

JUNI 2012
UMOE STERKODER AS

TILTAKSPLAN FOR VERFTSOMRÅDE PÅ DALE, KRISTIANSUND

ADRESSE COWI AS

Otto Nielsens veg 12
Postboks 2564 Sentrum
7414 Trondheim
Norge

TLF +47 02694

WWW cowi.no

JUNI 2012
UMOE STERKODER AS

TILTAKSPLAN FOR VERFTSOMRÅDE PÅ DALE, KRISTIANSUND



OPDRAGSNR. 1356981
DOKUMENTNR.
VERSJON 0
UTGIVELSESDATO 29.06.2012
SAKSBEHANDLER Hege Gaustad
KONTROLLERT Arild Vatland
GODKJENT Hege Gaustad

Signaturer:

Godkjent

Saksbehandler

Kontrollør

INNHOOLD

1	Innledning og bakgrunn	7
1.1	Kontaktinformasjon	7
1.2	Områdebeskrivelse	8
2	Gjennomførte undersøkelser	9
2.1	Miljøgeologisk undersøkelse i 2009	9
2.2	Miljøteknisk grunnundersøkelse april 2012	10
2.3	Arealbruk og akseptable tilstandsklasser	12
2.4	Risikovurdering	12
2.5	Oppsummering og konklusjon av miljøundersøkelsene gjort på området	12
3	Risikovurdering forutsatt fjerning eller isolering av de mest forurensede massene	14
3.1	Forutsetninger for risikovurderingen	14
3.2	Risikovurdering i henhold til Klifs helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn	15
3.3	Risikovurdering med hensyn på menneskers helse	17
3.4	Risikovurdering med hensyn på spredning av forurensning fra masser	17
3.5	Oppsummering av risikovurdering	18
4	Tiltaksplan	19
4.1	Målsetting	19
4.2	Deponering av masser	19
5	Tiltaksområder	20
5.1	Generelle tiltak for hele området ved Dale	21
5.2	Stor sandblåserhall	21
5.1	Liten sandblåserhall	22
5.2	Dieselpåfylling	24
5.3	Gammel fylling	25
6	Kostnadsoverslag	29
7	Sikring, beredskap og kontrolltiltak	30
7.1	Sikring og beredskap ved utgraving	30
7.2	Sikring for menneskelig eksponering i anleggsperioden	30

7.3	Kontroll med tiltaket og utgravd masse	30
7.4	Tilførsel av dekkmasser og planering/revegetering	31
8	Referanser	32
9	Vedlegg	33
9.1	Sjekkliste for utført sjekk av masser ved oppgraving av masser	33
9.2	Eksponeringsveier ved aktuelt arealbruk	34
9.3	Stedsspesifikk risikovurdering	37

1 Innledning og bakgrunn

Fylkesmannen i Møre og Romsdal har pålagt Umoe Sterkoder AS å utarbeide tiltaksplan for forurensede landområder på Dale i Kristiansund. Fylkesmannen stiller også krav om supplerende miljøundersøkelser av grunnen på området.

Eiendommen ble tatt i bruk i slutten av 1800-tallet som skipsverft. Hovedaktiviteten på verftet var bygging og reparasjon av skipsmotorer og fartøy. Skipsverftet ble avviklet i 2003. Dale er i dag en industripark med flere ulike leietakere, som alle server offshore-industrien innen ulike felt \1\.

Det ble i 2009 gjennomført en miljøgeologisk undersøkelse ved verftsområdet som omfatter både landområder og sjøbunn (sediment) av Multiconsult \4\. COWI AS ble kontaktet av Umoe Sterkoder AS for å sammenstille en komplett miljøteknisk rapport, samt utarbeide en tiltaksplan for landområdene på Dale. COWI AS gjennomførte i april 2012 en supplerende prøvetaking og miljøteknisk grunnundersøkelse av området.

I undersøkelsen fra 2009 ble det prøvetatt og analysert 6 jordprøver fra landområdene, COWI har prøvetatt og analysert ytterligere 28 jordprøver, samt 2 vannprøver fra området. Den miljøtekniske undersøkelsen med risikovurderinger er presentert i en egen rapport datert 25.06.2012. Den miljøtekniske rapporten ble utarbeidet i henhold til Klif (Klima- og forurensningsdirektoratet) sin veileder for helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn, TA 2553 \2\ og beregningsverktøyet for risikovurdering tilknyttet Klifs veileder 99:01 \3\ ble benyttet. Samme beregningsverktøy er også benyttet i tiltaksplanen.

Det er varierende forurensningsgrad på jordprøvene tatt på området, men flertallet av jordprøvene faller inn under tilstandsklasse 4 eller høyere, og to av prøvene er så forurenset at de klassifiseres som farlig avfall. Risikovurderingen gjort på området viser at en del av de massene som ligger på området i dag ikke er akseptable med hensyn på helse. Basert på de kartlagte tilstandsklassene og risikovurderingen er det behov for utarbeidelse av tiltaksplan for deler av massene på området.

1.1 Kontaktinformasjon

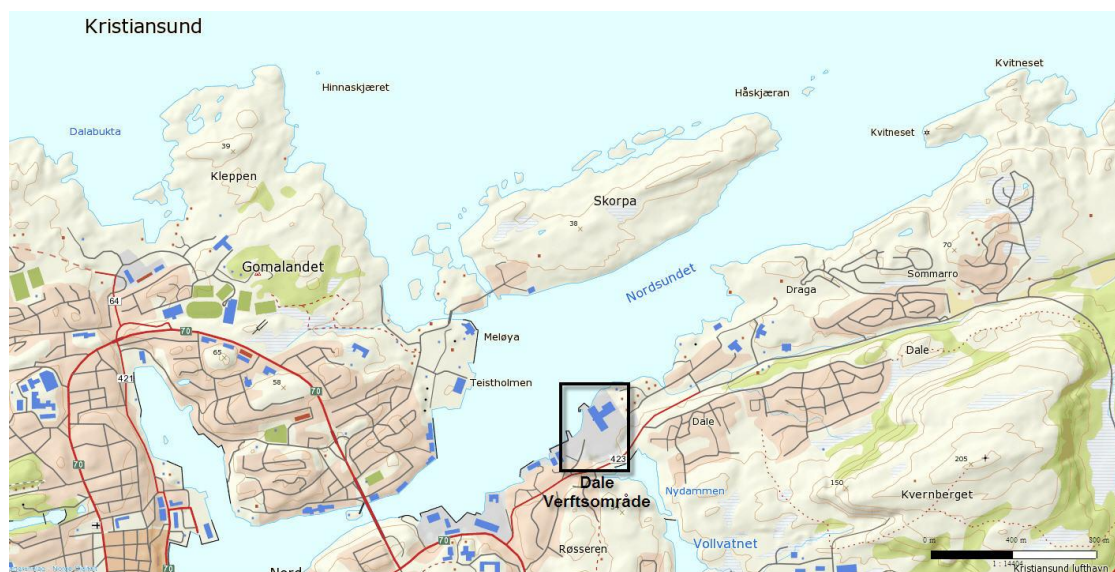
Oppdragsgiver:	Umoe Sterkoder AS v/ Svein Monsø (tlf. 947 80 021)
Miljørådgiver:	COWI AS v/ Hege Gaustad (tlf. 990 40 283)
Analyseselskap:	ALS Laboratory Group Norway AS (tlf. 22 13 18 00)

1.2 Områdebeskrivelse

Verftsområdet på Dale er ca. 80 mål stort og ligger på Nordlandet i Kristiansund. Området består i dag av utjevnete fyllmasser fra sprengt fjell. Der er ikke mye vegetasjon på området og det er derfor ikke mye organisk materiale i massene. Det finnes flere store og mindre bygninger på område i tillegg til kaianlegg, og disse dekker et areal på ca. 15 mål. Bygningene er beddingshall, storseksjonshall, delseksjonshall, samt diverse lagerbygninger (8 bygg), to sandblåsehaller og to administrasjonsbygg. De resterende åpne arealene (på ca. 65 mål) er i stor del dekket med asfalt eller betong.

Området er definert som industri og trafikkareal i henhold til Klifs veileder for bestemmelse av tilstandsklasser, TA 2553/2009 \2\, heretter kalt veilederen.

Nærmeste resipient med tanke på potensiell spredning av forurensning er Dalesundet / Nordsundet. Verftsområdet ligger ved sjøen og området er på det meste ca. 250 meter bredt. I sørøst er det en bratt fjellside hvor fjellet har blitt sprengt bort for å fylle ut verftsområdet i sjøen. På oversiden av fjellsiden, ligger Dalegata og på andre siden av denne veien, ligger en ca. 160 meter lang demming, Nydammen. Vannet fra Nydammen dreneres i et rør (800 mm diameter) gjennom tomta og ut til sjøen. Drensvann fra selve området er også koblet til dette drensrøret som ledes direkte ut i Dalesundet. En oversikt over beliggenheten av området er gitt i Figur 1.1.



Figur 1.1. Oversiktskart som viser beliggenheten til det undersøkte området. På kartet vises demningen, Nydammen, og Vollvatnet sørøst for verftsområdet. Kartkilde; Gislink.no.

2 Gjennomførte undersøkelser

I tillegg til COWIs miljøtekniske undersøkelse av området i april 2012, ble det i 2009 gjennomført en miljøgeologisk undersøkelse ved verftsområdet som omfatter både landområder og sjøbunn (sediment) av Multiconsult \4\. Det ble også gjennomført en risikovurdering av området med hensyn på helse og spredning, basert på analyseresultatene fra undersøkelsene i 2009 og 2012.

2.1 Miljøgeologisk undersøkelse i 2009

Ved undersøkelsen utført av Multiconsult i 2009 \4\, ble det tatt 6 jordprøver ved 6 prøvepunkter i grunnen. Et prøvepunkt ble plassert ved den gamle beddingen i vest (D4), et punkt ble plassert nær sjøen ved den store hallen (D6), og to punkter ble plassert ved den store sandblåsehallen. Det ble også tatt en overflateprøve av de øverste centimeterne ved den store sandblåsehallen. Det siste prøvepunktet, D5, ble plassert på parkeringsarealet midt på området. Prøvene ble analysert for tungmetaller, THC, PAH, PCB og TBT. Ytterligere to prøvepunkter (D3 og D7) er nevnt i Multiconsult sin rapport, prøver fra disse punktene ble imidlertid ikke sendt til analyse og de er derfor ikke inkluderte i denne oppsummering. Multiconsult har ikke oppgitt koordinater på jordprøvene tatt på land, vi har imidlertid forsøkt å plassere dem på kartet ut ifra tegninger i rapporten. Plasseringen av jordprøvene er illustrert sammen med de nye jordprøvene COWI har tatt i 2012 i Figur 2.1.

Resultatene fra analysene av jordprøvene er fremstilt i Tabell 2.1. Konsentrasjonene er farget i henhold til tilstandsklasser for forurenset grunn, se Tabell 2.2 i henhold til veilederen \2\.

Tabell 2.1 Resultatene fra analysene av jordprøvene tatt i 2009.

	D1	D2	D4	D5	D6	DOV1
Dybde (cm)	0-150	0-100	0-180	0-130	0-160	0-2
Alifater >C10-C12	38	<10	<10	<10	<10	<10
Alifater >C10-C35	1790	190	85	39	860	85
As	4,3	9,3	2	4,3	16	210
Cd	0,11	<0,05	<0,05	<0,05	1,6	1,9
Cr	36	80	18	80	69	210
Cu	270	350	44	140	1400	3800
Hg	0,08	<0,01	0,41	0,01	0,44	0,01
Ni	29	110	15	65	60	220
Pb	45	170	33	27	400	870
Zn	640	1600	85	440	14000	7700
Sum PCB-7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,13	n.d.
Benso(a)pyren	0,27	0,069	0,088	0,066	0,08	0,037
Sum PAH-16	4,7	0,72	0,97	0,84	1,1	0,47
TBT	0,605	0,308	0,516	0,441	0,972	2,89

Tabell 2.2 Tilstandsklasser for forurenset grunn

Tilstandsklasse	1	2	3	4	5
	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig

2.2 Miljøteknisk grunnundersøkelse april 2012

Det ble tatt 28 supplerende jordprøver ved 19 prøvepunkter. I tillegg ble de tatt 2 vannprøver. Punktene ble plassert for å komplettere Multiconsult sine tidligere prøvepunkter. Prøvepunktene ved den supplerende prøvetakingen ble konsentrert i områdene med påvist forurensning, dette for å avgrense utbredelsen av forurensingen. Dette er i hovedsak ved den store sandblåsehallen og i området ut mot sjøen hvor det ble påtruffet en gammel fylling. Det ble dessuten plassert kontrollpunkter på andre områder av tomta hvor det tidligere ikke har vært undersøkt med hensyn på forurensning.

Analyseresultatene viste varierende forureningsgrad på jordprøvene, for detaljerte analyseresultater viser vi til COWIs miljøtekniske rapport datert 25.06.2012. En oppsummering av fordelingen av antall prøver i de ulike tilstandsklassene er gitt i Tabell 2.3.

Tabell 2.3. Fordeling av antall prøver i de ulike tilstandsklassene for jordprøver april 2012.

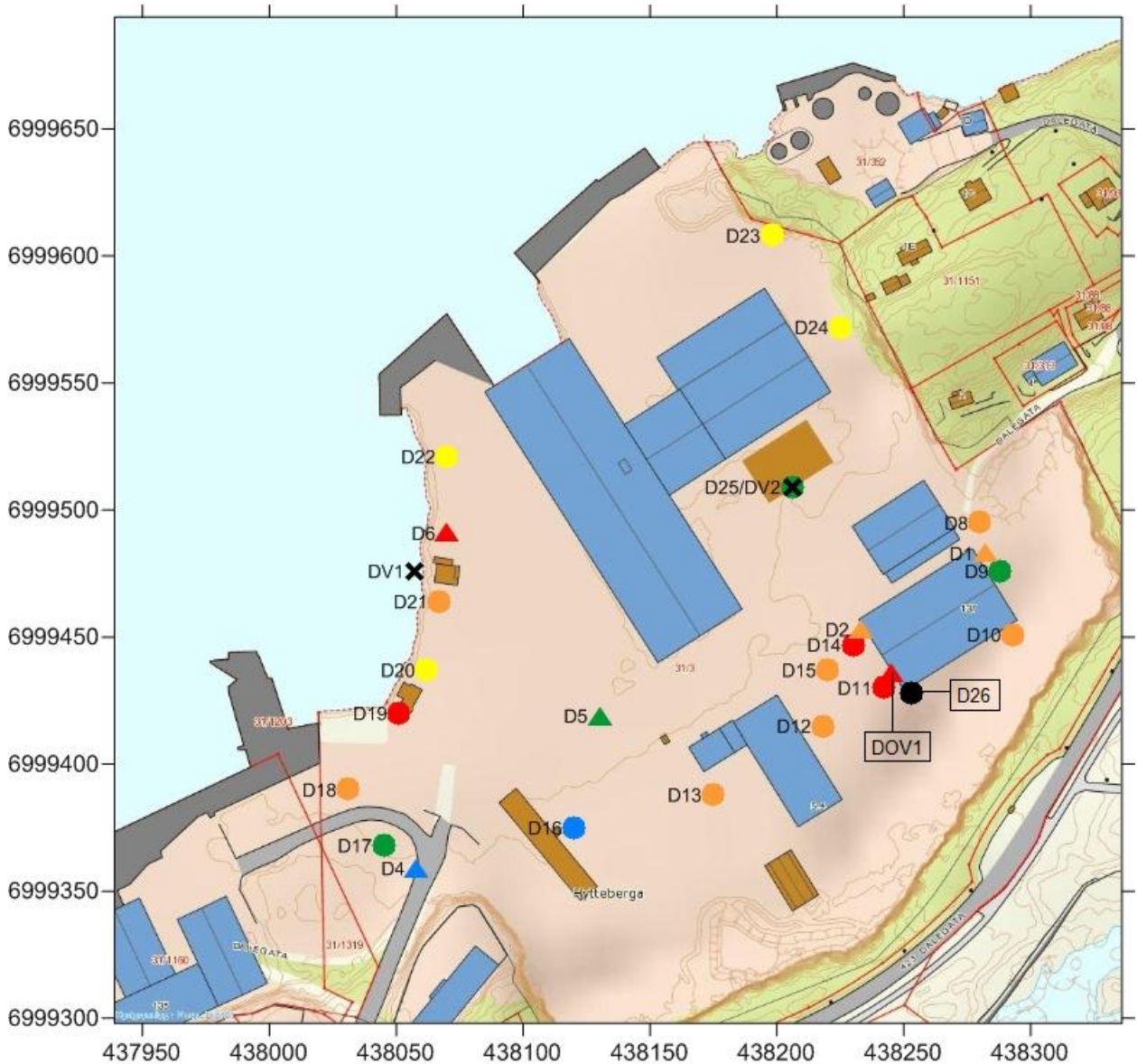
Tilstandsklasse	Antall prøver	Hvilke prøver	Parameter
Førlig avfall	2	D20b, D26a	Bly og olje (diesel)
5	4	D11a, D14a, D19, D26b	Tungmetaller og olje
4	13	D8, D9a, D10a, D10b, D10c, D11b, D12, D13, D14b, D15, D18, D21a, D23	Tungmetaller og olje
3	6	D9b, D20a, D21b, D22a, D23, D24	Tungmetaller, olje og PAH
2	2	D17, D25	Diverse
1	1	D16	

Vannprøvene ble tatt som et tillegg til jordprøvene for å få et bedre bilde av forurensningssituasjonen på området. Det er ikke oppgitt grenseverdier for vann i veilederen utarbeidet for forurenset grunn, prøveresultatene ble derfor vurdert opp imot klassifisering av miljøkvalitet for ferskvann \7), klassifisering av miljøkvalitet for sjøvann \6), drikkevannsforskriften \8) og PNEC-verdier for ferskvann \9).

Vannprøve DV1 er vann fra Nydammen iblandet overflatevann fra området. Vurdert opp mot miljøkvalitet i ferskvann faller DV1 inn under tilstandsklasse 4 grunnet forhøyede kobber verdier. Vurdert opp mot miljøkvalitet i sjøvann, faller samme prøve inn under tilstandsklasse 5 grunnet de forhøyede kobber verdiene. Flere av PNEC-verdiene overskrides også med hensyn på tungmetaller i denne prøven. Vurdert opp mot drikkevannsforskriften er det ingen av grenseverdiene for tungmetaller som overskrides, men grenseverdien for oljeforbindelser overskrides. Dette er en stikkprøve og en skal ikke legge for mye i resultatet, da det kun beskriver situasjonen ved prøvetidspunktet, det kan dessuten ikke fastslås hvor forurensningen stammer uten en referanseprøve eksempelvis fra Nydammen, ovenfor Dale.

Vannprøve DV2 er grunnvann fra prøvepunkt D25. Vurdert opp mot miljøkvalitet i ferskvann faller DV2 inn under tilstandsklasse 4 grunnet forhøyede verdier av kobber og sink. Vurdert opp mot miljøkvalitet i sjøvann, faller samme prøve inn under tilstandsklasse 5 grunnet forhøyede verdier av kobber og sink, men også grunnet forhøyede verdier av TBT. Flere av PNEC-verdiene overskrides også med hensyn på tungmetaller i denne prøven, og konsentrasjonen av oljeforbindelser overskrides kraftig. Vurdert opp mot drikkevannsforskriften er det ingen av grenseverdiene for tungmetaller som overskrides, men grenseverdien for oljeforbindelser overskrides kraftig.

En oversikt over plassering av prøvepunkter er gitt i *Figur 2.1*. Tidligere prøvepunkter er markert med trekkanter, mens våre supplerende prøvepunkter er markert med sirkelpunkter, de to vannprøvene er markert med kryss.



Figur 2.1. Oversiktskart med angitte prøvepunkter fra området. Fargene på punktene gjenspeiler tilstandsklassen for prøvepunktet. Der hvor det er tatt flere prøver ved hvert punkt er det tilstandsklassen for toppjorden som er presentert. Kartkilde; Gislink.no.

2.3 Arealbruk og akseptable tilstandsklasser

Planlagt fremtidig arealbruk for området er fortsatt industri og trafikkareal. Virksomheten på området kommer ikke til å gjennomgå noen endring den nærmeste tiden. Kvalitetskriteriene for denne arealbruken (Industri og trafikkareal) er gitt i veilederen \2\.

For toppjord (ned til en meters dyp) og for dypereliggende jord er det akseptabelt med tilstandsklasse 3 eller lavere. Med risikovurdering kan høyere tilstandsklasser eventuelt aksepteres. Dersom risikovurdering av spredning dokumenterer akseptabel risiko, kan tilstandsklasse 4 aksepteres i toppjord og dypereliggende jord. Dersom risikovurdering av både helse og spredning dokumenterer akseptabel risiko, kan tilstandsklasse 5 aksepteres i dypereliggende jord.

2.4 Risikovurdering

Risikovurderingen omtalt i den miljøtekniske rapporten \11\omfattet samtlige prøver fra området, både prøvene tatt av COWI i 2012 og prøvene tatt av Multiconsult i 2009, og hele området er inkludert i samme risikovurdering.

Risikovurderingen konkluderte med at den forurensningen som per i dag finnes i massene på Dale ikke er akseptable verken for menneskers helse eller for miljøet (spredning).

Den helsebaserte risikovurderingen viser at det er nødvendig å gjøre tiltak i henhold til miljøgiftene kvikksølv, bly og diesel. Det er hovedsakelig D19, D20 og D26 som har høye konsentrasjoner av disse. Jordmassene ved D20 og D26 måtte uavhengig av risikovurdering omfattes av tiltak da disse punktene er så forurenset at massene karakteriseres som farlig avfall. Jord som er farlig avfall skal man normalt alltid fjerne.

Risikovurderingen med hensyn på miljø og spredning viser i tillegg at det er nødvendig med gjennomføring av tiltak med hensyn på TBT. Selv om TBT-innholdet ikke utgjør noe helseisiko, så kan det over tid gi negative effekter på organismer i resipienten Dalesundet. Prøvepunkt D8 og D19 har de høyeste konsentrasjonene av TBT. D19 bør omfattes av tiltak både på bakgrunn av høye TBT-nivåer og høyt innhold av tungmetaller. D8 bør også vurderes med hensyn på tiltak grunnet høyt innhold av TBT.

Tiltak må vurderes rundt den store sandblåserhallen, ved dieselpåfyllingen og ved den gamle fylling ut mot sjøen. En ny risikovurdering vil gi svar på hvorvidt det er akseptabelt å ikke inkludere masser i tilstandsklasse 4 i tiltak.

2.5 Oppsummering og konklusjon av miljøundersøkelsene gjort på området

Masser som klassifiseres som farlig avfall eller faller inn under tilstandsklasse 5 eller høyere, er ikke akseptable med hensyn på arealbruken, og disse massene bør fjernes eller isoleres, slik at de ikke lenger utgjør noen risiko med hensyn på helse eller spredning.

Videre bør det gjøres en ny risikovurdering av gjenværende masser i tilstandsklasse 4 og dypereliggende masser i tilstandsklasse 5, for å se om disse utgjør en akseptabel risiko med hensyn på spredning eller om også disse må sikres.

Det er i hovedsak tre lokaliteter på området som utpeker seg som særlig forurenset:

1. Området rundt den store sandblåserhallen
2. Dieselpåfyllingslokaliteten ved den store sandblåserhallen
3. Området ut mot sjøen hvor det trolig ligger en gammel fylling

Masser tilknyttet disse lokalitetene er ikke akseptable med hensyn på arealbruken på området, det viser både tilstandsklassene for massene og risikovurderingen som er gjennomført.

I tillegg må det vurderes å utføre tiltak ved området bak den lille sandblåserhallen grunnet høye TBT konsentrasjoner.

3 Risikovurdering forutsatt fjerning eller isolering av de mest forurensede massene

I henhold til Klifs veileder \2\ kan masser som faller inn under høyere tilstandsklasser enn det som i utgangspunktet er akseptabelt for arealbruken, i noen tilfeller ansees som akseptable. Forutsetningen for dette, er at det gjennomføres en risikovurdering som dokumenterer at forurensningen som finnes i disse massene ikke medfører en uakseptabel risiko for menneskers helse eller for miljøet. Klif har utarbeidet et regneverktøy som kan brukes til å beregne risikoen for henholdsvis helse og spredning.

3.1 Forutsetninger for risikovurderingen

Risikovurderingen gjennomføres i to trinn. I det første trinnet blir det avklart hvorvidt konsentrasjonene av de analyserte forbindelsene overskrider normverdiene for forurenset grunn eller ikke. Resultatet fremgår i regnearket med en prosentsetning, som viser hvor mye normverdiene overskrides. I den stedsspesifikke risikoanalysen for Dale i Tabell 3.2, ser vi at normverdiene overskrides for de fleste analyserte parametre.

Trinn 2 gjør en utdypende vurdering av risikoen, koblet til de to områdene helse og miljø. Målsettingen for trinn 2 av risikovurderingen kan beskrives med to miljømål:

- Opphold på området skal ikke medføre en uakseptabel helserisiko som skyldes forurensinger i grunnen.
- Spredningen av miljøgifter fra området skal ikke utgjøre en uakseptabel risiko for miljøet i resipienten (Dalesundet).

I den miljøtekniske grunnundersøkelsen ble også en risikovurdering gjennomført \11\ . Her ble alle prøvene brukt, også de som har konsentrasjoner av miljøgifter i tilstandsklasse 5 og de massene som er så forurenset at de regnes som farlig avfall.

For risikovurderingen i denne rapporten har vi tatt ut prøvene som skal omfattes av tiltak. Det er de prøvene som er i tilstandsklasse 5 (D6, DOV1, D11a, D14a, D19 og D26b) og farlig avfall (D20b og D26a), samt prøve D8 som har et TBT innhold tilsvarende tilstandsklasse 5.

I neste del av regnearket, merket “Stedsspesifikk”, føres verdiene som er spesifikke for Dale inn. Dette er verdier som omhandler bruken av området og i hvilken grad mennesker oppholder seg innenfor området. Videre legges det inn geologiske forhold, hydrologiske forhold og forurensningens utbredelse.

Det legges til grunn at arealbruken vil forbli den samme og at voksne vil oppholde seg i området på regelmessig basis, men ikke barn (0-6 år). Det forutsettes videre at det ikke skal dyrkes grønnsaker i området og grunnvannet fra området skal ikke brukes som drikkevann. Det er også forutsatt at ikke noen skal bo permanent på området.

3.2 Risikovurdering i henhold til Klifs helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn

Eksponeringsveiene som er vurdert i risikovurderingen er følgende:

- Direkte kontakt med jord ved hudkontakt
- Oralt inntak (f.eks. jordpartikler på hender ved spising)
- Innånding av støvpartikler utendørs
- Innånding av gass innendørs
- Avrenning til resipient (spredning til Dalesundet og opptak i næringskjede)

Ulike eksponeringsveier har ulik betydning, f.eks. oralt inntak har ikke så stor betydning når barn ikke oppholder seg innenfor området. Regnearket er oppbygget slik at alle stedsspesifikke parameterer er angitt med standardverdier. Disse standardverdier kan (og bør) endres i regnearket for å oppnå et mer riktig resultat. Tabell 3.1 viser standardverdi og de verdiene som er valgt å bruke spesifikk for Dale.

Tabell 3.1. Eksponeringsveier og eksponeringstider brukt i regnearket for risikovurderingen

Tabell I. Eksponeringsveier ved aktuell arealbruk.				
Parametre	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	229 8	dager/år timer/dag	Maksimalt antall arbeidsdager per år
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8 24	28 8 0	dager/år timer/dag	12 % av 229 (45/365)
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	229 8	dager/år timer/dag	Maksimalt antall arbeidsdager per år
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	229 8	dager/år timer/dag	Maksimalt antall arbeidsdager per år
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann	100 %	0 %	UAKTUELL	
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	0 %	UAKTUELL	
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	40 %		Konservativ betraktning

Når det gjelder de geologiske data som er benyttet, er noen fra analyseresultatene og noe fra tabeller med standardverdi i Klifs veileder 99:01 A. Dette er presisert i vedlegg 9.2.

Informasjon om temperatur og nedbør er hentet fra eKlimas database, mens måling av avstand og bygningenes størrelse er gjort i GisLink. Nettonedbør er beregnet ut fra en normalnedbør på 1160 mm per år (brutto) for Kristiansund. Evotranspirasjonen er beregnet til 103 mm, hvilket gir en nettonedbør på 1057 mm.

På grunn av at store deler av overflaten på området er asfaltert, bebyggt eller støpt med betong, og overvann fra disse flatene dreneres ned i et kum-system, så vil regnvann infiltrere ned i de

forurensede massene i relativt liten grad. Det vil derfor være feilaktig å benytte en nettonedbør på 1057 mm da det forutsettes at alle nedbør dreneres gjennom de forurensede massene. Arealet på asfalterte eller fast dekke er på ca. 50 % av arealet, og nedbøren settes derfor til 528 mm per år.

Selve vurderingen (resultatet) i regnearket er vist i Tabell 3.2. Her fremstilles de forskjellige stoffene som er brukt og deres målte konsentrasjoner i jorda (fra analyseresultatene). Videre vises resultatet fra trinn 1 (overskridelse av normverdi) og sist trinn 2, som er oppdelt i helserisiko og beregnede konsentrasjoner i grunnvann, resipienten Dalesundet og innendørsluft. Her er resultatene basert på maksimal jordkonsentrasjon, det betyr “worst case scenario”.

Tabell 3.2. Resultat fra den stedsspesifikke risikoanalysen.

Stoff	Målt jordkonsentrasjon			TRINN 1		TRINN 2					
	Antall prøver	Max C _{s, max} (mg/kg)	Middel C _{s, middel} (mg/kg)	Normverdi jord (mg/kg)	C _{s, max} overskrider normverdi	Helserisiko		Beregnet kons. fra max jordkons.			
						C _{he} aktuell arealbruk (mg/kg)	C _{s, max} overskrider C _{he}	Grunn-vann C _{gw, max} (mg/l)	Resipient C _{sw, max} (mg/l)	Innen-dørsluft C _{ia, max} (mg/l)	Fisk C _{f, max} (mg/l)
Arsen	23	34,4	9,9	8	330 %	567,2	-94 %	4E-02	2E-06	0	1E-04
Bly	25	672	184,2	60	1020 %	2027,5	-67 %	8E-02	5E-06	0	1E-03
Kadmium	23	2,36	0,7	1,5	57 %	156,4	-98 %	3E-03	2E-07	0	3E-05
Kvikksølv	12	4,79	0,9	1	379 %	196,6	-98 %	1E-03	7E-08	2E-09	1E-05
Kobber	25	1570	442,1	100	1470 %	1050955,5	-100 %	4E-01	2E-05	0	5E-03
Sink	25	4980	1293,6	200	2390 %	558307,9	-99 %	3E+00	2E-04	0	2E-01
Krom (III)	25	495	89	50	890 %	2037723,8	-100 %	3E-02	2E-06	0	4E-04
Nikkel	25	319	73,1	60	432 %	1146,8	-72 %	2E-01	1E-05	0	1E-03
Sum PCB-7	10	0,0966	0,02	0,06	61 %	707,1	-100 %	2E-02	9E-07	3E-12	5E-04
PAH totalt	25	4,7	1,1	2	135 %	73,1	-94 %	4E-05	2E-09	3E-12	6E-05
Naftalen	13	1,2	0,1	0,8	50 %	26117,7	-100 %	6E-03	4E-07	3E-10	8E-05
Fluoren	13	0,15	0,03	0,8	-81 %	50216,2	-100 %	1E-04	8E-09	4E-12	1E-05
Fluoranten	25	0,52	0,2	1	-48 %	1291,4	-100 %	2E-05	1E-09	1E-13	1E-05
Pyrene	25	0,54	0,1	1	-46 %	40113,4	-100 %	4E-05	2E-09	1E-14	3E-05
Benso(a)pyren	23	0,279	0,1	0,2	40 %	7,3	-96 %	2E-06	1E-10	3E-16	4E-06
Alifater >C10-C12	12	40	10	50	-20 %	85332,7	-100 %	8E-04	5E-08	2E-07	3E-03
Alifater >C12-C35	25	1790	303,4	100	1690 %	2973015,1	-100 %	9E-06	5E-10	4E-09	1E-01
TBT-oksid	25	2,64	0,4	0,001	263900 %	368,7	-99 %	5E-03	3E-07	4E-14	8E-04

3.3 Risikovurdering med hensyn på menneskers helse

Akseptkriteriene for helse er gitt i kolonnen merket “ C_{he} , aktuell arealbruk (mg/kg)” under Helseisikro i Tabell 3.2.

Resultatene viser at ingen av akseptkriteriene overstiges, og at risikoen med hensyn på menneskers helse er akseptabel forutsatt at masser i tilstandsklasse 5 og høyere fjernes eller isoleres.

3.4 Risikovurdering med hensyn på spredning av forurensning fra masser

Spredning av forurensning fra massene skjer med vann. Regnvann infiltrerer ned i grunnen, vasker ut forurensning og fører dem videre med grunnvannet ut i sjøen. Regnearket gir tall på den beregnede konsentrasjonen i grunnvannet og den beregnede konsentrasjonen i resipienten, det vil si Dalesundet. På grunn av den høye vannføringen i resipienten (omsetningen av vannet i Dalesundet) blir konsentrasjonene i sjøvann relativt lave. Vannføringen i aktuell del av Dalesundet er beregnet til $9,6 * 10^8 \text{ m}^3/\text{år}$ (4).

I Tabell 3.3, har de beregnede konsentrasjonene i sjøvann (resipient) blitt sammenlignet med PNEC/QS for sjøvann (6), og det er ingen av de beregnede konsentrasjonene som overgår PNEC/QS-verdiene for sjøvann med unntak av TBT som ligger rett over PNEC/QS-verdien. De beregnede resipientverdiene oppgitt i Tabell 3.3 er beregnet ut ifra maksimale jordkonsentrasjoner. Dersom en ser på verdiene beregnet ut fra middel jordkonsentrasjon (gitt i vedlegg 9.2), er disse betydelig lavere enn grenseverdiene.

De beregnede konsentrasjonene av grunnvann er betraktelig lavere etter fjerning av de mest forurensede massene, men overgår fortsatt drikkevannsforskriften og PNEC for flere parametre. Den beregnede konsentrasjonen er imidlertid utarbeidet basert på maksimale jordkonsentrasjoner og en av prøvene som ligger i tilstandsklasse 4, men tett opp mot tilstandsklasse 5, gjør store utslag når det regnes med maksimal jordkonsentrasjon. Dersom en ser på den beregnede grunnvannskonsentrasjonen fra middel jordkonsentrasjon, se vedlegg 9.3, så er nivåene betraktelig lavere og de fleste er godt under grenseverdiene.

Risikovurdering konkluderer med at det er ingen risiko for uakseptabel spredning, forutsatt at masser i tilstandsklasse 5 eller høyere fjernes eller isoleres.

Tabell 3.3. Resultatene fra regnearket sammenlignet med PNEC-verdier og grenseverdier fra drikkevannsforskriften.

Stoff	Beregnet resipient (µg/l) (maks)	Beregnet grunnvann (µg/l) (maks)	PNEC og QS sjøvann \6\ (µg/l)	PNEC ferskvann \9\ (µg/l)	Grenseverdi drikkevannsforskriften \8\ (µg/l)
Arsen	0,002	42	4,8	4	10
Bly	0,005	81	2,2	0,4	10
Kadmium	0,0002	3	0,24	0,02	5
Kvikksølv	0,00007	1	0,048	0,013	0,5
Kobber	0,02	379	0,64	0,05	100
Sink	0,2	3007	2,9	0,04	
Krom (III)	0,002	30	3,4	4,7	50
Nikkel	0,01	193	2,2		20
Sum PCB-7	0,0009	15		0,002	
PAH totalt	0,000002	0,04			0,1
Benso(a)pyren	0,0000001	0,002	0,05	0,05	0,01
Alifater >C10-C12	0,00005	1		1000	
Alifater >C12-C35	0,0000005	0,009			10
TBT-oksid	0,0003	5	0,0002		

3.5 Oppsummering av risikovurdering

Risikovurderingen omfatter alle prøvene fra den miljøtekniske grunnundersøkelsen og Multiconsult sin undersøkelse i 2009 \4\, med unntak av de analyseresultatene som omfattes av tiltak i påfølgende tiltaksplan. Det betyr at analyseresultater i tilstandsklasse 5 og høyere ikke er inkludert. Hele området er inkludert i samme risikovurdering.

Risikovurderingen viser at det ikke er noen uakseptabel risiko for verken menneskers helse eller spredning til miljø forutsatt at masser i tilstandsklasse 5 (i toppjord) og høyere fjernes eller isoleres. Det betyr at det er akseptabelt med tilstandsklasse 4 i toppjord. Klasse 5 i dypereliggende jord hadde også vært akseptabelt, men ingen av prøvene viser tilstandsklasse 5 i dypereliggende jord.

4 Tiltaksplan

Resultat av analyser av jordprøver og risikovurdering viser at det kreves en tiltaksplan for håndtering av jordmasser fra verftsområdet på Dale i henhold til forurensningsforskriftens Kap. 2 § 2-5.

Ulike tiltak er anbefalt for masser med ulik forurensningsgrad og lokalisering på området. Anbefalte tiltak og håndtering av masse er beskrevet for de ulike tiltaksområdene i kapittel 5.

4.1 Målsetting

Den overordnede målsetningen er å forhindre en ikke akseptabel spredning av miljøgifter til Dalesundet, og at det skal være helsemessig forsvarlig å arbeide ved Dale.

Målsettingen med tiltaksplanen er derfor å beskrive tiltak som fjerner eller isolerer masser som i henhold til tilstandsklasser og risikovurdering ikke er akseptable for det undersøkte området.

4.2 Deponering av masser

Avfallsforskriften kapittel 9-5 /3/ klassifiserer deponier i tre ulike kategorier.

- 1 Deponier for farlig avfall
- 2 Deponier for ordinært avfall
- 3 Deponier for inert avfall

Massene som skal fjernes fra dette området faller i hovedsak inn under deponikategori 2, deponier for ordinært avfall, med unntak av masser tilknyttet D20b og D26a, som faller inn under deponikategori 1, farlig avfall.

TOC er analysert på 4 prøver og verdiene varierer fra 0,67 % til 5,94 %. Den generelle grenseverdien er 10 % TOC for deponi for ordinært avfall, men det stilles strengere krav dersom massene leveres til andre deponiklasser.

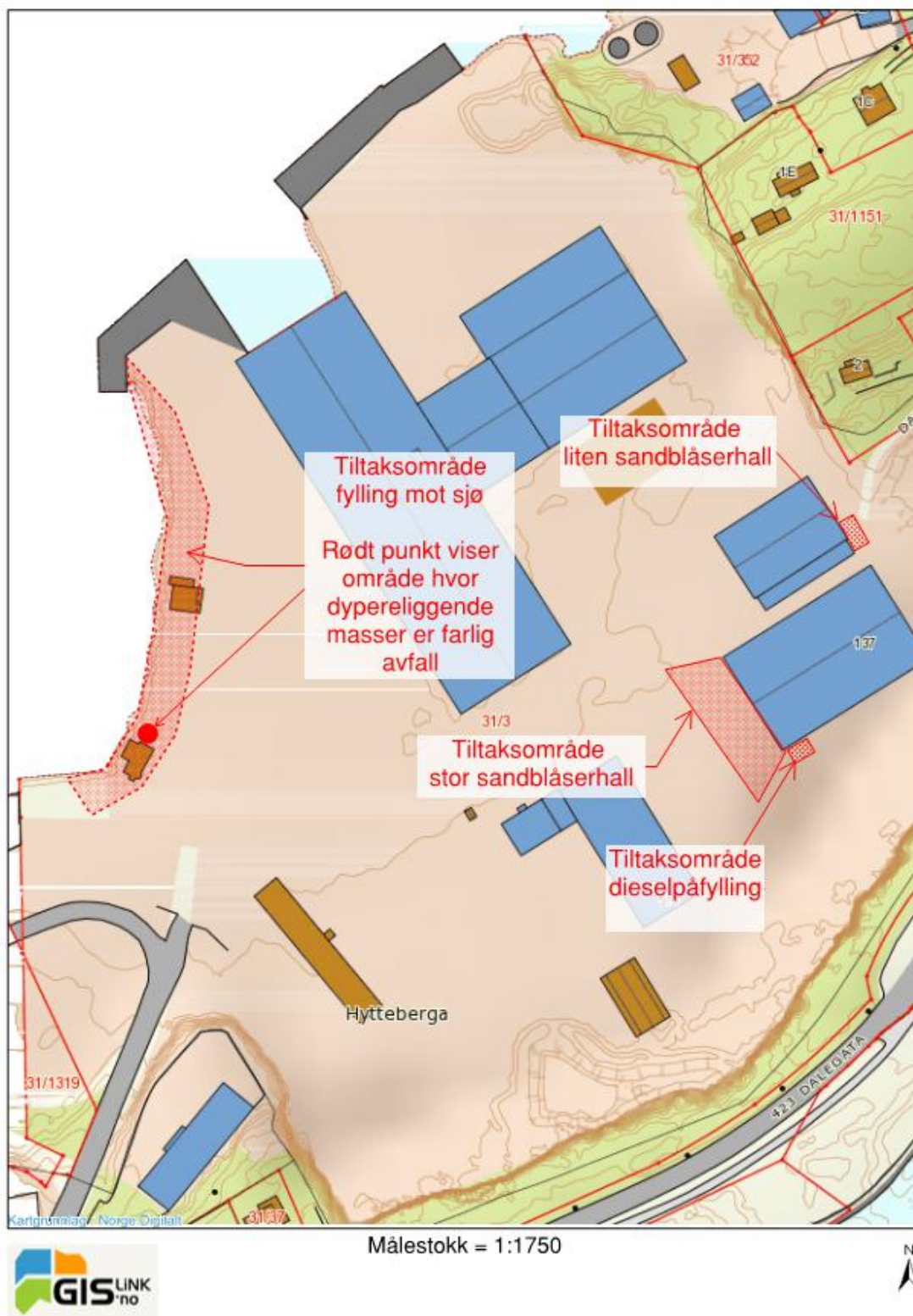
Grenseverdiene for deponi for inert avfall er den strengeste, på 3 % TOC, dernest er det en grenseverdi på 5 % TOC for deponiceller hvor ordinært og stabilt farlig avfall deponeres sammen. Grenseverdien for deponi for farlig avfall er 6 % TOC.

Det må undersøkes om deponiet som planlegges benyttet krever ytterligere analyser, eksempelvis utlekingstester. Dersom dette påkreves, bør det tas en blandprøve av de løsmassene som sorteres ut ved gjennomføring av tiltak. Dette innebærer at massene må mellomlagres på området (eksempelvis i container) frem til analyseresultatene foreligger.

Hvis det kan dokumenteres at forurensingen er oppstått før 1999, er det lavere leveringskostnader til deponi enn om forurensingen er nyere enn fra 1999.

5 Tiltaksområder

Vi har definert fire tiltaksområder ved Dale, det er et område tilknyttet den store sandblåserhallen, et område tilknyttet den lille sandblåserhallen, området tilknyttet dieselpåfyllingen og fyllingen påvist ut mot sjø. Tiltaksområdene er illustrert i Figur 5.1.



Figur 5.1. Oversikt over tiltaksområder ved Dale. Kartkilde; Gislink.no.

5.1 Generelle tiltak for hele området ved Dale

Det anbefales generelt at størst mulig del av arealet på området asfalteres eller at det på annet vis etableres tette dekker (for eksempel betong), i tillegg til av det etableres dreneringskummer for overflatevann. Dette vil ha positiv effekt i forhold til infiltrasjon av vann og spredning av forurensning til sjø, det vil dessuten være positivt med hensyn på støvproblematikk og direkte eksponering for mennesker som oppholder seg på området. Generelt er det å anbefale at så mye som mulig av overflater på Dale- området tildekkes med asfalt eller betong,

Det er dessuten generelt viktig med god avfallshåndtering på området. Eksempelvis må alt søl av kjemikalier, oljeholdig væske og lignende samles og deponeres i henhold til gjeldene forskrifter, slik at en unngår drenering av forurensning til sjø.

Videre anbefaler vi at der hvor det gjøres tiltak ved masseutskiftning, også etableres en duk som skiller mellom eksisterende masser og tilførte rene masser. Dette for å kunne skille mellom masser som kan ha ulik forurensningsgrad, noe som kan være nyttig dersom det ved en senere anledning skal foregå gravearbeid på området, det vil dessuten virke stabiliserende på ny masse.

5.2 Stor sandblåserhall

Beskrivelse av tiltaksområde

Lengst øst på området er det lokalisert en stor sandblåserhall, og i området rundt denne hallen er det påvist et svart sjikt ved ca. 20 cm dybde. Dette sjiktet ble påvist ved prøvepunkt D10, D11, D13, D14 og D15. I prøvene tilknyttet disse punktene er det funnet forhøyede konsentrasjoner tungmetaller, spesielt bly og sink, samt oljeforbindelser ved prøvepunkt D14. Mye tyder på at forurensningen skyldes blåsesand fra tidligere aktivitet.

Det er kun ved prøvepunkt D11 og D14 (samt overflateprøven DOV1 tatt av Multiconsult) at det er påvist såpass høye konsentrasjoner at massene faller inn under tilstandsklasse 5, og dermed krever tiltak. Tiltaksområdet avgrenses derfor til den vestlige enden av den store sandblåserhallen, i et område langs veggen på sandblåserhallen (ca. 35 m) ut i ca. 15 meters bredde, i et trapes hvor lengste akse er ca. 50 meter, illustrert i Figur 5.1. Arealet er på tiltaksområdet er ca. 638 m², og utbredelsen av forurensningen er strekker seg ned til ca. 50 cm. Totalt vil det være ca. 319 m³ masse som omfattes av tiltaket.



Figur 5.2. Bilde av den store sandblåserhallen fra vest (den lille sandblåserhallen er den blå til venstre).

Anbefalt tiltak

Anbefalt tiltak ved dette tiltaksområdet vil være masseutskiftning. Det betyr at de forurensete massene må fjernes og leveres til godkjent deponi. Det utgravde området kan etterfylles med stedlige masser som tilfredsstillende akseptkriteriene (tilstandsklasse 4 eller lavere) eller med tilkjørte, dokumenterte rene masser.

Ved dette tiltaksområdet anslås det fjerning av ca 319 m³ masser. Forurensningen er i hovedsak konsentrert i løsmassene, og det er ikke nødvendig å fjerne store stein og fjellblokker, med mindre disse er synlig tilgriset med for eksempel olje. For å redusere antall m³ masse som må fjernes, kan en rist brukes til å sortere ut løsmassene. En rist med sorteringsgrad på inntil 5 cm kan benyttes for å skille ut de massene som må fjernes og kjøres til deponi. Sikting vil redusere mengden masse som må fjernes betydelig.

5.1 Liten sandblåserhall

Beskrivelse av tiltaksområde

Nord for den store sandblåserhallen, er den lille sandblåserhallen lokalisert. Det foreligger tre prøver fra baksiden av den lille og den store sandblåserhallen, D1, D8 og D9. De tre prøvene faller inn under tilstandsklasse 4 (D1 og D8) og tilstandsklasse 2 (D9) ut ifra parametrene i veilederen. I prøve D8 er det imidlertid påvist høye konsentrasjoner av TBT (5,43 mg/kg). Konsentrasjonen er såpass høy at massene må klassifiseres i tilstandsklasse 4, som i utgangspunktet er akseptabel for andre parametre, men som risikovurderingen viser ikke er akseptabel for TBT. Det anbefales derfor utført tiltak. Det ble også påvist relativt høye konsentrasjoner av oljeforbindelser og sink, i disse massene, og mye tyder på at forurensningen kan skyldes blåsesand fra tidligere aktivitet.

Tiltaksområdet avgrenses til den sør-østlige enden av den lille sandblåserhallen, i nærheten av porten, i et område langs veggen på sandblåserhallen (ca. 10 m) ut i ca. 6 meters bredde, illustrert i Figur 5.1. Arealet er på tiltaksområdet er ca. 60 m². Det er relativt grunt til fjell i dette området, ved prøvepunkt D8 ble fjell påtruffet ved ca. 70 cm. I og med at forurensningskilden antas å være blåsesand, bør det være tilstrekkelig å fjerne masser ned til 50 cm.



Figur 5.3. Bilde av den store sandblåserhallen fra vest (den lille sandblåserhallen er den blå til venstre).

Anbefalt tiltak

Anbefalt tiltak ved dette tiltaksområdet vil være masseutskiftning. Det betyr at de forurensete massene må fjernes og leveres til godkjent deponi. Det utgravde området kan etterfylles med stedlige masser som tilfredsstillende akseptkriteriene (tilstandsklasse 4 eller lavere) eller med tilkjørte, dokumenterte rene masser.

Ved dette tiltaksområdet anslås det fjerning av ca 30 m³ masser. Forurensningen er i hovedsak konsentrert i løsmassene, og det er ikke nødvendig å fjerne store stein og steinblokker, med mindre disse er synlig tilgriset med for eksempel olje. For å redusere antall m³ masse som må fjernes, kan en rist brukes til å sortere ut løsmassene. En rist med sorteringsgrad på inntil 5 cm kan benyttes for å skille ut de massene som må fjernes og kjøres til deponi. Sikting vil redusere mengden masse som må fjernes betydelig.

5.2 Dieselpåfylling

Beskrivelse av tiltaksområde

Ved den sør-østlige vegg på den store sandblåserhallen, er det plassert en dieselpåfylling. Det er ikke fast dekke under påfyllingen (asfalt eller betong) og det er heller ingen form for oppsamlingsvern for eventuell lekkasje eller søl fra tanken. Prøve D26a er tatt av overflatejorden (ned til ca. 10 cm), og viser at massen er så forurenset av diesel at den klassifiseres som farlig avfall. Prøve D26b er tatt ved ca. 40 cm dyp og viser fortsatt høye konsentrasjoner av diesel, i tilstandsklasse 5.

Tiltaksområdet tilknyttet dieselpåfyllingen er på ca. 5 meter langs vegg og 4 meter ut fra vegg, dvs et areal på ca. 20 m². Overflatejorden ned til et dyp på ca 40 cm ansees som farlig avfall, mens dypereliggende jord, fra 40 cm til 100 cm (eller ned til fjell, avhengig av hva som inntreffer først), ansees som forurenset i tilstandsklasse 5.



Figur 5.4. Bilde av dieselpåfyllingen, området som skal fjernes er ikke asfaltert.

Anbefalt tiltak

Anbefalt tiltak ved dette tiltaksområdet vil være masseutskiftning. Det betyr at de forurensete massene må fjernes og leveres til godkjent deponi. Ved tiltaksområdet dieselpåfylling skiller det mellom to forureningsgrader på massene. De øverste 40 cm leveres som farlig avfall, mens masser fra 40 – 100 cm (eller ned til fjell), leveres som forurenset masse. Det utgravede området kan etterfylles med stedlige masser som tilfredsstillende akseptkriteriene (tilstandsklasse 4 eller lavere) eller med tilkjørte, dokumenterte rene masser.

Ved dette tiltaksområdet anslås det fjerning av totalt ca. 20 m³ masser, av disse skal de øverste ca. 8 m³ leveres som farlig avfall og resterende ca. 12 m³ leveres som forurenset masse.

Forurensningen er i hovedsak konsentrert i løsmassene, og det er ikke nødvendig å fjerne store stein og steinblokker, med mindre disse er synlig tilgriset med for eksempel olje. For å redusere antall m³ masse som må fjernes, kan en rist brukes til å sortere ut løsmassene. En rist med sorteringsgrad på inntil 5 cm kan benyttes for å skille ut de massene som må fjernes og kjøres til deponi. Sikting vil redusere mengden masse som må fjernes betydelig.

Dersom området skal fortsette å fungere som dieselpåfylling etter opprydningstiltak, må det etableres tett dekke med oppsamlingsvern for lekkasje og søl fra tanken.

5.3 Gammel fylling

Beskrivelse av tiltaksområde

Vest for den store Sterkoder-hallen, er det et område ut mot sjøen hvor det er avdekket en gammel fylling. Fyllingen ser ut til å strekke seg langs sjøkanten fra kaianlegget i betong nordvest for Sterkoder-hallen og til en gammel bedding lengst vest på området, se Figur 5.1. Lengden på fyllingen anslås til å være ca. 130 meter langs sjøkanten, og bredden på den varierer nok en del, men anslås i snitt å være ca. 10 meter bred. Arealet på tiltaksområdet vil altså være ca. 1300 m². Dybden på området varierer fra 110cm (ved den gamle beddingen) til 190 cm (vil variere med flo og fjære).

Det er tatt totalt 8 prøver fordelt på 5 prøvepunkter i dette området, og forurensningsgraden er noe varierende fra punkt til punkt. Bilder fra prøvepunktene prøvetatt av COWI er gitt i Figur 5.5.



Prøvepunkt D19, ved/over gammel bedding, tilstandsklasse 5.

Prøvepunkt D20, mellom brakke og grønn hall, dypereliggende jord er farlig avfall.



Prøvepunkt D21, på nordsiden av den grønne hallen, tilstandsklasse 4 og 3.

Prøvepunkt D22, nærmest kaianlegg, tilstandsklasse 3 og 4.

Figur 5.5. Bilder av prøvepunkter tilknyttet fylling langs sjø.

Ved prøvepunkt D19, lengst sør-vest i dette området, er det tatt en blandprøve ned til ca. 110 cm, hvor det ble påtruffet betong, trolig den gamle beddingen. Massene ved dette punktet er forurensset med kvikksølv og bly i tilstandsklasse 5, noe som krever tiltak, konsentrasjonen av TBT er også relativt høy ved dette punktet.

Ved prøvepunkt D20, ble det tatt to prøver. Prøve D20a (0-100 cm) klassifiseres i tilstandsklasse 3 og er akseptabel med tanke på arealbruken. Prøve D20b (100-190 cm) er imidlertid så forurensset med bly at massene klassifiseres som farlig avfall. Dypere liggende masser ved dette punktet krever derfor tiltak. Området er avmerket som et rødt punkt i tiltaksområdet i Figur 5.1.

Ved prøvepunkt D21, ble det også tatt to prøver, D21a (0-100 cm) og D21b (100-170 cm). Massene ved dette punktet faller inn under tilstandsklasse 4 og 3, og er akseptable basert på arealbruk og risikovurdering

Ved prøvepunkt D22, ble det tatt to prøver, D22a (0-100 cm) og D22b (100-150 cm). Massene faller inn under tilstandsklasse 3 og 4, og er akseptable basert på arealbruk og risikovurdering.

Ved prøvepunkt D6 (tatt av Multiconsult), er det tatt en blandprøve (0-160 cm), og massene faller inn under tilstandsklasse 5 grunnet høye konsentrasjoner av sink. Massene krever tiltak.

Til tross for at noen av prøvene i området er lavere forurensset enn andre og strengt tatt ikke krever tiltak, er det vanskelig å avgrense hvor den sterkeste forurensningen starter og slutter, samt hvor kildene befinner seg. Vi har derfor valgt å definere hele fyllingen ut mot sjø som et tiltaksområde. Arealet på dette området vil som beskrevet ovenfor være på ca. 1300 m², og dersom en regner med en gjennomsnittlig dybde på ca. 150 cm, vil dette utgjøre ca. 1950 m³ masse.

Anbefalt tiltak

Hensikten med tiltak tilknyttet forurenset grunn, er å fjerne eller isolere forurensningen slik at fremtidig forurensning av miljø og påvirkning på menneskers helse i området reduseres til akseptabelt nivå. Ved valg av tiltak må det gjøres vurderinger både i forhold til hva som er praktisk gjennomførbart, hva som er mest hensiktsmessig med tanke på helse og miljø, og en må se på kostnadene ved de ulike tiltakene opp i mot helse- og miljøgevinst (kost-/nyttevurderinger).

De to mulige hovedtiltakene som kan utføres ved tiltaksområdet er masseutskiftning og isolering, og innenfor isolering av forurensete masser er det flere mulige tiltak. Nedenfor har vi presentert ulike tiltak, samt forsøkt å belyse fordeler og ulemper ved disse.

Masseutskiftning

Masseutskiftning ved å fjerne forurensete masser og erstatte disse med rene eller lavere forurensete stedlige masser. I dette området er masseutskiftning lite tilrådelig, både med hensyn til gjennomførbarhet, fare for spredning av forurensning og kostnader ved tiltak. Dette tiltaket vil omfatte masseutskiftning av nesten 2000 m³ masser, som ligger i direkte kontakt med sjø. De forurensete massene har vært vasket ut av sjø over lang tid, og resterende forurensning er i hovedsak bundet opp i løsmassene inne i fyllingen (partikkelbundet). I og med at massene ligger i direkte kontakt med sjø, vil masseutskiftning være vanskelig å gjennomføre uten at gravingen samtidig vil medføre økt risiko for spredning av forurensning til sjø. Masseutskiftning av nesten 2000 m³ vil dessuten være kostbart.

Isolering av forurensete masser

Isolering mot sjø vil redusere fare for erosjon og utvasking av forurensete partikler. Det vil fortsatt være en viss usikkerhet knyttet til hvordan vanntransporten er i bakkant av utfyllingen. Som for eksempel hvordan vann vil strømme fra andre deler av strandlinjen (eksempelvis under kai), gjennom steinfyllinger og til de forurensete områdene, men isolering til sjø vil uansett redusere direkte eksponering til sjø, særlig ved stormflo og fare for stor utvasking av partikler. Isolering kan gjøres på flere måter, og gjerne i forbindelse med landinnvinning. Nedenfor er det beskrevet tre isoleringstiltak, med fordeler og ulemper.

- › Isolering av masser ved utfylling med tilgjengelige masser/steinmasser. Fordelen ved dette tiltaket, er at det er ikke vil skape ubalanse i vannivå og det er et relativt prisgunstig tiltak. Ulempen er at selv om tiltaket vil redusere direkte eksponering til sjø, så vil tiltaket i liten grad redusere utvasking av partikler.
- › Isolering av masser ved først å etablere et filterlag (duk og sand), og deretter fylle ut med tilgjengelige masser. Fordelen ved dette tiltaket, er at det ikke vil skape ubalanse i vannivå og at det i tillegg til å redusere direkte eksponering til sjø, også vil stanse partikkeltransporten. Ulempen er at tiltaket kan være noe kostbart, avhengig av tilgang på sand/filtermasser.

- › Isolering av masser ved å etablere en helt tett løsning med plast, betong, spunt eller liknende, og deretter fylle ut med tilgjengelige steinmasser. Fordelen ved dette tiltaket, er at det i tillegg til å redusere direkte eksponering til sjø, også vil stanse partikkeltransport og løste forbindelser. Ulempen er imidlertid at dette tiltaket kan skape ubalanse i vannivå og at det er noe kostbart.

Basert på fordeler og ulemper ved de ulike ovenfornevnte tiltakene, så anbefaler vi ved dette tiltaksområdet en isolering av de forurensede massene med etablering av filterlag og utfylling av tilgjengelige masser. I tillegg til isolering av massene bør det etableres tett dekke over de forurensede massene i tiltaksområdet, dette for å i størst mulig grad begrense vanngjennomstrømning av de forurensede massene.

6 Kostnadsoverslag

Kostnader ved fjerning av forurenset masse vil naturlig nok variere ut ifra valg av entreprenør, nærhet til og valg av deponi, samt omfang og forureningsgrad på massene.

I tidligere prosjekter med opprydning av forurenset grunn har vi erfaringstall på ca. 1700 kr per m³ eks. mva. på forurenset masse. I denne kostnaden er det inkludert rigg, oppgraving, opplasting, transport, deponering og revegetering/planering. Estimaten inkluderer ikke kostnader for opprydning av eksempelvis metallskrot og heller ikke rådgivertjenester. Det gjøres også oppmerksom på at vi ikke har lokale erfaringstall fra Kristiansund området.

Ved Dale er det, basert på de anbefalte tiltaksområdene, snakk om opprydning ved masseutskiftning av ca. 370 m³ masser. Basert på erfaringstallene vil masseutskiftning av dette utgjøre en pris på ca. 690 000 kr eks. mva. Sikting av massene for å fjerne store steiner og steinblokker, vil imidlertid redusere både volum og kostnader betydelig.

Dersom det blir behov for det, vil det i tillegg komme kostnader i form av adsorbent/absorbent. Eventuelt behov for rådgivertjenester kommer også i tillegg, det samme gjelder rensing av grunnvann dersom dette skulle bli nødvendig. Oljeadsorbenter kan trolig skaffes lokalt fra oljebasene i Kristiansund. Dersom det blir behov for en midlertidig oljeutskiller, er det sjekket lokalt med Septikservice ved Tønnes Willoch, og det ble oppgitt et prisestimat mellom 50-100 000 kr eks. mva. for nedsetting, ettersyn, tømning og opprydding/reetablering av området. Eventuelt kan også oljeadsorbenter brukes ved søl i mindre målestokk.

Når det gjelder tiltaksområdet tilknyttet gammel fylling mot sjø, er det vanskelig å gi overslag på kostnad uten å gå nærmere inn på detaljprosjektering, noe vi anser som lite hensiktsmessig før valg av tiltak fattes. Det kan imidlertid fastslås at masseutskiftning ved dette tiltaksområdet vil ha en betydelig høyere kostnad enn isolering. Tiltaksområdet omfatter masser på ca. 2000 m³, dersom en regner med erfaringstallene på ca. 1700 kr per m³, vil dette utgjøre 3.400 000 kr eks.mva. Riktignok vil sikting av masser redusere mengdene, men plasseringen av disse massene gjør at det må påregnes spesielle tiltak mot sjø for å forhindre utvasking av massene under arbeid, noe som kan gi en betydelig merkostnad.

Kostnader ved isolering med filterlag vil omfatte noe utjevning av masse før etablering av filterlag (filterduk og sand) og fyllmasser, samt etablering av tett dekke over forurenset masse. Priser på dette kan innhentes lokalt ved eventuell detaljprosjektering.

7 Sikring, beredskap og kontrolltiltak

7.1 Sikring og beredskap ved utgraving

Risiko for spredning av forurensning i forbindelse med anleggsarbeidet vurderes som lav i tiltaksområdene for stor sandblåserhall og dieselpåfylling, ettersom forurensningen kun forekommer i avgrensede områder. Nedbør som faller på de forurensede områdene vil sige ned i grunnen og ta veien gjennom grunnvannet. Dersom en velger masseutskiftning som tiltak ved tiltaksområdet for den gamle fyllingen til sjø, er det stor fare for spredning av forurensning til sjø og det må etableres særskilte sikringstiltak.

Det er viktig at siktingen av de forurensede massene, samt håndteringen og lagringen av de utsorterte forurensede løsmassene utføres på en slik måte at man ikke risikerer å spre forurensningen til andre masser på området. Det betyr at sikting eksempelvis bør foregå over en tett container eller over tett dekke. Mellomlagring av masser før transport til godkjent deponi må enten skje i en tett container eller på annen måte med tett dekke både under og over massene.

Masser som ikke er finmasser (dvs. kornstørrelse over 2 cm) og som ikke er synlig forurensede kan brukes som fyllingsmasser på tomta.

En mulig spredningsvei av forurensning er ved støving fra oppgravde masser under selve oppgravingen, men påvirkningen av denne typen spredning vil være av svært lokal karakter og i et svært begrenset tidsrom.

Entreprenøren forplikter å utarbeide en beredskapsplan som skal omfatte tiltak og varslingsrutiner dersom det skulle oppstå uforutsette påtreff av forurensninger i grunnen eller akutt fare for spredning av forurensning.

Ved transport av massene til godkjent deponi, bør eventuelt lasteplan være tildekket under transport for å forhindre spredning ved støving og avrenning fra lasteplanet. Det anbefales å transportere massene i tette containere.

7.2 Sikring for menneskelig eksponering i anleggsperioden

Det vil alltid være en viss risiko tilstede for at de som skal utføre gravearbeidet vil være eksponert for opptak av forurensning via oralt inntak, hudkontakt og støveksposering. Det er funnet spesielt høye konsentrasjoner (farlig avfall) av diesel i massene ved prøvepunkt D26, dieselpåfylling ved sandblåserhallen. Det bør benyttes verneutstyr som eksempelvis verneklær, vernesko, hansker og støvmaske ved eventuell støvdannelse. Uvedkommende skal ikke ha tilgang til anleggsområdet.

7.3 Kontroll med tiltaket og utgravd masse

Det anbefales at det tas prøver av tiltaksområdene hvor det er utført masseutskiftning som tiltak for å dokumentere at områdene kan friskmeldes.

Hvis uforutsette situasjoner skulle oppstå, hvor det oppdages forurensede masser av en type som ikke tidligere er påvist i kartleggingen, skal massene sjekkes ut i henhold til utarbeidet sjekkliste, gitt i vedlegg 9.1. På området skal det også være en container med tett bunn for oppsamling av sterkt forurensede masser. For å bekrefte utført sjekk vil sjekklisten dateres og signeres av det personell som utførte sjekken. Ansvarlig person vil i slike situasjoner bli kontaktet umiddelbart. Uttak av supplerende kontrollprøver vil bli vurdert.

Kontrollprøver av masser som skal transporteres ut av området vil bli gjort i den grad dette kreves av mottaksplass for massene. Hvis det oppdages forurensede masser av en type som ikke tidligere er påvist i kartleggingen, vil det være behov for kontroll av massene av kvalifisert personell.

Entreprenøren bør følges opp med hensyn på korrekt disponering av masser og dokumentasjon av levering til gjenbruk og godkjent mottak. Dokumentert massedisponering og resultater fra prøvetaking vil være en del av sluttrapport.

7.4 Tilførsel av dekkmasser og planering/revegetering

Områder som er utsatt for terrenginngrep, enten ved kjøring eller hvor selve opprydding skjer, vil der det påkreves bli planert eller revegetert med egnede masser. Områder hvor forurenset jord er fjernet, skal tildekkes med stedlige masser (i akseptabel tilstandsklasse) eller tilkjørte masser som må være dokumentert som rene.

Masser som tilføres området som dekkmasse skal være rene, dvs. at massene skal tilfredsstillende normverdiene gitt i forurensningsforskriftens Kap. 2 vedlegg 1.

8 Referanser

- \1\ <http://www.sterkoder.no/33975/1609/33976-34431.html>
- \2\ Klif 2009: Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. Rapport Klima- og forurensningsdirektoratet. TA 2553/2009.
- \3\ Klif 1999: Risikovurdering forurenset grunn. Veiledning, 99:01A.
- \4\ Multiconsult 2009: Storvik Mek Verksted – Dale – Miljøgeologiske undersøkelser av verftsområde, Oppdrag/rapportnr. 412997-1
- \5\ COWI AS 2012: Prøvetakingsplan for supplerende miljøundersøkelser ved Dale, Kristiansund.
- \6\ Klif 2007: Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. TA 2229/2007
- \7\ Klif 1997: Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04.
- \8\ Helse og omsorgsdepartementet 2001: Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften) FOR 2001-12-04
- \9\ Aquateam 2007: Oppdatering av bakgrunnsdata og forslag til nye normverdier for forurenset grunn.
- \10\ Klif 2007: Veileder for risikovurdering av forurenset sediment. TA 2230/2007.
- \11\ COWI AS 2012: Miljøteknisk grunnundersøkelse for verftsområde ved Dale, Kristiansund.
- \12\ Forskrift for gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften), FOR-2004-06-01 nr 930.

9 Vedlegg

9.1 Sjekkliste for utført sjekk av masser ved oppgraving av masser

	JA	NEI
Sjekk av masser i gravegrop	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mørke/glinsende masser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Funn av fat eller lignende	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oljelukt under arbeidene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Annen lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Skinner på vann i gravegrop	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vedlagt dokumentasjon (bildenr. etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sjekk utført : _____
Dato

Sign.

9.2 Eksponeringsveier ved aktuelt arealbruk

Tabell I. Eksponeringsveier ved aktuell arealbruk. (Kun verdier i gull felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)				
Parametre	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Eksponeeringstid for oralt inntak av jord (barn)	365 8	0 0	UAKTUELL	Inngjerdet industriområde
Eksponeeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	229 8	dager/år timer/dag	Maksimalt antall arbeidsdager per år
Eksponeeringstid for hudkontakt med jord (barn)	80 8	0 0	UAKTUELL	Inngjerdet industriområde
Eksponeeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8	28 8	dager/år timer/dag	12 % av 229 (45/365)
Oppholdstid utendørs (barn)	365 24	0 0	UAKTUELL	Inngjerdet industriområde
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	229 8	dager/år timer/dag	Maksimalt antall arbeidsdager per år
Oppholdstid innendørs (barn)	365 24	0 0	UAKTUELL	Inngjerdet industriområde
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	229 8	dager/år timer/dag	Maksimalt antall arbeidsdager per år
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann	100 %	0 %	UAKTUELL	
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	0 %	UAKTUELL	
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	40 %		Konservativ betraktning

Tabell II. Transport og reaksjonsmekanismer (tabell 21 s.99 i SFT 99:01A; Kun verdier i gule felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)					
Parametre	Symbol	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Jordspesifikke data					
Vanninnhold i jord	θ_w	0,2	0,076	l vann/l jord	Sand ihht. tabell 17, SFT-veiledning 99:01A
Luftinnhold i jord	θ_a	0,2	0,334	l luft/l jord	Sand ihht. tabell 17, SFT-veiledning 99:01A
Jordas tetthet	ρ_s	1,7	1,7	kg/l jord	
Fraksjon organisk karbon i jord	f_{oc}	1 %	2 %		Analyseresultat fra ALS
Jorda porøsitet	ε	40 %	41 %		Sand ihht. tabell 17, SFT-veiledning 99:01A
Parametre brukt til beregning av konsentrasjon i innedørsluft					
Innvendig volum av huset	V_{hus}	240	365388	m^3	Høyde er oppgitt fra oppdragsgiver
Areal under huset	A	100	13208	m^2	Fra Gislink
Utskiftingshastighet for luft i huset	l	12	12	d^{-1}	
Innlekkingshastighet av poreluft	L	2,4	2,4	m^3/d	
Dybde fra kjellergulv til forurensning	Z	0,35	0,35	m	
Diffusiviteten i ren luft	D_o	0,7	0,7	m^2/d	
Data brukt til beregning av konsentrasjon i grunnvann					
Jordas hydraulisk konduktivitet	k	0,00001 315,36	0,0001 3153,6	m/s m/år	Sand ihht. tabell 17, SFT-veiledning 99:01A
Avstand til brønn	X	0	0	m	
Lengden av det forurensende området i grunnvannsstrømmens retning	L_{gw}	50	260	m	Metning i http://www.gislink.no/gislink/
Infiltrasjons faktor	IF	0,141	0,18	år/m	Sand ihht. tabell 17, SFT-veiledning 99:01A
Gjennomsnittlig årlig nedbørmengde	P	730	528	mm/år	Data fra eKlima 1160 mm/år - evotransp. 103 mm - 50% dekkende overflater
Infiltrasjonshastigheten	l	0,1	0,1	m/år	Beregnet ($IF \cdot P^2$)
Hydraulisk gradient	i	0,03	0,03	m/m	
Tykkelsen av akviferen	d_a	5	2	m	Ikke mye løsmasser på fjell

Tykkelsen av blandingssonen i akviferen	d_{mix}	5	2 m	Beregnet (ligning (10) i SFT 99:01a)
Data brukt til beregning av konsentrasjon i overflatevann				
Vannføring i overflatevann	Q_{sw}	500000	$9,56E+08 \text{ m}^3/\text{år}$	Fra Multiconsult sin rapport, vannføring i fjorden
Bredden av det forurensende området vinkel-rett på retningen av grunnvannsstrømmen	L_{sw}	7,34	300 m	Metning i http://www.gislink.no/gislink/
Beregnet hastighet på grunnvannstrøm	Q_{di}	347,21136	$56764,8 \text{ m}^3/\text{år}$	Beregnet ($k \cdot i \cdot d_{mix} \cdot L_{sw}$)

9.3 Stedsspesifikk risikovurdering

Stoff	Målt jordkonsentrasjon			TRINN 1		TRINN 2									
	Antall prøver	Max $C_{s, \max}$ (mg/kg)	Middel $C_{s, \text{middel}}$ (mg/kg)	Norm-verdi jord (mg/kg)	$C_{s, \max}$ over- skrider norm-verdi	Helserisiko		Beregnet kons. fra max jordkons.				Beregnet kons. fra middel jordkons.			
						C_{he} aktuell arealbruk (mg/kg)	$C_{s, \max}$ over- skrider C_{he}	Grunn- vann $C_{gw, \max}$ (mg/l)	Resipi- ent $C_{sw, \max}$ (mg/l)	Innen- dørsluft $C_{ia, \max}$ (mg/l)	Fisk $C_{f, \max}$ (mg/l)	Grunn- vann $C_{gw, \text{mid}}$ (mg/l)	Resipi- ent $C_{sw, \text{mid}}$ (mg/l)	Innen- dørsluft $C_{ia, \text{mid}}$ (mg/l)	Fisk $C_{f, \text{mid}}$ (mg/l)
Arsen	23	34,4	9,9	8	330 %	567,2	-94 %	4E-02	2E-06	0	1E-04	1E-02	7E-07	0	4E-05
Bly	25	672	184,2	60	1020 %	2027,5	-67 %	8E-02	5E-06	0	1E-03	2E-02	1E-06	0	4E-04
Kadmium	23	2,36	0,7	1,5	57 %	156,4	-98 %	3E-03	2E-07	0	3E-05	8E-04	5E-08	0	9E-06
Kvikksølv	12	4,79	0,9	1	379 %	196,6	-98 %	1E-03	7E-08	2E-09	1E-05	2E-04	1E-08	3E-10	2E-06
Kobber	25	1570	442,1	100	1470 %	1050955,5	-100 %	4E-01	2E-05	0	5E-03	1E-01	6E-06	0	1E-03
Sink	25	4980	1293,6	200	2390 %	558307,9	-99 %	3E+00	2E-04	0	2E-01	8E-01	5E-05	0	5E-02
Krom (III)	25	495	89	50	890 %	2037723,8	-100 %	3E-02	2E-06	0	4E-04	5E-03	3E-07	0	6E-05
Nikkel	25	319	73,1	60	432 %	1146,8	-72 %	2E-01	1E-05	0	1E-03	4E-02	3E-06	0	3E-04
Sum PCB-7	10	0,0966	0,02	0,06	61 %	707,1	-100 %	2E-02	9E-07	3E-12	5E-04	4E-03	2E-07	7E-13	1E-04
PAH totalt	25	4,7	1,1	2	135 %	73,1	-94 %	4E-05	2E-09	3E-12	6E-05	9E-06	5E-10	8E-13	1E-05
Naftalen	13	1,2	0,1	0,8	50 %	26117,7	-100 %	6E-03	4E-07	3E-10	8E-05	7E-04	4E-08	4E-11	1E-05
Fluoren	13	0,15	0,03	0,8	-81 %	50216,2	-100 %	1E-04	8E-09	4E-12	1E-05	2E-05	1E-09	7E-13	2E-06
Fluoranten	25	0,52	0,2	1	-48 %	1291,4	-100 %	2E-05	1E-09	1E-13	1E-05	6E-06	4E-10	4E-14	5E-06
Pyrene	25	0,54	0,1	1	-46 %	40113,4	-100 %	4E-05	2E-09	1E-14	3E-05	1E-05	6E-10	4E-15	8E-06
Benso(a)pyren	23	0,279	0,1	0,2	40 %	7,3	-96 %	2E-06	1E-10	3E-16	4E-06	7E-07	4E-11	1E-16	1E-06
Alifater >C10-C12	12	40	10	50	-20 %	85332,7	-100 %	8E-04	5E-08	2E-07	3E-03	2E-04	1E-08	5E-08	7E-04
Alifater >C12-C35	25	1790	303,4	100	1690 %	2973015,1	-100 %	9E-06	5E-10	4E-09	1E-01	2E-06	9E-11	6E-10	2E-02
TBT-oksid	25	2,64	0,4	0,001	263900 %	368,7	-99 %	5E-03	3E-07	4E-14	8E-04	8E-04	5E-08	6E-15	1E-04