



KYSTVERKET

Nordland

Mottatt FM-NO

29 MAI 2017

Fylkesmannen i Nordland  
Statens hus, Moloveien 10  
8002 BODØ

Deres ref.: Vår ref.: Arkiv nr.: Saksbehandler: Dato:  
2017/1803-1 2017/1803-1 Bengt Bjørkli 23.05.2017

### Søknad for tillatelse til mudring og etablering av strandkantdeponi, Sandnessjøen, Alstahaug kommune

Kystverket Nordland ved Senter for Utbygging søker med dette om tillatelse til mudring, sprengning og etablering av strandkantdeponi for forurensede masser og steinmasser etter forurensingslovens §11 og forurensingsforskriftens §22-6.

#### Bakgrunn og formål for det omsøkte tiltaket

Sandnessjøen har en sentral beliggenhet og en etter hvert god infrastruktur som gjør havna til en av de mest attraktive havnene innenfor oljerelatert servicevirksomhet i Nordland. For å opprettholde denne strategiske posisjonen som er etablert i forhold til oljeservicenæringen må krav til dybde for de største supply-skipene som betjener plattformene være oppfylt.

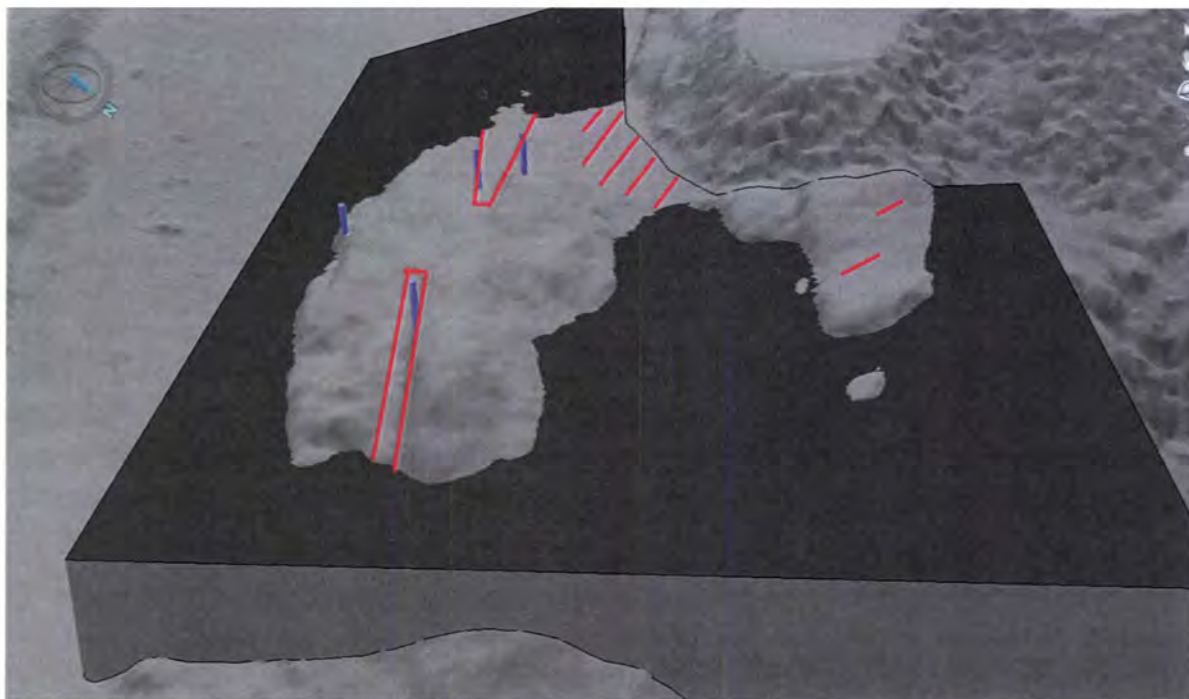
Innseilingsdybden til havna er imidlertid en flaskehals for videre utvikling og bruk av kaiområdet. En markert grunne i innseilingen på -7,7 m med et grunnparti innenfor mot molen skaper utfordringer ved manøvrering, noe som igjen naturlig nok setter begrensninger for bruken av havna. Disse forholdene er grunnen til at Alstahaug Havnevesen KF sammen med kommunen har fremmet ønske om gjennomføring av tiltaket for å bedre forholdene ved innseiling

Tiltaket omhandler utdyping av det nevnte grunnpartiet til -15 m relatert til sjøkartnull og deponering av massene. Massene består av et lag forurensede løsmasser over fjell og tilhørende sprengstein ved gjennomføring av utdypning. Massene er tenkt deponert i strandkantdeponi inne i vågen, med reserve deponimulighet i et allerede etablert deponi på Horvnes.

#### Senter for utbygging

Sentral postadresse:	Kystverket Postboks 1502 6025 ÅLESUND	Telefon:	+47 07847	Internett:	www.kystverket.no
				E-post:	post@kystverket.no
For besøksadresse se	www.kystverket.no	Bankgiro:	7694 05 06766	Org.nr.:	NO 874 783 242

Brev, sakskorrespondanse og e-post bes adressert til Kystverket, ikke til avdeling eller enkeltperson



Figur 1 Illustrasjon av massene som skal fjernes rundt molo. Løsmasser illustrert i rødt.

Effekt mål for tiltaket er å sikre at større skip som anløper havna får bedre dybde og manøverareal i innseilinga til havna og inne i havna. Dette for å sikre at Sandnessjøen havn kan utvikle seg, og også i fremtiden fremstår som en god og trygg havn for brukerne.

Tiltaket er med på å:

- Redusere/eliminere sannsynligheten for grunnstøtinger og bunnberøringer i farleden.
- Redusere/eliminere ulykkeshendelser/tap av menneskeliv
- Redusere/eliminere sannsynligheten for utslipp som følge av grunnstøtinger i farleden.
- Øke forutsigbarhet i trafikkavvikling for større båter (supply-skip og lastebåter)
- Gjøre det mulig å ta større offshore-konstruksjoner til verksted i havna.
- Forbedre strømforhold i havna.
- Masser fra utdypingen som ønskes plassert i strandkantdeponi på Holmen bidrar til å tilrettelegge for ny næringsareal og kailinje.

Tiltaket er først og fremst et sikkerhetstiltak i innløpet til Sandnessjøen havn. Tiltaket vil ikke endre seilings-/transportmønster, men bedre sikkerheten, gi anløpsmulighet til større fartøy og sikre leveransene.





## ROS Analyse

Ingen ROS-analyse er gjennomført da berørte områdene er regulert til formålet.

## Marinarkeologiske undersøkelser

Det er ikke utført marinarkeologiske undersøkelser i utdypingsområdet. Da området består av en steingrunne, ansees marinarkeologisk undersøkelse som unødvendig.

Brev er imidlertid sendt til NTNU Vitenskapsmuseet i Trondheim 09.01.2017 for å vurdere behovet for videre undersøkelser, og svaret var som følgende:

*«NTNU Vitenskapsmuseet har mottatt, i e-post fra Kystverket, ovennevnte sak til uttalelse vedrørende konflikt med eventuelle kulturminner under vann. Saken er behandlet med bakgrunn i Lov om kulturminner av 9. juni 1978 nr. 50 (kml).*

*Kystverket Nordland planlegger utdypning i innseiling til Sandnessjøen havn på grunn av manglende dybde og bredde. En grunne i innseilingen setter begrensninger for manøvrering og bruk av havna, og medfører et hinder for sikker og effektiv drift.*

*Det er utført miljø- og geotekniske undersøkelser på sjøbunnen, og i den sammenheng ble det gjort videoopptak i tiltaksområdet. Videomaterialet dekker i alt uttak av 12 prøver, fordelt utover tiltaksområdet. NTNU Vitenskapsmuseet har fått tilgang til, og gjennomgått dette videomaterialet. På grunnlag av denne gjennomgangen, samt en totalvurdering av bunntopografien i og rundt tiltaksområdet, anser vi faren for konflikt med kulturminner under vann som forholdsvis liten. Det må her påpekes at det ikke tidligere er utført marinarkeologiske undersøkelser i tiltaksområdet, og at tilstedeværelsen av kulturminner under vann derfor ikke kan utelukkes.*

*Vi har dermed ingen anmerkninger til tiltaket slik det foreligger, utover å minne om meldeplikten. Dette innebærer at dersom det under arbeidet oppdages kulturhistorisk materiale under vann som kan være vernet eller fredet etter loven (keramikk, glass, vrakdel, etc eldre enn 100 år), må arbeidet straks stanses og NTNU Vitenskapsmuseet varsles, jfr. kml §14 tredje ledd. Tiltakshaver plikter å underrette den som skal utføre arbeidene om dette, men står også selv ansvarlig for at det blir overholdt.»*

## Geotekniske undersøkelser

Geotekniske undersøkelser er utført av Ramböll Sverige AB (Rapport 2014-06-18), der målet var å fastsette dybde til fjell i utdypingsområdet. Totalt ble det gjennomført fire totalsonderinger i utdypingsområdet og detaljerte resultat er presentert i egen rapport, se vedlegg.

## Miljøtekniske undersøkelser

Sandnessjøen havn har hatt verkstedindustri og slipp inne i havna i om lag 100 år. Dette har medført at havna nå er sterkt forurenset. Norconsult AS utførte på oppdrag for Alstahaug kommune og Slipen mekaniske AS i 2010 en undersøkelse av bunn sedimentene i havna som hadde til hensikt å kartlegge forurensningen i sedimentene. Se vedlegg.

Rapporten viser at forurensningen av sediment i Sandnessjøen havn, i henhold til myndighetenes veiledninger, innebærer en uakseptabel risiko for forurensning for marine organismer, både bunnlevende og pelagiske. Dette er knyttet til sedimentenes høye konsentrasjon av kobber (klasse III-V), PAH-forbindelser (klasse III-V), PCB (klasse III) og TBT (klasse III-V).



## Miljøundersøkelse i tiltaksområdet

Miljøtekniske undersøkelser ble utført i juni 2014 av Rambøll på oppdrag for Kystverket "Sandnessjøen undersøkelser av sediment og naturmangfold», se vedlegg 2.

Det ble funnet moderate til høye konsentrasjoner av TBT, Indeo(123cd)pyren og Benzo(ghi)antracen i området. Resultatene indikerer at sedimentet har økologisk risiko.

Under følger et utklipp fra miljørapportens kapittel 3.3, som drøfter faren for spredning ved utdypingsarbeider:

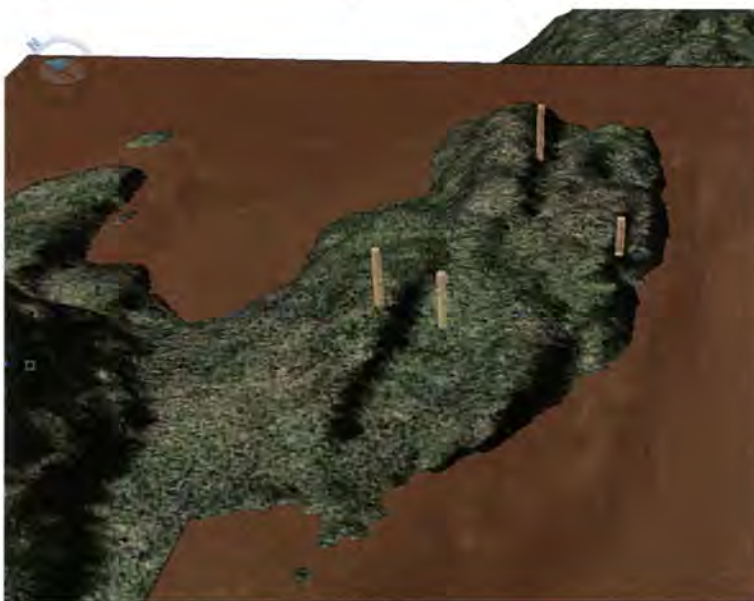
*"Sedimentene i tiltaksområdet består i all hovedsak av sand, som raskt vil synke ut av vannsøylen og i liten grad transporteres av havstrømmer. Det ansees derfor som lite sannsynlig at tiltaket vil føre til spredning av miljøgifter eller økt sedimentering utenfor tiltaksområdet."*

Rapporten behandler også løsmasser i utdypingsområdet:

*"Sedimentet lå de fleste steder som et tynt lag over fjell, men berg og stor stein dekket av makroalger stakk flere steder opp av det tynne sandlaget. Det var rikelig med makroalgevekst i området, noe som tydet på at det var hardbunn under det tynne sandlaget flere steder. Det ble gjort forsøk på flere plasser før kjerneprevetaking kunne gjennomføres. Enkelte steder fant dykker lommer med sediment med et sedimentlag på maksimalt 18 cm."*

*"Tykkelsen på sedimentlaget var variabelt innen området. Det er derfor ikke mulig å gi et eksakt estimat på volumet av løsmasser i tiltaksområdet. Går en ut i fra at det ligger 18 cm (tilsvarende den tykkeste sedimentkjernen) med sediment på hele området, vil dette gi et volum på 900 m<sup>3</sup>. Dette vil etter all sannsynlighet være et overestimat da sedimentlaget var tynnere enn dette i store deler av tiltaksområdet."*

Borehullene rapportene fra grunnundersøkelsene fant løsmasser med en dybde på 40 cm og 170 cm på 12 meter dybde. Basert på dette vil det være rimelig å anta at totalt overslag av løsmassene vil nok være mer enn overslaget nevnt ovenfor fra dykkerrapportene. Ut fra visualiseringen av terrenget som vist nedenfor så ligger løsmassene til dels i sprekker på rundt 2 - 5 meters bredde. Det meste av løsmassene, spesielt de løsmasser som har høyest nivå av forurensning vil kunne fjernes med en miljøskuff.



Figur 3 Terrenget under sjø med borehull illustrert som gule stolper

## Naturmangfold og vannkvalitet

Det er ingen kjente natur- eller miljøinteresser som kommer i berøring med prosjektet.

I MRDB (Marin Ressurs Data Base) er det ingen områder i umiddelbar nærhet som er gitt prioritet ved oljeutslipp.



Figur 4 Utsnitt av kystinfo - Natur og miljø

Det vises også til Rambølls rapport fra 2014 "Sandnessjøen undersøkelser av sediment og naturmangfold" (vedlegg 2), kapittel 3.3 som drøfter naturmangfoldloven og vanddirektivet og nedenfor følger et utdrag av rapporten:

«Den økologiske tilstanden i vannforekomsten er satt til «Svært dårlig», mens den kjemiske tilstanden er udefinert. Den økologiske tilstanden er kun basert på kjente påvirkninger i området og ikke på overvåkningsdata (Vann-nett.no). Gjennomføring av tiltak i området vil føre til fjerning av forurenset sediment og vil således være positivt for tilstanden i området. Både TBT og de to typene av PAH som ble registrert i sedimentene og som overskred grenseverdiene er prioriterte stoffer i henhold til vanddirektivet.

Mudring fører ofte til fare for spredning av forurenset sediment og økt grad av sedimentering. Økt sedimentering og spredning av miljøgifter vil kunne ha en negativ effekt på bunndyr og makroalger. Tiltaksområdet er relativt eksponert, noe som også vises på sedimentsammensetningen.

Sedimentene i tiltaksområdet består i all hovedsak av sand, som raskt vil synke ut av vannsøylen og i liten grad transporteres av havstrømmer. Det ansees derfor som lite sannsynlig at tiltaket vil føre til spredning av miljøgifter eller økt sedimentering utenfor tiltaksområdet.

Filming avslørte ingen spesielt verdifulle marine naturtyper. Tiltaksområdet bestod i stor grad av hardbunnsamfunn med tare, rødalger og kalkalger. Det ble også observert et tynt lag av skjellsand i deler av området. Både forekomster av tareskog og skjellsand er ansett som viktige naturtyper hvis de er av en viss størrelse. Forekomstene i tiltaksområdet antas å være små og vurderes derfor ikke som spesielt verdifulle.

Det er heller ikke registret noen verdifulle marine naturtyper i Miljødirektorates databaser (Miljøstatus.no) i tiltaksområdet eller umiddelbar nærhet. Derimot er det registret to rødelistet arter, Teist (*Cephus grylle*) og Fiskemåke (*Larus canus*) i nærheten av



tiltaksområdet. Teist er regnet som å være en sårbar art, mens Fiskemåke er ansett å være nær truet. Det er registrert et beiteområde for Vade- måke og alkefugler av regional viktighet som delvis overlapper med tiltaksområdet. På yttersiden av tiltaksområdet ligger det også et beiteområde av regional viktighet for Vade-, måke og alkefugler. Dette området er en viktig lokalitet for måkefugler vinterstid.

Økt turbiditet i vannsøylen under anleggsfasen vil kunne gi dårligere sikt for fugl under næringsøk. Ettersom det er lite sediment i tiltaksområdet, sedimentet er grovkornet, samt at tiltaket er av lite omfang, antas det at tiltaket ikke vil påvirke sjøfuglbestandene i området negativt. Sprengningsarbeid vil kunne virke forstyrrende på fisk og sjøfugl, men da dette arbeidet er av begrenset varighet mener en at dette ikke vil påvirke populasjonene negativt. Det er derfor lite sannsynlig at tiltaket vil ha negative effekter for økosystemet

Kunnskapsgrunnlaget omkring arters bestandssituasjon, naturtypers utbredelse og økologiske tilstand, samt effekten av påvirkninger i influens og tiltaksområdet (§8 Naturmangfoldloven) ansees å være tilstrekkelig kartlagt. Ettersom naturmangfoldet ansees å være kartlagt i tilstrekkelig grad innen det relevante område vil ikke føre-var prinsippet være relevant i denne saken (§9 Naturmangfoldloven).

Det anses som lite sannsynlig at tiltaket vil ha negative effekter for økosystemet.»

## Kulturminneloven

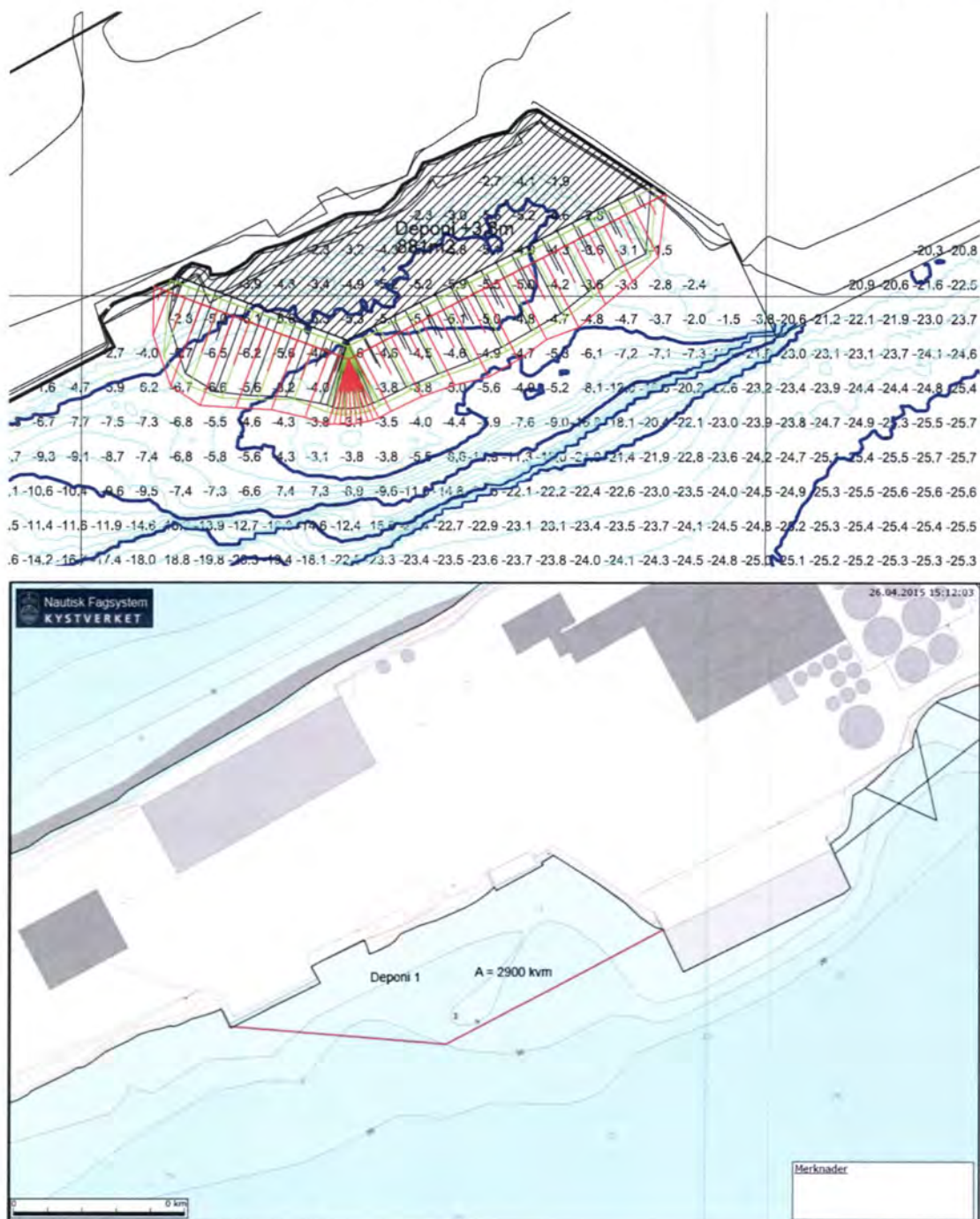
Det er ikke registrert noen kulturminner i nærheten av tiltaksområdet.



Figur 5 Utklipp fra Kystinfo, Kulturminner

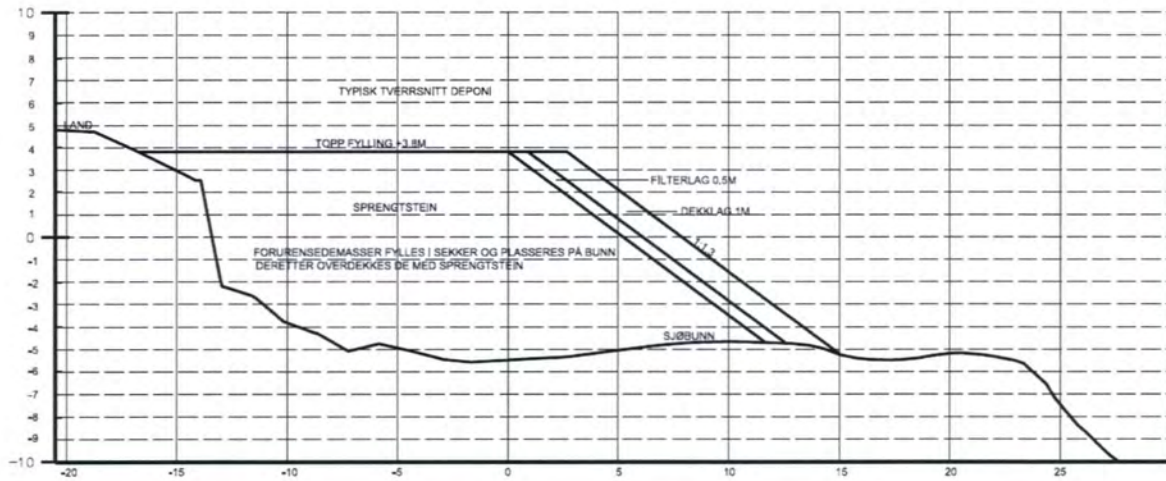
## Deponiløsning

Den valgte måten å gjennomføre tiltaket er at utførende entreprenør først rensker sjøbunns-overflaten med miljøskuff ned til fjell så langt det lar seg gjøre, deretter sprenges det til ønsket dybde. Deponiet bygges opp som en steinfylling uten sjeté. Fyllingen avsluttes med en plastring av større sprengstein som sorteres ut ved mudringsarbeidene.

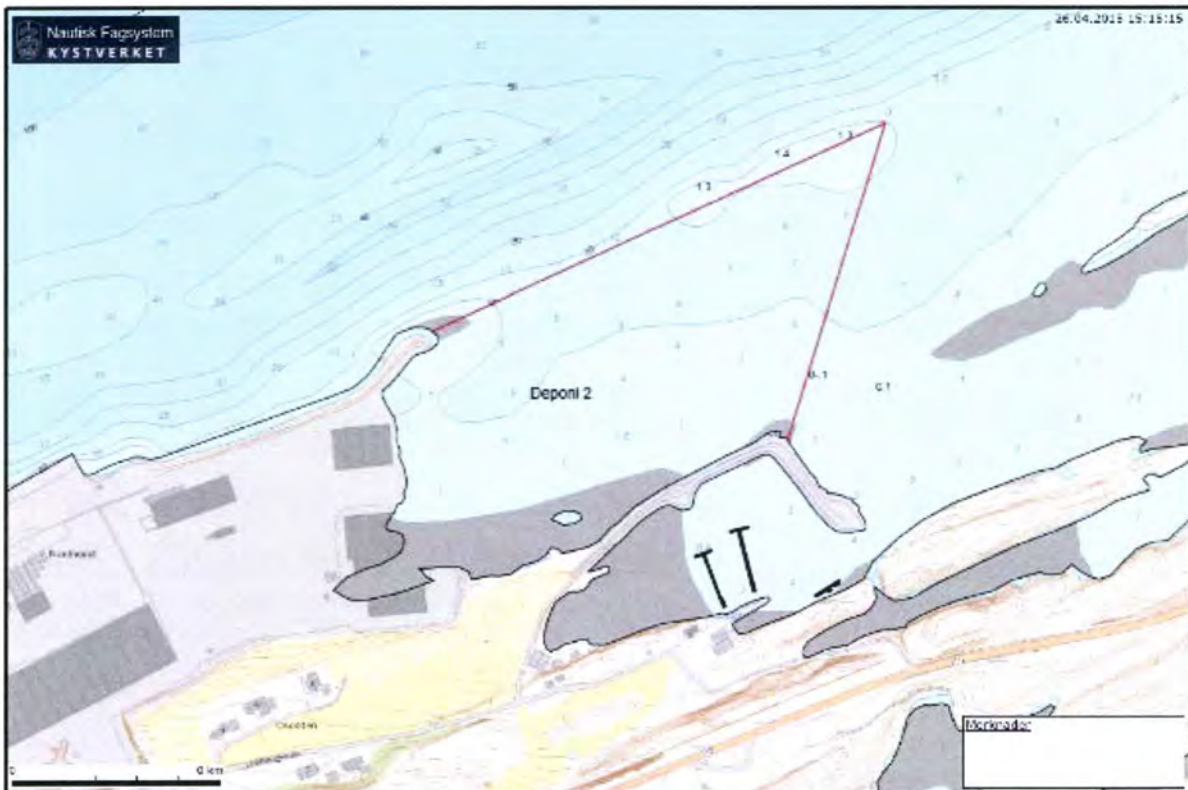


Figur 6 Deponi 1 - Sør for kai på Holmen





Blir det blir overskuddsmasser, så kan deponi 2 på Horvnes også benyttes til rene masser. Dette deponiet er allerede regulert inn bygget av Alstahaug Havnevesen. Det fylles nå opp med masser fra andre prosjekter.



## Mudring og deponering av masser

Valgt løsning er at sedimenter mudres med miljøskuff og legges inn i geotekstil-bager. Bag kan deretter legges inn først i deponiområdet for å senere dekkes over med resterende sprengte steinmasser fra utdyping.

Ut fra sjøkartleggingen er det 11 600 m<sup>3</sup> faste masser som skal fjernes. Ut fra borehull og dykkerundersøkelsene er det mellom 800 m<sup>3</sup> til 1600 m<sup>3</sup> løsmasser på bunnen, og det er totalt 9 800 - 11 000 m<sup>3</sup> faste fjellmasser. En miljøskuff vil nok få opp rundt 70 - 90 % av løsmassene basert på 3D visualisering av havbunnen, dykkerrapporten, vurdering av sprekkdannelser og erfaringer rundt miljøskuffer i slikt terreng.

I etterkant av miljøskuff rensk vil de løsmassene som ligger igjen trolig være mindre forurenset enn topplagene og dermed ikke utgjøre en miljørisiko ved sprenging. Det forventes heller ikke at løsmassene som er igjen vil forverre forholdene i den allerede sterkt forurenset havnen.

Sprengning gjennomføres etter at løsmasser på bunnen er fjernet. Fjerning av sprengstein gjøres med konvensjonelt utstyr tilpasset dette.

Deponiområdet er ikke undersøkt i detalj med miljøprøver, men området rundt deponi 1 er trolig like sterkt forurenset som resten av havnen slik beskrevet i «*Kartlegging av forurensning i sediment i Sandnessjøen - Trinn 2 Risikovurdering*» som vedlagt. Denne rapporten beskriver det meste av havnen som klasse IV og V forurenset, og deponi 1 området vil trolig være like forurenset som dette.

Hvis det tas opp skrot under mudringsarbeidet vil dette leveres på godkjent avfallsmottak.

## Overvåking under prosjektgjennomføringen

Det framgår av miljøkartleggingen fra Nordconsult at hele havnen er forurenset. Området som skal mudres har mindre forurensning enn selve havneområdene.

Gravingen av forurenset løsmasser vil gjøres med miljøskuff, så man forventer at spredningen av løsmasser forblir relativt lav. Selve sprengning av berget kan skje når strømmene går inn mot havnen for å redusere mulighetene for at resterende løsmasser forlater havneområdet. Selve gravingen av sprengstein vil være stort sett rene masser. Eventuell spredning av løsmasser vil være spredning av løsmasser til områder med mer forurensete løsmasser.

Deponiområdet befinner seg i et område med sterk forurensning. Det ansees derfor som lite hensiktsmessig å overvåke utførelsen med for eksempel bruk av turbiditetsmålere.

Hvis mulig ønsker Kystverket å diskutere vilkår til en tillatelse med Fylkesmannen.



### **Oppstart og fremdrift**

Prosjektet er en del av Nasjonal Transportplan. Vi håper på en snarlig behandling da en bevilgning kan komme allerede dette året.

Forventet varighet på prosjektet er 2-3 måneder.

Med hilsen

Frøydis Rørtveit Stensvik  
Avdelingssjef

Bengt Bjørkli  
senioringeniør

*Dokumentet er elektronisk godkjent*

#### Eksterne kopimottakere:

Fiskeridirektoratet	Postboks 185 Sentrum	5804	BERGEN
Fiskarlaget Nord	Postboks 59	9251	TROMSØ
Norges Kystfiskarlag	Postboks 97	8380	RAMBERG
Tromsø museum - Universitetsmuseet	Universitetet i Tromsø	9037	TROMSØ
NTNU - Vitenskapsmuseet		7491	TRONDHEIM
Nordland fylkeskommune	Fylkeshuset	8048	BODØ
Sametinget	Ávjovárgeaidnu 50	9730	KARASJOK
Kystverket	Postboks 1502	6025	ÅLESUND
Alstahaug havnevesen KF	Postboks 144	8801	SANDNESSJ ØEN
Alstahaug kommune	Postboks 1006	8805	SANDNESSJ ØEN

#### Vedlegg:

- 1 Kartlegging av forurensning i sediment i Sandnessjøen - Nordconsult
- 2 Sandnessjøen - Undersøkelser av sedimenter og naturmangfold - Rambøll
- 3 Markteknisk undersøkningsrapport - Rambøll
- 4 Strømmålinger ved Sandnessjøen 2014 - Akvaplan Niva
- 5 Skisse utdypning Sandnessjøen
- 6 Teknisk tegning C001 - Planoversikt utdyping og deponi
- 7 Teknisk tegning C002 - Plan utdyping
- 8 Teknisk tegning C003 - Plankart deponi
- 9 Søknadsskjema for tillatelse til mudring og etablering av strandkantdeponi, Sandnessjøen, Alstahaug kommune
- 10 Teknisk tegning C004 - Tverrsnitt deponi
- 11 Teknisk tegning C005 - Snitt A-A utdypningsområde
- 12 Marinarkeologisk uttalelse, innseiling Sandnessjøen, Alstahaug kommune - NTNU Vitenskapsmuseet

Alstahaug Havnevesen KF  
Sandnessjøen havn



Basehavn for Nordland  
Postboks 144, 8801 Sandnessjøen  
Telefon: 78 07 97 00  
Telefax: 78 07 97 01



Alstahaug Havnevesen KF

Slipen Mekaniske AS

Miljøundersøkelse - Sandnessjøen



## Kartlegging av forurensning i sediment i Sandnessjøen Trinn 2 Risikovurdering

Mars 2010

Norconsult

1#17-55b3ad12-b87a-417b-9116-de333877fa57-15



J05	22.03.10	For bruk			
D04	29.01.10	For godkjenning av oppdragsgiver			GRS
A03	10.01.10	Tverfaglig kontroll			Mel
A02	22.12.09	Fagkontroll	ellun	grs	
A01	22.12.09	Egenkontroll	ellun		
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Oppdragsgiver

Sak

Risikovurdering i sjø, Sandnessjøen  
Nordland

Dato

Mars

Utarbeidet av


Elisabeth Lundsør

Fagkontrollert av

Gaute R. Salomonsen

Godkjent av

Marit Elveos

	Oppdragsnummer	Dokumentnummer	Revisjon
	5012898/5012900	01	J05

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Kartlegging av forurensning i sediment i Sandnessjøen.....	1
	Trinn 2 Risikovurdering.....	1
1	<b>MILJØTEKNISK UNDERSØKELSE.....</b>	<b>6</b>
	1.1 Området.....	6
	1.2 Kort historikk.....	7
	1.2.1 Sandnessjøen havn.....	7
	1.2.2 Høvding Skipshuggeri.....	7
	1.3 Tidligere undersøkelser.....	8
2	<b>METODIKK - RISIKO FOR FORURENSNING .....</b>	<b>9</b>
	2.1 Bakgrunn.....	9
	2.2 SFTs metodikk sett i forhold til tradisjonelle risikoanalyser.....	9
	2.3 Prosess for vurdering av risiko for forurensning.....	9
	2.3.1 Trinn 1.....	10
	2.3.2 Trinn 2.....	10
	2.3.3 Trinn 3.....	11
	2.4 Vurderingens pålitelighet.....	11
3	<b>FORURENSNING FRA SKIPSVERFT GENERELT .....</b>	<b>12</b>
	3.1 Forurensende aktiviteter ved skipsverft.....	12
	3.2 Aktuelle forurensningsparametere for skipsverft generelt.....	13
4	<b>TRINN 1 RISIKOVURDERING - HOVEDHAVNA .....</b>	<b>14</b>
	4.1 Kartlegging av sedimentforurensning .....	14
	4.1.1 Prøvestasjonene.....	14
	4.1.2 Prøvetaking.....	14
	4.2 Analyseparametre.....	15
	4.3 Resultat fra sedimentprøver .....	15
	4.3.1 Sedimentets karakteristikk og bunnforhold .....	15
	4.3.2 Sedimentets forurensningsgrad .....	15
	4.3.3 Området som helhet.....	16
	4.3.4 Metaller.....	18
	4.3.5 Sum PAH 16 og de enkelte stoffene.....	18
	4.3.6 PCB <sub>7</sub> og enkeltkomponentene.....	20
	4.3.7 TBT.....	21
	4.3.8 Avgrensning av området og mulige forurensningskilder.....	22
	4.3.9 Økotoksisitet.....	23
	4.4 Sammenligning med tidligere undersøkelser .....	23
	4.5 Konklusjon Trinn 1 .....	23
5	<b>TRINN 2 RISIKOVURDERING.....</b>	<b>24</b>
	5.1 Miljø målsetning og akseptkriterier.....	24
	5.2 Stedspesifikke data .....	24
	5.3 Risiko for effekter på økosystemet.....	26
	5.4 Risiko for human helse.....	27
	5.5 Risiko for spredning .....	28
6	<b>OPPSUMMERING HOVEDHAVNA.....</b>	<b>31</b>
	6.1 Økosystemet .....	31
	6.2 Human helse .....	31
	6.3 Spredning.....	31
7	<b>TRINN 1 RISIKOVURDERING - SANDNESVÅGEN .....</b>	<b>32</b>
	7.1 Resultat fra sedimentprøver .....	32
	7.1.1 Sedimentets karakteristikk og bunnforhold .....	32
	7.1.2 Sedimentets forurensningsgrad .....	32
	7.1.3 Området som helhet.....	33
	7.1.4 Metaller.....	34



	7.1.5	Sum PAH 16 og de enkelte stoffene.....	36
	7.1.6	PCB- og enkeltkomponentene .....	37
	7.1.7	TBT .....	39
	7.1.8	Avgrensning av området og mulige forurensningskilder.....	39
	7.1.9	Økotoksisitet.....	40
	7.2	Sammenligning med tidligere undersøkelser .....	40
	7.3	Oppsummering Trinn 1.....	40
8		<b>TRINN 2 RISIKOVURDERING.....</b>	<b>41</b>
	8.1	Miljømålsetning og akseptkriterier .....	41
	8.2	Steds spesifikke data .....	41
	8.3	Risiko for effekter på økosystemet .....	43
	8.4	Risiko for human helse .....	44
	8.5	Risiko for spredning .....	45
9		<b>OPPSUMMERING SANDNESVÅGEN.....</b>	<b>48</b>
	9.1	Økosystemet .....	48
	9.2	Human helse .....	48
	9.3	Spredning.....	48
10		<b>KONKLUSJON OG TILTAKSVURDERINGER I SANDNESSJØEN.....</b>	<b>49</b>
	10.1	Human helse risiko .....	49
	10.2	Økologisk risiko .....	49
	10.3	Spredningsrisiko .....	49
	10.4	Tiltaksvurdering .....	49
11		<b>REFERANSER.....</b>	<b>51</b>
12		<b>VEDLEGG.....</b>	<b>51</b>

## SAMMENDRAG

Området som er undersøkt er Sandnessjøen havn og Sandnesvågen i Nordland. I havneområdet ligger det mange kaier og bedrifter mens det i Sandnesvågen tidligere var et skipsopphuggeri, jernstøperi, oljetanker og et notbøteri. Deler av områdene er tidligere undersøkt i forbindelse med en større undersøkelse av miljøgifter i havner i Nordland (SFT 2003). Disse undersøkelsene konkluderte med at området er betydelig forurenset i både sediment og sjømat.

Denne undersøkelsen er en risikovurdering av Sandnessjøen havn og Sandnesvågen og viser at begge områder er moderat til sterkt forurenset av mange miljøgifter. Forurensningen bidrar til uakseptabel risiko for marine organismer og human helse i begge områder (jf. akseptkriteriene). I havneområdet er propelloppvirvling fra skipsanløp en betydelig spredningsmekanisme. Historisk har områdene vært benyttet til ulike aktiviteter og virksomheter. Dette gir sannsynligvis mange ulike kilder til forurensningen, noe som underbygges av analysene som viser at de ulike stoffene og forbindelsene har ulike "hotspots".

Risikoen for human helse blir uakseptabel høy ved inntak av selv mindre mengder sjømat. Dette som følge av høye konsentrasjoner av bly, PAH-forbindelser, PCB og TBT i sedimentet.

Sedimentforurensningen i Sandnessjøen viser, i henhold til myndighetenes veiledninger, en uakseptabel risiko for forurensning for marine organismer, både bunnlevende og pelagiske. Dette er knyttet til sedimentenes høye konsentrasjon av kobber (klasse III-V), PAH-forbindelser (klasse III-V), PCB (klasse III) og TBT (klasse III-V) i begge områder samt kvikksølv og bly i Sandnesvågen.

Risiko for forurensning som følge av spredning av forurenset sediment er uakseptabel høy for vannlevende organismer. Spredningen vil føre til at beregnet sjøvannskonsentrasjon for TBT overstiger grenseverdi for økologisk risiko for organismer i vannsøylen i hovedhavna og for pyren og TBT i Sandnesvågen.

Skipsanløpene i hovedhavna fører alene til at forventet konsentrasjon av TBT og benzo(ghi)perylene overskrider grenseverdi i havna. I Sandnesvågen fører ikke skipstrafikk til slike overskridelser.

For å innfri akseptkriteriene som er satt av Norconsult for Sandnessjøen havn og Sandnesvågen er det behov for tiltak.





## 1.2 Kort historikk

### 1.2.1 Sandnessjøen havn

I 1864 etablerte Nils Jakobsen skipsekspedisjon, brennevinshandel, butikk og notbruk i Stamnesvika. Det ble satt opp nothus og rigget til for vedlikehold og reparasjoner på båter.

I 1909 ble IS Sandnessjøen Patentslip og Reparasjonsværksted etablert, basert på den tradisjonelle virksomheten i Stamnesvika. Den første slippen ble smurt inn med grønnsåpe for å underlette landsettingen av båter, et arbeide som i de første årene ble utført med hesten til bonden Jørgen Karlsen. Senere ble det anskaffet en dampmaskin og en "moderne" slippvogn på hjul og skinner. Arbeidet med bygging og reparasjon av mindre trebåter fortsatte fram til 1959. Etter det startet de bygging av båter ved verftet. I 1959 overtok Einar Høvding driften og da offshore- eventyret startet i Sandnessjøen på 70 tallet ble bedriften solgt til Nordland Offshore som etablerte en egen offshore avdeling som en del av virksomheten. Birger Jakobsen kjøpte den del av bedriften som omfattet skipsverft og verksted.

I dag er Slipen Mekaniske AS et moderne norsk verft basert på gammel tradisjon og produktiv teknologi. Bedriften har ca. 70 ansatte.

I følge verftet har det ikke skjedd noen større ulykker eller uhell som kan ha medført forurensning.

Slippområder er potensielt forurenset av TBT og metaller fra bunnstoff til båtene. Det er også vanlig å finne olje og/eller PAH i massene rundt en slipp.



Figur 2. Bilde av Slipen Mekaniske AS

### 1.2.2 Høvding Skipshuggeri

Eiendommen har tilhørt Einar Høvdings der han drev skipshuggeri fra 1956 til 1997. Skipshuggeri ble drevet fram til ca. 1985. Etter 1985 har det vært liten aktivitet i området. Einar Høvding's virksomhet var mye rettet mot skipsvrak fra krigen. Etter krigen inngikk han en avtale med Den Norske Krigsforsikring for skip om kjøp av sunkne tyske skip, og lasten deres. Etter Einar Høvdings død kjøpte Saga Shippings selskapet inkl. 350 krigsvrak rundt hele kysten. Alle sammen er tyske skip, eller skip i tysk tjeneste, som sank mellom 1940 og 1945. Flere skip, blant annet store deler av slagskipet «Tirpitz», ble hogd opp og stålet solgt, blant annet til Christiania Spigerverk.



I følge Marit Høvding var den siste aktiviteten på eiendommen smelting av overskuddsaluminium fra aluminiumsverk. Metallet ble smeltet om og levert tilbake som barrierer. De fleste krigsskip ble hugget opp der de hadde forlist og fraktet stykkevis til Høvdingen. Trålere og andre bruksbåter ble slept inn for opphugging i Alstahaug.

Eiendommen har vært innom flere eiere, blant annet Profil Bygg AS(1997-2001) og Vågen AS(2001 - 2007). For 3 år siden kjøpet Alstahaug havnevesen eiendommen og de har siden da utført en del oppryddingstiltak på området. Blant annet er det utført plastring av fyllingsfronten, fjerning av synlig og tilgjengelig metallskrap samt asfaltering av betongdekker.

### 1.3 Tidligere undersøkelser

Miljøgifter i sjøområder i Sandnessjøen er tidligere undersøkt i oktober 2001 forbindelse med en større kartlegging av miljøgifter i havneområder i Nordland (DNV, 2003). Denne undersøkelsen konkluderte med at sedimentet både i hovedhavna og i Sandnesvågen var forurenset av TBT, PAH, PCB og noen steder; kvikksølv og bly. TBT-forurensningen er høy i hele området, men aller høyest innerst i havna og noe lavere i Sandnesvågen enn i havna. PAH-forurensningen er aller høyest utenfor Høvding skipshuggeri og er høyere ytterst i havna enn lengre inn. PCB-forurensningen er høy spesielt i to punkter, ytterst i havna og utenfor Høvding skipshuggeri. Kvikksølvforurensning er funnet i prøver utenfor Slipen Mekaniske og Høvding Skipshuggeri, men bly er påvist ved sistnevnte og omtrent midt i havna.

Analyser av blåskjell fra området viste var moderat til markert forurenset av bly og PAH og markert til sterkt forurenset av TBT. Prøver av fisk fra området viste at denne var ubetydelig til lite forurenset av miljøgiftene.

Norske myndigheter fraråder konsum av blåskjell fra havneområdene i Sandnessjøen og Sandnesvågen på grunn av PAH-forurensning.

## 2 METODIKK - RISIKO FOR FORURENSNING

### 2.1 Bakgrunn

SFT har utviklet et standard system for risikovurdering av forurenset sediment som er delt i tre trinn (TA-2230/2007).

Trinn 1 er en forenklet og konservativ vurdering som kun vurderer økologisk risiko som følge av forurensningen. Trinn 2 er en mer omfattende risikovurdering der målsetningen er å avgjøre om risikoen for skade på miljø eller helse forbundet med sedimentene der de ligger er akseptabel, eller om det må vurderes tiltak. I trinn 3 gjennomføres en mer omfattende og lokalt forankret risikovurdering. Den baseres på de samme beregningene som under trinn 2, men med mer lokalspesifikke verdier enn for trinn 2 som kun benytter sjablongverdier.

### 2.2 SFTs metodikk sett i forhold til tradisjonelle risikoanalyser

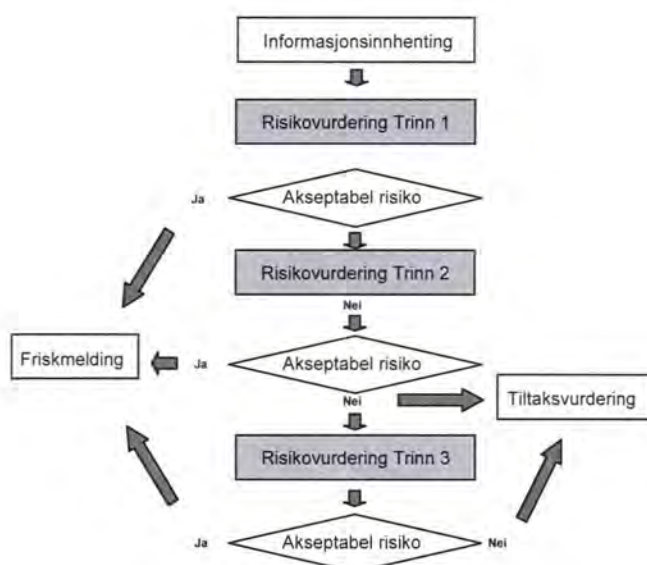
I en klassisk miljørisikoanalyse foretas en avveining av sannsynlighet for-, og miljøkonsekvensene av presist definerte uønskede hendelser. Begrepet risiko er i Norsk Standard 5814:2008 definert slik:

- Uttrykk for kombinasjonen av sannsynligheten og konsekvensen av en uønsket hendelse.

SFTs metodikk forholder seg imidlertid ikke direkte til definerte uønskede hendelser, men ser på sannsynligheten for-, og konsekvensen av uønsket *påvirkning* på menneskers helse og naturmiljø gitt en forurensning. Påvirkningen vurderes i SFTs metodikk ut fra planlagt arealbruk (sannsynlighet) og forekomst av forurensende stoffer og deres konsentrasjoner (konsekvens). For å sikre et mest mulig likt regime for vurdering av konsekvenser, har SFT etablert et sett av klasser som beskriver *potensiell* skade. Den *reelle* skaden vil avhenge av den arealbruk/aktivitet som kan medføre eksponering av stoffer overfor mennesker og naturmiljø.

### 2.3 Prosess for vurdering av risiko for forurensning

Proessen en risikovurdering omfatter er vist i figuren nedenfor, og beskrevet fortløpende.





### 2.3.1 Trinn 1

I **trinn 1** sammenlignes miljøgiftkonsentrasjonen og toksisitet i sedimentet med et sett grenseverdier for økologiske effekter. Tilstanden vurderes i forhold til et klassifiseringssystem, med fem klasser, for innhold av metaller og organiske stoffer i vann og sediment (TA-2229/2007). Grenseverdiene baserer seg på en vurdering av toksisitet for de ulike stoffene og er satt til grensen mellom klasse 2 og 3 i TA-2229/2007. Det er noen unntak for PAH-stoffer og TBT. Grenseverdiene er gitt i Tabell 2. For å kunne konkludere må minimum fem prøver være analysert per område. I følge SFTs veiledning (TA-2230/2007) kan sedimentet friskmeldes ved ubetydelig risiko for forurensning hvis:

- Gjennomsnittskonsentrasjon for hver miljøgift over alle prøvene (minst 5) må være lavere enn grenseverdien for trinn 1, og ingen enkeltkonsentrasjon er høyere enn den høyeste av:
  - 2 x grenseverdien,
  - grensen mellom klasse III og IV for stoffet.
- Toksisiteten av sedimentet tilfredsstiller grenseverdiene for alle testene.

### 2.3.2 Trinn 2

I **trinn 2** blir det vurdert om det foreligger potensiell risiko i det enkelte området ved å ta hensyn til stedsspesifikke forhold som påvirker transport, spredning og eksponering av forurensning. Det beregnes risiko for skade relatert til transport og spredning, økosystemet og human helse.

For å kunne beregne total transport og spredning av miljøfarlige stoffer fra sedimentene  $F_{\text{total}}$  [ $\text{mg}/\text{m}^2/\text{år}$ ], må tre bidrag summeres:

- Spredning som følge av biodiffusjon,  $F_{\text{diff}}$  [ $\text{mg}/\text{m}^2/\text{år}$ ]
- Spredning som følge av oppvirling fra skip,  $F_{\text{skip}}$  [ $\text{mg}/\text{m}^2/\text{år}$ ]
- Spredning som følge av opptak i organismer,  $F_{\text{org}}$  [ $\text{mg}/\text{m}^2/\text{år}$ ]

Modellens beregninger av potensiell risiko for uakseptabel effekt på human helse ivaretar følgende eksponeringsveier:

- Oralt inntak av sediment
- Oralt inntak av overflatevann
- Oralt inntak av partikulært materiale
- Hudkontakt med sediment
- Hudkontakt med overflatevann
- Inntak av fisk og skalldyr

Modellen beregner en total livsdosis som gir gjennomsnittlig livstid daglig eksponering. Dosisverdiene kan sammenlignes med gitte grenseverdier for maksimal tolerabel risiko (MTR) for human helse. MTR defineres som den mengde av et visst stoff ethvert menneske kan eksponeres for daglig gjennom hele livet uten signifikant helserisiko. Sammenligningen av beregnet verdi mot MTR human, gir et inntrykk av miljøgiftens bidrag til potensiell human helserisiko. Mennesker blir utsatt for forurensninger også fra andre kilder enn sedimentene. Det er derfor forutsatt at maksimalt 10 % av den totale eksponeringen et menneske kan utsettes for kan komme fra sedimentrelatert eksponering. Derfor sammenlignes eksponeringsdosen (beregnet ut fra gitte situasjon) med  $MTR/TDI \cdot 10\%$ . Grenseverdien for human risiko relatert til TBT er satt lik  $MTR/TDI \cdot 100\%$  for denne forbindelsen. Årsaken er at mennesker stort sett kun vil eksponeres for TBT via slik sedimentforurensning. Eksponeringsveiene kan være knyttet til aktuell arealbruk eller satte miljømål for området. I denne risikovurderingen kan aktuell arealbruk i havnen benyttes som kriterium for hvilke eksponeringsveier som skal inkluderes.

Risiko for effekter på økosystemet blir vurdert ut fra toksisitetstester, beregning av transport og spredning til vannmassene (se risiko for spredning), og beregning av konsentrasjon i porevann. Porevannets konsentrasjon

er beregnet ved å ta snitt av alle stasjoner for hvert stoff og sammenligne mot grenseverdier for økologisk risiko ( $PNEC_w$ ) i TA-2231/2007. Hvis TBT er påvist i sedimentet (deteksjonsgrensen for TBT er høyere enn  $PNEC_{\text{sediment}}$ , som er betydelig høyere enn  $PNEC_w$ ) så har stoffet innvirkning på visse organismer i sedimentet.

### 2.3.3 *Trinn 3*

**Trinn 3** innebærer en større detaljeringsgrad hvor datagrunnlaget blir supplert med, for eksempel, måling av transport og spredning med stor vekt på sedimentkarakteristika. Videre er fordelingskoeffisienter for de aktuelle miljøgiftene i sedimentet av avgjørende betydning for risiko for helse og marint miljø. De faktiske konsentrasjoner av de miljøfarlige stoffene i organismer i området er et vesentlig svar i denne vurderingen. Trinn 3 er en fastsetting av aktuell risiko for helse og miljø som følge av forurenset sediment.

## 2.4 **Vurderingens pålitelighet**

Generelle usikkerheter ved modellen er som følger:

- Beregningene i trinn 1 og trinn 2 tar utelukkende utgangspunkt i den påviste sedimentforurensningen.
- Usikkerhet blir beskrevet i fht. potensiell transport og spredning, og potensiell risiko for helse og miljø.
- Det følger en del usikkerhet i selve beregningsmetodikken.
- Det følger med usikkerheter som følge stoffenes tilstand og egenskaper mv.
- Det kan være betydelig usikkerheter som følge av det statistiske grunnlag, arealfordeling av forurensningen og bruk av maks- og middelverdier (stoffkonsentrasjoner) i beregningene (områdets homogenitet).
- Det er usikkerhet som følge av undersøkelsesprogrammet.
- Det er usikkerhet som følge av lokale forhold i sjø.



### 3 FORURENSNING FRA SKIPSVERTF GENERELT

#### 3.1 Forurensende aktiviteter ved skipsverft

Rengjøring av skipsbunner (undervannsskrog) og offshoreinstallasjoner som har vært neddykket gjøres i forbindelse med vedlikehold/ombygging. Rengjøring foregår normalt ved høytrykkspyling og hensikten med spylingen er å fjerne groe og salter før påføring av nytt bunnstoff. Noe av bunnstofflagets gjenværende bløte underlag vaskes også vekk i prosessen. Tungmetaller og organiske miljøgifter i bunnstoffet vil da kunne gi negative miljøeffekter for marine organismer.

Sandblåsing kan foregå som tørr fristråleblåsing, våt fristråleblåsing eller tørr sandblåsing. Vakuumblåsing benyttes også i noen grad på innvendige områder. I dag fins også roboter som utfører arbeid på skrog med svært begrenset utslipp. Hensikten med sandblåsing er dels rengjøring av metalloverflater (fjerning av gammel maling, primer, rust etc.) og dels å sikre ruhet i overflaten før påføring av primer, maling, bunnstoff etc. Sandblåsing kan foregå på ulike steder, som f.eks. bedding, blåsehall, kai, på land og i tanker. Brukt blåsesand ved sandblåsing av malte metallflater vil inneholde avvirket maling/bunnstoff. Det har tidligere også vært tungmetaller i selve blåsesanden, men sammensetningen av blåsesanden varierer.

Sprøytemaling omfatter legging av primer, bunnstoff, maling og lakk på metalloverflater. Sprøytemaling av større metallkonstruksjoner foregår normalt utendørs og med ulik grad av tildekking. Det benyttes også en del løsemidler i tillegg til innholdet i maling mv. i forbindelse med påføring av bunnstoff og maling. Tidligere ble en del skip malt med PCB-holdig maling, og en del eldre og/eller utenlandske skip kan fremdeles ha rester av slik maling.

Diverse bearbeiding og forming av metall kan bestå av smiing, støping, valsing, trekking, stansing, pressing, sponfraskillende bearbeiding, sveising, lodding etc. Metallisering og utskiftning av offeranoder inngår også i denne aktiviteten. I forbindelse med denne form for bearbeiding og forming av metaller benyttes oljeemulsjoner.

Aktiviteter knyttet til vedlikehold og reparasjoner vil være mest miljøbelastende, og vannforurensningen kan oppstå som følge av:

- Avrenning og utlekking av miljøfarlige forbindelser fra deponier bestående av brukt blåsesand og avvirket materiale fra spyleprosesser.
- Dumping av brukt blåsesand og avvirket materiale i sjøen.
- Utspyling av brukt blåsesand, avvirket materiale og malings- og bunnstoffrester i sjøen.
- Nedfall av støv, maling m.m. på sjøen under utførelse av sandblåse- og/eller malearbeider.
- Høytrykksspyling av skrog før sandblåsing.
- Høytrykksspyling av skrog før påføring av bunnstoff.

Av disse er det aktivitetene dumping og utspyling av brukt blåsesand som har det største forurensende potensialet. Skipsverft og verft for offshoreinstallasjoner kan være betydelige kilder til forurensning i sedimenter. Særlig gjelder dette virksomheter som foretar vedlikehold og/eller reparasjoner, og hvor slike aktiviteter har foregått over lang tid. Det er gjennom flere miljøundersøkelser ved havneområder og nær skipsverftsvirksomhet påvist høye konsentrasjoner av miljøgifter i sedimenter og/eller bunnfauna og -flora.

### 3.2 Aktuelle forurensningsparametere for skipsverft generelt

De mest vanlige forurensninger i tilknytning til skipsverft vil være ulike tungmetaller og organiske miljøgifter (PAH, PCB, TBT og ulike løsemidler). I det følgende er det gjort nærmere rede for et aktuelt utvalg av forurensningsparametere.

- **Bly** - brukt i skipsmaling og blymønje.
- **Kobber** - brukt i skipsmaling, bunnstoff og er en bestanddel av kobberslagg som er blitt brukt som blåsesand.
- **Nikkel** - er en bestanddel av nikkelslag som er blitt brukt som blåsesand.
- **Krom** - brukt i skipsmaling.
- **Sink** - brukt i skipsmaling.
- **Kvikksølv** - brukt i hvit skipsmaling.
- **TBT** (Tributyltinn) - brukt som begroingshindrende middel i skipsmaling/bunnstoff.
- **PAH** (polysykliske aromatiske hydrokarboner) - finnes blant annet i tjære som er benyttet i forbindelse med bygging og vedlikehold av trebåter. Hydrokarboner inkludert PAH-forbindelser vil også kunne feste seg på skipsskrog i sterkt trafikkerte havner og dermed inngå i spylevannet.
- **PCB** - ble tidligere brukt i bl.a. skipsmaling.
- **Klorerte løsemidler** - i avfettingsmidler og løsemidler.
- **Klorerte parafiner** - brukt i maling og lakk.
- **Fenoler** - brukt i maling.
- **Kromater** - brukt som pigmenter i maling.
- **Ftalater** - brukt som mykningsmiddel i maling.
- **Hydrokarboner** - brukt som smøreoljer og drivstoff. Hydrokarboner vil også kunne feste seg på skipsskrog i sterkt trafikkerte farvann og dermed inngå i spylevannet. De ulike forurensningsparametere er ikke direkte kartlagt i dette prosjektet, men kan knyttes opp mot de ulike aktivitetene som er kartlagt og vurdert.



## 4 TRINN 1 RISIKOVURDERING - HOVEDHAVNA

### 4.1 Kartlegging av sedimentforurensning

#### 4.1.1 Prøvestasjonene

Prøvestasjonene ble, med hensyn til prøvetetthet, lokalisert etter de retningslinjer som er gitt i TA-2230/2007. Prøvene ble plassert slik at de skulle fange opp forurensningen fra de mulige forurensningskildene, samt fange opp eventuell endringer i forurensningskonsentrasjonen i sedimentet med avstand til kilden.

#### 4.1.2 Prøvetaking

Prøvetakingen ble utført 20. august 2009 fra båt med båtfører fra Alstadhaug Havnevesen. Posisjonene ble bestemt med håndholdt GPS. Prøvene ble tatt med en liten VanVeen grabb. Prøvene består av blandprøver av 3 til 6 enkeltprøver, pakket og sendt til ALS Scandinavia for analyse. Materialet bestod av prøver med grå og olivengrønn sand med noe leire. I noen av prøvene (SA 12 og SA 14) ble det funnet litt skrot.

Tabell 1. Feltlogg for prøvetaking i Sandnessjøen

Prøvenr.	Posisjon		Prøvebeskrivelse med lukt og farge. Evnt kommentarer
Sa 1	66 01.307	12 37.391	Olivengrønn til svart sand med skjell, mark.
Sa 2	66 013.49	12 37.550	Grå sand med skjell
Sa 3	66 01.316	12 37.611	Grå sand med innslag av svart, alger og organisk materiale
Sa 4	66 01.398	12 37.733	Olivengrønn til svart sand med skjell og stein
Sa 5	66 01.357	12 37.715	Olivengrønn til grå sand, organisk materiale
Sa 6	66 01.432	12 37.908	Olivengrønn til grå sand med stein
Sa 7	66 01.380	12 37.937	Grå sand, sjøstjerne
Sa 8	66 01.431	12 38.000	Grå sand med skjell og grus
Sa 9	66 01.404	12 38.053	Grå sand, Sjøstjerne, skjell
Sa 10	66 01.475	12 38.244	Grå fast sand, olje film (feil nr på bilde)
Sa 11	66 01.276	12 38.501	Grå sand
Sa 12	66 01.290	12 38.545	Grå sand med skjell, noe skrot, stein
Sa 13	66 01.327	12 38.643	Grå sand med skjell, noe organiskmateriale
Sa 14	66 01.333	12 38.833	Grå sand med skjell, noe organisk materiale, noe skrot
Sa 15	66 01.379	12 38.701	Grå sand med skjell, noe leire
Sa 16	66 01.361	12 38.913	Grå sand med skjell og stein
Sa 17	A	66 01.158	Sand med grave ganger etter strand mark, tidevannflate på delta, prøvene tatt på lavvann
	B	66 01.121	
	C	66 01.105	
Sa 18	66 01.355	12 39.290	Ren sand

## 4.2 Analyseparametre

Valg av analyseparametre er styrt av pålegget fra Fylkesmannen i Nordland, samt av den historiske aktiviteten på eiendommen. Av hensyn til fremdriften i prosjektet måtte prøvetaking i sjø foregå før den historiske gjennomgangen på land. Likevel er parametervalget tilstrekkelig bredt. De valgte analyseparametrene er:

- **Arsen**
- **Bly**
- **Kadmium**
- **Kobber**
- **Nikkel**
- **Krom.**
- **Sink**
- **Kvikksølv.**
- **TBT (Tributyltinn).**
- **PAH- 16** (Naftalen, Acenaftalen, Acenaften, Fluoren, Fenantren, Antracen, Fluoranten, Pyren, Benzo(a)antracen, Chrysen, Benzo(b)fluoranten, Benzo(k)fluoranten, Benzo(a)pyren, Indeno(123cd)pyren, Dibenzo(ah)abtracen og Benzo(ghi)perylene).
- **PCB7** (28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180).
- **Økotoksisitet** (Porevann Skeletonema, Organisk ekstrakt Skeletonema, og Organisk ekstrakt DRCalux)
- **Kornfordeling** (>63µm og >2 µm)
- **TOC**

## 4.3 Resultat fra sedimentprøver

### 4.3.1 Sedimentets karakteristikk og bunnforhold

Analysene og beskrivelsen av sedimentet viser at finstoffinnholdet (<63µm) varierer. I snitt er finstoffinnholdet ca 17,7 %, men varierer fra 4 og 8 % (prøve SA 2,1 og 10) innerst og ytterst i havna og 51 % (SA 6) mot midten. Innholdet av partikler mindre enn 2 µm er i snitt 4,11. Innholdet av totalt organisk karbon (TOC) i prøvene ligger i snitt på 0,86.

### 4.3.2 Sedimentets forurensningsgrad

Områdets forurensningsgrad er beskrevet i tabellform og i kart for hvor fargehenvisninger følger tabellen nedenfor.

Tabell 2. Klassifisering av tilstandsklasser etter TA-2229/2007

Tilstandsklasse (SFT; TA-2229/2007)	
<b>I Bakgrunn</b>	Bakgrunnsnivå
<b>II God</b>	Ingen toksiske effekter
<b>III Moderat</b>	Kroniske effekter ved langtidseksponering
<b>IV Dårlig</b>	Akutt toksiske effekter ved kortidseksponering
<b>V Svært dårlig</b>	Omfattende akutt-toksiske effekter



Tabell 3. Analyseresultatene klassifisert etter TA-2229/2007

Stoff	INPUT: Målt sedimentkonsentrasjon, C <sub>sed</sub> (mg/kg)									
	Sa1	Sa2	Sa3	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8	Sa9	Sa10
Kornstørrelse <2 µm	2,90	1,50	3,80	4,90	4,80	5,60	4,60	5,60	4,00	3,40
Kornstørrelse <63 µm	8,80	4,60	15,90	17,80	12,90	51,00	17,50	21,20	18,50	8,30
TOC	0,54	0,90	0,66	1,06	1,09	0,60	1,13	0,39	1,36	<0,400
Arsen	8,00	4,50	5,16	5,12	3,40	5,20	4,08	4,49	4,08	3,57
Bly	35,70	19,60	14,70	27,70	19,20	36,60	28,50	31,40	27,90	22,60
Kadmium	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Kobber	400,00	111,00	67,70	73,00	52,70	67,40	38,00	40,70	34,70	32,40
Krom totalt (III + VI)	16,40	9,82	8,70	12,90	9,81	16,70	11,10	13,70	11,90	10,10
Kvikksølv	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Nikkel	14,00	7,40	6,60	8,80	7,00	16,00	8,10	9,20	7,90	6,80
Sink	311,00	57,70	40,60	58,00	46,00	75,00	72,00	61,70	62,80	45,00
Naftalen	0,014	0,051	0,011	0,047	<0,010	0,106	0,050	0,062	0,047	0,063
Acenaftalen	<0,010	<0,010	<0,010	0,018	0,027	0,062	0,092	0,046	0,053	0,022
Acenaften	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,026	0,045	0,130	0,036	0,016	0,024
Fluoren	0,102	0,062	0,027	0,114	0,121	0,530	0,502	0,181	0,163	0,165
Fenantren	0,162	0,237	0,115	0,530	0,307	0,566	0,472	0,702	0,580	0,366
Antracen	0,035	0,052	0,016	0,157	0,106	0,205	0,234	0,110	0,159	0,216
Fluoranten	0,228	0,356	0,188	0,838	0,585	1,150	1,120	0,965	0,968	0,687
Pyren	0,194	0,325	0,140	0,762	0,497	6,260	1,310	2,200	0,864	3,960
Benzo(a)antracen	0,106	0,190	0,076	0,367	0,256	0,573	0,486	0,400	0,382	0,374
Krysen	0,144	0,228	0,104	0,524	0,311	1,250	0,588	0,695	0,514	0,986
Benzo(b)fluoranten	0,135	0,218	0,125	0,482	0,308	1,980	0,735	1,100	0,472	1,020
Benzo(k)fluoranten	0,091	0,161	0,073	0,331	0,224	0,878	0,431	0,562	0,353	0,506
Benzo(a)pyren	0,203	0,297	0,118	0,566	0,523	3,240	1,910	1,270	0,778	1,260
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,129	0,175	0,086	0,581	0,270	2,400	0,575	1,590	0,451	1,050
Dibenzo(a,h)antracen	0,020	0,039	0,019	0,088	0,040	0,240	0,067	0,213	0,054	0,158
Benzo(ghi)perylene	0,097	0,217	0,112	0,836	0,285	4,640	0,854	3,050	0,547	2,150
Sum PAH16	1,66	2,61	1,19	6,24	3,89	24,10	9,56	13,20	6,40	13,00
PCB 28	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007
PCB 52	0,003	0,003	0,002	0,004	0,002	0,003	0,005	0,002	0,003	0,003
PCB 101	0,002	0,001	<0,0007	0,003	0,001	0,002	0,004	0,003	0,002	0,002
PCB 118	0,001	<0,0007	<0,0007	0,002	0,001	0,001	0,003	0,002	0,001	0,003
PCB 138	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,004	0,005	0,006	0,003	0,002
PCB 153	0,001	0,001	<0,0007	0,003	0,001	0,003	0,004	0,004	0,002	0,002
PCB 180	<0,0007	<0,0007	<0,0007	0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,001	<0,0007
Sum PCB	0,008	0,005	0,002	0,016	0,007	0,016	0,023	0,020	0,012	0,011
Tributyltinn (TBT-ion)	3,10	1,50	0,79	0,73	0,84	0,83	0,22	0,37	0,28	5,80

#### 4.3.3 Området som helhet

Hele området er forurenset utover de grenseverdiene som er satt for trinn 1 risikovurdering (TA 2229/2007). Dette gjelder spesielt for TBT og enkelte PAH-forbindelser. Den innerste delen, Sa1-Sa6, er forurenset av kobber, mens PAH-forurensningen er høyst i den ytre delen, Sa4-Sa10, (tabell 4).



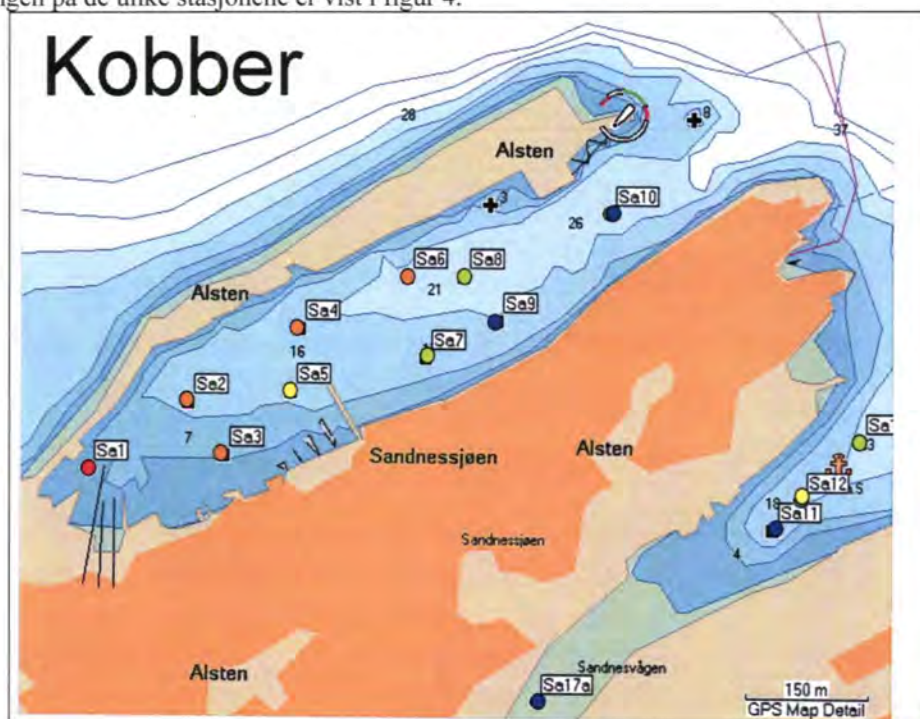
Tabell 4. Viser overskridelser av grenseverdiene for trinn 1 risikovurdering TA2229/2007

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon overskrider trinn 1 grenseverdi med:	
	Antall prøver	C <sub>sed, max</sub> (mg/kg)	C <sub>sed, middel</sub> (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	10	8	4,76	52		
Bly	10	36,6	26,39	83		
Kadmium	10	0,1	0,1	2,6		
Kobber	10	400	91,76	51	684 %	80 %
Krom totalt (III + VI)	10	16,7	12,113	560		
Kvikksølv	10	0,2	0,2	0,63		
Nikkel	10	16	9,18	46		
Sink	10	311	82,98	360		
Naftalen	10	0,106	0,0461	0,29		
Acenaftylene	10	0,092	0,035	0,033	179 %	6 %
Acenaften	10	0,13	0,0317	0,16		
Fluoren	10	0,53	0,1967	0,26	104 %	
Fenantren	10	0,702	0,4037	0,50	40 %	
Antracen	10	0,234	0,129	0,031	655 %	316 %
Fluoranten	10	1,15	0,7065	0,17	576 %	316 %
Pyren	10	6,26	1,6512	0,28	2136 %	490 %
Benzo(a)antracen	10	0,573	0,321	0,06	855 %	435 %
Krysen	10	1,25	0,5344	0,28	346 %	91 %
Benzo(b)fluoranten	10	1,98	0,6575	0,24	725 %	174 %
Benzo(k)fluoranten	10	0,878	0,361	0,21	318 %	72 %
Benzo(a)pyren	10	3,24	1,0165	0,42	671 %	142 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	10	2,4	0,7307	0,047	5006 %	1455 %
Dibenzo(a,h)antracen	10	0,24	0,0938	0,59		
Benzo(ghi)perylene	10	4,64	1,2788	0,021	21995 %	5990 %
PCB 28	10	0,0007	0,0007			
PCB 52	10	0,00466	0,002894			
PCB 101	10	0,00361	0,001883			
PCB 118	10	0,0029	0,001616			
PCB 138	10	0,00601	0,002833			
PCB 153	10	0,0041	0,002121			
PCB 180	10	0,00294	0,0013			
Sum PCB7	10	2,49E-02	1,33E-02	0,017	47 %	21 %
Tributyltinn (TBT-ion)	10	5,8	1,446	0,035	16471 %	4031 %



#### 4.3.4 Metaller

Tungmetaller blir tilført marint miljø i større mengder via skipsmaling og blåsesand (se kap 2). Tidligere var også blytilsetning i bensin en viktig bidragsyter. SFTs veileder for risikovurdering av forurenset sediment (TA-2229) har definert 8 tungmetaller som benyttes i risikovurderingen (tabell 4). Disse tungmetallene er akutt giftige for marine organismer i gitte konsentrasjoner. Flere av de kan også akkumuleres i organismer og anrikes i næringskjeden. I prøvene av sediment fra hovedhavna i Sandnessjøen er det bare kobber av tungmetallene som overskrider grenseverdiene for potensiell økologisk risiko, trinn 1. Fordelingen av denne forurensningen på de ulike stasjonene er vist i figur 4.



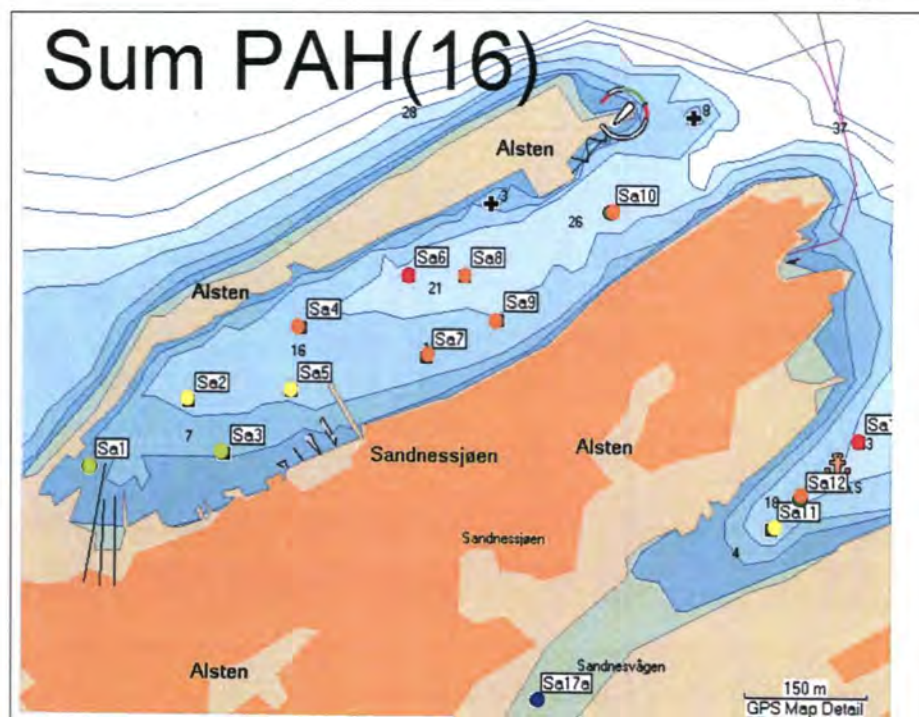
Figur 4. Klassifisering av kobberkonsentrasjonene i sedimentet etter TA-2229/2007

Kobberkonsentrasjonene er aller høyest innerst i havna, rett utenfor Slipen Mekaniske AS og avtagende utover i havna. Konsentrasjonene er høyere på nordsiden enn sørsiden av havna, og ser ut til å følge dypålen. Grønn og blå farge i Sa7-10 viser at kobberinnholdet i disse prøvene ikke er over grenseverdi for økologisk risiko (figur 4).

#### 4.3.5 Sum PAH 16 og de enkelte stoffene

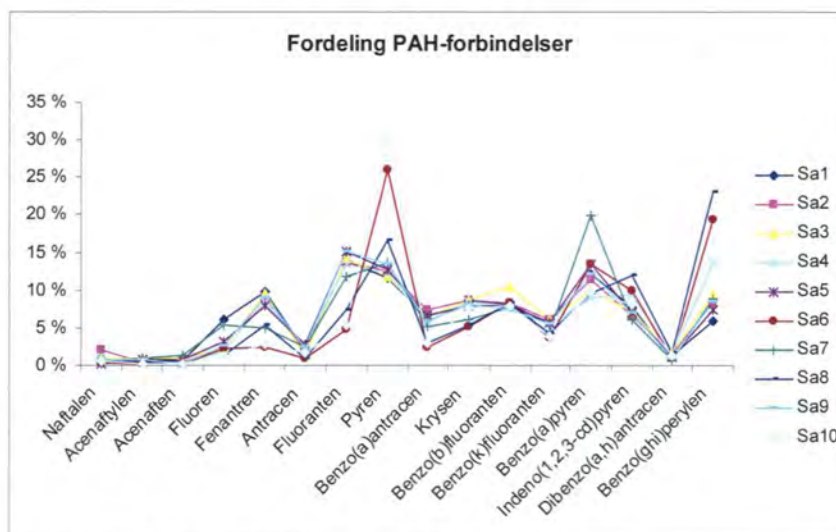
Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) kan dannes ved ufullstendig forbrenning av organisk materiale som ved og kull og forbrenning av ulike petroleumsprodukter. I SFTs klassifiseringssystem inngår kun PAH-forbindelser med mer enn tre ringer (16 forbindelser). Basert på konsentrasjonene av de ulike PAH-forbindelsene i prøvene er det mulig å si noe om hvorvidt kildene til forurensningen er petroleumsrelaterte eller forbrenningsrelaterte. Lettere forbindelser antyder en petroleumsrelatert kilde mens de tyngre antyder en forbrenningsrelatert kilde.

I prøvene fra hovedhavna i Sandnessjøen er vist som sum PAH (16) i figur 5. Sum PAH er relativt representativt for PAH-konsentrasjonene i området. Fordelingen av de 16 enkeltkomponentene er vist i vedlegg 2.



Figur 5. Klassifisering av sum PAH (16) konsentrasjonene i sedimentet etter TA-2229/2007

PAH-forurensningen i hovedhavna i Sandnessjøen er høyest ved Sa 6 og avtagende innover i havna. I den indre delen av havna er konsentrasjonene lavest. Sum PAH i Sa 1 og Sa 3 er under grenseverdi og i Sa 2 og Sa 5 i klasse III. Utover i havna (Sa 7-10) er PAH verdiene i klasse IV. Selv om prøvene Sa 1 og 3 ikke har sammenlagt PAH-forurensning utover grenseverdi for økologisk risiko er enkeltforbindelsene benzo(a)antracen, indeno(1,2,3-cd)pyren og benzo(ghi)perylene over grenseverdi på begge stasjoner (klasse III og IV) i tillegg til antracen og fluoranten på Sa 1 (tabell 3).



Figur 6. Prosentvis fordeling av de forskjellige PAH stoffene.

Den prosentvise fordelingen av PAH forbindelsene indikerer at kildene til forurensningen er relativt like for stasjonene Sa1 til og med Sa 5, med noe mer fluoren på Sa 1. Sa 6, Sa 8 og Sa 10 par prosentvis mer pyren og mindre fluoranten. Sa 7 har prosentvis mer fluoren og benzo(a)pyren. Stasjonene langs dypålen Sa 4, Sa 6, Sa 8 og Sa 10 har prosentvis mer benzo(ghi)perylene. I hovedhavna er det størst andel av de tyngre,

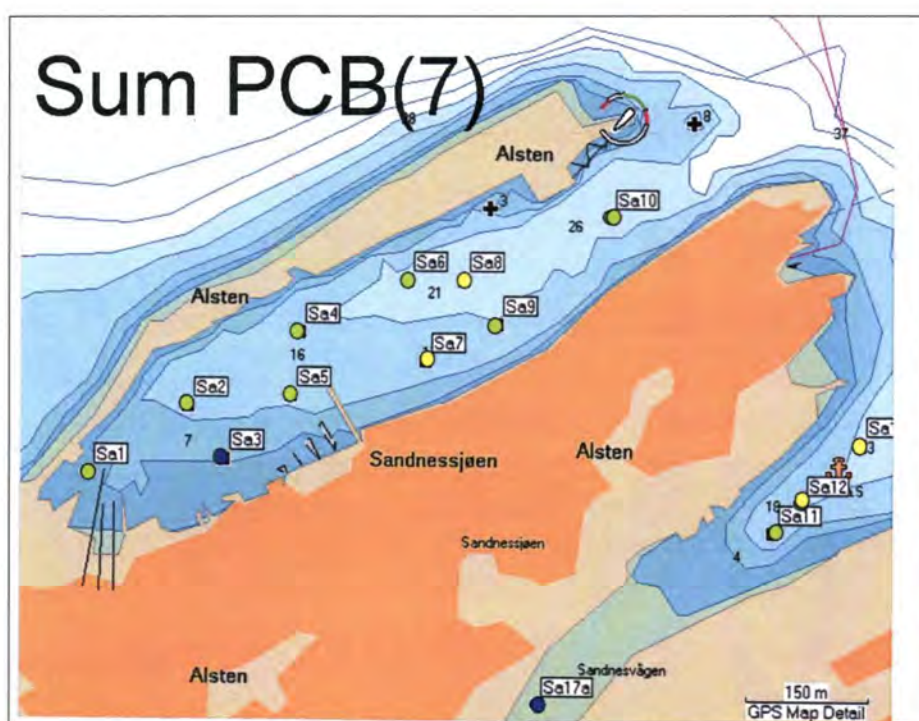


forbrenningsrelaterte PAH-forbindelsene, noe som indikerer at forurensningen kommer hovedsakelig fra drift og aktiviteter ikke spesielt fra olje eller drivstoff lekkasjer eller utslipp.

#### 4.3.6 PCB<sub>7</sub> og enkeltkomponentene

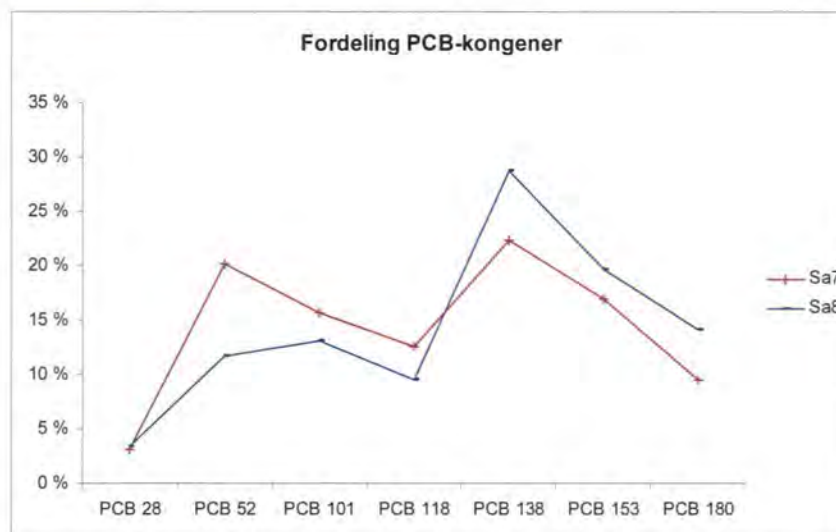
Polyklorete bifenyler (PCB) er en samlebetegnelse for klorholdige, organiske forbindelser som består av klorerte benzenringer. Det finnes teoretisk sett 209 mulige PCB-kongener, men SFTs klassifiseringssystem har definert 7 av disse kongenene som brukes i risikovurderingen. Disse syv utgjør hovedkomponentene i de fleste tekniske PCB-blandinger og er internasjonalt de mest vanlige å analysere i miljøsammenheng. PCB er svært giftig. De har vært forbudt i Norge siden 1980, men er tungt nedbrytbare og bioakkumulerende og representerer derfor fortsatt en betydelig miljørisiko.

Her er det vist summen av de syv PCB-kongenene (figur 7) og prosentvis fordeling av kongenene (figur 8).



Figur 7. Klassifisering av PCB<sub>7</sub> konsentrasjonene i sedimentet etter TA-2229/2007

I hovedhavna i Sandnessjøen er PCB-forurensningen over grenseverdi begrenset til Sa 7 og 8 og ligger i klasse III. Forurensningen er avtagende både innover og utover i havna (figur 7).



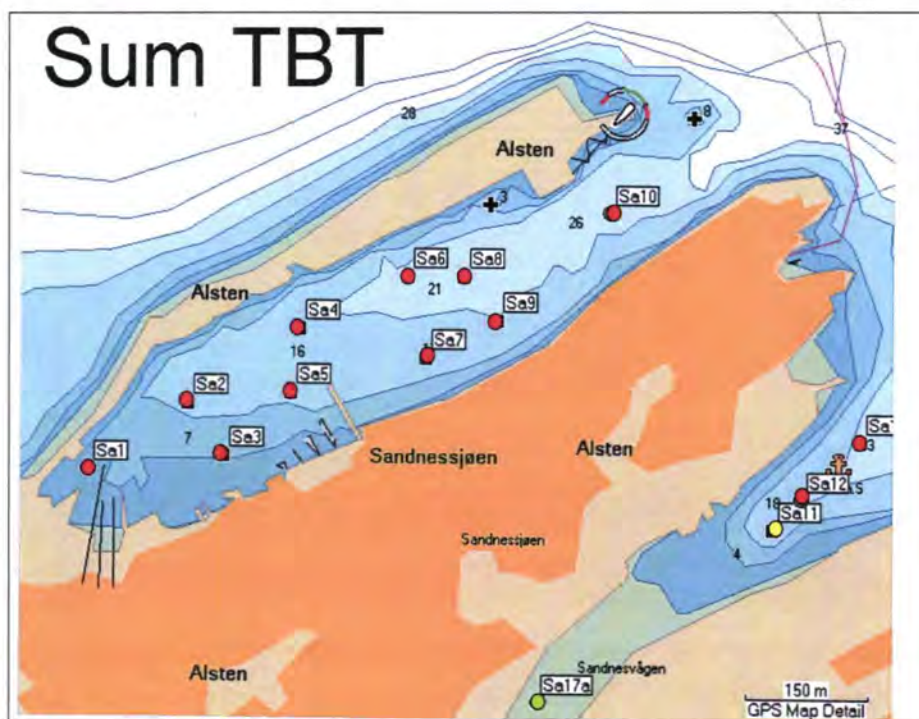
Figur 8. Prosentvis fordeling av de forskjellige PCB<sub>7</sub> kongener på stasjon 7 og 8.

Den prosentvise fordelingen av PCB-kongener viser at Sa7 har forholdsvis mer av PCB-kongenene 28-118, mens Sa8 har forholdsvis mer av PCB-kongenene 138-180. Ut fra PCB profilene er det noen ganger mulig å vurdere hvilke kilder som er opphav til forurensningen. I hovedhavna i Sandnessjøen er dette noe usikkert, sannsynligvis p.g.a. flere kilder. Det kan allikevel sees en likhet mellom profilen for stasjon Sa8 og standardprofil for Clophen 60 (se TA -1497) som ble produsert i Vesttyskland fra 1930 og brukt i olje. Tilsvarende profil er også funnet i andre områder med malingsforurensning (TA-1497).

#### 4.3.7 TBT

Tributyltinn (TBT) er kunstig fremstilte tinnorganiske forbindelser som spesielt har vært en viktig bestanddel i bunnstoff og skipsmaling. TBT er svært giftig for marine organismer og har nylig blitt forbudt i bruk. Den sterke giftigheten av TBT gjør at grenseverdien er satt svært lavt, det er derfor ikke uvanlig at TBT-nivået ligger i de øvre klassene, IV og V, i området med havner og skipsverft. TBT-nivåene i hovedhavna i Sandnessjøen er vist i figur 9.





Figur 9. Klassifisering av TBT-konsentrasjonene i sedimentet etter TA-2229/2007

TBT-forurensningen i havna ligger i klasse V på alle stasjoner, men er aller høyest i Sa 10 ytterst i havna og Sa1, innerst i havna, henholdsvis 5,8 og 3,1 mg/kg (figur 9 og tabell 3). På stasjonene i mellom varierer innholdet fra 0,22-1,5 mg/kg (jf tabell 3).

#### 4.3.8 Avgrensning av området og mulige forurensningskilder

Forurensningen i hovedhavna i Sandnessjøen er betydelig, men med ulike hotspot for ulike stoffer og forbindelser, noe som indikerer flere kilder. Kobberforurensningen er aller høyest innerst i havna, prøve Sa1, klasse V. Forurensningen avtar så utover i havna og det er ikke påvist kobberforurensning i prøvene Sa7-10.

PAH-forurensningen er høyest midt i havna med en topp på stasjon Sa6, klasse V. PAH-forurensningen er avtagende innover i havna og Sa 1 og 3 viser ikke en samlet PAH-forurensningen over grenseverdi for økologisk risiko. Utover i havna, Sa7-10 er samlet PAH-forurensning i klasse IV. PAH-forurensningen er derfor ikke avgrenset i dette prøvematerialet.

Det er påvist PCB-forurensning i klasse III i prøve Sa 7 og 8, omtrent midt i havna. Det er ikke påvist PCB over grenseverdi for økologisk risiko i noen av de andre prøvene, PCB-forurensningen antas dermed begrenset til dette området.

Hele området er forurensset av TBT i klasse V. Nivået er aller høyest innerst (Sa1) og ytterst (Sa10) i havna. Denne forurensningen er dermed ikke avgrenset i dette materialet.

Det er klare trend med økende forurensningsnivåer inn mot verftet for kobber og TBT. For de andre stoffene er det ikke observert slike trender. Forurensningen av kobber er begrenset til den innerste delen av havnen, og de høye TBT verdiene i resten av havnen viser at skipstrafikk og andre kilder er/har vært betydelige for denne forurensningen.

#### 4.3.9 Økotoksitet

Det er utført økotoksikologiske undersøkelser av to stasjoner, dvs. stasjon S 1 utenfor dokken og stasjon S 10 ute i fjorden (figur 1). Testene som er utført er:

- DR CALUX in vitro biotest som brukes for å måle effekter av dioksiner og dioksinlignende stoffer
- Veksthemming hos algen *Skeletonema costatum* som viser den generelle giftigheten i sedimentet.

Tabell 5. Økotoksitetsmålingene fra stasjon 1 i slippen og stasjon 10.

Parameter	Målt økotoks		Grenseverdi for økotoksitet	Målt økotoksitet overskrider grenseverdi med:	
	Maks	Middel		Maks	Middel
Porevann, <i>Skeletonema</i> (TU)	4	3	1,0	300 %	200 %
Organisk ekstrakt, <i>Skeletonema</i> (TU som l/g)	0,1333333	0,1307692	0,5		
Organisk ekstrakt, DRCalux/EROD (TEQ i ng/kg)	14	8	TEQ < 50 ng/kg		

Prøvene av porevann fra sedimentet på veksthemming hos testorganismen *Skeletonema* viser at toksisiteten i porevannet overskrider grenseverdi med 200 %. Det er stasjon S 10 som har de høyeste overskridelsene (300%) mens S1, utenfor verftet, har 100% overskridelse. Det er ikke påvist toksisitet i organisk ekstrakt fra sedimentet, verken dioksiner eller generelt. Dette indikerer at økotoksisiteten prøvene representerer er knyttet til uorganiske forbindelser.

#### 4.4 Sammenligning med tidligere undersøkelser

Ved å sammenligne tilsvarende stasjoner fra undersøkelsen i 2003 (TA-1967/2003). Hvor SA-S2≈ Sa 2, SA-S3≈Sa 4 og SA-S4 er lik snittet av Sa 6 til og med Sa 8, og SA-S5 er lik snittet av Sa 9 og Sa 10 er det ikke noen endringer i innholdet av metaller. Det ser ut til å ha vært en økning av PAH forurensningen inkludert benzo(a)pyren og PCB på de sammenlignbare stasjonene. Med unntak av ytre del av havnen (Sa 10) så har det vært en reduksjon i TBT-innholdet. Den prosentvise fordelingen av PAH stoffene er ikke vesentlig endret.

#### 4.5 Konklusjon Trinn 1

Det er overskridelser av grenseverdi for potensiell økologisk risiko, trinn 1, for kobber, PAH forbindelser, PCB og TBT. Det er også overskridelser av grenseverdi for økotoksitet. Det er derfor påkrevd med en trinn 2 risikovurdering av området. Økningen av PCB og PAH konsentrasjonene kan tyde på at det fremdeles er aktive kilder til forurensning i havnen.



## 5 TRINN 2 RISIKOVURDERING

### 5.1 Miljømålsetning og akseptkriterier

Sandnessjøen er i kommunens kystzoneplan avsatt til havneformål. Det er ikke planer om å endre bruken av området og det er ikke vanlig å fiske i dette området. Norske myndigheter har som mål at det skal være trygt å spise sjømat fra hele norskekysten. Det er ikke laget spesielle miljømål for området og det er ikke registrert verneområder eller spesielt prioriterte naturområder, likevel er det en generell målsetning om at forurensning ikke skal true vann- og bunnlevende organismer. På bakgrunn av dette har Norconsult definert følgende miljømål som er styrende for denne risikovurderingen:

- Det er ikke knyttet miljømål i fht. konsum av sjømat fanget i området, men det er ønskelig at det skal være trygt med et begrenset inntak av sjømat fra området.
- Det er ikke lagt til rette for bading i området
- Det skal ikke være fare for spredning av forurensning til mindre forurensede områder.
- Risiko for spredning av forurensning skal være akseptabel lav for vannlevende organismer.
- Spredningen av miljøgifter som følge av skipstrafikken skal ikke være dominerende i forhold til andre spredningsmekanismer

Ut fra dette er følgende akseptkriterier gitt:

- Forurensninger i sedimentet skal i utgangspunktet ikke være til fare for organismer som lever i området, men på bakgrunn av områdets bruk kan det vurderes å akseptere en viss risiko
- Forurensningen i sedimentet skal ikke være til fare for human helse. Bakgrunn for risiko vil basere seg på et redusert inntak (50 %) av sjømat i forhold til standardverdiene for gitt i TA-2230/2007.
- Spredningen fra sedimentet skal ikke føre til uakseptabel økologisk risiko for vannlevende organismer.
- Spredning av forurensning fra skipsanløp utgjør en risiko for spredning dersom:
  1. det er påvist økologisk risiko i vannmassene som følge av skipsanløp.
  2. eller skipsanløp er en betydelig spredningsmekanisme (>25 %) for stoffer som utgjør en risiko for human helse.

### 5.2 Stedsspesifikke data

I trinn 2 blir det vurdert om det foreligger potensiell risiko i det enkelte området ved å ta hensyn til stedsspesifikke forhold som påvirker transport, spredning og eksponering av forurensning. Stedsspesifikke data som ligger til grunn for risikovurderingen, trinn 2 for hovedhavna i Sandnessjøen er vist nedenfor:

• Areal:	152 000
• Gjennomsnittlig sjødyp:	15
• Vannvolum:	2 280 000
• % vekt partikler <2µm:	3321
• % vekt partikler <63µm:	17,65
• TOC vekt %TS	0,86
• Oppholdstid til vannet:	5 dager
• Skipsanløp:	3321
• Mengde oppvirvlet finkornet sediment pr. anløp (beregnet etter formel på side 170 i TA-2231/2007)	862*
• Kontakt og inntak av sediment:	ja

- Kontakt og inntak av vann: Noe
- Inntak av sjømat: Noe

\*= Vektet snitt for anløp til det forskjellige kaiene, ulike typer fartøy. Et snitt av forurensningssituasjonen i hele havnen benyttes i beregningene av spredning.

**Tabell6.** Eksponeringsveier for vurdering av potensiell risiko for human helse

Arealbruk	Oralt inntak av sediment	Oralt inntak av overflate vann	Oralt inntak av partikulært materiale	Hudkontakt med sediment	Hudkontakt med overflate vann	Inntak (konsum) av fisk og skalldyr
Hovedhavna	ja	ja	ja	ja	ja	noe

Det foreligger ingen spesielle miljømål for hovedhavna i Sandnessjøen og område er primært satt av til havneformål. Vi har likevel valgt å la alle eksponeringsveier for human helse være som forhåndsdefinert i risikoverktøyet etter at det er testet at det kun er inntak av sjømat som utgjør en risiko for human helse.



### 5.3 Risiko for effekter på økosystemet

Økosystemet kan påvirkes av miljøgifter på ulike måter og kunnskapen om dette er noe mangelfull. I veiledningen til SFT (TA-2230) er grenseverdien for økologisk risiko  $PNEC_w$  satt med målsetningen å beskytte minst 95 % av organismene, selv ved lengre tids eksponering. Beregnede overskridelser av  $PNEC_w$  i hovedhavna i Sandnessjøen, basert på data fra sedimentprøvene, er vist i tabell 7.

Tabell 7. Beregning av porevannskonsentrasjon samt sammenligning med grenseverdi for økologisk risiko ( $PNEC_w$ )

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Grense-verdi for økologisk risiko, $PNEC_w$ (ug/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon overskrider $PNEC_w$ med:	
	$C_{pv, maks}$ (mg/l)	$C_{pv, middel}$ (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	1,21E-03	7,20E-04	4,8		
Bly	2,36E-04	1,70E-04	2,2		
Kadmium	7,69E-07	7,69E-07	0,24		
Kobber	1,64E-02	3,76E-03	0,64	2460,5 %	487,4 %
Krom totalt (III + VI)	1,39E-04	1,01E-04	3,4		
Kvikksølv	2,00E-06	2,00E-06	0,048		
Nikkel	2,26E-03	1,30E-03	2,2	2,7 %	
Sink	4,26E-03	1,14E-03	2,9	46,9 %	
Naftalen	9,48E-03	4,12E-03	2,4	295,1 %	71,8 %
Acenaftylene	4,11E-03	1,57E-03	1,3	216,5 %	20,4 %
Acenaften	2,44E-03	5,95E-04	3,8		
Fluoren	6,04E-03	2,24E-03	2,5	141,7 %	
Fenantren	3,56E-03	2,05E-03	1,3	174,2 %	57,7 %
Antracen	9,65E-04	5,32E-04	0,11	777,2 %	383,6 %
Fluoranten	9,25E-04	5,69E-04	0,12	671,2 %	373,8 %
Pyren	1,24E-02	3,26E-03	0,023	53632,0 %	14072,9 %
Benzo(a)antracen	1,33E-04	7,45E-05	0,012	1007,8 %	520,6 %
Krysen	3,65E-04	1,56E-04	0,07	421,6 %	123,0 %
Benzo(b)fluoranten	2,83E-04	9,41E-05	0,03	844,2 %	213,5 %
Benzo(k)fluoranten	1,29E-04	5,28E-05	0,027	376,0 %	95,7 %
Benzo(a)pyren	4,53E-04	1,42E-04	0,05	806,0 %	184,2 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,19E-04	3,62E-05	0,002	5852,3 %	1712,2 %
Dibenzo(a,h)antracen	1,43E-05	5,59E-06	0,03		
Benzo(ghi)perylene	5,27E-04	1,45E-04	0,002	26262,5 %	7165,6 %
PCB 28	2,00E-06	2,00E-06			
PCB 52	1,08E-05	6,72E-06			
PCB 101	1,24E-06	6,46E-07			
PCB 118	9,95E-08	5,55E-08			
PCB 138	1,36E-06	6,42E-07			
PCB 153	9,30E-08	4,81E-08			
PCB 180	3,50E-07	1,63E-07			
Sum PCB7	1,60E-05	1,03E-05			
Tributyltinn (TBT-ion)	6,13E-01	1,53E-01	0,0002	291956005,9 %	72787577,4 %

Det har ikke blitt analysert på miljøgifter i porevannet. Derfor er porevannskonsentrasjonene beregnet ut fra sedimentanalysene og stoffenes  $K(d)$  verdier. Beregningene viser at porevannskonsentrasjonene overskrider grenseverdiene for økologisk risiko ( $PNEC_w$ ) betydelig for kobber, PAH-forbindelser (unntatt acenaften, fluoren og dibenzo(a,h)antracen) og TBT (Tabell 7).



#### 5.4 Risiko for human helse

Risiko for human helse på bakgrunn av stedsspesifikke parametre (se 5.2) er beregnet og vist i tabell 8.

MTR beskriver grenseverdi for human helserisiko, mens med MTR 10 % antar vi at 10 % av menneskers eksponering av stoffene kommer fra dette området. Grenseverdien i risikovurderingen er basert på MTR= 10 % for alle stoffer unntatt TBT hvor MTR verdien benyttes (se 2.3.2).

Tabell 8. Overskridelse av grenseverdi human helse (MTR 10 %) i hovedhavna, Sandnessjøen.

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livs-tidsdose overskrider MTR 10 % med:	
	DOSE <sub>maks</sub> (mg/kg/d)	DOSE <sub>middel</sub> (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	3,44E-05	2,05E-05	1,00E-04		
Bly	5,68E-04	4,10E-04	3,60E-04	57,8 %	13,8 %
Kadmium	1,20E-07	1,20E-07	5,00E-05		
Kobber	7,79E-03	1,79E-03	5,00E-03	55,8 %	
Krom totalt (III + VI)	2,68E-05	1,95E-05	5,00E-04		
Kvikksølv	1,08E-06	1,08E-06	1,00E-05		
Nikkel	2,19E-04	1,26E-04	5,00E-03		
Sink	1,96E-02	5,24E-03	3,00E-02		
Naftalen	4,30E-03	1,87E-03	4,00E-03	7,6 %	
Acenaftalen	9,37E-03	3,57E-03			
Acenaften	8,21E-03	2,00E-03			
Fluoren	2,58E-02	9,56E-03			
Fenantren	2,39E-02	1,38E-02	4,00E-03	498,0 %	243,9 %
Antracen	6,18E-03	3,41E-03	4,00E-03	54,5 %	
Fluoranten	3,04E-02	1,87E-02	5,00E-03	508,1 %	273,6 %
Pyren	2,57E-01	6,78E-02			
Benzo(a)antracen	1,05E-02	5,87E-03	5,00E-04	1995,6 %	1074,0 %
Krysen	5,36E-02	2,29E-02	5,00E-03	971,7 %	358,2 %
Benzo(b)fluoranten	6,44E-02	2,14E-02			
Benzo(k)fluoranten	2,92E-02	1,20E-02	5,00E-04	5743,4 %	2302,6 %
Benzo(a)pyren	1,03E-01	3,23E-02	2,30E-06	4476785,3 %	1404453,7 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2,71E-02	8,24E-03	5,00E-04	5312,5 %	1547,9 %
Dibenzo(a,h)antracen	3,25E-03	1,27E-03			
Benzo(ghi)perylene	1,20E-01	3,30E-02	3,00E-03	3895,0 %	1001,0 %
PCB 28	1,89E-04	1,89E-04			
PCB 52	2,46E-03	1,53E-03			
PCB 101	2,82E-04	1,47E-04			
PCB 118	2,26E-05	1,26E-05			
PCB 138	3,10E-04	1,46E-04			
PCB 153	2,11E-05	1,09E-05			
PCB 180	7,95E-05	3,70E-05			
Sum PCB7	3,36E-03	2,07E-03	2,00E-06	168029,0 %	103383,7 %
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	6,08E-01	1,52E-01	2,50E-04	242973,1 %	60500,6 %

Risiko for human helse overskrides betydelig for benzo(a)antracen, benzo(a)pyren, benzo(k)fluoranten, Indeno(1,2,3-cd)pyren, benzo(ghi)perylene, PCB og TBT. Andre PAH-forbindelser og bly overskrider også grenseverdiene. Det er kun inntak av sjømat som fører til overskridelsene (tabell 9). Analyser på skjell fra 2003 (TA-2167/2003) viser også forhøyete verdier av TBT og PAH, men ikke av PCB og bly.



## 5.5 Risiko for spredning

Risiko for spredning av forurensning fra sedimentet beregnes på bakgrunn av spredning som følge av diffusjon, opptak i organsimer og oppvirvling fra skipstrafikk (se kap 2), basert på stedsspesifikke data (se 5.2). Beregnet spredning for de tre spredningsparametrene, hver for seg og summert for hver av miljøparametrene, beregnet middel spredning for hele området per år og tiden det tar å tømme sedimentet for et gitt stoff er beregnet i tabell 9. Tabell 10 viser beregnede sjøvannskonsentrasjoner av de ulike miljøparametrene og tabell 11 oppsummerer de tre spredningsparametrenes relative bidrag til spredningen sett i sammenheng med risiko for human helse og økologisk risiko.

Tabell 9. Spredning fra sedimentet som følge av diffusjon, skipsanløp og biologisk opptak i mg/m<sup>2</sup>/år og g/år. Samt beregnet tid for å tømme sedimentet for stoffene.

Stoff	Beregnet middel spredning				Tiden det tar å tømme sedimentet for gitt stoff, t <sub>tom</sub> (år)		Beregnet middel spredning			
	F <sub>tot, middel</sub>	F <sub>diff, middel</sub>	F <sub>skipnormert, middel</sub>	F <sub>org, middel</sub>	Max	Middel	F <sub>tot, middel</sub>	F <sub>diff, middel</sub>	F <sub>skipnormert, middel</sub>	F <sub>org, middel</sub>
	[mg/m <sup>2</sup> /år]	[mg/m <sup>2</sup> /år]	[mg/m <sup>2</sup> /år]	[mg/m <sup>2</sup> /år]			[g/år]	[g/år]	[g/år]	[g/år]
Arsen	1,24E+01	4,80E+00	7,64E+00	1,08E-03	17,4	17,4	1891,26	729,75	1161,34	0,16
Bly	4,21E+01	1,19E+00	4,09E+01	2,56E-02	28,5	28,5	6403,80	180,22	6219,69	3,88
Kadmium	1,59E-01	4,07E-03	1,55E-01	2,31E-06	28,6	28,6	24,19	0,62	23,58	0,00
Kobber	1,63E+02	1,98E+01	1,43E+02	1,13E-01	25,6	25,6	24828,98	3004,18	21807,66	17,14
Krom totalt (III + VI)	1,92E+01	4,42E-01	1,88E+01	6,06E-04	28,7	28,7	2923,45	67,22	2856,14	0,09
Kvikksølv	3,23E-01	1,30E-02	3,10E-01	6,00E-05	28,1	28,1	49,16	1,97	47,18	0,01
Nikkel	2,10E+01	6,31E+00	1,47E+01	7,78E-03	19,9	19,9	3195,01	959,39	2234,43	1,18
Sink	1,35E+02	5,88E+00	1,29E+02	3,41E-01	27,9	27,9	20537,68	894,40	19591,45	51,83
Naftalen	2,79E+01	2,61E+01	1,62E+00	1,23E-01	0,1	0,1	4239,32	3973,62	246,93	18,77
Acenaftylen	9,74E+00	8,86E+00	6,44E-01	2,35E-01	0,2	0,2	1480,86	1347,25	97,86	35,76
Acenaften	3,71E+00	3,31E+00	2,73E-01	1,32E-01	0,4	0,4	563,98	502,39	41,50	20,09
Fluorene	1,38E+01	1,18E+01	1,15E+00	6,31E-01	0,7	0,7	2067,56	1796,98	174,67	95,91
Fenantren	1,26E+01	1,03E+01	1,40E+00	9,08E-01	1,5	1,5	1912,74	1562,41	212,36	137,97
Antracen	3,29E+00	2,67E+00	4,00E-01	2,25E-01	1,8	1,8	500,41	405,43	60,81	34,18
Fluoranten	5,14E+00	2,60E+00	1,31E+00	1,23E+00	6,2	6,2	781,94	395,79	198,80	187,36
Pyren	2,32E+01	1,49E+01	3,78E+00	4,48E+00	3,2	3,2	3524,73	2269,35	575,19	680,20
Benzo(a)antracen	1,23E+00	3,13E-01	5,25E-01	3,87E-01	11,9	11,9	186,27	47,59	79,80	58,88
Krysen	3,05E+00	6,56E-01	8,86E-01	1,51E+00	8,0	8,0	464,23	99,76	134,69	229,78
Benzo(b)fluoranten	2,83E+00	3,68E-01	1,05E+00	1,41E+00	10,6	10,6	430,57	56,01	160,10	214,46
Benzo(k)fluoranten	1,58E+00	2,07E-01	5,79E-01	7,93E-01	10,4	10,4	239,93	31,47	87,97	120,49
Benzo(a)pyren	4,32E+00	5,57E-01	1,63E+00	2,13E+00	10,7	10,7	655,98	84,62	247,33	324,02
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,82E+00	1,33E-01	1,14E+00	5,44E-01	18,3	18,3	276,90	20,24	174,02	82,64
Dibenzo(a,h)antracen	2,52E-01	2,04E-02	1,47E-01	8,39E-02	17,0	17,0	38,25	3,11	22,39	12,75
Benzo(ghi)perylene	4,75E+00	5,34E-01	2,03E+00	2,18E+00	12,3	12,3	721,71	81,16	309,24	331,31
PCB 28	2,21E-02	7,72E-03	1,84E-03	1,25E-02	1,4	1,4	3,35	1,17	0,28	1,90
PCB 52	1,32E-01	2,37E-02	7,01E-03	1,01E-01	1,0	1,0	19,99	3,61	1,07	15,31
PCB 101	1,50E-02	2,11E-03	3,16E-03	9,69E-03	5,7	5,7	2,27	0,32	0,48	1,47
PCB 118	3,54E-03	1,81E-04	2,52E-03	8,32E-04	20,8	20,8	0,54	0,03	0,38	0,13
PCB 138	1,62E-02	1,95E-03	4,63E-03	9,63E-03	7,9	7,9	2,46	0,30	0,70	1,46
PCB 153	4,17E-03	1,46E-04	3,30E-03	7,21E-04	23,1	23,1	0,63	0,02	0,50	0,11
PCB 180	5,08E-03	4,63E-04	2,18E-03	2,44E-03	12,2	12,2	0,77	0,07	0,33	0,37
Tributyltinn (TBT-ion)	6,12E+02	5,43E+02	5,98E+01	1,00E+01	0,1	0,1	93072,26	82460,99	9091,78	1519,49

Tabell 10. Beregnet sjøvannskonsentrasjon som følge av diffusjon og skipsanløp. Beregnede sjøvannskonsentrasjoner er sammenlignet med  $PNEC_{sjøvann}$ . Fargene indikerer tilstandsklasse i forhold til  $PNEC_{sjøvann}$ , se tabell 2.

Stoff	Type	Grenseverdi vann ug/l	Anvendt sjøvannskonsentrasjon $C_{sv, middel}$ [ug/l]	Anvendt sjøvannskonsentrasjon med skipsanløp, middel [ug/l]
Arsen	uorganisk	4,8	0,004200878	0,010886244
Bly	uorganisk	2,2	0,001037431	0,036841594
Kadmium	uorganisk	0,24	0,000003563	0,000139277
Kobber	uorganisk	0,64	0,017293800	0,142831291
Krom totalt (III + VI)	uorganisk	3,4	0,000386969	0,016828559
Kvikksølv	uorganisk	0,048	0,000011340	0,000282920
Nikkel	uorganisk	2,2	0,005522822	0,018385495
Sink	uorganisk	2,9	0,005148666	0,117928370
Naftalen	organisk	2,4	0,022874472	0,024295951
Acenaftalen	organisk	1,3	0,007755528	0,008318841
Acenaften	organisk	3,8	0,002892044	0,003130932
Fluoren	organisk	2,5	0,010344454	0,011349959
Fenantren	organisk	1,3	0,008994163	0,010216625
Antracen	organisk	0,11	0,002333878	0,002683934
Fluoranten	organisk	0,12	0,002278374	0,003422779
Pyren	organisk	0,023	0,013063668	0,016374767
Benzo(a)antracen	organisk	0,012	0,000273981	0,000733354
Krysen	organisk	0,07	0,000574250	0,001349596
Benzo(b)fluoranten	organisk	0,03	0,000322414	0,001244068
Benzo(k)fluoranten	organisk	0,027	0,000181144	0,000687574
Benzo(a)pyren	organisk	0,05	0,000487128	0,001910922
Indeno(1,2,3-cd)pyren	organisk	0,002	0,000116529	0,001118284
Dibenzo(a,h)antracen	organisk	0,03	0,000017877	0,000146782
Benzo(ghi)perylene	organisk	0,002	0,000467187	0,002247348
Tributyltinn (TBT-ion)	organisk	0,0002	0,474693189	0,527030740

Beregnet sjøvannskonsentrasjon av de analyserte parameterne som følge av spredning via diffusjon og skipsanløp viser at PAH-forbindelsen benzo(ghi)perylene og TBT gir beregnede sjøvannskonsentrasjoner over  $PNEC_w$  som følge av skipsanløp. Begge forbindelsene er påvist over grenseverdi for potensiell økologisk risiko (trinn 1) på alle stasjoner i hovedhavna i Sandnessjøen. Det kan bemerkes at for PAH-forbindelsen benzo(ghi)perylene er det ikke skipsanløp alene som bidrar til overskridelse av grenseverdi, men denne i tillegg til de andre mekanismene gjør at spredningen overskrider grenseverdien. For TBT utgjør all spredningen til sammen og hver for seg en betydelig risiko.



Tabell 11. Prosentvis bidrag av de enkelte spredningsmekanismene. Rød farge er de stoffene som utgjør en risiko for human helse. Grå farge er de stoffene som bidrar til økologisk risiko.

Stoff	Prosentvis fordeling, middel		
	F <sub>diff, middel</sub>	F <sub>skipnormert, middel</sub>	F <sub>org, middel</sub>
Arsen	38,6	61,4	0,0
Bly	2,8	97,1	0,1
Kadmium	2,6	97,4	0,0
Kobber	12,1	87,8	0,1
Krom totalt (III + VI)	2,3	97,7	0,0
Kvikksølv	4,0	96,0	0,0
Nikkel	30,0	69,9	0,0
Sink	4,4	95,4	0,3
Naftalen	93,7	5,8	0,4
Acenaftylen	91,0	6,6	2,4
Acenaften	89,1	7,4	3,6
Fluoren	86,9	8,4	4,6
Fenantren	81,7	11,1	7,2
Antracen	81,0	12,2	6,8
Fluoranten	50,6	25,4	24,0
Pyren	64,4	16,3	19,3
Benzo(a)antracen	25,6	42,8	31,6
Krysen	21,5	29,0	49,5
Benzo(b)fluoranten	13,0	37,2	49,8
Benzo(k)fluoranten	13,1	36,7	50,2
Benzo(a)pyren	12,9	37,7	49,4
Indeno(1,2,3-cd)pyren	7,3	62,8	29,8
Dibenzo(a,h)antracen	8,1	58,5	33,3
Benzo(ghi)perylene	11,2	42,8	45,9
PCB 28	35,0	8,3	56,7
PCB 52	18,1	5,3	76,6
PCB 101	14,1	21,1	64,8
PCB 118	5,1	71,4	23,5
PCB 138	12,0	28,5	59,4
PCB 153	3,5	79,2	17,3
PCB 180	9,1	42,9	48,0
Tributyltinn (TBT-ion)	88,6	9,8	1,6

Beregnet spredning fra skipstrafikk i forhold til de andre spredningsparametrene, diffusjon og organisk spredning viser at spredning forårsaket av skipstrafikk er en betydelig spredningsmekanisme (> 25 %) for flere av stoffene som representerer en økologisk risiko. Dette gjelder kobber, PAH-forbindelsene fluoranten, benzo(a)antracen, krysen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren og benzo(ghi)perylene.

Av de stoffene som representerer en risiko for human helse er spredning som følge av skipsanløp betydelig (> 25 %) for kobber, fluoranten, benzo(a)antracen, krysen, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren og benzo(ghi)perylene.

Diffusjon og organisk spredning bidrar også til spredning av forurensningen. For TBT og flere PAH-forbindelser (acenaftylen, fenantren, antracen, fluoranten og pyren) er diffusjon den viktigste spredningsmekanismen, mens for de resterende PAH-forbindelsene er det organisk spredning som er den dominerende mekanismen.

## 6 OPPSUMMERING HOVEDHAVNA

Sedimentet i Sandnessjøen Havn bidrar til uakseptabel høy risiko for forurensning for marine organismer, human helse og til uakseptabel spredning av forurensning, jf. akseptkriteriene. Videre undersøkelser og tiltak må vurderes. Tidligere undersøkelser har vist at det er høye forurensningsnivåer i sedimentene i Sandnessjøen, og dette samsvarer med funn i denne undersøkelsen. Analysene viser at tungmetaller, PAH-forbindelser, TBT og PCB har ulike hotspots, noe som indikerer at det er mange bidragsyttere til forurensningen. TBT forurensningen er høy i hele området.

En samlet vurdering for hele Sandnessjøen; hovedhavna og Sandnesvågen er gitt i oppsummeringen i slutten av rapporten.

### 6.1 Økosystemet

Sedimentforurensningen viser uakseptabel risiko for forurensning for marine organismer, både bunnlevende og pelagiske. Økotoksitetstestene viser 100 til 300 % overskridelser av grenseverdi, ut fra områdes bruk må det vurderes at denne overskridelsen alene ikke utløser krav om tiltak. Men risikoen for overskridelse av PNEC<sub>w</sub> for TBT i vannsøylen utløser krav om tiltak. Det har vært reduksjon av TBT-konsentrasjonene i sedimentet, men med dagens hastighet vil risikoen for vannlevende organismer være høy i mange ti år fremmover.

### 6.2 Human helse

Dagens aktiviteter i havnen representerer akseptabel lav risiko for human helse når det ikke blir konsumert sjømat fra resipienten. Risikoen for human helse blir uakseptabel høy ved inntak av selv mindre mengder sjømat. Dette som følge av høye konsentrasjoner av bly PAH-forbindelser, PCB og TBT i sedimentet. Dette samsvarer med tidligere undersøkelser som viser forhøyede forekomster av bly, PAH-forbindelser og TBT i skjell fanget i havnen. Analyser av fisk som i de tidligere undersøkelsene viste derimot akseptabelt innhold av forurensning. Siden det ikke har vært noen reduksjon av PAH, PCB eller bly konsentrasjonene i sedimentet er det grunn til å anta at målingene fra 2003 fremdeles er gjeldende for havnen, og tiltak er påkrevet for å redusere risikoen for human helse til et akseptabelt nivå.

### 6.3 Spredning

Risiko for forurensning som følge av spredning av forurenset sediment er uakseptabel høy for vannlevende organismer og for human helse. Spredningen som følge av skipsanløp vil føre til at beregnet sjøvannskonsentrasjon for benzo(ghi)perylene og TBT overstiger grenseverdi for økologisk risiko PNEC<sub>w</sub>, for organismer i vannsøylen.

De stoffene som utgjør en risiko for human helse og hvor propelloppvirvling er en betydelig spredningsmekanisme er bly og PAH-forbindelsene benzo(a)antracen, indeno(1,2,3-cd)pyren og benzo(ghi)perylene.

Beregnet spredning av TBT-forurensning er sannsynligvis overestimert. Likevel må det antas at det er betydelig spredning av TBT.

Det bør iverksettes tiltak for å redusere spredning av forurensning fra havnen, hovedsaklig som følge av skipstrafikk.



## 7 TRINN 1 RISIKOVURDERING - SANDNESVÅGEN

### 7.1 Resultat fra sedimentprøver

#### 7.1.1 Sedimentets karakteristikk og bunnforhold

Analysene og beskrivelsen av sedimentet viser at finstoffinnholdet (<63µm) varierer. I snitt er finstoffinnholdet ca 22 %, men varierer fra 38,8 % (prøve SA 17 (a-c)) inne i elveutløpet og 2,6 % (SA 17) ved det søndre neset. Innholdet av partikler mindre enn 2 µm er i snitt 0,7. Innholdet av totalt organisk karbon (TOC) i prøvene ligger i snitt på 1,15.

#### 7.1.2 Sedimentets forurensningsgrad

Områdets forurensningsgrad er beskrevet i tabellform og i kart for hvor fargehenvisninger følger tabell 3.

Tabell 12. Analyseresultatene Klassifisert etter TA-2229/2007

Stoff	INPUT: Målt sedimentkonsentrasjon, C <sub>sed</sub> (mg/kg)							
	SA 11	SA 12	SA 13	SA 14	SA 15	SA 16	SA 17	SA 18
TOC	0,23	0,95	1,40	0,79	0,31	0,94	0,85	0,10
Kornstørrelse <63 µm	5,900	19,800	29,200	29,600	31,700	23,700	38,800	2,600
Kornstørrelse <2 µm	<0,1	0,400	1,200	2,000	1,000	1,000	1,300	<0,1
Arsen	3,4	6,9	11,0	8,9	4,5	13,0	5,7	1,6
Bly	42,0	113,0	111,0	383,0	10,0	74,0	8,9	2,0
Kadmium	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Kobber	28,0	53,0	49,0	46,0	16,0	51,0	21,0	2,3
Krom totalt (III + VI)	19,0	26,0	23,0	26,0	32,0	30,0	23,0	19,0
Kvikksølv	0,3	0,8	1,9	0,8	0,1	0,5	0,1	0,1
Nikkel	10,0	12,0	15,0	14,0	18,0	19,0	13,0	5,8
Sink	62,0	113,0	133,0	133,0	38,0	112,0	51,0	12,0
Naftalen	<0,050	0,098	1,000	0,100	<0,050	0,300	<0,050	<0,050
Acenaftalen	<0,020	0,020	0,160	<0,020	<0,020	0,031	<0,020	<0,020
Acenaften	0,067	0,083	0,220	0,120	<0,050	1,400	<0,050	<0,050
Fluoren	<0,050	0,066	0,400	0,089	<0,050	1,600	<0,050	<0,050
Fenanten	0,380	0,630	1,900	1,000	<0,050	12,000	<0,050	<0,050
Antracen	0,058	0,230	2,400	0,310	<0,020	3,000	<0,020	<0,020
Fluoranten	0,690	2,000	5,500	2,300	<0,050	14,000	0,078	<0,050
Pyren	0,540	1,800	3,600	1,900	<0,050	9,200	0,062	<0,050
Benzo(a)antracen	0,440	1,700	3,300	1,400	<0,050	5,800	<0,050	<0,050
Krysen	0,780	4,900	4,000	2,600	0,160	5,800	<0,050	<0,050
Benzo(b)fluoranten	0,680	2,500	4,900	2,000	<0,050	5,200	0,077	<0,050
Benzo(k)fluoranten	0,220	0,950	1,800	0,640	<0,050	2,200	<0,050	<0,050
Benzo(a)pyren	0,190	1,000	3,700	0,990	<0,050	4,300	<0,050	<0,050
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,160	0,780	2,800	0,710	<0,020	2,500	0,042	<0,020
Dibenzo(a,h)antracen	<0,050	0,230	0,750	0,200	<0,050	0,790	<0,050	<0,050
Benzo(ghi)perylene	0,140	0,670	2,700	0,630	<0,020	2,100	0,038	<0,020
Sum PAH (16)	4,350	17,600	39,100	15,000	0,160	70,200	0,297	n.d
PCB 28	<0,0010	0,001	<0,0010	0,002	<0,0010	0,001	0,001	<0,0010
PCB 52	0,001	0,003	0,002	0,003	<0,0010	0,002	<0,0010	<0,0010
PCB 101	0,003	0,009	0,007	0,006	<0,0010	0,006	<0,0010	<0,0010
PCB 118	0,002	0,006	0,004	0,005	<0,0010	0,003	<0,0010	<0,0010
PCB 138	0,004	0,014	0,013	0,008	<0,0010	0,012	<0,0010	<0,0010
PCB 153	0,004	0,017	0,015	0,009	<0,0010	0,015	0,001	<0,0010
PCB 180	0,002	0,012	0,013	0,006	<0,0010	0,012	<0,0010	<0,0010
PCB7	0,016	0,063	0,054	0,039	n.d.	0,052	0,002	n.d.
Tributyltinn (TBT-ion)	0,008	0,120	0,120	0,088	0,003	0,030	0,002	0,001



### 7.1.3 Området som helhet

Hele området på sørsiden av vågen, den som ligger på samme side som det tidligere skipshuggeriet er forurenset utover de grenseverdiene som er satt for trinn 1 risikovurdering (TA 2229/2007). Dette gjelder for bly og kvikksølv, PAH, PCB og TBT på flere av stasjonene (tabell 13). Ved Sa 15 og Sa 18 er sedimentene så rene at de kan friskmeldes.

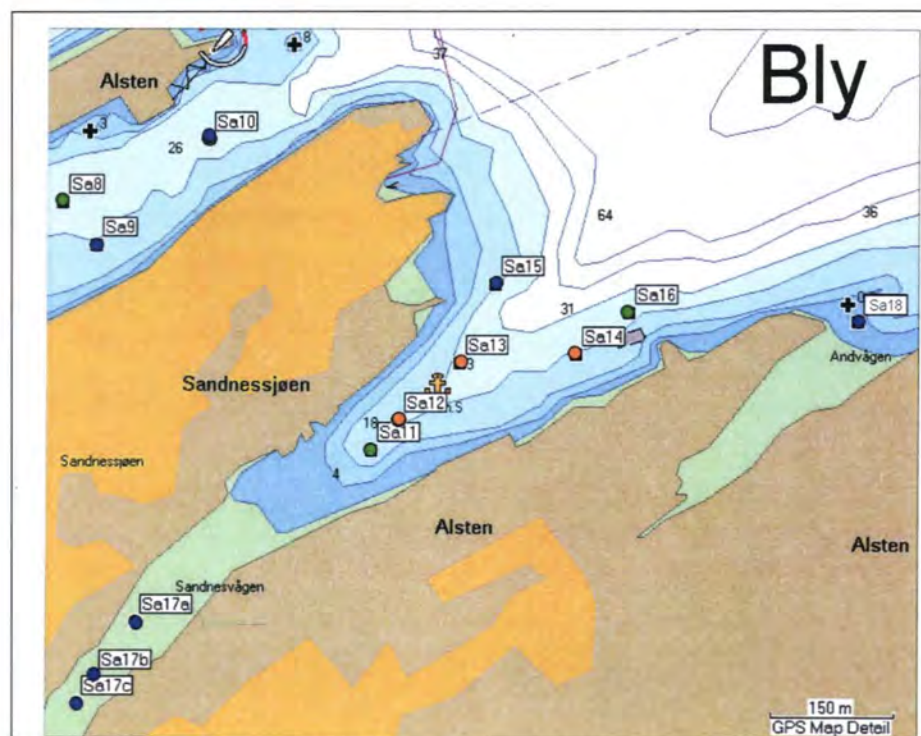
Tabell 13. Viser overskridelser av grenseverdiene for trinn 1 risikovurdering TA2229/2007

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon overskrider trinn 1 grenseverdi med:	
	Antall prøver	C <sub>sed, max</sub> (mg/kg)	C <sub>sed, middel</sub> (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	6	13	7,95	52		
Bly	6	383	122,16667	83	361 %	47 %
Kadmium	6	0,14	0,115	2,6		
Kobber	6	53	40,5	51	4 %	
Krom totalt (III + VI)	6	32	26	560		
Kvikksølv	6	1,9	0,7083333	0,63	202 %	12 %
Nikkel	6	19	14,666667	46		
Sink	6	133	98,5	360		
Naftalen	6	1	0,2663333	0,29	245 %	
Acenaftylen	6	0,16	0,0451667	0,033	385 %	37 %
Acenaften	6	1,4	0,3233333	0,16	775 %	102 %
Fluoren	6	1,6	0,3758333	0,26	515 %	45 %
Fenantren	6	12	2,66	0,50	2300 %	432 %
Antracen	6	3	1,003	0,031	9577 %	3135 %
Fluoranten	6	14	4,09	0,17	8135 %	2306 %
Pyren	6	9,2	2,8483333	0,28	3186 %	917 %
Benzo(a)antracen	6	5,8	2,115	0,06	9567 %	3425 %
Krysen	6	5,8	3,04	0,28	1971 %	986 %
Benzo(b)fluoranten	6	5,2	2,555	0,24	2067 %	965 %
Benzo(k)fluoranten	6	2,2	0,9766667	0,21	948 %	365 %
Benzo(a)pyren	6	4,3	1,705	0,42	924 %	306 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	6	2,8	1,1616667	0,047	5857 %	2372 %
Dibenzo(a,h)antracen	6	0,79	0,345	0,59	34 %	
Benzo(ghi)perylen	6	2,7	1,0433333	0,021	12757 %	4868 %
PCB 28	6	0,002	0,0012167			
PCB 52	6	0,0034	0,0021333			
PCB 101	6	0,0087	0,0052333			
PCB 118	6	0,0061	0,0035667			
PCB 138	6	0,014	0,0086833			
PCB 153	6	0,017	0,0100833			
PCB 180	6	0,013	0,0076833			
Sum PCB7	6	6,42E-02	3,86E-02	0,017	278 %	127 %
Tributyltinn (TBT-ion)	6	0,12	0,0614833	0,035	243 %	76 %



### 7.1.4 Metaller

Tungmetaller blir tilført marint miljø i større mengder via skipsmaling og blåsesand (se kap 2). Tidligere var også blytilsetning i bensin en viktig bidragsyter. SFTs veileder for risikovurdering av forurenset sediment (TA-2229) har definert 8 tungmetaller som benyttes i risikovurderingen (tabell 4). Disse tungmetallene er akutt giftige for marine organismer i gitte konsentrasjoner. Flere av de kan også akkumuleres i organismer og anrikes i næringskjeden. I prøvene av sediment fra Sandnesvågen overskrider konsentrasjonene av bly, kobber og kvikksølv grenseverdiene for potensiell økologisk risiko, trinn 1. Fordelingen av denne forurensningen på de ulike stasjonene er vist i figur 10-12.



Figur 10. Klassifisering av blykonsentrasjonene i sedimentet etter TA-2229/2007



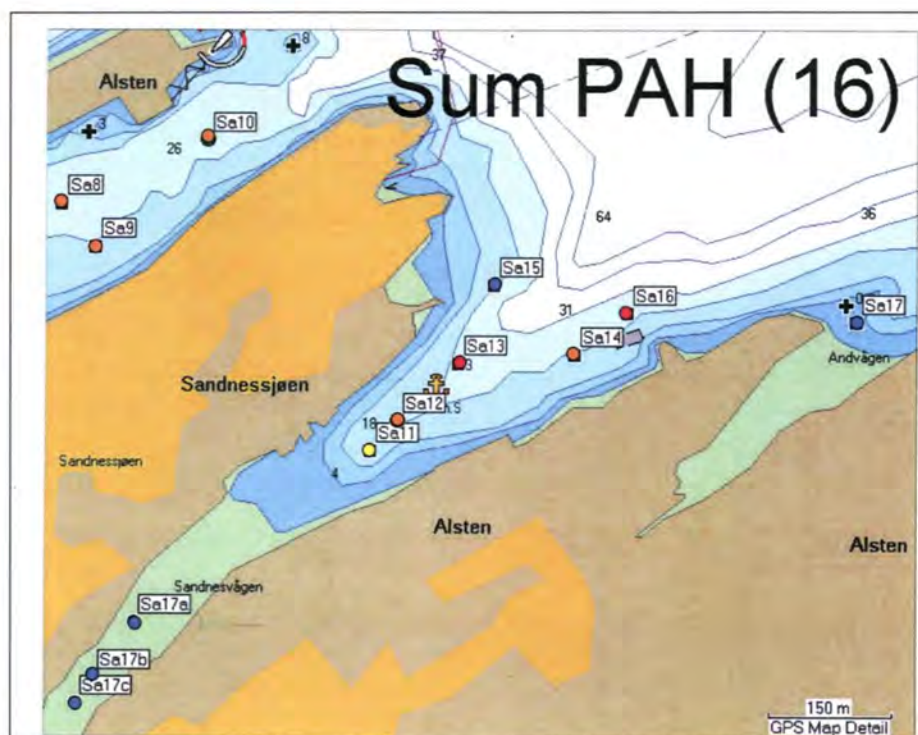


ligger i klasse IV på alle de tre stasjonene. Kobbernivåer over grenseverdi for potensiell økologisk risiko (trinn 1) er kun funnet i Sa 12. Kvikksølvforurensning er påvist i Sa 13 (klasse V) og Sa 12 og Sa 14 (klasse III).

### 7.1.5 Sum PAH 16 og de enkelte stoffene

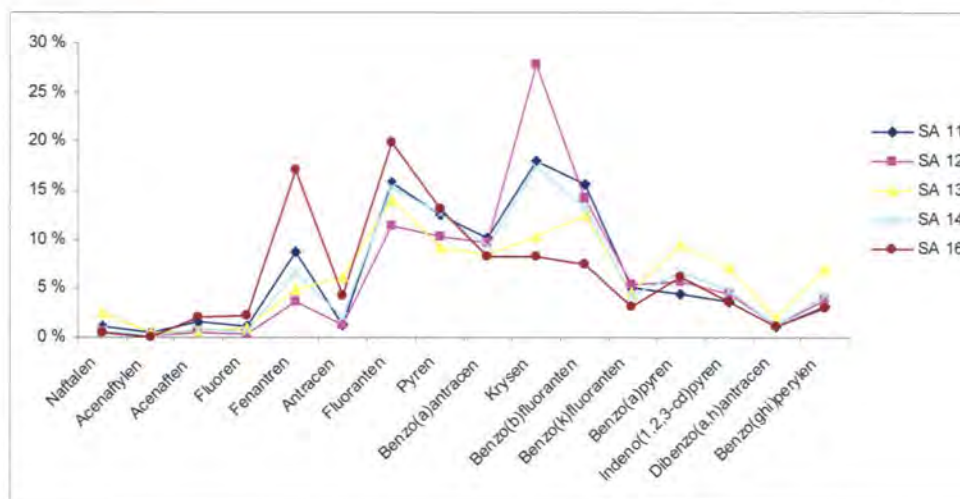
Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) kan dannes ved ufullstendig forbrenning av organisk materiale som ved og kull og forbrenning av ulike petroleumsprodukter. I SFTs klassifiseringssystem inngår kun PAH-forbindelser med mer enn tre ringer (16 forbindelser). Basert på konsentrasjonene av de ulike PAH-forbindelsene i prøvene er det mulig å si noe om hvorvidt kildene til forurensningen er petroleumsrelaterte eller forbrenningsrelaterte. Lettere forbindelser antyder en petroleumsrelatert kilde mens de tyngre antyder en forbrenningsrelatert kilde.

I prøvene fra Sandnessvågen er vist som sum PAH (16) i figur 13. Sum PAH er relativt representativt for PAH-konsentrasjonene i området. Fordelingen av de 16 enkeltkomponentene er vist i vedlegg 2.



Figur 13. Klassifisering av sum PAH (16) konsentrasjonene i sedimentet etter TA-2229/2007

Forurensning over grenseverdi trinn 1 for sum PAH(16) er funnet på stasjon Sa 11, Sa 12 og SA 13, SA 14 og Sa 16, med høyeste konsentrasjoner på stasjonene Sa 13 og SA 16 (klasse V). Selv om sum PAH(16) ikke overstiger grenseverdi på stasjon Sa 17 er en av forbindelsene, benzo(ghi)perylene, påvist i klasse IV i denne prøven. Sa 16 har de høyeste forekomstene av PAH-forbindelser, i sum 75 % mer enn Sa 13.



Figur 14. Prosentvis fordeling av de forskjellige PAH stoffene. Kun de stasjonene der sum PAH (16) overstiger grenseverdi for økologisk risiko blir presentert.

Ut fra den prosentvise fordelingen av PAH- forbindelsene i sedimentprøvene kan det synes som PAH- forurensningen i området noe forskjellig kilde. Sa 11 og Sa 14 har relativt lik prosentvis fordeling.

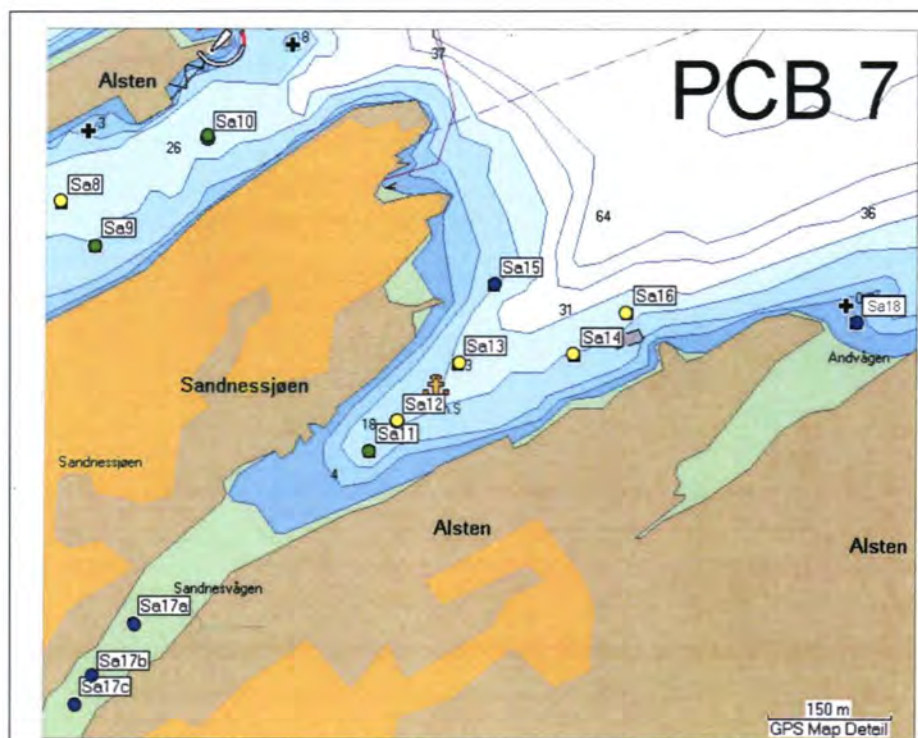
I Sandnesvågen, som i hovedhavna er det størst andel av de tyngre, forbrenningsrelaterte PAH-forbindelsene, noe som indikerer at forurensningen hovedsakelig kommer fra drift og aktiviteter ikke spesielt fra olje eller drivstoff lekkasjer eller utslipp.

### 7.1.6 PCB<sub>7</sub> og enkeltkomponentene

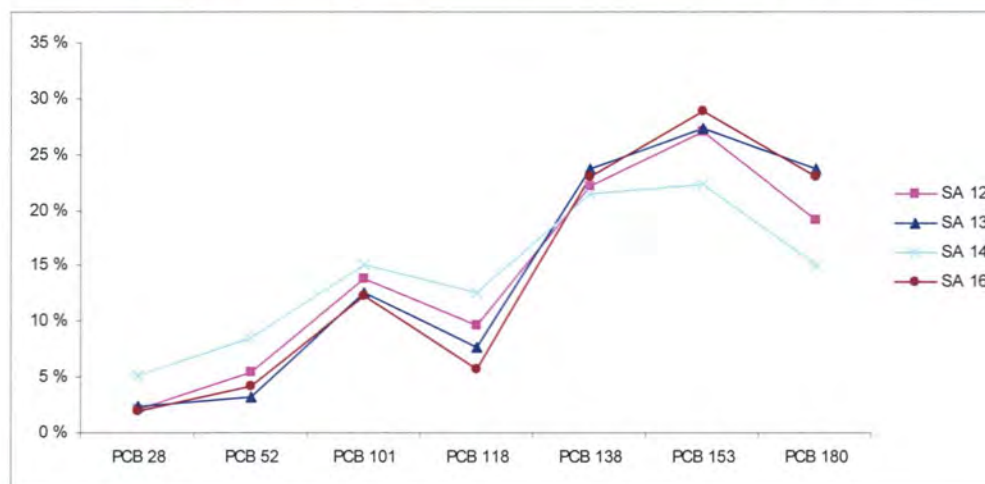
Polyklorerte bifenyler (PCB) er en samlebetegnelse for klorholdige, organiske forbindelser som består av klorerte benzenringer. Det finnes teoretisk sett 209 mulige PCB-kongener, men SFTs klassifiseringssystem har definert 7 av disse kongenene som brukes i risikovurderingen. Disse syv utgjør hovedkomponentene i de fleste tekniske PCB-blandinger og er internasjonalt de mest vanlige å analysere i miljøsammenheng. PCB er svært giftig. De har vært forbudt i Norge siden 1980, men er tungt nedbrytbare og bioakkumulerende og representerer derfor fortsatt en betydelig miljørisiko.

Her er det vist summen av de syv PCB-kongenene (figur 15) og prosentvis fordeling av kongenene (figur 16).





Figur 15. Klassifisering av PCB<sub>7</sub> konsentrasjonene i sedimentet etter TA-2229/2007



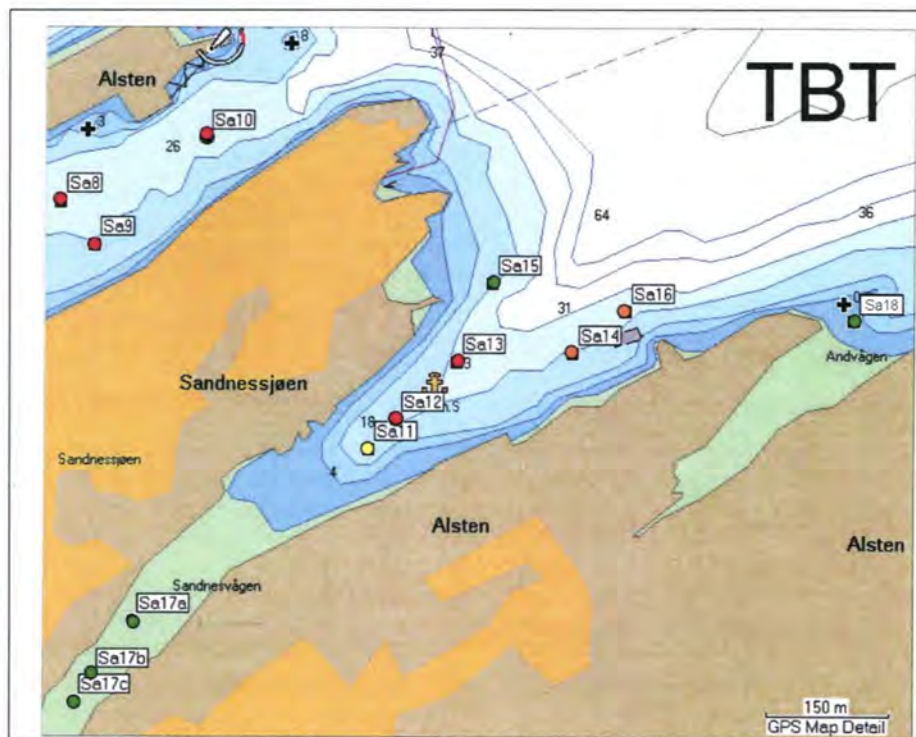
Figur 16. Prosentvis fordeling av de forskjellige PCB kongener på stasjonene der det er påvist PCB<sub>7</sub> over grenseverdi for potensiell økologisk risiko

Det er påvist PCB-forurensning over grenseverdi på stasjonene Sa 12, Sa 13, SA 14 og Sa 16 (klasse III). Den prosentvise fordelingen viser at kildene er relativt like, men Sa 14 har forholdsvis høyere andel av PCB-kongenene 28-118 enn 138-180 i forhold til de andre stasjonene.

Ut fra PCB profilene er det noen ganger mulig å vurdere hvilke kilder som er opphav til forurensningen. Her i Sandnesvågen kan det sees en likhet mellom profilene og standardprofil for Clophen 60 (se TA -1497) som ble produsert i Vesttyskland fra 1930 og brukt i olje. Tilsvarende profil er også funnet i andre områder med malingsforurensning (TA-1497). Dette gjør at det er nærliggende å anta at PCB forurensningen stammer fra opphugging av skipsvrak.

### 7.1.7 TBT

Tributyltinn (TBT) er kunstig fremstilte tinnorganiske forbindelser som spesielt har vært en viktig bestanddel i bunnstoff og skipsmaling. TBT er svært giftig for marine organismer og har nylig blitt forbudt i bruk. Den sterke giftigheten av TBT gjør at grenseverdien er satt svært lavt, det er derfor ikke uvanlig at TBT-nivået ligger i de øvre klassene, IV og V, i området med havner og skipsverft. TBT-nivåene i Sandnesvågen er vist i figur 17.



Figur 17. Klassifisering av TBT-konsentrasjonene i sedimentet etter TA-2229/2007

Det er påvist TBT over grenseverdi på fem av prøvestasjonene som ligger i nærheten av huggriet (Sa 11-14 og Sa 16). De høyeste konsentrasjonene er påvist omtrent midt i vågen, i prøve SA 12 og SA 13 og ser ut til å avta både innover og utover herifra.

### 7.1.8 Avgrensning av området og mulige forurensningskilder

Det er ikke påvist forurensning i prøvene lengst nord (SA 15) og ytterst ved det østlige neset (Sa 18). Innerst i Sandnesvågen (prøve 17 a-c) er det påvist forurensning av en PAH-forbindelse, Benzo(ghi)perylen, men i sum er det ellers ikke påvist forurensning over grenseverdi for økologisk risiko i denne prøven. Forurensningen er konsentrert rundt det tidligere skipsopphuggingsstedet med de høyeste konsentrasjoner av PAH-forbindelser rett øst av tomta (SA 16), høyest TBT innover mot vågen (SA 12 og 13) og avtagende utover. De høyeste kvikksølvnivåene ble målt i SA 13.

Prøveresultatene indikerer at forurensningen er knyttet til aktiviteter i Sandnesvågen og avgrenset til dette området. Forurensningen er konsentrert rundt stasjonene SA 12- 16, men viser en relativt stor spredning i konsentrasjoner av de ulike miljøgiftene på de forskjellige prøvepunktene.

Resultatene viser at det er stor sannsynlighet for at aktiviteten ved Høvding har vært en betydelig bidragsyter til forurensningen i sedimentet, men andre kilder kan ikke utelukkes.



### 7.1.9 Økotoksitet

Det er utført økotoksikologisk undersøkelse av en stasjon, Sa 12, omtrent midt i Sandnesvågen. Testene som er utført er:

- DR CALUX in vitro biotest som brukes for å måle effekter av dioksiner og dioksinlignende stoffer
- Veksthemming hos algen *Skeletonema costatum* som viser den generelle giftigheten i sedimentet.

Tabell 14. Økotoksitetsmålingene fra stasjon 12.

Parameter	Målt økotoks		Grenseverdi for økotoksitet	Målt økotoksitet overskrider grenseverdi med:	
	Maks	Middel		Maks	Middel
Porevann, <i>Skeletonema</i> (TU)	4	4	1,0	300 %	300 %
Organisk ekstrakt, <i>Skeletonema</i> (TU som l/g)	0,18867925	0,18867925	0,5		
Organisk ekstrakt, DRCalux/EROD (TEQ i ng/kg)	16	16	TEQ < 50 ng/kg		

Prøvene av porevann fra sedimentet på veksthemming hos testorganismen *Skeletonema* viser at toksisiteten i porevannet overskrider grenseverdi med 300 %. Det er ikke påvist toksisitet i organisk ekstrakt fra sedimentet, verken dioksiner eller generelt. Dette indikerer at økotoksisiteten prøvene representerer er knyttet til uorganiske forbindelser.

### 7.2 Sammenligning med tidligere undersøkelser

Ved å sammenligne tilsvarende stasjonene fra undersøkelsen i 2003 (TA-1967/2003). Hvor SA-S8 er lik snittet av Sa 12 og Sa 13 er det en nedgang av konsentrasjonene av metaller (kobber, bly og sink). PAH konsentrasjonene virker uendret. PCB har avtatt noe samt at det er en økning av TBT. Det er derfor stor usikkerhet i representativiteten trendene.

### 7.3 Oppsummering Trinn 1

Det er overskridelser av grenseverdi for økologisk risiko, trinn 1, for flere tungmetaller (kobber, bly og kvikksølv), PAH forbindelser, PCB og TBT. Det er også overskridelser av grenseverdi for økotoksitet. Det er derfor påkrevd med en trinn 2 risikovurdering av området.

## 8 TRINN 2 RISIKOVURDERING

### 8.1 Miljømålsetning og akseptkriterier

Sandnessjøen er i kommunens kystsoneplan avsatt til havneformål, det er ikke planer om å endre bruken av området og det er ikke vanlig å fiske i dette området. Norske myndigheter har som mål at det skal være trygt å spise sjømat fra hele norskekysten. Det er ikke laget spesielle miljømål for området og det er ikke registrert verneområder eller spesielt prioriterte naturområder, likevel er det en generell målsetning om at forurensning ikke skal true vann- og bunnlevende organismer. På bakgrunn av dette har Norconsult definert følgende miljømål som er styrende for risikovurderingen:

- Det er ikke knyttet miljømål i fht. konsum av sjømat fanget i området, men det er ønskelig at det skal være trygt med bading og et begrenset inntak av sjømat fra området.
- Det skal ikke være fare for en signifikant transport og spredning av forurensning til mindre forurensede områder.
- Risiko for spredning av forurensning skal være akseptabel lav for vannlevende organismer.
- Spredningen av miljøgifter som følge av skipstrafikken skal ikke medføre uakseptabel risiko for human helse

Ut fra dette er følgende akseptkriterier gitt:

- Forurensninger i sedimentet skal ikke være til fare for organismer som lever i området.
- Forurensningen i sedimentet skal ikke være til fare for human helse.
- Spredningen fra sedimentet skal ikke føre til uakseptabel økologisk risiko for vannlevende organismer.
- Spredning av forurensning fra skipsanløp utgjør en risiko for spredning dersom:
  1. det er påvist økologisk risiko i vannmassene som følge av skipsanløp.
  2. eller skipsanløp er en betydelig spredningsmekanisme (>25 %) for stoffer som utgjør en risiko for human helse.

### 8.2 Stedspesifikke data

I trinn 2 blir det vurdert om det foreligger potensiell risiko i det enkelte området ved å ta hensyn til stedsspesifikke forhold som påvirker transport, spredning og eksponering av forurensning. Stedsspesifikke data som ligger til grunn for risikovurderingen, trinn 2 for Sandnesvågen er vist nedenfor:

• Areal:	116 000
• Gjennomsnittlig sjødyp:	16 m
• Vannvolum:	185 600
• % vekt partikler <2µm:	1,12
• % vekt partikler <63µm:	23,32
• TOC vekt %TS	0,77
• Data benyttet i risikovurderingen	Sa 11 til og med SA 16
• Oppholdstid til vannet:	5 dager
• Skipsanløp:	153
• Mengde oppvirvlet finkornet sediment pr. anløp (beregnet etter formel på side 170 i TA-2231/2007)	865*
• Kontakt og inntak av sediment:	0
• Kontakt og inntak av vann:	noe
• Inntak av sjømat:	noe



\*=Vektet snitt for anløp til det forskjellige kaiene, forskjellig type fartøy. Et snitt av forurensingssituasjonen i Sa 11 til og med 16 beregningene av spredning.

Tabell 15: Eksponeringsveier for vurdering av potensiell risiko for human helse.

Arealbruk	Oralt inntak av sediment	Oralt inntak av overflate vann	Oralt inntak av partikulært materiale	Hudkontakt med sediment	Hudkontakt med overflate vann	Inntak (konsum) av fisk og skaldyr
Sandnesvågen	ja	ja	ja	ja	noe	noe

### 8.3 Risiko for effekter på økosystemet

Økosystemet kan påvirkes av miljøgifter på ulike måter og kunnskapen om dette er noe mangelfull. I veiledningen til SFT (TA-2230) er grenseverdien for økologisk risiko  $PNEC_w$  satt med målsetningen å beskytte minst 95 % av organismene, selv ved lengre tids eksponering. Beregnede overskridelser av  $PNEC_w$  i Sandnesvågen, basert på data fra sedimentprøvene, er vist i tabell 16.

Tabell 16. Beregning av porevannskonsentrasjon samt sammenligning med grenseverdi for økologisk risiko ( $PNEC_w$ )

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, $PNEC_w$ (ug/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon overskrider $PNEC_w$ med:	
	$C_{pv, maks}$ (mg/l)	$C_{pv, middel}$ (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	1,97E-03	1,20E-03	4,8		
Bly	2,47E-03	7,89E-04	2,2	12,4 %	
Kadmium	1,08E-06	8,85E-07	0,24		
Kobber	2,17E-03	1,66E-03	0,64	239,3 %	159,3 %
Krom totalt (III + VI)	2,67E-04	2,17E-04	3,4		
Kvikksølv	1,90E-05	7,08E-06	0,048		
Nikkel	2,68E-03	2,07E-03	2,2	22,0 %	
Sink	1,82E-03	1,35E-03	2,9		
Naftalen	9,99E-02	2,66E-02	2,4	4062,5 %	1008,6 %
Acenaftilen	7,99E-03	2,26E-03	1,3	514,8 %	73,5 %
Acenaften	2,93E-02	6,77E-03	3,8	671,7 %	78,2 %
Fuoren	2,04E-02	4,79E-03	2,5	714,9 %	91,4 %
Fenantren	6,81E-02	1,51E-02	1,3	5134,9 %	1060,4 %
Antracen	1,38E-02	4,62E-03	0,11	12460,0 %	4099,2 %
Fluoranten	1,26E-02	3,68E-03	0,12	10385,5 %	2963,3 %
Pyren	2,03E-02	6,28E-03	0,023	88097,0 %	27205,9 %
Benzo(a)antracen	1,50E-03	5,48E-04	0,012	12424,1 %	4467,0 %
Krysen	1,89E-03	9,92E-04	0,07	2603,0 %	1316,7 %
Benzo(b)fluoranten	8,31E-04	4,08E-04	0,03	2669,5 %	1260,8 %
Benzo(k)fluoranten	3,60E-04	1,60E-04	0,027	1232,2 %	491,4 %
Benzo(a)pyren	6,71E-04	2,66E-04	0,05	1242,9 %	432,5 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,55E-04	6,44E-05	0,002	7656,1 %	3117,9 %
Dibenzo(a,h)antracen	5,26E-05	2,30E-05	0,03	75,4 %	
Benzo(ghi)perylene	3,43E-04	1,32E-04	0,002	17033,3 %	6520,6 %
PCB 28	6,38E-06	3,88E-06			
PCB 52	8,81E-06	5,53E-06			
PCB 101	3,33E-06	2,01E-06			
PCB 118	2,34E-07	1,37E-07			
PCB 138	3,54E-06	2,20E-06			
PCB 153	4,30E-07	2,55E-07			
PCB 180	1,73E-06	1,02E-06			
Sum PCB7	2,45E-05	1,50E-05			
Tributyltinn (TBT-ion)	1,42E-02	7,26E-03	0,0002	6746400,3 %	3456544,4 %

Det har ikke blitt analysert på miljøgifter i porevannet. Derfor er porevannskonsentrasjonene beregnet ut fra sedimentanalysene og stoffenes  $K(d)$  verdier. Beregningene viser at porevannskonsentrasjonene overskrider grenseverdiene for økologisk risiko ( $PNEC_w$ ) betydelig for kobber, PAH-forbindelser (unntatt dibenzo(a,h)antracen) og TBT (Tabell 13).



### 8.4 Risiko for human helse

Risiko for human helse på bakgrunn av stedsspesifikke parametre (se 5.2) er beregnet og vist i tabell 8.

MTR beskriver grenseverdi for human helserisiko, mens med MTR 10 % antar vi at 10 % av menneskers eksponering av stoffene kommer fra dette området. Grenseverdien i risikovurderingen er basert på MTR=10% for alle stoffer unntatt TBT hvor MTR verdien benyttes (se 2.3.2).

Tabell 17. Overskridelse av grenseverdi human helse (MTR 10 %).

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livs-tidsdose overskrider MTR 10 % med:	
	DOSE <sub>maks</sub> (mg/kg/d)	DOSE <sub>middel</sub> (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	1,60E-05	9,79E-06	1,00E-04		
Bly	9,32E-04	2,97E-04	3,60E-04	158,9 %	
Kadmium	1,24E-07	1,02E-07	5,00E-05		
Kobber	1,52E-04	1,16E-04	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	2,98E-05	2,42E-05	5,00E-04		
Kvikksølv	2,55E-06	9,49E-07	1,00E-05		
Nikkel	4,27E-05	3,29E-05	5,00E-03		
Sink	1,01E-03	7,46E-04	3,00E-02		
Naftalen	4,91E-03	1,31E-03	4,00E-03	22,8 %	
Acenaftylen	1,97E-03	5,55E-04			
Acenaften	1,07E-02	2,46E-03			
Fluoren	9,38E-03	2,20E-03			
Fenantren	4,93E-02	1,09E-02	4,00E-03	1132,6 %	173,2 %
Antracen	9,56E-03	3,19E-03	4,00E-03	138,9 %	
Fluoranten	4,46E-02	1,30E-02	5,00E-03	792,6 %	160,8 %
Pyren	4,56E-02	1,41E-02			
Benzo(a)antracen	1,28E-02	4,66E-03	5,00E-04	2457,7 %	832,7 %
Krysen	3,00E-02	1,57E-02	5,00E-03	499,5 %	214,2 %
Benzo(b)fluoranten	2,04E-02	1,00E-02			
Benzo(k)fluoranten	8,83E-03	3,92E-03	5,00E-04	1665,2 %	683,6 %
Benzo(a)pyren	1,65E-02	6,53E-03	2,30E-06	716205,2 %	283923,3 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3,81E-03	1,58E-03	5,00E-04	661,6 %	216,0 %
Dibenzo(a,h)antracen	1,29E-03	5,64E-04			
Benzo(ghi)perylen	8,41E-03	3,25E-03	3,00E-03	180,3 %	8,3 %
PCB 28	6,53E-05	3,97E-05			
PCB 52	2,16E-04	1,36E-04			
PCB 101	8,18E-05	4,92E-05			
PCB 118	5,74E-06	3,36E-06			
PCB 138	8,70E-05	5,39E-05			
PCB 153	1,06E-05	6,27E-06			
PCB 180	4,24E-05	2,51E-05			
Sum PCB7	5,09E-04	3,13E-04	2,00E-06	25348,3 %	15560,2 %
Tributyltinn (TBT-ion)	1,52E-03	7,77E-04	2,50E-04	506,7 %	210,8 %

Risiko for human helse overskrides betydelig for benzo(a)antracen, benzo(a)pyren, benzo(k)fluoranten, PCB og TBT. Andre PAH-forbindelser overskrider også grenseverdiene. Det er kun inntak av sjømat som fører til overskridelsene (tabell 14).



Analyser på skjell fra 2003 (TA-1967/2003) viser også forhøyede verdier av TBT og bly, men ikke av PCB og PAH. Nedgangen i blykonsentrasjonene kan ha forårsaket at risikoen knyttet til bly er redusert. Siden det ikke er noen endring i PAH antas at kostholdsrådet må opprettholdes. En svak nedgang av PCB-konsentrasjonene siden 2003 antas det at risiko for human helse knyttet til disse stoffene i sedimentet er overestimert i tabell 18, og det antas at det er akseptabel lav human helsesisiko knyttet til PCB som følge av forurensningen i området.

## 8.5 Risiko for spredning

Risiko for spredning av forurensning fra sedimentet beregnes på bakgrunn av spredning som følge av diffusjon, opptak i organsimer og oppvirling fra skipstrafikk (se kap 2), basert på stedsspesifikke data (se 5.2). Beregnet spredning for de tre spredningsparametrene, hver for seg og summert for hver av miljøparametrene, beregnet middel spredning for hele området per år og tiden det tar å tømme sedimentet for et gitt stoff er beregnet i tabell 18. Tabell 19 viser beregnete sjøvannskonsentrasjoner av de ulike miljøparametrene og tabell 20 oppsummerer de tre spredningsparametrenes relative bidrag til spredningen sett i sammenheng med risiko for human helse og økologisk risiko.

**Tabell 18.** Spredning fra sedimentet som følge av diffusjon, skipsanløp og biologisk opptak i mg/m<sup>2</sup>/år og g/år. Samt beregnet tid for å tømme sedimentet for stoffene.

Stoff	Beregnet middel spredning				Tiden det tar å tømme sedimentet for gitt stoff, t <sub>tom</sub> (år)		Beregnet middel spredning			
	F <sub>tot, middel</sub> [mg/m <sup>2</sup> /år]	F <sub>diff, middel</sub> [mg/m <sup>2</sup> /år]	F <sub>skipnormert, middel</sub> [mg/m <sup>2</sup> /år]	F <sub>org, middel</sub> [mg/m <sup>2</sup> /år]	Max	Middel	F <sub>tot, middel</sub> [g/år]	F <sub>diff, middel</sub> [g/år]	F <sub>skipnormert, middel</sub> [g/år]	F <sub>org, middel</sub> [g/år]
	Arsen	8,25E+00	8,02E+00	2,31E-01	1,80E-03	43,8	43,8	957,11	930,14	26,75
Bly	8,75E+00	5,49E+00	3,14E+00	1,18E-01	635,5	635,5	1014,66	636,68	364,25	13,72
Kadmium	7,65E-03	4,68E-03	2,96E-03	2,65E-06	684,4	684,4	0,89	0,54	0,34	0,00
Kobber	9,85E+00	8,72E+00	1,07E+00	4,98E-02	187,2	187,2	1142,14	1011,91	124,46	5,77
Krom totalt (III + VI)	1,62E+00	9,49E-01	6,69E-01	1,30E-03	730,3	730,3	187,92	110,12	77,65	0,15
Kvikksølv	6,44E-02	4,59E-02	1,83E-02	2,13E-04	500,6	500,6	7,47	5,32	2,12	0,02
Nikkel	1,05E+01	1,01E+01	4,22E-01	1,24E-02	63,4	63,4	1220,17	1169,77	48,96	1,44
Sink	9,94E+00	6,98E+00	2,55E+00	4,05E-01	451,0	451,0	1152,76	810,23	295,58	46,96
Naftalen	1,70E+02	1,69E+02	6,14E-01	7,97E-01	0,1	0,1	19731,03	19567,41	71,21	92,41
Acenaftalen	1,32E+01	1,28E+01	5,26E-02	3,39E-01	0,2	0,2	1527,34	1481,90	6,11	39,33
Acenaften	3,93E+01	3,77E+01	1,63E-01	1,51E+00	0,4	0,4	4561,24	4367,71	18,89	174,65
Fluoren	2,67E+01	2,52E+01	1,19E-01	1,35E+00	0,6	0,6	3096,53	2926,55	13,78	156,20
Fenantren	8,27E+01	7,56E+01	4,12E-01	6,68E+00	1,5	1,5	9597,55	8774,88	47,82	774,86
Antracen	2,52E+01	2,32E+01	1,31E-01	1,95E+00	1,8	1,8	2928,56	2686,87	15,20	226,49
Fluoranten	2,50E+01	1,68E+01	1,88E-01	7,97E+00	7,4	7,4	2899,31	1952,96	21,85	924,49
Pyren	3,76E+01	2,88E+01	2,16E-01	8,62E+00	3,4	3,4	4361,86	3336,68	25,07	1000,12
Benzo(a)antracen	5,22E+00	2,30E+00	6,66E-02	2,85E+00	18,4	18,4	605,66	267,29	7,72	330,64
Krysen	1,39E+01	4,17E+00	1,00E-01	9,60E+00	10,0	10,0	1609,48	483,69	11,64	1114,15
Benzo(b)fluoranten	7,80E+00	1,60E+00	7,46E-02	6,12E+00	14,9	14,9	904,50	185,51	8,65	710,34
Benzo(k)fluoranten	3,05E+00	6,26E-01	2,86E-02	2,40E+00	14,6	14,6	353,74	72,56	3,32	277,86
Benzo(a)pyren	5,09E+00	1,04E+00	4,96E-02	3,99E+00	15,3	15,3	589,99	120,98	5,76	463,25
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,23E+00	2,36E-01	3,12E-02	9,65E-01	42,9	42,9	143,03	27,43	3,61	111,98
Dibenzo(a,h)antracen	4,38E-01	8,39E-02	9,34E-03	3,45E-01	35,8	35,8	50,80	9,74	1,08	39,98
Benzo(ghi)perylene	2,50E+00	4,87E-01	2,97E-02	1,99E+00	19,0	19,0	290,28	56,44	3,44	230,40
PCB 28	3,94E-02	1,50E-02	1,20E-04	2,43E-02	1,4	1,4	4,57	1,74	0,01	2,82
PCB 52	1,03E-01	1,95E-02	1,81E-04	8,30E-02	0,9	0,9	11,91	2,27	0,02	9,62
PCB 101	3,68E-02	6,54E-03	1,80E-04	3,01E-02	6,5	6,5	4,27	0,76	0,02	3,49
PCB 118	2,59E-03	4,46E-04	9,43E-05	2,05E-03	62,6	62,6	0,30	0,05	0,01	0,24
PCB 138	3,99E-02	6,69E-03	2,72E-04	3,30E-02	9,9	9,9	4,63	0,78	0,03	3,83
PCB 153	4,87E-03	7,77E-04	2,64E-04	3,83E-03	94,2	94,2	0,56	0,09	0,03	0,44
PCB 180	1,84E-02	2,91E-03	2,20E-04	1,53E-02	19,0	19,0	2,14	0,34	0,03	1,78
Tributyltinn (TBT-ion)	2,64E+01	2,58E+01	1,67E-01	4,75E-01	0,1	0,1	3063,01	2988,54	19,40	55,07



Tabell 19. Beregnet sjøvannskonsentrasjon som følge av diffusjon og skipsanløp. Beregnede sjøvannskonsentrasjoner er sammenlignet med  $PNEC_{\text{sjøvann}}$ . Fargene indikerer tilstandsklasse i forhold til  $PNEC_{\text{sjøvann}}$ , se tabell 2.

Stoff	Type	Grenseverdi vann ug/l	Anvendt sjøvannskonsentrasjon $C_{\text{sv, middel}}$ [ug/l]	Anvendt sjøvannskonsentrasjon med skipsanløp, middel [ug/l]
Arsen	uorganisk	4,8	0,007016172	0,007217972
Bly	uorganisk	2,2	0,004802555	0,007550163
Kadmium	uorganisk	0,24	0,000004098	0,000006687
Kobber	uorganisk	0,64	0,007632944	0,008571722
Krom totalt (III + VI)	uorganisk	3,4	0,000830611	0,001416343
Kvikksølv	uorganisk	0,048	0,000040161	0,000056142
Nikkel	uorganisk	2,2	0,008823681	0,009193019
Sink	uorganisk	2,9	0,006111636	0,008341208
Naftalen	organisk	2,4	0,147598996	0,148136178
Acenaftylene	organisk	1,3	0,011178129	0,011224183
Acenaften	organisk	3,8	0,032946086	0,033088540
Fluoren	organisk	2,5	0,022075280	0,022179226
Fenantren	organisk	1,3	0,066189842	0,066550516
Antracene	organisk	0,11	0,020267352	0,020382006
Fluoranten	organisk	0,12	0,014731397	0,014896249
Pyren	organisk	0,023	0,025168885	0,025357972
Benzo(a)antracene	organisk	0,012	0,002016199	0,002074437
Krysen	organisk	0,07	0,003648510	0,003736291
Benzo(b)fluoranten	organisk	0,03	0,001399320	0,001464605
Benzo(k)fluoranten	organisk	0,027	0,000547358	0,000572386
Benzo(a)pyren	organisk	0,05	0,000912573	0,000956015
Indeno(1,2,3-cd)pyren	organisk	0,002	0,000206912	0,000234174
Dibenzo(a,h)antracene	organisk	0,03	0,000073436	0,000081610
Benzo(ghi)perylene	organisk	0,002	0,000425715	0,000451689
Tributyltinn (TBT-ion)	organisk	0,0002	0,022542903	0,022689209

Tabell 19 viser at spredning av pyren og TBT kan føre til konsentrasjoner i vannmassene som overstiger grenseverdi for økologisk risiko  $PNEC_w$ , både som følge av diffusjon alene og når skipsanløp inkluderes. Skipsanløp øker spredningen noe, men vil ikke alene føre til at  $PNEC_w$  verdiene overskrides. Det er grunn til å anta at spredning av TBT er overestimert siden tiden det tar å tømme sedimentet (tabell 18) skulle tilsi at sedimentet allerede er tomt.

Tabell 20. Prosentvis bidrag av de enkelte spredningsmekanismene. Rød farge er de stoffene som utgjør en risiko for human helse som følge av spredning. Grå farge er de stoffene og forbindelsene som representerer en økologisk risiko.

Stoff	Prosentvis fordeling, middel		
	F <sub>diff, middel</sub>	F <sub>skipnormert, middel</sub>	F <sub>org, middel</sub>
Arsen	97,2	2,8	0,0
Bly	62,7	35,9	1,4
Kadmium	61,3	38,7	0,0
Kobber	88,6	10,9	0,5
Krom totalt (III + VI)	58,6	41,3	0,1
Kvikksølv	71,3	28,4	0,3
Nikkel	95,9	4,0	0,1
Sink	70,3	25,6	4,1
Naftalen	99,2	0,4	0,5
Acenaftylen	97,0	0,4	2,6
Acenaften	95,8	0,4	3,8
Fluoren	94,5	0,4	5,0
Fenantren	91,4	0,5	8,1
Antracen	91,7	0,5	7,7
Fluoranten	67,4	0,8	31,9
Pyren	76,5	0,6	22,9
Benzo(a)antracen	44,1	1,3	54,6
Krysen	30,1	0,7	69,2
Benzo(b)fluoranten	20,5	1,0	78,5
Benzo(k)fluoranten	20,5	0,9	78,5
Benzo(a)pyren	20,5	1,0	78,5
Indeno(1,2,3-cd)pyren	19,2	2,5	78,3
Dibenzo(a,h)antracen	19,2	2,1	78,7
Benzo(ghi)perylen	19,4	1,2	79,4
PCB 28	38,0	0,3	61,7
PCB 52	19,0	0,2	80,8
PCB 101	17,8	0,5	81,7
PCB 118	17,2	3,6	79,1
PCB 138	16,7	0,7	82,6
PCB 153	15,9	5,4	78,6
PCB 180	15,8	1,2	83,0
Tributyltinn (TBT-ion)	97,6	0,6	1,8

Beregnet spredning fra skipstrafikk i forhold til de andre spredningsparametrene, diffusjon og organisk spredning viser at spredning forårsaket av skipstrafikk ikke utgjør en dominerende mekanisme. Dette kommer av de relativt dype forholdene i området. For tungmetaller, TBT og omtrent halvparten av PAH-forbindelsene er diffusjon den viktigste spredningsmekanismen, men for de resterende PAH-forbindelsene og PCB er det organisk spredning som dominerer.



## 9 OPPSUMMERING SANDNESVÅGEN

Sedimentet i Sandnesvågen bidrar til uakseptabel høy risiko for forurensning for marine organismer og human helse, jf. akseptkriteriene. Videre undersøkelser og tiltak må vurderes. Tidligere undersøkelser har vist at det er høye forurensningsnivåer i sedimentene i Sandnesvågen, og dette samsvarer med funn i denne undersøkelsen. Analysene viser at tungmetaller, PAH-forbindelser, PCB og TBT har ulike hotspots, noe som indikerer at det er flere bidragsyttere/kilder til forurensningen.

En samlet vurdering for hele Sandnessjøen; hovedhavna og Sandnesvågen er gitt i oppsummeringen i slutten av rapporten.

### 9.1 Økosystemet

Sedimentforurensningen viser uakseptabel risiko for forurensning for marine organismer, både bunnlevende og pelagiske. Dette er knyttet til sedimentenes høye konsentrasjon av bly, kobber og kvikksølv (klasse III-V), PAH-forbindelser (klasse III-V), PCB (klasse III) og TBT (klasse III-V). Økotoksitetstesten viser 300 % overskridelser av grenseverdi.

### 9.2 Human helse

Dagens aktiviteter i området representerer akseptabel lav risiko for human helse når det ikke blir konsumert sjømat fra resipienten. Risikoen for human helse blir uakseptabel høy ved inntak av selv mindre mengder sjømat. Dette som følge av høye konsentrasjoner av PAH-forbindelser, PCB og TBT i sedimentet. Dette samsvarer med tidligere undersøkelser som viser forhøyede forekomster av bly og TBT i skjell fanget i Sandnesvågen. Analyser av fisk som i de tidligere undersøkelsene viste derimot ikke innhold av forurensning. Bly og TBT forurensningen i blåskjell var i klasse 3 i 2003. Selv om blyforurensningen i sedimentet er redusert så har TBT forurensningen økt, noe som viser at tiltak er påkrevet for å oppnå akseptabel lav risiko for human hese ved konsum av sjømat fra området. De stabile PAH konsentrasjonene fra 2003 og frem til 2009 viser at det er all grunn til å oppretthold kostholdsradene.

### 9.3 Spredning

Risiko for forurensning som følge av spredning av forurenset sediment er uakseptabel høy for vannlevende organismer. Spredningen vil føre til at beregnet sjøvannskonsentrasjon for pyren og TBT overstiger grenseverdi for økologisk risiko for organismer i vannsøylen.

Risiko for spredning fra propelloppvirvling fra skipsanløp er akseptabel lav i Sandnesvågen.

Beregnet spredning av TBT-forurensning er sannsynligvis overestimert. Estimatene er likevel høye, og det må antas at sannsynligheten for spredning av TBT kan være stor.

## 10 KONKLUSJON OG TILTAKSVURDERINGER I SANDNESSJØEN

Denne undersøkelsen har vurdert forurensningen som er påvist i prøver av sedimentene i Sandnessjøen havn og Sandnesvågen. Begge områder er moderat til sterkt forurenset av mange miljøgifter, noe som også samsvarer med tidligere undersøkelser (DNV, 2003). Forurensningen bidrar til uakseptabel risiko for forurensning for marine organismer og human helse i begge områder (jf. akseptkriteriene). I havneområdet er propelloppvirvling fra skipsanløp en betydelig spredningsmekanisme.

De ulike stoffene og forbindelsene har ulike "hotspots", noe som indikerer at det er flere kilder til forurensningen. Dette er sannsynlig også ut fra områdenes bruk der begge områdene har mange ulike aktiviteter og virksomheter representert. Både historisk og per i dag.

### 10.1 Human helse risiko

Dagens aktiviteter i begge områder representerer akseptabel lav risiko for human helse når det ikke blir konsumert sjømat fra resipienten. Risikoen for human helse blir uakseptabel høy ved inntak av selv mindre mengder sjømat. Dette som følge av høye konsentrasjoner av bly, PAH-forbindelser, PCB og TBT i sedimentet. Det har vært en økning av PAH konsentrasjonene i sedimentet siden 2003 som viser at det er grunn til å opprettholdekostholds rådene for området.

### 10.2 Økologisk risiko

Sedimentforurensningen i Sandnessjøen viser i henhold til myndighetenes veiledninger en uakseptabel risiko for forurensning for marine organismer, både bunnlevende og pelagiske. Dette er knyttet til sedimentenes høye konsentrasjon av kobber (klasse III-V), PAH-forbindelser (klasse III-V), PCB (klasse III) og TBT (klasse III-V) i begge områder.

I hovedhavna i Sandnessjøen kan det allikevel vurderes om dagens bruk og aktiviteter tilsier en viss høyere akseptgrense, noe som bør vurderes av lokale myndigheter.

### 10.3 Spredningsrisiko

Risiko for forurensning som følge av spredning av forurenset sediment er uakseptabel høy for vannlevende organismer. Spredningen vil føre til at beregnet sjøvannskonsentrasjon for TBT overstiger grenseverdi for økologisk risiko for organismer i vannsøylen i hovedhavna og for pyren og TBT i Sandnesvågen.

Skipsanløpene i hovedhavna fører alene til at forventet konsentrasjon av TBT og benzo(ghi)perylene overskrider grenseverdi i havna. I Sandnesvågen fører ikke skips trafikk til slike overskridelser.

### 10.4 Tiltaksvurdering

For å innfri akseptkriteriene som er satt for risikovurderingen av forurensningen i sedimentet i Sandnessjøen havn og Sandnesvågen er det behov for tiltak. Prosentvis reduksjon for å oppnå akseptkriteriene for områdene som helhet er vist i tabell 21. Uavhengig av om det er økologisk eller human helse risiko som er styrende for tiltak så må forurensningskonsentrasjon av TBT reduseres med >99 %.



Tabell 21. Prosentvis reduksjon som må oppnås for å nå miljømålene som er definert for Sandnessjøen

Stoff	% vis reduksjon for å nå miljømålene Sandnessjøen havn				% vis reduksjon for å nå miljømålene Sandnesvågen			
	Humanhelse (%)	Økologisk risiko sediment (%)	Økologisk risiko vannmassene (diffusjon)	Økologisk risiko vannmassene (skipstrafikk)	Humanhelse (%)	Økologisk risiko sediment (%)	Økologisk risiko vannmassene (diffusjon) (%)	Økologisk risiko vannmassene (skipstrafikk+diffusjon) (%)
Arsen								
Bly	12							
Kadmium								
Kobber						61		
Krom totalt (III + VI)								
Kvikksølv								
Nikkel								
Sink								
Naftalen						91		
Acenaftylene						42		
Acenaften						44		
Fluoren						48		
Fenantren	71				63	91		
Antracen						98		
Fluoranten	73				62	97		
Pyren						100	9	
Benzo(a)antracen	91				89	98		
Krysen	78				68	93		
Benzo(b)fluoranten						93		
Benzo(k)fluoranten	96				87	83		
Benzo(a)pyren	100				100	81		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	94				68	97		
Dibenzo(a,h)antracen								
Benzo(ghi)perylene	91				8	98		
sum PCB	100			11	99			
DDT								
Tributyltinn (TBT-ion)	100		100	100	68	100	99	

## 11 REFERANSER

SFT 2007. Veiledning for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (TA 2229/2007).  
SFT 2007. Veiledning for risikovurdering av forurenset sediment (TA 2230/2007).  
SFT 2007. Bakgrunnsdokument til veiledere TA- 2229 og TA- 2230 (TA 2231/2007).  
Det Norske Veritas, 2003. Miljøgifter i havneområder i Nordland. Rapport: 876/03. TA 1967/2003

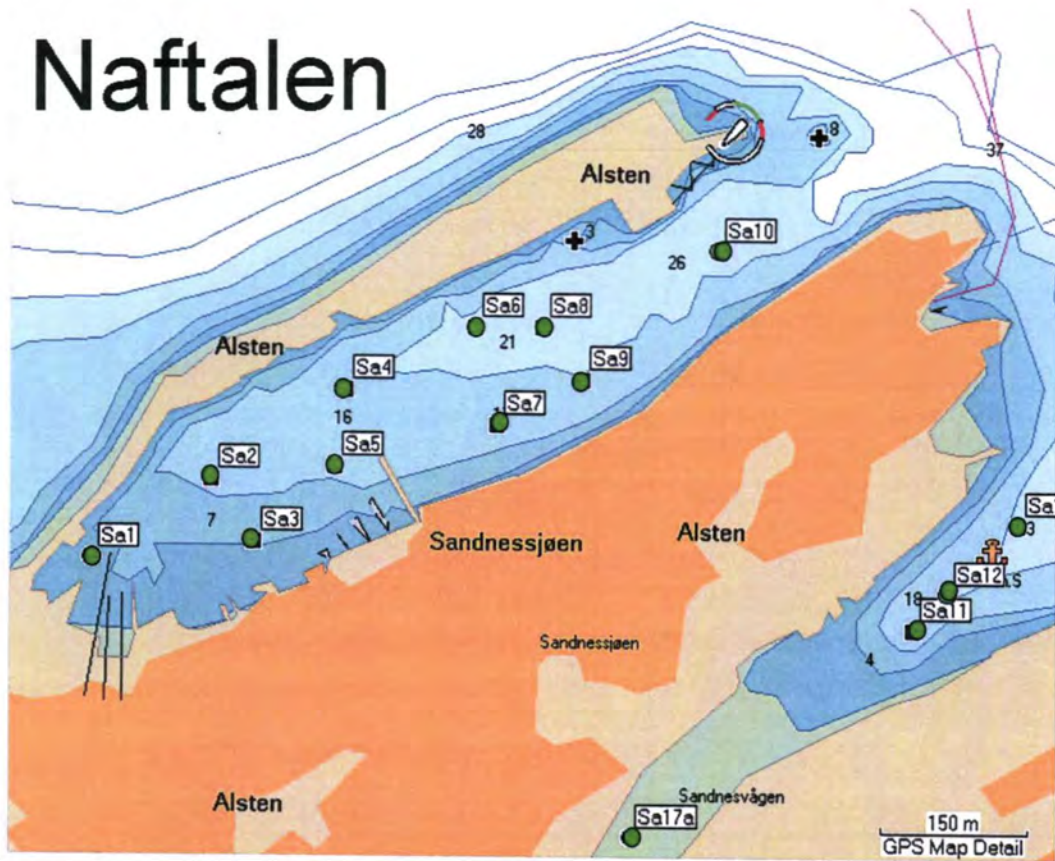
## 12 VEDLEGG

PAH-kart

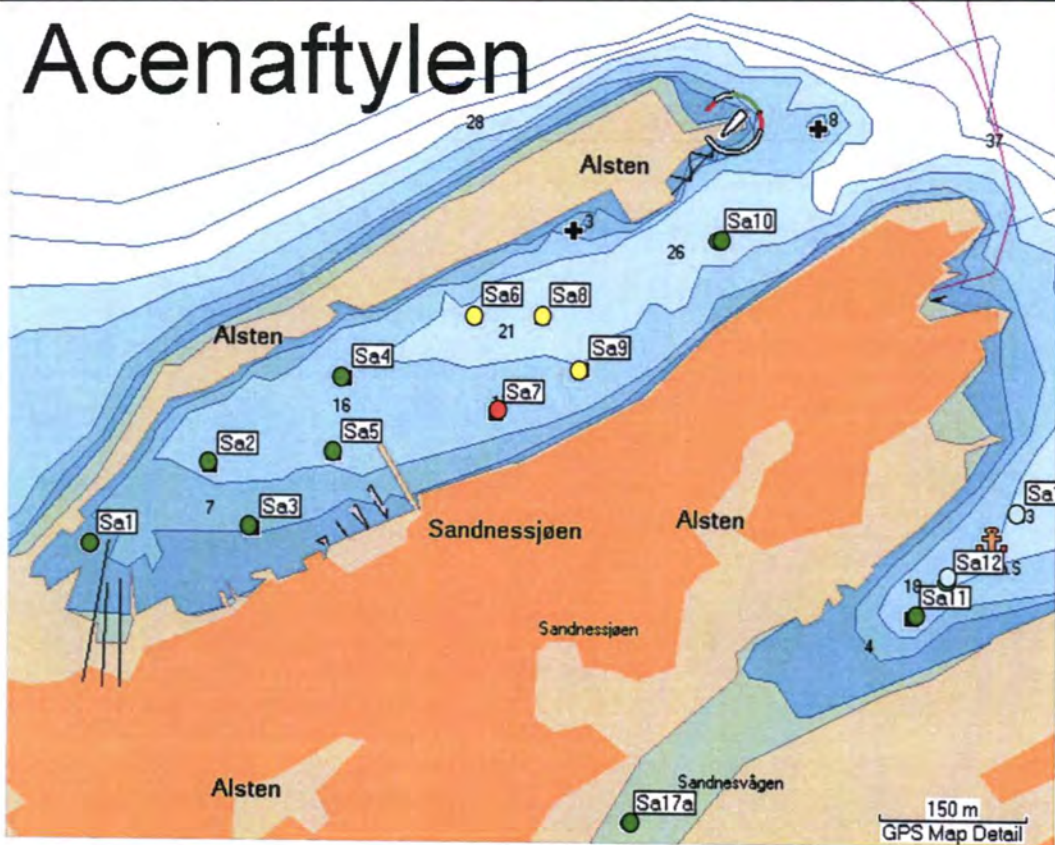
Analyseresultater



# Naftalen

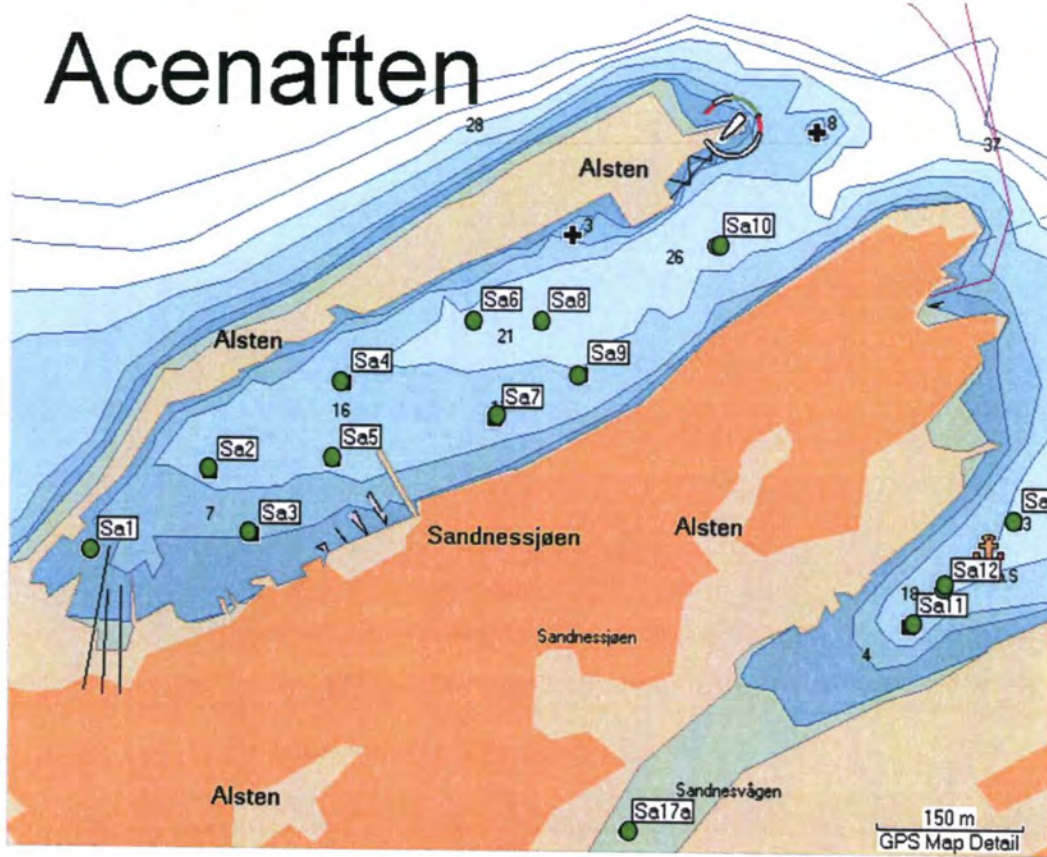


# Acenaftylene

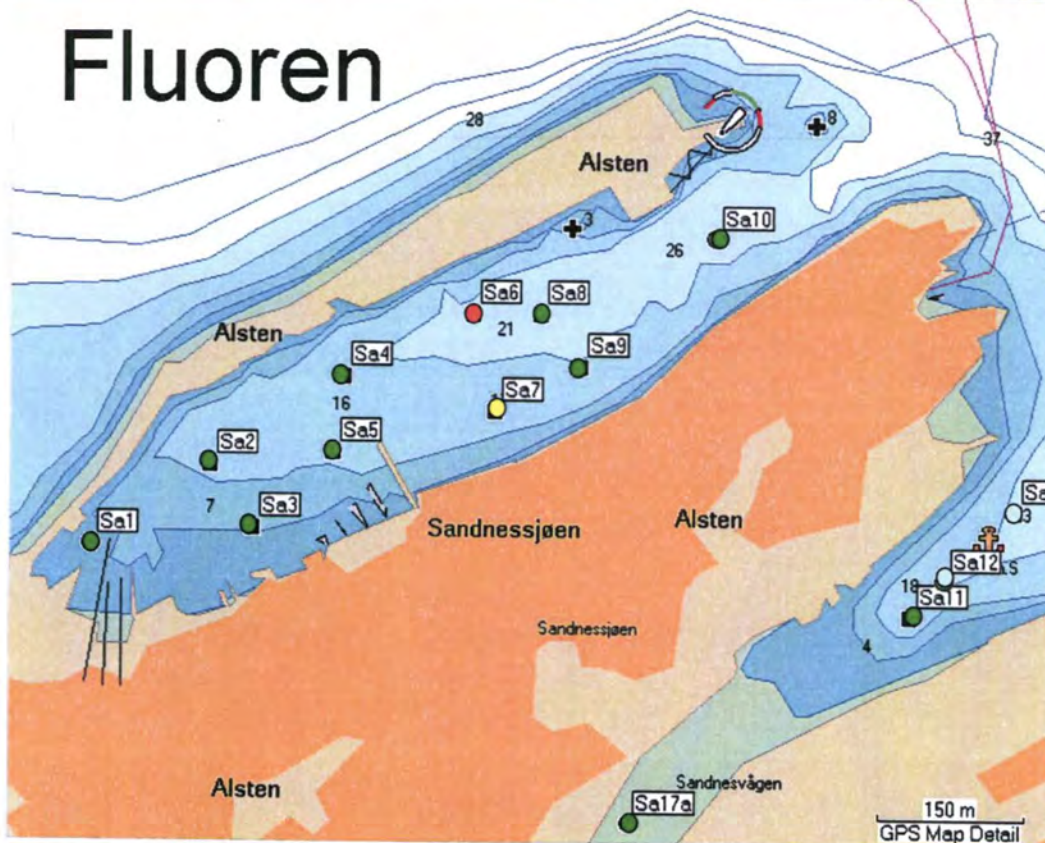




# Acenaften

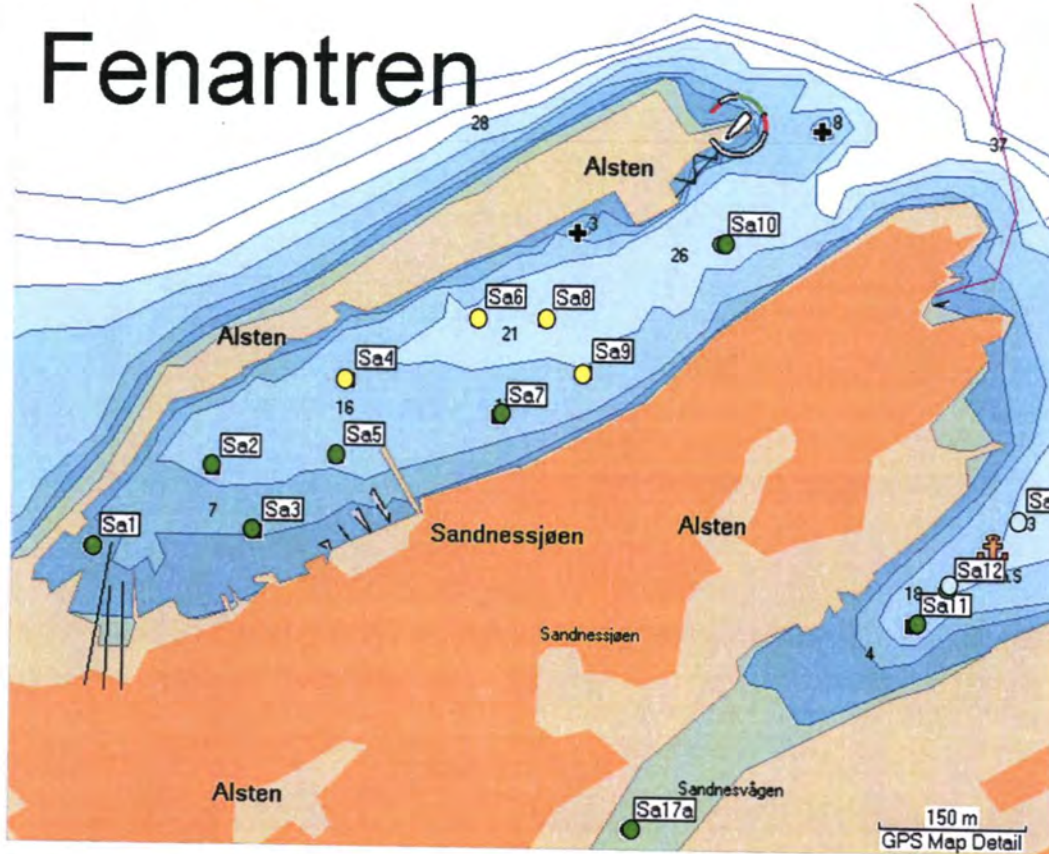


# Fluoren

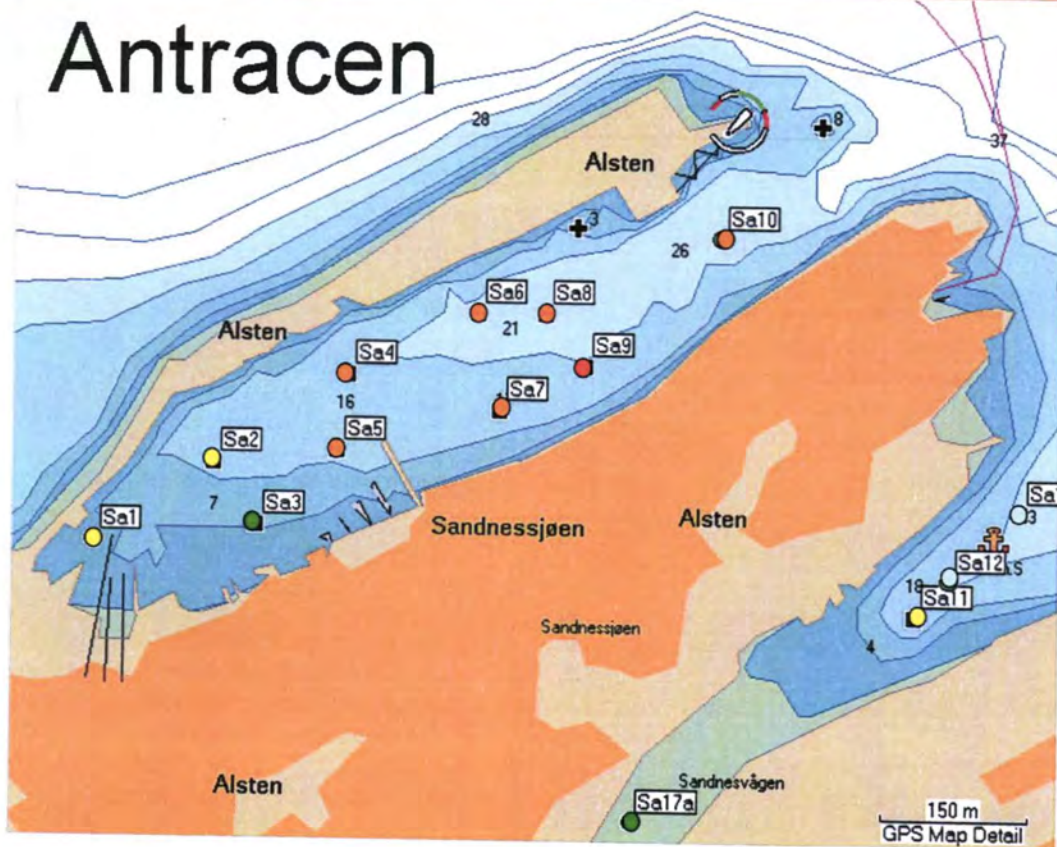




# Fenantren

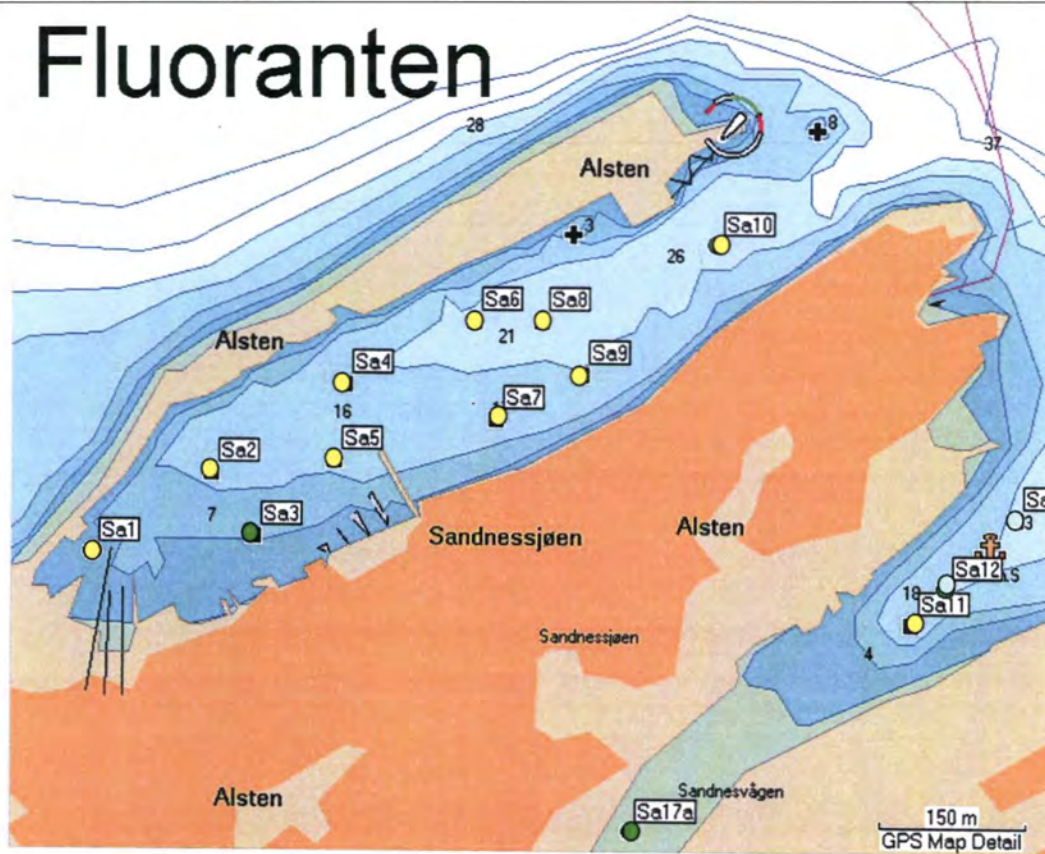


# Antracenen

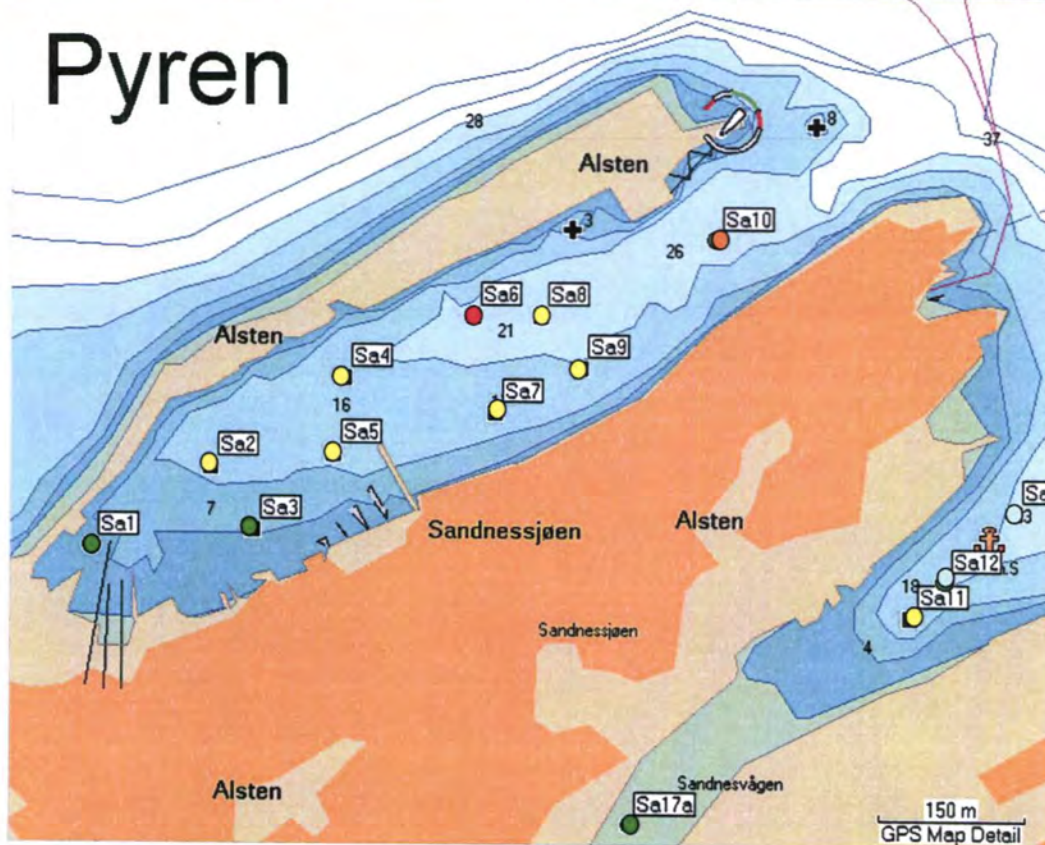




# Fluoranten

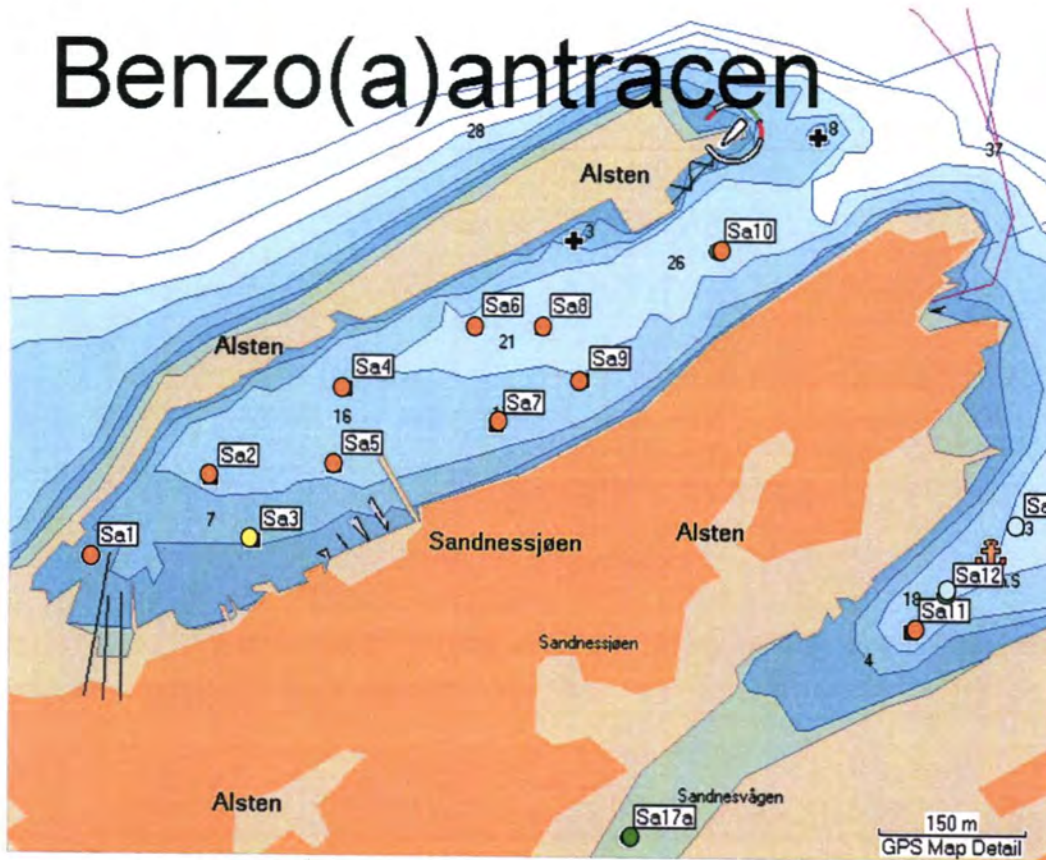


# Pyren

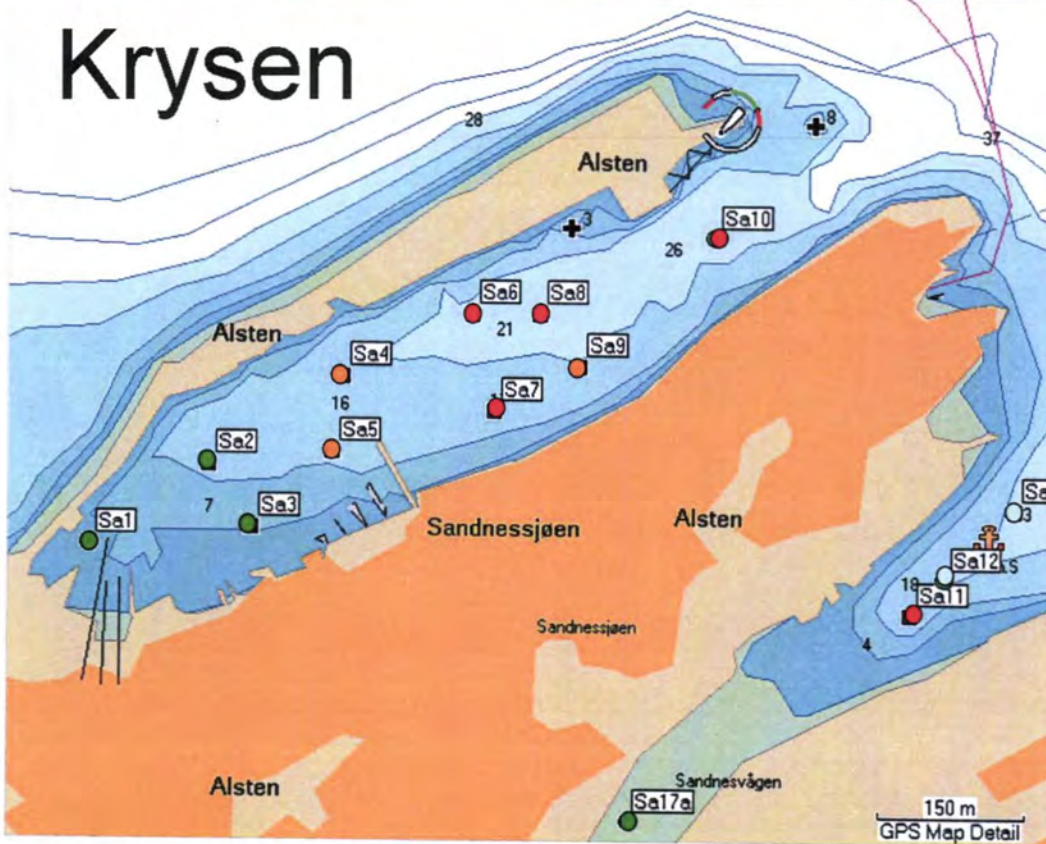




# Benzo(a)antracenen

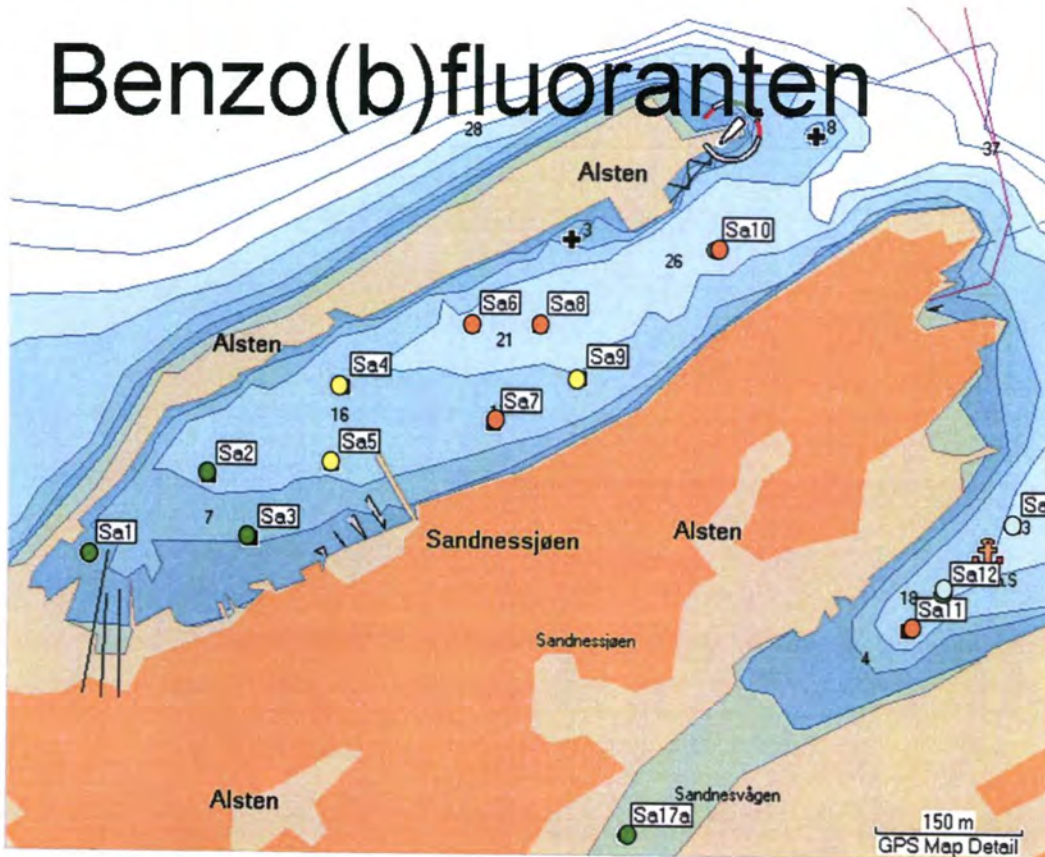


# Krysen

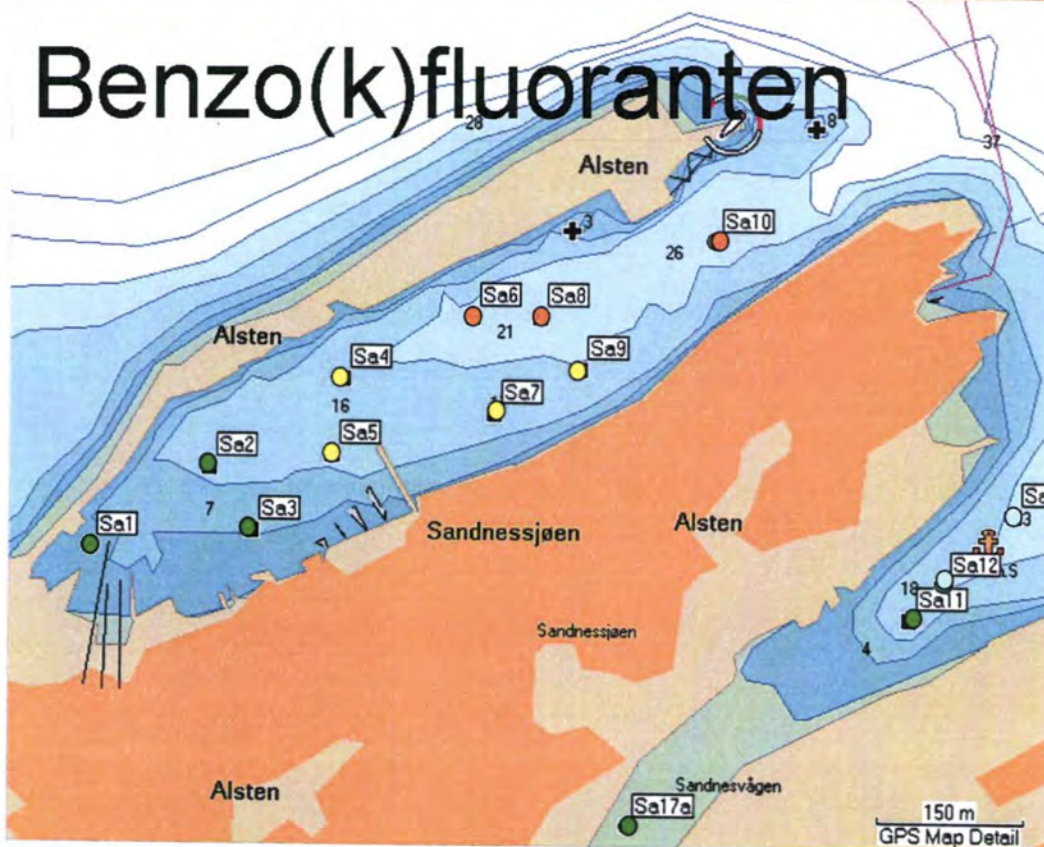




# Benzo(b)fluoranten

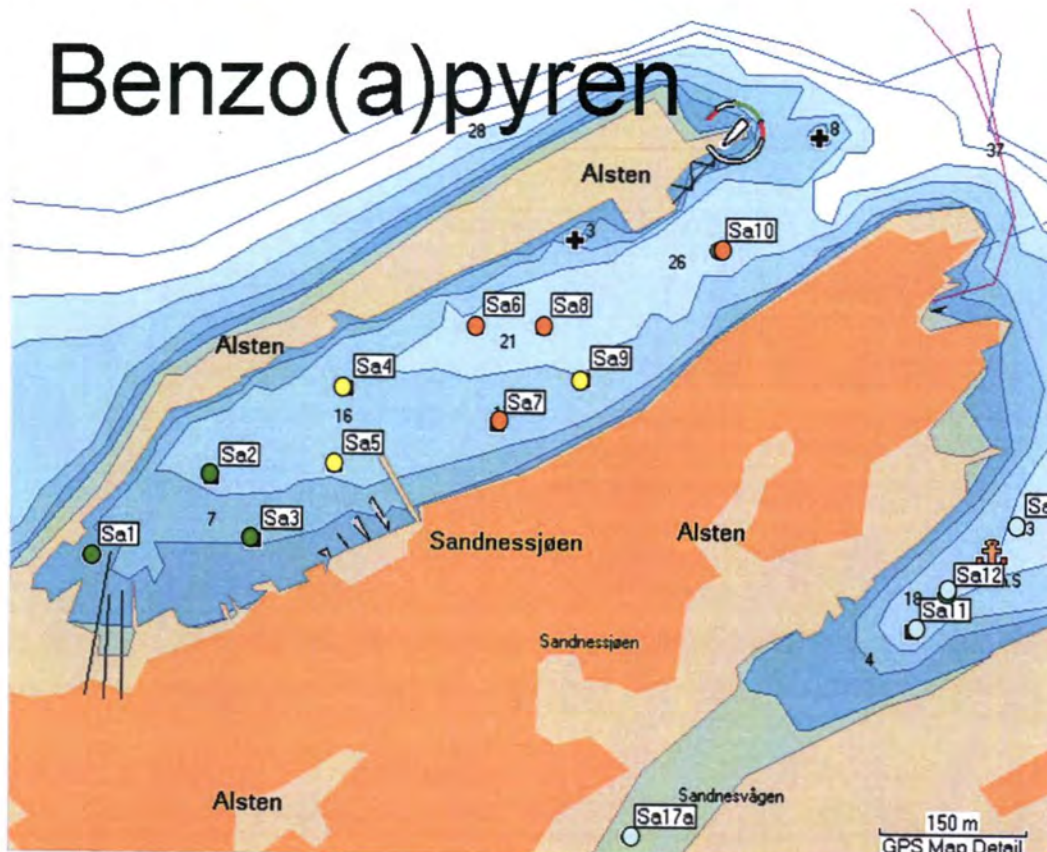


# Benzo(k)fluoranten

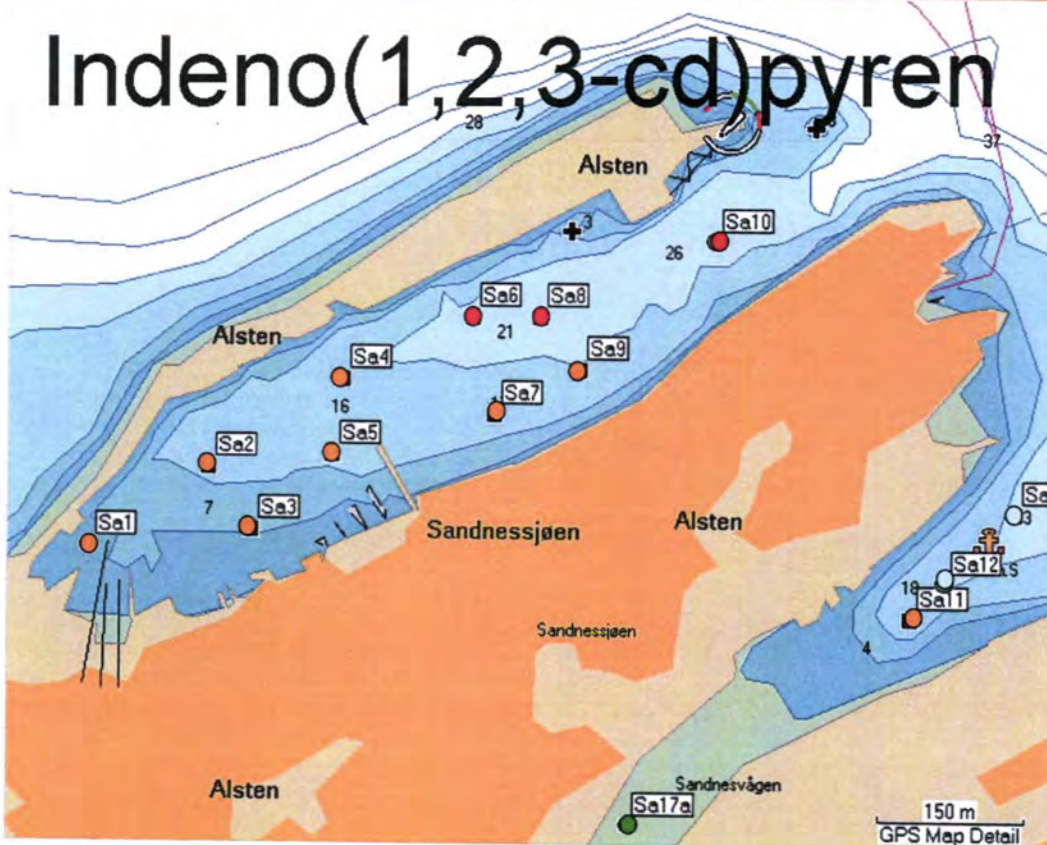




# Benzo(a)pyren

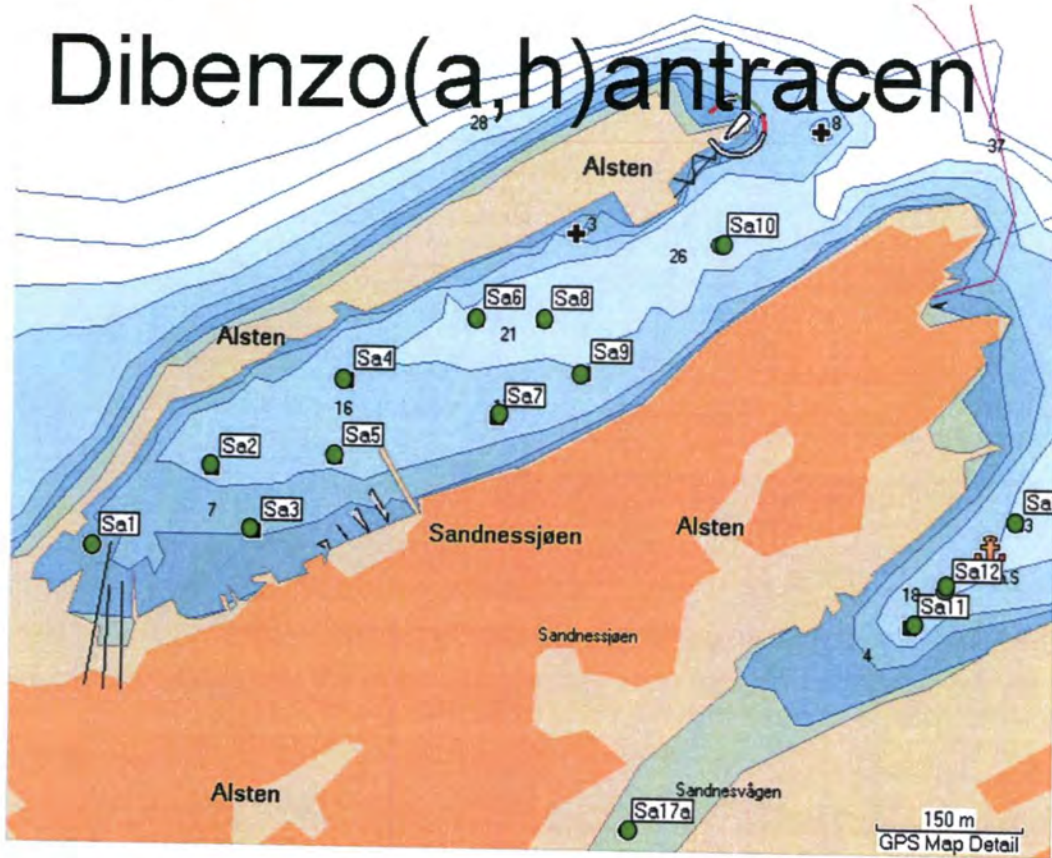


# Indeno(1,2,3-cd)pyren

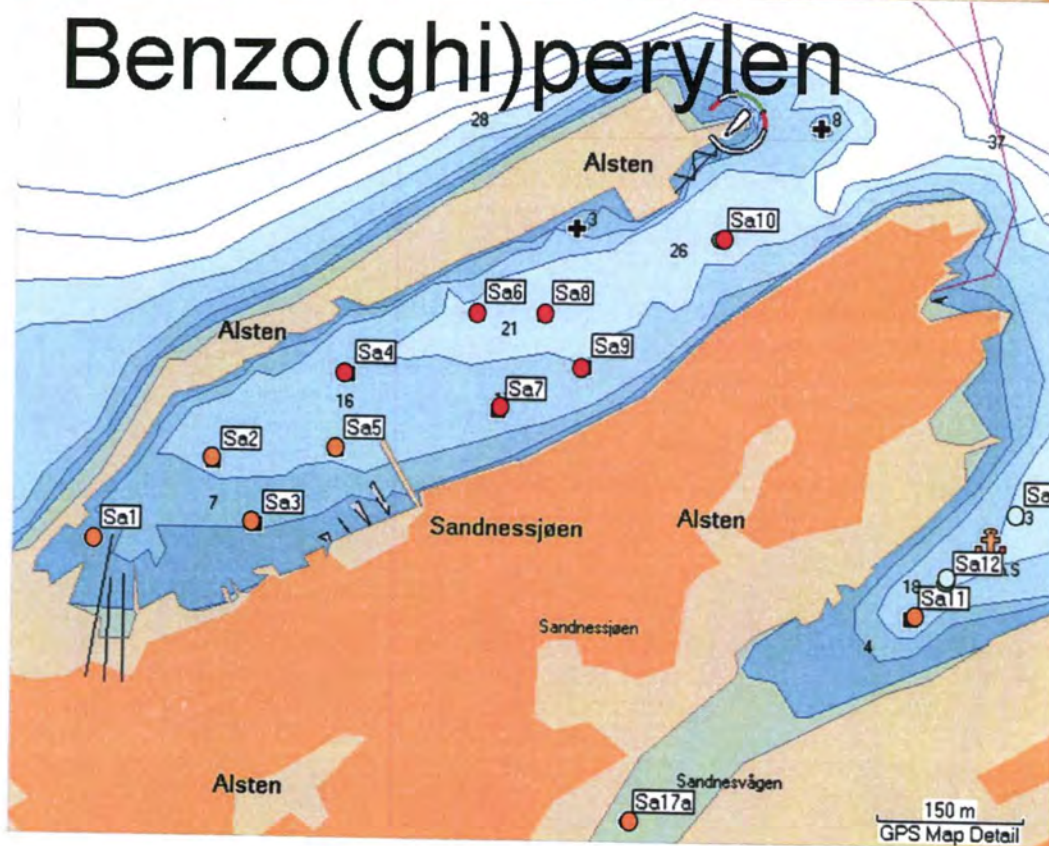




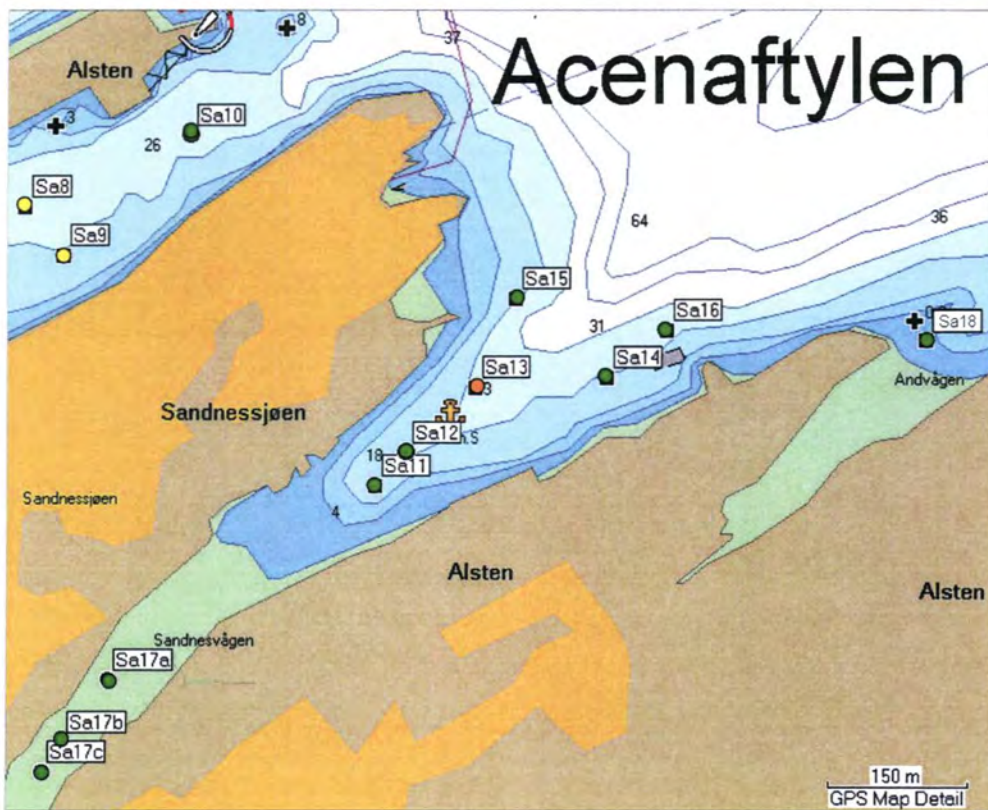
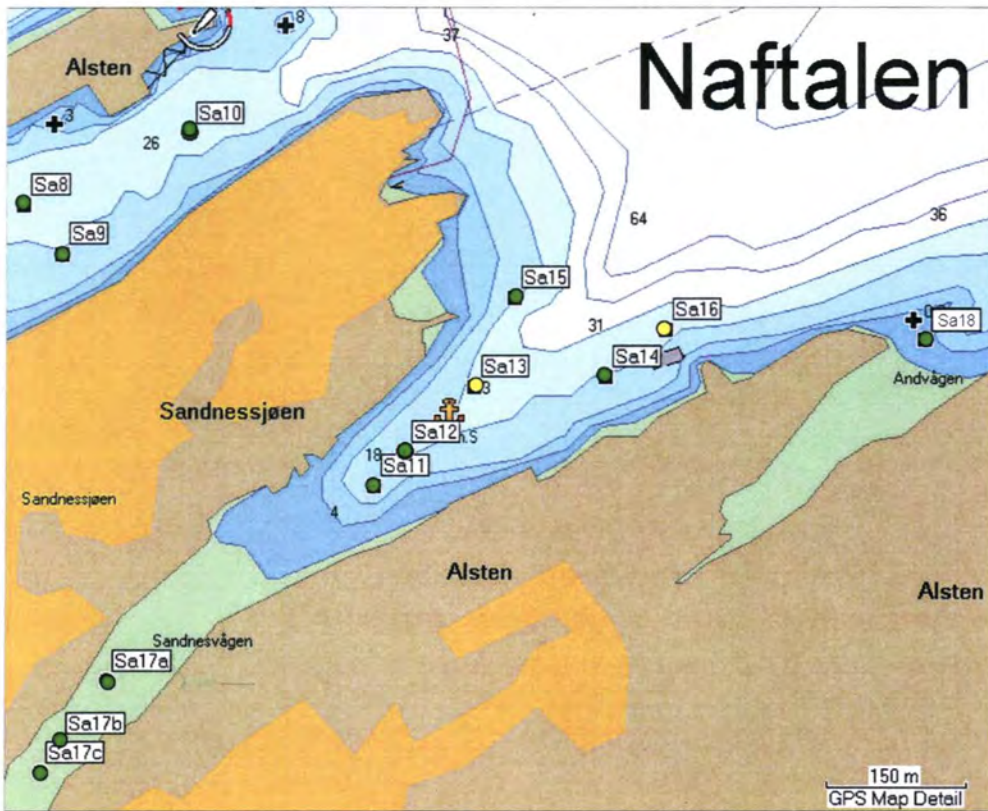
# Dibenzo(a,h)antracenen



# Benzo(ghi)perylene

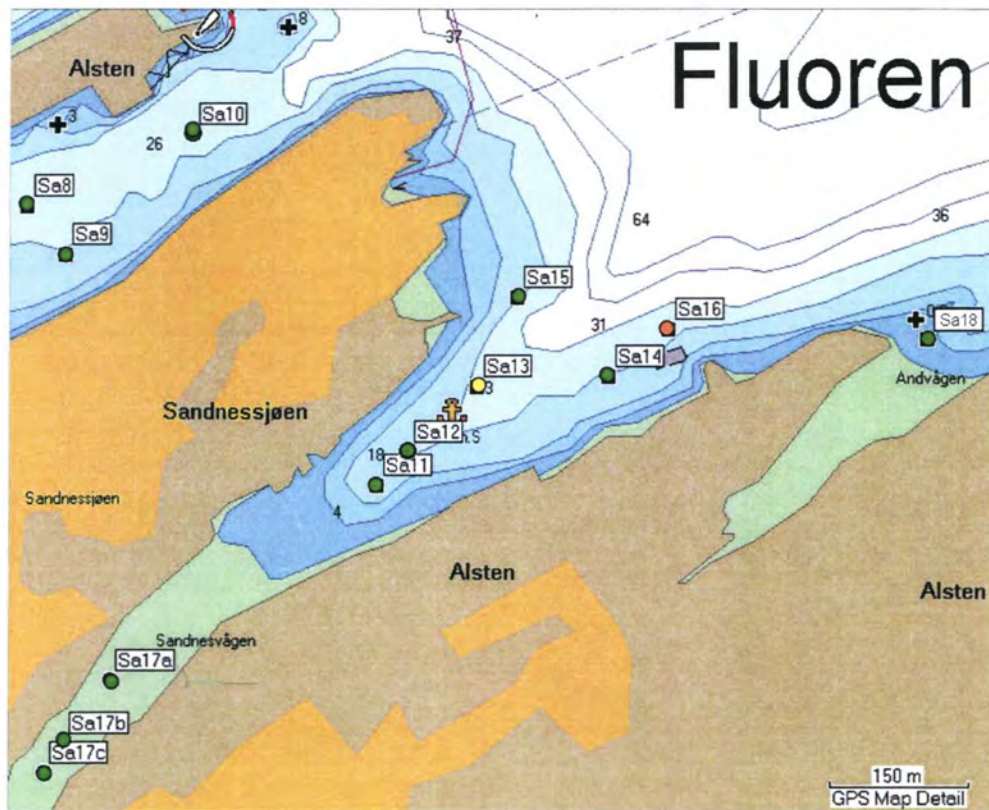
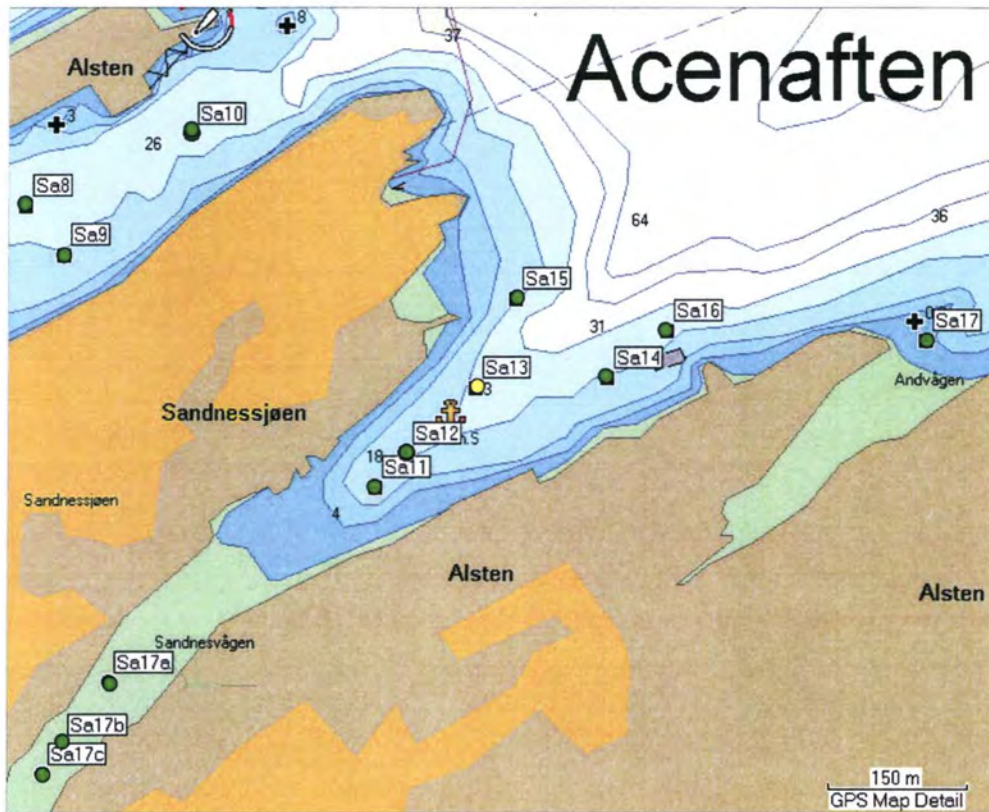






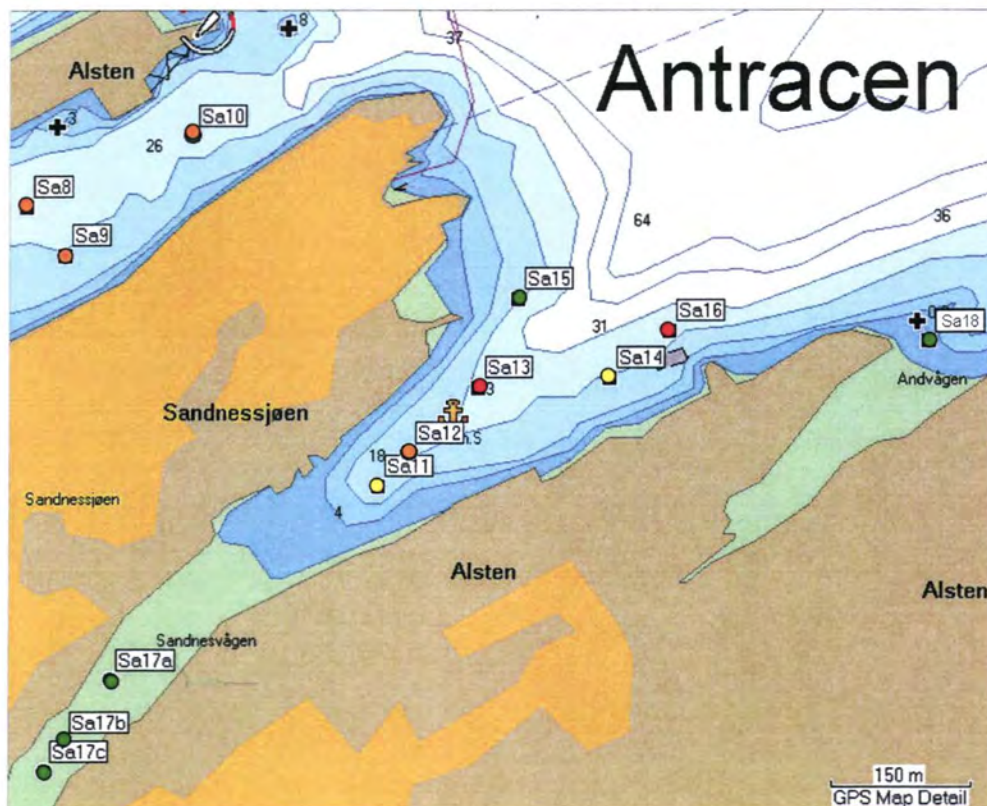
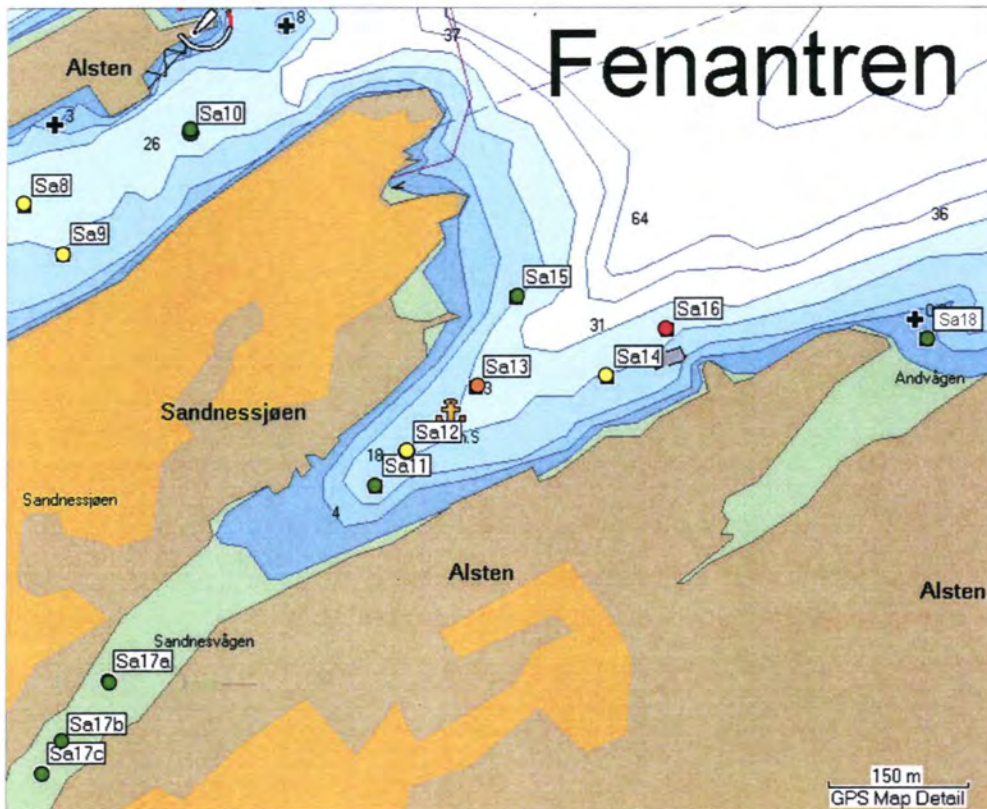
1#76.55b3adf2-b87a-417b-9116-de333877fa57:74



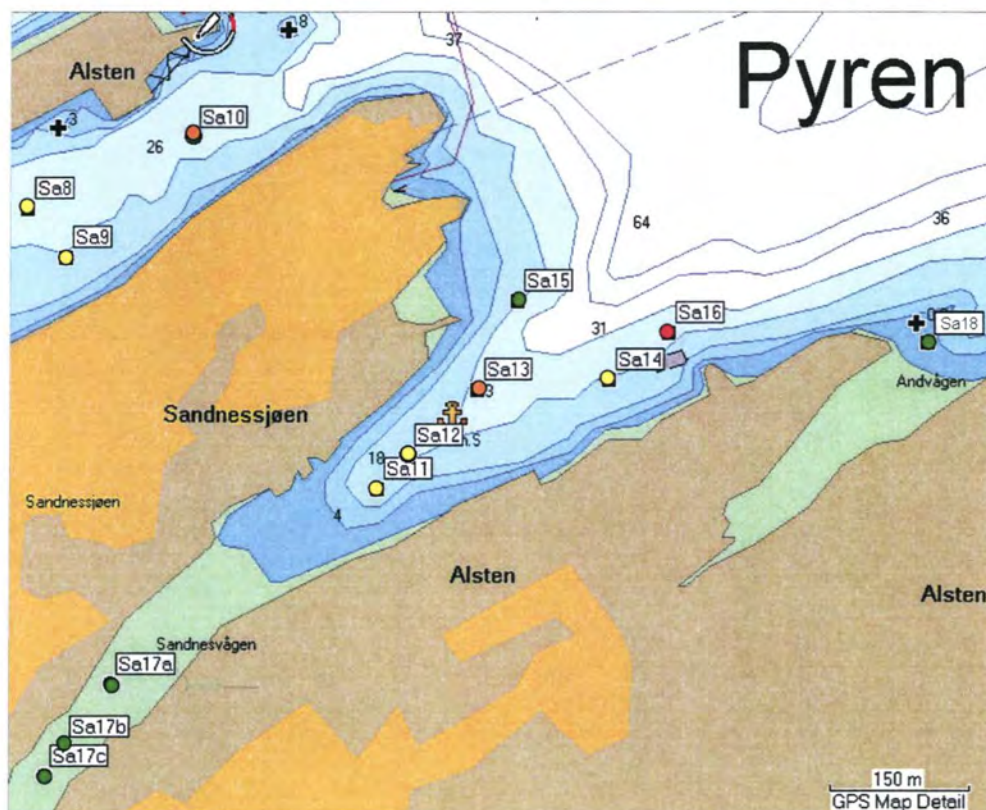
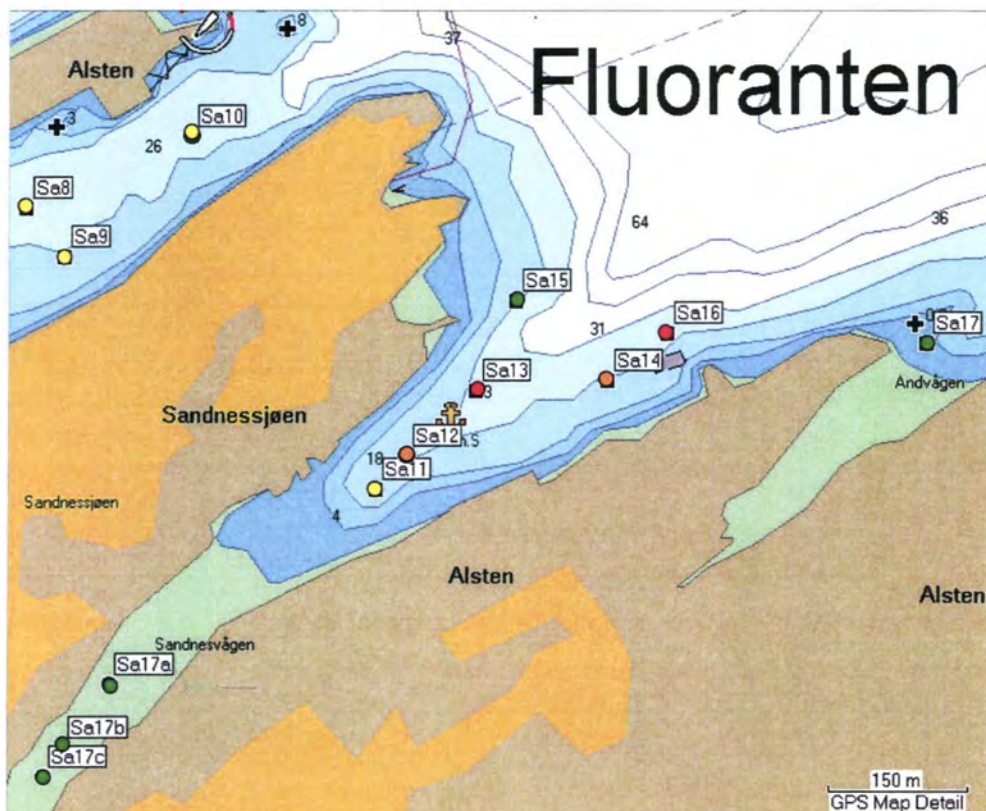


1#77-55b3ad12-b87a-417b-9116-de333877fa57-75

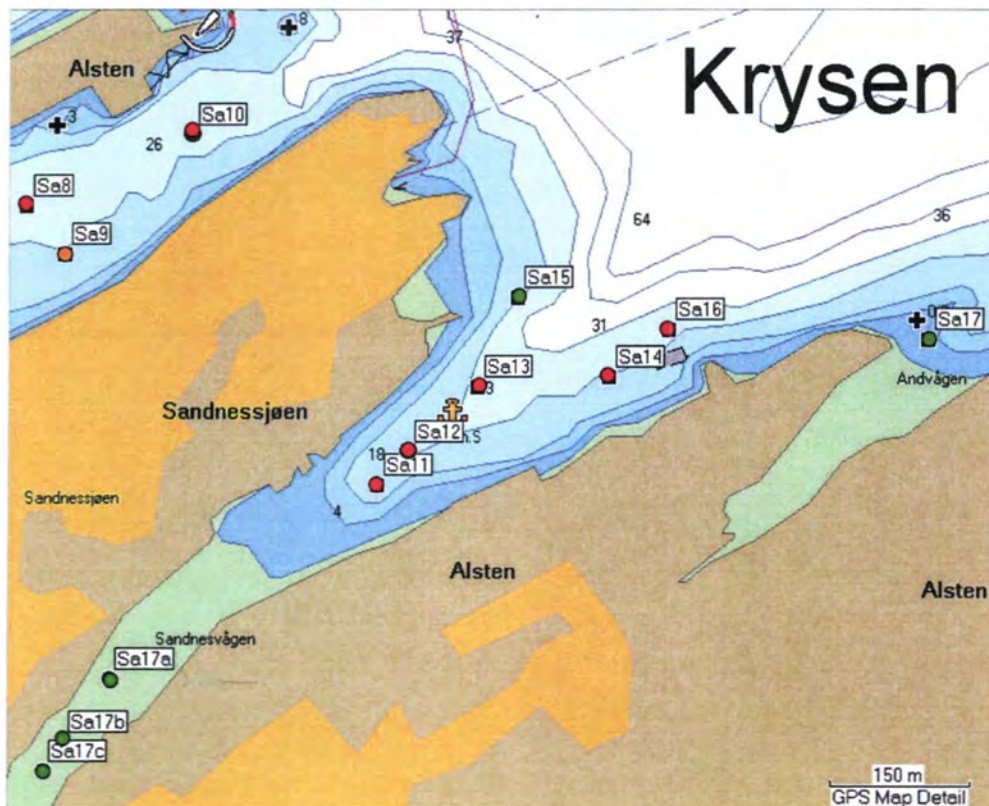
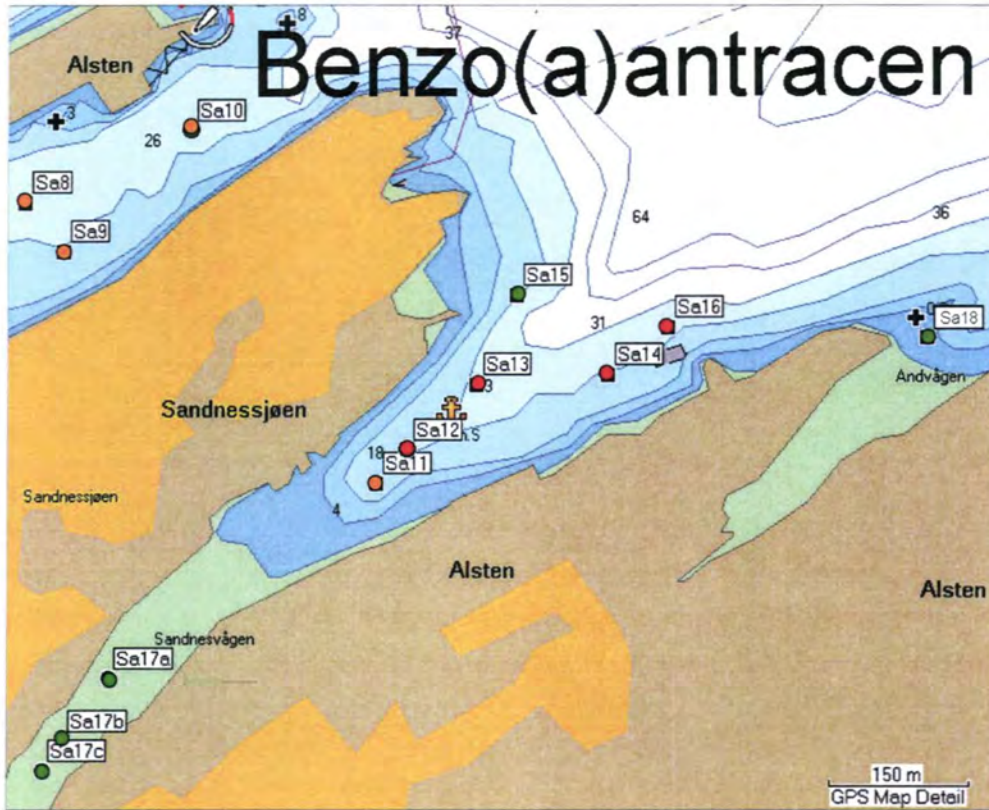






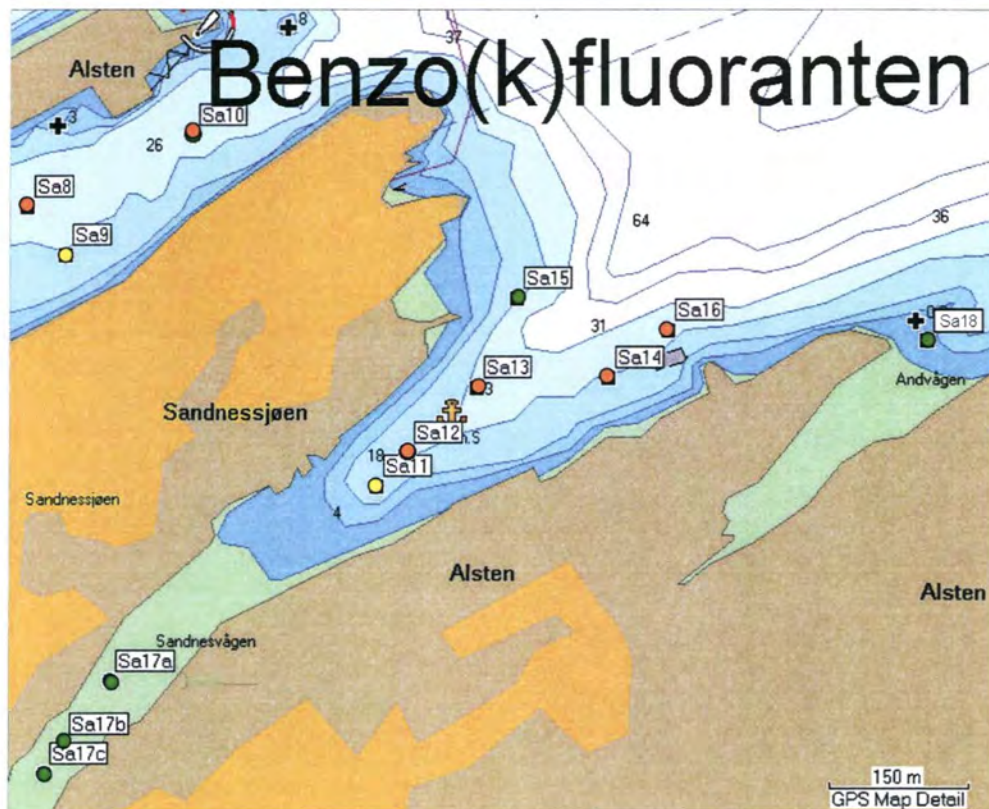
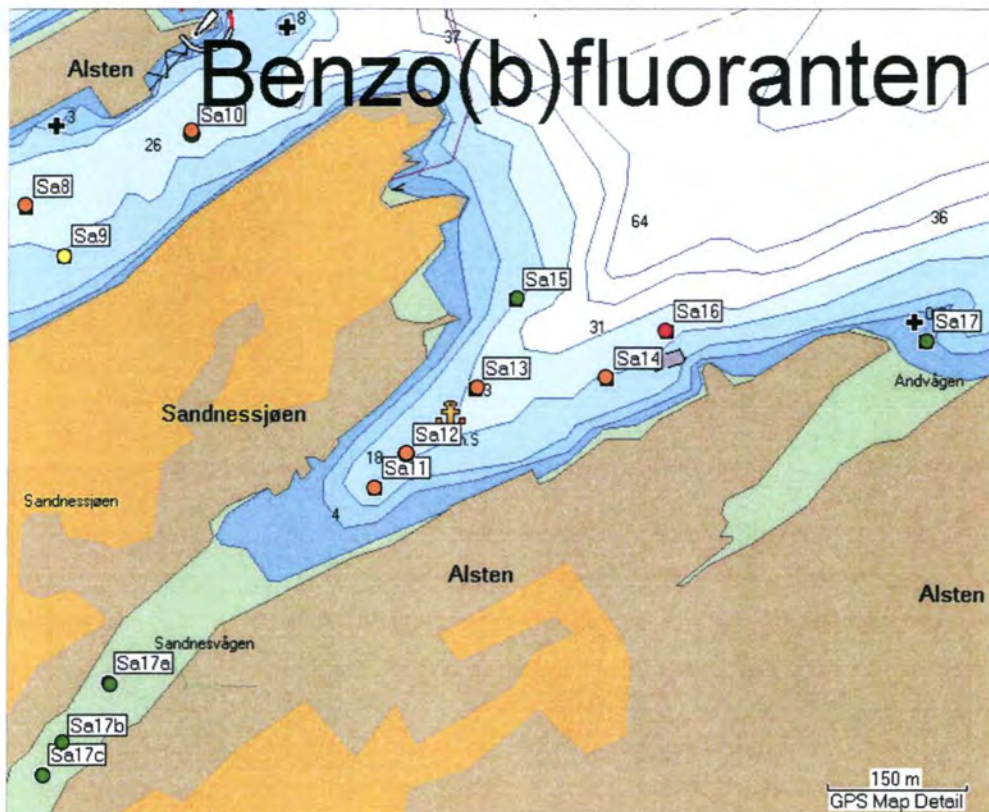




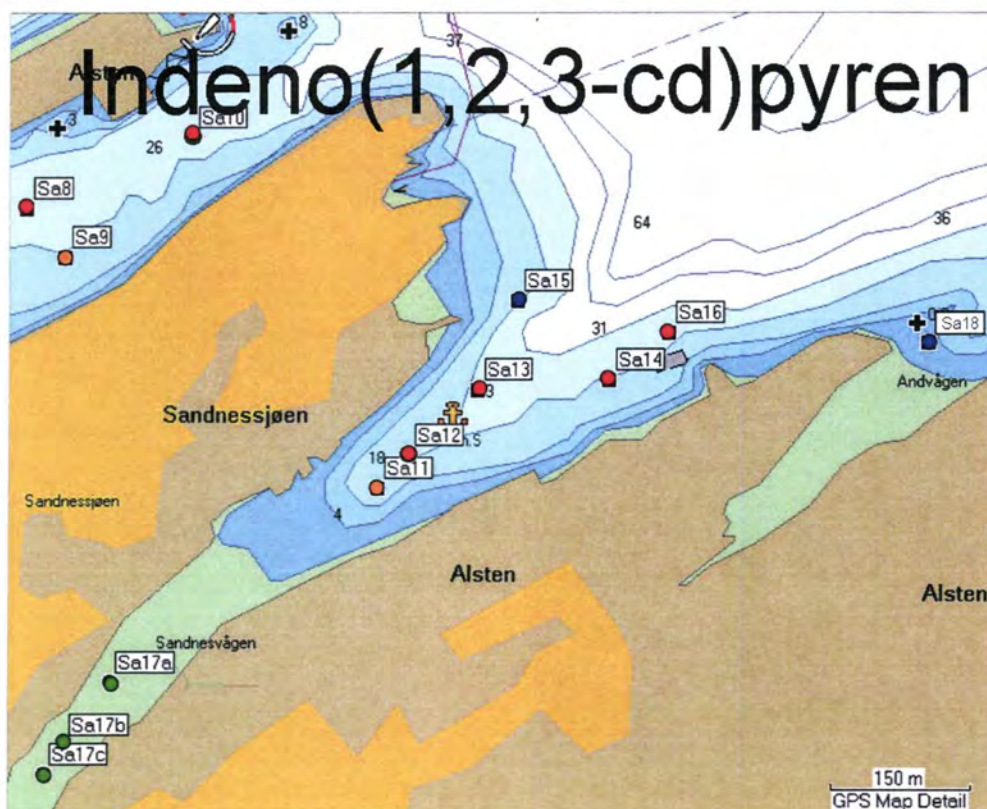
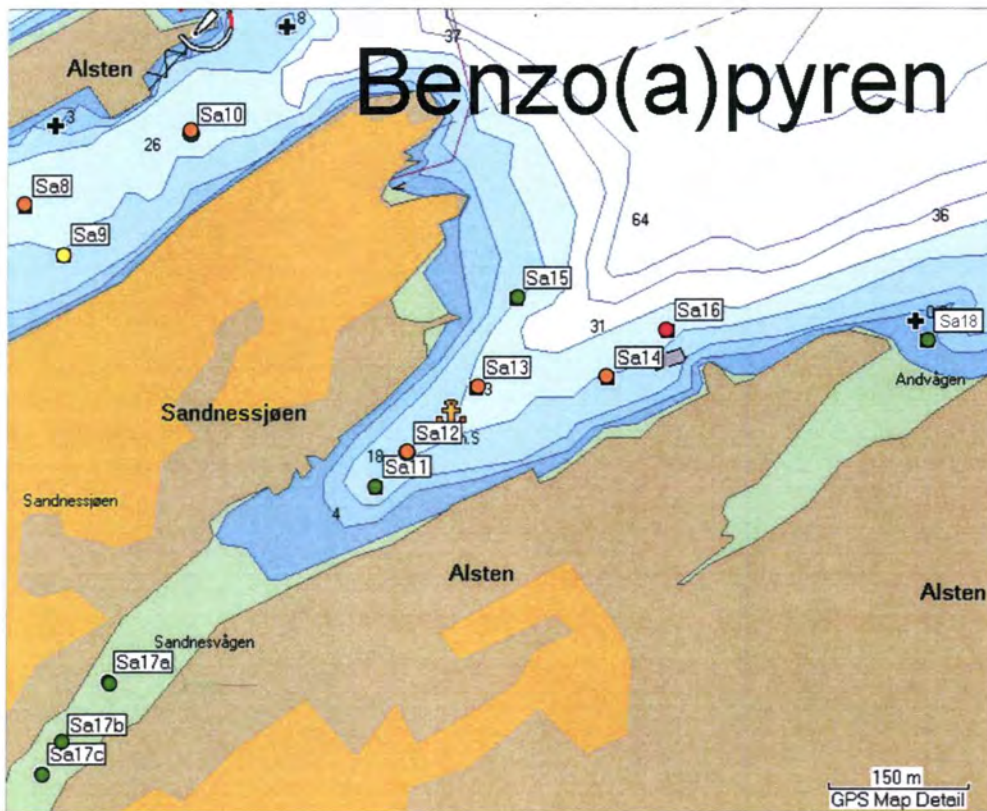


1#80.55b3ad12-b87a-417b-9116-de333877fa57.78

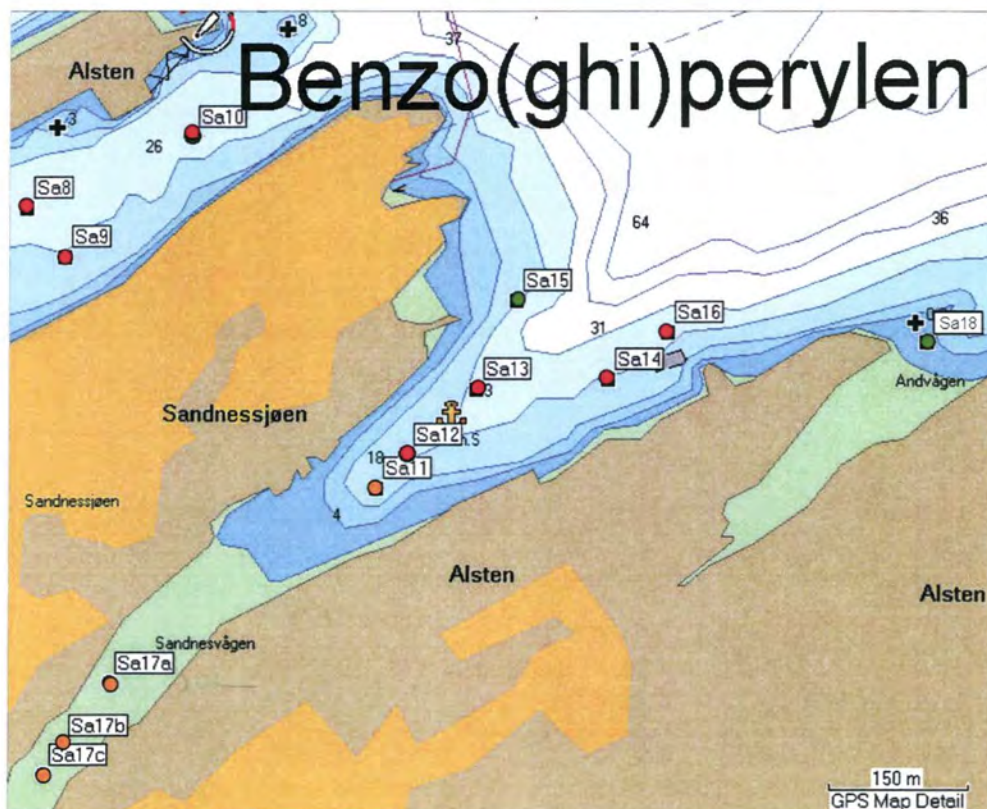
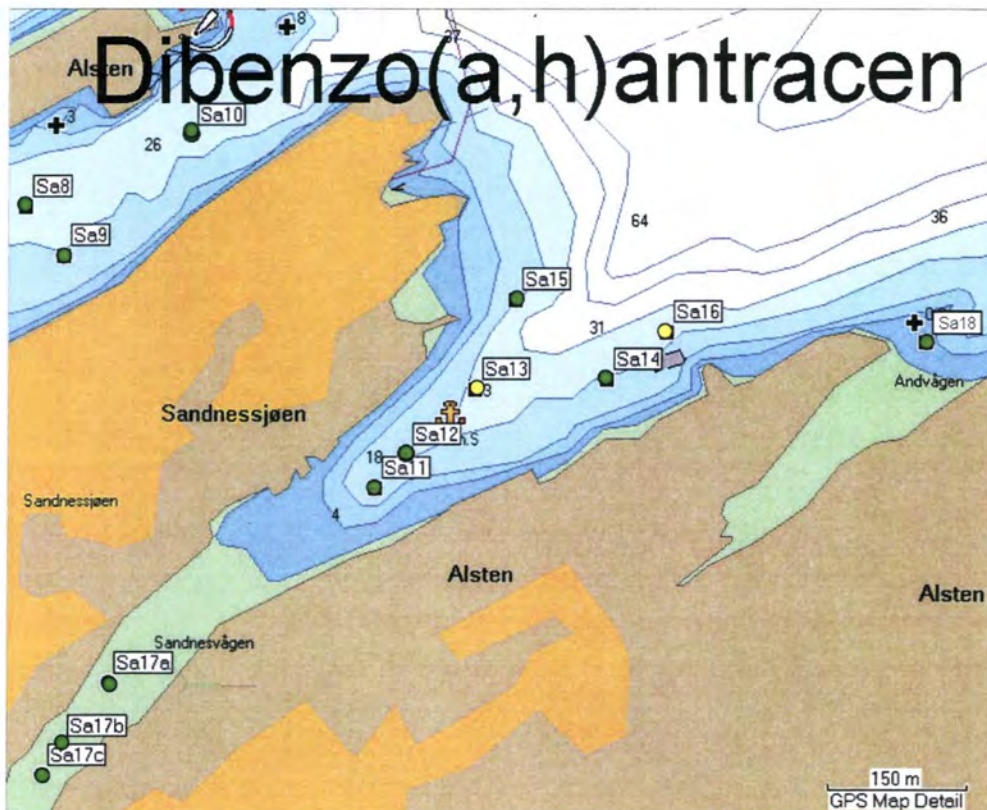














# Rapport

## N0905216

Page 1 (35)

1FV5MI9E216

Prosjekt  
Bestnr 5012900  
Registrert 2009-08-24  
Utstedt 2009-09-11

Norconsult  
Gaute Rørvik Salomonsen

P.boks 110  
N-3191 Horten  
Norge

### Analyse av faststoff

Deres prøvenavn	Sa1 Sediment				
Labnummer	N00076728				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrestoff (E)	74.6	7.46	%	1	1
Vanninnhold	25.4	2.54	%	1	1
Kornstørrelse >63 µm*	91.2	9.1	%	1	1
Kornstørrelse <2 µm*	2.9	0.3	%	1	1
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1
TOC	0.537		% TS	1	1
Naftalen	0.014	0.004	mg/kg TS	1	1
Acenaftilen	<0.010		mg/kg TS	1	1
Acenaften	<0.010		mg/kg TS	1	1
Fluoren	0.102	0.031	mg/kg TS	1	1
Fenantren	0.162	0.049	mg/kg TS	1	1
Antracen	0.035	0.010	mg/kg TS	1	1
Fluoranten	0.228	0.068	mg/kg TS	1	1
Pyren	0.194	0.058	mg/kg TS	1	1
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0.106	0.032	mg/kg TS	1	1
Krysen <sup>^</sup>	0.144	0.043	mg/kg TS	1	1
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0.135	0.040	mg/kg TS	1	1
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0.091	0.027	mg/kg TS	1	1
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0.203	0.061	mg/kg TS	1	1
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0.020	0.006	mg/kg TS	1	1
Benso(ghi)perylene	0.097	0.029	mg/kg TS	1	1
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0.129	0.039	mg/kg TS	1	1
Sum PAH-16	1.66		mg/kg TS	1	1
Sum PAH carcinogene <sup>^</sup>	0.828		mg/kg TS	1	1
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1
PCB 52	0.00322	0.00129	mg/kg TS	1	1
PCB 101	0.00173	0.00069	mg/kg TS	1	1
PCB 118	0.00102	0.00041	mg/kg TS	1	1
PCB 138	0.00132	0.00053	mg/kg TS	1	1
PCB 153	0.00078	0.00031	mg/kg TS	1	1
PCB 180	<0.0007		mg/kg TS	1	1
Sum PCB-7	0.00807		mg/kg TS	1	1
As	8.00	1.60	mg/kg TS	1	1
Pb	35.7	7.1	mg/kg TS	1	1
Cu	400	80.0	mg/kg TS	1	1
Cr	16.4	3.29	mg/kg TS	1	1
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Afsen  
Kjemiker

# Rapport

## N0905216

Page 2 (35)

1FV5MI9E2I6

Deres prøvenavn	Sa1 Sediment				
Labnummer	N00076728				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Ni	14.0	2.8	mg/kg TS	1	1
Zn	311	62.3	mg/kg TS	1	1
Tørrestoff (G)	76.0		%	2	2
Monobutyltinnkation	170		µg/kg TS	2	2
Dibutyltinnkation	640		µg/kg TS	2	2
Tributyltinnkation	3100		µg/kg TS	2	2
Tetrabutyltinnkation	60		µg/kg TS	2	2
Monooktyltinnkation	<5.0		µg/kg TS	2	2
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	2
Trisykloheksytlinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	2
Monofenyltinnkation	6.9		µg/kg TS	2	2
Difenyltinnkation	2.9		µg/kg TS	2	2
Trifenyltinnkation	28		µg/kg TS	2	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info\\_on@alsglobal.com](mailto:info_on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Afsen  
Kjemiker



# Rapport

N0905216

Page 3 (35)

1FV5M19E216

Deres prøvenavn	Sa2 Sediment				
Labnummer	N00076729				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrestoff (E)	67.1	6.71	%	1	1
Vanninnhold	32.9	3.29	%	1	1
Kornstørrelse >63 µm*	95.4	9.5	%	1	1
Kornstørrelse <2 µm*	1.5	0.2	%	1	1
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1
TOC	0.902		% TS	1	1
Naftalen	0.051	0.015	mg/kg TS	1	1
Acenaftalen	<0.010		mg/kg TS	1	1
Acenaften	<0.010		mg/kg TS	1	1
Fluoren	0.062	0.019	mg/kg TS	1	1
Fenantren	0.237	0.071	mg/kg TS	1	1
Antracen	0.052	0.016	mg/kg TS	1	1
Fluoranten	0.356	0.107	mg/kg TS	1	1
Pyren	0.325	0.098	mg/kg TS	1	1
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0.190	0.057	mg/kg TS	1	1
Krysen <sup>^</sup>	0.228	0.068	mg/kg TS	1	1
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0.218	0.066	mg/kg TS	1	1
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0.161	0.048	mg/kg TS	1	1
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0.297	0.089	mg/kg TS	1	1
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0.039	0.012	mg/kg TS	1	1
Benso(ghi)perylene	0.217	0.065	mg/kg TS	1	1
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0.175	0.053	mg/kg TS	1	1
Sum PAH-16	2.61		mg/kg TS	1	1
Sum PAH carcinogene <sup>^</sup>	1.31		mg/kg TS	1	1
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1
PCB 52	0.00255	0.00102	mg/kg TS	1	1
PCB 101	0.00082	0.00033	mg/kg TS	1	1
PCB 118	<0.0007		mg/kg TS	1	1
PCB 138	0.00107	0.00043	mg/kg TS	1	1
PCB 153	0.00080	0.00032	mg/kg TS	1	1
PCB 180	<0.0007		mg/kg TS	1	1
Sum PCB-7	0.00524		mg/kg TS	1	1
As	4.50	0.90	mg/kg TS	1	1
Pb	19.6	3.9	mg/kg TS	1	1
Cu	111	22.1	mg/kg TS	1	1
Cr	9.82	1.96	mg/kg TS	1	1
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1
Ni	7.4	1.5	mg/kg TS	1	1
Zn	57.7	11.5	mg/kg TS	1	1
Tørrestoff (G)	67.9		%	2	2
Monobutyltinnkation	180		µg/kg TS	2	2
Dibutyltinnkation	400		µg/kg TS	2	2
Tributyltinnkation	1500		µg/kg TS	2	2
Tetrabutyltinnkation	29		µg/kg TS	2	2
Monooktyltinnkation	<5.0		µg/kg TS	2	2
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	2
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	2
Monofenyltinnkation	24		µg/kg TS	2	2
Difenyltinnkation	5.0		µg/kg TS	2	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info\\_on@alsglobal.com](mailto:info_on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Afsen  
Kjemiker

# Rapport

N0905216

Page 4 (35)

1FV5M19E216

Deres prøvenavn	Sa2 Sediment				
Labnummer	N00076729				
<b>Analyse</b>	<b>Resultater</b>	<b>Usikkerhet (±)</b>	<b>Enhet</b>	<b>Metode</b>	<b>Utført</b>
Trifenyltinnkation	22		µg/kg TS	2	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Afsen  
Kjemiker



# Rapport

N0905216

Page 5 (35)

1FV5MIG216

Deres prøvenavn	Sa3 Sediment				
Labnummer	N00076730				
<b>Analyse</b>	<b>Resultater</b>	<b>Usikkerhet (±)</b>	<b>Enhet</b>	<b>Metode</b>	<b>Utført</b>
Tørstoff (E)	66.6	6.66	%	1	1
Vanninnhold	33.4	3.34	%	1	1
Kornstørrelse >63 µm*	84.1	8.4	%	1	1
Kornstørrelse <2 µm*	3.8	0.4	%	1	1
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1
TOC	0.655		% TS	1	1
Naftalen	0.011	0.003	mg/kg TS	1	1
Acenaftalen	<0.010		mg/kg TS	1	1
Acenaften	<0.010		mg/kg TS	1	1
Fluoren	0.027	0.008	mg/kg TS	1	1
Fenantren	0.115	0.034	mg/kg TS	1	1
Antracen	0.016	0.005	mg/kg TS	1	1
Fluoranten	0.168	0.050	mg/kg TS	1	1
Pyren	0.140	0.042	mg/kg TS	1	1
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0.076	0.023	mg/kg TS	1	1
Krysen <sup>^</sup>	0.104	0.031	mg/kg TS	1	1
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0.125	0.038	mg/kg TS	1	1
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0.073	0.022	mg/kg TS	1	1
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0.118	0.036	mg/kg TS	1	1
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0.019	0.006	mg/kg TS	1	1
Benso(ghi)perylene	0.112	0.034	mg/kg TS	1	1
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0.086	0.026	mg/kg TS	1	1
Sum PAH-16	1.19		mg/kg TS	1	1
Sum PAH carcinogene <sup>^</sup>	0.601		mg/kg TS	1	1
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1
PCB 52	0.00157	0.00063	mg/kg TS	1	1
PCB 101	<0.0007		mg/kg TS	1	1
PCB 118	<0.0007		mg/kg TS	1	1
PCB 138	0.00080	0.00032	mg/kg TS	1	1
PCB 153	<0.0007		mg/kg TS	1	1
PCB 180	<0.0007		mg/kg TS	1	1
Sum PCB-7	0.00237		mg/kg TS	1	1
As	5.16	1.03	mg/kg TS	1	1
Pb	14.7	2.9	mg/kg TS	1	1
Cu	67.7	13.5	mg/kg TS	1	1
Cr	8.70	1.74	mg/kg TS	1	1
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1
Ni	6.6	1.3	mg/kg TS	1	1
Zn	40.6	8.1	mg/kg TS	1	1
Tørstoff (G)	70.8		%	2	2
Monobutyltinnkation	140		µg/kg TS	2	2
Dibutyltinnkation	290		µg/kg TS	2	2
Tributyltinnkation	790		µg/kg TS	2	2
Tetrabutyltinnkation	16		µg/kg TS	2	2
Monooktyltinnkation	<5.0		µg/kg TS	2	2
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	2
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	2
Monofenyltinnkation	6.9		µg/kg TS	2	2
Difenyltinnkation	4.2		µg/kg TS	2	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Aifsen  
Kjemiker

# Rapport

N0905216

Page 6 (35)

1FV5M9E216

Deres prøvenavn	Sa3 Sediment				
Labnummer	N00076730				
<b>Analyse</b>	<b>Resultater</b>	<b>Usikkerhet (±)</b>	<b>Enhet</b>	<b>Metode</b>	<b>Utført</b>
Trifenyltinnkation	12		µg/kg TS	2	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Afsen  
Kjemiker



# Rapport

N0905216

Page 7 (35)

1FV5MI9E216

Deres prøvenavn		Sa4 Sediment			
Labnummer		N00076731			
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørstoff (E)	68.7	6.87	%	1	1
Vanninnhold	31.3	3.13	%	1	1
Kornstørrelse >63 µm*	82.2	8.2	%	1	1
Kornstørrelse <2 µm*	4.9	0.5	%	1	1
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1
TOC	1.06		% TS	1	1
Naftalen	0.047	0.014	mg/kg TS	1	1
Acenafitylen	0.018	0.005	mg/kg TS	1	1
Acenaften	<0.010		mg/kg TS	1	1
Fluoren	0.114	0.034	mg/kg TS	1	1
Fenantren	0.530	0.159	mg/kg TS	1	1
Antracen	0.157	0.047	mg/kg TS	1	1
Fluoranten	0.838	0.252	mg/kg TS	1	1
Pyren	0.762	0.229	mg/kg TS	1	1
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0.367	0.110	mg/kg TS	1	1
Krysen <sup>^</sup>	0.524	0.157	mg/kg TS	1	1
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0.482	0.144	mg/kg TS	1	1
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0.331	0.099	mg/kg TS	1	1
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0.566	0.170	mg/kg TS	1	1
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0.088	0.026	mg/kg TS	1	1
Benso(ghi)perylene	0.836	0.251	mg/kg TS	1	1
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0.581	0.174	mg/kg TS	1	1
Sum PAH-16	6.24		mg/kg TS	1	1
Sum PAH carcinogene <sup>^</sup>	2.94		mg/kg TS	1	1
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1
PCB 52	0.00392	0.00157	mg/kg TS	1	1
PCB 101	0.00251	0.00100	mg/kg TS	1	1
PCB 118	0.00228	0.00091	mg/kg TS	1	1
PCB 138	0.00359	0.00144	mg/kg TS	1	1
PCB 153	0.00270	0.00108	mg/kg TS	1	1
PCB 180	0.00144	0.00058	mg/kg TS	1	1
Sum PCB-7	0.0164		mg/kg TS	1	1
As	5.12	1.02	mg/kg TS	1	1
Pb	27.7	5.5	mg/kg TS	1	1
Cu	73.0	14.6	mg/kg TS	1	1
Cr	12.9	2.58	mg/kg TS	1	1
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1
Ni	8.8	1.8	mg/kg TS	1	1
Zn	58.0	11.6	mg/kg TS	1	1
Tørstoff (G)	67.8		%	2	2
Monobutyltinnkation	110		µg/kg TS	2	2
Dibutyltinnkation	300		µg/kg TS	2	2
Tributyltinnkation	730		µg/kg TS	2	2
Tetrabutyltinnkation	14		µg/kg TS	2	2
Monooktyltinnkation	<5.0		µg/kg TS	2	2
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	2
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	2
Monofenyltinnkation	15		µg/kg TS	2	2
Difenyltinnkation	6.3		µg/kg TS	2	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Afsen  
Kjemiker

# Rapport

N0905216

Page 8 (35)

1FV5M19E2/6

Deres prøvenavn	<b>Sa4 Sediment</b>				
Labnummer	N00076731				
<b>Analyse</b>	<b>Resultater</b>	<b>Usikkerhet (±)</b>	<b>Enhet</b>	<b>Metode</b>	<b>Utført</b>
Trifenyltinnkation	21		µg/kg TS	2	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Afsen  
Kjemiker



# Rapport

N0905216

Page 9 (35)

1FV5MI9E216

Deres prøvenavn	Sa5 Sediment				
Labnummer	N00076732				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrestoff (E)	70.6	7.06	%	1	1
Vanninnhold	29.4	2.94	%	1	1
Kornstørrelse >63 µm*	87.1	8.7	%	1	1
Kornstørrelse <2 µm*	4.8	0.5	%	1	1
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1
TOC	1.09		% TS	1	1
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	1	1
Acenaftalen	0.027	0.008	mg/kg TS	1	1
Acenaften	0.026	0.008	mg/kg TS	1	1
Fluoren	0.121	0.036	mg/kg TS	1	1
Fenantren	0.307	0.092	mg/kg TS	1	1
Antracen	0.106	0.032	mg/kg TS	1	1
Fluoranten	0.585	0.175	mg/kg TS	1	1
Pyren	0.497	0.149	mg/kg TS	1	1
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0.256	0.077	mg/kg TS	1	1
Krysen <sup>^</sup>	0.311	0.093	mg/kg TS	1	1
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0.308	0.092	mg/kg TS	1	1
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0.224	0.067	mg/kg TS	1	1
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0.523	0.157	mg/kg TS	1	1
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0.040	0.012	mg/kg TS	1	1
Benso(ghi)perylene	0.285	0.085	mg/kg TS	1	1
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0.270	0.081	mg/kg TS	1	1
Sum PAH-16	3.89		mg/kg TS	1	1
Sum PAH carcinogene <sup>^</sup>	1.93		mg/kg TS	1	1
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1
PCB 52	0.00185	0.00074	mg/kg TS	1	1
PCB 101	0.00087	0.00035	mg/kg TS	1	1
PCB 118	0.00141	0.00056	mg/kg TS	1	1
PCB 138	0.00138	0.00055	mg/kg TS	1	1
PCB 153	0.00115	0.00046	mg/kg TS	1	1
PCB 180	0.00070	0.00028	mg/kg TS	1	1
Sum PCB-7	0.00736		mg/kg TS	1	1
As	3.40	0.68	mg/kg TS	1	1
Pb	19.2	3.8	mg/kg TS	1	1
Cu	52.7	10.5	mg/kg TS	1	1
Cr	9.81	1.96	mg/kg TS	1	1
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1
Ni	7.0	1.4	mg/kg TS	1	1
Zn	46.0	9.2	mg/kg TS	1	1
Tørrestoff (G)	69.1		%	2	2
Monobutyltinnkation	81		µg/kg TS	2	2
Dibutyltinnkation	270		µg/kg TS	2	2
Tributyltinnkation	840		µg/kg TS	2	2
Tetrabutyltinnkation	18		µg/kg TS	2	2
Monooktyltinnkation	<5.0		µg/kg TS	2	2
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	2
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	2
Monofenyltinnkation	20		µg/kg TS	2	2
Difenyltinnkation	14		µg/kg TS	2	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Alfsen  
Kjemiker

# Rapport

N0905216

Page 10 (35)

1FV5MI9E216

Deres prøvenavn	Sa5 Sediment				
Labnummer	N00076732				
<b>Analyse</b>	<b>Resultater</b>	<b>Usikkerhet (±)</b>	<b>Enhet</b>	<b>Metode</b>	<b>Utført</b>
Trifenyltinnkation	50		µg/kg TS	2	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Aifsen  
Kjemiker



# Rapport

N0905216

Page 11 (35)

1FV5MI9E216

Deres prøvenavn	Sa6 Sediment				
Labnummer	N00076733				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrestoff (E)	66.3	6.63	%	1	1
Vanninnhold	33.7	3.37	%	1	1
Kornstørrelse >63 µm*	49.0	4.9	%	1	1
Kornstørrelse <2 µm*	5.6	0.6	%	1	1
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1
TOC	0.600		% TS	1	1
Naftalen	0.106	0.032	mg/kg TS	1	1
Acenaftalen	0.062	0.019	mg/kg TS	1	1
Acenaften	0.045	0.014	mg/kg TS	1	1
Fluoren	0.530	0.159	mg/kg TS	1	1
Fenantren	0.566	0.170	mg/kg TS	1	1
Antracen	0.205	0.062	mg/kg TS	1	1
Fluoranten	1.15	0.344	mg/kg TS	1	1
Pyren	6.26	1.88	mg/kg TS	1	1
Benso(a)antracen^	0.573	0.172	mg/kg TS	1	1
Krysen^	1.25	0.376	mg/kg TS	1	1
Benso(b)fluoranten^	1.98	0.594	mg/kg TS	1	1
Benso(k)fluoranten^	0.878	0.263	mg/kg TS	1	1
Benso(a)pyren^	3.24	0.972	mg/kg TS	1	1
Dibenso(ah)antracen^	0.240	0.072	mg/kg TS	1	1
Benso(ghi)perylene	4.64	1.39	mg/kg TS	1	1
Indeno(123cd)pyren^	2.40	0.720	mg/kg TS	1	1
Sum PAH-16	24.1		mg/kg TS	1	1
Sum PAH carcinogene^	10.6		mg/kg TS	1	1
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1
PCB 52	0.00332	0.00133	mg/kg TS	1	1
PCB 101	0.00224	0.00090	mg/kg TS	1	1
PCB 118	0.00143	0.00057	mg/kg TS	1	1
PCB 138	0.00386	0.00154	mg/kg TS	1	1
PCB 153	0.00297	0.00119	mg/kg TS	1	1
PCB 180	0.00167	0.00067	mg/kg TS	1	1
Sum PCB-7	0.0155		mg/kg TS	1	1
As	5.20	1.04	mg/kg TS	1	1
Pb	36.6	7.3	mg/kg TS	1	1
Cu	67.4	13.5	mg/kg TS	1	1
Cr	16.7	3.34	mg/kg TS	1	1
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1
Ni	16.0	3.2	mg/kg TS	1	1
Zn	75.0	15.0	mg/kg TS	1	1
Tørrestoff (G)	58.0		%	2	2
Monobutyltinnkation	91		µg/kg TS	2	2
Dibutyltinnkation	320		µg/kg TS	2	2
Tributyltinnkation	830		µg/kg TS	2	2
Tetrabutyltinnkation	13		µg/kg TS	2	2
Monooktyltinnkation	<5.0		µg/kg TS	2	2
Dioktyltinnkation	<2.0		µg/kg TS	2	2
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	2
Monofenyltinnkation	10		µg/kg TS	2	2
Difenyltinnkation	6.5		µg/kg TS	2	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Alfsen  
Kjemiker

# Rapport

N0905216

Page 12 (35)

1FV5MI9E216

Deres prøvenavn	Sa6 Sediment				
Labnummer	N00076733				
<b>Analyse</b>	<b>Resultater</b>	<b>Usikkerhet (±)</b>	<b>Enhet</b>	<b>Metode</b>	<b>Utført</b>
Trifenyltinnkation	28		µg/kg TS	2	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Afsen  
Kjemiker



# Rapport

## N0905216

Page 13 (35)

1FV5MI9E216

Deres prøvenavn	Sa7 Sediment				
Labnummer	N00076734				
<b>Analyse</b>	<b>Resultater</b>	<b>Usikkerhet (±)</b>	<b>Enhet</b>	<b>Metode</b>	<b>Utført</b>
Tørrstoff (E)	69.1	6.91	%	1	1
Vanninnhold	30.9	3.09	%	1	1
Kornstørrelse >63 µm*	82.5	8.2	%	1	1
Kornstørrelse <2 µm*	4.6	0.5	%	1	1
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1
TOC	1.13		% TS	1	1
Naftalen	0.050	0.015	mg/kg TS	1	1
Acenaftalen	0.092	0.028	mg/kg TS	1	1
Acenaften	0.130	0.039	mg/kg TS	1	1
Fluoren	0.502	0.151	mg/kg TS	1	1
Fenantren	0.472	0.142	mg/kg TS	1	1
Antracen	0.234	0.070	mg/kg TS	1	1
Fluoranten	1.12	0.336	mg/kg TS	1	1
Pyren	1.31	0.393	mg/kg TS	1	1
Benso(a)antracene <sup>^</sup>	0.486	0.146	mg/kg TS	1	1
Krysen <sup>^</sup>	0.588	0.176	mg/kg TS	1	1
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0.735	0.220	mg/kg TS	1	1
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0.431	0.129	mg/kg TS	1	1
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	1.91	0.573	mg/kg TS	1	1
Dibenso(ah)antracene <sup>^</sup>	0.067	0.020	mg/kg TS	1	1
Benso(ghi)perylene	0.854	0.256	mg/kg TS	1	1
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0.575	0.172	mg/kg TS	1	1
Sum PAH-16	9.56		mg/kg TS	1	1
Sum PAH carcinogene <sup>^</sup>	4.79		mg/kg TS	1	1
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1
PCB 52	0.00466	0.00186	mg/kg TS	1	1
PCB 101	0.00361	0.00145	mg/kg TS	1	1
PCB 118	0.00290	0.00116	mg/kg TS	1	1
PCB 138	0.00516	0.00207	mg/kg TS	1	1
PCB 153	0.00393	0.00157	mg/kg TS	1	1
PCB 180	0.00220	0.00088	mg/kg TS	1	1
Sum PCB-7	0.0225		mg/kg TS	1	1
As	4.08	0.82	mg/kg TS	1	1
Pb	28.5	5.7	mg/kg TS	1	1
Cu	38.0	7.60	mg/kg TS	1	1
Cr	11.1	2.23	mg/kg TS	1	1
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1
Ni	8.1	1.6	mg/kg TS	1	1
Zn	72.0	14.4	mg/kg TS	1	1
Tørrstoff (G)	69.7		%	2	2
Monobutyltinnkation	36		µg/kg TS	2	2
Dibutyltinnkation	100		µg/kg TS	2	2
Tributyltinnkation	220		µg/kg TS	2	2
Tetrabutyltinnkation	4.0		µg/kg TS	2	2
Monooktyltinnkation	<5.0		µg/kg TS	2	2
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	2
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	2
Monofenyltinnkation	2.9		µg/kg TS	2	2
Difenyltinnkation	2.4		µg/kg TS	2	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**  
Inger Eikebu Alfsen  
Kjemiker

# Rapport

## N0905216

Page 14 (35)

1FV5M19E216

Deres prøvenavn	Sa7 Sediment				
Labnummer	N00076734				
<b>Analyse</b>	<b>Resultater</b>	<b>Usikkerhet (±)</b>	<b>Enhet</b>	<b>Metode</b>	<b>Utført</b>
Trifenyltinnkation	4.3		µg/kg TS	2	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info\\_on@alsglobal.com](mailto:info_on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Afsen  
Kjemiker



# Rapport

N0905216

Page 15 (35)

1FV5MI9E216

Deres prøvenavn	Sa8 Sediment				
Labnummer	N00076735				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrestoff (E)	69.2	6.92	%	1	1
Vanninnhold	30.8	3.08	%	1	1
Kornstørrelse >63 µm*	78.8	7.9	%	1	1
Kornstørrelse <2 µm*	5.6	0.6	%	1	1
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1
TOC	0.390		% TS	1	1
Naftalen	0.062	0.018	mg/kg TS	1	1
Acenaftalen	0.046	0.014	mg/kg TS	1	1
Acenaften	0.036	0.011	mg/kg TS	1	1
Fluoren	0.181	0.054	mg/kg TS	1	1
Fenantren	0.702	0.211	mg/kg TS	1	1
Antracen	0.110	0.033	mg/kg TS	1	1
Fluoranten	0.965	0.290	mg/kg TS	1	1
Pyren	2.20	0.659	mg/kg TS	1	1
Benso(a)antracen^	0.400	0.120	mg/kg TS	1	1
Krysen^	0.695	0.208	mg/kg TS	1	1
Benso(b)fluoranten^	1.10	0.330	mg/kg TS	1	1
Benso(k)fluoranten^	0.562	0.168	mg/kg TS	1	1
Benso(a)pyren^	1.27	0.381	mg/kg TS	1	1
Dibenso(ah)antracen^	0.213	0.064	mg/kg TS	1	1
Benso(ghi)perylene	3.05	0.916	mg/kg TS	1	1
Indeno(123cd)pyren^	1.59	0.478	mg/kg TS	1	1
Sum PAH-16	13.2		mg/kg TS	1	1
Sum PAH carcinogene^	5.83		mg/kg TS	1	1
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1
PCB 52	0.00243	0.00097	mg/kg TS	1	1
PCB 101	0.00273	0.00109	mg/kg TS	1	1
PCB 118	0.00198	0.00079	mg/kg TS	1	1
PCB 138	0.00601	0.00240	mg/kg TS	1	1
PCB 153	0.00410	0.00164	mg/kg TS	1	1
PCB 180	0.00294	0.00118	mg/kg TS	1	1
Sum PCB-7	0.0202		mg/kg TS	1	1
As	4.49	0.90	mg/kg TS	1	1
Pb	31.4	6.3	mg/kg TS	1	1
Cu	40.7	8.15	mg/kg TS	1	1
Cr	13.7	2.74	mg/kg TS	1	1
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1
Ni	9.2	1.8	mg/kg TS	1	1
Zn	61.7	12.3	mg/kg TS	1	1
Tørrestoff (G)	63.1		%	2	2
Monobutyltinnkation	69		µg/kg TS	2	2
Dibutyltinnkation	150		µg/kg TS	2	2
Tributyltinnkation	370		µg/kg TS	2	2
Tetrabutyltinnkation	5.6		µg/kg TS	2	2
Monoooktyltinnkation	<5.0		µg/kg TS	2	2
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	2
Trisykloheksyltinnkation	<2.0		µg/kg TS	2	2
Monofenyltinnkation	4.6		µg/kg TS	2	2
Difenyltinnkation	2.5		µg/kg TS	2	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Afsen  
Kjemiker

# Rapport

N0905216

Page 16 (35)

1FV5M9E216

Deres prøvenavn	<b>Sa8 Sediment</b>				
Labnummer	N00076735				
<b>Analyse</b>	<b>Resultater</b>	<b>Usikkerhet (±)</b>	<b>Enhet</b>	<b>Metode</b>	<b>Utført</b>
Trifenyttinnkation	8.0		µg/kg TS	2	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Alfsen  
Kjemiker



# Rapport

N0905216

Page 17 (35)

1FV5MI9E216

Deres prøvenavn	Sa9 Sediment				
Labnummer	N00076736				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (E)	71.2	7.12	%	1	1
Vanninnhold	28.8	2.88	%	1	1
Kornstørrelse >63 µm*	81.5	8.1	%	1	1
Kornstørrelse <2 µm*	4.0	0.4	%	1	1
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1
TOC	1.36		% TS	1	1
Naftalen	0.047	0.014	mg/kg TS	1	1
Acenaftylen	0.053	0.016	mg/kg TS	1	1
Acenaften	0.016	0.005	mg/kg TS	1	1
Fluoren	0.163	0.049	mg/kg TS	1	1
Fenantren	0.580	0.174	mg/kg TS	1	1
Antracen	0.159	0.048	mg/kg TS	1	1
Fluoranten	0.968	0.290	mg/kg TS	1	1
Pyren	0.864	0.259	mg/kg TS	1	1
Benso(a)antracen^	0.382	0.114	mg/kg TS	1	1
Krysen^	0.514	0.154	mg/kg TS	1	1
Benso(b)fluoranten^	0.472	0.142	mg/kg TS	1	1
Benso(k)fluoranten^	0.353	0.106	mg/kg TS	1	1
Benso(a)pyren^	0.778	0.233	mg/kg TS	1	1
Dibenso(ah)antracen^	0.054	0.016	mg/kg TS	1	1
Benso(ghi)perylene	0.547	0.164	mg/kg TS	1	1
Indeno(123cd)pyren^	0.451	0.135	mg/kg TS	1	1
Sum PAH-16	6.40		mg/kg TS	1	1
Sum PAH carcinogene^	3.00		mg/kg TS	1	1
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1
PCB 52	0.00263	0.00105	mg/kg TS	1	1
PCB 101	0.00156	0.00062	mg/kg TS	1	1
PCB 118	0.00123	0.00049	mg/kg TS	1	1
PCB 138	0.00313	0.00125	mg/kg TS	1	1
PCB 153	0.00240	0.00096	mg/kg TS	1	1
PCB 180	0.00125	0.00050	mg/kg TS	1	1
Sum PCB-7	0.0122		mg/kg TS	1	1
As	4.08	0.82	mg/kg TS	1	1
Pb	27.9	5.6	mg/kg TS	1	1
Cu	34.7	6.94	mg/kg TS	1	1
Cr	11.9	2.39	mg/kg TS	1	1
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1
Ni	7.9	1.6	mg/kg TS	1	1
Zn	62.8	12.6	mg/kg TS	1	1
Tørrstoff (G)	67.7		%	2	2
Monobutyltinnkation	49		µg/kg TS	2	2
Dibutyltinnkation	140		µg/kg TS	2	2
Tributyltinnkation	280		µg/kg TS	2	2
Tetrabutyltinnkation	4.9		µg/kg TS	2	2
Monooktyltinnkation	<5.0		µg/kg TS	2	2
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	2
Trisykloheksyltinnkation	<2.0		µg/kg TS	2	2
Monofenyltinnkation	12		µg/kg TS	2	2
Difenyltinnkation	5.1		µg/kg TS	2	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Ailsen  
Kjemiker

# Rapport

N0905216

Page 18 (35)

1FV5MI9E2I6

Deres prøvenavn	<b>Sa9 Sediment</b>				
Labnummer	N00076736				
<b>Analyse</b>	<b>Resultater</b>	<b>Usikkerhet (±)</b>	<b>Enhet</b>	<b>Metode</b>	<b>Utført</b>
Trifenyltinnkation	21		µg/kg TS	2	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Aifsen  
Kjemiker



# Rapport

N0905216

Page 19 (35)

1FV5MI9E216

Deres prøvenavn	Sa10 Sediment					
Labnummer	N00076737					
<b>Analyse</b>	<b>Resultater</b>	<b>Usikkerhet (±)</b>	<b>Enhet</b>	<b>Metode</b>	<b>Utført</b>	
Tørrestoff (E)	76.3	7.63	%	1	1	
Vanninnhold	23.7	2.37	%	1	1	
Kornstørrelse >63 µm*	91.7	9.2	%	1	1	
Kornstørrelse <2 µm*	3.4	0.3	%	1	1	
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	
TOC	<0.400		% TS	1	1	
Naftalen	0.063	0.019	mg/kg TS	1	1	
Acenaftylen	0.022	0.007	mg/kg TS	1	1	
Acenaften	0.024	0.007	mg/kg TS	1	1	
Fluoren	0.165	0.050	mg/kg TS	1	1	
Fenantren	0.366	0.110	mg/kg TS	1	1	
Antracen	0.216	0.065	mg/kg TS	1	1	
Fluoranten	0.687	0.206	mg/kg TS	1	1	
Pyren	3.96	1.19	mg/kg TS	1	1	
Benso(a)antracen^	0.374	0.112	mg/kg TS	1	1	
Krysen^	0.986	0.296	mg/kg TS	1	1	
Benso(b)fluoranten^	1.02	0.304	mg/kg TS	1	1	
Benso(k)fluoranten^	0.506	0.152	mg/kg TS	1	1	
Benso(a)pyren^	1.26	0.377	mg/kg TS	1	1	
Dibenso(ah)antracen^	0.158	0.048	mg/kg TS	1	1	
Benso(ghi)perylene	2.15	0.645	mg/kg TS	1	1	
Indeno(123cd)pyren^	1.05	0.316	mg/kg TS	1	1	
Sum PAH-16	13.0		mg/kg TS	1	1	
Sum PAH carcinogene^	5.35		mg/kg TS	1	1	
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1	
PCB 52	0.00279	0.00112	mg/kg TS	1	1	
PCB 101	0.00206	0.00082	mg/kg TS	1	1	
PCB 118	0.00251	0.00100	mg/kg TS	1	1	
PCB 138	0.00201	0.00080	mg/kg TS	1	1	
PCB 153	0.00168	0.00067	mg/kg TS	1	1	
PCB 180	<0.0007		mg/kg TS	1	1	
Sum PCB-7	0.01105		mg/kg TS	1	1	
As	3.57	0.71	mg/kg TS	1	1	
Pb	22.6	4.5	mg/kg TS	1	1	
Cu	32.4	6.48	mg/kg TS	1	1	
Cr	10.1	2.02	mg/kg TS	1	1	
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	
Ni	6.8	1.4	mg/kg TS	1	1	
Zn	45.0	9.0	mg/kg TS	1	1	
Tørrestoff (G)	68.3		%	2	2	
Monobutyltinnkation	56		µg/kg TS	2	2	
Dibutyltinnkation	130		µg/kg TS	2	2	
Tributyltinnkation	5800		µg/kg TS	2	2	
Tetrabutyltinnkation	120		µg/kg TS	2	2	
Monooktyltinnkation	<10		µg/kg TS	2	2	
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	2	
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	2	2	
Monofenyltinnkation	<5.0		µg/kg TS	2	2	
Difenyltinnkation	<10		µg/kg TS	2	2	

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Ailsen  
Kjemiker

# Rapport

N0905216

Page 20 (35)

1FV5MI9E216

Deres prøvenavn	Sa10 Sediment				
Labnummer	N00076737				
<b>Analyse</b>	<b>Resultater</b>	<b>Usikkerhet (±)</b>	<b>Enhet</b>	<b>Metode</b>	<b>Utført</b>
Trifenyltinnkation	<5.0		µg/kg TS	2	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tef: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**  
Inger Eikebu Alfsen  
Kjemiker



# Rapport

N0905216

Page 21 (35)

1FV5MI9E216

Deres prøvenavn	Sa11 Sediment				
Labnummer	N00076738				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (G)	80.9		%	3	3
Vanninnhold	19.1		%	3	3
Kornstørrelse <63 µm	5.9		% TS	3	3
Kornstørrelse <2 µm	<0.1		% TS	3	3
TOC	0.23		% TS	3	3
Naftalen	<0.050		mg/kg TS	3	3
Acenafitylen	<0.020		mg/kg TS	3	3
Acenafiten	0.067	0.013	mg/kg TS	3	3
Fluoren	<0.050		mg/kg TS	3	3
Fenantren	0.38	0.075	mg/kg TS	3	3
Antracen	0.058	0.011	mg/kg TS	3	3
Fluoranten	0.69	0.14	mg/kg TS	3	3
Pyren	0.54	0.11	mg/kg TS	3	3
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0.44	0.087	mg/kg TS	3	3
Krysen <sup>^</sup>	0.78	0.15	mg/kg TS	3	3
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0.68	0.13	mg/kg TS	3	3
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0.22	0.044	mg/kg TS	3	3
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0.19	0.038	mg/kg TS	3	3
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	<0.050		mg/kg TS	3	3
Benso(ghi)perylene	0.14	0.028	mg/kg TS	3	3
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0.16	0.032	mg/kg TS	3	3
Sum PAH-16 <sup>*</sup>	4.35		mg/kg TS	3	3
Sum PAH carcinogene <sup>^*</sup>	2.47		mg/kg TS	3	3
PCB 28	<0.0010		mg/kg TS	3	3
PCB 52	0.0011	0.00021	mg/kg TS	3	3
PCB 101	0.0025	0.00048	mg/kg TS	3	3
PCB 118	0.0022	0.00042	mg/kg TS	3	3
PCB 138	0.0037	0.00071	mg/kg TS	3	3
PCB 153	0.0038	0.00073	mg/kg TS	3	3
PCB 180	0.0022	0.00042	mg/kg TS	3	3
Sum PCB-7 <sup>*</sup>	0.0155		mg/kg TS	3	3
Monobutyltinnkation	4.4		µg/kg TS	3	3
Dibutyltinnkation	5.8		µg/kg TS	3	3
Tributyltinnkation	7.5		µg/kg TS	3	3
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Monofenyltinnkation	<2.0		µg/kg TS	3	3
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Trifenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Tørrstoff (G)	80.9		%	4	2
As	3.4	0.041	mg/kg TS	4	2
Cd	<0.10		mg/kg TS	4	2
Cr	19	0.34	mg/kg TS	4	2
Cu	28		mg/kg TS	4	2
Hg	0.25	0.0075	mg/kg TS	4	2
Ni	10	0.76	mg/kg TS	4	2
Pb	42	1.1	mg/kg TS	4	2
Zn	62	1.6	mg/kg TS	4	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Afsen  
Kjemiker

# Rapport

N0905216

Page 22 (35)

1FV5MI9E2I6

Deres prøvenavn	Sa12 Sediment				
Labnummer	N00076739				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrestoff (G)	65.2		%	3	3
Vanninnhold	34.8		%	3	3
Kornstørrelse <63 µm	19.8		% TS	3	3
Kornstørrelse <2 µm	0.4		% TS	3	3
TOC	0.95		% TS	3	3
Naftalen	0.098	0.019	mg/kg TS	3	3
Acenaftylene	<0.020		mg/kg TS	3	3
Acenaften	0.083	0.016	mg/kg TS	3	3
Fluoren	0.066	0.013	mg/kg TS	3	3
Fenantren	0.63	0.12	mg/kg TS	3	3
Antracen	0.23	0.046	mg/kg TS	3	3
Fluoranten	2.0	0.40	mg/kg TS	3	3
Pyren	1.8	0.36	mg/kg TS	3	3
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	1.7	0.34	mg/kg TS	3	3
Krysen <sup>^</sup>	4.9	0.97	mg/kg TS	3	3
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	2.5	0.50	mg/kg TS	3	3
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0.95	0.19	mg/kg TS	3	3
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	1.0	0.20	mg/kg TS	3	3
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0.23	0.046	mg/kg TS	3	3
Benso(ghi)perylene	0.67	0.13	mg/kg TS	3	3
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0.78	0.15	mg/kg TS	3	3
Sum PAH-16*	17.6		mg/kg TS	3	3
Sum PAH carcinogene <sup>^^</sup>	12.1		mg/kg TS	3	3
PCB 28	0.0013	0.00025	mg/kg TS	3	3
PCB 52	0.0034	0.00065	mg/kg TS	3	3
PCB 101	0.0087	0.0017	mg/kg TS	3	3
PCB 118	0.0061	0.0012	mg/kg TS	3	3
PCB 138	0.014	0.0027	mg/kg TS	3	3
PCB 153	0.017	0.0033	mg/kg TS	3	3
PCB 180	0.012	0.0023	mg/kg TS	3	3
Sum PCB-7*	0.0625		mg/kg TS	3	3
Monobutyltinnkation	9.6		µg/kg TS	3	3
Dibutyltinnkation	21		µg/kg TS	3	3
Tributyltinnkation	120		µg/kg TS	3	3
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Monofenyltinnkation	4.0		µg/kg TS	3	3
Difenyltinnkation	1.8		µg/kg TS	3	3
Trifenyltinnkation	15		µg/kg TS	3	3
Tørrestoff (G)	65.2		%	4	2
As	6.9	0.083	mg/kg TS	4	2
Cd	0.14	0.0042	mg/kg TS	4	2
Cr	26	0.47	mg/kg TS	4	2
Cu	53		mg/kg TS	4	2
Hg	0.76	0.023	mg/kg TS	4	2
Ni	12	0.91	mg/kg TS	4	2
Pb	113	2.9	mg/kg TS	4	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Aifsen  
Kjemiker



# Rapport

N0905216

Page 23 (35)

1FV5MI9E216

Deres prøvenavn	Sa12 Sediment				
Labnummer	N00076739				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Zn	113	2.9	mg/kg TS	4	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Alfsen  
Kjemiker

# Rapport

N0905216

Page 24 (35)

1FV5MI9E2I6

Deres prøvenavn	Sa13 Sediment				
Labnummer	N00076740				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (G)	66.7		%	3	3
Vanninnhold	33.3		%	3	3
Kornstørrelse <63 µm	29.2		% TS	3	3
Kornstørrelse <2 µm	1.2		% TS	3	3
TOC	1.4		% TS	3	3
Naftalen	1.0	0.20	mg/kg TS	3	3
Acenaflylen	0.16	0.032	mg/kg TS	3	3
Acenaften	0.22	0.044	mg/kg TS	3	3
Fluoren	0.40	0.079	mg/kg TS	3	3
Fenantren	1.9	0.38	mg/kg TS	3	3
Antracen	2.4	0.48	mg/kg TS	3	3
Fluoranten	5.5	1.1	mg/kg TS	3	3
Pyren	3.6	0.71	mg/kg TS	3	3
Benso(a)antracene <sup>^</sup>	3.3	0.65	mg/kg TS	3	3
Krysen <sup>^</sup>	4.0	0.79	mg/kg TS	3	3
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	4.9	0.97	mg/kg TS	3	3
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	1.8	0.36	mg/kg TS	3	3
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	3.7	0.73	mg/kg TS	3	3
Dibenso(ah)antracene <sup>^</sup>	0.75	0.15	mg/kg TS	3	3
Benso(ghi)perylene	2.7	0.53	mg/kg TS	3	3
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	2.8	0.55	mg/kg TS	3	3
Sum PAH-16 <sup>*</sup>	39.1		mg/kg TS	3	3
Sum PAH carcinogene <sup>^*</sup>	21.3		mg/kg TS	3	3
PCB 28	<0.0010		mg/kg TS	3	3
PCB 52	0.0018	0.00035	mg/kg TS	3	3
PCB 101	0.0069	0.0013	mg/kg TS	3	3
PCB 118	0.0042	0.00081	mg/kg TS	3	3
PCB 138	0.013	0.0025	mg/kg TS	3	3
PCB 153	0.015	0.0029	mg/kg TS	3	3
PCB 180	0.013	0.0025	mg/kg TS	3	3
Sum PCB-7 <sup>*</sup>	0.0539		mg/kg TS	3	3
Monobutyltinnkation	28		µg/kg TS	3	3
Dibutyltinnkation	35		µg/kg TS	3	3
Tributyltinnkation	120		µg/kg TS	3	3
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Monofenyltinnkation	27		µg/kg TS	3	3
Difenyltinnkation	3.8		µg/kg TS	3	3
Trifenyltinnkation	34		µg/kg TS	3	3
Tørrstoff (G)	66.7		%	4	2
As	11	0.13	mg/kg TS	4	2
Cd	0.11	0.0033	mg/kg TS	4	2
Cr	23	0.41	mg/kg TS	4	2
Cu	49		mg/kg TS	4	2
Hg	1.9	0.057	mg/kg TS	4	2
Ni	15	1.1	mg/kg TS	4	2
Pb	111	2.9	mg/kg TS	4	2
Zn	133	3.5	mg/kg TS	4	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Alfsen  
Kjemiker

1#108:55b3adfd2-b87a-417b-9116-de333877fa57:108



# Rapport

N0905216

Page 25 (36)

1FV5MI9E216

Deres prøvenavn	Sa14 Sediment				
Labnummer	N00076741				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrestoff (G)	70.0		%	3	3
Vanninnhold	30.0		%	3	3
Kornstørrelse <63 µm	29.6		% TS	3	3
Kornstørrelse <2 µm	2.0		% TS	3	3
TOC	0.79		% TS	3	3
Naftalen	0.10	0.020	mg/kg TS	3	3
Acenaftalen	<0.020		mg/kg TS	3	3
Acenaften	0.12	0.024	mg/kg TS	3	3
Fluoren	0.089	0.018	mg/kg TS	3	3
Fenantren	1.0	0.20	mg/kg TS	3	3
Antracen	0.31	0.061	mg/kg TS	3	3
Fluoranten	2.3	0.46	mg/kg TS	3	3
Pyren	1.9	0.38	mg/kg TS	3	3
Benso(a)antracena	1.4	0.28	mg/kg TS	3	3
Krysen	2.6	0.51	mg/kg TS	3	3
Benso(b)fluoranta	2.0	0.40	mg/kg TS	3	3
Benso(k)fluoranta	0.64	0.13	mg/kg TS	3	3
Benso(a)pyrena	0.99	0.20	mg/kg TS	3	3
Dibenso(ah)antracena	0.20	0.040	mg/kg TS	3	3
Benso(ghi)perylene	0.63	0.12	mg/kg TS	3	3
Indeno(123cd)pyrena	0.71	0.14	mg/kg TS	3	3
Sum PAH-16*	15.0		mg/kg TS	3	3
Sum PAH carcinogene**	8.54		mg/kg TS	3	3
PCB 28	0.0020	0.00038	mg/kg TS	3	3
PCB 52	0.0033	0.00063	mg/kg TS	3	3
PCB 101	0.0059	0.0011	mg/kg TS	3	3
PCB 118	0.0049	0.00094	mg/kg TS	3	3
PCB 138	0.0084	0.0016	mg/kg TS	3	3
PCB 153	0.0087	0.0017	mg/kg TS	3	3
PCB 180	0.0059	0.0011	mg/kg TS	3	3
Sum PCB-7*	0.0391		mg/kg TS	3	3
Monobutyltinnkation	21		µg/kg TS	3	3
Dibutyltinnkation	57		µg/kg TS	3	3
Tributyltinnkation	88		µg/kg TS	3	3
Tetrabutyltinnkation	1.7		µg/kg TS	3	3
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Monofenyltinnkation	4.3		µg/kg TS	3	3
Difenyltinnkation	2.0		µg/kg TS	3	3
Trifenyltinnkation	46		µg/kg TS	3	3
Tørrestoff (G)	70.0		%	4	2
As	8.9	0.11	mg/kg TS	4	2
Cd	0.13	0.0039	mg/kg TS	4	2
Cr	26	0.47	mg/kg TS	4	2
Cu	46		mg/kg TS	4	2
Hg	0.78	0.023	mg/kg TS	4	2
Ni	14	1.1	mg/kg TS	4	2
Pb	383	10.0	mg/kg TS	4	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info\\_on@alsglobal.com](mailto:info_on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Afsen  
Kjemiker

# Rapport

## N0905216

Page 26 (35)

1FV5MI9E2I6

Deres prøvenavn	Sa14 Sediment				
Labnummer	N00076741				
<b>Analyse</b>	<b>Resultater</b>	<b>Usikkerhet (±)</b>	<b>Enhet</b>	<b>Metode</b>	<b>Utført</b>
Zn	133	3.5	mg/kg TS	4	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Alfsen  
Kjemiker



# Rapport

N0905216

Page 27 (35)

1FV5MI9E216

Deres prøvenavn	Sa15 Sediment				
Labnummer	N00076742				
<b>Analyse</b>	<b>Resultater</b>	<b>Usikkerhet (±)</b>	<b>Enhet</b>	<b>Metode</b>	<b>Utført</b>
Tørrstoff (G)	81.7		%	3	3
Vanninnhold	18.3		%	3	3
Kornstørrelse <63 µm	31.7		% TS	3	3
Kornstørrelse <2 µm	1.0		% TS	3	3
TOC	0.31		% TS	3	3
Naftalen	<0.050		mg/kg TS	3	3
Acenaftalen	<0.020		mg/kg TS	3	3
Acenaften	<0.050		mg/kg TS	3	3
Fluoren	<0.050		mg/kg TS	3	3
Fenantren	<0.050		mg/kg TS	3	3
Antracen	<0.020		mg/kg TS	3	3
Fluoranten	<0.050		mg/kg TS	3	3
Pyren	<0.050		mg/kg TS	3	3
Benso(a)antracene^	<0.050		mg/kg TS	3	3
Krysen^	0.16	0.032	mg/kg TS	3	3
Benso(b)fluoranten^	<0.050		mg/kg TS	3	3
Benso(k)fluoranten^	<0.050		mg/kg TS	3	3
Benso(a)pyren^	<0.050		mg/kg TS	3	3
Dibenso(ah)antracene^	<0.050		mg/kg TS	3	3
Benso(ghi)perylene	<0.020		mg/kg TS	3	3
Indeno(123cd)pyren^	<0.020		mg/kg TS	3	3
Sum PAH-16*	0.160		mg/kg TS	3	3
Sum PAH carcinogene**	0.160		mg/kg TS	3	3
PCB 28	<0.0010		mg/kg TS	3	3
PCB 52	<0.0010		mg/kg TS	3	3
PCB 101	<0.0010		mg/kg TS	3	3
PCB 118	<0.0010		mg/kg TS	3	3
PCB 138	<0.0010		mg/kg TS	3	3
PCB 153	<0.0010		mg/kg TS	3	3
PCB 180	<0.0010		mg/kg TS	3	3
Sum PCB-7*	n.d.		mg/kg TS	3	3
Monobutyltinnkation	2.9		µg/kg TS	3	3
Dibutyltinnkation	2.4		µg/kg TS	3	3
Tributyltinnkation	3.4		µg/kg TS	3	3
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Monofenyltinnkation	1.7		µg/kg TS	3	3
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Trifenyltinnkation	7.7		µg/kg TS	3	3
Tørrstoff (G)	81.7		%	4	2
As	4.5	0.054	mg/kg TS	4	2
Cd	<0.10		mg/kg TS	4	2
Cr	32	0.58	mg/kg TS	4	2
Cu	16		mg/kg TS	4	2
Hg	<0.10		mg/kg TS	4	2
Ni	18	1.4	mg/kg TS	4	2
Pb	10	0.26	mg/kg TS	4	2
Zn	38	0.99	mg/kg TS	4	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info\\_on@alsglobal.com](mailto:info_on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Alfsen  
Kjemiker

# Rapport

N0905216

Page 28 (35)

1FV5MI9E216

Deres prøvenavn	Sa16 Sediment				
Labnummer	N00076743				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrestoff (G)	67.4		%	3	3
Vanninnhold	32.6		%	3	3
Kornstørrelse <63 µm	23.7		% TS	3	3
Kornstørrelse <2 µm	1.0		% TS	3	3
TOC	0.94		% TS	3	3
Naftalen	0.30	0.059	mg/kg TS	3	3
Acenaftylene	0.031	0.0061	mg/kg TS	3	3
Acenaften	1.4	0.28	mg/kg TS	3	3
Fluoren	1.6	0.32	mg/kg TS	3	3
Fenantren	12	2.4	mg/kg TS	3	3
Antracen	3.0	0.59	mg/kg TS	3	3
Fluoranten	14	2.8	mg/kg TS	3	3
Pyren	9.2	1.8	mg/kg TS	3	3
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	5.8	1.1	mg/kg TS	3	3
Krysen <sup>^</sup>	5.8	1.1	mg/kg TS	3	3
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	5.2	1.0	mg/kg TS	3	3
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	2.2	0.44	mg/kg TS	3	3
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	4.3	0.85	mg/kg TS	3	3
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0.79	0.16	mg/kg TS	3	3
Benso(ghi)perylene	2.1	0.42	mg/kg TS	3	3
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	2.5	0.50	mg/kg TS	3	3
Sum PAH-16*	70.2		mg/kg TS	3	3
Sum PAH carcinogene**	26.6		mg/kg TS	3	3
PCB 28	0.0010	0.00019	mg/kg TS	3	3
PCB 52	0.0022	0.00042	mg/kg TS	3	3
PCB 101	0.0064	0.0012	mg/kg TS	3	3
PCB 118	0.0030	0.00058	mg/kg TS	3	3
PCB 138	0.012	0.0023	mg/kg TS	3	3
PCB 153	0.015	0.0029	mg/kg TS	3	3
PCB 180	0.012	0.0023	mg/kg TS	3	3
Sum PCB-7*	0.0516		mg/kg TS	3	3
Monobutyltinnkation	9.3		µg/kg TS	3	3
Dibutyltinnkation	17		µg/kg TS	3	3
Tributyltinnkation	30		µg/kg TS	3	3
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Trifenyltinnkation	<2.0		µg/kg TS	3	3
Tørrestoff (G)	67.4		%	4	2
As	13	0.16	mg/kg TS	4	2
Cd	0.11	0.0033	mg/kg TS	4	2
Cr	30	0.54	mg/kg TS	4	2
Cu	51		mg/kg TS	4	2
Hg	0.46	0.014	mg/kg TS	4	2
Ni	19	1.4	mg/kg TS	4	2
Pb	74	1.9	mg/kg TS	4	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Afsen  
Kjemiker



# Rapport

N0905216

Page 29 (35)

1FV5MI9E216

Deres prøvenavn	Sa16 Sediment				
Labnummer	N00076743				
<b>Analyse</b>	<b>Resultater</b>	<b>Usikkerhet (±)</b>	<b>Enhet</b>	<b>Metode</b>	<b>Utført</b>
Zn	112	2.9	mg/kg TS	4	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info\\_on@alsglobal.com](mailto:info_on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Afsen  
Kjemiker

# Rapport

N0905216

Page 30 (35)

1FV5MI9E216

Deres prøvenavn	Sa17 Sediment				
Labnummer	N00076744				
<b>Analyse</b>	<b>Resultater</b>	<b>Usikkerhet (±)</b>	<b>Enhet</b>	<b>Metode</b>	<b>Utført</b>
Tørstoff (G)	69.1		%	3	3
Vanninnhold	30.9		%	3	3
Kornstørrelse <63 µm	38.8		% TS	3	3
Kornstørrelse <2 µm	1.3		% TS	3	3
TOC	0.85		% TS	3	3
Naftalen	<0.050		mg/kg TS	3	3
Acenaflyten	<0.020		mg/kg TS	3	3
Acenaften	<0.050		mg/kg TS	3	3
Fluoren	<0.050		mg/kg TS	3	3
Fenantren	<0.050		mg/kg TS	3	3
Antracen	<0.020		mg/kg TS	3	3
Fluoranten	0.078	0.015	mg/kg TS	3	3
Pyren	0.062	0.012	mg/kg TS	3	3
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	<0.050		mg/kg TS	3	3
Krysen <sup>^</sup>	<0.050		mg/kg TS	3	3
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0.077	0.015	mg/kg TS	3	3
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	<0.050		mg/kg TS	3	3
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	<0.050		mg/kg TS	3	3
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	<0.050		mg/kg TS	3	3
Benso(ghi)perylene	0.038	0.0075	mg/kg TS	3	3
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0.042	0.0083	mg/kg TS	3	3
Sum PAH-16*	0.297		mg/kg TS	3	3
Sum PAH carcinogene**	0.119		mg/kg TS	3	3
PCB 28	0.0011	0.00021	mg/kg TS	3	3
PCB 52	<0.0010		mg/kg TS	3	3
PCB 101	<0.0010		mg/kg TS	3	3
PCB 118	<0.0010		mg/kg TS	3	3
PCB 138	<0.0010		mg/kg TS	3	3
PCB 153	0.0010	0.00019	mg/kg TS	3	3
PCB 180	<0.0010		mg/kg TS	3	3
Sum PCB-7*	0.00210		mg/kg TS	3	3
Monobutyltinnkation	7.8		µg/kg TS	3	3
Dibutyltinnkation	5.6		µg/kg TS	3	3
Tributyltinnkation	2.0		µg/kg TS	3	3
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Trifenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Tørstoff (G)	69.1		%	4	2
As	5.7	0.068	mg/kg TS	4	2
Cd	<0.10		mg/kg TS	4	2
Cr	23	0.41	mg/kg TS	4	2
Cu	21		mg/kg TS	4	2
Hg	<0.10		mg/kg TS	4	2
Ni	13	0.99	mg/kg TS	4	2
Pb	8.9	0.23	mg/kg TS	4	2
Zn	51	1.3	mg/kg TS	4	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Afsen  
Kjemiker

1#114.55b3adf2-b87a-417b-9116-de333877fa57.112



# Rapport

N0905216

Page 31 (35)

1FV5M19E216

Deres prøvenavn	Sa18 Sediment				
Labnummer	N00076745				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrestoff (G)	85.1		%	3	3
Vanninnhold	14.9		%	3	3
Kornstørrelse <63 µm	2.6		% TS	3	3
Kornstørrelse <2 µm	<0.1		% TS	3	3
TOC	0.097		% TS	3	3
Naftalen	<0.050		mg/kg TS	3	3
Acenaftylen	<0.020		mg/kg TS	3	3
Acenaften	<0.050		mg/kg TS	3	3
Fluoren	<0.050		mg/kg TS	3	3
Fenantren	<0.050		mg/kg TS	3	3
Antracen	<0.020		mg/kg TS	3	3
Fluoranten	<0.050		mg/kg TS	3	3
Pyren	<0.050		mg/kg TS	3	3
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	<0.050		mg/kg TS	3	3
Krysen <sup>^</sup>	<0.050		mg/kg TS	3	3
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	<0.050		mg/kg TS	3	3
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	<0.050		mg/kg TS	3	3
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	<0.050		mg/kg TS	3	3
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	<0.050		mg/kg TS	3	3
Benso(ghi)perylene	<0.020		mg/kg TS	3	3
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	<0.020		mg/kg TS	3	3
Sum PAH-16	n.d		mg/kg TS	3	3
Sum PAH carcinogene <sup>^</sup>	n.d		mg/kg TS	3	3
PCB 28	<0.0010		mg/kg TS	3	3
PCB 52	<0.0010		mg/kg TS	3	3
PCB 101	<0.0010		mg/kg TS	3	3
PCB 118	<0.0010		mg/kg TS	3	3
PCB 138	<0.0010		mg/kg TS	3	3
PCB 153	<0.0010		mg/kg TS	3	3
PCB 180	<0.0010		mg/kg TS	3	3
Sum PCB-7 <sup>*</sup>	n.d.		mg/kg TS	3	3
Monobutyltinnkation	1.2		µg/kg TS	3	3
Dibutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Tributyltinnkation	1.2		µg/kg TS	3	3
Tetrabutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Monooktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Dioktyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Trisykloheksyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Monofenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Difenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Trifenyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	3
Tørrestoff (G)	85.1		%	4	2
As	1.6	0.019	mg/kg TS	4	2
Cd	<0.10		mg/kg TS	4	2
Cr	19	0.34	mg/kg TS	4	2
Cu	2.3		mg/kg TS	4	2
Hg	<0.10		mg/kg TS	4	2
Ni	5.8	0.44	mg/kg TS	4	2
Pb	2.0	0.052	mg/kg TS	4	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Ailsen  
Kjemiker

# Rapport

N0905216

Page 32 (35)

1FV5MI9E216

Deres prøvenavn	Sa18 Sediment				
Labnummer	N00076745				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Zn	12	0.31	mg/kg TS	4	2

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**  
Inger Eikebu Aifsen  
Kjemiker



# Rapport

N0905216

Page 33 (35)

1FV5MI9E216

\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	Analyse av sediment basispakke - del 1  <b>Bestemmelse av Vanninnhold</b>  Metode: ISO 760 Kvantifikasjonsgrense: 0,010 % Deteksjon og kvantifisering: Karl Fischer  <b>Bestemmelse av Kornfordeling (&lt;63 µm og &gt;63 µm)</b>  Metode: CZ_SOP_D06_07_N11 Kvantifikasjonsgrense: 0,10 %  <b>Bestemmelse av TOC</b>  Metode: DIN ISO 10694, CSN EN 13137 Kvantifikasjonsgrense: 0,010%TS Deteksjon og kvantifisering: Coulometrisk bestemmelse  <b>Analyse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16</b>  Metode: EPA 8270/8131/8091, ISO 6468 Kvantifikasjonsgrenser: 0,010 mg/kg TS Deteksjon og kvantifisering: GC/MSD  <b>Analyse av polyklorerte bifenyler, PCB-7</b>  Metode: DIN 38407-del 2, EPA 8082. Deteksjon og kvantifisering: GC-MSD Kvantifikasjonsgrenser: 0,002 mg/kg TS  <b>Analyse av metaller, M-1C</b>  Metode: EPA 200.7, ISO 11885 Deteksjon og kvantifisering: ICP-AES Kvantifikasjonsgrenser: As(0.50), Cd(0.10), Cr(0.25), Cu(0.10), Pb(1.0), Hg(0.20), Ni(5.0), Zn(1.0) alle enheter i mg/kg TS
2	Bestemmelse av Sedimentpakke-del 2. Tinnorganiske forbindelser.  Metode: DIN ISO 23161 Ekstraksjon: Metanol/heksan Rensing: Alumina Derivatisering: Na tetraetyl borat (NaBEt4) Deteksjon og kvantifisering: GC-AED Kvantifikasjonsgrenser: 1 µg/kg TS
3	Analyse av sediment basispakke del 1

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info\\_on@alsglobal.com](mailto:info_on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Afsen  
Kjemiker

	<p><b>Bestemmelse av Vanninnhold</b></p> <p>Metode: DIN ISO 11465 Kvantifikasjonsgrense: 0,10 % TS</p> <p><b>Bestemmelse av Kornfordeling (&lt;63 µm og &gt;63 µm)</b></p> <p>Metode: DIN 18123</p> <p><b>Bestemmelse av TOC</b></p> <p>Metode: DIN ISO 10694 Kvantifikasjonsgrenser: 0,05 %TS</p> <p><b>Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16</b></p> <p>Metode: GC/MSD Ekstraksjon: Aceton/heksan Rensing: SiOH-kolonne om nødvendig Deteksjon og kvantifisering: GC/MSD Kvantifikasjonsgrenser: 0,3 µg/kg TS</p> <p><b>Analyse av polyklorerte bifenyler (PCB)</b></p> <p>Metode: E DIN ISO 10382 Ekstraksjon: Aceton/heksan/sykloheksan Rensing: SiOH-kolonne om nødvendig Deteksjon og kvantifisering: GC-MSD Kvantifikasjonsgrenser: 0,1 µg/kg TS</p> <p><b>Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser</b></p> <p>Metode: DIN 19744 Ekstraksjon: Metanol/heksan Rensing: Alumina Derivatisering: Na tetraetyl borat (NaBEt4) Deteksjon og kvantifisering: GC-AED Kvantifikasjonsgrenser: 1 µg/kg TS</p>																		
4	<p><b>Bestemmelse av metaller</b></p> <p>Metode: DIN EN ISO 17294-2-E29 Deteksjon og kvantifisering: Plasma-emisjonsspektrometri (ICP-AES) Kvantifikasjonsgrenser:</p> <table> <tr><td>Pb</td><td>1 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Cd</td><td>0,1 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Cr</td><td>1 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Cu</td><td>1 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Ni</td><td>1 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Hg</td><td>0,1 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Zn</td><td>1 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>As</td><td>1 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Co</td><td>1 mg/kg TS</td></tr> </table>	Pb	1 mg/kg TS	Cd	0,1 mg/kg TS	Cr	1 mg/kg TS	Cu	1 mg/kg TS	Ni	1 mg/kg TS	Hg	0,1 mg/kg TS	Zn	1 mg/kg TS	As	1 mg/kg TS	Co	1 mg/kg TS
Pb	1 mg/kg TS																		
Cd	0,1 mg/kg TS																		
Cr	1 mg/kg TS																		
Cu	1 mg/kg TS																		
Ni	1 mg/kg TS																		
Hg	0,1 mg/kg TS																		
Zn	1 mg/kg TS																		
As	1 mg/kg TS																		
Co	1 mg/kg TS																		



# Rapport

## N0905216

Page 35 (35)

1FV5MI9E2I6

V	1 mg/kg TS
Note: Fosfor (P) er analysert etter DIN EN ISO 11885-E22.	

Underleverandør <sup>1</sup>	
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.
2	Ansvarlig laboratorium: GBA, Flensburger Strasse 15, 25421 Pinneberg, Tyskland Akkreditering: DAR, registreringsnr. DAC-PL-0040-97
3	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 1087

Målesikkerheten angis som en utvidet målesikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Målesikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

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

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)

<sup>1</sup> Utførende teknisk enhet (innen ALS Scandinavia) eller laboratorium (underleverandør).

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info\\_on@alsglobal.com](mailto:info_on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Inger Eikebu Alfsen  
Kjemiker

# Rapport

## N0905217

Page 1 (2)

1HBDC82RDXO

Prosjekt  
Bestnr 5012900  
Registrert 2009-08-24  
Utstedt 2009-09-28

Norconsult  
Gaute Rørvik Salomonsen  
P.boks 110  
N-3191 Horten  
Norge

### Analyse av faststoff

Deres prøvenavn	Sa2 Sediment				
Labnummer	N00076729				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørstoff (G)	67.9		%	1	1
Skeletonema org.ekstraksjon*	7500		mg sed./l	1	1
Skeletonema i porevann*	2		TU	1	1
Skeletonema prep*	ja			2	1
Dr Calux*	2.0	0.52	ng TEQ/kg TS	3	1

Deres prøvenavn	Sa10 Sediment				
Labnummer	N00076737				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørstoff (G)	68.3		%	1	1
Skeletonema org.ekstraksjon*	7800		mg sed./l	1	1
Skeletonema i porevann*	4		TU	1	1
Skeletonema prep*	ja			2	1
Dr Calux*	14	3.6	ng TEQ/kg TS	3	1

Deres prøvenavn	Sa12 Sediment				
Labnummer	N00076739				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørstoff (G)	65.2		%	1	1
Skeletonema org.ekstraksjon*	5300		mg sed./l	1	1
Skeletonema i porevann*	4		TU	1	1
Skeletonema prep*	ja			2	1
Dr Calux*	16	4.2	ng TEQ/kg TS	3	1

ALS Scandinavia NUF  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

**Kopi**

Dorthe Madsen  
Kjemiker



# Rapport

N0905217

Page 2 (2)

1HBDC&ZRD XO

\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	Bestemmelse av Skeletonema (maritim algevekst)  Metode (Organisk ekstrakt / Porevann): ISO 10253  Utførende laboratorium: Bio Detection Systems B.V.
2	Prøvepreparering for Skeletonema analyse
3	Bestemmelse av Dr Calux TEQ  Metode (Organisk ekstrakt): Bioassay test  Utførende laboratorium: Bio Detection Systems B.V.

Underleverandør <sup>1</sup>	
1	Ansvarlig laboratorium: GBA, Flensburger Strasse 15, 25421 Pinneberg, Tyskland Akkreditering: DAR, registreringsnr. DAC-PL-0040-97

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

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

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)

<sup>1</sup> Utførende teknisk enhet (innen ALS Scandinavia) eller laboratorium (underleverandør).

# Markteknisk undersøkningsrapport, MUR

**Alstahaugs kommun**

## Sandnessjøen

**GRANSKNINGSHANDLING**

**Boden 2014-07-09**



# Sandennessjøen

## Markteknisk undersökningsrapport, MUR

Datum	2014-05-09
Uppdragsnummer	1350003433
Utgåva/Status	GRANSKNINGSHANDLING

Tom Jahren  
Uppdragsledare

Carl Jonsson  
Handläggare

Mattias Perman  
Granskare

Ramböll Sverige AB  
Kungsgatan 17  
961 61 Boden

Telefon 010-615 60 00  
Fax 0921- 34 28 20  
[www.ramboll.se](http://www.ramboll.se)

Unr 1350003433  
Organisationsnummer 556133-0506

## Innehållsförteckning

<b>1.</b>	<b>Objekt</b> .....	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>Syfte</b> .....	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>Underlag för undersökningen</b> .....	<b>2</b>
<b>4.</b>	<b>Styrande dokument</b> .....	<b>2</b>
<b>5.</b>	<b>Geoteknisk kategori</b> .....	<b>3</b>
<b>6.</b>	<b>Arkivmaterial</b> .....	<b>3</b>
6.1	Tidigare utförda undersökningar.....	3
<b>7.</b>	<b>Befintliga förhållanden</b> .....	<b>3</b>
7.1	Topografi och markbeskaffenhet.....	3
7.2	Befintliga anläggningar.....	3
<b>8.</b>	<b>Utsättning/avvägning</b> .....	<b>3</b>
<b>9.</b>	<b>Geotekniska fältundersökningar</b> .....	<b>4</b>
9.1	Utförda fältförsök och insitu-försök.....	4
9.2	Utförda provtagningar.....	4
9.3	Undersökningsperiod.....	4
9.4	Fältingenjörer.....	4
9.5	Kalibrering och certifiering.....	4
<b>10.</b>	<b>Värdering av undersökning</b> .....	<b>4</b>
10.1	Generellt.....	4
10.2	Berg.....	4
10.3	Avvikelser.....	4
<b>11.</b>	<b>Redovisning</b> .....	<b>5</b>

## Bilagor

Bilaga 1	Fältrapport geoteknik
Bilaga 2	Enstaka borrhål
Bilaga 3	Översikt plan för borrhål
Bilaga 4	Koordinatlista



## Sandnessjøen (PM/Rapport)

### 1. Objekt

Ramböll Sverige AB har på uppdrag Ramböll Norge AS utfört en geoteknisk undersökning inför utdjuning av hamnen i Sandnessjøen, Alstahaugs kommun.

### 2. Syfte

Syftet med de geotekniska undersökningarna är att fastställa de geotekniska förutsättningar som råder inom berört område.

I föreliggande rapport redovisas de geotekniska undersökningar som utförts. Detta dokument är upprättat av Carl Jonsson, Ramböll Sverige AB och granskat av Mattias Perman, Ramböll Sverige AB.

### 3. Underlag för undersökningen

Digitalt material erhållet från Kystverket och Ramböll Norge AS har använts vid planering av utförda fältundersökningar.

### 4. Styrande dokument

Denna rapport ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationell bilaga. För mer information gällande styrande dokument, se tabell 1 och 2 nedan.

**Tabell 1** Planering och redovisning

<i>Undersökningsmetod</i>	<i>Standard eller annat styrande dokument</i>
Fältplanering	SS-EN 1997-2
Fältutförande	SGF Rapport 1:96, Geoteknisk fälthandbok samt SS-EN-ISO 22475-1
Jordartsbenämning	SS-EN 14688-1
Beteckningssystem	SGF/BGS beteckningssystem 2001:2

**Tabell 2 Fältundersökningar**

<i>Undersökningsmetod</i>	<i>Standard eller annat styrande dokument</i>
Norsk totalsondering	NGF medling nr 9.

## 5. Geoteknisk kategori

Undersökningarna är utförda i enlighet med förutsättningarna för tillämpning av Geoteknisk kategori 2 (GK2).

## 6. Arkivmaterial

### 6.1 Tidigare utförda undersökningar

Inga undersökningar har tidigare utförts.

## 7. Befintliga förhållanden

### 7.1 Topografi och markbeskaffenhet

Det berörda området ligger idag helt under vatten i ett område med varierande djup, från ca 8 meter som grundast till ca 35m som djupast.

### 7.2 Befintliga anläggningar

Området idag är en hamn vars kapacitet skall ökas via en utdjupning av den befintliga hamnen.

## 8. Utsättning/avvägning

Punkterna har placerats ut av Mathias Perman, Ramböll Sverige AB, inom det område som Kystverket visat och är inmätta med hjälp av båtens navigeringssystem.

Koordinatsystem:  
WGS84 UTM sone 33/EUREF 89



## 9. Geotekniska fältundersökningar

Utförda fältundersökningar tillhörande denna utredning redovisas i *"Fältrapport, Geoteknik – Sandnessjøen"*, upprättad av Ramböll Sverige AB, daterad 2014-07-09. Fältrapporten är bilagd till denna rapport, se bilageförteckning.

Resultat av undersökningen redovisas i plan och som enstaka borrhål.

### 9.1 Utförda fältförsök och insitu-försök

Nedan redovisas utförda undersökningar med respektive metod enligt gällande standard, se kap 4, styrande dokument.

- 4st norska totalsonderingar för att bestämma nivå till och bekräfta berg.

### 9.2 Utförda provtagningar

Inga provtagningar har utförts i detta skede.

### 9.3 Undersökningsperiod

De geotekniska fältundersökningarna utfördes under juni månad 2014.

### 9.4 Fältingenjörer

Fältundersökningarna utfördes av Håkan Johansson, Ramböll Sverige AB.

### 9.5 Kalibrering och certifiering

För information angående kalibrering och certifiering se *"Fältrapport, Geoteknik – Sandnessjøen"*, upprättad av Ramböll Sverige AB, daterad 2014-07-09. Fältrapporten är bilagd till denna rapport, se bilageförteckning.

## 10. Värdering av undersökning

### 10.1 Generellt

Syftet med undersökningarna var att fastställa nivå till berg, där av har inga härledda värden utvärderats.

### 10.2 Berg

Vid tre av undersökningspunkterna, RA1405, RA1406 och RA1409 påträffades berg under ett tunt sedimentskikt, se bilaga 2 och 4 för sonderingsdjup och nivåer. Detta medför att sprängning vid muddring kan bli aktuell för att nå satt måldjup.

### 10.3 Avvikelser

Borrhälen RA1401-RA1403 utgick då djupet till havsbotten i dessa punkter översteg uppsatt måldjup som var 14,5m.

Punkterna RA1404 samt RA1407 utgick på grund av den sprängstensfyllning som fanns i punkterna från närliggande pir. Flytt av dessa punkter var ej möjlig då djupet utanför piren översteg satt måldjup.

## 11. Redovisning

Redovisningsprogrammet Geosuite har använts för att presentera resultat från utförda undersökningar som enstaka borrhål, se bilaga 2.



# Fältrapport geoteknik

**Luleå kommun**

# Sandnessjøen

**GRANSKNINGSHANDLING**

**Boden 2014-07-09**

# Sandnessjøen

## Fältrapport geoteknik

Datum	2014-07-09
Uppdragsnummer	1350003433
Utgåva/Status	GRANSKNINGSHANDLING

Tom Jahren  
Uppdragsledare

Carl Jonsson  
Handläggare

Mattias Perman  
Granskare

Ramboll Sverige AB  
Kungsgatan 17  
961 61 Boden

Telefon 010-615 60 00  
Fax 0921- 34 28 20  
[www.ramboll.se](http://www.ramboll.se)

Unr 1350003433  
Organisationsnummer 556133-0506



## Innehållsförteckning

1.	Allmän projektinformation.....	1
2.	Omfattning.....	1
3.	Kvalitetsinformation och observationer.....	2

## Munkeberg strand (PM/Rapport)

### 1. Allmän projektinformation

Denna Fältrapport är ett tilläggsdokument till *Markteknisk undersökningsrapport, MUR Geoteknik, Sandnessjøen, daterad 2014-07-09, uppdragsnummer: 1350003433.*

Teknikansvarig konsult: Mattias Perman  
 Ansvarig borrhledare: Håkan Johansson HJN

### 2. Omfattning

Geotekniska fältundersökningar utfördes av Ramböll Sverige AB under sommaren 2014. Fältundersökningar har utförts i 4 sonderingspunkter. I tabell 2.1 och tabell 2.2 nedan redovisas de undersökningar som utförts med respektive metod enligt gällande standarder. Resultaten av undersökningarna redovisas på ritningar i plan och profil.

Tabell 2.1 Utförda fältundersökningar och provtagningar

Sonderingspunkt	Metod	Datum	Filnamn vid digital lagring	Signatur
RA1405	N-tot	2014-06-18	Feltminne: 618_1747.TOT	HJN
RA1406	N-tot	2014-06-18	Feltminne: 618_1747.TOT	HJN
RA1408	N-tot	2014-06-18	Feltminne: 618_1747.TOT	HJN
RA1409	N-tot	2014-06-18	Feltminne: 618_1747.TOT	HJN

Tabell 2.2 Antalet utförda fältundersökningar fördelat på metod

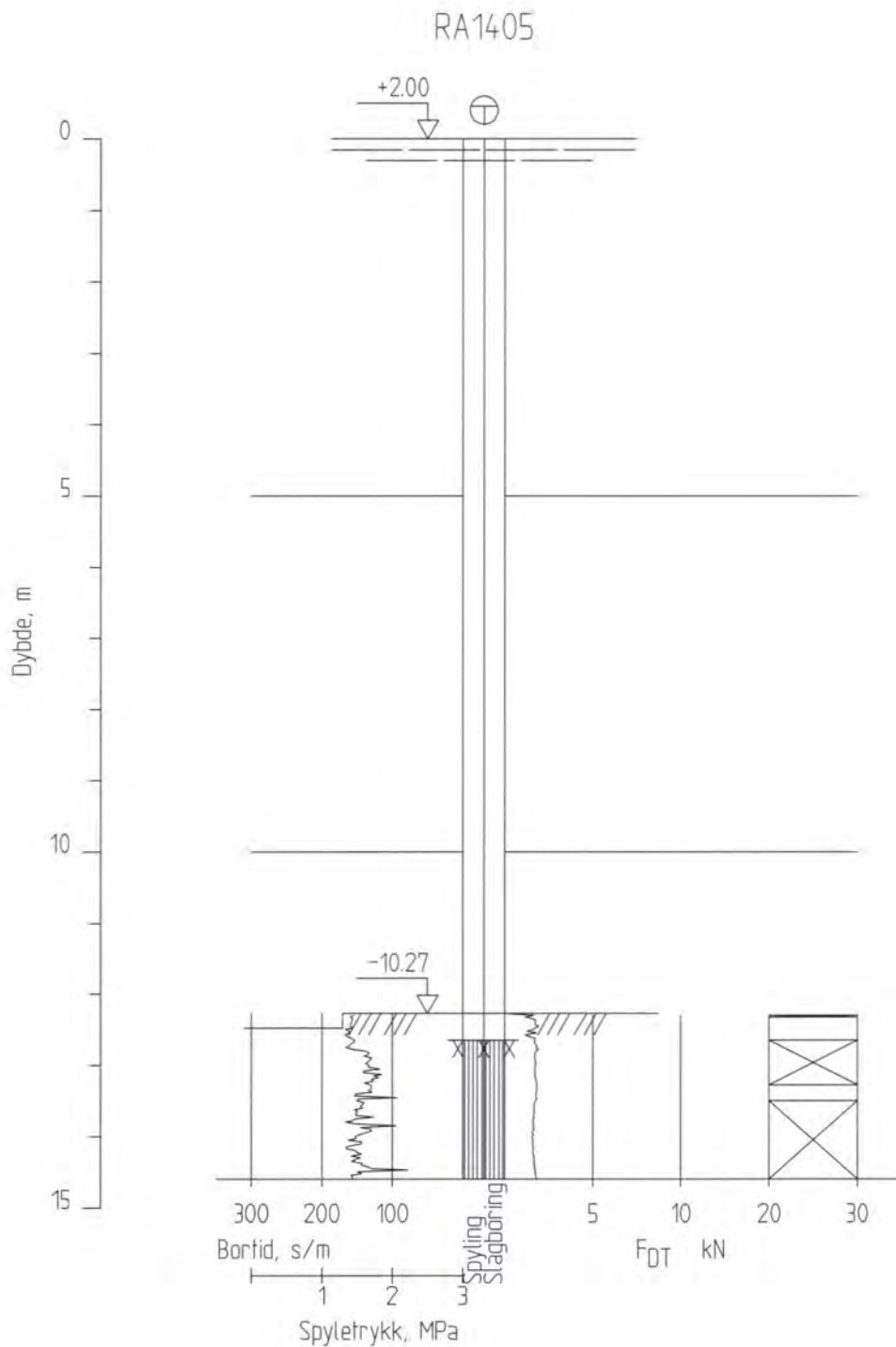
Undersökningsmetod	Antal
Sondering	
Norsk totalsondering (N-tot)	4



### 3. Kvalitetsinformation och observationer

Kalibreringsprotokoll för borrhandsvagn finns samlat hos Ramböll Sverige AB och skickas till beställaren vid förfrågan.

Avvikelser i samband med fältundersökningar beskrivs under kap.10 i tillhörande MUR.



Sandnessjön

Rapport nr.  
1350003433

Figur nr.

Totalsondering  
M = 1 : 100  
Bilaga 2, sida 1 av 4  
Borhull RA1405  
Posisjon: X 7324766.32 Y 392956.70

Forsök nr. :  
Sonde nr. :  
Dato boret :18.06.2014

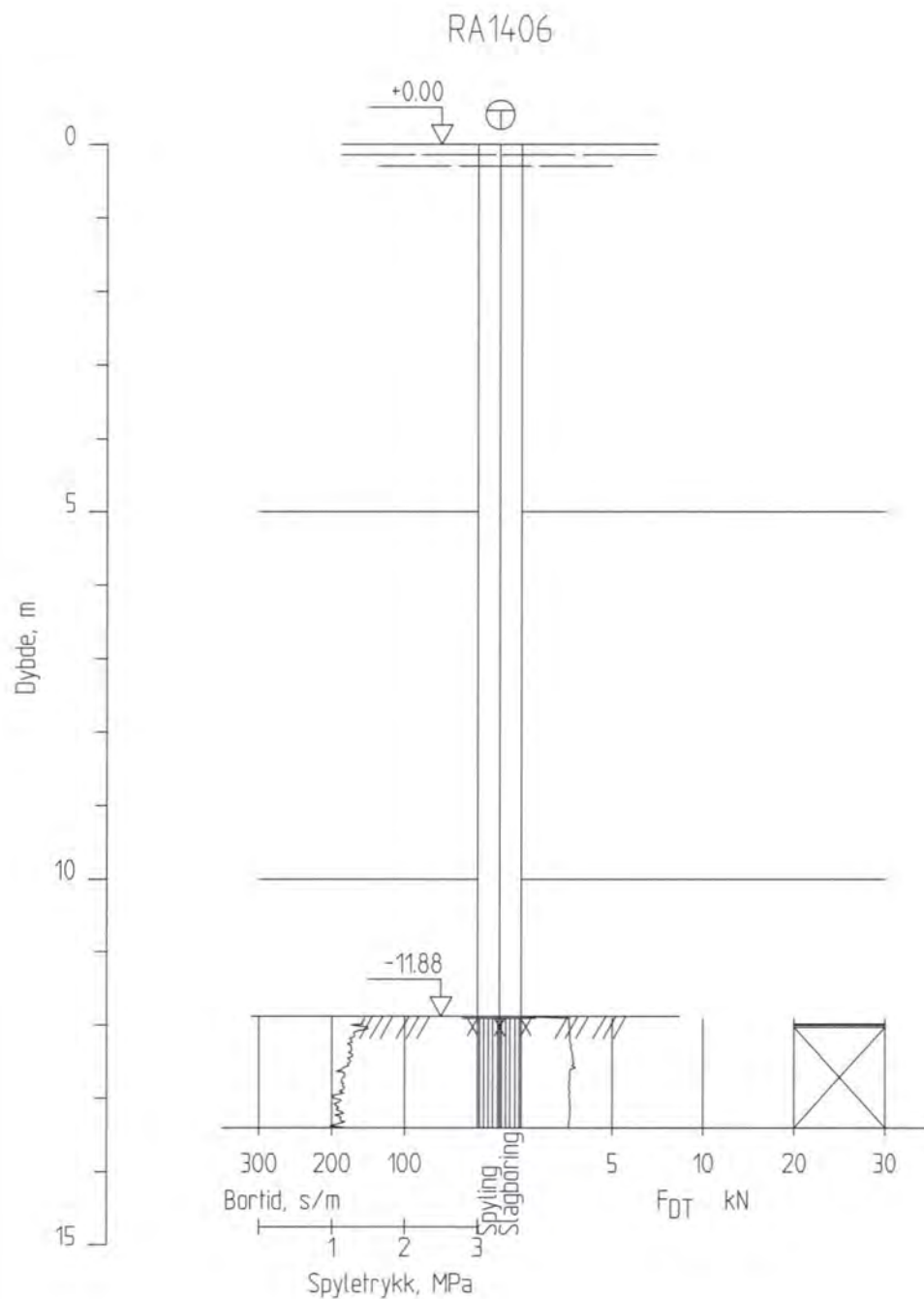
Tegner  
RA1405

Dato:

Kontrollert

Godkjent





Sandnessjön

Rapport nr.  
1350003433

Figur nr.

Totalsondering

M = 1 : 100

Bilaga 2, sida 2 av 4

Borhull RA1406

Posisjon: X 7324777.86 Y 392995.71

Forsök nr. :

Sonde nr. :

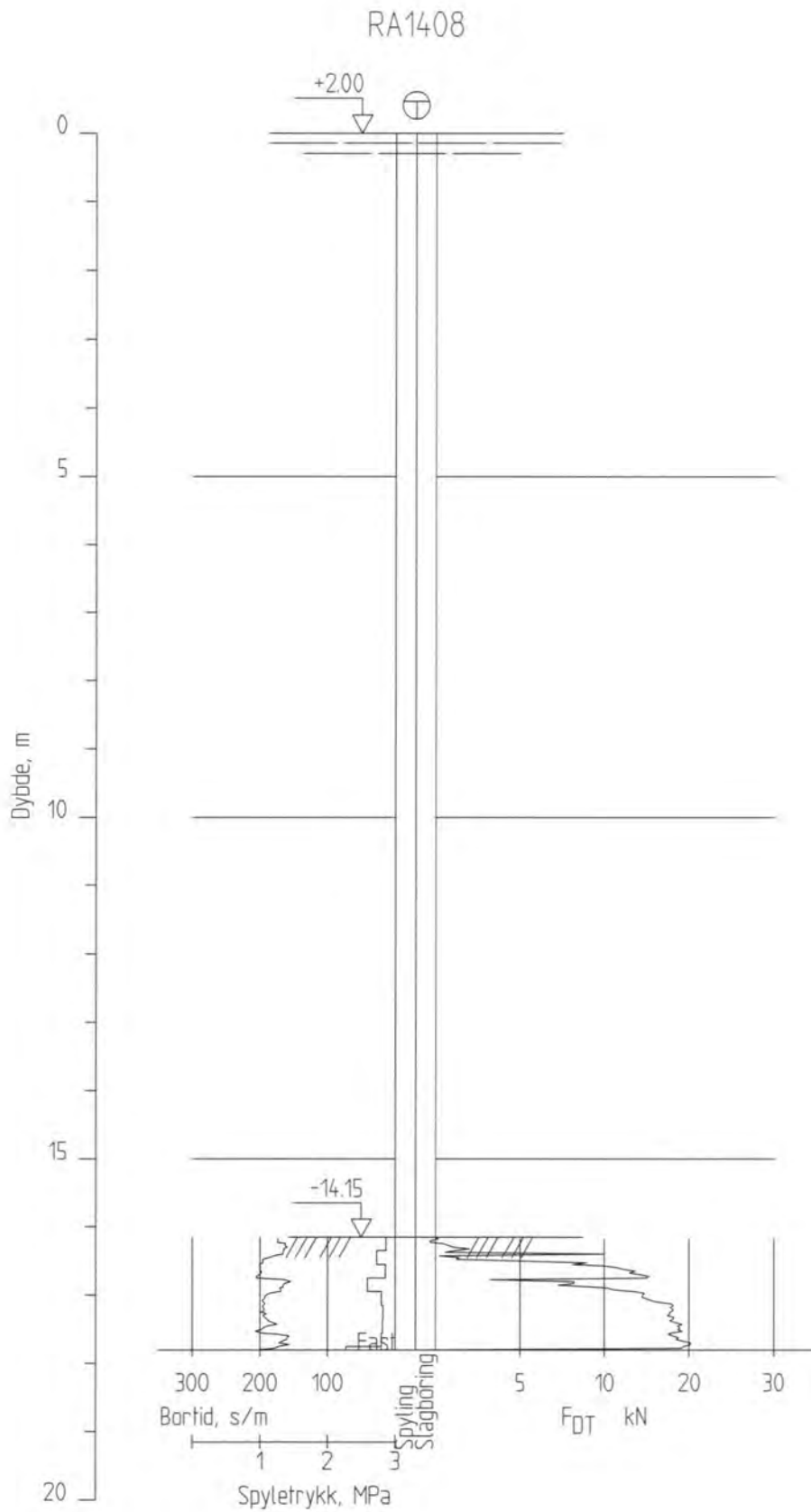
Dato boret :18.06.2014

Tegner  
RA1406

Dato:

Kontrollert

Godkjent



Sandnessjön

Rapport nr.  
1350003433

Figur nr.

Totalsondering  
M = 1 : 100  
Bilaga 2, sida 3 av 4  
Borhull RA1408  
Position: X 7324760.58 Y 392961.03

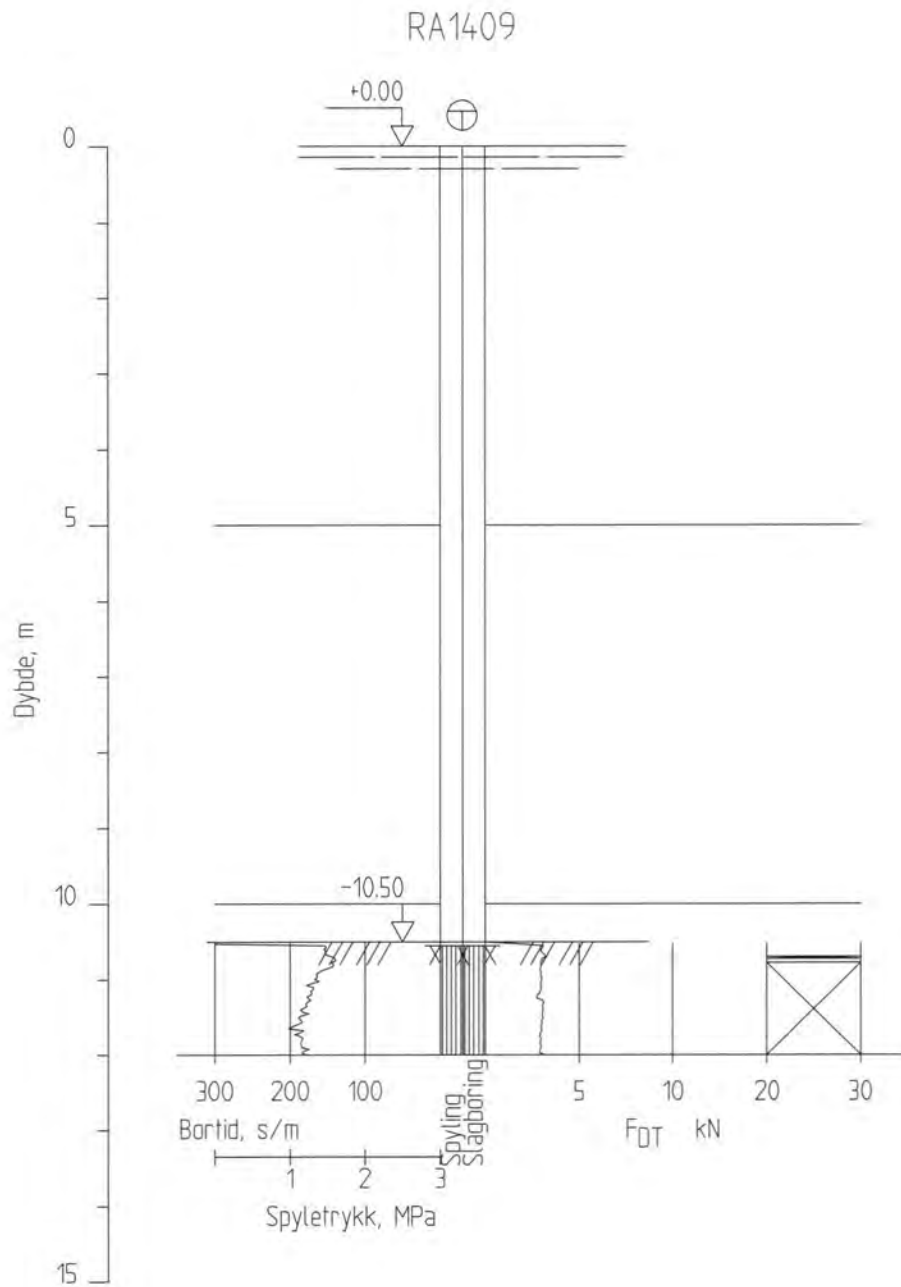
Försök nr. :  
Sonde nr. :  
Dato boret :18.06.2014

Tegner  
RA1408

Dato:

Kontrollerat

Godkjent



Sandnessjön

Rapport nr.  
1350003433

Figur nr.

Totalsondering

M = 1 : 100

Bilaga 2, sida 4 av 4

Borhull RA1409

Posisjon: X 7324754.13 Y 392984.23

Forsök nr. :

Sonde nr. :

Dato boret :18.06.2014

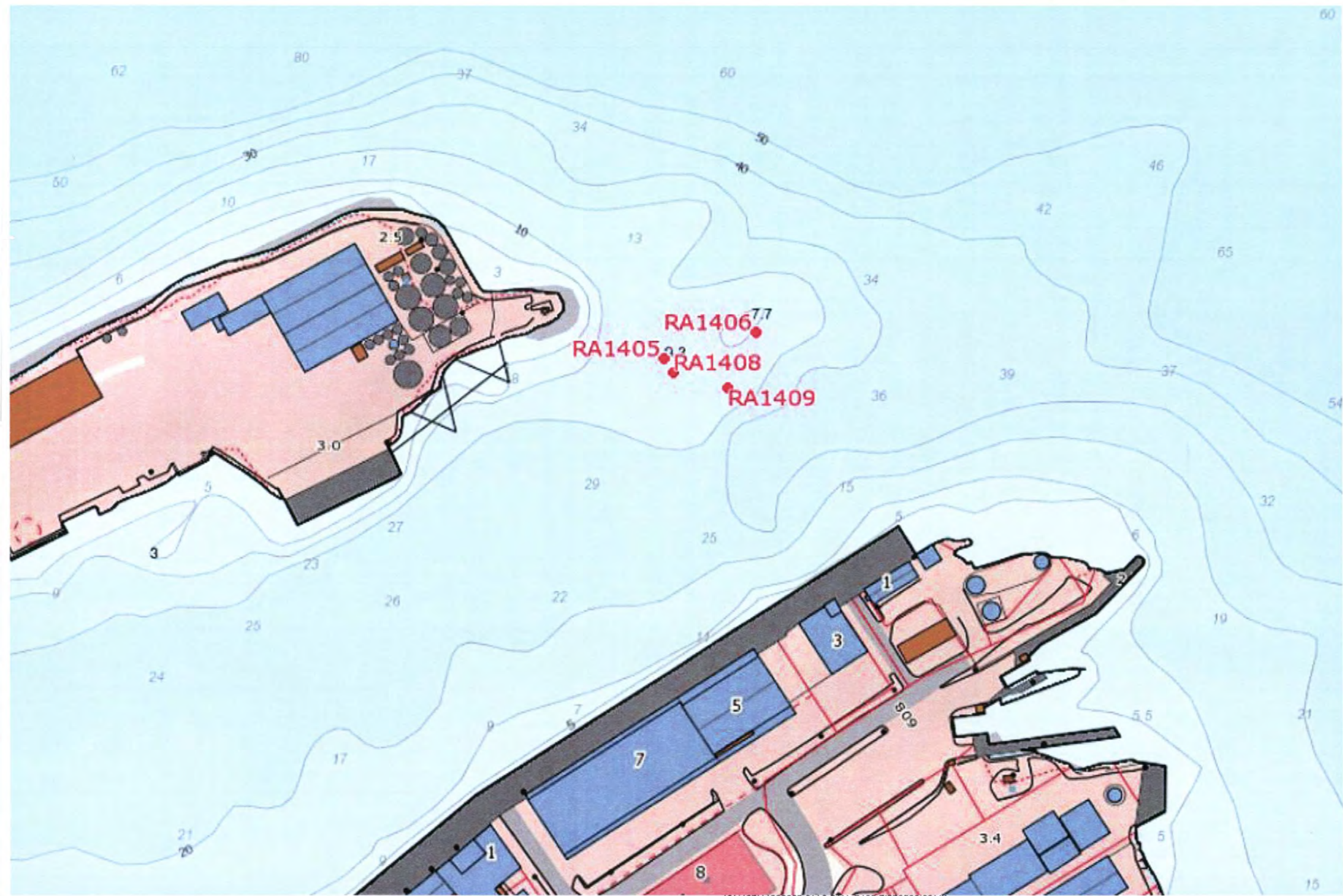
Tegner  
RA1409

Dato:

Kontrollert

Godkjent





Teknikområde

**Geoteknik**

Handläggare

**Mattias Perman**

Uppdrag

**Sandnessjøen**

Datum

**2014-07-09**

Uppdragsnummer

**1350003433**

Status

Ändringsdatum

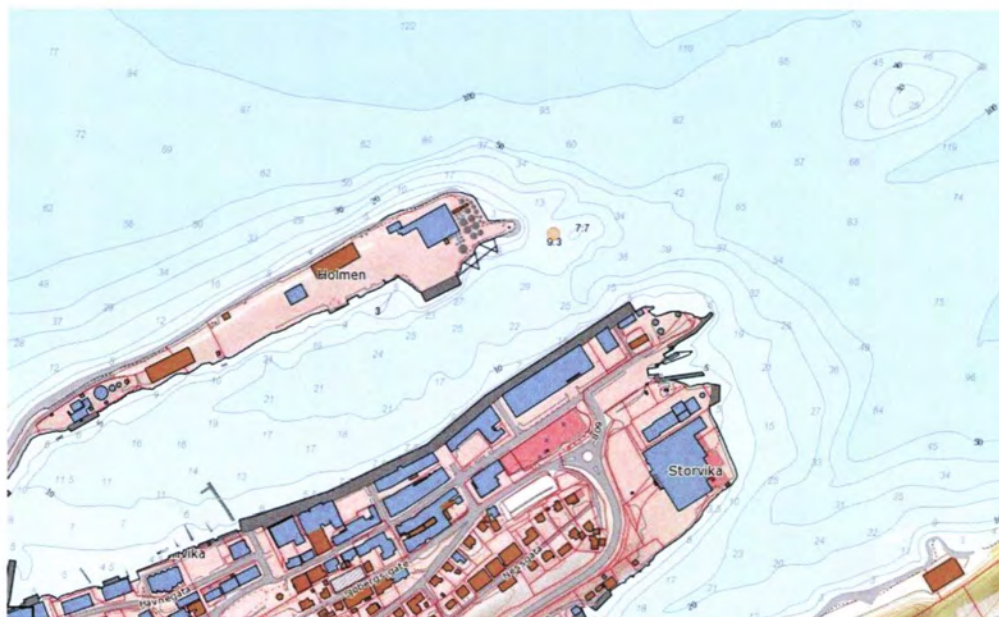
Bet.

Koordinatsystem: Euref89 UTM sone 33 WGS84

BORPUNKT	NORD	ØST	VANNDYBDE [M]	BORET I LOSMASSER [M]	BERGKOTE [LAT]
RA1405	7324766.320	392956.700	12,3	0,4	-10,6
RA1406	7324777.860	392995.710	11,9	0,0	-11,9
RA1408	7324760.580	392961.030	14,2	1,7	--
RA1409	7324754.130	392984.230	10,5	0,0	-10,5



## Strømmålinger ved Sandnessjøen 2014





Forsidebilde: Kart over måleområdet (kartkilde: [kart.fiskeridir.no](http://kart.fiskeridir.no)). Sirkel markerer målepunkt.

**Akvaplan-niva AS**

Rådgivning og forskning innen miljø og akvakultur

Org.nr: NO 937 375 158 MVA

Framsenteret

9296 Tromsø

Tlf: 77 75 03 00, Fax: 77 75 03 01

www.akvaplan.niva.no



<b>Rapporttittel / Report title</b> <b>Strømmålinger ved Sandnessjøen 2014</b>	
<b>Forfatter(e) / Author(s)</b> Frank Gaardsted	<b>Akvaplan-niva rapport nr / report no</b> 7099.01
	<b>Dato / Date</b> 10.03.2015
	<b>Antall sider / No. of pages</b> 11 + 7
	<b>Distribusjon / Distribution</b> Gjennom oppdragsgiver
<b>Oppdragsgiver / Client</b> Rambøll AS	<b>Oppdragsgg. referanse / Client's reference</b> Hans Olav Oftedal Sømme
<b>Sammendrag / Summary</b> <p>I dette prosjektet har det vært målt strøm på ca. 8 m dyp rett utenfor Holmen ved Sandnessjøen i Nordland. Median strømstyrke var 6.1 cm/s, men strømstyrker over 30 cm/s forekom også i måleperioden. Så sterk strøm var imidlertid svært sjelden og 90 % av målingene hadde strømstyrkeverdier mellom 1.4 – 15.9 cm/s.</p> <p>Retningsfordelingen til strømmen på lokaliteten bestemmes i stor grad av topografien i området. Holmen blokkerer muligheten for strøm mot sørvest og strømmen hadde tre dominerende hovedretninger; mot nordøst, sør og vest.</p> <p>Tidevann utgjorde en betydelig del av totalstrømmen i området og ved hjelp av harmonisk analyse ble maksimum- og middelvei på tidevannsstrøm estimert til henholdsvis 10.3 og 3.5 cm/s</p>	
<b>Prosjektleder / Project manager</b>  Frank Gaardsted	<b>Kvalitetskontroll / Quality control</b>  Eli Børve

© 2015 Akvaplan-niva AS. Rapporten kan kun kopieres i sin helhet. Kopiering av deler av rapporten (tekstutsnitt, figurer, tabeller, konklusjoner, osv.) eller gjengivelse på annen måte, er kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Akvaplan-niva AS.

## INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD.....	2
1 INNLEDNING .....	3
2 METODIKK.....	4
2.1 Instrument og målemetode .....	4
2.2 Dataanalyse og visualisering .....	5
3 RESULTATER.....	6
3.1 Strømstyrke.....	6
3.2 Strømretning .....	6
3.3 Variabilitet – tidevannsstrøm og reststrøm.....	7
4 OPPSUMMERING OG DISKUSJON .....	10
5 REFERANSER.....	11
APPENDIKS 1 .....	12
APPENDIKS 2 .....	18
Matematisk utregning av variansellipser.....	18



# Forord

---

Kystverket har engasjert Rambøll AS til å utføre strømmålinger ved Sandnessjøen i Nordland. I Rambølls oppdrag for Kystverket er Akvaplan-niva AS leverandør av oseanografiske tjenester og har derfor gjennomført arbeidet som presenteres i denne rapporten. Undersøkelsene er gjennomført i forbindelse med planlegging av mulig fremtidig mudring i området.

Vi vil takke Frank Karlsen og Ronald Andersen fra Alstahaug Havnevesen KF for godt samarbeid i forbindelse med gjennomføringen av feltarbeidet.

Følgende personer fra Akvaplan-niva har deltatt i arbeidet:

Frank Gaardsted	Akvaplan-niva	Prosjektleder, dataanalyse, rapportering
Oyvind Leikvin	Akvaplan-niva	Utsetting/opptak av strømmålere
Eli Børve	Akvaplan-niva	Kvalitetssikring

Bergen, 10.03.2015



Frank Gaardsted

Prosjektleder

# 1 Innledning

I denne rapporten presenteres det resultater fra én måned med strømmålinger fra Sandnessjøen i Nordland. Måleren var plassert på ca. 12 m dyp rett øst for Holmen, i innseilingen til havneområdet (Figur 1).

Resultatene som presenteres i denne rapporten gir et inntrykk av strømbildet i området. Det påpekes imidlertid at det kan forekomme vesentlige variasjoner i strømmen i tid og rom, slik at strømmen på et gitt tidspunkt og i et annet område i nærheten kan avvike betydelig fra resultatene som presenteres her.



Figur 1. Målepunktet ved Sandnessjøen. Den gule sirkelen markerer posisjonen til strømmåleren (kartkilde: <http://kart.fiskeridir.no>). Måleinstrumentet var plassert i bunnramme på ca. 12 m dyp og målte strøm på ca. 8 m dyp

1#147:55b3ad2-b87a-417b-9116-de333877fb57:145

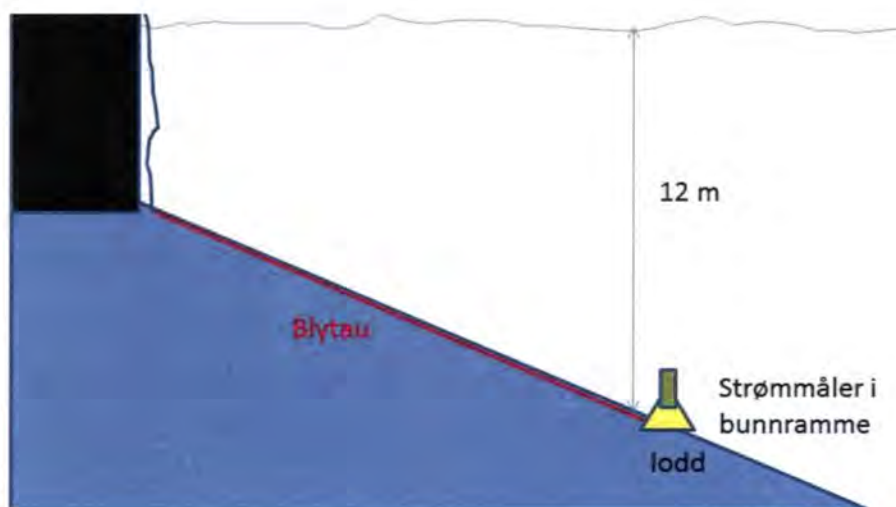
## 2 Metodikk

### 2.1 Instrument og målemetode

Det ble brukt en Aquadopp punktmåler for innsamling av strømdata. Måleren ble satt ut 14.8.2014 og tatt opp 14.9.2014. Instrumentet stod fastmontert i bunnramme på ca. 12 m dyp, (Figur 2) og målte i dette tilfellet hastighet hvert 10. minutt på ca. 8 m dyp. I tillegg til strøm, ble det målt trykk og temperatur på instrumentdypet, dvs. ca. 12 m.

Tabell 1. Rigginformasjon

Lengdegrad	12°38.330'Ø
Breddegrad	66°01.536'N
Måleperiode	14.08.2014 – 14.09.2014
Vanndybde ved måleposisjon	Ca. 12 m
Måledyp	Ca. 8 m
Måleinstrument	Aquadopp Punktmåler (Nortek AS)
Andre sensorer	Trykk, temperatur (12 m)
Sampling-intervall	10 min



Figur 2. Riggskisse. Strømmåleren er illustrert med grønn sylinder. I dette tilfellet var måleren plassert i en bunnramme (gul trekant) på ca. 12 m dyp. Bunnrammen var fortøyd i land. Ved hjelp av akustiske signaler målte instrumentet strøm på ca. 8 m dyp.



## 2.2 Dataanalyse og visualisering

Strøm varierer både i styrke og retning over tid, og det kan derfor være vanskelig å illustrere alle trekk ved strømbildet i én figur. I kapittel 3 presenteres et utvalg figurer for å oppsummere hovedtrekkene ved måleresultatene. Noen andre måter å visualisere dataene på er inkludert i Appendiks 1.

Variasjonen i strøm kan skyldes en rekke faktorer som for eksempel vind og ferskvannstilførsel. For å studere disse prosessene i detalj kreves en betydelig mer omfattende undersøkelse enn det som er gjennomført her. Tidevannsstrømmer er imidlertid et regelmessig fenomen som ofte kan estimeres basert på strømmålinger alene, gitt at måleserien er lang nok. I dette prosjektet ble det målt strøm én måned, noe som er tilstrekkelig for en brukbar analyse. Ettersom periodene til de ulike komponentene av tidevannet er kjente, kan man søke systematisk etter dem i måleserien og dermed estimere tidevannets bidrag til variabiliteten i det totale strømbildet. Den vanligste teknikken for å gjøre dette kalles harmonisk analyse. Den harmoniske analysen i denne studien ble utført med programvaren MATLAB og programpakken T-Tide (Pawlowicz et al., 2009). Bidraget fra strømmen som ikke kan forklares som tidevann kalles reststrøm. Totalstrømmen er da summen av bidragene fra tidevannsstrøm og reststrøm.

For å illustrere styrkeforholdet mellom ulike kilder til variabilitet er det også beregnet variansellipser for hver av komponentene tidevannsstrøm, reststrøm og totalstrøm. (Appendiks 2). En variansellipse forteller noe om graden av variabilitet. Forholdet mellom middelstrømvektor og variansellipse for strøm, kan sammenlignes med forholdet mellom middelerdi (gjennomsnitt) og standardavvik for andre datasett (for eksempel temperatur). Dersom standardavviket er lite i forhold til middelerdien vil verdiene over tid variere lite og ligge nært middelerdien. På samme måte, dersom en variansellipse er liten i forhold til middelstrømvektoren, vil strømmen på ulike tidspunkter avvike lite fra middelstrømvektoren. I andre tilfeller, for eksempel i områder med sterk strøm og sterkt skiftende strømretning, vil variansellipsen være stor i forhold til middelstrømvektoren, og middelstrømvektoren er da generelt ikke representativ for strømmen på et gitt tidspunkt.

Det er ikke bare størrelsen på ellipsen som forteller noe om strømbildet; formen og orienteringen er også viktig. Dersom ellipsen er nesten helt rund betyr dette at avviket fra middelstrømvektoren på et gitt tidspunkt kan være i hvilken som helst retning. På den andre siden, dersom en ellipse er smal viser orienteringen til ellipsen hvilke retninger avviket fra middelstrømvektoren sannsynligvis vil ha. En annen måte å tenke på dette på er å se for seg at variansellipsen er plassert med sentrum i enden på middelstrømvektoren. Da vil området som dekkes av ellipsen være det området strømvektoren på et gitt tidspunkt mest sannsynlig vil holde seg innenfor.

Den røde variansellipsen for tidevann må ikke forveksles med tidevannsellipser som det er vanlig å plote for de forskjellige tidevannskonstituentene. I vårt tilfelle viser ellipsen retning og størrelse til ett standardavvik av variabiliteten forårsaket av tidevannsstrøm når alle tidevannskonstituentene bidrar.

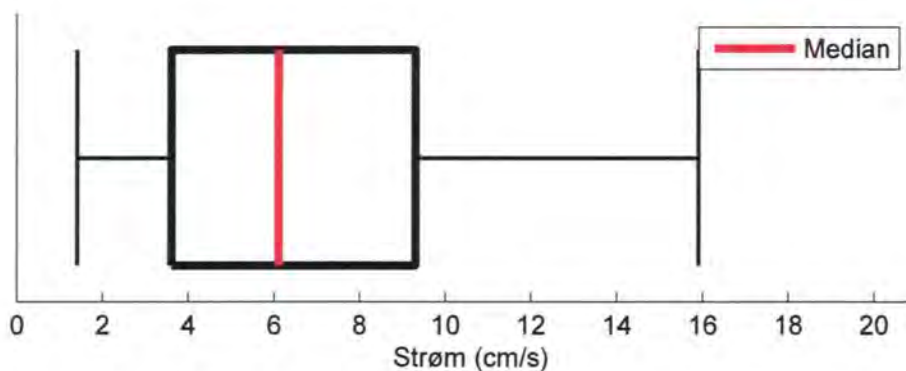
## 3 Resultater

### 3.1 Strømstyrke

Et boks-plot over strømstyrke uavhengig av retning er vist i Figur 3. Medianen, dvs. den midterste verdien i strømstyrke når denne er sortert i stigende rekkefølge, er brukt for vise sentraliteten i strømstyrken (rød linje i figuren). Dette målet tar ikke hensyn til størrelsen på målingene og er dermed lite sensitivt til ekstremverdier som kan skyldes enkeltstående tilfeller av veldig sterk strøm eller målefeil. Dette er et robust mål i tilfeller der fordelingen av måledata har én dominerende strømstyrke (dvs. én topp i et fordelingsdiagram, se Figur 10).

Median strømstyrke i måleperioden var 6.1 cm/s. 25-prosentilen var 3.6 cm/s og 75-prosentilen var 9.3 cm/s. 90 % av målingene ble funnet i intervallet 1.4 – 15.9 cm/s (5-prosentil – 95-prosentilen, se også Figur 9).

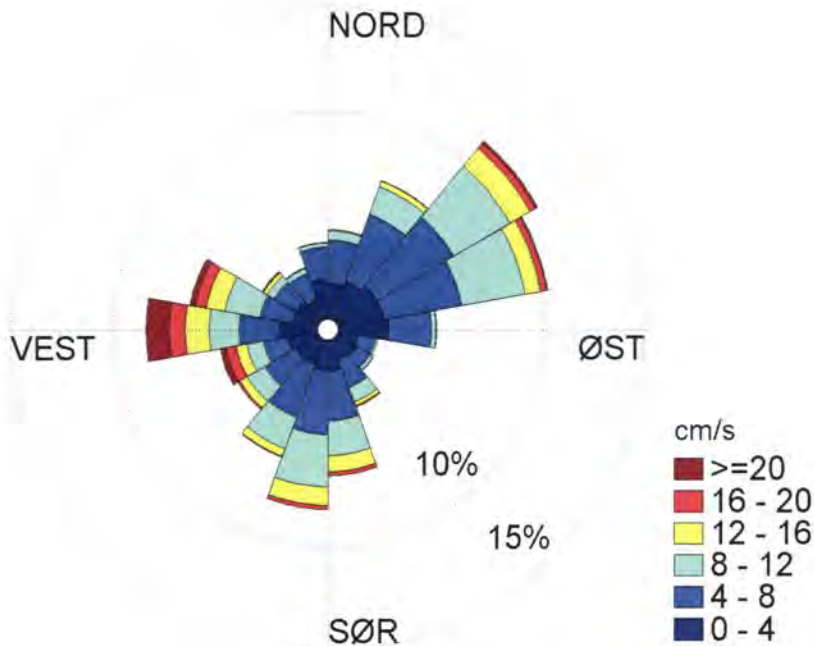
Også strømstyrker høyere enn det som er vist i Figur 3 ble observert i måleperioden. For eksempel var maksimal strøm over 30 cm/s (Figur 8, Appendiks 1). Dette var imidlertid uvanlig i måleperioden. Dersom en antar at resultatene for vår måleperiode er representativ for normaltstanden til strømstyrken for denne lokaliteten, vil strømstyrker over 95-prosentilen (15.9 cm/s) kun forekomme 5 % av tiden.



Figur 3. Boks-plot av strømstyrke. Den svarte boksen viser spennet i strømstyrke mellom 25-prosentil og 75-prosentil, dvs. at denne boksen inkluderer 50 % av alle målingene. Den røde linja viser medianen. De svarte horisontale linjene viser 5-prosentil og 95-prosentil, dvs. at 90 % av alle målingene ligger i dette intervallet.

### 3.2 Strømretning

Retningsfordelingen til strømmen er vist i Figur 4 (se også Figur 11). Det ble registrert strøm i alle retninger i måleperioden, men det var likevel tre tydelige hovedstrømretninger; mot nordøst, sør og vest. Dette mønsteret skyldes sannsynligvis at strømmåleren var plassert ved enden av Holmen som er orientert langs en akse fra sørvest til nordøst. Strøm mot sørvest er derfor ikke mulig og strøm mot Holmen må enten ta retning inn i havneområdet (mot sør) eller mot utsiden av Holmen (mot vest). Strømmen var generelt sterkest når strømretningen var mot vest.



Figur 4. Strømrose som viser retningsfordeling og strømstyrkefordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke (se fargeskala) innenfor hver enkelt sektor. For eksempel, jo mer lyseblå farge i en sektor, desto mer strøm med styrke 4 – 8 cm/s i den retningen.

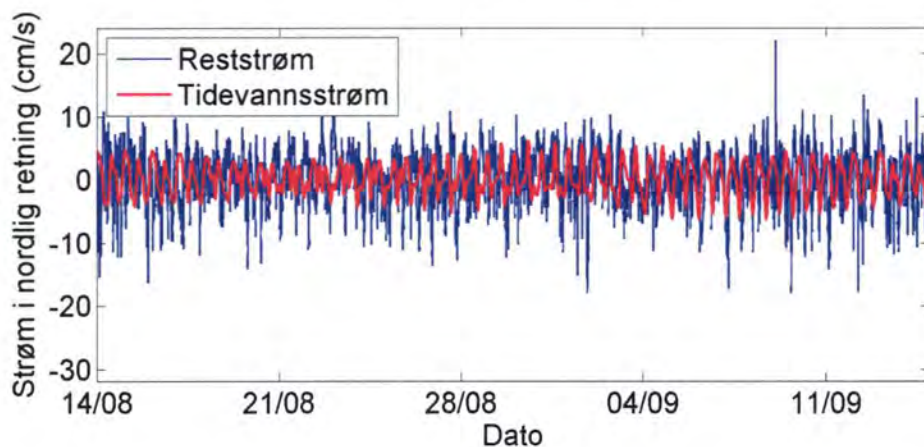
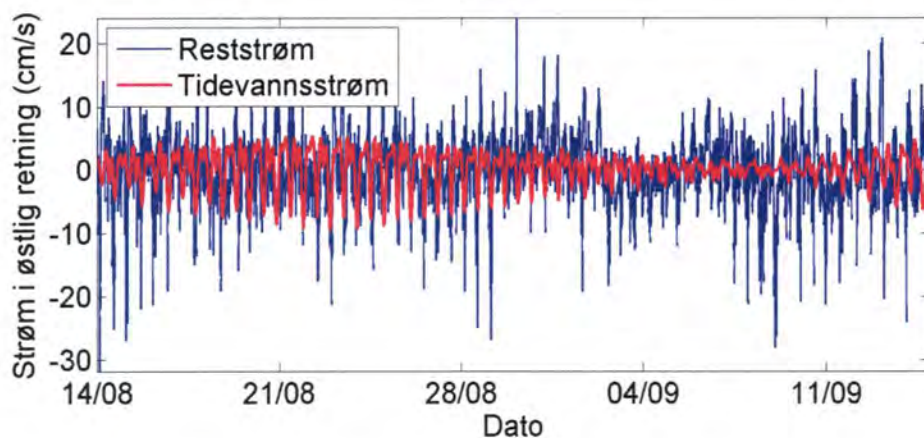
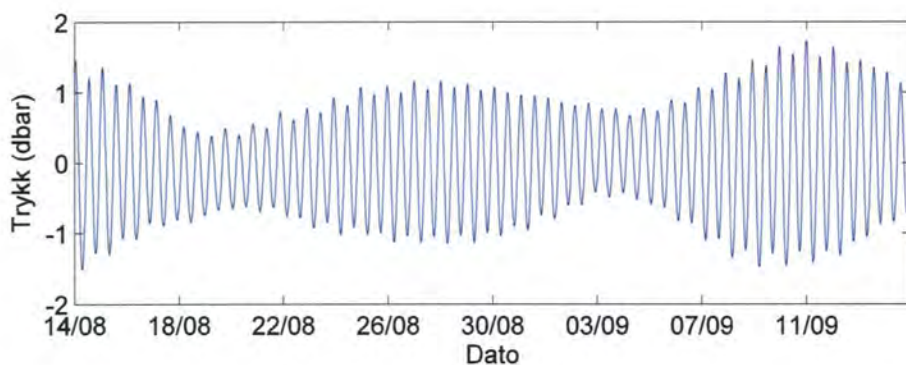
### 3.3 Variabilitet – tidevannsstrøm og reststrøm

For å skille ut tidevannskomponenten av strømmen ble det foretatt en harmonisk analyse av strømmen. Den målte trykkvariasjonen og resultatet av tidevannsanalysen er vist i Figur 5. Den øverste kurven viser variasjonen i trykket (middelverdien er trukket fra) som målt på instrumentet. Trykket bestemmes i hovedsak av tyngden til vannet over måleinstrumentet og ettersom vannstanden fortrinnsvis varierer med tidevannet, gir trykkmålingene en god indikasjon på tidevannsvariasjon i området. Tidevannssignalet i trykkmålingene var tydelig, med flo og fjære ca. to ganger per dag (halvdaglig), i tillegg til en halvmånedlig variasjon i amplituden til flo/fjære. Dette er et vanlig variasjonsmønster i Nord-Norge.

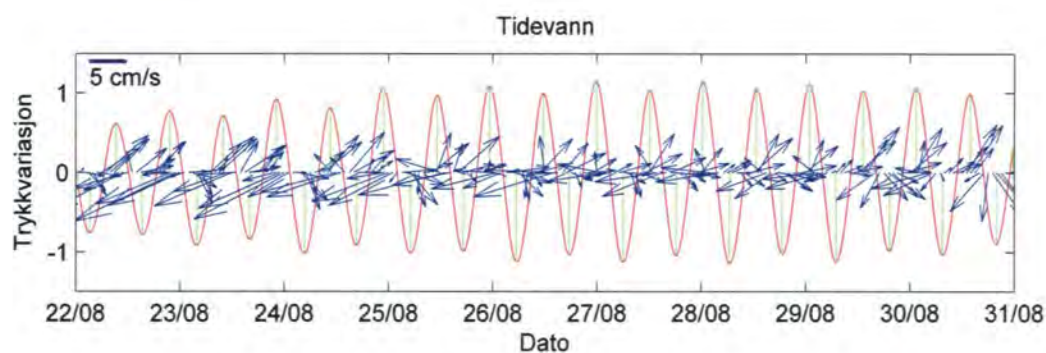
Den estimerte tidevannskomponenten i strømmen på lokaliteten er vist i midterste (øst-vest-retning) og nederste kurve (nord-sør-retning) i Figur 5 med rød linje. Generelt gir denne tidevannsanalysen gode resultater, men det er viktig å huske på at dette er et estimat og ikke alltid en helt nøyaktig representasjon av tidevannsstrømmen. I dette tilfellet viser analysen at maksimal tidevannsstrøm var 10.3 cm/s, og gjennomsnittlig tidevannsstrøm var 3.5 cm/s. Retningen på tidevannsstrømmen varierte mye, og tidevannsstrøm i alle de tre hovedstrømretningene forekom i tidsperioden mellom ett høyvann til det neste (Figur 6).

Reststrømmen i måleperioden varierte mye i styrke og retning. Maksimal styrke på reststrømmen var over 30 cm/s, men så høye verdier forekom sjelden og reststrømmen hadde en middelverdi på 6.3 cm/s.





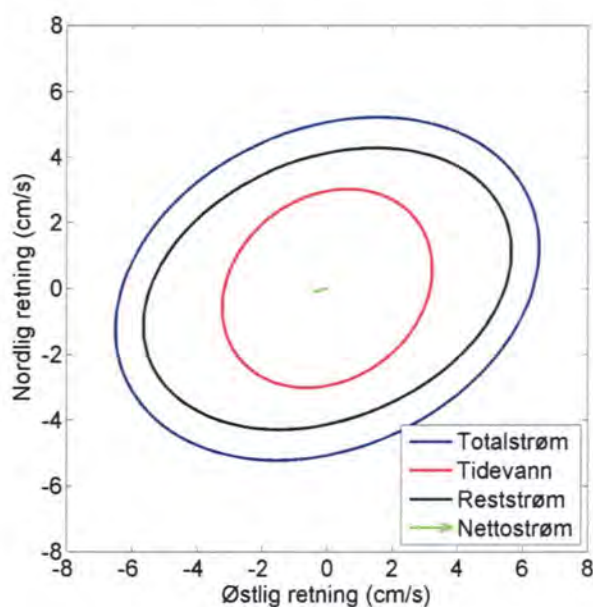
Figur 5. Trykkvariasjon (øverst) og estimert tidevannsstrøm og reststrøm (midten og nederst). Tidevannsanalysen er gjort for strømdata dekomponert i strøm mot øst (midten) og strøm mot nord (nederst). Negative verdier indikerer strøm mot vest og sør. Den røde kurven viser estimert tidevannsstrøm, og den blå kurven viser reststrømmen.



Figur 6. Estimert tidevannsstrøm for siste uke av august 2014. Blå piler viser retning og styrke til estimert tidevannsstrøm. Resultatet er basert på harmonisk analyse av strøm på 8 m dyp. Den røde kurven viser variasjonen i trykket som ble målt av trykksensoren på strømmålerinstrumentet. Middelerdien er trukket fra slik at kurven varierer rundt null. Dette er en god approksimasjon på vannstandsvariasjonen. De grønne vertikale linjene markerer tidspunkt for flo og fjære.

For å oppsummere størrelsesforholdet mellom ulike kilder til variabilitet vises middelstrømvektorer (nettostrøm) sammen med tilhørende variansellipser for tidevann reststrøm og totalstrøm i Figur 7. Den blå ellipsen er estimert fra det totale strømbildet, den svarte ellipsen er estimert fra reststrømmen og den røde ellipsen er estimert fra tidevannpredikasjonen for måleserien. Nettostrømmen er gitt i grønt.

Det var en svært svak, nesten ubetydelig nettostrøm, mot sørvest i måleperioden. Denne var følgelig liten i forhold til variansellipsene. Det betyr at strømmen på et gitt tidspunkt vanligvis avvek betydelig fra gjennomsnittssituasjonen. Variansellipsene og Figur 5 indikerer at tidevannsstrømmer utgjør en betydelig del av totalstrømmen i området.



Figur 7. Middelstrømvektor (nettostrøm, grønn pil) og variansellipser for tidevannsstrøm (rød), reststrøm (sort) og nettostrøm (blå).

## 4 Oppsummering og diskusjon

---

En rekke faktorer er med på å bestemme strømbildet i et område. Strømmen på et gitt sted vil til enhver tid påvirkes av ulike drivkrefter der noen opptrer regelmessig mens andre er uregelmessige. Strømmer påvirkes blant annet av vannstandsvariasjoner på grunn av tidevann, ferskvannstilførsel, vind, topografi, og potensielt også storskala sirkulasjon i det større området som fjorden er en del av. Sirkulasjonen i kystnære områder kan derfor være komplisert og ofte svært variabel, både i tid og rom.

I dette prosjektet har det vært målt strøm på ca. 8 m dyp rett utenfor Holmen ved Sandnessjøen i Nordland. Totaldypet på lokaliteten er bare ca. 12 m og det er rimelig å anta at resultatene fra 8 m i forholdsvis stor grad vil være representative for store deler av vannsøylen. Median strømstyrke var 6.1 cm/s, men strømstyrker over 30 cm/s forekom også i måleperioden. Så sterk strøm var imidlertid svært sjelden og 90 % av målingene hadde strømstyrkeverdier mellom 1.4 – 15.9 cm/s.

Retningsfordelingen til strømmen på lokaliteten bestemmes i stor grad av topografien i området. Holmen blokkerer muligheten for strøm mot sørvest og strømmen hadde tre dominerende hovedretninger; mot nordøst, sør og vest.



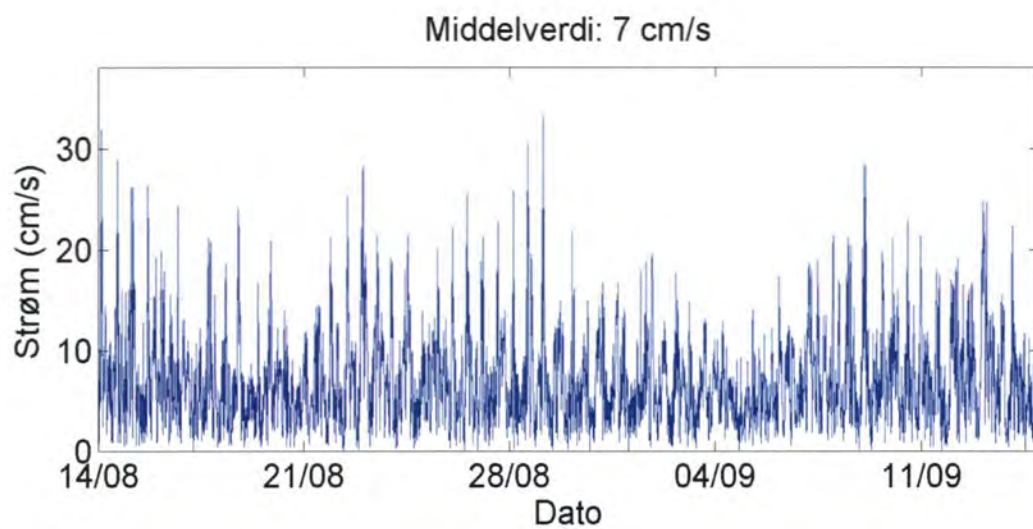
## 5 Referanser

---

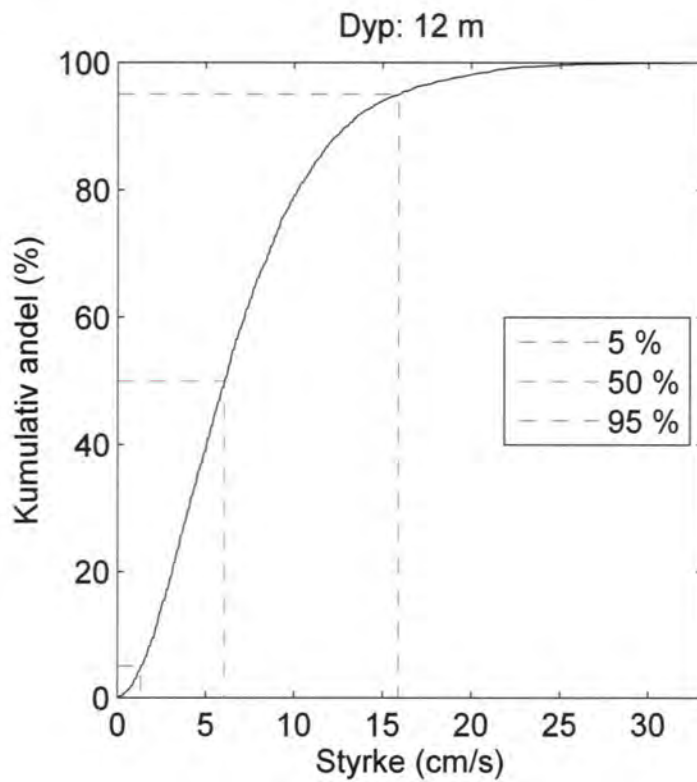
**Pawlowicz, R., B. Beardsley, and S. Lentz**, "Classical Tidal "Harmonic Analysis Including Error Estimates in MATLAB using t\_tide", Computers and Geosciences, 28, 929-937 (2002).

## Appendiks 1

---

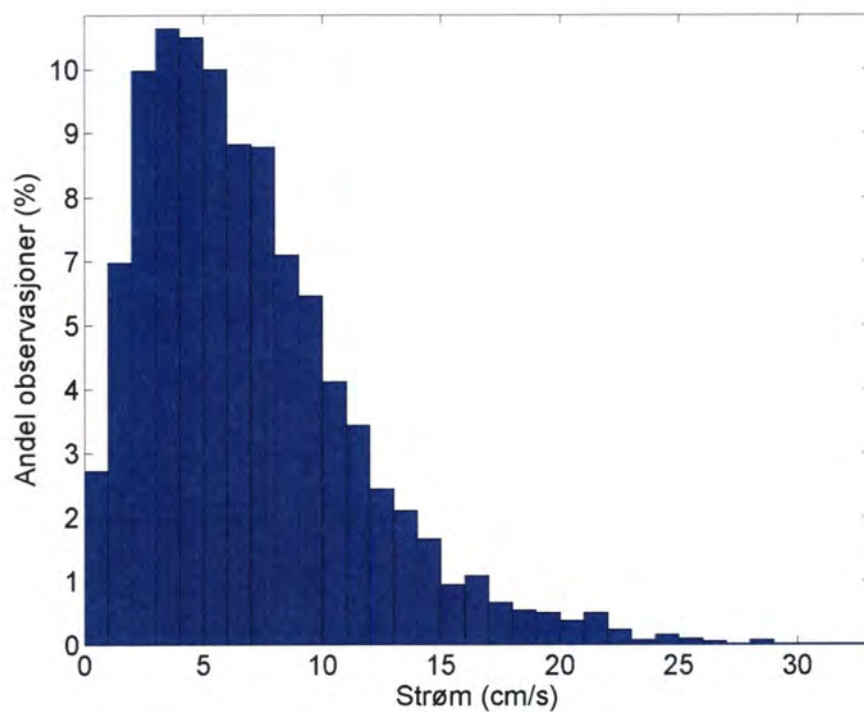


Figur 8. Strøm uavhengig av retning. Middelverdien er gitt over figuren.

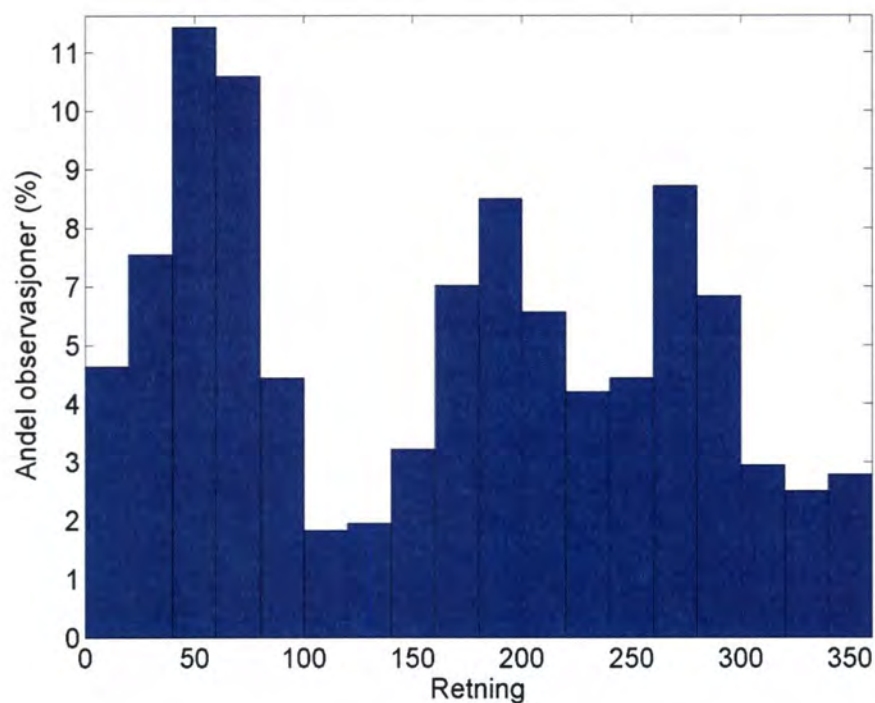


Figur 9. Prosentvis kumulativ fordeling av strømstyrke. Stiplet rød linje markerer 50 % grensen (50 % av strømmålingene var lavere enn denne verdien). Nedre stiplet blå linje markerer 5 % grensen og øvre stiplet blå linje markerer 95 % linjen (disse verdiene samsvarer med de brukt i Figur 3).

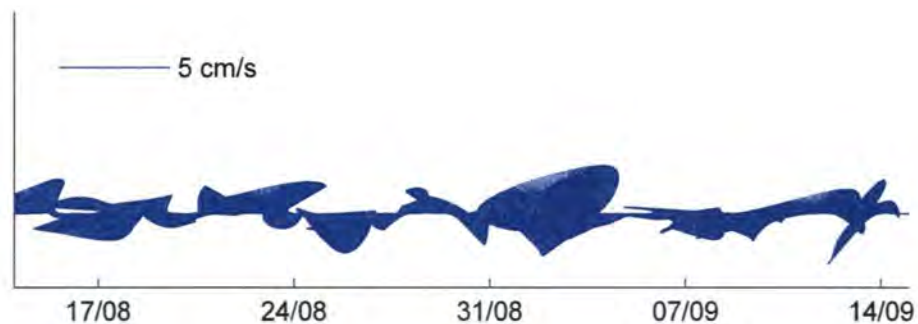




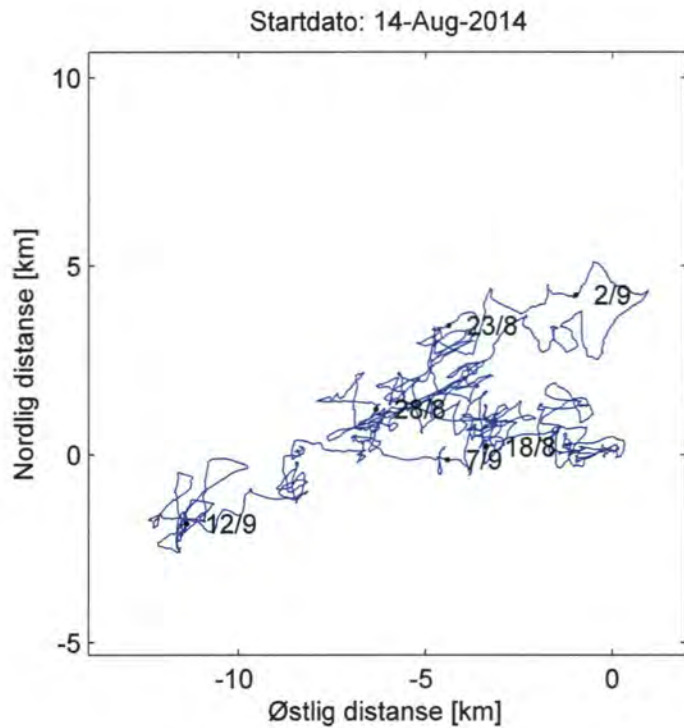
Figur 10. Histogram med fordeling av strømstyrke.



Figur 11. Histogram med retningsfordeling. Retningsintervallene er 20 grader.

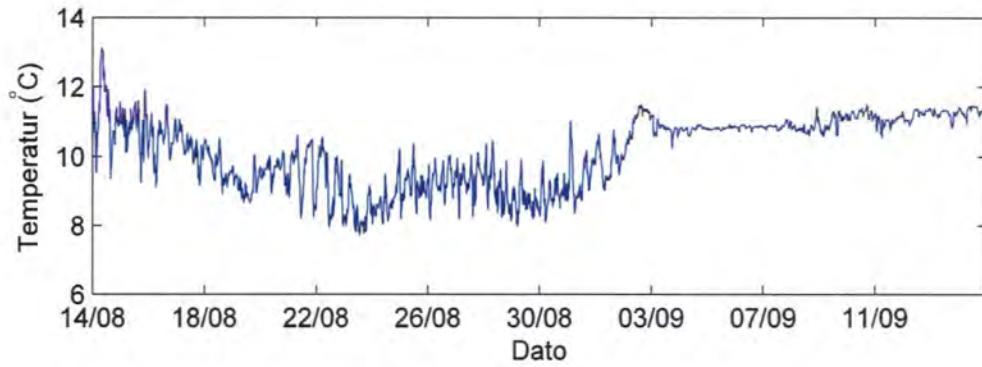


Figur 12. Lav-pass-filtrert strømhastighet, De blå pilene viser strømstyrke og retning gjennom tidsserien, der nord er oppover, sør nedover, øst mot høyre og vest mot venstre. Lengden på en strømhastighet på 5 cm/s er vist ved linjen øverst i figuren. Dataserien er glattet med ett døgnsløpende middel for bedre visualisering av strømmønsteret på tidsskala over 24 timer. Slik midling vil i praksis bety at tidevannsstrømmen er filtrert bort.

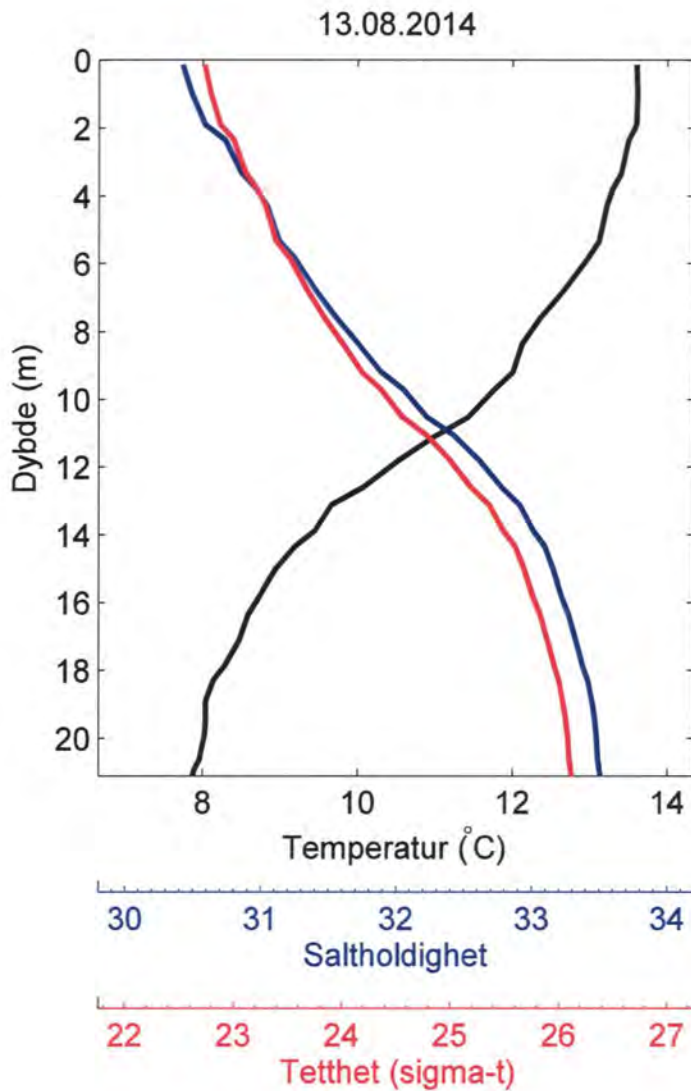


Figur 13. Progressive vektor-diagram. Disse diagrammene viser hvordan en partikkel med samme oppdrift og egenvekt som vannmassen ville beveget seg gjennom måleperioden dersom den ble transportert med strømmen som målt på lokaliteten.





Figur 14. Temperatur fra instrumentdypet (12 m).



Figur 15. Vertikalprofiler av temperatur, saltholdighet, tetthet (sigma-t) og turbiditet. Målingene ble utført på posisjonen til strømmålerriiggen 13. august 2014.

## Appendiks 2

---

### Matematisk utregning av variansellipser

Variansellipsen ble beregnet ved hjelp av ligningene 1.1 – 1.4, og kovarians-matrisen til de to hastighetskomponentene  $u$  og  $v$ .

$$\text{cov}(u, v) = \begin{bmatrix} \sigma_u^2 & C_{vu} \\ C_{uv} & \sigma_v^2 \end{bmatrix} \quad (1.1)$$

$$\varphi = \frac{1}{2} \left( \tan^{-1} \left( \frac{\sigma_u^2 - \sigma_v^2}{2 + C_{uv}} \right) + \frac{\pi}{2} \left( \frac{\sigma_u^2 - \sigma_v^2}{|\sigma_u^2 - \sigma_v^2|} \right) \left( 1 - \frac{2 + C_{uv}}{|2 + C_{uv}|} \right) \right) \quad (1.2)$$

$$a = \sigma_u^2 \cos^2(\varphi) + C_{uv} \sin(2\varphi) + \sigma_v^2 \cos^2(\varphi) \quad (1.3)$$

$$b = \sigma_u^2 \cos^2 \left( \varphi + \frac{\pi}{2} \right) + C_{uv} \sin \left( 2 \left( \varphi + \frac{\pi}{2} \right) \right) + \sigma_v^2 \cos^2 \left( \varphi + \frac{\pi}{2} \right) \quad (1.4)$$

$\sigma_u^2$  og  $\sigma_v^2$  er variansen til henholdsvis  $u$  og  $v$ ,  $C_{uv}$  er kovariansen til  $u$  og  $v$ ,  $\varphi$  er vinkelen mellom  $x$ -aksen ( $u$ -retning) og retning hvor man finner maks varians i hastighetsdataene.  $a$  og  $b$  er lengdene til halvaksene i variansellipsen,  $a$  er lengden til halve hovedaksen og  $b$  er lengden på korteste halvakse.

Beregnet til  
**Kystverket**

Dokument type  
**Miljøteknisk rapport**

Dato  
**Oktober, 2014**

# SANDNESSJØEN UNDERSØKELSER AV SEDIMENTER OG NATURMANGFOLD





**SANDNESSJØEN  
UNDERSØKELSER AV SEDIMENTER OG  
NATURMANGFOLD**

Revisjon **00**  
Dato **2014/10/08**  
Utført av **Maria Kaurin**  
Kontrollert av **Aud Helland**  
Godkjent av **Maria Kaurin**  
Beskrivelse **Rapport**

Ref. 1350003433

Rambøll  
Hoffsveien 4  
Postboks 427  
Skøyen  
N-0213 Oslo  
T +47 22 51 80 00  
www.ramboll.no

## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>1.</b>	<b>Innledning</b>	<b>1</b>
1.1	Områdebeskrivelse	1
<b>2.</b>	<b>metode</b>	<b>2</b>
2.1	Sedimentprøvetaking	2
2.2	Analyser	3
2.3	Risikovurdering	3
<b>3.</b>	<b>Resultater og diskusjon</b>	<b>5</b>
3.1	Feltobservasjoner	5
3.2	Analyser	5
3.3	Naturmangfoldloven og vanndirektivet	7
<b>4.</b>	<b>Referanser</b>	<b>8</b>

## VEDLEGG

### **Vedlegg 1**

Feltlogg

### **Vedlegg 2**

Analyserapport

## 1. INNLEDNING

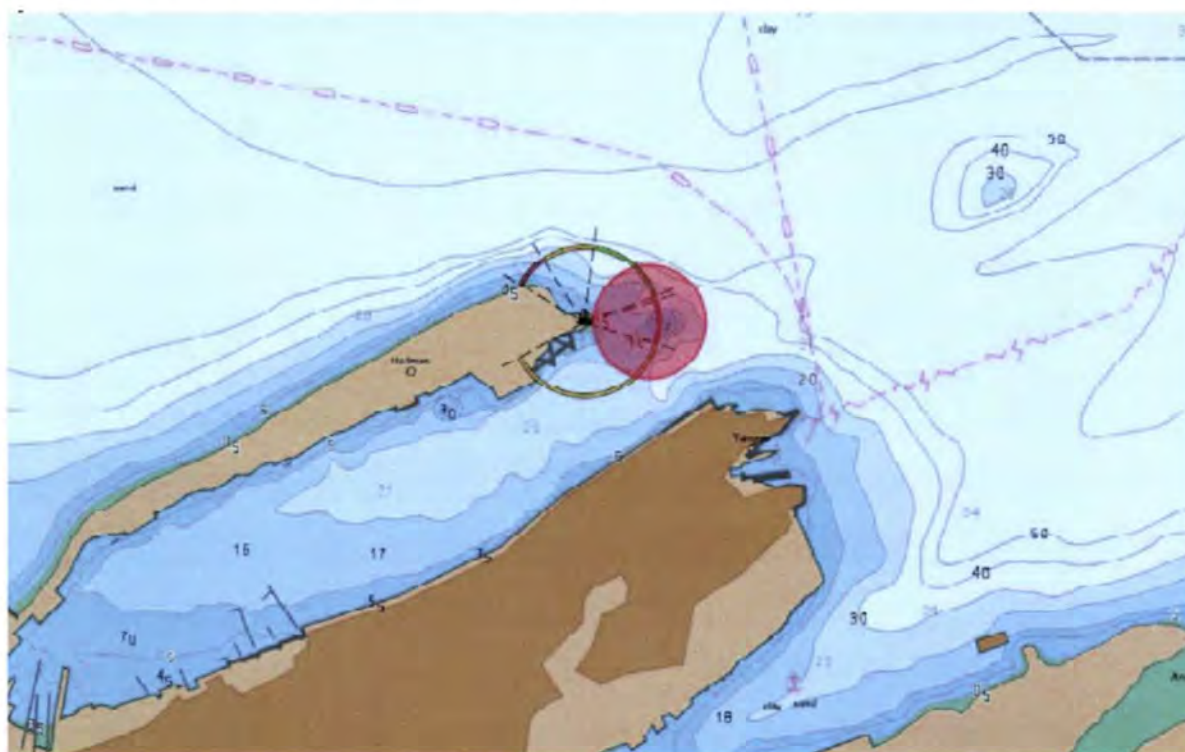
### 1.1 Bakgrunn

Kystverket skal utdype en grunne ved innløpet til Sandnessjøen havn. Som en del av et forprosjekt ønsker kystverket Miljøtekniske undersøkelser av grunnen.

### 1.1 Områdebeskrivelse

Området som skal utdypes ligger på den nordvestlige siden av innseilingen til Sandnessjøen havn. Grunnen som ønskes fjernet ligger på 7,7 meters dyp, det er planlagt utdyping til 13 m. I området rundt er dypet mellom 9,3 og 34 m. Basert på utdyping ned til -13 m og Kystverkets karttjeneste har Rambøll beregnet at utdypingsområdet er ca. 5 000 m<sup>2</sup> (Figur 2). Området består både av fjell og løsmasser, så både sprengning og mudring vil være aktuelt tiltak for å oppnå ønsket dyp.

Det ligger flere potensielle kilder til forurensning i nærheten av tiltaksområdet, blant annet ligger Helgelandsbase i havneområdet. Aktiviteten her er knyttet til logistikk og havn, yardservice, tekniske tjenester og eiendom. Annen potensielt forurensende aktivitet i havneområdet inkluderer Nordmiljø (avfallshåndtering), Høvdingen skipsopphuggeri, deponi og skipstrafikk. Det er kostholdsråd for havneområdet grunnet uakseptable konsentrasjoner av PAH i blåskjell.



Figur 1: Skisse av Sandnessjøen havn. Tiltaksområdet er merket med rød sirkel.





Figur 2: Oversiktskart over tiltaksområdets plassering. Tiltaksområdet er merket med rød sirkel

## 2. METODE

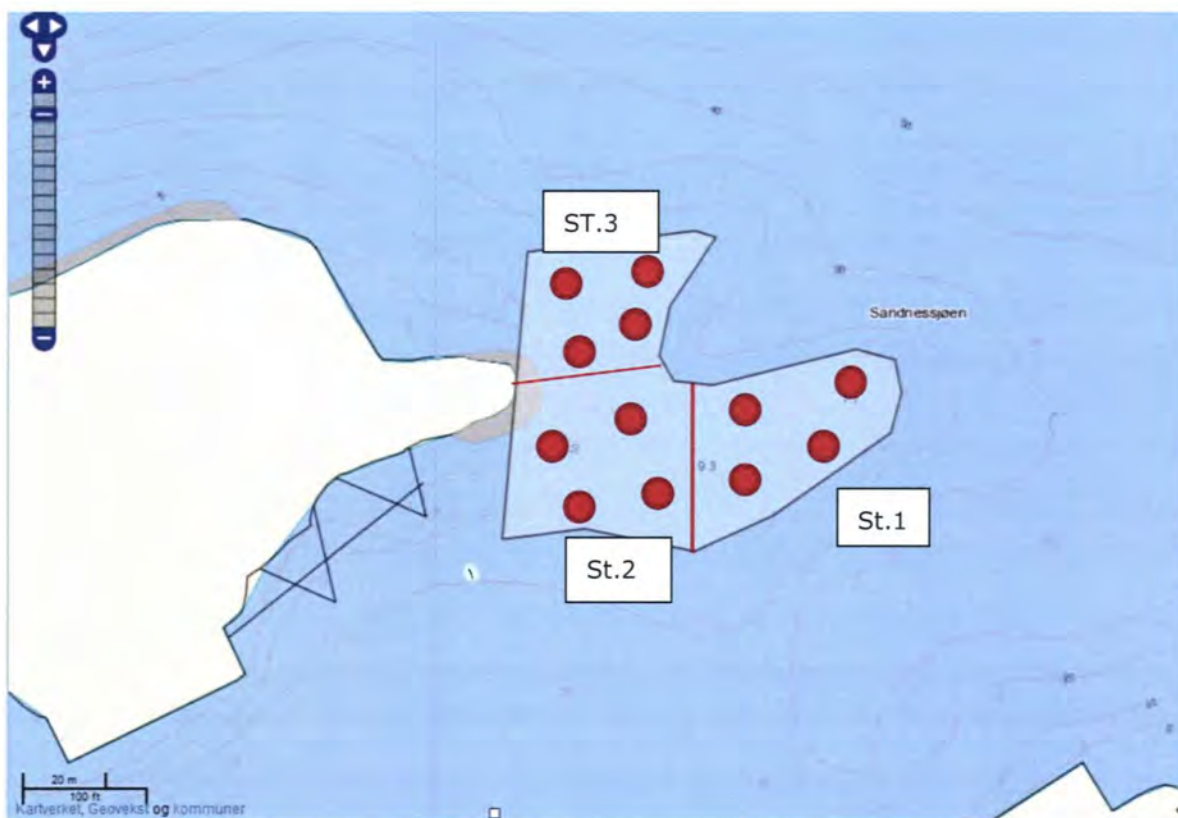
### 2.1 Sedimentprøvetaking

Rambøll har beregnet at utdypingsområdet er ca. 5 000 m<sup>2</sup> (Figur 2). I henhold til retningslinjer gitt i Miljødirektorates *Veileder for risikovurdering av forurenset sediment* (TA2802/2011) bør det ved risikovurdering av områder mindre enn 30 000m<sup>2</sup> tas minimum tre blandprøver av sedimentet for å dokumentere miljøtilstanden i tiltaksområdet. Hver av disse blandprøvene skal bestå av 4 enkeltprøver.

Feltundersøkelser ble utført av en miljørådgiver fra Rambøll den 19-20 juni 2014. Miljødirektoratets *Veileder for håndtering av sedimenter* (TA-2960/2012) anbefaler kjerneprøver ved prøvetaking i mudrings/utdypingsprosjekter. Prøvetakingen ble gjennomført av dykker med håndholdt kjerneprøvetaker. Dykker måtte gjøre flere forsøk for å oppnå tilstrekkelig kjernelengde.

Under prøvetakingen ble sedimentkjernene fotografert og beskrevet. De øverste 10 cm fra fire og fire kjerner ble tatt ut og blandet til overflateprøver før sedimentet ble ført over i diffusjonstette rilsanposer. Det resterende sedimentet ble lagt på kjøll. Sedimentprøvene ble umiddelbart lagret i lystette kjølebagger. Prøvene ble deretter fraktet med fly til Oslo og levert til ALS.

Prøveplan er vist i fig 2. Når prøvetaking av bunnsediment gjennomføres med dykker er det vanlig at en følger dykkerens bobler. På denne måten kan posisjon for prøvetaking fastsettes. Under prøvetaking var det urolig sjø og dykkerens bobler var ikke synlige. Det var derfor vanskelig å oppgi eksakt posisjon for prøvetaking. Dykkeren oppga imidlertid at han ut i fra bunnkartet hadde vært nær punktene (+/- 10 m). Ved stasjon 2 måtte mistet dykker den kjernen som ble tatt nærmest moloen. Prøve 2 består derfor bare av 3 kjerneprøver i stedet for 4.



Figur 3. Prøveområdet ved innseilingen til Sandnessjøen havn er skravert lyseblått. Arealet utgjør ca. 5000 m<sup>2</sup>. Omtrentlig plassering av prøvepunktene er markert med røde sirkler.

## 2.2 Analyser

Sedimentprøvene ble analysert for innhold av metaller PAH16, PCB7, og TBT. Det ble også gjennomført en enkel kornfordeling ( $< 63 \mu\text{m}$  og  $< 2\mu\text{m}$ ), samt en måling av organisk karbon (TOC) i prøvene. Alle analyser ble utført av ALS Scandinavia som er akkreditert for denne typen analyser.

## 2.3 Risikovurdering

Basert på analyseresultatene ble det utført risikovurdering for forurensete sedimenter for samtlige områder. Risikovurderingen ble utført i tråd med Veileder for risikovurdering av forurenset sediment [1]. Risikovurderingen er en trinnvis prosess:

Trinn 1 av risikovurderingen er generell og går ut på å sammenlikne miljøgiftkonsentrasjonen med grenseverdier for økologiske effekter (Tabell 1). Grenseverdiene er gitt av Miljødirektoratets Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann [2]. Med unntak av TBT er grenseverdien for akseptabel risiko forbundet med hver miljøgift satt til øvre grense til tilstandsklasse II. For TBT er det en forvaltningsmessig grenseverdi på  $35 \mu\text{g}/\text{kg}$  som er gjeldende.



Tabell 1. Klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller og organiske miljøgifter i sedimenter.

Parameter	Enhet	I Ubetydelig forurenset/ Bakgrunnsnivå	II Moderat forurenset/ God kvalitet	III Markert forurenset/ Moderat kvalitet	IV Sterkt forurenset/ Dårlig kvalitet	V Meget sterkt forurenset/ Svært dårlig kvalitet
Tørrstoff	%					
Arsen	mg/kg	<20	20-52	52-76	76-580	>580
Bly	mg/kg	<30	30-83	83-100	100-720	>720
Kadmium	mg/kg	<0,25	0,25-2,6	2,6-15	15-140	>140
Kobber	mg/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220
Krom	mg/kg	<70	70-560	560-5900	5900-59000	>59000
Kvikksølv	mg/kg	<0,15	0,15-0,63	0,63-0,86	0,86-1,6	>1,6
Nikkel	mg/kg	<30	30-46	46-120	120-840	>840
Sink	mg/kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
Naftalen	mg/kg	<0,002	0,002-0,29	0,29-1	01-02	>2
Acenaftalen	mg/kg	<0,0016	0,0016-0,033	0,033-0,085	0,085-0,85	>0,85
Acenaften	mg/kg	<0,0048	0,0048-0,16	0,16-0,36	0,36-3,6	>3,6
Fluoren	mg/kg	<0,0068	0,0068-0,26	0,26-0,51	0,51-5,1	>5,1
Fenantren	mg/kg	<0,0068	0,0068-0,5	0,5-1,2	1,2-2,3	>2,3
Antracen	mg/kg	<0,0012	0,0012-0,031	0,031-0,1	0,1-1	>1
Fluoranthen	mg/kg	<0,008	0,008-0,17	0,17-1,3	1,3-2,6	>2,6
Pyren	mg/kg	<0,0052	0,0052-0,28	0,28-2,8	2,8-5,6	>5,6
Benzo[a]antracen	mg/kg	<0,0036	0,0036-0,06	0,06-0,09	0,09-0,9	>0,9
Chrysen	mg/kg	<0,0044	0,0044-0,28	0,28-0,28	0,28-0,56	>0,56
Benzo[b]fluoranten	mg/kg	<0,046	0,046-0,24	0,24-0,49	0,49-4,9	>4,9
Benzo[k]fluoranten	mg/kg		<0,21	0,21-0,48	0,48-4,8	>4,8
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,006	0,006-0,42	0,42-0,83	0,83-4,2	>4,2
Indeno[123cd]pyren	mg/kg	<0,02	0,02-0,047	0,047-0,07	0,07-0,7	>0,7
Dibenzo[ah]antracen	mg/kg	<0,012	0,012-0,59	0,59-1,2	1,2-12	>12
Benzo[ghi]perylene	mg/kg	<0,018	0,018-0,021	0,021-0,031	0,031-0,31	>0,31
PAH16	mg/kg	<0,3	0,3-2	2-6	6-20	>20
PCB7	mg/kg	<0,005	0,005-0,017	0,017-0,19	0,19-1,9	>1,9
TBT forvaltningsmessig	µg/kg	<1	1-5	5-20	20-100	>100

I trinn 2 av risikovurderingen er målet å vurdere risikoen for miljø- og helsemessig skade fra sedimentet. Vurderingen dekker tre uavhengige vurderinger som samsvarer med Miljødirektoratets tre ambisjonsnivåer for den miljøkvalitet det kan være ønskelig å oppnå: Risiko for spredning, risiko for human helse og risiko for effekter på økosystemet. I trinn 2 av risikovurderingen trekkes stedsspesifikke forhold som kornstørrelse, vanddyb, innhold av organisk karbon og human eksponering inn.

Ettersom det skal gjennomføres tiltak i området er det ikke hensiktsmessig å gå videre med risikovurdering utover tilstandsklassifisering av sedimentet. I denne rapporten er derfor kun risikovurdering trinn 1 gjennomført.

## 1.2 Vurdering i forhold til naturmangfoldloven og vanddirektivet

Tiltaksområdet ble også filmet av dykker. Dette ble gjort for å undersøke om det fantes utvalgte naturtyper iht. DN-håndbok 19-2007. Slike naturtyper som er viktige for det biologiske mangfoldet i kystområder og kunnskap om tilstedeværelsen av slike områder er viktig for å kunne vurdere tiltaket opp mot naturmangfoldloven. I tillegg ble data hentet inn fra relevante databaser som Naturbase og Miljøstatus.



## 3. RESULTATER OG DISKUSJON

### 3.1 Feltobservasjoner

Sedimentene var generelt homogene og bestod hovedsakelig av skjellsand med innslag av silt og finstoff. Massene var i hovedsak faste og alle kjernene var luktfrie. Sedimentet lå de fleste steder som et tynt lag over fjell, men berg og stor stein dekket av makroalger stakk flere steder opp av det tynne sandlaget. Det var rikelig med makroalgevekst i området, noe som tydet på at det var hardbunn under det tynne sandlaget flere steder. Det ble gjort forsøk på flere plasser før kjerneprøvetaking kunne gjennomføres. Enkelte steder fant dykker lommer med sediment med et sedimentlag på maksimalt 18 cm.

### 3.2 Analyser

Analyseresultatene fra de 3 overflateprøvene (0-10 cm) er vist i Tabell 2. Kornstørrelseanalysen av prøvene viste at sedimentene ved SS-1, SS-2 og SS-3 inneholdt henholdsvis 99,2 %, 92,5 og 84,5 % sand (>63 µm). Innholdet av leire (<2 µm) i prøvene var lavt og varierte mellom 0,5 % og 1 % for alle prøvene.

Det ble funnet høye konsentrasjoner av TBT i alle blandprøvene. I SS-1 og SS- ble det funnet konsentrasjoner tilsvarende Meget sterkt forurenset/ Svært dårlig kvalitet, mens det i SS-2 ble funnet konsentrasjoner tilsvarende sterkt forurenset/ dårlig tilstand. Det ble også funnet forhøyede verdier av Indeo(123cd)pyren i SS-3 (tilsvarende Markert forurenset/ Moderat kvalitet) Benzo(ghi)antracen tilsvarende Markert forurenset/ Moderat kvalitet i SS-2 og sterkt forurenset/ dårlig tilstand i punkt SS-3. Ellers lå innholdet av miljøgifter i tilstandsklasse God eller tilsvarte bakgrunnsverdier. Resultatene indikerer at sedimentet har økologisk risiko. En ser også at det er sedimentet med høyest andel finstoff som har de høyeste verdiene av PAH.

Tykkelsen på sedimentlaget var variabelt innen området. Det er derfor ikke mulig å gi et eksakt estimat på volumet av løsmasser i tiltaksområdet. Går en ut i fra at det ligger 18 cm (tilsvarende den tykkeste sedimentkjernen) med sediment på hele området, vil dette gi et volum på 900 m<sup>3</sup>. Dette vil etter all sannsynlighet være et overestimat da sedimentlaget var tynnere enn dette i store deler av tiltaksområdet.

Tabell 2: Analyseresultater for sedimentprøver fra innseiling ved Sandnessjøen havn tatt under Rambølls feltarbeid den 19-20 juni 2014. Resultatene er fargekodet etter tilstandsklasser gitt i Miljødirektoratets Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann [2].

Parameter	Enhet	SS-1 (0-10cm)	SS-2 (0-10cm)	SS-3 (0-10cm)
Tørrstoff	%	78,8	76,2	73,6
Arsen	mg/kg	2,19	2,33	2,81
Bly	mg/kg	9	9,9	22,7
Kadmium	mg/kg	0,12	<0.10	0,17
Kobber	mg/kg	22,8	13,4	24,3
Krom	mg/kg	10,1	8,2	13
Kvikksølv	mg/kg	<0.20	<0.20	<0.20
Nikkel	mg/kg	7,1	6,3	9
Sink	mg/kg	27	24,4	55,3
Naftalen	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaftylen	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaften	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoren	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01
Fenantren	mg/kg	<0,01	0,013	0,024
Antracen	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoranthen	mg/kg	<0,01	0,029	0,07
Pyren	mg/kg	<0,01	0,026	0,069
Benzo[a]antracen	mg/kg	<0,01	0,015	0,052
Chrysen	mg/kg	<0,01	0,018	0,077
Benzo[b]fluoranten	mg/kg	0,014	0,03	0,118
Benzo[k]fluoranten	mg/kg	<0,01	0,017	0,057
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,01	0,021	0,088
Indeno[123cd]pyren	mg/kg	0,01	0,016	0,061
Dibenzo[ah]antracen	mg/kg	<0,01	<0,01	0,02
Benzo[ghi]perylen	mg/kg	0,016	0,03	0,087
PAH16	mg/kg	0,04	0,215	0,723
PCB7	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.
TBT forvaltningsmessig	µg/kg	215	94,3	156

### 3.3 Naturmangfoldloven og vanndirektivet

Tiltaksområdet ligger i vannforekomsten Sandnesvågen (0361040500-2C) som er av typen beskyttet fjord/kyst. Den økologiske tilstanden i vannforekomsten er satt til «Svært dårlig», mens den kjemiske tilstanden er udefinert. Den økologiske tilstanden er kun basert på kjente påvirkninger i området og ikke på overvåkningsdata (Vann-nett.no). Gjennomføring av tiltak i området vil føre til fjerning av forurenset sediment og vil således være positivt for tilstanden i området. Både TBT og de to typene av PAH som ble registrert i sedimentene og som overskred grenseverdiene er prioriterte stoffer i henhold til vanndirektivet.

Mudring fører ofte til fare for spredning av forurenset sediment og økt grad av sedimentering. Økt sedimentering og spredning av miljøgifter vil kunne ha en negativ effekt på bunndyr og makroalger. Tiltaksområdet er relativt eksponert, noe som også vises på sedimentsammensetningen. Sedimentene i tiltaksområdet består i all hovedsak av sand, som raskt vil synke ut av vannsøylen og i liten grad transporteres av havstrømmer. Det ansees derfor som lite sannsynlig at tiltaket vil føre til spredning av miljøgifter eller økt sedimentering utenfor tiltaksområdet.

Filming avslørte ingen spesielt verdifulle marine naturtyper. Tiltaksområdet bestod i stor grad av hardbunnsamfunn med tare, rødalger og kalkalger. Det ble også observert et tynt lag av skjellsand i deler av området. Både forekomster av tareskog og skjellsand er ansett som viktige naturtyper hvis de er av en viss størrelse. Forekomstene i tiltaksområdet antas å være små og vurderes derfor ikke som spesielt verdifulle.

Det er heller ikke registret noen verdifulle marine naturtyper i Miljødirektorates databaser (Miljøstatus.no) i tiltaksområdet eller umiddelbar nærhet. Derimot er det registrert to rødlistet arter, Teist (*Cephus grylle*) og Fiskemåke (*Larus canus*) i nærheten av tiltaksområdet. Teist er regnet som å være en sårbar art, mens Fiskemåke er ansett å være nær truet. Det er registrert et beiteområde for Vade- måke og alkefugler av regional viktighet som delvis overlapper med tiltaksområdet. På yttersiden av tiltaksområdet ligger det også et beiteområde av regional viktighet for Vade-, måke og alkefugler. Dette området er en viktig lokalitet for måkefugler vinterstid.

Økt turbiditet i vannsøylen under anleggsfasen vil kunne gi dårligere sikt for fugl under næringsøk. Ettersom det er lite sediment i tiltaksområdet, sedimentet er grovkornet, samt at og tiltaket er av lite omfang, antas det at tiltaket ikke vil påvirke sjøfuglbestandene i området negativt. Sprengningsarbeid vil kunne virke forstyrrende på fisk og sjøfugl, men da dette arbeidet er av begrenset varighet mener en at dette ikke vil påvirke populasjonene negativt. Det er derfor lite sannsynlig at vil tiltaket vil ha negative effekter for økosystemet (§ 10).

Kunnskapsgrunnlaget omkring arters bestandssituasjon, naturtypers utbredelse og økologiske tilstand, samt effekten av påvirkninger i influens og tiltaksområdet (§8 Naturmangfoldloven) ansees å være tilstrekkelig kartlagt. Ettersom naturmangfoldet ansees å være kartlagt i tilstrekkelig grad innen det relevante område vil ikke føre-var prinsippet være relevant i denne saken (§9 Naturmangfoldloven).

Naturmangfoldloven fastslår at kostnader forbudet med å hindre eller begrense skade på naturmangfoldet som tiltaket omfatter dekkes av tiltakshaver, dersom dette ikke er urimelig ut i fra tiltakets og skadens karakter (§11). For at kravene i naturmangfoldloven skal være oppfylt skal det benyttes driftsmetoder og teknikker som så langt som mulig unngår å skade naturmangfoldet (§12 Naturmangfoldloven).





Figur 3: Oversikt over registrerte rødlistede arter (rød sirkel), registrering av sjøfugl (blå sirkel) og beite og overvintringsområdet for sjøfugl (skravert). Kilde: Miljøstatus.no

## 4. REFERANSER

1. Direktoratet for Naturforvaltning (2007), DN-håndbok 19-2007 Kartlegging av marint biologisk mangfold
2. Miljødirektoratet (2011), Veilder for risikovurdering av forurenset sediment TA-2802/2011, s.46.
3. Miljødirektoratet (2007), Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. TA-2229/2007, s. 12
4. [www.miljostatus.no](http://www.miljostatus.no) lastet ned 12.08.2014.
5. [www.vann-nett.no](http://www.vann-nett.no) lastet ned 12.08.2014
6. [www.naturbase.no](http://www.naturbase.no)

## VEDLEGG 1 FELTLOGG

Tabell 3: Feltlogg med beskrivelse av sedimentet. Sa=sand, si=silt

Prøvestasjonskode	Del-prøve	Cm	Kornstr.	Kons.	Farge	Lukt	Kommentar	
SS-1	a	0-3	Sa	fast	beige	ingen	skjellsand	
		3-14	fin sa/ si	fast	gråbrun	ingen		
	b	0-5	Sa	fast	beige	ingen	skjellsand	
		5-16	fin sa/ si	fast	gråbrun	ingen		
	c	0-5	Sa	fast	beige	ingen	skjellsand	
		5-10	fin sa/ si	fast	gråbrun	ingen		
	d	0-17	Sa	fast	grå	ingen	grov skjellsand	
	SS-2	a	0-5	Sa	fast	beige	ingen	skjellsand
			5-18	fin sa/ si	fast	gråbrun	ingen	
		b	0-3	Sa	fast	beige	ingen	skjellsand
3-12			fin sa/ si	fast	gråbrun	ingen		
c		0-17	Sa /si	fast	grå	ingen	skjellsand, mørkere enn øvrige	
d							Forkastet da dykker mistet kjerneprøve	
SS-3		a	0-3	Sa	fast	beige	ingen	skjellsand
			3-12	fin sa/ si	fast	gråbrun	ingen	
	b	0-3	Sa	fast	grå	ingen	skjellsand	
		3-17	fin sa/ si	mindre fast	gråbrun	ingen	mindre fast enn øvrige	
	c	0-7	grov Sa	fast	brun	ingen	grovere skjellsand	
		7-17	fin sa/ si	fast	grå	ingen		
	d	0-6	grov Sa	fast	brun	ingen	grov skjellsand	
		6-15	fin sa/ si	fast	grå	ingen		





Registrert 2014-06-25 10:20  
 Utstedt 2014-07-04

Rambøll Norge AS  
 Hans Olav Sømme

Pb.427 Skøyen  
 N-0213 Oslo

Prosjekt Sandnessjøen  
 Bestnr 1350003433

## Analyse av sediment

Deres prøvenavn	SS-1 (0-10cm) Sediment/slam					
Labnummer	N00310340					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	78.8	7.88	%	1	1	JIBJ
Vanninnhold	21.2	2.12	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	92.2	9.2	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	0.6	0.06	%	1	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
TOC	0.927		% TS	1	1	JIBJ
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen <sup>^</sup>	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	14	4.31	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	16	4.90	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	10	3.06	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16*	40.0		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene <sup>^*</sup>	24.0		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
As (Arsen)	2.19	0.44	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	9.0	1.8	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	22.8	4.55	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	10.1	2.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ





Deres prøvenavn	<b>SS-1 (0-10cm)</b>					
	<b>Sediment/slam</b>					
Labnummer	N00310340					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Cd (Kadmium)</b>	<b>0.12</b>	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
<b>Hg (Kvikksølv)</b>	<b>&lt;0.20</b>		mg/kg TS	1	1	JIBJ
<b>Ni (Nikkel)</b>	<b>7.1</b>	1.4	mg/kg TS	1	1	JIBJ
<b>Zn (Sink)</b>	<b>27.0</b>	5.4	mg/kg TS	1	1	JIBJ
<b>Tørrstoff (L)</b>	<b>71.0</b>	2	%	2	V	ERAN
<b>Monobutyltinnkation</b>	<b>30.7</b>	12.2	µg/kg TS	2	C	ERAN
<b>Dibutyltinnkation</b>	<b>31.9</b>	12.6	µg/kg TS	2	C	ERAN
<b>Tributyltinnkation</b>	<b>215</b>	68.8	µg/kg TS	2	C	ERAN



Deres prøvenavn	<b>SS-2 (0-10cm)</b>					
	<b>Sediment/slam</b>					
Labnummer	N00310341					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	76.2	7.62	%	1	1	JIBJ
Vanninnhold	23.8	2.38	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	92.5	9.2	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	0.5	0.05	%	1	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
TOC	<0.920		% TS	1	1	JIBJ
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftylene	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	13	4.04	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	29	8.69	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	26	7.98	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	15	4.51	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen <sup>^</sup>	18	5.39	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	30	9.18	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	17	5.16	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	21	6.22	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	30	9.14	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	16	4.82	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16 <sup>*</sup>	215		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene <sup>^*</sup>	117		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PCB-7 <sup>*</sup>	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
As (Arsen)	2.33	0.46	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	9.9	2.0	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	13.4	2.67	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	8.20	1.64	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	6.3	1.3	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	24.4	4.9	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Tørrestoff (L)	75.2	2	%	2	V	ERAN
Monobutyltinnkation	18.6	7.33	µg/kg TS	2	C	ERAN
Dibutyltinnkation	26.2	10.4	µg/kg TS	2	C	ERAN
Tributyltinnkation	94.3	30.0	µg/kg TS	2	C	ERAN





Deres prøvenavn	<b>SS-3 (0-10cm)</b>					
	<b>Sediment/slam</b>					
Labnummer	N00310342					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	73.6	7.36	%	1	1	JIBJ
Vanninnhold	26.4	2.64	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	84.5	8.4	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	1.0	0.1	%	1	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
TOC	<0.920		% TS	1	1	JIBJ
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftylen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	24	7.33	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	70	21.1	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	69	20.6	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	52	15.6	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen^	77	23.1	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	118	35.6	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	57	17.2	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	88	26.6	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	20	5.93	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	87	26.0	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	61	18.3	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16*	723		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^^	473		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
As (Arsen)	2.81	0.56	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	22.7	4.5	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	24.3	4.87	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	13.0	2.61	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.17	0.03	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	9.0	1.8	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	55.3	11.0	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Tørrestoff (L)	70.8	2	%	2	V	ERAN
Monobutyltinnkation	17.8	7.01	µg/kg TS	2	C	ERAN
Dibutyltinnkation	27.5	10.9	µg/kg TS	2	C	ERAN
Tributyltinnkation	156	49.6	µg/kg TS	2	C	ERAN





\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Analyse av sediment basispakke - del 1</p> <p><b>Bestemmelse av Vanninnhold</b></p> <p>Metode: ISO 760                      Kvantifikasjonsgrense: 0,010 %                      Deteksjon og kvantifisering: Karl Fischer</p> <p><b>Bestemmelse av Kornfordeling (&lt;63 µm, &gt;63 µm og &lt;2 µm)</b></p> <p>Metode: CZ_SOP_D06_07_N11                      Kvantifikasjonsgrense: 0,10 %</p> <p><b>Bestemmelse av TOC</b></p> <p>Metode: DIN ISO 10694, CSN EN 13137                      Kvantifikasjonsgrense: 0,010%TS                      Deteksjon og kvantifisering: Coulometrisk bestemmelse</p> <p><b>Analyse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16</b></p> <p>Metode: EPA 8270/8131/8091, ISO 6468                      Kvantifikasjonsgrenser: 10 µg/kg TS                      Deteksjon og kvantifisering: GC/MSD</p> <p><b>Analyse av polyklorerte bifenyler, PCB-7</b></p> <p>Metode: DIN 38407-del 2, EPA 8082.                      Deteksjon og kvantifisering: GC-ECD                      Kvantifikasjonsgrenser: 0,7 µg/kg TS</p> <p><b>Analyse av metaller, M-1C</b></p> <p>Metode: EPA 200.7, ISO 11885                      Deteksjon og kvantifisering: ICP-AES                      Kvantifikasjonsgrenser: As(0.50), Cd(0.10), Cr(0.25), Cu(0.10), Pb(1.0), Hg(0.20), Ni(5.0), Zn(1.0)                      alle enheter i mg/kg TS</p>
2	<p>Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser.</p> <p>Metode: ISO 23161:2011</p>

1#179:55b3ad12-b87a-417b-9116-de333877fa57.177



Metodespesifikasjon	
Deteksjon og kvantifisering:	GC-ICP-SFMS
Kvantifikasjonsgrenser:	1 µg/kg TS

Godkjenner	
ERAN	Erlend Andresen
JIBJ	Jan Inge Bjørnengen

Underleverandør <sup>1</sup>	
C	GC-ICP-MS Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030
V	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa                      Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice                        V Raji 906, 530 02 Pardubice Akkreditering:                      Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Målesikkerheten angis som en utvidet målesikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Målesikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

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

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

<sup>1</sup> Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



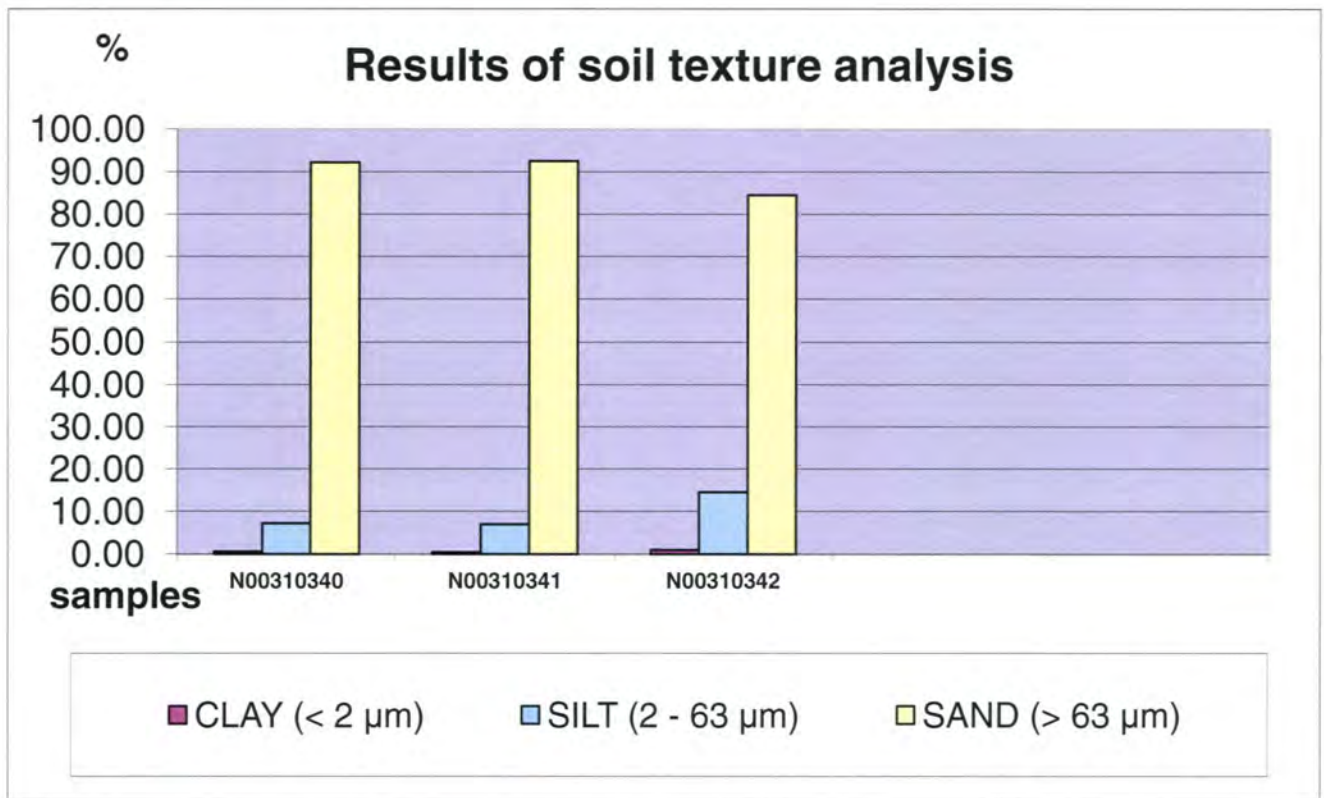
ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfě 336/9, 190 00 Praha 9

ALS Czech Republic, s.r.o., Laboratory Česká Lípa **Attachment No. 1 to the Test Report No.: PR1434844**

Bendlova 1687/7, CZ-470 03 Česká Lípa, Czech Republic

**RESULTS OF SOIL TEXTURE ANALYSIS**

Sample label:	N00310340	N00310341	N00310342
Lab. ID:	001	002	003
Gross sample weight [g]	54.65	54.11	51.99
CLAY (< 2 µm) [%]	0.59	0.48	0.95
SILT (2 - 63 µm) [%]	7.23	6.98	14.56
SAND (> 63 µm) [%]	92.18	92.53	84.49

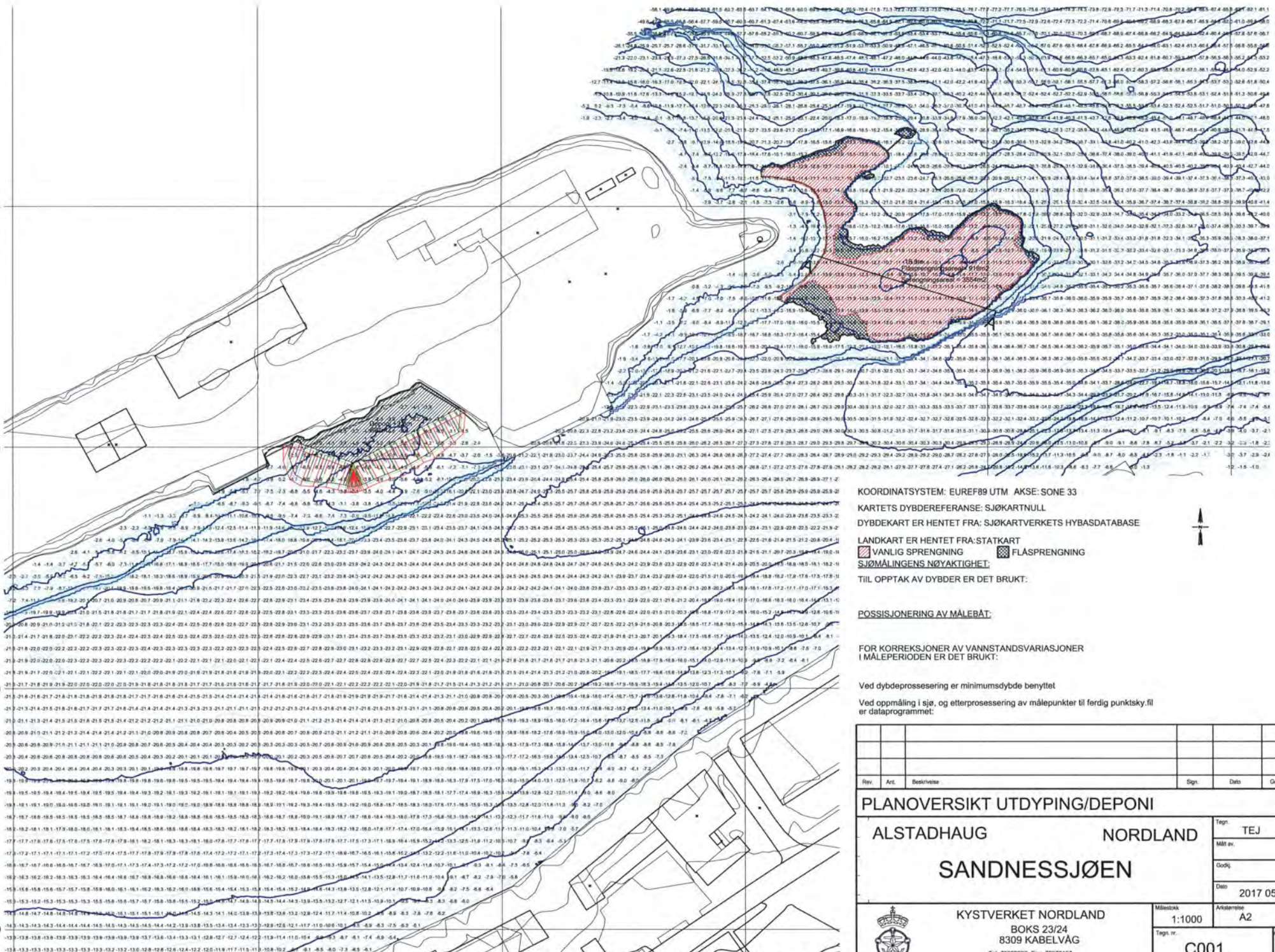


**Test method specification: CZ\_SOP\_D06\_07\_120** Grain size analysis using the wet sieve analysis using laser diffraction (fraction from 2 µm to 63 mm) Fraction > 0.063 mm determined by wet sieving method, other fractions determined from the fraction "< 0.063mm" by laser particle size analyzer using liquid dispersion mode. Fractions "Sand >63 µm", "Silt 2-63 µm" and "Clay <2 µm" evaluated from measured data.

**Test specification, deviations, additions to or exclusions from the test specification:**



N 7324800  
N 7324700  
N 7324600  
N 7324500



KOORDINATSYSTEM: EUREF89 UTM AKSE: SONE 33  
KARTETS DYBDEREFERANSE: Sjøkartnull  
DYBDEKART ER HENTET FRA: Sjøkartverkets Hybasdatabase  
LANDKART ER HENTET FRA: STATKART  
VANLIG SPRENGNING FLASPRENGNING  
Sjømålingens Nøyaktighet  
TIIL OPPTAK AV DYBDER ER DET BRUKT:

POSSISJONERING AV MÅLEBÅT  
FOR KORREKSJONER AV VANNSTANDSVARIASJONER I MÅLEPERIODEN ER DET BRUKT:  
Ved dybdeprosessering er minimumsdybde benyttet  
Ved oppmåling i sjø, og etterprosessering av målepunkter til ferdig punkttsky, fil er dataprogrammet:

Rev.	Ant.	Beskrivelse	Sign.	Dato	Godkj.

**PLANOVERSIKT UTDYPPING/DEPONI**

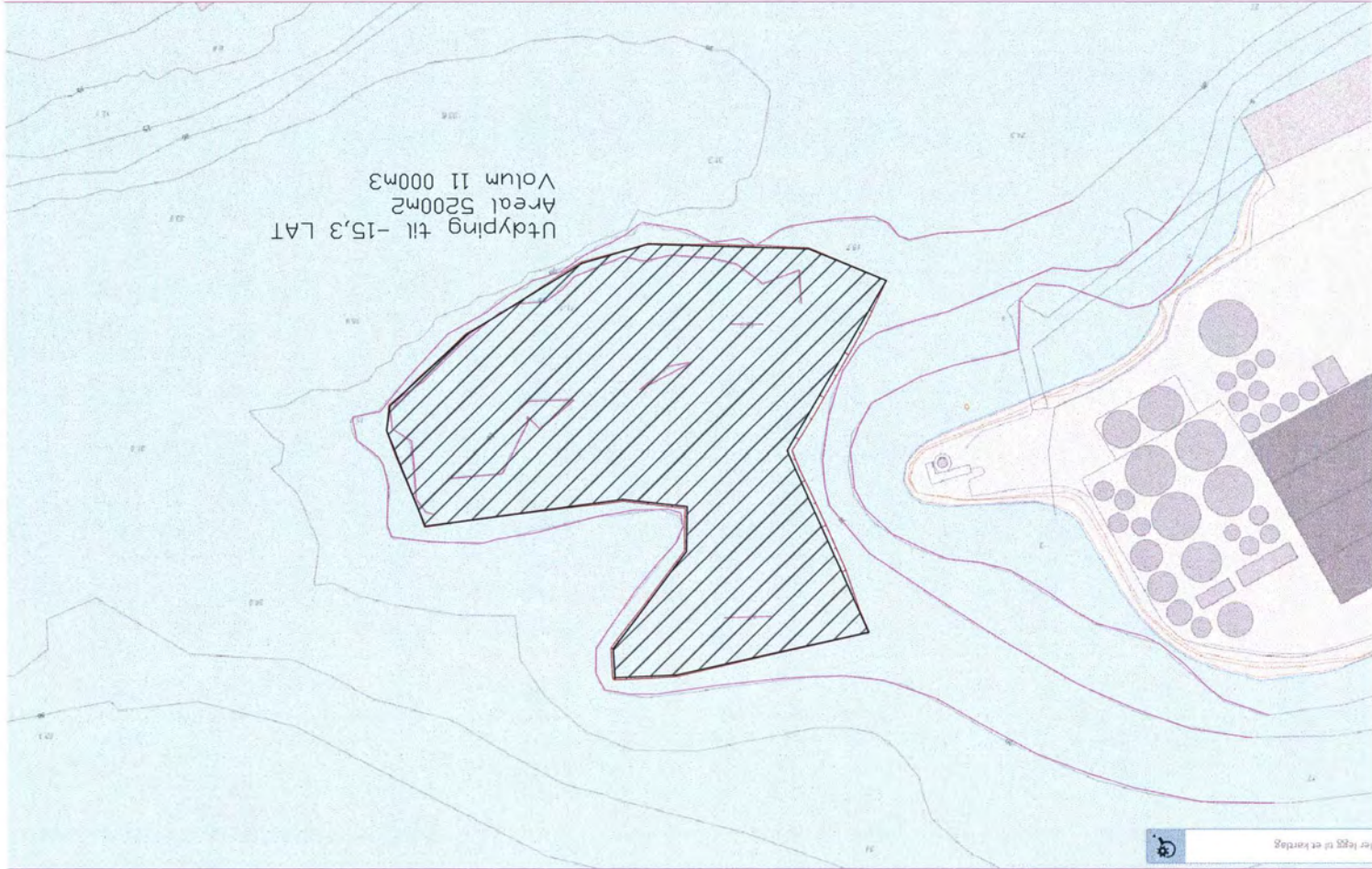
<b>ALSTADHAUG</b>	<b>NORDLAND</b>	Tegn: <b>TEJ</b>
<b>SANDNESSJØEN</b>		Mått av: <b>TEJ</b>
		Godkj: <b>TEJ</b>
		Dato: <b>2017 0509</b>

**KYSTVERKET NORDLAND**  
BOKS 23/24  
8309 KABELVÅG  
Tel. 76069500, Fax. 76078157

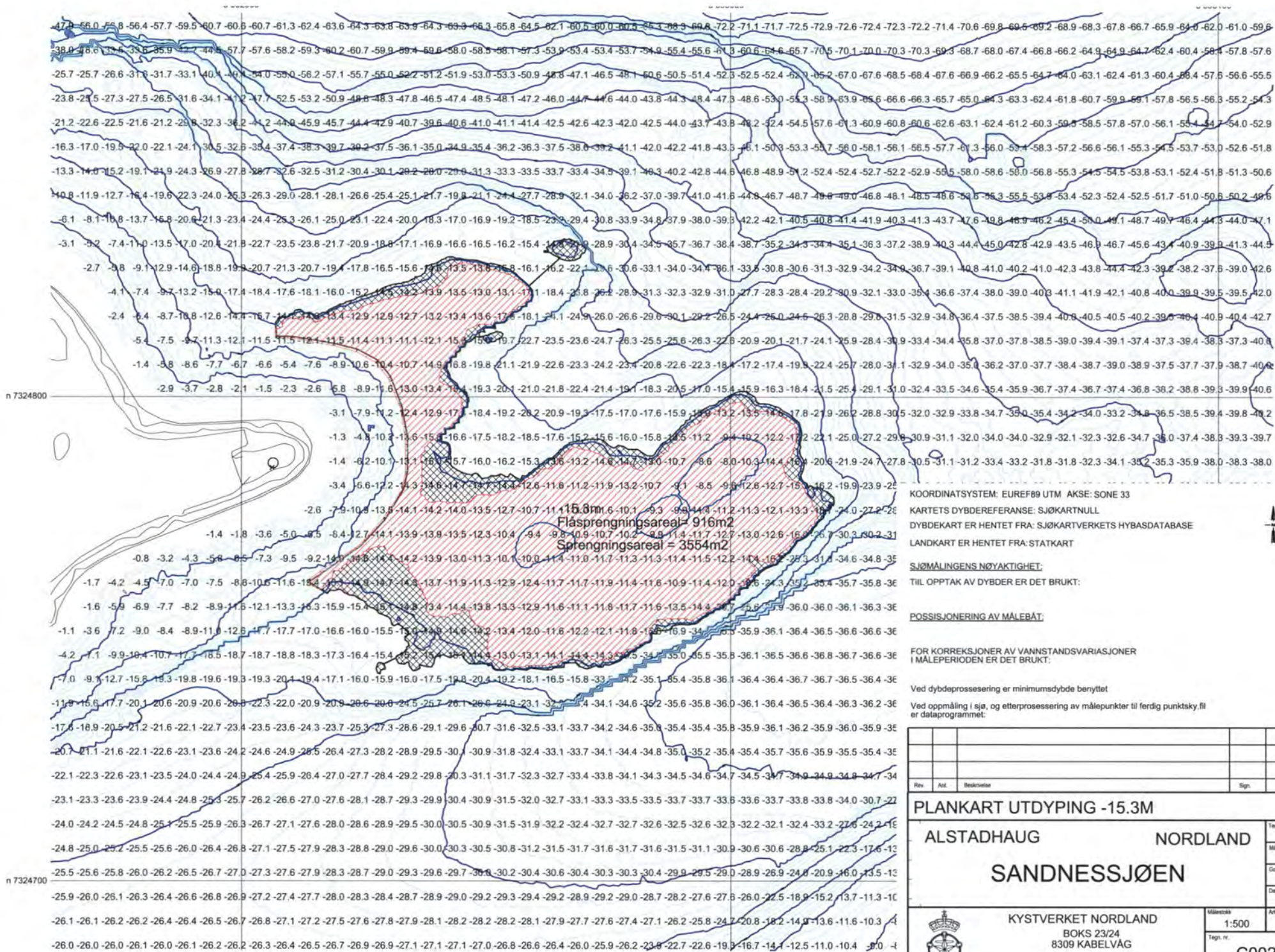
Målestokk: **1:1000**  
Arkivkode: **A2**  
Tegn nr.: **C001**  
Innvr.: **C001**

1#183:55B3ad2f-b87a-47b-9116-d8c3387f7a57:181









15.8m  
 Flåsprenningsareal = 916m<sup>2</sup>  
 Sprengningsareal = 3554m<sup>2</sup>

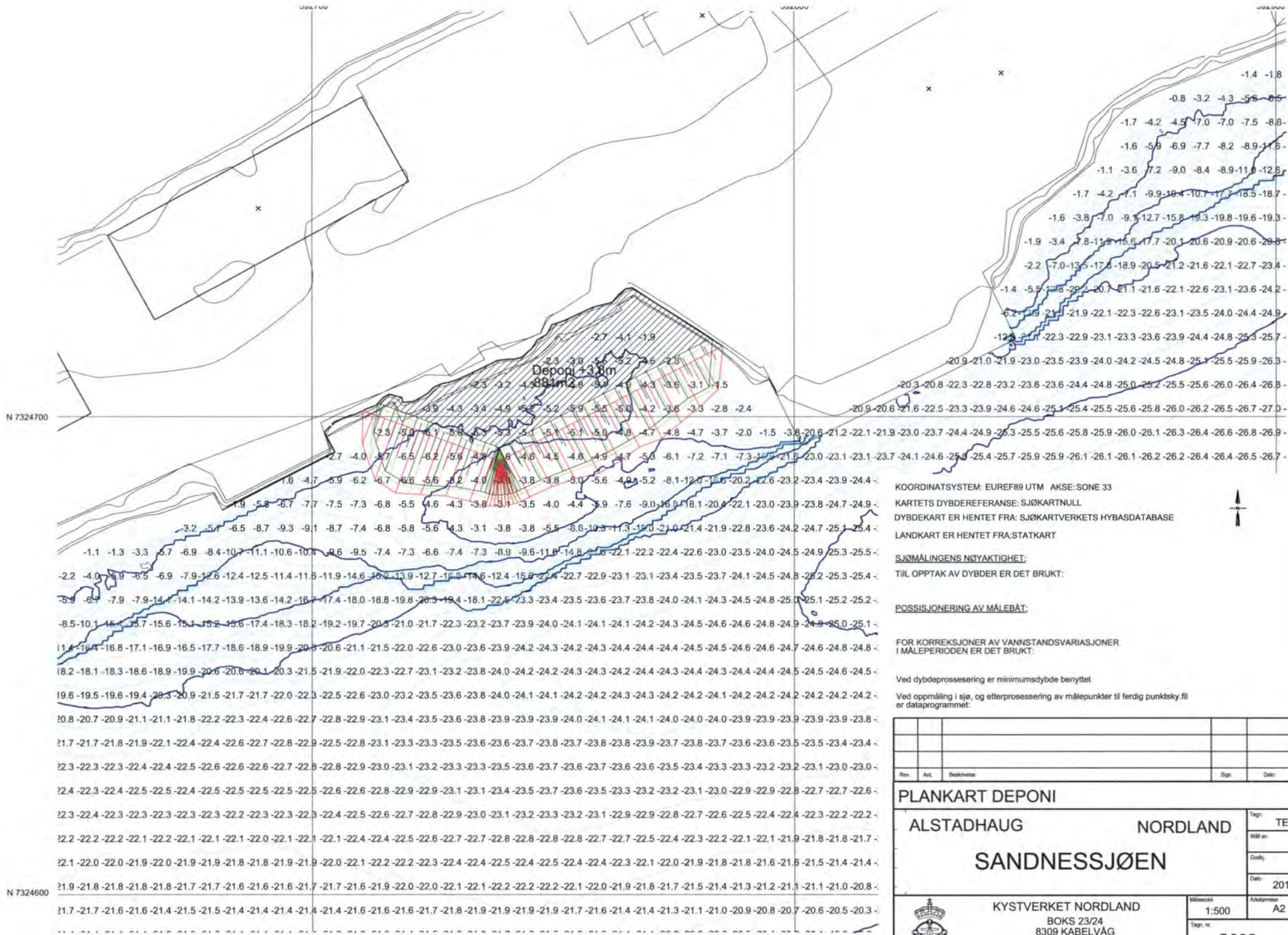
KOORDINATSYSTEM: EUREF89 UTM AKSE: SONE 33  
 KARTETS DYBDEREFERANSE: SJØKARTNULL  
 DYBDEKART ER HENTET FRA: SJØKARTVERKETS HYBASDATABASE  
 LANDKART ER HENTET FRA: STATKART  
 SJØMÅLINGENS NØYAKTIGHET:  
 TIIL OPPTAK AV DYBDER ER DET BRUKT:

POSSISJONERING AV MÅLEBÅT:  
 FOR KORREKSJONER AV VANNSTANDSVARIASJONER  
 I MÅLEPERIODEN ER DET BRUKT:

Ved dybdeprosessering er minimumsdybde benyttet  
 Ved oppmåling i sjø, og etterprosessering av målepunkter til ferdig punktsky,fil  
 er dataprogrammet:

Rev	Ant	Beskrivelse	Sign	Dato	Code
<b>PLANKART UTDYPING -15.3M</b>					
<b>ALSTADHAUG</b>			<b>NORDLAND</b>		
<b>SANDNESSJØEN</b>					
			Tegn. TEJ		
			Målt av:		
			Code:		
			Dato: 2017 0509		
KYSTVERKET NORDLAND			Målestokk 1:500		
BOKS 23/24			Arkivkode A2		
8309 KABELVAG			Tegn. nr. C002		
Tel. 7608900, Fax. 76078157			Anmerk.		





KOORDINATSYSTEM: EUREF89 UTM AKSE: SONE 33  
 KARTETS DYBDEREFERANSE: SJØKARTNULL  
 DYBDEKART ER HENTET FRA: SJØKARTVERKETS HYBASDATABASE  
 LANDKART ER HENTET FRA: STATKART

SJØMÅLINGENS NØYAKTIGHET:  
 TIL OPPTAK AV DYBDER ER DET BRUKT:

**POSSISJONERING AV MÅLEBÅT:**

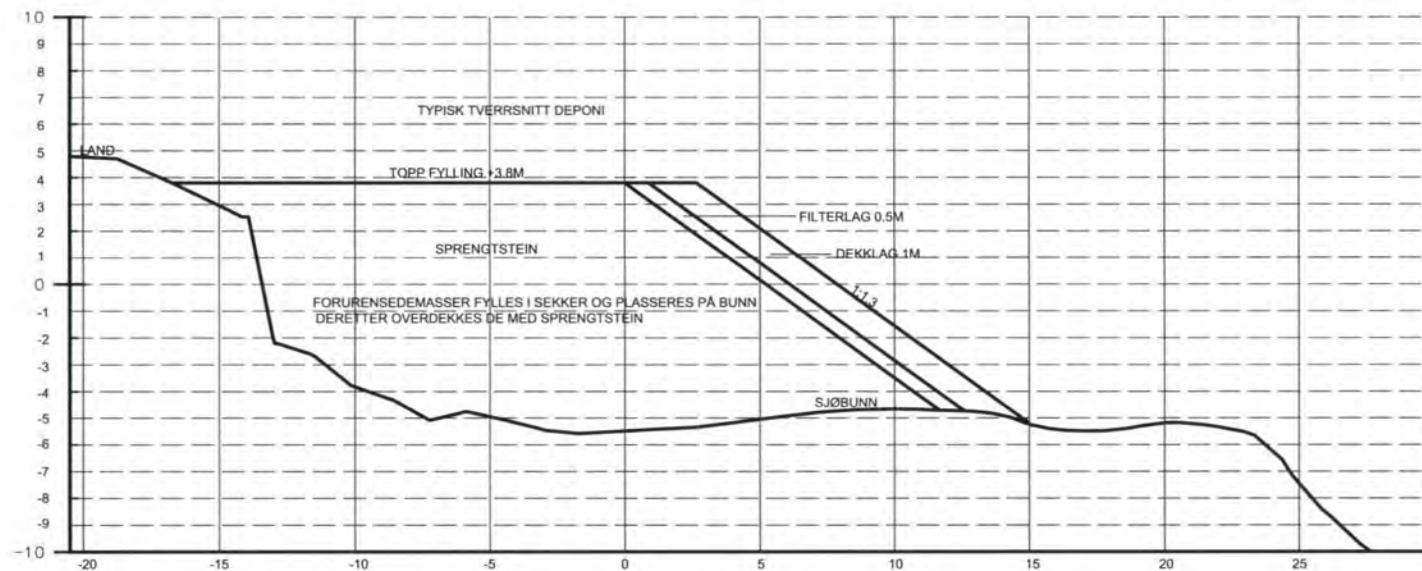
FOR KORREKSJONER AV VANNSTANDSVARIASJONER  
 I MÅLEPERIODEN ER DET BRUKT:

Ved dybdeprosessering er minimumsdybde benyttet

Ved oppmåling i sjø, og etterprosessering av målepunkter til ferdig punktsky, fil er dataprogrammet:

Rev.	Ant.	Beskrivelse	Sign.	Dato	Godk.

<b>PLANKART DEPONI</b>		Tegner: TEJ Mål 1:1 Geoid: Dato: 2017 0509
ALSTADHAUG	NORDLAND	KYSTVERKET NORDLAND BOKS 23/24 8309 KABELVÅG Tel. 76089600, Fax. 76078157
<b>SANDNESSJØEN</b>		
Målestokk: 1:500 Arkivnummer: A2 Tegnr.: C003		Arkivnr.:



ALLE HØYDER REFERERES TIL SJØKARTNULL

Rev.	Ant.	Beskrivelse	Sign.	Dato	Godkj.
<b>TYPISK TVERRSNITT DEPONI</b>					
<b>ALSTADHAUG</b>			<b>NORDLAND</b>		
<b>SANDNESSJØEN</b>					
			Tegn.	TEJ	
			Målt av.		
			Godkj.		
			Dato	2017 0509	
 <b>KYSTVERKET NORDLAND</b> BOKS 23/24 8309 KABELVÅG Tel. 76069600, Fax. 76078157			Målestokk	1:200	
			Arkivering	A3	
			Tegn. nr.	<b>C004</b>	
			Arkivnr.		



Kystverket  
Att. Martin Fransson

## Marinarkeologisk uttalelse, innseiling Sandnessjøen, Alstahaug kommune

NTNU Vitenskapsmuseet har mottatt, i e-post fra Kystverket, ovennevnte sak til uttalelse vedrørende konflikt med eventuelle kulturminner under vann. Saken er behandlet med bakgrunn i Lov om kulturminner av 9. juni 1978 nr. 50 (kml).

Kystverket Nordland planlegger utdypning i innseiling til Sandnessjøen havn på grunn av manglende dybde og bredde. En grunne i innseilingen setter begrensninger for manøvrering og bruk av havna, og medfører et hinder for sikker og effektiv drift.

Det er utført miljø- og geotekniske undersøkelser på sjøbunnen, og i den sammenheng ble det gjort videoopptak i tiltaksområdet. Videomaterialet dekker i alt uttak av 12 prøver, fordelt utover tiltaksområdet. NTNU Vitenskapsmuseet har fått tilgang til, og gjennomgått dette videomaterialet. På grunnlag av denne gjennomgangen, samt en totalvurdering av bunntopografien i og rundt tiltaksområdet, anser vi faren for konflikt med kulturminner under vann som forholdsvis liten. Det må her påpekes at det ikke tidligere er utført marinarkeologiske undersøkelser i tiltaksområdet, og at tilstedeværelsen av kulturminner under vann derfor ikke kan utelukkes.

Vi har dermed ingen anmerkninger til tiltaket slik det foreligger, utover å minne om **meldeplikten**. Dette innebærer at dersom det under arbeidet oppdages kulturhistorisk materiale under vann som **kan** være vernet eller fredet etter loven (keramikk, glass, vrakdeler, etc eldre enn 100 år), **må arbeidet straks stanses og NTNU Vitenskapsmuseet varsles**, jfr. kml §14 tredje ledd. Tiltakshaver plikter å underrette den som skal utføre arbeidene om dette, men står også selv ansvarlig for at det blir overholdt.

<b>Postadresse</b>	<b>Org.nr. 974 767 880</b>	<b>Besøksadresse</b>	<b>Telefon</b>	<b>Saksbehandler</b>
7491 TRONDHEIM	E-post: postmottak@museum.ntnu.no	Erlings Skakkes gate 47 B	+47 73 59 21 45	Staale Normann
	<a href="http://www.ntnu.no">http://www.ntnu.no</a>		<b>Telefaks</b> +47	Tlf: +47 73 59 22 53

All korrespondanse som inngår i saksbehandling skal adresseres til saksbehandleren ved NTNU og ikke direkte til enkeltpersoner. Ved henvendelse vennligst oppgi referanse.



Med hilsen

Bernt Rundberget  
Instituttleder

Staale Normann  
Saksbehandler

*I samsvar med fullmakt er dette dokumentet godkjent elektronisk og har derfor ingen fysisk signatur*

Kopi:  
Nordland fylkeskommune