

# Rapport

Oppdragsgiver: **Ålesund kommune**

Oppdrag: **Flatholmen havneavsnitt  
Miljøundersøkelse i forbindelse med konsekvensutredning**

Emne: **Miljøundersøkelser  
Felt og datarapport. Risikoanalyser. Tiltaksvurderinger**

Dato: **24. april 2002**

Rev. - Dato

Oppdrag- / Rapportnr. **300759 - 1**

Oppdragsansvarlig: **Arne Fagerhaug** Sign.:

Saksbehandler: **Agnieszka Wyspianska / Erling K. Ytterås** Sign.:

Kontaktperson hos Oppdragsgiver: **Lars Vartdal / Finn W. Jansen**

## Sammendrag:

Som en del av konsekvensutredningen for det planlagte byggeprosjektet Flatholmen Havneavsnitt har NOTEBY utført miljøundersøkelser med prøvetaking, analyser og risikovurderinger. Undersøkelsene omfatter tidligere industriområde på Flatholmen – Tafjord Smelteverk – med industrigrunn og fyllinger, sjøområdet øst for Flatholmen som direkte berøres av havneutbyggingen og den nedlagte kommunale avfallstippen – Bossplassen – som ligger på vestsiden av vegfyllingen mellom Flatholmen og land.

For sjøområdene viser undersøkelsen en generell forurensning tilsvarende tilstandsklasse III – Markert forurenset – og høyere med hensyn på PAH (tjærestoffer) og TBT (tributyltin). Dette gjelder også referansestasjon plassert sentralt i fjorden utenfor Flatholmen. Graden av forurensning øker nærmere de antatte kildene; Bossplassen og en fylling på østsiden av det gamle smelteverket på Flatholmen. I nærområdet til disse er også påvist høye verdier av andre miljøgifter, PCB (høyeste påviste verdi tilsvarende tilstandsklasse V – Meget sterkt forurenset) og tungmetaller.

I forhold til den relativt omfattende og generelle forurensningen som er påvist i undersøkelsen er det en risiko for at organismer i fjorden (fisk, skalldyr osv) er påvirket og belastet av denne. Eventuelle videreførte miljøundersøkelser i området bør derfor omfatte kartlegging av tilstand i bunnfauna og analyser av miljøgifter i fisk og skalldyr.

Utbygging av havna forutsetter utfylling i store deler av det undersøkte sjøområdet på østsiden av Flatholmen. I forhold til dagens situasjon vil en slik utfylling redusere eksponering og tilgjengeligheten til de forurensede sedimentene. En havneutbygging vil på den måten kunne ha en positiv effekt på forurensningssituasjonen i området.

Det er sannsynlig at Bossplassen er en aktiv og dominerende kilde for tilførsel av miljøgifter og forurensning til fjordområdet. Det kan derfor være nødvendig å iverksette tiltak for å sikre fyllingen uavhengig av havneutbyggingen og hvordan arealet eventuelt blir omfattet av prosjektet. Tiltakene må fokusere på å isolere og hindre utlekking fra deponiet. Særlig betydning gjelder da sikring av fronten mot sjøen i vest. Videre kan det være nødvendig å se på alternativer for også å sikre en mulig submarin del av deponiet.

På Flatholmen er det antatt å være deponert produksjons- og rivingsavfall langs strandkanten på østsiden av bygningene. Videre er det sannsynlig at grunnen er forurenset av olje og oljeprodukter i forbindelse med mottaksanlegget som ligger nordøst på Flatholmen og i forlengelse av denne fyllingen. Det vil være hensiktsmessig å utsette nærmere undersøkelser og eventuelle tiltaksvurderinger til selve byggefasen for havneanlegget.

## Innholdsfortegnelse

1.	INNLEDNING .....	4
2.	GENERELLE OPPLYSNINGER.....	4
2.1	Områdebeskrivelse .....	4
2.2	Mulige forurensningskilder .....	5
2.3	Tidligere undersøkelser .....	6
2.4	Formål og strategi for undersøkelsene .....	6
3.	SMELTEVERKSOMRÅDET .....	7
3.1	Beliggenhet .....	7
3.2	Mulige forurensninger på området .....	7
4.	”BOSSPLASSEN” .....	9
4.1	Beliggenhet / omfang .....	9
4.2	Feltarbeider .....	9
4.3	Laboratorieundersøkelser .....	10
4.4	Resultater .....	10
4.4.1	Jord .....	10
4.4.2	Grunnvann .....	12
4.5	Risikovurdering etter SFT-veiledning 99:01A .....	13
5.	UNDERSØKELSER I SJØOMRÅDER / SEDIMENTER .....	15
5.1	Feltarbeider .....	15
5.2	Laboratorieanalyser .....	15
6.	RESULTATER .....	16
6.1.1	Sedimentbeskrivelser .....	16
6.1.2	Kjemiske analyser .....	16
6.2	Polyklorerte bifenyler (PCB) - tilleggsvurdering .....	20
7.	VURDERINGER / DISKUSJON .....	21
8.	TILTAKSVURDERING .....	22
8.1	Forurensede sedimenter .....	22
8.2	Bossplassen .....	23
8.3	Fyllinger og landområder på Flatholmen .....	24
9.	Referanser .....	25

## Tegninger

300759	-1:	Situasjonsplan, landdelen, målestokk 1:1000
	-2:	Situasjonsplan, sjøområdene
	-11-14:	Beskrivelse av prøvegroper / brønner
	-60:	Korngraderinger

## Vedlegg

- A: Analyserapporter
- B: Risikoanalyse iht. SFT-veiledning 99:01A - beregningsark
- C: PCB-profiler for sedimentprøver

## 1. INNLEDNING

Flatholmen er foreslått som et nytt havneavsnitt i Ålesund kommune. Prosjektet er av en størrelse som utløser krav om konsekvensutredning etter Plan og bygningsloven, kap. VII-a. I denne forbindelse er det fokusert på betydning og konsekvenser av mulige forurensninger i land og sjøområder innenfor utbyggingsområdet. Dette på bakgrunn av at området tidligere har vært benyttet til bl.a. smelteverksindustri og at det er lokalisert et eldre kommunalt avfallsdeponi på stedet.

Miljømyndighetene har derfor satt krav om en mer detaljert undersøkelse for å kartlegge omfanget av forurensningen og eventuelt gjøre det mulig å stedfeste kilder (SFT, 31.08.00. Kystdirektoratet 23.03.01. Fylkesmannen i M&R, Miljøvernavdelinga, 18.09.00).

På oppdrag fra Ålesund kommune har NOTEBY utført dette arbeidet som da omfatter kartlegging av forurensningsforhold i sedimenter i sjøområdet, undersøkelser i det gamle kommunale deponiet og på industriområdet på Flatholmen. Den foreliggende rapporten beskriver disse arbeidene og presenterer resultatene inklusive vurderinger av betydning i forhold til en eventuell havneutbygging, samt i tillegg en risikovurdering av grunnforurensningen som er registrert i deponiet.

Hovedarbeidet med konsekvensutredningen utføres av Asplan Viak Molde ved Kirsti Slotsvik og Knut Sørgaard. Våre arbeider er utført i nært samarbeide med disse. Videre har tidligere teknisk sjef i Ålesund kommune, Arne Gjerde, bidratt med nyttige opplysninger vedrørende forholdene ved drift og historikk for "Bossplassen" (den kommunale avfallstippen på Flatholmen).

## 2. GENERELLE OPPLYSNINGER

### 2.1 Områdebeskrivelse

Flatholmen ligger i Ellingsøyfjorden på nordsiden av Aksla nær Ålesund sentrum. Holmen ble gjort landfast på slutten av 1920 tallet ved at det ble anlagt en ca 4 m bred og 100 m lang vegfylling / steinmolo som forbindelse til fastlandet.

Strand- og sjøområdet på vestsiden av moloen ble senere tatt i bruk som avfallsplass for Ålesund kommune. Dette skjedde i perioden fra ca 1932 og fram til 1965. Utfylling i sjøområdet med avfall gjør at forbindelsen mellom holmen og fastlandet i dag er ca 80 meter bred.

Selve Flatholmen har en største bredde på ca 150 m. Holmen har en avlang form med lengste akse i retning sørvest – nordøst, og lengden er ca 300 m. Figur 1 viser en oversikt over området.



Figur 1 Oversiktskart.

## 2.2 Mulige forurensningskilder

Som nevnt er det mistanke om at flere aktiviteter og kilder kan ha medført forurensning i området som vil omfattes av havneutbyggingen. Følgende tidligere og pågående aktiviteter og mulige forurensningskilder er antatt å være mest sentrale:

- Det tidligere smelteverket på Flatholmen, Tafjord smelteverk. Dette lå på nordøstre del av holmen, og mulige kilder til forurensning er lagerområder for koks og bek, mulige fyllinger bestående av slagg og annet produksjonsavfall, samt annen tilfeldig forurenset grunn. Mer utfyllende informasjon om denne bedriften er gitt i kapittel 3.
- Tanker for mottak av spillolje, lokalisert nordøst på Flatholmen. Mer utfyllende informasjon er gitt i kapittel 3.
- Spesialavfallsmottak. Det tidligere smelteverket blir i dag benyttet til mottak, ompakking og mellomlagring av spesialavfall. Mer utfyllende informasjon er gitt i kapittel 3.
- ”Bossplassen” – nedlagt og delvis nedfylt / overdekket kommunal fylling som ligger på vestsiden av veien ut til holmen (utgjør det gjenfylte arealet mellom holmen og fastlandet). Denne fyllingen er registrert som lokalitet 1504 –002 i SFTs landsdekkende database over deponier og forurenset grunn (NGU-rapport 90.126). Mer utfyllende informasjon er gitt i kapittel 4.
- Sandblåsing og sprøytemaling av skip som periodevis forekommer ved kaia på Flatholmen.

- Generell skipstrafikk. Dette inkluderer tidligere trafikk ved fergeleiet samt periodevis opplag av båter ved kaianlegget.

### 2.3 Tidligere undersøkelser

I forbindelse med utfyllingsarbeider ble det i 1999 utført en innledende undersøkelse av forurensningsforholdene på sjøbunnen i bukta mellom Flatholmen og land. Undersøkelsen omfattet prøvetaking og analyse av tungmetaller, PAH, PCB og TBT i 3 stasjoner. Plassering av stasjonene er vist på tegning nr. 300759 –2 (P1, P2 og P3). Undersøkelsen viste vesentlig forhøyde verdier av flere av de analyserte forbindelsene. Analyseresultatene er presentert sammen med resultater fra senere analyser i Tabell 5 (side 17).

### 2.4 Formål og strategi for undersøkelsene

Med bakgrunn i den innledende undersøkelsen ble det fra miljømyndighetene bl.a. stilt krav om ytterligere kartlegging av sedimentforurensningen i området. Kartleggingen skulle foretas i et slikt omfang at man dekket arealer med antatt forurensningsgrad opp mot Tilstandsklasse II (jfr. klassifiseringssystemet for sedimenter, gitt i SFT-veiledning 97:03, ”Klassifisering av miljøkva

litet i fjorder og kystfarvann”). Undersøkelsesplanen for forurensede sedimenter er utvidet med flere prøvepunkter, samt referansepunkter i områder som var antatt å være upåvirket av forurensning tilført fra aktiviteter og grunnforurensning på Flatholmen. Det er også foretatt undersøkelser av sedimentene vest for den gamle fyllplassen. Dette ble gjort for å kunne vurdere påvirkning av eventuell utlekking fra deponiet i nærområdet til dette.

Videre er det foretatt undersøkelser på land, med prøvetaking av jord og grunnvann i den nedlagte fyllplassen. Dette ble på forhånd antatt å være den viktigste kilden til forurensning av sedimentene i området. I tillegg er det også foretatt en gjennomgang av tidligere og pågående aktiviteter på smelteverksområdet ytterst på Flatholmen, samt en inspeksjon av dette området. Her er det imidlertid ikke utført fysiske grunnundersøkelser.

NOTEBY’s engasjement har omfattet feltarbeider med prøvetaking av jord, grunnvann og sedimenter, kjemiske analyser av innsamlede prøver og vurdering av resultater fra disse. Det siste punktet omfatter i hovedsak en sammenligning med relevante grenseverdier / normer for sedimenter, jord og grunnvann. Videre er det gjort en overordnet vurdering av forurensningstilstanden i området, basert på resultatene fra alle undersøkelsene. Til slutt er også aktuelle / nødvendige tiltak vurdert og kortfattet presentert. Dette omfatter både tiltak som bør utføres om dagens situasjon skal opprettholdes (havneutbyggingen utsettes eller skrinlegges), og tiltak som vil måtte gjennomføres ved en eventuell utbygging.

### 3. SMELTEVERKSOMRÅDET

#### 3.1 Beliggenhet

Det tidligere smelteverksområdet ligger på nordøstre del av Flatholmen, jfr. tegning 300759 – 1. Området som antas å ha vært benyttet direkte av smelteverket utgjør anslagsvis 10 dekar, mens det totale arealet til den opprinnelige Flatholmen (ekskl. fylling inn mot land) var omkring 30 dekar.

Tafjord smelteverk ble etablert i 1937, som et datterselskap av Ila og Lilleby Smelteverker AS i Trondheim (Sellæg 1988). I 1938 startet man produksjonen av ferrosilisium (kvalitet 45% FeSi, dvs. 45% silisium). På grunn av krafttilgangen var verket i drift kun på sommerhalvåret. I 1942 ble produksjonen ved anlegget stanset, og fra 1943 til 1945 var området beslaglagt av den tyske marinen for bruk som marinebase. Driften ved anlegget kom i gang igjen i 1950, fremdeles med drift kun i perioden mai – oktober. Årsproduksjonen av 45 % FeSi var 3000-4000 tonn. I 1962 ble driften stanset for godt, men selskapet ble ikke formelt avviklet før i 1972.

De første årene etter driftsopphør ble arealet på Flatholmen leid ut til jerngrossistfirmaet E.A. Smith i Trondheim. Leietaker benyttet eiendommen med bygninger som lagerområde. I 1972 ble tomte solgt tilbake til Ålesund kommune.

Så vidt vi har fått rede på, har smelteverkets bygningsmasse i tiden etter dette blitt benyttet som lagerplass for ulike produkter og av forskjellige leietakere. På 1980-tallet ble bygningene bl.a. leid ut til Felleskjøpet.

Siden 1988 har bygningsmasse og utvendige arealet på smelteverkstomta vært benyttet av firmaet Miljørens A/S, som driver med innsamling av spesialavfall og oljeprodukter fra hele Sunnmøre. De gamle smeltehallene benyttes som behandlings- og lagerplass for spesialavfall. Behandlingen omfatter i hovedsak sortering av avfallet i ulike fraksjoner / typer, og ompakking for videreforsendelse.

Området nord og øst for smeltehallene benyttes til mottak, lagring og behandling av oljeprodukter. Dette omfatter bl.a. spillolje og oljeblandet vann fra oljeutskillere. For dette formålet benyttes tre tanker á 300 m<sup>3</sup>, én tank á 150 m<sup>3</sup> og fire tanker á 50 m<sup>3</sup>. Tankene er plassert på området uten vesentlige sikringstiltak med hensyn på søl og utlekkasjer til grunnen og videre til sjøen.

#### 3.2 Mulige forurensninger på området

Hovedråstoffer ved framstilling av ferrosilisium er kvarts (SiO<sub>2</sub>) og jern i form av skrap (Fe) eller slig (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>). I tillegg benyttes kull eller koks (C) som reduksjonsmaterialer. I driftsperioden for verket på Flatholmen var det ikke særlig fokus på forurensning. En stor andel av forurensningene som oppsto gikk ut gjennom skorsteinen i støvform og har trolig ikke medført vesentlig forurensning av selve tomte. Smelteprosesser som dette gir imidlertid også en viss andel slagg, som i tillegg til jernforbindelser inneholder en rekke tungmetaller. Med dagens teknologi utgjør slaggmengden i størrelsesorden 15 % av mengden ferdig produkt. Dersom en antar at tilsvarende tall var 25 % i verkets driftstid, kan den totale slaggmengden gjennom de 17 driftsårene grovt anslås til 17 000 tonn (25 % x 4000 tonn/år x 17 år). Egenvekten til jernoksid er ca. 5,5 tonn/m<sup>3</sup>, dvs. at dette tilsvarer ca. 3000 m<sup>3</sup> slagg.

Mesteparten av produksjonsavfallet fra smelteverket ble trolig plassert i området som er markert i tegning –1. Ifølge opplysninger fra nåværende leietaker, Miljørens AS, lå det inntil for noen få år siden fremdeles en slagghaug her. Denne er nå fjernet av Ålesund kommune, etter pålegg fra Statens forurensningstilsyn.

Det kan likevel ikke utelukkes at produksjonsavfall fra smelteverket er benyttet til diverse utfyllingsformål. Det var tidligere vanlig praksis å kvitte seg med avfall på denne måten. Vi anser det som sannsynlig at produksjonsavfall er anvendt både i sjøkanten ute ved verket, og i fyllingen mellom Flatholmen og fastlandet. I forbindelse med nedleggelsen av smelteverket har det nok også oppstått noe avfall, ved riving / demontering av ovner og annet interiør. Foringer i ovner og i øser for transport av flytende metall bygges blant annet opp av ildfast teglstein og asfalt/tjære. Også en stor del av dette er trolig deponert lokalt.

Bruken av bygningsmassen som lagerplass, fra 1962 til 1988, medførte trolig ingen forureningsbelastning for denne tomte. Det er heller ingen grunn til å anta at dagens bruk er spesielt kritisk. Prosessene knyttet til lagring, sortering og emballering av spesialavfall som foretas her er, etter vår vurdering, relativt ukompliserte og ”renslige”.

I så måte er bruken av arealet nord for smelteverkshallen til lagring av oljeprodukter mer betenkelig. Vi vil anta at denne virksomheten har medført en betydelig, lokal grunnforurensning, primært som følge av mange små episoder med søl og spill gjennom de mer enn 15 årene denne virksomheten har pågått. Etter det vi kunne observere ved befaring, var det ikke etablert sikringstiltak, f.eks. i forbindelse med påfyllingsstusser, som kunne forhindre tilførsel til grunnen. Slik tilførsel vil i første rekke forekomme ved overføring av oljeprodukter fra tankbiler til tanker. I slike tilfeller vil det ofte være en liten rest i overføringslangen som ved frakobling vil renne ut i grunnen.

Miljørens har ikke gitt opplysninger om at det har forekommet noen større oljesøl ved anlegget.

Det kan her nevnes at oljeprodukter ikke regnes som noen ”miljøgift” (på linje med f.eks. tungmetaller). Statens forurensningstilsyn definerer miljøgifter som ”stoffer som selv i små konsentrasjoner kan gi skadeeffekter på naturmiljøet ved at de er giftige og kan oppkonsentreres til skadelige konsentrasjoner i næringskjeden og/eller har særlig lav nedbrytbarhet”.

De letteste oljeproduktene (bensin) er flyktige og vil raskt fordampe eller bli brutt ned ved utslipp til miljøet. Tyngre produkter brytes også ned, men over et lengre tidsintervall.

## 4. "BOSSPLASSEN"

### 4.1 Beliggenhet / omfang

Denne tidligere kommunale avfallstippen utgjør størsteparten av det oppfylte området mellom den opprinnelige Flatholmen og fastlandet. Fyllingen er registrert i SFT sin database over spesialavfall i deponier og forurenset grunn (NGU-rapport 90.126) som lokalitet nr. 1504-002. Registreringer i denne databasen skyldes at deponeringen ble utført ukontrollert, samtidig som deler av avfallet kom fra diverse industrivirksomheter. Det er antatt at det er betydelig utvas-king / avrenning fra fyllmassene til sjøområdene på begge sider av fyllingen. Det største po-tensialet vil imidlertid være mot vest, fordi fyllingen her ligger helt utsatt for påvirkning fra sjøen. Antatt utbredelse av fyllplassen er vist i vedlagte tegning 300759-1. Fyllingens totale areal er i størrelsesorden 6 dekar. Med antatt gjennomsnittlig mektighet på 8 m er estimert to-talt fyllmassevolum ca. 50 000 m<sup>3</sup>.

### 4.2 Feltarbeider

Sjaktgraving i fyllingen ble utført tirsdag 20. november 2001. Det ble gravd 4 sjakter, i posi-sjoner som vist i tegning -1. Ved plassering av sjaktene ble det forsøkt å oppnå en best mulig arealmessig dekning av fyllingsområdet, men samtidig måtte man ta hensyn til pågående akti-viteter og eksisterende konstruksjoner (veier og ledninger). Som en følge av dette er den søndre delen av fyllingen, nærmest land, relativt dårlig dekket med prøvepunkter.

Sjaktgravingen ble utført med gravemaskin fra UFO Pukkverk AS. Siv.ing. Erling K. Ytterås fra NOTEBY foretok inspeksjon, beskrivelser og prøvetaking av masser. Av sikkerhetshen-syn ble det valgt å ikke gå ned i sjaktene for å utføre prøvetakingen. Prøveuttaket ble i stedet utført av oppgravde masser, ved at maskinføreren la opp massene i ulike hauger avhengig av dybde. Det ble tatt blandprøver fra hver grave meter. Massebeskrivelser og nivåer for prø-veuttak framgår av tegningene 300759 -11 til -14.

I tre av de fire sjaktene ble det installert brønner for prøvetaking av grunnvann. Dette ble ut-ført ved at det ved gjenfylling av sjakta ble satt igjen et 125 mm PVC foringsrør. Når sjakta var gjenfylt, ble brønnrørene (63 mm ytre diameter) montert sammen og plassert inne i PVC-røret. Deretter ble det fylt filtersand og bentonittpulver i rommet mellom foringsrøret og brønnen. Foringsrøret ble til slutt trukket opp.

Brønnenes oppbygning (med hensyn på lengder av filter/stigerør) framgår av tegning -11 til -14. Kotenivå for brønnene er i ettertid målt inn. Innmålingen er gjort for topp brønnrør, eks-klusive eventuell forlengelse over terreng (ekstra rør påsatt for å gjøre brønnene mer synlige, f.eks. ved snø). Måleresultatene framgår av tegning -11 til -14, og i Tabell 1.

Grunnvannsprøver fra brønnene ble tatt 8. januar 2002, ca. kl. 11. Prøvetakingen ble utført ved hjelp av 12 volts dykkpumper. For å unngå krysskontaminering ble det benyttet egen pumpe for hver brønn. Ved prøvetakingen ble det gjort målinger av grunnvannsnivå, samt temperatur og pH i lensevannet fra brønnene.

I Tabell 1 (side 10) oppsummeres de registreringer som ble gjort ved grunnvanns-prøvetakingen.

Tabell 1 Registreringer ved grunnvannsprøvetaking 8. januar 2002

Brønn	Nivå topp brønn (kote)	Målt avstand	Nivå grunnvann (kote)	Temperatur	pH	Beskrivelse
BR 1 (prøvegrop 1)	+ 3,94	4,20	- 0,26	8,7 °C	7,2	Første 5 liter okerfarget, ikke gjennomiktig vann (jernoksidutfelling). Ved videre lensing ble vannet klarere (gjennomiktig), med en svak gul farge. Litt metallisk lukt. Vanntilsiget var best i denne brønnen.
BR 2 (prøvegrop 2)	+ 3,92	4,08	- 0,16	7,1 °C	6,8	Tilnærmet klart vann, men med en svakt gul farge. Ingen synlige partikler.
BR 3 (prøvegrop 4)	+ 3,85	3,93	- 0,08	6,6 °C	7,4	Første 1 liter gråsvart av finpartikler. Videre ble vannet klarere, men fortsatt med et visst partikkelinnhold. Vannet var også blakket, og hadde litt mineral / leireaktig lukt

Grunnvannsnivåene i de tre brønnene, samt observasjoner av tilsig ved lensepumping, ga klare indikasjoner på at massene i fyllingen er åpne, og at kommunikasjonen med sjøen utenfor er god.

#### 4.3 Laboratorieundersøkelser

Tre jordprøver ble valgt ut for kjemiske analyser med hensyn på tungmetaller, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og polyklorerte bifenylar (PCB). Dette var to prøver fra sjakt 4, som tilsynelatende var mest forurenset, samt én prøve fra sjakt 1. Vannprøvene fra samtlige tre brønner ble analysert med hensyn på tungmetaller og PAH.

Analysene ble utført av Miljø-Kjemi AS, som er akkreditert for slike analyser. Fullstendig analysereport med beskrivelse av metoder osv. er gitt i vedlegg A.

#### 4.4 Resultater

##### 4.4.1 Jord

I Tabell 2 (side 11) er resultatene for jordanalysene stilt opp. Resultatene er her sammenholdt med normverdier for forurenset jord ved "følsom arealbruk" (skoler, barnehager, boliger o.l.), hentet fra SFT-veiledning 99:01A, "Risikovurdering av forurenset grunn". Dette er det eneste settet av grenseverdier for jordforurensning som er definert av forurensningsmyndighetene. For å sette resultatene i perspektiv er det for 6 av tungmetallene også tatt med registrerte bakgrunnsverdier for denne regionen (Sognefjorden-Romsdal). Bakgrunnsverdiene er hentet fra "Geokjemisk atlas for Norge, del 1: Kjemisk sammensetning av flomsedimenter" (NGU/NVE

2000). Registrerte bakgrunnsverdier på landsbasis er også tatt med (hentet fra SFT-veiledning 99:01A).

Tabell 2 Analyseresultater for jordprøver fra "Bossplassen"

	Analyseresultater (mg/kg)			SFT - norm <sup>1</sup> (mg/kg)	Regional bakgrunn <sup>2</sup> (mg/kg)	Nasjonal bakgrunn <sup>3</sup> (mg/kg)
	PG1, 1-2 m	PG4, 0-1 m	PG4, 4-5 m			
Arsen	3,8	3,6	9,4	2	0,1 – 23	0,7 – 8,8
Kadmium	0,65	1,9	1,9	3		0,1 – 1,7
Krom (totalt)	27	68	30	25	3,5 – 101	3 – 30
Kobber	170	100	980	100	5,8 – 59	6 – 27
Kvikksølv	0,19	0,41	0,48	1		0,05 – 0,20
Nikkel	31	35	41	50	2,6 – 1100	3 - 19
Bly	570	1100	240	60	5,0 – 102	8,5 – 107
Sink	520	830	1100	100	18 - 97	25 – 104
Naftalen	0,16	0,42	3,2	0,8		
Fluoren	0,20	0,20	2,2	0,6		
Fluoranten	3,0	4,0	44	0,1		
Pyren	2,4	3,5	35	0,1		
Benso(a)pyren	1,6	2,6	24	0,1		
PAH, sum 16 EPA	19	28	250	2		0,005 – 0,8
PCB, sum 7 dutch	0,045	0,047	0,049	0,01		0,003 – 0,03

- 1) Normverdier for forurenset grunn, mest følsom arealbruk. Hentet fra SFT-veiledning 99:01A, "Risikovurdering av forurenset grunn". (SFT 1999).
- 2) Variasjonsområde for regionale bakgrunnsverdier, registrert i flomsedimenter. Hentet fra "Geokjemisk atlas for Norge, del 1: Kjemisk sammensetning av flomsedimenter". (NGU/NVE 2000). Verdier for området fra Sognefjorden til Romsdal.
- 3) Variasjonsområde for rapporterte bakgrunnsnivåer. Hentet fra SFT-veiledning 99:01A, "Risikovurdering av forurenset grunn". (SFT 1999).

Som tabellen viser inneholder de analyserte prøvene fra fyllingen markert forhøyede nivåer av tungmetallene kobber, bly og sink, samt av PAH-forbindelser. Dette må tolkes som klare indikasjoner på forurensning. Massene er også noe forurenset med hensyn på PCB-forbindelser, mens de svakt forhøyede arsen- og kromnivåene sannsynligvis ligger innenfor naturlig variasjonsområde.

Det er ikke uventet at de analyserte prøvene viste seg å være forurenset, siden prøvene var utvalgt nettopp på grunnlag av antatt høyt forurensningsinnhold (jfr. massebeskrivelser i tegning -11 og -14). Den visuelle kartleggingen som ble gjort i de fire sjaktene viser tydelig at analyseverdiene ikke er representative for all masse i fyllingen. Fyllingens inhomogene karakter gjør det umulig å utføre analyser som dekker fyllingen i sin helhet. Det må antas at det også finnes masser i fyllingen som er mer forurenset enn de analyserte prøvene, og tilsvarende også masser med lavere forurensningsinnhold.

#### 4.4.2 Grunnvann

I Tabell 3 er resultater fra analyser av grunnvannsprøver gitt. Resultatene er sammenholdt med grenseverdier hentet fra "Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m." (Drikkevannsforskriften), utgitt av Sosial- og helsedepartementet i 1995. Videre er det satt opp grenseverdier for tilstandsklasse I ("Ubetydelig-Lite forurenset") og tilstandsklasse V ("Meget sterkt forurenset") etter SFT-veiledning 97:03, "Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann". For ytterligere å sette analyseresultatene i perspektiv, er også grenseverdien for tiltak på bakgrunn av det nederlandske klassifiseringssystemet (STI) satt opp.

Tabell 3 Analyseresultater for grunnvannsprøver fra "Bossplassen"

	Analyseresultater (µg/liter)			Drikkevannsforskriften <sup>1)</sup> (µg/liter)	SFT-veil. 97:03 <sup>2)</sup> Tilst.klasse I (µg/liter)	SFT-veil. 97:03 <sup>2)</sup> Tilst.klasse V (µg/liter)	Hollandsk tiltaksgrense for grunnvann <sup>3)</sup> (µg/liter)
	Brønn 1 (Prøvegrop 1)	Brønn 2 (Prøvegrop 2)	Brønn 3 (Prøvegrop 4)				
Arsen	8,0	2,6	< 2,0	10	< 2	> 20	60
Kadmium	< 0,3	1,3	< 0,3	5	< 0,03	> 0,5	6
Kobber				300	< 0,3	> 3	75
Krom	< 2,0	< 2,0	< 2,0	50	< 0,2	> 3	30
Kvikksølv	< 5,0	<b>11,9</b>	< 5,0	0,5	< 0,001	> 0,03	0,3
Nikkel	< 1	47	8,9	50	< 0,5	> 10	75
Bly	5	< 5	< 5	20	< 0,05	> 1	75
Sink	150	1300	68	300	< 1,5	> 20	800
Naftalen	0,071	0,037	0,12				70
Fenantren	0,090	0,014	< 0,01				5
Antrasen	0,040	< 0,01	0,011				5
Fluoranten	0,12	0,015	< 0,01				1
Benso(a)antrasen	0,011	< 0,01	< 0,01				0,5
Krysen	< 0,01	< 0,01	< 0,01				0,2
Benso(a)pyren	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01			0,05
Benso(k)fluoranten	< 0,01	< 0,01	< 0,01				0,05
Benso(ghi)perylene	< 0,01	< 0,01	< 0,01				0,05
Indeno(123cd)pyren	< 0,01	< 0,01	< 0,01				0,05
Sum 6 Borneff	0,12	0,015	Ikke påvist	0,2			
Sum 16 EPA	0,64	0,092	0,18				

1) "Største tillatte konsentrasjon" i drikkevann. Grenseverdiene er hentet fra tabell 3 og 4 i "Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m." (Drikkevannsforskriften) utgitt av Sosial- og helsedepartementet i 1995.

2) Grenseverdier for Tilstandsklasse I (Ubetydelig-lite forurenset) og tilstandsklasse V (Meget sterkt forurenset), hentet fra tabell 7 i SFT-veiledning 97:03, "Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann", utgitt av Statens forurensningstilsyn i 1997.

3) Nederlandske tiltaksgrenser for grunnvann ("Interventiewaarde").

Resultatene indikerer at grunnvannet ved prøvetakingstidspunktet var noe forurenset i samtlige tre brønner, men i varierende grad.

For tungmetaller er den høyeste forurensningsgraden registrert i brønn 2, med hensyn på kvikksølv og sink, samt i noe mindre grad nikkel. Også grunnvannet i de andre to brønnene inneholder forhøyede nivåer av sink. Det er her verdt å merke seg at sinkkonsentrasjonen i brønn 3 (prøvegrop 4) ikke var høyere enn 68 µg/liter, mens konsentrasjonen i jordprøven fra grunnvannsnivå (4-5 meter) i prøvegrop 4 var hele 1100 mg/kg. Det er ikke utført analyser av jordprøver fra prøvegrop 2 (brønn 2), der det høyeste nivået av sink ble registrert i grunnvannet. Høyt nivå av sink i grunnvannet kan også stamme fra nedgravde sinkholdige gjenstander, og trenger derfor ikke å indikere forurensede masser.

Det høye kvikksølvnivået i vannprøven indikerer at fyllingen er en aktiv kilde og tilfører kvikksølv løst i grunnvannet til resipienten (Ellingsøyfjorden).

Nivåene av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) er også noe forhøyet. De høyeste nivåene av slike forbindelser er registrert i brønn 1, med 0,64 µg/liter (Σ16EPA). I brønn 3 (prøvegrop 4) er det registrert 0,18 µg/liter. Sett i forhold til det høye PAH-nivået i jordprøven fra prøvegrop 4 (250 mg/kg) er PAH-nivået i grunnvannet lavt, noe som kan indikere at hoveddelen PAH-forurensningen i fyllingen er relativt lite mobil. Et karakteristisk trekk som kan observeres fra Tabell 2 og Tabell 3, er at jordprøvene er anrikt på de lite mobile, komplekse PAH-forbindelsene (herunder benzo(a)pyren), mens vannprøvene er anrikt på de lettere forbindelsene (bl.a. naftalen, fenantren og fluoranten).

Det må her presiseres at ingen av verdiene som er benyttet som sammenligningsgrunnlag i Tabell 3 er spesielt velegnet for å vurdere den reelle risikoen forbundet med de registrerte forurensningsnivåene. Både Drikkevannsforskriften og den hollandske tiltaksgrensen er basert på helserisiko ved bruk som drikkevann, mens klassifiseringen i SFT-veiledning 97:03 gjelder for åpne vannmasser, der fortynningsforholdene er helt ulikt det man har i grunnvann.

#### 4.5 Risikovurdering etter SFT-veiledning 99:01A

Det er utført en stedsspesifikk risikoanalyse, med utgangspunkt i de kjemiske analysene som er utført på jordprøver fra "bossplassen". De forutsetninger som er lagt inn i analysen, framgår av de tre første arkene i vedlegg B. Det er blant annet forutsatt at arealene ikke er aktuell for "følsom" bruk, dvs. boliger, barnehager eller liknende. Det er antatt at direkte menneskelig eksponering på området utelukkende kan forekomme i yrkessammenheng, både med dagens situasjon og etter at området eventuelt er utviklet til havneformål. Sammenliknet med mer følsom bruk vil dette bety en redusert daglig eksponeringstid (her antatt 10 timer, 220 dager pr. år). En aktuell eksponeringsvei vil være ved spredning til det marine miljøet, og derfra via inntak av fisk og skalldyr fra området.

Det er utført en beregning av stedsspesifikke, helsemessige akseptkriterier for forurensningsnivået i fyllingen. Resultatene er presentert i vedlegg B (side 5). Som det framgår her, er de beregnede helsemessige akseptkriteriene betydelig høyere enn de nivåer som er påvist for de fleste forbindelser. Unntaket er PAH-forbindelsen benzo(a)pyren, samt tungmetallene krom og arsen. Nivåene av de to sistnevnte er antatt å ligge innenfor naturlig variasjonsområde, og det vil derfor uansett ikke være aktuelt med noen form for tiltak for å håndtere dette. Nivået av benzo(a)pyren er derimot langt høyere enn naturlig, og på basis av disse beregningene utgjør dette en reell risiko for menneskelig helse, også ved dagens situasjon. Også nivået av sum 16 PAH overskrider det definerte akseptkriteriet. Dette beror på at grenseverdien for sum 16 PAH er direkte knyttet til grensen for benzo(a)pyren, fordi det ikke finnes egne miljøtoksikologiske data for summen av PAH-forbindelser. Av vedlegg B framgår det at de påviste ni-

våene av PAH-forbindelsene naftalen, fluoren, fluoranten og pyren (som også inngår i sum 16) er uproblematisk i forholdet til menneskelig helse.

Hvilke eksponeringsveier som er viktigst i forhold til den helsemessige risikoen, framgår av side 4 i vedlegg B. For benzo(a)pyren er det hudkontakt som er den eksponeringsveien som bidrar mest. I tillegg er også bidraget knyttet til spising av lokal fisk vesentlig. For sistnevnte må det presiseres at det er benyttet et "worst case" scenario, ved at det er tatt utgangspunkt i en person som utelukkende spiser fisk fra dette området.

Videre er fortynningsfaktoren i overgangen mellom grunnvann og fritt sjøvann et springende punkt i beregningen. Denne faktoren innvirker på risikoen knyttet til spising av fisk. Det er her antatt at tidevannet går fritt inn og ut av fyllingen, dvs. at man har en betydelig grunnvannstransport. På bakgrunn av enkle, arealmessige betraktninger av sjøområdene omkring Flatholmen er så fortynningsfaktoren anslått til 1:2000. Størrelsen av denne faktoren er svært vanskelig å fastslå. Det kan nevnes at dersom den reelle fortynningen er en tierpotens mindre, dvs. 1:200, vil også akseptkriteriene for bly og PCB være noe lavere enn de påviste verdiene.

Uansett må man, på bakgrunn av beregningene som er presentert i vedlegg B, konkludere med at det foreligger en reell helserisiko knyttet til massene i den nedlagte kommunale fyllplassen, også med dagens situasjon. Dette er en konsekvens av tre forhold:

1. Mangelfull overdekning. Fyllmassene ligger stedvis helt opp mot overflaten.
2. Mangelfull kontroll med utlekking til sjøen (løst i grunnvannet).
3. Manglende sikring av deponiet mot utvasking til sjø.

I tillegg til de mulige negative helseeffektene for mennesker, må man også ta hensyn til sannsynlige negative miljøpåvirkninger i resipienten. Dette er trolig av større betydning enn tilsvarende vurderinger gjort med hensyn til mennesker. Graden av påvirkning i sedimentene, fra fyllplassen og øvrige kilder i området, omtales i kapittel 5.

## 5. UNDERSØKELSER I SJØMRÅDER / SEDIMENTER

Arbeidene er utført i henhold til forutsetninger gitt i "Forskrift om regulering av mudring og dumping i sjø og vassdrag", FOR 1997-12-04 nr 1442 og i "Retningslinjer vedrørende mudring og dumping i marine områder", veiledning for søker (utkast 1999). Prosedyrer for feltarbeider følger beskrivelser gitt i NS9420 og 9422, samt våre interne retningslinjer.

### 5.1 Feltarbeider

Første del av feltarbeidet ble gjort 07.12.99 i forbindelse oppstart av fyllingsarbeider innerst i bukta mellom Flatholmen og land. Dette omfattet prøvetaking i 3 stasjoner. Senere er programmet utvidet med prøvetaking i ytterligere 11 stasjoner. Dette ble gjort 23.11.01. Vær- og vindforhold var i begge omgangene ikke til hinder for en kvalitetsmessig forsvarlig utførelse av arbeidet.

All prøvetaking er gjort ved bruk av en overflateoperert grabb av VanVeen type. Grabben dekker ei flate på ca 1000 cm<sup>2</sup>. Ålesund havnevesen stilte sin båt MB Skansen med båtfører Olav Sulebak til disposisjon for arbeidene. For navigering og posisjonsbestemmelse er benyttet en 10 kanals GPS mottaker med DGPS korreksjon. Denne er koblet opp mot et eget navigasjonsprogram – Hypack Survey – som da viser plassering av båten i sanntid på digitalt sjøkart. Systemet gir normalt posisjonsbestemmelser med nøyaktighet bedre enn  $\pm 2,5$  m.

Totalt i de to undersøkelsene er det tatt prøver i 14 stasjoner. Plassering av disse er gjort delvis i forhold til planlagte fyllingsarbeider (P1, P2 og P3), eller for å imøtekomme kravet til ønsket målsetning som gitt i forutsetninger for konsekvensutredningen (avdekke grensen til forurensningsnivå tilsvarende tilstandsklasse II). De fleste stasjonene er plassert i forsenkninger og antatte akkumulasjonsområder. Videre er stasjon GPT 8 plassert som et referansepunkt sentralt i fjorden. Stasjon GPT 7 er på samme måte plassert øst mot deponiet i Gangstøvika for å kunne påvise eventuelle påvirkninger av utslipp fra denne. Tre stasjoner (GTP 9, GTP 10 og GTP 11) er plassert på vestsiden av Flatholmen foran den gamle bossplassen.

Samtlige av prøvestasjonene er plassert utenfor slaggrunnslinjen, i dybder varierende fra 7 til 56 meter.

Plassering av alle prøvestasjoner er vist på situasjonsplan på tegning nr -2.

### 5.2 Laboratorieanalyser

Kjemiske analyser på innsamlede sedimentprøver er gjort ved Miljø-Kjemi AS. Laboratoriet er akkreditert for utførelse av denne type analyser. Fullstendige analyserapporter med beskrivelse av metoder og prosedyrer er gitt i vedlegg A.

Materiale fra samtlige prøvestasjoner er analysert mht innhold av tungmetaller (bly, kobber, kadmium, krom, nikkel, sink og kvikksølv), organiske miljøgifter, PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) og PCB (polyklorerte bifenyler). For et utvalg av stasjonene er også utført analyser av TBT (tinnorganiske forbindelser – tributyltin).

Alle analyser er utført på materiale fra de øvre 0-2 cm av sedimentene.

## 6. RESULTATER

### 6.1.1 Sedimentbeskrivelser

I Tabell 4 er det gitt en kort beskrivelse av materialet fra hver enkel prøvestasjon.

Tabell 4 Sedimentprøver – visuelle beskrivelser

Stasjon	Vanddyp	Beskrivelse
P1	7 m	Mest skjellsand, noe finstoff og mørkere, antatt organisk materiale.
P2	7 m	Mest skjellsand, noe finstoff og mørkere, antatt organisk materiale.
P3	6 m	Relativt grov og ensartet skjellsand.
GPT 1	21 m	Skjellsand, lys brun i toppen, gråere nedover. Litt grus, enkelte skjellrester. Ingen lukt.
GPT 2	20 m	Skjellsand, lys brun/grå, fin. Noe stein og grov grus. Ingen lukt.
GPT 3	16 m	Skjellsand, lys brun/grå, fin. Svart/mørk grus litt dypere. Ingen lukt.
GPT 4	29 m	Fin sand, grønngrå. Trolig skjellsand. Fin sand – silt. Deler med grovere skjellsand.
GPT 5	25 m	Skjellsand, grov, gul til lysbrun. Mer utpreget grå mot dybden. En del grove gruspartikler. Enkelte stein. Ujevn bunn.
GPT 6	36 m	Lys grå, litt grønnlig, siltig, fin sand. Mindre andel skjellsand enn tidligere stasjoner. Litt mer svart nedover i sedimentene og litt lukt.
GPT 7	36 m	Bløt fin sand – silt. Grålig til olivengrønn. Homogen. Litt lukt.
GPT 8	56 m	Lys, fin silt – fin sand. Grå til grågrønn. Skjellrester.
GPT 9	13 m	Mye søppel, oljeaktig, fettperler i vannfasen. Planterester / fiber og biter av tøy. Noe siltig sand. Sterk lukt av H <sub>2</sub> S.
GPT 10	16 m	Homogen sand. Synes å være relativt rein og lik sand fra et landmiljø. Kan være utvasket fra nærliggende fyllinger på eiendommen til Sunntrans. Ingen lukt.
GPT 11	28 m	Lys grå sand. Biter av plast. Ingen lukt

Videre er kornfordelingskurver for materiale fra stasjonene GPT1 tom GPT10 vist på tegningene nr. 60 til 64.

Generelt er sedimentene fra stasjonene øst og sør for Flatholmen relativt grove, og særlig tatt i betraktning av at disse er tatt fra forsenkninger og overfordypninger i sjøbunnen. Andelen av skjellsand er også høy. Det antas derfor at det er begrenset med sedimenter i de grunnere deler av området, på rygger og grunner som utgjør en stor del av det totale arealet for den planlagte havneutbyggingen. For stasjon GPT5 var det vanskelig å få opp en tilfredsstillende prøve, og i flere hiv var enten grabben tom eller prøven besto utelukkende av stein.

I stasjonene mot vest og foran bossplassen var sedimentene delvis preget av avfall spredt fra denne (GPT9 og GPT11), mens det i GPT10 ble opphentet en lys brun homogen sand som syntes å være mer representativ for et landmiljø. Dette kan indikere at dette er sedimenter som nylig er avsatt og da er utvasket fra de nyanlagte fyllingene i strandkanten vest for Flatholmen (ved eiendommen som benyttes av Sunntrans).

### 6.1.2 Kjemiske analyser

Tabell viser resultatene av de kjemiske analysene. Fullstendig analyserapport er gitt i vedlegg A.

I tabellen er de enkelte analyseparametrene klassifisert i tilstandsklasser i henhold til SFT-veiledning 97:03 "Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann". Verdier som overstiger tilstandsklasse II er uthevet.

Tabell 5 Analyseresultater, sedimentprøver

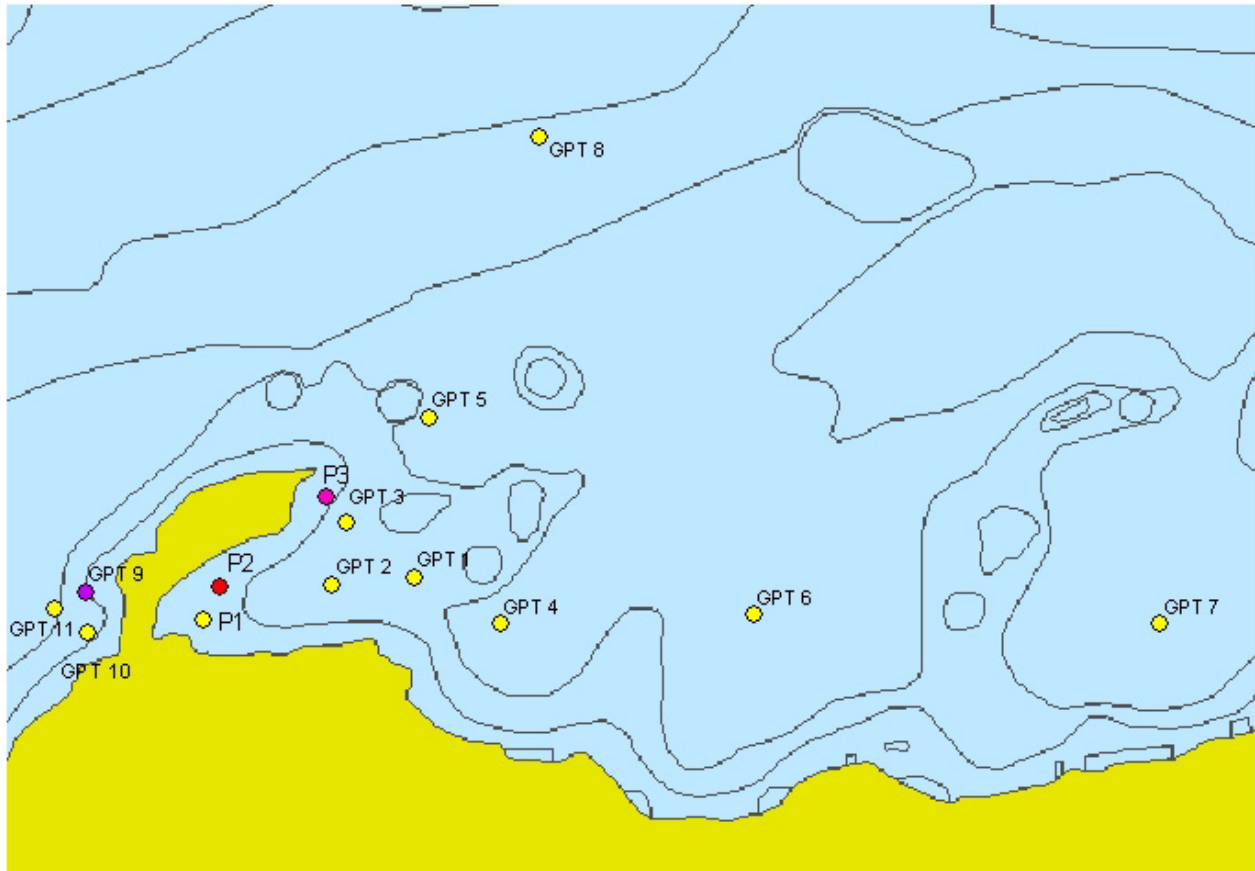
Analyseparameter		Analyseresultater							
		GPT 1	GPT2	GPT 3	GPT 4	GPT 5	GPT 6	GPT 7	
Tungmetall	Bly (mg Pb/kg)	33 II	38 II	58 II	30 II	25 II	22 II	38 II	
	Kobber (mg Cu/kg)	24 I	39 II	26 I	9 I	5,9 I	9,3 I	24 I	
	Kadmium (mg Cd/kg)	< I	0,34 II	< I	< I	< I	< I	0,23 I	
	Krom (mg Cr/kg)	13 I	19 I	14 I	17 I	13 I	18 I	24 I	
	Nikkel (mg Ni/kg)	12 I	38 II	33 II	16 I	8,4 I	14 I	18 I	
	Sink (mg Zn/kg)	46 I	94 I	80 I	47 I	43 I	45 I	82 I	
	Arsen (mg As/kg)								
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	0,13 I	0,17 II	0,12 I	0,13 I	0,094 I	0,18 II	0,32 II	
Organiske miljøgifter	PCB ( $\mu\text{g}(\sum\text{PCB}_7)/\text{kg}$ )	7	7	9	1	3	6	4	
	PCB ( $\mu\text{g}(\sum\text{PCB}_{\text{tot}})/\text{kg}$ ) <sup>1)</sup>	24,5 II+	24,5 II+	31,5 III	3,5 I	10,5 II	21 II	14 II	
	PAH ( $\mu\text{g}(\sum 16\text{EPA})/\text{kg}$ )	3000 III	3000 III	2400 III	1800 II	2300 III	1900 II	1900 II	
	Benzo(a)pyrene ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	250 IV	280 IV	190 III	170 III	210 IV	160 III	170 III	
	Tributyltinn ( $\mu\text{g TBT}/\text{kg}$ )	35 IV	69 IV	580 V	31 IV				
	Glødetap (% av tørrstoff)	4,75	5,32	4,33	3,87	4,08	4,07	8,25	
	Tørrstoffinnhold (%)	56,2	55,5	54,5	62,4	59,4	60,8	46,2	

Analyseparameter		Analyseresultat							
		GPT 8	GPT9	GPT 10	GPT 11	P1	P2	P3	
Tungmetall	Bly (mg Pb/kg)	35 II	90 II	44 II	85 II	36 II	130 III	310 III	
	Kobber (mg Cu/kg)	43 II	120 II	48 II	79 II	26 I	150 II	420 III	
	Kadmium (mg Cd/kg)	0,21 I	0,81 II	0,22 I	0,37 II	0,1 I	0,2 I	<0,1 I	
	Krom (mg Cr/kg)	22 I	26 I	26 I	32 I	12 I	15 I	80 II	
	Nikkel (mg Ni/kg)	17 I	24 I	20 I	25 I	21 I	43 II	450 III	
	Sink (mg Zn/kg)	65 I	390 II	180 II	220 II	80 I	140 I	2300 III	
	Arsen (mg As/kg)					<5 I	<5 I	17 I	
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	0,28 II	1,0 III	0,17 I	0,42 II	0,2 II	0,6 III	<0,1 I	
Organiske miljøgifter	PCB ( $\mu\text{g}(\sum\text{PCB}_7)/\text{kg}$ )	4	150	61	83	28	60	i.p.	
	PCB ( $\mu\text{g}(\sum\text{PCB}_{\text{tot}})/\text{kg}$ ) <sup>1)</sup>	14 II	525 V	214 IV	290 IV	98 III	210 IV	i.p. I	
	PAH ( $\mu\text{g}(\sum 16\text{EPA})/\text{kg}$ )	1800 II	37000 V	6000 IV	26000 V	2300 III	4100 III	180000 V	
	Benzo(a)pyrene ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	180 III	3300 V	530 V	2100 V	200 IV	400 IV	1000 V	
	Tributyltinn ( $\mu\text{g TBT}/\text{kg}$ )	16				10 III	60 IV	30 IV	
	Glødetap (% av tørrstoff)	6,23	4,82	4,96	7,81				
	Tørrstoffinnhold (%)	52,9	53,6	64,2	52,4	51,8	53,1	80,2	

1)  $\sum\text{PCB}_7$  er multiplisert med en korreksjonsfaktor på 3,5 for å estimere  $\sum\text{PCB}_{\text{tot}}$ . Denne faktoren er brukt siden PCB profilene ikke viser en entydig PCB-blanding i sedimentene, og i henhold til anbefaling fra SFT

Basert på innhold av forurensning er stasjonene klassifisert i henhold til grad av forurensning av tungmetaller og av organiske miljøgifter. Denne klassifiseringen er vist i etterfølgende figurer, Figur 2 og Figur 3. Fargekodene er forklart nærmere under hver figur. Figur 2 viser klassifisering basert på tungmetallforurensning, mens Figur 3 tar for seg forurensning fra organiske forbindelser. TBT er ikke tatt med i noen av disse framstillingene.

Figur 2. Oversikt over forurensningstilstand med hensyn på tungmetaller



**Klassifisering:**

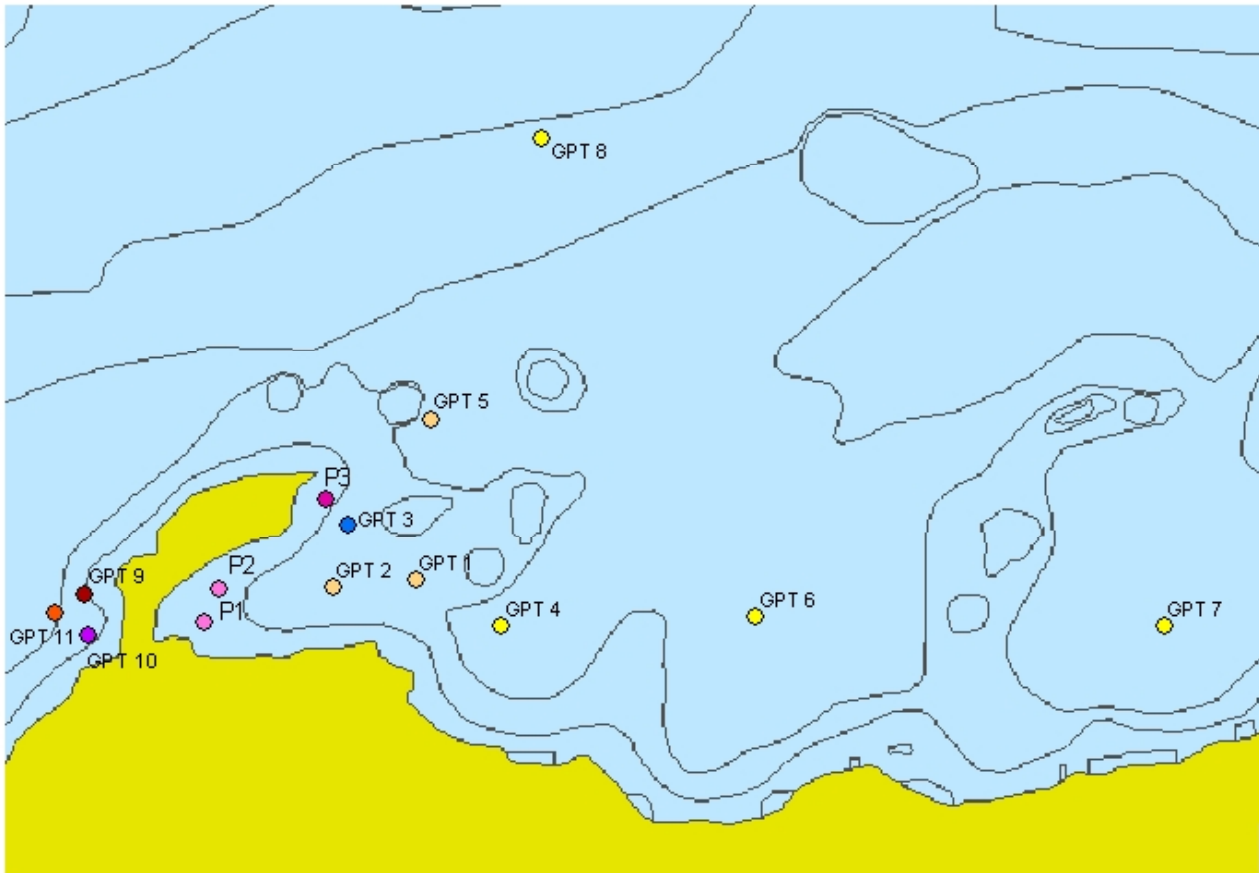
Gul: Ingen tungmetaller er i tilstandsklasse III eller høyere (gjelder punktene P1, GPT 1 til og med GPT 8, GPT 10 og GPT 11).

Rosa: Noen tungmetaller er i tilstandsklasse III (gjelder bly, kobber, nikkel og sink) kvikksølv i tilstandsklasse II (gjelder P3).

Lilla: Kvikksølv i klasse III, andre tungmetaller i klasse II (gjelder GPT 9).

Rød: Kvikksølv og bly i tilstandsklasse III, de andre i tilstandsklasse II (gjelder P2).

Figur 3. Oversikt over forurensningstilstand med hensyn på organiske forbindelser.



**Klassifisering:**

**Gul:** Kun benzo(a)pyrene i tilstandsklasse III, PAH og PCB i lavere tilstandsklasser (gjelder GPT 4, GPT 6, GPT 7 og GPT 8).

**Oransje:** PAH i klasse III, B(a)P i klasse IV, PCB i klasse II (gjelder GPT 1, GPT 2 og GPT 5).

**Blå:** PCB, B(a)P og PAH er alle i tilstandsklasse III (gjelder GPT 3).

**Rosa:** PAH i klasse III, B(a)P i klasse IV, PCB i klasse III (gjelder P1).

**Mørk rosa:** B(a)P og PAH i klasse V, PCB ikke påvist (gjelder P3), eller PCB i klasse IV og PAH i klasse III, B(a)P i klasse IV (gjelder P2).

**Lilla:** B(a)P i klasse V, PAH og PCB i klasse IV (gjelder GPT 10).

**Rød:** B(a)P og PAH i klasse V, PCB i klasse IV (gjelder GPT 11).

**Mørk rød:** B(a)P, PCB og PAH i klasse V (gjelder GPT 9).

Resultatene viser en til dels omfattende og generell forurensning av sedimentene i det undersøkte området. Mest markert er forurensningen i stasjonene lokalisert nærmest bossplassen samt ved den nordøstlige enden av Flatholmen. De viser også at sedimentene er mest forurenset i de tre stasjonene plassert på vestsiden av Flatholmen i front av bossplassen.

Høyeste grad av forurensningen på østsiden av Flatholmen – innenfor området hvor kaianlegget er planlagt – gjelder innhold av PAH og i særlig grad forbindelsen benzo(a)pyrene - B(a)P. Konsentrasjonen er høyest nærmest landområdene av Flatholmen og blir gradvis mindre i økende avstand bort fra holmen. Innholdet av B(a)P klassifiseres til tilstandsklasse III ("Markert forurenset") eller høyere i alle prøvepunkt, også i referansepunktet. For stasjonene vest for Flatholmen klassifiseres disse til tilstandsklasse V for GPT9 og GPT11 og tilstandsklasse IV for GTP 10. Innholdet av B(a)P gir klassifisering i tilstandsklasse V for samtlige tre stasjoner på vestsiden av Flatholmen.

Innholdet av PCB<sub>tot</sub> (sum PCB<sub>tot</sub>) fra stasjoner på østsiden av Flatholmen tilsvarende tilstandsklasse III i stasjonene P1 og GPT 3, og tilstandsklasse IV i stasjon P2. For stasjonene på vestsiden gir innholdet av PCB<sub>tot</sub> en klassifisering i tilstandsklassen IV for stasjonene GPT10 og GPT11, og tilstandsklasse V for stasjon GPT9.

Tungmetaller er påvist i konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse III eller høyere i stasjonene P2 (bly og kvikksølv), P3 (bly, kobber, nikkel og sink) og GPT 9 (kvikksølv).

Innholdet av TBT er påvist tilsvarende tilstandsklasse IV eller V i de stasjonene hvor denne parameteren er analysert.

## 6.2 Polyklorete bifenyler (PCB) - tilleggsvurdering

Det er gjort forsøk på å identifisere kilden til det påviste PCB i de analyserte prøvene. Dette gjøres ved å lage profiler for hver prøve hvor innholdet av de analyserte 7 kongenene framstilles grafisk. Disse profilene sammenlignes så med profilen for kommersielle PCB produkter. Dette kan igjen gjøre det mulig å sannsynliggjøre hvor stoffet er produsert eller hva det er blitt brukt til, og altså hva som er kilden til forurensningen. Dersom man kan identifisere hvilke PCB-blanding man har, kan også det totale PCB-innholdet anslås ut fra analyseresultatet for PCB<sub>7</sub>. (Grenseverdiene som er angitt i SFT-veiledning 97:03 gjelder for totalinnholdet av PCB, ikke sumPCB<sub>7</sub> som blir analysert i laboratoriet).

For sedimentene har vi sett på PCB-profiler av prøver fra de punktene hvor det er påvist PCB-innhold over tilstandsklasse II (moderat forurenset). Dette utgjør seks prøvepunkt (GTP 3, GTP 9, GTP 10, GTP 11, P1 og P2). I de tilfellene hvor deteksjongrensen for et av de analyserte kongenene av ulike årsaker er forhøyet, er det benyttet en estimert verdi lik  $\mu/2$ , hvor  $\mu$  er lik forhøyet deteksjongrense. Dette er gjort for å minske usikkerheten ved høye deteksjongrenser.

Også profilene til påvist PCB i jordprøver fra bossplassen er undersøkt.

Profilene til de analyserte prøvene, og sammenligninger med ulike tekniske PCB-blandinger, er gjengitt i vedlegg C. Standardprofilene er hentet fra SFT-veiledning 97:33, "Tolkning av PCB-profiler".

I tilfeller med flere verdier under deteksjongrensen og ved lave konsentrasjoner, kan det være vanskelig å gi en entydig profil og dermed en konklusjon uten for store feilkilder. PCB-innholdet i GTP 3 er sannsynligvis for lavt til å gi en entydig profil, og denne prøven blir derfor ikke vurdert videre.

Kurvene viser at det er flere ulike typer PCB i sedimentene, men det indikeres at prøvene hovedsakelig kan inneholde Aroclor 1260 og Clophen A60. Disse kan opptre i nærmest rene blandinger eller i kombinasjon med hverandre eller andre typer tekniske blandinger. Det er muligheter for kombinasjoner med typene KC 500 og eventuelt DP 6 (P2). Generelt er innholdet av kongener med lav kloringsgrad (PCB 28 og PCB 52) veldig lavt. Dette skyldes at disse kongenene er mer vannløselige enn de høyklorerte. Det er en høy andel av kongenene PCB 138 og PCB 153 i sedimentene.

Det kan med andre ord ikke entydig påvises en enkelt type PCB i sedimentene, men derimot at prøvene sannsynligvis er forurenset av en blanding av flere kommersielle PCB oljer. Dette kan skyldes at flere kilder er opphavet til forurensningen, eller at kilden i seg selv er blandet i sammensetning. I så måte vil dette stemme godt overens med at den kommunale avfallstippen er kilde.

## 7. VURDERINGER / DISKUSJON

Undersøkelsene har påvist forurensning utover tilstandsklasse II i hele det kartlagte området. Dette gjelder også for den stasjonen som var antatt å være en ikke påvirket referansestasjon. Graden av forurensning øker nærmere Flatholmen og er høyest på vestsiden utenfor den gamle bossplassen. Videre vises også et særlig forhøyet forurensningsnivå i prøvene som ligger nært inntil nordøstspissen av Flatholmen, dvs. inntil området hvor det er mistanke om å være deponert produksjons- og rivingsavfall fra smelteverket.

Den mest generelle forurensningen utgjøres av PAH forbindelser og da særlig B(a)P. Dette er en av de mer komplekse forbindelsene, den er tungt nedbrytbar og lite vannløselig. PAH forbindelsene kan bl.a. ha opphav i prosesser med ufullstendig forbrenning, fra industrirøyk og sot, kreosot og tjæreforbindelser og oljeforbindelser (særlig mye i spillolje). Flere av kildene som er vist til på Flatholmen og området rundt kan dermed ha bidratt til denne forurensningen.

For PCB er det påvist innhold tilsvarende tilstandsklasse V i en prøve, tilsvarende tilstandsklasse IV i 3 prøver, mens 2 prøver har innhold i tilstandsklasse III. Høyeste konsentrasjoner gjelder prøver tatt i stasjonene vest for Bossplassen, samt i stasjonene som ligger inntil denne på østsiden av veg / molo. Profiler utført på de analyserte PCB kongenene gir ingen direkte korrelasjon mellom disse og kommersielle PCB oljer. Det kan derfor heller ikke peke til en eller flere spesifikke kilder for forurensningen, men det kan antyde i stedet at forurensningen stammer fra kilder med blandet sammensetning av PCB oljer.

Når det gjelder tungmetaller er det generelle forurensningsnivået lavere enn for de organiske miljøgiftene. Innhold over tilstandsklasse II er påvist bare i stasjonene P2 og P3. Disse ligger nært land på østsiden av Flatholmen og i nærområdet til den antatte fyllingen til smelteverket.

Høye verdier av TBT er funnet i de prøver som er analysert for dette. Kilden til TBT er trolig generell skipstrafikk i området, men særlig kanskje også opplag og overflatebehandling (sandblåsing og maling) som tidvis skjer av båter ved kaia på Flatholmen. Høyst sannsynlig vil likevel opphavet til denne forurensningen ikke kunne tilskrives lokale kilder.

Prøvene tatt i sjøområdet øst for Flatholmen er lokalisert til forsengkninger og fordypninger i sjøbunnen, dvs områder som er antatt å være akkumulasjonsområder for finstoff og slam. Disse områdene vil også akkumulere de høyeste forurensningene. Det er derfor sannsynlig at de høyereliggende og grunnere områder er mindre forurenset, og verdiene som er presentert i denne undersøkelsen bør derfor ikke oppfattes som generelle for hele arealet.

Undersøkelsen som er utført på jord- og vannprøver fra bossplassen viser også høye forurensningskonsentrasjoner. Det vurderes som svært sannsynlig at denne fyllingen er en aktiv kilde

for tilførsel av miljøgifter til sjøområdet, og som den dominerende kilden for den forurensningen som er påvist i denne undersøkelsen. Utfylling og dumping av avfall på plassen foregikk ukontrollert og uten sikring mot at avfallet ble vasket ut og la seg utover på sjøbunnen foran den synlige delen av deponiet. Det sannsynlige omfanget av deponiet er derfor antatt å være betraktelig større enn hva som i dag vises over tidevannsnivå. Utvasking og utlekking av miljøgifter vil også kunne skje fra denne submarine delen av deponiet.

Det er ellers en betydelig aktivitet både på sjøen og på land på Flatholmen og andre nærliggende landarealer, og ukontrollert og/eller diffus tilførsel av forurensning fra noen av disse aktivitetene kan ikke utelukkes. Vi har imidlertid ikke grunnlag for å mistenke at andre kilder er av vesentlig betydning for forurensningen som er påvist i nærområdet til Flatholmen. Derimot kan fyllingen i Gangstøvika gi et bidrag til de områdene som ligger i større avstand fra Flatholmen, dvs. stasjonene GPT8, GPT6 og GPT7. Siden dominerende strømførhold på denne siden av fjorden er i retning fra vest mot øst, antas forurensning tilført fra fyllingen i Gangstøvika imidlertid i større grad å være akkumulert i områder øst for denne.

Et unntak fra antagelsen om tilførsel fra lokale kilder er den påviste forurensningen av TBT. TBT er anvendt utstrakt i bunnsmøring på båter, og innholdet i sedimentene kan derfor skyldes generell skipstrafikk i området. Det må bemerkes at denne forurensningen er innenfor det som må sies å være "normalt" for norske havneområder.

Undersøkelsen har utelukkende fokusert på analyser av prøver av sedimenter, jord og grunnvann. Det gis derfor ikke noe informasjon om hvordan forurensningen innvirker på det biologiske livet i resipienten. I forhold til den relativt omfattende og generelle forurensningen som er påvist i undersøkelsen må det regnes som sannsynlig at slike negative påvirkninger har skjedd. Eventuelle videreførte miljøundersøkelser i området bør derfor også inkludere denne type undersøkelser, for eksempel ved kontroll av tilstand i bunnfauna og analyser av miljøgifter i fisk og skalldyr.

## 8. TILTAKSVURDERING

### 8.1 Forurensede sedimenter

Problemer og konflikter som kan oppstå i forhold til forurensede sedimenter gjelder særlig oppvirvling og spredning av disse under byggeprosessen og senere i en normal driftssituasjon for havneanlegget. For byggefasen vil dette særlig gjelde forstyrrelser under utfyllinger og dumping av fyllmasser i området. Innsamlede prøver viser imidlertid at sedimentene er relativt grove med lite innhold av materiale som vil være særlig følsomt for spredning i suspensjon. Det antas at sedimentene i de grunne områdene er enda grovere og at bunnen stedvis også bare vil bestå av reint fjell. Forutsatt at utfyllingen utføres skånsomt, bør det derfor innledningsvis ikke være nødvendig å stille krav til skjerming av området under utfylling, men heller fokusere på overvåking og kontroll av arbeidene.

I en driftssituasjon vil oppvirvling kunne skje som følge av vasking og erosjon fra propellstrømmer. Betydning av dette må vurderes på et senere tidspunkt når beliggenhet av kaifronter er bestemt og bunnforhold, dybde etc. er klarlagt i forhold til disse. Det vil også være mulig å overvåke dette ved måling av konsentrasjoner og prøvetaking av svevepartikler i forbindelse med trafikk i havna.

I forhold til dagens situasjon vil en utfylling på sjøbunnen redusere eksponering og tilgjengeligheten til de forurensede sedimentene. En havneutbygging vil på den måten kunne ha en positiv effekt på forurensningssituasjonen i området.

## 8.2 Bossplassen

For den nedlagte kommunale fyllplassen mellom Flatholmen og fastlandet vil det etter vår vurdering være behov for å iverksette tiltak, uavhengig av om den planlagte havneutbyggingen blir gjennomført, eller om det arealet som bossplassen utgjør blir inkludert i utbyggingen.

Disse tiltakene bør omfatte:

- bedring av tildekking og toppdekke på området
- sikring av fyllingsfronten mekanisk
- sikring mot utvasking og transport av forurensning fra deponiet.
- [alternativt også overdekking ("capping") av den submarine del av deponiet]

Bedre tildekking eller toppdekke av overflaten bør utføres for å hindre direkte eksponering for mennesker som ferdes på området. Toppdekket bør fortrinnsvis utføres med tetting mot infiltrasjon av overflatevann, enten ved bruk av lite permeable masser eller ved bruk av membran. Dette vil redusere sigevannsutvikling og utlekking fra deponiet.

Videre må fyllingsskråningen mot vest sikres mot mekanisk erosjon og utvasking. Mekanisk sikring omfatter plastring av fyllingsfronten med sprengstein i tilstrekkelig dimensjon for å tåle bølgepåvirkning på stedet. Samtidig må også treffes tiltak for å redusere tidevannsbevegelser inn i fyllingen. Dette antas å være en viktig mekanisme for utvasking og transport av forurensning ut av denne. Tiltakene må derfor redusere permeabiliteten av fyllingsfronten. Dette kan gjøres ved bruk av membraner eller ved utfylling med egnede tette masser. Vi antar at utfylling med tette masser vil være å foretrekke både vurdert i forhold til kostnader og også sikkerhet og levetid av tiltaket.

Ovenfor skisserte tiltak vil bedre forholdene for den del av fyllingen som ligger over havnivå. Som nevnt tidligere er det sannsynlig at store deler av det totale fyllingsvolumet ligger på sjøbunnen på dypere vann. Disse massene vil være åpent og direkte tilgjengelige for bunnlevende organismer og annet liv i resipienten. Avhengig av sammensetning, omfang og volum kan denne submarine delen av deponiet derfor være ha større negative påvirkninger av resipienten enn volumene som ligger over tidevannsnivå. Det vil være behov for flere undersøkelser for å bestemme virkelig omfang av denne delen av deponiet samt betydning i forhold til miljøtilstanden i resipienten (bl.a. foreslås utført analyser av levende materiale, skaldyr eller lignende).

Dersom deponiarealet inntas i havneanlegget må bruken planlegges i forhold til problemer med bl.a. gassutlekking, eksponeringsfare ved direkte kontakt med miljøfarlig avfall oa. Det vil også måtte tas hensyn til de geotekniske begrensninger ved bygging på deponiet.

### 8.3 Fyllinger og landområder på Flatholmen

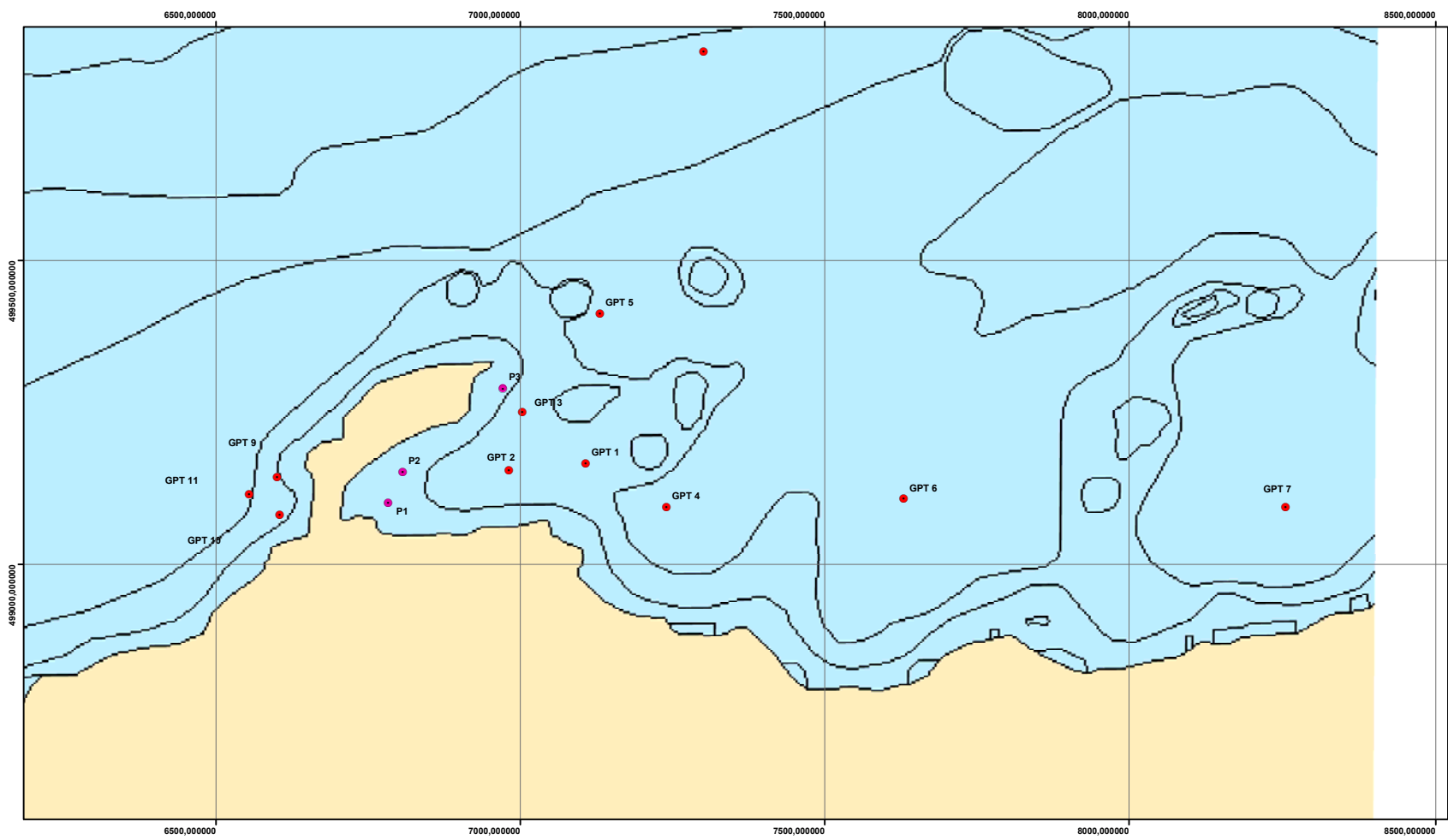
På Flatholmen er det antatt å være deponert produksjons- og rivingsavfall langs strandkanten på østsiden av bygningene. Videre er det sannsynlig at grunnen er forurenset av olje og oljeprodukter i forbindelse med mottaksanlegget som ligger nordøst på Flatholmen og i forlengelse av denne fyllingen. Det vil være hensiktsmessig å utsette nærmere undersøkelser og eventuelle tiltaksvurderinger til selve byggefasen for havneanlegget.

Dersom utbyggingen skrinlegges eller utsettes og området kan bli liggende som i dag, bør det vurderes å utføre undersøkelser for å avgjøre eventuelle tiltaksbehov. I følge prinsipper om at "forurenser betaler" (jamf. Forurensningsloven §56), bør undersøkelser og eventuelle tiltak begrunnet i den forurensningen som måtte ha oppstått som følge av søl fra mottaksanlegget besørges og kostes av bedriften som driver mottaket.

## 9. Referanser

- NGU-rapport 90.126; "Kartlegging av spesialavfall i deponier og forurenset grunn – Møre- og Romsdal 1990".
- SFT-veiledning 97:03; "Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann". TA-1467/1997
- SFT-veiledning 97:33; "Tolkning av PCB-profiler. Beregning av totalt PCB-innhold i marine sedimenter". TA-1497/1997.
- SFT-veiledning 99:01A; "Risikovurdering av forurenset grunn". TA-1629/1999.
- Sellæg, Arne; "A/S Ila og Lilleby Smelteverker 50 år". Jubileumbok 1988.
- NGU/NVE; "Geokjemisk atlas for Norge – del 1: Kjemisk sammensetning av flomsedimenter". Trondheim 2000. ISBN 82-7385-192-3.
- Forskrift 1997-12-04 nr.1442; "Forskrift om regulering av mudring og dumping i sjø og vassdrag"
- "Retningslinjer vedrørende mudring og dumping i marine områder" – utkast datert 04.05.1999





### Tegnforklaring

- Prøvestasjoner i sjø
- Prøvestasjoner i sjø, utført des. 1999

### Analyseresultater

Stasjon	TS	Gleddetap %	Pb_mg/kg	Cu_mg/kg	Cd_mg/kg	Cr_mg/kg	Ni_mg/kg	Zn_mg/kg	Hg_mg/kg	PCB_u/g/kg (sum 7)	PCB_u/g/kg (sum 1)	PAH_u/g/kg	Benzoloplysn_e_u/g/kg	TBT_u/g/kg
GPT 1	56	4,7	24	13	0,13	15	36	46	0,14	15	100	100	100	100
GPT 2	55,2	5,32	25	13,5	0,135	15,5	36,5	46,5	0,145	15,5	100	100	100	100
GPT 3	54,1	4,31	20	10	0,10	11	28	36	0,12	11	100	100	100	100
GPT 4	62,4	3,61	18	9	0,09	10	26	34	0,11	10	100	100	100	100
GPT 5	59,3	4,93	22	11	0,11	12	30	38	0,12	12	100	100	100	100
GPT 6	62,1	4,21	19	10	0,10	11	27	35	0,11	11	100	100	100	100
GPT 7	48,2	8,22	30	15	0,15	16	40	50	0,16	16	100	100	100	100
GPT 8	52,3	6,23	25	12	0,12	14	35	44	0,14	14	100	100	100	100
GPT 9	53,1	4,61	21	10	0,10	11	28	35	0,11	11	100	100	100	100
GPT 10	54,7	4,97	22	11	0,11	12	30	37	0,12	12	100	100	100	100
GPT 11	52,4	7,84	28	14	0,14	15	38	47	0,15	15	100	100	100	100
P1	51,8	5,18	23	11	0,11	12	29	36	0,12	12	100	100	100	100
P2	53,1	4,61	21	10	0,10	11	28	35	0,11	11	100	100	100	100
P3	50,1	3,01	15	7	0,07	8	20	25	0,08	8	100	100	100	100

- = tilstandsklasse I
- = moderat forurenset, tilstandsklasse II
- = markert forurenset, tilstandsklasse III
- = sterkt forurenset, tilstandsklasse IV
- = meget sterkt forurenset, tilstandsklasse V

### Stasjonsdata Posisjoner og vanddyb

Stasjon	UTM øst	UTM nord	MøreAksen 64A, E	MøreAksen 64A, N	Dybde, m
GPT 1	355143	6930913	7107	499165	21
GPT 2	355017	6930908	6981	499154	20
GPT 3	355043	6931003	7003	499250	16
GPT 4	355271	6930835	7239	499093	29
GPT 5	355177	6931158	7130	499411	25
GPT 6	355661	6930832	7628	499108	36
GPT 7	356285	6930790	8254	499094	36
GPT 8	355367	6931581	7300	499842	56
GPT 9	354636	6930914	6601	499143	13
GPT 10	354638	6930852	6605	499081	16
GPT 11	354589	6930888	6555	499115	28
P1	354765	6930790	6783	499100	7
P2	354798	6930835	6807	499151	7
P3	355052	6931033	6971	499288	6

Posisjoner i henhold til EUREF-89 datum (WGS-84). Dybder er målt med båtens ekkolodd



1:5 000


<b>ALESUND KOMMUNE</b>		Original format	Side
Flatholmen Havneavsnitt		Tegningens filnavn	
Miljøundersøkelse i forbindelse med konsekvensutredning		Målestokk	
		1: 5000	
<b>NOTEBY AS</b>	Dato 02.04.2002	Konstr./Tegnet adw	Kontrollert
Apotekergt. 9A – P. b. 188 – 6001 Ålesund Tlf. 70 10 19 99 - Fax: 70 10 19 98	Oppdrag nr. <b>300759</b>	Tegning nr.	Godkjent afa
		<b>02</b>	Rev.

# PRØVEGROP 1

<b>SJAKT:</b>		<b>Terreng kote:</b> ca. + 3,9 m	<b>Dybde:</b> ca 5 m	<b>Bunn kote:</b> ca. - 1,0 m
		<b>Entreprenør:</b> UFO Pukkverk	<b>NOTEBYs repr:</b> Erling K. Ytterås	
<b>BRØNN:</b>		<b>Matr.:</b> PEH	<b>Indre diam.:</b> 51 mm	<51mm>
		<b>Slisseåpning:</b> 0,3 mm	<b>Kote topp rør:</b> + 3,94	
<b>BR1</b>				
DYBDE (KT)	PRØVER	ANALYSER	BESKRIVELSE	
	2 poser (0-1 m)		Dekklag. Pukk / grus.	
<b>1 (+ 3,0)</b>				
	2 poser (1-2 m)	Tungmetaller PAH PCB	Blandingsmasse (fylling). Tegl, stein og grus. Mørk farge.	SR
<b>2 (+ 2,0)</b>				
	2 poser (2-3 m)		Gruslag med lysere farge.	B
<b>3 (+ 1,0)</b>				
	2 poser (3-4 m)		Vekslende rødlige og svarte grusmasser.	GV ▽ 4,40
<b>4 (± 0,0)</b>				F FR
	2 poser (4-5 m)			
<b>5 (- 1,0)</b>				

B - BENTONITT  
F - FILTERSAND

SR - STIGERØR (3,84 meter)  
FR - FILTERØR (2 meter)  
GV ▽ - GRUNNVANNSTAND (4,40 meter fra topp rør / kote +0,5)

<b>Ålesund kommune</b> <b>"Bossplassen" ved Flatholmen, Ålesund</b> <b>Miljøgeologisk undersøkelse</b>					
<b>SJAKT 1 / BRØNN 1</b>					
<b>NOTEBY AS</b> Apotekergt. 9a - Pb. 188 - 6001 ÅLESUND Tlf. 70 10 19 99 - Fax: 70 10 19 98		Dato 14.05.2002	Konstr./Tegnet AFA	Kontrollert	Godkjent
		Oppdrag nr. <b>300759</b>	Tegning nr. <b>11</b>	Rev.	

**PRØVEGROP 2**

<b>SJAKT:</b>		<b>Terreng kote:</b> ca. + 3,9 m	<b>Dybde:</b> ca 4,5 m	<b>Bunn kote:</b> ca. - 0,5 m
		<b>Entreprenør:</b> UFO Pukkverk	<b>NOTEBYs repr:</b> Erling K. Ytterås	
<b>BRØNN:</b>		<b>Matr.:</b> PEH	<b>Indre diam.:</b> 51 mm	<51mm>  <b>BR2</b>
		<b>Slisseåpning:</b> 0,3 mm	<b>Kote topp rør:</b> + 3,92 m	
<b>DYBDE (KT)</b>	<b>PRØVER</b>	<b>ANALYSER</b>	<b>BESKRIVELSE</b>	
	2 poser (0-1 m)		Mye stein med grusige masser mellom. Noe avfall.	SR
<b>1 (+3,0)</b>				
	2 poser (1-2 m)		Tilsvarende masser som over. Innslag av rødlige og mørke masser. Noe glass, trevirke og annet avfall.	B
<b>2 (+2,0)</b>				
	2 poser (2-3 m)			GV ▽ 3,6
<b>3 (+1,0)</b>				
	2 poser (3-4 m)			F
<b>4 (± 0,0)</b>				
	2 poser (4-4,5 m)			FR


B - BENTONITT  
F - FILTERSAND

SR – STIGERØR (3 meter)  
FR – FILTERØR (2 meter)  
▽- GRUNNVANNSTAND (3,60 meter fra topp rør / ca. kote +1,25)

<p><b>Ålesund kommune</b>  <b>"Bossplassen" ved Flatholmen, Ålesund</b>  <b>Miljøgeologisk undersøkelse</b></p>				
<p><b>SJAKT 2 / BRØNN 2</b></p>				
<p><b>NOTEBY AS</b></p> <p>Apotekergt. 9a - Pb. 188 – 6001 ÅLESUND Tlf. 70 10 19 99 - Fax: 70 10 19 98</p>		<p>Dato <b>14.05.2002</b></p> <p>Oppdrag nr. <b>300759</b></p>	<p>Konstr./Tegnet AFA</p> <p>Tegning nr. <b>12</b></p>	<p>Kontrollert</p> <p>Godkjent</p>
				<p>Rev.</p>

**PRØVEGROP 3**

<b>SJAKT:</b> <b>Terreng kote:</b> ca. + 4,0 m <b>Dybde:</b> ca 3,5 m <b>Bunn kote:</b> ca. – 1,0 m			
<b>Entreprenør:</b> UFO Pukkverk <b>NOTEBYs repr:</b> Erling K. Ytterås			
<b>BRØNN:</b> (ingen brønn)			
DYBDE (KT)	PRØVER	ANALYSER	BESKRIVELSE
	2 poser (0-1 m)		Lyse grusmasser med stein.
<b>1 (+3,0)</b>			
	2 poser (1-2 m)		Svart lag. Teglstein.  Lysere masser. Sandig grus.
<b>2 (+2,0)</b>			
	2 poser (2-3 m)		Rustfargede, mørke masser med trevirke.
<b>3 (+1,0)</b>			
	2 poser (3-3,5 m)		FJELL 3,5 meter under terrengnivå.

<p><b>Ålesund kommune</b>  <b>”Bossplassen” ved Flatholmen, Ålesund</b>  <b>Miljøgeologisk undersøkelse</b></p>				
<p><b>SJAKT 3</b></p>				
<p><b>NOTEBY AS</b>                  Apotekergt. 9a - Pb. 188 – 6001 ÅLESUND                  Tlf. 70 10 19 99 - Fax: 70 10 19 98</p>		Dato 14.05.2002 Oppdrag nr. <b>300759</b>	Konstr./Tegnet AFA Tegning nr. <b>13</b>	Kontrollert  Godkjent  Rev.

**PRØVEGROP 4**


<b>SJAKT:</b>		<b>Terreng kote:</b> ca. + 3,8 m	<b>Dybde:</b> ca 5 m	<b>Bunn kote:</b> ca. – 1,0 m
		<b>Entreprenør:</b> UFO Pukkverk	<b>NOTEBYs repr:</b> Erling K. Ytterås	
<b>BRØNN:</b>		<b>Matr.:</b> PEH	<b>Indre diam.:</b> 51 mm	<51mm>
		<b>Slisseåpning:</b> 0,3 mm	<b>Kote topp rør:</b> +3,85 m	
<b>BR3</b>				
<b>DYBDE (KT)</b>	<b>PRØVER</b>	<b>ANALYSER</b>	<b>BESKRIVELSE</b>	
<b>1 (+ 3,0)</b>	2 poser (0-1 m)	Tungmetaller PAH PCB	Søppel! Tøyrester m.m. Nesten ingen mineralske masser.	SR
<b>2 (+ 2,0)</b>	2 poser (1-2 m)			
<b>3 (+ 1,0)</b>	2 poser (2-3 m)		Sand / grusmasser. Lite søppel.	
<b>4 (± 0,0)</b>	2 poser (3-4 m)		Søppel! Markant lukt (organisk nedbrytning / forråtnelse).	
<b>5 (- 1,0)</b>	2 poser (4-5 m)	Tungmetaller PAH PCB	Mye trevirke og tøyrester. Svart farge.	
				B
				GV ▽ 4,45
				F FR

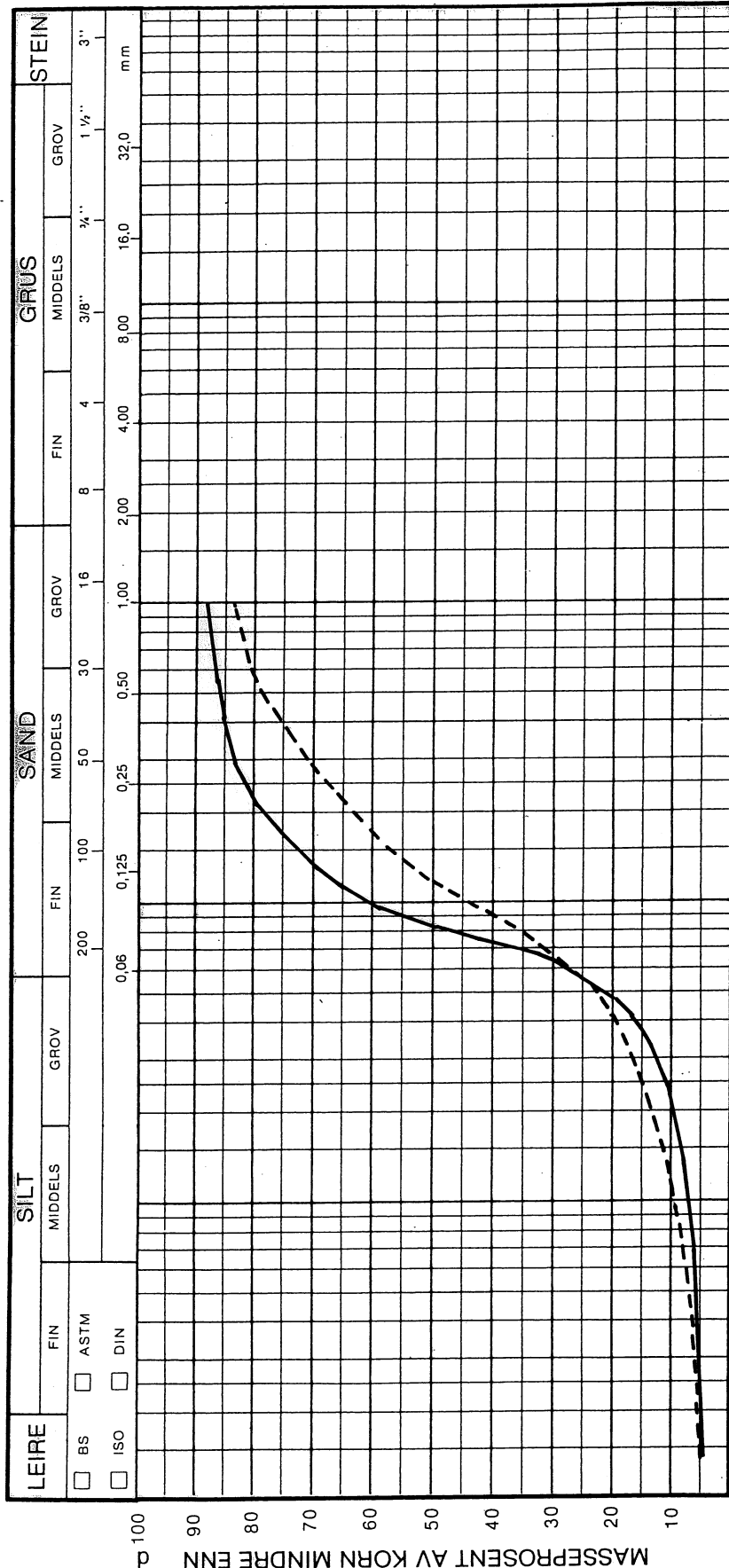
B - BENTONITT  
F – FILTERSAND

SR – STIGERØR (3,73 meter)

FR – FILTERØR (2 meter)

▽- GRUNNVANNSTAND (4,45 meter fra topp rør / ca. kote +0,55)

<p><b>Ålesund kommune</b>  <b>”Bossplassen” ved Flatholmen, Ålesund</b>  <b>Miljøgeologisk undersøkelse</b></p>					
<p><b>SJAKT 4 / BRØNN 3</b></p>					
<p><b>NOTEBY AS</b></p> <p>Apotekergt. 9a - Pb. 188 – 6001 ÅLESUND Tlf. 70 10 19 99 - Fax: 70 10 19 98</p>		<p>Dato <b>14.05.2002</b></p> <p>Oppdrag nr. <b>300759</b></p>	<p>Konstr./Tegnet AFA</p> <p>Tegning nr.</p>	<p>Kontrollert</p> <p style="text-align: center;"><b>14</b></p>	<p>Godkjent</p> <p>Rev.</p>



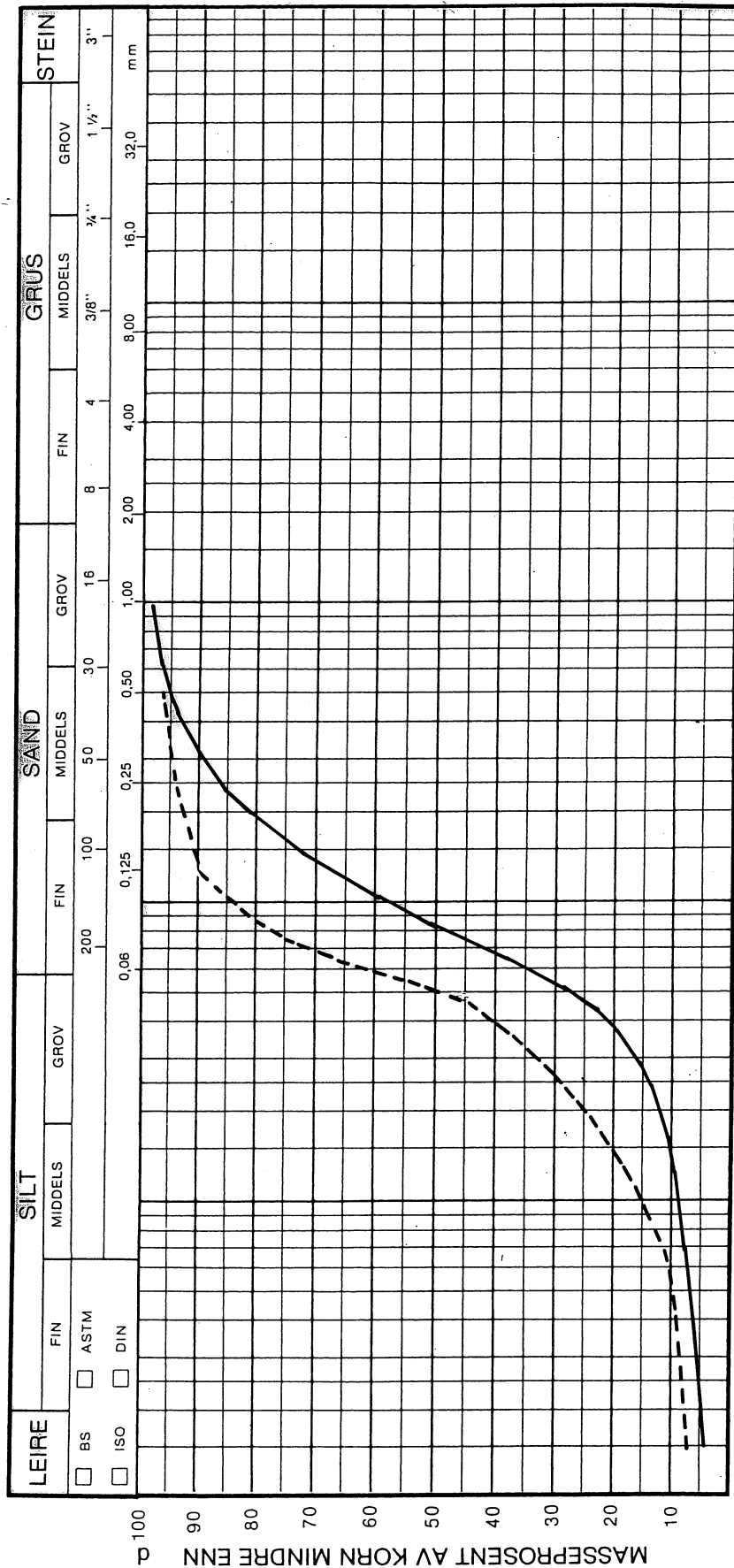
KORNDIAMETER d

SYM-BOL	PRØVE-SERIE NR.	DYBDE	JORDARTBETEGNELSE	W%	ANMERKNING	METODE	
						TØRR SIKT	HYDR. F. DRØP SIKT + TØRR SIKT
—	GPT1	0-2 cm	SAND, fin, siltrig	53,6	Leirfattig		X
---	GPT2	0-2 cm	SAND, fin - middels, siltrig	65,7	Leirfattig		X

<b>KORNGRADERING</b>		Boring nr. <b>GPT1, PGT2</b>	
<b>ÅLESUND KOMMUNE FLATHOLMEN HAVNEAVSNITT</b>		Borplan nr. <b>300759-2</b>	
		Boret dato: <b>23.11.01</b>	
<b>NOTE BY AS</b> Sverresdalsveien 26 Pb. 1139 Sverresborg-7420 TRONDHEIM Tlf.: 72 56 69 00 - Fax: 72 56 69 20	Dato <b>08.04.02</b>	Konstr./Tegnet <b>vs</b>	Kontrollert:
	Oppdragsnr. <b>300759</b>	Tegningsnr. <b>60</b>	Godkjent
			Rev.







KORNDIAMETER d

KORNDIAMETER d

SYM- BOL	PRØVE- SERIE NR.	DYBDE	JORDARTBETEGNELSE	w%	ANMERKNING	METODE	
						TØRR SIKT	HYDR. F.DROP SIKT
—	GPT6	0-2 cm	SAND, fin, siltig	49,3	Leirfattig	X	X
---	GPT7	0-2 cm	SAND, middels - grov, sandig, leirig	95,4		X	X

**KORNGRADERING**

**ÅLESUND KOMMUNE  
FLATHOLMEN HAVNEAVSNITT**

Boring nr.  
**GPT6, GPT7**

Borplan nr.  
**300759-2**

Boret dato:  
**23.11.01**



**NOTEBY AS**

Sverresdalsveien 26  
Pb. 1139 Sverresborg-7420 TRONDHEIM,  
Tlf.: 72 56 69 00 - Fax: 72 56 69 20

Dato **08.04.02**

Konstr./Tegnet  
**vs**

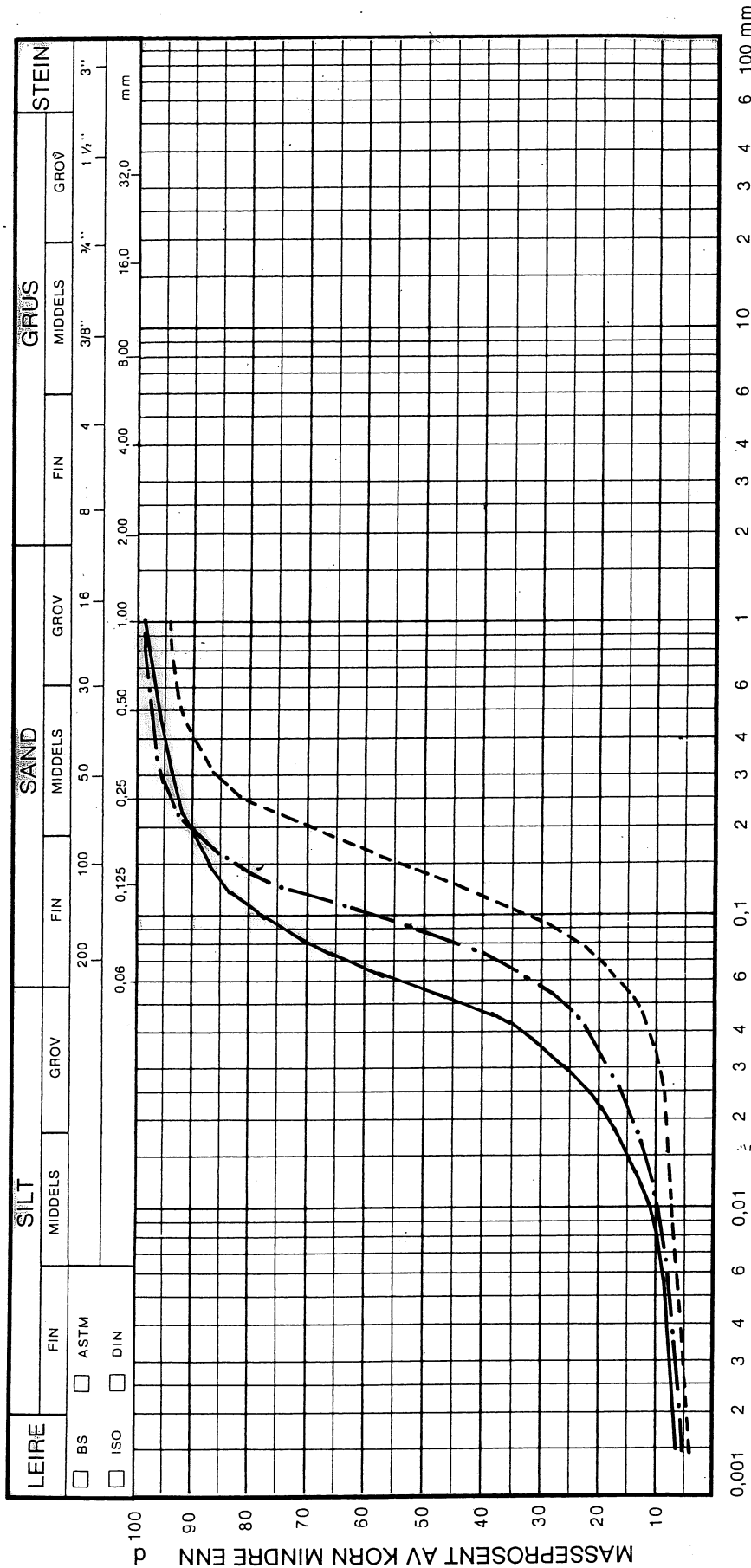
Kontrollert:

Godkjent

Oppdragsnr.  
**300759**

Tegningsnr.  
**62**

Rev.



KORNDIAMETER d

SYM- BOL	PRØVE- SERIE NR.	DYBDE	JORDARTBETEGNELSE	w%	ANMERKNING	METODE	
						TØRR SIKT	HYDR. F.DROP SIKT
—	GPT8	0-2 cm	SILT, grov, sandig, leirig	78,9			X
- - -	GPT9	0-2 cm	SAND, fin, siltig	65,7	Leirfattig		X
— · —	GPT10	0-2 cm	SAND, fin, siltig, leirig	42,9			X

KORNGRADERING

ÅLESUND KOMMUNE  
 FLATHOLMEN HAVNEAVSNITT

Boring nr.

GPT8, 9 og 10

Borplan nr.

300759-2

Boret dato:

23.11.01

NOTEBY AS

Sverresdalsveien 26  
 Pb. 1139 Sverresborg-7420 TRONDHEIM,  
 Tlf.: 72 56 69 00 - Fax: 72 56 69 20

Dato 08.04.02

Oppdragsnr. 300759

Konstr./Tegnet  
 VS

Tegningsnr. 63

Kontrollert

Godkjent

Rev.



**Vedlegg A**

-

**Analyserapporter**



**NOTEBY AS**  
Arne Fagerhaug  
Boks 188  
N-6001 Ålesund

**Styringsnummer: 300759-110**  
**Styringsnavn: Konsekvensutredning**  
**Flatholmen Havneavsnitt**

## Analyserapport

### Sedimentprøver

#### Prøvemateriale

Mottatt i lab.: 14.12.2001  
Antall og prøvetype: 8/Sediment  
Prøvemerkning: **1A (0-2)**      **5A (0-2)**  
                          **2A**                    **6A**  
                          **3A (0-2)**            **7A**  
                          **4A (0-2)**            **8A ref.**  
Analyseperiode: 19.12.2001-25.01.2002

#### Metoder

PAH og PCB, sediment:	MK-2060	Analyseusikkerhet (RSD):	12 % for PAH og 15 % for PCB
Metaller, sediment:	MK-1061	Analyseusikkerhet (RSD):	10 %
TBT, sediment: ①	MK-2085	Analyseusikkerhet (RSD):	20 %
Kvikksølv, Hg	MK-1090	Analyseusikkerhet (RSD):	15 %
Tørrstoff, sediment	MK-3001	Analyseusikkerhet (RSD):	5 %
TOC ved glødetap, %	MK-3001	Analyseusikkerhet (RSD):	5 %

① Analysen er ikke omfattet av akkrediteringen.

Usikkerheten defineres som det relative totale standardavviket for konsentrasjoner større enn 10 ganger deteksjonsgrensen.

#### Prøveopparbeidelse

Prøve til analyse er basert på uttak av 10 tilfeldige delprøver fra prøven.

#### Resultater

Se etterfølgende sider.

**Resultater**

**- PAH, PCB, TBT, TOC og tørrstoff -**

	Prøvermerking				Det. grense
	1A	2A	3A	4A	
<b>PAH (Enhet µg/kg TS):</b>					
naftalen	18	21	23	17	2
asenaftalen	16	15	18	14	2
asenaften	23	18	19	6	2
fluoren	28	24	30	11	2
fenantren	290	260	240	140	2
antrasen	93	67	89	46	2
fluoranten	530	550	420	300	2
pyren	420	440	330	250	2
benzo(a)antrasen	250	260	190	140	2
krysen/trifenylen	260	280	210	160	2
benzo(b/j/k)fluorantener	410	430	350	270	2
benzo(a)pyren	250	280	190	170	2
indeno(1,2,3-cd)pyren	150	150	110	99	2
benzo(ghi)perylene	180	180	140	130	2
dibenzo(a,h)antrasen	51	45	33	29	2
<b>Sum PAH<sub>16</sub></b>	<b>3000</b>	<b>3000</b>	<b>2400</b>	<b>1800</b>	
<b>PCB (Enhet µg/kg TS):</b>					
PCB 28	<3 ②	<	<3 ②	<	1
PCB 52	<	<	<	<	1
PCB 101	1	1	2	<	1
PCB 118	<	<	1	<	1
PCB 138	3	3	4	1	1
PCB 153	2	2	2	<	1
PCB 180	1	1	<	<	1
<b>Sum PCB<sub>7</sub> ③</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	
<b>TBT (Enhet µg/kg TS):</b>					
	35	69	580 ④	31	7
<b>Tørrstoff, %</b>	56,2	55,5	54,5	62,4	0,0020
<b>Glødetap, % av tørrstoff</b>	4,75	5,32	4,33	3,87	0,0020

② Forhøyet deteksjonsgrense pga. interferens

③ Verdier lavere enn deteksjonsgrensen er ikke med i summen.

④ Bestemt ut fra trippelbestemmelse. Analysusikkerheten (RSD) er økt til ca 50%

< Mindre enn deteksjonsgrensen.

TS Tørrstoff

i.p. Ikke påvist

- PAH, PCB, TBT, TOC og tørrstoff, fortsettelse -

	Prøvermerking				Det. grense
	5A	6A	7A	8A-ref.	
<b>PAH (Enhet µg/kg TS):</b>					
naftalen	18	20	21	20	2
asenaftalen	17	15	16	15	2
asenaften	9	9	7	6	2
fluoren	21	16	13	13	2
fenantren	220	150	140	130	2
antrasen	70	50	45	49	2
fluoranten	410	320	320	280	2
pyren	330	260	260	240	2
benzo(a)antrasen	180	140	150	130	2
krysen/trifenylen	200	180	160	150	2
benzo(b/j/k)fluorantener	320	290	300	300	2
benzo(a)pyren	210	160	170	180	2
indeno(1,2,3-cd)pyren	100	110	130	100	2
benzo(ghi)perylene	130	120	150	120	2
dibenzo(a,h)antrasen	29	30	37	27	2
<b>Sum PAH<sub>16</sub></b>	<b>2300</b>	<b>1900</b>	<b>1900</b>	<b>1800</b>	
<b>PCB (Enhet µg/kg TS):</b>					
PCB 28	<	<	<3 ②	<2 ②	1
PCB 52	<	<	<	<	1
PCB 101	<	2	<	<	1
PCB 118	<	<	<	<	1
PCB 138	2	2	2	2	1
PCB 153	1	2	2	2	1
PCB 180	<	<	<	<	1
<b>Sum PCB<sub>7</sub> ③</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
<b>TBT (Enhet µg /kg TS):</b>	i.a.	i.a	i.a	16	7
<b>Tørrstoff, %</b>	59,4	60,8	46,2	52,9	0,0020
<b>Glødetap, % av tørrstoff</b>	4,08	4,07	8,25	6,23	0,0020

② Forhøyet deteksjonsgrense pga. interferens

③ Verdier lavere enn deteksjonsgrensen er ikke med i summen.

< Mindre enn deteksjonsgrensen.

TS Tørrstoff

i.p. Ikke påvist

i.a. Ikke analysert



- Metaller -

Enhet: mg/kg TS	Prøvemerkning				Det. grense
	1A	2A	3A	4A	
Bly, Pb	33	38	58	30	3,0
Kadmium, Cd	<	0,34	<	<	0,10
Kobber, Cu	24	39	26	9,0	3,0
Krom, Cr	13	19	14	17	1,0
Kvikksølv, Hg	0,13	0,17	0,12	0,13	0,010
Nikkel, Ni	12	38	33	16	1,0
Sink, Zn	46	94	80	47	5,0

< Mindre enn deteksjonsgrensen.

TS Tørstoff

- Metaller, fortsettelse -

Enhet: mg/kg TS	Prøvemerkning				Det. grense
	5A	6A	7A	8A-ref.	
Bly, Pb	25	22	38	35	3,0
Kadmium, Cd	<	<	0,23	0,21	0,10
Kobber, Cu	5,9	9,3	24	43	3,0
Krom, Cr	13	18	24	22	1,0
Kvikksølv, Hg	0,094	0,18	0,32	0,28	0,010
Nikkel, Ni	8,4	14	18	17	1,0
Sink, Zn	43	45	82	65	5,0

< Mindre enn deteksjonsgrensen.

TS Tørstoff

Oslo, den 21 mai 2002  
MILJØ-KJEMI, Norsk Miljø Senter

Eva Kristin Løvseth  
cand. scient.

Einar Jordfald  
laboratorieleder



**NOTEBY, Norsk Teknisk Byggekontroll A/S**

Arne Fagerhaug  
Boks 188  
N-6001 Ålesund

**Styringsnummer: 300759-120**  
**Styringsnavn: Konsekvensutredning**  
**Flatholmen Havneavsnitt**

## Analyserapport

### Sedimentprøver

#### Prøvemateriale

Mottatt i lab.: 14.12.2001  
Antall og prøvetype: 3/Sediment  
Prøvemerkning: **9A**  
**10A**  
**11A**  
Analyseperiode: 19.12.2001-xx.01.2002

#### Metoder

PAH og PCB, sediment:	MK-2060	Analyseusikkerhet (RSD):	12 % for PAH og 15 % for PCB
Metaller, sediment:	MK-1061	Analyseusikkerhet (RSD):	10 %
Kvikksølv, Hg	MK-1090	Analyseusikkerhet (RSD):	15 %
Tørrstoff, sediment	MK-4031	Analyseusikkerhet (RSD):	5 %
TOC ved glødetap, %	MK-3001	Analyseusikkerhet (RSD):	5 %

Usikkerheten defineres som det relative totale standardavviket for konsentrasjoner større enn 10 ganger deteksjonsgrensen.

#### Prøveopparbeidelse

Prøve til analyse er basert på uttak av 10 tilfeldige delprøver fra prøven.

#### Resultater

Se etterfølgende sider.



**Resultater**

**- PAH, PCB, TOC og tørrstoff -**

	Prøvermerking			Det. grense
	9A	10A	11A	
<b>PAH (Enhet µg/kg TS):</b>				
naftalen				2
asenaftalen				2
asenaften				2
fluoren				2
fenantren				2
antrasen				2
fluoranten				2
pyren				2
benzo(a)antrasen				2
krysen/trifenylen				2
benzo(b/j/k)fluorantener				2
benzo(a)pyren				2
indeno(1,2,3-cd)pyren				2
benzo(ghi)perylene				2
dibenzo(a,h)antrasen				2
<b>Sum PAH<sub>16</sub></b>				
<b>PCB (Enhet µg/kg TS):</b>				
PCB 28				1
PCB 52				1
PCB 101				1
PCB 118				1
PCB 138				1
PCB 153				1
PCB 180				1
<b>Sum PCB<sub>7</sub> ③</b>				
<b>Tørrstoff, %</b>	53,6	64,2	52,4	0,0020
<b>Glødetap på tørrstoff, %</b>	4,82	4,96	7,81	0,0020

② Forhøyet deteksjonsgrense pga. interferens

③ Verdier som er lavere enn deteksjonsgrensen er ikke tatt med i summen.

④ Omregning til organisk monobutyltinn ved å multiplisere med en faktor 1,5, til organisk dibutyltinn ved å multiplisere med en faktor 2,0, til organisk tributyltinn ved å multiplisere med en faktor 2,4 og til organisk trifenylytinn ved å multiplisere med en faktor 2,9

< Mindre enn den gitte deteksjonsgrense.

TS Tørrstoff

i.p. Ikke påvist



- Metaller -

Enhet: mg/kg TS	Prøvemerkning			Det. grense
	9A	10A	11A	
Bly, Pb	90	44	85	3,0
Kadmium, Cd	0,81	0,22	0,37	0,10
Kobber, Cu	120	48	79	3,0
Krom, Cr	26	26	32	1,0
Kvikksølv, Hg	1,0	0,17	0,42	0,010
Nikkel, Ni	24	20	25	1,0
Sink, Zn	390	180	220	5,0

< Mindre enn den gitte deteksjonsgrense.

TS Tørstoff

Oslo, den 21 mai 2002  
MILJØ-KJEMI, Norsk Miljø Senter

Eva Kristin Løvseth  
cand. scient.

Einar Jordfald  
laboratorieleder



## NOTEBY Trondheim

Erling Ytterås  
Postboks 1139 Nyborg  
N-7420 Trondheim

**Prøveserienr: 300759**  
**Styringsnavn: Flatholmen**

## Analyserapport

### Jordprøver

#### Prøvemateriale

Mottatt i lab.: 18.12.2001  
Antall og prøvetype: 3/jord  
Prøvemerkning: **PG1 1-2m**  
**PG4 0-1m**  
**PG4 4-5m**  
Analyseperiode: 19.12.2001 - 07.01.2002

#### Metoder

PAH	MK-2004	Analyseusikkerhet (RSD):	12 %
PCB	MK-2004	Analyseusikkerhet (RSD):	15 %
Metaller, ICP	MK-1061	Analyseusikkerhet (RSD):	10 %
Arsen	MK-1070	Analyseusikkerhet (RSD):	15 %
Kvikksølv, Coldvap	MK-1090	Analyseusikkerhet (RSD):	15 %
Tørrstoff, %	MK-4031	Analyseusikkerhet (RSD):	5 %
Glødetap, %	MK-3001	Analyseusikkerhet (RSD):	5 %

Usikkerheten defineres som det relative totale standardavvik for konsentrasjoner større enn 10 ganger deteksjonsgrensen.

#### Prøveopparbeidelse

Prøvene ble mottatt i rilsanposer. Den anvendte emballasje kan medføre tap av svært flyktige stoffer under opparbeidingen på laboratoriet.

Prøve til analyse er basert på 10 delprøver fra prøven.

Stein ble sortert fra før prøve til analyse ble tatt ut. Vektprosent stein er oppgitt i etterfølgende tabell. Resultatene er **ikke** korrigert for dette.

#### Vedlegg

GC/FID-kromatogram av prøvene, blindprøve og standardblandinger er vedlagt.

#### Resultater

Se etterfølgende sider.

PAH og PCB i jord

Enhet: mg/kg TS	Prøvermerking			Det. grense
	PG1 1-2m	PG4 0-1m	PG4 4-5m	
<b>PAH:</b>				
Naftalen	0,16	0,42	3,2	0,005
Acenaftylen	0,43	0,86	3,8	0,005
Acenaften	0,046	0,10	1,6	0,005
Fluoren	0,20	0,20	2,2	0,005
Fenantren	1,4	1,8	19	0,005
Antracen	0,96	1,1	12	0,005
Fluoranten	3,0	4,0	44	0,005
Pyren	2,4	3,5	35	0,005
Benzo(a)antracen	1,7	2,4	20	0,005
Krysen/trifenylen	1,7	2,5	21	0,005
Benzo(b+j+k)fluoranten	2,5	4,0	45	0,005
Benzo(a)pyren	1,6	2,6	24	0,005
Indeno(1,2,3,cd)pyren	1,0	1,7	9,7	0,005
Benzo(ghi)perylene	1,1	1,9	11	0,005
Dibenzo(ah)antracen	0,36	0,59	2,8	0,005
<b>Sum PAH<sub>16</sub> ②</b>	<b>19</b>	<b>28</b>	<b>250</b>	
<b>PCB:</b>				
PCB no 28	<	<	<	0,005
PCB no 52	<	<	<	0,005
PCB no 101	0,0073	0,0083	0,0079	0,005
PCB no 118	0,0065	<	0,0058	0,005
PCB no 138	0,013	0,015	0,014	0,005
PCB no 153	0,011	0,014	0,013	0,005
PCB no 180	0,0069	0,0092	0,0080	0,005
<b>Sum PCB<sub>7</sub> ②</b>	<b>0,045</b>	<b>0,047</b>	<b>0,049</b>	
Tørrstoff, %	86,8	71,3	69,4	0,002
Frasortert stein, %	18	13	13	

② Verdier mindre enn deteksjonsgrensen inngår ikke i summen

TS = Tørrstoff.

<: Mindre enn den oppgitte deteksjonsgrensen.

i.p.: Ikke påvist



Metaller i jord

Enhet: mg/kg TS	Prøvermerking			Det. grense
	PG1 1-2m	PG4 0-1m	PG4 4-5m	
Arsen, As	3,8	3,6	9,4	0,10
Bly, Pb	570	1100	240	3,0
Kadmium, Cd	0,65	1,9	1,9	0,10
Kobber, Cu	170	100	980	3,0
Krom, Cr	27	68	30	1,0
Kvikksølv, Hg	0,19	0,41	0,48	0,010
Nikkel, Ni	31	35	41	1,0
Sink, Zn	520	830	1100	5,0
Tørrstoff, %	86,8	71,3	69,4	0,0020
Frasortert stein, % av TS	32	8,66	34	

TS = Tørrstoff.

Oslo, den 21 mai 2002  
MILJØ-KJEMI, Norsk Miljø Senter

Eva Kristin Løvseth  
cand. scient.

Einar Jordfald  
laboratorieleder



Handelskade 11  
7417 DE Deventer  
Postbus 133  
7400 AC Deventer  
Telefoon (0570) 69 99 11  
Fax (0570) 69 97 61

Noteby A.S.  
For the attention of  
Dhr. ing. A. Fagerhaug  
Tollbugata 6  
N-6001 AALESUND

Our ref.:  
Lab/669271/ADO/vdn/F

Date:  
07/03/00

Projectnumber : 6523701  
Your ref. : 100748 Miljoudersokelser-Flatholmen  
Subject : Analytical Results  
Analytical code : 925360  
Handled by : Mr Ing. K. Jansen (+ 31-570699762)  
Mr H. Berenpas (+ 31-570699759)  
Ms Ing. A. Bergman (+ 31-570699760)  
Ms Ing. C. Spa (+ 31-570699763)

We herewith send you the results of our laboratory tests. The analyses are carried out in accordance with the most recent version of our information folder 'Labinfo' unless stated otherwise.

If you require further information, please do not hesitate to contact the laboratory coordination department.

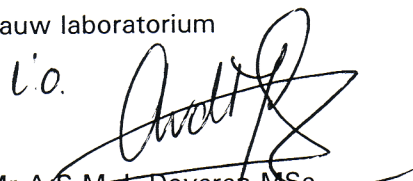
If the execution of the analyses is not to your expectations, you are requested to contact the undersigned (+ 31-570699758).

We trust that the enclosed information will meet with your requirements.

Yours sincerely,

Tauw laboratorium

*l.o.*

  
Mr A.S.M.J. Doveren MSc  
Director

Enc



Handelskade 11  
 7417 DE Deventer  
 Postbus 133  
 7400 AC Deventer  
 Telefoon (0570) 69 99 11  
 Fax (0570) 69 97 61

## ANALYTICAL RESULTS

Page 1 of 4

Projectnummer : 6523701  
 Analytical code : 925360

Project/Location: Flatholmen havneavsnitt

Concerning : Sediment  
 Sampled by : Noteby A.S.  
 Sampling Date : 21/02/00  
 Investigation date : 23/02/00

Sample codes:-  
 1 : Marine sediments  
 2 : Marine sediments  
 3 : Marine sediments

ANALYSIS	Units	1	2	3
<b>GENERAL SAMPLE PRETREATMENT</b>				
Crushing/homogenise		+	+	+
<b>CLASSICAL CHEMICAL ANALYSIS</b>				
Q Dry matter (Dm)	%	51.8	53.1	80.2
Q Organic carbon	g/kg Dm	24	34	10
<b>ANALYSIS PERFORMED BY A THIRD PARTY</b>				
Tributyltin	mg TBT/kg sample	0.01 (zt)	0.06 (zt)	0.03 (zt)
<b>PRETREATMENT FOR METAL ANALYSIS</b>				
Q Digestion with aqua regia		+	+	+
<b>ICP-TECHNIQUE (AES)</b>				
Q Cadmium (Cd)	mg/kg Dm	0.1	0.2	<0.1
Q Chromium (Cr)	mg/kg Dm	12	15	80
Q Copper (Cu)	mg/kg Dm	26	150	420
Q Nickel (Ni)	mg/kg Dm	21	43	450
Q Lead (Pb)	mg/kg Dm	36	130	310
Q Zinc (Zn)	mg/kg Dm	80	140	2300
Q Arsenic (As)	mg/kg Dm	<5	<5	17
<b>AAS-COLD VAPOUR TECHNIQUE (CVAAS)</b>				
Q Mercury (Hg)	mg/kg Dm	0.2	0.6	<0.1

All analyses marked with a "Q" are accredited by STERLAB.

For an explanation of the letter codes given between brackets, please see "Supplementary Information", attached to this report.





Handelskade 11  
 7417 DE Deventer  
 Postbus 133  
 7400 AC Deventer  
 Telefoon (0570) 69 99 11  
 Fax (0570) 69 97 61

## ANALYTICAL RESULTS

Page 2 of 4

Projectnummer : 6523701  
 Analytical code : 925360

Project/Location: Flatholmen havneavsnitt

Concerning : Sediment  
 Sampled by : Noteby A.S.  
 Sampling Date : 21/02/00  
 Investigation date : 23/02/00

Sample codes:-  
 1 : Marine sediments  
 2 : Marine sediments  
 3 : Marine sediments

ANALYSIS		Units	1	2	3	
POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS						
by HPLC						
						(h)
Q	Naphthalene	mg/kg Dm	<0.05	<0.05	2.3	
Q	Acenaphthylene	mg/kg Dm	<0.05	<0.05	1.7	(m)
Q	Acenaphthene	mg/kg Dm	<0.05	<0.05	6.0	(m)
Q	Fluorene	mg/kg Dm	<0.01	0.05	5.6	
Q	Fenanthrene	mg/kg Dm	0.25	0.5	64	
Q	Anthracene	mg/kg Dm	0.06	0.10	1.6	
Q	Fluoranthene	mg/kg Dm	0.45	0.7	50	
Q	Pyrene	mg/kg Dm	0.35	0.6	32	
Q	Benzo(a)anthracene	mg/kg Dm	0.20	0.35	6.9	
Q	Chrysene	mg/kg Dm	0.20	0.35	3.7	
Q	Benzo(b)fluoranthene	mg/kg Dm	0.20	0.35	1.4	
Q	Benzo(k)fluoranthene	mg/kg Dm	0.10	0.20	<1.0	
Q	Benzo(a)pyrene	mg/kg Dm	0.20	0.40	1.0	
Q	Dibenz(a,h)anthracene	mg/kg Dm	0.02	0.03	<1.0	
Q	Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg Dm	0.15	0.30	<1.0	
Q	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	mg/kg Dm	0.15	0.30	<1.0	
Q	Total 6 (Borneff)	mg/kg Dm	1.2	2.2	52	
Q	Total 10 (Dutch Ministry)	mg/kg Dm	1.7	3.1	130	
Q	Total 16 (EPA)	mg/kg Dm	2.3	4.1	180	

All analyses marked with a "Q" are accredited by STERLAB.

For an explanation of the letter codes given between brackets, please see "Supplementary Information", attached to this report.



Handelskade 11  
7417 DE Deventer  
Postbus 133  
7400 AC Deventer  
Telefoon (0570) 69 99 11  
Fax (0570) 69 97 61

## ANALYTICAL RESULTS

Page 3 of 4

Projectnummer : 6523701  
Analytical code : 925360

Project/Location: Flatholmen havneavsnitt

Concerning : Sediment  
Sampled by : Noteby A.S.  
Sampling Date : 21/02/00  
Investigation date : 23/02/00

Sample codes:-  
1 : Marine sediments  
2 : Marine sediments  
3 : Marine sediments

ANALYSIS		Units	1	2	3
POLYCHLOROBIPHENYLS					
by GC-MS					
			(h)	(h)	(h)
Q	PCB-28	ug/kg Dm	<2	<2	<5
Q	PCB-52	ug/kg Dm	<2	3	<5
Q	PCB-101	ug/kg Dm	<4	8	<30
Q	PCB-118	ug/kg Dm	4	8	<5
Q	PCB-138	ug/kg Dm	11	18	<5
Q	PCB-153	ug/kg Dm	10	17	<5
Q	PCB-180	ug/kg Dm	3	6	<5
Q	Sum of 6 PCB (STI-list)	ug/kg Dm	24	50	n.a.
Q	Sum of 7 PCB Ballschmiter	ug/kg Dm	28	60	n.a.

All analyses marked with a "Q" are accredited by STERLAB.

For an explanation of the letter codes given between brackets, please see "Supplementary Information", attached to this report.





Handelskade 11  
7417 DE Deventer  
Postbus 133  
7400 AC Deventer  
Telefoon (0570) 69 99 11  
Fax (0570) 69 97 61

## S U P P L E M E N T A R Y   I N F O R M A T I O N

page 4 of 4

Concerning : Projectnumber : 6523701  
Analytical code : 925360

---

### Explanation of the letter codes given between brackets

- (h) : Given the interfering influence of the sample matrix the limit of determination is increased.
- (m) : It is difficult to quantify this component due to interfering compounds in the sample. If this component is present, its concentration will not exceed the reported value.
- (zt) : See explanation.

### Additional explanation of the analytical results

Concerning sample 01, 02, 03:  
- There is no dry matter analysed.

## **Vedlegg B**

-

**Risikoanalyser iht. SFT-veiledning 99:01A  
Beregningsark**

<b>Tabell I. Eksponeringsveier ved aktuell arealbruk.</b>				
<b>Parametre</b>	<b>Standard verdi</b>	<b>Anvendt verdi</b>	<b>Enhet</b>	<b>Begrunnelse (Gule celler må fylles)</b>
Eksponeeringstid for oralt inntak av jord (barn)	365 8	0 8	UAKTUELL	Ikke boligområde eller nærliggende skoler/barnehager. Industri.
Eksponeeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	220 dager/år 10 timer/dag		Industri/næring.
Eksponeeringstid for hudkontakt med jord (barn)	80 8	0 8	UAKTUELL	Ikke boligområde eller nærliggende skoler/barnehager. Industri.
Eksponeeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8	220 dager/år 10 timer/dag		Må være identisk med eksp.tid for oralt inntak!!
Oppholdstid utendørs (barn)	365 24	0 24	UAKTUELL	Ikke boligområde eller nærliggende skoler/barnehager. Industri.
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	220 dager/år 10 timer/dag		Må være identisk med eksp.tid for oralt inntak!!
Oppholdstid innendørs (barn)	365 24	0 24	UAKTUELL	Ingen bolig/skole/barnehage på arealet.
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	220 dager/år 10 timer/dag		Arealet er ikke bebyggt. Usannsynlig med annet enn næring/industri
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann	100 %	0 %	UAKTUELL	Sjøvann!!!
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	0 %	UAKTUELL	Fullstendig uaktuelt!!!
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	100 %		Absolutt "worst case"

<b>Tabell II. Transport og reaksjonsmekanismer</b>					
<b>Parametre</b>	<b>Symbol</b>	<b>Standard verdi</b>	<b>Anvendt verdi</b>	<b>Enhet</b>	<b>Begrunnelse</b> (Gule celler må fylles)
<b>Jordspesifikke data</b>					
Vanninnhold i jord	$\theta_w$	0.2	0.2	l vann/l jord	
Luftinnhold i jord	$\theta_a$	0.2	0.2	l luft/l jord	
Jordas tetthet	$\rho_s$	1.7	1.7	kg/l jord	
Fraksjon organisk karbon i jord	$f_{oc}$	1 %	1 %		
Jorda porøsitet	$\varepsilon$	40 %	40 %		
<b>Parametre brukt til beregning av konsentrasjon i innedørsluft</b>					
Innvendig volum av huset	$V_{hus}$	240	240	m <sup>3</sup>	
Areal under huset	A	100	100	m <sup>2</sup>	
Utskiftingshastighet for luft i huset	I	12	12	d <sup>-1</sup>	
Innlekkingshastighet av poreluft	L	2.4	2.4	m <sup>3</sup> /d	
Dybde fra kjellergulv til forurensning	Z	0.5	0.5	m	
Diffusiviteten i ren luft	$D_o$	0.7	0.7	m <sup>2</sup> /d	
<b>Data brukt til beregning av konsentrasjon i grunnvann</b>					
Jordas hydraulisk konduktivitet	k	0.00001 315.36	0.00001 315.36	m/s m/år	
Avstand til brønn	X	0	0	m	
Lengden av det forurensende området i grunnvannsstrømmens retning	$L_{gw}$	50	50	m	Målt
Infiltrasjons faktor	IF	0.141	0.141	år/m	
Gjennomsnittlig årlig nedbørmengde	P	730	730	mm/år	
Infiltrasjonshastigheten	I	0.0751389	0.075139	m/år	Beregnet (IF • P <sup>2</sup> )
Hydraulisk gradient	i	0.02	0.02	m/m	
Tykkelsen av akviferen	$d_a$	10	10	m	
Tykkelsen av blandingssonen i akviferen	$d_{mix}$	5.8697689	5.869769	m	Beregnet (ligning (10) i SFT 99:01a)
<b>Data brukt til beregning av konsentrasjon i overflatevann</b>					
Vannføring i overflatevann	$Q_{sw}$	500000	1E+09	m <sup>3</sup> /år	Grovt anslag - basert på tidevannsutskifting og arealmessige betraktninger.
Bredden av det forurensende området vinkelrett på retningen av grunnvannsstrømmen	$L_{sw}$	90	70	m	Målt
Beregnet hastighet på grunnvannstrøming	$Q_{di}$	3331.9626	5000000	m <sup>3</sup> /år	Beregnet på bakgrunn av tidevannets influens. Antatt å vandre inn og ut av fyllingen 2 ganger pr. døgn.

Stoff	"Referanse-jordkonsentrasjoner" (mg/kg) - dvs. "grenseverdier" knyttet til de enkelte eksponeringsveier							
	Totalt	Oralt jordinntak	Hudkontakt	Inhalering støv	Gass	Drikkevann	Grønnsaker	Fisk
	$C_{he}$	$C_{is}$	$C_{du}$	$C_{id}$	$C_{iv}$	$C_{iw}$	$C_{ig}$	$C_{if}$
Arsen	7.8E-01	1.2E+01	2.4E+01	2.4E+02				8.7E-01
Benzo(a)pyren	2.5E-01	2.9E+00	8.3E-01	1.1E+01	2.2E+02			4.4E-01
Bly	5.0E+02	1.9E+03	1.8E+04	4.9E+04				7.2E+02
Fluoranten	1.4E+03	7.4E+04	2.1E+04	1.0E+07	1.7E+06			1.5E+03
Fluoren	1.4E+03	7.4E+04	2.1E+04	1.0E+07	5.6E+04			1.6E+03
Kadmium	4.6E+00	1.9E+03	7.7E+02	5.4E+02				4.7E+00
Kobber	1.2E+04	9.3E+05		1.3E+08				1.3E+04
Krom totalt (III + VI)	2.9E+01	1.9E+06	1.2E+06	2.9E+01				1.4E+06
Kvikksølv	3.5E+00	8.7E+02	1.0E+03	1.1E+05	3.6E+00			2.2E+02
Naftalen	6.3E+02	7.4E+04	4.3E+04	1.0E+07	1.1E+03			1.6E+03
Nikkel	6.0E+02	9.3E+03	1.5E+03	1.2E+03				2.3E+04
PAH totalt	4.1E+00	4.6E+01	1.3E+01	1.7E+02	3.6E+03			7.0E+00
PCB CAS1336-36-3	4.2E-02	2.7E+00	2.3E+00	3.3E+02	1.7E+02			4.4E-02
Pyrene	1.0E+03	5.6E+04	1.6E+04	7.7E+06	1.9E+06			1.1E+03
Sink	8.7E+04	1.9E+06	5.4E+06	2.6E+08				9.3E+04

Stoff	Målt			TRINN 1		TRINN 2											
	jordkonsentrasjon		Norm- verdi jord (mg/ kg)	C <sub>s, max</sub> over- skrider norm- verdi	Helserisiko		Beregnet kons. fra max jordkons.			Beregnet kons. fra middel jordkons.							
	Antall prøver	Max C <sub>s, max</sub> (mg/kg)			Middel C <sub>s, middel</sub> (mg/kg)	C <sub>he</sub> aktuell arealbruk (mg/kg)	C <sub>s, max</sub> over- skrider C <sub>he</sub>	Grunn- vann C <sub>gw, max</sub> (mg/l)	Resipi- ent C <sub>sw, max</sub> (mg/l)	Innen- dørsluft C <sub>ia, max</sub> (mg/l)	Grønn- saker C <sub>g, max</sub> (mg/kg)	Fisk C <sub>f, max</sub> (mg/l)	Grunn- vann C <sub>gw, mid</sub> (mg/l)	Resipi- ent C <sub>sw, mid</sub> (mg/l)	Innen- dørsluft C <sub>ia, mid</sub> (mg/l)	Grønn- saker C <sub>g, mid</sub> (mg/kg)	Fisk C <sub>f, mid</sub> (mg/l)
Arsen	3	9.4	5.6	2	370 %	2.0	370 %	3E-02	1E-04	0	7E-03	3E-02	2E-02	9E-05	0	4E-03	2E-02
Benso(a)pyren	3	24	9.4	0.1	23900 %	0.3	9344 %	2E-04	1E-06	5E-11	2E+00	3E-02	9E-05	5E-07	2E-11	8E-01	1E-02
Bly	3	1100	637	60	1733 %	497	121 %	1E-01	5E-04	0	2E-02	3E-01	6E-02	3E-04	0	1E-02	2E-01
Fluoranten	3	44	17	0.1	43900 %	1382	-97 %	4E-03	2E-05	1E-08	6E+00	3E-01	1E-03	7E-06	6E-09	2E+00	1E-01
Fluoren	3	2.2	0.9	0.6	267 %	1410	-100 %	1E-03	7E-06	2E-08	5E-01	1E-02	6E-04	3E-06	9E-09	2E-01	5E-03
Kadmium	3	1.9	1.5	3	-37 %	5	-59 %	6E-03	3E-05	0	3E-02	9E-02	5E-03	2E-05	0	2E-02	7E-02
Kobber	3	980	417	100	880 %	12340	-92 %	2E-01	9E-04	0	2E-01	8E+00	8E-02	4E-04	0	8E-02	4E+00
Krom totalt (III + VI)	3	68	42	25	172 %	29	133 %	2E-01	1E-03	0	2E-02	1E-02	1E-01	6E-04	0	2E-02	6E-03
Kvikksølv	3	0.5	0.4	1	-52 %	3.5	-86 %	2E-04	1E-06	6E-07	5E-05	2E-04	2E-04	8E-07	4E-07	4E-05	2E-04
Naftalen	3	3.2	1.3	0.8	300 %	631	-99 %	1E-02	7E-05	2E-06	1E+00	2E-02	6E-03	3E-05	7E-07	5E-01	7E-03
Nikkel	3	41	36	50	-18 %	602	-93 %	4E-02	2E-04	0	3E-02	2E-03	3E-02	2E-04	0	3E-02	2E-03
PAH totalt	3	250	99	2	12400 %	4	6049 %	3E-03	1E-05	3E-07	2E+01	4E-01	1E-03	5E-06	1E-07	9E+00	1E-01
PCB CAS1336-36-3	3	0.049	0.047	0.01	390 %	0.04	16 %	3E-06	1E-08	5E-12	9E-03	6E-04	3E-06	1E-08	5E-12	9E-03	6E-04
Pyrene	3	35	14	0.19	18321 %	1041	-97 %	3E-03	2E-05	8E-09	4E+00	2E-01	1E-03	6E-06	3E-09	2E+00	8E-02
Sink	3	1100	817	100	1000 %	87225	-99 %	1E+00	5E-03	0	3E+00	3E+00	8E-01	4E-03	0	2E+00	2E+00

## **Vedlegg C**

-

**PCB profiler - sedimentprøver**

## Vedlegg PCB profiler

### Sedimentprofiler

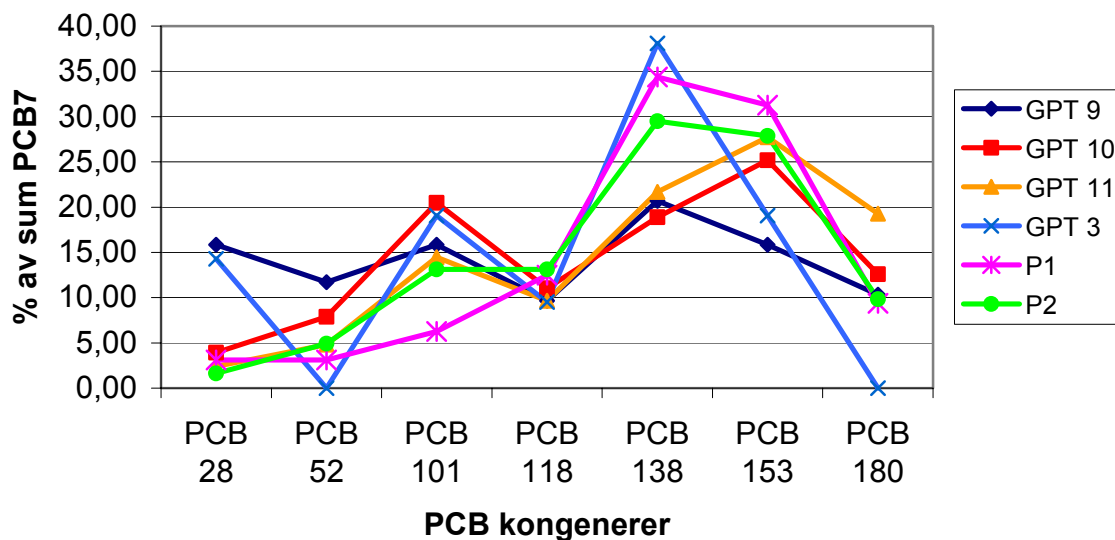
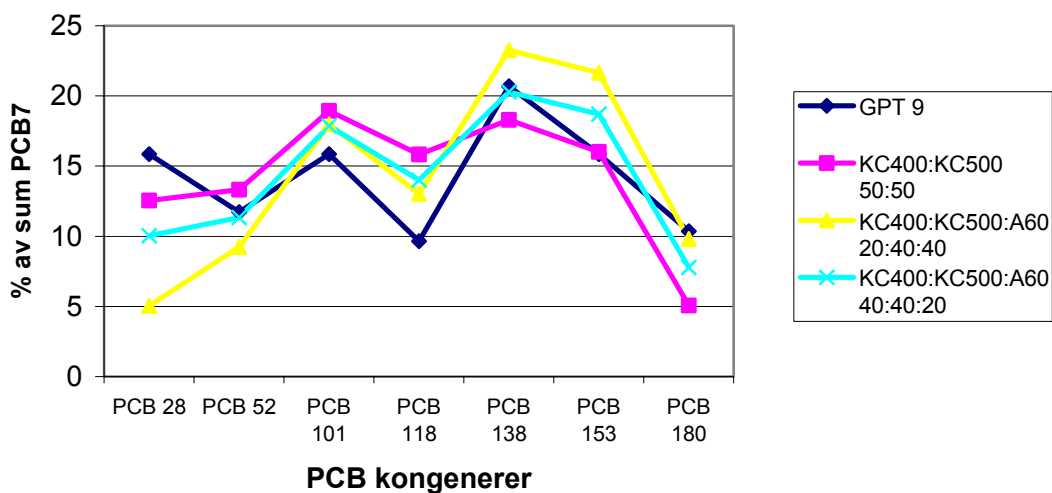


Fig 1. Oversikt over PCB profil fra prøvepunkt med PCB i tilstandsklasse III eller høyere.

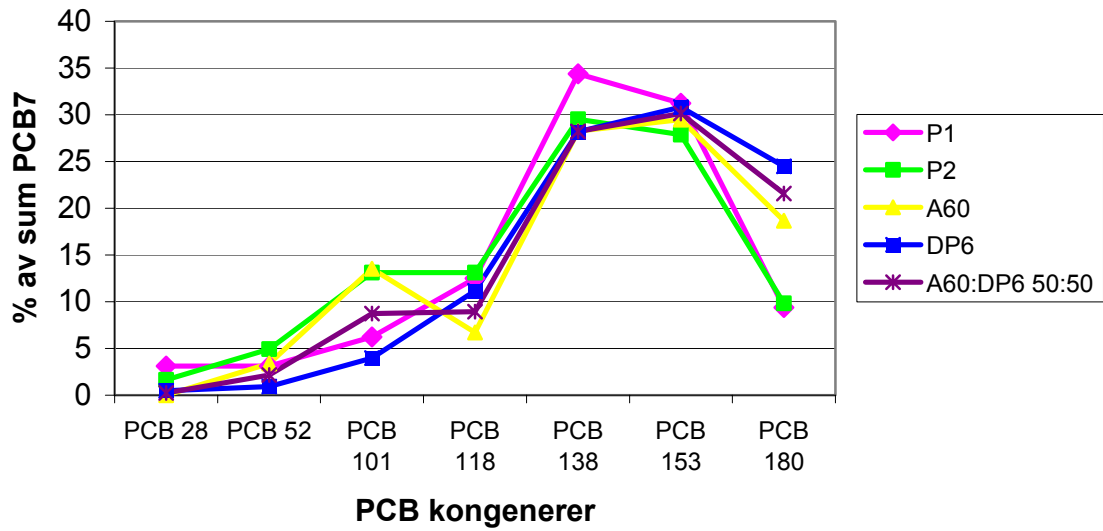
Videre vil sedimentprofilene bli sammenlignet med kommersielle tekniske PCB blandinger som det er naturlig å sammenligne med. Prøvepunktet GPT 3 blir utelatt fra sammenligningen på grunn av for høy usikkerhetsfaktor i og med at prøven hadde så lave verdier og flere verdier under deteksjonsgrensen.

### Sedimentprøve GPT 9



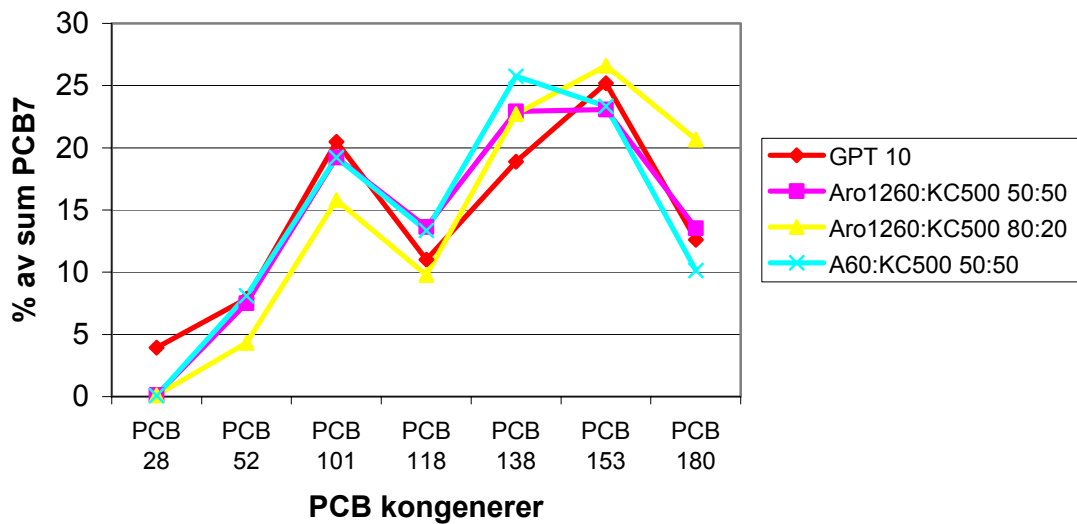
Figur 2. Sammenlikning av sedimentprøven GTP 9 med blandinger av ulike PCB blandinger i ulike forhold.

### Sedimentprøver P1 og P2



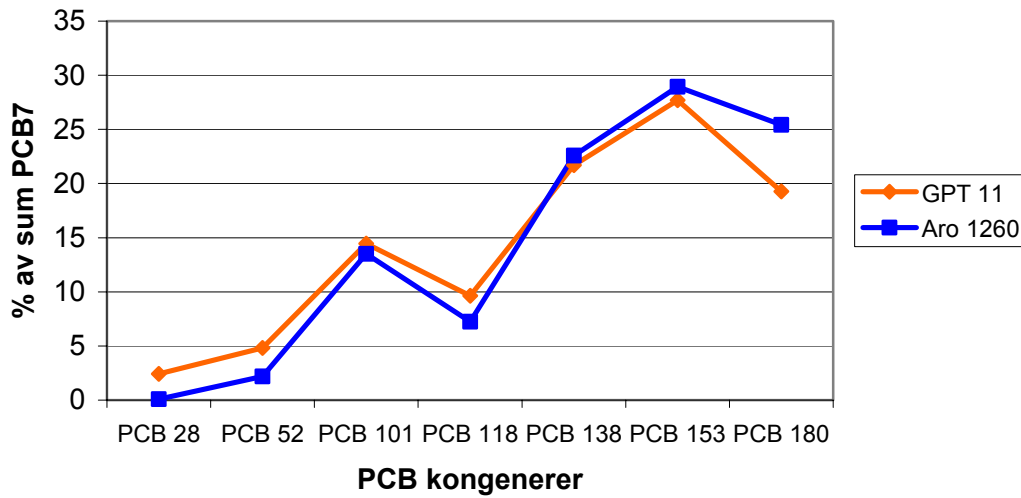
Figur 3. Sammenlikning av sedimentprøvene P1 og P2 med ulike PCB typer.

### Sedimentprøve GTP 10



Figur 4. Sammenlikning av sedimentprøven GTP 10 med blandinger av ulike PCB blandinger i ulike forhold.

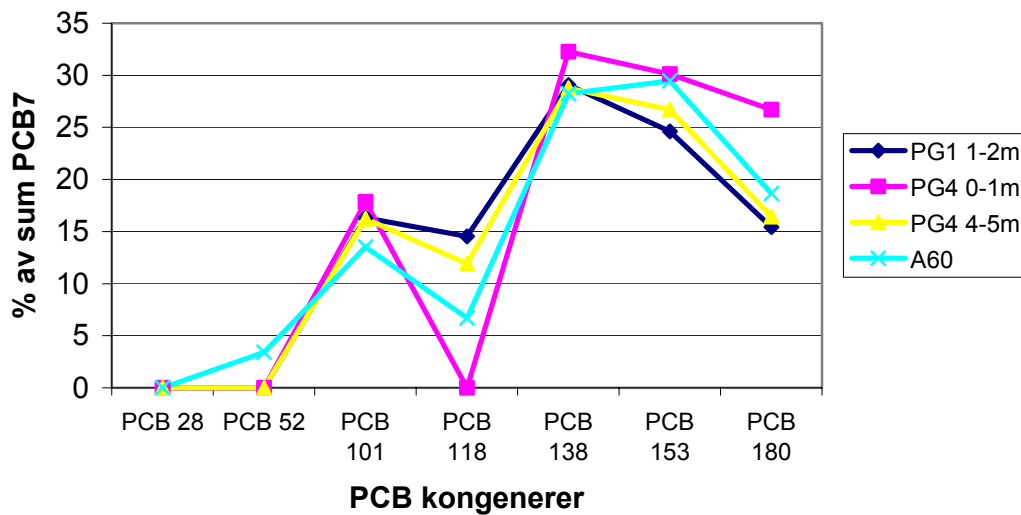
### Sedimentprøve GPT 11



Figur 5. PCB profilen fra prøvepunktet GPT 11 viser at denne meget sannsynlig er av typen Aroclor 1260.

Det er også vurdert PCB profiler fra jordprøver fra bossplassen.

### PCB profiler fra jordprøvene



Figur 6. PCB profilene fra prøvepunktene PG1 1-2m, PG4 0-1m og PG4 4-5m 11 viser at disse meget sannsynlig er av typen Clophen A60.

**Arkivreferanser:**

Fagområde:	Miljø		
Stikkord:	Konsekvensutredning, marin forurensning, risikoanalyser, smelteverk, avfallsdeponier		
Land/Fylke:	Norge, Møre og Romsdal	Kartblad:	1119 I
Kommune:	Ålesund	UTM koordinater, Sone:	32 V
Sted:	Flatholmen	Øst: 35500	Nord: 693100

**Distribusjon:**

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)  
 Intern  
 Fri

**Dokumentkontroll:**

		Dokument 24. april 2002		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	juni. -01	AFa						
	Kontrollert	juni. -01	OHÅ						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	nov. -01	AFa						
	Kontrollert	nov. -01	OHÅ						
Teknisk innhold	Utarbeidet	feb. -02	ADW/EY						
	Kontrollert	feb. -02	AFa						
Format	Utarbeidet	feb. -02	ADW/EY						
	Kontrollert	feb. -02	AFa						
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Seksjonsleder/Avdelingsleder)				Dato: 05. mai 2002		Sign.: Arne Fagerhaug			