COWI AS
Solheimsgt. 13
Postboks 6051 Postterminalen
5892 Bergen

Telefon 02694
www.cowi.no

Bergen Group Halsnøy AS

Miljøtekniske grunn- og sedimentundersøkelser

Fagrapport

November 2009

Dokument nr. 1
Revisjonsnr. 1
Utgivelsesdato 07.12.09

Utarbeidet Oddmund Soldal
Kontrollert Arve Misund

Innholdsfortegnelse

1	**Sammendrag**	**2**
2	**Innledning**	**3**
2.1	Målsetting	3
2.2	Bedriften	3
2.3	Undersøkt område	5
3	**Metodikk**	**9**
3.1	Historikk	9
3.2	Feltundersøkelser på land	10
3.3	Feltundersøkelser på sjøen	10
3.4	Analyser	10
4	**Resultat**	**11**
4.1	Miljøteknisk undersøkelse på land	11
4.2	Stedspesifikk risikoanalyse	21
4.3	Vurdering av jordprøvene	24
4.4	Innsamling av sedimenter	25
4.5	Risikovurderinger av sediment	31
4.6	Vurdering av sedimentforurensingen	36
5	**Behov for tiltak**	**37**
6	**Konklusjoner**	**38**
7	**Referanser**	**39**

1 Sammendrag

Ved Bergen Group Halsnøy AS sitt verftsområde er det gjort en vurdering av forurensingstilstand på land og sjø og spredningsrisiko til ytre miljø.

Som grunnlag for vurderingen er det analysert prøver av både jord på land og sjøsedimenter.

I alt er det tatt 7 prøver av jord og 6 prøver av sedimenter. Antall prøver er begrenset pga tilkommelighet på land og fasthet på sedimentene.

Undersøkelsen viser:

- Det er påvist forurensing på både land og i sjøsedimentene.
- På land er det kun mindre områder som overstiger stedsspesifikke akseptkriterier.
- Det bør gjøres detaljerte undersøkelser på land for å avgrense forurensingene før man går i gang med tiltak.
- Det er mulig at forurensingene er lokale og at tiltak er nødvendig i mindre områder.
- I sjøen er det særlig forurensing av tungmetaller og TBT.
- Forurensingen i sjøen kan trolig knyttes til overflatebehandling/maling av skip.
- Risikoen for eksponering er særlig knyttet til inntak av fisk og skalldyr.
- Det anbefales å sette opp skilt som fraråder inntak av fisk og skalldyr i området ved verftet.

Det anbefales å ta prøver av fisk og skalldyr fra området.

2 Innledning

Fylkesmannens miljøvernavdeling i Hordaland har gitt Bergen Group Halsnøy AS pålegg om gjennomføring av undersøkelser.

Pålegg om undersøkelser og vurderinger ved områder som har eller har hatt skipsverftsvirksomhet

Fylkesmannen pålegger Dem med hjemmel i forurensningsloven § 51 å gjennomføre undersøkelser, risiko- og tiltaksvurderinger av miljøtilstanden ved gnr. 202 bnr. 140 i Kvinnherad kommune. Undersøkelser og vurderinger skal omfatte miljøtilstanden på land og i sjøsedimenter og skal konkludere med om det er behov for tiltak eller ikke. Rapport fra undersøkelsene og vurderingene skal sendes Fylkesmannen innen 1. juli 2009. Innen 8 uker skal vedlagte skjema fylles ut og returneres Fylkesmannen.

Brev datert 09.03.09.

Undersøkelsen ble ikke satt i gang før sommeren 2009, Bergen Group Halsnøy fikk derfor godtatt å utsette fristen for undersøkelsene.

2.1 Målsetting

Formålet med undersøkelsen var å undersøke miljøkvalitet på verftsområdet til Bergen Group Halsnøy.

Undersøkelsene skal danne grunnlag for vurdering av risikoen for å bli eksponert for forurensing for de som oppholder seg på området og i hvilken grad forurensing spres ut i sjøresipient og fra resipient til biota (fisk/skalldyr).

Miljøvernmyndighetene vil på bakgrunn av undersøkelsen beslutte om det er nødvendig å gjøre tiltak for å redusere miljørisikoen fra området.

2.2 Bedriften

Bergen Group Halsnøy er et verft med 60 faste medarbeidere i tillegg til innleid arbeidskraft. Bedriften tilbyr følgende tjenester:

- Nybygging av skip, skipsreparasjoner, ombygginger
- Overhaling, reparasjon, fabrikasjon, samt maskinerings- og sveisetjenester for offshore og landbasert industri
- Bygging av større stålkonstruksjoner
- Utvikling og leveranse av arbeidsbåter

- Spesialiserte produktleveranser for aluminiumsindustrien

Bergen Group Halsnøy tilbyr service til alle typer fartøy. Det er muligheter for dokking og det finnes flere større kaiområder tilgjengelig for gjennomføring av serviceoppdrag.

I stålhallen kan det utføres bygging av større stålkonstruksjoner og moduler, denne ligger i nær tilknytning til kaiområdene.

Kort historikk

Bergen Group Halsnøy skriver følgende:

Området dette gjeld ligger på gnr202. bnr. 132 og 140 i Kvinnherad Kommune

Første firma som dreiv her startet opp ca 1954.

Beddingen vart tatt i bruk i 1974. Her vart det bygd seksjoner og heile skrog frem til 1981. Etter dette er det blitt lagringsplass.

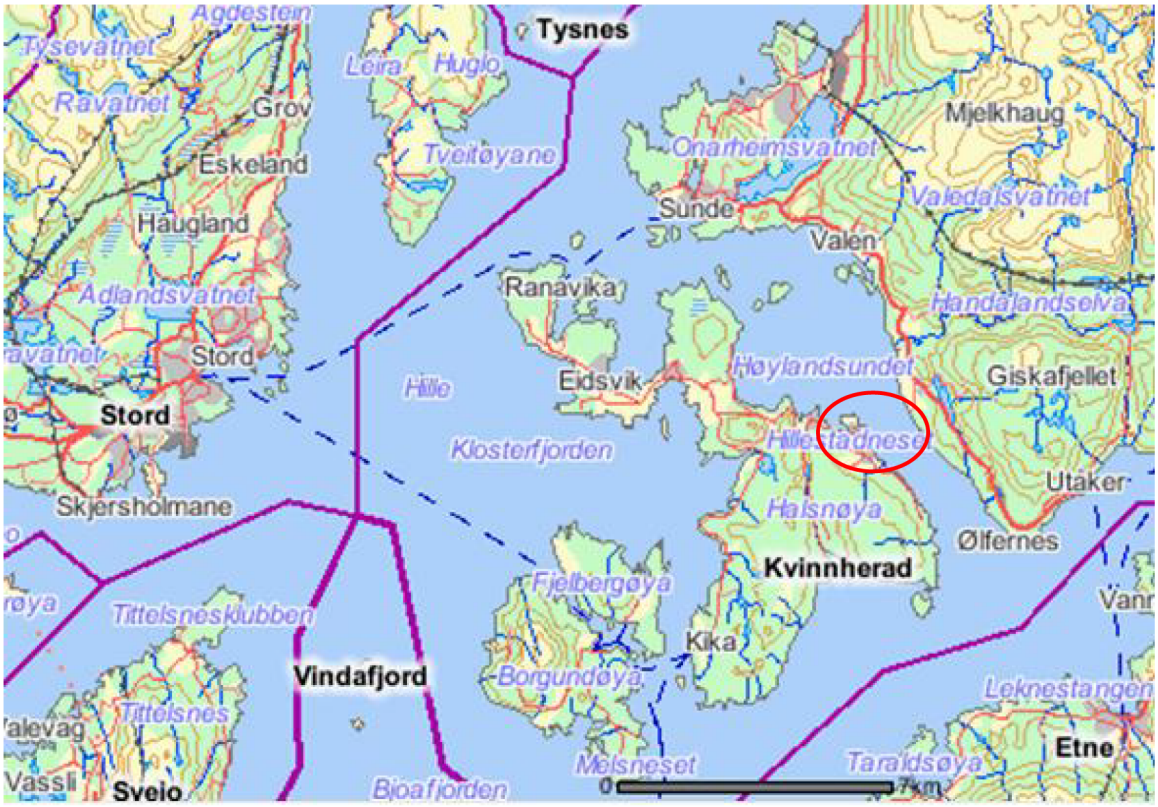
Dokken vart tatt i bruk ca. 1976. Her har det frem til dags dato vert mange aktiviteter med bygging, vedlikehold og utrustning av ulike båter.

Riggopplag var svært fremtredende i fra ca 1985 - 1995. På det meste var 5 rigger inne for opplag. Disse lå i opplag mellom utrustningskaien (ved Bedding) og bort forbi dokken, til grense slutt.

På selve industriområde har det vært varierende aktiviteter fra 1954 og frem til i dag. Vi kan ikke påpeke noe spesielt som det er vert å bemerke med tanke på miljøutslipp.

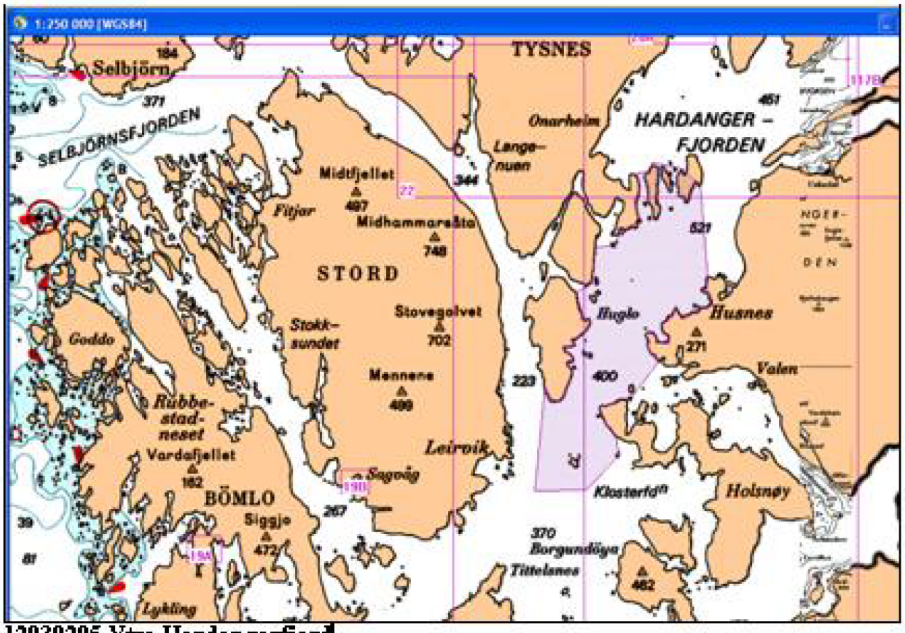
2.3 Undersøkt område

Undersøkt område ligger på Halsnøy i Kvinnherad kommune. Nærmeste sjøresipient er Høylandssundet som forbinder Hardangerfjorden og Skåneviksfjorden (fig. 1).



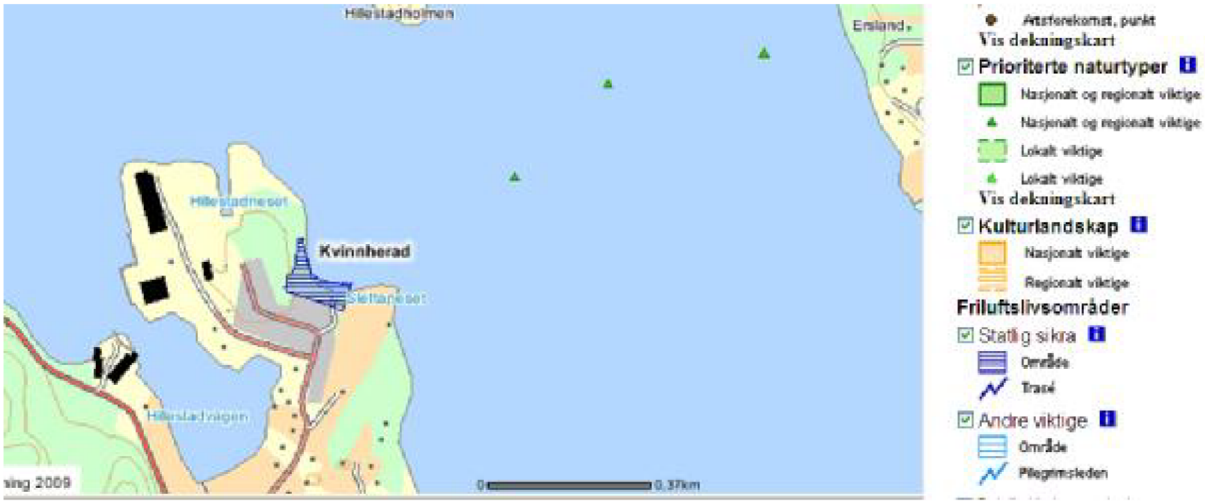
Figur 1. Oversiktskart over undersøkt område. Bergen Group Halsnøy ligger i Høylandsbygd (vist med rød sirkel).

Nordvest for undersøkt område ligger et marint verneområde (fig.2).



Figur 2. Utbredelsen av marint verneområde Ytre Hardangerfjord vist med lilla skravur (http://www.dirnat.no/multimedia.ap?id=10690).

Lokalt er det et vernet område for friluftsliv og for naturtyper (fig. 3).

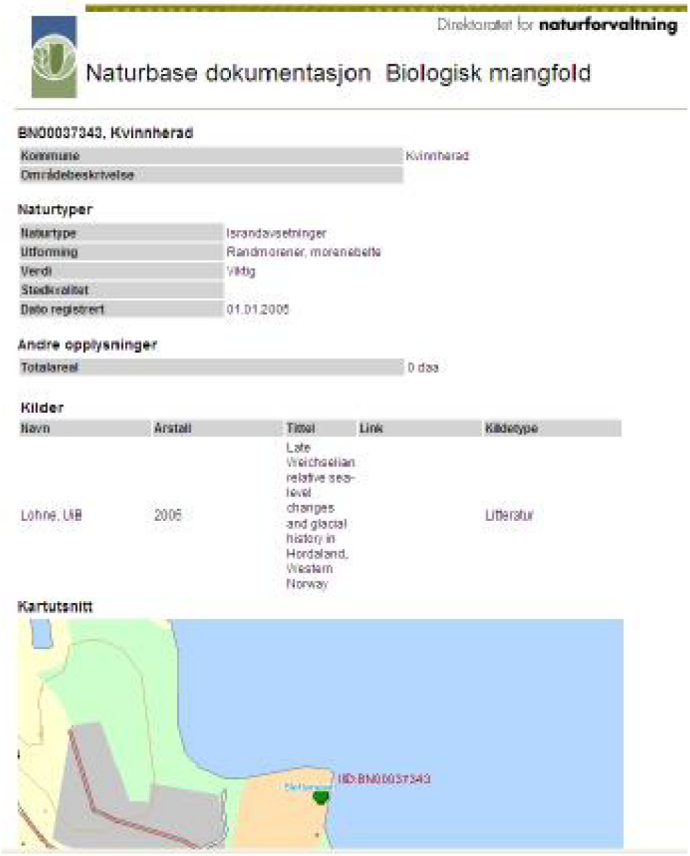


Figur 3. Lokale verneverdier i nærheten av Bergen Group Halsnøy (www.naturbase.no).

De to verneobjektene er for bading og strandbaserte aktiviteter (fig. 4) og en endemorene som krysser Høylandssundet (fig. 5).



Figur 4. Statlig vernet strandområde (www.naturbase.no).



Figur 5. Viktig naturområde, endemorene som krysser Høylandssundet (www.naturbase.no).

Det undersøkte området ligger på Hillestadneset som er et nes som stikker ut mellom Hillestadvågen og Høylandssundet. I området ligger det to skipsverft; Bergen Group Halsnøy ytterst på neset og Eide Marine Services innerst (fig. 6).

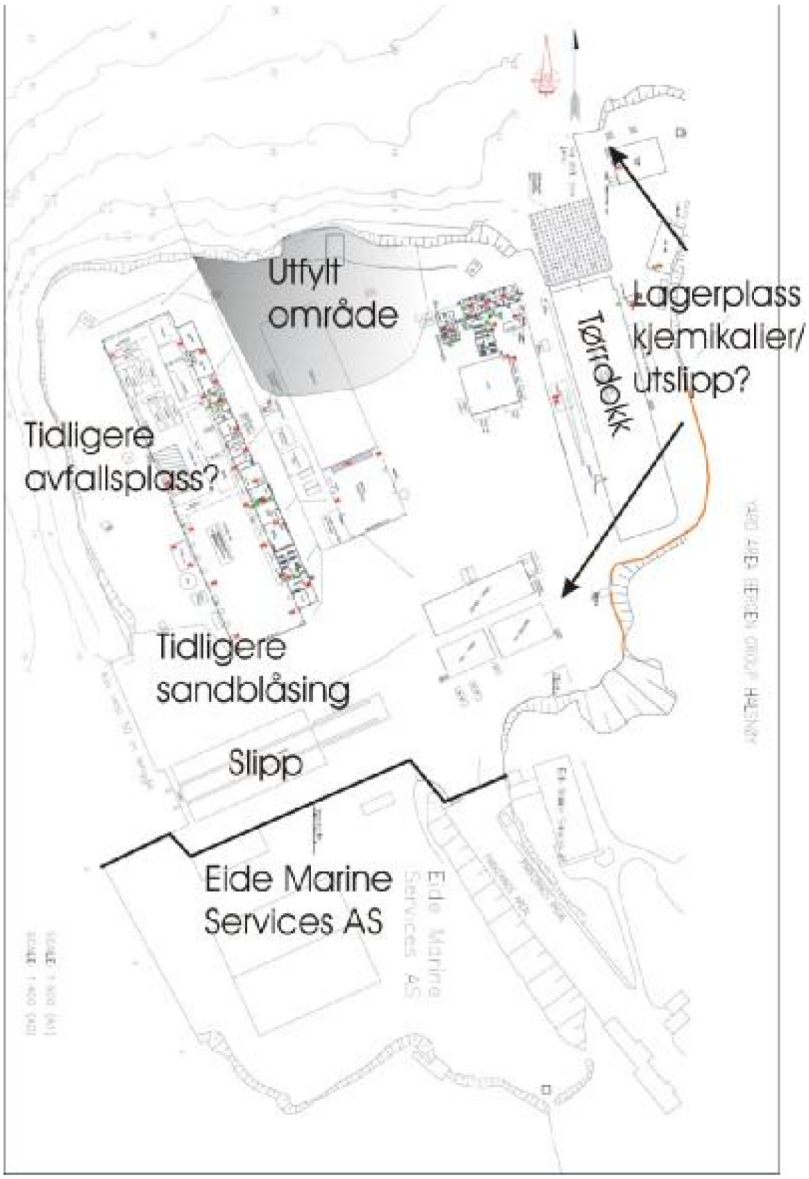


Figur 6. Flybilde over undersøkt område (etter www.fonnakart.no)

3 Metodikk

3.1 Historikk

Ansatte på bedriften har gitt opplysninger om hvor det er drevet ulike aktiviteter (fig. 7).



Figur 7. Kart over området med karakteristiske trekk.

3.2 Feltundersøkelser på land

På bakgrunn av informasjon fra bedriften (fig. 7) ble det valgt ut steder for prøvetaking. Prøvepunktene var fordelt etter driftshistorikk som hvor det har vært drevet sandblåsing, slip, utfylling, og mistanke om avfallseponering. I tillegg måtte punktene justeres noe for å komme til med undersøkelsene.

Det ble gravd 7 sjakter ned til fjell eller grunnvann. Det ble samlet inn blandprøver som beskriver hele sjaktprofilet.

3.3 Feltundersøkelser på sjøen

Det ble fordelt prøvepunkter rundt det undersøkte område, samt et prøvepunkt utenfor industriområdet. Det siste punktet er ment som et punkt for beskrivelse av bakgrunnssituasjonen.

Prøver ble innsamlet dels ved å bruke Van-Veen grabb og ved å bruke dykker.

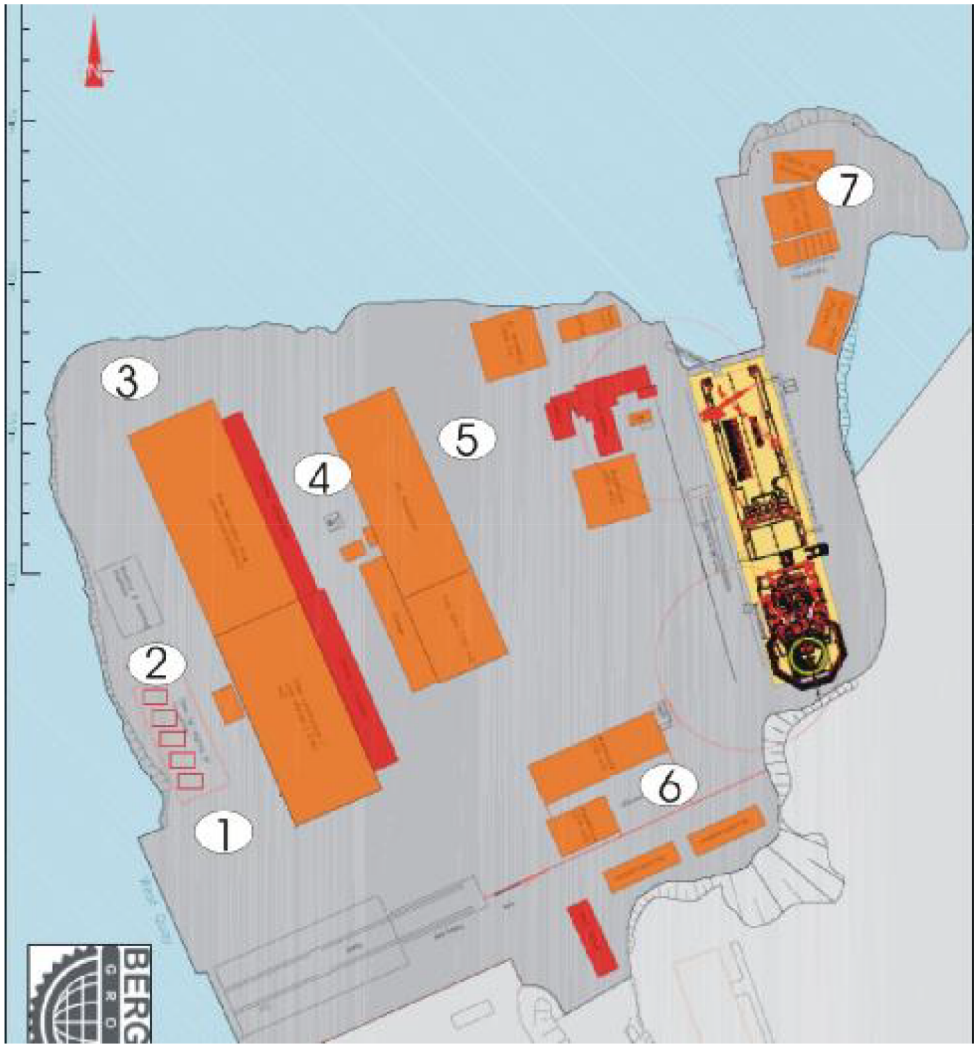
3.4 Analyser

Jordprøvene ble analysert etter SFT 99:09 og sedimentprøvene etter en analysepakke laboratoriet hadde tilpasset SFT TA 2230, det ble vurdert som viktigst å få analysert for spesifikke stoff som er tilknyttett skipsverft, dvs., TBT, tungmetaller og oljeprodukter. Alle analysene er utført av Eurofins AS.

4 Resultat

4.1 Miljøteknisk undersøkelse på land

I figur 8 er det vist plassering av sjaktene for jordprøvetaking.



Figur 8. Prøvepunkter på land.

4.1.1 Sjaktbeskrivelser

Sjakt 1

Sjakten ble gravd i et område der det tidligere har vært sandblåsing. Området ligger mellom lager-hall og sjøen. Avstanden til sjø er 15 m og til vestlige vegg av hall, 25 m.

Snittbeskrivelse

0-0,2 m: Avrettingsmasser

0,2-1,35 m: Sprengsteinfylling

Det ble ikke påvist avfall eller andre fremmedstoff i sjakten. Det er ingen lukt i sjakten.

Grunnvann/sjøvann er funnet ved 1,35 m dyp.

Prøve BGH-J1. Blandprøve fra 0-1,35 m dyp i sjakten.

Bilder fra sjakten er vist i fig. 9.



Figur 9. Bilder fra sjakt 1.

Sjakt 2

Sjakten ligger mellom lagerhall og sjø. Avstand til sjøen er 20 m, og til yttervegg hall, 15 m

Sjakten er plassert i et område der det kan ha vært avfallsfylling.

Snittbeskrivelse:

0-0,1 m: Avrettingslag av grus

0,1-0,8 m: Stein med sand og leire, litt jernutfelling

0,8-2 m: Stor stein, åpen struktur. Vann på 2 m

Prøve BGH-J2: Blandprøve fra 0,1-1,4 m.

Bilder fra sjakten er vist i fig. 10.



Oversikt



Steinfylling,
vann på 2 m



Leirholdige masser

Figur 10. Bilder fra sjakt 2.

Sjakt 3

Sjakten ligger ytterst på neset i et område som er utfylt. Avstanden til sjø er ca. 8 m.

Sjakten er 2,5 m dyp.

Snittbeskrivelse:

0-0.2 m: Grus

0,2-0,7 m: Steinfylling med sandig materiale. En del jernutfelling.

0,7- 1,1 m: Stein med leirholdig materiale med jernutfellinger. Innslag av fast svart sandig masse. Kan være brent materiale. Innslag av avfall som metall, trevirke, plast

1,1-2,5 m: Sand, stein og leire, vann på 2,5 m

Det ser ut som om massene fra 1,1, m og opp er påfylt etter at overflaten på 1,1, m dyp har vært overflate en tid.

Prøve: BGH-J3. Blandprøve fra 0,2-2,5 m.

Bilder fra sjakten er vist i fig. 11.



Oversikt



Jernutfelling



Svart lag

Figur 11. Bilder fra sjakt 3.

Sjakt 4

Sjakten er plassert mellom to haller i utfylt område.

Snittbeskrivelse:

0-0,25m: Avrettingslag; kompakt stein og grus med sand. Brune jernutfellinger, litt metallskrot

0,25-0,9m: Kompakt stein, grus og sand. Gråfarge

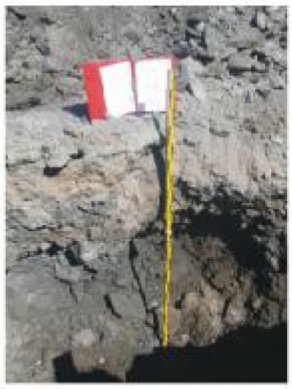
0,9-1,8m: Steinfylling (fylitt), åpen struktur

Prøve BGH-J4. Blandprøve fra 0-1,4m.

Bilder fra sjakt 4 er vist i fig. 12.



Oversikt



Kompakte grusmasser over steinfylling



Jernskrot

Figur 12. Bilder fra sjakt 4.

Sjakt 5

Sjakten ligger nord for hall i utfylt område, på samme side som brakkerigg/kontorer.

Snittbeskrivelse:

0-0,1m: Avrettingslag av grus

0,1-0,7m: Steinlag med sand, litt metallskrot

0,7-0,75: Svart, kompakt, leirholdig lag.

0,75-1,7m: Steinlag, åpen struktur. Noe sand og grus mellom steiner.

Vann på 1,7 m. Ingen lukt.

Prøve BGH-J5. Blandprøve fra 0- 1,4 m.

Bilder fra sjakt 5 er vist i fig. 13.



Oversikt



Svart kompakt lag

Figur 13. Bilder fra sjakt 5.

Sjakt 6

Sjakten er plassert i fremkant av kontorbygg, ved siden av lagerhall av plast.

Snittbeskrivelse:

0-0,8m: Steinlag med sand, enkelte svarte lag, litt metallrester

0,8-1,3m: Steinlag med sand

Ingen lukt. Fjell på 1,3 m.

Prøve BGH-J6. Blandprøve fra 0-1,3m

Bilder fra sjakt 6 er vist i fig.14.



Oversikt



Fyllmasser over fjell

Figur 14. Bilder av sjakt 6.

Sjakt 7

Sjakten er plasser ytterst på neset utenfor tørrdokken. Det er mistanke om lekkasjer av kjemikalier i dette området. 10 m avstand til sjø.

Snittbeskrivelse:

0-0,15m: Avrettingslag, grus og stein. Plast funnet på 0,1 m.

0,15-0,7m: Stein, grus og sand, noe metallrester

0,7-1,7m: Grov steinfylling, noe metallskrap

Oljelukt i området/sjakten. Vann på 1,7 m.

Prøve BGH-J7. Blandprøve fra 0-1,7m.

Bilder fra sjakten er vist i fig. 15.



Oversikt



Gruslag over steinfylling



Metall

Figur 15. Bilder fra sjakt 7.

4.1.2 Jordprøver

Analysebevis for jordprøvene er vist i vedlegg 1. Et utdrag av analysene er vist i tabell 1.

Tabell 1. Analyser av jordprøver fra Bergen Group Halsnøy (se fig 8). Resultat som er over norm-verdier for ren jord (mest følsom arealbruk) er vist med uthevet skrift.

	Jordprøver, konsentrasjon i mg/kg							
Stoff	BGH-J1	BGH-J2	BGH-J3	BGH-J4	BGH-J5	BGH-J6	BGH-J7	**Norm**
1,1,1-trikloretan	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	**0,1**
1,2,4,5 & 1,2,3,5-Tetraklorbensen	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.010	<0.020	**0,05**
1,2,4-triklorbensen	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0029	<0,0030	<0,0031	**0,05**
1,2-dibrometan	<0,0025	<0,0026	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	**0,004**
1,2-diklorbensen	<0,0025	<0,0027	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	**0,1**
1,2-dikloretan	<0,0025	<0,0028	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	**0,01**
1,4-diklorbensen	<0,0025	<0,0029	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	**0,07**
Acenaften	0,02	0,04	0,01	<0.01	<0.01	0,11	0,09	
Acenaftylen	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,04	
Antracen	0,01	0,01	<0.01	<0.01	<0.01	0,04	0,06	
Arsen, As	**17**	**22**	**10**	**15**	**17**	**59**	**11**	**8**
Bensen	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	**0,001**	**0,01**
Benzo(a)antracen	0,07	0,03	0,04	0,02	<0.01	0,23	0,39	
Benzo(a)pyren	**0,1**	0,03	0,07	0,02	<0.01	**0,29**	**0,73**	**0,1**
Benzo(b)fluoranten	0,11	0,03	0,07	0,02	<0.01	0,34	0,67	
Benzo(g,h,i)perylen	0,07	0,02	0,04	0,01	<0.01	0,13	0,44	
Benzo(k)fluoranten	0,06	0,02	0,04	0,01	<0.01	0,19	0,4	
Bly, Pb	53	**68**	41	11	6,6	**330**	**100**	**60**
Crysen	0,07	0,03	0,05	0,02	<0.01	0,26	0,43	
Cyanid fritt	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	**1**
Dibenzo(a,h)antracen	0,02	<0.01	0,01	<0.01	<0.01	0,05	0,14	
Diklormetan	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,0069	0,0073	0,0061	<0,0025	**0,06**
Etylbensen	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	**0,2**
Fenantren	0,05	0,06	0,03	0,02	<0.01	0,26	0,3	
Fluoranten	0,13	0,08	0,06	0,03	<0.01	0,6	0,76	**1**
Fluoren	0,01	0,02	<0.01	<0.01	<0.01	0,06	0,05	**0,8**
Heksaklorbensen	<0.0010	<0.0010	0,0034	<0.0010	<0.0010	<0.0050	<0.010	**0,01**
Indeno(1,2,3,cd)pyren	0,1	0,03	0,06	0,02	<0.01	0,25	0,8	
Kadmium, Cd	<0.053	0,35	0,076	<0.053	<0.054	1	<0.045	**1,5**
Klorbensen	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	
Kobber, Cu	**100**	**310**	**210**	60	29	**760**	**1400**	**100**
Krom, Cr	21	43	46	13	11	**130**	**130**	**50**
Kvikksølv, Hg	0,0053	0,01	0,016	0,0042	0,0043	0,0053	0,065	**1**
Lindan	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0050	<0.010	**0,001**
Naftalen	<0.01	0,01	<0.01	<0.01	<0.01	0,02	0,01	**0,8**
Nikkel, Ni	**70**	**68**	**77**	27	20	**120**	**340**	**60**
o,p-DDT	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0050	<0.010	**0,04**
o-xylen	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	
p,m-xylen	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	**0,2**
p,p-DDT	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0050	<0.010	

Tabell 1 fortsatt. Analyse av jordprøver.								
	Jordprøver, konsentrasjon i mg/kg							
Stoff	**BGH-J1**	**BGH-J2**	**BGH-J3**	**BGH-J4**	**BGH-J5**	**BGH-J6**	**BGH-J7**	**Norm**
PCB 101	<0.0005	0,0008	0,0008	<0.0005	<0.0005	0,0005	0,002	
PCB 118	<0.0005	0,0007	0,0016	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	
PCB 138	0,0008	0,0011	0,0009	<0.0005	<0.0005	0,0012	0,005	
PCB 153	<0.0005	0,0006	0,0007	<0.0005	<0.0005	0,0008	0,0044	
PCB 180	0,0007	0,0007	0,0008	<0.0005	<0.0005	0,0006	0,0027	
PCB 28	<0.0005	<0.0005	0,0008	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	
PCB 52	<0.0005	0,0011	0,0016	<0.0005	<0.0005	0,001	0,013	
PCB(7) Totalsum	0,0015	0,005	0,0072	<0.0020	<0.0020	0,0041	**0,027**	**0,01**
Pentaklorbensen	<0.0010	<0.0010	0,0034	<0.0010	<0.0010	<0.0050	<0.010	**0,1**
Pentaklorfenol	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	**0,065**	**0,006**
Pyren	0,11	0,07	0,07	0,03	<0.01	0,51	0,75	**1**
Sink, Zn	**260**	**1300**	**370**	120	53	**2900**	**980**	**200**
Sum PAH(16)	0,91	0,48	0,55	0,2	<0.20	**3,3**	**6,1**	**2**
tetrakloreten	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	**2,5**	<2.5	**0,01**
THC Total sum	140	130	**190**	27	<40	**760**	**2200**	**174**
THC >C10-C12	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	18	**50**
THC >C12-C16	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	130	**100**
THC >C16-C35	**140**	**130**	**190**	27	<20	**760**	**2000**	
THC >C5-C8	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	**14**
THC >C8-C10	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	**10**
toluen	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	**0,3**
trikloreten	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	**0,1**
triklormetan	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	**0,02**
Tørrstoff	93,7	90,7	92,3	94,5	92,2	94	89,1	
Antall overskridelser av normverdi	6	6	6	1	1	11	13	

Legg merke til at det er enkelte forskjeller i enhetene oppgitt i tabell 1 og i vedlegg1.

Det er særlig for tungmetaller og oljerelaterte stoff at det er overskridelse av normverdiene. I tabell 1 er det vist i nederste rad, hvor mange overskridelser det er av normverdi for de enkelte prøver.

I prøve 4 og 5 er det kun arsen som overskrider normverdiene. I prøve 6 og 7 er det overskridelse av 11 og 13 ulike stoff, noe som viser en mer kompleks forurensingssituasjon.

Prøve 1, 2 og 3 viser en mellomsituasjon, der 6 stoff overstiger normverdiene for tungmetall og hydrokarboner.

Totalt sett er forurensingen satt sammen av hydrokarbonrelaterte miljøgifter og tungmetall. Det er også spredte funn av klorerte forbindelser.

I tabell 2 er det vist hvor mye de ulike stoffene overskrider normverdiene.

Tabell 2. Overskridelse av de ulike stoff i forhold til ren jord, normverdi.

Stoff	Målt jordkonsentrasjon			TRINN 1	
	Antall prø-ver	Max $C_{s, max}$ (mg/kg)	Middel $C_{s, middel}$ (mg/kg)	Norm-verdi jord (mg/ kg)	$C_{s, max}$ over-skrider norm-verdi
Alifater >C12-C35	7	2130	486	100	2030 %
Arsen	7	59	21,5	8	638 %
Bensen	7	0,0099	0,002	0,005	98 %
Benso(a)pyren	7	0,73	0,177	0,1	630 %
Bly	7	330	87,	60	450 %
Fluoranten	7	0,76	0,23	0,1	660 %
Kobber	7	1400	409,8	100	1300 %
Krom totalt (III + VI)	7	130	56,28	50	160 %
Lindan	7	0,005	0,001	0,001	400 %
Nikkel	7	340	103	50	580 %
PAH totalt	7	6,1	1,6	2	205 %
PCB CAS1336-36-3	7	0,027	0,006	0,01	170 %
Pentaklorfenol	7	0,065	0,01	0,005	1200 %
Pyrene	7	0,75	0,22	0,19	295 %
Sink	7	2900	854,7	100	2800 %

Normverdiene er brukt til å definere om den analyserte jorden kan benyttes fritt. Jorden på bedrifts-området tilfredsstiller ikke dette kravet. Siden jordanalysene ikke tilfredsstiller kravet til ren jord, må det gjøres mer omfattende vurderinger. Dette gjøres ved å foreta en stedsspesifikk risikoanalyse.

4.2 Stedspesifikk risikoanalyse

Normverdiene er kun aktuelle å bruke når det ikke skal legges noen restriksjoner på arealbruken. For et avstengt industriområde er det andre krav til renhet siden flere av eksponeringsveiene som kan føre forurensing fra jord til menneske ikke er tilstede.

Ved vurdering av forurensningsspredning fra jord til menneske må en ta i betraktning følgende for-hold:

- Eksponeringstid for oralt inntak av jord (barn)
- Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)
- Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)
- Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)
- Oppholdstid utendørs (barn)
- Oppholdstid utendørs (voksne)
- Oppholdstid innendørs (barn)
- Oppholdstid innendørs (voksne)
- Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann
- Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten
- Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient

Den stedspesifikke risikoanalysen tar hensyn til i hvilken grad disse eksponeringsveiene er tilstede.

For dette området er følgende vurderinger av de ulike eksponeringsveiene benyttet i risikoanalysen, tabell 3.

Tabell 3. Eksponeringsveier ved aktuell arealbruk

Parametre	**Standard verdi**	**Anvendt verdi**	**Enhet**	**Begrunnelse** (Gule celler må fylles)
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (barn)	365 8	0 8	UAKTUELL	Industriomåde
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	20 8	dager/år timer/dag	Industriområde, fast dekke på det meste av arealet, kun unntaksvis gravearbeid
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)	80 8	0 8	UAKTUELL	Industriområde
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8	20 8	dager/år timer/dag	Stort sett innendørsarbeid
Oppholdstid utendørs (barn)	365 24	0 0	UAKTUELL	Industriområde
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	200 8	dager/år timer/dag	Arbeidsår
Oppholdstid innendørs (barn)	365 24	0 24	UAKTUELL	Industriområde
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	200 8	dager/år timer/dag	Arbeidsår
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann	100 %	0 %	UAKTUELL	Ekstern vannkilde
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	0 %	UAKTUELL	Industriområde
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	0 %	UAKTUELL	Industriområde, stor fjordresipient utenfor

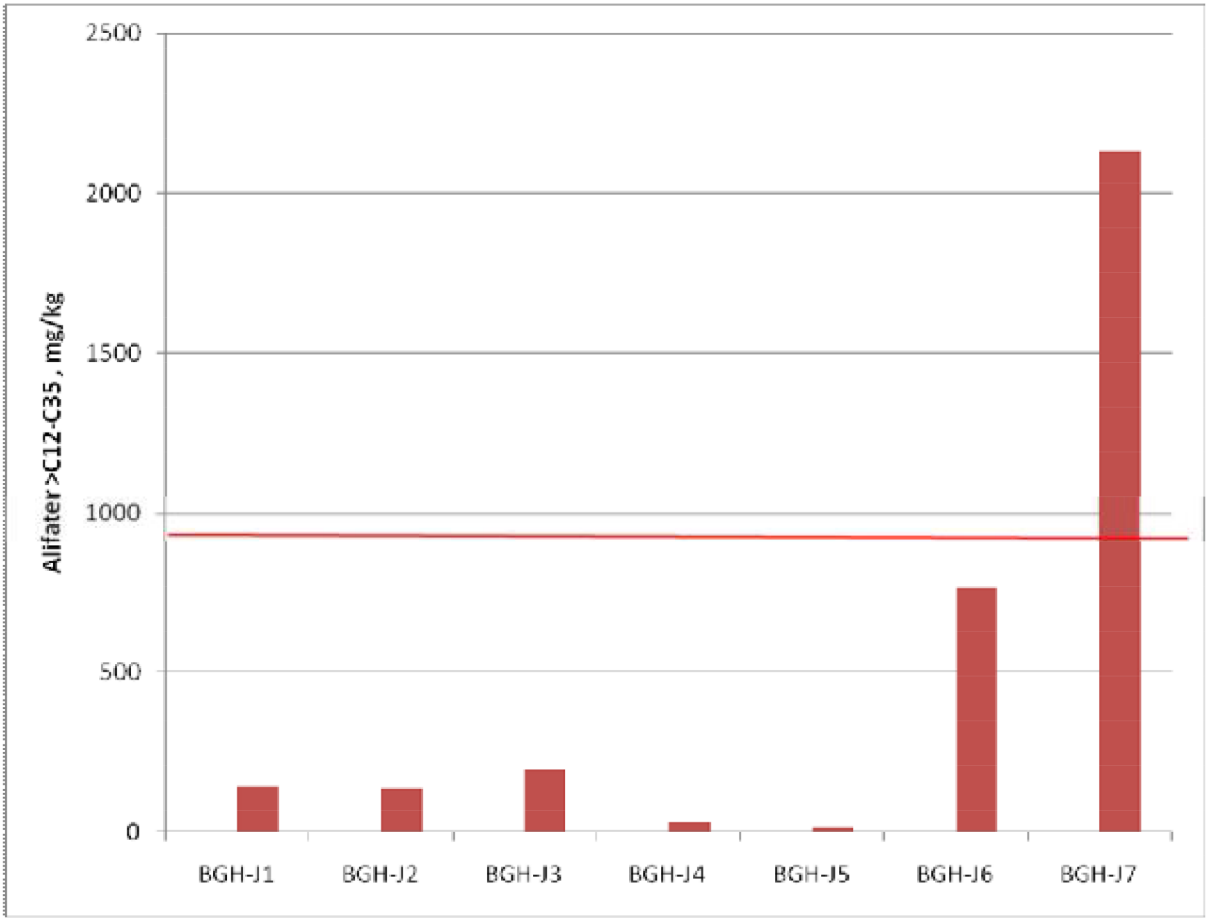
Beregningene er vist i tabell 4.

Tabell 4. Akseptkriterier og overskridelse av verdier ved aktuell arealbruk.

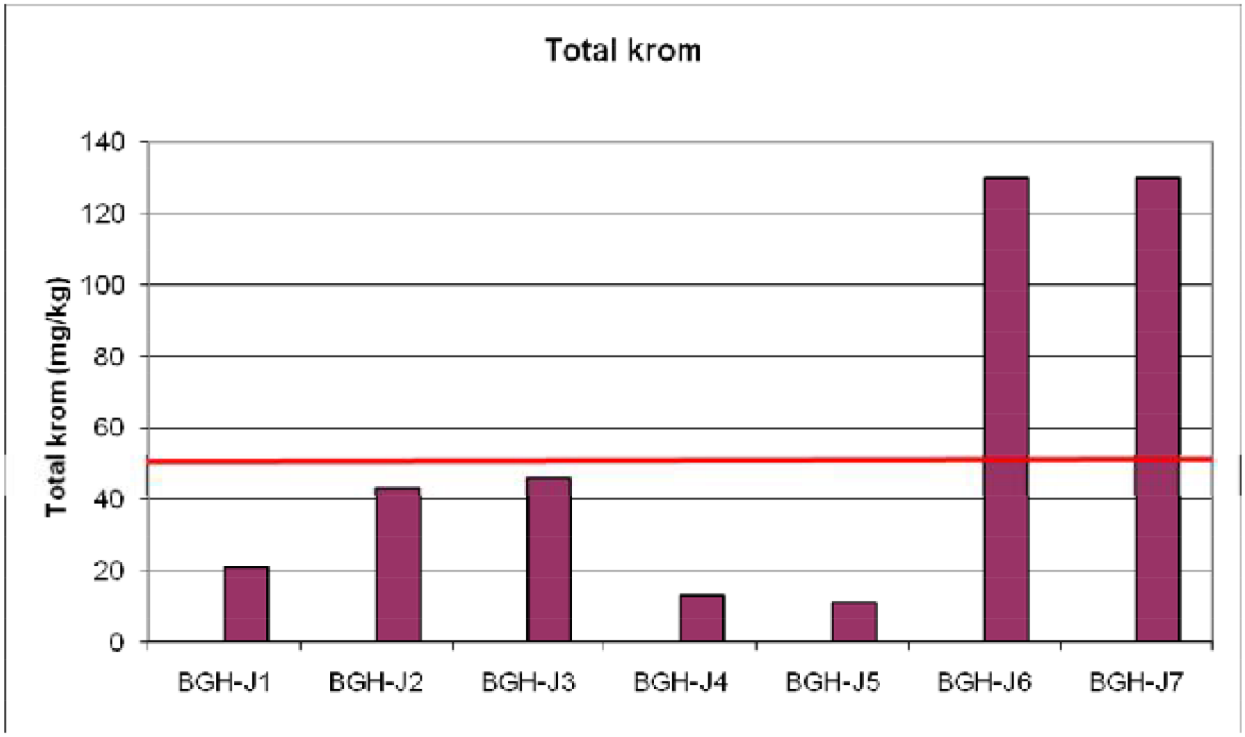
Stoff	Målt jordkonsentrasjon			TRINN 1		TRINN 2	
						Helserisiko	
	Antall prøver	Max $C_{s, max}$ (mg/kg)	Middel $C_{s, middel}$ (mg/kg)	Norm-verdi jord (mg/kg)	$C_{s, max}$ over-skrider norm-verdi	C_{he} ak-tuell areal-bruk (mg/kg)	$C_{s, max}$ over-skrider C_{he}
Alifater >C12-C35	7	2130	486	100	2030 %	964	121 %
Krom totalt (III + VI)	7	130	56,3	50	160 %	50	160 %

Basert på denne beregningen, viser det seg at det er overskridelse av akseptkriteriene for Alifater >C12-C35 og total krom.

Fordeling av innholdet av krom og alifater i de ulike prøvene er vist fig. 16 og 17.



Figur 16. Fordeling av innhold av alifater >C12-C35. Akseptkriteriet er vist med rød strek på 1319 mg/kg.



Figur 17. Fordeling av total krom i de ulike prøvene. Beregnet akseptkriterie for krom er vist med rød strek på 50 mg/kg.

4.3 Vurdering av jordprøvene

Jordprøvene er forurenset i forhold til mest følsom arealbruk. Ved aktuelle arealbruk er det overskridelse av akseptkriteriene for total krom og for alifater. Det er overskridelse av akseptkriteriene for begge stoffene i de samme prøvene. I tillegg er det overskridelser for krom i sjakt 2 og 3. I begge områdene er det mistanke om at det kan ha vært søl av oljeprodukter og/eller kjemikalier.

Områdene er små og består av ikke asfalterte flater. Aktuelle tiltak kan være å gjøre mer detaljerte undersøkelser for å se om det er reell fare for helse og miljø, og å se på avrenningsforholdene.

Asfaltering og/eller masseutskifting er også aktuelle tiltak, men det bør ikke settes i gang omfattende tiltak før det er mer detaljerte undersøkelser som bekrefter/avkrefter situasjonen.

4.4 Innsamling av sedimenter

I fig 18 er det vist plassering av sedimentprøver.



Figur 18. Plassering av prøvepunkter for sedimentprøver.

Beskrivelse av prøvemateriale

Sedimentprøve 1

Prøven er innsamlet utenfor selve verftsområdet og er ment som en bakgrunnsprøve.

Prøven er innsamlet på 8,5 m dyp og består av sandig silt med tang og knuste skjell.

Prøve: BGH-S1.

Bilde av sedimentprøve 1 er vist i fig. 19



Figur 19. Sedimentprøve 1. Siltig sand med tang og knuste skjell.

Sedimentprøve 2

Det ble forsøkt flere steder øst for tørrdokken å ta opp prøver på 10-15 m dyp. Det ble gjort 8 forsøk med grabb. Kun blåskjell, tang og stein ble tatt opp. Bilde av prøve 2 er vist i fig. 20

Ingen prøve til analyse.

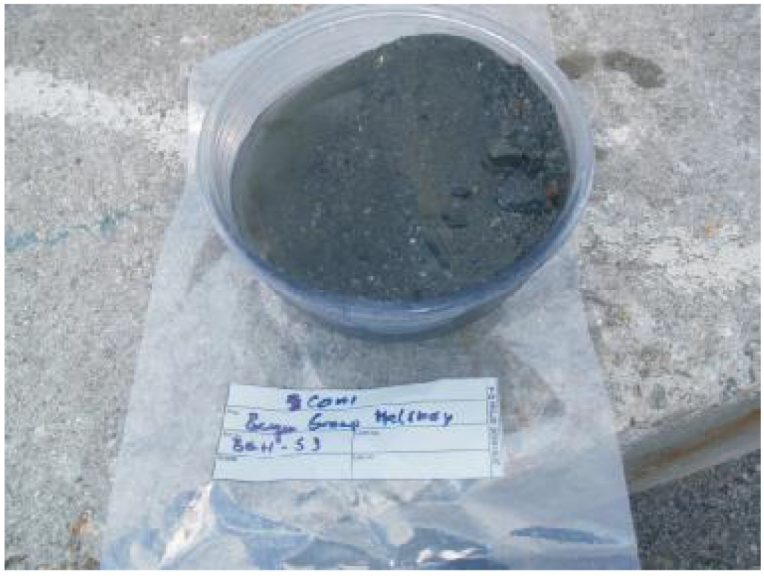


Figur 20. Sedimentprøve 2 med blåskjell, tang og stein.

Sedimentprøve 3

Sedimentprøven er innsamlet på 12 m dyp vest for tørrdokken og består av mørk sandig masse med litt stein. Prøve: BGH-S3.

Bilde av sedimentprøve 3 er vist i fig. 21.



Figur 21. Sedimentprøve 3 består av mørk sandig masse med litt stein.

Sedimentprøve 4

Sedimentprøven er innsamlet ytterst på neset. Prøven er samlet inn på 18 m dyp og består av sandig grus med stein og døde skjell. Levende krabbe er vist på bildet av prøven (fig. 22).



Figur 22. Sedimentprøve 4, sand med stein

Sedimentprøve 5

Sedimentprøven er tatt utenfor slippen på 9 m dyp.

Prøven består av noe sandige masser med noe avfall.

Prøve: BGH-S5.

Bilde av prøven er vist i fig. 23



Figur 23. Sedimentprøve 5.

Sedimentprøve 6

Sedimentprøven er innsamlet på 20 m dyp midt i sundet ut fra Eide Marine Services AS. Prøven består av finsand med døde skjell.

Prøve: BGH-S6.

Bilde av prøven er vist i fig. 24.



Figur 24. Sedimentprøve 6. Prøven er dominert av finsand.

Sedimentprøve 7

Sedimentprøven er tatt i sundet ved Eide Marine Services As på 9,4 m dyp. Sedimentet er slimete og tilsynelatende livløst.

Prøve BGH-S7

Bilde av sedimentet er vist i fig. 25.



Figur 25. Sedimentprøve 7.

4.4.1 Analyseresultat av sedimentprøver

Analyseresultatet er vist i tabell 5 og i sin helhet i vedlegg 2.

Tabell 5. Analyseresultat av sedimentprøver. For de prøvene som har lavere konsentrasjon enn deteksjonsgrensen er konsentrasjonen oppgitt som halve deteksjonsgrensen. Målt sedimentkonsentrasjon sammenlignet med trinn 1 grenseverdier. Verdier som overskrider grenseverdi er uthevet.

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon								Trinn 1 Grense verdi (mg/kg)
	max (mg/kg)	middel (mg/kg)	BGH-S1	BGH-S3	BGH-S4	BGH-S5	BGH-S6	BGH-S7	
Arsen	31	13,6	1,7	20	12	31	5,9	11	52
Bly	280	105,7	3,5	83	120	280	28	120	83
Kadmium*	0,23	0,06	0,025	0,23	0,08	0,025	0,025	0,025	2,6
Kobber	580	188	3,5	300	98	580	30	120	51
Krom totalt (III + VI)	190	50,08	2,5	40	28	190	11	29	560
Kvikksølv	0,046	0,017	0,005	0,014	0,0092	0,011	0,017	0,046	0,63
Nikkel	230	59,23	1,9	58	28	230	9,5	28	46
Sink	940	429,5	17	510	670	940	90	350	360
Naftalen*	0,08	0,03	0,005	0,005	0,08	0,06	0,02	0,02	0,29
Acenaftylen*	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,033
Acenaften*	0,23	0,11	0,005	0,23	0,17	0,15	0,07	0,08	0,16
Fluoren*	0,13	0,07	0,005	0,13	0,11	0,1	0,04	0,05	0,26
Fenantren*	0,31	0,215	0,005	0,23	0,28	0,31	0,18	0,29	0,5
Antracen*	0,06	0,04	0,005	0,06	0,04	0,05	0,03	0,06	0,031
Fluoranten	0,5	0,34	0,02	0,37	0,38	0,5	0,29	0,5	0,17
Pyren	0,4	0,27	0,02	0,32	0,29	0,39	0,23	0,4	0,28
Benzo(a)antracen*	0,21	0,13	0,005	0,17	0,14	0,21	0,12	0,19	0,06
Krysen*	0,2	0,12	0,005	0,15	0,13	0,2	0,11	0,18	0,28
Benzo(b)fluoranten	0,27	0,16	0,01	0,2	0,17	0,27	0,15	0,21	0,24
Benzo(k)fluoranten*	0,17	0,1	0,005	0,14	0,11	0,17	0,09	0,13	0,21
Benzo(a)pyren	0,27	0,16	0,01	0,2	0,16	0,27	0,14	0,2	0,42
Indeno(1,2,3-cd)pyren*	0,19	0,12	0,005	0,14	0,13	0,19	0,11	0,16	0,047
Dibenzo(a,h)antracen*	0,04	0,025	0,005	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,59
Benzo(ghi)perylen*	0,1	0,065	0,005	0,08	0,06	0,1	0,06	0,09	0,021
Sum PCB7	0,0068	0,003	0,001	0,002	0,001	0,0064	0,0006	0,004	0,017
Tributyltinn (TBT-ion)	10	2,12	0,037	10	0,08	1,7	0,36	0,58	0,035

Tabellen viser at alle prøvene overskrider normverdiene. For bakgrunnsprøven BGH-S1 er det kun påvist en liten overskridelse for TBT.

Dersom en ser på de høyest målte verdi for hvert stoff viser prøvematerialet følgende statistiske forhold i forhold til normverdiene, tabell 6.

Tabell 6. Statistisk oversikt på overskridelser av normverdier.

Stoff	Overskrider trinn 1 grenseverdi %
	Maks
Bly	237
Kobber	1037
Nikkel	400
Sink	161
Antracen	94
Fluoranten	194
Benzo(a)antracen	250
Indeno(1,2,3-cd)pyren	304
Benzo(ghi)perylen	376
Tributyltinn (TBT-ion)	28471

Siden trinn 1 grenseverdier er overskredet skal det utføres en risikovurdering

4.5 Risikovurderinger av sediment

Risikoen for at det spres forurensing fra sediment avgjøres av graden av oppløsning av stoffer fra sedimentet direkte til vannfasen. Dette kan skje ved :

- Opptak via biologisk materiale
- Spredning ved hjelp av propelloppvirvling.

Det er utarbeidet en modell for beregning av disse faktorene.

I tabell 7 er det vist hva som er brukt av inngangsdata i modellen.

Tabell 7. Inngangsdata for beregning av spredning.

	Ja	Nei	
Er det målt porevannskonsentrasjon? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1d
Er det målt sjøvannskonsentrasjon? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1c
Er det målt vevskonsentrasjon i bunnfauna? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1e
Er det målt vevskonsentrasjon i fisk? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1f
Er det gjort økotokstesting? (sett kryss)		x	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1g

GENERELLE PARAMETERE

Grunnleggende sedimentparametere	**Sjablongverdi**	**Anvendt verdi**	**Begrunnelse**
TOC	1	1	
Bulkdensitet til sedimentet, ρ_{sed} [kg/l]	0,8	0,8	
Porøsitet, ε	0,7	0,7	
Korreksjonsfaktor	315576000	315576000	For å ende opp med mg/m2/år for spredning ved biodiffusjon
Generelle områdeparametere	**Sjablongverdi**	**Anvendt verdi**	**Begrunnelse**
Sedimentareal i bassenget, A_{sed} [m^2]	ingen standard	60000	Omkrets av sjølinje * 100 m bredde
Vannvolumet over sedimentet, V_{sed} [m^3]	ingen standard	600000	Gjennomsnittlig sjødyp er 10 m
Oppholdstid til vannet i bassenget, t_r [år]	ingen standard	0,001	2 døgns oppholdstid

SPREDNING

Parametere for transport via biodiffusjon, F_{diff}	**Sjablongverdi**	**Anvendt verdi**	**Begrunnelse**
Tortuositet, τ	3	3	
Faktor for diffusjonshastighet pga bioturbasjon, a	10	10	
Diffusjonslengde, Δx [cm]	1	1	
Parametere for oppvirvling fra skip, F_{skip}	**Sjablongverdi**	**Anvendt verdi**	**Begrunnelse**
Antall skipsanløp per år, N_{skip}	ingen standard	50	Hentes fra havnemyndigheter
Mengde oppvirvlet sediment per anløp, m_{sed} [kg]	ingen standard	100	Sett inn verdi fra faktaboks 6 i veileder
Sedimentareal påvirket av oppvirvling, A_{skip} [m^2]	ingen standard	5000	10 * skipsstørrelse
Fraksjon suspendert f_{susp} = sedimentfraksjon < 2μm	ingen standard	0.15	Tas fra siktekurve (dersom 5 % er mindre enn 2 μm, er f = 0,05)
Parametere for transport via organismer, F_{org}	**Sjablongverdi**	**Anvendt verdi**	**Begrunnelse**
Mengde organisk karbon i bunnfauna biomasse OC_{cbio} [g/g]	0,25	0,25	
Organisk karbontilførsel til sedimentet utenfra, OC_{sed} [g/m^2/år]	200	200	
Fraksjon av organisk karbon som ikke omsettes, d [g/g]	0,47	0,47	
Organisk karbon omsatt (respirert) i sedimentet, OC_{resp} [g/m^2/år]	31	31	

Tabell 7. fortsatt

Parametere for å beregne tømming av stofflageret i det bioaktive laget, t_{tom}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mektighet av bioturbasjonsdyp, d_{sed} (mm/m^2)	100	100	
Tetthet av vått sediment, ρ_{vv} (kg/l)	1,3	1,3	
Fraksjon tørrvekt av vått sediment	0,35	0,35	

HUMAN HELSE

Generelle parametere (gjelder for både barn og voksen)	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Absorpsjonsfaktor, af	1	1	
Matriksfaktor, mf	0,15	0,15	
Innhold partikulært materiale i vann [kg/l]	0,00003	0,00003	
Kontaminert fraksjon, KF_f	0,5	0,5	

Generelle parametere (ulike for barn og voksen)	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn
Kroppsvekt, KV [kg]	70	15	70	15
Parametere for oralt inntak av sediment, DEI_{sed}	**Sjablong-verdi voksen**	**Sjablong-verdi barn**	**Anvendt verdi voksen**	**Anvendt verdi barn**
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ised}$ [d/d]	8,22E-02	8,22E-02	8,22E-02	8,22E-02
Inntak av sediment, Di_{sed} [kg/d]	0,00035	0,001	0,00035	0,001
Parametere for inntak av overflatevann, DEI_{sv}	**Sjablong-verdi voksen**	**Sjablong-verdi barn**	**Anvendt verdi voksen**	**Anvendt verdi barn**
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,isv}$ [d/d]	8,22E-02	8,22E-02	8,22E-02	8,22E-02
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	0,05	0,05	0,05	0,05
Parametere for inntak av partikulært materiale, DEI_{pm}	**Sjablong-verdi voksen**	**Sjablong-verdi barn**	**Anvendt verdi voksen**	**Anvendt verdi barn**
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,ipm}$ [d/d]	8,22E-02	8,22E-02	8,22E-02	8,22E-02
Inntak av sjøvann, Di_{sv} [l/d]	Se inntak av overflatevann.			

Parametere for hudkontakt med sediment, DEH_{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,hsed}$ [d/d]	8,22E-02	8,22E-02	8,22E-02	8,22E-02
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sed} [m^2]	0,28	0,17	0,28	0,17
Hudhefterate for sediment, HAD_{sed} [kg/m^2]	0,0375	0,0051	0,0375	0,0051
Hudabsorpsjonsrate for sediment HAB_{sed} [1/timer]	0,005	0,010	0,005	0,01
Eksponeringstid hud med sediment, ET_{sed} [timer/d]	8	8	8	8
Parametere for hudkontakt med vann, DEH_{sv}	**Sjablong-verdi voksen**	**Sjablong-verdi barn**	**Anvendt verdi voksen**	**Anvendt verdi barn**
Fraksjon eksponeringstid, $f_{exp,hsv}$ [d/d]	8,22E-02	8,22E-02	8,22E-02	8,22E-02
Hudareal for eksponering med sediment, HA_{sv} [m^2]	1,80	0,95	1,8	0,95
Eksponeringstid hud med sjøvann, ET_{sv} [timer/d]	1	2	1	2
Parametere for eksponering via inntak av fisk/skalldyr, IEI_f	**Sjablong-verdi voksen**	**Sjablong-verdi barn**	**Anvendt verdi voksen**	**Anvendt verdi barn**
Daglig inntak av fisk og skalldyr, DI_f [kg v.v./d]	0,138	0,028	0,138	0,028

4.5.1 Resultat

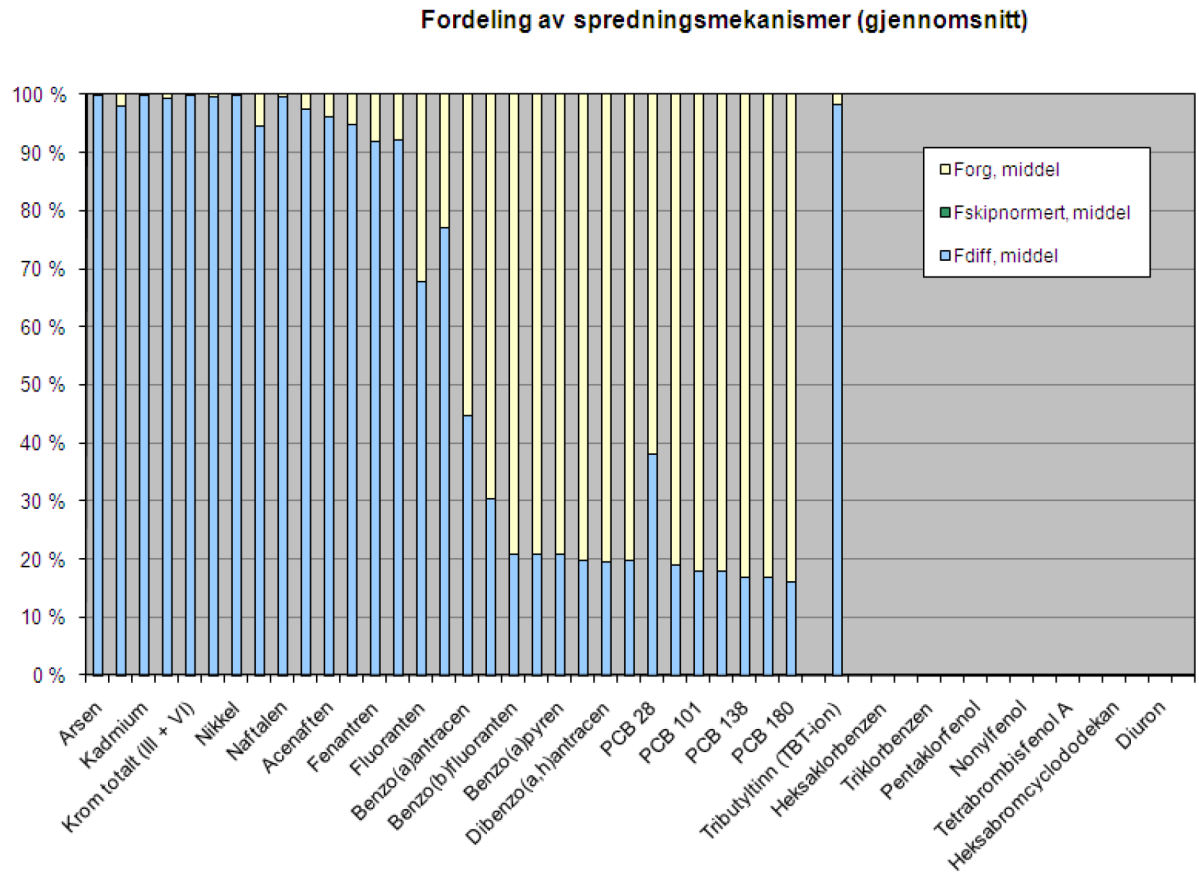
Beregningene er vist i tabell 8.

Tabell 8: Beregnet spredning sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning		Spredning der-som C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m^2/år)	F_{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	$F_{tot, maks}$ (mg/m^2/år)	$F_{tot, middel}$ (mg/m^2/år)		Maks	Middel
Bly	1,29E+01	4,85E+00	3,81E+00	237 %	27 %
Kobber	1,26E+02	4,09E+01	1,10E+01	1037 %	270 %
Nikkel	1,58E+02	4,08E+01	3,17E+01	400 %	29 %
Acenaften	2,14E+01	1,10E+01	1,49E+01	44 %	
Antracen	1,16E+00	7,87E-01	5,98E-01	94 %	32 %
Fluoranten	2,34E+00	1,60E+00	7,94E-01	194 %	102 %
Pyren	4,04E+00	2,78E+00	2,83E+00	43 %	
Benzo(a)antracen	3,94E-01	2,61E-01	1,13E-01	250 %	132 %
Benzo(b)fluoranten	6,28E-01	3,92E-01	5,59E-01	13 %	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,51E-01	9,76E-02	3,74E-02	304 %	161 %
Benzo(ghi)perylen	1,82E-01	1,20E-01	3,83E-02	376 %	213 %
Tributyltinn (TBT-ion)	3,29E+03	6,99E+02	1,15E+01	28471 %	5975 %

De største overskridelsene av tillatt spredning finnes for TBT og kobber.

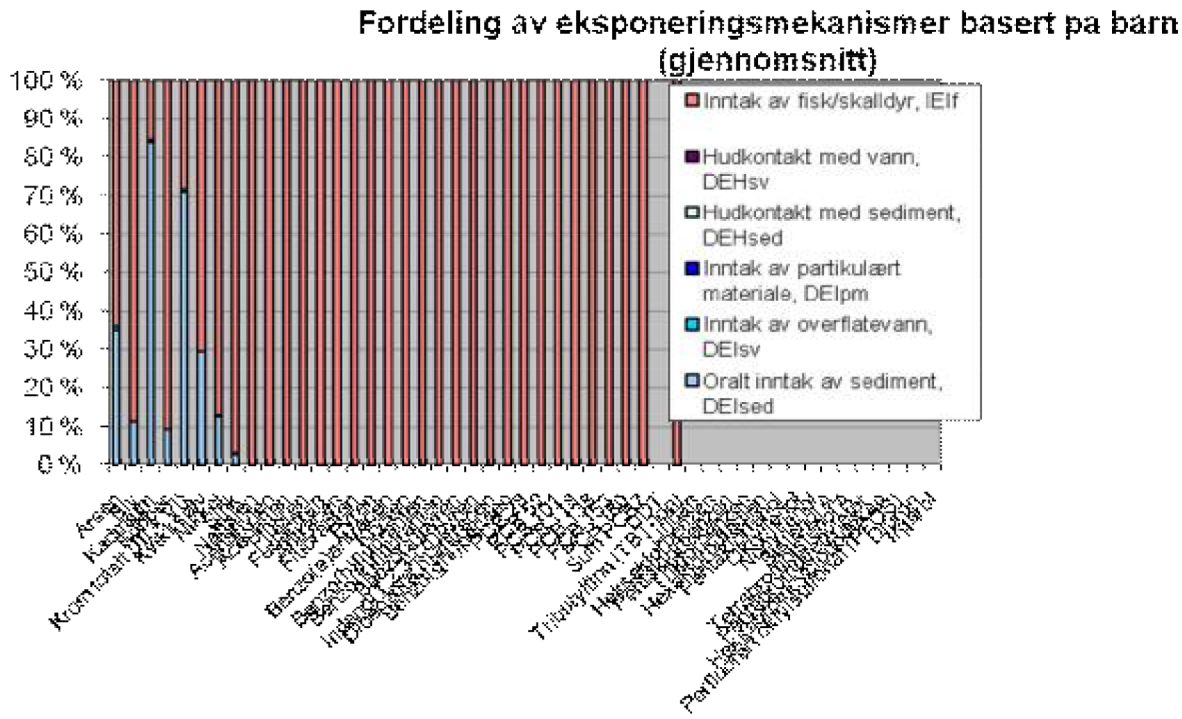
Beregnede spredningsmekanismer er vist i fig. 26.



Figur 26. Beregnede spredningsmekanismer.

Figuren viser at diffusjon er en dominerende spredningsvei.

I fig. 27 er det vist beregnet eksponeringsmekansimer basert på barn.



Figur 27. Beregnede sksponeringsveier basert på barn.

4.6 Vurdering av sedimentforurensingen

Det er påvist forurensing av sjøsedimentene som overskrider normverdier. Den dominerende spredningen skjer via diffusjon fra sedimentene. Det er inntak av fisk og skalldyr som utgjør den viktigste eksponeringsveien til menneske.

I bakgrunnsprøven er det svak forurensing av TBT. Dette skyldes trolig at det er sterk strøm i Høylandssundet slik at forurensing som spres fra verftet blir uttynnet.

Beregningene viser datasettet i sin helhet. I områdene utenfor verftet er det mindre følsom arealbruk. I dette området er det derfor mindre risiko sammenlignet med badeområdet ved Slettaneset.

5 Behov for tiltak

De innledende risikoberegningene viser at det tilsynelatende er behov for tiltak både på land og sjø.

Miljøvernmyndighetene vil avgjøre om tiltak er nødvendig.

Det kan hevdes at på land er det behov for mindre tiltak som kan gjøres som en del av HMS-arbeidet. Før arbeidet gjøres må forurensingene avgrenses. Trolig er det nok med tiltak som masse-utskifting eller asfaltering.

Forurensingen i sedimentene er av et helt annet omfang og spredningsrisikoen til det ytre miljø er større. Det forventes likevel ikke at den påviste forurensningen truer de vernede områdene i nærheten.

Risikobetraktningene er noe generelle og kan eventuelt utvides til å ta hensyn til miljøet utenfor verftsområdet. Det antas at dersom det skal gjøres tiltak i sedimentene, må dette skje i samarbeid med andre forurensere i nærområdet.

I første omgang anbefales det å sette opp skilt som fraråder inntak av fisk og skalldyr fra nærområdet.

Deretter kan det tas prøver fra fisk og skalldyr for å dokumentere tilstanden.

6 Konklusjoner

- Det er påvist forurensing på land og i sjøsedimentene.
- På land er det kun mindre områder som overstiger stedsspesifikke akseptkriterier.
- Det bør gjøres detaljerte undersøkelser for å avgrense forurensingene før man går i gang med tiltak.
- Det er mulig at forurensingene er lokale og at tiltak er nødvendig i mindre områder.
- I sjøen er det særlig forurensing av tungmetaller og TBT.
- Forurensingen i sjøen kan trolig knyttes til overflatebehandling/maling av skip.
- Risikoen for eksponering er særlig knyttet til inntak av fisk og skalldyr.
- Det anbefales å sette opp skilt som fraråder inntak av fisk og skalldyr i området ved verftet.
- Det anbefales å ta prøver av fisk og skalldyr fra området.

7 Referanser

Statens Forurensingstilsyn 1999: Veiledning om risikovurdering av forurenset grunn. SFT 99:01.

Statens Forurensingstilsyn 2007: Veileder for risikovurdering av forurenset sediment TA-2230/2007.