

Karmsund Maritime Eide AS

Miljøtekniske undersøkelser på land og sjø med risiko- og spredningsvurdering

Fagrapport

Mars 2012



Dokument nr. 1
Revisjonsnr. 2
Utgivelsesdato: 29. mars 2012
Oppdragnr. 136323
Utarbeidet: Agnes Haker og Arve Misund
Kontrollert: Oddmund Soldal

Dokumentinformasjon		
Tittel:	Karmsund Maritime Eide AS - Miljøtekniske undersøkelser på land og sjø med risiko- og spredningsvurdering	
Prosjektnummer:	136323	
Oppdragsgiver:	Karmsund Maritime Eide AS	
Kontaktperson hos oppdragsgiver	Arve Hystad	
Konsulentreferanse og rapportnr.	COWI AS, o.nr 136323	
Dato:	29-03-2012	
Versjon:	2-0	
Totalt antall sider	59	
Antall vedlegg:	2	
Tilgjengelighet:	Ugradert	
<p>Sammendrag: I 2012 har COWI AS etter oppdrag for Karmsund Maritime Eide AS gjennomført en miljøteknisk undersøkelse av det tidligere slippområdet på bedriftens eiendom og influensområdet i fjordarmen utenfor bedriften. Det er tatt jordprøver på land og sedimentprøver i sjøen for å vurdere den aktuelle miljøtilstanden og om slippområdet fortsatt er en aktiv kilde til forurensning i sjøen. Basert på resultatene for jordprøvene er det utarbeidet en helsebasert risikovurdering for opphold på industriområde samt en spredningsvurdering for å avklare om aktivitetene på verftet fortsatt utgjør en fare for forurensning i fjorden. Det er gjennomført en Trinn 1 og Trinn 2 risikovurdering for sedimentet i influensområdet.</p> <p>Både grunnen i slippområdet og sedimentet i influensområdet er betydelig forurenset mht. TBT, kobber, PAH, PCB, bly, kvikksølv og sink. Det er beregnet at miljøtilstanden i sedimentet utgjør en risiko mht. spredning, human helse og økosystemet. På land utgjør forurensningen en risiko for human helse og spredning til sjøen. Det vurderes at aktiviteter i slippområdet i stor grad er årsaken til miljøtilstanden i sedimentet i influensområdet. For å hindre videre avrenning av miljøgifter til sjøresipient anbefales det derfor å gjennomføre tiltak i slippområdet. I sjøområdet er det trolig flere mulige utslippskilder som bør kartlegges før det vurderes tiltak.</p> <p>Emneord: Karmsund, forurenset grunn, forurenset sediment, miljøundersøkelse, risikovurdering, spredningsanalyse, tiltaksvurdering</p>		
Oppdragsansvarlig  Navn	Saksbehandler   Navn	Kvalitetssikrer  Navn

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
2	Bakgrunn	4
2.1	Geografisk beliggenhet	4
2.2	Bunnareal og topografi	6
2.3	Vannutskiftning	6
2.4	Nåværende arealbruk	7
2.5	Skipstrafikk	7
2.6	Mulige forurensningskilder til sjøen	7
2.7	Tidligere undersøkelser og miljøtilstand	11
3	Ønsket miljøtilstand	12
3.1	Formål	12
3.2	Miljømål	12
3.3	Kriterier for måloppnåelse	12
4	Risikovurdering metode	13
4.1	Jord	13
4.2	Sediment	13
5	Gjennomførte undersøkelser	15
5.1	Prøvetakingsstrategi	15
5.2	Prøvetaking	15
5.3	Kvalitetssikring i felt	21
6	Analyseresultater	23
6.1	Resultater jordprøver	23
6.2	Resultater sedimentprøver	25
7	Risikoanalyse landområdet	27
7.1	Miljømål og akseptkriterier	27
7.2	Trinn 1: Forenklet risikovurdering	27
7.3	Trinn 2: Utvidet risikovurdering	27
8	Risikovurdering sjøområdet	33
8.1	Risikovurdering Trinn 1	33
8.2	Risikovurdering Trinn 2	34
9	Samlet risikovurdering og konklusjoner	44
10	Tiltaksvurdering	48
11	Referanser	55
12	Vedlegg A - Stoffliste	56
13	Vedlegg B: Analyseresultater	59

1 Innledning

I brev av 17. juni 2010 fra Fylkesmannen i Rogaland har Karmsund Maritime Eide AS (KM Eide) fått pålegg om å gjennomføre undersøkelser, risiko- og tiltaksvurdering av miljøtilstanden, både på land og i sjøsedimenter, ved bedriftens anlegg i Eidsbotn, Karmøy kommune. I henhold til KLIFs informasjonsskriv TA-2218/2006 ('miljøtekniske undersøkelser ved skipsverft: krav til innhold' /1/) skal et undersøkelsesprogram ha som formål å:

- gi nyttig driftsinformasjon til bedriften
- møte myndighetskrav
- gi berørte parter tilstrekkelig trygghet for sitt nærmiljø

Karmsund Maritime Eide AS engasjerte IRIS til å utføre nødvendige arbeider. I 2011 ble det tatt sedimentprøver på 3 ulike lokaliteter i sjøen og 1 jordprøve på land ved slippene. Rapporten /2/ ble imidlertid ikke akseptert av Fylkesmannen da den ikke oppfylte kravet i pålegget. I brev datert 30. november 2011 fikk bedriften et nytt pålegg om å utføre supplerende undersøkelser og vurderinger.

COWI AS har etter oppdrag fra Karmsund Maritime Eide AS gjennomført ytterligere prøvetaking på land og sjø ved bedriftens eiendom (gnr. 68, bnr. 14). For å oppfylle kravet til undersøkelser er det tatt jordprøver i 6 prøvepunkter på land og 2 i sjøen. Prøvetakingen ble gjennomført 9. og 10. januar 2012 og dekket et område på ca. 3000 m² på land og ca. 10 000 m² i sjøen. Basert på analyseresultatene og dagens arealbruk har COWI AS utarbeidet en Trinn 1 og Trinn 2 risikovurdering både for jordprøvene og sedimentprøvene. Dette har innbefattet spredningsanalyse for å vurdere avrenning av miljøgifter fra slippområdet til Eidsbotn ("Stølsbukta"), vurdering av miljøtilstanden i sjøsedimentene og tiltaksvurdering for land- og sjøområde.

Arbeidet på land er utført iht. KLIFs veileder TA-1629 ('Veiledning om risikovurdering av forurenset grunn' /3/). Resultatene av de kjemiske analysene av jord er vurdert ift. veileder TA-2553 (Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn' /4/). Arbeidet i sjøen er gjort iht. KLIFs veileder TA-2229 ('Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter' /5/), og veileder TA-2802 ('Risikovurdering av forurenset sediment' /6/).

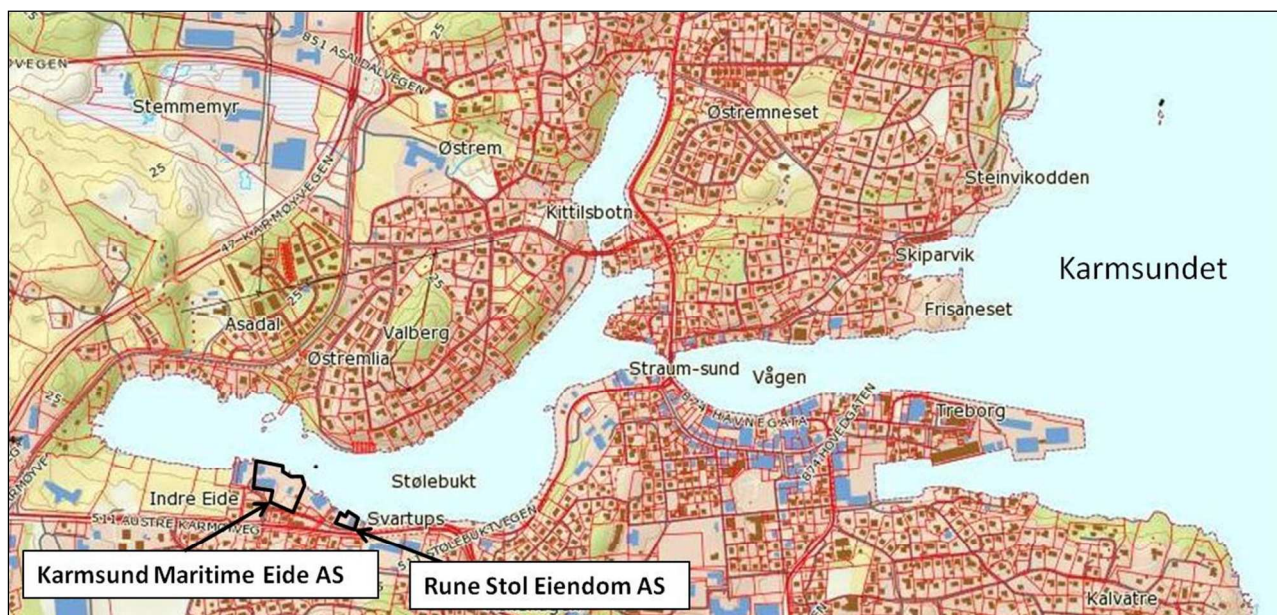
Oppdraget er utført av COWI v/Arve Misund og Agnes Haker for Karmsund Maritime Eide AS v/Arve Hystad.

2 Bakgrunn

2.1 Geografisk beliggenhet

Figur 1 viser et oversiktskart over Kopervik på Karmøy. Eidsbotn, eller Stølsbukta, er en smal og grunn fjordarm til Karmsundet. Bedriften Karmsund Maritime Eide AS ligger i et industriområde på sørsiden av Eidsbotn. Også vist i figur 1 er beliggenhet av Rune Stol Eiendom AS, en nabobedrift med tidligere slippvirksomhet som har fått samme pålegg om miljøundersøkelser som KM Eide AS.

Figur 2 viser et ortofoto over bedriftens eiendom (antydnet med svart stiplet linje). Det undersøkte området på land hvor slippvirksomhetene har foregått er antydnet med rød linje. Lokalisering av Rune Stol Eiendom AS er også vist på bildet.



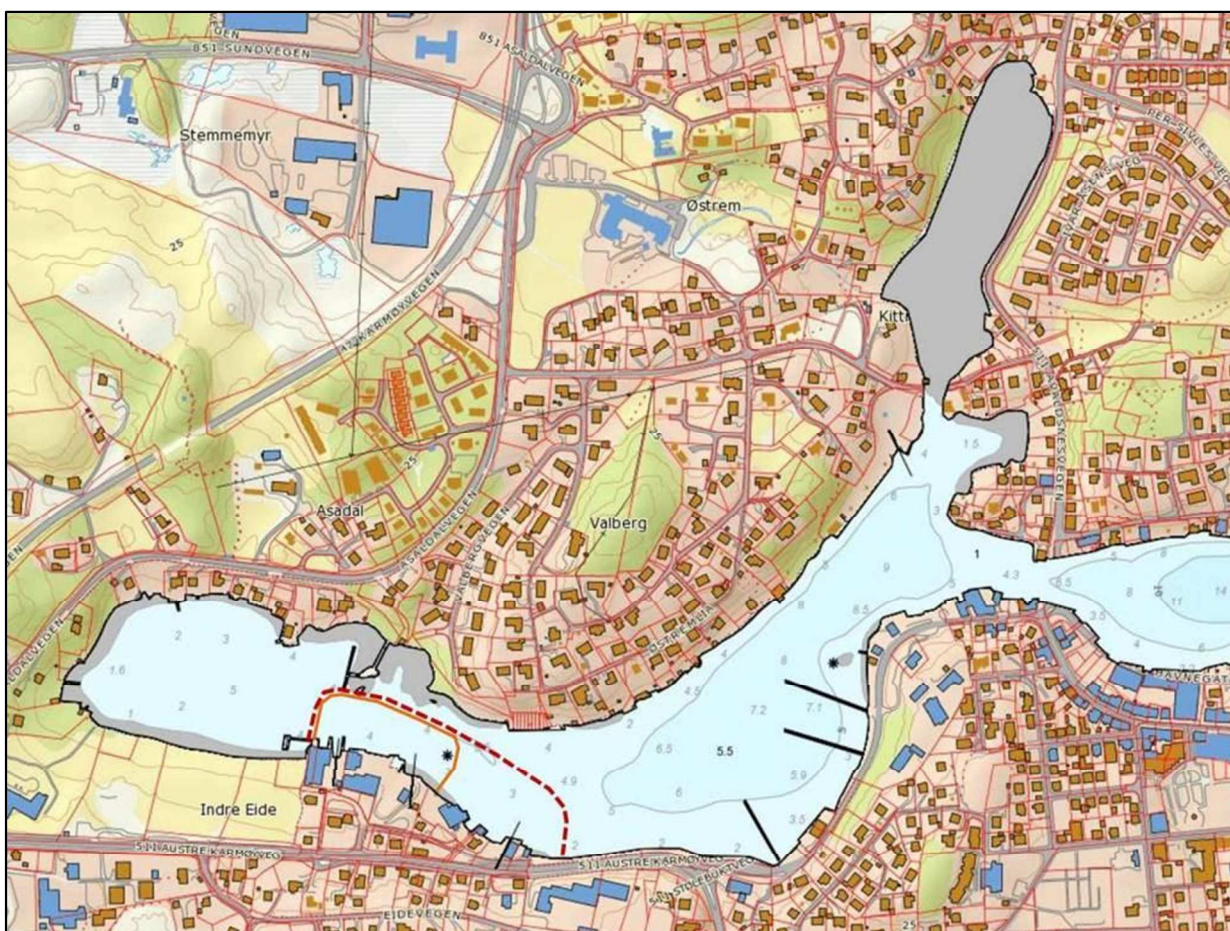
Figur 1. Oversiktskart som viser bedriftens beliggenhet ved Eidsbotn / Stølsbukta (temakart Rogaland).



Figur 2. Ortofotobilde som viser beliggenheten av KM Eide AS eiendommen (markert med svart stiplet linje, på gnr. 68 bnr. 14) og Rune Stol Eiendom AS (gnr. 68 bnr. 23). Det undersøkte området på land med slippen er angitt med rødt omriss.

2.2 Bunnareal og topografi

Eidsbotn er ca. 1700 m lang og strekker seg fra Indre Eide til munningen mot Karmsundet. Fjordarmen er svært grunn innenfor Strømsund brua med en maksimal dybde på 9 m. Et sjøkart som viser vanndybde i Eidsbotn er vist i figur 3. Det antatte influensområdet til KM Eide AS i sjøen er markert med oransje linje og er ca. 10 000 m². Området i sjøen som sannsynligvis er påvirket av (tidligere) industrielle aktiviteter ved både KM Eide AS og Rune Stol Eiendom AS er markert med rød stiplet linje. Influensområdet er i øst-vestlig retning bestemt av tilstøtende industriområde, i nordlig retning av vanddyb i fjorden, og har en samlet størrelse på ca. 20 000 m². Utenfor slippen skrår bunnen gradvis fra 0 til 6 - 7 m dybde i midten av bukta.



Figur 3. Vanndybdekart av Eidsbotn, med et utsnitt av antatt influensområde til skipsverftet (konturert med oransje linje) og antatt overordnet influensområde av industrielle aktiviteter på sørsiden av bukta (konturert med rød stiplet linje). Kartet kommer fra www.kystverket.no.

2.3 Vannutskifting

Ved Straumsundbrua er det en trang og grunn vannpassasje til Karmsundet. Eidsbotn er ikke vesentlig dypere enn terskelen ved Strømsundet. Om sommeren er det vanligvis god sikt i vannmassene og en kan se sjøbunnen.

Det er ferskvannstilførsel til Eidsbotn fra en liten bekk på sørsiden av bukta, litt vest for KM Eide AS, og av overvannsavrenning fra tilgrensende arealer. Fjordarmen Eidsbotn, in-

nenfor Straumsundbrua, har et areal på ca. 168 000 m². Med en gjennomsnittsdybde på ca. 5 m gir dette et vannvolum på ca. 840 000 m³ i bukta. Størrelsen på nedbørsfeltet som har avrenning til bukta er ca. 1 km². Midlere avrenning i dette nedbørsfeltet er ca. 38 l/s per km² (www.nve.no). Dette gir en årlig avrenning eller vannføring på ca. 1,2 million m³/år (eller 38 l/s). Det betyr at den teoretiske oppholdstid til vannmassene i bukta er beregnet til å være 0,7 år (ca. 8,5 måned). Dette er imidlertid et lavt estimat da det i tillegg skjer innstrømming av salt bunnvann i fjordsystemet på grunn av bl.a. tidevannsbevegelsene i havet. I den nordlige delen av Rogaland er tidevannsforskjellen ca. 0,5 m (www.vannstand.no). Det vurderes derfor at oppholdstid for vannmassene i bukta er ca. 0,5 år (full vannutskiftning 2 ganger i året).

Den begrensede vannutskiftningssituasjonen i Eidsbotn har betydning for transport og sedimentering av bunnmaterial. Sedimentet langs strandkanten i bukta består av sand/stein og fjell, mens det i de dypeste delene er bløtbunn.

2.4 Nåværende arealbruk

Karmøys kommuneplan viser at det undersøkte området på land er regulert til næringsvirksomhet. På området har det nå og tidligere vært drevet med forskjellige industriaktiviteter som mekanisk verksted, båtslipp og trebåtbyggeri. Innerst i bukta og på den nordlige siden av bukta er strandområdene regulert til boligbebyggelse og offentlige bygninger. Det er flere båthus ved bukta.

Ca. 350 m øst for slippen er den største småbåthavnen i Karmøy kommune med brygge- og kaianlegg for mer enn 200 fritidsbåter (Kobbernaglen småbåtforening). Lenger øst mot munningen til Karmsundet er det sentrumsområder med boligbebyggelse og kontorbygg. Sør for munningen er det et stort havneområde.

Det foregår ikke næringsmessig fiske og oppdrett i Eidsbotn. Det forekommer heller ikke noe fritidsfiske fra båt og kai da forholdene med dårlig vannkvalitet på grunn av kloakkutslipp og industriell aktivitet er allment kjent. Det er innført kostholdsråd pga. konsentrasjoner av PCB og PAH. Det er frarådet konsum av skjell og krabber i hele Karmsundet, Eidsbotn inkludert (sist vurdert i 2005). På grunn av vannkvaliteten er det trolig lite bading i bukta.

2.5 Skipstrafikk

I influensområdet utenfor bedriften er det vanlig med småbåttrafikk. Tidligere da flere slipper var i drift var det vanlig med større skip i bukta. I dag er det kun KM Eide AS sin slipp som tar imot større båter/skip. Slippen blir brukt sporadisk for mindre oppdag og dette fører til skipstrafikk av noe større båter i gjennomsnittlig ca. 4 -5 ganger i året. Det gjelder spesielt brønnbåter med en maksimal lengde på 40 m.

2.6 Mulige forurensningskilder til sjøen

2.6.1 Bedriftsvirksomheter ved Karmsund Maritime Eide AS

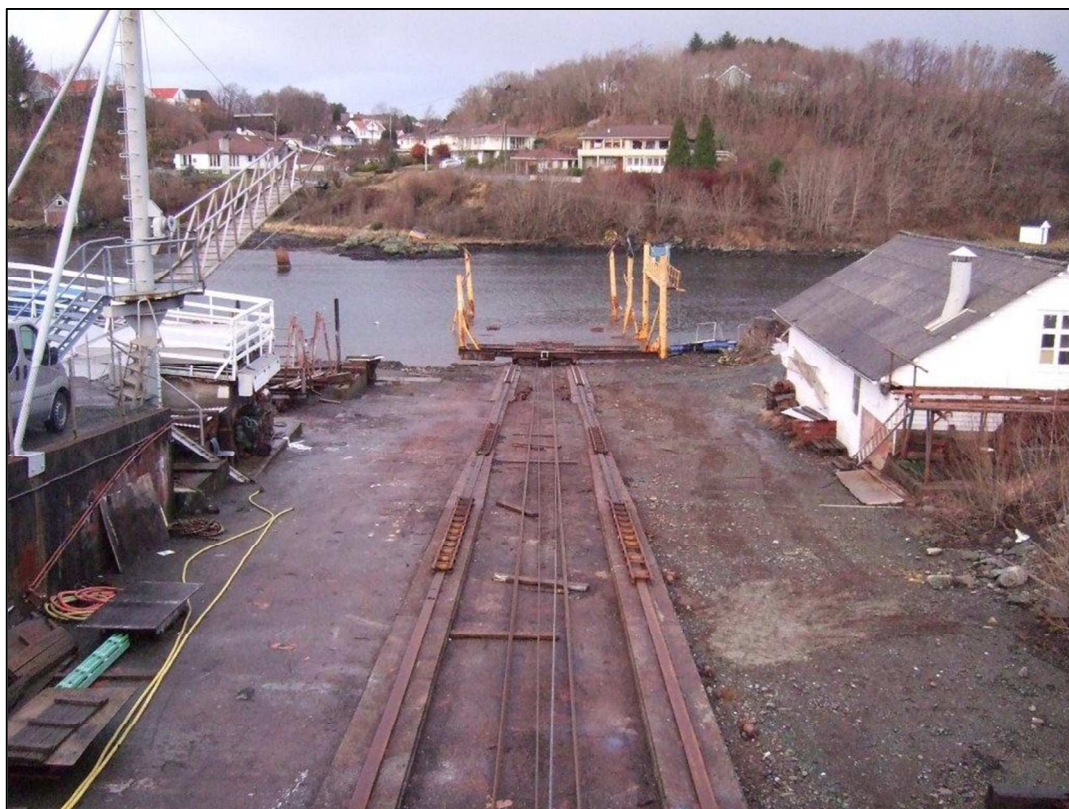
Dokumentert industriell virksomhet på anlegget til KM Eide AS går tilbake til 1930-40 tallet med slippdrift og mekanisk verksted. Den største aktiviteten for slippanlegget var på 60-70 tallet da ringnotflåten hadde sin glansperiode med tilrigging/ombygging av båter til dette

formål. Tradisjonelt ble det slippsett båter med opp til 20-30 m lengde. Slippen ble videre oppgradert og forlenget på 70-tallet med en 40 m lang slippvogn. Karmøy Mekanisk Verksted AS som drev slippvirksomheten gikk konkurs i 1982, og det har vært liten aktivitet på slippanlegget siden denne tid. Karmøy Winch AS kjøpte anlegget i 1982 hvorpå anlegget deretter ble overført til KM gruppen.

I dag leier KM Eide AS ut sine kontor og lager/verksted fasiliteter på eiendommen til Karmos AS. Firmaet driver hovedsakelig med salg og produksjon av flensetninger for rørforbindelser til petroleumsindustrien. Slippen har siden 1982 blitt brukt sporadisk for mindre slippoppdrag for desinfisering av brønnbåter og mindre reparasjoner av diverse aktører. Slippen disponeres i dag av driftsselskapet KM Bygg AS. Gjennomsnittlig er det båter på slippen 4-5 ganger i året. Selskapet har ingen fast ansatte for denne aktiviteten.

Så langt det er dokumentert har det aldri foregått sandblåsing ved slippen. Slippvirksomhetene har i hovedsak omfattet vedlikeholdsarbeid som reparasjoner, maling og utrustning av skip. En kan forvente at disse virksomheter har vært kilde til utslipp av flere miljøskadelige stoffer. For eksempel ble tribulyttinn (TBT) tidligere brukt i bunnstoff og maling på skip. Også PCB (polyklorerte bifenyler) ble tidligere benyttet i skipsmaling. En kilde til PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) kan være ufullstendig forbrenning eller oppvarming av organisk materiale, samt kreosotimpregnert trevirke (tjære). En mer utfyllende liste over aktuelle miljøskadelige stoffer og deres egenskaper er presentert i vedlegg A.

Slippen ved KM Eide AS ligger på en naturlig skråning ved vannkanten. Det er ingen oppsamlingssystem for overflatevann som dermed har direkte avrenning til sjøen (se figur 4 og 5).



Figur 4. Oversiktsbilde over slippområdet ved KME AS, sett mot nord.



Figur 5. Oversiktsbilde av slippet ved KM Eide AS og utfyllingsområde ved sjøen, sett mot sør.

2.6.2 Andre mulige utslippskilder

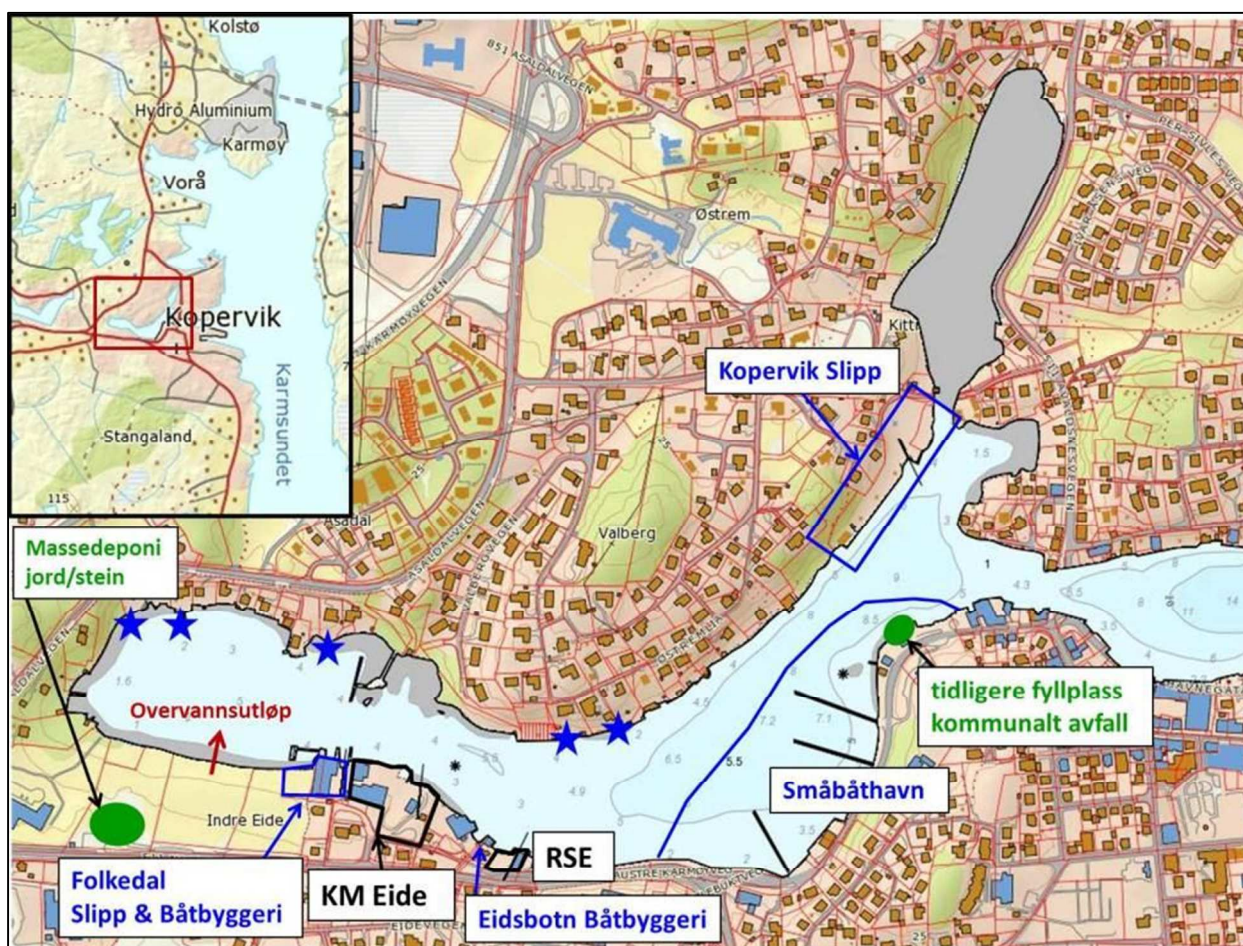
I Eidsbotn og Karmsundet har det gjennom årene vært flere potensielle forurensningskilder til sjøen. Fra før siste verdenskrig har det vært aktører langs fjorden med forskjellig industriell aktivitet som mekanisk verksted, slipper, trebåtbyggerier osv. I hovedsak har disse aktivitetene vært lokalisert i det sørlige området som også i dag er regulert til næringsvirksomhet. På det meste ble det drevet 4-5 ulike slipper, verksted og båtbyggingsaktiviteter i Eidsbotn. En kan nevne Karmøy Mekanisk Verksted, Folkedal Slipp & Båtbyggeri, Eidsbotn Båtbyggeri, Ludvig Hystad Slipp & Mekanikk (nå Rune Stol Eiendom AS) og Kopervik Slipp AS. Alle disse virksomheter ble avsluttet på 80- og 90-tallet (Kopervik Slipp i 1997). Slippene har blitt fjernet, og i dag er det av de større slippene kun slippet på KM Eide AS som fortsatt eksisterer. Diverse småslipper for fritidsbåter eksisterer fremdeles. Kjente utslippskilder er vist på kart i figur 6. Det er ikke utenkelig at disse virksomhetene har ført til samme type utslipp som aktiviteter på KM Eide AS har ført til. I dag drives det fortsatt med diverse aktiviteter med fritidsbåter på Håkonsen eiendom, tidligere Folkedal Slipp & Båtbyggeri. Blant annet omfatter aktivitetene ilandheising, spyling og reparasjoner av mindre båter. Ved Eidsbotn Båtbyggeri, som ligger mellom KM Eide AS og Rune Stol Eiendom AS, ble det i mange år drevet med bygging og vedlikehold av hovedsakelig trebåter. I dag er det fortsatt noe pussing og lakking av trebåter ved kai og det er et mindre båtøppteck.

I tillegg kan tidligere båttrafikk i bukta ha ført til TBT utslipp og oppvirvling og spredning av eksisterende miljøgifter i sedimentet. Det er også fremdeles mye småbåttrafikk i bukta i forbindelse med en stor småbåthavn.

Tidligere har det vært direkte utslipp av kloakk og overflatevann til Eidsbotn. Bukta bærer preg av dette mht. lukt og sparsom fauna. Dette har i de senere år blitt bedre ved at det meste av kloakkutslipp er samlet og ført ut av bukta via pumpestasjoner. Det er fortsatt overvannsutløp fra Eidsbygda til bukta (se figur 6). Det kan også nevnes at det tidligere har vært kommunal avfallsplass like innenfor Straumsundbrua. Dette området består nå av asfalterte arealer. I de siste 10 år har folk også dumpet overskuddsmasser (for det meste jord- og steinmasser) i et større kommunalt massedeponi innerst i bukta (innenfor overvannsutløp). Det er ukjent om disse massene er forurenset. Det kan derfor ikke utelukkes at sjøsedimen-

tene også kan være påvirket av utslipp av sigevann fra avfallsdeponier. Antatt plassering av disse fyllingene er vist i figur 6.

Den nærmeste større industriaktiviteten i dag er smelteverket Hydro Aluminium Karmøy på Håvik i Karmsundet. Aluminiumsverket ble etablert i 1963 og produserer 120 000 til 170 000 tonn aluminium per år. I forbindelse med utslippene fra bedriften er miljøtilstanden i sedimentene, vannmassene og fauna i Karmsundet undersøkt flere ganger. Den siste omfattende undersøkelsen ble utført av NIVA i 2008 /7/. Det ble påvist at sedimentet og vannmassene i nærområdet til bedriften var betydelig forurenset med PAH. Like sør for anlegget var PAH-konsentrasjonene i sedimentet i tilstandsklasse IV og V. Blåskjell og krabbe i nærområdet hadde forhøyde verdier av PAH, men under Mattilsynets grenseverdi for sjømat som er på 10 µg benzo(a)pyren/kg våtvekt. Likevel er det kostholdsråd i hele Karmsundet (og Eidsbotn). PAH-utslippene fra smelteverket kan ha påvirket hele fjordsystemet. Virksomhetene ved Hydro Aluminium har imidlertid ikke medført betydelig forurensning mht. PCB og tungmetaller.



Figur 6. Oversiktskart over Eidsbotn med lokalitet av diverse tidligere og nåværende utslippskilder. Blå stjerner antyder diverse småslipper for fritidsbåter. RSE: Rune Stol Eiendom. Kartet i venstre hjørnet viser beliggenhet av Hydro Aluminium Karmøy i forhold til Kopervik.

2.7 Tidligere undersøkelser og miljøtilstand

Miljøundersøkelsene utført av IRIS i 2011 ved KM Eide AS og Rune Stol Eiendom AS er de første kjente miljøundersøkelsene i Eidsbotn /2/. Beliggenhet av prøvepunkter og analyseresultater for KM Eide er vist i kap. 5. Det ble tatt 1 prøve på land (KM-land) og 3 i sjøen (KM1, 2 og 3).

Jordprøven fra land ble tatt i overflaten et par meter fra vannkanten. I den tidligere rapporten ble jordprøven vurdert mot tilstandsklasser for sediment, mens i denne rapporten blir den vurdert mot helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn /4/. TBT er vurdert mot helsebaserte tilstandsklasser som NGU har foreslått for forurenset grunn /11/. Grunnen ved KM-land inneholdt PAH i tilstandsklasse 5 ("svært dårlig") og PCB og TBT i tilstandsklasse 4 ("dårlig"). Av tungmetallene ble kvikksølv, bly og sink påvist i tilstandsklasse 5, arsen og kobber i tilstandsklasse 4, kadmium og krom i tilstandsklasse 2 og nikkel på bakgrunnsnivå.

De tre sedimentprøvene ble tatt i kjernebeholder av dykker. Hver sedimentprøve er en blandprøve av 3 forskjellige kjerner. Prøvene er blandprøver fra 0 til 25 cm dybde i sedimentet. KM1 og 2 ble tatt nærmest land og KM3 ble tatt midt i bukta. Stort sett var sediment fra de 3 prøvetakingslokaliteter like forurenset. Resultatene er vurdert iht. klassifisering av miljøgifter i vann og sedimenter, veileder TA-2229/2007 /5/. TBT, PAH, kobber og kvikksølv ble påvist i klasse V i alle 3 prøvepunktene. Bly ble påvist i klasse IV og V, og PCB og sink ble påvist i klasse III og IV. De andre tungmetallene i sedimentet var i klasse II.

Jordprøven viser at grunnen på land er sterkt forurenset og sedimentprøvene viser at det sannsynligvis har vært, og muligens fortsatt er, spredning av miljøgifter fra skipsverftområdet til sjøen.

I forbindelse med undersøkelsen ved KM Eide AS ble det utført en tilsvarende undersøkelse ved Rune Stol Eiendom AS. Resultatene er presentert i egen rapport av IRIS /8/. Jordprøven fra RSE AS var noe mindre forurenset og sedimentprøvene utenfor bedriften var i litt mindre grad forurenset sammenlignet med sedimentet utenfor KM Eide AS. IRIS konkluderte at området sannsynligvis har lav vannsirkulasjon fordi Eidsbotn er grunn og ligger et stykke fra Karmsundet. Miljøgifter i sedimentet kan dermed ha akkumulert over en lang periode. Anbefalingen gikk ut på å sanere forurensete landområder før man begynner med opprydding av sjøsedimenter.

3 Ønsket miljøtilstand

3.1 Formål

Hensikten med risikovurderingen er å dokumentere:

- 1 Mengde og type utslipp fra eiendommen til Karmsund Maritime Eide AS
- 2 Dokumentasjon av tilstanden i fjordresipienten

Hvis bedriften overholder krav til håndtering av farlig avfall og god praksis mht. drift skal miljøet i fjorden utenfor bedriftens nærområde bare i liten grad bli påvirket. Noe utslipp av olje og tungmetaller vil kunne skje i forbindelse med nedbørsepisoder og renhold av kaiområde.

Det nasjonale resultatmålet er at (ref: Stortingsproposisjonar 2004-2005, nr. 1, pkt. 4):

Forureina grunn, vatn og sediment som skriv seg fra verksemd i tidlegare tider, feildisponering av avfall og liknande, skal ikkje medføre fare for alvorlege forureiningsproblem.”

EUs vannrammedirektiv sier at alle norske vannforekomster skal ha god økologisk status innen 2021 (vannforskriftens andre planfase). I vannforekomster som ikke tilfredsstillt dette målet skal det gjøres tiltak. I EUs vannrammedirektiv er det innført prinsipper om helhetlig overvåking. Målene i overvåking skal derfor være rettet mot dokumentasjon om resipienten tåler utslippene og vurderinger om det er driftstekniske forhold på bedriften som bør revideres.

3.2 Miljømål

Karmøy kommune har ikke definert miljømål for vann- og/eller sedimentkvalitet i Karmsundet og tilhørende fjordområder. For de lokale forholdene i Kopervik kan det være et overordnet miljømål at sjøsedimentene i Eidsbotn skal tilfredsstillt tilstandsklasse II (God) /5/ inne 2021 (vannforskriftens andre planfase).

3.3 Kriterier for måloppnåelse

For at en skal oppnå god status i Eidsbotn ved KM Eide AS sin eiendom og i resten av fjorden, er det viktig at alle potensielle forurensningskilder kartlegges. Bare på dette grunnlag vil det ha mening å sette i gang tiltak i forhold til forurenset sjøbunn.

4 Risikovurdering metode

4.1 Jord

For håndtering av grunnforurensningssaker har Klima- og Forurensningsdirektoratet utarbeidet veiledere som skal gi et enhetlig beslutningsgrunnlag basert på risikovurderinger av hvordan forurensingen påvirker mennesker og miljø.

Trinn 1: Forenklet risikoanalyse.

I en forenklet risikovurdering benyttes gjeldende normverdier for jord som finnes i forurensningsforskriften kapittel 2 /9/. Disse sammenlignes med resultatene fra undersøkelsen. Dersom en eller flere prøver overstiger normverdien skal det vurderes om dette skyldes forurensning eller lokale bakgrunnsforhold.

Trinn 2: Utvidet risikoanalyse (beregning av eksponering)

Hvis konsentrasjonen av forurensing i jordprøver overskrider normverdiene /9/ skal det gjennomføres en utvidet risikoanalyse. I denne skal det utarbeides stedsspesifikke akseptkriterier basert på den aktuelle arealbruk. Til dette anvendes Klifs veileder TA-2553/2009 som beskriver helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn /4/.

I spredning/transportanalysen skal det beregnes forurensningstransport til ytre miljø. Konsekvensene fra uønskede hendelser skal vurderes, bl.a. ved hjelp av en eksponeringsanalyse. Til dette anvendes Klifs veileder TA 1629/99 med tilhørende regnemodell /3/.

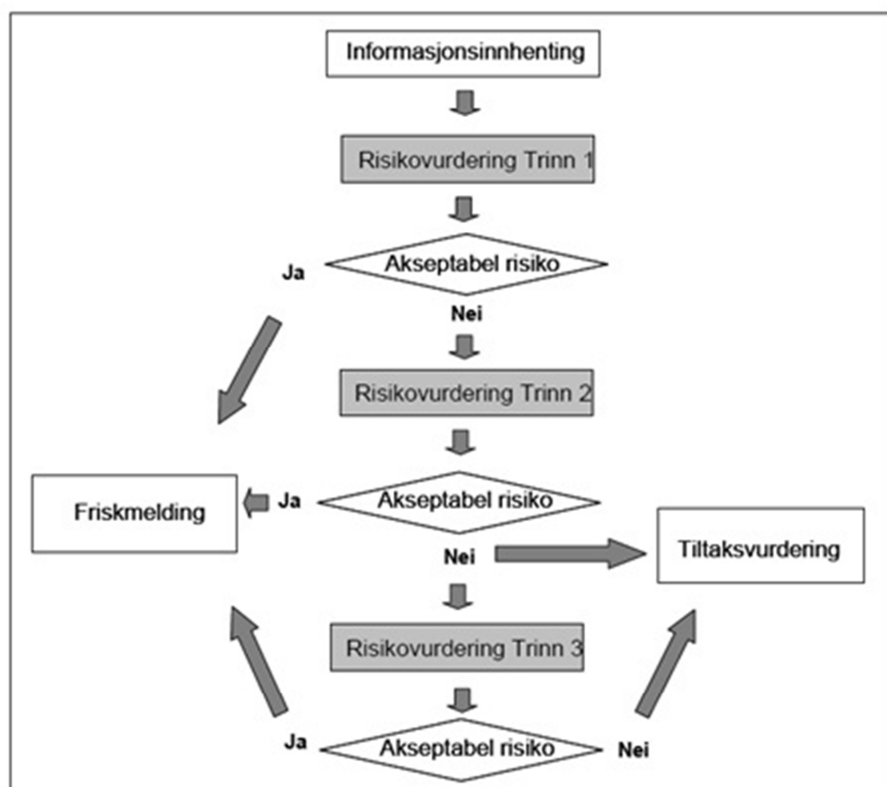
4.2 Sediment

Risikovurderingen gjennomføres i 3 trinn som vist i figur 7. Spranget fra ett trinn til det neste er karakterisert av:

- økning i kompleksitet av vurderingene,
- sterkere gjenspeiling av lokale forhold,
- redusert usikkerhet og mindre konservative beregninger og estimater.

Risikovurderingen bør i utgangspunktet være konservativ for å unngå at man friskmelder områder som det faktisk er behov for å gjøre tiltak i. Dette krever at det tas høyde for alle usikkerheter i vurderingsgrunnlaget. Etter hvert som man gjennomfører de tre trinnene vil vurderingen få en sterkere lokal forankring, usikkerheten i beregningene blir mindre og risikoestimatet blir mer realistisk, mer presist og mindre konservativt. Dette skal sikre at man gjør tiltak bare der det er nødvendig.

Risikovurderingens Trinn 1 omhandler bare økologisk risiko. Hvis det også er ønskelig å foreta en risikovurdering knyttet til human helse, må Trinn 2 gjennomføres. Risikovurdering av forurenset sediment blir utført iht. Klifs veileder TA-2802 ('Risikovurdering av forurenset sediment' /6/).



Figur 7. Hovedstruktur for risikovurderingssystem forurensede sedimenter

5 Gjennomførte undersøkelser

5.1 Prøvetakingsstrategi

Ifølge KLIFs veileder for miljøtekniske undersøkelser ved skipsverft (TA-2218/2006 /1/) skal prøvetakingen gi det nødvendige grunnlaget for gjennomføring av risikovurdering og kilde- og spredningsanalyse. Antall prøver som ble tatt i prøvetakingsprogrammet i 2011, samt dokumentasjon av prøvepunktene og risikovurderingen, oppfylte ikke kravet iht. veilederen.

En del av eiendommen til KM Eide AS er dekket med betongplater, asfalt og bygninger. Det ble bestemt at det ville være hensiktsmessig å fokusere grunnundersøkelsen på den delen av eiendommen der det har foregått slippvirksomheter og hvor det kan ha vært gravd ned avfall. Dette området utgjør et areal på ca. 3000 m² med åpne sand og grusflater. På området ligger slippen, et utfylt område ved sjøkanten der det ligger noe byggemateriale/avfall, og et utfylt område på toppen av skråningen hvor det er lagret byggemateriale. Det er ingen kummer for overvannshåndtering. I regi av IRIS ble det i 2011 tatt 1 overflateprøve, KM-land. Formålet med prøvetakingen i denne nye runden var å dekke hele området, kartlegge eventuell lagdeling i grunnen og konsentrasjoner av miljøgifter ift. lagdeling og dybdesjikt.

Det antatte influensområdet av skipsverftet i sjøen er ca. 10 000 m². Ifølge KLIFs veileder /6/ skal minimum antall prøvepunkt ved miljøundersøkelser av sjøsediment være 5 innen et sedimentområde på 50 000 m². Utover dette økes antall prøvepunkt med 1 per 10.000 m² for vanndybde < 20 m, og 1 per 40.000 m² for vanndybde > 20 m. Prøvedyp skal være 0 - 10 cm, eller det biologisk aktive laget av sedimentene. I tillegg til de 3 prøvene som ble tatt i regi av IRIS i 2011 måtte det derfor tas sedimentprøver i 2 prøvepunkt til. En av disse prøvene er tatt mot vest, lengre inn i bukta, og en er tatt mot øst.

5.2 Prøvetaking

Feltarbeidet ble utført 9. og 10. januar 2012. Prøvetaking på land ble utført 9. januar ved bruk av gravemaskin. Prøvetaking av sjøsediment ble utført 10. januar ved bruk av dykker. Prøvene ble sent til ALS laboratoriet hvor de ble analysert for de mest vanlige forurensningsforbindelsene.

5.2.1 Undersøkelser på land

Ved bruk av gravemaskin er det gravd 6 prøvesjakter ned til grunnvannsnivå eller så dypt som det var hensiktsmessig. Figur 8 viser et oversiktskart over slippområdet ved KM Eides med prøvetakingssjaktene. Eventuell lagdeling i sjaktene er beskrevet. Avhengig av lagdeling ble det vurdert hvor det var hensiktsmessig å ta jordprøver. Tabell 1 sammenfatter feltobservasjoner av prøvesjaktene. Det er ikke gravd sjakter vest for K1 pga. at det i dette området (med en mindre slipp) var asfaltdekket. Observasjoner under prøvetakingen tyder imidlertid på det også i dette området er forurensning i grunnen.

Prøvepunktene ved slippen (K1, K4 og K5) viser at det er et sandig overflatelag til ca. 5 cm dybde med rødlig farge som inneholder jernskrap og malingrester. Dette laget dekker den slakke skråningen helt til vannkanten. Spredning av miljøgifter til sjøen via overflateavrenning kan dermed lett skje (se figur 9). Utenom arealet ved K1 er det ikke noe asfaltdekket i

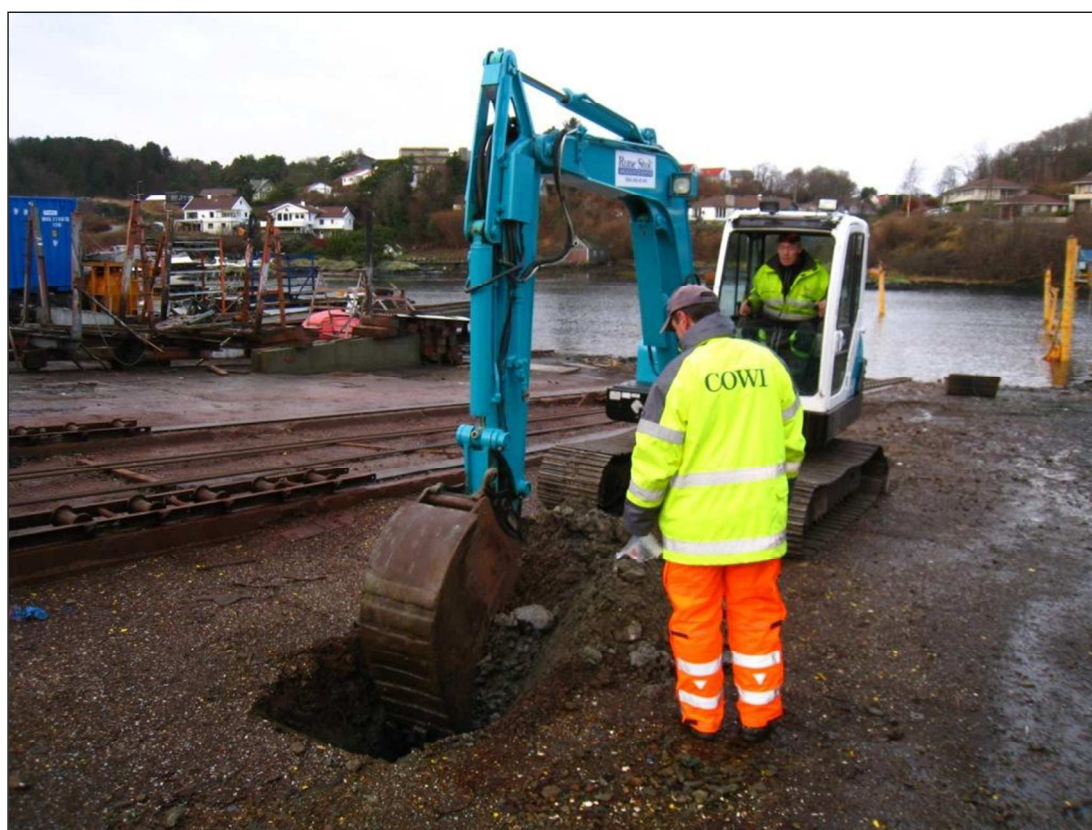
området. Det er fylt opp med jordmasser over en naturlig leirbunn som tidligere var overflaten ved slippen. Spesielt ved K1 bærer toppen av leirbunnen sterk preg av forurensning (lukt og oljefase). Ved K2 og K3 er det funnet noe avfall i fyllmassene. Der hvor grunnvannet (eller et hengende grunnvannsspeil) ble nådd med sjakting ble det observert oljefilm på vannet. Grunnvannet og massene i K1, K2 og K4 luktet av olje.



Figur 8. Et oversiktsbilde av slippen ved KM Eide AS og lokalisering av prøvesjakt. Den svarte stiplede linje er eiendomsgrensen.

Tabell 1. Beskrivelse av lagdeling og grunnvannsdypde i prøvesjaktene.

Prøvepunkt	Grunnvannsdypde (cm)	Forurensningsobservasjoner	Sjikt-dybde (cm)	Sjiktbeskrivelse
KM-land	ikke nådd			overflateprøve IRIS
K1	30	oljefilm / lukt	0 - 2	rød-brun sandig overflatelag med jernskrap og malingsrester
			2 - 5	gammelt asfaltdekke
			5 - 10	pukk lag
			10 - 45	svart sandig leire med flis og pukk (gammel overflate)
			45 - 60	grå leire
K2	120	oljefilm	0 - 15	grå sandlag og grus
			15 - 120	brun-svarte fyllmasser: jord, stein og noe avfall/skrot
K3	ikke nådd	lukt	0 - 110	brune fyllmasser: jord, stein og trefliser.
			110 - 120	grå leire
K4	60	oljefilm / lukt	0 - 5	rød-brun sandig overflatelag med jernskrap og malingsrester
			5 - 60	grå leire
K5	ikke nådd		0 - 5	rød-brun sandig overflatelag med jernskrap og malingsrester
			5 - 30	grønlig sand/grus (fyllmasser)
			30 - 90	brun leire og stein (naturlig)
K6	ikke nådd		0 - 15	pukk/singel
			15 - 70	brun jord og stein (fyllmasser)
			70 - 120	grå leire



Figur 9. Gravemaskinen ved sjakt K4. Det rød-brunlige topplaget med stein, jernskrap og malingsrester er godt synlig i forgrunnen. Dette finnes i store deler av slippområde, også i vannkanten.

Bilder fra sjaktene er vist i figur 10 til 15.



Figur 10. Sjakt K1



Figur 11. Sjakt K2



Figur 12. Sjakt K3



Figur 13. Sjakt K4



Figur 14. Sjakt K5



Figur 15. Sjakt K6

Sjakt K2 er gravd i et utfylt område mot sjøen som i dag fungerer som lagringsplass (se figur 16). Her ligger det bl.a. gamle paller, betongblokker, sviller og gamle slippeputer. I første omgang ble det gravd midt i denne fyllingen, men da en støtte på en tykk betongplate, ble sjakten flyttet et par meter mot øst. Betongplaten kan være etter en gammel kai.



Figur 16. Det utfylte området ved sjøen (sjakt K2). Det ligger litt øst for slippen.

En kort beskrivelse av alle prøvene er oppsummert i tabell 2. Prøvene ble sent til ALS laboratoriet hvor de ble analysert for de mest vanlige forurensningsforbindelsene.

Tabell 2. Beskrivelse av jordprøvene ved KM Eide AS.

Jordprøve	Prøvepunkt	Prøvedybde (cm)	Beskrivelse
KM-land	KM-land	overflate	
K1-A	K1	0 - 2	rød-brun sandig overflatelag
K1-B		10 - 45	svart leire med oljeskinn
K2	K2	50 - 120	brun jord og noe avfall
K3	K3	100 - 120	overgang fyllmasser til grå leire
K4-A	K4	0 - 5	rød-brun sandig overflatelag
K4-B		50 - 60	grå leire
K5-A	K5	0 - 5	rød-brun sandig overflatelag
K5-B		30 - 90	brun leire
K6	K6	0 - 120	brun jord og leire

5.2.2 Undersøkelser i sjøen

For å supplere eksisterende prøvepunkt i sjøen er det tatt sedimentprøver på 2 lokaliteter i KM Eides influensområde. Det er også tatt ytterligere 2 sedimentprøver i Rune Stols influensområde. I regi av IRIS ble det i 2011 tatt 3 sedimentprøver for hver bedrift (KM1-3 og RS1-3). Sedimentprøvene i 2011 ble tatt av dykker, og hver av de 3 prøvene besto av blandprøver av 3 delprøver. Prøvedybde er ikke beskrevet på en tydelig måte, men det ser ut at sedimentprøvene er tatt som kjerneprøver og representerer et sjikt fra 0 til 20-30 cm.

I undersøkelsen i 2012 ble sedimentprøvene også tatt av dykker (figur 17). På hvert prøvepunkt ble det tatt 4 delprøver som ble blandet for å øke prøvens representativitet. Alle prøver er fra 0 til 10 cm dybde. Da bunnen stedvis er svært bløt måtte dykkeren bruke både kjernebeholder og prøveglass for å få tak i nok sediment (figur 18). Prøvene ble analysert ved ALS Laboratory Group for standard sjøsedimentparametre.

Figur 19 viser et oversiktskart over de antatte influensområdene til både KM Eide AS og Rune Stol Eiendom AS (eiendommene er angitt med rød stiplet linje) og lokalisering av sedimentprøvene. Prøvene som er tatt ved Rune Stol Eiendom AS er nærmere beskrevet og presentert i egen rapport som omhandler miljøundersøkelsen ved denne eiendommen /10/. Sedimentprøvene som er tatt i influensområdet til KM Eide AS er nærmere beskrevet i tabell 3. Prøvelokalitetene i 2012 var alle i den dypeste delen av bukta. Her er bunnen svært bløt og består av sort mudder som lukter hydrogensulfid (H_2S). Sedimentet ved KM4 hadde i tillegg oljeskinn. Ifølge opplysninger fra dykkeren består bunnen i grunnere områder lengre inn i bukta av sand. Sjøstjerner ble observert på alle steder og vannsiktet er minst 5 - 6 m.



Figur 17. Dykker i aktivitet



Figur 18. Eksempel på sedimentet (sort mudder)

Tabell 3. Beskrivelse av sedimentprøvene tatt i influensområdet til KME i Eidsbotn.

Prøvelokalitet	Vanddybde (m)	Prøvedybde (cm)	Beskrivelse
KM1	ukjent	0 - 23 ?	sort mudder, frisk lukt
KM2	ukjent	0 - 25 ?	sort mudder og stein, frisk lukt
KM3	ukjent	0 - 25 ?	sort mudder og stein, frisk lukt
KM4	5,5	0 - 10	sort mudder med død organisk materiale, oljeskinn og sulfidluk
KM5	6	0 - 10	sort mudder, sulfidluk

5.3 Kvalitetssikring i felt

Posisjonen til prøvepunktene er tegnet inn på ortofoto. Under feltarbeidet er båten manøvrert til ønsket posisjon ved bruk av GPS. Prøveglassene og posene var levert av analyselaboratoriet. Prøvematerialet ble lagt på glass og påskrevet stasjonsnummer umiddelbart etter opptak. Alle prøvene som ble tatt i 2012 er sendt til ALS, det samme laboratoriet som er tidligere brukt for analyser på prøvene som ble tatt i 2011 av IRIS.








Figur 19. Oversiktskart over Eidsbotn og prøvelokalitetene av sedimentprøvene. KM-prøvene hører til influensområdet til KM Eide AS. RS-prøvene hører til influensområdet til Rune Stol Eiendom AS. Eiendommene er angitt med rød stiplet linje.

6 Analyseresultater

Da risikovurderingen skal omfatte alle prøvene som er tatt på land og i sjø ved KM Eide As, vil analyseresultatene for prøvene tatt i 2012 (Cowi) og i 2011 (IRIS) bli presentert sammen. Analyseresultatene for de viktigste parametre er presentert i tabell 5 (jordprøvene) og i tabell 6 (sedimentprøvene). Fullstendige analyseresultater foreligger i vedlegg B.

Jordprøvene er sammenlignet med normverdier for jord ("bakgrunnsverdier") definert i Kap. 2 i forurensningsforskriften /9/. Alle konsentrasjoner som overskrider normverdiene er markert med fet skrift. Med hensyn til diskusjonen som følger i risikovurderingen er alle stoffkonsentrasjoner i jordprøvene farget etter helsebaserte tilstandsklasser for jord (veileder TA-2553/2009 /4/). For TBT er det brukt helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn som foreslått av NGU i 2011 /11/ (etter forslag fra Aquateam /12/). Analyseresultatene av sedimentprøvene er farget etter økologisk klassifiseringssystem for sedimenter slik det er definert i veilederen TA-2229/2007 /5/. Betydning av fargene mht. forurensningstilstanden er beskrevet i tabell 4.

Tabell 4. Tilstandsklasser for sediment/jord

Tilstandsklasse		
I		Bakgrunn
II		God
III		Moderat
IV		Dårlig
V		Svært dårlig

6.1 Resultater jordprøver

Som vist i tabell 5 er det i samtlige prøvetakingslokaliteter påvist et eller flere stoff som overskrider normverdiene. Prøvepunktene K3 og K6 er minst forurenset. Punktene ligger utenfor det sentrale slippområdet. De dypere jordmassene ved K5, ved toppen av slippen, er også i noe mindre grad forurenset i forhold til de andre prøvene. Overflateprøvene (0 – 5 cm) fra slippområdet viser at det rustfargete sandige laget er svært forurenset mht. flere stoff, sannsynligvis på grunn av malingsrester. Den opprinnelige leiroverflaten er særlig forurenset ved K1, der leiren var svart og luktet.

Organiske forbindelser

TBT ble påvist i alle prøver, til dels i høye konsentrasjoner. Til og med i K3 og K6 (som ikke ligger ved slippen) ble det påvist TBT i jordmassene uten at det kan pekes på noen spesiell årsak til dette. BTEX forbindelser ble kun påvist i slippområdet (K1, K4 og K5). Alifater >C12-C35 ble påvist over normverdier i hele slippområdet og i det utfylte området ved sjøkanten (K2). Alifater >C12-C35 ble påvist i tilstandsklasse 5 i prøvepunkt K1, K4 og K5, der det også luktet olje fra vannet i prøvesjakten. I K4, K6 og i leirlaget i K5 er PCB på naturlig bakgrunnsnivå (tilstandsklasse 1), men i de øvrige prøvene ble PCB påvist i tilstandsklasse 2 eller høyere. PCB ble påvist i tilstandsklasse 4 ("dårlig") i det svarte leirlaget i K1 og i overflateprøven KM-land. Sum PAH er kun på bakgrunnsnivå i K3, K6 og leirlaget i K5, men forhøyet ift. normverdien i de andre prøvene. Det ble påvist PAH i tilstandsklasse 5 ("svært dårlig") i det svarte leirlaget i K1 og i KM-land.

Tungmetaller

For de fleste tungmetaller, med unntak av krom, kadmium og nikkel, er det påvist konsen-

trasjoner av tungmetaller over tilstandsklasse 2. Ved lokalitet K3 og K6 er jordmassene i praksis nesten ikke forurenset mht. tungmetaller. I de dypereliggende jordmasser (leire) i K5 ble kun kobber påvist i tilstandsklasse 3 og sink i tilstandsklasse 2, mens alle andre tungmetallene var på naturlig bakgrunnsnivå. De andre prøvene i slippområdet og ved K2 inneholder imidlertid flere tungmetaller i konsentrasjoner over normverdiene.

I slippområdet ble det påvist kobberkonsentrasjoner som overskrider farlig avfallsgrensen i overflaten ved K1 og K4, og i tilstandsklasse 3 til 5 i alle øvrige punkt (inkludert K2). Også bly, kvikksølv og sink ble påvist i konsentrasjoner fra tilstandsklasse 2 til 5 ("svært dårlig"). Høyeste konsentrasjoner av arsen er i tilstandsklasse 4. Overflaten i slippområdet er betydelig forurenset i alle punkt. Den opprinnelige overflaten (grå eller svart leire) er spesielt forurenset i K1. Det foreligger ikke data om dypere masser ved prøvepunkt KM-land.

Tabell 5. Analyseresultater av jordprøvene som er tatt på eiendommene. Bare de viktigste stoffene er inkludert i tabellen. Alle verdier er i mg/kg tørrstoff. "n.d." står for 'not detected' eller ikke påvist. Alle konsentrasjoner som overskrider normverdiene /9/ er trykket med fet skrift. Stoffkonsentrasjoner er farget etter helsebaserte tilstandsklasser for jord /4/. Farlig avfall med svart skravur. TBT-verdier er farget etter tilstandsklasser som foreslått for TBT-forurensning i grunnen /11/, og er vurdert mot økotoksbasert normverdi 0,015 mg/kg TS /12/.

Prøvesjakt	Normverdier /9/	K1	K1	K2	K3	K4	K4	K5	K5	K6	KM-land
		K1-A	K1-B	K2	K3	K4-A	K4-B	K5-A	K5-B	K6	KM-land
Prøvedyp (cm)		0 - 2	10 - 45	50 - 120	100 - 120	0 - 5	50 - 60	0 - 5	30 - 90	0 - 120	0 - 5 ?
Tørrstoff (%)		85	72,8	83,8	73,5	62,9	82,2	49,1	74,2	87,2	85,3
TOC (% TS)		2,12	4,27	1,8		5,03	0,87	3,21			2,5
Tungmetaller											
Arsen, As	8	34	142	25	5,76	29,7	11,6	34,4	2,68	10	109
Bly, Pb	60	433	2410	379	79,7	420	119	1060	36,6	15,9	1310
Kobber, Cu	100	36200	5460	749	81,8	26800	402	13300	571	48	6870
Krom, Cr (III)	50	67,4	67,5	36,1	36,4	126	23,4	123	15,2	33,5	106
Kadmium, Cd	1,5	3,06	2,72	0,77	0,22	1,77	0,12	1,24	<0,10	<0,10	2,5
Kvikksølv, Hg	1	1,05	60,3	3,58	0,34	0,81	2,18	4,18	<0,20	<0,20	23
Nikkel, Ni	60	79,1	52,3	29,1	14	98,1	16,7	111	9,5	16,5	55
Sink, Zn	200	14200	2930	706	113	8270	247	3670	201	102	7030
PAH-forbindelser											
Benzo(a)pyren	0,1	0,671	15,4	1,62	0,147	7,26	1,25	4,71	0,152	0,016	20
Sum PAH-16	2	7,2	160	17	1,5	75	12	51	1,5	0,13	183
PCB											
Sum PCB-7	0,01	0,034	1,3	0,14	0,019	n.d.	0,097	0,98	0,01	n.d.	2,14
BTEX											
Bensen	0,01	<0,0100	0,0276	<0,0100	<0,0100	0,0156	<0,0100	0,0157	<0,0100	<0,0100	
Toluen	0,3	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	
Etylbensen	0,2	0,24	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	
Xylener	0,2	3,84	0,168	<0,100	<0,100	2,39	<0,100	0,778	<0,100	<0,100	
Sum BTEX		4,1	0,2	n.d.	n.d.	2,4	n.d.	0,79	n.d.	n.d.	
Alifatiske hydrokarboner											
Fraksjon C5-C6	7	<7,0	<7,0	<7,0	<7,0	<7,0	<7,0	<7,0	<7,0	<7,0	
Fraksjon >C6-C8	7	<7,0	<7,0	<7,0	<7,0	<7,0	<7,0	<7,0	<7,0	<7,0	
Fraksjon >C8-C10	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Fraksjon >C10-C12	30	58	274	4	<2	40	33	6	<2	<2	
Fraksjon >C12-C35	100	6030	11400	1020	32	11300	551	2720	19	<13	
Tinnorganiske forbindelser											
Tributyltinnkation (TBT)	0,015	19,4	22,6	0,16	0,02	843	2,97	174	2,78	0,005	63

6.2 Resultater sedimentprøver

Resultatene av sedimentprøvene er presentert i tabell 6. Alle prøvetakingsstasjonene inneholder flere stoff over naturlig bakgrunnsnivå (klasse I). Forurensningsnivået er ganske likt mellom stasjonene. Prøvene er markert forurenset mht. PAH, TBT, kvikksølv, kobber, bly og PCB. Den vestligste stasjonen innerst i bukta (KM5) er noe mindre forurenset ift. de fleste forbindelser, men har de høyeste konsentrasjoner av TBT og kvikksølv. Generelt sett er den mest forurensete prøven i det direkte influensområdet KM2. Stasjonene ligger rett utenfor slippområdet.

Tabell 6. Analyseresultatene av sedimentprøvene tatt i influensområdet til Karmsund Maritime Eide i Stølsbukta. Resultatene er farget etter tilstandsklasser, som definert i veilederen /5/.

Sedimentprøve		KM1	KM2	KM3	KM4	KM5
Tørrestoff (%)		52,3	70,2	77,5	39	55,9
Kornstørrelse <63 µm (%)		55,4	6,7	12,2	33,6	39,7
Kornstørrelse <2 µm (%)		4,7	-	-	0,7	0,8
TOC (totalt organisk karbon) (% TS)		3,1	2,2	1	4,7	4,18
Tungmetaller						
Arsen, As	mg/kg TS	25	38	28	22	23,6
Bly, Pb	mg/kg TS	628	1170	243	723	410
Kobber, Cu	mg/kg TS	502	852	416	581	539
Krom, Cr	mg/kg TS	70	52	60	48,2	38,2
Kadmium, Cd	mg/kg TS	0,72	0,92	0,59	0,6	1,02
Kvikksølv, Hg	mg/kg TS	2,4	7,8	2,5	8,72	18,8
Nikkel, Ni	mg/kg TS	29	29	32	36,5	26,4
Sink, Zn	mg/kg TS	528	1290	624	396	606
PAH forbindelser						
Naftalen	mg/kg TS	0,25	0,67	0,36	0,178	0,035
Acenaftylen	mg/kg TS	0,08	0,11	0,1	0,071	0,039
Acenaften	mg/kg TS	0,35	0,89	0,45	0,441	0,128
Fluoren	mg/kg TS	0,32	0,88	0,52	0,437	0,096
Fenantren	mg/kg TS	3,3	7,5	4,7	3,82	1,07
Antracen	mg/kg TS	0,86	2	1,4	1,06	0,309
Fluoranten	mg/kg TS	6,4	12	7,9	4,05	1,82
Pyren	mg/kg TS	5,9	11	7,1	3,69	1,83
Benso(a)antracen	mg/kg TS	3,2	6,2	4	2,29	0,899
Krysen	mg/kg TS	2,8	5,5	3,2	2,79	1,09
Benso(b)fluoranten	mg/kg TS	4,5	8,6	4,9	3,31	1,51
Benso(k)fluoranten	mg/kg TS	2,2	3,8	2,3	2,16	1
Benso(a)pyren	mg/kg TS	4,4	7,7	4,3	3,1	1,3
Dibenso(ah)antracen	mg/kg TS	1	1,7	0,88	0,757	0,291
Benso(ghi)perylene	mg/kg TS	2,8	5,4	2,6	1,79	0,822
Indeno(123cd)pyren	mg/kg TS	3,3	6,2	3,2	1,8	1,1
Sum PAH(16)	mg/kg TS	41,7	80,2	47,9	31,7	13,3
Sum PAH carcinogene		21,4	39,7	22,8	16,2	7,19
Andre stoffer						
Sum PCB-7	mg/kg TS	0,437	0,59	0,279	0,258	0,114
Tributyltinnkation (TBT)	µg/kg TS	3200	54000	16000	6200	60200

TBT, kvikksølv og kobber ble påvist i klasse V ("svært dårlig") i alle stasjonene. I de fleste stasjonene er også sum PAH₁₆ påvist i klasse V. Bly er påvist i klasse IV og V. Sum PCB

ble påvist i klasse IV ("dårlig") utenfor slippen. Sink ble påvist i klasse III og IV i alle stasjonene. Forurensningen mht. arsen, krom, kadmium og nikkel, overskrider ikke klasse II ("god").

Generelt sett er sedimentet noe grovere mot vest og finere mot øst, mot utløpet til Karmsundet.

7 Risikoanalyse landområdet

7.1 Miljømål og akseptkriterier

Eiendommen til Karmsund Maritime Eide AS er regulert til industri- og næringsformål. I følge veilederen /4/ skal miljømålet for området stemme overens med akseptkriterier som er satt for planlagt arealbruk "Industri og trafikkareal". Det vil si at stoffkonsentrasjoner i toppjord (< 1 m dyp) må være i tilstandsklasse 3 eller lavere. Tilstandsklasse 4 i toppjorden kan aksepteres hvis det med en risikovurdering av spredning kan dokumenteres at risikoen er akseptabel. I dypereliggende jord (> 1 m dyp) kan tilstandsklassene 4 og 5 aksepteres avhengig av den stedsspesifikke risikovurderingen.

Med hensyn til arealbruk er det lagt til grunn at barn ikke skal oppholde seg på eiendommen, og spesielt ikke i slippområdet. Arbeidere ved bedriften oppholder seg kun på eiendommen innenfor normal arbeidstid. Det er boligområder ovenfor slippområdet og på andre siden av Stølsbukta, og ved siden av industriområdet. Avrenning er direkte mot sjø i nordlig retning. Viktigste resipient ved eventuell spredning er derfor sjøen med vann og sedimenter. Som overordnet miljømål for området på land er derfor foreslått:

Opphold på området skal ikke medføre en uakseptabel helserisiko som skyldes forurensninger i grunnen. Det skal heller ikke forekomme spredning av miljøgifter som forringer vann- og sjøsedimentkvaliteten i tilstøtende områder.

7.2 Trinn 1: Forenklet risikovurdering

I en Trinn 1 risikovurdering blir analyseresultatene sammenlignet med normverdiene gitt i kap. 2 i forurensningsforskriften (tilstandsklasse 1) /9/. Som vist i tabell 5 overskrider alle stoffer normverdiene i 1 eller flere lokaliteter i grunnen på eiendommen. I henhold til veilederen /3/ må det derfor utføres en Trinn 2 risikovurdering av forurensningstilstanden i grunnen.

7.3 Trinn 2: Utvidet risikovurdering

7.3.1 Vurdering i forhold til helsebaserte tilstandsklasser

Generell:

Klifs veileder TA-2553/2009 beskriver helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn /4/. Da eiendommen er et industriområde er lokale akseptkriterier tilstandsklasse 3 mht. human helse for planlagt arealbruk "industri og trafikkarealer" /4/. Mht. TBT er det brukt forslag til helsebaserte tilstandsklasser utarbeidet av Aquateam og NGU i 2011 /11 og 12/.

Som vist i tabell 5 kan grunnen ved prøvelokalitet K3 og K6 friskmeldes. I K3 ble det ikke tatt prøve av toppjorden (< 1 m dyp), men ut i fra feltobservasjoner anses den ikke som forurenset. Fyllmassene og den tidligere overflaten (grå leire) som ble prøvetatt i K4 og K5 utgjør ingen risiko for human helse ift. akseptkriteriet. I massene > 0,5 m i K2 er det kun bly og alifater >C12-C35 som overskrider tilstandsklasse 3.

Jordmassene i toppjorden på hele slippområdet (K1, K4, K5 og KM-land) er sterkt forurenset. Det gjelder spesielt stoffene bly, kobber, sink, sum PAH, TBT og oljeforbindelser (alifater >C12-C35). Det er også påvist konsentrasjoner som defineres som farlig avfall. Det

forurenset overflatelaget i slippområdet utgjør derfor en potensiell risiko for mennesker som oppholder seg i området.

Stedsspesifikk:

Ved bruk av Klifs beregningsverktøy for forurenset grunn /3/ kan det legges inn stedsspesifikke parametre til beregning av stedsspesifikke akseptkriterier ift. human helse. Hvor enkeltkonsentrasjoner faller under deteksjonsgrensen for analysen, er halve deteksjonsgrenseverdien blitt anvendt i risikoanalysen. Det vurderes at barn ikke har tilgang til det undersøkte området (industriområde). Videre er det antatt at voksne kun eksponeres til den forurensete grunnen gjennom hudkontakt med jord. Det vurderes at dette kan skje 30 dager i året à 8 timer/dag. Dette er basert på at det i løpet av året er 5 anløp av båter til slippet, og at de i gjennomsnitt er ca. 6 dager på slippet. Det er videre antatt at det er ikke inntak av fisk fra nærliggende resipient (Eidsbotn) pga. kostholdsrådet.

Tabell 7 sammenfatter resultatene av en stedsspesifikk helsebasert risikovurdering for det undersøkte området ved KM Eide AS. Kun stoffene som overskrider normverdiene er tatt med i Trinn 2 risikovurderingen. For alle stoff er C_{he} mye høyere enn den øvre grensen for tilstandsklasse 4. Kun for krom overskrider øvre grensen for tilstandsklasse 4 (2800 mg/kg for krom III) det lokale akseptkriteriet C_{he} . Dette er imidlertid fordi C_{he} er beregnet som om krom er både krom III og krom VI. Krom VI er mer helsefarlig og akseptkriteriet er derfor strengere. Krom III er imidlertid mye vanligere, og det er sjeldent en finner krom VI i prøvematerialet. Hvis en ser bort fra krom betyr resultatet at konsentrasjoner av miljøskadelige stoff i tilstandsklasse 4 i toppjorden ikke utgjør en risiko for mennesker ved den aktuelle arealbruken. I forhold til risiko for human helse kan derfor tilstandsklasse 4 aksepteres i toppjorden.

Tabell 7. Maksimale og gjennomsnittsverdier av miljøskadelige stoff i grunnen sammenlignet med normverdier, helsebaserte tilstandsklasse 4 /4/ og beregnede stedsspesifikke akseptkriterier, C_{he} .

	Maksimal verdi jord (mg/kg)	Middels verdi jord (mg/kg)	Grenseverdi Trinn 1 - normverdi	Tilstands-klasse 4	C_{he} aktuell arealbruk	C_s max overskrider C_{he} :
Tungmetaller						
Arsen	142,00	40,41	8	50 - 600	5046	ikke
Bly	2410,00	626,32	60	300 - 700	75155	ikke
Kadmium	3,06	1,25	1,5	15 - 30	746	ikke
Kvikksølv	60,30	9,56	1	4 - 10	1960	ikke
Kobber	36200,00	9048,18	100	1000 - 8500	24053579	ikke
Sink	14200,00	3746,90	200	1000 - 5000	14432147	ikke
Krom totalt (III + VI)	126,00	63,45	50	500 - 2800	267	ikke
Nikkel	111,00	48,13	60	200 - 1200	6065	ikke
PAH forbindelser						
Naftalen	1,43	0,34	0,8		342532	ikke
Acenaftalen	0,63	0,10	0,8		217785	ikke
Acenaften	1,50	0,45	0,8		196052	ikke
Fenantren	13,00	3,50	0,8		217785	ikke
Antracen	4,34	1,26	0,8		196052	ikke
Fluoren	1,43	0,45	0,8		196052	ikke
Fluoranten	26,00	6,97	1		9100	ikke
Pyrene	21,00	5,88	1		147039	ikke
Benzo(a)antracen	18,20	5,07	0,03		1056	ikke
Krysen	15,00	4,46	0,03		984	ikke
Benzo(b)fluoranten	21,00	6,47	0,01		464	ikke
Benzo(k)fluoranten	9,93	2,88	0,09		576	ikke
Benso(a)pyren	20,00	5,12	0,1	5 - 15	35	ikke
Indeno(1,2,3-cd)pyren	17,00	3,75	0,05		337	ikke
Dibenzo(a,h)antracen	4,40	0,86	0,05		19	ikke
Benzo(g,h,i)perylen	14,00	3,29	0,1		163339	ikke
Sum PAH-16	183,00	50,83	2	50 - 150	349	ikke
PCB						
Sum PCB-7	2,14	0,47	0,01	1 - 5	21	ikke
BTEX						
Bensen	0,03	0,01	0,01	0,04 - 0,05	4460	ikke
Etylbensen	0,24	0,12	0,2		490886	ikke
Xylener	3,84	0,83	0,2		1633737	ikke
Alifatiske hydrokarboner						
Fraksjon >C10-C12	274	46,4	30	130 - 300	196420	ikke
Fraksjon >C12-C35	11400	3675,3	100	600 - 2000	19222088	ikke
Tinnorganiske forbindelser						
Tributyltinnkation (TBT)	843	130,3		15 - 1900	585687	ikke

7.3.2 Vurdering i forhold til spredning til resipient

Den viktigste resipienten er sjøvannet og sedimentet i Stølsbukta, og ytre Eidsbotn mot Karmsundet. I slippområdet er det for det meste ikke asfalterte flater og det er ingen planter som forhindrer erosjonsprosesser. Avrenning av forurenset grunnvann og overflatevann fra slippområdet vil ha direkte utløp til sjøen og kan påvirke økosystemet der. Ved kraftig ned-

bør kan overflateavrenning vaske partikkelbundet forurensning ut i sjøen. Bildet i figur 20 gir et inntrykk av dagens situasjon i vannkanten av slippområdet.



Figur 20. Vannkanten av slippområdet. Det er ingen fast dekkflate over jordmassene ved vannkanten.

Arealet på det forurensede området er ca. 3000 m². Det er ingen kummer i dette området så det meste av nedbøren vil derfor renne direkte av til resipienten gjennom overflateavrenning eller gjennom infiltrasjon til grunnvannet, som sannsynligvis står i direkte forbindelse med sjøvannet. Nedbøren i Koperviksområdet er ca. 2000 mm/år. Da det ikke finns noen vegetasjon i slippområdet kan man anta at maks. 10 % av nedbøren fordamper, mens de øvrige 90 % vil renne av til sjøen gjennom overflaten eller grunnvannet. Nydanning av grunnvann og overflatevann kan kalkuleres ved 1800 mm nedbør på 3000 m², som gir en beregnet midlere avrenning til sjøen fra det undersøkte området er på ca. 5 400 m³/år, eller ca. 0,17 l/s.

Som beskrevet i kap. 2.3 vurderes det at vannutskiftning i Eidsbotn skjer ca. 2 ganger i året som følge av nedbør og inn- og utstrømning av saltvann ved tidevannsbevegelser. Vannføring i overflatevann (sjøvannet i bukta) er ca. 1,2 million m³/år (eller 38 l/s). Forurenset grunnvann og overflatevann har i praksis samme egenvekt som ferskvann og er derfor lettere enn sjøvann. Når vannet fra det forurensede området kommer ut i sjøen vil det derfor først blandes inn i de øverste vannmassene og deretter med hele vannkolonnen. Dersom en sammenligner vannmengden fra det forurensede området, ca. 0,17 l/s med en vannutskiftning på ca. 38 l/s, gir dette en fortykning av sigevannet på ca. 211 ganger.

Ved å bruke Klifs beregningsverktøy /3/ kan en beregne grunnvannskonsentrasjoner ut fra stoffkonsentrasjoner i grunnen. Selv om det er store usikkerheter forbundet med dette kan det gi en indikasjon på mulig avrenning. De 10 jordprøvene som foreligger samt følgende stedsspesifikke parametre inngår i beregningsverktøyet:

- Lengden av det undersøkte området i retning av grunnvannsstrøm (nordøst) er ca. 65 m. I retningen vinkelrett på grunnvannsstrømmen (NV - SØ) er det ca. 45 m.
- Hydraulisk gradient fra området til sjøen følger omtrent terrenget og er ca. 0,08 m/m.
- Vannføring i resipienten er 1,2 million m³/år (se redegjøringen ovenfor).
- Gjennomsnittlig årlig nedbørmengde er ca. 2000 mm/år.
- Fortynningsfaktoren er ca. 1 : 211

Tabell 8 viser de beregnede stoffkonsentrasjoner i grunnvann og sjøvann, sammenlignet med akseptkriterier for saltvann, som er tilstandsklasse II i veilederen /5/. Beregningen er her basert på den beregnede fortynningsfaktoren (1 : 211), de maksimale målte stoffkonsentrasjoner i jordprøvene ("maks"), og gjennomsnittskonsentrasjonene ("middels"). For de fleste stoffer er de beregnede konsentrasjoner i sjøvannet under klassifiseringskravene til tilstandsklasse II. Dette vil si at det i sjøvannet er beregnet stoffkonsentrasjoner i tilstandsklasse II eller som naturlige bakgrunnsverdier (tilstandsklasse I). Begge er akseptabelt ift. økologisk risiko.

Imidlertid viser beregningene at gjennomsnittskonsentrasjonene av kobber, sink og TBT fører til uakseptable sjøvannskonsentrasjoner som overskrider tilstandsklasse II. Dette er stoff som er lett løselige i vann og dermed utgjør størst risiko for spredning fra grunnen til vannfasen. I tabell 8 er det beregnet hvilken fortynningsfaktor som er nødvendig for at forurensningen i grunnen ikke fører til overskridelser av miljøskadelige stoffer i sjøvannet. Spesielt fortynningen som er nødvendig for TBT er mye større enn den beregnede fortynningen av grunnvannet.

I tabell 8 er det også beregnet hva konsentrasjoner i grunnvann og resipienten ville være hvis jordkonsentrasjoner på eiendommen var lik den øvre grensen av tilstandsklasse 4. Som vist i tabell 8 gir dette overskridelser av akseptkriteriet i saltvann for stoffene TBT, kobber og sink. Dette betyr at den stedsspesifikke risikovurderingen mht. spredning viser at tilstandsklasse 4 ikke kan aksepteres i grunnen (både for toppjord og dypere liggende masser). Akseptkriteriet for grunnen ved KM Eide AS eiendommen blir derfor tilstandsklasse 3.

I tillegg til spredning til resipienten gjennom grunnvannet er det også spredning gjennom overflateavrenning. Det antas at fordeling mellom overflatevann og grunnvann er ca. 50 : 50. I tillegg til stoff som løser opp i vannfasen, transporterer overflateavrenningen også partikkelbundne miljøgifter. Overflaten i slippområdet er betydelig forurenset med et rustfarget sandlag som inneholder flere miljøgifter. Under feltarbeidet ble det observert at det samme rustfargete sandlaget fortsetter til minst 1 m under sjøvannsnivå. Spesielt ved storm, mye nedbør eller høye bølger, vil det være betydelig transport av partikkelbundne miljøgifter til vannet. Dette utgjør trolig en større risiko enn spredning med grunnvann.

Spredningsrisiko blir videre diskutert i kap. 9, der beregnet risiko blir sammenlignet med målte stoffkonsentrasjoner i sedimentet.

Tabell 8. Verdier i grunnvann og fjordvann (resipient) i Stølsbukta beregnet fra maksimale og middels stoffkonsentrasjoner i jordprøver (etter beregningsverktøyet /3/). Alle verdier er i µg/l. De beregnede sjøvannskonsentrasjoner i resipienten er vurdert mot akseptkriterier i saltvann /5/. Overskridelser er farget rødt. Det er også beregnet hvilken faktor for fortynning av grunnvannet er nødvendig for å oppnå akseptkriteriet (øvre grensen tilstandsklasse II i saltvann).

	Beregnet verdi i grunnvann (maks. jordprøver)	Beregnet verdi i grunnvann (middels. jordprøver)	Beregnet verdi i grunnvann (ved tilstkl. 4 i grunnen)	Beregnet verdi i resipient (maks. jordprøver) ved fortynning 1 : 211	Beregnet verdi i resipient (middels. jordprøver) ved fortynning 1 : 211	Beregnet verdi i resipient (ved tilstkl. 4 i grunnen)	Akseptkriterier i saltvann tilstandsklasse II /5/	Behov for fortynning ved maks. verdier 1 : x	Behov for fortynning ved middels. verdier 1 : x
Tungmetaller									
Arsen	69,50	19,78	293,67	0,33	0,09	1,39	2 - 4,8	14	4
Bly	118,08	30,69	34,30	0,56	0,15	0,16	0,05 - 2,2	54	14
Kadmium	1,50	0,61	14,68	0,01	0,00	0,07	0,03 - 0,24	6	3
Kvikksølv	5,91	0,94	0,98	0,03	0,00	0,00	0,001 - 0,048	123	20
Kobber	3547,01	886,57	832,86	16,78	4,19	3,94	0,3 - 0,64	5542	1385
Sink	3477,19	917,51	1224,36	16,45	4,34	5,79	1,5 - 2,9	1199	316
Krom totalt (III + VI)	205,01	103,24	130,17	0,97	0,49	0,62	0,2 - 3,4	60	30
Nikkel	27,18	11,79	293,85	0,13	0,06	1,39	0,5 - 2,2	12	5
PAH forbindelser									
Naftalen	6,96	1,64		0,033	0,008		0,00066 - 2,4	3	1
Acenaftalen	1,04	0,17		0,005	0,001		0,00001 - 1,3	1	0,1
Acenaften	2,16	0,65		0,010	0,003		0,000034 - 3,8	1	0,2
Fenantren	3,75	1,01		0,018	0,005		0,00025 - 1,3	3	1
Antracen	1,07	0,31		0,005	0,001		< 0,11	10	3
Fluoren	1,19	0,37		0,006	0,002		0,0019 - 2,5	0	0,1
Fluoranten	0,90	0,24		0,004	0,001		0,00029 - 0,12	8	2
Pyrene	1,52	0,43		0,007	0,002		0,000053 - 0,023	66	19
Benzo(a)antracen	0,14	0,04		0,001	0,000		0,000006 - 0,012	12	3
Krysen	0,14	0,04		0,001	0,000		< 0,07	2	1
Benzo(b)fluoranten	0,47	0,14		0,002	0,001		0,000017 - 0,03	16	5
Benzo(k)fluoranten	0,03	0,01		0,000	0,000		< 0,027	1	0
Benso(a)pyren	0,15	0,04	0,11	0,001	0,000	0,001	0,000005 - 0,05	3	1
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,08	0,02		0,000	0,000		0,000017 - 0,002	40	9
Dibenzo(a,h)antracen	0,02	0,00		0,000	0,000		< 0,03	1	0,1
Benzo(g,h,i)perylene	0,03	0,01		0,000	0,000		0,00001 - 0,002	13	3
Sum PAH16	1,36	0,38	1,11	0,006	0,002	0,005			
Andre stoffer									
Sum PCB7	0,02	0,00	0,05	0,000	0,000	0,000			
TBT	1581,68	244,39	3564,88	7,48	1,16	16,86	< 0,0002	7908412	1221944

8 Risikovurdering sjøområdet

8.1 Risikovurdering Trinn 1

8.1.1 Metode

Veilederen TA-2802 /6/ definerer Trinn 1 som: "en forenklet risikovurdering hvor miljøgiftkonsentrasjon og toksisitet av sedimentet sammenlignes med grenseverdier for økologiske effekter ved kontakt med sedimentet. Trinn 1 omhandler kun risiko for økologiske effekter, ikke risiko for human helse."

Et område kan "friskmeldes" mht. økologisk risiko dersom sedimentene tilfredsstillers akseptkriteriene for trinn 1:

- Gjennomsnittskonsentrasjon for hver miljøgift i alle prøver er lavere enn grenseverdien for Trinn 1 (dette tilsvarer grensen mellom Klasse II og klasse III i veilederen /4/). Dessuten at ingen enkeltkonsentrasjon er høyere enn den høyeste av:
 - 2 x grenseverdien
 - grensen mellom klasse III og IV for stoffet
- Toksisiteten av sedimentet tilfredsstillers grenseverdiene for alle testene.

Tribulyttinn (TBT) er et unntak for disse reglene, og har 35 µg/kg som grenseverdi for Trinn 1 risikovurderingen.

KLIFs beregningsverktøy anvendes til å beregne overskridelser av Trinn 1 grenseverdier. Datasettet i beregningsverktøyet består av sedimentprøvene ved KM Eide AS. Hvor enkeltkonsentrasjoner faller under deteksjonsgrensen for analysen, er halve deteksjonsgrenseverdien blitt anvendt i risikoanalysen.

8.1.2 Resultater Trinn 1

For risikovurderingen er det valgt å kun bruke sedimentprøvene tatt i det direkte influensområdet av KM Eide i sjøen (KM1 – KM5). Dette området anses å være ca. 10 000 m², og inneholder et vannvolum på ca. 50 000 m³ (med 5 m som gjennomsnittsdyp). I tabell 9 er gjengitt oppsummeringstabellen for Trinn 1 i regnearket som brukes for risikovurdering. Det er totalt 5 innsamlede prøver som er vurdert mot grenseverdien for trinn 1 (3 tatt av IRIS i 2011 og 2 tatt av Cowi i 2012).

Som det fremgår av tabell 9 er det overskridelse for både tungmetaller og organiske forbindelser. Dersom en ser på middelkonsentrasjonene av de 5 prøvene så overstiges grenseverdien for alle PAH-forbindelsene, PCB, TBT, og av tungmetallene bly, kobber, kvikksølv og sink. Flere av disse stoffer er påvist i konsentrasjoner som overskrider grenseverdien mer enn 10 ganger. Influensområdet utenfor KM Eide kan derfor ikke friskmeldes mht. økologisk risiko etter Trinn 1. En Trinn 2 risikovurdering mht. spredning til resipienter og human helse må gjennomføres før det gjøres videre vurderinger med hensyn til tiltak.

Tabell 9. Målte sedimentkonsentrasjoner sammenlignet med Trinn 1 grenseverdier. Røde tall viser %-vis overskridelse av grenseverdien. Der middelvei er lavere enn grenseverdien er den ikke vist.

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon overskrider trinn 1 grenseverdi med:	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	5	38	27,32	52		
Bly	5	1170	634,8	83	1310 %	665 %
Kadmium	5	1,02	0,77	2,6		
Kobber	5	852	578	51	1571 %	1033 %
Krom totalt (III + VI)	5	70	53,68	560		
Kvikksølv	5	18,8	8,044	0,63	2884 %	1177 %
Nikkel	5	36,5	30,58	46		
Sink	5	1290	688,8	360	258 %	91 %
Naftalen	5	0,67	0,2986	0,29	131 %	3 %
Acenaftylen	5	0,11	0,08	0,033	233 %	142 %
Acenaften	5	0,89	0,4518	0,16	456 %	182 %
Fluoren	5	0,88	0,4506	0,26	238 %	73 %
Fenantren	5	7,5	4,078	0,50	1400 %	716 %
Antracen	5	2	1,1258	0,031	6352 %	3532 %
Fluoranten	5	12	6,434	0,17	6959 %	3685 %
Pyren	5	11	5,904	0,28	3829 %	2009 %
Benzo(a)antracen	5	6,2	3,3178	0,06	10233 %	5430 %
Krysen	5	5,5	3,076	0,28	1864 %	999 %
Benzo(b)fluoranten	5	8,6	4,564	0,24	3483 %	1802 %
Benzo(k)fluoranten	5	3,8	2,292	0,21	1710 %	991 %
Benzo(a)pyren	5	7,7	4,16	0,42	1733 %	890 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	5	6,2	3,12	0,047	13091 %	6538 %
Dibenzo(a,h)antracen	5	1,7	0,9256	0,59	188 %	57 %
Benzo(ghi)perylene	5	5,4	2,6824	0,021	25614 %	12673 %
Sum PCB7	5	5,90E-01	3,36E-01	0,017	3371 %	1875 %
Tributyltinn (TBT-ion)	5	60,2	27,92	0,035	171900 %	79671 %

8.2 Risikovurdering Trinn 2

8.2.1 Metode

Trinn 2 risikovurderingen blir utført i forhold til miljømål og tilhørende akseptkriterier for influensområdet til KM Eide AS i Stølsbukta og er delt i tre uavhengige vurderinger i henhold til KLIFs risikoveiledere /5, 6, og 13/:

- **Trinn 2A - Risiko for spredning**

"Vurderes ut fra beregnet miljøgifttransport fra sediment til vannmassene via diffusjon

og bioturbasjon, oppvirvling som følge av bølger og skipstrafikk og opptak i organismer og spredning gjennom næringskjeden."

- **Trinn 2B - Risiko for human helse**

"Vurderes ut fra aktuelle transportveier til mennesker etter hvordan et sedimentområde brukes: havnevirksomhet, rekreasjon, fangst av sjømat, osv. Den viktigste eksponeringsveien er via konsum av fisk og skalldyr, men inntak av og kontakt med sediment og vann er også tatt med der det kan ha betydning ved rekreasjon og bading."

- **Trinn 2C - Risiko for effekter på økosystemet**

"Vurderes ut fra beregnede konsentrasjoner av miljøgifter som organismer i vann og sediment eksponeres for sammenlignet med relevante grenseverdier for effekter. Resultatene av toksisitetstestene fra Trinn 1 og helsesediment testen i Trinn 2 legges også til grunn."

KLIFs beregningsverktøy er anvendt for å beregne overskridelser i Trinn 2 vurderingen. Datasettet for KM Eide AS består av de 5 sedimentprøvene som er tatt i influensområdet i fjorden. Der enkeltkonsentrasjoner faller under deteksjonsgrensen for analysen, har halve deteksjonsgrenseverdien blitt anvendt i risikoanalysen. I beregningsverktøyet kan man dessuten føre inn stedsspesifikke data for området som er av stor betydning for risikoanalysen (for eksempel inntak av fisk, bunnareal, osv.). Kvantitativt vurderes hvert trinn i forhold til noen parametre som kan beregnes fra inngangsdata for hvert delområde. Metodikken er forklart i veilederen TA-2802 /6/ og bakgrunnsdokumentet TA-2231 /13/.

Trinn 2A – Spredning

I spredningsvurderingen (trinn 2A) blir den beregnete spredningen ("total miljøgifttransport ut fra sedimentet") vurdert i forhold til "tillatt spredning": det som ville være spredningen hvis alle stoffkonsentrasjoner i sedimentet var grenseverdiene for Trinn 1 (grensen mellom klasse II og III). Spredning beregnes på følgende måte (faktaboks 8 /6/):

$$F_{\text{tot}} = F_{\text{diff}} + F_{\text{skipnorm}} + F_{\text{org}}$$

F_{tot} : total miljøgifttransport fra sedimentet (mg/m²/år)

F_{diff} : transport som følge av biodiffusjon (mg/m²/år)

F_{skipnorm} : normalisert transport som følge av skipsoppvirvling (mg/m²/år)

F_{org} : transport som følge av opptak i organismer (mg/m²/år).

Trinn 2B - Human helse

Eksponering til mennesker kan skje gjennom konsum av sjømat (fisk og skalldyr), direkte inntak av- eller hudkontakt med sediment, vann og suspendert stoff. Ut fra all inndata beregnes det en total livstidsdose og det gjøres en vurdering av om den kan være skadelig for human helse for voksne og barn. Den totale livstidsdose beregnes som en maksimale DOSE (verste fall) og en gjennomsnittlige DOSE, som er en livstids daglig eksponering for hvert stoff (mg/kg/d). DOSE-verdien blir sammenlignet med grenseverdier for maksimal tolerabel risiko (MTR) for human helse og tolerabelt daglig inntak (TDI). Grenseverdien for human risiko er basert på at 10 % av eksponeringen er sedimentrelatert, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d).

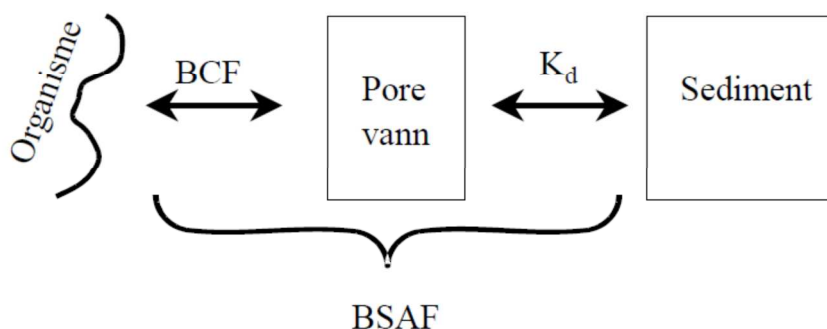
Trinn 2C - Økosystemet

Den aktuelle risikoen for effekter på organismer pga. forurenset sediment er en kompleks

vurdering som tar hensyn til forskjellige faktorer. Direkte kontakt med sedimentet (og porevann i sedimentet) er en faktor. Kontakt med vannmassene over sedimentet en annen faktor. I tillegg er samspill mellom flere stoffer av stor relevans for effekten som stoffekonsentrasjoner har på organismer. Derfor blir risikoen for økosystemet vurdert i forhold til:

- Trinn 1 overskridelser av sedimentet
- Toksisitetstesten for området (hvis den foreligger)
- Stoffekonsentrasjoner i blåskjell og fisk (hvis de foreligger)
- Beregnede porevannskonsentrasjoner, C_{pv} , som sammenlignes med $PNEC_w$: ("Predicted No Effect Concentration" i vann).

Det tas utgangspunkt i at bunnlevende organismer eksponeres til forurensninger i sedimentet via porevannet. Når stoffekonsentrasjoner i porevannet ikke er målt direkte kan de beregnes med bruk av fordelingskoeffisienten, K_d , for hvert stoff. Det forutsettes at man har pålitelige fordelingskoeffisienter og en likevektsfordeling mellom sediment og porevann. Organismer tar opp stoffer fra porevannet gjennom bioakkumuleringskoeffisienten, BCF. Når begge koeffisientene er kjent kan man beregne biota-sediment akkumulasjonsfaktorer (BSAF) som vist i den skjematiske modellen /13/.



Det er tre nøkkelfaktorer som styrer grenseverdier utarbeidet på denne måten:

- Fordelingskoeffisient mellom sediment og porevann (K_d)
- Effektgrenser for ulike organismer i vann (representert ved porevannet)
- Bioakkumulering fra porevann til organismer (BCF)

8.2.2 Stedsspesifikke parametre

Valg av enkelte parametre for influensområdet til KM Eide AS i Eidsbotn er nærmere forklart nedenfor. Hvor det var for lite informasjon til beregning av stedsspesifikke parametre har sjablongverdiene i beregningsverktøyet /6/ blitt anvendt.

Generelle parametre for det undersøkte området i fjorden:

- Bunnareal: 10 000 m² (www.kystverket.no)
- Vannvolum: 50 000 m³ (www.kystverket.no)
- Oppholdstid vannet i området: 0,5 år (jfr. kap. 2.3)
- TOC (totalt organisk karbon): 3,0 (gjennomsnittsverdien av sedimentprøvene)
- Bulkdensitet til sedimentet: 1.2 kg/l

Spredningsparametre:

- Antall skipsanløp per år: 5 skip til slippen (informasjon fra KM Eide AS).

- Mengde oppvirvlet sediment per anløp: 500 kg (etter faktaboks 6 /6/: sand og silt i industrihavn).
- Sedimentareal påvirket av skipsanløp: 5 000 m² (målt areal i farlederområdet med < 25 m dybde).
- Fraksjon suspendert sediment ved oppvirvling: 0,012 (gjennomsnittsverdi for fraksjon < 2 µm i sedimentprøvene).
- Fraksjon tørrvekt av vått sediment: 0,59 (beregnet som gjennomsnittsverdien for fraksjon tørrstoff i sedimentprøvene).

Human helse parametere:

- Hudkontakt med- og/eller oralt inntak av vann, sediment og partikulært materiale: 5 d/år for voksne og 10 d/år for barn i området.
- Inntak av fisk/skalldyr: 0 kg våtvekt per dag for voksne, og 0 kg våtvekt per dag for barn (ingen fiske pga. kostholdsrådet).

8.2.3 Resultater Trinn 2

Resultatene av Trinn 2 beregningene er vist i tabell 10.

Tabell 10. Resultater av Trinn 2 risikovurderingen for KM Eide med beregningsverktøyet.

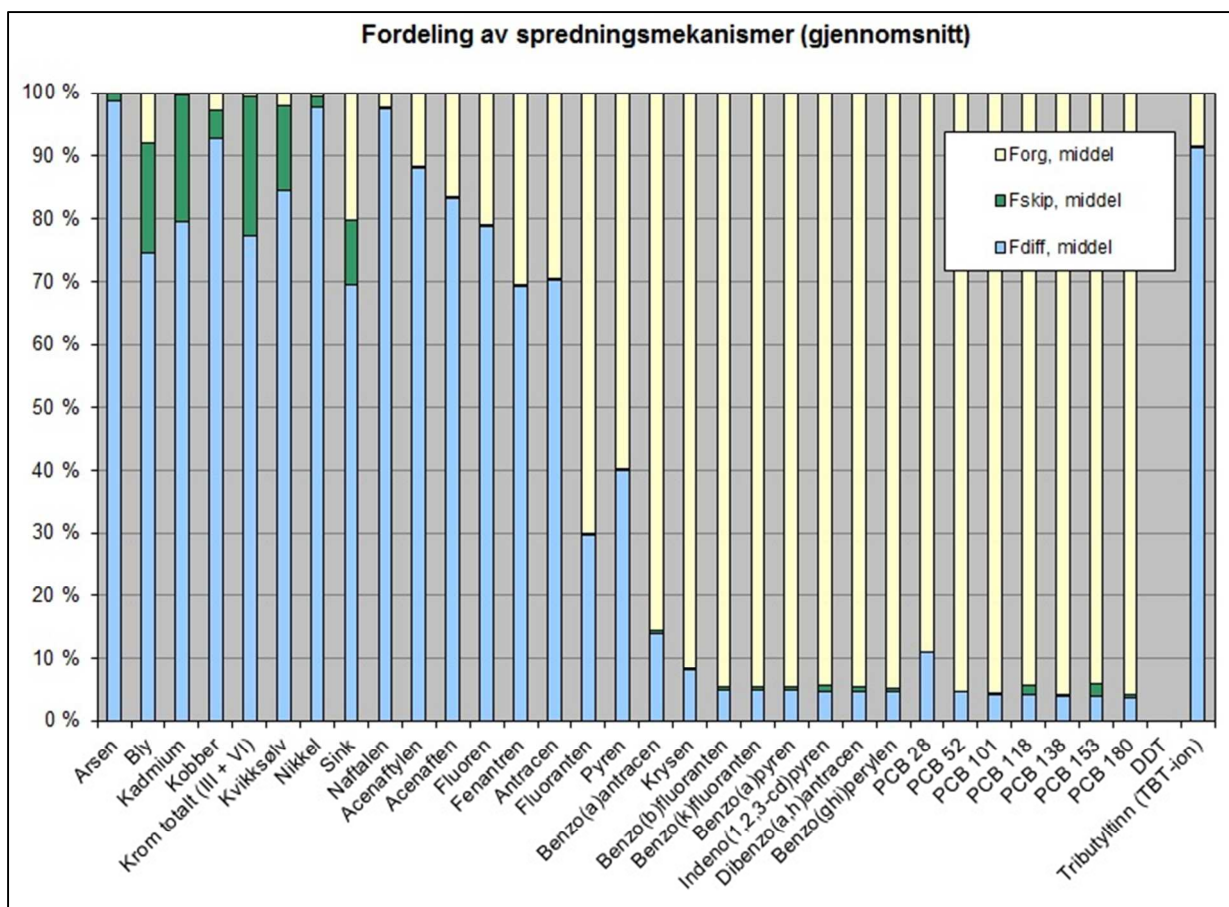
Tab.2a: Beregnet spredning sammenlignet med "tillatt spredning"					Tab.3: Beregnet total livstidseksponering sammenlignet med MTR/TDI 10 %					Tab.4: Beregnet/målt porevannskonsentrasjon PNEC _w tilsvarer grensen mellom tilstandsklasse II og III							
Stoff	Beregnet total spredning (F _{diff} + F _{org} + F _{skip})		Spredning (F _{tot}) dersom C _{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F _{tot} overskrider tillatt spredning med:		Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose overskrider MTR 10 % med:		Beregnet porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (ug/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon overskrider PNEC _w med:		Beregnet sjøvannskonsentrasjon overskrider PNEC _w med:	
	F _{tot, maks} (mg/m ² /år)	F _{tot, middel} (mg/m ² /år)		Maks	Middel	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)		Maks	Middel	Maks	Middel
Arsen	3,88E+01	2,79E+01	5,31E+01			7,34E-05	5,28E-05	1,00E-04			5,75E-03	4,14E-03	4,8	20 %			
Bly	7,04E+01	3,82E+01	4,67E+00	1407 %	717 %	3,66E-04	1,99E-04	3,60E-04	2 %		7,55E-03	4,10E-03	2,2	243 %	86 %	194,2 %	59,6 %
Kadmium	5,23E-02	3,95E-02	1,33E-01			3,12E-07	2,35E-07	5,00E-05			7,85E-06	5,92E-06	0,24				
Kobber	1,98E+02	1,34E+02	1,16E+01	1607 %	1058 %	5,11E-04	3,46E-04	5,00E-03			3,49E-02	2,37E-02	0,64	5354 %	3600 %	2909,5 %	1941,7 %
Krom totalt (III + VI)	3,30E+00	2,53E+00	2,63E+01			2,09E-05	1,60E-05	5,00E-04			5,83E-04	4,47E-04	3,4				
Kvikksølv	1,44E+00	6,17E-01	4,76E-02	2932 %	1197 %	6,51E-06	2,78E-06	1,00E-05			1,88E-04	8,04E-05	0,048	292 %	68 %	194,6 %	26,0 %
Nikkel	2,57E+01	2,15E+01	3,22E+01			5,08E-05	4,26E-05	5,00E-03			5,16E-03	4,32E-03	2,2	134 %	96 %	16,0 %	
Sink	1,31E+02	7,02E+01	3,08E+01	327 %	128 %	4,60E-04	2,46E-04	3,00E-02			1,77E-02	9,44E-03	2,9	509 %	225 %	261,9 %	93,2 %
Naftalen	1,12E+02	4,98E+01	1,42E+02			5,00E-04	2,23E-04	4,00E-03			1,72E-02	7,66E-03	2,4	616 %	219 %	354,4 %	102,5 %
Acenaftalen	9,06E+00	6,59E+00	7,39E+00	23 %		3,29E-05	2,39E-05				1,41E-03	1,03E-03	1,3	8 %			
Acenaften	3,20E+01	1,62E+01	1,49E+01	114 %	9 %	1,08E-04	5,51E-05				4,78E-03	2,43E-03	3,8	26 %			
Fluoren	1,92E+01	9,85E+00	1,42E+01	36 %		5,64E-05	2,89E-05				2,88E-03	1,47E-03	2,5	15 %			
Fenantren	7,91E+01	4,30E+01	1,19E+01	562 %	260 %	1,90E-04	1,04E-04	4,00E-03			1,09E-02	5,94E-03	1,3	740 %	357 %	322,4 %	129,7 %
Antracen	1,69E+01	9,51E+00	5,99E-01	2720 %	1487 %	4,18E-05	2,35E-05	4,00E-03			2,36E-03	1,33E-03	0,11	2049 %	1110 %	981,4 %	508,7 %
Fluoranten	4,28E+01	2,30E+01	7,97E-01	5277 %	2783 %	4,17E-05	2,24E-05	5,00E-03			2,77E-03	1,48E-03	0,12	2207 %	1137 %	968,8 %	473,0 %
Pyren	7,14E+01	3,83E+01	2,84E+00	2417 %	1251 %	8,89E-05	4,77E-05				6,23E-03	3,34E-03	0,023	26966 %	14427 %	12368,5 %	6592,2 %
Benzo(a)antracen	1,25E+01	6,70E+00	1,13E-01	10953 %	5815 %	6,28E-06	3,36E-06	5,00E-04			4,12E-04	2,21E-04	0,012	3336 %	1739 %	1401,0 %	703,2 %
Krysen	2,43E+01	1,36E+01	9,80E-01	2378 %	1286 %	6,61E-06	3,70E-06	5,00E-03			4,61E-04	2,58E-04	0,07	558 %	268 %	185,3 %	59,5 %
Benzo(b)fluoranten	2,79E+01	1,48E+01	5,61E-01	4875 %	2540 %	5,52E-06	2,93E-06				3,53E-04	1,87E-04	0,03	1076 %	524 %	391,1 %	160,6 %
Benzo(k)fluoranten	1,26E+01	7,62E+00	5,03E-01	2412 %	1415 %	2,47E-06	1,49E-06	5,00E-04			1,59E-04	9,62E-05	0,027	491 %	256 %	146,4 %	48,6 %
Benzo(a)pyren	2,44E+01	1,32E+01	9,60E-01	2445 %	1275 %	4,88E-06	2,64E-06	2,30E-06	112 %	15 %	3,09E-04	1,67E-04	0,05	517 %	233 %	158,2 %	39,5 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	7,00E+00	3,52E+00	3,79E-02	18351 %	9185 %	2,31E-06	1,16E-06	5,00E-04			8,82E-05	4,44E-05	0,002	4308 %	2118 %	1843,7 %	878,1 %
Dibenzo(a,h)antracen	2,30E+00	1,25E+00	5,71E-01	304 %	120 %	6,68E-07	3,64E-07				2,91E-05	1,58E-05	0,03				
Benzo(ghi)perylene	1,39E+01	6,90E+00	3,86E-02	35940 %	17803 %	2,78E-06	1,38E-06	3,00E-03			1,76E-04	8,74E-05	0,002	8695 %	4269 %	3418,0 %	1647,5 %
Sum PCB7	5,89E+00	3,43E+00				7,43E-07	4,39E-07	2,00E-06	-63 %	-78 %	8,27E-05	4,89E-05		mangler PNEC	mangler PNEC	mangler PNEC	mangler PNEC
Tributyltinn (TBT-ion)	7,09E+03	3,29E+03	1,15E+01	61377 %	28412 %	1,24E-02	5,77E-03	2,50E-04	4876 %	2208 %	1,82E+00	8,46E-01	0,0002	868686769 %	402885903 %	309065867,2 %	143340793,8 %

Trinn 2A – Risiko for spredning

I denne risikovurderingen handler det om risiko for spredning av miljøgifter i sedimentet til ytre områder, sjøvannet og organismer. I Eidsbotn er det en liten terskel ved Straumsundbrua. Dybdeforskjellen mellom terskelen og indre Eidsbotn (eller Stølsbukta) er nokså liten, men sannsynligvis vil denne terskelen likevel hindre spredning av spesielt partikkelbundne miljøgifter fra bukta til Karmsundet. Partikkelbundne miljøgifter vil hovedsakelig spre seg innenfor Straumsundbrua i Stølsbukta. I størst grad skjer spredningen mot større vanddyp, altså mot midten av bukta.

I kap. 6.2 ble det påpekt at den mest forurensede sedimentprøven fra KME er tatt fra områdene direkte utenfor slippområdet. Det ble observert at den mest vestlige prøven i noe mindre grad er forurenset i forhold til sedimentet som var prøvetatt i midten. Imidlertid er forskjellen i forurensningsgrad mellom stasjonene liten og dette tyder på aktive spredningsprosesser som har jevnet ut forskjeller mellom sedimentet i kildeområdet og i mer perifere områder.

Beregningsverktøyet (tabell 10) viser at nesten alle stoffene som overskrider Trinn 1 grenseverdiene også overskrider tillat spredning. Unntaket er enkelte flyktige forbindelser som f.eks. naftalen. For PCB er det ikke mulig å beregne overskridelser da det ikke finns noen grenseverdi mht. spredning. De største overskridelsene av gjennomsnittskonsentrasjoner ("middel") er for TBT, de tyngre PAH-forbindelsene (spesielt benzo(g,h,i)perylen og inde-no(1,2,3,cd)pyren), kobber, kvikksølv og bly.



Figur 21. Graf som viser fordelingen av spredningsmekanismer for hvert stoff i sedimentet i influensområdet til KME.

Figur 21 viser fordeling av spredningsmekanismer ved KM Eide slik det er beregnet i Klifs beregningsverktøy. Her ses det at skipstrafikk i noe grad påvirker spredning av tungmetallene bly, kadmium, krom, kvikksølv og sink. Da bukta er grunn (maks. 6-7 m) er det mulig at turbiditet i vannet som følge av vind har en minst like stor påvirkning på oppvirvling og spredning av sediment som skipstrafikk har. Båttrallen ved slippen blir kjørt ned i sjøen og dratt opp i forbindelse med landsetting av båter. Selv om slippen er bygget på betongblokker forårsaker bevegelser av installasjonen sannsynligvis noe oppvirvling av sediment i nærområdet til slippen.

Grafen viser at for tungmetaller, de lettere PAH-forbindelser og TBT er biodiffusjon den dominerende årsaken til spredning. Ved biodiffusjon forsterker bunnlevende dyr omrøringen av sedimentet i det øverste sedimentlaget (0 - 10 cm) som fører til økt diffusjon av stoff fra sediment til porevann og videre til bunnvann. For de tungere PAH-forbindelser og PCB er det imidlertid spredning som følge av opptak i organismer som er den dominerende spredningsmekanismen.

Det meste av sedimentet som ble observert er en svak anoksisk mudderbunn med lite/ikke liv. Spredning gjennom biodiffusjon og opptak i organismer er derfor sannsynligvis overestimert slik at spredning gjennom oppvirvling blir av større betydning.

Tømming av miljøgifter fra det bioaktive laget

I veilederen /6/ anbefales det å gjøre enkle kontroller på at beregnet spredning er sannsynlig. Dette kan gjøres ved å benytte fluksberegningene til å anslå hvor raskt sedimentets lager av miljøgifter vil tømmes, se Faktaboks 11 i veilederen /6/. Normalt vil mengden miljøgifter som netto årlig tapes fra sedimentene kun være en liten del av lageret. Hvis ikke ville sedimentene allerede vært tømt for miljøgifter. Dersom tømningstiden er lav kan dette skyldes at beregnet spredning er overestimert eller at sjøbunnen tilføres en betydelig mengde nye miljøgifter gjennom sedimentasjon. I Tabell 11 er tømningstiden beregnet basert på sedimentkonsentrasjonene, beregnet total spredning og sjablongverdier for bioturbasjonsdyp (100 mm/m^2), tetthet av vått sediment ($1,3 \text{ kg/l}$) og fraksjon tørrvekt av vått sediment ($0,59$) som er justert for lokale forhold.

Kontrollberegningene viser en tømningstid fra 0 til 10 år for de lettere PAH-forbindelsene, enkelte PCB-kongener og TBT. For de lettere PAH-forbindelsene er dette sannsynligvis på grunn av at de er lett løselig i vann. Dette kan også tyde på at det fortsatt er tilførsel av TBT til sedimentet gjennom oppvirvling og resedimentering av finstoff. I tillegg kan det skyldes at det fremdeles skjer tilførsel av TBT fra forurenset sand på land.

De fleste tyngre PAH-forbindelsene og PCB-kongener har tømningstid fra 10 – 100 år. Dette er også noe lavt og tyder på at spredning gjennom opptak i organismer er overestimert. Tungmetallene (med unntak av arsen) har tømningstider fra 100 – 2000 år. Dette viser at det er liten utlekking av tungmetaller fra sedimentet, men at det potensielt kan skje over lang tid.

Tabell 11. Beregnet tid for å tømme sedimentet i influensområdet til KME for de ulike stoffene (hentet fra regnearket).

Stoff	Målt sediment-konsentrasjon	Beregnet spredning	Beregnet årlig transport	Tiden det tar å tømme sedimentet for gitt stoff, t_{tom} (år)
	$C_{sed, middel}$ (mg/kg)	$F_{tot, middel}$ [mg/m ² /år]	$U_{tot, middel}$ [kg/år]	Middel
Arsen	27,32	27,90	277447	75
Bly	634,80	38,19	348908	1275
Kadmium	0,77	0,04	355	1497
Kobber	578,00	134,22	1311334	330
Krom totalt (III + VI)	53,68	2,53	22525	1626
Kvikksølv	8,04	0,62	5752	1000
Nikkel	30,58	21,51	213312	109
Sink	688,80	70,19	665950	753
Naftalen	0,30	49,75	497207	0,5
Acenaftalen	0,08	6,59	65831	1
Acenaften	0,45	16,23	162163	2
Fluoren	0,45	9,85	98439	4
Fenantren	4,08	43,00	429539	7
Antracen	1,13	9,51	94968	9
Fluoranten	6,43	22,97	229266	21
Pyren	5,90	38,33	382820	12
Benzo(a)antracen	3,32	6,70	66841	38
Krysen	3,08	13,59	135719	17
Benzo(b)fluoranten	4,56	14,82	147955	24
Benzo(k)fluoranten	2,29	7,62	76029	23
Benzo(a)pyren	4,16	13,20	131798	24
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3,12	3,52	35067	68
Dibenzo(a,h)antracen	0,93	1,25	12494	57
Benzo(ghi)perylene	2,68	6,90	68886	30
PCB 28	0,01	0,33	3275	3
PCB 52	0,04	2,12	21217	1
PCB 101	0,06	0,48	4819	10
PCB 118	0,06	0,04	441	98
PCB 138	0,06	0,33	3298	15
PCB 153	0,06	0,03	327	148
PCB 180	0,04	0,09	944	29
Tributyltinn (TBT-ion)	27,92	3287	32831511	0,7

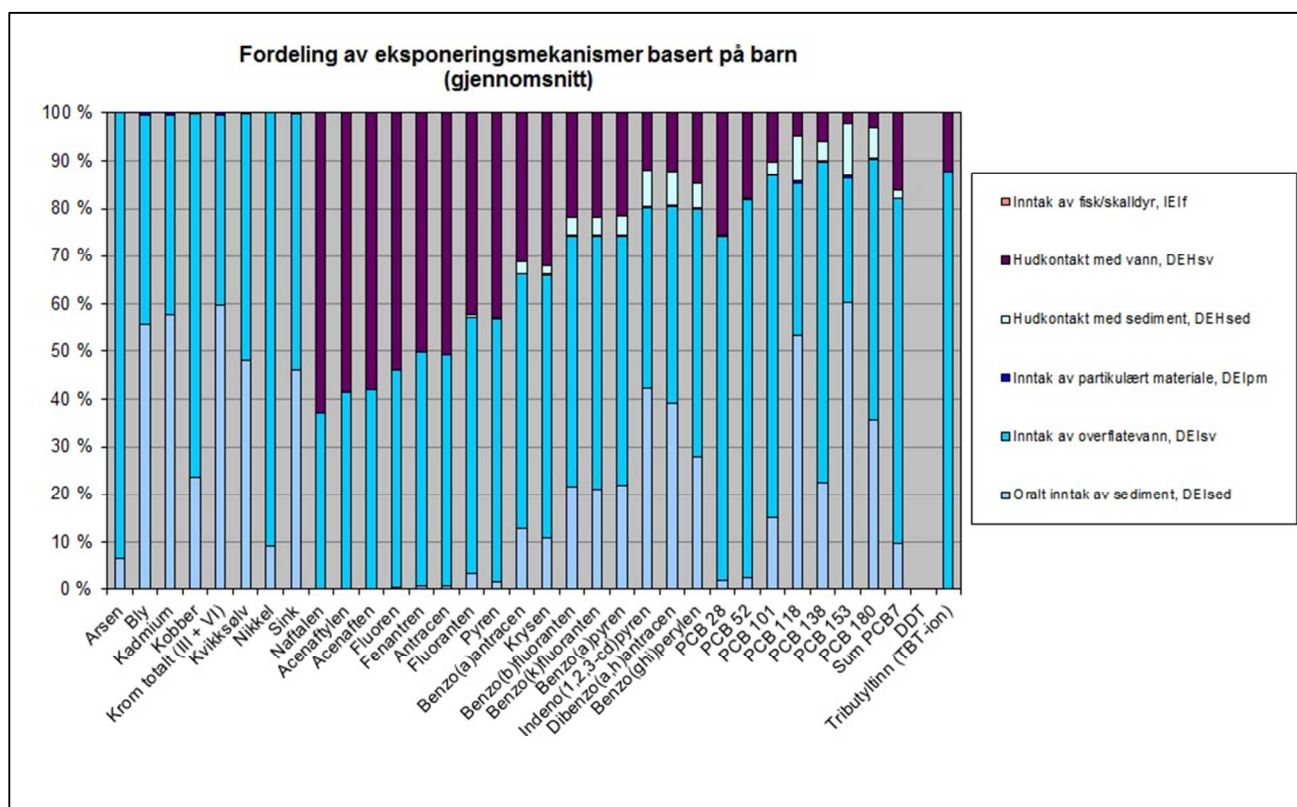
Trinn 2B – Risiko for human helse

Mennesker kan bli eksponert for miljøskadelige stoffer på mange måter. Vanligvis spiller inntak av fisk og skjelldyr en dominerende rolle. Mattilsynet har innført kostholdsråd som fraråder konsum av skalldyr og krabbe i Karmsundet og Eidsbotn (sist vurdert i 2005).

Kostholdsrådet fraråder ikke konsum av fisk, men lokale kilder forteller at det ikke skjer fritidsfiske i bukta.

Det er heller ikke vanlig med bading, men det er likevel vurdert at det kan skje noe arbeid og/eller rekreasjon (bading) i strandkanten som kan medføre eksponering. I beregningsverktøyet er det antatt at inntak av vann og partikulært materiale, samt hudkontakt med disse, kan skje 5 dager i året for voksne og 10 dager i året for barn.

Grafen i figur 22 viser fordeling av eksponeringsmekanismer til mennesker for hvert stoff i Stølsbukta. Grafen viser at inntak av fisk/skalldyr ikke er en viktig spredningsvei for menneskelig opptak av miljøgifter. Inntak av vann og hudkontakt med vann har blitt de viktigste eksponeringsmekanismer. Inntak av vann spiller en stor rolle for alle stoff, men er spesielt dominerende for eksponering til TBT og PCB. For tungmetallene spiller også oralt inntak av sediment en rolle, mens hudkontakt med vann spiller en stor rolle for PAH-forbindelsene (spesielt de lettere).



Figur 22. Graf som viser fordelingen av eksponeringsmekanismer til mennesker for hvert stoff i influensområdet til KME.

Tabell 10 viser hvordan den beregnede totale livstidsdose sammenlignes med grensen for human risiko (MTR/TDI 10 %). Stoffene som gir overskridelser for tillatt eksponering samsvare ikke nødvendigvis stoffene som er funnet i høyeste konsentrasjoner, men de stoffene som er mest farlig for human helse. Stoffene som vanligvis gir utslag er PCB og benzo(a)pyren, da disse stoffer i stor grad er giftige for mennesker (se vedlegg A). Da det ikke skjer inntak av fisk endrer resultatet seg noe. Tabellen viser at gjennomsnittskonsentrasjoner for TBT og benzo(a)pyren overskrider tillatt eksponering. For TBT er dette 2208 % og

for benzo(a)pyren 15 %. Den høyest målte konsentrasjon av bly gir også en liten overskridelse.

Trinn 2C – Risiko for økologiske effekter

Vurdering av økologisk risiko er komplisert. Overskridelser av Trinn 1 grenseverdiene indikerer økologiske effekter av miljøgifter. I de 5 sedimentprøvene som er tatt ved KM Eide overskrider gjennomsnittskonsentrasjoner av flere stoff Trinn 1 grenseverdiene: TBT, PCB, alle PAH-forbindelser, kobber, kvikksølv, bly og sink. Det er ikke utført toksisitetstest som kunne vise samvirkningseffekten av disse miljøskadelige stoffer på organismer i sedimentet.

I sedimentet som ble prøvetatt ved KME ble det ikke observert organisk liv. Sedimentet er stort sett svart mudder og lukter hydrogensulfid (H_2S). Det er imidlertid god sikt i vannet, som kan indikere at vannet ikke er anoksisk, selv om sedimentet i stor grad er det. Mangel på oksygen i sedimentet (anoksisk) kan forårsakes av forurensning og/eller hyppig algeproduksjon i sedimentet som forbruker all oksygen. Det siste kan være et resultat av "overgjødning" når sedimentet tilføres for mange næringsstoffer (f.eks. fra kloakkvann og avrenning fra landbruksområder). Organisk innhold av sedimentet (TOC) er gjennomsnittlig 3 %, og dette tyder ikke på noe særlig høy tilførsel av organisk materiale. Mangel på liv i sedimentet kan derfor være en direkte følge av forurensningstilstanden av sedimentet.

Basert på konsentrasjoner av stoff i sedimentet og prosesser som biodiffusjon, er det beregnet porevanns- og sjøsedimentkonsentrasjoner (se tabell 10). Disse er sammenlignet med $PNEC_w$ -verdien ("predicted no effect concentration in water"). Det er høye overskridelser for beregnede gjennomsnittskonsentrasjoner av flere stoff i porevannet. Det gjelder spesielt TBT, kobber, pyren samt flere andre PAH-forbindelser. For PCB mangler det en $PNEC$ -verdi til sammenligning. Beregning av konsentrasjoner i sjøvann gir veldig like overskridelser. Det er beregnet høye overskridelser for TBT, pyren, og kobber, samt overskridelser for flere andre PAH-forbindelser, sink, kvikksølv og bly. Spesielt er de beregnede overskridelsene mht. TBT svært høye.

Beregninger av høye porevanns- og sjøvannskonsentrasjoner i modellen kan skyldes at det brukes konservative K_d -verdier som overestimerer utlekkingen fra sedimentene. K_d -verdien er fordelingskoeffisienten mellom sediment og vann. Denne verdien blir justert for organisk karbon (se faktaboks 10 /6/) slik at utlekking til porevann blir lavere ved høyere TOC. I beregningene er K_d -verdiene justert ift. TOC 3 %. Det kan hende at utlekkingsraten i virkeligheten er lavere enn den estimert i modellen. Direkte målinger av porevannet i bukta ville gi en sikrere vurdering av miljøtilstanden for porevannet og sjøvannet. Porevannet er regnet som kanskje den viktigste spredningsmekanismen fra forurenset sjøbunn.

Samlet sett tyder resultater og observasjoner på at forurensningsnivået i sedimentene i Eidsbotn ved KM Eide AS innebærer en viss risiko for økologiske effekter. Litt lengre inn i Eidsbotn er det sandbunn med skjell, tare og sjøstjerner. Hvis sedimentet ved KM Eide er toksisk ift. økosystemet så viser dette at effekten er lokal.

9 Samlet risikovurdering og konklusjoner

Oppsummering land:

Kartlegging av grunnen på eiendommen har vist at det på flere steder, og spesielt i slippområdet, er stoffkonsentrasjoner i jordmassene som overstiger tilstandsklasse 3. I overflaten ved slippet ble kobber påvist i konsentrasjoner som tilsvarer farlig avfall. I en stedsspesifikk risikovurdering ble det beregnet stedsspesifikke akseptkriterier ift. human helse (C_{he}). Denne viste at i forhold til human helse kan tilstandsklasse 4 aksepteres ved den aktuelle arealbruk som industriområde.

Det er også gjort en spredningsvurdering for å vurdere fare for spredning av miljøgifter fra land til vannet og sedimentet i Eidsbotn (resipienten). Det ble funnet at gjennomsnittskonsentrasjonene i grunnen av stoffene TBT, kobber og sink, ved spredning gjennom grunnvannet førte til uakseptable konsentrasjoner i fjordvannet, noe som potensielt utgjør en risiko mht. økosystemet. I tillegg fører TBT, kobber og sink i tilstandsklasse 4 til uakseptabel spredning til sjøen. Dette betyr at den stedsspesifikke risikovurderingen har vist at ved dagens arealbruk ("industri") skal stoffer i toppjorden og dypereliggende jord på eiendommen ikke overskride tilstandsklasse 3. Den øvre grensen av tilstandsklasse 3 er det stedsspesifikke akseptkriteriet for hvert stoff ved en tiltaksvurdering ift. terrenginngrep.

I tillegg til spredning gjennom grunnvannet er det også direkte overflateavrenning av vann og partikler til sjøen. Det løse overflatelaget inneholder stedvis høye konsentrasjoner av kobber, TBT, PAH (inkludert benzo(a)pyren), alifater >C12-C35, bly, kvikksølv og sink. Det er spesielt fare for erosjon av dette overflatelaget ved mye nedbør og/eller høy bølgeaktivitet.

Oppsummering sjøsediment:

En risikovurdering av sjøsedimentet i influensområdet til KM Eide viser at sedimentet inneholder flere stoff som overskrider akseptkriterier mht. spredning, human helse og økologisk risiko. Forurensningstilstanden i sedimentet er ganske lik i hele influensområdet, men de høyeste konsentrasjoner er påvist i prøven som er tatt direkte utenfor slippet. Sedimentet fremstår som et anoksisk, mørkt mudder med lite eller ingen tegn til marine organismer. Største overskridelse av akseptkriteriene ift. spredning er funnet for TBT, nesten alle PAH-forbindelsene, kvikksølv, kobber og bly.

Stoffer som utgjør den største risiko mht. human helse er TBT, og i noe mindre grad benzo(a)pyren. Vurderingen ift. human helse tar utgangspunkt i at det ikke konsumeres fisk og skalldyr fra bukta, og at det i liten grad foregår bading og arbeide som medfører kontakt med vann og partikulært materiale fra Eidsbotn.

Alle stoffer som overstiger Trinn 1 grenseverdiene utgjør en økologisk risiko, men det er spesielt de som opptrer i høye konsentrasjoner i porevann og sjøvann som er spesielt toksisk for marine organismer. Dette er spesielt TBT, kobber og pyren, samt i noe grad de andre tyngre PAH-forbindelsene, kvikksølv, bly og sink. Konsentrasjon av PCB i porevann kan ikke beregnes i regnearket, men de høye konsentrasjoner av PCB i sedimentet har sannsynligvis en toksisk effekt på næringskjeden.

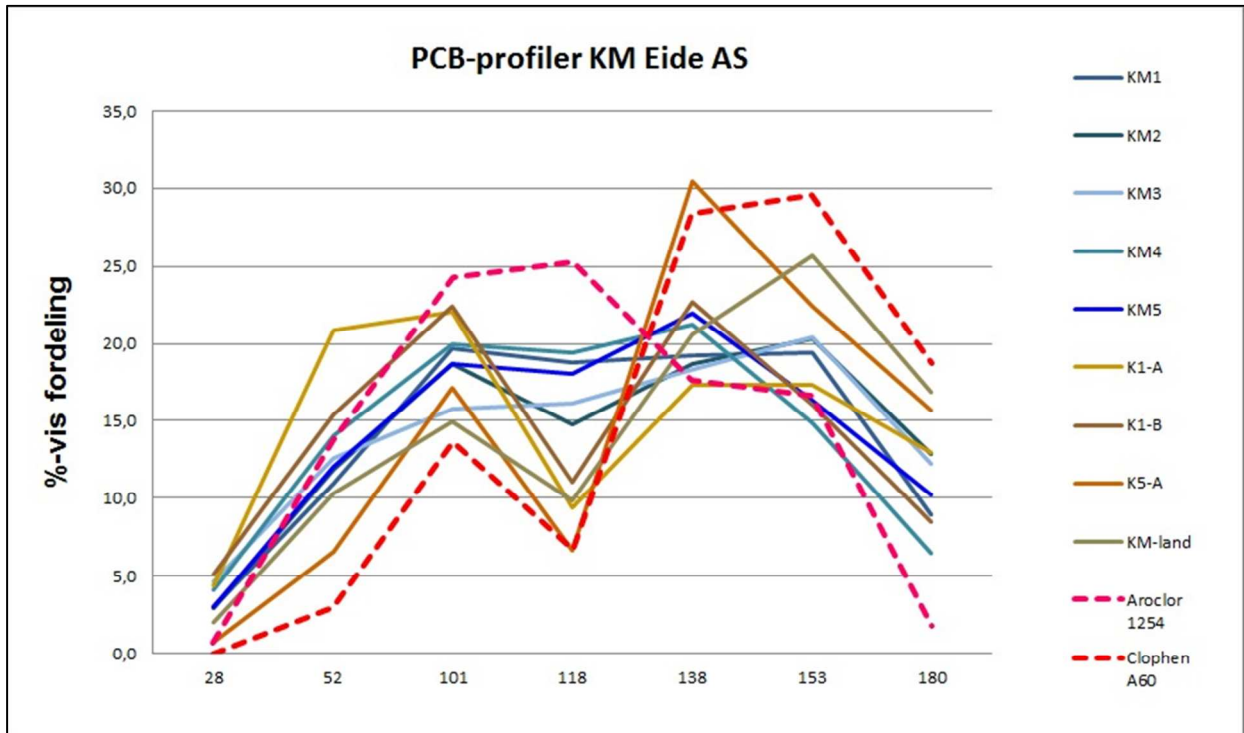
Vurdering av sammenheng mellom land og sediment:

Resultatene viser at det er, og/eller har vært, spredning av miljøgifter fra grunnen ved KM Eide AS til sjøen. Dette fremgår av en sammenligning mellom stoffene med høye konsentrasjoner på land med de i sjøsedimentene. I spredningsvurderingen fra land ble det funnet at det spesielt er fare for spredning av TBT, kobber og sink til sjøen. Disse stoffene er også funnet i høye konsentrasjoner i sedimentet (spesielt TBT og kobber).

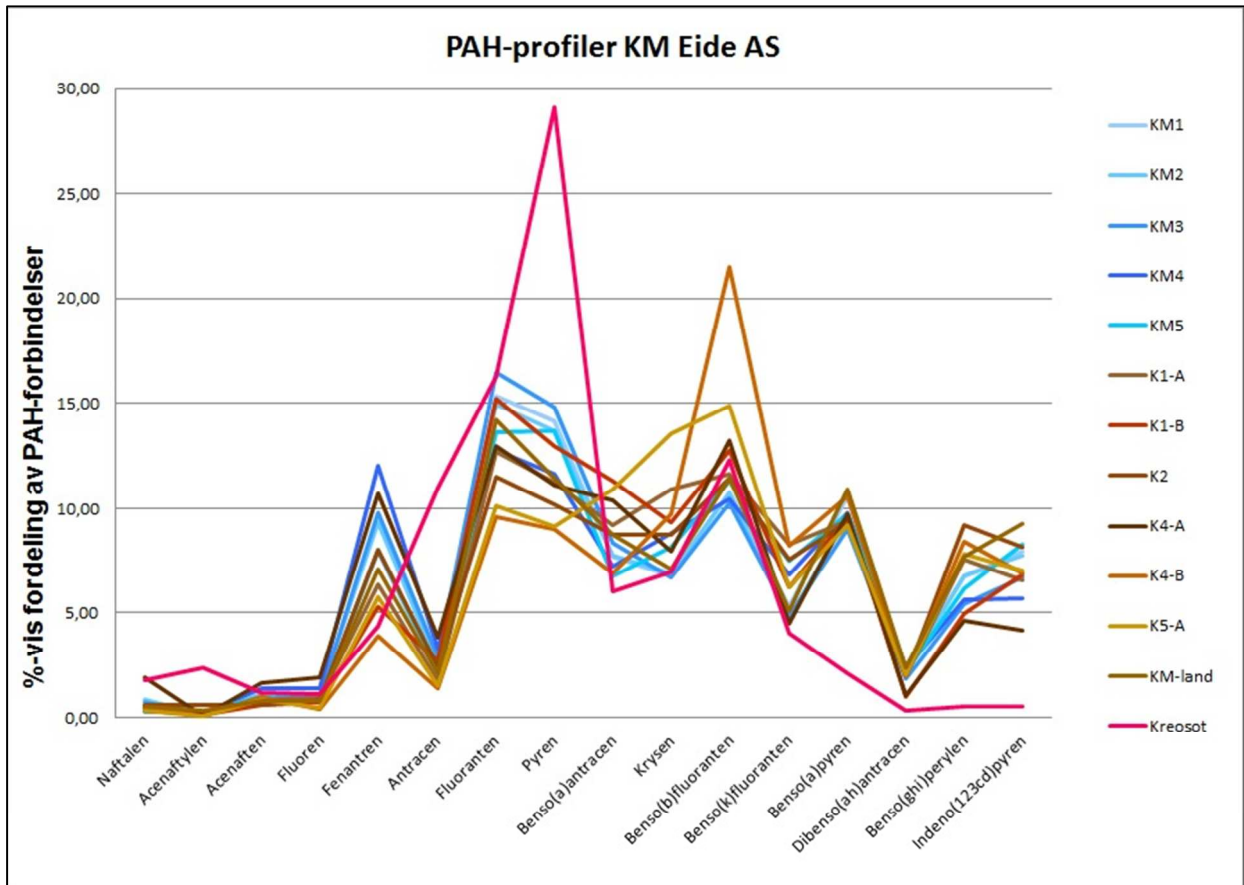
Imidlertid må det tas hensyn til at det er, og har vært, flere andre utslippskilder ved Eidsbotn. For eksempel er PCB-forurensningen i sedimentene forholdsvis høy sammenlignet med konsentrasjoner som er funnet på land. En faktor som gjør at det er vanskelig å sikkert påpeke utslippskilder er at flere aktuelle kilder kan ha ført til utslipp av samme stoff. Spesielt gjelder dette alle større eller mindre slipper rundt Eidsbotn som kan ha ført til forurensning spesielt mht. TBT, kobber, bly og PCB. PAH-forurensningen kan stamme fra ufullstendig forbrenning og tjærestoffer som kan ha kilde flere steder rundt bukta (f.eks. kommunalt avfall og tjærestoff brukt i båthus og gamle båter). For å se litt nærmere på relasjonen mellom forurensningen i slippområdet og sjøsedimentene ved KM Eide er det lagt profiler av både PCB-kongener og PAH-forbindelser som er funnet i grunnen og i sedimentet (se grafene i figur 23 og 24).

PCB ble påvist i forholdsvis høye konsentrasjoner i alle 5 sedimentprøver (tilstandsklasse III og IV). På land ble det påvist i varierende grad fra tilstandsklasse 1 til 4. Høyeste konsentrasjoner ble påvist direkte ved vannlinjen (K1 og KM-land). Sum PCB består av flere PCB-kongener som forekommer i en fordeling som kan plottes for hver prøve. Profilene av sedimentprøvene og jordprøvene er sammenlignet med profilene for PCB-blandingene Clophen A60 og Aroclor 1254. Profilene av sedimentprøvene er ganske like, mens de fra jordprøvene varierer noe. Profilene faller ikke tydelig sammen med kjente PCB-blandinger, men det kan hende at de er et resultat av forurensning som følge av en kombinasjon av flere PCB-blandinger for eksempel Clophen A60 og Aroclor 1254. Clophen A60 er en PCB-blanding som ble fremstilt i Vest-Tyskland frem til 1970. Det ble brukt i elektroinstallasjoner som transformatorer, generatorer, ladeaggregater osv. Denne blandingen har også blitt brukt i skipsmaling, murlaging og murpuss. Mange steder har det også vært vanlig med PCB i maling på hus. Jordprofilene og sedimentprofilene er litt forskjellige, noe som kan tyde på at det er flere kilder til PCB forurensning ved Eidsbotn. Kommunal avrenning og sigevann fra gamle fyllinger er typisk også kilder til PCB-forurensning i fjorder.

Når det gjelder PAH-forbindelser så er profilene til sedimentprøvene ganske like. Sum PAH₁₆ ble påvist i klasse V i alle sedimentprøvene med unntak av KM5, den mest vestlige prøven, der det ble påvist i klasse IV. Forurensningsgraden mht. PAH på land varierte sterk fra tilstandsklasse 1 til 5. De høyeste PAH-konsentrasjoner ble påvist i nærheten av vannlinjen (K1 og KM-land). PAH-profilene fra jordprøvene varierer noe mer, men sammenfaller likevel i stor grad med sedimentprøvene. Noen av jordprøvene har forholdsvis høyere konsentrasjoner av benzo(b)fluoranten og benzo(a)antracen. Disse forskjellene kan skyldes variasjoner i vannløselighet mellom PAH-forbindelser (fordelingskoeffisienten K_d). Profilene er imidlertid lik nok til at det er sannsynlig at PAH-forurensningen i slippområdet er årsak til PAH-forurensningen i sjøsedimentet. Som vist i figur 24 er verken jord- eller sedimentprofilene helt like profilet for kreosot. Dette betyr at kreosotimpregnering kanskje ikke er kilde til PAH-forurensningen ved slippen og i sedimentet (kan eventuelt stamme fra en annen kreosotblanding).



Figur 23. PCB-profiler for sedimentprøvene og jordprøvene ved KM Eide sammenlignet med de kjente PCB-blandingene Clophen A60 og Aroclor 1254.



Figur 24. PAH-profiler for sedimentprøvene og jordprøvene ved KM Eide.

Konklusjon

Sedimentet ved Karmsund Maritime Eide AS er sterkt forurenset mht. TBT, PAH, kobber, bly og kvikksølv, samt i noe mindre grad med PCB og sink. Det er påvist overskridelser av Trinn 1 grenseverdier (grensen mellom klasse II og III) for middelskonsentrasjoner av disse stoffene. Etter gjennomføring av en Trinn 2 risikovurdering kan ikke influensområdet i Eidsbotn ved KM Eide friskmeldes mht. spredning, human helse og økologisk risiko. En vurdering av forurensningsnivået i slippområdet viser at avrenning fra dette området sannsynligvis er årsaken til forurensningstilstanden i sedimentet i influensområdet. Det er fortsatt fare for spredning av miljøgifter fra jordmassene til sjøen, og det anbefales tiltak for å hindre ytterligere spredning til resipienten.

10 Tiltaksvurdering

Land:

Resultatene fra kartleggingen tyder på at det er behov for risikoreduserende tiltak ved slippet til KM Eide AS, for å hindre avrenning av forurenset vann til sjøresipient. Dette kan trolig løses på flere måter. Endelige valg av tiltak bør baseres på en grundig tiltaksanalyse for å finne optimale løsninger som tar hensyn til både miljø og kostnad.

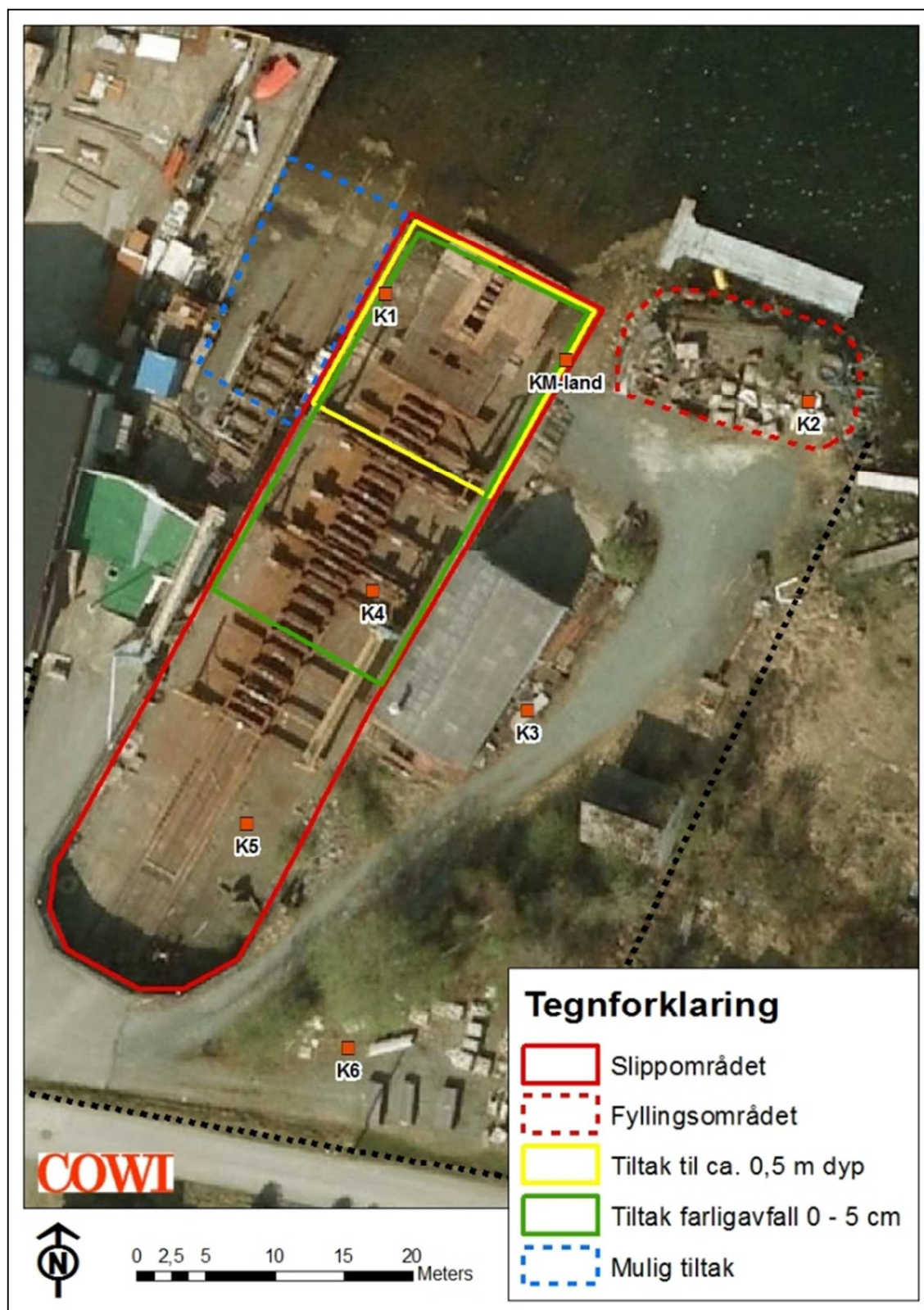
Nedenfor er det gjort noen vurderinger av forurensningsnivået ved slippet sammenlignet med det stedsspesifikke akseptkriteriet. Ved slippet er det store deler av området hvor det er masser som overstiger det stedsspesifikke akseptkriteriet (tilstandsklasse 3) og hvor det anbefales å gjennomføre tiltak. Dette gjelder trolig også området ved den mindre slippet rett vest for hovedslippet. I fyllingsområdet ved prøvepunkt K2 ble det også påvist bly og alifater > C12-C35 i tilstandsklasse 4. Tiltak i grunnen i fyllingsområdet kan vurderes. Massene i grunnen ved K3 og K6 vurderes som rene og ingen tiltak er nødvendig her.

De aktuelle tiltaksområder er vist i figur 25. Det rustfargete løse topplaget i slippområdet (ca. 0 – 5 cm dyp) inneholder flere stoff som overskrider akseptkriteriet. Dette laget inneholder i tillegg en del jernskrap og malingsrester og strekker seg ned til vannkanten. Slippområdets totale areal er beregnet til ca. 865 m² (området er antydnet med rødt omriss i figur 25). Forurensning er også funnet i topplaget ved K5, så en kan derfor anta at det i topplaget i hele området er forurensningsnivå over klasse 3. Total volum av det forurensete topplaget er ca. 43 m³ (ved 5 cm tykkelse). Stedvis inneholder dette topplaget kobberkonsentrasjoner som tilsvarer farlig avfall. Verdier over grensen for farlig avfall er påvist ved prøvepunkt K1 og K4. Det er trolig kobberverdier som tilsvarer farlig avfall i den nederste delen av slippområdet i et område på ca. 400 m² (området er antydnet med grønt omriss i figur 25). Dette tilsvarer et volum på ca. 20 m³. Områder der topplaget defineres som farlig avfall kan undersøkes og avgrenses nærmere under tiltaket.

Nederst i slippområdet ved prøvepunkt K1 er det også under topplaget påvist forurensete masser som overskrider akseptkriteriet (klasse 3). Dette laget har dybde på ca. 0,5 m med flere stoff i tilstandsklasse 4 og 5. Under 0,5 m dybde er de opprinnelige massene som var der før slippaktiviteter startet (grå leire). Ved prøvepunkt K4 ligger den opprinnelige overflaten på 5 cm dybde, direkte under topplaget. I figur 25 angir området med gult omriss området der det er kartlagt forurensning i klasse 4 og 5 ned til ca. 0,5 m dybde (den opprinnelige rene overflaten). Dette utgjør et areal på ca. 220 m² og tilsvarer et volum på ca. 110 m³.

Det totale volumet av forurensete masser over klasse 3 er beregnet til ca. 150 m³ (± 25 m³ avhengig av visuelle observasjoner og kontrollprøver under tiltaket).

Like vest for prøvepunkt K1 er det en mindre slipp med fast dekke (asfalt) i overflaten (se figur 26). Det ble derfor ikke gravd sjakter i dette området. Observasjoner under feltarbeidet kunne tyde på at også dette området er forurenset og det anbefales derfor å undersøke dette området nærmere i forbindelse med planlegging av tiltaksløsninger (området er angitt med blått omriss i figur 25).



Figur 25. Skisse av anbefalte tiltaksområder på eiendommen til KM Eide AS.



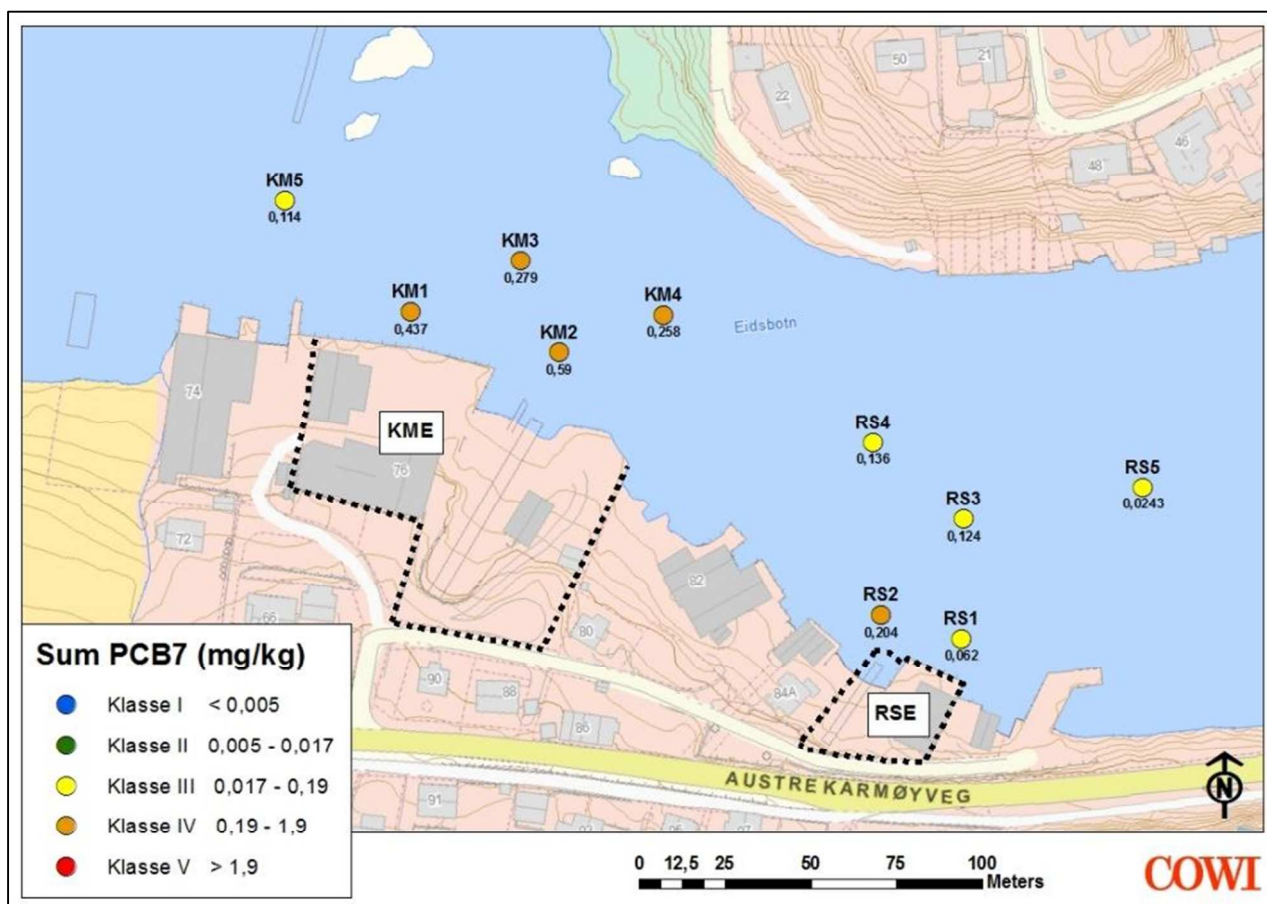
Figur 26. På bildet ses den mindre slippen som ligger like vest for den store slippen. Området like vest for prøvepunkt K1 har asfaltdekke.

Sjø:

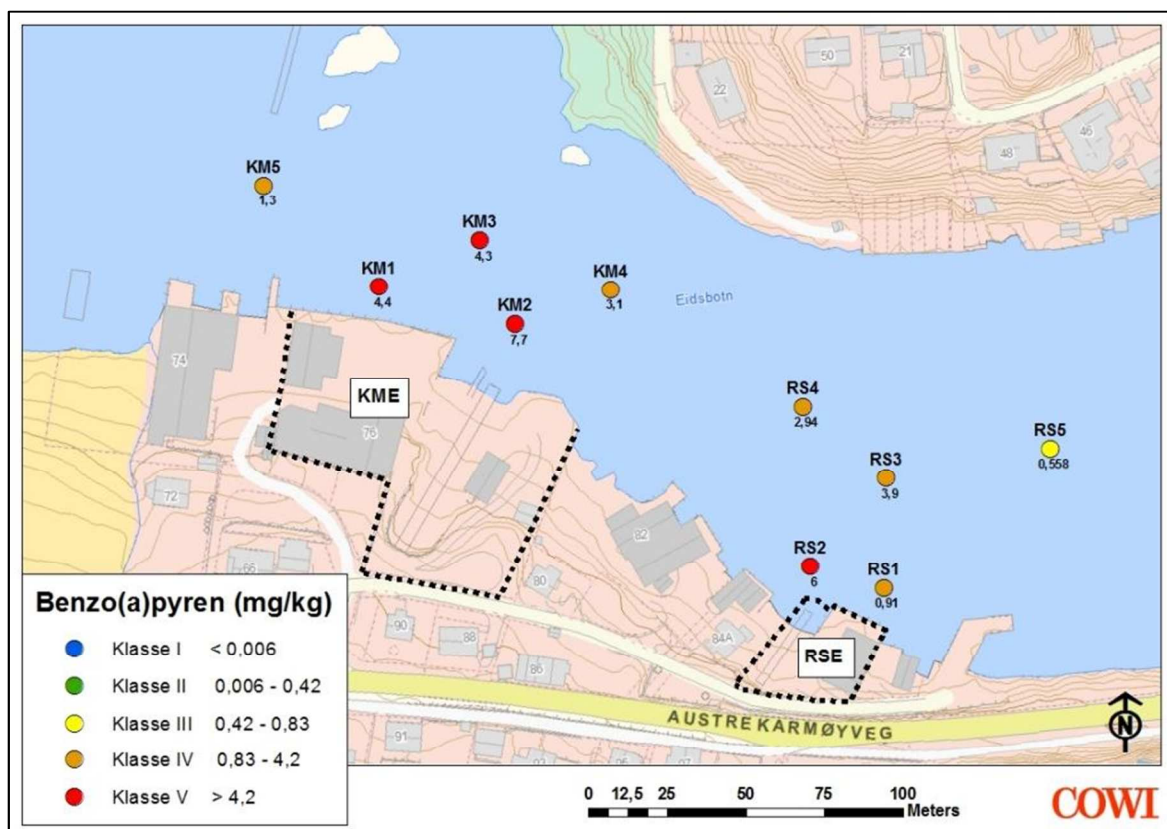
For å vurdere mulige tiltak mht. sedimentet i Eidsbotn må det forurensede sedimentarealet først avgrenses og alle aktive kilder til forurensningen må kartlegges og fjernes. Dette er nødvendig for at et eventuelt tiltak blir hensiktsmessig på lang sikt. Det vurderes at det er sammenheng mellom forurensningen på land ved KM Eide og forurensningen i influensområdet i sjøen. Foruten spredning fra eiendommen til KM Eide er det sannsynligvis flere aktører ved Eidsbotn som har vært ansvarlig for forurensningen som finnes i sjøsedimentene. En eventuell tiltaksvurdering bør være helhetlig og ta hensyn til alle utslippskilder og den arealmessige fordelingen av forurensningen. Kart som viser målte konsentrasjoner i sjøsediment i prøvene tatt ved KM Eide AS og Rune Stol AS /10/ er vist i figur 27 - 33.

For å avdekke eventuelle andre kildeområder anbefales det videre kartlegging av sjøsedimenter og landareal (flere mindre båtslipper). Et kartleggingsprogram for hele Eidsbotn bør omfatte sedimentprøver, porevannsprøver, toksisitetstester og eventuelt prøver av blåskjell, krabbe og fisk. Dette vil gi et grunnlag for en detaljert risikovurdering av fjordområdet.

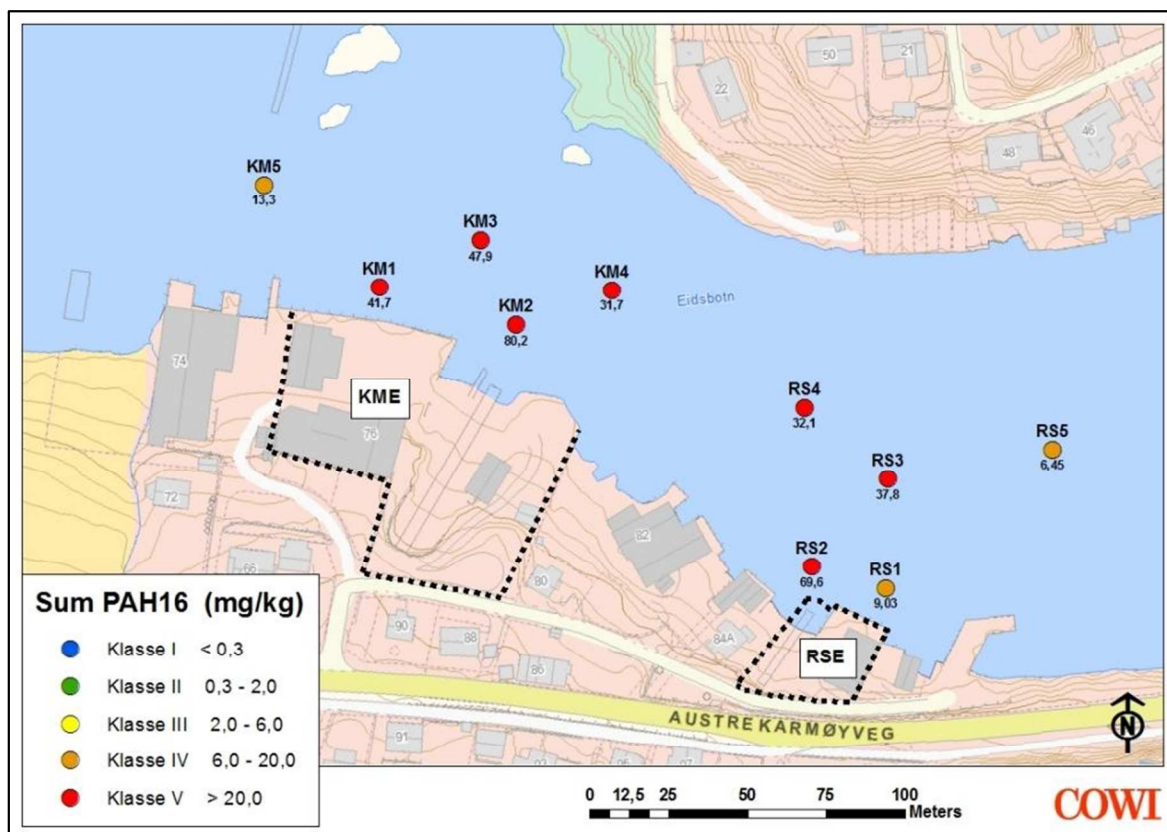
Etter at aktive landkilder er stoppet kan det være aktuelt å utarbeide tiltaksplan for å bedre miljøtilstanden i sedimentet i Eidsbotn. Aktuelle tiltak kan være mudring eller tildekking av det forurensede sedimentet.

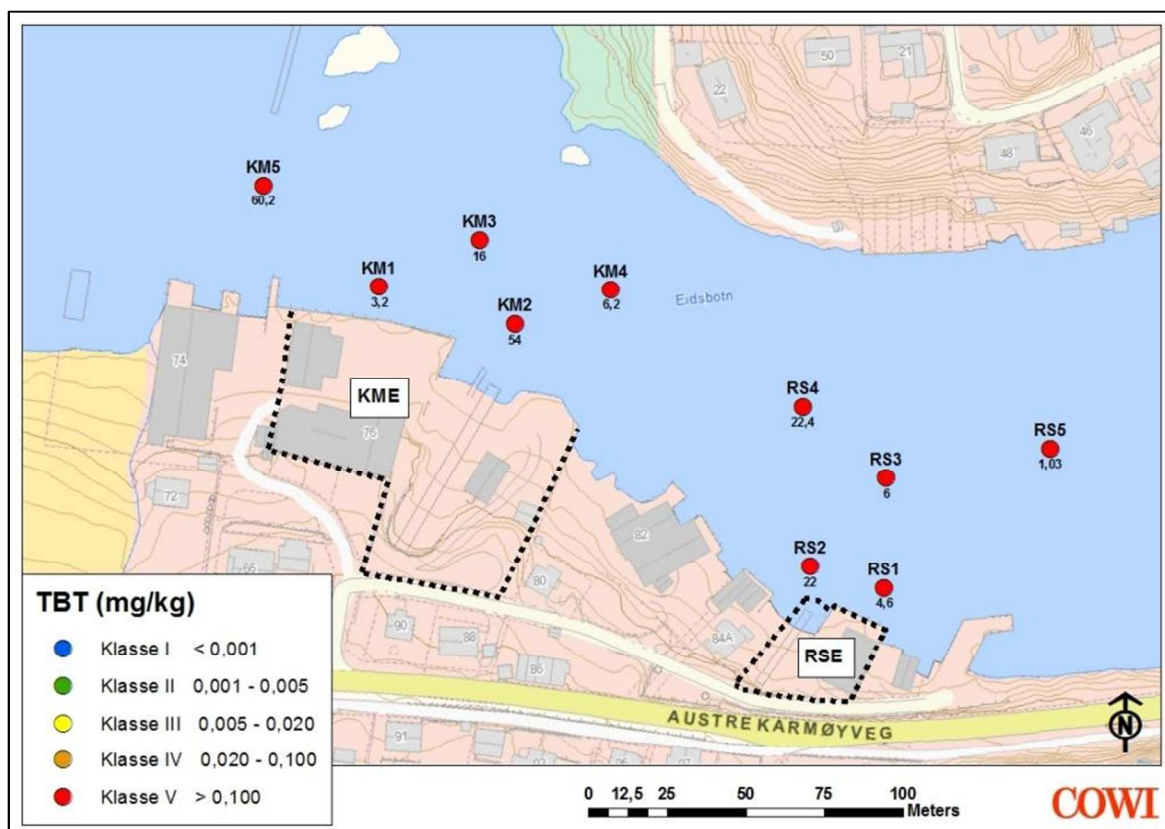


Figur 27. Oversiktskart over sedimentprøvene tatt ved KM Eide AS (KME) og Rune Stol Eiendom AS (RSE) med påviste konsentrasjoner for Sum PCB₇ i hvert prøvepunkt (farget etter tilstandsklasser og med den målte verdien under hvert punkt).

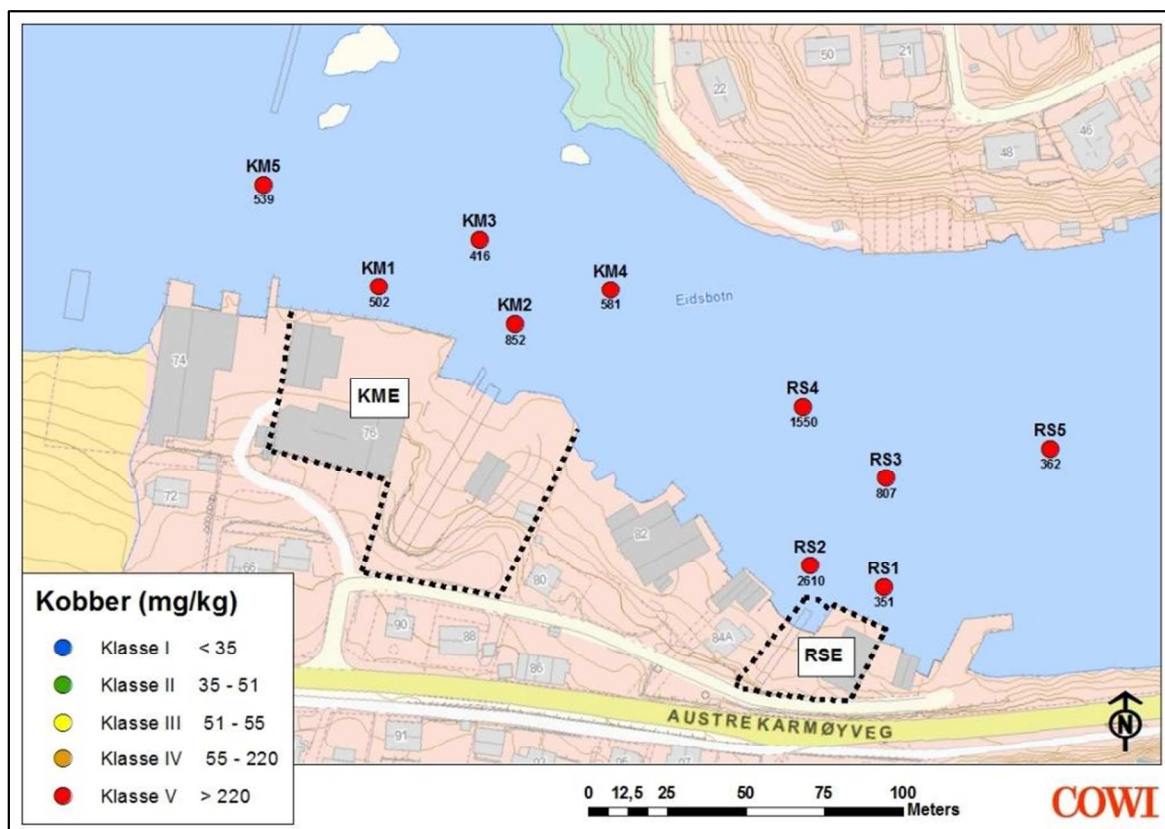


Figur 28. Konsentrasjoner for benzo(a)pyren påvist i sedimentprøvene tatt ved KME og RSE.

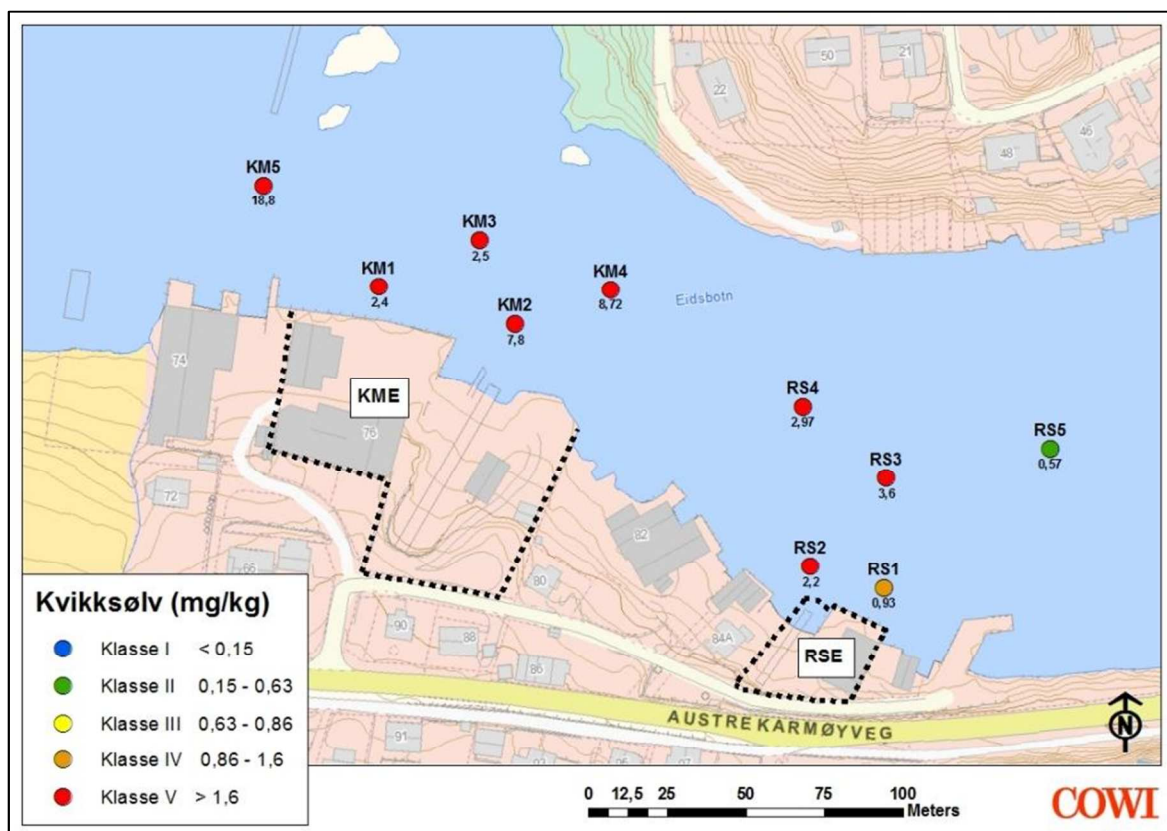
Figur 29. Konsentrasjoner for Sum PAH₁₆ påvist i sedimentprøvene tatt ved KME og RSE.



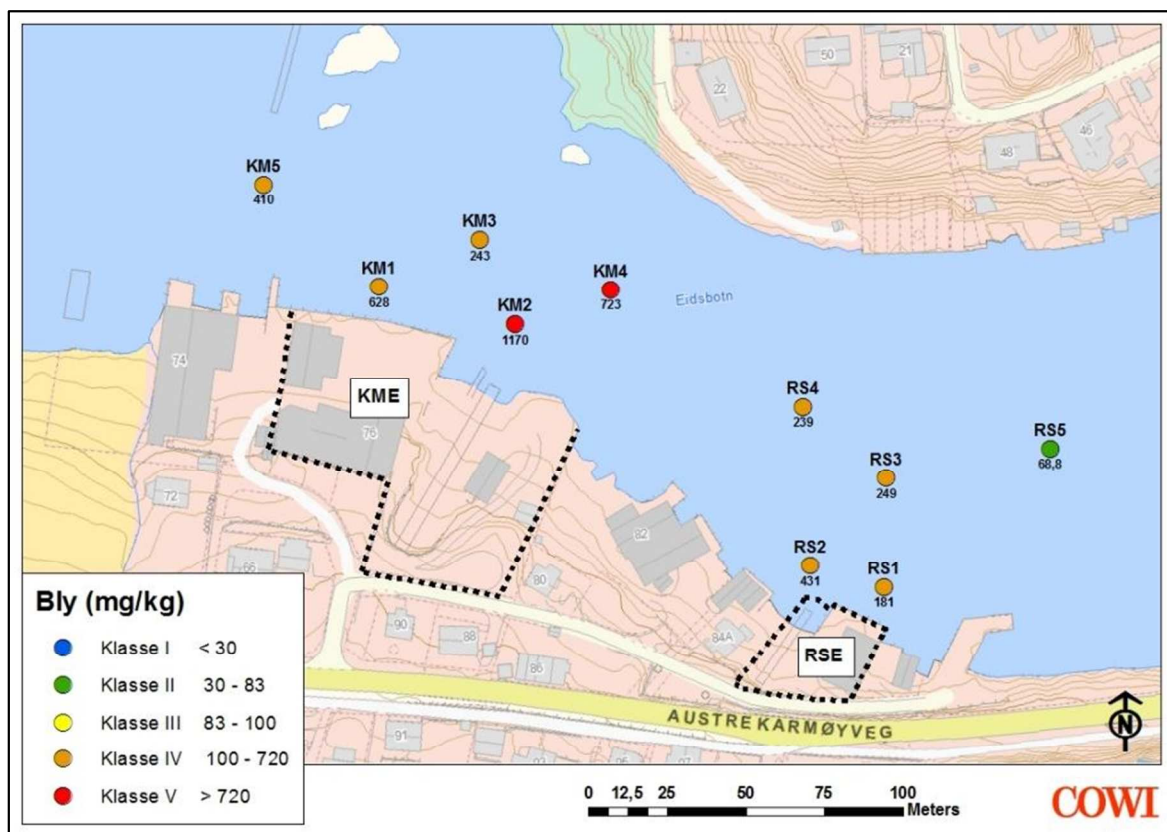
Figur 30. Konsentrasjoner for TBT påvist i sedimentprøvene tatt ved KME og RSE.



Figur 31. Konsentrasjoner for kobber påvist i sedimentprøvene tatt ved KME og RSE.



Figur 32. Konsentrasjoner for kvikksølv påvist i sedimentprøvene tatt ved KME og RSE.



Figur 33. Konsentrasjoner for bly påvist i sedimentprøvene tatt ved KME og RSE.

11 Referanser

- /1/ **SFT informasjon 2006:** Miljøtekniske undersøkelser ved skipsverft: krav til innhold. TA2218/2006. 2s. Klima- og Forurensningsdirektoratet.
- /2/ **Westerlund, S. 2011:** Vurdering av sedimenter ved slipp eid av Karmsund Maritime Eide AS. IRIS rapport – 2011/133.
- /3/ **Vik, E.A. m.fl. 1999:** Veiledning om risikovurdering av forurenset grunn. Rapport Statens Forurensingstilsyn Veileder 99:01. TA 1629/99, 103 s.
- /4/ **Hansen, H.J. og Danielsberg, A. 2009:** Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. Rapport Statens Forurensingstilsyn Veileder Ta 2553/2009, 28 s.
- /5/ **Bakken, T. m.fl. 2008:** Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA2229/2007. 12s. Klima- og Forurensningsdirektoratet.
- /6/ **Bakken, T. og Breedveld, G. 2011:** Veileder for risikovurdering av forurenset sediment. TA2802/2011. 70s. Klima- og Forurensningsdirektoratet.
- /7/ **Næs, K. og andre, 2009:** Forurensningssituasjonen i Karmsundet i 2008 med vekt på påvirkning fra Hydro Aluminium Karmøy. Metaller, PAH og klorerte forbindelser i vannmasser, blåskjell, torsk, krabbe og sedimenter. NIVA rapport 5881-2009.
- /8/ **Westerlund, S. 2011:** Vurdering av sedimenter ved slipp eid av Rune Stol Eiendom. IRIS rapport – 2011/132.
- /9/ **Forurensningsforskriften kap. 2, 2009:** <http://www.lovdata.no/for/sf/md/xd-20040601-0931.html>.
- /10/ **Haker, A. og Misund, A., 2012:** Rune Stol Eiendom AS - Miljøtekniske undersøkelser på land og sjø med risiko- og spredningsvurdering. COWI rapport.
- /11/ **Ottesen, R. T., 2011:** Notat – Normverdi og helsebaserte tilstandsklasser for Sb, TBT, TPHT og eksplosiver. NGU notat til Klif, datert 10. mai 2011, revidert 17. juni 2011.
- /12/ **Weideborg, M., 2011:** Forslag til normverdier og helsebaserte tilstandsklasser for organiske tinnforbindelser i forurenset grunn. Aquateam rapport O-10077.
- /13/ **Bakken, T. m.fl. 2007:** Bakgrunnsdokument til veiledere TA-2229 og TA-2230. TA2231/2007. 204 s. Klima- og Forurensningsdirektoratet.

12 Vedlegg A - Stoffliste

Definisjoner og egenskaper etter bl.a. www.miljostatus.no.

Arsen - As

Arsen og de fleste uorganiske arsenforbindelser (særlig arsenikk) er giftige og kan føre til både akutt og kronisk arsenforgiftning. Arsenikk har vært brukt i rottegift, som sprøytemiddel og til impregnering av trevirke. I Norge var CCA-impregnert trevirke den største kilden til utslipp av arsen i 2008, og sto for rundt 80 prosent av utslippene. Arsenforbindelser kan være giftige for mange organismer i små konsentrasjoner. De kan også forårsake kreft. Forbudet mot bruk av arsen i trykkimpregnert trevirke gjør at forbruket av arsen har blitt betydelig redusert. Arsen vil imidlertid fortsette å lekke ut fra CCA-impregnert trevirke som er i bruk i flere år framover.

Benzo(a)pyren

Benzo(a)pyren er en av de mest helseskadelige PAH-forbindelsene. Stoffet er klassifisert som kreftfremkallende, arvestoffskadelig og reproduksjonsskadelig.

Bly - Pb

Bly er et mykt, tungt og giftig tungmetall med både akutte og kroniske helse- og miljøeffekter. Utslippene av bly har blitt sterkt redusert siden 1980-tallet. Dette skyldes særlig overgang til bruk av blyfri bensin. Også andre tiltak, som forbudet mot blyhagl fra 2005, har ført til at utslippene har blitt betydelig redusert de siste årene. De høye blynivåene i fjordene skyldes sannsynligvis tidligere tiders lokale industriutslipp. Bly er akutt giftig for vannlevende organismer og pattedyr. Bly gir også kroniske giftvirkninger hos mange organismer, selv i små konsentrasjoner. Kronisk blyforgiftning kan ha nevrotoksiske og immunologiske virkninger og gi skader på det bloddannende systemet hos varmblodige dyr.

Kadmium - Cd

Kadmium er hovedsakelig funnet som et biprodukt av sinkproduksjon. De største utslippene kommer fra metall- og gruveindustri. De fleste kadmiumforbindelser er sterkt akutt giftige for vannlevende organismer, særlig i ferskvann, og akutt giftige for pattedyr. Kadmium gir også kroniske giftvirkninger hos mange organismer, selv i meget små konsentrasjoner. Gjennom næringskjeden kan kadmium være skadelige for mennesker. Kadmium er kreftfremkallende, kan skade forplantningsevnen og foster, samt føre til deformasjoner av skjelettet.

Kobber - Cu

Kobber er et metallisk grunnstoff som forekommer i flere former. Rent kobber, såkalt metallisk kobber, har lav giftighet og skiller seg på den måten fra metaller som kvikksølv, kadmium og bly. I form av løselige salter kan kobber være meget giftig for vannlevende organismer. Den største kilde til kobber i fjordene i Norge er tidligere gruvedrift, treforedlingsindustri og tilførsler fra smelteverk og metallurgisk industri.

Krom - Cr

Krom er et tungmetall som finnes i flere former ute i naturen, bl.a. som trivalent krom og heksavalent krom. Den seksverdige formen Cr(VI) regnes som mest problematisk for helse og miljø da den er tungt nedbrytbar og kan bioakkumuleres i organismer. Seksverdige kromforbindelser er klassifisert som kreft- og allergifremkallende. I tillegg er stoffet reproduksjonsskadelig og arvestoffskadelig. Tidligere ble krom hovedsakelig brukt i maling og

garving av lær samt til impregnering av trevirke. Fra 2002 ble det innført et forbud mot å produsere og omsette CCA-impregnert trevirke. Forsatt lekker imidlertid krom ut fra impregnert trevirke som er i bruk. Dette var den største kilden til utslipp av krom i 2008. Krom brukes også som legeringsmateriale i metallindustrien.

Kvikksølv - Hg

Kvikksølv er et grunnstoff, og et flytende metall. I naturen er kvikksølv sterkt bundet til sedimenter og organisk materiale. Kvikksølv kan bli omdannet til giftige organiske forbindelser (metylkvikksølv), som lett tas opp og lagres i organismer. Kvikksølv kan lett oppkonsentreres i næringskjeden og er derfor mest skadelig for dyr på toppen av næringskjeden. De mest alvorlige skadevirkningene er skader på nervesystemet, nyreskader og kontaktallergi. De viktigste lokale kildene i Norge i historisk sammenheng har vært utslipp fra treforedlingsindustri og kloralkalifabrikker. I tillegg har det vært tilførsler fra smelteverk og metallurgisk industri, samt bidrag fra gruver (sulfidmalm).

Organiske forbindelser

Stoffer som består av karbon, oksygen, hydrogen og/eller nitrogen/svovel. For eksempel etanol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$. Tungmetaller som bly kan kjemisk bindes til en organisk gruppe og kalles da organisk bly.

PAH (Polysykliske aromatiske hydrokarboner)

En kompleks blanding av flere hundre kjemikalier karakterisert ved at de består av to eller flere koblede aromatiske (benzenlignende) ringer. De fleste er meget fettløselige og lite løselige i vann. PAH i luft og vann er derfor ofte adsorbent til partikler og organisk materiale. PAH vurderes ofte som et uønsket biprodukt som dannes ved ufullstendig forbrenning eller oppvarming av organisk materiale som olje, naturgass, kull og ved. PAH finnes i steinkulltjære, kreosot og "crackete" oljeprodukter. Aluminiumsindustrien og vedfyring i boliger er de største kildene til utslipp av PAH. Kreosotimpregnert trevirke er også en viktig kilde til utlekking av PAH. PAH-forbindelser brytes ned i varierende grad og kan bioakkumuleres. Flere PAH-forbindelser er meget giftige for vannlevende organismer. Hos mennesker er noen av PAH-forbindelsene giftige, arvestoffskadelige eller kreftfremkallende (for eksempel benzo(a)pyren). Studier har også vist at flere av forbindelsene kan påvirke reproduksjonen hos fisk.

PCB

PCB (polyklorerte bifenyler) er en gruppe syntetiske klororganiske forbindelser som er giftige, tungt nedbrytbare og bioakkumulerende. Det finnes over 200 forskjellige PCB-varianter. På grunn av sine enestående egenskaper ble det brukt i en rekke produkter som skulle gjøre hverdagen enklere i velstandsøkningen etter siste verdenskrig. PCB ble brukt i blant annet elektrisk utstyr, transformatorer og i bygningsmaterialer som betong, mørteltilsetning, i isolerglasslim, fugemasse og maling. PCB-forbindelser er blitt spredt til miljøet når produkter og materialer som inneholder PCB har blitt kastet eller behandlet på måter som gir utslipp til miljøet. Over halvparten av kostholdsrådene i norske fjorder skyldes i hovedsak PCB. PCB er akutt giftig for marine organismer. PCB er svært tungt nedbrytbart og har høy fettløselighet. Disse egenskapene gjør at PCB lagres i fettrike deler i organismer og oppkonsentreres i næringskjeden. PCB kan medføre svekket immunforsvar, noe som øker mottakelighet for infeksjoner og sykdommer. Ulike PCB-forbindelser kan skade nervesystemet, gi leverkreft og skade forplantningsevnen.

Sink - Zn

Sink er en naturlig og viktig bestanddel i kostholdet for kroppen. Lik de andre tungmetallene er sink også skadelig for human helse når inntatt i store mengder. Sink benyttes til galvanisering og varmforsinking av stål (korrosjonsbeskyttelse). I tillegg blir det brukt som et element i legeringer, bl.a. i messing (sink/kobber) og i aluminiumlegeringer.

TBT

Tributyltinn (TBT) er en kunstig framstilt tinnorganiske forbindelse. TBT ble tidligere i hovedsak brukt i bunnstoff og maling på skip og i treimpregneringsmidler for å hindre begroing og råte. Siden 2008 er tilstedeværelse av TBT i bunnstoffer på båter forbudt. Vedlikehold av eldre skiper kan fortsatt føre til utslipp. TBT kan gi alvorlige helseskader ved lengre tids påvirkning. Stoffene er klassifisert som miljøskadelige og er meget giftige for vannlevende organismer. TBT kan akkumuleres til betydelige konsentrasjoner i muslinger og snegler, men oppkonsentreres sannsynligvis ikke i næringskjeden. TBT er en hormonhermer som påvirker forplantningen og som også undertrykker immunforsvaret, noe som fører til sekundære infeksjoner.

Tungmetaller

Metaller med tetthet over 5 gram per cm³. Eksempler er bly, kobber og kvikksølv.

Uorganiske forbindelser

Stoffer som ikke inneholder karbon, for eksempel metaller.

13 Vedlegg B: Analyseresultater



Prosjekt **Karmsund Maritime Eide**
 Bestnr **136323**
 Registrert **2012-01-12**
 Utstedt **2012-01-30**

COWI AS
Agnes haker

Haugåsstubben 3
N-4016 Stavanger
Norge

Analyse av faststoff

Deres prøvenavn	K1-A					
	Jord					
Labnummer	N00183061					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	85.0	4.25	%	1	1	KARO
As	34.0	6.81	mg/kg TS	1	1	KARO
Cd	3.06	0.61	mg/kg TS	1	1	KARO
Cr	67.4	13.5	mg/kg TS	1	1	KARO
Cu	36200	7240	mg/kg TS	1	1	KARO
Hg	1.05	0.21	mg/kg TS	1	1	KARO
Ni	79.1	15.8	mg/kg TS	1	1	KARO
Pb	433	86.7	mg/kg TS	1	1	KARO
Zn	14200	2840	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 52	0.0071	0.0028	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 101	0.0075	0.0030	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 118	0.0032	0.0013	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 138	0.0059	0.0024	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 153	0.0059	0.0024	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 180	0.0044	0.0017	mg/kg TS	1	1	KARO
Sum PCB-7*	0.034		mg/kg TS	1	1	KARO
Naftalen	0.034	0.010	mg/kg TS	1	1	KARO
Acenaftilen	0.012	0.004	mg/kg TS	1	1	KARO
Acenaften	0.062	0.018	mg/kg TS	1	1	KARO
Fluoren	0.068	0.020	mg/kg TS	1	1	KARO
Fenantren	0.457	0.137	mg/kg TS	1	1	KARO
Antracen	0.126	0.038	mg/kg TS	1	1	KARO
Fluoranten	0.910	0.273	mg/kg TS	1	1	KARO
Pyren	0.806	0.242	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)antracen[^]	0.659	0.198	mg/kg TS	1	1	KARO
Krysen[^]	0.781	0.234	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(b)fluoranten[^]	0.833	0.250	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(k)fluoranten[^]	0.591	0.177	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)pyren[^]	0.671	0.201	mg/kg TS	1	1	KARO
Dibenso(ah)antracen[^]	0.142	0.042	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(ghi)perylene	0.538	0.162	mg/kg TS	1	1	KARO
Indeno(123cd)pyren[^]	0.469	0.141	mg/kg TS	1	1	KARO
Sum PAH-16*	7.2		mg/kg TS	1	1	KARO
Bensen	<0.0100		mg/kg TS	1	1	KARO
Toluen	<0.30		mg/kg TS	1	1	KARO
Etylbensen	0.240	0.096	mg/kg TS	1	1	KARO
Xylener	3.84	1.54	mg/kg TS	1	1	KARO
Sum BTEX*	4.1		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	1	1	KARO



Deres prøvenavn		K1-A				
		Jord				
Labnummer		N00183061				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C10-C12	58	18	mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C12-C16	196	59	mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C12-C35	6030		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C16-C35	5830	1750	mg/kg TS	1	1	KARO
Tørrstoff (L)	83.8		%	2	V	JVHH
Monobutyltinnkation*	68100	30200	μ g/kg TS	2	B	JVHH
Dibutyltinnkation*	14300	6840	μ g/kg TS	2	B	JVHH
Tributyltinnkation*	194000	55800	μ g/kg TS	2	B	JVHH



Deres prøvenavn	K1-B Jord					
Labnummer	N00183062					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	72.8	3.64	%	1	1	KARO
As	142	28.5	mg/kg TS	1	1	KARO
Cd	2.72	0.54	mg/kg TS	1	1	KARO
Cr	67.5	13.5	mg/kg TS	1	1	KARO
Cu	5460	1090	mg/kg TS	1	1	KARO
Hg	60.3	12.0	mg/kg TS	1	1	KARO
Ni	52.3	10.5	mg/kg TS	1	1	KARO
Pb	2410	482	mg/kg TS	1	1	KARO
Zn	2930	586	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 28	0.0662	0.0265	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 52	0.200	0.0802	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 101	0.291	0.116	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 118	0.143	0.0574	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 138	0.295	0.118	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 153	0.208	0.0831	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 180	0.110	0.0439	mg/kg TS	1	1	KARO
Sum PCB-7*	1.3		mg/kg TS	1	1	KARO
Naftalen	0.480	0.144	mg/kg TS	1	1	KARO
Acenaftylene	0.174	0.052	mg/kg TS	1	1	KARO
Acenaften	0.999	0.300	mg/kg TS	1	1	KARO
Fluoren	1.15	0.346	mg/kg TS	1	1	KARO
Fenantren	8.52	2.56	mg/kg TS	1	1	KARO
Antracen	4.34	1.30	mg/kg TS	1	1	KARO
Fluoranten	24.4	7.32	mg/kg TS	1	1	KARO
Pyren	20.8	6.23	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)antracen[^]	18.2	5.46	mg/kg TS	1	1	KARO
Krysen[^]	15.0	4.49	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(b)fluoranten[^]	20.5	6.15	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(k)fluoranten[^]	9.93	2.98	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)pyren[^]	15.4	4.62	mg/kg TS	1	1	KARO
Dibenso(ah)antracen[^]	1.59	0.477	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(ghi)perylene	8.00	2.40	mg/kg TS	1	1	KARO
Indeno(123cd)pyren[^]	10.9	3.28	mg/kg TS	1	1	KARO
Sum PAH-16*	160		mg/kg TS	1	1	KARO
Bensen	0.0276	0.0110	mg/kg TS	1	1	KARO
Toluen	<0.30		mg/kg TS	1	1	KARO
Etylbensen	<0.200		mg/kg TS	1	1	KARO
Xylener	0.168	0.0672	mg/kg TS	1	1	KARO
Sum BTEX*	0.20		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C10-C12	274	82	mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C12-C16	1510	453	mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C12-C35	11400		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C16-C35	9930	2980	mg/kg TS	1	1	KARO
Tørrstoff (L)	78.0		%	2	V	JVHH
Monobutyltinnkation*	4750	1610	μ g/kg TS	2	B	JVHH
Dibutyltinnkation*	9940	3750	μ g/kg TS	2	B	JVHH
Tributyltinnkation*	22600	6090	μ g/kg TS	2	B	JVHH



Deres prøvenavn	K2					
	Jord					
Labnummer	N00183063					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	83.8	4.19	%	1	1	KARO
As	25.0	4.99	mg/kg TS	1	1	KARO
Cd	0.77	0.15	mg/kg TS	1	1	KARO
Cr	36.1	7.22	mg/kg TS	1	1	KARO
Cu	749	150	mg/kg TS	1	1	KARO
Hg	3.58	0.72	mg/kg TS	1	1	KARO
Ni	29.1	5.8	mg/kg TS	1	1	KARO
Pb	379	75.8	mg/kg TS	1	1	KARO
Zn	706	141	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 52	0.0096	0.0038	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 101	0.0267	0.0107	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 118	0.0067	0.0027	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 138	0.0398	0.0159	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 153	0.0314	0.0126	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 180	0.0237	0.0095	mg/kg TS	1	1	KARO
Sum PCB-7*	0.14		mg/kg TS	1	1	KARO
Naftalen	0.100	0.030	mg/kg TS	1	1	KARO
Acenaftalen	0.099	0.030	mg/kg TS	1	1	KARO
Acenaften	0.105	0.031	mg/kg TS	1	1	KARO
Fluoren	0.148	0.044	mg/kg TS	1	1	KARO
Fenantren	1.39	0.417	mg/kg TS	1	1	KARO
Antracen	0.419	0.126	mg/kg TS	1	1	KARO
Fluoranten	2.00	0.601	mg/kg TS	1	1	KARO
Pyren	1.77	0.530	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)antracen [^]	1.52	0.456	mg/kg TS	1	1	KARO
Krysen [^]	1.52	0.458	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(b)fluoranten [^]	1.99	0.597	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(k)fluoranten [^]	1.31	0.394	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)pyren [^]	1.62	0.487	mg/kg TS	1	1	KARO
Dibenso(ah)antracen [^]	0.343	0.103	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(ghi)perylene	1.60	0.479	mg/kg TS	1	1	KARO
Indeno(123cd)pyren [^]	1.41	0.422	mg/kg TS	1	1	KARO
Sum PAH-16*	17		mg/kg TS	1	1	KARO
Bensen	<0.0100		mg/kg TS	1	1	KARO
Toluen	<0.30		mg/kg TS	1	1	KARO
Etylbensen	<0.200		mg/kg TS	1	1	KARO
Xylener	<0.100		mg/kg TS	1	1	KARO
Sum BTEX*	n.d.		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C10-C12	4	1	mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C12-C16	59	18	mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C12-C35	1020		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C16-C35	964	289	mg/kg TS	1	1	KARO
Tørrstoff (L)	72.2		%	2	V	JVHH
Monobutyltinnkation*	385	132	μ g/kg TS	2	B	JVHH
Dibutyltinnkation*	2010	609	μ g/kg TS	2	B	JVHH



Deres prøvenavn	K2 Jord					
Labnummer	N00183063					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tributyltinnkation*	160	43.1	µg/kg TS	2	B	JVHH



Deres prøvenavn	K3					
	Jord					
Labnummer	N00183064					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	73.5	3.68	%	1	1	KARO
As	5.76	1.15	mg/kg TS	1	1	KARO
Cd	0.22	0.04	mg/kg TS	1	1	KARO
Cr	36.4	7.28	mg/kg TS	1	1	KARO
Cu	81.8	16.4	mg/kg TS	1	1	KARO
Hg	0.34	0.07	mg/kg TS	1	1	KARO
Ni	14.0	2.8	mg/kg TS	1	1	KARO
Pb	79.7	15.9	mg/kg TS	1	1	KARO
Zn	113	22.7	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 52	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 101	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 118	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 138	0.0070	0.0028	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 153	0.0055	0.0022	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 180	0.0068	0.0027	mg/kg TS	1	1	KARO
Sum PCB-7*	0.019		mg/kg TS	1	1	KARO
Naftalen	0.015	0.004	mg/kg TS	1	1	KARO
Acenaftilen	<0.010		mg/kg TS	1	1	KARO
Acenaften	0.011	0.003	mg/kg TS	1	1	KARO
Fluoren	0.010	0.003	mg/kg TS	1	1	KARO
Fenantren	0.117	0.035	mg/kg TS	1	1	KARO
Antracen	0.023	0.007	mg/kg TS	1	1	KARO
Fluoranten	0.239	0.072	mg/kg TS	1	1	KARO
Pyren	0.219	0.066	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)antracen[^]	0.118	0.035	mg/kg TS	1	1	KARO
Krysen[^]	0.128	0.038	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(b)fluoranten[^]	0.174	0.052	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(k)fluoranten[^]	0.088	0.026	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)pyren[^]	0.147	0.044	mg/kg TS	1	1	KARO
Dibenso(ah)antracen[^]	0.024	0.007	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(ghi)perylene	0.114	0.034	mg/kg TS	1	1	KARO
Indeno(123cd)pyren[^]	0.098	0.030	mg/kg TS	1	1	KARO
Sum PAH-16*	1.5		mg/kg TS	1	1	KARO
Bensen	<0.0100		mg/kg TS	1	1	KARO
Toluen	<0.30		mg/kg TS	1	1	KARO
Etylbensen	<0.200		mg/kg TS	1	1	KARO
Xylener	<0.100		mg/kg TS	1	1	KARO
Sum BTEX*	n.d.		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C10-C12	<2		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C12-C16	<3		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C12-C35	32		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C16-C35	32	10	mg/kg TS	1	1	KARO
Tørrestoff (L)	66.1		%	2	V	JVHH
Monobutyltinnkation	19.1	6.47	μ g/kg TS	2	C	JVHH
Dibutyltinnkation	26.7	8.22	μ g/kg TS	2	C	JVHH
Tributyltinnkation	20.2	5.26	μ g/kg TS	2	C	JVHH



Deres prøvenavn	K4-A Jord					
Labnummer	N00183065					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	62.9	3.14	%	1	1	KARO
As	29.7	5.93	mg/kg TS	1	1	KARO
Cd	1.77	0.35	mg/kg TS	1	1	KARO
Cr	126	25.2	mg/kg TS	1	1	KARO
Cu	26800	5360	mg/kg TS	1	1	KARO
Hg	0.81	0.16	mg/kg TS	1	1	KARO
Ni	98.1	19.6	mg/kg TS	1	1	KARO
Pb	420	84.0	mg/kg TS	1	1	KARO
Zn	8270	1650	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 52	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 101	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 118	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 138	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 153	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 180	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
Sum PCB-7*	n.d.		mg/kg TS	1	1	KARO
Naftalen	1.43	0.430	mg/kg TS	1	1	KARO
Acenaftalen	0.040	0.012	mg/kg TS	1	1	KARO
Acenaften	1.25	0.374	mg/kg TS	1	1	KARO
Fluoren	1.43	0.430	mg/kg TS	1	1	KARO
Fenantren	8.00	2.40	mg/kg TS	1	1	KARO
Antracen	2.88	0.863	mg/kg TS	1	1	KARO
Fluoranten	9.65	2.90	mg/kg TS	1	1	KARO
Pyren	8.31	2.49	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)antracen [^]	7.73	2.32	mg/kg TS	1	1	KARO
Krysen [^]	5.94	1.78	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(b)fluoranten [^]	9.87	2.96	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(k)fluoranten [^]	3.35	1.00	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)pyren [^]	7.26	2.18	mg/kg TS	1	1	KARO
Dibenso(ah)antracen [^]	0.810	0.243	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(ghi)perylene	3.46	1.04	mg/kg TS	1	1	KARO
Indeno(123cd)pyren [^]	3.13	0.940	mg/kg TS	1	1	KARO
Sum PAH-16*	75		mg/kg TS	1	1	KARO
Bensen	0.0156	0.0062	mg/kg TS	1	1	KARO
Toluen	<0.30		mg/kg TS	1	1	KARO
Etylbensen	<0.200		mg/kg TS	1	1	KARO
Xylener	2.39	0.956	mg/kg TS	1	1	KARO
Sum BTEX*	2.4		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C10-C12	40	12	mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C12-C16	143	43	mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C12-C35	11300		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C16-C35	11200	3370	mg/kg TS	1	1	KARO
Tørrstoff (L)	82.9		%	2	V	JVHH
Monobutyltinnkation*	106000	36400	μ g/kg TS	2	B	JVHH
Dibutyltinnkation*	131000	56000	μ g/kg TS	2	B	JVHH



Deres prøvenavn	K4-A Jord					
Labnummer	N00183065					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tributyltinnkation*	843000	239000	µg/kg TS	2	B	JVHH



Deres prøvenavn	K4-B Jord					
Labnummer	N00183066					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	82.2	4.11	%	1	1	KARO
As	11.6	2.31	mg/kg TS	1	1	KARO
Cd	0.12	0.02	mg/kg TS	1	1	KARO
Cr	23.4	4.69	mg/kg TS	1	1	KARO
Cu	402	80.4	mg/kg TS	1	1	KARO
Hg	2.18	0.44	mg/kg TS	1	1	KARO
Ni	16.7	3.3	mg/kg TS	1	1	KARO
Pb	119	23.7	mg/kg TS	1	1	KARO
Zn	247	49.4	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 28	0.0075	0.0030	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 52	0.0140	0.0056	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 101	0.0157	0.0063	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 118	0.0048	0.0019	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 138	0.0242	0.0097	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 153	0.0170	0.0068	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 180	0.0140	0.0056	mg/kg TS	1	1	KARO
Sum PCB-7*	0.097		mg/kg TS	1	1	KARO
Naftalen	0.052	0.016	mg/kg TS	1	1	KARO
Acenaftalen	0.010	0.003	mg/kg TS	1	1	KARO
Acenaften	0.114	0.034	mg/kg TS	1	1	KARO
Fluoren	0.049	0.015	mg/kg TS	1	1	KARO
Fenantren	0.462	0.139	mg/kg TS	1	1	KARO
Antracen	0.165	0.049	mg/kg TS	1	1	KARO
Fluoranten	1.13	0.338	mg/kg TS	1	1	KARO
Pyren	1.06	0.318	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)antracen [^]	0.816	0.245	mg/kg TS	1	1	KARO
Krysen [^]	1.15	0.345	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(b)fluoranten [^]	2.54	0.763	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(k)fluoranten [^]	0.968	0.290	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)pyren [^]	1.25	0.376	mg/kg TS	1	1	KARO
Dibenso(ah)antracen [^]	0.237	0.071	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(ghi)perylene	0.995	0.298	mg/kg TS	1	1	KARO
Indeno(123cd)pyren [^]	0.813	0.244	mg/kg TS	1	1	KARO
Sum PAH-16*	12		mg/kg TS	1	1	KARO
Bensen	<0.0100		mg/kg TS	1	1	KARO
Toluen	<0.30		mg/kg TS	1	1	KARO
Etylbensen	<0.200		mg/kg TS	1	1	KARO
Xylener	<0.100		mg/kg TS	1	1	KARO
Sum BTEX*	n.d.		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C10-C12	33	10	mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C12-C16	175	53	mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C12-C35	551		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C16-C35	376	113	mg/kg TS	1	1	KARO
Tørrstoff (L)	88.0		%	2	V	JVHH
Monobutyltinnkation	491	167	μ g/kg TS	2	C	JVHH
Dibutyltinnkation	563	173	μ g/kg TS	2	C	JVHH
Tributyltinnkation	2970	776	μ g/kg TS	2	C	JVHH



Deres prøvenavn	K5-A					
	Jord					
Labnummer	N00183067					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	49.1	2.46	%	1	1	KARO
As	34.4	6.88	mg/kg TS	1	1	KARO
Cd	1.24	0.25	mg/kg TS	1	1	KARO
Cr	123	24.5	mg/kg TS	1	1	KARO
Cu	13300	2660	mg/kg TS	1	1	KARO
Hg	4.18	0.84	mg/kg TS	1	1	KARO
Ni	111	22.2	mg/kg TS	1	1	KARO
Pb	1060	211	mg/kg TS	1	1	KARO
Zn	3670	733	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 28	0.0071	0.0028	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 52	0.0642	0.0257	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 101	0.168	0.0673	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 118	0.0648	0.0259	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 138	0.298	0.119	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 153	0.220	0.0880	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 180	0.154	0.0616	mg/kg TS	1	1	KARO
Sum PCB-7*	0.98		mg/kg TS	1	1	KARO
Naftalen	0.162	0.049	mg/kg TS	1	1	KARO
Acenaftalen	0.033	0.010	mg/kg TS	1	1	KARO
Acenaften	0.456	0.137	mg/kg TS	1	1	KARO
Fluoren	0.247	0.074	mg/kg TS	1	1	KARO
Fenantren	2.95	0.886	mg/kg TS	1	1	KARO
Antracen	0.764	0.229	mg/kg TS	1	1	KARO
Fluoranten	5.18	1.55	mg/kg TS	1	1	KARO
Pyren	4.67	1.40	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)antracen [^]	5.58	1.67	mg/kg TS	1	1	KARO
Krysen [^]	6.92	2.08	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(b)fluoranten [^]	7.62	2.29	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(k)fluoranten [^]	3.17	0.951	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)pyren [^]	4.71	1.41	mg/kg TS	1	1	KARO
Dibenso(ah)antracen [^]	1.04	0.312	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(ghi)perylene	4.00	1.20	mg/kg TS	1	1	KARO
Indeno(123cd)pyren [^]	3.58	1.08	mg/kg TS	1	1	KARO
Sum PAH-16*	51		mg/kg TS	1	1	KARO
Bensen	0.0157	0.0063	mg/kg TS	1	1	KARO
Toluen	<0.30		mg/kg TS	1	1	KARO
Etylbensen	<0.200		mg/kg TS	1	1	KARO
Xylener	0.778	0.311	mg/kg TS	1	1	KARO
Sum BTEX*	0.79		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C10-C12	6	2	mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C12-C16	13	4	mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C12-C35	2720		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C16-C35	2710	812	mg/kg TS	1	1	KARO
Tørrstoff (L)	83.9		%	2	V	JVHH
Monobutyltinnkation*	70200	23900	μ g/kg TS	2	B	JVHH
Dibutyltinnkation*	60200	18200	μ g/kg TS	2	B	JVHH



Deres prøvenavn	K5-A Jord					
Labnummer	N00183067					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tributyltinnkation*	174000	45300	µg/kg TS	2	B	JVHH



Deres prøvenavn	K5-B Jord					
Labnummer	N00183068					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	74.2	3.71	%	1	1	KARO
As	2.68	0.54	mg/kg TS	1	1	KARO
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	KARO
Cr	15.2	3.05	mg/kg TS	1	1	KARO
Cu	571	114	mg/kg TS	1	1	KARO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	KARO
Ni	9.5	1.9	mg/kg TS	1	1	KARO
Pb	36.6	7.3	mg/kg TS	1	1	KARO
Zn	201	40.3	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 52	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 101	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 118	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 138	0.0060	0.0024	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 153	0.0043	0.0017	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 180	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
Sum PCB-7*	0.010		mg/kg TS	1	1	KARO
Naftalen	0.123	0.037	mg/kg TS	1	1	KARO
Acenaftilen	<0.010		mg/kg TS	1	1	KARO
Acenaften	<0.010		mg/kg TS	1	1	KARO
Fluoren	<0.010		mg/kg TS	1	1	KARO
Fenantren	0.060	0.018	mg/kg TS	1	1	KARO
Antracen	0.016	0.005	mg/kg TS	1	1	KARO
Fluoranten	0.116	0.035	mg/kg TS	1	1	KARO
Pyren	0.123	0.037	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)antracen^	0.096	0.029	mg/kg TS	1	1	KARO
Krysen^	0.146	0.044	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(b)fluoranten^	0.171	0.051	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(k)fluoranten^	0.107	0.032	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)pyren^	0.152	0.046	mg/kg TS	1	1	KARO
Dibenso(ah)antracen^	0.041	0.012	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(ghi)perylene	0.202	0.061	mg/kg TS	1	1	KARO
Indeno(123cd)pyren^	0.144	0.043	mg/kg TS	1	1	KARO
Sum PAH-16*	1.5		mg/kg TS	1	1	KARO
Bensen	<0.0100		mg/kg TS	1	1	KARO
Toluen	<0.30		mg/kg TS	1	1	KARO
Etylbensen	<0.200		mg/kg TS	1	1	KARO
Xylener	<0.100		mg/kg TS	1	1	KARO
Sum BTEX*	n.d.		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C10-C12	<2		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C12-C16	<3		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C12-C35	19		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C16-C35	19	6	mg/kg TS	1	1	KARO
Tørrstoff (L)	91.3		%	2	V	JVHH
Monobutyltinnkation	549	192	µg/kg TS	2	C	JVHH
Dibutyltinnkation	1730	524	µg/kg TS	2	C	JVHH
Tributyltinnkation	2780	726	µg/kg TS	2	C	JVHH



Deres prøvenavn	K6					
	Jord					
Labnummer	N00183069					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	87.2	4.36	%	1	1	KARO
As	10.0	2.01	mg/kg TS	1	1	KARO
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	KARO
Cr	33.5	6.69	mg/kg TS	1	1	KARO
Cu	48.0	9.61	mg/kg TS	1	1	KARO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	KARO
Ni	16.5	3.3	mg/kg TS	1	1	KARO
Pb	15.9	3.2	mg/kg TS	1	1	KARO
Zn	102	20.4	mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 52	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 101	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 118	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 138	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 153	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
PCB 180	<0.0030		mg/kg TS	1	1	KARO
Sum PCB-7*	n.d.		mg/kg TS	1	1	KARO
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	1	1	KARO
Acenaftilen	<0.010		mg/kg TS	1	1	KARO
Acenaften	<0.010		mg/kg TS	1	1	KARO
Fluoren	<0.010		mg/kg TS	1	1	KARO
Fenantren	<0.010		mg/kg TS	1	1	KARO
Antracen	<0.010		mg/kg TS	1	1	KARO
Fluoranten	0.026	0.008	mg/kg TS	1	1	KARO
Pyren	0.026	0.008	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)antracen^	0.014	0.004	mg/kg TS	1	1	KARO
Krysen^	0.012	0.004	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(b)fluoranten^	0.015	0.004	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(k)fluoranten^	0.011	0.003	mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)pyren^	0.016	0.005	mg/kg TS	1	1	KARO
Dibenso(ah)antracen^	<0.010		mg/kg TS	1	1	KARO
Benso(ghi)perylene	0.011	0.003	mg/kg TS	1	1	KARO
Indeno(123cd)pyren^	<0.010		mg/kg TS	1	1	KARO
Sum PAH-16*	0.13		mg/kg TS	1	1	KARO
Bensen	<0.0100		mg/kg TS	1	1	KARO
Toluen	<0.30		mg/kg TS	1	1	KARO
Etylbensen	<0.200		mg/kg TS	1	1	KARO
Xylener	<0.100		mg/kg TS	1	1	KARO
Sum BTEX*	n.d.		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C10-C12	<2		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C12-C16	<3		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C12-C35	<13		mg/kg TS	1	1	KARO
Fraksjon >C16-C35	<10		mg/kg TS	1	1	KARO
Tørrstoff (L)	87.3		%	2	V	JVHH
Monobutyltinnkation	2.35	0.797	µg/kg TS	2	C	JVHH
Dibutyltinnkation	3.19	0.982	µg/kg TS	2	C	JVHH



Deres prøvenavn	K6 Jord					
Labnummer	N00183069					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tributyltinnkation	5.19	1.40	µg/kg TS	2	C	JVHH



Deres prøvenavn	KM4 Sediment					
Labnummer	N00183070					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	39.0	1.95	%	3	1	KARO
Vanninnhold	61.0	3.05	%	3	1	KARO
Kornstørrelse >63 µm	66.4	6.6	%	3	1	KARO
Kornstørrelse <2 µm	0.7	0.07	%	3	1	KARO
Kornfordeling	-----		se vedl.	3	1	KARO
TOC	4.70		% TS	3	1	KARO
Naftalen	0.178	0.054	mg/kg TS	3	1	KARO
Acenaftilen	0.071	0.021	mg/kg TS	3	1	KARO
Acenaften	0.441	0.132	mg/kg TS	3	1	KARO
Fluoren	0.437	0.131	mg/kg TS	3	1	KARO
Fenantren	3.82	1.15	mg/kg TS	3	1	KARO
Antracen	1.06	0.318	mg/kg TS	3	1	KARO
Fluoranten	4.05	1.22	mg/kg TS	3	1	KARO
Pyren	3.69	1.11	mg/kg TS	3	1	KARO
Benso(a)antracen [^]	2.29	0.686	mg/kg TS	3	1	KARO
Krysen [^]	2.79	0.836	mg/kg TS	3	1	KARO
Benso(b)fluoranten [^]	3.31	0.993	mg/kg TS	3	1	KARO
Benso(k)fluoranten [^]	2.16	0.648	mg/kg TS	3	1	KARO
Benso(a)pyren [^]	3.10	0.931	mg/kg TS	3	1	KARO
Dibenso(ah)antracen [^]	0.757	0.227	mg/kg TS	3	1	KARO
Benso(ghi)perylene	1.79	0.537	mg/kg TS	3	1	KARO
Indeno(123cd)pyren [^]	1.80	0.541	mg/kg TS	3	1	KARO
Sum PAH-16	31.7		mg/kg TS	3	1	KARO
Sum PAH carcinogene [^]	16.2		mg/kg TS	3	1	KARO
PCB 28	0.0105	0.00315	mg/kg TS	3	1	KARO
PCB 52	0.0363	0.0109	mg/kg TS	3	1	KARO
PCB 101	0.0514	0.0154	mg/kg TS	3	1	KARO
PCB 118	0.0501	0.0150	mg/kg TS	3	1	KARO
PCB 138	0.0548	0.0164	mg/kg TS	3	1	KARO
PCB 153	0.0384	0.0115	mg/kg TS	3	1	KARO
PCB 180	0.0168	0.00505	mg/kg TS	3	1	KARO
Sum PCB-7	0.258		mg/kg TS	3	1	KARO
As	22.0	4.40	mg/kg TS	3	1	KARO
Pb	723	144	mg/kg TS	3	1	KARO
Cu	581	116	mg/kg TS	3	1	KARO
Cr	48.2	9.65	mg/kg TS	3	1	KARO
Cd	0.60	0.12	mg/kg TS	3	1	KARO
Hg	8.72	1.74	mg/kg TS	3	1	KARO
Ni	36.5	7.3	mg/kg TS	3	1	KARO
Zn	396	79.3	mg/kg TS	3	1	KARO
Tørrstoff (L)	45.3		%	2	V	KARO
Monobutyltinnkation	1540	524	µg/kg TS	2	C	KARO
Dibutyltinnkation	2050	639	µg/kg TS	2	C	KARO
Tributyltinnkation	6200	1620	µg/kg TS	2	C	KARO



Deres prøvenavn	KM5 Sediment					
Labnummer	N00183071					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	55.9	2.79	%	3	1	KARO
Vanninnhold	44.1	2.20	%	3	1	KARO
Kornstørrelse >63 µm	60.3	6.0	%	3	1	KARO
Kornstørrelse <2 µm	0.8	0.08	%	3	1	KARO
Kornfordeling	-----		se vedl.	3	1	KARO
TOC	4.18		% TS	3	1	KARO
Naftalen	0.035	0.010	mg/kg TS	3	1	KARO
Acenaftylen	0.039	0.012	mg/kg TS	3	1	KARO
Acenaften	0.128	0.038	mg/kg TS	3	1	KARO
Fluoren	0.096	0.029	mg/kg TS	3	1	KARO
Fenantren	1.07	0.320	mg/kg TS	3	1	KARO
Antracen	0.309	0.093	mg/kg TS	3	1	KARO
Fluoranten	1.82	0.546	mg/kg TS	3	1	KARO
Pyren	1.83	0.549	mg/kg TS	3	1	KARO
Benso(a)antracen [^]	0.899	0.270	mg/kg TS	3	1	KARO
Krysen [^]	1.09	0.327	mg/kg TS	3	1	KARO
Benso(b)fluoranten [^]	1.51	0.454	mg/kg TS	3	1	KARO
Benso(k)fluoranten [^]	1.00	0.301	mg/kg TS	3	1	KARO
Benso(a)pyren [^]	1.30	0.390	mg/kg TS	3	1	KARO
Dibenso(ah)antracen [^]	0.291	0.087	mg/kg TS	3	1	KARO
Benso(ghi)perylene	0.822	0.246	mg/kg TS	3	1	KARO
Indeno(123cd)pyren [^]	1.10	0.328	mg/kg TS	3	1	KARO
Sum PAH-16	13.3		mg/kg TS	3	1	KARO
Sum PAH carcinogene [^]	7.19		mg/kg TS	3	1	KARO
PCB 28	0.00340	0.00102	mg/kg TS	3	1	KARO
PCB 52	0.0137	0.00411	mg/kg TS	3	1	KARO
PCB 101	0.0213	0.00639	mg/kg TS	3	1	KARO
PCB 118	0.0206	0.00619	mg/kg TS	3	1	KARO
PCB 138	0.0250	0.00752	mg/kg TS	3	1	KARO
PCB 153	0.0186	0.00558	mg/kg TS	3	1	KARO
PCB 180	0.0116	0.00347	mg/kg TS	3	1	KARO
Sum PCB-7	0.114		mg/kg TS	3	1	KARO
As	23.6	4.73	mg/kg TS	3	1	KARO
Pb	410	82.0	mg/kg TS	3	1	KARO
Cu	539	108	mg/kg TS	3	1	KARO
Cr	38.2	7.64	mg/kg TS	3	1	KARO
Cd	1.02	0.20	mg/kg TS	3	1	KARO
Hg	18.8	3.76	mg/kg TS	3	1	KARO
Ni	26.4	5.3	mg/kg TS	3	1	KARO
Zn	606	121	mg/kg TS	3	1	KARO
Tørrstoff (L)	34.0		%	2	V	KARO
Monobutyltinnkation	3140	1060	µg/kg TS	2	C	KARO
Dibutyltinnkation	36800	11800	µg/kg TS	2	C	KARO
Tributyltinnkation	60200	15800	µg/kg TS	2	C	KARO



Metodespesifikasjon	
Metode:	EPA 8270/8131/8091, ISO 6468
Kvantifikasjonsgrenser:	0,010 mg/kg TS
Deteksjon og kvantifisering:	GC/MSD
Analyse av polyklorerte bifenyler, PCB-7	
Metode:	DIN 38407-del 2, EPA 8082.
Deteksjon og kvantifisering:	GC-MSD
Kvantifikasjonsgrenser:	0,002 mg/kg TS
Analyse av metaller, M-1C	
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

	Godkjenner
JVHH	Janken Hald
KARO	Karoline Rod

	Underleverandør¹
B	GC-ICP-MS
C	GC-ICP-MS
V	Våtkemi
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia 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

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%.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



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

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



Prosjekt **Karmsund Maritime Eide**
 Bestnr **136323**
 Registrert **2012-03-06**
 Utstedt **2012-03-14**

COWI AS
Agnes haker

Haugåsstubben 3
N-4016 Stavanger
Norge

Analyse av faststoff

Deres prøvenavn	K1-A					
	Jord					
Labnummer	N00183061					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	84.6	4.23	%	1	1	KARO
TOC	2.12	0.42	% TS	1	1	KARO

Deres prøvenavn	K1-B					
	Jord					
Labnummer	N00183062					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	78.8	3.94	%	1	1	KARO
TOC	4.27	0.85	% TS	1	1	KARO

Deres prøvenavn	K2					
	Jord					
Labnummer	N00183063					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	78.5	3.93	%	1	1	KARO
TOC	1.80	0.36	% TS	1	1	KARO

Deres prøvenavn	K4-A					
	Jord					
Labnummer	N00183065					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	87.3	4.36	%	1	1	KARO
TOC	5.03	1.01	% TS	1	1	KARO

Deres prøvenavn	K4-B					
	Jord					
Labnummer	N00183066					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	88.6	4.43	%	1	1	KARO
TOC	0.87	0.17	% TS	1	1	KARO



Deres prøvenavn	K5-A Jord					
Labnummer	N00183067					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	87.1	4.35	%	1	1	KARO
TOC	3.21	0.64	% TS	1	1	KARO



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	Bestemmelse av TOC ved IR-bestemmelse (Praha)
Metode:	Metode: CZ_SOP_D06_07_055 (basert på ISO 10694, modifisert og EN 13137/B, modifisert)
Deteksjon og kvantifisering:	IR
Kvantifikasjonsgrenser:	10-100 mg/kg TS
Tørking:	Prøvene er blitt tørket ved 105 grader dersom ikke annet er bestilt og oppgitt i analyserapporten

Godkjenner	
KARO	Karoline Rod

Underleverandør ¹	
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia 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

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

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

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).