppgitt pr. kg TOC (normalisert for mengden organisk karbon) ved å dividere verdien (pr. kg tørrvekt) med andelen TOC eller gram TOC pr. kg tørrvekt. Eksempel: PCB₇ = 5 µg/kg t.v. og TOC = 7 % = 7g pr. 100 g = 70 g, dvs. 0,07 kg TOC pr. kg tørrvekt. Dette gir: 5 µg/0,07 kg TOC = 71,4 µg/kg TOC.

2. Resultater og vurderinger

2.1 Generell karakteristikk av prøvematerialet

Molofyllmassene så ut til å bestå vesentlig av naturlige masser (morenemateriale, se Figur 2), dvs. alle fraksjoner fra leire/silt til stein/blokk. I tillegg var det iblandet noe rivningsmasser som teglstein og betong med armeringsjern (særlig prøvepunkt 5). Fliker av plastduk/tekstiler, litt treverk og glassbiter ble også observert. Det var fortrinnsvis finmateriale som ble fylt på prøvebeholderne, dvs. at en prøvde å unngå grus og grøvre fraksjoner samt større biter av tre, plast, glass etc.

Sedimentene i område III bestod vesentlig av grov sand. I område IV var sedimentene dominert av finere fraksjoner med et innslag av organisk materiale. Det samme var tilfelle i område V, men her var sedimentene mørkere, til dels gråsvarte eller svarte, også i dypere liggende sjikt enn 0-5 cm hvor prøvene er hentet fra. I område VI hadde sedimentene noe varierende karakter med sandholdig materiale på prøvepunkt 15B, mørkt, grått finmateriale med en del plantefiber/flis på prøvepunkt 16B og gråsvart, fint materiale på prøvepunkt 18B.



Figur 2. Oppgraving av masse for prøveinnsamling fra moloen ved prøvestasjon 7.

2.2 Metaller

Molofyllmasse

Konsentrasjonene av metallene kvikksølv, bly, kadmium og kobber var lavere enn normverdiene for mest følsom arealbruk i begge prøvene av molofyllmasser (Tabell 2). For arsen og krom var konsentrasjonene høyere enn normverdiene i begge prøvene (2,8-3,3 ganger høyere for arsen og 1,2-1,9 ganger høyere for krom). Konsentrasjonen av nikkel var litt høyere enn normverdien i område I, og konsentrasjonen av sink var ca. 4 ganger høyere enn normverdien i område II. Område II hadde høyere konsentrasjoner enn område I av alle metaller unntatt nikkel. Område II hadde imidlertid også høyere innhold av organisk stoff (TOC, se Tabell 2).

Undersøkelser av flomsedimenter i Mjøsregionen utført av NGU og NVE, tyder på at løsmasser og berggrunn i området har naturlig høyt innhold av elementer som arsen, kobber, bly, krom, nikkel og sink (Ottesen mfl. 2000). Av de elementene som i vår undersøkelse hadde høyere konsentrasjon enn

normverdiene, var det kun sink som hadde høyere konsentrasjon enn det som ble funnet i undersøkelsen av flomsedimenter i regionen (variasjonsbredde 34-316 mg/kg). Det er derfor rimelig å anta at konsentrasjonene i fyllmassene i hovedsak er naturlig betinget. I område II overskred verdien for sink grenseverdien for ren jord til jordbruksformål på 150 mg/kg (gjengitt av Ottesen mfl. 2000). Grenseverdiene for ren jord var også overskredet mht. bly (50 mg/kg) og nikkel (30 mg/kg), men i mindre grad enn for sink.

Tabell 2. Konsentrasjoner av metaller i prøver av molofyllmasse og overflatesedimenter. Prøvenes innhold av organisk karbon (TOC) samt normverdier for mest følsom arealbruk (SFT 1999) og tilstandsklasser for sedimenter i ferskvann (SFT 1997a, mangler for krom) er gitt. Konsentrasjoner høyere enn normverdiene (fyllmasser) er skrevet med *uthevet skrift*.

	Fyllmasse molo			Sediment			
	I	II	Normverdi	III	IV	V	VI
Kvikksølv, mg Hg/kg t.v.	0,042	0,255	1	0,012	0,307	0,410	0,234
Bly, mg Pb/kg t.v.	19	58	60	5,0	49	59	36
Kadmium, mg Cd/kg t.v.	0,23	0,63	3	0,18	2,1	2,1	1,2
Arsen, mg As/kg t.v.	5,5	6,6	2	1,1	9,2	9,5	5,2
Kobber, mg Cu/kg t.v.	33	39	100	3,4	40	57	31
Krom, mg Cr/kg t.v.	30	48	25	6,6	37	49	33
Nikkel, mg Ni/kg t.v.	52	41	50	10	50	53	35
Sink, mg Zn/kg t.v.	93	441	100	35	231	280	169
TOC, % av tørrstoff	1,1	2,1		0,46	7,2	8,6	2,8

Tilstandsklasser, sediment:

Ubetydelig forurenset	Moderat forurenset	Markert forurenset	Sterkt forurenset	Meget sterkt forurenset
I	II	III	IV	V

Sedimenter

Konsentrasjonene av metaller var i hovedsak lave i alle prøvene av overflatesedimenter, dvs. at sedimentene kan karakteriseres som lite til moderat forurenset av metaller tilsvarende tilstandsklasse I-II (Tabell 2). Område III hadde markert lavere konsentrasjoner av alle metaller enn de øvrige områdene. En vesentlig årsak til dette er sannsynligvis at sedimentene i dette området hadde betydelig lavere innhold av organisk materiale (jf. TOC) og trolig generelt lavere innhold av finmateriale enn de andre områdene, spesielt områdene IV og V.

2.3 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

Molofyllmasse

I molofyllmassen ble det målt konsentrasjonen av sum PAH på 1022 og 4467 mikrogram pr. kg tørrvekt henholdsvis i område I og II (Tabell 3). Det vil si at område II hadde ca. 2 ganger høyere konsentrasjon enn normverdien for mest følsom arealbruk på 2000 mikrogram pr. kg tørrvekt, mens konsentrasjonen var lavere enn normverdien i område I. Høyere innhold av organisk stoff i område II enn i område I (se Tabell 2), kan være en medvirkende årsak til de høyere konsentrasjonene av PAH-forbindelser i område II. Konsentrasjonen av den potensielt kreftfremkallende forbindelsen benzo(a)pyren var også høyere enn normverdien (ca. 4 ganger denne) i område II, men lavere enn normverdien i område I.

Tabell 3. Konsentrasjoner av PAH-forbindelser i molofyllmasse og sedimenter. Normverdier for mest følsom arealbruk (fyllmasse) og tilstandsklasser (sedimenter) er gitt. I sum PAH er naftalen ikke medregnet (jf. SFT 1997b). Ved observasjoner lavere enn deteksjonsgrensa er halve denne benyttet for beregning av sum PAH. Konsentrasjoner høyere enn normverdien er skrevet med uthevet skrift.

	Fyllmasse molo			Sediment			
	I µg/kg t.v.	II µg/kg t.v.	Normverdi µg/kg t.v.	III µg/kg t.v.	IV µg/kg t.v.	V µg/kg t.v.	VI µg/kg t.v.
Naftalen	65	63		<10	46	48	25
Acenaftylen	10	33		<10	10	12	<10
Acenaften	67	43		<10	15	20	<10
Fluoren	65	60		<10	31	41	19
Fenantren	99	341		<10	123	186	94
Antracen	63	125		<10	48	54	26
Pyren	143	789		<10	188	365	137
Fluoranten	169	835		<10	219	345	153
Chrysen	80	413		<10	132	243	103
Benzo(a)antracen	68	390		<10	105	163	75
Benzo(b,k)fluoranten, sum	98	560		<10	171	232	104
Benzo(a)pyren (BAP)	68	409	100	<5	123	172	75
Dibenz(a,h)antracen	11	45		<10	18	25	12
Indeno(1,2,3-cd)pyren	43	235		<10	71	93	41
Benzo(ghi)perylene	38	189		<10	58	91	35
Sum PAH	1022	4467	2000	ikke påvist	1312	2042	884

Tilstandsklasser, sediment:

Ubetydelig forurenset	Moderat forurenset	Markert forurenset	Sterkt forurenset	Meget sterkt forurenset
I	II	III	IV	V

Sedimenter

Det ble ikke påvist PAH-forbindelser over deteksjonsgrensene i sedimentene i område III, dvs. at området kan betegnes som ubetydelig forurenset (tilstandsklasse I) i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (SFT 1997b). I de andre områdene varierte konsentrasjonen av sum PAH i intervallet 884-2042 mikrogram pr. kg tørrvekt. Dette tilsvarer tilstandsklasse II, moderat forurenset (300-2000 µg/kg) for område IV og VI og lavere del av tilstandsklasse III, markert forurenset (2000-6000 µg/kg) for område V. Variasjonen i mengden organisk stoff er trolig en vesentlig årsak til forskjellene i konsentrasjoner av PAH-forbindelser mellom de ulike områdene.

Konsentrasjonen av benzo(a)pyren tilsvarte tilstandsklasse I, ubetydelig forurenset (<10 µg/kg) i område III og tilstandsklasse III, markert forurenset (50-200 µg/kg) i de øvrige områdene. Høyeste konsentrasjon ble funnet i område V med 172 µg/kg t.v.

2.4 Polyklorerte bifenyler (PCB)

Molofyllmasse

Konsentrasjonen av PCB var lav i molofyllmassen, dvs. PCB ble ikke påvist i område I og sum PCB₇ var lavere enn normverdien på 10 mikrogram pr. kg tørrvekt i område II (Tabell 4).

Sedimenter

I overflatesedimentene varierte konsentrasjonen av PCB₇ i området fra lavere enn deteksjonsgrensen for alle 7 kongenerer (område III) til 12 mikrogram pr. kg tørrvekt (område V, se Tabell 4).

Sedimentene kan dermed karakteriseres som ubetydelig forurenset av PCB i område III (tilstandsklasse I) og moderat forurenset (tilstandsklasse II) i områdene IV, V og VI.

Tabell 4. Konsentrasjoner av 7 ulike PCB-kongenerer og sum PCB₇ i molofyllmasse og overflatesedimenter. Normverdi for mest følsom arealbruk (fyllmasse) og tilstandsklasser (sedimenter) er gitt. Ved observasjoner lavere enn deteksjonsgrensen er halve denne benyttet for beregning av PCB₇. Konsentrasjoner av sum PCB₇ justert for organisk innhold er også gitt.

	Fyllmasse molo			Sediment			
	I µg/kg t.v.	II µg/kg t.v.	Normverdi µg/kg t.v.	III µg/kg t.v.	IV µg/kg t.v.	V µg/kg t.v.	VI µg/kg t.v.
PCB-28	<1	<1		<1	<1	<1	<1
PCB-52	<1	<1		<1	<1	2	<1
PCB-101	<1	<1		<1	<1	2	1
PCB-118	<1	<1		<1	<1	<1	<1
PCB-138	<1	1		<1	<1	2	<1
PCB-153	<1	2		<1	2	4	2
PCB-180	<1	<1		<1	<1	1	<1
Sum PCB ₇	ikke påvist	5,5	10	ikke påvist	5	12	5,5
	µg/kg TOC	µg/kg TOC		µg/kg TOC	µg/kg TOC	µg/kg TOC	µg/kg TOC
Sum PCB ₇	ikke påvist	262		ikke påvist	69	140	196

Tilstandsklasser, sediment (µg/kg. t.v):

Ubetydelig forurenset	Moderat forurenset	Markert forurenset	Sterkt forurenset	Meget sterkt forurenset
I	II	III	IV	V

I forbindelse med undersøkelser av bl.a. PCB ved i alt 26 prøvestasjoner i Mjøsa i 2005-2006 ble nest høyeste konsentrasjon funnet utenfor Politihuset i Hamar, dvs. i omtrent samme område som våre prøver ble tatt (Fjeld mfl. 2006). Ved undersøkelsen i 2005-2006 ble det målt en konsentrasjon av PCB₇ på 26,5 µg/kg t.v. som tilsvarer tilstandsklasse III, markert forurenset.

Tabell 5. Konsentrasjoner av PCB₇ i overflatesedimenter fra 26 stasjoner i Mjøsa innsamlet i 2005-2006 (Fjeld mfl. 2006).

	PCB ₇ µg/kg t.v.	PCB ₇ µg/kg TOC
Min	0,12	12
25-persentil	1,72	42
Median	4,0	62
Middel	7,6	169
75-persentil	9,9	132
Maks	33,1	1142

Dette viser at det kan være betydelige variasjoner i konsentrasjonene innenfor relativt korte avstander. Sammenlignet med vanlig forekommende verdier i Mjøsas overflatesedimenter (se intervallet mellom 25-persentil og 75-persentil i Tabell 5) kan konsentrasjonene i deler av båthavna karakteriseres som relativt høye.

Siden PCB i betydelig grad er knyttet til den organiske fraksjonen i sedimentet, har vi også beregnet konsentrasjonene justert for TOC (Tabell 4). Konsentrasjonene varierte da i intervallet fra ikke påvist (område III) til 196 µg/kg TOC. Område V og VI hadde relativt høye konsentrasjoner sammenlignet med vanlig forekommende konsentrasjoner i Mjøsa (Tabell 5).

Områder av Mjøsa ved Hamar er tidligere kjent for å ha mottatt PCB-forurensninger fra NSBs verksteder (Kjellberg og Løvik 2000). I de mest forurensede områdene i NSBs båthavn i Åkersvika ble det i 1999, før forurensede sedimenter ble fjernet, funnet konsentrasjoner i intervallet 50-121 µg/kg tørrvekt, med andre ord betydelig høyere konsentrasjoner enn det som ble funnet i Hamar båthavn Tjuvholmen ved denne undersøkelsen.

2.5 DDT med nedbrytningsprodukter

Molofyllmasse

I prøvene av molofyllmasse ble det målt konsentrasjoner av sum DDT på 7,5 og 23 µg/kg t.v. henholdsvis i område I og II (Tabell 6). Det vil si at konsentrasjonene var lavere enn normverdien for mest følsom arealbruk på 40 µg/kg t.v. i begge prøvene.

Sedimenter

Verken DDT eller nedbrytningsproduktene DDD og DDE ble påvist i konsentrasjoner over deteksjonsgrensene i område III (Tabell 6). I områdene IV-VI varierte konsentrasjonene i intervallet 9-30 µg/kg t.v. med høyeste konsentrasjon i område V. Dette tilsvarer tilstandsklasse III (markert forurenset) i område IV og tilstandsklasse IV (sterkt forurenset) i område V og VI.

Tabell 6. *Konsentrasjoner av DDT og nedbrytningsproduktene DDD og DDE. Ved observasjoner lavere enn deteksjonsgrensene er verdiene satt lik halve deteksjonsgrensen for beregning av sum DDT. Normverdi for mest følsom arealbruk (fyllmasse) og tilstandsklasser er gitt. Konsentrasjoner av sum DDT justert for organisk innhold (TOC) er også gitt.*

	Fyllmasse molo			Sediment			
	I µg/kg t.v.	II µg/kg t.v.	Normverdi µg/kg t.v.	III µg/kg t.v.	IV µg/kg t.v.	V µg/kg t.v.	VI µg/kg t.v.
DDD-p,p'	2	12		<1	3	6	10
DDE-p,p'	<1	3		<1	2	4	2
DDT-p,p'	5	8		<1	4	20	4
Sum DDT	7,5	23	40	ikke påvist	9	30	16
	µg/kg TOC	µg/kg TOC		µg/kg TOC	µg/kg TOC	µg/kg TOC	µg/kg TOC
Sum DDT	682	1095		ikke påvist	125	349	571

Tilstandsklasser, sediment, µg/kg t.v.:

Ubetydelig forurenset	Moderat forurenset	Markert forurenset	Sterkt forurenset	Meget sterkt forurenset
I	II	III	IV	V

I forbindelse med undersøkelsene av overflatesedimenter ved 9 lokaliteter i Mjøsa i 2005-2006 ble det funnet konsentrasjoner av sum DDT i intervallet 0,76-11,5 µg/kg t.v. og medianverdi 2,66 µg/kg t.v. (Fjeld mfl. 2006). De høyeste konsentrasjonene ble målt i en prøve fra utenfor Gjøvik med 8,77 µg/kg t.v. og en prøve fra Furnesfjorden med 11,5 µg/kg t.v. Konsentrasjonene i overflatesedimenter fra deler av Hamar båthavn (spesielt område V) var dermed betydelig høyere enn de høyeste verdiene fra undersøkelsene i 2005-2006. Justert for mengden organisk materiale i prøvene (TOC) varierte konsentrasjonene av sum DDT i intervallet fra ikke påvist (område III) til 571 µg/kg TOC (område VI). Konsentrasjonene i område V og VI må karakteriseres som høye sammenlignet med undersøkelsene av overflatesedimenter fra Mjøsa i 2005-2006, der en fant konsentrasjoner i intervallet 20-257 µg/kg TOC. I område V var insektmidlet DDT den dominerende komponent i sum DDT, mens

i de andre områdene var det en mer jevn fordeling mellom DDT og nedbrytningsproduktene DDD og DDE.

2.6 Klorerte parafiner (SCCP og MCCP)

Kortkjedete (SCCP)

Kortkjedete klorerte parafiner (SCCP) ble ikke påvist i konsentrasjoner over deteksjonsgrensene i prøvene av molofyllmasse (Tabell 7). SCCP ble heller ikke påvist i sedimenter i områdene III, IV eller VI. I område V ble det målt en konsentrasjon av SCCP på 49,1 µg/kg t.v. (ikke medregnet enkeltforbindelser med konsentrasjoner lavere enn deteksjonsgrensene), dvs. på nivå med vanlig forekommende verdier i overflatesedimenter i Mjøsa (Tabell 7).

Tabell 7. Konsentrasjoner av kortkjedete klorerte parafiner (SCCP) og mellomkjedete klorerte parafiner (MCCP) i molofyllmasse og sedimenter. Karakteristiske verdier fra en undersøkelse av overflatesedimenter ved 26 stasjoner i Mjøsa i 2005-2006 er også gitt (Fjeld mfl. 2006). DG = deteksjonsgrense. Summer av ulike SCCP- og MCCP-kongenerer er oppgitt fra laboratoriet.

	Fyllmasse molo		Sediment Hamar båthavn				Mjøsa 2005-2006 µg/kg t.v.
	I µg/kg t.v.	II µg/kg t.v.	III µg/kg t.v.	IV µg/kg t.v.	V µg/kg t.v.	VI µg/kg t.v.	
Kortkjedete:							
SCCP ekskl. DG	ikke påvist	ikke påvist	ikke påvist	ikke påvist	49,1	ikke påvist	
SCCP inkl. DG	13	13	13	18,1	50,6	15,8	
Min							3,9
25-persentil							10
Median							30
Middel							110
75-persentil							110
Maks							730
Mellomkjedete:							
MCCP ekskl. DG	ikke påvist	7,8	ikke påvist	174	434	75,4	
MCCP inkl. DG	27,5	30,8	27,5	174	434	79,9	
Min							2,5
25-persentil							11
Median							33
Middel							100
75-persentil							83
Maks							880

Mellomkjedete (MCCP)

Mellomkjedete klorerte parafiner ble påvist i kun den ene prøven av molofyllmasse, og i relativt lav konsentrasjon sammenlignet med vanlig forekommende konsentrasjoner i overflatesedimenter i Mjøsa (Tabell 7). MCCP ble ikke påvist i sedimentene i område III, mens det i de øvrige sedimentprøvene ble målt konsentrasjoner i intervallet 75,4-434 µg/kg tørrvekt. I områdene IV og V kan konsentrasjonene av MCCP karakteriseres som høye sammenlignet med vanlig forekommende verdier i overflatesedimenter i Mjøsa. Det er særlig ved de bynære områdene det også tidligere er funnet markert forhøyde verdier, noe som indikerer lokale tilførsler (Fjeld mfl. 2006). I forbindelse med undersøkelsen i 2005-2006 ble det målt en konsentrasjon på 470 µg/kg tørrvekt utenfor Politihuset i Hamar, med andre ord omtrent samme nivå som ble funnet ved vår undersøkelse i Hamar båthavn.

2.7 Bromerte flammehemmere

Bromerte flammehemmere ble kun analysert i én samleprøve bestående av materiale fra alle sedimentstasjonene (prøve VII).

2.7.1 Polybromerte difenyletere (PBDE)

Konsentrasjonen av sum PBDE ble målt til 5,59 µg/kg tørrvekt og 117 µg/kg TOC (justert for mengden organisk materiale, Tabell 8).

Tabell 8. *Konsentrasjoner av PBDE i overflatesedimenter fra Hamar båthavn i 2007. Sum PBDE justert for mengden organisk materiale (TOC) samt karakteristiske verdier ved en undersøkelse av overflatesedimenter fra 26 stasjoner i Mjøsa i 2005-2006 (Fjeld mfl. 2006) er også gitt. For beregning av sum PBDE og prosentandeler er observasjoner lavere enn deteksjonsgrensen satt lik halve denne.*

	PBDE µg/kg t.v.	%	PBDE µg/kg TOC
TriBDE:			
BDE-17	0,01	0,2	
BDE-28	0,01	0,2	
TetraBDE:			
BDE-47	0,36	6,4	
BDE-49	0,06	1,1	
BDE-66	<0,02	0,2	
BDE-71	<0,02	0,2	
BDE-77	<0,02	0,2	
PentaBDE:			
BDE-85	<0,02	0,2	
BDE-99	0,49	8,8	
BDE-100	0,11	2,0	
BDE-119	<0,02	0,2	
BDE-126	<0,02	0,2	
HexaBDE:			
BDE-138	<0,04	0,4	
BDE-153	0,09	1,6	
BDE-154	0,05	0,9	
BDE-156	<0,04	0,4	
HeptaBDE:			
BDE-183	<0,10	0,9	
BDE-184	<0,10	0,9	
BDE-191	<0,10	0,9	
OktaBDE:			
BDE-196	<0,20	1,8	
BDE-197	<0,20	1,8	
BDE-203	<0,20	1,8	
NonaBDE:			
BDE-206	<0,30	2,7	
BDE-207	<0,30	2,7	
DekaBDE:			
BDE-209	3,56	63,7	
Sum PBDE	5,59	100	117
Mjøsa 2005-2006:			
Min	0,16		11
25-persentil	4,78		99
Median	8,53		137
Middel	19,3		423
75-persentil	22,37		475
Maks	95,69		2544

Sammenligner vi med undersøkelsene av sedimenter i Mjøsa i 2005-2006 (Fjeld mfl. 2006), kan dette karakteriseres som vanlig forekommende verdier, dvs. innenfor intervallet mellom 25-persentilen og 75-persentilen, og i dette tilfellet i lavere delen av dette intervallet. Ved undersøkelsen i 2005-2006 ble det målt konsentrasjoner av sum PBDE på 95,69 µg/kg tørrvekt og 1762,2 µg/kg TOC i sedimenter utenfor Hamar Politihus, med andre ord betydelig høyere konsentrasjoner enn det vi fant. Dette indikerer at det kan være relativt store variasjoner i konsentrasjoner i området. En årsak til at vi fant lavere konsentrasjoner kan imidlertid også være at våre prøver bestod av materiale fra de øverste 0-5 cm av sedimentet, mens det ved undersøkelsen i 2005-2006 ble analysert på materiale fra 0-1 cm, som sannsynligvis har høyere konsentrasjoner enn dypereliggende sjikt.

Av sum PBDE var dekaBDE-kongeneren BDE-209 den klart dominerende med 63,7 %, mens tetraBDE-kongeneren BDE-47 og pentaBDE-kongeneren BDE-99 representerte henholdsvis 6,4 % og 8,8 %. Forhøyde konsentrasjoner spesielt av dekaBDE er også tidligere påvist i Mjøsa utenfor bynære områder (Fjeld mfl. 2006).

2.7.2 Polybromerte bifenyler (PBB)

Polybromerte bifenyler (PBB) ble ikke påvist i prøven av overflatesedimenter i konsentrasjoner høyere enn deteksjonsgrensene for de ulike kongenerene (se vedlegg).

2.7.3 Tetrabrombisfenol A (TBBPA)

Tetrabrombisfenol A (TBBPA) ble ikke påvist i konsentrasjon over deteksjonsgrensen på 0,5 µg/kg tørrvekt (se vedlegg). Heller ikke ved undersøkelsen i 2005-2006 ble det funnet konsentrasjoner av TBBPA høyere enn deteksjonsgrensene, som i de fleste tilfeller var <1 µg/kg (Fjeld mfl. 2006).

2.7.4 Heksabromsyklododekan (HBCDD)

Heksabromsyklododekan (HBCDD) ble ikke påvist i konsentrasjon høyere enn deteksjonsgrensen på 2,0 µg/kg tørrvekt. Ved undersøkelsen av overflatesedimenter i Mjøsa i 2005-2006 lå vanlig forekommende verdier i intervallet 0,4-6,5 µg/kg t.v. (medianverdi 0,83µg/kg t.v. og høyeste konsentrasjon 21,34 µg/kg tørrvekt).

2.8 Løsemidler og oljeforbindelser

2.8.1 Løsemidler

Ingen av de analyserte løsemidlene ble påvist i konsentrasjoner høyere enn deteksjonsgrensene verken i molofyllmasse eller sedimenter (Tabell 9).

2.8.2 Oljeforbindelser (upolare alifatiske hydrokarboner)

Molofyllmasse

I molofyllmassen ble det målt konsentrasjoner av oljeforbindelser (sum fraksjon C5-C35) på 92,6 og 210 mg/kg tørrvekt henholdsvis i område I og II (Tabell 9). Det var bare fraksjon >C16-C35 som ble påvist i konsentrasjoner høyere enn deteksjonsgrensen. Konsentrasjonen var lavere enn normverdien for mest følsom arealbruk i område I, men ca. 2 ganger normverdien i område II. Ut fra kromatogrammene antas det at det sannsynlig dreier seg om en tyngre oljetype (muligens bitumen, se vedlegg).

Tabell 9. Konsentrasjoner av løsemidler og oljeforbindelser (upolare alifatiske hydrokarboner) i molofyllmasse og sedimenter. Normverdi for mest følsom arealbruk (SFT 1999), samt innhold av organisk materiale (TOC) er også gitt. Verdier høyere enn normverdien er skrevet med uthevet skrift.

	Fyllmasse molo			Sediment			
	I mg/kg t.v.	II mg/kg t.v.	Normverdi mg/kg t.v.	III mg/kg t.v.	IV mg/kg t.v.	V mg/kg t.v.	VI mg/kg t.v.
Løsemidler:							
Bensen	<0,0050	<0,0050	0,005	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Toluen	<0,20	<0,20	0,5	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Etylbensen	<0,20	<0,20	0,5	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
m/p-Xylener	<0,20	<0,20	0,5*	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
o-Xylen	<0,20	<0,20	0,5*	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Alifatiske hydrokarboner:							
Fraksjon C5-C10	<7,00	<7,00	7	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00
Fraksjon >C10-C12	<20,0	<20,0	30	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
Fraksjon >C12-C16	<20,0	<20,0	100**	<20,0	<20,0	28,9	<20,0
Fraksjon >C16-C35	80,1	189	100**	<30,0	152	361	117
Sum C5-C35***	92,6	210		29,5	167	390	118
C17/pristan	-	-		-	-	-	-
C18/fytan	-	-		-	-	-	-
TOC, % av tørrstoff	1,1	2,1		0,46	7,2	8,6	2,8

* Normverdien gjelder sum xylener.

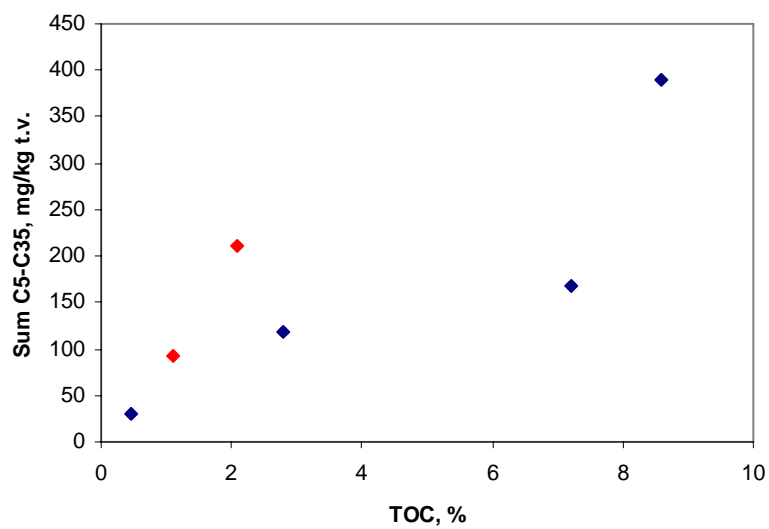
** Normverdien gjelder fraksjon >C12-C35.

*** Sum C5-C35 er oppgitt fra (beregnet av) laboratoriet.

- Ikke detektert noen topper i området C16-C19 for C17/pristan og C18/fytan

Sedimenter

Konsentrasjonene av upolare alifatiske hydrokarboner i sedimentene varierte i intervallet 29,5-390 mg/kg tørrvekt med høyeste verdi i område V (Tabell 9). Konsentrasjonene var lavere enn deteksjonsgrensene for hver av de analyserte fraksjonene i område III. I område IV og VI var det kun fraksjon >C16-C35 som ble funnet i konsentrasjoner over deteksjonsgrensen (i likhet med molofyllmassen), mens i område V ble også fraksjon >C12-C16 påvist. Sannsynlig oljetype i områdene IV, V og VI antas å være tyngre oljetype (muligens bitumen, se vedlegg) i likhet med i molofyllmassen. Prøver med relativt høy andel av organisk karbon (TOC) hadde generelt høyere konsentrasjoner av oljeforbindelser enn prøver med lav andel TOC (Figur 3).



Figur 3. Sammenhengen mellom andelen totalt organisk karbon (TOC) og konsentrasjon av sum alifatiske hydrokarboner (Fraksjon C5-C35). Figuren viser resultater fra både molofyllmasse (rød punkter) og sedimenter (blå punkter).

3. Konklusjoner og tilrådninger

Karakterisering av molofyllmasser og sedimenter

Undersøkelsene av miljøgifter i fyllmassene i dagens molo har vist at massene i deler av moloen har konsentrasjoner av sum PAH som er høyere enn SFTs normverdi for mest følsom arealbruk. Analysene tydet på at det først og fremst er område II av moloen som er forurenset; i prøven fra denne delen av moloen var konsentrasjonen av forbindelsen benzo(a)pyren ca. 4 ganger høyere enn normverdien, og massene var noe forurenset av oljeforbindelser, klorerte parafiner (MCCP) og sink. For de andre undersøkte stoffene/stoffgruppene vurderer vi forurensningsgraden som liten eller ubetydelig.

Undersøkelsene av overflatesedimenter tydet på at det nærmeste området rett ut for "kneet" på dagens molo (område III) er ubetydelig forurenset av miljøgifter. Sedimentprøvene fra de 3 andre områdene hadde til dels markert forhøyete konsentrasjoner av PAH-forbindelser (bl.a. benzo(a)pyren), DDT, oljeforbindelser og mellomkjedete klorerte parafiner (MCCP). Forurensningsgraden var størst i område V. For metaller og stoffgruppene PCB, kortkjede klorerte parafiner (SCCP) og løsemidler vurderer vi forurensningsgraden som liten eller moderat også i områdene IV-VI.

Bromerte flammehemmere ble analysert i én samleprøve fra alle sedimentstasjonene. Polybromerte bifenyler (PBB), heksabromsyklododekan (HBCDD) og tetrabrombisfenol A (TBBPA) ble ikke påvist i konsentrasjoner høyere enn deteksjonsgrensene, mens polybromerte difenyletere (PBDE) ble funnet i konsentrasjon tilsvarende lavere del av vanlig forekommende verdier i overflatesedimenter i Mjøsa.

Tilrådninger

Ettersom både molofyllmassen og sedimentene har vist seg å ha forhøyde konsentrasjoner av enkelte miljøgifter, mener vi at forurensningsbegrensende tiltak bør vurderes før de planlagte anleggsarbeidene eventuelt gjennomføres. Oppgraving av deler av dagens molo og fylling oppå sedimentene i havneområdet vil kunne virvle opp partikler og mobilisere forurensninger som ligger bundet i sedimentene/fyllmassene. De aktuelle forurensningene er i stor grad knyttet til partikler, og det vil derfor være viktig å begrense spredning av partikler utenfor anleggsområdet mest mulig.

SFT har utarbeidet en egen veileder for håndtering av forurensede sedimenter (SFT 2003). Denne er primært beregnet for marine områder, men vi vil anta at mange av opplysningene er like aktuelle for tiltak i innsjøer. Det gjelder f.eks. oversikter over tiltaksmetoder, nødvendig vurderingsgrunnlag før tiltak, overvåking før, under og etter tiltak etc.

Før eventuelle anleggsarbeider settes i gang, er det viktig å ha god oversikt over hvilke deler av dagens molomasse som er mest forurenset, og om det er masser som kan betraktes som rene. Ytterligere analyser av enkeltprøver (som er arkivert) på aktuelle stoffgrupper bør derfor vurderes, eventuelt også om det bør suppleres med prøver fra flere områder/sjikt. Aktuelle forbindelser en bør vurdere å foreta supplerende analyser av, er eksempelvis PAH, DDT og oljeforbindelser.

Mengden masser som er tenkt flyttet, bør beregnes, likeså mengden av forurensede masser. Hvis disse skal brukes i ny molo, bør de mest forurensede massene legges som en kjerne i den nye moloen og overdekkes med renere masser. Det er viktig at de som forestår gravingen i eksisterende molo, er årvåkne i forhold til de massene som graves opp og brukes i ny molo. I tilfelle funn av for eksempel oljeholdige masser, elektriske artikler, beholdere med oljeprodukter/maling/kjemikalier etc., så bør disse ikke benyttes i ny molo, men tas hånd om og transporteres til egnet mottak for slikt avfall.

For å begrense spredningen av forurensninger under anleggsarbeidene, bør disse utføres ved lavest mulig vannstand i Mjøsa. Bruk av en eller annen form for skjerming for å hindre partikkelspredning

under anleggsarbeidene (f.eks. såkalt siltgardin/miljømembran) bør også vurderes. Det kan være nødvendig med en eller annen form for overvåking under anleggsarbeidene (jf. SFT 2003). Dette for å kunne iverksette forurensningsbegrensende strakstiltak ved behov, for å påse at de avbøtende tiltakene som utføres er tilstrekkelig effektive og for å dokumentere at krav i pålegg eller tillatelser overholdes.

4. Litteratur

Fjeld, E., Rognerud, S., Enge, E.K., Borgen, A.R. og Dye, C. 2006. Miljøgifter i sedimenter fra Mjøsa, 2005-2006. Statlig program for forurensningsovervåking. SFT-rapport TA-2210/2006. NIVA-rapport 5313-2006. 53 s. + vedlegg.

Gillund, O. 2007. Prosjektbeskrivelse for miljøtekniske undersøkelser ved Tjuvholmen i Hamar kommune. Fylkesmannen i Hedmark, brev til Løvlien Georåd AS, datert 12.1.2007. 1 s.

Ihler, H. 2006. Prosjektbeskrivelse for miljøtekniske undersøkelser, på vegne av Hamar Båtforening, Tjuvholmen, Hamar. 1. revisjon. Løvlien Georåd, brev til Fylkesmannen i Hedmark v/Ola Gillund, datert 18.12.06. 3 s. pluss vedlegg.

Kjellberg, G. og Løvik, J.E. 2000. PCB-konsentrasjoner i sedimenter fra NSB's båthavn i Åkersvika og fra Mjøsa utenfor Espern. Rapport fra undersøkelsen i 1999. NIVA-rapport 4167-2000. 38 s.

Ottesen, R.T., Bogen, J., Bølviken, B., Volden, T. og Haugland, T. 2000. Geokjemisk atlas for Norge, del 1: Kjemisk sammensetning av flomsedimenter. NGU Norges geologiske undersøkelse/NVE Norges vassdrags- og energidirektorat. ISBN: 82-7385-192-3. 140 s.

SFT 1997a. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04. 31 s.

SFT 1997b. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning 97:03. 36 s.

SFT 1999. Veiledning om risikovurdering av forurenset grunn. Veiledning 99:01a. 103 s.

SFT 2003. Veileder for håndtering av forurensete sedimenter. TA-1979/2003. 58 s.

5. Vedlegg



Side: 1(4)

LabNett Skien

Postboks 2502

3702 SKIEN

Tlf.: 40 00 70 01

Faks: 35 53 75 33

LabNett Hamar
Ingeborg
Bekkeliveien 2
2315 HAMAR

Dato:
Prosjekt:

28.08.07

- 1) 07/5589-1
- 2) 07/5589-2
- 3) 07/5589-3
- 4) 07/5589-4
- 5) 07/5589-5

Prøven(e) ankommet: 270707
Prøven(e) tatt ut:
Prøven(e) ferdig analysert: 280807

Analyse	Enhet	2419	2419	2419	2419	2419
		1	2	3	4	5
PAH-NAF-FT	µg/kg TV	65	63	<10	46	48
PAH-ANY-FT	µg/kg TV	10	33	<10	10	12
PAH-ANA-FT	µg/kg TV	67	43	<10	15	20
PAH-FLU-FT	µg/kg TV	65	60	<10	31	41
PAH-FEN-FT	µg/kg TV	99	341	<10	123	186
PAH-ANT-FT	µg/kg TV	63	125	<10	48	54
PAH-PYR-FT	µg/kg TV	143	789	<10	188	365
PAH-FLA-FT	µg/kg TV	169	835	<10	219	345
PAH-CHR-FT	µg/kg TV	80	413	<10	132	243
PAH-BAA-FT	µg/kg TV	68	390	<10	105	163
PAH-BBK-FT	µg/kg TV	98	560	<10	171	232
PAH-BAP-FT	µg/kg TV	68	409	<5	123	172
PAH-DAH-FT	µg/kg TV	11	45	<10	18	25
PAH-IPY-FT	µg/kg TV	43	235	<10	71	93
PAH-BGP-FT	µg/kg TV	38	189	<10	58	91
PCB-28-FT	µg/kg TV	<1	<1	<1	<1	<1
PCB-52-FT	µg/kg TV	<1	<1	<1	<1	2
PCB-101-FT	µg/kg TV	<1	<1	<1	<1	2
PCB-118-FT	µg/kg TV	<1	<1	<1	<1	<1
PCB-138-FT	µg/kg TV	<1	1	<1	<1	2
PCB-153-FT	µg/kg TV	<1	2	<1	2	4
PCB-180-FT	µg/kg TV	<1	<1	<1	<1	1
PC-DDDPPFT	µg/kg TV	2	12	<1	3	6
PC-DDEPPFT	µg/kg TV	<1	3	<1	2	4
PC-DDTPPFT	µg/kg TV	5	8	<1	4	20
TØR-%	%	88.3	83.7	75.6	31.4	26.4
HG-OT-AFS	µg/kg TV	42	255	12	307	410
PB-OT-IMS	mg/kg TV	19	58	5.0	49	59
CD-OT-IMS	mg/kg TV	0.23	0.63	0.18	2.1	2.1
AS-OT-IMS	mg/kg TV	5.5	6.6	1.1	9.2	
CU-OT-IAES	mg/kg TV	33	39	3.4	40	57
CR-OT-IAES	mg/kg TV	30	48	6.6	37	49
NI-OT-IAES	mg/kg TV	52	41	10	50	53
ZN-OT-IAES	mg/kg TV	93	441	35	231	280
AS-OT-IAES	mg/kg TV					9.5

Hovedkontor: LabNett AS
Bekkeliveien 2
2315 Hamar
Tlf.: 40 00 70 01
Faks: 62 50 91 29

E-post: firmapost@labnett.com
Web: www.labnett.com
Bank: 7162.05.44846
F.ereg: NO 980 800 873 MVA

Avdelinger:
LabNett AS avd. Hamar/Oslo
LabNett AS avd. Skien
LabNett AS avd. Stjørdal



Side: 2(4)

LabNett Skien

Postboks 2502

3702 SKIEN

Tlf.: 40 00 70 01

Faks: 35 53 75 33

6) 07/5589-6

Prøven(e) ankommet: 270707
 Prøven(e) tatt ut:
 Prøven(e) ferdig analysert: 280807

Analyse	Enhet	2419
		6
PAH-NAF-FT	µg/kg TV	25
PAH-ANY-FT	µg/kg TV	<10
PAH-ANA-FT	µg/kg TV	<10
PAH-FLU-FT	µg/kg TV	19
PAH-FEN-FT	µg/kg TV	94
PAH-ANT-FT	µg/kg TV	26
PAH-PYR-FT	µg/kg TV	137
PAH-FLA-FT	µg/kg TV	153
PAH-CHR-FT	µg/kg TV	103
PAH-BAA-FT	µg/kg TV	75
PAH-BBK-FT	µg/kg TV	104
PAH-BAP-FT	µg/kg TV	75
PAH-DAH-FT	µg/kg TV	12
PAH-IPY-FT	µg/kg TV	41
PAH-BGP-FT	µg/kg TV	35
PCB-28-FT	µg/kg TV	<1
PCB-52-FT	µg/kg TV	<1
PCB-101-FT	µg/kg TV	1
PCB-118-FT	µg/kg TV	<1
PCB-138-FT	µg/kg TV	<1
PCB-153-FT	µg/kg TV	2
PCB-180-FT	µg/kg TV	<1
PC-DDPPFT	µg/kg TV	10
PC-DDEPPFT	µg/kg TV	2
PC-DDTTPFT	µg/kg TV	4
TØR-%	%	38,6
HG-OT-AFS	µg/kg TV	234
PB-OT-IMS	mg/kg TV	36
CD-OT-IMS	mg/kg TV	1,2
AS-OT-IMS	mg/kg TV	5,2
CU-OT-IAES	mg/kg TV	31
CR-OT-IAES	mg/kg TV	33
NI-OT-IAES	mg/kg TV	35
ZN-OT-IAES	mg/kg TV	169
AS-OT-IAES	mg/kg TV	

Hovedkontor: LabNett AS
 Bekkeliveien 2
 2315 Hamar
 Tlf.: 40 00 70 01
 Faks: 62 50 91 29

E-post: firmapost@labnett.com
 Web: www.labnett.com
 Bank: 7162.05.44846
 Freg: NO 980 800 873 MVA

Avdelinger:
 LabNett AS avd. Hamar/Oslo
 LabNett AS avd. Skien
 LabNett AS avd. Stjørdal



Side: 3(4)

LabNett Skien

Postboks 2502

3702 SKIEN

Tlf.: 40 00 70 01

Faks: 35 53 75 33

Kommentar

Analysen av PAH,PCB,DDT,DDD,DDE er akkreditert, opparbeidelse ikke akkreditert.
 Nedre kvantifiseringsgrense for akkrediterte analyser for
 DDT, DDD og DDE er 10 µg/kg TV.

Analyse	Beskrivelse	Metode	Akkreditert
PAH-NAF-FT	Naftalen, PAH, miljø, faststoff	GC-MS	Ja
PAH-ANY-FT	Acenaftalen, PAH, miljø, faststoff	GC-MS	Ja
PAH-ANA-FT	Acenaften, PAH, miljø, faststoff	GC-MS	Ja
PAH-FLU-FT	Fluoren, PAH, miljø, faststoff	GC-MS	Ja
PAH-FEN-FT	Fenantren, PAH, miljø, faststoff	GC-MS	Ja
PAH-ANT-FT	Antracen, PAH, miljø, faststoff	GC-MS	Ja
PAH-PYR-FT	Pyren, PAH, miljø, faststoff	GC-MS	Ja
PAH-FLA-FT	Fluoranten, PAH, miljø, faststoff	GC-MS	Ja
PAH-CHR-FT	Chrysen, PAH, miljø, faststoff	GC-MS	Ja
PAH-BAA-FT	Benzo(a)antracen, PAH, miljø, faststoff	GC-MS	Ja
PAH-BBK-FT	Benzo(b,k)fluoranten (sum), PAH, miljø, faststoff	GC-MS	Ja
PAH-BAP-FT	Benzo(a)pyren (BAP), PAH, miljø, faststoff	GC-MS	Ja
PAH-DAH-FT	Dibenz(a,h)antracen, PAH, miljø, faststoff	GC-MS	Ja
PAH-IPY-FT	Indeno(1,2,3-cd)pyren, PAH, miljø, faststoff	GC-MS	Ja
PAH-BGP-FT	Benzo(ghi)perylene, PAH, miljø, faststoff	GC-MS	Ja
PCB-28-FT	PCB-28, miljø, fast	GC-MS	Ja
PCB-52-FT	PCB-52, miljø, fast	GC-MS	Ja
PCB-101-FT	PCB-101, miljø, fast	GC-MS	Ja
PCB-118-FT	PCB-118, miljø, fast	GC-MS	Ja
PCB-138-FT	PCB-138, miljø, fast	GC-MS	Ja
PCB-153-FT	PCB-153, miljø, fast	GC-MS	Ja
PCB-180-FT	PCB-180, miljø, fast	GC-MS	Ja
PC-DDDPPFT	DDD-p,p', nedbrytn.prod. fra DDT, miljø, fast	GC-MS	Ja
PC-DDEPPFT	DDE-p,p', nedbrytn.prod fra DDT, miljø, fast	GC-MS	Ja
PC-DDTPPFT	DDT-p,p', pesticid, insekticid, miljø, fast	GC-MS	Ja
TØR-%	Prosent tørrstoff	NS-4764/1	Ja
HG-OT-AFS	Kvikksølv, oppsluttet, CV-AFS	CV-AFS	Ja
PB-OT-IMS	Bly, oppsluttet, ICP-MS	ICP-MS	Ja
CD-OT-IMS	Kadmium, oppsluttet, ICP-MS	ICP-MS	Ja
AS-OT-IMS	Arsen, oppsluttet, ICP-MS	ICP-MS	Ja
CU-OT-IAES	Kobber, oppsluttet, ICP-AES	ICP-AES	Ja
CR-OT-IAES	Krom, oppsluttet, ICP-AES	ICP-AES	Ja
NI-OT-IAES	Nikkel, oppsluttet, ICP-AES	ICP-AES	Ja
ZN-OT-IAES	Sink, oppsluttet, ICP-AES	ICP-AES	Ja
AS-OT-IAES	Arsen, oppsluttet, ICP-AES	ICP-AES	Ja

Hovedkontor: LabNett AS
 Bekkeliveien 2
 2315 Hamar
 Tlf.: 40 00 70 01
 Faks: 62 50 91 29

E-post: firmapost@labnett.com
 Web: www.labnett.com
 Bank: 7162.05.44846
 F.ereg: NO 980 800 873 MVA

Avdelinger:
 LabNett AS avd. Hamar/Oslo
 LabNett AS avd. Skien
 LabNett AS avd. Stjørdal

Tab. 01 Results of the SCCP-Analysis of soil samples; Results refer to sample dry weight

Original sample No.:	360879-01, Probe I, 07/5589-1	360879-02, Probe II 07/5589-2
GfA sample No.:	7n3891.001	7n3891.002
Unit	µg/kg	µg/kg
C₁₀ - C₁₃ Chloroparaffins		
C ₁₀ H ₁₇ Cl ₅	< 0,5	< 0,5
C ₁₀ H ₁₆ Cl ₆	< 0,5	< 0,5
C ₁₀ H ₁₅ Cl ₇	< 0,5	< 0,5
C ₁₀ H ₁₄ Cl ₈	< 0,5	< 0,5
Total C₁₀ excl. LOQ	ND	ND
Total C₁₀ incl. LOQ	2,0	2,0
C ₁₁ H ₁₈ Cl ₆	< 0,5	< 0,5
C ₁₁ H ₁₇ Cl ₇	< 1,0	< 1,0
C ₁₁ H ₁₆ Cl ₈	< 1,0	< 1,0
C ₁₁ H ₁₅ Cl ₉	< 1,0	< 1,0
C ₁₁ H ₁₄ Cl ₁₀	< 0,5	< 0,5
Total C₁₁ excl. LOQ	ND	ND
Total C₁₁ incl. LOQ	4,0	4,0
C ₁₂ H ₂₀ Cl ₆	< 0,5	< 0,5
C ₁₂ H ₁₉ Cl ₇	< 1,0	< 1,0
C ₁₂ H ₁₈ Cl ₈	< 1,0	< 1,0
C ₁₂ H ₁₇ Cl ₉	< 1,0	< 1,0
C ₁₂ H ₁₆ Cl ₁₀	< 0,5	< 0,5
Total C₁₂ excl. LOQ	ND	ND
Total C₁₂ incl. LOQ	4,0	4,0
C ₁₃ H ₂₁ Cl ₇	< 0,5	< 0,5
C ₁₃ H ₂₀ Cl ₈	< 1,0	< 1,0
C ₁₃ H ₁₉ Cl ₉	< 1,0	< 1,0
C ₁₃ H ₁₈ Cl ₁₀	< 0,5	< 0,5
Total C₁₃ excl. LOQ	ND	ND
Total C₁₃ incl. LOQ	3,0	3,0
Total C₁₀ - C₁₃ excl. LOQ	ND	ND
Total C₁₀ - C₁₃ incl. LOQ	13,0	13,0

Values rounded to max. three significant digits
 < : Concentration below the indicated limit of quantification (LOQ)
 ND: Not determined since none of the corresponding congeners was above the LOQ

Tab. 01 Results of the SCCP-Analysis of sediment samples; Results refer to sample dry weight

07/5589-3 07/5589-4 07/5589-5 07/5589-6

Original sample No.:	360880-01 <i>III</i>	360880-02 <i>IV</i>	360880-03 <i>V</i>	360880-04 <i>VI</i>
GfA sample No.:	7n3893.001	7n3893.002	7n3893.003	7n3893.004
Unit	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
C₁₀ – C₁₃ Chloroparaffins				
C ₁₀ H ₁₇ Cl ₅	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
C ₁₀ H ₁₆ Cl ₆	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
C ₁₀ H ₁₅ Cl ₇	< 0,5	< 0,5	1,0	< 0,5
C ₁₀ H ₁₄ Cl ₈	< 0,5	< 0,5	1,3	< 0,5
Total C₁₀ excl. LOQ	ND	ND	2,3	ND
Total C₁₀ incl. LOQ	2,0	2,0	3,3	2,0
C ₁₁ H ₁₈ Cl ₆	< 0,5	< 0,5	0,6	< 0,5
C ₁₁ H ₁₇ Cl ₇	< 1,0	< 1,0	2,8	< 1,0
C ₁₁ H ₁₆ Cl ₈	< 1,0	< 1,0	4,1	< 1,0
C ₁₁ H ₁₅ Cl ₉	< 1,0	< 1,3	3,7	< 1,2
C ₁₁ H ₁₄ Cl ₁₀	< 0,5	< 1,3	2,9	< 1,4
Total C₁₁ excl. LOQ	ND	ND	14,1	ND
Total C₁₁ incl. LOQ	4,0	5,1	14,1	5,1
C ₁₂ H ₂₀ Cl ₆	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
C ₁₂ H ₁₉ Cl ₇	< 1,0	< 1,0	2,2	< 1,0
C ₁₂ H ₁₈ Cl ₈	< 1,0	< 1,1	5,1	< 1,0
C ₁₂ H ₁₇ Cl ₉	< 1,0	< 1,4	5,6	< 1,0
C ₁₂ H ₁₆ Cl ₁₀	< 0,5	< 2,0	4,8	< 1,2
Total C₁₂ excl. LOQ	ND	ND	17,7	ND
Total C₁₂ incl. LOQ	4,0	6,0	18,2	4,7
C ₁₃ H ₂₁ Cl ₇	< 0,5	< 0,7	1,4	< 0,5
C ₁₃ H ₂₀ Cl ₈	< 1,0	< 1,0	3,4	< 1,0
C ₁₃ H ₁₉ Cl ₉	< 1,0	< 1,6	5,4	< 1,0
C ₁₃ H ₁₈ Cl ₁₀	< 0,5	< 1,7	4,8	< 1,5
Total C₁₃ excl. LOQ	ND	ND	15,0	ND
Total C₁₃ incl. LOQ	3,0	5,0	15,0	4,0
Total C₁₀ – C₁₃ excl. LOQ	ND	ND	49,1	ND
Total C₁₀ – C₁₃ incl. LOQ	13	18,1	50,6	15,8

Values rounded to max. three significant digits

< : Concentration below the indicated limit of quantification (LOQ)

ND: Not determined since none of the corresponding congeners was above the LOQ

Tab. 02 Results of the MCCP-Analysis of soil samples; Results refer to sample dry weight

Original sample No :	360879-01, Prøve I, 07/5589-1	360879-02, Prøve II 07/5589-2
GfA sample No.:	7n3891.001	7n3891.002
Unit	µg/kg	µg/kg
C₁₄ – C₁₇ Chloroparaffins		
C ₁₄ H ₂₅ Cl ₅	< 1,5	< 1,5
C ₁₄ H ₂₄ Cl ₆	< 1,5	< 1,5
C ₁₄ H ₂₃ Cl ₇	< 1,5	3,2
C ₁₄ H ₂₂ Cl ₈	< 1,5	2,7
C ₁₄ H ₂₁ Cl ₉	< 1,5	< 1,5
Total C₁₄ excl. LOQ	ND	5,9
Total C₁₄ incl. LOQ	7,5	10,4
C ₁₅ H ₂₆ Cl ₆	< 1,5	< 1,5
C ₁₅ H ₂₅ Cl ₇	< 1,5	< 1,5
C ₁₅ H ₂₄ Cl ₈	< 1,5	1,9
C ₁₅ H ₂₃ Cl ₉	< 1,5	< 1,5
Total C₁₅ excl. LOQ	ND	1,9
Total C₁₅ incl. LOQ	6,0	6,4
C ₁₆ H ₂₈ Cl ₆	< 1,5	< 1,5
C ₁₆ H ₂₇ Cl ₇	< 1,5	< 1,5
C ₁₆ H ₂₆ Cl ₈	< 1,5	< 1,5
C ₁₆ H ₂₅ Cl ₉	< 1,5	< 1,5
Total C₁₆ excl. LOQ	ND	ND
Total C₁₆ incl. LOQ	6,0	6,0
C ₁₇ H ₃₀ Cl ₆	< 2,0	< 2,0
C ₁₇ H ₂₉ Cl ₇	< 2,0	< 2,0
C ₁₇ H ₂₈ Cl ₈	< 2,0	< 2,0
C ₁₇ H ₂₇ Cl ₉	< 2,0	< 2,0
Total C₁₇ excl. LOQ	ND	ND
Total C₁₇ incl. LOQ	8,0	8,0
Total C₁₄ -C₁₇ excl. LOQ	ND	7,8
Total C₁₄ - C₁₇ incl. LOQ	27,5	30,8

Values rounded to max. three significant digits

< : Concentration below the indicated limit of quantification (LOQ)

ND: Not determined since none of the corresponding congeners was above the LOQ

Tab. 02 Results of the MSCP-Analysis of sediment samples; Results refer to sample dry weight

Original sample No.:	360880-01	360880-02	360880-03	360880-04
GfA sample No.:	7n3893.001	7n3893.002	7n3893.003	7n3893.004
Unit	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
C₁₄ – C₁₇ Chloroparaffins				
C ₁₄ H ₂₅ Cl ₅	< 1,5	4,4	7,5	< 1,5
C ₁₄ H ₂₄ Cl ₆	< 1,5	4,7	16,3	3,4
C ₁₄ H ₂₃ Cl ₇	< 1,5	16,1	39,8	9,1
C ₁₄ H ₂₂ Cl ₈	< 1,5	19,4	61,1	9,4
C ₁₄ H ₂₁ Cl ₉	< 1,5	11,3	30,9	4,8
Total C₁₄ excl. LOQ	ND	55,9	156	26,7
Total C₁₄ incl. LOQ	7,5	55,9	156	28,2
C ₁₅ H ₂₆ Cl ₆	< 1,5	2,7	9,7	< 1,5
C ₁₅ H ₂₅ Cl ₇	< 1,5	8,3	27,8	1,7
C ₁₅ H ₂₄ Cl ₈	< 1,5	25,0	61,3	5,4
C ₁₅ H ₂₃ Cl ₉	< 1,5	14,3	31,9	3,1
Total C₁₅ excl. LOQ	ND	50,3	131	10,2
Total C₁₅ incl. LOQ	6,0	50,3	131	11,7
C ₁₆ H ₂₈ Cl ₆	< 1,5	3,7	3,6	< 1,5
C ₁₆ H ₂₇ Cl ₇	< 1,5	6,2	7,4	4,0
C ₁₆ H ₂₆ Cl ₈	< 1,5	16,9	28,3	9,2
C ₁₆ H ₂₅ Cl ₉	< 1,5	11,7	26,0	5,3
Total C₁₆ excl. LOQ	ND	38,5	65,3	18,5
Total C₁₆ incl. LOQ	6,0	38,5	65,3	20,0
C ₁₇ H ₃₀ Cl ₆	< 2,0	4,8	18,7	2,7
C ₁₇ H ₂₉ Cl ₇	< 2,0	10,4	31,5	5,6
C ₁₇ H ₂₈ Cl ₈	< 2,0	10,2	22,5	8,1
C ₁₇ H ₂₇ Cl ₉	< 2,0	3,8	8,9	3,6
Total C₁₇ excl. LOQ	ND	29,2	81,6	20,0
Total C₁₇ incl. LOQ	8,0	29,2	81,6	20,0
Total C₁₄ -C₁₇ excl. LOQ	ND	174	434	75,4
Total C₁₄ - C₁₇ incl. LOQ	27,5	174	434	79,9

Values rounded to max. three significant digits

< : Concentration below the indicated limit of quantification (LOQ)

ND: Not determined since none of the corresponding congeners was above the LOQ

Results of PBDE analysis according to test method QMA504-328;
the results refer to the dry sample material (m_0)

Original sample No.:	Sludge, 07/5589-7
GfA sample No.:	7N3673.001
Unit	$\mu\text{g}/\text{kg } m_0$
brominated Diphenylether	
2,2',4'-Tr BDE (BDE-17)	0,01
2,4,4'-Tr BDE (BDE-28)	0,01
2,2',4,5'-TetraBDE (BDE-49)	0,05
2,3',4',6'-TetraBDE (BDE-71)	< 0,02
2,2',4,4'-TetraBDE (BDE-47)	0,35
2,3',4,4'-TetraBDE (BDE-66)	< 0,02
3,3',4,4'-TetraBDE (BDE-77)	< 0,02
2,2',4,4',6'-PentaBDE (BDE-100)	0,11
2,3',4,4',6'-PentaBDE (BDE-119)	< 0,02
2,2',4,4',5'-PentaBDE (BDE-99)	0,49
2,2',3,4,4'-PentaBDE (BDE-85)	< 0,02
3,3',4,4',5'-PentaBDE (BDE-126)	< 0,02
2,2',4,4',5,6'-HexaBDE (BDE-154)	0,05
2,2',4,4',5,5'-HexaBDE (BDE-153)	0,09
2,2',3,4,4',5'-HexaBDE (BDE-138)	< 0,04
2,3,3',4,4',5'-HexaBDE (BDE-156)	< 0,04
2,2',3,4,4',6,6'-HeptaBDE (BDE-164)	< 0,10
2,2',3',4,4',5,6'-HeptaBDE (BDE-183)	< 0,10
2,3,3',4,4',5',6'-HeptaBDE (BDE-191)	< 0,10
2,2',3,3',4,4',6,6'-OctaBDE (BDE-197)	< 0,20
2,2',3,3',4,4',5,6'-OctaBDE (BDE-196)	< 0,20
2,2',3,4,4',5,5',6'-OctaBDE (BDE-203)	< 0,20
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NonaBDE (BDE-207)	< 0,50
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonaBDE (BDE-206)	< 0,50
DecaBDE (BDE-209)	3,56

*Values rounded to max. three significant digits

< : Concentration below the indicated limit of quantification (LOQ)

ND: Not determined since none of the corresponding congeners was above the LOQ

The test results relate only to the items tested. Extracts of the report shall not be reproduced without written approval of the Eurofins GfA mbH
GfA Gesellschaft für Arbeitsplatz- und Umweltanalytik mbH
Otto-Hahn-Straße 22 · 48161 Münster-Roxel · Tel.: +49(0)2534/8070



DEPT 0404
LABOR FÜR CHEMIE UND PHYSIK
AN DER UNIVERSITÄT DUISBURG
ESSEN
DAP PL-003-08

DAP

Results of PBB analysis according to test method QMA504-323;
the results refer to the dry sample material (m_D)

Original sample No.:	Sludge, 07/5589-7
GfA sample No.:	7N3673.001
Unit	$\mu\text{g}/\text{kg } m_D$
brominated Biphenyle	
2,2',5,5'-TetraBB	< 0,01
Total other TetraBB	ND
Total TetraBB	ND
2,2',4,5,5'-PentaBB	< 0,02
Total other PentaBB	ND
Total PentaBB	ND
2,2',4,4',5,5'-HexaBB	< 0,03
Total other HexaBB	ND
Total HexaBB	ND
HeptaBB	< 0,05
Total other HeptaBB	ND
Total HeptaBB	ND
OctaBB	< 0,20
Total OctaBB	ND
NonaBB	< 0,30
Total NonaBB	ND
DecaBB:	< 1,0

Values rounded to max. three significant digits

< : Concentration below the indicated limit of quantification (LOQ)

ND: Not determined since none of the corresponding congeners was above the LOQ

Results of the TBBPA- and HBCD-Analysis of a sludge sample;
results refer to sample dry weight (m_D)

Original sample No.:	Sludge, 07/5589-7
GfA sample No.:	7N3673.001
Unit	$\mu\text{g}/\text{kg } m_D$
TBBP-A	< 0,5
HBCD	< 2,0

Values rounded to max. three significant digits

< : Concentration below the indicated limit of quantification (LOQ)

ND: Not determined since none of the corresponding congeners was above the LOQ

The test results relate only to the items tested. Extracts of the report shall not be reproduced without written approval of the Eurofins GfA mbH
GfA Gesellschaft für Arbeitsplatz- und Umweltanalytik mbH
Otto-Hahn-Straße 22 · 48161 Münster-Roxel · Tel.: +49(0)2534/8070



Rapport

N0702202

Side 1 (4)

2EIELCG00AI



Prosjekt
Bestnr 07/5589-6 till 6
Registrert 2007-08-09
Utstedt 2007-08-23

LabNett AS
Ingeborg Tønseth

Bekkeliveien 2
2315 Hamar
Norge

62 52 02 96

Analyse av faststoff

Deres prøvenavn	36-0879-01 Jord	<i>Prøve I</i>		
Labnummer	N00012331			
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (G)*	88.6	%	1	1
TOC*	1.1	% TS	1	1
Bensen	<0.0050	mg/kg TS	2	1
Toluen	<0.20	mg/kg TS	2	1
Etylbensen	<0.20	mg/kg TS	2	1
m/p-Xylener	<0.20	mg/kg TS	2	1
o-Xylen	<0.20	mg/kg TS	2	1
Fraksjon C5-C10	<7.00	mg/kg TS	2	1
Fraksjon >C10-C12	<20.0	mg/kg TS	2	1
Fraksjon >C12-C16	<20.0	mg/kg TS	2	1
Fraksjon >C16-C35	80.1	mg/kg TS	2	1
Sum C5-C35	92.6	mg/kg TS	2	1
C17/pristan	---		2	1
C18/fytan	---		2	1
Sannsynlig oljetype ut fra kromatogram: humus og tyngre oljetype (mulig bitumen).				

Deres prøvenavn	36-0879-02 Jord	<i>Prøve II</i>		
Labnummer	N00012332			
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (G)*	84.6	%	1	1
TOC*	2.1	% TS	1	1
Bensen	<0.0050	mg/kg TS	2	1
Toluen	<0.20	mg/kg TS	2	1
Etylbensen	<0.20	mg/kg TS	2	1
m/p-Xylener	<0.20	mg/kg TS	2	1
o-Xylen	<0.20	mg/kg TS	2	1
Fraksjon C5-C10	<7.00	mg/kg TS	2	1
Fraksjon >C10-C12	<20.0	mg/kg TS	2	1
Fraksjon >C12-C16	<20.0	mg/kg TS	2	1
Fraksjon >C16-C35	189	mg/kg TS	2	1
Sum C5-C35	210	mg/kg TS	2	1
C17/pristan	---		2	1
C18/fytan	---		2	1
Sannsynlig oljetype ut fra kromatogram: humus og tyngre oljetype (mulig bitumen).				

ALS Analytica
Hoffsveien 1
0275 Oslo
Norway

Web: www.analytica-norge.no
E-post: oslo@analytica.se
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Inger Eikebu Aalsen
Inger Eikebu Aalsen
Kjemiker

Analytica
New part of the ALS Laboratory Group

Rapport

N0702202

Side 2 (4)

2EIELCG00AI



Deres prøvenavn	36-0880-01 Jord	<i>Prøve III</i>		
Labnummer	N00012333			
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (G)*	81.3	%	1	1
TOC*	0.46	% TS	1	1
Bensen	<0.0050	mg/kg TS	2	1
Toluen	<0.20	mg/kg TS	2	1
Etylbensen	<0.20	mg/kg TS	2	1
m/p-Xylener	<0.20	mg/kg TS	2	1
o-Xylen	<0.20	mg/kg TS	2	1
Fraksjon C5-C10	<7.00	mg/kg TS	2	1
Fraksjon >C10-C12	<20.0	mg/kg TS	2	1
Fraksjon >C12-C16	<20.0	mg/kg TS	2	1
Fraksjon >C16-C35	<30.0	mg/kg TS	2	1
Sum C5-C35	29.5	mg/kg TS	2	1
C17/pristan	---		2	1
C18/fytan	---		2	1

Ingen tolkning mulig.

Deres prøvenavn	36-0880-02 Jord	<i>Prøve IV</i>		
Labnummer	N00012334			
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (G)*	34.1	%	1	1
TOC*	7.2	% TS	1	1
Bensen	<0.0050	mg/kg TS	2	1
Toluen	<0.20	mg/kg TS	2	1
Etylbensen	<0.20	mg/kg TS	2	1
m/p-Xylener	<0.20	mg/kg TS	2	1
o-Xylen	<0.20	mg/kg TS	2	1
Fraksjon C5-C10	<7.00	mg/kg TS	2	1
Fraksjon >C10-C12	<20.0	mg/kg TS	2	1
Fraksjon >C12-C16	<20.0	mg/kg TS	2	1
Fraksjon >C16-C35	152	mg/kg TS	2	1
Sum C5-C35	167	mg/kg TS	2	1
C17/pristan	---		2	1
C18/fytan	---		2	1

Sannsynlig oljetype ut fra kromatogram: humus og tyngre oljetype (mulig bitumen).

ALS Analytica
Hoffsveien 1
0275 Oslo
Norway

Web: www.analytica-norge.no
E-post: oslo@analytica.se
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

IEA
Inger Eikebu Alfsen
Kjemiker

Analytica
Now part of the ALS Laboratory Group

Rapport

N0702202

Side 3 (4)

2EIELCG00AI



Deres prøvenavn	36-0880-03 Jord	<i>Prøve V</i>		
Labnummer	N00012335			
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (G)*	27.7	%	1	1
TOC*	8.6	% TS	1	1
Bensen	<0.0050	mg/kg TS	2	1
Toluen	<0.20	mg/kg TS	2	1
Etylbensen	<0.20	mg/kg TS	2	1
m/p-Xylener	<0.20	mg/kg TS	2	1
o-Xylen	<0.20	mg/kg TS	2	1
Fraksjon C5-C10	<7.00	mg/kg TS	2	1
Fraksjon >C10-C12	<20.0	mg/kg TS	2	1
Fraksjon >C12-C16	28.9	mg/kg TS	2	1
Fraksjon >C16-C35	361	mg/kg TS	2	1
Sum C5-C35	390	mg/kg TS	2	1
C17/pristan	---		2	1
C18/fytan	---		2	1
Sannsynlig oljetype ut fra kromatogram: humus og tyngre oljetype (mulig bitumen).				

Deres prøvenavn	36-0880-04 Jord	<i>Prøve VI</i>		
Labnummer	N00012336			
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (G)*	52.9	%	1	1
TOC*	2.8	% TS	1	1
Bensen	<0.0050	mg/kg TS	2	1
Toluen	<0.20	mg/kg TS	2	1
Etylbensen	<0.20	mg/kg TS	2	1
m/p-Xylener	<0.20	mg/kg TS	2	1
o-Xylen	<0.20	mg/kg TS	2	1
Fraksjon C5-C10	<7.00	mg/kg TS	2	1
Fraksjon >C10-C12	<20.0	mg/kg TS	2	1
Fraksjon >C12-C16	<20.0	mg/kg TS	2	1
Fraksjon >C16-C35	117	mg/kg TS	2	1
Sum C5-C35	118	mg/kg TS	2	1
C17/pristan	---		2	1
C18/fytan	---		2	1
Sannsynlig oljetype ut fra kromatogram: humus og tyngre oljetype (mulig bitumen).				

ALS Analytica
Hoffsveien 1
0275 Oslo
Norway

Web: www.analytica-norge.no
E-post: oslo@analytica.se
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

EA
Inger Eikebu Alfsen
Kjemiker

Analytica
Now part of the ALS Laboratory Group

Rapport

N0702202

Side 4 (4)

2EIELCG00AI



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	Bestemmelse av TOC. Metode: DIN ISO 10694 Kvantifikasjonsgrenser: 0,05 %TS
2	Bestemmelse av Petrol-pack, premium. Metode: BTEX: Headspace C5-C10: Headspace >C10-C35: ISO DIS 16703 Ekstraksjon: C5-C10: Headspace >C10-C35: Heksan Rensing: Florisil Deteksjon og kvantifisering: GC-FID Kvantifikasjonsgrenser: Bensen: 0,005 mg/kg TS TEX: 0,2 mg/kg TS C5-C10: 7 mg/kg TS >C10-C12: 20 mg/kg TS >C12-C16: 20 mg/kg TS >C16-C35: 50 mg/kg TS Note: BTEX og fraksjon C5-C10 er ikke akkreditert. Når det ikke er detektert noen topper i området C16-C19 for C17/pristan og C18/fytan markeres dette som "----".

Underleverandør ¹	
1	Ansvarlig laboratorium: GBA, Flensburger Strasse 15, 25421 Pinneberg, Tyskland Akkreditering: DAR, registreringsnr. DAC-P-0040-97-10

Måleusikkerheten angis som en utvidet usikkerhet (etter definisjonen i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med dekningsfaktor på 2 hvilket gir en konfidensnivå på omtrent 95%.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.


Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.analytica-norge.no

Laboratorier akkrediteres av Styrelsen for akkreditering og teknisk kontroll (SWEDAC) etter svensk lov. Den akkrediterede virksomheten ved laboratoriene oppfyller kravene i SS-EN ISO/IEC 17 025 (2005).

¹ Utførende teknisk enhet (innen Analytica) eller laboratorium (underleverandør).

ALS Analytica
Hoffsveien 1
0275 Oslo
Norway

Web: www.analytica-norge.no
E-post: oslo@analytica.se
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77


Inger Eikebu Alfsen
Kjemiker

 **Analytica**
Now part of the ALS Laboratory Group