

KRAGERØ UTVIKLING

Kartlegging av forurensninger i sediment utenfor Stilnestangen
Trinn 2 Risikovurdering



--	--	--	--	--	--

D04		Gjennomgang hos oppdragsgiver			
A03	19.12.2008	Tverrfaglig kontroll		GLE	GLE
A02	17.12.2008	Fagkontroll		GRS	
A01	16.12.2008	Egenkontroll	ELLUN	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

Kragerø Utvikling

Sak

Kartlegging av forurensninger i sediment utenfor Stilnestangen, Kragerø

	Oppdragsnummer	Dokumentnummer	Revisjon
	5009358		

SAMMENDRAG

Stilnestangen er lokalisert nord for Kragerø sentrum og ligger på et nes. Kragerø Utvikling har planer om å bygge boliger og utvikle det tidligere verftsområdet til næringsformål.

Kragerø Utvikling ble varslet den 24.05.2007 i brev fra Fylkesmannen i Telemark til Brevik Eiendom om pålegg om å undersøke miljøforholdene på og rundt deres eiendom ved tidligere Tangen verft. Undersøkelsen av sedimentene rundt anlegget ble utført av Norconsult AS, og resultatene er risikovurdert i henhold til TA-2229/2007 og TA-2230/2007.

Risikovurderingen viser at området utenfor Stilnestangen er sterkt forurenset tungmetaller som kobber og bly, svært mange PAH-forbindelser, TBT og PCB. Forurensningen er i henhold til TA-2229/2007 i tilstandsklasse 4 og 5, dårlig og svært dårlig for mange av de analyserte stoffene og forbindelsene, svært mange PAH-forbindelser, TBT og PCB ligger over grenseverdiene for økologisk risiko.

Noe av forurensningen, som PCB og tungmetaller, viser en avtagende trend med avstand til verftet. Dette tyder på at utslipp av disse stoffene er knyttet til den tidligere virksomheten ved verftet. PAH-forurensningen viser derimot ikke en lignende trend, noe som tyder på at denne forurensningen kan komme også andre kilder enn verftet. Konsentrasjonene som er funnet i denne undersøkelsen samsvarer med tidligere undersøkelser i området, der ble det også funnet høye PAH-verdier i prøver tatt lengre inn mot Kragerø sentrum (NIVA 1995). TBT-verdiene er aller størst nærmest verftet, men også betydelige utenfor på øst og nordsiden.

Risikovurderingen viser at det er knyttet potensiell økologisk risiko til det høye innholdet av kobber-, nikkel-, sink, PAH-forbindelser og TBT -forurensning. Det er derimot ikke knyttet potensiell, risiko for human helse til forurensningen, forutsatt at det ikke konsumeres fisk og sjømat fanget i området. Dette er også beskrevet i nasjonale kostholdsråd for området. Det er akseptabel lav risiko knyttet til bading.

På grunn av at det er knyttet potensiell, økologisk risiko til sedimentforurensningen utenfor Stilnestangen er en tiltaksvurdering påkrevet. Området nærmest verftet har høyest innhold av flere av miljøgiftene, men tiltak i dette området alene vil ikke begrense risikoen tilstrekkelig. Det er anbefalt å gjøre en større utredning og vurderer tiltak i ett større område rundt Stilnestangen og Kragerø. Fordi flekkvis opprydding på sjøbunnen ikke nødvendigvis reduserer omkringliggende sedimenters bidrag til transport og spredning og re-forurensning i tiltaksområdet. Overskridelsene er så store at det er ansett unødvendig å foreta en trinn 3 risikovurdering. Ressursene bør brukes på en tiltaksvurdering.

1	BAKGRUNN	5
2	METODIKK FOR FASTSETTING AV RISIKO FOR FORURENSNING	5
2.1.1	Trinn 1	6
2.1.2	Trinn 2	6
3	FORURENSNING FRA SKIPSVERFT GENERELT (TA-2145/2006)	8
3.1	Forurensede aktiviteter ved skipsverft (Generelt)	8
3.2	Utslipp til vann og forurensede sedimenter fra skipsverft (generelt)	8
3.3	Aktuelle forureningsparametere for skipsverft generelt	9
4	TRINN 1 RISIKOVURDERING	9
4.1	Batymetri.....	9
4.2	Kartlegging av sedimentforurensning	9
4.2.1	Prøvestasjonene	9
4.2.2	Prøvetaking	10
4.3	Resultat fra sedimentprøver	10
4.3.1	Sedimentkarakter og bunnforhold	10
4.3.2	Forureningsgrad TA-2230/2007.....	11
4.3.3	Avgrensning av området og mulig kilde	12
4.4	Risikovurdering Trinn 1	14
5	TRINN 2 RISIKOVURDERING	14
5.1	Miljømålsetning for marine vannforekomster i Kragerø kommune.....	14
5.2	Risikovurdering Trinn 2	15
5.2.1	Steds spesifikke data	15
5.2.2	Risiko for human helse	16
5.2.3	Risiko for effekter på økosystemet	17
5.2.4	Risiko for spredning	18
5.3	Mattilsynets vurderinger	20
6	KONKLUSJON OG ANBEFALINGER.....	20
7	REFERANSER	21
8	VEDLEGG.....	21

1 BAKGRUNN

Kragerø Utvikling ble brev datert 24.05.2004 varslet av Fylkesmannen i Telemark til Brevik Eiendom om pålegg om å undersøke miljøforholdene på og rundt deres eiendom ved tidligere Tangen verft. Undersøkelsen av sedimentene rundt anlegget skal utføres etter godkjente standarder og risikovurderes i henhold til TA-2229/2007 og TA-2230/2007. Videre ble Kragerø Utvikling bedt om å komme med innspill for å avgrense influensområdet til virksomheten.

Kragerø Utvikling har opplyst at det har vært verftsaktivitet på tomten fra slutten av 1700-tallet og frem til verftet ble nedlagt. Kragerø Utvikling har planer om å bygge boliger og utvikle det tidligere verftsområdet til næringsformål. Videre er det framsatt ønske om å flytte havneaktiviteten i Kragerø til dette området. I den forbindelse er det planer om å fylle ut masser i sjøen nord for Stilnestangen for å vinne landområder. Samt å anlegge kai.

Kragerø Utvikling har gitt Norconsult i oppdrag å undersøke miljøforholdene i sedimentene utenfor eiendommen. I denne rapporten blir det utført Trinn 1 (økologisk risiko) og Trinn 2 (utvider vurderingen til risiko for spredning av forurensning og risiko for human helse) vurderinger av forurensningen i sedimentet. Undersøkelsen og vurderingen følger SFTs veiledning (TA-2230/2007).

Forundersøkelse av aktivitetene og verftsområdet er utført av Multiconsult. I hovedsak har det vært skipsverftsaktivitet med slipp på området, tidligere har det vært en karbidfabrikk her.

Kragerø kommune mener at i dag skal det ikke være avrenning av forurensning til Kragerøfjorden. Men tidligere gikk det kommunale avløpet osv rett ut i sundet. Det er også steinindustri og trelastindustri i området, i tillegg til betydelig fritidsbåttaktivitet og vanlig havneaktivitet. Dette er tilleggsilder til verftsindustrien mht. tilførsler av forurensning til sundet. Det er kostholdsrestriksjoner i Kragerø på ål og skjell pga. for høyt innhold av PAH-stoffer og dioksiner. Dioksiner er et problem også i Grenlandsfjordene, og har vært antatt å komme fra industri på Herøya. I så fall er det mulig at det også kan være langtransportert forurensning i Kragerø.

2 METODIKK FOR FASTSETTING AV RISIKO FOR FORURENSNING

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

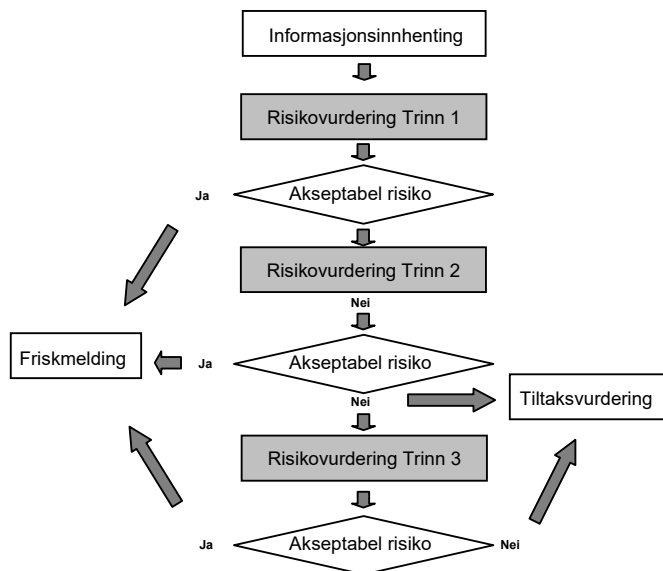
Trinn 1 er en forenklet og konservativ vurdering som kun vurderer økologisk risiko som følge av forurensningen.

Trinn 2 i risikovurderingen har som mål å vurdere risikoen for skade på helse og miljø fra et forurenset sediment. Dette innebærer en mer spesifikk vurdering av det aktuelle området, og flere parametre må være ivare tatt:

- Risiko for spredning av miljøgifter
- Risiko for human helse
- Risiko for effekter på økosystemet

I Trinn 2 bør det også bli gjennomført prøvetaking og analyse for å vurdere økotoksitet, biotilgjengelighet og bioakkumulering av miljøgiftene. Fordi risikovurderingen i trinn 2 fortsatt baserer seg mye på standardverdier og beregninger, vil denne undersøkelsen også kun vise potensiell risiko.

I Trinn 3 gjennomføres en mer omfattende og lokalt forankret risikovurdering enn i Trinn 2. Det er de samme beregningene som under Trinn 2, men med mer lokalspesifikke verdier enn for Trinn 2, hvor det er benyttet sjablongverdier.



2.1.1 Trinn 1

Trinn 1 er en forenklet og konservativ vurdering som kun vurderer økologisk risiko som følge av forurensningen. For Trinn 1 er det utarbeidet et klassifiseringssystem, med fem klasser, for innhold av metaller og organiske stoffer i vann og sediment (TA-2229/2007). Grenseverdien for økologisk risiko er vurdert som grensen mellom klasse II og klasse III. For at et område skal friskmeldes i Trinn 1 må:

- Gjennomsnittskonsentrasjon for hver miljøgift over alle prøvene (minst 5) er 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 tilfredsstillende grenseverdiene for alle testene.

Siden det bare er økologisk risiko som vurderes i Trinn 1 må det gjøres en Trinn 2 risikovurdering dersom risiko for human helse skal bli vurdert.

2.1.2 Trinn 2

I Trinn 2 vurderes risiko for spredning, human helse og økosystemet. Dette er basert på standardverdier samt steds spesifikke verdier der det er tilgjengelig. I følge SFTs veiledninger for beregningsverktøyet blir den utledede risikoen karakterisert som aktuell risiko, men siden beregningene i stor grad er basert på standardverdier er dette også å anse som potensiell risiko for økosystemet og human helse.

For å kunne beregne total spredning av miljøfarlige stoffer fra sedimentene F_{total} [mg/m²/år], må de tre bidragene summeres:

- Spredning som følge av biodiffusjon, F_{diff} [mg/m²/år]
- Spredning som følge av oppvirvling fra skip, F_{skip} [mg/m²/år]
- Spredning som følge av opptak i organismer, F_{org} [mg/m²/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. Siden mennesker blir utsatt for forurensninger også fra andre kilder enn sedimenter, er det satt at maksimalt 10 % av den totale eksponeringen et menneske kan utsettes for kan komme fra sedimentrelatert eksponering. Derfor sammenlignes eksponeringsdosen med MTR/TDI 10 %. NB! Grenseverdien for human risiko knyttet til TBT er satt lik MTR/TDI 100 %. Dette er gjort da det er antatt at mennesker stort sett kun vil eksponeres for TBT via sedimenter.

Eksponeringsveiene, hvordan mennesker kommer i kontakt med forurensningen vil avhenge av aktuell arealbruk. Mennesker kan komme i kontakt med miljøgiftene via inntak av sjømat fanget i det aktuelle området, inntak av sediment eller vann oralt ved bading eller via hudeksponering. I risikovurderingen kan aktuell arealbruk i havnen og miljømål for området benyttes som kriterium for hvilke eksponeringsveier som skal være inkludert.

Spredning av miljøgifter fra sedimentet til øvrige deler av økosystemet og resulterende konsentrasjoner blir beregnet for å bedømme konsekvenser for miljø og human helse. Spredningen beregnes som fysisk diffusjon (F_{diff}), diffusjon forårsaket av bioturbasjon (F_{org}) og fra oppvirvling/erosjon ($F_{skipsnormert}$). Diffusjon er utjevning av konsentrasjoner av kjemiske stoffer mellom sediment og porevann og videre til bunnvannet. Biodiffusjon er økt diffusjon i øvre sedimentlag pga. økt omrøring i sedimentet som følge av biologiske organismers bevegelse. Dette bidrar til økt utslipp av porevann eller deres aktive utpumping av vann. Bioturbasjon er antatt å bidra 10 ganger mer til diffusjon fra sedimentene enn fysisk diffusjon under gode miljøforhold.

Skipsnormert spredning er transport og spredning av miljøgifter med sedimentpartikler som følge av propellgenerert erosjon. Manøvrering av skip kan føre til at partikler virvles opp, transporteres og spres. Leir- og siltpartikler ($<63\mu\text{m}$) regnes å bidra mest til transport av partikkelbundne miljøgifter og er også den sedimentfraksjonen som holder seg lengst svevende i vannmassene etter oppvirvling. I risikosammenheng er skipsnormert oppvirvling vurdert som den viktigste spredningsmekanismen. Slik oppvirvling er likevel svært avhengig av de stedsspesifikke forhold og utforderende å kvantifisere korrekt.

Risiko for forurensning i økosystemet blir vurdert ut fra toksisitetstester, og beregning av konsentrasjon i porevann. Porevannets konsentrasjon er beregnet ved å ta snitt av alle stasjoner for hvert stoff og sammenligne med grenseverdier for økologisk risiko (PNEC_w) i TA-2231/2007. Hvis TBT er målt i sedimentet (deteksjonsgrensen for TBT er høyere enn $\text{PNEC}_{\text{sediment}}$, som er betydelig høyere en PNEC_w) så har den innvirkning på visse organismer i sedimentet.

3 FORURENSNING FRA SKIPSVERFT GENERELT (TA-2145/2006)

3.1 Forurensede aktiviteter ved skipsverft (Generelt).

Rengjøring av skipsbunner (undervannsskrog) og offshoreinstallasjoner som har vært under havoverflaten 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 som skylles ut eller på annet vis kommer ut i sjøen vil representere en risiko for 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. 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, blåsehull, 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 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 utskifting av offeranoder inngår også i denne aktiviteten. I forbindelse med denne form for bearbeiding og forming av metaller benyttes oljeemulsjoner.

3.2 Utslipp til vann og forurensede sedimenter fra skipsverft (generelt)

Aktiviteter knyttet til vedlikehold og reparasjoner vil være mest miljøbelastende og vannforurensning 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.
- Høytrykkspyling av skrog før sandblåsing.
- Høytrykkspyling 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 forurensede 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.

3.3 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 nikkelslagg 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

4.1 Batymetri

Stilnestangen er lokalisert nord for Kragerø sentrum, og området ligger på et nes. Dybdeforholdene rundt verftet er karakterisert ved brådyp rett utenfor verftet i vest. Mot nord er bunnen mer svakt hellende med en grunne.

4.2 Kartlegging av sedimentforurensning

Norconsult etablerte et program for gjennomføring av undersøkelsene i sjø. Oppdragsgiver har hatt programmet for gjennomsyn.

4.2.1 Prøvestasjonene

Omfanget og plasseringen av prøvestasjonene tilfredsstillende standarden og vil påvise eventuelt forurenset sediment i området rundt Stilnestangen (figur 1). Resipienten ble delt inn i 5 områder på mindre enn 10 000 m² innenfor vandyp grunnere enn 20 meter og 1 område på mindre enn 40 000 m² i området øst for verftet med vann dyp på mer enn 20 meter. Prøvestrategien fokuserte på området rundt det nedlagte verftet og ut i dypålen for å klargjøre omfanget og utbredelsen av forurensningen. Hvert område ble prøvetatt med 5 prøver som var fordelt utover området (figur 1). Prøvene ble analysert som blandprøver av de 5 prøvene.

4.2.2 Prøvetaking

Prøvene ble samlet inn den 16. mai 2008 med en liten grabb. Bare prøver som representerte de øvre 1,5 til 2,5 cm dyp i sedimentet ble samlet inn. Sedimentene ble karakterisert i felt på fysiske parametre. Prøvene ble pakket og sendt til analyse ved Analycen i Moss samme dag og ble mottatt den 19. mai 2008.

Prøvene ble analysert for:

- Vanninnhold
- Kornstørrelser (<63µm)
- TOC (Totalt Organisk Karbon)
- Tungmetaller
- PCB₇ (Polyklorerte bifenyl)
- Sum PAH (16) (polysykliske aromatiske hydrokarboner)
- TBT (Tribytyltinn (TBT-ion))

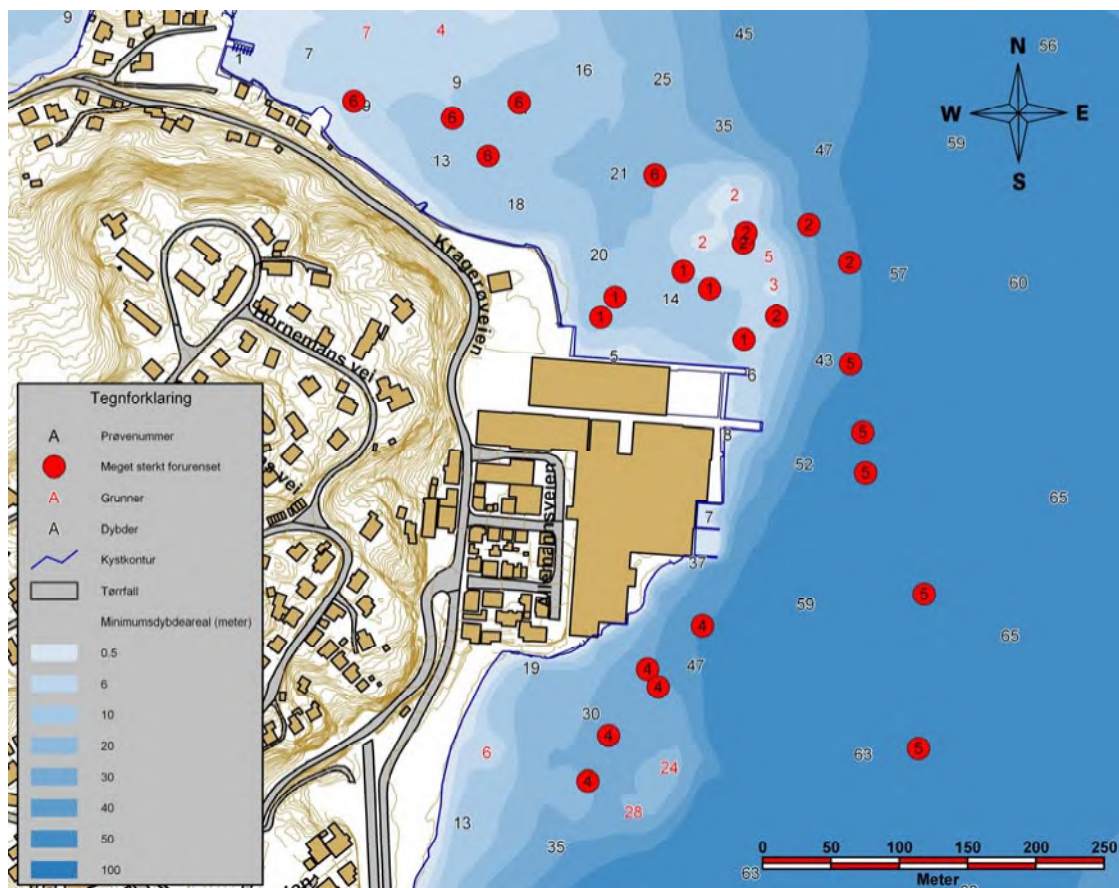
Det ble vurdert at det ikke forelå opplysninger om hendelser som tilsier at det kunne være forventet høye verdier av andre stoffer som har vært brukt ved verftet og som kan ha forurenset sedimentet.

4.3 Resultat fra sedimentprøver

4.3.1 Sedimentkarakter og bunnforhold

Beskrivelsene av sedimentene under prøvetaking viser at sedimentet er av meget forskjellig karakter mellom områdene. I området nord for verftsområdet (Prøve 1 og 2) er sedimentet relativt grovt, med stor andel stein og skjell, samt store områder som ikke var mulig å prøveta, trolig pga. fravær av sediment eller meget grove masser. Utenfor verftsområdet mot øst (i skråningen ned mot bunnen av fjordbassenget er det grove masser som ikke var mulig å prøveta). Området sørøst for verftsområdet bestod av sand. I de dype områdene øst for verftsområdet er det dynn med sterk lukt. I de dypere områdene i nord er meget sandig. Det var ikke mulig å ta sedimentkjerner i området nord for verftsområdet trolig pga. lite sediment. I dypålen i nord var det heller ikke mulig å ta sedimentkjerner pga tykt lag med sand som tettet til sedimentprøvetakeren.

Analysene av finstoff (<63µm) viser at prøvene har fra 25 til 38 vekt% finstoff med unntak av i dypålen hvor sedimentet inneholder 75 vekt% finstoff. Innholdet av TOC viser verdier mellom 1,3 og 5,4 vekt% med høyeste verdier i øst og sør, og laveste verdier i nordøst.



Figur 1 Kart over område ved Stilnestangen, Kragerø med prøvestasjonene inntegnet.

4.3.2 Forurensningsgrad TA-2230/2007

Hele området er forurenset over grenseverdi for trinn 1 (Tabell 1). Dette gjelder for tungmetallene kobber, bly, nikkel, sink, kvikksølv, TBT, PCB og de fleste PAH stoffene som er analysert. Prøve 1 nord for verftsområdet har den høyeste metallforurensningen, TBT-forurensningen og PCB-forurensningen. Nordvest og vest for verftet er de høyeste PAH forurensningsverdiene målt.

Alle prøvene har TBT- (Tributyltinn) konsentrasjoner som gir sedimentet tilstandsklasse svært dårlig (unntatt stasjon 4 - tilstandsklasse dårlig). Stasjon 1 har TBT-konsentrasjoner som er 14 ganger høyere enn snittet for de andre stasjonene.

Av organiske miljøgifter er det påvist sum PAH (16) forurensning i sedimentet som ligger i tilstandsklasse 4, dårlig, for 13 av de 16 forbindelsene som er analysert (Tabell 1). Krysen, benzo(a)antracen, benzo(a)pyren og benso(g,h,i)perylene gir for alle stasjonene tilstandsklasse 4 eller 5, dårlig eller svært dårlig.

Området er moderat forurenset av PCB₇, men i konsentrasjonene prøve på stasjon 1 er det påvist meget sterk forurensning.

Vi har valgt å presentere analysedataene på de målte stoffene som forurensningsgrad (TA-2229/2007) jf. tabell 1.

Tabell 1. Analysedata fra sedimentprøver utenfor Stilnøstangen

Stoff	Grenseverdi TA-2229/2007	Stasjon					
		1	2	4	5	6	
Arsen	mg/kg	52	14	14	18	24	6,9
Kadmium	mg/kg	2,6	0,13	0,3	0,16	0,88	<0,082
Bly	mg/kg	83	240	76	170	120	45
Kopper	mg/kg	51	280	54	83	83	39
Krom	mg/kg	560	46	23	29	33	15
Nikkel	mg/kg	46	65	37	41	55	24
Sink	mg/kg	360	990	200	280	370	130
Kvikksølv	mg/kg	0,63	0,27	0,74	0,5	0,65	0,14
TBT	ug/kg	5	3900	170	67	420	450
PAH (SUM 16)	mg/kg	2	6,8	14	6,2	8,8	7,6
Acenaften	mg/kg	0,16	0,11	0,16	0,03	0,05	0,03
Acenaftilen	mg/kg	0,033	0,07	0,08	0,06	0,09	0,08
Antracen	mg/kg	0,031	0,14	0,38	0,16	0,19	0,21
Benso(a)antracen	mg/kg	0,06	0,68	1,4	0,71	0,98	0,86
Benso(a)pyren	mg/kg	0,42	0,49	0,96	0,47	0,7	0,54
Benso(g,h,i)Perylen	mg/kg	0,021	0,25	0,44	0,19	0,28	0,23
Benso(k)fluoranten	mg/kg	0,21	0,47	0,77	0,43	0,65	0,48
Crysen	mg/kg	0,28	0,74	1,3	0,68	0,98	0,82
Dibenzo(a,h)antracen	mg/kg	0,59	0,07	0,11	0,06	0,09	0,07
Fenantren	mg/kg	0,5	0,54	1,8	0,5	0,74	0,61
Fluoranten	mg/kg	0,17	1,3	2,7	1,1	1,4	1,5
Fluoren	mg/kg	0,26	0,07	0,16	0,06	0,09	0,05
Indeno(1,2,3,cd)pyren	mg/kg	0,047	0,25	0,49	0,22	0,33	0,26
Naftalen	mg/kg	0,29	0,04	0,03	0,03	0,05	0,02
Pyren	mg/kg	0,28	1,1	2,3	1,1	1,4	1,3
PCB7	mg/kg	0,017	4,65	0,1435	0,0276	0,0628	0,096

Tilstandsklasse (SFT; TA-2229/2007)

I Bakgrunn	Bakgrunnsnivå
II God	Ingen toksiske effekter
III Moderat	Kroniske effekter ved langtidseksponering
IV Dårlig	Akutt toksiske effekter ved kortidseksponering
V Svært dårlig	Omfattende akutt-toksiske effekter

4.3.3 Avgrensning av området og mulig kilde

Stasjon 1 som ligger nærmest verftet, er området med de høyeste forurensningsverdiene. Prøvene fra stasjon 6 som ligger i størst avstand fra verftsområdet inneholder ikke tungmetaller over grenseverdi for økologisk risiko, men i likhet med prøven vest og sør for verftet er prøvene sterkt forurenset av TBT og PAH-forbindelser, PCB₇ og tungmetaller. TBT-innholdet avtar med distanse fra verftet, noe som indikerer at verftet kan være en kilde til forurensningen. For PAH er en slik trend ikke tilstede. Omfanget av denne undersøkelsen har ikke muliggjort en avgrensning av forurensningen fra verftet.

Tabell 2. prosent overskridelser av grenseverdi trinn 1.

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon		Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon overskrider trinn 1 grenseverdi med:
	Antall prøver	Csed, middel (mg/kg)		
Arsen	5	15,38	52	
Bly	5	130,20	83	56,87 %
Kadmium	5	0,31	2,6	
Kobber	5	107,80	51	111,37 %
Krom totalt (III + VI)	5	29,20	560	
Kvikksølv	5	0,46	0,63	
Nikkel	5	44,40	46	
Sink	5	394,00	360	9,44 %
Naftalen	5	0,0340	0,29	
Acenaftylen	5	0,0760	0,033	130,30 %
Acenaften	5	0,0760	0,16	
Fluoren	5	0,0860	0,26	
Fenantren	5	0,8380	0,5	67,60 %
Antracen	5	0,2160	0,031	596,77 %
Fluoranten	5	1,6000	0,17	841,18 %
Pyren	5	1,4400	0,28	414,29 %
Benzo(a)antracen	5	0,9180	0,06	1430,00 %
Krysen	5	0,9040	0,28	222,86 %
Benzo(b)fluoranten	5	0,7300	0,24	204,17 %
Benzo(k)fluoranten	5	0,5600	0,21	166,67 %
Benzo(a)pyren	5	0,6320	0,42	50,48 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	5	0,3100	0,047	559,57 %
Dibenzo(a,h)antracen	5	0,0860	0,59	
Benzo(ghi)perylene	5	0,2780	0,021	1223,81 %
PCB 28	5	0,0135		
PCB 52	5	0,0627		
PCB 101	5	0,1384		
PCB 118	5	0,0529		
PCB 138	5	0,3295		
PCB 153	5	0,0465		
PCB 180	5	0,1514		
Sum PCB7	5	0,7949	0,017	4575,88 %
Tributyltinn (TBT-ion)	5	1,0014	0,035	2761,14 %

4.4 Risikovurdering Trinn 1

Risikovurderingen Trinn 1 viste at:

- Området er forurenset utover grenseverdiene i TA-2229/2007 for stoffer som bly, kobber, nikkel, sink, kvikksølv, TBT, PAH og PCB.
- De høyeste forurensningsnivåene er funnet i nord for verftet (stasjon 1).
- Det er høye TBT verdier i alle prøvene.
- Forurensningen av PAH forbindelser er høyest øst for verftet.
- Dataene gir ikke entydig resultater vedrørende kildene til forurensningen, men ettersom tungmetallforurensningen, TBT forurensningen og PCB forurensningen er størst nærmest verftet er det grunn til å anta at verftet er den dominerende bidragsyter til slik forurensning.
- Etter denne trinn 1 undersøkelsen må hele området vurderes å bidra til potensiell risiko for forurensning.

5 TRINN 2 RISIKOVURDERING

5.1 Miljømålsetning for marine vannforekomster i Kragerø kommune

Kragerø kommune har ikke definert klare miljømål for området rundt Stilnestangen, men ut fra forslaget til reguleringsplan er det planlagt å ha næringsvirksomhet og boliger i området, samt en småbåthavn. Det er også tidligere foreslått å anlegge en badestrand sør for verftet.

Ut fra dette definerer vi følgende miljømål (akseptkriterier):

- Det skal være trygt å bade
 - Det er ikke knyttet miljømål opp mot om det skal være trygt å spise sjømat fanget i området
 - Det skal ikke være fare for transport og spredning til mindre forurensede områder
 - Miljøgifter i sedimentet skal ikke føre til uakseptabel risiko forurensning (organismer) eller uakseptabel risiko for human helse.
 - Båttrafikk skal ikke være dominerende spredningsmekanisme for stoffer som har konsentrasjoner over grenseverdi trinn 1.
-

5.2 Risikovurdering Trinn 2

5.2.1 Stedspecifikke data

- Areal: 110 000 m²
- Gjennomsnitts dyp: 14 m
- Vannvolum: 44 770 000 m³
- Vekt% partikler <2µm: 0,5 %⁽¹⁾
- Oppholdstid til vannet: 1 per år (Ref NIVA rapport 1972)
- Skipsanløp: 5400 (små taubåter – Kragerø Sjøtjeneste)
- Mengde opp virvlet finkornet sediment pr. anløp: 315⁽²⁾
- Kontakt og inntak av sediment: 0⁽³⁾
- Kontakt og inntak av vann: Det er ikke tilrettelagt for bading (se 6.1)
- Inntak av sjømat: Det fiskes ikke i området

- (1): Det er ikke tilgjengelige data om leireinnhold (vekt % <2µm) i området som kan bli påvirket av propellerosjon. Undersøkelser fra andre områder med tilsvarende sedimentstruktur gir 0 % leirinnhold. Vi har likevel bruk 0,5 % som en konservativ høy verdi.
- (2): Det er blitt benyttet følgende formel for utregningen av oppvirvlet finstoff, som gir en konservativ høy beregning: $M_{sed} = (24,78 * (D_i - P_d)^{-1,24}) * B_r * f_{si} * T_{ri}$ og M_{sed} er beregnet for hver skipsgruppe.
 m_{sed} = kg finmateriale virvlet opp pr anløp (kg tørrvekt)
 D = Gjennomsnittlig vanddyb (m)
 P_d = Propelldyp (m)
 B_r = Skipsbredde (m)
 f_{si} = Fraksjon <63µm
 T_{ri} = Trasélengde (m)
- (3): Det er ikke mulig å komme i kontakt med sediment uten å dykke ned til bunnen.

Tabell 2: Eksponeringsveier for vurdering av potensiell risiko for humanhelse.

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
Stilnøstangen	nei	noe	noe	nei	noe	nei

5.2.2 Risiko for human helse

Tabell 5: Beregnet humanrisiko, (ingen verdi i gul kolonne, MTR 10%, betyr at grenseverdi ikke er overskredet). For TBT er det MTR 100% som er beregnet.

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose overskrider MTR 10 % med:	
	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	2,80E-07	1,80E-07	1,00E-04		
Bly	1,20E-07	6,49E-08	3,60E-04		
Kadmium	5,22E-10	1,84E-10	5,00E-05		
Kobber	8,85E-07	3,41E-07	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	2,96E-08	1,88E-08	5,00E-04		
Kvikksølv	5,71E-10	3,55E-10	1,00E-05		
Nikkel	7,08E-07	4,84E-07	5,00E-03		
Sink	1,05E-06	4,16E-07	3,00E-02		
Naftalen	8,98E-08	6,10E-08	4,00E-03		
Acenaftylen	8,01E-08	6,76E-08			
Acenaften	5,96E-08	2,83E-08			
Fluoren	3,60E-08	1,93E-08			
Fenantren	1,79E-07	8,35E-08	4,00E-03		
Antracen	3,08E-08	1,75E-08	4,00E-03		
Fluoranten	4,23E-08	2,51E-08	5,00E-03		
Pyren	8,84E-08	5,53E-08			
Benzo(a)antracen	6,28E-09	4,12E-09	5,00E-04		
Krysen	7,34E-09	5,11E-09	5,00E-03		
Benzo(b)fluoranten	3,03E-09	2,01E-09			
Benzo(k)fluoranten	2,17E-09	1,58E-09	5,00E-04		
Benzo(a)pyren	2,58E-09	1,70E-09	2,30E-06		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	4,66E-10	2,95E-10	5,00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	1,83E-10	9,82E-11			
Benzo(ghi)perylen	9,57E-10	6,05E-10	3,00E-03		
PCB 28	3,54E-09	7,40E-10			
PCB 52	1,31E-08	2,78E-09			
PCB 101	4,22E-09	9,05E-10			
PCB 118	1,58E-10	3,46E-11			
PCB 138	6,64E-09	1,42E-09			
PCB 153	6,47E-11	2,01E-11			
PCB 180	1,60E-09	3,42E-10			
Sum PCB7	2,93E-08	6,24E-09	2,00E-06	-98,5 %	-99,7 %
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	7,85E-06	2,02E-06	2,50E-04		

Med dagens bruk representerer forurensningen en akseptabel lav potensiell risiko for human helse. Dette forutsetter at kostholdsrådene for området følges, og at det ikke blir spist fisk og sjømat fanget her, jf Kap 5.1. Ved normalt inntak av sjømat er det knyttet risiko for helse relatert spesielt til forurensningsnivået av TBT, PCB, bly og PAH-forbindelsene benzo(a)pyren, benzo(k)fluoranten, benzo(a)antracen (vedlegg 1). Det er ikke knyttet risiko til bading.

5.2.3 Risiko for effekter på økosystemet

Tabell 6: Beregnet porevannskonsentrasjoner og overskridelser av grenseverdi for økologisk risiko (PNEC_w) som følge av forurensningen i sjø ved Stilnestangen.

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	3,63E-03	2,33E-03	4,8		
Bly	1,55E-03	8,41E-04	2,2		
Kadmium	6,77E-06	2,39E-06	0,24		
Kobber	1,15E-02	4,42E-03	0,64	1692,4 %	590,1 %
Krom totalt (III + VI)	3,83E-04	2,43E-04	3,4		
Kvikksølv	7,40E-06	4,60E-06	0,048		
Nikkel	9,18E-03	6,27E-03	2,2	317,4 %	185,1 %
Sink	1,36E-02	5,40E-03	2,9	367,6 %	86,1 %
Naftalen	1,10E-03	7,47E-04	2,4		
Acenaftylen	9,89E-04	8,35E-04	1,3		
Acenaften	7,37E-04	3,50E-04	3,8		
Fluoren	4,48E-04	2,41E-04	2,5		
Fenantren	2,25E-03	1,05E-03	1,3	72,8 %	
Antracen	3,85E-04	2,19E-04	0,11	250,0 %	98,9 %
Fluoranten	5,34E-04	3,16E-04	0,12	344,9 %	163,6 %
Pyren	1,12E-03	6,99E-04	0,023	4750,8 %	2937,0 %
Benzo(a)antracen	7,98E-05	5,23E-05	0,012	565,1 %	336,1 %
Krysen	9,33E-05	6,49E-05	0,07	33,3 %	
Benzo(b)fluoranten	3,87E-05	2,57E-05	0,03	28,9 %	
Benzo(k)fluoranten	2,77E-05	2,01E-05	0,027	2,6 %	
Benzo(a)pyren	3,30E-05	2,17E-05	0,05		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	5,97E-06	3,78E-06	0,002	198,6 %	88,9 %
Dibenzo(a,h)antracen	2,34E-06	1,26E-06	0,03		
Benzo(ghi)perylene	1,23E-05	7,76E-06	0,002	514,3 %	288,1 %
PCB 28	4,53E-05	9,48E-06			
PCB 52	1,68E-04	3,58E-05			
PCB 101	5,44E-05	1,17E-05			
PCB 118	2,03E-06	4,46E-07			
PCB 138	8,58E-05	1,84E-05			
PCB 153	8,36E-07	2,59E-07			
PCB 180	2,07E-05	4,43E-06			
Sum PCB7	3,77E-04	8,04E-05			
Tributyltinn (TBT-ion)	1,01E-01	2,60E-02	0,00021	48237376,8 %	12385799,8 %

Det har ikke blitt utført toksisitetstester på sedimentet eller analysert for målte miljøgifter i porevannet. Derfor er porevannskonsentrasjonene beregnet ut ifra sedimentanalysene og stoffenes/forbindelsenes generelle K(d)-verdier. Beregningene viser at porevannskonsentrasjonene overskrider grenseverdiene for potensiell, økologisk risiko (PNEC_w) betydelig for kobber, nikkel og sink, PAH-forbindelsene antracen, fluoranten, pyren, benzo(a)antracen, indeno(1,2,3-cd)pyren, benzo(ghi)perylene og TBT. Analysene viser at forurensningen i sedimentene utgjør en potensiell risiko for skade på organismer i området.

5.2.4 Risiko for spredning

Tabell 3: Spredning av forurensning i sediment ved Stilnestangen, Kragerø. Tall merket med rødt representerer stoffer der mengden overstiger grenseverdi for økologisk risiko. Spredningen er sum av spredning som følge av diffusjon, biologisk aktivitet og skipsanløp.

Stoff	Beregnet spredning		F _{tot} , middel for Stilnestangen (g/år)
	F _{tot} , maks (mg/m ² /år)	F _{tot} , middel (mg/m ² /år)	
Arsen	29,05	18,61	2047,56
Bly	48,61	26,37	2900,62
Kadmium	0,17	0,06	6,75
Kobber	107,50	41,39	4552,61
Krom totalt (III + VI)	8,91	5,66	622,40
Kvikksølv	0,16	0,10	11,28
Nikkel	57,64	39,37	4330,80
Sink	231,55	92,15	10136,94
Naftalen	7,35	5,00	549,59
Acenaftylen	6,07	5,12	563,71
Acenaften	4,52	2,14	235,95
Fluoren	2,65	1,43	156,82
Fenantren	13,23	6,16	677,46
Antracen	2,27	1,29	142,01
Fluoranten	4,19	2,48	272,81
Pyren	7,34	4,60	505,66
Benzo(a)antracen	0,99	0,65	71,54
Krysen	1,53	1,06	116,71
Benzo(b)fluoranten	0,91	0,61	66,69
Benzo(k)fluoranten	0,65	0,47	52,13
Benzo(a)pyren	0,78	0,52	56,67
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,19	0,12	13,16
Dibenzo(a,h)antracen	0,07	0,04	4,09
Benzo(ghi)perylene	0,30	0,19	20,94
PCB 28	0,48	0,10	11,09
PCB 52	3,22	0,68	75,21
PCB 101	1,11	0,24	26,20
PCB 118	0,08	0,02	1,81
PCB 138	1,81	0,39	42,65
PCB 153	0,04	0,01	1,32
PCB 180	0,49	0,10	11,42
Sum PCB7	7,22	1,54	169,69
Tributyltinn (TBT-ion)	398,08	102,22	11243,73

Tabell 4: Prosentvis fordeling av spredningsparametrene: diffusjon, biologisk aktivitet og skipsanløp for forurensning i sediment ved Stilnestangen, Kragerø. Tall merket med rødt representerer stoffer der mengden overstiger grensen for økologisk risiko.

Stoff	Beregnet middel spredning		
	F _{diff} , middel [%]	Fskipnormert, middel [%]	F _{org} , middel [%]
Arsen	83,34	16,64	0,02
Bly	22,18	77,34	0,48
Kadmium	20,59	79,40	0,01
Kobber	56,10	43,58	0,32
Krom totalt (III + VI)	18,84	81,13	0,03
Kvikksølv	29,08	70,79	0,13
Nikkel	77,54	22,37	0,10
Sink	30,32	67,93	1,76
Naftalen	94,82	4,73	0,45
Acenaftylene	92,28	5,27	2,45
Acenaften	90,77	5,60	3,63
Fluoren	89,09	6,16	4,75
Fenantren	85,13	7,35	7,52
Antracen	85,00	7,83	7,17
Fluoranten	58,42	13,92	27,66
Pyren	69,60	9,54	20,86
Benzo(a)antracen	33,83	24,32	41,85
Krysen	25,71	15,07	59,22
Benzo(b)fluoranten	16,58	19,93	63,49
Benzo(k)fluoranten	16,65	19,59	63,76
Benzo(a)pyren	16,51	20,27	63,22
Indeno(1,2,3-cd)pyren	11,60	41,04	47,36
Dibenzo(a,h)antracen	12,37	36,80	50,82
Benzo(ghi)perylene	14,98	23,85	61,17
PCB 28	36,26	4,98	58,76
PCB 52	18,49	3,04	78,47
PCB 101	15,99	10,50	73,51
PCB 118	8,84	50,52	40,64
PCB 138	14,39	14,60	71,00
PCB 153	6,60	60,87	32,53
PCB 180	12,15	23,87	63,97
Tributyltinn (TBT-ion)	90,31	8,02	1,66

Det er flere stoffer som har betydelig potensial for spredning. På bakgrunn av stoffenes egenskaper er det ulike mekanismer som bidrar mest til spredning. For bly og sink er det oppvirvling som følge av båttaktivitet som er viktigste spredningsmekanisme. For kobber, antracen, fluoren, pyren og TBT er diffusjon fra sedimentet (F_{diff}) den største bidragsyteren til spredningen. For benzo(a)antracen, krysen og benzo(ghi)perylene biologisk aktivitet (F_{org}) som bidrar mest til spredningen. Ut fra akseptkriteriene er det uakseptabelt høy potensiell risiko for spredning av forurensning pga overskridelser av økologisk risiko samt for spredning av bly som følge av båttrafikk.

5.3 Mattilsynets vurderinger

Mattilsynets vurderinger om kostholdsråd ble sist oppdatert i 2002. De fraråder konsum av ål i Kragerø havn fanget innenfor Nepa-Furuholmen-Bærøy-Malmhella og av skjell fanget innenfor Nepa-Furuholmen-Øya-Midfjordskjær-Malmhella.

6 KONKLUSJON OG ANBEFALINGER

Området rundt Stilnestangen er forurenset av tungmetaller som kobber, bly og sink, samt TBT, PCB og svært mange PAH-forbindelser. Mye av forurensningen som finnes utenfor Stilnestangen er typisk for skipsverftaktivitet. Noe av forurensningen som PCB og tungmetaller viser en avtagende trend med avstand til verftet. Tungmetallene, PCB, og TBT har høyeste konsentrasjon nærmest den gamle slippen, og av den grunn er det antatt at verftsaktiviteten er må være den viktigste bidragsyteren til den påviste forurensningen i sedimentet.

PAH-forurensningen viser ikke en avtagende trend, noe som tyder på at denne forurensningen kan komme fra flere kilder enn kun verftet. Konsentrasjonene som er funnet i denne undersøkelsen samsvarer med tidligere undersøkelser i området, der ble det også funnet høye PAH-verdier i prøver tatt lengre inn mot Kragerø sentrum (NIVA 1995).

Ut fra miljømålene som er etablert for området utgjør sedimentforurensningen en uakseptabel høy potensiell økologisk risiko. Med hensyn til human helse er det derimot tilfredsstillende lav risiko. Dette forutsetter at det ikke konsumeres fisk og sjømat fanget i området. Dette er også beskrevet i nasjonale kostholdsråd for området. Det er akseptabel lav potensiell risiko for helse relatert til bading.

Det er potensiell økologisk risiko for påvirkning som følge av spredning av PAH-forbindelser, TBT og kobber. I hovedsak skyldes dette diffusjon og biologisk aktivitet, men også tungmetaller bidrar som følge av skipstrafikk i området nord for verftet.

På bakgrunn av vurderingen kan ikke området friskmeldes etter denne risikovurderingen. Forurensningen er sammensatt og konsentrasjonene av miljøgifter i sedimentet høye. Det er lav sannsynlighet for at en Trinn 3 undersøkelse kan endre en slik konklusjon. Det er viktigere å prioritere en tiltaksvurdering.

Tiltak utenfor Stilnestangen alene vil ikke kunne redusere risikoen for forurensning i området til et akseptabelt nivå. Områdene rundt også er betydelig forurenset. Følgelig vil heller ikke tiltak ha innvirkning på grunnlaget for kostholdsrådene. For å få effekter av tiltak anbefaler vi at det blir utarbeidet en tiltaksvurdering for hele sjøområdet ved Kragerø.

Kragerø utvikling planlegger en utbygging i den mest forurensete delen av området som er undersøkt her. En utbygging i dette området vil, hvis sedimentet tildekkes, redusere den lokale risikoen forbundet med transport og spredning av metaller betydelig og gjøre miljøgiftene utilgjengelig for organismer i området. Det vil være et positivt første trinn i fht. å bedre forholdene i sjøresipienten lokalt.

7 REFERANSER

SFT 2007. Veileder for risikovurdering av forurenset sediment (TA 2230/2007).

SFT 2004. Forurensningssituasjon i småbåthavner. Status, økologisk risiko, sprednings vurdering og tiltaksbehov (TA-2071/2004)

SFT 2003. Veileder for håndtering av forurensede sedimenter (TA-1979/2003).

Fra skipsverft til offshoreverft, Grenland Group 1999.

SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, Veiledning, (TA-1467/1997)

Molvær, J. og R.M. Konieczny, 1996. Utfylling i sjøen ved Tangen Verft, Kragerø. Grovvurdering av miljøproblemer. Niva-rapport 3567-96.

Konieczny, R.M. og A. Juliussen. 1995. Sonderende sedimentundersøkelser av miljøgiftsituasjonen i norske havner og kystområder. Fase I: Narvik-Kragerø. NIVA-rapport nr. O-93177. SFT overvåkningsrapport nr. 587.185s.

Liseth, P., S. Kolstad og J.Rueness, 1972. Undersøkelse av sjøresipienter i Kragerøområdet. Fremdriftsrapport nr. 1. NIVA-rapport O-55/69.

8 VEDLEGG

Vedlegg 1: Tabell human helse ved normalt sjømatinntak.

Vedlegg 2: Analyseresultatene

Beregnet humanrisiko ved normalt inntak av sjømat utenfor Stilnestangen, (ingen verdi i gul kolonne, MTR 10%, betyr at grenseverdi ikke er overskredet). For TBT er det MTR 100% som er beregnet.

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose overskrider MTR 10 % med:	
	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	1,81E-05	1,16E-05	1,00E-04		
Bly	7,60E-04	4,12E-04	3,60E-04	111,2 %	14,6 %
Kadmium	6,69E-08	2,36E-08	5,00E-05		
Kobber	1,13E-03	4,34E-04	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	7,55E-06	4,79E-06	5,00E-04		
Kvikksølv	7,27E-07	4,52E-07	1,00E-05		
Nikkel	1,81E-04	1,24E-04	5,00E-03		
Sink	1,33E-02	5,30E-03	3,00E-02		
Naftalen	1,08E-04	7,32E-05	4,00E-03		
Acenaftilen	4,86E-04	4,11E-04			
Acenaften	5,36E-04	2,55E-04			
Fluoren	4,13E-04	2,22E-04			
Fenantren	3,25E-03	1,51E-03	4,00E-03		
Antracen	5,32E-04	3,03E-04	4,00E-03		
Fluoranten	3,79E-03	2,24E-03	5,00E-03		
Pyren	5,01E-03	3,14E-03			
Benzo(a)antracen	1,36E-03	8,90E-04	5,00E-04	171,5 %	78,0 %
Krysen	2,96E-03	2,06E-03	5,00E-03		
Benzo(b)fluoranten	1,90E-03	1,26E-03			
Benzo(k)fluoranten	1,36E-03	9,88E-04	5,00E-04	171,8 %	97,7 %
Benzo(a)pyren	1,62E-03	1,07E-03	2,30E-06	70247,3 %	46212,0 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2,93E-04	1,85E-04	5,00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	1,15E-04	6,18E-05			
Benzo(ghi)perylene	6,03E-04	3,81E-04	3,00E-03		
PCB 28	9,26E-04	1,94E-04			
PCB 52	8,26E-03	1,75E-03			
PCB 101	2,67E-03	5,73E-04			
PCB 118	9,97E-05	2,19E-05			
PCB 138	4,21E-03	9,00E-04			
PCB 153	4,10E-05	1,27E-05			
PCB 180	1,02E-03	2,17E-04			
Sum PCB7	1,72E-02	3,67E-03	2,00E-06	861118,8 %	183573,5 %
Tributyltinn (TBT-ion)	2,17E-02	5,57E-03	2,50E-04	8570,5 %	2126,3 %

Analyserapport

Moss

Norconsult
Gaute Rørvik Salomonsen
Apotekergaten 14
Pb 110
3191 Horten

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 1 (4)

Kundenummer	8183621-1286065	Prøvemottak	19.05.2008
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analyserapport klar	27.05.2008
Oppdragsmerket	Merk: 5009358 (Sedimentprøver Tangen Kragerø)		

Lab.nr.		NOV015622-08	NOV015623-08	NOV015624-08	NOV015625-08
Merket		1. Tangen	2. Tangen	4. Tangen	5. Tangen
Tatt ut		Kragerø	Kragerø	Kragerø	Kragerø
		19.05.2008	19.05.2008	19.05.2008	19.05.2008
Parameter	Enhet				
Totalt Organisk Karbon	g/100g	1.9	3.8	5.1	5.4
Tørrestoff	%	55.6	36.5	32.2	21.5
*Finstoff <63 µm	%	35.1	27.2	38.7	75.1
PCB 101	mg/kg TS	0.6455	0.0206	0.0041	0.0088
PCB 118	mg/kg TS	0.2411	0.0099	0.0038	0.0046
PCB 138	mg/kg TS	1.54	0.0476	0.0079	0.0194
PCB 153	mg/kg TS	1.15	0.0369	0.0058	0.0152
PCB 180	mg/kg TS	0.7082	0.0223	0.0032	0.0089
PCB 28	mg/kg TS	0.0645	0.0006	<0.0005	<0.0005
PCB 52	mg/kg TS	0.2953	0.0056	0.0028	0.0059
PCB(7) totalsum	mg/kg TS	4.65	0.1435	0.0276	0.0628
Acenaften.	mg/kg TS	0.11	0.16	0.03	0.05
Acenaftylen.	mg/kg TS	0.07	0.08	0.06	0.09
Antracen.	mg/kg TS	0.14	0.38	0.16	0.19
Benzo(a)antracen.	mg/kg TS	0.68	1.4	0.71	0.98
Benzo(a)pyren.	mg/kg TS	0.49	0.96	0.47	0.70
Benzo(b)fluoranten.	mg/kg TS	0.54	1.1	0.56	0.84
Benzo(g,h,i)perylene.	mg/kg TS	0.25	0.44	0.19	0.28
Benzo(k)fluoranten.	mg/kg TS	0.47	0.77	0.43	0.65
Crysen.	mg/kg TS	0.74	1.3	0.68	0.98
Dibenzo(a,h)antracen.	mg/kg TS	0.07	0.11	0.06	0.09
Fenantren.	mg/kg TS	0.54	1.8	0.50	0.74
Fluoranten.	mg/kg TS	1.3	2.7	1.1	1.4
Fluoren.	mg/kg TS	0.07	0.16	0.06	0.09
Indeno(1,2,3,cd)pyren.	mg/kg TS	0.25	0.49	0.22	0.33
Naftalen.	mg/kg TS	0.04	0.03	0.03	0.05
Pyren.	mg/kg TS	1.1	2.3	1.1	1.4
Sum PAH(16)	mg/kg TS	6.8	14	6.2	8.8
THC Total sum	mg/kg TS	220	95	110	360
THC >C10-C12	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
THC >C12-C16	mg/kg TS	6.1	<5.0	7.1	9.3
THC >C16-C35	mg/kg TS	220	95	100	350
THC >C5-C8	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
THC >C8-C10	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0

Analysevurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserapporten

Analyserapport

Moss

Norconsult
Gaute Rørvik Salomonsen
Apotekergaten 14
Pb 110
3191 Horten

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 2 (4)

Kundenummer	8183621-1286065	Prøvemottak	19.05.2008
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analyserapport klar	27.05.2008
Oppdragsmerket	Merk: 5009358 (Sedimentprøver Tangen Kragerø)		

Lab.nr.	NOV015626-08				
Merket	6. Tangen				
Tatt ut	Kragerø				
Parameter	Enhet		Måleu.	Ref/Metode basert på	Lab
Totalt Organisk Karbon	g/100g	1.3	±15%	AJ 31	
Tørrestoff	%	60.7	±15%	NS 4764-1	O
*Finstoff <63 µm	%	25.9			L
PCB 101	mg/kg TS	0.0130	±25-25%	NTR 329 Sintef	O
PCB 118	mg/kg TS	0.0050	±25-25%	NTR 329 Sintef	O
PCB 138	mg/kg TS	0.0324	±25-25%	NTR 329 Sintef	O
PCB 153	mg/kg TS	0.0248	±25-25%	NTR 329 Sintef	O
PCB 180	mg/kg TS	0.0144	±25-25%	NTR 329 Sintef	O
PCB 28	mg/kg TS	0.0024	±25-25%	NTR 329 Sintef	O
PCB 52	mg/kg TS	0.0040	±25-25%	NTR 329 Sintef	O
PCB(7) totalsum	mg/kg TS	0.0960	±25-25%	NTR 329 Sintef	O
Acenaften.	mg/kg TS	0.03	±30-35%	NTR 329 Sintef	O
Acenaftylen.	mg/kg TS	0.08	±30-35%	NTR 329 Sintef	O
Antracen.	mg/kg TS	0.21	±30-35%	NTR 329 Sintef	O
Benzo(a)antracen.	mg/kg TS	0.86	±30-35%	NTR 329 Sintef	O
Benzo(a)pyren.	mg/kg TS	0.54	±30-35%	NTR 329 Sintef	O
Benzo(b)fluoranten.	mg/kg TS	0.61	±30-35%	NTR 329 Sintef	O
Benzo(g,h,i)perylene.	mg/kg TS	0.23	±30-35%	NTR 329 Sintef	O
Benzo(k)fluoranten.	mg/kg TS	0.48	±30-35%	NTR 329 Sintef	O
Crysen.	mg/kg TS	0.82	±30-35%	NTR 329 Sintef	O
Dibenzo(a,h)antracen.	mg/kg TS	0.07	±30-35%	NTR 329 Sintef	O
Fenantren.	mg/kg TS	0.61	±30-35%	NTR 329 Sintef	O
Fluoranten.	mg/kg TS	1.5	±30-35%	NTR 329 Sintef	O
Fluoren.	mg/kg TS	0.05	±30-35%	NTR 329 Sintef	O
Indeno(1,2,3,cd)pyren.	mg/kg TS	0.26	±30-35%	NTR 329 Sintef	O
Naftalen.	mg/kg TS	0.02	±30-35%	NTR 329 Sintef	O
Pyren.	mg/kg TS	1.3	±30-35%	NTR 329 Sintef	O
Sum PAH(16)	mg/kg TS	7.6	±30-35%	NTR 329 Sintef	O
THC Total sum	mg/kg TS	51	±20-20%	NTR 329 SINTEF	O
THC >C10-C12	mg/kg TS	<5.0	±20-20%	NTR 329 SINTEF	O
THC >C12-C16	mg/kg TS	12	±20-20%	NTR 329 SINTEF	O
THC >C16-C35	mg/kg TS	39	±20-20%	NTR 329 SINTEF	O
THC >C5-C8	mg/kg TS	<5.0	±20-20%	NTR 329 SINTEF	O
THC >C8-C10	mg/kg TS	<5.0	±20-20%	NTR 329 SINTEF	O

Analysevurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserapporten

Analyserapport

Moss

Norconsult
Gaute Rørvik Salomonsen
Apotekergaten 14
Pb 110
3191 Horten

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 3 (4)

Kundenummer	8183621-1286065	Prøvemottak	19.05.2008
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analyserapport klar	27.05.2008
Oppdragsmerket	Merk: 5009358 (Sedimentprøver Tangen Kragerø)		

Lab.nr.		NOV015622-08	NOV015623-08	NOV015624-08	NOV015625-08
Merket		1. Tangen	2. Tangen	4. Tangen	5. Tangen
Tatt ut		Kragerø	Kragerø	Kragerø	Kragerø
		19.05.2008	19.05.2008	19.05.2008	19.05.2008
Parameter	Enhet				
Tributyltinn.	µg/kg TS	3900	170	67	420
Arsen, As	mg/kg TS	14	14	18	24
Kadmium, Cd	mg/kg TS	0.13	0.30	0.16	0.88
Bly, Pb	mg/kg TS	240	76	170	120
Kobber, Cu	mg/kg TS	280	54	83	83
Krom, Cr	mg/kg TS	46	23	29	33
Nikkel, Ni	mg/kg TS	65	37	41	55
Sink, Zn	mg/kg TS	990	200	280	370
Kvikksølv, Hg	mg/kg TS	0.27	0.74	0.50	0.65

Grethe Arnestad
Cand.Mag

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon 69279803 / 69279822

Analyserapport

Moss

Norconsult
Gaute Rørvik Salomonsen
Apotekergaten 14
Pb 110
3191 Horten

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 4 (4)

Kundenummer	8183621-1286065	Prøvemottak	19.05.2008
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analyserapport klar	27.05.2008
Oppdragsmerket	Merk: 5009358 (Sedimentprøver Tangen Kragerø)		

Lab.nr.	NOV015626-08				
Merket	6. Tangen				
Tatt ut	Kragerø				
		19.05.2008		Ref/Metode	
Parameter	Enhet	Måleu.	basert på	Lab	
Tributyltinn.	µg/kg TS	450	±40-40%	Intern metode	O
Arsen, As	mg/kg TS	6.9	±20%	NS-EN ISO 11885	O
Kadmium, Cd	mg/kg TS	<0.082	±20%	NS-EN ISO 11885	O
Bly, Pb	mg/kg TS	45	±20%	NS-EN ISO 11885	O
Kobber, Cu	mg/kg TS	39	±20%	NS-EN ISO 11885	O
Krom, Cr	mg/kg TS	15	±20%	NS-EN ISO 11885	O
Nikkel, Ni	mg/kg TS	24	±20%	NS-EN ISO 11885	O
Sink, Zn	mg/kg TS	130	±15%	NS-EN ISO 11885	O
Kvikksølv, Hg	mg/kg TS	0.14	±20%	NS 4768-1 m	O

Analysevurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserporten