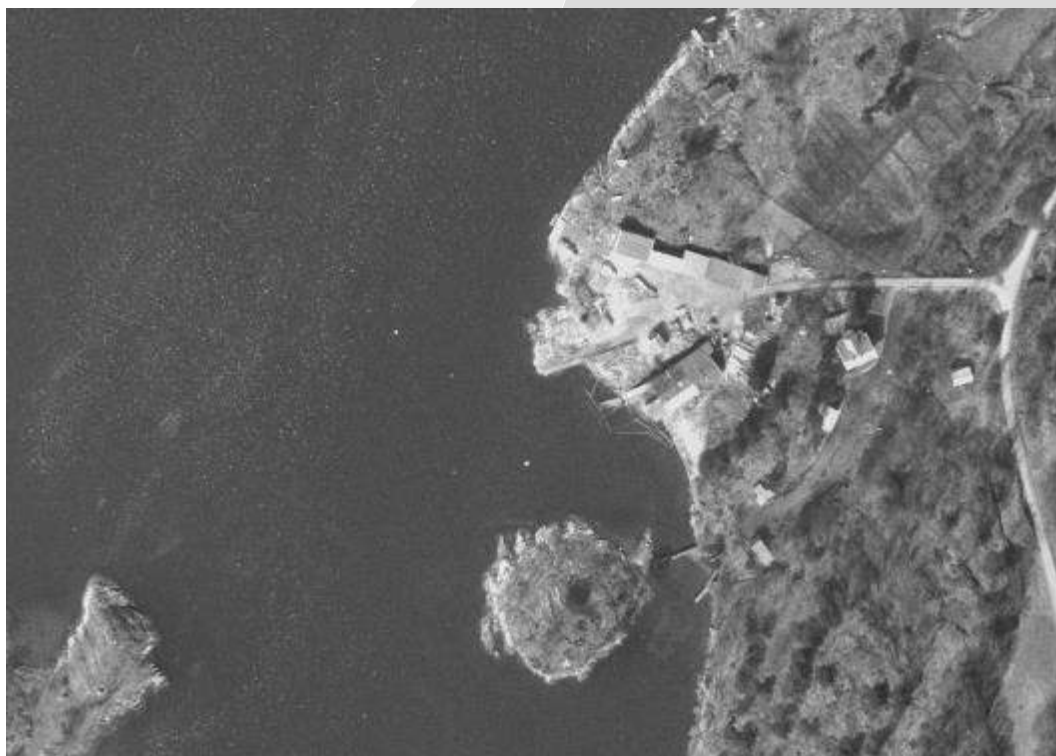


AUGUST 2019
VÅGSNES AS

SEDIMENTUNDERSØKELSE, RISIKOVURDERING OG TILTAKSPLAN VED VÅGSNES I ARENDAL



Flyfoto fra Vågsnes i 1968 (www.norgebilder.no)

AUGUST 2019
VÅGSNES AS

SEDIMENTUNDERSØKELSE, RISIKOVURDERING OG TILTAKSPLAN VED VÅGSNES I ARENDAL

OPPDRAGSNR.

A119317

DOKUMENTNR.

RAP001

VERSJON

3

UTGIVELSESDATO

17.08.2019

BESKRIVELSE

Undersøkelse, risikovurdering
og tiltaksplan for sedimenter

UTARBEIDET

Arild Vatland

KONTROLLERT

Jan Erik Kjemperud
(Stærk & Co) og
Tor Egil Larsen

GODKJENT

Tor Egil Larsen

SAMMENDRAG

Eiendommen Vågsnes på Tromøy i Arendal skal utvikles og bygges ut med boliger, sjøbuer, bryggeanlegg og badestrand. Siden miljøtekniske undersøkelser i 2013 påviste forurensede sedimenter i sjøen ved eiendommen, er det utarbeidet en risikovurdering og tiltaksplan. Risikovurderingen viser at det bør gjennomføres tiltak siden sedimentene er merkbart forurenset med tungmetaller (kobber, sink), PAH og TBT. Denne rapporten er dermed å anse som grunnlaget for en søknad til Fylkesmannen i Agder om å gjennomføre tiltakene som er beskrevet i denne rapporten, basert på sedimentundersøkelser og risikovurderinger.

Foreslåtte tiltaksområder omfatter 4000 m² sjøbunn, og ved gjennomføring av tiltak vil dette bidra til forbedrede miljøforhold i Tromøysund. Det foreslås i utgangspunktet å sugemudre inntil 3000 m² sjøbunn og tildekke inntil 1000 m².

Siden en del sjøbunn ved Vågsnes er bratte og med lite eller uten sediment, foreslås det at dykker først befarter tiltaksområdet og merker de områder som er mest egnet for hhv. sugemudring og/eller tildekking. Slik kan tiltak bli gjennomført på best mulig måte mht. miljø, helse og kostnader. Dette kan medføre at områder som sugemudres blir mindre enn først vurdert (ca. 2000 - 3000 m²), mens tiltaksområder som tildekkes blir større (ca. 1000-2000 m²). Ved en planlagt badestrand, foreslås det i et mindre område å først mudre og deretter tildekke sedimenter.

Eventuelt skrot på sjøbunnen må ryddes bort først før tiltak i sjø gjennomføres. Også anleggstiltak på land og i strandsonen som eventuelt kan påvirke forhold i sjøen, bør gjennomføres før tiltak med mudring og tildekking i sjøen gjennomføres.

Ved alle tiltak som kan medføre spredning av partikler til eller i sjøen, må spredning av partikler hindres med boblegardin. Det må også gjennomføres kontroll og måling av partikkelspredning i sjøen, og det må etableres prosedyrer ved eventuelle avvik. Tiltak må ellers gjennomføres iht. vilkår fra Fylkesmannen i Agder.

INNHOOLD

1	Innledning	9
1.1	Bakgrunn	10
1.2	Formål	10
2	Rammebetingelser	11
3	Områdebeskrivelse	12
3.1	Geografi	12
3.2	Reguleringsplan	14
3.3	Topografi og bunnforhold	15
3.4	Forurensningskilder	16
3.5	Kostholdsråd	19
3.6	Naturforhold	19
3.7	Kulturminner	22
3.8	Ledninger og kabler	22
4	Forurensningstilstand	23
5	Risikovurdering	27
5.1	Risikovurdering Trinn 1	27
5.2	Kilder til forurensning	34
6	Miljømål	37
6.1	Overordnede miljømål	37
6.2	Miljømål Vågsnes	37
6.3	Tiltaksmål	37
6.4	Bruk og tilstand etter tiltak	38
7	Tiltaksvurdering	39
7.1	Nullalternativet	39
7.2	Alternativ 1: Fjerning av forurensete masser	39
7.3	Alternativ 2: Tildekking	40
8	Tiltak	43
8.1	Tiltak mot forurensete sedimenter	43
8.2	Tiltak i strandsonen	44
9	Kontroll, overvåking og avbøtende tiltak	46
9.1	Kontroll av tildekkingsmasser	46
9.2	Risiko for rekontaminering	46
9.3	Overvåking under tiltak i sjø	46

9.4	Avbøtende tiltak	47
9.5	Støv og støy	48
9.6	Sluttkontroll	48
9.7	Overvåking i etterkant av tiltak	49
9.8	Oppdatering av databaser	49
10	Tiltaksrettede undersøkelser – og andre forhold som kan påvirke prioritering, fremdrift, kostnader	50
10.1	Kulturminner	50
10.2	Skrot på sjøbunnen	50
10.3	Erosjonssikring	50
10.4	Informasjon og medvirkning	50
10.5	Fremdrift	50
11	Konklusjon	51
12	Referanser	52

Vedlegg 1: Rapport fra sedimentundersøkelse i 2013

Vedlegg 2: Rapport fra grunnundersøkelser i 2016 (oppdatert fra 2013)

1 Innledning

Ved Vågsnes på Tromøy i Arendal kommune (gnr./bnr.: 217/27) har det siden 1922 vært flere ulike næringsaktiviteter. Fra 1922 til 1970 var det sagbruk, der det ble håndtert ubehandlet trevirke. Fra 1970 til 1977 ble området benyttet som lager for produkter fra Leca.

Fra 1978 og frem til 2016 ble det drevet båtlagring på området, og med 10-20 båtplasser i sjøen. På land var det et båtverksted for vedlikehold og reparasjoner av fritidsbåter, og opplagsplasser for vinterlagring av fritidsbåter. De siste båtene som ble satt på sjøen etter vinterlagring, ble satt ut våren 2017. Etter den tid har det ikke vært noen næringsaktivitet på området, og i 2018 ble bygg og infrastruktur fjernet.

Eiendommen ligger om lag 8 km øst for Arendal sentrum. Lokalisering er vist i figur 2. Siden eiendommen skulle omreguleres fra næringsformål til boligformål, ble COWI i 2013 engasjert av Vågsnes AS til å utføre en kartlegging og risikovurdering av sedimentene (COWI, 2013) i sjøen like utenfor. COWI har også gjennomført undersøkelser og utarbeidet tiltaksplan for arealene på land (COWI AS, 2013) (COWI AS, 2016).

Det var mistanke om at sedimentene kunne være forurenset, siden sedimenter i sentrale deler av Tromøysund generelt er forurenset og siden virksomheten ved Vågsnes med båttopplagsvirksomhet og reparasjoner kunne ha gitt tilførsler av forurensing til sjøen. Undersøkelser i 2013 for å kartlegge sedimentene, ble gjennomført i henhold til den tids relevante veileder fra Klif (KLIF, 2011). Rapporten ble ikke sendt inn til relevant miljømyndighet (Fylkesmannen i Aust-Agder) siden det var usikkerhet mht. fremdriften av planprosessene for området. I 2016 ga Miljødirektoratet ut en oppdatert veileder for risikovurdering av forurenset sediment (Miljødirektoratet, 2016), og risikovurderingene ved Vågsnes i 2013 har derfor blitt oppdatert iht. denne. Rapporten om sedimentundersøkelser og risikovurdering i 2013 er gitt i vedlegg 1 siden denne har vært et av grunnlagene for de planprosesser som siden har foregått.

På oppdrag fra Vågsnes AS har COWI AS gjennomført undersøkelser i sjøsediment, med hovedmål å undersøke tilstand, spredning, helserisiko og økologisk risiko, og for å vurdere om det bør gjennomføres tiltak eller ikke.

1.1 Bakgrunn

Bakgrunnen for gjennomførte sedimentundersøkelser, risikovurderinger og tiltaksplan, er planene om utbygging av eiendommen på Vågsnes til boligbebyggelse. Disse planene må innebære at grunnmasser, vann og sedimenter ikke må utgjøre noen helsefare for dem som skal bo og bruke området og at miljørisiko reduseres mest mulig.

Det er utført undersøkelser av forurensning på land og i sjøsedimenter. Gjennomførte sedimentundersøkelser i sjøen med tilhørende risikovurdering i 2013 viste at sedimentene er forurenset, og at kriterier med hensyn til human og økologisk risiko ikke var tilfredsstillende. Det er tiltakshavers ansvar å sørge for at det gjennomføres nødvendige tiltak.

Miljødirektoratets veiledningsmateriell for håndtering av forurensete sedimenter ble oppdatert i 2016 (Miljødirektoratet, 2016). Risikovurderingen som ble gjennomført i 2013, er derfor oppdatert iht. den nye veilederen og er gitt i denne rapporten. Rapporten for arbeid som ble utført i 2013 er gitt i vedlegg 1.

1.2 Formål

Tiltakshaver, som er Vågsnes AS, har engasjert COWI AS til å utarbeide en tiltaksplan for forurensete sjøsedimenter innen planområde og eiendom som bygges ut av Vågsnes AS på Tromøya i Arendal. Målsettingen med tiltaksplanen skal være å klarlegge årsaken til forurensning, samt hva som skal gjøres for å stanse, fjerne eller begrense virkningen av forurensningen slik at det ikke er fare for helse og/eller miljø på kort eller lang sikt. Det er kjent at Tromøysund er forurenset med tungmetaller og PAH (Vann-nett, 2018) og det er flere kilder, blant annet eksisterende småbåthavner, overflateavrenning og forurensete sedimenter i Tromøysund som potensielt kan rekontaminere området. Disse forhold vil derfor vurderes sammen med andre forhold når tiltak ved Vågsnes vurderes.

Tiltaksplanen er utarbeidet med hensyn til aktuell arealbruk, og at området nå er regulert til bolig og rekreasjon (inkludert strand og bading). Planen beskriver løsninger og tiltak for å fjerne/begrense virkningen av forurenset sjøbunn. Det er gjort en vurdering av egnethet for ulike tiltaksløsninger basert på effekt og kostnader, og det foreslås løsninger som skal ivareta miljø- og samfunnsmessige hensyn.

Tiltaksplanen er utarbeidet i henhold til retningslinjer gitt i Miljødirektoratets reviderte veileder M-350 "Håndtering av sedimenter" (Miljødirektoratet, 2015) og faktaark M-325 "Tiltaksplaner for opprydding i forurenset sjøbunn" (Miljødirektoratet, 2015).

2 Rammebetingelser

Miljødirektoratets veileder M-350 beskriver saksgang for tiltakshaver ved tiltak i sediment (Miljødirektoratet, 2015). Ved Vågsnes er det fylkesmannen (FM) som er miljømyndighet. Dette er illustrert i Figur 1.



Figur 1: Generell saksgang for tiltakshaver og forurensningsmyndighet ved tiltak i sediment. Tiltakshavers oppgaver gitt i blå felt og piler, myndighetenes oppgaver er gitt i grønne felt og piler.

3 Områdebeskrivelse

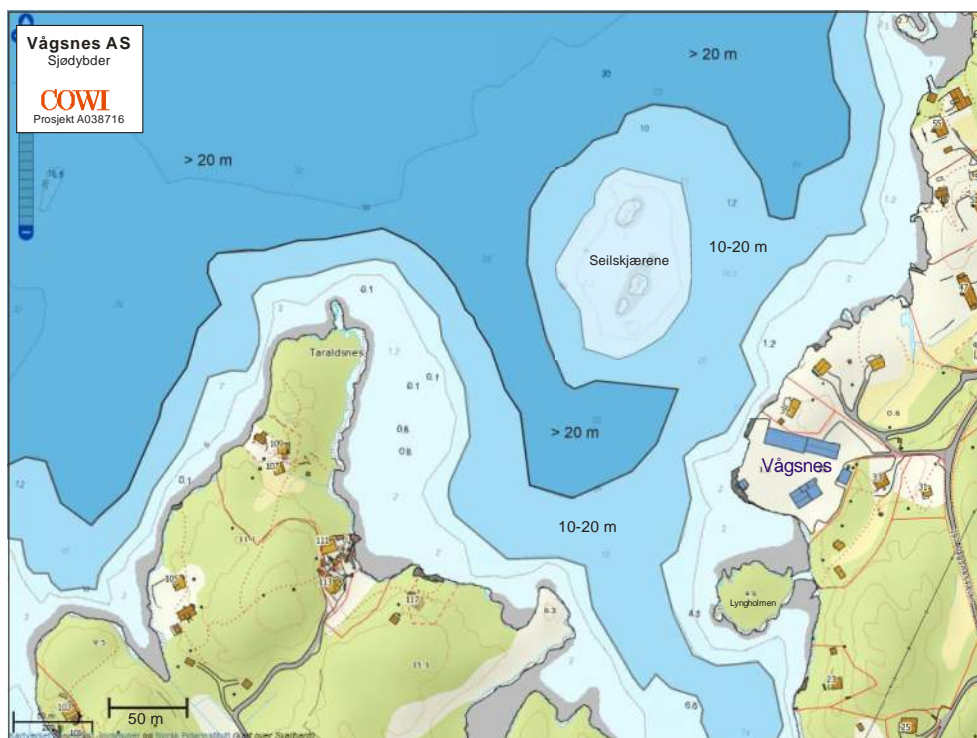
3.1 Geografi

Vågsnes ligger på sørøstsiden av Tromøysund, ca. 4,5 km øst for Arendal sentrum. Området grenser til sjø på tre kanter, se kart i og Figur 3. Mot vest og sør avgrenses eiendommen av sjøen. Mot nord og øst avgrenses eiendommen av tilstøtende eiendommer på landsiden. Området har historisk sett blitt benyttet til treindustri- og lagerområde, og er etablert ved at topper er sprengt bort og sprengstein er fylt i sjøen. Det generelle for området på land er steinfylling eller fast fjell, med et tynt løsmassedekke over.

Eiendommen på land er utførlig beskrevet i rapport om miljøtekniske grunnundersøkelser og tiltaksplan (COWI AS, 2013). Arendal kommune godkjente tiltaksplanen 22.11.2013, men av ulike årsaker er ikke alle tiltak enda gjennomført. Det ble utgitt en oppdatert tiltaksplan i 2016 (COWI AS, 2016), og denne rapporten gitt i vedlegg 2. Status medio 2019 er at en del forurenset grunnmasse er fjernet fra de øverste lag i deler av tiltaksområdene, men at det gjenstår noen tiltak.



Figur 2: Vågsnes beliggenhet er markert med sort sirkel på kartet (Kartverket.no).

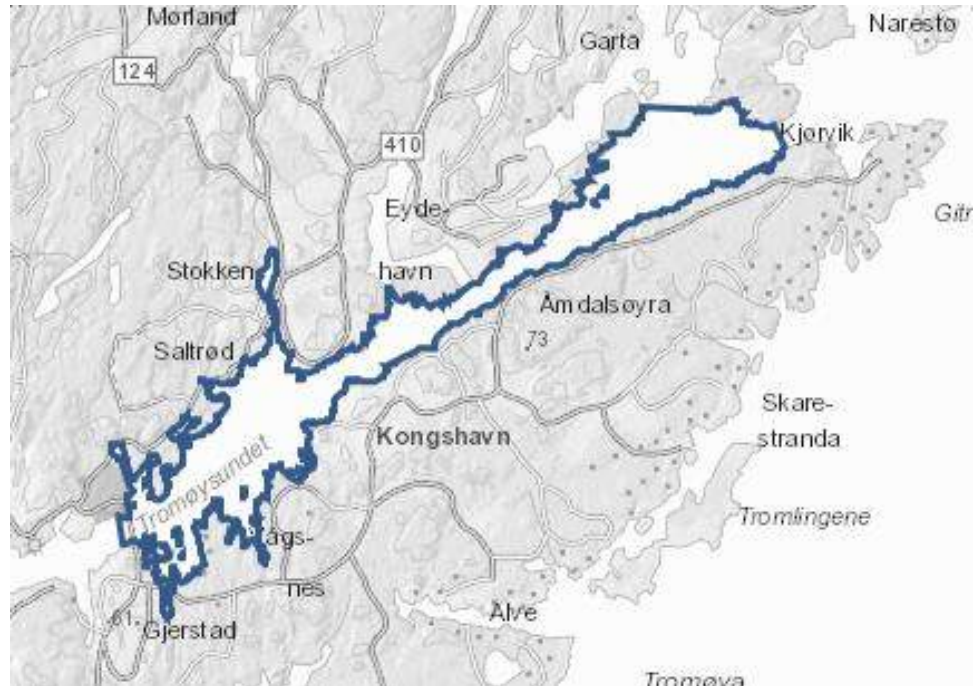


Figur 3: Kart over Vågsnes med lokale dybdeforhold (www.norgeskart.no)

3.1.1 Vannforskriften

Tiltaksområdet ligger i vannforekomsten Tromøysund – Arendal (ID nr. 0120030201-2-C), se Figur 4, og er beskrevet som kystvann og en beskyttet kyst/fjord med lav tidevannsforskjell (< 1 m) og moderat oppholdstid (uker) for bunnvann. Strømhastigheten er satt til moderat (1-3 knop) (Vann-nett, 2018).

Vannforekomsten Tromøysund – Arendal er vurdert til å være i dårlig kjemisk og dårlig økologisk tilstand. Tromøysundet er forurenset av miljøgifter fra industri, renseanlegg og mer diffus avrenning fra byer/tettsteder/infrastruktur. Det er registrert høye konsentrasjoner av tungmetaller og PAH i sedimentene. Det er ikke registrert noen unntak for dette vannområdet, og miljømålet er god kjemisk og økologisk tilstand innen 2021. Gjennomføring av planlagte tiltak ved Vågsnes vil bidra positivt til at miljømål kan oppnås.

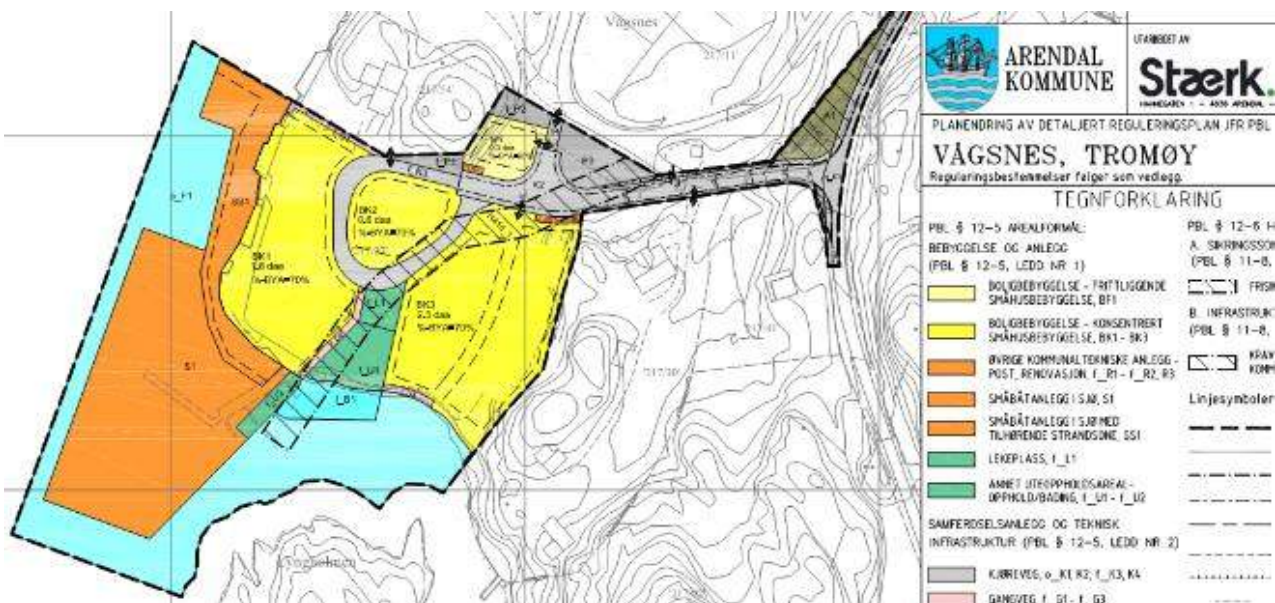


Figur 4: Avgrensning av vannforekomsten Tromøysund – Arendal (ID nr. 0120030201-2-C). Hentet fra www.Vann-nett.no.

Arendal kommune dekker til forurenset sjøbunn i Arendal havneområde i 2018/2019. Det forventes at dette, sammen med andre tiltak (bl.a. ved Eydehavn) vil bidra til forbedring av tilstanden i sjøsedimenter i Arendal (Fylkesmannen i Aust- og Vest-Agder, 2018).

3.2 Reguleringsplan

Med forslag til endringer, ble detaljplan av 05.06.2018 for Vågsnes med plankart og bestemmelser, vedtatt 13.06.2018 av Arendal kommune, se kart i Figur 5 (Arendal kommune, 2018).



Figur 5: Utdrag fra reguleringsplan 05.06.2018 for Vågsnes (Stærk & Co). Vedtatt 13.06.2018.

Eiendommen er regulert til boligbebyggelser med tilhørende småbåtanlegg og uteoppholdsareal/ lekeplass, og en detaljert situasjonsplan er vist i Figur 6. Denne viser hvor boliger og andre bygninger er plassert, og ikke minst hvordan småbåtanlegg og uteoppholdsområder skal utformes.

Mot vest vil beboerne i liten grad kunne komme i kontakt med sjøsedimenter, men det kan ikke utelukkes badeaktivitet. Mot sør er det planlagt å anrette en liten strand, og her vil beboere kunne komme i kontakt med både vann og sjøsedimenter.



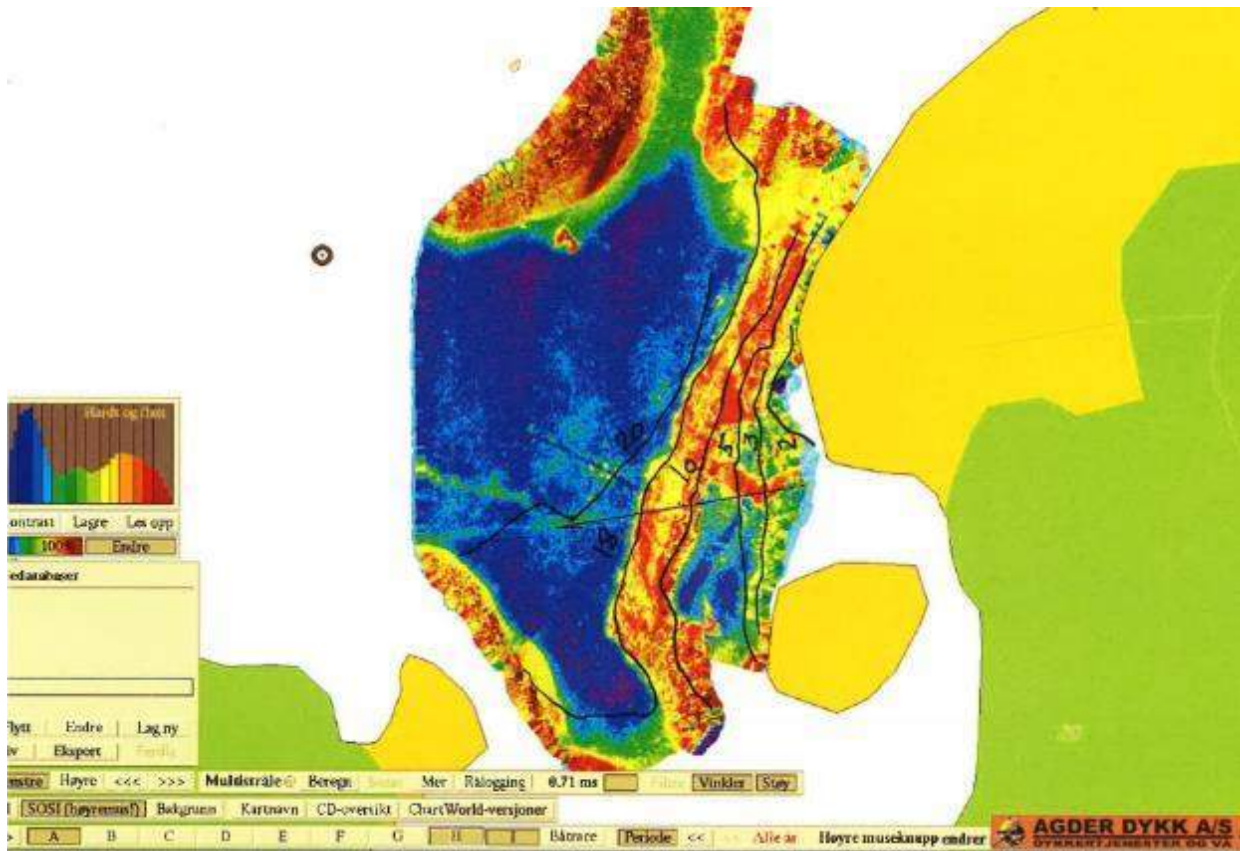
Figur 6: Situasjonsplan (TRAFØ arkitekter)

3.3 Topografi og bunnforhold

Sjøbunnen utenfor Vågsnes skråner ned til dybder på 20 meter, som er vanlig dybde i store deler av Tromøysund. Vest for Vågsnes skråner sjøbunnen relativt bratt ned til 10 og 20 meters dybder, mens i sørvest og sør for eiendommen er det grunnere. I området mellom Vågsnes og Lyngholmen er det for det meste svært grunt og med dybder ned til 2 meter.

Et kart med dybdeforhold er gitt i Figur 7. Inntegnede linjer viser at sjøbunnen vest for eiendommen er bratt, mens det er slakere mot sør. Videre viser figur 7

at det i bratte områder er kort avstand til fjell (røde/oransje/gule områder) og at det her er lite sedimenter. I de grønne og blå områdene er det større mektighet av sedimenter. Denne informasjonen er viktig ved tiltaksvurdering.



Figur 7: Topografi på sjøbunnen rundt Vågsnes

3.4 Forurensningskilder

Aktiviteter som tidligere pågikk ved Vågsnes kan ha påvirket sjøsedimenter, og spesielt i forbindelse med rengjøring, vedlikehold og reparasjoner av småbåter. Det er påvist svakt forurensede grunnmasser på land (vedlegg 2), og avrenning fra landområder og aktiviteter ved landområdene kan ha påvirket sjøsedimenter. Rengjøring og fjerning av overflatebehandling (marin maling og bunnstoff) fra småbåter, samt påføring av ny overflatebehandling, kan spesielt føre til uønskede utslipp til sjø. De mest vanlige forurensninger i tilknytning til rengjøring og vedlikehold av småbåter er tungmetaller, olje, organiske miljøgifter som PAH og PCB, biocider som TBT samt ulike løsemidler (SFT, 2004).

3.4.1 Forurensede sedimenter

Forurenset sjøbunn er vurdert som en kilde til utslipp av miljøgifter til sjø i vannregion Agder (Vannregion Agder, 2016). Miljøgifter i sedimenter kan spres til omgivelsene, ved at miljøgifter lekker ut til vann eller at miljøgifter tas opp i organismer som lever i eller graver i sedimentet. Enkelte miljøgifter, slik som PCB, kan akkumuleres i næringskjeden dersom fisk spiser organismer som har

fått i seg denne typen miljøgifter.

Forurensede partikler som virvles opp på grunn av skipstrafikk eller naturlige strømforhold, utgjør også et forurensningsproblem ved at de spres til renere områder eller blir mer tilgjengelige for opptak i organismer i vannsøylen. Miljøgifter kan derfor spres i lang tid, selv om utslippene er stanset. Dette gjelder også for sjøområder ved Vågsnes, siden det er påvist forurensede sedimenter i hele Arendalsområdet. For eksempel ble industriområdet Eydehavn i Tromøysundet, øst for Arendal sentrum, kartlagt på 1990-tallet og resultatene viste svært høye nivåer av blant annet tungmetaller, PCB, og PAH i grunn og sedimenter. Forurensninger fra Eydehavn kan muligens ha kontaminert deler av Tromøysund, mye på grunn av kyststrømmen som drar sjøvann fra NØ mot SV.

I Arendal sentrum er det påvist høye konsentrasjoner av kvikksølv og PCB ved Pollen og Kittelsbukta, og generelt høye verdier av TBT og PAH (NIVA, 2005), (COWI, 2015). Tiltak i Pollen og Kittelsbukta gjennomføres i 2018/2019.

Ved Vågsnes er det ikke kjent at det var utført noen sedimentundersøkelser før 2013.

3.4.2 Forurenset grunn på Vågsnes

Det ble i 2013 gjennomført miljøtekniske grunnundersøkelser og risikovurdering av grunnmasser på land ved Vågsnes (COWI AS, 2013). Resultatene viste at den dominerende jordkvaliteten for de fleste parametere i hovedsak var i tilstandsklasse 1 "Meget god" og tilstandsklasse 2 "God". Stoff som oversteg tilstandsklasse 2 var følgende:

- > Kobber i tilstandsklasse 3 (11 av 18 prøver) og tilstandsklasse 4 (3 av 18 prøver).
- > Nikkel i tilstandsklasse 4 (1 av 18 prøver).
- > Bly i tilstandsklasse 3 (3 av 18 prøver).
- > Sink i tilstandsklasse 3 (1 av 18 prøver) og tilstandsklasse 4 (2 av 18 prøver).
- > Benso(a)pyren i tilstandsklasse 3 (1 av 18 prøver).
- > Oljeforbindelser C10-C12 i tilstandsklasse 5 (1 av 18 prøver).
- > Oljeforbindelser C12-C35 i tilstandsklasse 3 (3 av 18 prøver) og tilstandsklasse 5 (1 av 18 prøver).

Med bakgrunn i gjennomførte undersøkelser, ble det som nevnt tidligere utarbeidet et forslag til tiltaksplan på land, som innebar å fjerne en del forurensede grunnmasser. En del tiltak er påbegynt eller gjennomført, men alle

tiltak med forurensede grunnmasser er ikke avsluttet per mai 2019. Det planlegges at resterende tiltak skal være gjennomført i løpet av august 2019.

3.4.3 Forurenset grunn i Arendal

Det er foreløpig oppgitt 59 lokaliteter med forurenset grunn i Arendal kommune. Av dem som finnes på Miljødirektoratets database for grunnforurensning¹ i nærhet til Vågsnes, og som er i kategori 3 (Ikke akseptabel forurensning og behov for tiltak) eller X (mistanke om påvirkning), så kan man finne 9 lokaliteter som alle kan være mulige lokale forurensningskilder. Disse er vist i Tabell 1.

Tabell 1: Områder med grunnforurensning ved Vågsnes i kategori 3 eller X

Lokalitet	ID nr	Type	Kategori
Lettmetallen – gamle Alicraft	3177	Forurenset grunn	X
Lettmetallen – gamle Alicraft	3178	Forurenset grunn	X
Aker Kværner Pusnes verft - sjø	12086	Skipsverft	3
Eydehavn Industrier	3166	Forurenset grunn	X
Moland Marine	3167	Forurenset grunn	X
Skilsø båtbyggeri	3165	Skipsverft	X
Skarpnes båtbyggeri	3164	Forurenset grunn	X
Vindholmen Services - land	3163	Skipsverft	3
Vindholmen Services - sjø	12074	Skipsverft	3

3.4.4 Skip, fritidsbåter og småbåthavner

Det er mange fritidsbåter, båt plasser og småbåthavner i Tromøysund som brukes store deler av året. Disse vil bidra til utslipp av rester fra bunnstoff og maling, oljer, drivstoff m.v. både ved drift, men spesielt ved rengjøring og vedlikehold. Det er spesielt biocider og mikroplast fra bunnstoff og marine

¹ grunn.miljodirektoratet.no

malinger som fører til uønskede utslipp fra fritidsbåter og ved småbåthavner. Ved Vågsnes er det ingen store småbåthavner i umiddelbar nærhet; de nærmeste er ca. 1 km sørvest ved Ubekilen og 1 km nordøst ved Nautodden. Undersøkelser ved norske småbåthavner har vist at sedimenter, grunnmasser, sandfangmasser og løse masser som ligger på opplagsplasser kan være forurenset av stoffer som finnes i nytt og gammelt bunnstoff (kobber, sink, TBT, organiske biocider), men ved Vågsnes er det nok i hovedsak aktiviteter med båter ved selve Vågsnes som kan ha forurenset og ikke eksterne fritidsbåter eller småbåthavner.

Det er også en del aktivitet i Tromøysund relatert til skipsfart og offshoreindustri. Dette gjelder for eksempel ferjer, plattformer, fiskebåter, taubåter, godstransport m.v. Alle slike aktiviteter medfører en viss miljøbelastning, og fare for større eller mindre utslipp.

3.4.5 Overvann og spillvann

Avløpsutslipp og avrenning fra gater og veier i en by vil tilføre ulike stoffer og partikler til overvann. Dette kan være utslipp fra kommunale avløpsrensaneanlegg, overløp av avløp, utslipp fra veitrafikk m.v. Det samme gjelder atmosfærisk nedfall. Mye havner til slutt i sjøen.

3.5 Kostholdsråd

Hvis fisk og skalldyr fra forurensete områder har for høyt innhold av miljøgifter, gir Mattilsynet advarsler om å begrense eller ikke spise visse typer sjømat fra disse områdene, såkalte kostholdsråd. Det er ikke lenger kostholdsråd for Arendal (Mattilsynet, 2018), men man fraråder generelt mot å spise lever av fisk tatt i skjærgården. Advarselen er gitt på bakgrunn av undersøkelser som viser at nivåer av dioksiner og dioksinlike PCB overskrider den grensen som er satt for når det er trygt å spise fiskelever. Disse miljøgiftene opphopes i fiskens lever.

3.6 Naturforhold

Rødlistearter er sjeldne arter, eller arter som er i ferd med å bli sjeldne. Rødlisten opererer med følgende kategorier:

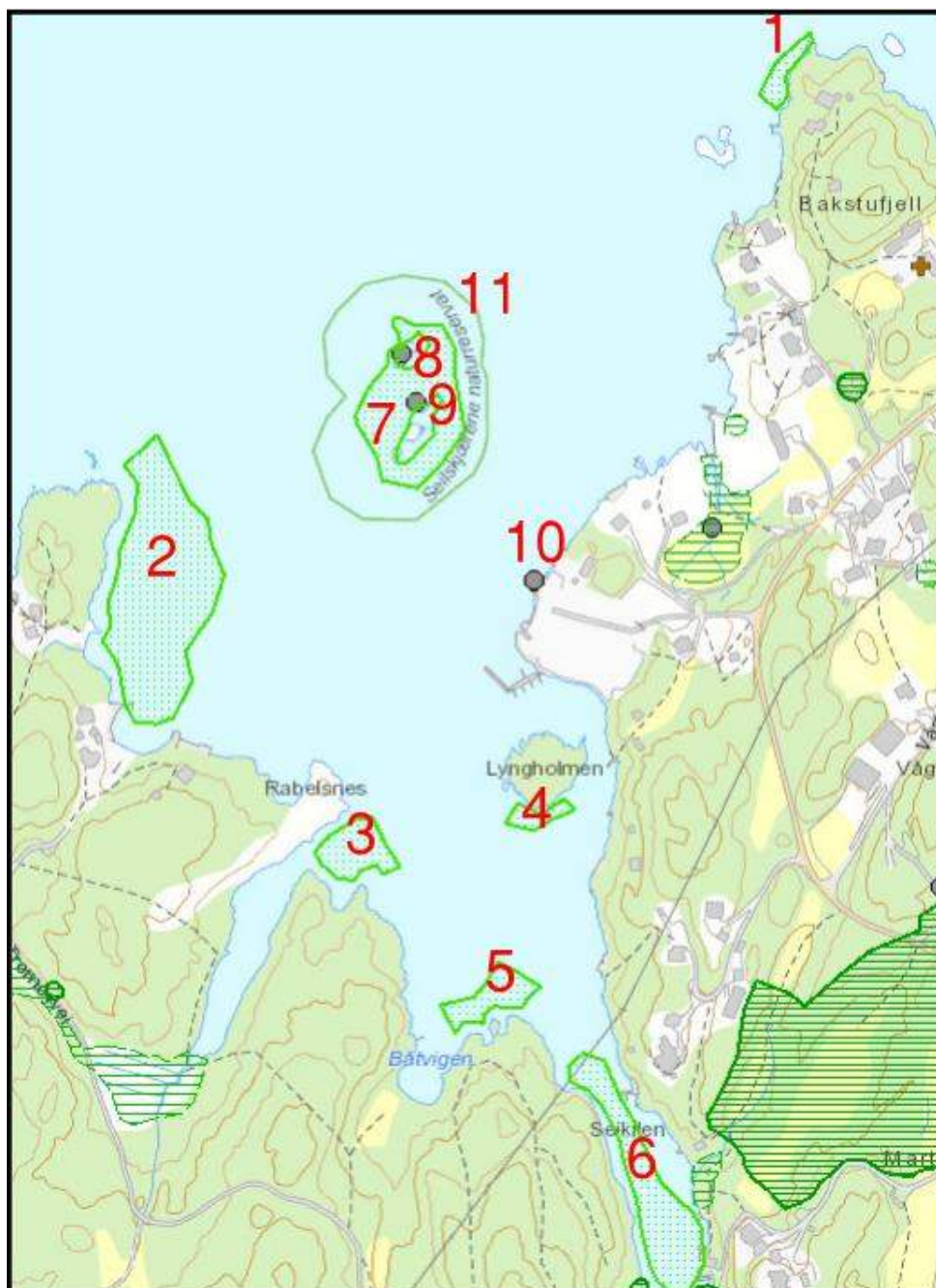
Regionalt utdødd	RE
Kritisk truet	CR
Sterkt truet	EN
Sårbar	VU
Nær truet	NT

På rødlisten havner arter som:

- > Er i kraftig nedgang i populasjonsstørrelse
- > Har begrenset utbredelse kombinert med fragmentering av leveområder, eller nedgang i populasjon
- > Har begrenset populasjon som er i nedgang og små delpopulasjoner.

- > Har svært liten populasjon eller forekomst

I Naturbase er det registrert et naturreservat samt flere naturtyper og rødlistearter i området nær Vågsnes, se kart i Figur 8 og listen i teksten under (Naturbase, 2018).



Figur 8: Kartutdrag fra Naturbase, nummerering refererer til punkter i teksten under.

- 1 ID BM00043750 Ålegrassamfunn Tromøysund. Verdi Viktig. 0,7 daa
- 2 ID BM00043746 Ålegrassamfunn Tromøysund. Verdi Viktig. 11 daa
- 3 ID BM00043747 Ålegrassamfunn Tromøysund. Verdi Viktig. 1,7 daa

- 4 ID BM00043749 Ålegrassamfunn Tromøysund. Verdi Viktig. 0,5 daa
- 5 ID BM00043748 Ålegrassamfunn Tromøysund. Verdi Viktig. 1,4 daa
- 6 ID BM00043840 Ålegrassamfunn Tromøysund. Verdi Viktig. 4,7 daa
- 7 ID BM00043842 Ålegrassamfunn Tromøysund-Seilskjærene. Verdi Viktig. 5,4 daa
- 8 Ærfugl (NT), svartbak (LC)
- 9 Makrellterne (EN)
- 10 Svartand (NT), svartbak (LC)
- 11 VV00000585 Seilskjærene naturreservat

3.6.1 Seilskjærene naturreservat

Seilskjærene er et verneområde. Siden det er et hekkeområde for sjøfugl, så er det ilandstigningsforbud fra 15. april til 15. juli. Det er registrert flere rødlistede fugler på skjærene, blant annet makrellterne som er regnet som truet (EN) og ærfugl som er regnet som nær truet (NT).

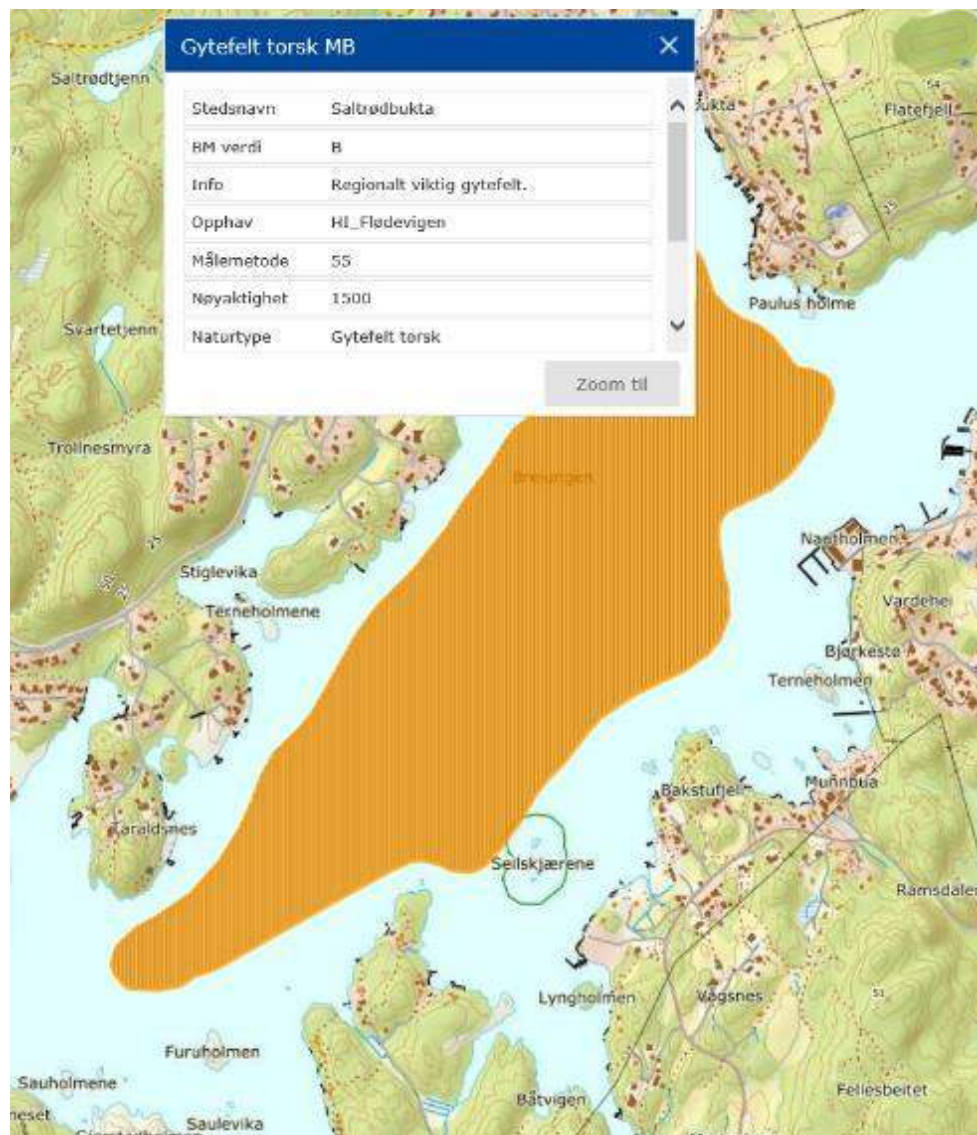
3.6.2 Ålegras

Det er til sammen 7 forekomster av ålegras nær Vågsnes. Ålegras er en viktig naturtype som danner undervannsenger med langsmale blad fra 10 cm til over 1 m lange. Biomassen er størst på sensommeren, og de fleste blader reduseres eller dør ut om vinteren. Nye blad gror opp fra rotstammen neste vår. Ålegraset vokser i spredte forekomster på sand-, leire- og mudderbunn i grunne havområder med løs eufotisk (lyspåvirket) saltvannsbunn. Nedre voksedyp varierer fra strandsonen ned til 5-10 m dyp avhengig av siktedypet. Plantene krever mye lys, minst 15 % av overflatelyst og er derfor sårbare med hensyn til tilslamming (Direktoratet for naturforvaltning, 2011). Partikler i vannmassene fører til redusert lystilgang for ålegraset og kan gi en reduksjon av nedre voksegrense. Ålegrasenger er leve- og gytested for småfisk og viktige for dyregrupper som børstemark, krepsdyr og bløtdyr og dermed viktige for det biologiske mangfoldet. Tilbakegang av ålegras er knyttet til nedbygging av kystsonen med utvikling av industriområder, utfylling og mudring og forurensning.

3.6.3 Gytefelt torsk

I Tromøysundet utenfor Vågsnes, med stedsnavn Saltrødbukta, er det registrert gytefelt for torsk i kategori B; regionalt viktig gytefelt (se kart i *Figur 9*). Gytefelt skiller seg fra for eksempel ålegrasenger og tareskog ved at de er funksjonelle bare i noen tider på året, inngrep på andre tider av året vil ikke

nødvendigvis påvirke gytefeltet (Havforskningsinstituttet, 2013). Torsk gyter over lang tid, fra februar til mai avhengig av vanntemperaturen.



Figur 9: Gytefelt torsk utenfor Vågsnes. Fra Fiskeridirektoratets kartløsning; <https://kart.fiskeridir.no/plan>.

3.7 Kulturminner

Det er ikke registrert noen spesielle kulturminner i sjø eller på land nær Vågsnes som vil påvirkes av planlagte tiltak (kart.naturbase.no).

3.8 Ledninger og kabler

Det er ikke registrert noen spesielle ledninger eller kabler i sjøen utenfor Vågsnes (www.kystinfo.no).

4 Forurensningstilstand

Det har i årenes løp blitt gjennomført en rekke sedimentundersøkelser som har vist at deler av Arendals havneområder er sterkt til meget sterkt forurenset². Det er særlig påvist forhøyede verdier av miljøgifter som kvikksølv, PCB og PAH. Arendals havneområde er et av 17 prioriterte områder med forurenset sjøbunn i Norge.

I 2013 gjennomførte COWI, på oppdrag fra Fylkesmannen i Aust-Agder, miljøgiftundersøkelser av blåskjell i Arendal havneområde (COWI, 2013). Blåskjell fra 9 stasjoner ble undersøkt for PCB, PAH og tungmetaller (Cd, Cu, Hg, Pb). Resultatene viste gjennomgående lave konsentrasjoner av de undersøkte miljøgiftene, og ingen prøver overskred tilstandsklasse 1. Referanseprøven ble tatt ved Seikilen som er like ved Vågsnes, er vist på kart i Figur 10.



Figur 10: Prøvetakingsstasjon 9, referanseprøve for blåskjell sommer 2013

Vågsnes faller inn under de sentrale deler av Tromøysund, og innenfor fjordområdet Havstad – Hisøy. Flere sedimentundersøkelser foretatt av COWI og NIVA har vist at sedimentene har følgende miljøtilstand:

- > Moderat til sterkt forurenset med PAH (klasse II-IV)
- > Markert til meget sterkt forurenset med TBT (klasse III-V)
- > Moderat forurenset med PCB (klasse II)
- > Ikke forurenset til meget sterkt forurenset med tungmetaller som bly, kvikksølv, kadmium, kobber (klasse I-V)

² www.miljodirektoratet.no

Det var ikke kjent at det tidligere var gjennomført sedimentundersøkelser ved Vågsnes, så det ble tatt sedimentprøver i 03.07.2013 fra fem sedimentstasjoner jevnt fordelt langs eiendommen til Vågsnes og i områder grunnere enn 20 meter.

Ved hver stasjon ble det forsøkt tatt minst 4 delprøver med sedimentprøverør av de øverste 0-10 cm sedimenter, som deretter ble blandet og homogenisert før fordeling til blandprøver for kjemisk analyse og kornfordeling. Prøvene ble tatt med dykker. Ved stasjon St1 og St2 var det lite sediment, og kun noen cm løst over fjell. Prøver ble derfor tatt ved å føre prøverøret flere ganger langs bunnen og "skrape" med seg tilstrekkelig mengde sediment. Ved stasjonene St3 - St5 var det mulig å føre sedimentrørene ned i sedimentene, og her ble det tatt 4 delprøver av de øverste 10 cm og blandet til en blandprøve. En oversikt over stasjoner er gitt i Figur 11.



Figur 11: Sedimentstasjoner prøvetatt utenfor Vågsnes

Prøvene ble benevnt St 1-5 som i Figur 11. En teknisk oversikt over stasjonene og observasjoner ved prøvetaking er gitt i Tabell 2.

Tabell 2: Sedimentprøver tatt utenfor Vågsnes i 2013

Stasjon	Posisjon bredde	Posisjon lengde	Vanddyb (m)	Struktur	Lukt
St 1	58.47403	8.84246	17	Brunt sediment. Treflis. Lite sediment, kun 4-6 cm på fjell. Hele prøven sendt til analyse.	Svak H ₂ S lukt
St 2	58.47379	8.84227	16	Gråsort sediment. Noen store treflis. Lite sediment, kanskje opp til 10 cm på fjell. Hele prøven sendt til analyse.	Merkbar H ₂ S lukt
St 3	58.47351	8.84242	5	0-10 cm: Gråsort sediment. Litt treflis. Prøve sendt til analyse. 10-30 cm: Brunt sediment. Lite treflis.	Merkbar H ₂ S lukt
St 4	58.47324	8.84239	4	0-10 cm: Gråsort sediment. Litt treflis. Prøve sendt til analyse. 10-30 cm: Brunt sediment. Lite treflis.	Merkbar H ₂ S lukt
St 5	58.47326	8.84268	2	0-10 cm: Gråsort sediment. En del gress. Prøve sendt til analyse. 10-30 cm: Brunt sediment. En del gress.	Merkbar H ₂ S lukt

Resultatene fra sedimentprøvene er presentert i Tabell 3. Fullstendige analyserapporter er gitt i rapporten i vedlegg 1. Det ble målt relativt høye konsentrasjoner av miljøgifter i alle prøvene fra Vågsnes, med tilstandsklasse IV og V for alle prøvepunkter.

- > PAH: Området rett vest (prøvestasjon St2) skiller seg ut med spesielt høye konsentrasjoner av PAH, noe som kommenteres senere. Det er også PAH i de andre prøvene, men i betydelig lavere konsentrasjoner (ca. 1/10-del).
- > Tributyltinn (TBT): TBT-konsentrasjonene er som forventet høye. De høyeste konsentrasjoner er i prøvene nærmest land (prøvestasjoner St1 – St3 – St5) med tilstandsklasse V, mens lengre ute (Prøvestasjoner St2 – St4) er det mindre TBT med tilstandsklasse IV.

- > PCB: Med unntak av prøvestasjon St4, ble det påvist PCB i alle prøvepunkter som tilsvarer tilstandsklasse III.
- > Tungmetaller: Høyeste konsentrasjoner i St1 og St3, som er nærmest land på vestsiden av Vågsnes, med kobber og sink i tilstandsklasse III.

Tabell 3: Sedimentprøver ved Vågsnes fra 2013 klassifisert og fargekodet iht. nye veiledere (Miljødirektoratet, 2016) (Direktoratsgruppen vanddirektivet, 2018). For tributyltinn (TBT) er forvaltningsbaserte grenseverdier brukt. Verdier som er under deteksjonsgrensen er ikke klassifisert.

		Vågsnes sedimentprøver 03.06.2013				
Parameter	Enhet	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5
Vanddyb	m	17	16	5	4	2
Tørrstoff (E)	%	22,3	24,4	15,3	10,7	13,5
Vanninnhold	%	77,7	75,6	84,7	89,3	86,5
Kornstørrelse >63 µm	%	59,2	51,4	47,2	31,9	44,6
Kornstørrelse <2 µm	%	1	1,5	1,1	1,4	3,6
TOC	% TS	14,4	11,5	10	11,7	13
Arsen, As	mg/kg TS	21,6	16,1	16,2	15,3	15,8
Bly, Pb	mg/kg TS	184	95,7	37,9	82,5	57,2
Kadmium, Cd	mg/kg TS	1,65	1,06	2,09	2,89	2,61
Kobber, Cu	mg/kg TS	119	82,7	96,1	64,8	75,3
Krom, Cr	mg/kg TS	33,6	34,6	31	29	30,3
Kvikksølv, Hg	mg/kg TS	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Nikkel, Ni	mg/kg TS	19,2	23,7	23,8	25,2	26,3
Sink, Zn	mg/kg TS	897	193	220	707	237
Naftalen	mg/kg TS	<0,020	1,64	<0,029	<0,043	<0,034
Acenaftalen	mg/kg TS	0,01	0,01	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaften	mg/kg TS	0,033	1,62	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoren	mg/kg TS	0,036	2,41	0,069	0,023	0,014
Fenantren	mg/kg TS	0,387	7,96	0,528	0,21	0,139
Antracen	mg/kg TS	0,113	1,61	0,114	0,044	0,028
Fluoranten	mg/kg TS	0,932	7,15	0,68	0,601	0,352
Pyren	mg/kg TS	0,675	5,1	0,605	0,692	0,312
Benzo(a)antracen	mg/kg TS	0,373	2,22	0,223	0,308	0,149
Krysen	mg/kg TS	0,458	2,54	0,303	0,427	0,221
Benzo(b)fluoranten	mg/kg TS	0,457	2,14	0,249	0,576	0,242
Benzo(k)fluoranten	mg/kg TS	0,246	1,09	0,134	0,339	0,128
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,395	1,96	0,254	0,472	0,186
Indeno(1,2,3,cd)pyren	mg/kg TS	0,271	1,04	0,146	0,508	0,184
Dibenzo(a,h)antracen	mg/kg TS	0,069	0,203	0,04	0,087	0,036
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TS	0,236	1,06	0,133	0,473	0,169
Sum PAH(16)	mg/kg TS	4,69	39,8	3,48	4,76	2,16
Sum PCB_7	µg/kg TS	10,5	17,4	12,1	n.d.	8,11
Tributyltinn	µg/kg TS	363	60,4	882	33,5	144

5 Risikovurdering

Basert på analyseresultatene i tabell 3 ble det gjort stedspesifikke risikovurderinger av sedimentene rundt Vågsnes i 2013. Risikovurderinger som ble foretatt i 2013, viste at sedimenter i området utgjør en økologisk og human risiko, og at det er en risiko for spredning av PAH-forbindelser. Siden veiledere er blitt oppdatert, så er også risikoberegningene oppdatert og det er foretatt nye vurderinger av risiko og behov for tiltak.

5.1 Risikovurdering Trinn 1

Miljødirektoratets risikovurdering for forurensete sedimenter oppgir retningslinjer om hvilke analyseparametere som bør tas for å karakterisere sedimentprøver til Trinn 1 risikovurdering. Det anbefales at det, i tillegg til fysisk karakterisering, bør analyseres for tungmetaller, PAH₁₆ (polysykliske aromatiske hydrokarboner), PCB₇ (polyklorerte bifenyl), TBT (tributyltinn) og TOC (totalt organisk karbon). Det anbefales også toksikologiske tester, men dette er utelatt ved Vågsnes på grunn av områdets begrensede størrelse (< 30 000 m²). Tabell 3 har tidligere vist analyseresultater og klassifisering av sedimentene.

Tabell 4 viser konsentrasjoner, både maksimale og middel konsentrasjoner, sammenlignet med trinn 1 grenseverdier. Tabell 4 viser at kobber, sink, PAH-forbindelser, PCB og TBT overstiger trinn 1 grenseverdier. Siden Trinn 1 er overskredet, må risikovurderingen føres videre til Trinn 2. Det er påvist spesielt høye konsentrasjoner av PAH-forbindelser og TBT.

Tabell 4: Sedimentkonsentrasjoner sammenlignet med trinn 1 grenseverdier

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger):	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	5	21,6	17	18	1,2	
Bly	5	184	91,46	150	1,2	
Kadmium	5	2,89	2,06	2,5	1,2	
Kobber	5	119	87,58	84	1,4	1,0
Krom totalt (III + VI)	5	34,6	31,7	660		
Kvikksølv	5	0,1	0,1	0,52		
Nikkel	5	26,3	23,64	42		
Sink	5	897	450,8	139	6,5	3,2
Naftalen	5	1,64	0,3406	0,027	60,7	12,6
Acenaftalen	5	0,01	0,007	0,033		
Acenaften	5	1,62	0,3336	0,096	16,9	3,5
Fluoren	5	2,41	0,5104	0,15	16,1	3,4
Fenantren	5	7,96	1,8448	0,78	10,2	2,4
Antracen	5	1,61	0,3818	0,0046	350,0	83,0
Fluoranten	5	7,15	1,943	0,4	17,9	4,9
Pyren	5	5,1	1,4768	0,084	60,7	17,6
Benzo(a)antracen	5	2,22	0,6546	0,06	37,0	10,9
Krysen	5	2,54	0,7898	0,28	9,1	2,8
Benzo(b)fluoranten	5	2,14	0,7328	0,140	15,3	5,2
Benzo(k)fluoranten	5	1,09	0,3874	0,135	8,1	2,9
Benzo(a)pyren	5	1,96	0,6534	0,183	10,7	3,6
Indeno(1,2,3-cd)pyren	5	1,04	0,4298	0,063	16,5	6,8
Dibenzo(a,h)antracen	5	0,203	0,087	0,027	7,5	3,2
Benzo(ghi)perylene	5	1,06	0,4142	0,084	12,6	4,9
Sum PCB7	5	0,0182	0,0104	0,0041	4,4	2,5
Tributyltinn (TBT-ion)	5	0,882	0,29658	0,035	25,2	8,5

5.1.1 Risikovurdering Trinn 2

Risikovurdering Trinn 2 beregner risiko for spredning, human helse og økologi. De viktigste spredningsmekanismer er med organismer, på grunn av propelloppvirvling fra skip og diffusjon.

Det har vært en viss skipstrafikk til og fra Vågsnes i mange år, deriblant har redningsskøytene kommet med båter etter redningsoppdrag. Fremtidig arealutnyttelse vil medføre at denne trafikken vil opphøre, og at det først og fremst er fritidsbåter som vil trafikkere aktuelt sjøområde. Ingen anløpende båter vil ha større skroglengde enn 50 fot, og alle båter karakteriseres som mindre fartøyer. Siden det ikke utelukkes helt at store fritidsbåter kan gi oppvirvling av sedimenter noen få ganger i året i området, regnes det med et besøk av 5 skip årlig (halvering fra 10 skip årlig i 2013). Tromøysundet er et trafikkert sund, men det er god plass og Vågsnes er ikke en naturlig plass for skip å manøvrere for å snu eller endre kurs. Bunnarealet som kan være påvirket av fartøyer som kan gi sedimentoppvirvling (A_{skip}) er betydelig mindre enn det definerte A_{sed} (7 000 m²) på grunn av en andel veldig grunne områder og flytebrygger som større fartøyer ikke kan opererer i. Det tas utgangspunkt at A_{skip} kan være i størrelsesorden 2 000 m². Omregulering vil tilrettelegge for anløp av fritidsbåter til småbåtanlegg. Det vurderes at disse båtene ikke vil være store nok til å påvirke sedimenter, unntatt i de aller grunneste områder. For de prøvene der det ikke er påvist innhold av forurensning over deteksjonsgrensen for analysemetoden, er konsentrasjonene satt lik halvparten av deteksjonsgrensene benyttet i regnearket.

Risiko for spredning

Spredning som følge av diffusjon, oppvirvling og transport via organismer er beregnet ved hjelp av regneark tilpasset risikoveilederen. I Tabell 5 er inngangsparameterne som er benyttet for å beregne de ulike spredningsmekanismene vist. Beregningene er utført med Miljødirektoratets regneark, som benytter likninger i risikoveilederen. Beregningene viser at det er risiko for spredning til miljøet av kobber, sink, TBT og PAH-forbindelser. Tabell 6 viser at overskridelsen er størst for antracen, pyren og benso(a)antracen.

Figur 12 viser at spredning som følge av opptak i organismer og diffusjon er de viktigste spredningsmekanismene, mens propelloppvirvling har mindre betydning. For arsen, tungmetaller og lettere PAH-forbindelser, blant annet antracen, så er det spredning på grunn av diffusjon som er viktigst. For pyren, benso(a)antracen og andre tyngre PAH-forbindelser så er det spredning via organismer som er den dominerende mekanismen. Beregningen av spredning innebærer stor usikkerhet. Blant annet kan innholdet av TOC gi lav porevannskonsentrasjon for organiske forbindelser. Ved Vågsnes er det målt mye TOC i sedimentene, antakelig på grunn av treflis, som binder organiske miljøgifter og redusere transport via biodiffusjon og opptak i organismer. Tilsvarende kan et høyere innhold av finstoff i sedimentene gi økt transport som følge av oppvirvling for samtlige forbindelser.

Tabell 5: Inngangsparametere hentet fra regneark

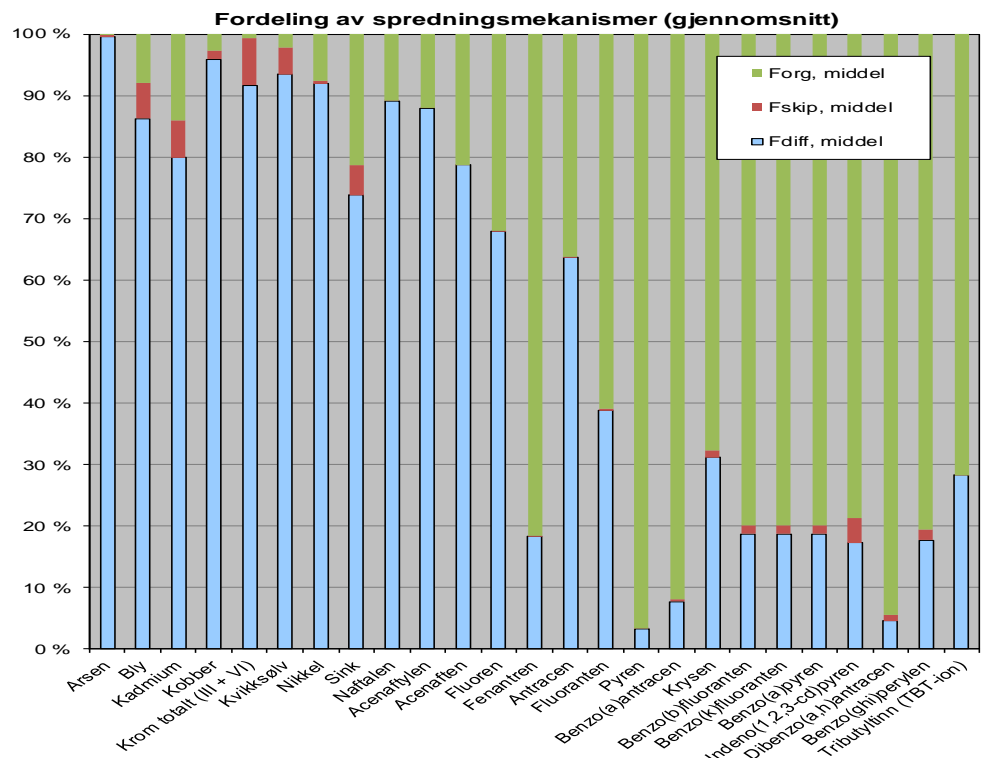
Grunnleggende sedimentparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
TOC	1	12,12	Gjennomsnitt 5 sedimentprøver
Bulkdensitet til sedimentet, ρ_{sed} [kg/l]	0,8	0,8	
Porøsitet, ϵ	0,7	0,7	
Korreksjonsfaktor	315576000	315576000	For å ende opp med mg/m ² /år for spredning ved biodiffusjon
Generelle områdeparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Sedimentareal i bassenget, A_{sed} [m ²]	ingen standard	7000	Definert og målt i kart
Vannvolumet over sedimentet, V_{sed} [m ³]	ingen standard	52500	Antatt 7,5 m gjennomsnittsdypde i definert basseng
Oppholdstid til vannet i bassenget, t_r [år]	ingen standard	0,000208096	Beregnet vannføring gjennom 100 m ² og hastighet på 8 cm/sek i Tromøysund
SPREDNING			
Parametere for transport via biodiffusjon, F_{diff}	Sjablong-verdi	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}	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Antall skipsanløp per år, N_{skip}	ingen standard	5	Antatt større skip per år som kan forårsake sedimentoppvirvling
Trasélengde for skipsanløp i sedimentareal påvirket av oppvirvling, T [m]	120	50	Lengste innsailingstrasé i sedimentareal påvirket av oppvirvling, dvs. i sedimentareal < 20 m dypt
Mengde oppvirvlet sediment per anløp, m_{sed} [kg]	ingen standard	85	Ca 47% sand og 53% silt/leire. Justert utfra faktaboks 6.
Sedimentareal påvirket av oppvirvling, A_{skip} [m ²]	ingen standard	2000	Antatt areal som kan påvirkes ut fra årlig besøk
Fraksjon suspendert f_{susp} = sedimentfraksjon < 2 μ m	ingen standard	0,0172	Tas fra siktekurve (dersom 5 % er mindre enn 2 μ m, er $f = 0,05$)

Tabell 6: Beregnet spredning sammenlignet med "tillatt spredning"

Stoff	Beregnet spredning inkludert skipsoppvirvling ($F_{diff} + F_{org} + F_{skip}$)		Spredning (F_{tot}) dersom C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F_{tot} i forhold til tillatt spredning (antall ganger):	
	$F_{tot, skip maks}$ (mg/m ² /år)	$F_{tot, skip middel}$ (mg/m ² /år)		Maks	Middel
Arsen	21,9	17,2	18,2	1,2	
Bly	9,6	4,8	7,32	1,3	
Kadmium	0,147	0,105	0,113	1,3	
Kobber	26,7	19,7	18,5	1,4	1,1
Krom totalt (III + VI)	1,378	1,262	26,1		
Kvikksølv	0,007	0,007	0,035		
Nikkel	19,7	17,7	29,5		
Sink	57,2	28,7	7,35	7,8	3,9
Naftalen	74,1	15,4	1,113	66,5	13,8
Acenaftalen	0,202	0,142	0,604		
Acenaften	18,5	3,81	0,911	20,3	4,2
Fluoren	15,1	3,21	0,701	21,6	4,6
Fenantren	48,3	11,2	1,64	29,4	6,8
Antracen	3,55	0,841	0,0072	492,6	116,8
Fluoranten	7,14	1,939	0,205	34,9	9,5
Pyren	97,8	28,3	0,365	267,6	77,5
Benzo(a)antracen	1,99	0,588	0,014	140,0	41,3
Krysen	0,710	0,221	0,036	19,8	6,2
Benzo(b)fluoranten	0,444	0,152	0,0105	42,3	14,5
Benzo(k)fluoranten	0,237	0,084	0,0106	22,4	7,9
Benzo(a)pyren	0,407	0,136	0,0137	29,6	9,9
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,078	0,032	0,0017	44,5	18,4
Dibenzo(a,h)antracen	0,068	0,029	0,0022	30,8	13,2
Benzo(ghi)perylene	0,177	0,069	0,0050	35,4	13,8
Sum PCB7	0,061	0,030			
Tributyltinn (TBT-ion)	83,0	27,9	1,40	59,1	19,9

Med bakgrunn i Tabell 6 så kan man rangere stoffer etter hvor stor den beregnede spredningen er. Oversikten viser at det i hovedsak er PAH-forbindelser og TBT som utgjør den største faren for spredning. Figur 12 viser at det er diffusjon og opptak i organismer som utgjør størst risiko for spredning, og at skip har liten betydning.

Stor spredning (>10 X):	Naftalen, antracen, pyren, benso(a)antracen, benso(b)fluoranten, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenso(a,h)antracen, benso(g,h,i)perylene, TBT
Middels spredning (2-10 X):	Sink, acenaften, fluoren, fenantren, fluoranten, krysen, benso(k)fluoranten, benso(a)pyren
Liten spredning (1-2 X):	Kobber
Akseptabel spredning:	Arsen, bly, kadmium, krom, kvikksølv, nikkel, acenaftylen



Figur 12: Fordeling av spredningsmekanismer

Human eksponering

Risiko for human helse er vurdert konservativt med tanke på at området skal brukes til boliger og rekreasjon. Inngangsparameter i regnearket forutsetter i verste tilfelle at et voksent menneske hver dag kan innta 0,138 kg fisk og skalldyr (våtvekt), mens barn kan innta 0,028 kg fisk og skalldyr. Dette medfører at det forutsettes at voksne har et årlig inntak på 50 kg fisk og skalldyr, mens barn tilsvarende har 10 kg.

Det vurderes at dette inntaket ikke er realistisk for fisk og skalldyr som er fanget og spist ved det aktuelle området ved Vågsnes. Hvis f.eks årlig inntak settes til 1/20, som årlig tilsvarer 2,5 kg for voksne og 0,5 kg for barn, så viser resultater i Tabell 7, at TBT muligens kan forårsake en helserisiko. Hvis inntaket er lavere, for eksempel 1/50 av verst tenkte tilfelle og som tilsvarer hhv. 1 og 0,2 kg/år for voksne og barn, så er det ingen stoffer som utgjør en helserisiko ved inntak av fisk og skalldyr fra sjøområdene i umiddelbar nærhet til Vågsnes.

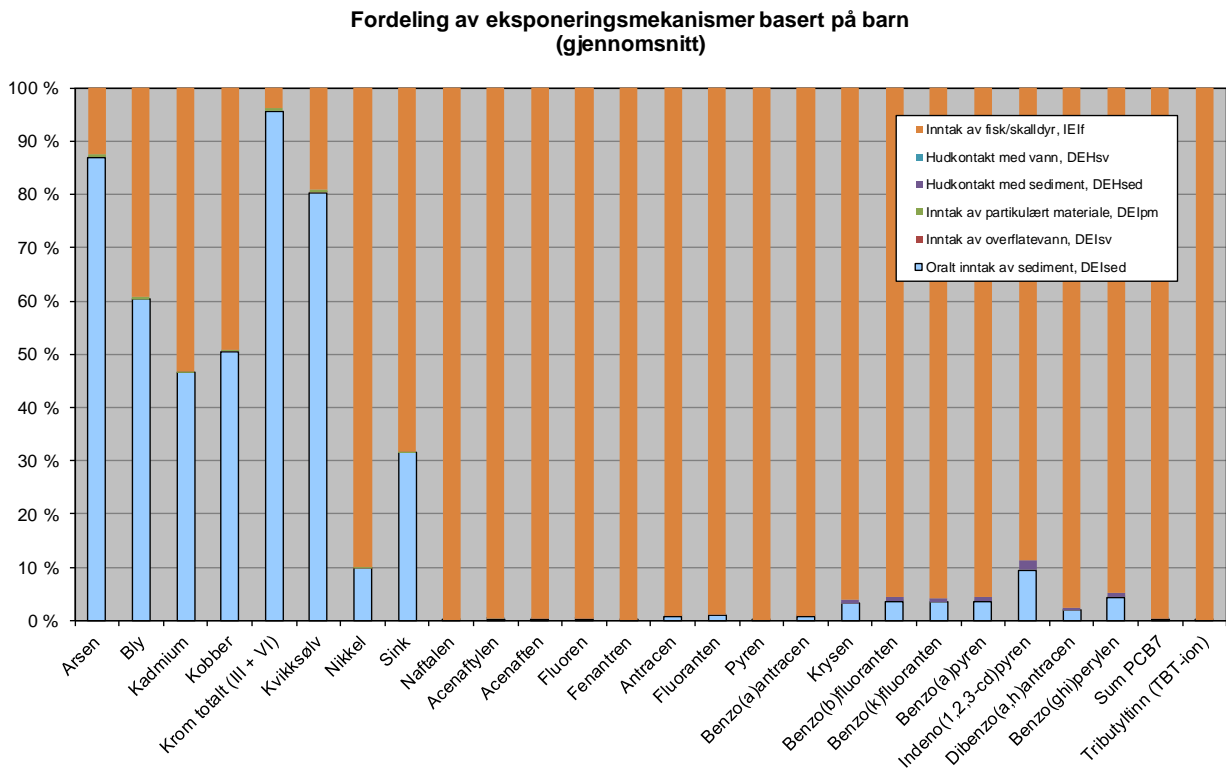
Tabell 7: Beregnet livstidsdose ved Vågsnes

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose i forhold til MTR 10 % (antall ganger):	
	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	0,000019	0,000015	0,000100		
Bly	0,000181	0,000090	0,000360		
Kadmium	0,000003	0,000002	0,000050		
Kobber	0,000125	0,000092	0,016300		
Krom totalt (III + VI)	0,000030	0,000027	0,000500		
Kvikksølv	0,000000	0,000000	0,000071		
Nikkel	0,000072	0,000064	0,005000		
Sink	0,001162	0,000584	0,050000		
Naftalen	0,000265	0,000055	0,004000		
Acenaftalen	0,000001	0,000001	0,005000		
Acenaften	0,000130	0,000027	0,050000		
Fluoren	0,000161	0,000034	0,004000		
Fenantren	0,001297	0,000301	0,004000		
Antracen	0,000043	0,000010	0,004000		
Fluoranten	0,000149	0,000040	0,005000		
Pyren	0,003095	0,000896	0,050000		
Benzo(a)antracen	0,000062	0,000018	0,000500		
Krysen	0,000018	0,000006	0,005000		
Benzo(b)fluoranten	0,000014	0,000005	0,000500		
Benzo(k)fluoranten	0,000007	0,000003	0,000500		
Benzo(a)pyren	0,000012	0,000004	0,000050		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,000003	0,000001	0,000500		
Dibenzo(a,h)antracen	0,000002	0,000001	0,000050		
Benzo(ghi)perylene	0,000006	0,000002	0,003000		
Sum PCB7	0,000002	0,000001	0,000001	1,9	0,9
Tributyltinn (TBT-ion)	0,001948	0,000655	0,000250	7,8	2,6

De viktigste beregnede eksponeringsveiene for mennesker er vist (for den mest sårbare gruppen (barn)) i Figur 13. Figuren viser at det i hovedsak er gjennom inntak av lokalt fanget fisk og skalldyr (oransje søyler) at det teoretisk er en helserisiko til PAH, PCB og TBT. Oralt inntak av sedimenter (lyseblå søyler) utgjør en liten helserisiko for organiske miljøgifter, men er mer betydningsfull

for arsen og tungmetaller. Risiko knyttet til inntak av sjømat gjelder for øvrig i hele Arendalsområdet.

I forbindelse med tilrettelegging av friområder og badestrand på Vågsnes, vurderes det at helserisikoen knyttet til inntak av vann og lokal stedefisk og skalldyr er minimal. Det er et eventuelt inntak av sediment som kan utgjøre den største helserisikoen. Derfor bør barn som leker og bader ikke få mulighet til å innta forurensede sedimenter i strandkanten.



Figur 13: Relativ fordeling av eksponeringsmekanismer basert på barn (gjennomsnitt). Det er eksponering gjennom inntak av fisk/skalldyr og oralt inntak av sediment som utgjør størst eksponeringsfare.

Økologisk effekt

Siden sjøområdet utenfor Vågsnes er lite sammenlignet med andre områder med forurensede sedimenter for Arendal havn og Tromøysund, er det vurdert som lite hensiktsmessig å gjennomføre helsediment toksisitetstester. I stedet er porevannets konsentrasjoner sammenlignet med grenseverdier for økologisk risiko (PNEC_w). Disse grenseverdiene er sammenfallende med grensen mellom tilstandsklasse II og III for sjøvann. Det er tatt utgangspunkt i sedimentkonsentrasjoner og de stoffspesifikke fordelingskoeffisientene (K_d) justert for TOC. I Tabell 8 er beregnede porevannskonsentrasjoner sammenlignet med grenseverdi for beskyttelse av 95 % av artene.

Tabell 8: Beregnet porevannskonsentrasjon sammenliknet med grenseverdi for økologisk risiko (hentet fra regnearket)

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (mg/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon i forhold til PNEC _w (antall ganger):	
	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	3,27E-03	2,57E-03	6,0E-04	5,4	4,3
Bly	1,19E-03	5,91E-04	1,3E-03		
Kadmium	2,22E-05	1,58E-05	2,0E-04		
Kobber	4,88E-03	3,59E-03	2,6E-03	1,9	1,4
Krom totalt (III + VI)	2,88E-04	2,64E-04	3,4E-03		
Kvikksølv	1,00E-06	1,00E-06	4,7E-05		
Nikkel	3,72E-03	3,34E-03	8,6E-03		
Sink	8,15E-03	4,10E-03	3,4E-03	2,4	1,2
Naftalen	1,04E-02	2,16E-03	2,0E-03	5,2	1,1
Acenaftalen	3,17E-05	2,22E-05	1,3E-03		
Acenaften	2,62E-03	5,40E-04	3,8E-03		
Fluoren	1,95E-03	4,13E-04	1,5E-03	1,3	
Fenantren	1,77E-03	4,09E-04	5,1E-04	3,5	
Antracen	4,50E-04	1,07E-04	1,0E-04	4,5	1,1
Fluoranten	6,04E-04	1,64E-04	6,3E-06	96	26
Pyren	7,14E-04	2,07E-04	2,3E-05	31	9,0
Benzo(a)antracen	3,65E-05	1,08E-05	1,2E-05	3,0	
Krysen	5,26E-05	1,64E-05	7,0E-05		
Benzo(b)fluoranten	2,12E-05	7,27E-06	1,7E-05	1,2	
Benzo(k)fluoranten	1,13E-05	4,02E-06	1,7E-05		
Benzo(a)pyren	1,94E-05	6,48E-06	1,7E-07	114	38
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3,66E-06	1,51E-06	2,7E-06	1,4	
Dibenzo(a,h)antracen	8,59E-07	3,68E-07	6,0E-07	1,4	
Benzo(ghi)perylene	8,55E-06	3,34E-06	8,2E-07	10,4	4,1
Sum PCB7	9,55E-07	4,46E-07		mangler PNEC	mangler PNEC
Tributyltinn (TBT-ion)	6,62E-03	2,22E-03	2,0E-07	33 078	11 123

Grenseverdiene for negativ økologisk effekt overskrides for flere miljøgifter både i sediment, porevann (beregnet) og sjøvann (beregnet). Det er særlig TBT og tyngre PAH-forbindelser som utgjør en risiko for økosystemet. Beregnet porevannskonsentrasjon av TBT overskrider grenseverdien hele 11 123 ganger. Utfordringene med TBT er at dette er en forbindelse som påvises i store områder med sjøsedimenter, og som det nylig er påvist at stadig tilføres fra eldre båter både når gammelt bunnstoff løsner i sjøen og når båter vaskes og vedlikeholdes på land.

Det vurderes som lite hensiktsmessig å foreta en Trinn 3 risikovurdering da denne høyst sannsynligvis ikke vil friskmelde området. Det anbefales i stedet å planlegge og gjennomføre relevante tiltak for å redusere forurensing fra sedimentene.

5.2 Kilder til forurensning

De mest vanlige forurensninger i tilknytning til virksomheter som har rengjort, vedlikeholdt og reparert båter er ulike tungmetaller og organiske miljøgifter; PAH, PCB, TBT og løsemidler.

TBT (tributyltinn) ble tidligere hovedsakelig brukt i bunnstoff på skip og i treimpregneringsmidler for å hindre begroing og råte. Dette ble forbudt i 1990, og fra 2003 ble forbudet utvidet til å også omfatte påføring av organiske tinnforbindelser i bunnstoff på skip over 25 meter. Overflatebehandling og vedlikehold av båter kan føre til utslipp av TBT, for eksempel sandblåseavfall med malingsflak med TBT og annet avvirket materiale. Høye nivåer av TBT er funnet i sedimenter nært skipsverft, småbåthavner, trafikkerte havner og skipsleier. TBT er giftige ved svelging og irriterende for hud og øyne. De forårsaker organskade (immunsystemet) ved langvarig eller gjentatt påvirkning og de kan skade forplantningsevnen og gi fosterskader. Stoffet er også meget giftig i miljøet og har langtidsvirkning på vannlevende organismer.

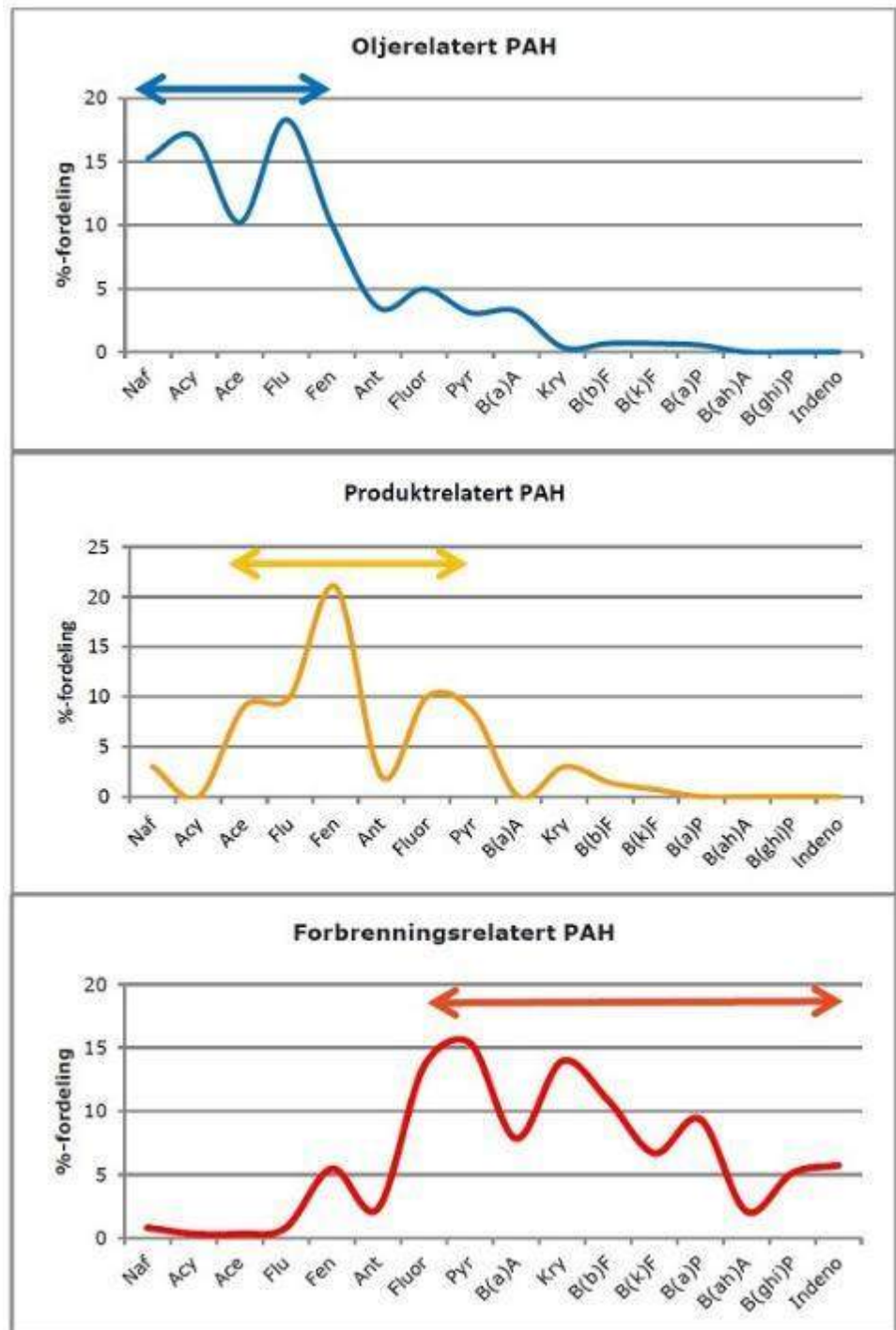
Tungmetaller: Arsen, bly, kadmium, kobber, krom og kvikksølv er brukt i begroingshindrende midler, maling og annen overflatebehandling for båter og skip. Det er satt veiledende grenseverdier for utslipp av disse metallene fra skipsverft (Miljødirektoratet, 2014). Moderne bunnstoff inneholder for det meste kobber- og sinkbaserte biocider.

PCB ble oppført på myndighetens prioritetsliste i 1997. Målet er å kontinuerlig redusere utslipp og bruk av stoffet i den hensikt å stanse utslippene innen 2020. PCB er svært giftig, med langtidsvirkning for liv i vann, særlig for marine organismer. PCB ble blant annet brukt i elektrisk utstyr, fugemasse og maling. PCB ble også benyttet i skipsmaling, spesielt i perioden 1950-1980 (SFT, 2004).

PAH: Enkelte av PAH-forbindelsene (PAH16) er viktige miljømessig siden de er (eller kan bli) karsinogene (kreftfremkallende) eller mutagene. Disse vurderes som særlig viktige på grunn av deres toksisitet for pattedyr og akvatiske organismer. PAH-forbindelser dannes i praktisk talt alle forbrenningsprosesser. I det marine miljø er PAH av pyrogen og petrogen opprinnelse av størst betydning (Miljødirektoratet, 2016):

- > Pyrogen PAH: Generert gjennom forbrenningsprosesser, ufullstendig forbrenning eller pyrolyse av organisk materiale.
- > Petrogen PAH: Avledet fra fossilt brensel (kull og petroleumsprodukter): tilføres marint miljø ved bl.a. oljesøl, utslipp fra skip, utslipp fra oljeraffinerier, naturlig utlekking fra havbunnen.

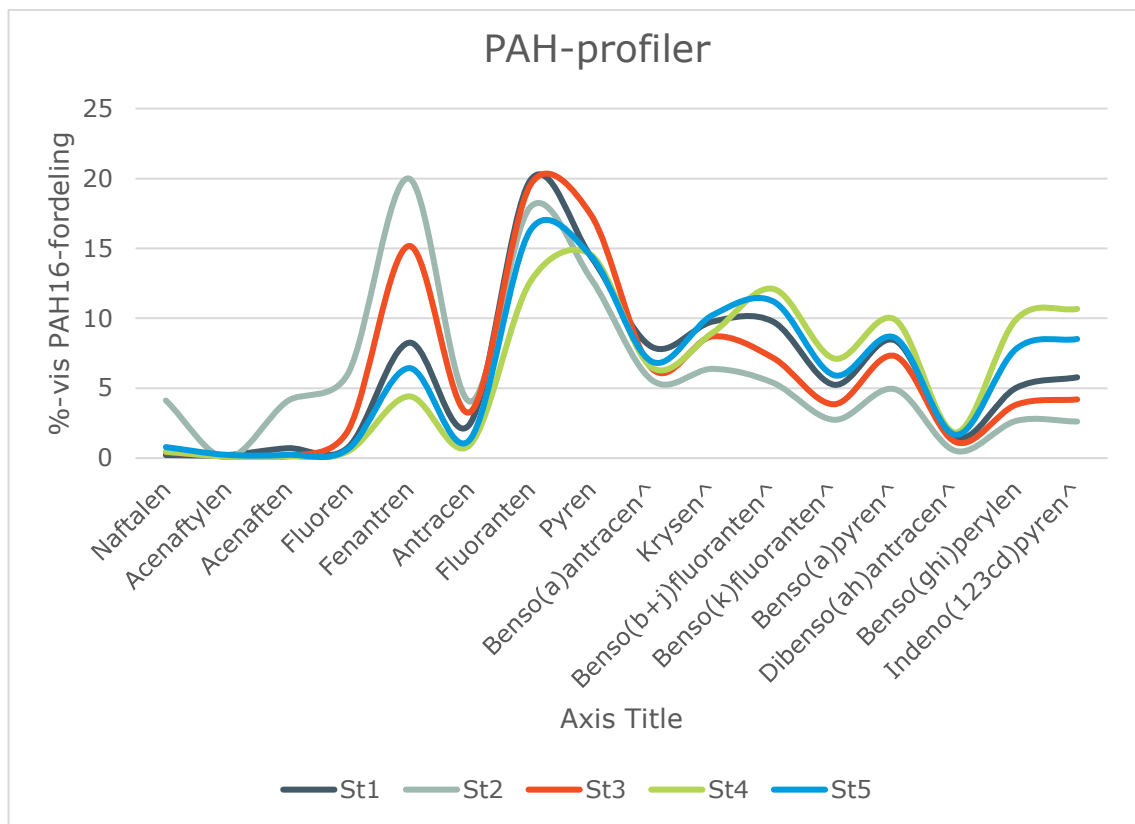
PAH-stoffenes fordeling i for eksempel sedimentprøver kan vise hvilken opprinnelse stoffene har. Figur 14 viser typiske PAH-profiler for oljerelatert, produktrelatert og forbrenningsrelatert PAH.



Figur 14: Skjematisk fremstilling av typiske kildeprofiler for henholdsvis oljerelatert, produktrelatert (kreosot) og forbrenningsrelatert PAH. Figur fra Koniieczny, R., hentet fra (COWI, 2015).

Det er i Figur 15 vist PAH-profiler for sedimentprøvene ved Vågsnes. Figuren viser at prøven St2 er for det meste produktrelatert, mens de andre prøvene synes å være forbrenningsrelatert slik som mange andre sedimentprøver fra Tromøysund er. Hele Arendalsområdet er mer eller mindre forurensert med PAH. Det er sannsynlig at deler av PAH-forurensingen skyldes tidligere industriutslipp fra Eydehavn. Bare Arendal Smelteverk alene slapp tidligere ut mer enn 1300 kg PAH til luft årlig på grunn av forbrenningsprosesser i smelteovnene, og mye av

dette har nok havnet på land og sjø i nærrområder.



Figur 15: PAH-profiler fra områdene rundt Vågsnes inkludert prøver fra en båthavn i området.

Konklusjon

Konsentrasjonene av PCB, TBT, kobber og sink stammer sannsynligvis fra rengjøring, vedlikehold og reparasjoner av båter ved Vågsnes. Det er for eksempel funnet høyest konsentrasjoner av TBT i sedimentprøvene nær land, som tyder på tilførsel fra aktiviteter på land. PAH kan være en vanlig forurensningsparameter i tilknytning til rengjøring, vedlikehold og reparasjoner av båter, men i Arendalsområdet er det også andre sannsynlige bidragskilder til PAH i sedimentene. Likevel tyder analysene på at det har vært en punktkilde ved prøvestasjon St2. Dette kan for eksempel være at noe tjære fra trebåter har løsnet mens båter har ligget på vann, eller blitt tilført fra aktiviteter på land. Det må nevnes at det er lite sedimenter i dette området.

Vurdering av datagrunnlag

I reguleringsplanen for Vågsnes (Arendal kommune, 2018) er det planlagt et offentlig friområde spesielt tilrettelagt for bading og vannaktiviteter i området sør på Vågsnes og mot Lyngholmen. Kunnskapsgrunnlaget vurderes som tilstrekkelig. Det er tatt totalt 5 sedimentprøver ved Vågsnes som alle viser tilnærmet samme forurensningsmønster.

6 Miljømål

For alle oppryddingstiltak må det defineres hva som er målsettingen for tiltaket, både i form av langsiktige miljømål og konkrete tiltaks mål (Miljødirektoratet, 2015). Inntil videre anbefaler Miljødirektoratet innstramning av praksisen med å bruke miljøgiftbudsjett og -regnskap.

6.1 Overordnede miljømål

Forurenset sjøbunn er hovedkilden til utslipp av miljøgifter i Agder (Vannregion Agder, 2016). I tiltaksplanen for Arendalsområdet er følgende langsiktige forvaltningsmål gitt:

- > "Bunnsedimentene i Arendalsområdet skal ikke være til hinder for utøvelse av rekreasjon og friluftsliv, fritidsfiske og -fangst, yrkesfiske og havnedrift."

Vågsnes ligger innenfor tiltaksområdet for Arendal havneområde.

Vannforskriften legger opp til at det skal settes miljømål for vannforekomster. Miljømålene skal nås innen utgangen av 2021. Det generelle målet er at alle vannforekomster minst skal opprettholde eller oppnå "god tilstand" i tråd med nærmere angitte kriterier. Dette gjelder både den økologiske og den kjemiske tilstanden. Der hvor tilstanden ikke når opp til god i dag må man gjennomføre miljøforbedrende tiltak. Vågsnes ligger i vannforekomst 0120030201-2-C Tromøysund - Arendal. Vannforekomsten er registrert med dårlig kjemisk og økologisk tilstand. Det er ikke registrert noen unntak for dette vannområdet (Vann-nett, 2018).

- > Miljømålet er god kjemisk og økologisk tilstand innen utgangen av 2021.

6.2 Miljømål Vågsnes

- > Miljømålet er god kjemisk og økologisk tilstand i tiltaksområdet innen utgangen av 2021.
- > Sedimentene skal ikke utgjøre en uakseptabel helserisiko for badende/brukere av friområder ved Vågsnes.

6.3 Tiltaks mål

I Håndteringsveilederen, M-350 gis følgende definisjon av tiltaks mål:

"Et tiltaks mål er en konkret målsetting for gjennomføringen av et tiltak, og skal oppfylles i gjennomføringen av dette. Tiltaks mål skal være definert ut fra målsetningen om å redusere påvirkning eller belastning knyttet til miljøgifter og biologisk påvirkning i et avgrenset areal. Tiltaks målet må være lokalt tilpasset brukerinteresser og påvirkninger, og vise miljøgevinst på kort og lang sikt." På bakgrunn av dette foreslås følgende mål:

- > I de øverste 10 cm av sedimentene skal innholdet av organiske miljøgifter (PAH16 og PCB7) og tungmetaller (As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Zn) være i tilstandsklasse II eller lavere i henhold til M-608, i minst 4 uker etter avsluttet tiltak i sjø.
- > Tiltak i sjø skal ikke medføre tilslamming av ålegrasforekomster i nærheten eller påvirke Seilskjærene naturreservatet negativt. For å redusere risikoen bør tiltak utføres vinterstid, utenom ålegrasets vekstsesong og hekkeperiode på Seilskjærene.

6.4 Bruk og tilstand etter tiltak

Erfaringene med forurenset sjøbunn så langt, viser at det er urealistisk å forvente at langsiktige forvaltningsmål for et større område med forurenset sjøbunn kan oppnås med et enkelt tiltak (Miljødirektoratet, 2015). Arendal kommune har i perioden september 2018 - mai 2019 foretatt tildekking av forurenset sjøbunn i Kittelsbukta og Pollen. Totalt 31 500 m² skal dekkes med sand til en minimum mektighet på 30 cm (Doffin, 2018). Samlet vil tiltak i havneområdet, ved Vågsnes og andre lokaliteter i Tromøysund bidra til en forbedring av sjøsedimentenes miljøtilstand i Arendal.

Det vil fortsatt være forurenset sediment i tilgrensende områder, i Tromøysund og ved opplagsplasser på land, brygger og småbåthavner. Det er derfor mulig at det kan forekomme rekontaminering fra forurensete områder utenfor tiltaksområdet. Når tiltak i forurenset grunn er utført på Vågsnes, vil de mest relevante landkildene være avrenning fra vei og tette flater og overløp spillvann.

7 Tiltaksvurdering

Alternativene for tiltak i forurensede sedimenter kan grovt deles inn i to kategorier; **mudring** for å fjerne de forurensede massene eller isolering av sedimentene på stedet gjennom **tildekking** (Miljødirektoratet, 2015). Ved mudring finnes flere alternativer for disponering/deponering av massene, mens tildekking kan utføres ved bruk av ulike typer masser som kan ha forskjellige egenskaper og tykkelse. Alle metodene har fordeler og ulemper som blant annet avhenger av eksisterende og planlagt arealbruk, miljømål, sjøbunnens stabilitet og bæreevne.

7.1 Nullalternativet

Nullalternativet innebærer at det ikke utføres noen tiltak med sedimentene på sjøbunnen for å bedre miljøtilstanden. Et null-alternativ kan være akseptabelt dersom en naturlig forbedring av forurensningstilstanden skjer gjennom tilførsel av rene sedimenter. Tromøysund er i risiko for å ikke oppnå miljømålet om god kjemisk og økologisk kvalitet innen 2021. Fylkesmannen mener at tiltak mot forurensede sedimenterer må prioriteres for å oppnå målsetningene i vannforskriften (Fylkesmannen i Aust- og Vest-Agder, 2018). Tiltak i sjøbunnen utenfor Vågsnes vurderes å være nødvendig.

Konklusjon: Null-alternativet anses ikke som et alternativ.

7.2 Alternativ 1: Fjerning av forurensede masser

Fjerning av forurensede masser fra sjøbunnen (mudring) kan være en god tiltaksløsning for å fjerne lokale "hot-spots" med spesielt høy forurensning, eller for å opprettholde seilingsdyp (Miljødirektoratet, 2015). Kartleggingen ved Vågsnes viste for eksempel at stasjon St2 er "hot-spot" med høyt nivå av PAH.

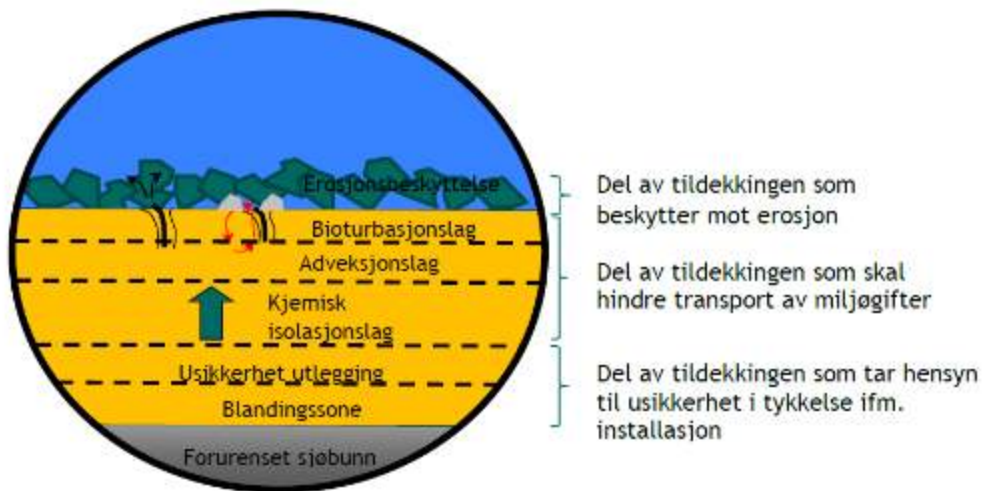
Sugemudring kan være et godt alternativ på områder med lite sedimenter, og spesielt i bratte områder der tildekking vil være teknisk utfordrende og lite hensiktsmessig på grunn av rasfare.

Ved kaier og ved flytebrygger kan det i enkelte tilfeller bli for grunt dersom man ønsker å tildekke forurensede sedimenter. I slike tilfeller kan man mudre i forkant av tildekkingen for å opprettholde ønsket dybde. Også i badeområder ved strand er mudring aktuelt før en eventuell tildekking.

Konklusjon: Mudring, og spesielt sugemudring der sedimentene tas på land, avvannes og leveres til avfallsanlegg, vurderes som et aktuelt tiltak i områder nær land. Kan også være aktuelt dersom det er nødvendig for å opprettholde dybder ved flytebrygger og for å opparbeide en badestrand.

7.3 Alternativ 2: Tildekking

Tildekking av forurensede sedimenter er en tiltaksløsning der rene masser legges ut på sjøbunnen for å hindre spredning av forurensning fra sedimentene, og for å redusere bunnfaunaens eksponering for forurensningen (Miljødirektoratet, 2016). Tykkelsen på tildekkingslagene kan variere. Tykkelser under ca. 15 cm blir referert til som tynnsjiktildekking. Valg av tildekkingsmaterialer avhenger av faktorer som strømforhold, behov for seilingsdyp, potensialet for erosjon og sjøbunnens egenskaper. Tildekkingslaget består vanligvis av mineralske masser eller aktivt materiale, eller en kombinasjon av disse Figur 16.



Figur 16: Skjematisk illustrasjon av tildekkingsdesign. Figuren er kopiert fra Miljødirektoratets rapport M-502 (Miljødirektoratet, 2016)

Formålet med tildekking er å hindre:

- > Diffusjon av forurensning gjennom tildekkingen
- > Oppbygging av stort porevannsovertrykk i det forurensede sedimentet
- > Partikulær transport av forurensning gjennom tildekkingslaget
- > Oppvirvling av forurenset sediment og av tildekkingsmasse
- > Kontakt med gravende organismer og spredning til næringskjeden

Tildekkingsmassenes egnethet må vurderes i forhold til en rekke faktorer som er beskrevet i veileder M-411, "Testprogram for tildekkingsmasser – forurenset sjøbunn" (Miljødirektoratet, 2015). I dette ligger det vurderinger av massenes permeabilitet, filteregenskaper, egenvekt, konsolideringsegenskaper mm. Det må utføres en vurdering av geoteknisk stabilitet i tildekkingsområdet mot tildekkingsmaterialets egenskaper (sedimentets bæreevne og konsolideringsegenskaper).

For tildekking av relativt finkornige sedimenter (silt/leire) bør tildekkingsmassene ha noe høyere permeabilitet enn de forurensede sedimentene. Dette for å redusere økningen i poretrykk som vil oppstå ved sammenpressing av disse sedimentene (Tabell 9). Samtidig må ikke tildekkingsmassen være så grovkornig at man risikerer utvasking av finstoff fra

sedimentet gjennom tildekkingslaget. Det kan i noen tilfeller være aktuelt å legge på tildekkingen i flere omganger. Generelt er det anbefalt at tildekkingsmassene bør være $> 2 \times d_{15 \text{ sediment}}$ (for å sikre tilstrekkelig permeabilitet) og $< 5 \times d_{85 \text{ sediment}}$ (for å hindre utvasking av finstoff).

Tabell 9: Typiske kornstørrelser for aktuelle materialer hvor d_{15} og d_{85} er den korndiameteren som henholdsvis 15 % og 85 % (vekt) av kornene er mindre enn. Hentet fra Miljødirektoratets veileder M-411 (Miljødirektoratet, 2015).

Forurenset sediment			Egnet tildekkingsmateriale		
Forurenset sediment	Kornstørrelse d_{15} , (mm)	Permeabilitet k_s (m ² /s)	Kornstørrelse d_{85} , (mm)	Kornstørrelse d_{15} , (mm)	Beskrivelse, i tilfelle bruk av ensgradert materiale
Siltig leire	< 0.002	$10^{-8} - 10^{-11}$	0.006	$< 0.004 - 0.03$	Middels til grov silt
Ensgadert silt	0.004	Ca. 10^{-7}	0.02	0.008 - 0.1	Middels silt til fin sand
Velgradert silt	0.006	Ca. 10^{-6}	0.1	0.012 - 0.5	Grov silt til middels sand
Ensgadert sand	0.08	Ca. 10^{-5}	0.2	0.08 - 1	Middels til grov sand
Velgradert sand	0.08	Ca. 10^{-5}	6	0.08 - 30	Middels sand til grov grus

Tildekkingsmaterialets barriereegenskaper, som beregning av diffusjon av forurensning og tildekkingslagets mektighet, kan utføres i forbindelse med detaljprosjektering av tiltaket. Dimensjonering av total tykkelse og antall utleggingslag kan også gjøres samtidig med en vurdering av sedimentets bæreevne under detaljprosjekteringen. Det må også dokumenteres at tildekkingsmassene har vært testet etter testprogram for masser til bruk av tildekking av forurensete sedimenter, veileder M-411 (Miljødirektoratet, 2015).

7.3.1 Tildekking med sand/skjellsand

Mineralske masser som sand og finknuste steinmasser er den vanligste tildekkingsløsningen i Norge (Miljødirektoratet, 2015). Denne type masser er ofte lett tilgjengelige og relativt rimelige, men de har som regel liten evne til å binde forurensningen. Massene fungerer derfor kun som isolering av de forurensete sedimentene. Tildekkingslaget må derfor være vesentlig tykkere enn bioturbasjonsdypet (det laget som blandes av aktiviteten til sedimentlevende dyr). Typisk tildekkingstykkelse er 20-50 cm.

Skjellsand har generelt lavere egenvekt enn sand fra sandtak eller nedkust sprengstein, noe som kan være gunstig i områder med bløt sjøbunn. Tildekking vil utgjøre en last på eksisterende sjøbunn. Hvis denne lasten overskrider bæreevnen til underliggende sedimenter vil tildekkingsmassene synke inn i de forurensete sedimentene og ikke lenger ha en tildekkingsfunksjon.

Skjellsand er estetisk fint og kan vurderes brukt på badestrand for å gjøre området ekstra innbydende. Det er viktig at skjellsand som eventuelt brukes er stedegen slik at man ikke innfører fremmede arter.

Konklusjon: Tildekking av forurenset sjøbunn med sand/skjellsand er et aktuelt tiltak.

7.3.2 Tildekking med mineralske masser inkl. aktivt lag

For å øke tildekkingens evne til å binde forurensning som kan transporteres fra de forurensede sedimentene og gjennom tildekkingen, kan det blandes inn aktive materialer. Denne metoden er særlig aktuell dersom grunnvannstransport gjennom den forurensede sjøbunnen er en viktig transportmekanisme for vannløst eller fri fase forurensning. Ved Vågsnes er tiltaket så lite og det vurderes at forurensningstransport med grunnvannsutstrømning er et begrenset problem.

Konklusjon: Tildekking av forurenset sjøbunn med mineralske masser inkludert et aktivt lag anses ikke som et aktuelt tiltak.

7.3.3 Tynnsjikttildekking med aktivt materiale

Tynnsjikttildekking med aktivt materiale (tildekking < 10-15 cm tykkelse) er velegnet dersom man skal dekke til store arealer, områder med særlig verdifull biota eller områder hvor det er bløte sedimenter med fare for innsynking av tildekkingslaget. Denne type tildekking vil i vesentlig grad blandes med det forurensede sedimentet under. Tynnsjikttildekking med kun passivt materiale har vist seg å ha liten eller ingen positiv effekt. For at denne løsningen skal redusere spredning og biotilgjengelighet av miljøgiftene er det nødvendig at tildekkingen inneholder aktive materialer som binder miljøgiftene (Miljødirektoratet, 2015).

Tynnsjikttildekking er ikke prøvd ut i stor skala i Norge, men bruk av aktivt kull har gitt lovende resultater i forhold til å redusere biotilgjengelighet og utlekking av organiske miljøgifter (Miljødirektoratet, 2014). Ved Vågsnes omfatter tiltaket et relativt lite areal.

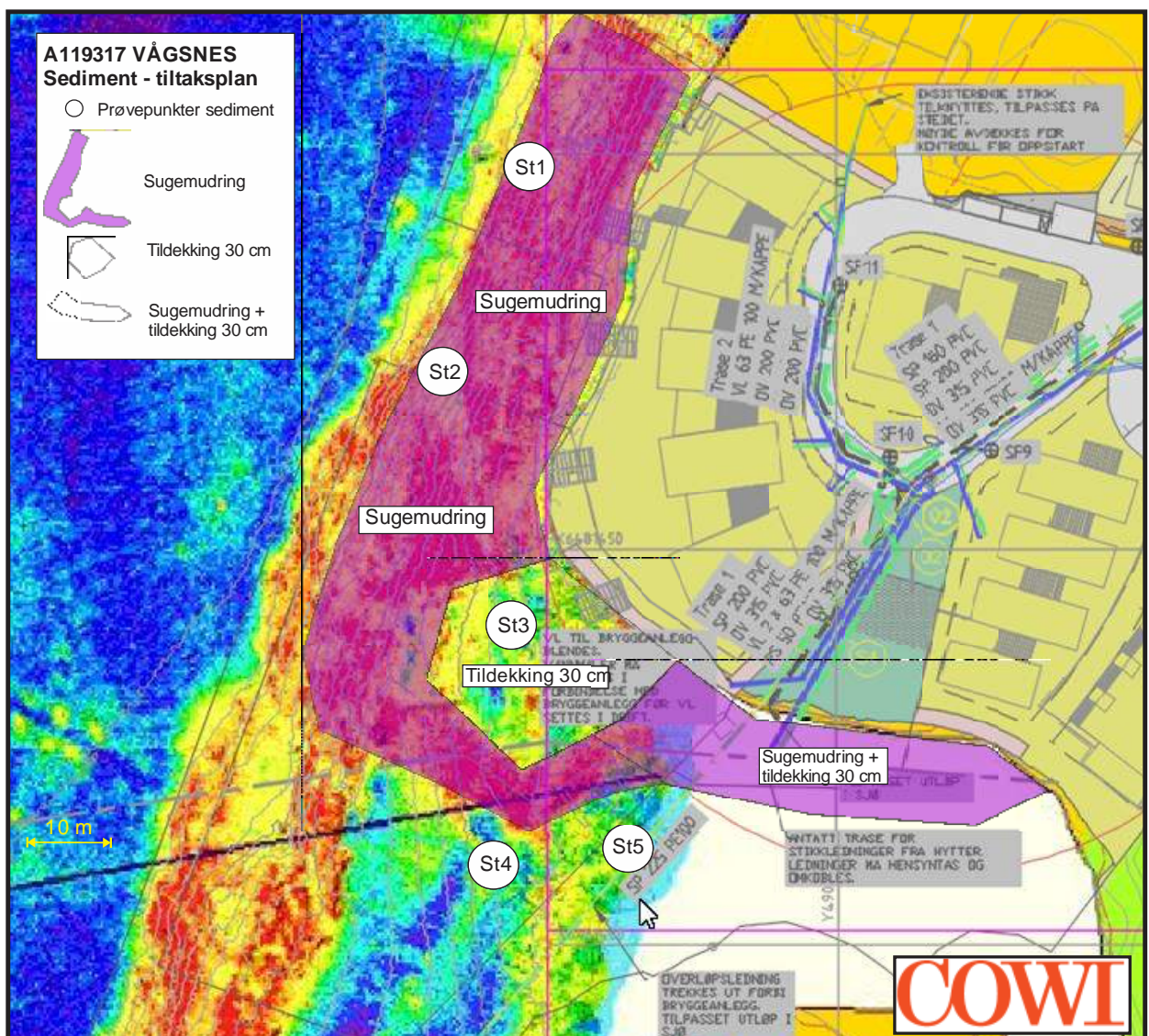
Konklusjon: Tynnsjikttildekking av forurenset sjøbunn med aktivt materiale vurderes som lite aktuelt siden omfanget er relativt lite ved Vågsnes.

8 Tiltak

8.1 Tiltak mot forurensede sedimenter

Analyser og risikovurdering av sediment ved Vågsnes, viser at sedimentene er forurenset og kan utgjøre en risiko med hensyn til helse, miljø og spredning.

Avgrensning av tiltaksområder er satt innenfor grensene av planområdet basert på målte konsentrasjoner i sedimentene, bunnforhold og planlagte badearealer. Avgrensinger er og satt innenfor antatt påvirkningsdyp fra større fritidsbåter, på ca. kote -10 m. Foreslåtte tiltak, sugemudring og tildekking, er vist i Figur 17.



Figur 17: Tiltaksareal er markert. Det anbefales å sugemudre områder på inntil 3000 m² med tynne lag med sedimenter på fjell og nært land, da det her en del bratte partier, mest forurenset sediment og antakelig en del partikler fra tidligere aktiviteter på land. Det anbefales å dekke til områder rundt St3 uten å sugemudre da det er tykkere lag med sedimenter. Det anbefales å dekke til områdene der det skal bades, men at en del sedimenter først fjernes (sugemudres) slik at nødvendig vandndyp kan oppnås. Om lag 1000-2000 m³ tildekkes.

Det er bratte skrånninger og lite sedimenter på vestsiden og deler av sørvestsiden ved Vågsnes. Bratte skrånninger med lite sedimenter, egner seg dårlig for tildekking. Disse området er derfor vurdert som aktuelle for sugemudring. Også nærområdene til den planlagte stranden bør først sugemudres i overflaten for å ta bort de mest forurensede sedimenter, men stedlige vurderinger må foretas. Det planlegges derfor at dykker befarer sjøbunnen nøye før tiltak gjennomføres, slik at det bestemmes nøyaktig hvor det skal sugemudres og/eller tildekkes. Områdene som er aktuelle for sugemudring, kan omfatte ca. 2000-3000 m², avhengig av størrelser på områder med lite sedimenter/ bart fjell. Mudrede masser bør avvannes på land, og rensset vann fra denne prosessen må føres til sjø innenfor et boblegardin - mens avvannede sedimenter prøvetas og leveres til et godkjent mottaksanlegg.

Der det skal legges til rette for strandaktiviteter og bading på grunne områder, bør forurensede sedimenter fjernes og resten så tildekkes. Hensikten er at det ikke skal være noen risiko for at brukere av området, spesielt barn, kommer i kontakt med forurensede sedimenter.

Områder rett sørvest fra land har relativt mektige sedimenter og gode dybdeforhold. Det vurderes at her og langs land østover der badestranden skal opparbeides så bør det tildekkes med naturlige masser, f.eks. skjellsand. Stedlige vurderinger må foretas.

Områdene som kan bli aktuelle for tildekking kan omfatte ca. 1000-2000 m².

Tildeckingsmasser må legges ut skånsomt, og vil legges ut fra land med gravemaskin eller fra lekter i sjøen. Entreprenør bør vurdere å legge masser kontrollert og forsiktig ut i to lag/omganger, og fra dypeste til grunneste område. Dette for å forårsake minst mulig oppvirvling av forurensede sedimenter, sikre en heldekkende tildekking og redusere risiko for utrasing. Det anbefales å tildekke med minst 30 cm godkjente masser, f.eks. skjellsand.

8.2 Tiltak i strandsonen

Det er behov for å gjennomføre tiltak i strandsonen i forbindelse med utvikling av eiendommen. Følgende tiltak er av størst omfang:

- > Riving av brygger og betongkonstruksjoner i strandkanten
- > Etablering av stålkjernepeler
- > Oppbygging av brygger, båthus etc

For at tiltak i strandsonen ikke skal spre forurensning eller på andre måter føre til miljøulemper, foreslås det følgende fremgangsmåte:

- 1 Først etableres det boblegardin i sjøen for å hindre spredning av eventuelle partikler fra land. Plassering av boblegardin vurderes ut fra tiltak som gjennomføres. Det vurderes at boblegardin vil fungere bedre enn et

tradisjonelt siltgardin, da det erfaringsmessig er vanskelig å få siltgardin til å fungere tilfredsstillende i kuperte og bratte områder.

- 2 Det utplasseres eventuelt turbiditetsmålere iht. vilkår fra Fylkesmannen.
- 3 Deretter fjernes all forurenset masse på land som ligger mot eksisterende strandlinje og konstruksjoner. Etter at forurenset masse er fjernet, fjernes også annen nødvendige masse, som for det meste er stein og blokk.
- 4 Konstruksjoner i strandkanten fjernes.
- 5 Stålkjernepeler etableres. Erfaring fra stålkjernepeling andre steder, blant annet ved Kanalbyen i Kristiansand, viser at dette er en skånsom metode mht. partikkelspredning.
- 6 Når tiltak i strandsonen er ferdigstilt, gjennomføres sugemudring og tildekking. I sør kan det muligens bli enkelte tilpasninger hvis tildekking av sedimenter skal utføres fra landsiden. Dette må bli gjenstand for nøyere vurdering av utførende entreprenører.

Rekkefølgen for de ulike tiltakene er vurdert som hensiktsmessig. Hvis tiltak i sjøen gjennomføres før tiltak på land og i strandsonen gjennomføres, er det risiko for ny kontaminering fra land til sjø. Derfor vurderes det som best å først gjennomføre tiltak på land og i strandsonen, og så til slutt i sjøen.

9 Kontroll, overvåking og avbøtende tiltak

Alle arbeidene blir underlagt krav til overvåking og kontroll som defineres i en kontroll- og overvåkingsplan i forkant av oppstart. Entreprenøren skal beskrive metodevalg, rutiner og presisjon for de ulike oppgavene. Dette vil bl.a. være kontrollprogram for måloppnåelse for tildekking og spredning under tiltak.

9.1 Kontroll av tildekkingsmasser

Det skal dokumenteres at massene tilfredsstiller kravene til blant annet kjemisk sammensetning og -stabilitet i veileder M-411, "Testprogram for tildekkingsmasser" (Miljødirektoratet, 2015). Massene skal også tilfredsstille krav som blir beskrevet i detaljprosjekteringen, som blant annet vil omfatte krav til kornstørrelser og utleggingsmetoder.

9.2 Risiko for rekontaminering

Ved tildekking er det en mulighet for tilførsel av ny forurensning (rekontaminering) knyttet til oppvirvling av sedimenter under utlegging av tildekkingslaget. Ved å påføre massene skånsomt i flere lag, vil risiko for oppvirvling reduseres. Likeledes er det viktig å starte med de mest finkornede masser først (f.eks. 0-8 mm), og deretter avslutte med mer grovkornede masser (f.eks. 0-32 mm).

Etter tiltak er det en liten risiko for at forurensede partikler fra sedimenter i Tromøysund og andre kilder vil kunne rekontaminere tiltaksområdet over tid. Det er sannsynligvis svak bunnstrøm i området, så risikoen anses som begrenset.

9.3 Overvåking under tiltak i sjø

Under gjennomføring av tildekkingstiltak vil det være behov for overvåking. Hensikten er blant annet å påse at de avbøtende tiltakene som utføres er tilstrekkelig effektive til å hindre uønskede effekter, kunne iverksette strakstiltak ved behov samt dokumentere at myndighetskrav overholdes.

For overvåking under tiltak brukes ofte turbiditetsmålinger, vannprøver, sedimentfeller og passive prøvetakere. For Vågsnes anbefales følgende overvåking:

Turbiditetsmålinger (målinger av partikler i vannet) skal gjennomføres kontinuerlig under tiltaksperioden. On-line turbiditetsmålere bør settes opp i nærheten av tiltaksområdet. Målerne sender data til ansvarlig overvåker via mobilnettet og er tilknyttet en alarmfunksjon.

På grunn av naturlige variasjoner i turbiditet, anbefales det at man har målinger ved en upåvirket referansestasjon i nærheten. For tiltak av kortere varighet kan det også gjøres referansemålinger på forhånd i selve tiltaksområdet.

Bakgrunnsverdiene bør da måles i tiltaksområdet over en periode på minimum en uke forut for tiltaket (Miljødirektoratet, 2015).

Ved utlegging av første tildekkingslag er det størst fare for spredning av partikler fra eksisterende sedimenter. Ved påfølgende lag, er det spredning av partikler fra de rene tildekkingsmassene som kan utgjøre en fare for tilslamming av ålegrasforekomster i nærheten.

Det foreslås at det etableres en turbiditetsgrense på 10 NTU over bakgrunnsverdiene gjennom et 20 minutters tidsintervall, og at målestasjonen ligger opptil 50 m fra anleggsarbeidet. Dersom arbeidene foregår på vinterstid (utenom ålegrasets vekstsesong) kan høyere turbiditetsgrense vurderes ved utlegging av påfølgende tildekkingslag.

Dersom grensen overskrides, bør anleggsarbeidet stoppes inntil turbiditet er under tillatt nivå i et 20 minutters intervall. Det bør da eventuelt tas en vannprøve som analyseres for miljøgifter for å avdekke om spredningen er oppvirling av forurenset sjøbunn eller tildekkingsmasser. Slike vannprøver bør analyseres som hastepøver. Dersom vannprøvene viser at det foregår en spredning av tildekkingsmasser, kan man vurdere å heve turbiditetsgrensen. Dette gjelder særlig dersom det blir hyppige driftsstans pga. høye turbiditetsverdier, men man må også vurdere justeringer opp mot andre hensyn (for eksempel fisk og ålegras). Visuell inspeksjon og manuelle turbiditetsmålinger bør gjøres samtidig ved vannprøvetaking, og ved synlig blakking slik at vannprøvene tas i området med høyest turbiditet.

9.4 Avbøtende tiltak

Det vil være behov for avbøtende tiltak å unngå eller begrense spredning av forurensning og verne naturmangfold i området.

9.4.1 Hensyn til naturmangfold

Tildekking av sjøbunn med 30 cm rene masser vil ødelegge habitatet for de organismene som lever der i dag. Det ble imidlertid ikke observert levende organismer i sedimentene under prøvetakingen, og fordelene med tildekking vurderes som større enn eventuelle ulemper. Tildekking vil bedre leveforholdene og en bunndyrfauna vil trolig (re)etableres etter få år.

Siden tiltaket er relativt lite, bør sugemudring og tildekkingsarbeider vær mulige å gjennomføre også i perioden februar-mai selv om det er gyteområder for torsk i nærheten.

Det er ålegras nær tiltaksområdet. Ålegras er en viktig naturtype og levested for en rekke arter. Arten er følsom for tilslamming. Forekomstene må beskyttes med siltgardiner eller boblegardiner under tiltak. Kontinuerlige turbiditetsmålinger på hver side av partikkelsperren vil ivareta ålegraset og fare for tilslamming av dette. Dersom arbeidene foregår utenom ålegrasets vekstsesong, dvs. på vinterstid, reduseres risikoen

9.4.2 Hindre forurensning

Utlegging av tildekkingsmasser og sugemudring vil kunne føre til oppvirvling av forurensete sedimenter, særlig i områder hvor sedimentene er bløte.

Metodikken ved både utlegging og sugemudring bør derfor være så skånsom som mulig for å redusere oppvirvling og spredning.

Det skal ved behov iverksettes tiltak for å hindre at forurensning spres til omkringliggende områder. Partikkelsperrer i form av siltgardin eller boblegardin vil være viktige tiltak.

9.5 Støv og støy

Det forventes at entreprenører i forkant av tiltakene beskriver og utarbeider rutiner for å redusere spredning av støv og minimere støy. Arbeidet bør i størst mulig grad gjennomføres slik at det ikke kommer i konflikt med andre interesser. I utgangspunktet antas det at det vil være mindre problemer knyttet til støy og støv i forbindelse med tildekking, men detaljprosjektering kan beskrive avbøtende tiltak i form av vanning av tildekkingsmasser, beskyttelse mot vind vha. presenning eller bruk av lukkede systemer som avgir lite støy og støv.

9.5.1 Beredskapsplaner

Entreprenøren bør utføre en miljørisikovurdering som for å identifisere hendelser som kan medføre miljøskade og tiltak for å redusere risikoen. Miljøhensyn må inkluderes i beredskapsplan og varslingsplan.

9.6 Sluttkontroll

Etter at tiltaket er utført skal det gjennomføres sluttkontroll.

Effekten av sugemudring kan dokumenteres med videofilming av tiltaksområder som viser at sedimenter ned til bart fjell er fjernet. Dette kan utføres av dykker eller ROV.

Tykkelse og utbredelse av tildekkingslaget skal dokumenteres. Sluttkontrollen av tildekkingslagets mektighet skal dokumenteres ved at bunntopografien kartlegges med tilstrekkelig nøyaktighet til at det kan sammenlignes med kartleggingen utført i forkant av tiltaket. Dette kan kontrolleres ved visuelle observasjoner (dykkere og målepinner), multistrålekartlegging av sjøbunn før og etter tiltak eller kjerneprøver.

En oversikt over tidligere sedimentstasjoner i tildekkingsområdet er tidligere gitt. Analyseresultatene fra disse lokalitetene representerer sjøbunnens "førtilstand". Disse resultatene vil bli sammenlignet med resultatene av prøver av tildekkingslaget. Omfanget av prøvetakingen skal beskrives i kontrollplanen som utarbeides før tiltakene starter. Etter at tildekkingen er ferdig skal tas

prøver av øvre 10 cm av tildekkingslaget. Prøvene skal analyseres for parameterne anbefalt i veileder M-350.

Akseptkriteriet er at prøvene tilfredsstiller tiltaks målet som innebærer at konsentrasjonen av miljøgifter i toppsedimentene skal være i tilstandsklasse 2 eller lavere i henhold til veileder M-350 (Miljødirektoratet, 2015) i inntil 4 uker etter tiltaket. Dersom resultatene viser at tiltaks målet ikke er nådd, kan det bli aktuelt med ytterligere tildekking. Krav til sluttkontroll for å dokumentere effekten av tiltaket bestemmes i tillatelse til tiltak.

9.7 Overvåking i etterkant av tiltak

I kontroll- og overvåkingsplanen skal også overvåking etter tiltak inngå. Det er de samme målemetodene som utføres før og under tiltak som er aktuelle å utføre etter ferdig utført tiltak. Det er en viss fare for rekontaminering fra forurenset sediment i omkringliggende områder, og det kan forekomme utlekking gjennom tildekkingsmassene. Det bør derfor tas prøver av øvre 10 cm sediment i tildekket område. Prøvene analyseres for samme parametere som tidligere. Det bør tas prøver for eksempel ett år etter tildekkingen.

9.8 Oppdatering av databaser

Myndighetspålagt overvåking skal legges inn i databasen Vannmiljø. Dette vil gjelde referanseprøver i forkant av tiltak og prøver tatt etter tiltak. Prøver fra tiltaksperioden er normalt mindre aktuelt å legge inn fordi situasjonen da er under endring og påvirkning.

10 Tiltaksrettede undersøkelser – og andre forhold som kan påvirke prioritering, fremdrift, kostnader

10.1 Kulturminner

Norsk Maritimt Museum gjennomførte arkeologiske undersøkelser under vann 19.04.2013. Det ble ikke registrert funn i sjøen.

10.2 Skrot på sjøbunnen

For å få et heldekkende tildekkingslag er det viktig å fjerne eventuelle fremmedelementer og søppel fra sjøbunnen. Gamle sjøbunnskabler (EE-avfall) kan inneholde olje eller andre miljøfarlige stoffer, mens større objekter vil hindre en effektiv tildekking. Omfanget av nødvendig skrottrydding må kartlegges i detaljprosjekteringsfasen. Dette kan for eksempel utføres med fjernstyrt undervannsbåt (ROV) eller dykkere.

10.3 Erosjonssikring

Det vurderes ikke nødvendig med spesiell erosjonssikring, siden det kun skal tildekkes i grunne og slake områder langs land.

10.4 Informasjon og medvirkning

Det bør lages en kommunikasjonsplan med oversikt over private og offentlige interessenter samt tidspunkt/faser for medvirkning.

10.5 Fremdrift

Hvis tiltaksplanen godkjennes av Fylkesmannen i løpet av sommer og/eller høsten 2019, kan tiltak bli gjennomført i løpet av vinteren 2019/2020.

11 Konklusjon

Eiendommen Vågsnes på Tromøy i Arendal skal utvikles og bygges ut med boliger, sjøbuer, bryggeanlegg og friområde med badestrand.

Det er påvist at sedimenter ved eiendommen er merkbart forurenset med tungmetaller (kobber, sink), PAH og TBT. Med unntak av et prøvepunkt, har antakelig forurensning av PAH sin opprinnelse fra de generelle PAH-forurensninger i Tromøysund der tidligere industriaktivitet på Eydehavn kan ha vært en kilde. Forurensning av kobber, sink og TBT skyldes antakelig utslipp fra bunnstoff, der tidligere aktiviteter på Vågsnes med rengjøring og vedlikehold av småbåter (båter mindre enn 50 fot) er en mulig kilde.

Risikovurdering viser at sedimentene utgjør en risiko mht. økologi, human helse og spredning av forurensning. Et høyt og svært lokalt inntak av fisk og skalldyr kan utgjøre en risiko for human helse, men i praksis er denne risikoen minimal da det vil være lite konsum av lokal fangst rett ved boligområdet på Vågsnes. Risiko knyttet til inntak av sjømat gjelder for øvrig i hele Arendalsområdet. Med hensyn til bading, er det oralt inntak av sedimenter som har størst betydning.

Det er behov for tiltak. Ved prøvetaking av sedimenter og ved multistrålekartlegging av sjøbunnen, ble det spesielt i vest og sørvest påvist områder med lite sedimenter. Siden en del områder også er bratte og lite egnet for tildekking på grunn av fare for utrasing av tildekkingsmaterialet, foreslås det her å sugemudre sedimenter, avvanne disse på land og levere avvannede sedimenter til godkjent anlegg. Nøyaktige arealer for metoder skal kartlegges og oppmerkes av dykker før tiltak gjennomføres. Aktuelle områder for sugemudring kan utgjøre 2000-3000 m². I resterende tiltaksområder (ca. 1000-2000 m²) foreslås det tildekking med minst 30 cm rene masser. Inkludert i disse områdene skal det opprettes en badestrand, og her foreslås det å først mudre og deretter tildekke sedimenter. Eventuelt skrot fra sjøbunnen må ryddes bort før tiltak med mudring eller tildekking iverksettes.

Før tiltak i sjøen gjennomføres, bør anleggstiltak på land og i strandsonen gjennomføres. Anleggstiltak omfatter fjerning av resterende forurensete grunnmasser på land, riving av konstruksjoner i strandsonen, stålkjernerpeeling og eventuelt gjenoppbygging av konstruksjoner i strandkanten iht. reguleringsplan. For å hindre spredning av partikler fra land og strandsonen ved anleggstiltak, foreslås det å etter behov ha boblegardin utenfor aktuelle områder for å hindre spredning av partikler.

Ved tiltak må det være kontroll og måling av partikkelspredning i sjøen, og prosedyrer ved eventuelle avvik.

12 Referanser

- Arendal kommune. (2018, 02 15). Vindholmen. Plan ID 090602016-5.
- COWI. (2013, September). Miljøgiftundersøkelse av blåskjell i Arendal havneområde. *Prosjekt A039914*.
- COWI. (2013, November). Vågsnes AS - Sedimentundersøkelse og risikovurdering. *A038716 - RAP002*.
- COWI. (2015). Risiko- og tiltaksvurdering av forurenset sjøbunn i Pollen.
- COWI AS. (2013, Oktober). Miljøteknisk grunnundersøkelse, risikovurdering og tiltaksplan Vågsnes Tromøya. *NOT001 - A038716*.
- COWI AS. (2013, Oktober). NOT001 - Vågsnes AS - Miljøteknisk grunnundersøkelse og tiltaksplan. *A038716*.
- COWI AS. (2016, November). NOT002 - Vågsnes AS - Ny miljøteknisk grunnundersøkelse og tiltaksplan. *A038716*.
- Direktoratet for naturforvaltning. (2011). Faggrunnlag for ålegraseng (*Zostera marina*).
- Direktoratsgruppen vanddirektivet. (2018). Klassifisering av miljøtilstand i vann. *Veileder 2:2018. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*.
- Doffin. (2018). <https://doffin.no/Notice/Details/2018-342987>.
- Fylkesmannen i Aust- og Vest-Agder. (2018, 06 01). Pålegg om å utarbeide tiltaksplan forurensete sedimenter utenfor Vindholmen.
- Havforskningsinstituttet. (2013). *Fisken og havet. 1/2013. Kartlegging av gytefelt. Gytefelt for kysttorsk*.
- KLIF. (2011). Risikovurdering av forurenset sediment. *Veileder TA-2802*. Klima- og forurensningsdirektoratet.
- Mattilsynet. (2018, 08 03). <http://www.miljostatus.no/tema/hav-og-kyst/miljogifter-langs-kysten/advarsler-mot-fisk-og-sjomat-fra-forurensete-omrader/>.
- Miljødirektoratet. (2014). Tynntildekking av forurensete sedimenter. Overvåking av fire testfelt i Grenlandsfjordene. Rapport 219.
- Miljødirektoratet. (2016). PAH i forurenset sediment. Rapport M436.
- Miljødirektoratet. (2014). Veilederen for skipsverft som omfattes av krav i forurensningsforskriften kapittel 29.
- Miljødirektoratet. (2015). Håndtering av sedimenter. Veileder M-350.
- Miljødirektoratet. (2015). Testprogram for tildekkingsmasser. Forurenset sjøbunn. Veileder M-411.
- Miljødirektoratet. (2015). Tiltakplaner for opprydding i forurenset sjøbunn. Faktaark M-325.
- Miljødirektoratet. (2015). Veileder for håndtering av sediment - revidert 25. mai 2018. M-350.
- Miljødirektoratet. (2016, September). Veileder for risikovurdering av forurenset sediment. *M-409*.
- Miljødirektoratet. (2016). Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Veileder M-608.
- Miljødirektoratet. (2016). Oppsummering av erfaring med tildekking av forurenset sjøbunn. M-502.
- Miljødirektoratet. (2017). Miljøvennlige småbåthavner. Fagrapport M-1048.
- Naturbase. (2018, 08). <https://kart.naturbase.no/>.
- NIVA. (2005). Sedimentundersøkelse i forbindelse med tiltaksplan for forurensete sedimenter i Arendal: fase 2. Rapport LNR 5118-2005.

- SFT. (2004). Kartlegging av skipsverft. Steder hvor det kan ha oppstått forurensningsproblemer knyttet til bygging, vedlikehold og reparasjon av skip og offshoreinstallasjoner.
- Vann-nett. (2018, 08 07). <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/0120030203-2-C>.
- Vannregion Agder. (2016). Regionalt tiltaksprogram for vannregion Agder 2016-2021.

Vedlegg 1

NOVEMBER 2013
VÅGSNES AS

VÅGSNES AS - SEDIMENTUNDERSØKELSE OG RISIKOVURDERING

NOVEMBER 2013
VÅGSNES AS

VÅGSNES AS - SEDIMENTUNDERSØKELSE OG RISIKOVURDERING

OPPDRAGSNR. A038716

DOKUMENTNR. RAP002

VERSJON 2

UTGIVELSESDATO 12.november 2013

UTARBEIDET Arild Vatland *Arild Vatland*

KONTROLLERT Arve Misund *Arve Misund*

GODKJENT Arild Vatland *Arild Vatland*

INNHOOLD

1	Innledning	7
2	Beskrivelse av området	8
2.1	Geografi	8
2.2	Topografi	8
2.3	Viktige økologiske egenskaper	9
2.4	Nåværende og planlagt arealbruk	10
2.5	Skipstrafikkmønster	11
2.6	Kjente forurensningskilder	11
2.7	Miljøtilstand	12
2.8	Ønsket miljøtilstand	13
3	Kort om risikovurdering	14
4	Risikovurdering - Trinn 1	15
4.1	Innhenting av miljøinformasjon	15
4.2	Sedimentareal	15
4.3	Sedimentprøver	16
4.4	Resultater Trinn 1	17
4.6	Vurderinger og konklusjoner - Trinn 1	21
5	Risikovurdering - Trinn 2	22
5.1	Avgrensning i forhold til spredning, human risiko og økologisk risiko	22
5.2	Risiko for spredning	23
6	Konklusjoner og vurderinger	33

Vedlegg: Analyserapport fra ALS

1 Innledning

Ved Vågsnes på Tromøy i Arendal kommune (gnr./bnr.: 217/27) har det siden 1922 vært drevet ulike aktiviteter. Fra 1922 til 1970 var det sagbruk. På sagbruket ble det håndtert ubehandlet trevirke. Fra 1970 til 1977 ble området benyttet som lager for produkter fra Leca. Siden 1978 og frem til i dag har det vært drevet båtlagring på området, og det har vært 10-20 faste båtplasser i sjøen. Langs sjøen er det i dag kai og noen flytebrygger med til sammen 21 båtplasser. Eiendommen ligger om lag 8 km øst for Arendal sentrum. Lokalisering er vist i figur 2.1.

Siden eiendommen ønskes omregulert fra næringsformål til boliger, har COWI AS blitt engasjert av Vågsnes AS til å utføre en kartlegging og risikovurdering av grunnmasser på land, og sedimentundersøkelser i sjøen like utenfor. En separat rapport med tiltaksplan¹ for forurensede grunnmasser skal sendes til Arendal kommune for behandling og godkjenning.

Det var på forhånd mistanke om at sedimentene kunne være lettere forurenset, siden sedimenter i sentrale deler av Tromøysund generelt er forurenset og siden virksomheten ved Vågsnes med båtopplagsvirksomhet og reparasjoner kan ha gitt tilførsel av forurensing til sedimenter. Undersøkelsen for å kartlegge sedimentene er i hovedsak gjennomført i henhold til relevante veiledere fra Miljødirektoratet/Klif/SFT. På oppdrag fra Vågsnes AS har COWI AS gjennomført undersøkelser i sjøsediment, med hovedmål å undersøke tilstand, spredning, helserisiko og økologisk risiko, og å vurdere om det bør gjennomføres tiltak eller ikke.

¹ COWI 2013: *NOT001 – Vågsnes AS – Miljøteknisk grunnundersøkelse og tiltaksplan – oktober 2013*. Prosjekt A038716. 31 sider.

2 Beskrivelse av området

2.1 Geografi

Vågsnes ligger øst for Arendal sentrum og på sørøstsiden av Tromøysund. Mot vest og sør avgrenses eiendommen av sjøen. Mot nord og øst avgrenses eiendommen av tilstøtende eiendommer. Eiendommen er ellers beskrevet i rapport om miljøteknisk grunnundersøkelse¹.

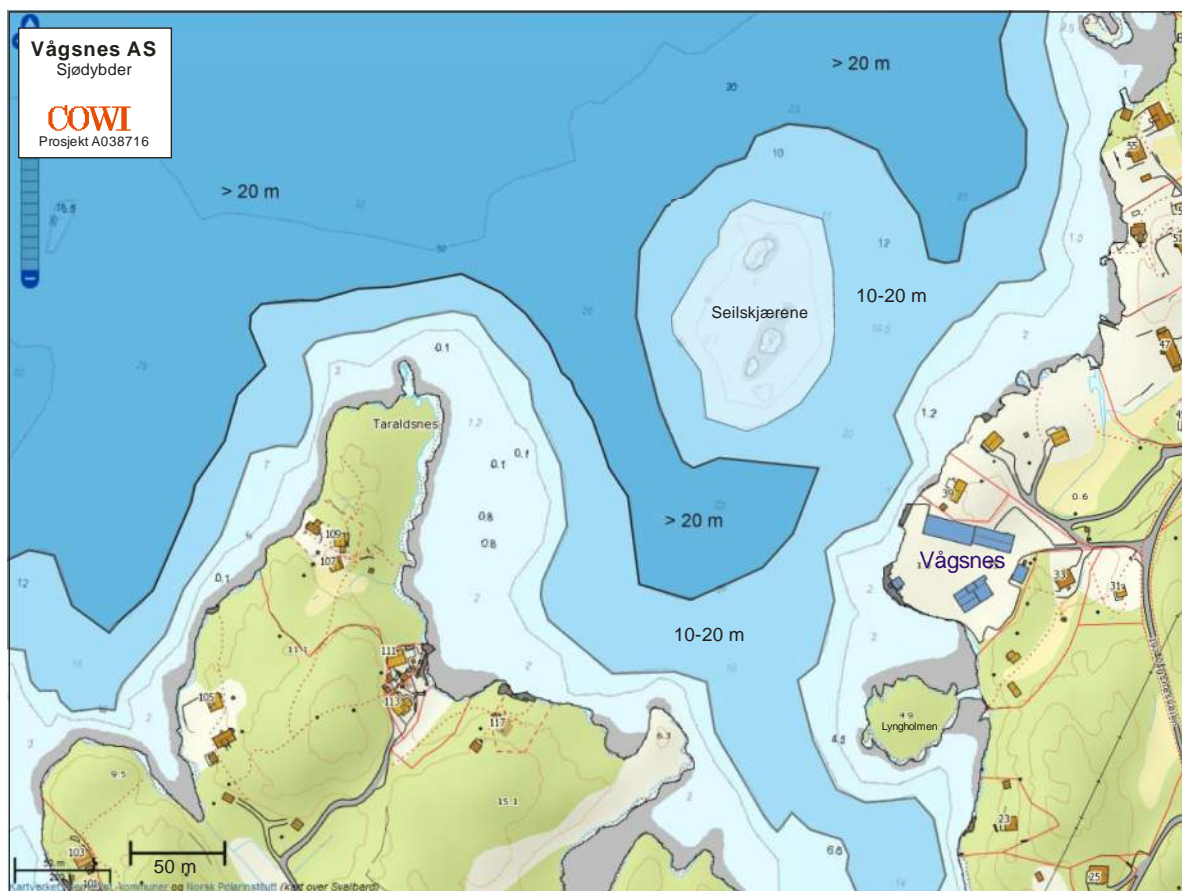


Figur 2.1 Kart over Arendal sentrum og Vågsnes.

2.2 Topografi

Sjøbunnen skråner ned til dybder på 20-30 meter, som er vanlige dypde i Tromøysund. Vest for Vågsnes skråner sjøbunnen relativt bratt ned til 10 og 20 meters dybder, mens i sørvest og sør for eiendommen er det grunnere. I området

mellom Vågsnes og Lyngholmen er det for det meste svært grunt og dybder mellom 0 og 2 meter. Et kart med innregnede dybdeforhold er gitt i figur 2.2:



Figur 2.2 Kart over Vågsnes med lokale dybdeforhold (www.norgeskart.no)

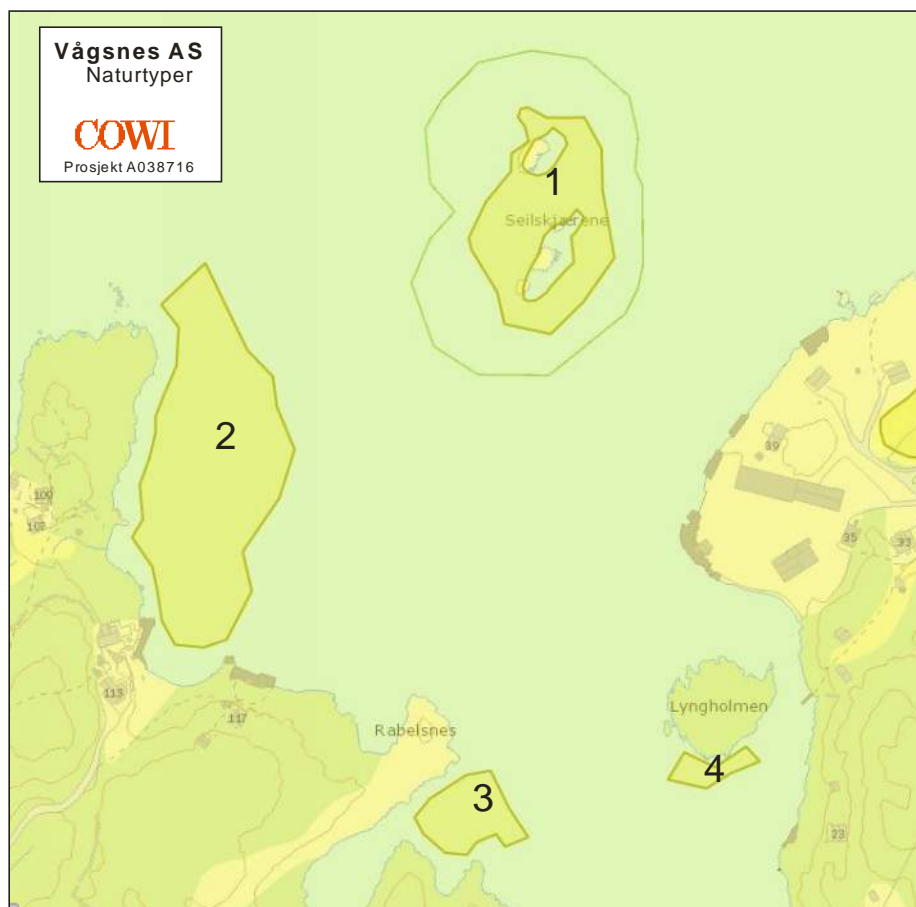
2.3 Viktige økologiske egenskaper

Det er registrert mange områder i Arendal som er vurdert så viktige at de er oppført i Miljødirektoratets "Naturbase". I nærområdet til Vågsnes er det 4 lokaliteter som er ansett som viktige eller lokalt viktige. Det nærmeste er Seilskjærene, som er et naturreservat for sjøfugl og merket 1 i figur 2.3. Det er også flere lokaliteter for ålegress (1-4 i figur 2.3) i nærheten, som er nærmere beskrevet i planprogram for Vågsnes². I planprogrammet er det blant annet gitt følgende føring:

- › *Konsekvenser for ålegressamfunn i sjø som følge av utvidelse av småbåtanlegg må utredes.*

En oversikt over de nærmeste og viktigste relevante lokaliteter er gitt i figur 2.3.

² Stærk & Co AS 2013: "Fastsatt planprogram for detaljert reguleringsplanforslag for Vågsnes, Tromøy". Fastsatt i kommuneplanutvalget 21.08.2013.



Figur 2.3 Viktige lokale naturtyper (www.dirnat.no)

I de dypere deler av selve Tromøysund er det store områder som regnes som gyteområder for fisk. Sjøområdene utenfor Vågsnes er i et relativt bynært område nær Arendal sentrum, og brukes både til boliger og rekreasjon. Området brukes også til en viss grad av yrkesfiskere og av fritidsfiskere til fangst av fisk og skalldyr, men omfanget av kommersiell fiske er begrenset av at det er innført kostholdsråd i store områder rundt Arendal og Tromøysund på grunn av forurensing.

2.4 Nåværende og planlagt arealbruk

Nåværende arealbruk er som næringsområde med følgende hovedaktiviteter:

- › Småbåtanlegg
- › Serviceanlegg for småbåter
- › Opplyringsplass for småbåter

Planlagt arealbruk er å legge til rette for boligformål og utvidelse av småbåtanlegg.

Sjøområdene har viktige friluftsjakter, og særlig har skjærgården omfattende friluftsjakter for både lokale beboere, turister, hytte- og båtfolk.

2.5 Skipstrafikkmønster

Nåværende skipstrafikk til og fra Vågsnes er begrenset til småbåter og sporadiske anløp av noe større båter (redningsskøyta m.v.). Ingen båter har større skroglengde enn 50 meter, og alle båter kan karakteriseres i kategorien "Lite fartøy". Det er i dag ingen kommersiell gods- eller fraktvirksomhet ved Vågsnes, bortsett fra småbåter som kommer for nødvendig service eller vedlikehold. Siden noen større båter som Redningsskøyta likevel kommer inn og kan gi oppvirvling av sedimenter, regnes det med i risikovurdering med et kaibesøk på 10 skip årlig.

Ved regulering av Vågsnes til boligområde, vil antall skip som kan påvirke sedimenter bli redusert og svært liten. De viktigste aktivitetene fra skip og båter vil være fritidsbåter, som i liten grad gir oppvirvling av sedimenter. I forslag til

2.6 Kjente forurensningskilder

Det finnes kjente forurensningskilder i nærheten som kan ha påvirket sedimentene.

- › Aktiviteter ved selve Vågsnes kan ha påvirket sjøsedimenter. Det er påvist svakt forurensede grunnmasser på land¹, og avrenning fra landområder og aktiviteter ved landområdene kan ha påvirket sjøsedimenter. Rengjøring og fjerning av overflatebehandling (maling og bunnstoff) og påføring av ny overflatebehandling kan spesielt føre til utslipp til sjø.
- › Det er per oktober 2013 oppgitt 54 lokaliteter med forurenset grunn i Arendal kommune. Av dem som finnes på Miljødirektoratets database for grunnforurensing³ i nærhet til Vågsnes, og som er i kategori 03 (påvist påvirkning og behov for tiltak) eller X (mistanke om påvirkning), så kan man finne 7 lokaliteter som alle kan være mulige lokale forurensningskilder. Disse er vist i tabell 2.1.

Tabell 2.1 Områder med grunnforurensing ved Tromøysund i kategori 03 eller X

Lokalitet	Klif ID nr	Type	Kategori
Aker Kværner Pusnes	0906018	Forurenset grunn	03
Eydehavn Industrier	0906008	Forurenset grunn	X
Moland Marine	0906009	Forurenset grunn	X
Norsafe	0906010	Forurenset grunn	X
Skilsø	0906007	Forurenset grunn/ verft	X
Skarpnes båtbyggeri	0906006	Forurenset grunn	X
Vindholmen Services	0906005	Forurenset grunn/ verft	03

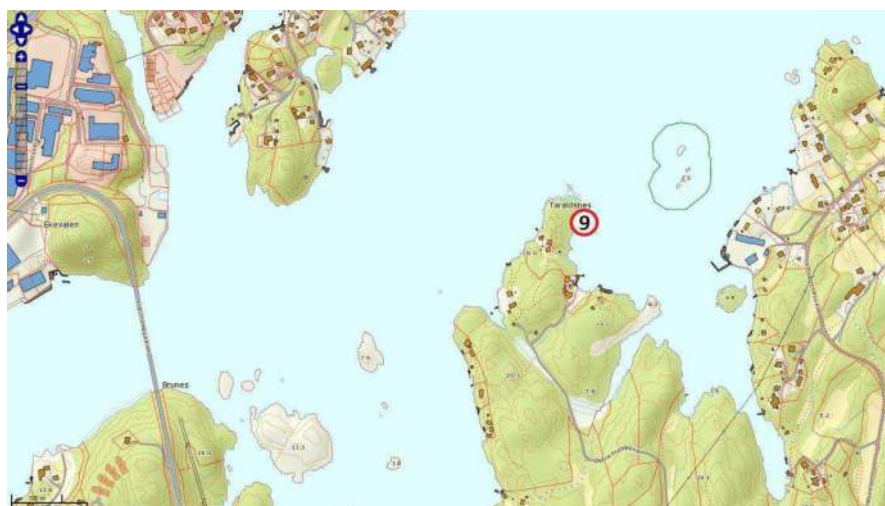
³ grunn.miljodirektoratet.no

- › Det er mange fritidsbåter, båtplasser og småbåthavner i Tromøysund som brukes nesten hele året. Disse vil bidra til utslipp av oljer, drivstoff og bunnstoff, både ved drift og ved rengjøring og vedlikehold.
- › Det er mye aktivitet i Tromøysund relatert til skipsfart og offshoreindustri. Dette gjelder både ferjer, plattformer, taubåter og godstransport.
- › Avløpsutslipp og avrenning fra gater og veier i en by vil tilføre ulike stoffer og partikler til overvann. Dette kan være utslipp fra kommunale avløpsrensaneanlegg, overløp av avløp, utslipp fra veitrafikk m.v. Det samme gjelder atmosfærisk nedfall. Mye havner til slutt i sjøen.

2.7 Miljøtilstand

Det har i årenes løp blitt gjennomført en rekke sedimentundersøkelser som har vist at deler av Arendals havneområder er sterkt til meget sterkt forurenset⁴. Det er særlig påvist forhøyede verdier av miljøgifter som kvikksølv, PCB og til dels PAH tilsvarende tilstandsklasse IV-V for marine sedimenter. Det er fortsatt kostholdsråd på konsum av lever fra fisk i Arendals havneområder på grunn av forhøyet innhold av PCB. Arendals havneområde er et av 17 prioriterte område med forurenset sjøbunn i Norge.

Sommeren 2013 har COWI på oppdrag fra Fylkesmannen i Aust-Agder gjennomført miljøgiftundersøkelse av blåskjell i Arendal havneområde⁵. Blåskjell fra 9 stasjoner ble undersøkt for PCB, PAH og tungmetaller (Cd, Cu, Hg, Pb). Resultatene viste gjennomgående lave konsentrasjoner av de undersøkte miljøgiftene, og ingen prøver overskred tilstandsklasse 1. Referanseprøven som ble tatt ved Seikilen, og som er like ved Vågsnes, er vist på kart i figur 2.4:



Figur 2.4 Prøvetakingsstasjon 9, referanseprøve blåskjell sommer 2013

⁴ www.klif.no

⁵ COWI sept. 2013: "Miljøgiftundersøkelse av blåskjell i Arendal havneområde". 20 s. Prosjekt A039914.

Vågsnes faller inn under de sentrale deler av Tromøysund, og innenfor fjordområdet Havstad – Frisøy. Flere sedimentundersøkelser foretatt av NIVA viser at sedimentene har følgende miljøtilstand:

- › Markert/ sterkt forurenset med PAH (klasse III-IV)
- › Sterkt/ meget sterkt forurenset med TBT (klasse IV-V)
- › Moderat forurenset med PCB (klasse II)
- › Moderat/ markert forurenset med tungmetaller som bly, kvikksølv, kadmium, kobber (klasse II-III)

Det er ikke kjent at det tidligere er gjennomført sedimentundersøkelser ved Vågsnes.

2.8 Ønsket miljøtilstand

2.8.1 Definerede miljømål

Tiltaksplanen for Arendalsområdet har følgende langsiktige forvaltningsmål:
”Bunnsedimentene i Arendalsområdet skal ikke være til hinder for utøvelse av rekreasjon og friluftsliv, fritidsfiske og -fangst, yrkesfiske og havnedrift.”

Siden Vågsnes ligger innenfor tiltaksområdet for tiltaksplanen for Arendal havneområde, bør dette målet også være aktuelt for sjøsedimenter ved Vågsnes med unntak av utøvelse av havnedrift:

- › Bunnsedimentene ved Vågsnes skal ikke være til hinder for utøvelse av rekreasjon og friluftsliv, fritidsfiske og -fangst og yrkesfiske.

3 Kort om risikovurdering

Miljøundersøkelser og risikovurdering av sedimenter ved Vågsnes er i hovedsak foretatt i henhold til Miljødirektoratets veileder⁶ TA-2802 og oppdaterte regneark. Veilederen er først og fremst utarbeidet for større områder som faller inn under fylkesvise tiltaksplaner, som er middels store fjord- og havneområder. Veilederen åpner for å bruke skjønn ved omfanget av undersøkelser og vurderinger i mindre områder, som kan være i småbåthavner, utenfor private bryggeanlegg og andre områder med mindre arealer der en full risikovurdering kan bli for omfattende. I undersøkelsene utenfor Vågsnes har strategien vært følgende:

- › Ta sedimentprøver som tilfredsstillende risikovurdering Trinn 1. Gjennomføre fysiske undersøkelser og kjemiske analyser. Sammenlikne resultater med grenseverdier for Trinn 1. Veileder TA-2802 sier i kapittel 2.6 at i områder < 30 000 m² så bør 3 stasjoner være et minimum og som analyseres på TOC, relevante miljøgifter og kornfordeling.
- › Hvis Trinn 1 grenseverdier overskrides, skal risikoen som sedimentene utgjør vurderes ut fra aktuelle miljømål og akseptkriterier. Siden området er relativt lite, er det vurdert som lite hensiktsmessig å gjennomføre toksisitetstester. Dette er også nevnt i kap. 2.6 i veilederen TA-2802. Det vurderes mest hensiktsmessig å vurdere området ut fra miljøbetydning og dagens bruksform, og i tillegg vurdere sedimentene ut fra en endret bruk av området som en følge av regulering fra næringsområde til boligområde.
- › Ved omregulering til bolig vil det antakelig bli lagt til rette for badeplass. Det er derfor viktig å vurdere human helse ved inntak og kontakt med sedimenter, partikler og vann.

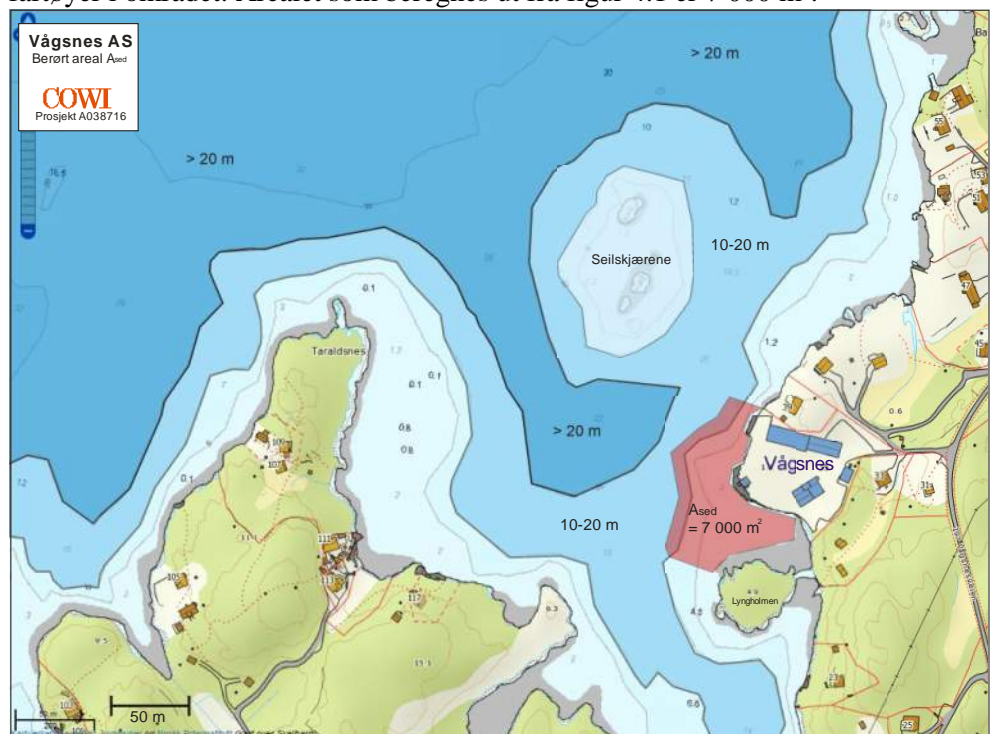
⁶ Klif 2011: "Risikovurdering av forurenset sediment". Veileder TA-2802/2011.46 sider.

4 Risikovurdering - Trinn 1

4.1 Innhenting av miljøinformasjon

4.2 Sedimentareal

For miljøundersøkelsene er det definert et areal A_{sed} som vist i figur 4.1. Dette arealet brukes i risikovurderingen. Arealet er definert og strekker seg ned til 15 m sjødyb, og ikke 20 meter sjødyb (faktaboks⁵ 6), siden det kun er trafikk med mindre fartøyer i området. Arealet som beregnes ut fra figur 4.1 er 7 000 m².



Figur 4.1 A_{sed} (kart hentet fra kart.kystverket.no)

4.3 Sedimentprøver

Det ble valgt å ta prøver fra fem sedimentstasjoner jevnt fordelt langs eiendommen til Vågsnes, og i områder grunnere enn 20 meter. Ved hver stasjon ble det forsøkt tatt minst 4 delprøver med sedimentprøverør av de øverste 0-10 cm sedimenter, som deretter ble blandet og homogenisert før fordeling til blandprøver for kjemisk analyse og korn-fordeling. Prøvene ble tatt med dykker fra ei redningsskøyte 3.juli 2013.

Ved stasjonene St1 og St2 var det lite sediment, og kun noen cm som lå løst over fjell. Prøve ble her tatt ved å føre prøverøret flere ganger langs bunnen og "skrape" med seg tilstrekkelig mengder sediment. Ved stasjonene St 3-5 var det mulig å føre sedimentrørene ned i sedimentene, og her ble det tatt 4 delprøver ved hver stasjon som ble blandet til en blandprøve. En oversikt over stasjoner er gitt i figur 4.2.



Figur 4.2 Sedimentstasjoner prøvetatt 3.juni 2013 utenfor Vågsnes

Prøvene ble benevnt St 1-5 som i figur 4.2. En teknisk oversikt over stasjonene og observasjoner ved prøvetaking er gitt i tabell 4.1.

Tabell 4.1 Sedimentprøver 0-10 cm tatt 3.juni 2013 utenfor Vågsnes

Stasjon	Posisjon bredde	Posisjon lengde	Vanndyp (m)	Struktur	Lukt
St 1	58.47403	8.84246	17	Brunt sediment. Noe treflis. Lite sediment, kun 4-6 cm på fjell.	Svak H ₂ S lukt
St 2	58.47379	8.84227	16	Gråsort sediment. Noen store treflis. Lite sediment, kanskje opp til 10 cm på fjell.	Merkbar H ₂ S lukt
St 3	58.47351	8.84242	5	0-10 cm: Gråsort sediment. Litt treflis. 10-30 cm: Brunt sediment. Lite treflis.	Merkbar H ₂ S lukt
St 4	58.47324	8.84239	4	0-10 cm: Gråsort sediment. Litt treflis. 10-30 cm: Brunt sediment. Lite treflis.	Merkbar H ₂ S lukt
St 5	58.47326	8.84268	2	0-10 cm: Gråsort sediment. En del gress. 10-30 cm: Brunt sediment. En del gress.	Merkbar H ₂ S lukt

4.4 Resultater Trinn 1

Klifs risikovurdering for forurensede sedimenter oppgir retningslinjer om hvilke analyseparametere som bør tas for å karakterisere sedimentprøver til Trinn 1 risikovurdering. Det anbefales at det, i tillegg til fysisk karakterisering, bør analyseres for tungmetaller, PAH₁₆ (polysykliske aromatiske hydrokarboner), PCB₇ (polyklorerte bifenyler), TBT (tributyltinn) og TOC (totalt organisk karbon). Det anbefales også toksikologiske tester, men dette er utelatt ved Vågsnes på grunn av områdets begrensede størrelse (< 30 000 m²).

De fysiske og kjemiske analysene ble utført av ALS Laboratory Group Norway. Tabell 4.2 viser TOC samt fysiske og kjemiske egenskaper for sedimentprøvene. Det ble i hver prøve bestemt tørrstoff to ganger, og det er gjennomsnittet av disse som er gitt i tabell 4.2.

Tabell 4.2 TOC og fysiske egenskaper

Parameter	1	2	3	4	5	Gjennomsnitt
Utseende	Brunt sediment. Noe treflis. Lite sediment, kun 4-6 cm på fjell.	Gråsort sediment. Noen store treflis. Lite sediment, kanskje opp til 10 cm på fjell.	0-10 cm: Gråsort sediment. Litt treflis. 10-30 cm: Brunt sediment. Lite treflis.	0-10 cm: Gråsort sediment. Litt treflis. 10-30 cm: Brunt sediment. Lite treflis.	0-10 cm: Gråsort sediment. En del gress. 10-30 cm: Brunt sediment. En del gress.	
Tørrestoff (%)	20,75	19,85	14,95	10,15	13,10	15,76
TOC (%)	14,4	11,5	10,0	11,7	13,0	12,12
% Finstoff (<63 µm)	40,8	48,6	52,8	68,1	55,4	53,14
Leireinnhold (<2 µm)*	1,0	1,5	1,1	1,4	3,6	1,72

Tabell 4.2 viser at et relativt jevnt og høyt innhold av TOC, med et gjennomsnitt på 12,2 %. Det høye TOC innholdet kan ha sammenheng med at det er observert en del treflis i prøvene. Treflis kan komme fra de tider da det var sagbruk, i perioden 1922 – 1970. Andelen finstoff i stasjonene (53,1 % er mindre enn 63µm) viser at sedimentene i dette området inneholder relativt mye fine partikler. Innholdet av svært fine partikler er derimot lavt (1,7 % er mindre enn 2 µm som tilsvarer leire).

4.4.1 Kjemiske analyseresultater

Innholdet av kjemiske analyser er gitt i de følgende tabeller. Når resultatene er under deteksjonsgrensene, er det satt inn verdier lik halvparten av aktuell deteksjonsgrense. Innholdet av tungmetaller i sedimentprøvene er gitt i tabell 4.3. Overskridelser av Trinn 1 grenseverdier er markert med uthevede røde tall. I tabell 4.4 er maksimumskonsentrasjon og gjennomsnittskonsentrasjon sammenliknet med Trinn 1 grenseverdiene i veilederen, og det er angitt hvor mange ganger konsentrasjonene eventuelt har overskredet Trinn 1 grenseverdi.

Tabell 4.3 Tungmetaller konsentrasjoner

Parameter (mg/kg)	St1	St2	St3	St4	St5	Gjennsnitt St 1-5	Trinn 1 grenseverdi
Arsen	21,6	16,1	16,2	15,3	15,8	17,0	52
Bly	184,0	95,7	37,9	82,5	57,2	91,5	83
Kadmium	1,65	1,06	2,09	2,89	2,61	2,06	2,6
Kobber	119,0	82,7	96,1	64,8	75,3	87,6	51
Krom totalt (III + VI)	33,6	34,6	31,0	29,0	30,3	31,7	560
Kvikksølv	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,63
Nikkel	19,2	23,7	23,8	25,2	26,3	23,6	46
Sink	897	193	220	707	237	451	360

Tabell 4.4 Grenseverdier Trinn 1 for tungmetaller (utklipp regneark)

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger):	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	5	21,6	17	52		
Bly	5	184	91,46	83	2,22	1,10
Kadmium	5	2,89	2,06	2,6	1,11	
Kobber	5	119	87,58	51	2,33	1,72
Krom totalt (III + VI)	5	34,6	31,7	560		
Kvikksølv	5	0,1	0,1	0,63		
Nikkel	5	26,3	23,64	46		
Sink	5	897	450,8	360	2,49	1,25

Innholdet av PAH i sedimentprøvene er gitt i tabell 4.5. Overskridelser er markert med uthevede røde tall. I tabell 4.6 er maksimumskonsentrasjon og gjennomsnittskonsentrasjon sammenliknet med Trinn 1 grenseverdiene i veilederen, og det er angitt hvor mange ganger konsentrasjonene eventuelt har overskredet Trinn 1 grenseverdi.

Tabell 4.5 PAH konsentrasjoner

Parameter (mg/kg)	St1	St2	St3	St4	St5	Gjnsnitt St 1-5	Trinn 1 grenseverdi
Naftalen	0,010	1,640	0,015	0,022	0,017	0,341	0,29
Acenaftylen	0,010	0,010	0,005	0,005	0,005	0,007	0,033
Acenaften	0,033	1,620	0,005	0,005	0,005	0,334	0,16
Fluoren	0,036	2,410	0,069	0,023	0,014	0,510	0,26
Fenantren	0,387	7,960	0,528	0,210	0,139	1,845	0,50
Antracen	0,113	1,610	0,114	0,044	0,028	0,382	0,031
Fluoranten	0,932	7,150	0,680	0,601	0,352	1,943	0,17
Pyren	0,675	5,100	0,605	0,692	0,312	1,477	0,28
Benzo(a)antracen	0,373	2,220	0,223	0,308	0,149	0,655	0,060
Krysen	0,458	2,540	0,303	0,427	0,221	0,790	0,28
Benzo(b)fluoranten	0,457	2,140	0,249	0,576	0,242	0,733	0,24
Benzo(k)fluoranten	0,246	1,090	0,134	0,339	0,128	0,387	0,21
Benzo(a)pyren	0,395	1,960	0,254	0,472	0,186	0,653	0,42
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,271	1,040	0,146	0,508	0,184	0,430	0,047
Dibenzo(a,h)antracen	0,069	0,203	0,040	0,087	0,036	0,087	0,59
Benzo(ghi)perylene	0,236	1,060	0,133	0,473	0,169	0,414	0,021
Sum PAH-16	4,690	39,800	3,480	4,760	2,160	10,978	2

Tabell 4.6 Grenseverdier Trinn 1 for PAH (utklipp regneark)

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger):	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Naftalen	5	1,64	0,3406	0,29	5,66	1,17
Acenaftylen	5	0,01	0,007	0,033		
Acenaften	5	1,62	0,3336	0,16	10,13	2,09
Fluoren	5	2,41	0,5104	0,26	9,27	1,96
Fenantren	5	7,96	1,8448	0,50	15,92	3,69
Antracen	5	1,61	0,3818	0,031	51,94	12,32
Fluoranten	5	7,15	1,943	0,17	42,06	11,43
Pyren	5	5,1	1,4768	0,28	18,21	5,27
Benzo(a)antracen	5	2,22	0,6546	0,06	37,00	10,91
Krysen	5	2,54	0,7898	0,28	9,07	2,82
Benzo(b)fluoranten	5	2,14	0,7328	0,24	8,92	3,05
Benzo(k)fluoranten	5	1,09	0,3874	0,21	5,19	1,84
Benzo(a)pyren	5	1,96	0,6534	0,42	4,67	1,56
Indeno(1,2,3-cd)pyren	5	1,04	0,4298	0,047	22,13	9,14
Dibenzo(a,h)antracen	5	0,203	0,087	0,59		
Benzo(ghi)perylene	5	1,06	0,4142	0,021	50,48	19,72

Innholdet av PCB i sedimentprøvene er gitt i tabell 4.7. I tabell 4.8 er maksimumskonsentrasjon og gjennomsnittskonsentrasjon sammenliknet med Trinn 1 grenseverdiene i veilederen, og det er angitt hvor mange ganger konsentrasjonene eventuelt har overskredet Trinn 1 grenseverdi.

Tabell 4.7 PCB konsentrasjoner

Parameter (mg/kg)	St1	St2	St3	St4	St5	Gjennsnitt St 1-5	Trinn 1 grenseverdi
PCB 28	0,00035	0,00160	0,00035	0,00035	0,00035	0,00060	
PCB 52	0,00119	0,00285	0,00126	0,00035	0,00126	0,00138	
PCB 101	0,00196	0,00312	0,00203	0,00035	0,00137	0,00177	
PCB 118	0,00153	0,00234	0,00094	0,00035	0,00079	0,00119	
PCB 138	0,00228	0,00370	0,00329	0,00035	0,00186	0,00230	
PCB 153	0,00198	0,00275	0,00273	0,00035	0,00147	0,00186	
PCB 180	0,00160	0,00148	0,00183	0,00035	0,00136	0,00132	
Sum PCB-7	0,01050	0,01740	0,01210	0,00035	0,00811	0,00969	0,017

Tabell 4.8 Grenseverdier Trinn 1 for PCB (utklipp regneark)

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger):	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
PCB 28	5	0,0016	0,0006			
PCB 52	5	0,00285	0,001382			
PCB 101	5	0,00312	0,001766			
PCB 118	5	0,00234	0,00119			
PCB 138	5	0,0037	0,002296			
PCB 153	5	0,00275	0,001856			
PCB 180	5	0,00183	0,001324			
Sum PCB7	5	1,82E-02	1,04E-02	0,017	1,07	0,61

Innholdet av TBT i sedimentprøvene er gitt i tabell 4.9. Overskridelser er markert med uthevede røde tall. I tabell 4.10 er maksimumskonsentrasjon og gjennomsnittskonsentrasjon sammenliknet med Trinn 1 grenseverdiene i veilederen.

Tabell 4.9 Tributyltinn (TBT) konsentrasjoner

Parameter (mg/kg)	St1	St2	St3	St4	St5	Gjennsnitt St 1-5	Trinn 1 grenseverdi
Tributyltinn	0,363	0,060	0,882	0,034	0,144	0,297	0,035

Tabell 4.10 Grenseverdier Trinn 1 for TBT (utklipp regneark)

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger):	
	Antall prøver	C _{sed, max} (mg/kg)	C _{sed, middel} (mg/kg)		Maks	Middel
Tributyltinn (TBT-ion)	5	0,882	0,29658	0,035	25,20	8,47

4.6 Vurderinger og konklusjoner - Trinn 1

Konsentrasjoner av flere enkeltanalyser overskrider grenseverdiene for Trinn 1. Dette gjelder tungmetallene *bly, kadmium, kobber og sink*, *14 av 16 PAH-forbindelser*, *sum PCB₇* og den tinnorganiske forbindelsen *tributyltinn*.

Skal sedimentene regnes for å ikke utgjøre økologisk risiko, skal både gjennomsnittskonsentrasjonene være lavere enn gitt i Trinn 1, ingen enkeltverdier skal overstige Trinn 1 mer enn 2 x grenseverdien og ingen enkeltverdier skal overstige grensen mellom klasse III og IV for stoffet. I følge tabell 4.3-4.10 ser man at sedimentene ved Vågsnes kan utgjøre en økologisk risiko, og følgende forbindelser regnes særlig med å utgjøre en risiko ved en Trinn 1 risikovurdering:

- › Bly
- › Kobber
- › Sink
- › 14 av 16 PAH-forbindelser
- › Tributyltinn (TBT)

Det undersøkte sjøområdet utenfor Vågsnes kan ikke friskmeldes etter Trinn 1 risikovurdering. Analyseverdiene tyder på at det er PAH-forbindelser og TBT som utgjør relativt størst risiko, med de høyeste enkeltverdier og gjennomsnittsverdier. PAH-forbindelsene fluoranten, benzo(a)antracen, indeno(1,2,3-cd)perylene og benzo(g,h,i)perylene overstiger Trinn 1 grenseverdi med mer enn 2X ved alle stasjoner, men TBT overskrides mer enn 2X i St1, St3 og St5.

Siden Trinn 1 er overskredet, må risikovurderingen føres videre til Trinn 2.

5 Risikovurdering - Trinn 2

5.1 Avgrensing i forhold til spredning, human risiko og økologisk risiko

Spredning av miljøgifter fra sjøsedimentene utenfor Vågsnes er mulig, og kan antakelig skje hvis store nok båter har tilstrekkelig propelloppvirvling på grunne områder.

Det er i dag en viss skipstrafikk til og fra Vågsnes, men denne er begrenset til småbåter og sporadiske anløp av noe større båter (redningsskøyta m.v.). Ingen båter har større skroglengde enn 50 meter, og alle båter kan karakteriseres som mindre fartøyer. Det er i dag ingen kommersiell gods- eller fraktvirksomhet ved Vågsnes, bortsett fra småbåter som kommer for nødvendig service eller vedlikehold. Siden noe større båter som Redningsskøyta likevel kommer inn og kan gi oppvirvling av sedimenter, regnes det med i risikovurdering med et kaibesøk på 10 skip årlig.

Ved regulering av Vågsnes til boligområde, vil antall skip som kan påvirke sedimenter bli borte. Tromøysundet er et trafikkert sund, men det er god plass og Vågsnes er ikke en naturlig plass for skip å manøvrere for å snu eller endre kurs Bunnarealet som kan være påvirket av fartøyer som kan gi sedimentoppvirvling (A_{skip}) er betydelig mindre enn det definerte A_{sed} (7 000m²) på grunn av en del veldig grunne områder og flytebrygger som mindre fartøyer ikke vil operere i. Det tas utgangspunkt at A_{skip} kan være i størrelsesorden 2 000 m². Ved en eventuell omregulering vil det bli tilrettelagt for anløp av fritidsbåter til småbåtanlegg. Det vurderes at disse båtene ikke vil være store nok til å påvirke sedimenter, unntatt i de aller grunneste områder.

Følgende stedsspesifikk informasjon er dermed benyttet til beregning av risiko:

- › Ased: 7 000 m²
- › Askip: 2 000 m²
- › Antall skip: 10 per år

- › TOC: 12,12 % (gj.snitt 5 prøver)
- › Leireinnhold (partikler < 2 µm): 1,72 % (gj.snitt 5 prøver)

For de prøvene der det ikke er påvist innhold av forurensning over deteksjonsgrensen for analysemetoden, er konsentrasjonene satt lik halvparten av deteksjonsgrensene benyttet i regnearket.

5.2 Risiko for spredning

Spredning av aktuelle tungmetaller, PAH og TBT som følge av diffusjon, oppvirling og transport via organismer (predasjon) er beregnet ved hjelp av regneark tilpasset risikoveilederen. I tabell 5.1 er inngangsparameterne som er benyttet for å beregne de ulike spredningsmekanismene vist.

Tabell 5.1 Inngangsparametre (hentet fra regnearket)

Parametere for transport via biodiffusjon, F_{diff}	Sjablom-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Tortuositet, τ	3	3	Benyttet sjablomverdi
Faktor for diffusjonshastighet pga bioturbasjon, a	10	10	Benyttet sjablomverdi
Diffusjonslengde, Δx [cm]	1	1	Benyttet sjablomverdi
Parametere for oppvirling fra skip, F_{skip}	Sjablom-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Antall skipsanløp per år, N_{skip}	ingen standard	10	Antatt skip per år som kan forårsake sedimentoppvirling
Trasélengde for skipsanløp i sedimentareal påvirket av oppvirling, T [m]	120	50	Lengste innsailingstrasé i sedimentareal påvirket av oppvirling, dvs. i sedimentareal < 20 m dypt
Mengde oppvirket sediment per anløp, m_{sed} [kg]	ingen standard	85	Ca 47% sand og 53% silt/leire. Justert utfra faktaboks 6.
Sedimentareal påvirket av oppvirling, A_{skip} [m ²]	ingen standard	2000	Antatt areal som kan påvirkes ut fra årlig besøk
Fraksjon suspendert f_{susp} = sedimentfraksjon < 2 µm	ingen standard	0,0172	Tas fra siktekurve (dersom 5 % er mindre enn 2 µm, er $f = 0,05$)
Parametere for transport via organismer, F_{org}	Sjablom-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mengde organisk karbon i bunnfauna biomasse OC_{bio} [g/g]	0,25	0,25	Benyttet sjablomverdi
Organisk karbontilførsel til sedimentet utenfra, OC_{sed} [g/m ² /år]	200	200	Benyttet sjablomverdi
Fraksjon av organisk karbon som ikke omsettes, d [g/g]	0,47	0,47	Benyttet sjablomverdi
Organisk karbon omsatt (respirert) i sedimentet, OC_{resp} [g/m ² /år]	31	31	Benyttet sjablomverdi
Konverteringsfaktor fra våtvekt til tørrvekt for C_{bio}	5	5	Faktor for å konvertere BCF_{fisk} som er på våtvektsbasis til C_{bio} på tørrvektsbasis. Tørrvekt av biologisk materiale er typisk 1/5 av våtvekt.
Parametere for å beregne tømning av stofflageret i det bioaktive laget, t_{om}	Sjablom-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Mektighet av bioturbasjonsdyp, d_{sed} (mm/m ²)	100	100	Benyttet sjablomverdi
Tetthet av vått sediment, ρ_w (kg/l)	1,3	1,3	Benyttet sjablomverdi
Fraksjon tørrvekt av vått sediment	0,35	0,35	Benyttet sjablomverdi

Basert på sedimentkonsentrasjonene i Trinn 1 og inngangsparametrene i tabell 5.1 så er spredningen av tungmetaller, PAH og TBT beregnet og presentert. Alle beregningene er gjort ved hjelp av regnearket som benytter likningene oppgitt i risikoveilederen.

5.2.1 Spredning av tungmetaller

Beregnet spredning av tungmetaller i tabell 5.2 viser at det er diffusjon (F_{diff}) fra sedimentene som er viktigste spredningsmekanismen for tungmetallene. Spredning ved propelloppvirling og opptak i organismer er lite i forhold.

Tabell 5.2 Spredning av tungmetaller (hentet fra regnearket)

Stoff	Beregnet maksimal spredning				Beregnet middel spredning			
	F _{tot, maks} [mg/m ² /år]	F _{diff, maks} [mg/m ² /år]	F _{skip, maks} [mg/m ² /år]	F _{org, maks} [mg/m ² /år]	F _{tot, middel} [mg/m ² /år]	F _{diff, middel} [mg/m ² /år]	F _{skip, middel} [mg/m ² /år]	F _{org, middel} [mg/m ² /år]
Arsen	21,9418	21,7861	0,1312	0,0245	17,2690	17,1464	0,1033	0,0193
Bly	10,1014	8,2666	0,9437	0,8910	5,0211	4,1091	0,4691	0,4429
Kadmium	0,1329	0,1177	0,0148	0,0003	0,0947	0,0839	0,0106	0,0002
Kobber	27,0000	25,6316	0,6371	0,7313	19,8711	18,8640	0,4689	0,5382
Krom totalt (III + VI)	1,4498	1,2633	0,1779	0,0087	1,3283	1,1574	0,1630	0,0079
Kvikksølv	0,0143	0,0130	0,0010	0,0003	0,0143	0,0130	0,0010	0,0003
Nikkel	18,3523	18,0828	0,1580	0,1115	16,4961	16,2539	0,1420	0,1002
Sink	86,6818	63,6071	4,6431	18,4315	43,5631	31,9666	2,3335	9,2630

5.2.2 Spredning av PAH, PCB og TBT

Beregnet spredning av PAH-forbindelser og TBT er vist i tabell 5.3.

Tabell 5.3 Spredning av PAH-forbindelser og TBT (hentet fra regnearket)

Stoff	Beregnet maksimal spredning				Beregnet middel spredning			
	F _{tot, maks} [mg/m ² /år]	F _{diff, maks} [mg/m ² /år]	F _{skip, maks} [mg/m ² /år]	F _{org, maks} [mg/m ² /år]	F _{tot, middel} [mg/m ² /år]	F _{diff, middel} [mg/m ² /år]	F _{skip, middel} [mg/m ² /år]	F _{org, middel} [mg/m ² /år]
Naftalen	67,6250	65,9906	0,0762	1,5582	14,5641	14,2121	0,0164	0,3356
Acenaftylen	0,2038	0,1797	0,0003	0,0238	0,2038	0,1797	0,0003	0,0238
Acenaften	14,4038	11,9853	0,0223	2,3962	2,9928	2,4903	0,0046	0,4979
Fluoren	13,0458	10,2780	0,0250	2,7429	2,7629	2,1767	0,0053	0,5809
Fenantren	20,7903	14,3815	0,0592	6,3497	4,8183	3,3330	0,0137	1,4716
Antracen	3,3690	2,3621	0,0113	0,9956	0,7989	0,5602	0,0027	0,2361
Fluoranten	6,3346	1,8698	0,0390	4,4257	1,7214	0,5081	0,0106	1,2027
Pyren	8,2064	3,2721	0,0306	4,9038	2,3763	0,9475	0,0089	1,4200
Benzo(a)antracen	1,1156	0,1537	0,0115	0,9504	0,3289	0,0453	0,0034	0,2802
Krysen	2,7838	0,2213	0,0133	2,5492	0,8656	0,0688	0,0041	0,7927
Benzo(b)fluoranten	1,7254	0,0851	0,0110	1,6293	0,5908	0,0291	0,0038	0,5579
Benzo(k)fluoranten	0,8992	0,0444	0,0056	0,8492	0,3196	0,0158	0,0020	0,3018
Benzo(a)pyren	1,5446	0,0762	0,0101	1,4583	0,5149	0,0254	0,0034	0,4862
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,2933	0,0134	0,0053	0,2745	0,1212	0,0056	0,0022	0,1135
Dibenzo(a,h)antracen	0,0686	0,0031	0,0010	0,0644	0,0294	0,0013	0,0004	0,0276
Benzo(ghi)perylene	0,6779	0,0314	0,0054	0,6410	0,2649	0,0123	0,0021	0,2505
PCB 28	0,0114	0,0013	0,0000	0,0101	0,0063	0,0007	0,0000	0,0056
PCB 52	0,0369	0,0017	0,0000	0,0352	0,0188	0,0008	0,0000	0,0179
PCB 101	0,0060	0,0002	0,0000	0,0057	0,0035	0,0001	0,0000	0,0034
PCB 118	0,0005	0,0000	0,0000	0,0004	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002
PCB 138	0,0047	0,0002	0,0000	0,0045	0,0030	0,0001	0,0000	0,0029
PCB 153	0,0004	0,0000	0,0000	0,0003	0,0003	0,0000	0,0000	0,0002
PCB 180	0,0012	0,0000	0,0000	0,0012	0,0009	0,0000	0,0000	0,0009
Tributyltinn (TBT-ion)	25,6911	23,4802	0,0476	2,1633	8,6389	7,8954	0,0160	0,7274

Tabell 5.3 viser at diffusjon (F_{diff}) fra sedimenter er viktigst for 6 av 16 PAH-forbindelsene, mens spredning via organismer (F_{org}) er viktigst for resten.

For PCB-forbindelser er det spredning med organismer som er viktigst, men også diffusjon har en viss effekt. Spredning ved propelloppvirvling er neglisjerbar.

For TBT er diffusjon (F_{diff}) fra sedimenter er viktigst. Spredning ved propelloppvirvling er svært liten i forhold.

Resultatene må knyttes opp mot spredningens konsekvens for skade på human helse eller på økosystemet. I så fall vil samlet risiko for spredning være akseptabel hvis både risiko for skade på human helse og på økosystemet er akseptabel.

5.2.3 Vurdering av spredning

Det er i tabell 5.4 vurdert spredning med stedsspesifikke data som TOC, leirfraksjon etc. Her er spredningen vurdert i forhold til hva spredningen ville være dersom sedimentene tilfredsstillte grenseverdiene i trinn 1.

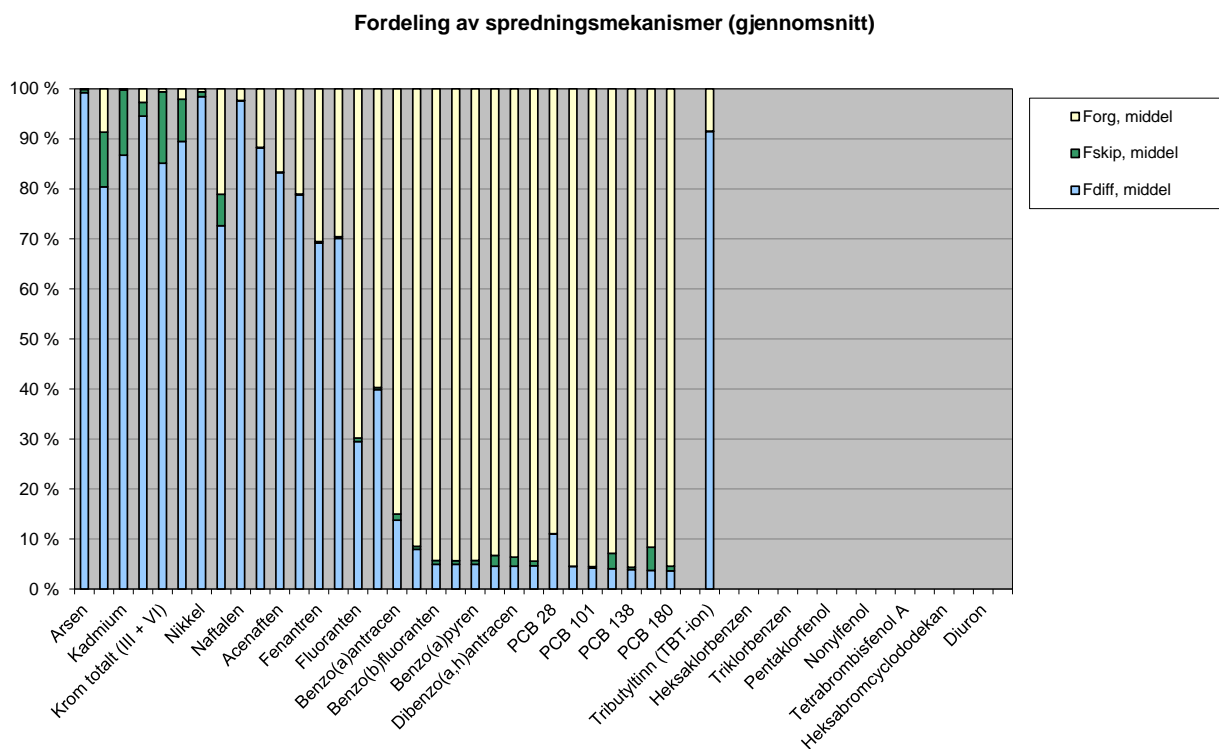
Tabell 5.4 Spredning sammenliknet med grenseverdier i Trinn 1 (hentet fra regnearket)

Stoff	Beregnet spredning inkludert skipsoppvirvling ($F_{diff} + F_{org} + F_{skip}$)		Spredning (F_{tot}) dersom C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 ($mg/m^2/år$)	F_{tot} i forhold til tillatt spredning (antall ganger):	
	$F_{tot, maks}$ ($mg/m^2/år$)	$F_{tot, middel}$ ($mg/m^2/år$)		Maks	Middel
Arsen	21,954	17,278	52,804		
Bly	10,283	5,111	4,317	2,38	1,18
Kadmium	0,136	0,097	0,122	1,11	
Kobber	27,105	19,948	11,366	2,38	1,76
Krom totalt (III + VI)	1,484	1,359	23,902		
Kvikksølv	0,007	0,007	0,045		
Nikkel	18,368	16,510	31,970		
Sink	87,546	43,998	29,218	3,00	1,51
Naftalen	67,596	14,038	142,178		
Acenaftylene	0,204	0,143	7,382		
Acenaften	14,399	2,965	14,931		
Fluoren	13,042	2,762	14,167		
Fenantren	20,790	4,818	11,926	1,74	
Antracen	3,369	0,799	0,598	5,63	1,34
Fluoranten	6,341	1,723	0,795	7,97	2,17
Pyren	8,209	2,377	2,833	2,90	
Benzo(a)antracen	1,118	0,330	0,113	9,89	2,92
Krysen	2,786	0,866	0,979	2,85	
Benzo(b)fluoranten	1,727	0,592	0,560	3,08	1,06
Benzo(k)fluoranten	0,900	0,320	0,502	1,79	
Benzo(a)pyren	1,546	0,516	0,958	1,61	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,294	0,122	0,038	7,80	3,22
Dibenzo(a,h)antracen	0,069	0,029	0,568		
Benzo(ghi)perylene	0,679	0,265	0,038	17,65	6,90
PCB 28	0,011	0,004			
PCB 52	0,037	0,018			
PCB 101	0,006	0,003			
PCB 118	0,000	0,000			
PCB 138	0,005	0,003			
PCB 153	0,000	0,000			
PCB 180	0,001	0,001			
Sum PCB7	0,061	0,030			
Tributyltinn (TBT-ion)	25,672	8,633	11,512	2,23	

Tabell 5.4 viser at størst risikoen for spredning av PAH-forbindelser og TBT. Følgende rangering gjøres av de ulike stoffene basert på middelkonsentrasjoner:

Stor spredning (10-100 X):	Ingen
Middels spredning (2-10 X):	Fluoranten, benso(a)antracen, indeno(1,2,3-cd)perylene, benso(ghi)perylene
Liten spredning (1-2 X):	Bly, kobber, sink, antracen, benso(b)fluoranten
Akseptabel spredning:	Arsen, kadmium, krom, kvikksølv, nikkel, sink, 10 stk PAH-komponenter, PCB, TBT

En grafisk fremstilling av hvilke spredningsmekanismer som er dominerende i denne risikovurderingen er vist i figur 5.1. Figuren viser at oppvirvling som følge av skipstrafikk har litt betydning for enkelte tungmetaller, men det er diffusjon til vann og opptak i organismer som medfører spredning. For tungmetaller, en del av PAH-forbindelser og TBT så er diffusjon den styrende spredningsmekanismen.



Figur 5.1 Fordeling av spredningsmønsteret (gjennomsnitt)

Beregningen av spredning innebærer stor usikkerhet. Blant annet kan innholdet av TOC gi lav porevannskonsentrasjon for organiske forbindelser. Ved Vågsnes er det målt mye TOC i sedimentene, antakelig på grunn av treflis, som binder organiske miljøgifter og redusere transport via biodiffusjon og opptak i organismer.

Tilsvarende kan et høyere innhold av finstoff i sedimentene gi økt transport som følge av oppvirvling for samtlige forbindelser.

5.2.4 Human eksponering

En risikovurdering for human helse må omfatte de eksponeringsveier som er relevante både for nåværende og fremtidig arealbruk. Selv om området ved Vågsnes i dag er tilgjengelig for bading av voksne og barn, er området i liten grad i bruk til dette.

Det er planlagt at området skal fungere som et fremtidig boligområde, og Vågsnes AS vil ta høyde for arealbruk som badeplass og rekreasjon. Dette medfører at det alle eksponeringsveier som er aktuelle for oralt inntak og hudkontakt er relevante.

Tabell 5.6 viser inngangsparameterne som er benyttet for å beregne human eksponering ved bruk som badeplass og rekreasjon. Med unntak av inntak av fisk og skalldyr, er det brukt de samme sjablonverdiene som gitt i veileder ved at området brukes til badeplass og rekreasjon 30 dager i året av enkeltpersoner.

En yrkesfisker fra Eydehavn har opplyst⁷ at det ikke fiskes torsk lenger i Tromøysund av yrkesfiskere, og at lokalbefolkningen i stor grad går ut av Tromøysund for å fiske torsk. Likevel er det et visst inntak av krabbe og hummer fra teinefangst, og ved at hobbyfiskere fanger fisk med stang, garn eller isfiske. Inntrykket er likevel at inntak av torsk og skalldyr fanget i sentrale deler av Tromøysund er svært lite. Muligheten for at personer skal innta noe særlig mengde torsk eller skalldyr fra det begrensede området ved Vågsnes vurderes som svært liten, men det tas likevel utgangspunkt at en voksen person har et årlig inntak på til sammen 1 kg fiskefilet og skalldyrkjøtt fra Vågsnes. Det vurderes som mer sannsynlig at det fanges og konsumeres mer pelagiske og ikke så stedbundne fisk som makrell og sjørørrret til mat.

⁷ Personlig melding fra Vågsnes AS v/ Øyvind Sjøvoll

Tabell 5.6 Parametere for beregning av risiko ved human helse

Generelle parametere (gjelder for både barn og voksen)	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse		
Absorpsjonsfaktor, af	1	1	Benyttet sjablongverdi		
Matriksfaktor, mf	0,15	0,15	Benyttet sjablongverdi		
Innhold partikulært materiale i vann [kg/l]	0,00003	0,00003	Benyttet sjablongverdi		
Kontaminert fraksjon, KF _r	0,5	0,5	Benyttet sjablongverdi		
Generelle parametere (ulike for barn og voksen)	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Kroppsvekt, KV [kg]	70	15	70	15	Benyttet sjablongverdi
Parametere for oralt inntak av sediment, DE _{sed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, f _{exp,ised} [d/d]	8,22E-02	8,22E-02	8,22E-02	8,22E-02	Benyttet sjablongverdi 30 dag per år
Inntak av sediment, Di _{sed} [kg/d]	0,00035	0,001	0,00035	0,001	Benyttet sjablongverdi
Parametere for inntak av overflatevann, DE _{sv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, f _{exp,sv} [d/d]	8,22E-02	8,22E-02	8,22E-02	8,22E-02	Benyttet sjablongverdi 30 dag per år
Inntak av sjøvann, Di _{sv} [l/d]	0,05	0,05	0,05	0,05	Benyttet sjablongverdi
Parametere for inntak av partikulært materiale, DE _{pm}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, f _{exp,ipm} [d/d]	8,22E-02	8,22E-02	8,22E-02	8,22E-02	Benyttet sjablongverdi 30 dag per år
Inntak av sjøvann, Di _{sv} [l/d]	Se inntak av overflatevann.				
Parametere for hudkontakt med sediment, DE _{Hsed}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, f _{exp,Hsed} [d/d]	8,22E-02	8,22E-02	8,22E-02	8,22E-02	Benyttet sjablongverdi 30 dag per år
Hudareal for eksponering med sediment, HA _{sed} [m ²]	0,28	0,17	0,28	0,17	Benyttet sjablongverdi
Hudhefterate for sediment, HAD _{sed} [kg/m ²]	0,0375	0,0051	0,0375	0,0051	Benyttet sjablongverdi
Hudabsorpsjonsrate for sediment HAB _{sed} [1/timer]	0,005	0,010	0,005	0,01	Benyttet sjablongverdi
Eksponeringstid hud med sediment, ET _{sed} [timer/d]	8	8	8	8	Benyttet sjablongverdi
Parametere for hudkontakt med vann, DE _{Hsv}	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Fraksjon eksponeringstid, f _{exp,Hsv} [d/d]	8,22E-02	8,22E-02	8,22E-02	8,22E-02	Benyttet sjablongverdi 30 dag per år
Hudareal for eksponering med sediment, HA _{sv} [m ²]	1,80	0,95	1,8	0,95	Benyttet sjablongverdi
Eksponeringstid hud med sjøvann, ET _{sv} [timer/d]	1	2	1	2	Benyttet sjablongverdi
Parametere for eksponering via inntak av fisk/skalldyr, IE _f	Sjablong-verdi voksen	Sjablong-verdi barn	Anvendt verdi voksen	Anvendt verdi barn	Begrunnelse
Daglig inntak av fisk og skalldyr, DI _f [kg v.v./d]	0,138	0,028	0,00273973	0,00054795	Fisk og skalldyr fanget ved Vågsnes

I tabell 5.7 er det beregnet human eksponering for henholdsvis tungmetaller, PAH, PCB og TBT. Resultatene er oppgitt som mg/kg kroppsvekt/døgn.

Det er angitt sjablonverdier for eksponering for henholdsvis barn og voksne. Ved å anta at man er barn i 6 år og voksen i 64 år, beregnes en total livstidsdose som gir gjennomsnittlig livstid daglig eksponering, i veilederen kalt DOSE. DOSE kan så sammenlignes med gitte grenseverdier for maksimal tolerabel risiko (MTR) for human helse og tolerablet daglig inntak (TDI). MTR og TDI defineres som den mengde av et visst stoff ethvert menneske kan eksponeres for eller innta daglig gjennom hele livet uten signifikant helserisiko. I veilederen er den laveste av de to verdiene (MTR eller TDI) valgt for å finne grenseverdi for human risiko.

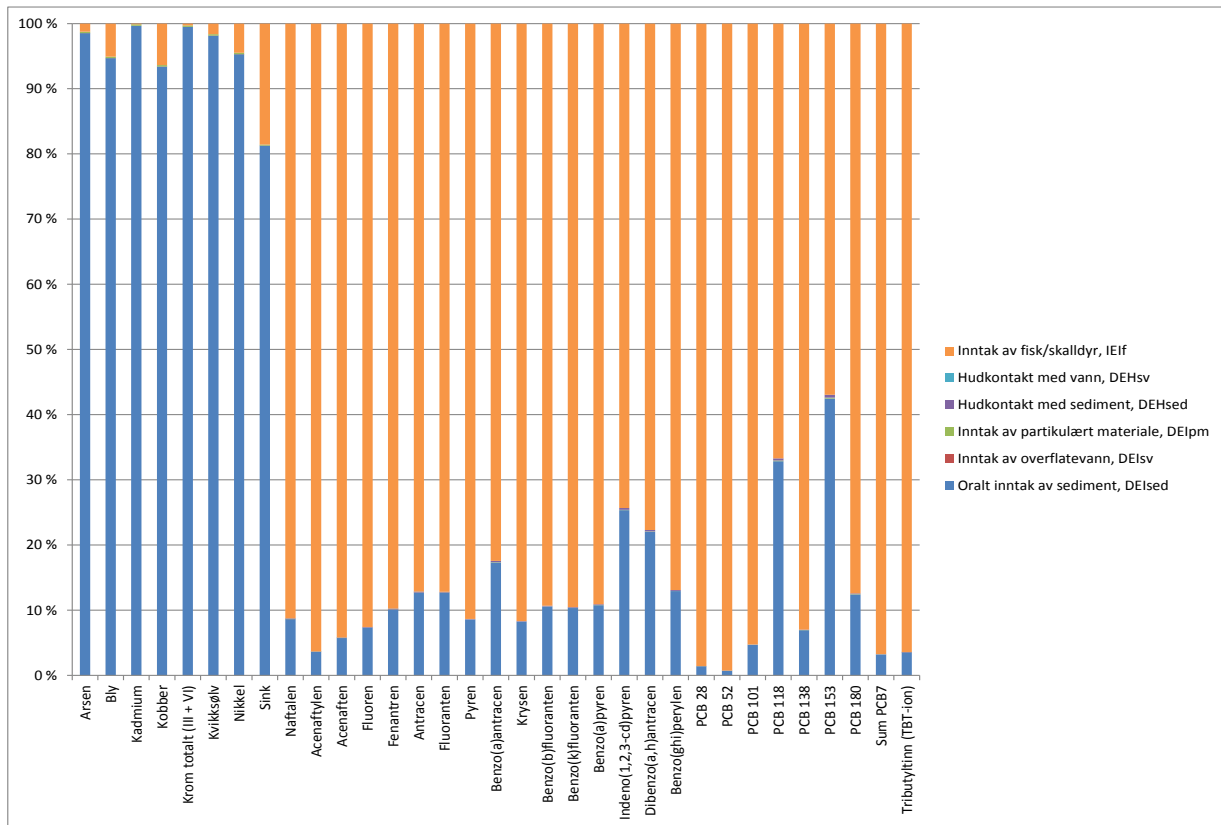
Siden mennesker blir utsatt for forurensninger også fra andre kilder enn sedimenter, er det satt at maksimalt 10 % av den totale eksponeringen et menneske kan utsettes for kan komme fra sedimentrelatert eksponering. Derfor sammenlignes eksponeringsdosen med MTR/TDI 10 %.

Tabell 5.7 Beregnet middel eksponeringsdoser – bruk av Vågsnes til bading og rekreasjon (utklipp fra regnearket)

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose i forhold til MTR 10 % (antall ganger):	
	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	1,99E-05	1,57E-05	1,00E-04		
Bly	2,14E-04	1,06E-04	3,60E-04		
Kadmium	2,47E-06	1,76E-06	5,00E-05		
Kobber	1,48E-04	1,09E-04	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	2,99E-05	2,74E-05	5,00E-04		
Kvikksølv	9,46E-08	9,46E-08	1,00E-05		
Nikkel	2,96E-05	2,66E-05	5,00E-03		
Sink	1,96E-03	9,83E-04	3,00E-02		
Naftalen	1,03E-04	2,13E-05	4,00E-03		
Acenaftalen	1,56E-06	1,09E-06			
Acenaften	1,57E-04	3,23E-05			
Fluoren	1,80E-04	3,81E-05			
Fenantren	4,19E-04	9,71E-05	4,00E-03		
Antracen	6,61E-05	1,57E-05	4,00E-03		
Fluoranten	2,94E-04	7,98E-05	5,00E-03		
Pyren	3,23E-04	9,35E-05			
Benzo(a)antracen	6,37E-05	1,88E-05	5,00E-04		
Krysen	1,68E-04	5,21E-05	5,00E-03		
Benzo(b)fluoranten	1,08E-04	3,69E-05			
Benzo(k)fluoranten	5,61E-05	1,99E-05	5,00E-04		
Benzo(a)pyren	9,64E-05	3,21E-05	2,30E-06	41,91	13,97
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,88E-05	7,76E-06	5,00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	4,37E-06	1,87E-06			
Benzo(ghi)perylene	4,26E-05	1,66E-05	3,00E-03		
PCB 28	6,59E-07	2,47E-07			
PCB 52	2,29E-06	1,11E-06			
PCB 101	3,72E-07	2,11E-07			
PCB 118	2,99E-08	1,52E-08			
PCB 138	2,93E-07	1,82E-07			
PCB 153	2,41E-08	1,62E-08			
PCB 180	7,68E-08	5,56E-08			
Sum PCB7	3,74E-06	1,84E-06	2,00E-06	1,87	0,92
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	1,41E-04	4,75E-05	2,50E-04		

Tabell 5.7 viser at ved bruk av området til boliger, der bading og rekreasjon blir mulig, så kan benso(a)pyren utgjøre en human risiko.

Fordelingen av den humane risikoen, basert på barn som er utsatt for middelkonsentrasjoner av miljøgifter i sedimentene, er illustrert i figur 5.2. Denne viser at for PAH-forbindelser, PCB-forbindelser og TBT så er det inntak av fisk/skalldyr som utgjør den største risikoen. Det vil også være en viss helserisiko ved at barn som bader får i seg litt sediment. Hudkontakt eller inntak ved bading utgjør så å si ingen risiko.



Figur 5.2 Prosentvis fordeling som viser hvilke eksponeringsveier som er viktigst i forhold til human helse for barn (hentet fra regnearket)

5.2.5 Økologisk risiko

Siden området utenfor Vågsnes er lite sammenlignet med tiltaksområdet for forurensede sedimenter for Arendal havn og Tromøysund, er det vurdert som lite hensiktsmessig å gjennomføre helsesediment toksisitetstester. Det er i stedet vurdert som hensiktsmessig å vurdere porevannets konsentrasjoner sammenlignet med grenseverdier for økologisk risiko (PNEC_w). Disse grenseverdiene er sammenfallende med grensen mellom tilstandsklasse II og III for sjøvann. Det er tatt utgangspunkt i sedimentkonsentrasjonene og de stoffspesifikke fordelingskoeffisientene (K_d) justert for TOC. I tabell 5.10 er beregnede porevannskonsentrasjoner sammenlignet med grenseverdi for beskyttelse av 95 % av artene.

Tabell 5.10 Beregnet porevannskonsentrasjon sammenliknet med grenseverdi for økologisk risiko (hentet fra regnearket)

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (mg/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon i forhold til PNEC _w (antall ganger):	
	C _{pv, maks} (mg/l)	C _{pv, middel} (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	3,27E-03	2,57E-03	4,8E-03		
Bly	1,19E-03	5,91E-04	2,2E-03		
Kadmium	2,22E-05	1,58E-05	2,4E-04		
Kobber	4,88E-03	3,59E-03	6,4E-04	7,62	5,61
Krom totalt (III + VI)	2,88E-04	2,64E-04	3,4E-03		
Kvikksølv	1,00E-06	1,00E-06	4,8E-05		
Nikkel	3,72E-03	3,34E-03	2,2E-03	1,69	1,52
Sink	1,23E-02	6,18E-03	2,9E-03	4,24	2,13
Naftalen	1,04E-02	2,16E-03	2,4E-03	4,34	
Acenaftylen	3,17E-05	2,22E-05	1,3E-03		
Acenaften	2,16E-03	4,44E-04	3,8E-03		
Fluoren	1,95E-03	4,13E-04	2,5E-03		
Fenantren	2,87E-03	6,65E-04	1,3E-03	2,21	
Antracen	4,71E-04	1,12E-04	1,1E-04	4,28	1,02
Fluoranten	4,08E-04	1,11E-04	1,2E-04	3,40	
Pyren	7,14E-04	2,07E-04	2,3E-05	31,06	8,99
Benzo(a)antracen	3,65E-05	1,08E-05	1,2E-05	3,05	
Krysen	5,26E-05	1,64E-05	7,0E-05		
Benzo(b)fluoranten	2,17E-05	7,44E-06	3,0E-05		
Benzo(k)fluoranten	1,13E-05	4,02E-06	2,7E-05		
Benzo(a)pyren	1,94E-05	6,48E-06	5,0E-05		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3,66E-06	1,51E-06	2,0E-06	1,83	
Dibenzo(a,h)antracen	8,59E-07	3,68E-07	3,0E-05		
Benzo(ghi)perylene	8,55E-06	3,34E-06	2,0E-06	4,27	1,67
PCB 28	3,24E-07	1,22E-07		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 52	4,69E-07	2,28E-07		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 101	7,60E-08	4,30E-08		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 118	5,70E-09	2,90E-09		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 138	5,95E-08	3,69E-08		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 153	4,42E-09	2,99E-09		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 180	1,55E-08	1,12E-08		mangler PNEC	mangler PNEC
Sum PCB7	9,55E-07	4,46E-07		mangler PNEC	mangler PNEC
Tributyltinn (TBT-ion)	6,62E-03	2,22E-03	2,1E-07	31503,15	10593,20

Tabell 5.10 viser at de beregnede porevannskonsentrasjonene, basert på middelkonsentrasjoner, har overskridelser for kobber, nikkel, sink, 3 stk PAH-forbindelsene og spesielt store overskridelser for TBT.

Økosystemer kan påvirkes av miljøgifter på mange ulike måter, men eksisterende kunnskap om disse virkningsforholdene er mangelfulle. Grenseverdiene PNEC_w som er gitt i tabell 5.10, har som mål å beskytte minst 95 % av artene i et økosystem selv ved lengre tids eksponering. Risikoen for skade på økosystemet ansees som akseptabel dersom minst 95 % av artene ikke påvirkes. Vurdering av risiko for uønskede økologiske effekter, bør derfor vurderes både ut i fra målte sedimentkonsentrasjoner (trinn 1 grenseverdiene), beregnede porevannskonsentrasjoner og toksisitetstester (trinn 1 grenseverdiene).

I tillegg kan det i Trinn 2 gjennomføres en helsedimenttest. Dette er ikke gjennomført i denne undersøkelsen, da sedimentene utenfor Vågsnes foreløpig ikke kan friskmeldes. Dette skyldes at både sedimentkonsentrasjoner, beregnet

spredning og risikovurderinger med hensyn til human helse og økologisk risiko overskrider både referanseverdier og grenseverdier.

Det vurderes som lite hensiktsmessig å foreta en Trinn 3 risikovurdering da denne høyst sannsynligvis ikke vil friskmelde området. Det anbefales i stedet å planlegge og gjennomføre relevante tiltak for å redusere forurensing fra sedimentene. Det er viktig at alle fremtidige undersøkelser og tiltak sees i sammenheng med det generelle arbeidet for å forbedre sjøsedimentenes kvalitet i Arendal.

6 Konklusjoner og vurderinger

Gjennomførte sedimentundersøkelser i 5 stasjoner og risikovurderinger (Trinn 1 og Trinn 2) i henhold til veileder for risikovurdering av forurenset sediment, viser at sedimentene utenfor Vågsnes er forurenset med bly, kadmium, kobber og sink, 14 av 16 PAH-forbindelser, sum PCB₇ og den tinnorganiske forbindelsen tributyltinn. Sedimentene tilfredsstillende ikke alle kriterier med hensyn til human risiko eller økologisk risiko. Undersøkelsene bekrefter andre sedimentundersøkelser i Arendal og Tromøysund, hvor det er påvist generelt forhøyede konsentrasjoner av enkelte tungmetaller, PAH-forbindelser og TBT. Følgende er vurdert:

Spredning

Det er vurdert størst spredning av PAH-forbindelsene fluoranten, benzo(a)antracen, indeno(1,2,3-cd)perylene og benso(ghi)perylene, mens spredningen av andre miljøgifter er vurdert som liten eller akseptabel. Spredningen av organiske miljøgifter er beregnet som relativt liten ved Vågsnes, siden det er mye organisk materiale i sedimentene som binder organiske miljøgifter. Likevel er det vurdert at diffusjon til vann og opptak i organismer er de prosessene som medfører størst spredning, mens oppvirvling som følge av båter har liten betydning.

Vurdering av helserisiko

Det er beregnet at tjærestoffet/PAH-forbindelsen benzo(a)pyren og enkeltprøver av PCB kan utgjøre en helserisiko. Helserisikoen er først og fremst knyttet til konsum av fisk og skalldyr, selv om dette konsumet er vurdert som lite. Det er blant annet i en annen undersøkelse sommeren 2013 vist at det er svært lite miljøgifter i blåskjell i området. Inntak av sediment ved bading kan medføre en liten helserisiko ved at små barn leker og graver i strandsonen og får i seg sølevann.

For å eliminere helserisikoen ved bading fullstendig og samtidig redusere helserisiko ved inntak av fisk og skalldyr, bør det først og fremst vurderes å fjerne eller dekke til sedimentene i de områdene som er aktuelle for bading og strandliv. Vågsnes AS har av denne årsak vurdert avbøtende tiltak ved å dekke til de grunne områdene mellom Vågsnes/Lyngholmen og vestover til og med de ønskede utvidelser av flytebyggene til båtplasser. Tildekking foreslås gjennomført med å først legge ut en fiberduk av godkjent kvalitet og deretter dekke til med minst

30 cm skjellsand, etter at moringer til flytebrygger er anlagt. Skjellsand vurderes som et egnet materiale siden det har marin opprinnelse og har vist seg praktisk og kostnadseffektivt til å benytte ved tildekking av marine sedimenter. For å fremskynde reetablering av flora og fauna, kan man forsøke å flytte til enkelte steiner med algevekst på fra områdene rundt. Siden dette er et inngrep i forurensede sedimenter, må man søke Fylkesmannen om tillatelse.

Vurdering av økologisk risiko

Det er beregnet at det generelle innholdet av kobber, nikkel, sink, 3 stk PAH-forbindelser og særlig TBT kan utgjøre en økologisk risiko. En tildekking av sedimentene, som nevnt over, vil redusere den økologiske risiko ved at en del av de lettere forurensede sedimentene ved Vågsnes blir tildekket og utilgjengelige for den lokale fauna.

Konsekvenser for ålegressamfunn og naturreservatet ved Seilskjærene ved en utvidelse av småbåtanlegget

Ved Vågsnes er det i dag 21 faste båtplasser. Det er i figur 6.1 vist kart over planlagt småbåtanlegg. Det er tegnet inn 34 plasser, men på sikt er det ønskelig med 50 plasser.



Figur 6.1 Planlagt småbåtanlegg ved Vågsnes

I risikovurderingen tidligere i denne rapporten, er det ikke beregnet at propelloppvirvling er en viktig spredningsmekanisme for verken tungmetaller eller organiske miljøgifter. Diffusjon og opptak i organismer er viktigst ved Vågsnes. Det vurderes dermed at en utvidelse av småbåtanlegget (flere båtplasser) ikke vil medføre til økt risiko for spredning av miljøgifter ved propelloppvirvling til ålegressamfunn i nærheten.

Dagens aktivitet ved Vågsnes omfatter 21 faste båtplasser, opptak-, vinteropplag- og utsetting av 120-130 båter samt oppdrag med reparasjon og vedlikehold av 3-5 båter daglig i perioden april – oktober. Flere av båtene må taues til Vågsnes av redningskøyta. Det vurderes at en økning av antall båtplasser fra 21 til 34-50 båtplasser vil ha mindre negative konsekvenser for lokale ålegressamfunn, enn at dagens aktiviteter med service, reparasjon og opplag fortsetter. Båttrafikken samlet sett vil bli redusert, og alle utslipp fra land vil opphøre.

Det kan med fordel vurderes god informasjon ved både dagens båtplasser og fremtidige båtplasser om at Seilskjærene er et naturreservat, og at båtfolket må ta hensyn til fugler ved båttrafikk i nærområdet og spesielt i hekkesesongen. Som et avbøtende tiltak vil Vågsnes AS sette opp informasjonstavle ved båthavna.

Videre arbeid

Denne rapporten vil oversendes Fylkesmannen i Aust-Agder for vurdering. Hvis Fylkesmannen signaliserer at undersøkelsene og tiltak er akseptable med eventuelle justeringer, vil Vågsnes AS sende en søknad om tillatelse til tiltak i sedimentene.

Vedlegg: Analyserapport fra ALS Laboratory Group Norway



Prosjekt **03.06.2013**
 Bestnr **A038716-px 140011**
 Registrert **2013-06-06**
 Utstedt **2013-06-24**

COWI AS
Anke Degelmann

Vesterveien 6
N-4613 Kristiansand
Norge

Analyse av sediment

Deres prøvenavn	Vågsnes, St.1, 0-10cm Sediment 3/6-13					
Labnummer	N00250773					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	22.3	2.23	%	1	1	KARO
Vanninnhold	77.7	7.77	%	1	1	KARO
Kornstørrelse >63 µm	59.2	5.9	%	1	1	KARO
Kornstørrelse <2 µm	1.0	0.1	%	1	1	KARO
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	KARO
TOC	14.4		% TS	1	1	KARO
Naftalen	<20		µg/kg TS	1	1	KARO
Acenaftilen	10	3.01	µg/kg TS	1	1	KARO
Acenaften	33	9.83	µg/kg TS	1	1	KARO
Fluoren	36	11.0	µg/kg TS	1	1	KARO
Fenantren	387	116	µg/kg TS	1	1	KARO
Antracen	113	34.0	µg/kg TS	1	1	KARO
Fluoranten	932	280	µg/kg TS	1	1	KARO
Pyren	675	202	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)antracen[^]	373	112	µg/kg TS	1	1	KARO
Krysen[^]	458	138	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(b)fluoranten[^]	457	137	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(k)fluoranten[^]	246	73.7	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)pyren[^]	395	119	µg/kg TS	1	1	KARO
Dibenso(ah)antracen[^]	69	20.7	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(ghi)perylene	236	70.9	µg/kg TS	1	1	KARO
Indeno(123cd)pyren[^]	271	81.2	µg/kg TS	1	1	KARO
Sum PAH-16*	4690		µg/kg TS	1	1	KARO
Sum PAH carcinogene^{^*}	2270		µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 52	1.19	0.356	µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 101	1.96	0.586	µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 118	1.53	0.458	µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 138	2.28	0.684	µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 153	1.98	0.592	µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 180	1.60	0.480	µg/kg TS	1	1	KARO
Sum PCB-7*	10.5		µg/kg TS	1	1	KARO
As (Arsen)	21.6	4.32	mg/kg TS	1	1	KARO
Pb (Bly)	184	36.9	mg/kg TS	1	1	KARO
Cu (Kopper)	119	23.9	mg/kg TS	1	1	KARO
Cr (Krom)	33.6	6.71	mg/kg TS	1	1	KARO
Cd (Kadmium)	1.65	0.33	mg/kg TS	1	1	KARO
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	KARO



Deres prøvenavn	Vågsnes, St.1, 0-10cm Sediment 3/6-13					
Labnummer	N00250773					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Ni (Nikkel)	19.2	3.8	mg/kg TS	1	1	KARO
Zn (Sink)	897	179	mg/kg TS	1	1	KARO
Tørrstoff (L)	19.2		%	2	V	RATE
Monobutyltinnkation	159	53.9	µg/kg TS	2	C	RATE
Dibutyltinnkation	503	155	µg/kg TS	2	C	RATE
Tributyltinnkation	363	95.2	µg/kg TS	2	C	RATE



Deres prøvenavn	Vågsnes, St.2, 0-10cm Sediment 3/6-13					
Labnummer	N00250774					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	24.4	2.44	%	1	1	KARO
Vanninnhold	75.6	7.56	%	1	1	KARO
Kornstørrelse >63 µm	51.4	5.1	%	1	1	KARO
Kornstørrelse <2 µm	1.5	0.1	%	1	1	KARO
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	KARO
TOC	11.5		% TS	1	1	KARO
Naftalen	1640	493	µg/kg TS	1	1	KARO
Acenaftilen	10	3.13	µg/kg TS	1	1	KARO
Acenaften	1620	487	µg/kg TS	1	1	KARO
Fluoren	2410	722	µg/kg TS	1	1	KARO
Fenantren	7960	2390	µg/kg TS	1	1	KARO
Antracen	1610	483	µg/kg TS	1	1	KARO
Fluoranten	7150	2150	µg/kg TS	1	1	KARO
Pyren	5100	1530	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)antracen^	2220	666	µg/kg TS	1	1	KARO
Krysen^	2540	764	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(b)fluoranten^	2140	641	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(k)fluoranten^	1090	328	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)pyren^	1960	589	µg/kg TS	1	1	KARO
Dibenso(ah)antracen^	203	60.9	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(ghi)perylene	1060	319	µg/kg TS	1	1	KARO
Indeno(123cd)pyren^	1040	312	µg/kg TS	1	1	KARO
Sum PAH-16*	39800		µg/kg TS	1	1	KARO
Sum PAH carcinogene^*	11200		µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 28	1.16	0.350	µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 52	2.85	0.856	µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 101	3.12	0.936	µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 118	2.34	0.702	µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 138	3.70	1.11	µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 153	2.75	0.824	µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 180	1.48	0.444	µg/kg TS	1	1	KARO
Sum PCB-7*	17.4		µg/kg TS	1	1	KARO
As (Arsen)	16.1	3.22	mg/kg TS	1	1	KARO
Pb (Bly)	95.7	19.1	mg/kg TS	1	1	KARO
Cu (Kopper)	82.7	16.5	mg/kg TS	1	1	KARO
Cr (Krom)	34.6	6.93	mg/kg TS	1	1	KARO
Cd (Kadmium)	1.06	0.21	mg/kg TS	1	1	KARO
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	KARO
Ni (Nikkel)	23.7	4.7	mg/kg TS	1	1	KARO
Zn (Sink)	193	38.7	mg/kg TS	1	1	KARO
Tørrstoff (L)	17.5		%	2	V	RATE
Monobutyltinnkation	16.1	5.68	µg/kg TS	2	C	RATE
Dibutyltinnkation	103	31.7	µg/kg TS	2	C	RATE
Tributyltinnkation	60.4	15.9	µg/kg TS	2	C	RATE



Deres prøvenavn	Vågsnes, St.3, 0-10cm Sediment 3/6-13					
Labnummer	N00250775					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	15.3	1.53	%	1	1	KARO
Vanninnhold	84.7	8.47	%	1	1	KARO
Kornstørrelse >63 µm	47.2	4.7	%	1	1	KARO
Kornstørrelse <2 µm	1.1	0.1	%	1	1	KARO
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	KARO
TOC	10.0		% TS	1	1	KARO
Naftalen	<29		µg/kg TS	1	1	KARO
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	KARO
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	KARO
Fluoren	69	20.6	µg/kg TS	1	1	KARO
Fenantren	528	158	µg/kg TS	1	1	KARO
Antracen	114	34.2	µg/kg TS	1	1	KARO
Fluoranten	680	204	µg/kg TS	1	1	KARO
Pyren	605	182	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)antracen^	223	66.9	µg/kg TS	1	1	KARO
Krysen^	303	90.8	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(b)fluoranten^	249	74.7	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(k)fluoranten^	134	40.2	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)pyren^	254	76.3	µg/kg TS	1	1	KARO
Dibenso(ah)antracen^	40	11.9	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(ghi)perylene	133	39.9	µg/kg TS	1	1	KARO
Indeno(123cd)pyren^	146	43.7	µg/kg TS	1	1	KARO
Sum PAH-16*	3480		µg/kg TS	1	1	KARO
Sum PAH carcinogene^*	1350		µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 52	1.26	0.376	µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 101	2.03	0.610	µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 118	0.94	0.280	µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 138	3.29	0.988	µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 153	2.73	0.818	µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 180	1.83	0.548	µg/kg TS	1	1	KARO
Sum PCB-7*	12.1		µg/kg TS	1	1	KARO
As (Arsen)	16.2	3.24	mg/kg TS	1	1	KARO
Pb (Bly)	37.9	7.6	mg/kg TS	1	1	KARO
Cu (Kopper)	96.1	19.2	mg/kg TS	1	1	KARO
Cr (Krom)	31.0	6.21	mg/kg TS	1	1	KARO
Cd (Kadmium)	2.09	0.42	mg/kg TS	1	1	KARO
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	KARO
Ni (Nikkel)	23.8	4.8	mg/kg TS	1	1	KARO
Zn (Sink)	220	43.9	mg/kg TS	1	1	KARO
Tørrstoff (L)	14.6		%	2	V	RATE
Monobutyltinnkation	78.8	26.7	µg/kg TS	2	C	RATE
Dibutyltinnkation*	1910	585	µg/kg TS	2	B	RATE
Tributyltinnkation	882	230	µg/kg TS	2	C	RATE



Deres prøvenavn	Vågsnes, St.4, 0-10cm Sediment 3/6-13					
Labnummer	N00250776					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	10.7	1.08	%	1	1	KARO
Vanninnhold	89.3	8.93	%	1	1	KARO
Kornstørrelse >63 µm	31.9	3.2	%	1	1	KARO
Kornstørrelse <2 µm	1.4	0.1	%	1	1	KARO
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	KARO
TOC	11.7		% TS	1	1	KARO
Naftalen	<43		µg/kg TS	1	1	KARO
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	KARO
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	KARO
Fluoren	23	6.97	µg/kg TS	1	1	KARO
Fenantren	210	62.8	µg/kg TS	1	1	KARO
Antracen	44	13.1	µg/kg TS	1	1	KARO
Fluoranten	601	180	µg/kg TS	1	1	KARO
Pyren	692	208	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)antracen [^]	308	92.3	µg/kg TS	1	1	KARO
Krysen [^]	427	128	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(b)fluoranten [^]	576	173	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(k)fluoranten [^]	339	102	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)pyren [^]	472	142	µg/kg TS	1	1	KARO
Dibenso(ah)antracen [^]	87	26.1	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(ghi)perylene	473	142	µg/kg TS	1	1	KARO
Indeno(123cd)pyren [^]	508	152	µg/kg TS	1	1	KARO
Sum PAH-16*	4760		µg/kg TS	1	1	KARO
Sum PAH carcinogene ^{^*}	2720		µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	KARO
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	KARO
As (Arsen)	15.3	3.06	mg/kg TS	1	1	KARO
Pb (Bly)	82.5	16.5	mg/kg TS	1	1	KARO
Cu (Kopper)	64.8	13.0	mg/kg TS	1	1	KARO
Cr (Krom)	29.0	5.80	mg/kg TS	1	1	KARO
Cd (Kadmium)	2.89	0.58	mg/kg TS	1	1	KARO
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	KARO
Ni (Nikkel)	25.2	5.0	mg/kg TS	1	1	KARO
Zn (Sink)	707	141	mg/kg TS	1	1	KARO
Tørrstoff (L)	9.6		%	2	V	RATE
Monobutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	RATE
Dibutyltinnkation	67.6	20.5	µg/kg TS	2	C	RATE
Tributyltinnkation	33.5	8.74	µg/kg TS	2	C	RATE



Deres prøvenavn	Vågsnes, St.5, 0-10cm Sediment 3/6-13					
Labnummer	N00250777					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	13.5	1.35	%	1	1	KARO
Vanninnhold	86.5	8.65	%	1	1	KARO
Kornstørrelse >63 µm	44.6	4.5	%	1	1	KARO
Kornstørrelse <2 µm	3.6	0.4	%	1	1	KARO
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	KARO
TOC	13.0		% TS	1	1	KARO
Naftalen	<34		µg/kg TS	1	1	KARO
Acenaftalen	<10		µg/kg TS	1	1	KARO
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	KARO
Fluoren	14	4.37	µg/kg TS	1	1	KARO
Fenantren	139	41.8	µg/kg TS	1	1	KARO
Antracen	28	8.52	µg/kg TS	1	1	KARO
Fluoranten	352	106	µg/kg TS	1	1	KARO
Pyren	312	93.6	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)antracen^	149	44.8	µg/kg TS	1	1	KARO
Krysen^	221	66.3	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(b)fluoranten^	242	72.6	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(k)fluoranten^	128	38.4	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(a)pyren^	186	55.9	µg/kg TS	1	1	KARO
Dibenso(ah)antracen^	36	10.9	µg/kg TS	1	1	KARO
Benso(ghi)perylene	169	50.7	µg/kg TS	1	1	KARO
Indeno(123cd)pyren^	184	55.1	µg/kg TS	1	1	KARO
Sum PAH-16*	2160		µg/kg TS	1	1	KARO
Sum PAH carcinogene^*	1150		µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 52	1.26	0.378	µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 101	1.37	0.410	µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 118	0.79	0.236	µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 138	1.86	0.556	µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 153	1.47	0.440	µg/kg TS	1	1	KARO
PCB 180	1.36	0.408	µg/kg TS	1	1	KARO
Sum PCB-7*	8.11		µg/kg TS	1	1	KARO
As (Arsen)	15.8	3.16	mg/kg TS	1	1	KARO
Pb (Bly)	57.2	11.4	mg/kg TS	1	1	KARO
Cu (Kopper)	75.3	15.1	mg/kg TS	1	1	KARO
Cr (Krom)	30.3	6.06	mg/kg TS	1	1	KARO
Cd (Kadmium)	2.61	0.52	mg/kg TS	1	1	KARO
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	KARO
Ni (Nikkel)	26.3	5.2	mg/kg TS	1	1	KARO
Zn (Sink)	237	47.4	mg/kg TS	1	1	KARO
Tørrstoff (L)	12.7		%	2	V	RATE
Monobutyltinnkation	36.2	12.2	µg/kg TS	2	C	RATE
Dibutyltinnkation	261	79.4	µg/kg TS	2	C	RATE
Tributyltinnkation	144	37.9	µg/kg TS	2	C	RATE



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

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



Godkjenner	
KARO	Karoline Rod
RATE	Randi Telstad

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

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

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

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

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

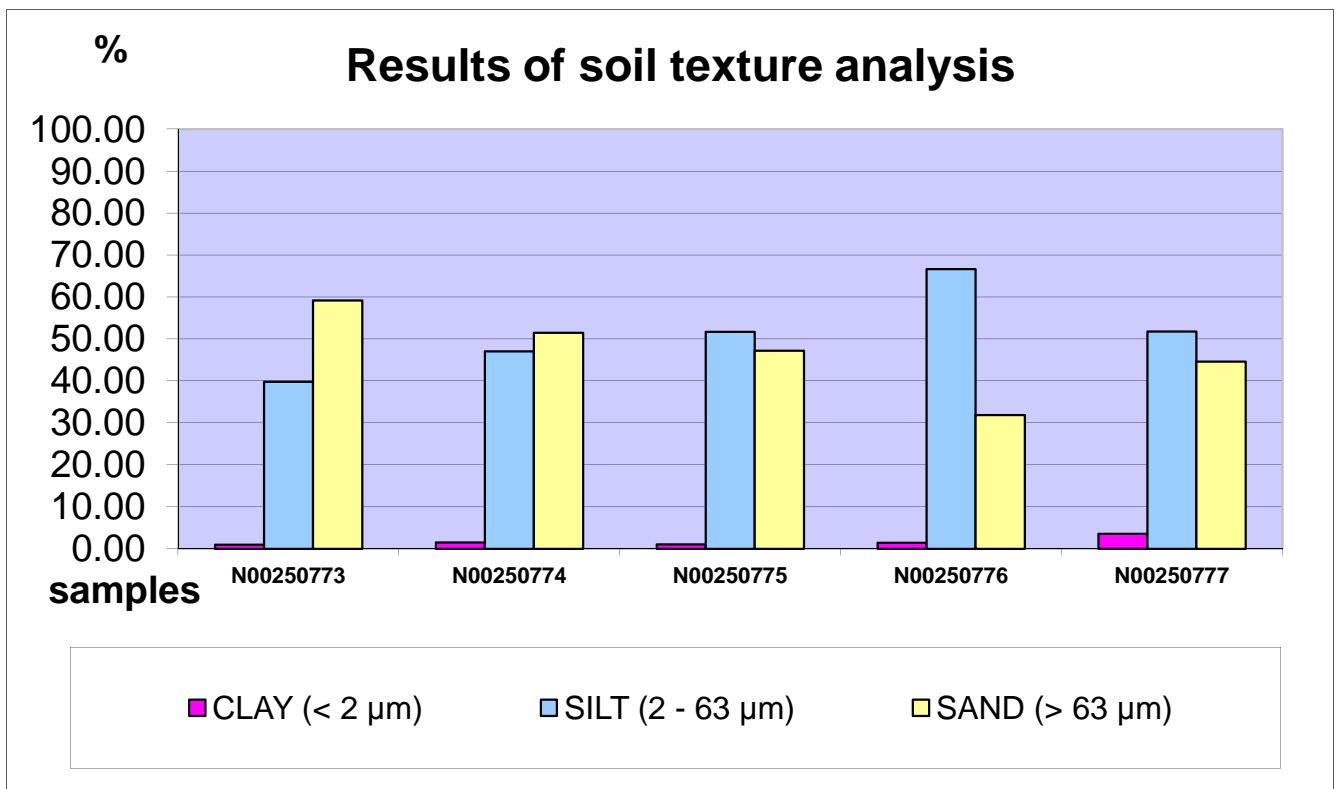
Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

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



RESULTS OF SOIL TEXTURE ANALYSIS

Sample label:	N00250773	N00250774	N00250775	N00250776	N00250777
Lab. ID:	002	003	004	005	006
Gross sample weight [g]	2.40	5.77	3.35	2.20	8.57
CLAY (< 2 µm) [%]	0.97	1.49	1.08	1.45	3.61
SILT (2 - 63 µm) [%]	39.81	47.07	51.73	66.68	51.78
SAND (> 63 µm) [%]	59.23	51.45	47.19	31.87	44.61



Test method specification: CZ_SOP_D06_07_120 Grain size analysis using the wet sieve analysis using laser diffraction (fraction from 2 µm to 63 mm) Fraction > 0.063 mm determined by wet sieving method, other fractions determined from the fraction "< 0.063mm" by laser particle size analyzer using liquid dispersion mode. Fractions "Sand >63 µm", "Silt 2-63 µm" and "Clay <2 µm" evaluated from measured data.

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

Vedlegg 2

NOVEMBER 2016
VÅGSNES AS

MILJØTEKNISK GRUNNUNDERSØKELSE, RISIKOVURDERING OG TILTAKSPLAN VÅGSNES, TROMØYA – NY VERSJON

KARTLEGGING AV FORURENSET GRUNN PÅ BÅTOPPLAGRINGSTOMT



NOVEMBER 2016
VÅGSNES AS

MILJØTEKNISK GRUNNUNDERSØKELSE, RISIKOVURDERING OG TILTAKSPLAN VÅGSNES, TROMØYA – NY VERSJON

KARTLEGGING AV FORURENSET GRUNN PÅ BÅTOPPLAGRINGSTOMT

OPPDRAGSNR. A047671-035
DOKUMENTNR. 001
VERSJON 3
UTGIVELSESDATO 25.11.2016
UTARBEIDET Tor Egil Larsen
KONTROLLERT Arild Vatland
GODKJENT Tor Egil Larsen

INNHOOLD

1	Ny versjon av notatet	7
2	Innledning	10
3	Problembeskrivelse	12
4	Metoder og utført arbeid	14
4.1	Prøvetaking og analyser	14
4.2	Generelt om risikovurdering	15
5	Resultat	17
5.1	Grunnforhold	17
5.2	Analyseresultater fra jordprøvene	17
6	Risikovurdering	19
6.1	Miljømål for området	19
6.2	Trinn 1: forenklet risikovurdering	19
6.3	Trinn 2: utvidet risikovurdering	20
6.4	Eksponeringsanalyse	23
6.5	Arealbrukskategori	23
6.6	Oppsummering risikovurdering	24
7	Beskrivelse av tiltak	26
7.1	Tiltaket	26
7.2	Massebudsjett	27
8	Utførelse av tiltaket	28
8.1	Risiko under tiltak	28
8.2	Sikringstiltak	29
8.3	Beredskapsplan	30

8.4	Kontroll og overvåking – Ekstra jordprøver	31
8.5	Påvisning av kabler og rør	31
8.6	Planlagt rekkefølge på arbeidet og fremdriftsplan	32
8.7	Miljøovervåking	32
8.8	Spesielle forhold	32
9	Oppsummering og konklusjon	34
10	Referanser	35

Vedlegg

Vedlegg 1	Analyseresultater
-----------	-------------------

1 Ny versjon av notatet

Etter at den første tiltaksplanen ble godkjent av Arendal kommune i 22.11.2013, har det vært klager på planen for området, som har blitt behandlet både hos Arendal kommune og hos Fylkesmannen. Dette har gjort at det ikke har vært mulig for utbygger å få startet gjennomføringen av tiltakene i forhold til forurenset grunn innenfor den perioden som godkjent tiltaksplan gjaldt for.

Det har vært en dialog med Arendal kommune som kan godkjenne ny tiltaksplan. Arendal kommune har bedt om at noen forhold beskrives for å kunne eventuelt godkjenne en ny tiltaksplan. De forholdene som de ønskes belyst er følgende;

- › Kort beskrivelse av situasjonen
- › Hvorfor arbeidet ikke er satt i gang
- › Hvilken aktivitet som har vært på eiendommen siden tiltaksplanen var godkjent sist, og
- › En vurdering av forurensningssituasjonen i dag

Beskrivelse av situasjonen, og hvorfor arbeidet ikke er satt i gang

Etter at tiltaksplanen ble godkjent på slutten av 2013, ble aktiviteten i forhold til båtoppdrag og øvrig aktivitet gradvis avsluttet. Dette som følge av sykdom. De siste båtene som ble satt på sjøen etter vinterlagring, ble satt ut våren 2016. Etter dette har det ikke vært noen aktivitet på det gjeldene området.

Lisbeth Rake Zeiffert hos Stærk & Co har bistått utbygger i forhold til planprosessen, og hun har gitt følgende forklaring på hvorfor prosessen har tatt så lang tid;

"Planarbeidet for Vågsnes ble igangsatt i mars 2013. Planarbeidet forutsatte at det skulle gjennomføres miljøteknisk grunnundersøkelser i området pga. driften som har vært i området, og resultater og eventuelle avbøtende tiltak måtte innarbeides i

planforslaget med tilhørende konsekvensutredning. Arbeidet med grunnundersøkelser ble gjort sommeren og høsten 2013, og den miljøtekniske grunnundersøkelsen og tiltaksplan ble sendt inn til kommunen for godkjenning i oktober 2013. Tiltaksplanen ble godkjent i brev av 22.11.2013 fra Arendal kommune. Et reguleringsplanforslag ble så utarbeidet og sendt inn til kommunen for 1. gangsbehandling i januar 2014. Avbøtende tiltak i forhold til forurenset grunn var innarbeidet i planforslaget og konsekvensutredningen. Planforslaget var på offentlig ettersyn våren/sommeren 2014, og på en begrenset høring høsten 2014.

Planforslaget ble vedtatt i Arendal bystyre 19.02.2015. Vedtaket ble påklaget, og klagen ble først behandlet i Arendal bystyre 27.08.2015, der klagen ikke ble tatt til følge. Saken ble deretter oversendt fylkesmannen for endelig behandling. Fylkesmannen behandlet klagen i brev av 09.02.2016, og vedtok da at klagen ikke skulle tas til følge. Planprosessen og påfølgende klagebehandling medførte derfor at planen var endelig ferdigbehandlet nesten 2,5 år etter at tiltaksplanen ble godkjent. Tiltakshaver hadde derfor ikke mulighet til å gå i gang med gjennomføring av planen før klagen var endelig behandlet. Dette har da medført at tiltak ikke er igangsatt innen fristen for godkjent tiltaksplan."

Hvilken aktivitet har vært på eiendommen siden tiltaksplanen sist ble godkjent

Aktiviteten på det undersøkte området siden høsten 2013, har vært litt mer av det samme som området har vært benyttet til siden 1978. Aktiviteten har vært båtlagring. Båtlagringen ble gradvis redusert hvert år, og fortsatte frem til de siste båtene ble satt på sjøen sommeren 2016. Utover dette har det ikke vært noen aktivitet på området.

Vurdering av forurensningssituasjonen i dag

Siden området ble undersøkt i 2013, har båtlagringen på området blitt redusert gradvis på grunn av sykdom. De siste båtene som sto på området sto der frem til våren 2016. Området ble benyttet for båtlagring fra 1978, og frem til våren 2016. Det vil si 38 år med båtlagring. I løpet av denne tiden har folk sitt forhold til forurensing blitt mer bevist, og de produkter som vi bruker på fritidsbåter blitt mer miljøvennlig. Forlengelsen i tid fra 2013 til 2016, er på om lag 9 %. Når man justerer for færre båter, bedre vaner hos folk i forhold til håndtering av produkter som forurenser, og mer miljøvennlige produkter, kan man kanskje anta at en maksimal teoretisk påvirkning for de siste tre årene sammenlignet med hele perioden fra 1978, kan være på 4 – 7 %.

Usikkerheten i analyser varierer, og for metaller og olje, som er de parameterne med størst konsentrasjoner på Vågsnes, så har de en usikkerhet på +/- 10 %. Det er derfor vår konklusjon at det kan ha blitt tilført mer forurensing til området siden undersøkelsen ble utført i 2013, men den den mulige ekstra tilførselen vil være så liten at det blir ingenting i forhold til usikkerheten ved analysen av stoffene. Hvis

det ble foretatt nye undersøkelser, så ville en eventuell forskjell (som også kunne vært lavere) måtte tillegges usikkerheten i analysemetodene.

En gjennomgang av de klassifiseringer som ble gjort i 2013 i forhold til tilstandsklasser, viser at alle påviste konsentrasjoner i tilstandsklasse 4 og 5, hadde målte konsentrasjoner i de nedre delene av disse grenseverdiene. Selv om alle parametere som ble klassifisert i tilstandsklassene 4 og 5 ble doblet i konsentrasjon, så ville de fortsatt være i samme tilstandsklasse. Dette viser at selv med mye høyere konsentrasjoner i en eventuell ny undersøkelse, så ville klassifiseringen, og dermed kravene til tiltak, blitt akkurat de samme.

Basert på dette vil det ikke ha noen verdi å utføre en ny undersøkelse, fordi teoretisk maksimums økning i målte konsentrasjoner vil kun være noen få prosent, og så måtte den ha vært på over en dobling for at den skulle få en effekt. Anbefaler derfor at undersøkelsen fra 2013 blir stående.

Minner om at det skal gjøres ny kontroll av gjenværende masser med analyser i forbindelse med gjennomføringen av tiltakene på Vågsnes. Og resultatene herfra vil bli vist i sluttrapporten som skal godkjennes av Arendal kommune.

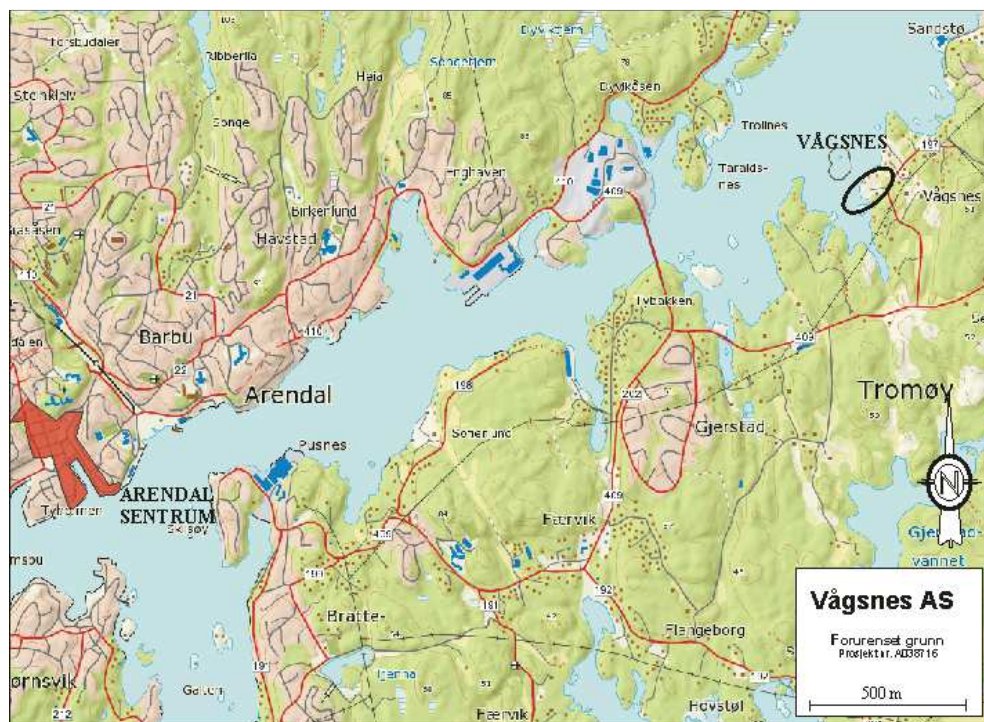
2 Innledning

På en tomt på Tromøy i Arendal kommune, gnr./bnr.: 217/27, er det siden 1922 vært drevet ulike aktiviteter. Fra 1922 til 1970 var det sagbruk. På sagbruket ble det kun håndtert rent og ubehandlet trevirke. Det antas at dette har gitt liten eller ingen form for forurensing. Fra 1970 til 1977 ble området benyttet som lager for Leca, som også kan ha gitt liten eller ingen grad av forurensing. Siden 1978 og frem til i dag har det vært drevet båtlagring på området. Det er en aktivitet som kan ha gitt forurensing, og det ble derfor vurdert som nødvendig å gjennomføre en kartlegging av eventuell forurensing på tomta.

COWI AS er engasjert av Vågsnes AS til å utføre en kartlegging og risikovurdering av området, og komme med forslag om tiltak basert på fremtidig bruk av området. COWI AS er også engasjert til å gjennomføre undersøkelse av sedimentene utenfor eiendommen, og en separat rapport om sedimenter vil bli sendt til Fylkesmannen i Aust-Agder.

Det var på forhånd mistanke om forurensing på tomta. Undersøkelsen for å kartlegge massene i grunnen legges opp som en standard miljøteknisk grunnundersøkelse som er beskrevet i gjeldende veileder fra Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif, tidligere SFT) veileder 99:01; *Risikovurdering forurenset grunn*, (Ref. 01). Vurdering og klassifisering av massene i forhold til helse er også basert på veileder TA-2553; *Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn* (Ref. 02).

Tomta ligger om lag 8 km øst for Arendal sentrum, og har et areal på 7 000 m². Av dette er det om lag 2 000 m² som ikke består av tette flater, og masser som er fjernet ved oppgradering av VA ledninger tilbakefylt med rene masser av Arendal kommune, og kan potensielt være forurenset grunn. Lokalisering av tomta er vist i figur 1.



Figur 1: Kart over deler av Arendal kommune som viser lokalisering av tomta på Vågsnes. Tomta ligger omlag 8 km fra sentrum.

Det er ikke påvist i forbindelse med undersøkelsen, eller kjent for Vågsnes AS, at det skal være deponert farlig avfall på eiendommen.

3 Problembeskrivelse

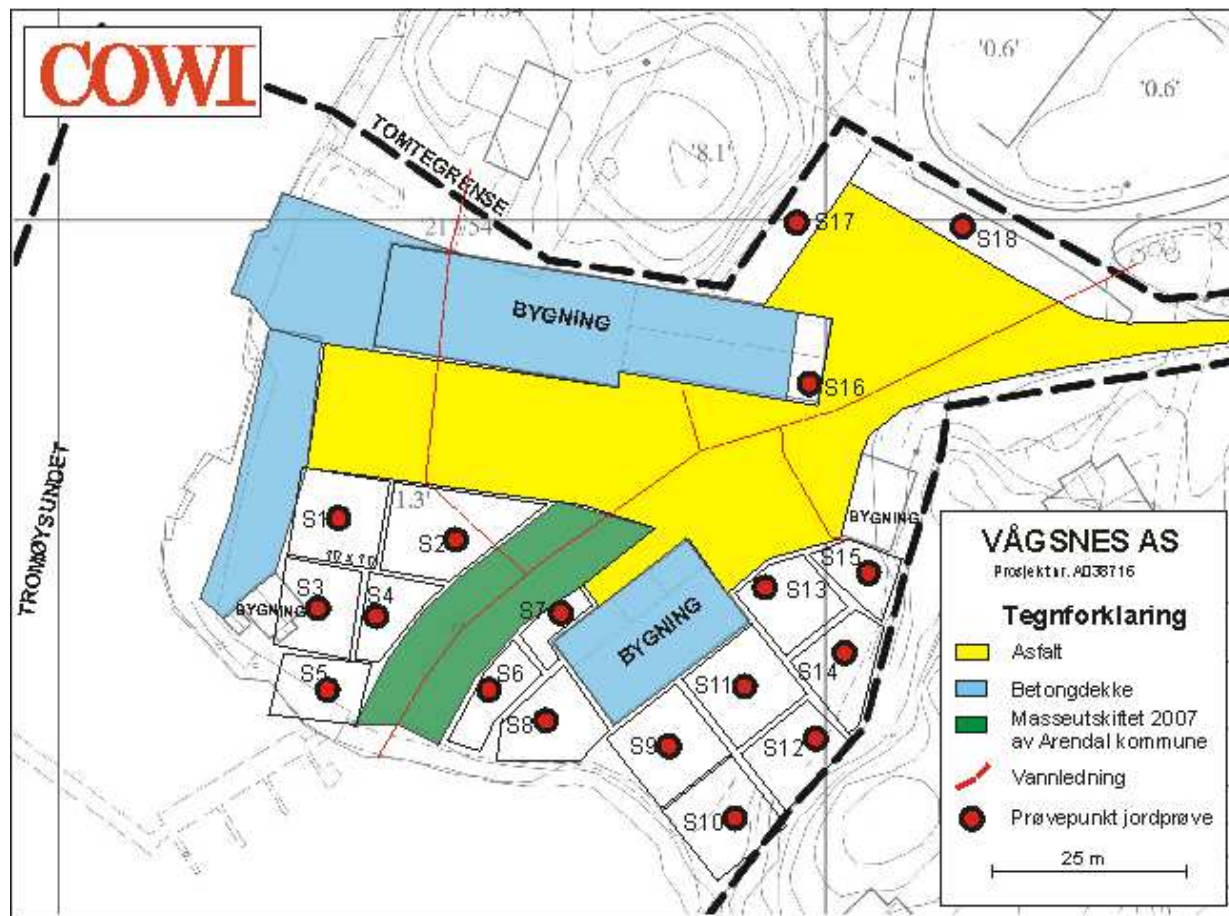
COWI AS er engasjert av Vågsnes AS til å gjennomføre en miljøteknisk grunnundersøkelse av tomta. Det er startet et arbeid for omregulering av tomta, derfor ønsket Vågsnes AS å dokumentere miljøkvaliteten av massene på tomta.

Området har siden 1978 vært benyttet til båtopleg. Det gir potensiale for forurensing. Vågsnes AS har også hatt organisering av mottak av brukt motorolje fra småbåter.

Eventuell forurensing på området kan kun bli liggende i områder med løsmasse dekke. Areal med tette flater ble etablert før småbåthavndriften ble startet. I 2007 ble det lagt ny vannledning gjennom området, og i den forbindelse masseutskiftet Arendal kommune ut massene rundt og over vannledningen.

Det betyr at mulig forurensing kan ligge på områder uten tett dekke, og utenom det arealet som ble masseutskiftet. Dette arealet er undersøkt ved å dele inn i områder på om lag 100 m² eller mindre, og prøvetatt med en sjakt i henhold til gjeldende veileder. Det er laget en figur som viser inndeling i 18 områder (se figur 2).

Det er i denne undersøkelsen tatt prøver av finmassene som ligger over steinfyllingen. Laget som kunne prøvetas, laget med finstoff, varierer i tykkelse fra 0,1 m til 0,6 m i de 18 prøvepunktene. På hvert delområde er det tatt en prøve av hele snittet i sjaktene (maksimalt 0,6 m), og denne er blandet til en fellesprøve om er analysert.



Figur 2: Kart over tomte på Vågsnes. Kartet viser hele tomte sin utbredelse, og områder som ikke har tett dekke eller er masseutskiftet. De ulike prøvepunktene er vist som røde prikker.

Basert på en gjennomgang av mulige forurensningsforhold ble det gjort følgende oppsummering;

- > Den forurensning som finnes på tomte vil hovedsakelig være oljerelatert, og forurensning som følge av båtpuss som vil kunne gi metallforurensninger, PAH og PCB.
- > Det er lite sannsynlig at det finnes forurensning under bygningen på tomte, fordi all forurensende aktivitet er kommet etter etablering av bygningene.
- > For å gi en forurensningsstatus av hele det mistenkte området ble det avgjort at det skulle deles inn i områder som dekket hele det mistenkte området, og at det ble tatt samlejordprøver fra hvert område.

Det ble gjennomført prøvetaking av grunnen på tomte den 22.05.13. Alle jordprøvene er vurdert i forhold til relevante veiledere nevnt tidligere (Ref. 01) (Ref. 02).

4 Metoder og utført arbeid

4.1 Prøvetaking og analyser

4.1.1 Prøvetaking av jord

For å kartlegge eventuelle forurensninger på tomta på Vågsnes, ble det gjennomført prøvetaking med en sjakteprøve fra hvert delområde vist i figur 2. For å kunne gi en god dokumentasjon av jordkvaliteten, ble hele snittet med finstoff fra hver sjakt prøvetatt. Maksimal dybde på det prøvetatte laget var 0,6 m. Figur 3 viser et eksempel på en slik sjakt fra Vågsnes.

Jordmasse fra hver enkelt sjakt ble så blandet godt i en metallbøtte, og en representativ prøve tatt ut. Prøven fra hver sjakt ble delt i to, hvor en ble sendt til ALS i Oslo for analyse, og den andre blir lagret i frys hos COWI Kristiansand.



Figur 3: Bilde som viser et typisk prøvepunkt på tomta på Vågsnes.

Det ble gjennomført prøvetaking av de 18 delområdene vist i figur 2 den 22.05.13 på Vågsnes.

Begrunnelsen for at det er tatt det antall jordprøver som er tatt, er i henhold til krav i veilederen som tilsier at en prøve kan dekke et areal på 100 m². De øverste jordmassene på Vågsnes består hovedsakelig av subbus og pukk (se figur 3).

4.1.2 Benyttede analysemetoder

Jordprøvene er analysert etter et analyseprogram hos laboratoriet ALS som kalles ”Norm-pakke”. Normpakken er en sammenstilling av analyser spesielt beregnet for forurenset grunn undersøkelser. Analysemetoden inneholder nesten alle foreslåtte parametere i tidligere SFTs veileder 99:01; *Risikovurdering av forurenset grunn* (Ref. 01), unntatt organisk karbon, leireinnhold og parametere spesielt beregnet for bensinstasjoner. KLIF (tidligere SFT) sine foreslåtte parametere ved mistanke om forurensning, er vist i tabell 1.

Tabell 1: KLIF sitt forslag til parametere ved mistanke om forurenset grunn.

Analyseparametere	Standard komponenter foreslått av KLIF
Fysiske egenskaper	Vanninnhold, organisk karbon og leire innhold
Tungmetaller	8 elementer: As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb og Zn
Alifatiske hydrokarboner	Sum hydrokarb., fraksjonene C ₅ -C ₁₀ , >C ₁₀ -C ₁₂ og >C ₁₂ -C ₃₅
PAH	Sum PAH ₁₆ ifølge USEAP
PCB	Sum PCB ₇ (7 kongener: 28, 52, 101, 118, 138, 150 og 180)
BTEX	Bensen, toluen, etylbensen og xylene
VOCI	Di-, tri-, og tetraklormetan, di- og trikloreten, tri- og tetrakloreten

4.2 Generelt om risikovurdering

For håndtering av grunnforurensingssaker har KLIF utarbeidet en veileder (SFT, 99:01, Ref. 01) som skal være et verktøy som gir enhetlig beslutningsgrunnlag for grunnforurensingssaker.

Tilnærmingen i arbeidet med en grunnforurensning skal være trinnvis. I vanlige saker skal det først utarbeides en problembeskrivelse med forslag til eventuelle undersøkelser. Problembeskrivelsen gjøres vanligvis ut fra en sammenstilling av historiske data og de fakta man har om natur og arealbruk.

I risikovurderingen inngår det en del sentrale begreper:

- **Mest følsom arealbruk:** Dette er arealbruk der mennesker kan utsettes for eksponering av en forurensning via alle eksponeringsveier. Alle eksponeringsveier er definert som: Oralt inntak av jord, hudkontakt med jord,

innånding av støv, innånding av gasser (innomhus), inntak av drikkevann, inntak av grønnsaker og inntak av skalldyr/fisk.

- **Risiko:** Uttrykk for den fare som uønskede hendelser representerer for mennesker, miljø og materielle verdier. Risikoen uttrykkes ved sannsynlighet for og konsekvensene av de uønskede hendelsene.
- **Risikoanalyse:** Systematisk fremgangsmåte for å beskrive og/eller beregne risiko. Risikoanalysen utføres ved kartlegging av uønskede hendelser, sannsynligheten for at hendelsene oppstår og konsekvensen av disse.
- **Risikovurdering:** Sammenligning av resultater fra risikoanalyser med definerte akseptkriterier.
- **Miljømål:** Definert ambisjonsnivå for ønsket miljøtilstand. Kvalitative ambisjoner konkretiseres i form av akseptkriterier.
- **Akseptkriterier:** Kriterier basert på forskrifter, standarder, nasjonale eller regionale retningslinjer, erfaringer og/eller teoretisk kunnskap som legges til grunn for beslutning om akseptabel risiko. Akseptkriterier kan uttrykkes med ord eller være tallfestet.

Risikovurderingen er bygget opp i tre trinn med økende grad av kompleksitet og detaljering. Den trinnvise tilnærmingen skal sikre at enkle saker kan avklares raskt uten for stort ressursforbruk, samtidig som større ressurser kan settes inn for å avklare risikoer i mer kompliserte og potensielt alvorlige situasjoner.

Trinn 1: Forenklet risikoanalyse.

I en forenklet risikovurdering benyttes gjeldende normverdier for jord (SFT, 99:01) som sammenlignes med resultatene fra undersøkelsen. Dersom en eller flere prøver overstiger normverdien skal det vurderes om dette skyldes forurensning eller lokale bakgrunnsforhold.

Trinn 2: Utvidet risikoanalyse (beregning av eksponering)

Hvis konsentrasjonen av forurensning i jordprøver overskrider normverdier for mest følsomt arealbruk (SFT, 99:01) skal det gjennomføres en utvidet risikoanalyse. I denne skal det utarbeides stedsspesifikke akseptkriterier basert på den aktuelle arealbruk.

Trinn 3: Utvidet risikovurdering (måling av eksponering)

En trinn 3 risikovurdering er i større grad basert på målt eksponering, men den samme risikoanalysen som i trinn 2 gjennomføres. Dataene som benyttes i trinn 3 skal i størst mulig grad være fra feltmålinger og minst mulig beregninger. Det vil derfor kreve spesialiserte undersøkelser tilpasset de lokale forhold.

5 Resultat

Prøvetakingen gjennomført i mai 2013 skulle i hovedsak kun gi svar på et spørsmål:

- I hvor stor grad var området forurenset.

5.1 Grunnforhold

Området er et gammelt treindustri- og lagerområde, og området er etablert ved at toppe er sprengt bort, og sprengstein er fylt i sjøen. Det generelle for området er derfor steinfylling eller fast fjell, med tynt løsmassedekke over.

5.2 Analyseresultater fra jordprøvene

Det ble tatt en jordprøve fra hvert delområde som vist i figur 2. Tabell 2 viser en oversikt over alle stoffene med påvist konsentrasjon over deteksjonsgrensene. En komplett oversikt over alle analyseresultatene fra det akkrediterte laboratoriet er vist i vedlegg 1.

Tabell 2 viser at den dominerende jordkvaliteten for samtlige parametere er "Meget god" (blå farge i veileder, men vist uten farge i tabell og "God" (grønn farge) i henhold til veilederen (Ref. 02). Tabell 2 viser også at det er de fire delområdene S1, S7, S9 og S16, som er mest forurenset, med klassifisering "Dårlig" og "Svært dårlig" for kobber, nikkel, sink og olje.

Som forventet er oljeforurensing det største problemet, men kun funnet i S16 som er i området ved dieseltanken med klassifisering "Svært dårlig". Bortsett fra delområde S16, så har alle delområdene klassifisering "Moderat" eller bedre i forhold til olje.

De andre stoffene som gir problemer er kobber, nikkel og sink. Disse stoffene har høyest konsentrasjon i delområdene S1, S7 og S9 med klassifisering "Dårlig", mens de øvrige områdene er klassifisert som Moderat, God og Meget god. De andre stoffene som er påvist med for høye verdier er stoffer som har samlebetegnelsen PAH, PCB og BTEX. Det er oljerelatert forurensing, og konsentrasjonene på tomte blir klassifisert som Moderat til Meget god. Dette gjelder benso(a)pyren, PAH-16, PCB-7 og bensen.

Tabell 2: Analyseresultatene fra prøver tatt den 22.05.13 på Vågsnes. Det er bare parametere som har konsentrasjoner over deteksjonsgrensen, og enkelte "vanlige" parametere, som er tatt med i tabellen. Resultatene er sammenlignet med normverdiene til KLIF. De benyttede fargekodene er fra veileder (Ref. 02). Verdier uten farge er "blå" og under normverdien. Alle verdier er i mg/kg TS. En komplett oversikt av analyseresultatene i vedlegg 1.

ELEMENT	SAMPLE	S1 jord	S2 jord	S3 jord	S4 jord	S5 jord	S6 jord	S7 jord	S8 jord	S9 jord	1 Meget god	2 God	3 Moderat	4 Dårlig	5 Svært dårlig	
Tørrstoff (G)	%	91,1	93,3	89,5	92,6	90,7	86,4	91,7	84,7	89,6						
As	mg/kg TS	0,8	1,02	1,81	0,54	2,21	4,74	1,2	1,52	2,71	8	8-20	20-50	50-600	600-1000	
Cd	mg/kg TS	0,28	0,1	0,21	<0,10	0,12	0,21	<0,10	0,2	0,37	1,5	1,5-10	10-15	15-30	30-1000	
Cr (III)	mg/kg TS	10,5	10,7	12,5	6,55	18,2	15,7	11,9	8,52	10,6	50	50-200	200-500	500-2800	2800-25000	
Cr (VI)	mg/kg TS	1,27	0,215	1,24	0,201	0,227	0,069	0,437	0,122	0,579	2	2-5	5-20	20-80	80-1000	
Cu	mg/kg TS	2820	213	627	112	286	582	4110	136	1620	100	100-200	200-1000	1000-8500	8500-25000	
Ni	mg/kg TS	8,4	14,9	6,5	6,3	16,2	12,6	215	6,2	8,4	60	60-135	135-200	200-1200	1200-2500	
Pb	mg/kg TS	181	20,2	157	12,7	16,5	17	116	13	90,7	60	60-100	100-300	300-700	700-2500	
Zn	mg/kg TS	1990	142	410	65,1	155	354	1510	172	568	200	200-500	500-1000	1000-5000	5000-25000	
Naftalen	mg/kg TS	0,077	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,017	0,8				-2500	
Fluoren	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,017	<0,010	0,021	0,012	<0,010	0,5		Ikke tilstandsklasse			-2500
Fluoranten	mg/kg TS	0,222	<0,010	0,136	0,044	0,163	0,111	0,531	0,112	0,102	1				-2500	
Pyren	mg/kg TS	0,191	<0,010	0,11	0,037	0,131	0,099	0,411	0,083	0,08	1				-2500	
Benso(a)pyrer	mg/kg TS	0,094	<0,010	0,091	0,036	0,113	0,054	0,455	0,055	0,044	0,1	0,1-0,5	0,5-5,0	5-15	15-100	
Sum PAH-16	mg/kg TS	1,36	0,025	0,954	0,368	1,19	0,603	4,46	0,7	0,688	2	2-8	8-50	50-150	150-2500	
PCB-7	mg/kg TS	0,0091	0,0085	0,0318	0,0331	0,047	0,0144	0,0073	0,0036	0,012	0,01	0,01-0,5	0,5-1	1-5	5-50	
Bensen	mg/kg TS	0,0145	<0,0050	0,0087	<0,0050	<0,0050	0,0137	0,0053	0,011	<0,0050	0,01	0,01-0,015	0,015-0,04	0,04-0,05	0,05-1000	
Toluen	mg/kg TS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,3				-1000	
Etylbensen	mg/kg TS	0,108	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,2		Ikke tilstandsklasse			-1000
Xylener	mg/kg TS	1,37	<0,0150	<0,0150	<0,0150	<0,0150	<0,0150	<0,0150	<0,0150	0,011	0,2				-1000	
Olje C10-C12	mg/kg TS	4	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	30	30-60	60-130	130-300	300-20000	
Olje C12-C35	mg/kg TS	401	56	323	40	62	94	139	57	114	100	100-300	300-600	600-2000	2000-20000	
Pentaklorfenol	mg/kg TS	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,006		Ikke tilstandsklasse			-1000

ELEMENT	SAMPLE	S10 jord	S11 jord	S12 jord	S13 jord	S14 jord	S15 jord	S16 jord	S17 jord	S18 jord	1 Meget god	2 God	3 Moderat	4 Dårlig	5 Svært dårlig	
Tørrstoff (G)	%	88,9	89,4	90,6	81,8	93,3	89,3	92,9	90	92,3						
As	mg/kg TS	<0,50	1,43	1,98	0,51	<0,50	1,14	1,46	<0,50	<0,50	8	8-20	20-50	50-600	600-1000	
Cd	mg/kg TS	0,5	0,22	0,27	0,12	0,13	0,25	<0,10	<0,10	<0,10	1,5	1,5-10	10-15	15-30	30-1000	
Cr (III)	mg/kg TS	18,6	8,2	7,84	8,92	8,65	9,74	12	13,2	21,6	50	50-200	200-500	500-2800	2800-25000	
Cr (VI)	mg/kg TS	0,122	0,188	0,484	0,232	0,17	0,208	0,266	0,232	<0,060	2	2-5	5-20	20-80	80-1000	
Cu	mg/kg TS	980	174	468	137	250	478	232	795	309	100	100-200	200-1000	1000-8500	8500-25000	
Ni	mg/kg TS	14,9	5,7	5,5	13,5	6,8	7,6	16,2	26,6	16,5	60	60-135	135-200	200-1200	1200-2500	
Pb	mg/kg TS	19,4	8,7	17,6	11,2	9	20,7	25,8	12,7	4,8	60	60-100	100-300	300-700	700-2500	
Zn	mg/kg TS	363	175	245	87,7	211	304	148	230	173	200	200-500	500-1000	1000-5000	5000-25000	
Naftalen	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,154	<0,010	<0,010	0,8				-2500	
Fluoren	mg/kg TS	0,019	<0,010	<0,010	<0,010	0,013	<0,010	0,194	<0,010	0,014	0,5		Ikke tilstandsklasse			-2500
Fluoranten	mg/kg TS	0,884	0,046	0,061	0,041	0,089	0,018	0,026	0,058	0,079	1				-2500	
Pyren	mg/kg TS	0,66	0,039	0,045	0,032	0,067	0,035	0,171	0,057	0,057	1				-2500	
Benso(a)pyrer	mg/kg TS	0,696	0,021	0,027	0,027	0,031	0,015	<0,010	0,063	0,018	0,1	0,1-0,5	0,5-5,0	5-15	15-100	
Sum PAH-16	mg/kg TS	6,7	0,273	0,299	0,3	0,492	0,18	0,88	0,551	0,395	2	2-8	8-50	50-150	150-2500	
PCB-7	mg/kg TS	0,0156	n.d.	n.d.	n.d.	0,0031	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,01	0,01-0,5	0,5-1	1-5	5-50	
Bensen	mg/kg TS	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	0,01	0,01-0,015	0,015-0,04	0,04-0,05	0,05-1000	
Toluen	mg/kg TS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,3				-1000	
Etylbensen	mg/kg TS	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,2		Ikke tilstandsklasse			-1000
Xylener	mg/kg TS	<0,0150	0,052	<0,0150	<0,0150	<0,0150	<0,0150	0,016	0,013	<0,0150	0,2				-1000	
Olje C10-C12	mg/kg TS	<2	<2	<2	<2	<2	<2	356	<2	<2	30	30-60	60-130	130-300	300-20000	
Olje C12-C35	mg/kg TS	89	61	41	75	64	336	6730	77	21	100	100-300	300-600	600-2000	2000-20000	
Pentaklorfenol	mg/kg TS	0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,053	<0,006	0,006		Ikke tilstandsklasse			-1000

Tabell 2 viser at alle områdene er forurenset, og har konsentrasjoner over normverdien til KLIF. 14 av 18 områder karakteriseres som God/Moderat tilstand, 3 områder har kobberinnhold som gir Dårlig tilstand mens olje fører til Svært dårlig tilstand i ett område.

6 Risikovurdering

6.1 Miljømål for området

For å kunne definere akseptkriterier for et forurenset område, bør det defineres miljømålsetninger for området. Følgende miljømål er lagt til grunn ved undersøkelser og gjennomføring av eventuelle tiltak på tomt 217/27 på Vågsnes:

1. Det må ikke forekomme forurensning i jordmasser som kan skade menneskers helse. Det legges til grunn at området skal benyttes som boligområde.
2. Det skal ikke forekomme utslipp av forurensende stoffer fra lokaliteten som kan skade menneskers helse.
3. Det skal ikke forekomme fare for spredning av forurensning fra jordmasser som kan føre til miljøskader i nærområde.

Hvis en eller flere av ovennevnte miljømål ikke er tilfredsstillt, må det gjennomføres tiltak som bedrer forholdene til det tilfredsstillende.

6.2 Trinn 1: forenklet risikovurdering

Resultatene fra jordanalysene av masser fra overflaten viser at området er forurenset. Det er funnet konsentrasjoner over verdiene for mest følsom arealbruk (Ref.01). Det er analysert totalt 18 sjakteprøver fra 18 ulike delområder, og alle disse var forurenset.

I henhold til veileder 99:01 (Ref.01) må risikovurderingen for tomta på Vågsnes utvides til trinn 2.

6.3 Trinn 2: utvidet risikovurdering

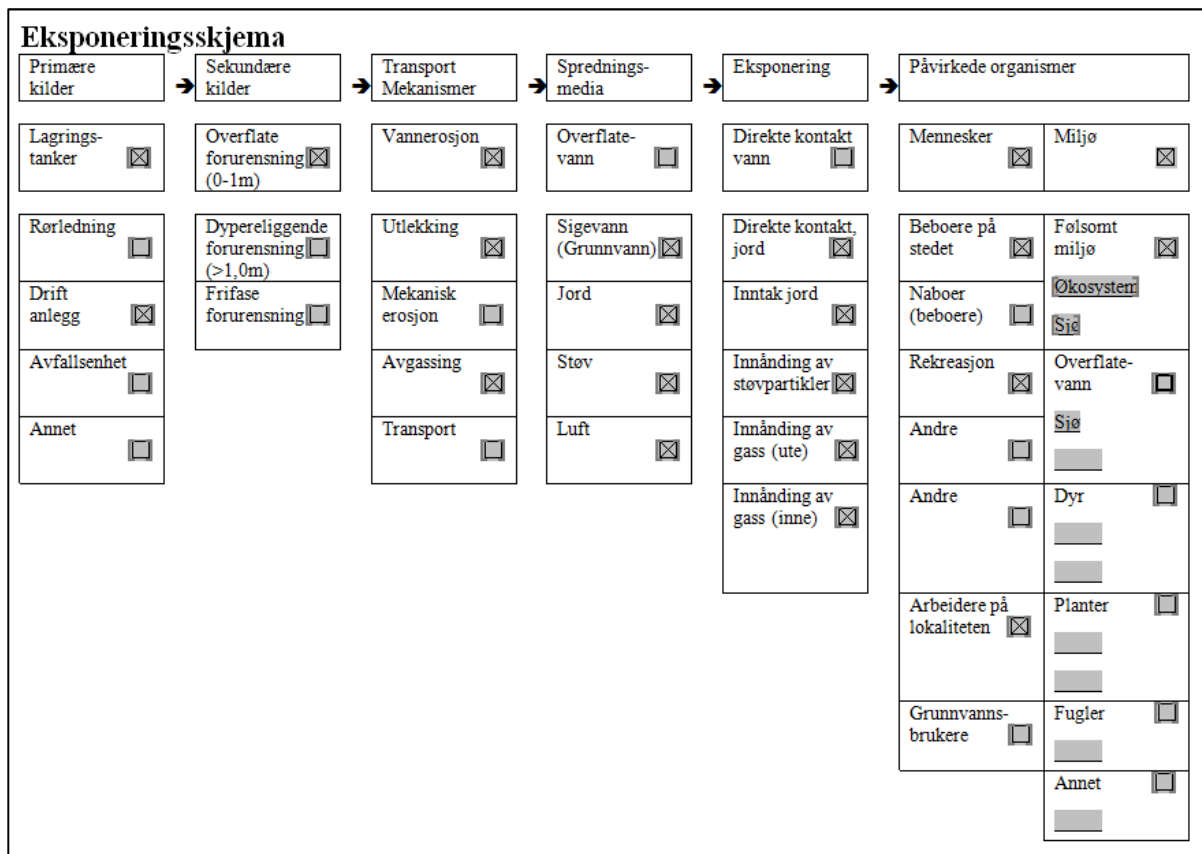
En utvidet risikovurdering tar utgangspunkt i aktuell arealbruk. Man vil da anvende eksponeringsveier som er aktuelle for bruken av området. Basert på disse eksponeringsveiene beregnes toleransedoser for uakseptable effekter.

6.3.1 Identifisering av uønskede hendelser på lokaliteten

Uønskede hendelser som kan inntreffe på lokaliteten er:

- › Brukere av området eksponeres for forurenset jord.
- › Utvasking av forurensete komponenter til sjøen.
- › Påvirkning av jordlevende organismer.
- › Gassdiffusjon av flyktige komponenter i inn i bygninger som ligger på undersøkt område.

Eksponeringsskjema gitt i figur 4 benyttes delvis i identifiseringen av uønskede hendelser knyttet til forurensingen ved lokaliteten.



Figur 4: Eksponeringsskjema til utvelgelse av aktuelle eksponeringsveier på lokaliteten.

Følgende eksponeringsveier ble funnet å være de mest aktuelle ved lokaliteten:

- › Personer som oppholder seg på tomta kan bli utsatt for påvirkning ved direkte kontakt med de forurensete massene.
- › Personer som oppholder seg på tomta kan eksponeres for gass og støv ved innånding både inne- og utendørs.

Sannsynligheten for at de uønskede hendelsene som er identifisert kan inntreffe og konsekvensene av disse, vurderes i de følgende kapitler; 5.3.2, 5.3.3 og 5.4.

6.3.2 Kilde- og arealanalyse

På tomta på Vågsnes er det påvist høyest konsentrasjoner av kobber, nikkel, sink og olje, og noe lavere konsentrasjoner av bly, bensen, PCB og ulike PAH'er.

Kilden til spredning og transport av forurensing er i hovedsak lagring og vedlikehold av båter. Det er antatt at områdene med forurensninger ligger rundt bygningen på tomta, fordi bygningen var der før den forurensende aktiviteten startet.

Tiltak vil være å fjerne forurensing med de høyeste konsentrasjonene, og flytte masse med lavere konsentrasjoner internt på tomta. I videreføringen av risikovurderingen vil komponentene som er påvist i for høye konsentrasjoner bli benyttet i beregningene. Primært er det mennesker som skal beskyttes mot eksponering i følge veilederen fra KLIF 99:01.

6.3.3 Spredning- og transportanalyse

Forurensning i jordmasser kan transporteres til resipienter, ved at farlige stoffer først løses ut i porevannet for deretter å transporteres til grunnvann og resipient.

Alle kjemiske stoffer har helt spesifikke egenskaper som har stor betydning i forhold til deres oppførsel i jordmasser. For tungmetaller er det en fordelingskoeffisient mellom jord og vann (K_d) som er antatt å være den viktigste parameteren når det gjelder spredning fra jord til vann. For organiske stoffer er det oktanol-vann fordelingskoeffisienten (P_{ow}) som har en tilsvarende avgjørende betydning.

Alder har også en betydning for stoffers oppførsel i jordmasser. Nyere forurensing kan oppføre seg annerledes enn eldre forurensning.

Med kjennskap til stoffenes konsentrasjon i jordmassene, kan man ved hjelp av de spesifikke fordelingskoeffisientene og antakelser om likevekt beregne konsentrasjoner i porevann. Deretter kan spredning til grunnvann og resipient beregnes. I beregningene er det tatt utgangspunkt i standard fordelingskoeffisienter oppgitt av KLIF (KLIF 99:01A, Ref. 01).

Følgende parametere er benyttet ved beregning av spredning fra jord til grunnvann:

Normal nedbør i Arendal	P	= 1100 mm/år
Infiltrasjonshastighet	I	= $0,141 * P^2$
Hydraulisk ledningsevne	k	= 0,00001 m/s
Porøsitet	ϵ	= 0,40
Luftinnhold	θ_a	= 0,2 l luft/l sand
Vanninnhold	θ_w	= 0,1 l vann/ l sand

For å vurdere den miljøbaserte risikoen er det ut fra veilederen til KLIF (Ref. 01), mulig å beregne konsekvensene som forurenset jord kan ha på grunnvann og resipient. Disse beregnede konsentrasjonene i grunnvann og resipient kan vurderes i forhold til når forurensingen får skadeeffekter på miljøet. Disse grenseverdiene kalles PNEC som står for "Predicted No Effect Concentration". PNEC_{vann} kontrolleres mot miljøer hvor det finnes levende planter og dyr, og det er i sjøen like utenfor eiendommen. Tabell 3 viser denne sammenstilling mellom de beregnede konsentrasjoner i grunnvann og resipient mot PNEC verdier.

Tabell 3: Beregning av konsentrasjoner i grunnvann og i resipient ut fra maksimums og middelverdier i jord, vurdert mot PNEC_{vann} ("Predicted No Effect Concentration" for vann). Verdier som er for høye er markert rødt (ingen verdier er for høye).

Stoff	Målt jordkonsentrasjon			Beregnet kons. fra				Toksisitet		
	Antall prøver	Max C _{s, max} (mg/kg)	Middel C _{s, middel} (mg/kg)	max jordkons.		middel jordkons.		PNEC _{vann} er beregnet PNEC _{vann} = PNEC _{jord} /Kd		
				Grunn- vann C _{gw, max} (mg/l)	Resipi- ent C _{se, max} (mg/l)	Grunn- vann C _{gw, mid} (mg/l)	Resipi- ent C _{se, mid} (mg/l)	Kd (l/kg)	PNEC _{jord} (mg/kg)	PNEC _{vann} (mg/l)
Alifater >C10-C12	18	356	20,89	0,02420	0,0000147	0,001420	0,000000862	2500	i.r.	-
Alifater >C12-C35	18	6730	487,78	0,02299	0,0000140	0,001666	0,000001011	10000000,0000000	i.r.	-
Arsen	14	4,74	1,65	0,02697	0,0000164	0,009375	0,000005691	30	0,2	0,006667
Bensen	5	0,0145	0,01	0,00379	0,0000023	0,002779	0,000001687			
Benso(a)pyren	16	0,696	0,12	0,00001	0,0000000	0,000002	0,000000001	9160	1,5	0,000164
Bly	18	181	41,89	0,03095	0,0000188	0,007163	0,000004348	1000	10	0,010000
Etylbensen	1	0,108	0,11	0,00801	0,0000049	0,008007	0,000004861			
Fluoranten	17	0,884	0,16	0,00014	0,0000001	0,000026	0,000000016	1070	0,1	0,000093
Fluoren	7	0,194	0,04	0,00024	0,0000001	0,000051	0,000000031	138	0,57	0,004130
Kadmium	13	0,5	0,23	0,00284	0,0000017	0,001304	0,000000792	30	0,4	0,013333
Kobber	18	4110	796,06	1,40551	0,0008532	0,272231	0,000165262	500	10	0,020000
Krom (III)	18	21,6	11,88	0,00185	0,0000011	0,001016	0,0000000617			
Krom (VI)	17	1,27	0,37	0,00723	0,0000044	0,002096	0,000001272			
Naftalen	3	0,154	0,08	0,00131	0,0000008	0,000705	0,000000428	20	0,8	0,040000
Nikkel	18	215	22,66	0,36745	0,0002231	0,038720	0,000023506	100	6,25	0,062500
PAH totalt	18	6,7	1,13	0,00013	0,0000001	0,000021	0,000000013	i.r.	19,7	-
PCB CAS1336-36-3	18	0,047	0,01	0,00000	0,0000000	0,000001	0,000000001	1636	0,003	0,000002
Pentaklorfenol	2	0,053	0,03	0,00158	0,0000010	0,000881	0,000000535			
Pyrene	17	0,66	0,14	0,00011	0,0000001	0,000022	0,000000013	1050	0,1	0,000095
Sink	18	1990	405,71	3,40104	0,0020647	0,693388	0,000420933	100	10	0,100000
Xylen	5	1,37	0,29	0,08715	0,0000529	0,018601	0,000011292	2,6	0,03	0,011538

Tabell 3 viser at alle beregnede konsentrasjoner for stoffene i grunnvannet og i sjøen, er alle lavere enn PNEC konsentrasjonene.

Forskjellene mellom beregnede verdier for grunnvann og sjø skyldes at forurensningene blir betydelig uttynnet fra grunnvann til sjø.

Tabell 3 viser at alle beregnede konsentrasjoner fra verdiene fra tomte vil være under PNEC konsentrasjonene, og at det dermed ikke er behov for tiltak i forhold til resipienten.

6.4 Eksponeringsanalyse

Det undersøkte området ønskes omregulert til boligformål. Grunnvannet skal ikke benyttes, og det skal heller ikke dyrkes grønnsaker i de undersøkte massene, og det vil heller ikke bli etablert boliger oppe på forurenset masse. Inntak av fisk fra lokaliteten kan finne sted, og derfor vil eksponering av forurensning via inntak av fisk bli tatt med i eksponeringsanalysen.

6.5 Arealbrukskategori

I veileder TA-2553; *Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn* (Ref. 02), er det gitt en sammenheng mellom arealbruk og tilstandsklasser. På Vågsnes skal området utvikles til boligområde, men på deler av området vil det også være parkering og trafikkareal. I henhold til veilederen er det i området med boliger akseptabelt med jord med tilstandsklasse 2 eller lavere i den øverste meteren, og tilstandsklasse 3 eller lavere i den øverste meteren i områder for parkeringsområder og trafikkareal.

I området hvor det skal etableres boliger vil alt av løsmasser fjernes, fordi fundamenteringen av bygningene skal gjøres direkte på fjell eller steinfylling. Der hvor det skal etableres parkeringsområder og trafikkareal skal det i deler av området gjennomføres en heving av terrenget. Det kan dermed være aktuelt å flytte svakt forurenset masse hit. Dette vil eventuelt være en internflytting innen for samme tomt som er tillat i henhold til forurensningsloven.

Arealbruken som vil bli benyttet på Vågsnes, tomt 217/27, skal omreguleres fra næringsformål til boligområde, og med parkeringsområde og trafikkareal.

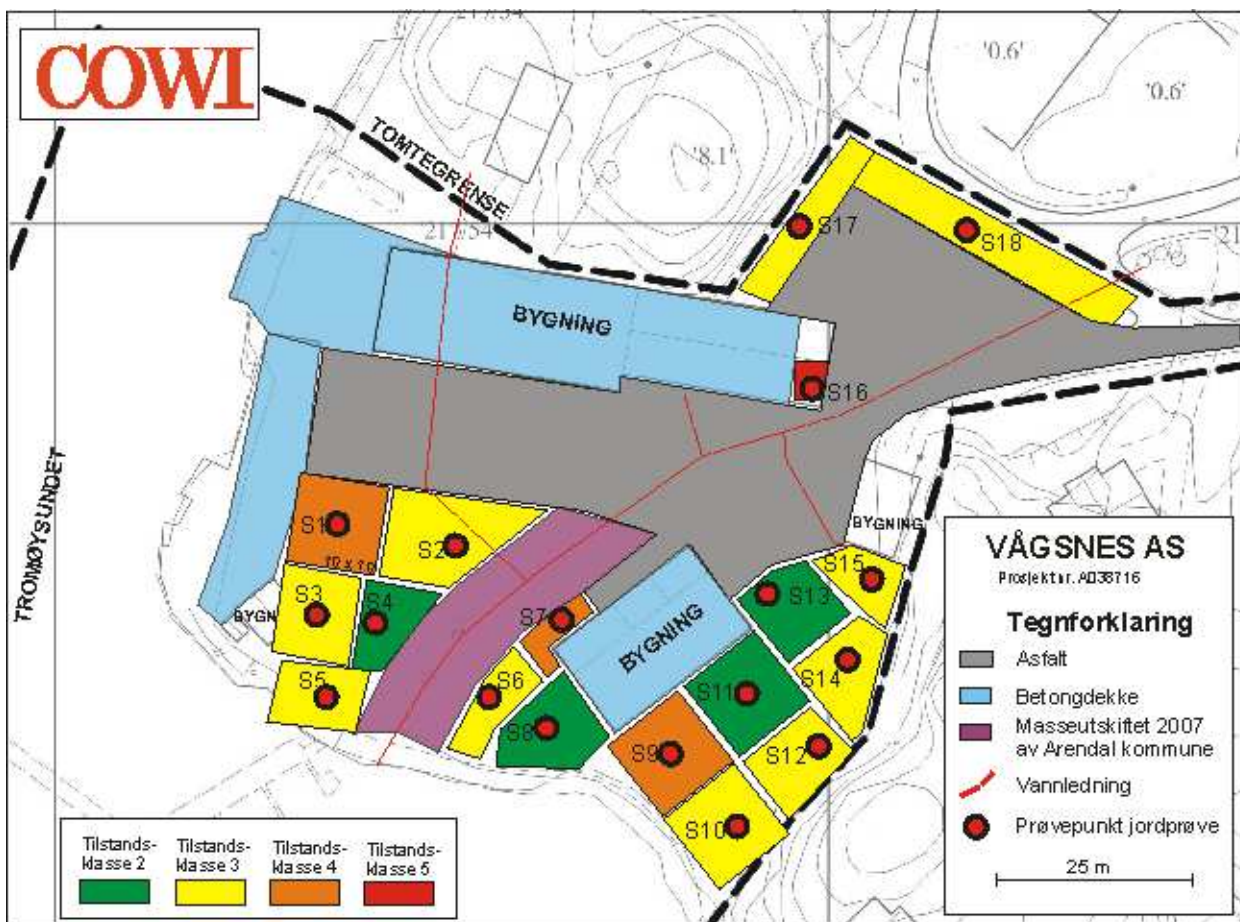
Akseptkriteriene kommer direkte fra veileder TA-2553; *Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn* (Ref. 02). Tilstandsklasse 2 eller lavere i den øverste meteren for boligområde, og tilstandsklasse 3 eller lavere i den øverste meteren i områder for parkeringsområder og trafikkareal.

De arealbruksrelaterte akseptkriterier skal i hovedsak sørge for at oppsatte miljømål tilfredsstilles i forhold til aktuell bruk av området. Med utgangspunkt i tilgjengelig informasjon om menneskets toleranse for ulike miljøgifter, er beregnet konsekvensene av forurensning i jordmasser på menneskene som oppholder seg i området.

6.6 Oppsummering risikovurdering

Veileder TA-2553; *Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn* (Ref. 02) viser at arealbruken på Vågsnes som vil være både boligområde, og parkeringsområde og trafikkareal, setter klare krav til hva som kan aksepteres av jordkvalitet i den øverste meteren. Tilstandsklasse 2 eller lavere for boligområde, og tilstandsklasse 3 eller lavere for parkeringsområder og trafikkareal.

Tabell 2 viser konsentrasjoner i de ulike sjaktene, og tilhørende klassifisering i forskjellige tilstandsklasser. Figur 5 viser de samme prøveområdene som i figur 2, men nå er de forskjellige delområdene gitt en tilstandsklasse ut fra den parameteren med høyeste tilstandsklassen.



Figur 5: Kart over tomte på Vågsnes. Kartet viser de ulike delområdene, som har hver sin sjakt hvor det ble tatt en jordprøve. Den parameteren i hver sjakt med høyest tilstandsklasse har gitt tilstandsklasse for hvert delområde. S16 med tilstandsklasse 5. S1, S7 og S9 med tilstandsklasse 4. De øvrige med tilstandsklasse 2 eller 3.

I henhold til *Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn* (Ref. 02) kan de grønne områdene aksepteres for boligområde (tilstandsklasse 2), og de gule områdene (tilstandsklasse 3) aksepteres for parkeringsområde og trafikkareal. I områder med tilstandsklassene 4 og 5 (orange og røde) må det gjennomføres tiltak. Ved sjakt S16 er det påvist oljeforurensning. Vanligvis ville det måtte være nødvendig å undersøke om olje kan ha blitt tilført nærliggende masse som ligger under asfalt, men i dette tilfellet så er ikke dette ansett som nødvendig, fordi tanken

som har gitt søl står under tak. Det gjør at foruresingen ikke har blitt "presset" ned i grunnen som den ville ha blitt om den sto ute.

Beskrivelse og utførelse av tiltak er beskrevet i kapittel 6 og 7.

7 Beskrivelse av tiltak

Den enkleste og beste form for tiltak er som regel å fjerne de forurensede massene. I veilederen *Helsebasert tilstandsklasser for forurenset grunn* (Ref. 02) fra KLIF heter det at masser som klassifiseres i tilstandsklasse 3 eller dårligere, ikke bør finnes i den øverste meteren i områder som skal ha arealbruk som bolig, og masser som klassifiseres i tilstandsklasse 4 eller verre ikke bør finnes i den øverste meteren i områder som skal ha arealbruk som parkeringsområde og trafikkareal.

Tomta på Vågsnes skal hovedsakelig benyttes til bolig, parkeringsområde og trafikkareal. Det betyr at forurensningsmyndighetene anbefaler at massene i hele området som er i tilstandsklasse 4 eller dårligere bør fjernes, og masser i tilstandsklasse 3 eller dårligere skal fjernes fra området med boliger.

Ut fra en byggeteknisk vurdering, er det ikke ønskelig å ha finstoffmasser under bygningene som skal etableres og benyttes til boliger. Derfor vil alle massene med finstoff, og som har potensiale for å inneholde forurensing, bli fjernet fra området hvor det skal etableres boliger. Det vil eliminere muligheten for at eventuell forurensing, som ikke er oppdaget under prøvetaking, kan gi helsepåvirkning til fremtidige beboere.

Videre vil masse som er akseptert i henhold til arealbruk som parkering og trafikkareal, kunne bli lagt i områder med denne arealbruk. Det er i henhold til veileder *Helsebasert tilstandsklasser for forurenset grunn* (Ref. 02) fra KLIF.

7.1 Tiltaket

Tiltaket på Vågsnes vil være å fjerne all forurenset masse i delområdene S1, S7, S9 og S16 (figur 5), fordi massene i disse delområdene representerer en helseskadelig risiko basert på arealbruken for området i henhold til *Helsebasert tilstandsklasser for forurenset grunn* (Ref. 02) fra KLIF. Disse massene, antatt å være om lag 100 m³, vil bli levert til Agder Renovasjon i Heftingsdalen. Undersøkelsen på Vågsnes viste at det ikke finnes finstoff med en tykkelse på mer enn maksimum 0,6 m.

Det øvrige som finnes av finstoff på Vågsnes, etter at masse i tilstandsklasse 4 og 5 er levert til Heftingsdalen, vil bli benyttet som fyllmasse for områder for parkering og trafikkareal. I områder med denne arealbruken er det henhold til veilederen tillat med masse til tilstandsklasse 3 eller bedre (også i den øverste meteren). Skulle det bli for mye av finstoff klassifisert i tilstandsklasse 3 eller bedre, til bruk i områder med parkering og trafikkareal, vil overskuddet av dette også bli levert til Heftingsdalen.

7.2 Massebudsjett

Ved gjennomføringen av tiltakene er det viktig at det dokumenteres hvilken kvalitet de ulike massene har, hvor stort volum de ulike kvalitetene representerer, hvor de blir fraktet og eventuelt hvilke tiltak som blir satt i verk for å beskytte mennesker, dyr og miljø mot den forurensing som finnes i de enkelte massene.

Når de beskrevne tiltak er gjennomført, så skal forurensningsmyndighetene som i dette tilfellet er Arendal kommune, ha en sluttrapport hvor gjennomføringen av tiltakene er dokumentert. En viktig del av denne dokumentasjonen vil være et massebudsjett som beskriver tiltak og hvordan massene på området er disponert.

8 Utførelse av tiltaket

I henhold til KLIFs *Veiledning til forurensingsforskriften kapittel 2 om opprydning i forurenset grunn ved bygge- og gravearbeider* (Ref. 03) skal en tiltaksplan inneholde vurderinger rundt blant annet:

- Risiko under tiltak
- Sikringstiltak
- Disponering av masser
- Kontroll og overvåking

8.1 Risiko under tiltak

Ved utarbeidelse av en tiltaksplan skal det gjøres en teoretisk gjennomgang av hvilke hendelser som kan oppstå med tanke på risiko for helse og miljø. Under er det listet opp ulike punkter av uforutsette hendelser, og hvilke sikringstiltak som er vurdert i forhold til disse.

- Mer forurensing dukker opp
Utgangspunktet er at all masse på tomta, som ikke er dokumentert som ren, er forurenset til det motsatte er bevist. Den undersøkelsen som er gjort på tomta, legger et godt grunnlag for å gi en vurdering av kvaliteten på jordmassene. Sannsynligheten for at det skal dukke opp forurensing med høyere konsentrasjoner enn det som er påvist så langt er derfor liten. Men ved påvisning av mistenkelig masse skal miljøfaglig person tilkalles øyeblikkelig, og om nødvendig så skal det tas ekstra jordprøver. Det vil bli gitt informasjon til arbeiderne om hva forurensingen inneholder, og hvilke forholdsregler som må ivaretas ved håndtering av massene.
- Arbeidere eksponeres
Fjerning av forurenset masse fra tomta på Vågsnes er tiltaket i forhold til forurenset masse, og vil bli gjennomført ved at arbeidere sitter inne i gravemaskiner og lastebiler. Det betyr at ingen vil komme i direkte kontakt med de forurensete massene til daglig. Alle analysene viser at massene ikke representerer noen helsefare ved utendørsforhold, og kort eksponering.

- Naboer og barn kan eksponeres
Forurensingen vil ikke kunne gi helseskader til uvedkommende, fordi anleggsområdet ligger inne på et lukket industriområde.
- Støvflukt sprer forurenset jord
Blir det ekstremt tørt under fjerning av de forurensete massene kan støvflukt av forurenset masse bli et problem. Skulle støvflukt bli et problem, må det sikres god tilgang til vann for å hindre støvflukt ved å vanne massene.
- Graving under grunnvannsnivå fører til økt forurensing i grunnvannet
Det vil ikke bli aktuelt med graving ned mot og under grunnvannsnivå.
- Problemer ved spesielt store nedbørsmengder
Når forurenset masse blir eksponert, vil det eksponerte området alltid være det laveste punkt i et ellers flatt område. Det vil si at overflatevann vil kunne drenere inn til de forurensete massene. Ved nedbør vil disse gropene ta imot vann, og vannet vil drenere ned i grunnen. For å unngå å arbeide med for mye vann i gropene, bør tilførselen av vann fra områdene rundt hindres.

I tilfelle store nedbørsmengder i løpet av kveld eller i helger, må det sikres at de utgravde områdene ikke blir tilført mer overflatevann enn nødvendig.

- Giftstoffer renner ut, vaskes ut, tønner ryker o.l
Det er ikke påvist farlig avfall på tomta. Skulle det bli påvist mer masse som er mistenkelige eller meget forurenset masse, så må disse massene håndteres med respekt. Påvises mistenkelige masser eller emballasje, så skal arbeidsformannen øyeblikkelig tilkalle miljøfaglig personell. Miljøfaglig personell vil da avgjøre om det er behov for spesielle tiltak, legge ting til side eller om arbeidet kan fortsette.
- Masser havner på feil sted
I utgangspunktet skal all forurenset masse fra delområdene S1, S7, S9 og S16 flyttes ut av tomta. Dette arbeidet gjøres først. Når dette er gjort vil finstoffmasse bli fjernet fra områder hvor det skal etableres boliger til områder hvor det skal være parkering og trafikkareal. Eventuelt overskuddsmasse, skal også leveres til Heftingsdalen. All levering av masser skal leveres til godkjente mottak.

8.2 Sikringstiltak

Sikringstiltakene er spesifisert i tre punkter:

1. Sikre at fjerning av forurenset masse fra tomta blir utført i henhold til anbefalte tiltak.
2. Sikre at alle masser blir behandlet som forurenset helt til analyser eventuelt dokumenterer det motsatte.

3. Sikre at selve arbeidet ikke medfører forurensningsspredning eller skade.

Hovedmålsetningen med hele tiltaksplanen er å fjerne forurenset masse fra de fire delområdene S1, S7, S9 og S16 og levere disse til Heftingsdalen, og fjerne masse i tilstandsklasse 3 fra områder som skal benyttes til boliger. I praksis vil alt av finstoff bli fjernet fra områder som skal benyttes til boliger.

All aktivitet må dokumenteres med utstrakt bruk av bilder. Ved behov må det tas analyser og følge dette opp videre. Dokumentasjon skal samles i en sluttrapport, og leveres forurensningsmyndighetene når tiltakene er gjennomført.

All avrenning fra området i anleggsperioden, vil bli med drenering via grunnvannet og gjennom massene. Beregninger vist i tabell 3 viser at avrenning av forurenset vann via grunnvannet ikke gir noen miljømessig effekt.

Ved eventuell mellomlagring av masser som er forurenset, eller ikke tilstrekkelig analysert, så skal disse lagres tildekket med presenning for å hindre avrenning. Disse massene kan heller ikke transporteres til mellomlagring hvis de er så fuktige at de gir avrenning.

Gjennomføres arbeidet i henhold til de vurderinger som er gjort, vil sannsynligvis ingen enkelt hendelser gi uforutsett skade på resipienten.

8.3 Beredskapsplan

Beredskapsplanen skal gi en oversikt over utstyr på anlegget som kan benyttes ved mulig akutt forurensning, og et varslingsystem ved akutt forurensning. Det skal fremgå hvem som skal kontaktes ved ulike typer uhell og akutte forurensningssituasjoner.

Ved akutt forurensning eller fare for akutt forurensning skal anleggsleder straks varsle brannvesenet iht. "Forskrift om varsling av akutt forurensning eller fare for akutt forurensning" fastsatt av Miljøverndepartementet 09.07.92. Samtidig skal melding gis til lokale myndigheter, Arendal kommune, og Fylkesmannen snarest mulig.

Personlig verneutstyr kreves primært for å beskytte mot hudkontakt ved eventuell graving i forurenset grunn. Alt personell som skal involveres i tiltaksarbeidet skal informeres om forekomst av eventuelle farlige stoffer, og deres egenskaper og mulige helsefarer. Det kan oppstå oljelukt ved eventuell graving i områder med sterkt oljeforurensede masser. Ved plagsom lukt bør det benyttes maske ved oppgraving eller graving fra vinden hvis mulig.

8.3.1 Utstyr på anlegget

På anlegget vil det være standard verneutstyr.

8.3.2 Viktige telefonnummer

Følgende telefonnummer er viktig ved beredskap ved anlegget;

AMBULANSE/LEGE	113
POLITI	112
BRANN / FORURENSNING	110
Brannvesenet i Arendal	37 01 38 88

8.4 Kontroll og overvåking – Ekstra jordprøver

Tiltakshaver skal kunne dokumentere at terrenginngrepet skjer i samsvar med forskrifter og tiltaksplan. Dette gjøres vanligvis ved å dokumentere jordkvalitet, massestrømmer og overvåking av resipient. I dette tilfellet vil kravet til dokumentasjon først og fremst være i forhold til hvordan forurenset masse fjernes fra tomta.

Det er ingen overflatedrenering gjennom området, og det er kun nedbør som faller ned i anleggsområdet som vil komme i kontakt med de forurensete massene. Dette vannet vil infiltreres i grunnen, og partikler vil holdes igjen i massene. Det vil derfor ikke være behov for jevnlig felt- og prøvetaking av vann i tiltaksperioden.

Overvåkingen av arbeidet og miljøhensyn vil bestå i å dokumentere arbeidet, kontrollere oppsamling og flytting av forurenset masse, og bistå ved planlagte og uforutsette hendelser. Når hele tiltaket er gjennomført vil det ikke være nødvendig med overvåking.

8.5 Påvisning av kabler og rør

Påvisning av kabler og avløpsledninger bør vurderes før arbeidet med fjerning av massene starter.

8.6 Planlagt rekkefølge på arbeidet og fremdriftsplan

Rekkefølgen for eventuell flytting av massene vil bli gjort ut fra praktiske hensyn, siden rekkefølgen på fjerning av massene ikke vil ha noen praktisk betydning for eventuell spredning av forurensing. Det må også poengteres at arealet med forurensing som krever tiltak er begrenset.

Fremdriftsplanen vil være vanskelig å tidfeste, fordi det er vanskelig å vite når endelig godkjenning av tiltaksplanen foreligger og når reguleringsarbeidet for området er ferdig. Fremdriftsplanen viser derfor kun et estimat på hvor lenge arbeidet med tiltakene vil pågå etter at det er blitt startet.

FREMDRIFTSPLAN – Alt arbeid med tiltak for forurenset grunn er antatt å ta om lag fire til åtte uker fra oppstart.

- › Arendal kommune vil motta beskjed når arbeidet starter, og når det er avsluttet.
- › Fjerne forurenset massen fra delområdene S1, S7, S9 og S16, og transportere dette til godkjent mottak som er Heftingsdalen.

8.7 Miljøovervåking

Den miljøtekniske grunnundersøkelsen og risikovurdering av tomte på Vågsnes har vist at eksisterende grunnforurensning ikke fører til akutt negativ effekt på vannlevende organismer i resipienten som er Tromøysundet.

Overflatevann som har vært i kontakt med jordforurensing, vil dreneres og renses gjennom massene med grunnvannet.

Eneste behov for overvåking er at utførelse av tiltakene blir gjort i henhold til tiltaksplanen.

8.8 Spesielle forhold

Det er ingen spesielle forhold som krever oppfølging.

Gjennomføringen av tiltakene på Vågsnes vil bli gjort i henhold til gjeldene veiledere og de vurderinger som er gjort i denne rapporten. Slik som tiltakene er presentert i teksten foran er det lagt opp til en løsning, hvor minimalt med forurenset masse blir sendt til Heftingsdalen, og masse som er akseptabelt til bruk på areal avsatt til arealbruk parkering og trafikkareal, vil bli flyttet til disse arealene. Det kan være at andre løsninger blir valgt, og disse må selvfølgelig også være i tråd med de rådende veiledere og risikovurderinger for området. Som vanlig

for arbeid med forurenset grunn, vil det endelige gjennomførte tiltaket bli dokumentert ovenfor forurensningsmyndighetene i sluttrapporten, når denne blir sendt til Arendal kommune etter gjennomførte tiltak.

Det er viktig å presisere at de forurensete massene som ikke kan disponere på områder for parkering og trafikkareal, som er den arealbruken på området som tillater mest forurensing, vil bli levert til godkjent mottak på Heftingsdalen. Under er det presentert noen mulige variasjoner av tiltak på Vågsnes i tillegg til den løsning som er vist foran;

A) Deler eller alt av forurenset masse som var ment disponert på områder for parkering og trafikkareal, transporteres til godkjent mottak.

B) De øverste 10 cm av forurenset masse som kan disponert på områder for parkering og trafikkareal, flyttes til områder for parkering og trafikkareal og/eller Heftingsdalen, og massene under analyseres på nytt. De massene som da blir definert rene nok til å ligge på områder tiltenkt boliger, kan da eventuelt bli brukt til fyllmasser mellom bygningene i arealet definert som boligområde. Som tidligere nevnt vil det ikke bli benyttet forurenset masse under fremtidige bygninger. De massene som analyseres på nytt vil bli håndtert i henhold til de risikovurderinger som foreligger.

9 Oppsummering og konklusjon

Denne rapporten har vist at all undersøkt masse på tomta 217/27 på Vågsnes er forurenset. Det er olje- og metallforurensing som er den mest alvorlige, og masser i delområdene S1, S7, S9 og S16 er mer forurenset enn hva som er akseptabelt for planlagt arealbruk av området. Risikovurderingen viser at det kan være en helseisiko i forbindelse med bruk av området til boliger, og parkering og trafikkareal slik som det ligger i dag.

Vågsnes AS har bestemt seg for å fjerne all forurenset masse fra de fire delområdene S1, S7, S9 og S16, og levere de forurensete masser til godkjente mottak som er Agder Renovasjon sitt anlegg på Heftingsdalen. Når dette tiltaket med levering masser til mottak, og flytting av finstoffmasser fra områder hvor det skal bygges boliger er utført, vil planlagt bruk av området ikke være noen risiko for brukere.

Miljøhensynet i forhold til resipienten blir ivaretatt med foreslått tiltak.

Innledningsvis i tiltaket bør miljøfaglig personell komme til anleggsplassen for å dokumentere tiltaket, og holde en god og nær kontakt med entreprenøren. I tillegg bør arbeidsformann til utførende entreprenør ha muligheten til å be miljøfaglig personell om å komme ved behov eller uklarheter. Dette kan gjelde spørsmål som for eksempel emballasje med mistenkelig innhold, uventet endringer i massene ved utgraving og spørsmål angående håndtering av masser.

Området er forurenset, og det må gjøres tiltak i forhold til ønsket bruk av området.

10 Referanser

- Ref. 01: **KLIF (SFT) 1999:** Risikovurdering forurenset grunn. Veiledning, 99:01A
- Ref. 02: **KLIF (SFT) 2009:** Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. Veileder TA 2553/2009
- Ref. 03: **KLIF (SFT) 2004:** Veiledning til forurensingsforskriften kapittel 2 om opprydning i forurenset grunn ved bygge- og gravearbeider

Vedlegg 1

Analyseresultater



Prosjekt **22.05.2013 VÅGSNES**
 Bestnr **A038716 - PX140011**
 Registrert **2013-05-24**
 Utstedt **2013-06-05**

COWI AS
Anke Degelmann

Vesterveien 6
N-4613 Kristiansand
Norge

Analyse av faststoff

Deres prøvenavn	S1					
	jord					
Labnummer	N00250052					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	91.1	4.55	%	1	1	ERAN
As (Arsen)	0.80	0.16	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cd (Kadmium)	0.28	0.06	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr (Krom)	10.5	2.09	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cu (Kopper)	2820	565	mg/kg TS	1	1	ERAN
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	ERAN
Ni (Nikkel)	8.4	1.7	mg/kg TS	1	1	ERAN
Pb (Bly)	181	36.2	mg/kg TS	1	1	ERAN
Zn (Sink)	1990	399	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr6+	1.27	0.253	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cyanid-fri	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 52	0.0043	0.0017	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 101	0.0048	0.0019	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 118	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 138	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 153	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 180	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
Sum PCB-7*	0.00910		mg/kg TS	1	1	ERAN
g-HCH (Lindan)	<0.0010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Monoklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,4-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,4-Triklorbensen	<0.030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,3,5-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3,5+1,2,4,5-Tetraklorbense	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Pentaklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Heksaklorbensen	<0.0050		mg/kg TS	1	1	ERAN
Diklormetan	<0.060		mg/kg TS	1	1	ERAN
Triklormetan (kloroform)	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN



Deres prøvenavn	S1					
	jord					
Labnummer	N00250052					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Trikloretan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetraklormetan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetrakloretan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dikloretan	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,1-Trikloretan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dibrometan	<0.0040		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,2-Trikloretan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Naftalen	0.077	0.023	mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaftylen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaften	0.030	0.009	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fluoren	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fenantren	0.141	0.042	mg/kg TS	2	1	ERAN
Antracen	0.024	0.007	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fluoranten	0.222	0.067	mg/kg TS	2	1	ERAN
Pyren	0.191	0.057	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)antracen[^]	0.078	0.023	mg/kg TS	2	1	ERAN
Krysen[^]	0.120	0.036	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(b)fluoranten[^]	0.178	0.054	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(k)fluoranten[^]	0.077	0.023	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)pyren[^]	0.094	0.028	mg/kg TS	2	1	ERAN
Dibenso(ah)antracen[^]	0.015	0.004	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(ghi)perylene	0.067	0.020	mg/kg TS	2	1	ERAN
Indeno(123cd)pyren[^]	0.050	0.015	mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum PAH-16[*]	1.36		mg/kg TS	2	1	ERAN
Bensen	0.0145	0.0058	mg/kg TS	2	1	ERAN
Toluen	<0.10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Etylbensen	0.108	0.043	mg/kg TS	2	1	ERAN
Xylener	1.37	0.549	mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum BTEX[*]	1.50		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	4	1	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	25	8	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C35 (sum)	401		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	376	113	mg/kg TS	2	1	ERAN
2-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
4-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4+2,5-Diklorfenol	<0.040		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,6-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,5-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S1 jord						
Labnummer	N00250052						
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign	
2,3,4,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN	
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN	
Pentaklorfenol	<0.006		mg/kg TS	2	1	ERAN	



Deres prøvenavn	S2					
	jord					
Labnummer	N00250053					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	93.3	4.66	%	1	1	ERAN
As (Arsen)	1.02	0.20	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cd (Kadmium)	0.10	0.02	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr (Krom)	10.7	2.15	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cu (Kopper)	213	42.6	mg/kg TS	1	1	ERAN
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	ERAN
Ni (Nikkel)	14.9	3.0	mg/kg TS	1	1	ERAN
Pb (Bly)	20.2	4.0	mg/kg TS	1	1	ERAN
Zn (Sink)	142	28.3	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr6+	0.215	0.044	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cyanid-fri	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 52	0.0043	0.0017	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 101	0.0042	0.0017	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 118	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 138	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 153	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 180	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
Sum PCB-7*	0.00850		mg/kg TS	1	1	ERAN
g-HCH (Lindan)	<0.0010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Monoklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,4-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,4-Triklorbensen	<0.030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,3,5-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3,5+1,2,4,5-Tetraklorbense	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Pentaklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Heksaklorbensen	<0.0050		mg/kg TS	1	1	ERAN
Diklorometan	<0.060		mg/kg TS	1	1	ERAN
Triklormetan (kloroform)	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Trikloretan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetraklorometan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetrakloretan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dikloretan	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,1-Trikloretan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dibrometan	<0.0040		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,2-Trikloretan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaftilen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaften	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S2					
	jord					
Labnummer	N00250053					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fluoren	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fenantren	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Antracen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fluoranten	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Pyren	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)antracen^	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Krysen^	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(b)fluoranten^	0.011	0.003	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(k)fluoranten^	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)pyren^	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Dibenso(ah)antracen^	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(ghi)perylene	0.014	0.004	mg/kg TS	2	1	ERAN
Indeno(123cd)pyren^	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum PAH-16*	0.0250		mg/kg TS	2	1	ERAN
Bensen	<0.0050		mg/kg TS	2	1	ERAN
Toluen	<0.10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Etylbensen	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Xylener	<0.0150		mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum BTEX*	n.d.		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<2		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<3		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C35 (sum)	56		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	56	17	mg/kg TS	2	1	ERAN
2-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
4-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4+2,5-Diklorfenol	<0.040		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,6-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,5-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Pentaklorfenol	<0.006		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S3					
	jord					
Labnummer	N00250054					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	89.5	4.47	%	1	1	ERAN
As (Arsen)	1.81	0.36	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cd (Kadmium)	0.21	0.04	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr (Krom)	12.5	2.50	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cu (Kopper)	627	125	mg/kg TS	1	1	ERAN
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	ERAN
Ni (Nikkel)	6.5	1.3	mg/kg TS	1	1	ERAN
Pb (Bly)	157	31.4	mg/kg TS	1	1	ERAN
Zn (Sink)	410	82.0	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr6+	1.24	0.248	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cyanid-fri	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 52	0.0099	0.0040	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 101	0.0096	0.0038	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 118	0.0075	0.0030	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 138	0.0048	0.0019	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 153	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 180	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
Sum PCB-7*	0.0318		mg/kg TS	1	1	ERAN
g-HCH (Lindan)	<0.0010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Monoklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,4-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,4-Triklorbensen	<0.030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,3,5-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3,5+1,2,4,5-Tetraklorbense	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Pentaklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Heksaklorbensen	<0.0050		mg/kg TS	1	1	ERAN
Diklormetan	<0.060		mg/kg TS	1	1	ERAN
Triklormetan (kloroform)	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetraklormetan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetrakloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dikloreten	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,1-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dibrometan	<0.0040		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,2-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaftilen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaften	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S3					
	jord					
Labnummer	N00250054					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fluoren	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fenantren	0.062	0.018	mg/kg TS	2	1	ERAN
Antracen	0.023	0.007	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fluoranten	0.136	0.041	mg/kg TS	2	1	ERAN
Pyren	0.110	0.033	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)antracen^	0.076	0.023	mg/kg TS	2	1	ERAN
Krysen^	0.079	0.024	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(b)fluoranten^	0.142	0.043	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(k)fluoranten^	0.079	0.024	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)pyren^	0.091	0.027	mg/kg TS	2	1	ERAN
Dibenso(ah)antracen^	0.019	0.006	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(ghi)perylene	0.080	0.024	mg/kg TS	2	1	ERAN
Indeno(123cd)pyren^	0.057	0.017	mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum PAH-16*	0.954		mg/kg TS	2	1	ERAN
Bensen	0.0087	0.0035	mg/kg TS	2	1	ERAN
Toluen	<0.10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Etylbensen	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Xylener	<0.0150		mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum BTEX*	0.00870		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<2		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	4	1	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C35 (sum)	323		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	319	96	mg/kg TS	2	1	ERAN
2-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
4-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4+2,5-Diklorfenol	<0.040		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,6-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,5-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Pentaklorfenol	<0.006		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S4 jord					
Labnummer	N00250055					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	92.6	4.63	%	1	1	ERAN
As (Arsen)	0.54	0.11	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr (Krom)	6.55	1.31	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cu (Kopper)	112	22.3	mg/kg TS	1	1	ERAN
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	ERAN
Ni (Nikkel)	6.3	1.3	mg/kg TS	1	1	ERAN
Pb (Bly)	12.7	2.5	mg/kg TS	1	1	ERAN
Zn (Sink)	65.1	13.0	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr6+	0.201	0.041	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cyanid-fri	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 28	0.0035	0.0014	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 52	0.0116	0.0046	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 101	0.0088	0.0035	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 118	0.0060	0.0024	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 138	0.0032	0.0013	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 153	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 180	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
Sum PCB-7*	0.0331		mg/kg TS	1	1	ERAN
g-HCH (Lindan)	<0.0010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Monoklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,4-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,4-Triklorbensen	<0.030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,3,5-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3,5+1,2,4,5-Tetraklorbense	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Pentaklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Heksaklorbensen	<0.0050		mg/kg TS	1	1	ERAN
Diklormetan	<0.060		mg/kg TS	1	1	ERAN
Triklormetan (kloroform)	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetraklormetan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetrakloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dikloreten	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,1-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dibrometan	<0.0040		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,2-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaftilen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaften	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S4					
	jord					
Labnummer	N00250055					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fluoren	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fenantren	0.015	0.004	mg/kg TS	2	1	ERAN
Antracen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fluoranten	0.044	0.013	mg/kg TS	2	1	ERAN
Pyren	0.037	0.011	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)antracen^	0.029	0.009	mg/kg TS	2	1	ERAN
Krysen^	0.027	0.008	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(b)fluoranten^	0.078	0.024	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(k)fluoranten^	0.026	0.008	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)pyren^	0.036	0.011	mg/kg TS	2	1	ERAN
Dibenso(ah)antracen^	0.010	0.003	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(ghi)perylene	0.037	0.011	mg/kg TS	2	1	ERAN
Indeno(123cd)pyren^	0.029	0.009	mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum PAH-16*	0.368		mg/kg TS	2	1	ERAN
Bensen	<0.0050		mg/kg TS	2	1	ERAN
Toluen	<0.10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Etylbensen	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Xylener	<0.0150		mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum BTEX*	n.d.		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<2		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<3		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C35 (sum)	40		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	40	12	mg/kg TS	2	1	ERAN
2-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
4-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4+2,5-Diklorfenol	<0.040		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,6-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,5-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Pentaklorfenol	<0.006		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S5 jord					
Labnummer	N00250056					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	90.7	4.54	%	1	1	ERAN
As (Arsen)	2.21	0.44	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cd (Kadmium)	0.12	0.02	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr (Krom)	18.2	3.64	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cu (Kopper)	286	57.2	mg/kg TS	1	1	ERAN
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	ERAN
Ni (Nikkel)	16.2	3.2	mg/kg TS	1	1	ERAN
Pb (Bly)	16.5	3.3	mg/kg TS	1	1	ERAN
Zn (Sink)	155	31.0	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr6+	0.227	0.046	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cyanid-fri	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 52	0.0090	0.0036	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 101	0.0113	0.0045	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 118	0.0065	0.0026	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 138	0.0097	0.0039	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 153	0.0064	0.0026	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 180	0.0041	0.0016	mg/kg TS	1	1	ERAN
Sum PCB-7*	0.0470		mg/kg TS	1	1	ERAN
g-HCH (Lindan)	<0.0010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Monoklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,4-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,4-Triklorbensen	<0.030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,3,5-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3,5+1,2,4,5-Tetraklorbense	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Pentaklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Heksaklorbensen	<0.0050		mg/kg TS	1	1	ERAN
Diklormetan	<0.060		mg/kg TS	1	1	ERAN
Triklormetan (kloroform)	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetraklormetan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetrakloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dikloreten	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,1-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dibrometan	<0.0040		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,2-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaftylen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaften	0.025	0.008	mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S5					
	jord					
Labnummer	N00250056					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fluoren	0.017	0.005	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fenantren	0.082	0.025	mg/kg TS	2	1	ERAN
Antracen	0.015	0.004	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fluoranten	0.163	0.049	mg/kg TS	2	1	ERAN
Pyren	0.131	0.039	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)antracen^	0.092	0.028	mg/kg TS	2	1	ERAN
Krysen^	0.093	0.028	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(b)fluoranten^	0.179	0.054	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(k)fluoranten^	0.050	0.015	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)pyren^	0.113	0.034	mg/kg TS	2	1	ERAN
Dibenso(ah)antracen^	0.026	0.008	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(ghi)perylene	0.104	0.031	mg/kg TS	2	1	ERAN
Indeno(123cd)pyren^	0.101	0.030	mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum PAH-16*	1.19		mg/kg TS	2	1	ERAN
Bensen	<0.0050		mg/kg TS	2	1	ERAN
Toluen	<0.10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Etylbensen	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Xylener	<0.0150		mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum BTEX*	n.d.		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<2		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<3		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C35 (sum)	62		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	62	19	mg/kg TS	2	1	ERAN
2-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
4-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4+2,5-Diklorfenol	<0.040		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,6-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,5-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Pentaklorfenol	<0.006		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S6					
	jord					
Labnummer	N00250057					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	86.4	4.32	%	1	1	ERAN
As (Arsen)	4.74	0.95	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cd (Kadmium)	0.21	0.04	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr (Krom)	15.7	3.14	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cu (Kopper)	582	116	mg/kg TS	1	1	ERAN
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	ERAN
Ni (Nikkel)	12.6	2.5	mg/kg TS	1	1	ERAN
Pb (Bly)	17.0	3.4	mg/kg TS	1	1	ERAN
Zn (Sink)	354	70.8	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr6+	0.069	0.017	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cyanid-fri	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 52	0.0051	0.0020	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 101	0.0043	0.0017	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 118	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 138	0.0050	0.0020	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 153	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 180	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
Sum PCB-7*	0.0144		mg/kg TS	1	1	ERAN
g-HCH (Lindan)	<0.0010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Monoklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,4-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,4-Triklorbensen	<0.030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,3,5-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3,5+1,2,4,5-Tetraklorbense	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Pentaklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Heksaklorbensen	<0.0050		mg/kg TS	1	1	ERAN
Diklorometan	<0.060		mg/kg TS	1	1	ERAN
Triklorometan (kloroform)	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetraklorometan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetrakloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dikloreten	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,1-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dibrometan	<0.0040		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,2-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaftilen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaften	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S6					
	jord					
Labnummer	N00250057					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fluoren	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fenantren	0.038	0.011	mg/kg TS	2	1	ERAN
Antracen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fluoranten	0.111	0.033	mg/kg TS	2	1	ERAN
Pyren	0.099	0.030	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)antracen^	0.043	0.013	mg/kg TS	2	1	ERAN
Krysen^	0.046	0.014	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(b)fluoranten^	0.083	0.025	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(k)fluoranten^	0.036	0.011	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)pyren^	0.054	0.016	mg/kg TS	2	1	ERAN
Dibenso(ah)antracen^	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(ghi)perylene	0.056	0.017	mg/kg TS	2	1	ERAN
Indeno(123cd)pyren^	0.037	0.011	mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum PAH-16*	0.603		mg/kg TS	2	1	ERAN
Bensen	0.0137	0.0055	mg/kg TS	2	1	ERAN
Toluen	<0.10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Etylbensen	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Xylener	<0.0150		mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum BTEX*	0.0137		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<2		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<3		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C35 (sum)	94		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	94	28	mg/kg TS	2	1	ERAN
2-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
4-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4+2,5-Diklorfenol	<0.040		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,6-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,5-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Pentaklorfenol	<0.006		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S7					
	jord					
Labnummer	N00250058					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	91.7	4.58	%	1	1	ERAN
As (Arsen)	1.20	0.24	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr (Krom)	11.9	2.39	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cu (Kopper)	4110	822	mg/kg TS	1	1	ERAN
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	ERAN
Ni (Nikkel)	215	43.0	mg/kg TS	1	1	ERAN
Pb (Bly)	116	23.3	mg/kg TS	1	1	ERAN
Zn (Sink)	1510	302	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr6+	0.437	0.088	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cyanid-fri	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 52	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 101	0.0032	0.0013	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 118	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 138	0.0041	0.0016	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 153	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 180	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
Sum PCB-7*	0.00730		mg/kg TS	1	1	ERAN
g-HCH (Lindan)	<0.0010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Monoklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,4-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,4-Triklorbensen	<0.030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,3,5-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3,5+1,2,4,5-Tetraklorbense	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Pentaklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Heksaklorbensen	<0.0050		mg/kg TS	1	1	ERAN
Diklormetan	<0.060		mg/kg TS	1	1	ERAN
Triklormetan (kloroform)	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetraklormetan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetrakloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dikloreten	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,1-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dibrometan	<0.0040		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,2-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaftilen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaften	0.045	0.014	mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S7					
	jord					
Labnummer	N00250058					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fluoren	0.021	0.006	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fenantren	0.171	0.051	mg/kg TS	2	1	ERAN
Antracen	0.037	0.011	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fluoranten	0.531	0.159	mg/kg TS	2	1	ERAN
Pyren	0.411	0.123	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)antracen^	0.421	0.126	mg/kg TS	2	1	ERAN
Krysen^	0.494	0.148	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(b)fluoranten^	0.897	0.269	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(k)fluoranten^	0.300	0.090	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)pyren^	0.455	0.136	mg/kg TS	2	1	ERAN
Dibenso(ah)antracen^	0.084	0.025	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(ghi)perylene	0.318	0.095	mg/kg TS	2	1	ERAN
Indeno(123cd)pyren^	0.278	0.083	mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum PAH-16*	4.46		mg/kg TS	2	1	ERAN
Bensen	0.0053	0.0021	mg/kg TS	2	1	ERAN
Toluen	<0.10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Etylbensen	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Xylener	<0.0150		mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum BTEX*	0.00530		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<2		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<3		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C35 (sum)	139		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	139	42	mg/kg TS	2	1	ERAN
2-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
4-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4+2,5-Diklorfenol	<0.040		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,6-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,5-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Pentaklorfenol	<0.006		mg/kg TS	2	1	ERAN
Kromatogram: Humus/annet organisk materiale kan ikke utelukkes.						



Deres prøvenavn	S8					
	jord					
Labnummer	N00250059					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	84.7	4.24	%	1	1	ERAN
As (Arsen)	1.52	0.30	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cd (Kadmium)	0.20	0.04	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr (Krom)	8.52	1.70	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cu (Kopper)	136	27.3	mg/kg TS	1	1	ERAN
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	ERAN
Ni (Nikkel)	6.2	1.2	mg/kg TS	1	1	ERAN
Pb (Bly)	13.0	2.6	mg/kg TS	1	1	ERAN
Zn (Sink)	172	34.3	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr6+	0.122	0.026	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cyanid-fri	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 52	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 101	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 118	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 138	0.0036	0.0014	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 153	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 180	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
Sum PCB-7*	0.00360		mg/kg TS	1	1	ERAN
g-HCH (Lindan)	<0.0010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Monoklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,4-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,4-Triklorbensen	<0.030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,3,5-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3,5+1,2,4,5-Tetraklorbense	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Pentaklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Heksaklorbensen	<0.0050		mg/kg TS	1	1	ERAN
Diklormetan	<0.060		mg/kg TS	1	1	ERAN
Triklormetan (kloroform)	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetraklormetan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetrakloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dikloreten	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,1-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dibrometan	<0.0040		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,2-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaftylen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaften	0.017	0.005	mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S8					
	jord					
Labnummer	N00250059					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fluoren	0.012	0.003	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fenantren	0.085	0.026	mg/kg TS	2	1	ERAN
Antracen	0.013	0.004	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fluoranten	0.112	0.034	mg/kg TS	2	1	ERAN
Pyren	0.083	0.025	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)antracen^	0.056	0.017	mg/kg TS	2	1	ERAN
Krysen^	0.051	0.015	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(b)fluoranten^	0.099	0.030	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(k)fluoranten^	0.029	0.009	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)pyren^	0.055	0.016	mg/kg TS	2	1	ERAN
Dibenso(ah)antracen^	0.012	0.004	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(ghi)perylene	0.041	0.012	mg/kg TS	2	1	ERAN
Indeno(123cd)pyren^	0.035	0.010	mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum PAH-16*	0.700		mg/kg TS	2	1	ERAN
Bensen	0.0110	0.0044	mg/kg TS	2	1	ERAN
Toluen	<0.10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Etylbensen	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Xylener	<0.0150		mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum BTEX*	0.0110		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<2		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	3	1	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C35 (sum)	57		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	54	16	mg/kg TS	2	1	ERAN
2-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
4-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4+2,5-Diklorfenol	<0.040		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,6-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,5-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Pentaklorfenol	<0.006		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S9					
	jord					
Labnummer	N00250060					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	89.6	4.48	%	1	1	ERAN
As (Arsen)	2.71	0.54	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cd (Kadmium)	0.37	0.07	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr (Krom)	10.6	2.12	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cu (Kopper)	1620	323	mg/kg TS	1	1	ERAN
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	ERAN
Ni (Nikkel)	8.4	1.7	mg/kg TS	1	1	ERAN
Pb (Bly)	90.7	18.1	mg/kg TS	1	1	ERAN
Zn (Sink)	568	114	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr6+	0.579	0.116	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cyanid-fri	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 52	0.0075	0.0030	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 101	0.0045	0.0018	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 118	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 138	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 153	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 180	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
Sum PCB-7*	0.0120		mg/kg TS	1	1	ERAN
g-HCH (Lindan)	<0.0010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Monoklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,4-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,4-Triklorbensen	<0.030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,3,5-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3,5+1,2,4,5-Tetraklorbense	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Pentaklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Heksaklorbensen	<0.0050		mg/kg TS	1	1	ERAN
Diklorometan	<0.060		mg/kg TS	1	1	ERAN
Triklorometan (kloroform)	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetraklorometan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetrakloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dikloreten	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,1-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dibrometan	<0.0040		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,2-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Naftalen	0.017	0.005	mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaftilen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaften	0.013	0.004	mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S9					
	jord					
Labnummer	N00250060					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fluoren	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fenantren	0.083	0.025	mg/kg TS	2	1	ERAN
Antracen	0.011	0.003	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fluoranten	0.102	0.031	mg/kg TS	2	1	ERAN
Pyren	0.080	0.024	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)antracen^	0.050	0.015	mg/kg TS	2	1	ERAN
Krysen^	0.046	0.014	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(b)fluoranten^	0.094	0.028	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(k)fluoranten^	0.041	0.012	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)pyren^	0.044	0.013	mg/kg TS	2	1	ERAN
Dibenso(ah)antracen^	0.012	0.004	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(ghi)perylene	0.055	0.016	mg/kg TS	2	1	ERAN
Indeno(123cd)pyren^	0.040	0.012	mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum PAH-16*	0.688		mg/kg TS	2	1	ERAN
Bensen	<0.0050		mg/kg TS	2	1	ERAN
Toluen	<0.10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Etylbensen	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Xylener	0.0110	0.0044	mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum BTEX*	0.0110		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<2		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<3		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C35 (sum)	114		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	114	34	mg/kg TS	2	1	ERAN
2-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
4-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4+2,5-Diklorfenol	<0.040		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,6-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,5-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Pentaklorfenol	<0.006		mg/kg TS	2	1	ERAN
Kromatogram: Humus/annet organisk materiale kan ikke utelukkes.						



Deres prøvenavn	S10 jord					
Labnummer	N00250061					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	88.9	4.44	%	1	1	ERAN
As (Arsen)	<0.50		mg/kg TS	1	1	ERAN
Cd (Kadmium)	0.50	0.10	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr (Krom)	18.6	3.72	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cu (Kopper)	980	196	mg/kg TS	1	1	ERAN
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	ERAN
Ni (Nikkel)	14.9	3.0	mg/kg TS	1	1	ERAN
Pb (Bly)	19.4	3.9	mg/kg TS	1	1	ERAN
Zn (Sink)	363	72.6	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr6+	0.122	0.026	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cyanid-fri	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 52	0.0057	0.0023	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 101	0.0059	0.0024	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 118	0.0040	0.0016	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 138	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 153	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 180	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
Sum PCB-7*	0.0156		mg/kg TS	1	1	ERAN
g-HCH (Lindan)	<0.0010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Monoklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,4-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,4-Triklorbensen	<0.030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,3,5-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3,5+1,2,4,5-Tetraklorbense	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Pentaklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Heksaklorbensen	<0.0050		mg/kg TS	1	1	ERAN
Diklormetan	<0.060		mg/kg TS	1	1	ERAN
Triklormetan (kloroform)	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetraklormetan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetrakloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dikloreten	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,1-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dibrometan	<0.0040		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,2-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaftylen	0.062	0.019	mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaften	0.023	0.007	mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S10					
	jord					
Labnummer	N00250061					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fluoren	0.019	0.006	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fenantren	0.359	0.108	mg/kg TS	2	1	ERAN
Antracen	0.089	0.027	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fluoranten	0.884	0.265	mg/kg TS	2	1	ERAN
Pyren	0.660	0.198	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)antracen^	0.560	0.168	mg/kg TS	2	1	ERAN
Krysen^	0.538	0.162	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(b)fluoranten^	1.18	0.355	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(k)fluoranten^	0.414	0.124	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)pyren^	0.696	0.209	mg/kg TS	2	1	ERAN
Dibenso(ah)antracen^	0.158	0.047	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(ghi)perylene	0.567	0.170	mg/kg TS	2	1	ERAN
Indeno(123cd)pyren^	0.487	0.146	mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum PAH-16*	6.70		mg/kg TS	2	1	ERAN
Bensen	<0.0050		mg/kg TS	2	1	ERAN
Toluen	<0.10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Etylbensen	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Xylener	<0.0150		mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum BTEX*	n.d.		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<2		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<3		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C35 (sum)	89		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	89	27	mg/kg TS	2	1	ERAN
2-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
4-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4+2,5-Diklorfenol	<0.040		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,6-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,5-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Pentaklorfenol	0.006	0.002	mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S11 jord					
Labnummer	N00250062					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	89.4	4.47	%	1	1	ERAN
As (Arsen)	1.43	0.29	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cd (Kadmium)	0.22	0.04	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr (Krom)	8.20	1.64	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cu (Kopper)	174	34.8	mg/kg TS	1	1	ERAN
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	ERAN
Ni (Nikkel)	5.7	1.1	mg/kg TS	1	1	ERAN
Pb (Bly)	8.7	1.7	mg/kg TS	1	1	ERAN
Zn (Sink)	175	35.0	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr6+	0.188	0.039	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cyanid-fri	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 52	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 101	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 118	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 138	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 153	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 180	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
Sum PCB-7*	n.d.		mg/kg TS	1	1	ERAN
g-HCH (Lindan)	<0.0010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Monoklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,4-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,4-Triklorbensen	<0.030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,3,5-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3,5+1,2,4,5-Tetraklorbense	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Pentaklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Heksaklorbensen	<0.0050		mg/kg TS	1	1	ERAN
Diklorometan	<0.060		mg/kg TS	1	1	ERAN
Triklorometan (kloroform)	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetraklorometan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetrakloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dikloreten	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,1-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dibrometan	<0.0040		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,2-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaftilen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaften	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S11					
	jord					
Labnummer	N00250062					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fluoren	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fenantren	0.028	0.008	mg/kg TS	2	1	ERAN
Antracen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fluoranten	0.046	0.014	mg/kg TS	2	1	ERAN
Pyren	0.039	0.012	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)antracen^	0.021	0.006	mg/kg TS	2	1	ERAN
Krysen^	0.019	0.006	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(b)fluoranten^	0.048	0.014	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(k)fluoranten^	0.013	0.004	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)pyren^	0.021	0.006	mg/kg TS	2	1	ERAN
Dibenso(ah)antracen^	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(ghi)perylene	0.022	0.006	mg/kg TS	2	1	ERAN
Indeno(123cd)pyren^	0.016	0.005	mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum PAH-16*	0.273		mg/kg TS	2	1	ERAN
Bensen	<0.0050		mg/kg TS	2	1	ERAN
Toluen	<0.10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Etylbensen	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Xylener	0.0520	0.0208	mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum BTEX*	0.0520		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<2		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<3		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C35 (sum)	61		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	61	18	mg/kg TS	2	1	ERAN
2-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
4-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4+2,5-Diklorfenol	<0.040		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,6-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,5-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Pentaklorfenol	<0.006		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S12 jord					
Labnummer	N00250063					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	90.6	4.53	%	1	1	ERAN
As (Arsen)	1.98	0.40	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cd (Kadmium)	0.27	0.05	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr (Krom)	7.84	1.57	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cu (Kopper)	468	93.6	mg/kg TS	1	1	ERAN
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	ERAN
Ni (Nikkel)	5.5	1.1	mg/kg TS	1	1	ERAN
Pb (Bly)	17.6	3.5	mg/kg TS	1	1	ERAN
Zn (Sink)	245	49.0	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr6+	0.484	0.097	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cyanid-fri	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 52	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 101	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 118	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 138	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 153	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 180	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
Sum PCB-7*	n.d.		mg/kg TS	1	1	ERAN
g-HCH (Lindan)	<0.0010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Monoklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,4-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,4-Triklorbensen	<0.030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,3,5-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3,5+1,2,4,5-Tetraklorbense	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Pentaklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Heksaklorbensen	<0.0050		mg/kg TS	1	1	ERAN
Diklorometan	<0.060		mg/kg TS	1	1	ERAN
Triklorometan (kloroform)	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetraklorometan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetrakloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dikloreten	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,1-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dibrometan	<0.0040		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,2-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaftilen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaften	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S12					
	jord					
Labnummer	N00250063					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fluoren	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fenantren	0.035	0.010	mg/kg TS	2	1	ERAN
Antracen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fluoranten	0.061	0.018	mg/kg TS	2	1	ERAN
Pyren	0.045	0.013	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)antracen^	0.022	0.007	mg/kg TS	2	1	ERAN
Krysen^	0.022	0.006	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(b)fluoranten^	0.037	0.011	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(k)fluoranten^	0.017	0.005	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)pyren^	0.027	0.008	mg/kg TS	2	1	ERAN
Dibenso(ah)antracen^	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(ghi)perylene	0.020	0.006	mg/kg TS	2	1	ERAN
Indeno(123cd)pyren^	0.013	0.004	mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum PAH-16*	0.299		mg/kg TS	2	1	ERAN
Bensen	<0.0050		mg/kg TS	2	1	ERAN
Toluen	<0.10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Etylbensen	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Xylener	<0.0150		mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum BTEX*	n.d.		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<2		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<3		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C35 (sum)	41		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	41	12	mg/kg TS	2	1	ERAN
2-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
4-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4+2,5-Diklorfenol	<0.040		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,6-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,5-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Pentaklorfenol	<0.006		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S13 jord					
Labnummer	N00250064					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	81.8	4.09	%	1	1	ERAN
As (Arsen)	0.51	0.10	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cd (Kadmium)	0.12	0.02	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr (Krom)	8.92	1.78	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cu (Kopper)	137	27.4	mg/kg TS	1	1	ERAN
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	ERAN
Ni (Nikkel)	13.5	2.7	mg/kg TS	1	1	ERAN
Pb (Bly)	11.2	2.2	mg/kg TS	1	1	ERAN
Zn (Sink)	87.7	17.5	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr6+	0.232	0.047	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cyanid-fri	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 52	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 101	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 118	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 138	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 153	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 180	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
Sum PCB-7*	n.d.		mg/kg TS	1	1	ERAN
g-HCH (Lindan)	<0.0010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Monoklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,4-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,4-Triklorbensen	<0.030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,3,5-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3,5+1,2,4,5-Tetraklorbense	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Pentaklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Heksaklorbensen	<0.0050		mg/kg TS	1	1	ERAN
Diklorometan	<0.060		mg/kg TS	1	1	ERAN
Triklorometan (kloroform)	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetraklorometan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetrakloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dikloreten	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,1-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dibrometan	<0.0040		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,2-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaftilen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaften	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S13					
	jord					
Labnummer	N00250064					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fluoren	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fenantren	0.021	0.006	mg/kg TS	2	1	ERAN
Antracen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fluoranten	0.041	0.012	mg/kg TS	2	1	ERAN
Pyren	0.032	0.010	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)antracen^	0.015	0.004	mg/kg TS	2	1	ERAN
Krysen^	0.025	0.008	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(b)fluoranten^	0.066	0.020	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(k)fluoranten^	0.018	0.005	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)pyren^	0.027	0.008	mg/kg TS	2	1	ERAN
Dibenso(ah)antracen^	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(ghi)perylene	0.029	0.009	mg/kg TS	2	1	ERAN
Indeno(123cd)pyren^	0.026	0.008	mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum PAH-16*	0.300		mg/kg TS	2	1	ERAN
Bensen	<0.0050		mg/kg TS	2	1	ERAN
Toluen	<0.10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Etylbensen	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Xylener	<0.0150		mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum BTEX*	n.d.		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<2		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<3		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C35 (sum)	75		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	75	22	mg/kg TS	2	1	ERAN
2-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
4-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4+2,5-Diklorfenol	<0.040		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,6-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,5-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Pentaklorfenol	<0.006		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S14 jord					
Labnummer	N00250065					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	93.3	4.66	%	1	1	ERAN
As (Arsen)	<0.50		mg/kg TS	1	1	ERAN
Cd (Kadmium)	0.13	0.02	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr (Krom)	8.65	1.73	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cu (Kopper)	250	50.1	mg/kg TS	1	1	ERAN
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	ERAN
Ni (Nikkel)	6.8	1.4	mg/kg TS	1	1	ERAN
Pb (Bly)	9.0	1.8	mg/kg TS	1	1	ERAN
Zn (Sink)	211	42.2	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr6+	0.170	0.035	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cyanid-fri	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 52	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 101	0.0031	0.0012	mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 118	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 138	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 153	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 180	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
Sum PCB-7*	0.00310		mg/kg TS	1	1	ERAN
g-HCH (Lindan)	<0.0010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Monoklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,4-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,4-Triklorbensen	<0.030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,3,5-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3,5+1,2,4,5-Tetraklorbense	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Pentaklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Heksaklorbensen	<0.0050		mg/kg TS	1	1	ERAN
Diklorometan	0.421	0.168	mg/kg TS	1	1	ERAN
Triklormetan (kloroform)	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Trikloretan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetraklorometan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetrakloretan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dikloretan	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,1-Trikloretan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dibrometan	<0.0040		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,2-Trikloretan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaftylen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaften	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S14					
	jord					
Labnummer	N00250065					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fluoren	0.013	0.004	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fenantren	0.083	0.025	mg/kg TS	2	1	ERAN
Antracen	0.021	0.006	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fluoranten	0.089	0.027	mg/kg TS	2	1	ERAN
Pyren	0.067	0.020	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)antracen^	0.037	0.011	mg/kg TS	2	1	ERAN
Krysen^	0.035	0.011	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(b)fluoranten^	0.050	0.015	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(k)fluoranten^	0.020	0.006	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)pyren^	0.031	0.009	mg/kg TS	2	1	ERAN
Dibenso(ah)antracen^	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(ghi)perylene	0.025	0.007	mg/kg TS	2	1	ERAN
Indeno(123cd)pyren^	0.021	0.006	mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum PAH-16*	0.492		mg/kg TS	2	1	ERAN
Bensen	<0.0050		mg/kg TS	2	1	ERAN
Toluen	<0.10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Etylbensen	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Xylener	<0.0150		mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum BTEX*	n.d.		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<2		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<3		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C35 (sum)	64		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	64	19	mg/kg TS	2	1	ERAN
2-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
4-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4+2,5-Diklorfenol	<0.040		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,6-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,5-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Pentaklorfenol	<0.006		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S15 jord					
Labnummer	N00250066					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	89.3	4.46	%	1	1	ERAN
As (Arsen)	1.14	0.23	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cd (Kadmium)	0.25	0.05	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr (Krom)	9.74	1.95	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cu (Kopper)	478	95.6	mg/kg TS	1	1	ERAN
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	ERAN
Ni (Nikkel)	7.6	1.5	mg/kg TS	1	1	ERAN
Pb (Bly)	20.7	4.1	mg/kg TS	1	1	ERAN
Zn (Sink)	304	60.7	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr6+	0.208	0.043	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cyanid-fri	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 52	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 101	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 118	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 138	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 153	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 180	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
Sum PCB-7*	n.d.		mg/kg TS	1	1	ERAN
g-HCH (Lindan)	<0.0010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Monoklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,4-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,4-Triklorbensen	<0.030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,3,5-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3,5+1,2,4,5-Tetraklorbense	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Pentaklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Heksaklorbensen	<0.0050		mg/kg TS	1	1	ERAN
Diklorometan	<0.060		mg/kg TS	1	1	ERAN
Triklorometan (kloroform)	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetraklorometan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetrakloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dikloreten	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,1-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dibrometan	<0.0040		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,2-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaftilen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaften	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S15					
	jord					
Labnummer	N00250066					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fluoren	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fenantren	0.013	0.004	mg/kg TS	2	1	ERAN
Antracen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fluoranten	0.018	0.005	mg/kg TS	2	1	ERAN
Pyren	0.035	0.010	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)antracen^	0.010	0.003	mg/kg TS	2	1	ERAN
Krysen^	0.015	0.005	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(b)fluoranten^	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(k)fluoranten^	0.014	0.004	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)pyren^	0.015	0.004	mg/kg TS	2	1	ERAN
Dibenso(ah)antracen^	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(ghi)perylene	0.036	0.011	mg/kg TS	2	1	ERAN
Indeno(123cd)pyren^	0.024	0.007	mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum PAH-16*	0.180		mg/kg TS	2	1	ERAN
Bensen	<0.0050		mg/kg TS	2	1	ERAN
Toluen	<0.10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Etylbensen	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Xylener	<0.0150		mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum BTEX*	n.d.		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<2		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	14	4	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C35 (sum)	336		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	322	97	mg/kg TS	2	1	ERAN
2-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
4-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4+2,5-Diklorfenol	<0.040		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,6-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,5-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Pentaklorfenol	<0.006		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S16 jord					
Labnummer	N00250067					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	92.9	4.64	%	1	1	ERAN
As (Arsen)	1.46	0.29	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr (Krom)	12.0	2.40	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cu (Kopper)	232	46.3	mg/kg TS	1	1	ERAN
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	ERAN
Ni (Nikkel)	16.2	3.2	mg/kg TS	1	1	ERAN
Pb (Bly)	25.8	5.2	mg/kg TS	1	1	ERAN
Zn (Sink)	148	29.5	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr6+	0.266	0.054	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cyanid-fri	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 52	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 101	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 118	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 138	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 153	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 180	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
Sum PCB-7*	n.d.		mg/kg TS	1	1	ERAN
g-HCH (Lindan)	<0.0010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Monoklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,4-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,4-Triklorbensen	<0.030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,3,5-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3,5+1,2,4,5-Tetraklorbense	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Pentaklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Heksaklorbensen	<0.0050		mg/kg TS	1	1	ERAN
Diklormetan	<0.060		mg/kg TS	1	1	ERAN
Triklormetan (kloroform)	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetraklormetan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetrakloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dikloreten	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,1-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dibrometan	<0.0040		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,2-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Naftalen	0.154	0.046	mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaftylen	0.031	0.009	mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaften	0.089	0.027	mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S16					
	jord					
Labnummer	N00250067					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fluoren	0.194	0.058	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fenantren	0.126	0.038	mg/kg TS	2	1	ERAN
Antracen	0.077	0.023	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fluoranten	0.026	0.008	mg/kg TS	2	1	ERAN
Pyren	0.171	0.051	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)antracen^	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Krysen^	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(b)fluoranten^	0.012	0.004	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(k)fluoranten^	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)pyren^	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Dibenso(ah)antracen^	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(ghi)perylene	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Indeno(123cd)pyren^	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum PAH-16*	0.880		mg/kg TS	2	1	ERAN
Bensen	<0.0050		mg/kg TS	2	1	ERAN
Toluen	<0.10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Etylbensen	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Xylener	0.0160	0.0064	mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum BTEX*	0.0160		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	356	107	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	2350	704	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C35 (sum)	6730		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	4380	1310	mg/kg TS	2	1	ERAN
2-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
4-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4+2,5-Diklorfenol	<0.040		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,6-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,5-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Pentaklorfenol	<0.006		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S17 jord					
Labnummer	N00250068					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	90.0	4.50	%	1	1	ERAN
As (Arsen)	<0.50		mg/kg TS	1	1	ERAN
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr (Krom)	13.2	2.65	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cu (Kopper)	795	159	mg/kg TS	1	1	ERAN
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	ERAN
Ni (Nikkel)	26.6	5.3	mg/kg TS	1	1	ERAN
Pb (Bly)	12.7	2.5	mg/kg TS	1	1	ERAN
Zn (Sink)	230	45.9	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr6+	0.232	0.047	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cyanid-fri	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 52	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 101	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 118	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 138	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 153	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 180	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
Sum PCB-7*	n.d.		mg/kg TS	1	1	ERAN
g-HCH (Lindan)	<0.0010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Monoklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,4-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,4-Triklorbensen	<0.030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,3,5-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3,5+1,2,4,5-Tetraklorbense	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Pentaklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Heksaklorbensen	<0.0050		mg/kg TS	1	1	ERAN
Diklormetan	<0.060		mg/kg TS	1	1	ERAN
Triklormetan (kloroform)	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetraklormetan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetrakloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dikloreten	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,1-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dibrometan	<0.0040		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,2-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaftilen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaften	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S17					
	jord					
Labnummer	N00250068					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fluoren	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fenantren	0.018	0.005	mg/kg TS	2	1	ERAN
Antracen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fluoranten	0.058	0.017	mg/kg TS	2	1	ERAN
Pyren	0.057	0.017	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)antracen^	0.047	0.014	mg/kg TS	2	1	ERAN
Krysen^	0.052	0.016	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(b)fluoranten^	0.130	0.039	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(k)fluoranten^	0.031	0.009	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)pyren^	0.063	0.019	mg/kg TS	2	1	ERAN
Dibenso(ah)antracen^	0.010	0.003	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(ghi)perylene	0.048	0.014	mg/kg TS	2	1	ERAN
Indeno(123cd)pyren^	0.037	0.011	mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum PAH-16*	0.551		mg/kg TS	2	1	ERAN
Bensen	<0.0050		mg/kg TS	2	1	ERAN
Toluen	<0.10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Etylbensen	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Xylener	0.0130	0.0052	mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum BTEX*	0.0130		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<2		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<3		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C35 (sum)	77		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	77	23	mg/kg TS	2	1	ERAN
2-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
4-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4+2,5-Diklorfenol	<0.040		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,6-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,5-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Pentaklorfenol	0.053	0.013	mg/kg TS	2	1	ERAN
Kromatogram: Humus/annet organisk materiale kan ikke utelukkes.						



Deres prøvenavn	S18 jord					
Labnummer	N00250069					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	92.3	4.62	%	1	1	ERAN
As (Arsen)	<0.50		mg/kg TS	1	1	ERAN
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr (Krom)	21.6	4.32	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cu (Kopper)	309	61.9	mg/kg TS	1	1	ERAN
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	ERAN
Ni (Nikkel)	16.5	3.3	mg/kg TS	1	1	ERAN
Pb (Bly)	4.8	1.0	mg/kg TS	1	1	ERAN
Zn (Sink)	173	34.5	mg/kg TS	1	1	ERAN
Cr6+	<0.060		mg/kg TS	1	1	ERAN
Cyanid-fri	<0.10		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 28	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 52	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 101	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 118	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 138	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 153	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
PCB 180	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
Sum PCB-7*	n.d.		mg/kg TS	1	1	ERAN
g-HCH (Lindan)	<0.0010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDT	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDD	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
o,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
p,p'-DDE	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Monoklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,4-Diklorbensen	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,4-Triklorbensen	<0.030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,3,5-Triklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2,3,5+1,2,4,5-Tetraklorbense	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Pentaklorbensen	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Heksaklorbensen	<0.0050		mg/kg TS	1	1	ERAN
Diklormetan	<0.060		mg/kg TS	1	1	ERAN
Triklormetan (kloroform)	<0.020		mg/kg TS	1	1	ERAN
Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetraklormetan	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Tetrakloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dikloreten	<0.0030		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,1-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,2-Dibrometan	<0.0040		mg/kg TS	1	1	ERAN
1,1,2-Trikloreten	<0.010		mg/kg TS	1	1	ERAN
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaftylen	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Acenaften	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN



Deres prøvenavn	S18					
	jord					
Labnummer	N00250069					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fluoren	0.014	0.004	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fenantren	0.076	0.023	mg/kg TS	2	1	ERAN
Antracen	0.024	0.007	mg/kg TS	2	1	ERAN
Fluoranten	0.079	0.024	mg/kg TS	2	1	ERAN
Pyren	0.057	0.017	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)antracen^	0.031	0.009	mg/kg TS	2	1	ERAN
Krysen^	0.034	0.010	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(b)fluoranten^	0.035	0.010	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(k)fluoranten^	0.015	0.004	mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(a)pyren^	0.018	0.005	mg/kg TS	2	1	ERAN
Dibenso(ah)antracen^	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Benso(ghi)perylene	0.012	0.004	mg/kg TS	2	1	ERAN
Indeno(123cd)pyren^	<0.010		mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum PAH-16*	0.395		mg/kg TS	2	1	ERAN
Bensen	<0.0050		mg/kg TS	2	1	ERAN
Toluen	<0.10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Etylbensen	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Xylener	<0.0150		mg/kg TS	2	1	ERAN
Sum BTEX*	n.d.		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon C5-C6	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C6-C8	<7.0		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<2		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<3		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C12-C35 (sum)	21		mg/kg TS	2	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	21	6	mg/kg TS	2	1	ERAN
2-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
4-Monoklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4+2,5-Diklorfenol	<0.040		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,6-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,5-Diklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,4,6-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
3,4,5-Triklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,5-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,4,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
2,3,5,6-Tetraklorfenol	<0.020		mg/kg TS	2	1	ERAN
Pentaklorfenol	<0.006		mg/kg TS	2	1	ERAN



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon		
1	Bestemmelse av Normpakke, normverdier for følsom arealbruk, del 1 (2).	
Metode:	Metaller:	I-11885, I-17294 C-465735 EPA 7199
	Hg:	CN-fri (lett tilgjengelig): CSN ISO 6703-02
	Cr6+:	PCB-7: EPA 8082 og EPA 3550
	Pentaklorfenol:	DIN ISO 14154
	Klorpesticider:	EPA 8081
	Klorbensener:	EPA 624
	Klorerte løsemidler:	EPA 624
	1,2-dibrometan:	Intern metode (SOP-320-004)
Deteksjon og kvantifisering:	Metaller:	ICP-AES, ICP-MS
	Hg:	AAS-AMA
	Cr6+:	IC-SPC
	CN-fri (lett tilgjengelig):	Spektrofotometri
	PCB-7:	GC-ECD eller GC-MS
	Pentaklorfenol:	GC-ECD eller GC-MS
	Klorpesticider:	GC-ECD eller GC-MS
	Klorbensener:	GC-MS
	Klorerte løsemidler:	GC-MS
	1,2-dibrometan:	GC (MS,FID,PID,ECD)
2	Bestemmelse av Normpakke, normverdier for følsom arealbruk, del 2 (2).	
Metode:	PAH:	SPIMFAB
	BTEX:	EPA 624
	>C5-C10:	SPIMFAB
	>C10-C35:	EN 14039
Deteksjon og kvantifisering:	PAH:	GC-MS
	BTEX:	GC-MS
	>C5-C35:	GC-MS

Godkjenner	
ERAN	Erlend Andresen

Underleverandør ¹	
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

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



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

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

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

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

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