
RAPPORT

Risøy, Haugesund

OPPDRAGSGIVER

UMOE Eiendom Vest AS

EMNE

Tiltaksplan for opprydding på land og sjø

DATO / REVISJON: 8. november 2017 / 00

DOKUMENTKODE: 216858-RIGm-RAP-003



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

Forsidebilde: Fra tiltaksområdet ved PG5 og PG6, tatt mot sør.
Foto: A. N. Thorkildsen

RAPPORT

OPPDRAG	Risøy, Haugesund	DOKUMENTKODE	216858-RIGm-RAP-003
EMNE	Tiltaksplan for opprydding på land og sjø	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	UMOE Eiendom Vest AS	OPPDRAGSLEDER	Aina Natterøy Thorkildsen
KONTAKTPERSON	Inger Johanne Bergstøl	UTARBEIDET AV	Aina Natterøy Thorkildsen
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 288230 NORD: 6591267	ANSVARLIG ENHET	2113 Sandnes Miljøgeologi
GNR./BNR./SNR.	39 / 27 / 1 / Haugesund		

SAMMENDRAG

UMOE Eiendom Vest AS har fått pålegg om utarbeidelse av tiltaksplan for opprydding i forurenset grunn i en avgrenset del av verftsområdet som disponeres av Aibel AS, samt opprydding av forurenset sjøbunn i et avgrenset område utenfor tiltaksområdet på land. Det ble utført grunn- og sedimentundersøkelser i 2013/2014 og supplerende undersøkelser på land i 2017. Basert på dette er det utarbeidet forslag til tiltaksløsninger og anbefalte tiltak.

Det antas at hovedproblemet på land er metallforurensning av bly og sink i lommer med blåsesand i fyllmassene på området, men det er også påvist moderate oljekonsentrasjoner nært et bygg for tidligere oljehåndtering. De forurensete massene ligger over grunnvannsstanden og under tett dekke (asfalt). Sedimentene utenfor verftsområdet er generelt forurenset i tilstandsklasse V (svært dårlig) av TBT, og tilstandsklasse III-IV (moderat til dårlig) av PCB₇, en del PAH-forbindelser og stedvis enkelte tungmetaller (bly, kobber, nikkel og sink).

Land

Risikovurderingen viser at det ikke er fare for miljø og/eller spredning knyttet til tiltaksområdet på land. Ved ikke å gjøre tiltak vil de forurensete løsmassene bli liggende igjen, tildekket under asfalt, uten å representere en fare for miljøet. Eneste reelle eksponeringsmulighet er knyttet til eventuelt gravearbeid, som utføres sjeldent, men hvor miljømessig forsvarlig håndtering sikres ved at det da skal lages en tiltaksplan for arbeidet, jf. forurensningsforskriften kap. 2.

Gjennomføring av tiltak i form av utgraving av de forurensete massene vil medføre en graveprosess der betydelig mer masse enn nødvendig må leveres godkjent deponi. Løsningen er ressurskrevende og har ubetydelig lokal miljøgevinst.

Det anbefales derfor å ikke fjerne den forurensete blåsesanden. Ved å la massene ligge igjen oppfylles alle miljømålene for området, så lenge arealbruken fortsatt skal være industri. Det er med andre ord ingen ulemper knyttet til løsningen.

Sjø

Utført risikovurdering viser at det i liten grad foregår miljøskadelig spredning av metaller fra de forurensete sedimentene innenfor angitt tiltaksområde, men at det trolig er noe spredning av enkelte PAH-forbindelser og TBT. Omfanget av denne spredningen er imidlertid usikker, og kan være overestimert. Den høyeste risikoen er påvist for økosystemet, dvs. bunnfauna og bunnlevende organismer. Vurdering av risiko for human helse viser at så lenge det er kostholdsrad i Karmsundet (som i dag) utgjør ikke sedimentene en risiko. For sjøvann viser risikovurderingen at det bare er grenseverdien for TBT som er overskredet.

I tiltaksområdet angitt av Fylkesmannen er det allerede gjennomført tiltak i form av utlegging av grusputer og sprenging av grunner. I tillegg utgjør deler av området skråninger av sprengsteinsfylling og områder med antatt bart berg. Disse områdene kan også tas ut av tiltaksområdet. Etter en samlet vurdering utgjør aktuelle saneringsområder i sjø ett område øst for utlagte grusputer, ca. 8 600 m², samt ett område øst/sørøst for tørrdokken på ca. 3 300 m². I sistnevnte område vurderes tildekking som lite egnet tiltak pga antatt behov for seilingsdybde, og ut fra en vurdering av kost/nytte anbefales det ikke tiltak i dette området. I området øst for grusputene vurderes tildekking som den mest aktuelle metoden dersom pålegg om tiltak blir gitt. Området der det vurderes som aktuelt med tiltak har begrenset utstrekning, og miljøeffekten i forhold til miljøkvaliteten i Karmsundet generelt er derfor usikker, og vil trolig ikke være registrerbar. Lokalt i området der det gjennomføres tiltak er det likevel ventet at miljøtilstanden for bunnfauna og bunnlevende organismer vil bli bedre. Det er ikke undersøkt hvorvidt sedimentene i området/Karmsundet forflytter seg og eventuelt kan føre til rekontaminering av sanert område. «Levetiden» for tiltaket er derfor usikker.

00	08.11.17		Aina N. Thorkildsen	Solveig Lone	Ragnhild Bjørnå
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Problembeskrivelse	5
2.1	Lokalitetsbeskrivelse	5
2.2	Historikk	7
2.3	Forurensningskilder	7
2.4	Planlagt arealbruk	7
3	Tiltaksområde land	7
3.1	Utførte miljøgeologiske grunnundersøkelser i tiltaksområdet	7
3.2	Terreng- og grunnforhold. Hydrogeologi	8
3.3	Beskrivelse av forurensningssituasjonen på land	8
3.4	Vurdering av datagrunnlag	10
3.5	Miljømål	11
3.6	Stedsspesifikk risikovurdering - land	11
3.6.1	Helsebasert risikovurdering	11
3.6.2	Spredningsbasert risikovurdering	11
3.6.3	Konklusjon risikovurdering land	13
3.7	Vurdering av tiltaksbehov	13
3.7.1	Alternativ 1: Ingen utgraving	13
3.7.2	Alternativ 2: Fjerne løsmasser i tilstandsklasse 4, 5 og farlig avfall	13
3.7.3	Alternativ 3: Fjerne løsmasser tilsvarende farlig avfall	13
3.7.4	Kostnadsoverslag	14
3.8	Konklusjon tiltaksløsning land	14
3.9	Kontroll og overvåking	14
4	Tiltaksområde sjø	15
4.1	Utførte undersøkelser	15
4.2	Bunn- og grunnforhold	15
4.3	Beskrivelse av forurensningssituasjonen	17
4.4	Vurdering av datagrunnlaget	18
4.5	Miljømål	19
4.6	Stedsspesifikk risikovurdering - sediment	19
4.6.1	Konklusjon risikovurdering sjø	20
4.7	Vurdering av tiltaksbehov	20
4.7.1	Aktuelt saneringsområde mellom tørrdokk og riggkai	21
4.7.2	Aktuelt saneringsområde øst for grusputer	21
4.7.3	Kostnadsoverslag	22
4.8	Konklusjon tiltaksløsning sjø	23
4.9	Tiltaksrettede undersøkelser	23
4.10	Kontroll og overvåking	23
4.10.1	Overvåkningsprogram	23
4.10.2	Sluttdokumentasjon	24
4.10.3	Langtidsovervåking av tiltaket	24
5	Fremdrift	24
6	Referanser	24

Tegninger

216858 -M07 Situasjonsplan for opprydding på land og sjø

1 Innledning

I 2013/2014 utførte Multiconsult en overordnet miljøteknisk grunnundersøkelse på verftsarealer og i sjø ved UMOE Eiendom Vest AS sin eiendom på Risøy like utenfor Haugesund by. På grunnlag av denne undersøkelsen har Fylkesmannen i Rogaland gitt UMOE Eiendom Vest AS pålegg om å utarbeide en tiltaksplan for opprydding i forurenset grunn i en avgrenset del av verftsområdet som disponeres av Aibel AS, samt opprydding av forurenset sjøbunn i et avgrenset område utenfor tiltaksområdet på land (ref. brev datert 6. mars 2017, arkivnr. 472).

For å bedre datagrunnlaget før utarbeidelsen av tiltaksbeskrivelser er det utført supplerende prøvetaking på land innenfor tiltaksområdet (ref. 216858-RIGm-RAP-002).

Det ble avholdt et møte med Fylkesmannen 31. august 2017 for å avklare krav gitt i pålegget. Det fremkom blant annet at tiltaksplanen skal forstås som et forslag til løsning, dvs. at man i denne planen skal drøfte/beskrive forskjellige tiltaksløsninger og vurdere om det anses som nødvendig med tiltak. I tillegg ble det avklart at det ikke er nødvendig å utføre en Trinn 3 – risikovurdering av sedimentene eller utføre ytterligere undersøkelser i sjøen.

Foreliggende tiltaksplan er utarbeidet i henhold til beskrivelser gitt i Miljødirektoratets faktaark for utarbeidelse av tiltaksplaner i forurenset sjøbunn (M-320) og faktaarket for skipsverft (M-325).

2 Problembeskrivelse

En kort beskrivelse av området, dets historikk og forurensningskilder er gitt i dette kapitlet. For mer detaljerte beskrivelser henvises det til Multiconsults rapporter nr. 216858-RIGm-RAP-001 og 216858-RIGm-RAP-002.

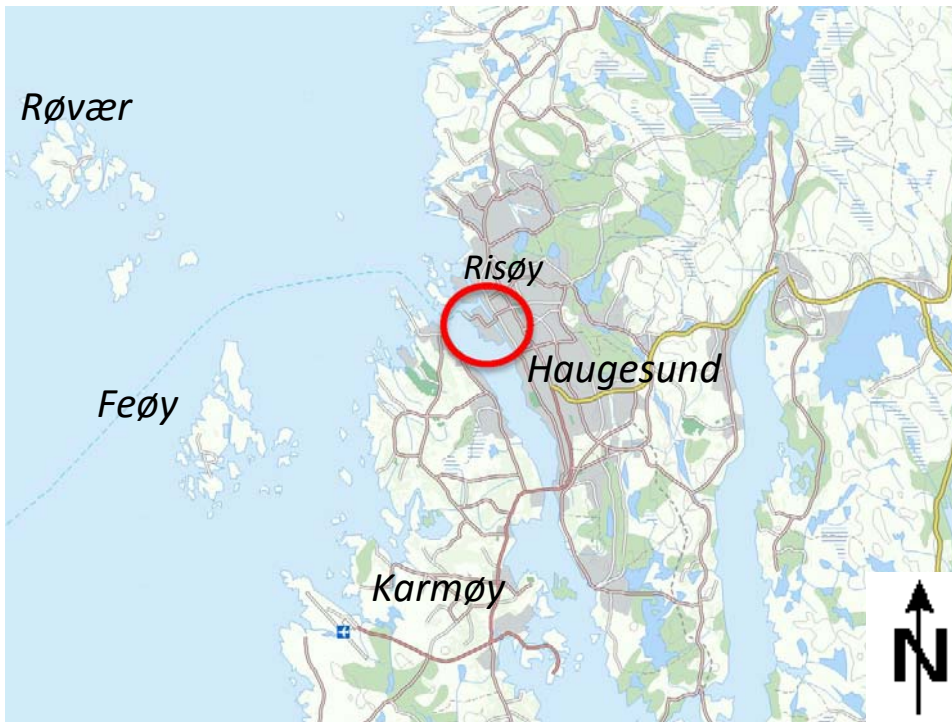
2.1 Lokalitetsbeskrivelse

Verftet drives i dag av Aibel AS (tidligere bl.a. Haugesund Slip) og er lokalisert på Risøy i Haugesund kommune (gnr. 39, bnr. 27), se Figur 1. Risøy ligger rett vest for Haugesund sentrum, og grenser i øst til Smedasundet og i vest til Karmsundet. Karmsundet er 30 km langt. Det strekker seg fra Skudenes-havn i sør til Røværsvfjorden i nord, og skiller Karmøy fra Haugesund.

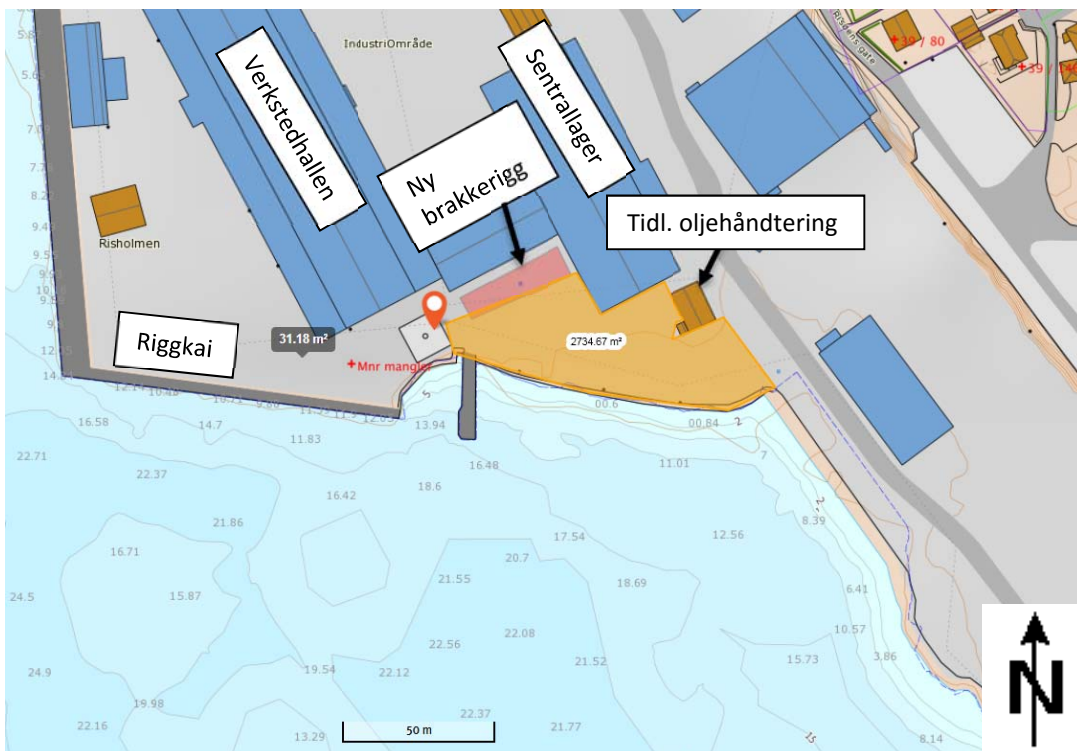
Vannforekomstens tilstand er i Vann-Nett gitt «Antatt moderat» økologisk tilstand og «Oppnår ikke god» for kjemisk tilstand.

Store deler av landarealet på dagens verftsområdet er innvunnet etter å ha sprengt og planert ut fjell, samt ved utfylling av sprengstein i sjø. Sprengsteinsmassene består av forvitret grønnstein, fra berggrunnen i Haugesunds-området.

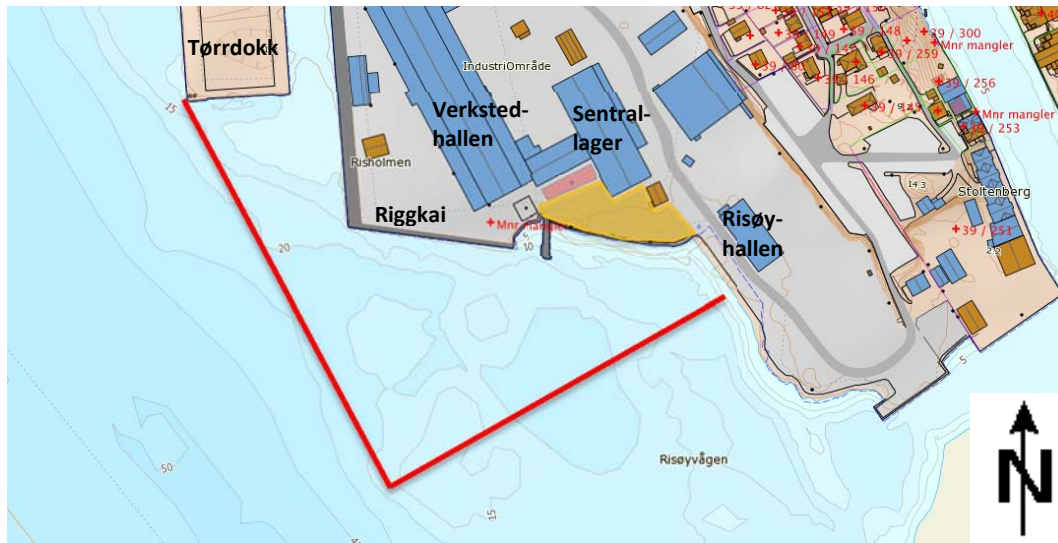
Det er ikke registrert noen viktige naturtyper i Miljødirektoratets naturdatabase i tiltaksområdet nærhet (<http://kart.naturbase.no/>).



Figur 1 - Områdekart, rød sirkel viser lokalisering av verftsområdet til Aibel AS på Risøy i Haugesund kommune (kilde: www.fonnakart.no).



Figur 2 – Potensielt tiltaksområdet på land er markert med oransje og utgjør ca. 3 000 m². Kartgrunnlag fra www.norgeskart.no



Figur 3 – Tiltaksområdet i sjø er markert med rød linje og utgjør ca. 38 000 m². Kartgrunnlag fra www.norgeskart.no

2.2 Historikk

Verftet har gjennomgått store endringer siden oppstarten på 1950-tallet. Bygging av stadig større fartøy har medført at kaier, slippområder, beddings og skinnebaner har vært i kontinuerlig endring opp gjennom tiden. For å få tilstrekkelig plass er også store deler av dagens landarealer innvunnet ved oppfylling og utskytning/planering av tidligere terreng, i tillegg til at gamle løsmasser med dårlig bæreevne er tatt bort og områdene kan antas å være fylt ut med nye steinmasser. Det er med tiden i tillegg lagt faste dekker, enten av asfalt eller betong på de fleste arealer.

2.3 Forurensningskilder

Løsmassene i tiltaksområdet på land er stedvis forurenset av restprodukter fra verftsdriften som blåsesand, dreiespon og olje. Tidligere var det ikke uvanlig at avfall ble brukt til utfylling eller brent på stedet.

Tiltaksområdet i sjø var tidligere en del av innseilinga til Risøyhallen og ble benyttet til opplagring av båter, samt en flytedokk i området. I tillegg til selve verftsdriften kan kilder som nødoverløp, overvannsledninger og industriell virksomhet i nærområdet (eks. aluminiumsverk på Karmøy) ha medført grunnforurensning.

2.4 Planlagt arealbruk

Industriområdet på Risøy planlegges også i framtiden å bli benyttet til industriformål/verftsaktivitet som i dag (reguleringsplan ID RL1243, RL1160, RL1186 og RL1040).

3 Tiltaksområde land

3.1 Utførte miljøgeologiske grunnundersøkelser i tiltaksområdet

Fylkesmannens pålegg omhandler opprydding i et mindre område ved sjøen sør på verftsområdet, representert av to prøvegropene fra utført orienterende miljøteknisk grunnundersøkelse (ref. rapport nr. 216858-RIGm-RAP-001). I prøvegropene PG5 og PG6 ble det påtruffet lommer med forurenset blåsesand og dreiespon i fyllmassene. For å bedre datagrunnlaget for landarealet i dette området, og for å vurdere eventuell spredning, ble det i 2017 utført supplerende prøvetaking i 6 punkter.

Resultater fra samtlige 8 prøvepunkter innenfor tiltaksområdet på land er oppsummert i rapport nr. 216858-RIGm-RAP-002 og vist i Tabell 1.

Ut fra resultatene i de orienterende undersøkelsene ble det antatt et tiltaksområde på ca. 3 000 m² rundt PG5 og PG6, fra bygg med tidligere oljehåndtering i øst og mot verkstedhallen i vest (anvist på Figur 2). Det er utført supplerende prøvetaking i dette området.

3.2 Terreng- og grunnforhold. Hydrogeologi

Tiltaksområdet var tidligere del av innseilinga til Risøyvågen og Skipsbyggerhallen. Aibel AS har opplyst at området ble utfyllt på 1980-tallet med sprengsteinsmasser fra Haugesundsområdet. Området har i dag tette dekker av asfalt og betong, og nedbør ledes til verftets overvannssystem og videre med utslipp til sjø.

Oppstikkende grunnfjell ble av Aibel observert i små dybder under asfalt ved nedsetting av nye pullerter i 2015.

De utførte undersøkelsene viser at under asfalten ligger et lag med bærelagsmasser (0,1-0,4 m tykkelse), over større mektigheter av grove fyllmasser med relativt lavt finstoffinnhold (antatt sprengstein av grønnstein fra Haugesundsområdet). Det ble observert innslag av dreiespon og blåsesand i enkelte av prøvegroperne, hovedsakelig som små lommer.

Tidevannet/grunnvannet ligger på ca. kote 0 og fluktuierer trolig flere meter inn på området på grunn av de grove løsmassene. Høyeste astronomiske tidevann (HAT) er oppgitt til kote + 0,4 for området (høydereferanse NN2000, ref. www.sehavnivaa.no).

3.3 Beskrivelse av forurensningssituasjonen på land

Tabell 1 viser analyseresultater for de 8 prøvepunktene innenfor tiltaksområdet hvor det er påvist én eller flere overskridelser av normverdi. Det antas at hovedproblemet er metallforurensning av bly og sink i blåsesand på området, men det er også påvist moderate oljekonsentrasjoner i fyllmassene nært et bygg for tidligere oljehåndtering.

Figur 4 og Figur 5 viser høyeste påviste tilstandsklasse i hvert prøvepunkt for henholdsvis blåsesand og fyllmasser. I blåsesanden er det påvist konsentrasjoner som tilsvarer fra tilstandsklasse 3 opp til nivå som farlig avfall. Omkringliggende fyllmasser har forurensningsgrad i tilstandsklassene 1-3. Bærelagsmassene er rene.

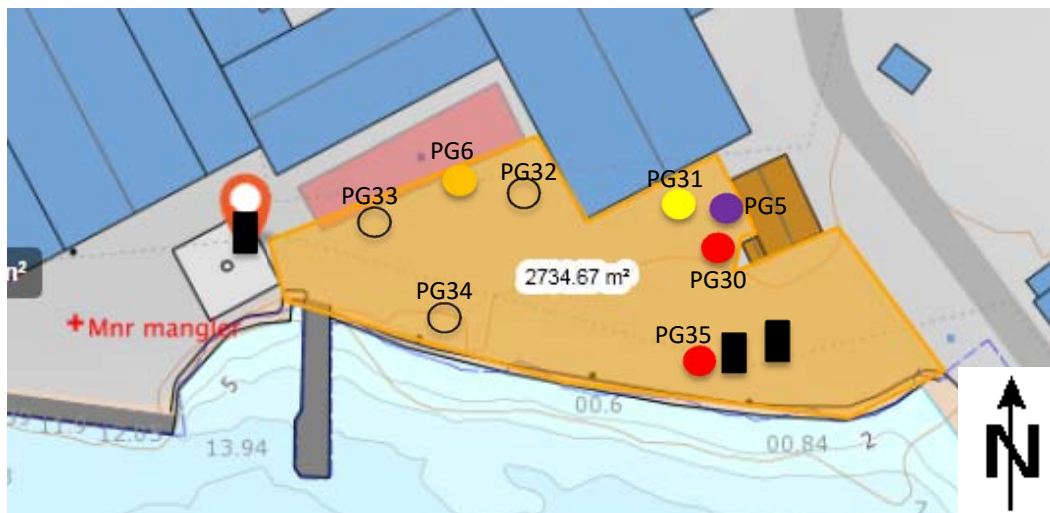
Blåsesand og dreiespon er funnet i fem av åtte prøvegroper (de fleste øst i undersøkt område). Disse massene har i hovedsak begrenset utstrekning i areal og dybde, mens i to prøvegroper er det observert lagvis blåsesand (PG5-C og PG6-1-C). Prøven PG5-C avgrenses av fjell i dybden og i PG6-1-C er massene moderat forurenset (tilstandsklasse 4). Forurensningsnivået i blåsesanden antas å være lite representativt for området som helhet. Samtlige av blåsesand-massene ligger over høyeste astronomiske tidevannsnivå (HAT), dvs. ikke i kontakt med grunnvann/tidevann, se Tabell 3.

Det påpekes at undersøkelsene ikke kan utelukke at det finnes flere områder med blåsesand, men ut fra resultatene i de utførte undersøkelsene er det trolig snakk om begrensede mengder (hovedsakelig spredte lommer) og i all hovedsak med konsentrasjoner under nivå for farlig avfall. Undersøkelsene indikerer at fyllmasser under lommer med blåsesand er rene eller har forurensningsnivå tilsvarende øvrige fyllmasser på verftsområdet.

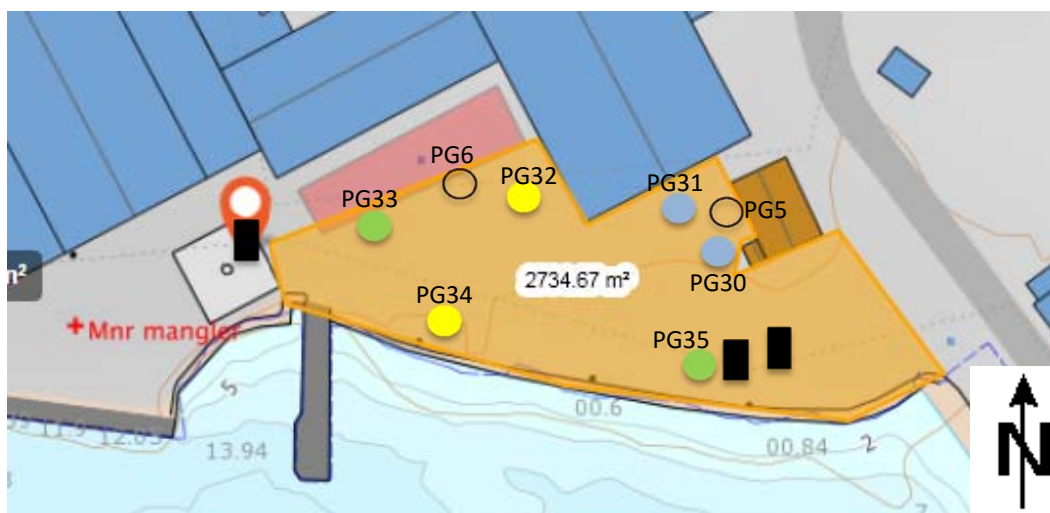
Tabell 1 – Analyseresultater for arsen, bly, kobber, sink, krom, fluoranten, benso(a)pyren, sumPAH, bensen, xylen og sum alifater >C12-C35. Konsentrasjoner gitt i mg/kg TS og fargekodet iht. TA-2553/2009. Lilla farge viser konsentrasjoner over grensen for farlig avfall. PG5 og PG6 er fra undersøkelsen i 2013/2014, mens de øvrige prøvene er tatt i 2017.

PrøveID	Dybde (m)	Matrix	Arсен	Bly	Kadmium	Kobber	Sink	Krom	Nikkel	Fluoranten	Benso(a)pyren	Sum PAH-16	Bensen	Xylen	Sum alifater >C12-C35
			mg/kg												
PG5-A	0,1-0,2	Bærelag	1	21	0,0	17	160	30	12	<0,01	<0,01	nd	<0,01	<0,02	29*
PG5-B	0,2-0,5	FM + olje, kontaminert av blåsesand?	4	110	0,2	80	1100	51	24	0	0,0	1	<0,01	<0,02	313*
PG5-C	0,5-0,7	"Blåsesand"	50	2700	3,9	1200	3400	480	34	<0,01	<0,01	nd	<0,01	<0,02	<20*
PG5-D	0,7-1,6	FM, kontaminert av blåsesand?	4	160	0,3	180	2100	60	21	0	0,1	1	<0,01	0,0	62*
PG6-1-B	0,2-0,4	Dreiespon	2	28	0,1	480	510	71	160	1	0,7	6	<0,01	0,0	162*
PG6-1-C	0,4-0,8	Blåsesand	1	10	0,0	410	190	90	340	<0,01	<0,01	0	<0,01	<0,02	26*
PG6-2-A	0,2-1,2	FM, lomme med blåsesand	2	24	0,1	1900	970	74	150	1	0,6	7	0,01	0,3	239*
PG30-A	0,2-0,4	FM	<0,5	6	<0,05	44	100	37	25	0	0,0	1	<0,010	<0,040	25
PG30-B	0,4-1,0	Lomme med blåsesand	83	1400	0,2	1100	5300	560	20	0	<0,010	0	<0,010	<0,040	n.d.
PG30-C	1,0-1,8	FM	1	49	<0,05	95	140	38	25	0	0,1	1	<0,010	<0,040	n.d.
PG31-B	0,4-0,8	Røde masser + lomme med blåsesand	<0,5	37	<0,05	590	600	150	190	2	0,5	9	0,02	<0,040	16
PG31-C	0,8-2,5	FM	8	2	<0,05	90	65	40	25	<0,010	<0,010	0	<0,010	<0,040	n.d.
PG32-A	0,1-1,0	FM	<0,5	9	<0,05	91	120	100	60	<0,010	<0,010	0	<0,010	<0,040	n.d.
PG32-B	1,0-2,2	FM	1	24	<0,05	120	270	67	45	0	0,0	0	0,03	<0,040	10
PG33-B	0,3-1,0	FM	7	11	<0,05	110	85	53	32	0	0,0	0	<0,010	<0,040	n.d.
PG33-C	1,0-2,6	FM	19	6	0,2	130	79	48	44	0	<0,010	0	<0,010	<0,040	n.d.
PG34-B	0,2-1,0	FM	2	110	0,1	390	760	84	54	0	0,1	2	0,04	<0,040	22
PG34-C	1,0-2,2	FM	<0,5	9	<0,05	92	120	100	60	0	0,0	0	<0,010	<0,040	n.d.
PG35-B	0,5-1,2	FM	<0,5	13	<0,05	58	140	36	23	0	0,0	1	<0,010	<0,040	14
PG35-C	1,2-1,35	Lomme med blåsesand	22	710	1,2	490	3600	210	150	0	0,0	0	0,02	<0,040	n.d.
PG35-D	1,35-2,3	FM	<0,5	5	<0,05	54	78	180	87	0	0,0	0	<0,010	<0,040	n.d.
Norm			8	60	1,5	100	200	50	60	1	0,1	2	0,01	0,2	100

*THC-analyser, < - mindre enn deteksjonsgrensen



Figur 4 – Figuren viser høyeste påviste konsentrasjon i blåsesand i hvert prøvepunkt, fargekodet iht. TA-2553/2009. Lilla farge viser konsentrasjoner over grensen for farlig avfall. Prøvepunkter uten farge inneholder ikke blåsesand. De nye pullertene er omtrentlig markert med sort. Kartgrunnlag fra www.norgeskart.no



Figur 5 – Figuren viser høyeste påviste konsentrasjon i fyllmasser i hvert prøvepunkt, fargekodet iht. TA-2553/2009. Resultatet i PG5-D er ikke tatt med grunnet kontaminering av prøven fra overliggende masser, og i PG6 finnes ikke prøve av underliggende fyllmasse. De nye pullertene er omtrentlig markert med sort. Kartgrunnlag fra www.norgeskart.no

3.4 Vurdering av datagrunnlag

Tiltaksområdet er ca. 3 000 m² stort og Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 anbefaler ca. 8 undersøkelsespunkter for et område av denne størrelsen og med arealbruken industri. Totalt er det utført undersøkelser i 8 punkter, der prøvegravingen ble avsluttet ved inntrengning av vann i gropen eller ved påtreffelse av antatt berg.

I innledende prøvetakingsrunde ble prøvene jevnt fordelt over hele verftsområdets tilgjengelige arealer. For å avgrense påvist forurensning av blåsesand i PG5 og PG6 ble fire supplerende prøvepunkter plassert nært inntil de to forurensete prøvegroperne, samt at to prøvepunkter ble plassert nær sjøkanten for å vurdere eventuell spredning.

Totalt 21 prøver er sendt til kjemisk analyse fra tiltaksområdet. Prøvene er analysert hos akkreditert laboratorium for de vanligste uorganiske miljøgiftene (arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink) samt olje, BTEX, PAH og PCB. Ut fra informasjonen som foreligger om området er det etter vår mening ikke mistanke om at området er forurenset av andre miljøgifter som kan få

betydning for vurderingen av forurensningssituasjonen. TBT ble innledningsvis vurdert for verftsområdets helhet. Det ble ikke funnet nødvendig å analysere for TBT i blåsesanden, fordi tungmetaller vil være styrende for vurdering av slike masser.

Datagrunnlaget vurderes som godt og tilstrekkelig i forhold til å kunne vurdere forurensningssituasjonen i tiltaksområdet og utarbeide en tiltaksplan.

3.5 Miljømål

Kravet om tiltak er av Fylkesmannen begrunnet med et formål om å redusere uakseptabel risiko for at påvist forurensning ved PG5 og PG6 skal medføre eventuell fare for miljø eller spredning

Det foreslås derfor følgende miljømål tilknyttet tiltaksområdet på land:

- A. Forurensning i grunnen skal ikke medføre helsefare eller ha andre negative miljøkonsekvenser for brukere av området.
- B. Det skal ikke være spredning av forurensning fra land til sjø i et slikt omfang at det kan gi miljøskadelig påvirkning på vannforekomsten.

3.6 Stedsspesifikk risikovurdering - land

For å vurdere om påvist forurensning på verftsområdet sett under ett representerer helse- eller spredningsfare er det i rapport 216858-RIGm-RAP-001 utført en overordnet risikovurdering i henhold til Miljødirektoratets veiledere «Risikovurdering av forurenset grunn» (TA-1629/1999) og «Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn» (TA-2553/2009).

Nedenfor følger en mer stedsspesifikk oppdatering av hovedmomentene i risikovurderingen med fokus på tiltaksområdet og resultatene fra de supplerende undersøkelsene.

3.6.1 Helsebasert risikovurdering

De forurensede massene ligger under dekker av asfalt, på et industriområde avstengt med gjerder. Eksponeringsmuligheter via innånding, hudkontakt eller oralt inntak er derfor neglisjerbare. Så lenge kostholdsrådet i Karmsundet overholdes, utgjør heller ikke inntak av fisk en reell helsefare.

Det vil si at eneste eksponeringsmulighet for de forurensede massene er når gravearbeider utføres, noe som gjøres sjelden og med så korte varigheter at helsefaren er minimal.

Det konkluderes dermed, som tidligere, at påvist forurensning ikke utgjør noen reell helsefare slik de ligger i dag og med dagens arealbruk (ref. rapport 216858-RIGm-RAP-001).

3.6.2 Spredningsbasert risikovurdering

Spredning av forurensning til sjø forutsetter tilstedeværelsen av vann i bevegelse. Det er tette dekker/bygninger over store deler av arealene. Infiltrasjon av nedbør vil derfor være begrenset, da nedbør ledes til overvannsnett og dreneres til sjø. Det er også minimalt med tilførsel av nedbør fra områdene oppstrøms eiendommen pga. fjellskjæringen langs verftets østre grense.

Dette betyr at det kan antas å være tilsvarende forhold i denne delen av verftsområdet som beskrevet i den overordnede risikovurdering i rapport 216858-RIGm-RAP-001.

Undersøkelsene viser at fyllmassene i tiltaksområdet enten er lagt på fjell eller fylt ut i sjø (innvunnet areal). Eventuelle forurensede masser under grunnvannstanden/i tidevannssonen vil representere større spredningsfare enn masser som ligger «tørt» mellom tette dekker og vannspeilet. Masser med høy forurensningsgrad (blåsesand) er kun påtruffet over høyeste vannstand, men det har i begrenset grad vært mulig å undersøke i større dyp under vannstanden.

Tabell 2 indikerer at fyllmasser under tidevannsnivået hovedsakelig har lav forurensningsgrad som tilstandsklasse 2, foruten en prøve i tilstandsklasse 3.

Ingen av de observerte forekomstene av forurenset blåsesand påvirkes av grunnvannstanden/tidevannet, se Tabell 3.

Spredning med partikkeltransport/vann

For å vurdere spredning med partikkeltransport/vann innenfor tiltaksområdet er det sett på hvilke fyllmasser som ligger under grunnvannstanden, se resultatet i Tabell 2. HAT ved Risøy bru (Rogaland) er kote +0,4 iht. høydereferanse NN2000. Avstanden mellom HAT og observasjoner av massetypen blåsesand er gitt i Tabell 3. Eksempelvis i PG5, prøvepunktet med farlig avfall av bly og sink, ligger blåsesanden 1,0 m over HAT.

Massene dypere enn ca. 0,5 m under vannspeilet (kote +0,3) er i liten grad undersøkt. Det ble imidlertid satt ned en grunnvannsbrønn i tidligere Risøyvågen (PG14, ref. rapport 216858-RIGm-RAP-001), hvor det i gropens bunn ble observert store blokker (ca. 1 m i diameter). Det vurderes som sannsynlig at liknende grove masser i stor grad har blitt benyttet i de utfylte områdene, spesielt i de ytre arealene mot sjøen. Som en følge av dette kan det derfor antas at massene under grunnvannstanden inneholder lite finstoff som kan medføre spredning av forurensning.

De grove massene gjør at tidevannet gir bevegelse flere meter inn i fyllingene. Dette har pågått i svært mange år og det kan derfor forventes at mobile partikler vil være vasket ut for lengst.

Konsentrasjonene i Tabell 2 er lavere enn akseptkriterier i tidligere utførte teoretiske vurderinger for spredning løst i vann. Dette betyr at det ikke er påvist konsentrasjoner i jordprøvene under vannspeilet som tilsier at forurensning kan løses i vann i så høye konsentrasjoner at det kan medføre uønskede konsekvenser for akvatisk liv i sjøen utenfor tiltaksområdet.

Det konkluderes derfor med at det er liten risiko for spredning, verken fra påvist blåsesand eller fra øvrige fyllmasser.

Tabell 2 – Oversikt over prøver under grunnvannstand/i tidevann innenfor tiltaksområdet.

PrøveID	Dybde (m)	Matrix	Arsen	Bly	Kadmium	Kobber	Sink	Krom	Nikkel	Benso(a)pyren	Sum PAH-16	Bensen	Sum alifater >C12-C35
			mg/kg										
PG30-C	1,0-1,8	FM	1	49	<0,05	95	140	38	25	0,1	1	<0,010	n.d.
PG31-C	0,8-2,5	FM	8	2	<0,05	90	65	40	25	<0,010	0	<0,010	n.d.
PG32-B	1,0-2,2	FM	1	24	<0,05	120	270	67	45	0,0	0	0,03	10
PG33-C	1,0-2,6	FM	19	6	0,2	130	79	48	44	<0,010	0	<0,010	n.d.
PG34-C	1,0-2,2	FM	<0,5	9	<0,05	92	120	100	60	0,0	0	<0,010	n.d.
PG35-D	1,35-2,3	FM	<0,5	5	<0,05	54	78	180	87	0,0	0	<0,010	n.d.
Norm			8	60	1,5	100	200	50	60	0,1	2	0,01	100

Tabell 3 - Avstand mellom blåsesand og HAT

Prøvepunkt	PG5	PG6	PG30	PG31	PG35
Avstand fra HAT og til observert blåsesand (m)	1,0	1,0	0,4	0,9	0,25

3.6.3 Konklusjon risikovurdering land

Utførte undersøkelser og vurderinger indikerer at det ikke er påvist forurensede masser innenfor tiltaksområdet som, med dagens arealbruk (industri), representerer en helsemessig risiko for dagens brukere. Det vurderes også at den påviste forurensningen ikke utgjøre noen reell spredningsfare. Det konkluderes derfor med at både **miljømål A og B** er oppfylt.

3.7 Vurdering av tiltaksbehov

Målet er å hindre negativ miljøkonsekvens fra området ved prøvegroppene PG5 og PG6. Risikovurderingen viser at det ikke er fare for miljø og/eller spredning knyttet til dette området. Siden det likevel foreligger et pålegg om utarbeidelse av tiltaksplan for landområdet, er forskjellige tiltaksløsninger diskutert, for å sikre at valg av tiltak er godt vurdert miljøfaglig.

3.7.1 Alternativ 1: Ingen utgraving

Ved ikke å gjøre tiltak på land vil de forurensede løsmassene bli liggende igjen, tildekket under asfalt, uten å representere en fare for miljøet. Eneste reelle eksponeringsmulighet er knyttet til eventuell gravearbeid, som utføres sjeldent, men hvor miljømessig forsvarlig håndtering sikres ved at det da skal lages en tiltaksplan for arbeidet, jf. forurensningsforskriften kap. 2.

Det er med andre ord ingen negativ miljørisiko knyttet til løsningen. Den er fordelaktig fordi løsningen er forsvarlig sett fra et miljøfaglig ståsted og fordi den ikke innebærer en økonomisk belastning.

3.7.2 Alternativ 2: Fjerne løsmasser i tilstandsklasse 4, 5 og farlig avfall

Fjerning av forurensede løsmasser i tilstandsklasse 4, 5 og farlig avfall, vil i praksis si å fjerne samtlige løsmasser ned til berg eller til kote +0,4 (HAT). Hele tiltaksområdet må graves opp (med unntak av pullert), fordi man ikke vet hvor blåsesand ligger pga. små lommer som er vanskelige å se under utgravingen. Det vil derfor ikke være mulig å skille ut blåsesanden fra øvrige løsmasser i graveprosessen. Stein og blokk sorteres ut og kan legges tilbake, mens finstoff <25 mm må leveres i sin helhet til godkjent deponi, selv om kun deler av dette vil være forurenset.

Under utgravingen vil det ikke kunne utføres graving nært sjøkanten siden geoteknisk stabilitet må beholdes. Det vil heller ikke være mulig eller hensiktsmessig å grave i arealer hvor ny pullert er satt ned.

Estimert er utgravingsbehovet på ca. 5 000 m³, og vi antar at ca. 60 % av dette er ren stein/blokk. Dette betyr at ca. 2 000 m³ leveres som forurensede masser til godkjent deponi, mens trolig mindre enn 5 % av dette er forurenset blåsesand.

Området vil være utilgjengelig for Aibel AS under utgravingen, antatt 2-4 ukers tid på grunn av mye kabler i grunnen, samt det vil være begrenset med plass til mellomlagring/solling.

Ulempene med denne løsningen er tilsynelatende hovedsakelig knyttet til det økonomiske aspektet og praktisk gjennomføring i et travelt industriområde. I tillegg er imidlertid den miljømessige gevinsten liten siden svært lite forurensede masser vil bli fjernet i en energikrevende prosess, samtidig som en større andel rene masser vil bli fraktet unødvendig til deponi.

Fordelene med løsningen er at denne delen av verftsområdet kan sies å være ferdig oppryddet.

3.7.3 Alternativ 3: Fjerne løsmasser tilsvarende farlig avfall

Fjerning av forurensede løsmasser tilsvarende farlig avfall vil si utgraving av området ved PG5.

Området avgrenses i øst av tidligere bod for oljehåndtering, og i sør og vest av prøvepunktene PG30

og PG31. Grus, stein og blokk kan sorteres ut, men også ved denne løsningen vil man vanskelig kunne skille forurenset finstoff fra rent finstoff.

Antas et utgravingsbehov på ca. 400 m³, og at ca. 60 % av dette er ren stein/blokk, betyr dette at ca. 160 m³ må leveres til godkjent deponi som forurensete masser. Av dette er trolig mengden blåsesand mindre enn 10 %, dvs. ca. 16 m³.

Ulempene med denne løsningen er tilsynelatende også hovedsakelig knyttet til det økonomiske aspektet og praktisk gjennomføring i et travelt industriområde. I tillegg er imidlertid den miljømessige gevinsten liten siden svært lite forurensete masser vil bli fjernet i en energikrevende prosess, samtidig som en større andel rene masser vil bli fraktet unødvendig til deponi.

Fordelene med løsningen er at denne delen av verftsområdet kan sies å være delvis oppryddet.

3.7.4 Kostnadsoverslag

Kostnadsoverslag for de tre alternativene er gitt i Tabell 4. Usikkerhet på 25 % er inkludert.

Før graveoppstart må eventuelle installasjoner i grunnen påvises (kabler, rør og vannledning), samt overholde Aibels krav til arbeidstillatelser for graving og HMS (internt kurs). Dersom det er påvist strømkabler eller gassrør i nærheten av tiltaksområdet, kreves en hjelpemann tilstede under utgravingen. Sistnevnte vil være gjeldende for tiltaksområdet.

Etter utført tiltak må området tilbakeføres og asfalteres ihht. krav.

Forurensete løsmasser må leveres til godkjent mottak, dvs. ordinært avfall kan eksempelvis leveres til HIM IKS i Haugesund og farlig avfall til FSG i Bergen.

Tabell 4 – Kostnadsoverslag for de 3 ulike tiltaksløsningene for løsmassene på land. Det er benyttet deponikostnad inkl. transport for ordinært avfall på kr 500 per tonn til HIM IKS og for farlig avfall på kr 1300 per tonn til FSG.

Alt.	Utgraving + sortering av masser + asfaltering (i timer)	Masser som skal deponeres (m ³)	Gravekostnad	Deponikostnad	Asfalteringskostnad	Total kostnad (avrundet til nærmeste 100 000 kr) + 25 % usikkerhet
Alt. 1	0	0	0	0	0	0
Alt. 2	130	2 000	130 000	1 288 000	300 000	2 148 000
Alt. 3	50	160	50 000	208 000	20 000	348 000

3.8 Konklusjon tiltaksløsning land

Vi mener at tiltaksalternativ 1 er beste løsning, siden løsningen oppfyller alle miljømålene for området og arealbruken fortsatt skal være industri.

3.9 Kontroll og overvåking

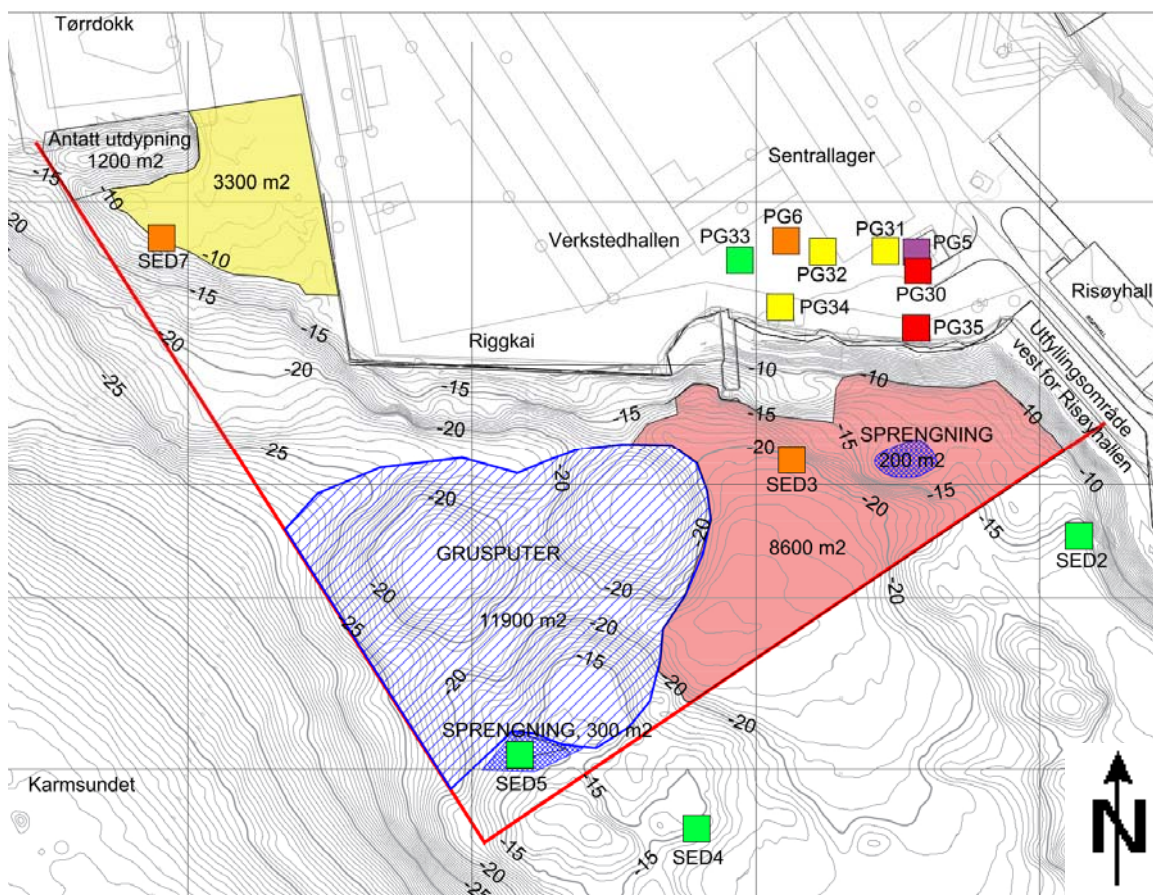
Det vil generelt ikke være behov for kontroll eller overvåking av landområdet under eller etter beskrevne tiltak på land (gjelder samtlige alternativer 1-3).

Under utgraving av hele området, alternativ 2, bør det imidlertid vurderes hvorvidt utgravingen kan føre partikler til sjø og eventuelt behov for avbøtende tiltak (eks. siltgardin).

4 Tiltaksområde sjø

4.1 Utførte undersøkelser

Tiltaksområdet Fylkesmannen har angitt i sjø ligger like utenfor tiltaksområdet på land. Det er ca. 38 000 m² stort, og strekker seg fra tørrdokken i vest og til Risøyhall i øst. I vest avgrenses det av dyprennen i Karmsundet. Det er tatt prøver av sedimentene i tre stasjoner innenfor dette tiltaksområdet, SED3, 5 og 7. Se Figur 6 og tegning -M07 for plassering av stasjoner.



Figur 6 – Figuren viser situasjonsplan for opprydding i sjø, utklipp av tegning -M07. Utførte arbeider i sjø er grusputer og sprengning (skravert blått), antatt utdypning, samt fylling i sjø ved utvidelse av industriområdet på land. Gjenstående areal hvor tiltak anbefales utført utgjør ca. 8 600 m² og er skravert med rødt. Gult skravert er områder hvor tiltak kan gjennomføres, men ikke anbefales. Kartgrunnlag: Petter Rasmussen AS

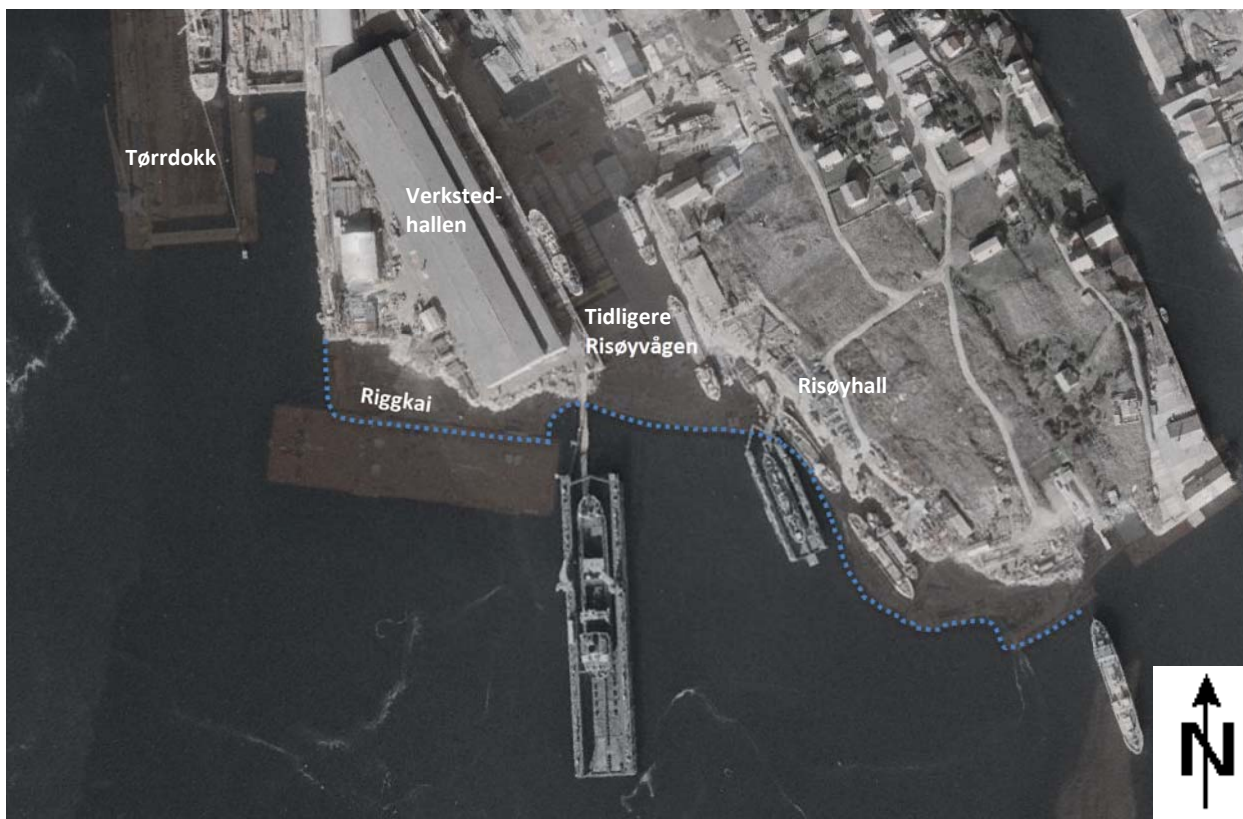
4.2 Bunn- og grunnforhold

I størstedelen av tiltaksområdet varierer vanddybden fra ca. 10 m (hovedsakelig inn mot land) og til opp mot ca. 30 m på det dypeste i vest. Nær land, først og fremst der det ikke er kaier, kan det også være grunnere enn 10 m.

Innenfor tiltaksområdet har Aibel i flere omganger utført flere undervannsarbeider. Dette gjelder sprengninger/utdypninger i to områder (fire søknader til Fylkesmannen i perioden 2011-2015), samt utlegging av grusputer som tilrettelegging for plassering av installasjoner på havbunnen i et område på ca. 11 900 m² sør for riggekaien, se Figur 6. Arbeidene sees på som utførte tiltak, ref. Fylkesmannens vurdering i pålegg om utarbeidelse av tiltaksplan, og kan tas ut av tiltaksplanområdet.

Historiske flyfoto over området viser at både det aktuelle tiltaksområdet på land (tidligere Risøyvågen), samt området ved riggekaien, er områder som tidligere er fylt ut i sjøen, se Figur 7. I tillegg ble

det fylt ut like vest for Risøyhallen rundt 2012. Alle disse områdene antas derfor å ha blitt avsluttet mot sjøen med en fyllingsskråning av stein.



Figur 7 – Figuren viser en sammenstilling av flyfoto fra 1969 og 2013. Dagens strand-/kailinje er antydnet med blå, stiptet linje. (Kilde: www.norgebilder.no)

I den orienterende miljøtekniske undersøkelsen fra 2014 er det beskrevet at de øverste 0,1 m av sedimentene i SED3, like utenfor tiltaksområdet på land, består av silt og fin sand (bløte masser). Ifølge dykkeren bestod bunnen av slam og stedvis små lommer av sand. I prøven fra SED3 ble det påvist bare 6 % finstoff (<63 μm), hvorav 3 % er leire, se Tabell 5. Noenlunde samme bunnforhold ble observert i SED2, like utenfor tiltaksområdet i øst.

I SED5, ved tiltaksområdets sørvestre hjørne, og i SED7, ved tørrdokken i nordvest, fantes det ikke tilstrekkelig med løsmasser til å ta sylindreprøver, og dykkeren samlet derfor inn prøvemateriale for hand/skuflet inn i sylindren fra lommer med sediment. I SED5 bestod sedimentene av svart sand/silt med skjellbiter, mens det i SED7 var grå grus og sand. I disse to prøvene ble det påvist 5 % finstoff (<63 μm), hvorav 2-4 % er leire. SED5 ble tatt ved siden av grusputene, like ved området hvor det i 2015 ble utført sprengningsarbeid, se Figur 6 og tegning -M07. Dykkeren beskriver sjøbunnen ved SED5 som tynt lag med sand over berg, mens det utenfor SED7 ble observert oppstikkende fjell med et tynt løsmasselag. Vest og sørvest for SED7 viser bunnkotekartet at bunnen skrår relativt bratt ned mot dypålen til Karmsundet, og det er usikkert hvor mye sedimenter det er i dette området.

I 2011 ble det utført geotekniske undersøkelser for utfyllingen som nå er lagt vest for Risøyhall. I de to til tre ytterste boringene fra denne undersøkelsen, som ligger i tiltaksområdet, og som antas å fortsatt ligge utenfor fyllingsfoten, viste sonderboringene 1,7-3 m med antatt sand over 0-2,2 m med antatt grovere og fastere masser av grus og morene på berg. Løsmassmektigheten økte videre mot sørøst (ref. Multiconsults rapport nr. 613333-1).

Rett sør for tørrdokken, like nordvest for SED7, kan det ut fra bunnkotene se ut som om det er gravd/sprenget ut en fordykning på sjøbunnen, se Figur 6. Ut fra bunnkotecartet ligger bunnen av trauret på ca. kote minus 16,5.

Sjøbunnen utenfor riggekaien er relativt bratt, og deler av dette området kan også være områder med bart berg. Eventuell forurensning vil være knyttet til finstoffholdige sedimenter. Også i området mellom tørrdokken og den utlagte grusputen heller store deler av sjøbunnen relativt bratt ned mot dypområdet i Karmsundet. Ut fra bunnkotecartet og dykkerens observasjoner ved SED5 og SED7 antas også dette området å bestå av mye bart berg og lite sedimenter.

Områder med bart berg, og fyllingsskrånninger som består av steinfylling uten sedimenter/løsmasser, kan etter vår vurdering tas ut av tiltaksområdet.

4.3 Beskrivelse av forurensningssituasjonen

I Multiconsults undersøkelser ble det funnet at sedimentene utenfor verftsområdet generelt er forurenset i tilstandsklasse III-V (moderat til svært dårlig) av TBT, PCB₇, PAH₁₆ og enkelte tungmetaller (ref. rapport 216858-RIGM-RAP-001). Analyseresultatene av prøver fra tiltaksområdet er vist i Tabell 5, der også klassifiseringen er oppdatert med de siste tilstandsklassene fra Miljødirektoratets veileder M-608/2016, og sammenstilt med trinn 1-grenseverdier fra Miljødirektoratets veileder M-409/2015.

Analyseresultatene fra tiltaksområdet viser at samtlige prøvepunkter er forurenset over trinn 1-grenseverdien av TBT og PCB₇ i hhv. tilstandsklasse V og IV. Prøven fra SED3 er i tillegg forurenset av 15 av de 16 undersøkte PAH-forbindelsene (tilstandsklasse III-IV), samt kobber, sink og bly (III-IV). SED5 regnes ikke som forurenset av metaller, men i tillegg til TBT og PCB₇ er det påvist forurensning av 10 av de 16 PAH-forbindelsene (tilstandsklasse III-IV). Prøven fra SED7, foran tørrdokken, er den som er minst forurenset av PAH. Kun to av de undersøkte forbindelsene er påvist i konsentrasjoner over trinn 1-grenseverdien (III), mens sum PAH₁₆ er under grenseverdien. I denne prøven er det i tillegg til TBT og PCB₇ påvist forurensning av nikkel (IV) og sink (III). Konsentrasjonen av sink er så vidt over trinn 1-grenseverdien.

SED3 inneholder tungmetallforurensning tilsvarende den man har observert på land i blåsesanden (bly og sink). Ut fra historikken vet vi at det under utfylling i sjø på 80-tallet ble dumpet blåsesand og annet restprodukter fra verkstedhallen i fyllmassene som da lå i sjøkanten. Før det ble lagt tette dekker over fyllmassene kan det ha forekommet spredning til sjø under regnværperioder. Det har også vært en dokk i området like utenfor SED3, ref. kart fra 1969 på www.norgebilder.no, og påvist forurensning kan også skyldes verftsvirksomhet som har pågått på sjøen. Ut fra de utførte undersøkelsene er det ikke mulig å angi nøyaktig(e) kilde(r) til den påviste forurensningen i sedimentene.

Det kan heller ikke utelukkes forurensningsbidrag fra andre kilder i nærheten. Tidligere undersøkelser i Karmsundet har f.eks. vist at sedimentene er sterkt forurenset av PAH-forbindelser (fra bl.a. Hydros aluminiumsfabrikk på Karmøy). Den generelle verftsdriften, annen industri, utslipp av kloakk og overvann, og skipstrafikk er også potensielle kilder som kan ha ført til forurensning av sedimentene.

Tabell 5 – Analyseresultater for de 3 sedimentprøvepunktene innenfor tiltaksområdet, fargekodet iht. M-608. Blå farge markerer verdier under bakgrunnsverdien, og blå og grønn farge er generelt under trinn 1-grenseverdien fra M-409.

PrøveID		Sed 3	Sed 5	Sed 7	Bakgrunns- verdi	Grenseverdi for Trinn 1
Total tørrstoff (TS)		74	79	81		
<63 µm	%	6	5	5		
<2 µm		3	2	4		
TOC		2	1	0		
Arsen	mg/kg	9	2	3	15	18
Bly		260	25	40	25	150
Kadmium		0,31	0,05	0,05	0,2	2,5
Kobber		130	67	57	20	84
Krom		34	14	16	60	660
Kvikksølv		0,31	0,22	0,08	0,05	0,52
Nikkel		33	14	210	30	42
Sink		780	72	140	90	139
Tributyltinn*			2300	1800	370	-
ΣPCB ₇		90	150	52	-	4,1
Naftalen		110	13	19	2	27
Acenaftalen		17	<10	<10	1,6	33
Acenaften		240	28	15	2,4	96
Fluoren		210	22	10	6,8	150
Fenantren		1200	180	59	6,8	780
Antracene		310	38	12	1,2	4,6
Fluoranten		2000	310	95	8	400
Pyren	µg/kg	1800	310	83	5,2	84
Benzo[a]antracene		1500	290	75	3,6	60
Krysen/Trifenylene		1600	340	89	4,4	280
Benzo[b]fluoranten		1400	320	76	90	140
Benzo[k]fluoranten		960	250	70	90	135
Benzo[a]pyren		1100	250	63	6	183
Indeno[1,2,3-cd]pyren		680	170	47	20	63
Dibenzo[a,h]antracene		150	42	<10	12	27
Benzo[ghi]perylene		690	180	52	18	84
ΣPAH ₁₆			14000	2700	760	-

* Tributyltinn er i samsvar med retningslinjene fra Miljødirektoratet klassifisert etter de forvaltningsmessige tilstandsklassene i TA-2229/2009.

4.4 Vurdering av datagrunnlaget

For områder mindre enn 30 000 m² sier Miljødirektoratets veileder M-409|2015, «Risikovurdering av forurenset sediment», at det kan være tilstrekkelig med tre prøver, mens i områder større enn 30 000 m² anbefales minimum 5 prøver. Ingen prøve kan representere mer enn 10 000 m² sjøbunn i områder grunnere enn 20 m. I områder dypere enn 20 m ventes det mer homogene bunnforhold, og her kan hver prøve representere inntil 40 000 m² sjøbunn. I størstedelen av tiltaksområdet er vandedypet under 25 m. I tiltaksområdet på ca. 38 000 m² er det tatt prøver i tre stasjoner, alle i områder grunnere enn 20 m. Dette er færre prøver enn det veilederen anbefaler, men siden tiltaksområdet

var del av et større undersøkelsesområde, og det er tatt flere prøver i umiddelbar nærhet av tiltaksområdet, vurderer vi likevel datagrunnlaget som tilstrekkelig til å kunne vurdere behov for eventuelle tiltak i området.

4.5 Miljømål

Kravet om tiltak er av Fylkesmannen begrunnet med et formål om å redusere uakseptabel risiko for at forurensning i sjøbunnen medfører fare for helse, miljø og spredning.

Det foreslås derfor følgende miljømål tilknyttet de forurensede sedimentene innenfor tiltaksområdet:

- C. Det skal ikke være spredning av forurensning fra sedimentene i et slikt omfang at det kan gi helse- eller miljøskadelig påvirkning på mennesker eller vannforekomsten (Karmsundet).

4.6 Stedsspesifikk risikovurdering - sediment

Det er ikke tatt supplerende prøver i det aktuelle tiltaksområdet siden den orienterende undersøkelsen i 2013/2014, men det er fremkommet ny informasjon om utførte undervannsarbeider i tiltaksområdet avgrenset av Fylkesmannen. Siden risikovurderingen ble utført i 2013/2014 har det også kommet nye tilstandsklassegrenser og nye trinn 1-grenseverdier for mange av stoffene. I tillegg ble risikovurderingen i 2014 utført for et større sjøområde enn det som inngår i tiltaksplanområdet fra Fylkesmannen.

Risikovurderinger av sedimentene i området som ble undersøkt i 2013/2014 (ca. 375 000 m²) viste at forurensningen kan utgjøre en risiko mht. human helse, men så lenge kostholdsråd i Karmsundet overholdes, ble dette vurdert ikke å utgjøre noen reell fare (ref. rapport 216858-RIGm-RAP-001).

Det ble også utført spredningsberegninger som tydet på noe spredning av TBT, PAH₁₆ og PCB₇ fra det undersøkte området. Dersom en ser på kun de delene av tiltaksområdet der det antas å være forurensede sedimenter (dvs. minus områder med grusputer, steinfyllingsskråninger og antatt bart berg), så viser beregningsarket til risikovurderingsverktøyet en overskridelse av «tillatt forurensning» for nikkel og sink på 1,5-2,1 ganger. Med de sikkerhetsfaktorene som ligger inne i regnearket, så vurderes dette som lavt. PAH-forbindelsene viser en overskridelse fra ingen til inntil 38 ganger, mens det for TBT er beregnet en overskridelse av «tillatt spredning» på 90 ganger. For at spredningsberegningen skal vurderes som realistiske bør tømme tiden, dvs. tiden det tar å tømme sedimentet for det aktuelle stoffet, være større enn 100 år (jf. veileder M-409). Dette stemmer bra for nikkel og sink (beregnet tømme tid på 241 og 2 008 år), men spredningen av de organiske miljøgiftene er trolig overestimert. Kontroll av tømme tiden viser at denne er 0,1 år for TBT og 0,3-66 år for 15 av de 16 PAH-forbindelsene. Bare for indeno(1,2,3-cd)pyren er tømme tiden over 100 år (150 år). De tre PAH-forbindelsene som viser høyest overskridelse av «tillatt spredning», har en beregnet tømme tid på 0,5-12 år, dvs. langt under 100. Det er derfor usikkert hvor mye spredning det faktisk er fra sedimentene.

Vurdering av risiko for økosystemet tyder på overskridelse av grenseverdiene for økologisk risiko (PNEC_w) i porevann for TBT, de fleste av de 16 PAH-forbindelsene, og arsen, kobber og nikkel. For metallene er overskridelsen kun på 1,2-1,4 ganger PNEC_w¹. Beregnet porevannskonsentrasjon for arsen viser overskridelse selv om påviste sedimentkonsentrasjoner er langt under bakgrunnsverdien for arsen. Etter vår vurdering tyder dette også på at beregningene er overestimert. Også for mange av PAH-forbindelsene er overskridelsene lave (1,2-10,3), men for fire av forbindelsene er det

¹ PNEC = Predicted No Effect Concentration

beregnet en overskridelse på 37-333 ganger. Det er likevel først og fremst for TBT at beregningene viser en vesentlig overskridelse. I sjøvann ble bare grenseverdien for TBT overskredet.

4.6.1 Konklusjon risikovurdering sjø

Risikovurderingen viser at det i liten grad foregår miljøskadelig spredning av metaller fra de forurensede sedimentene innenfor angitt tiltaksområde, men at det trolig er noe spredning av enkelte PAH-forbindelser og TBT. Omfanget av denne spredningen er imidlertid usikkert, da kontroll av tiden det tar å tømme sedimentene fra de aktuelle stoffene tyder på at spredningen er overestimert. Dersom en skal få sikrere tall på spredningen må det eventuelt utføres mer stedsspesifikke undersøkelser (f.eks. analyser av porevann). Den høyeste risikoen er påvist for økosystemet, dvs. bunnfauna og bunnlevende organismer. Siden risikovurderingen ikke kan utelukke at det foregår miljøskadelig spredning, er det i det etterfølgende gjort en nærmere vurdering av tiltaksbehov. Når det gjelder eventuell miljøskadelig påvirkning på mennesker, så er det aktuelle tiltaksområdet så lite at det neppe vil ha noe si for kvaliteten på fisk og skalldyr i Karmsundet. Det konkluderes derfor med at Miljømål C ikke er oppfylt for bunnfauna og bunnlevende organismer i tiltaksområdet, men at det trolig ikke foregår spredning av forurensning fra sedimentene i et slikt omfang at det kan gi helse-skadelig påvirkning på mennesker eller på vannforekomsten (Karmsundet) for øvrig.

4.7 Vurdering av tiltaksbehov

Fylkesmannen har gitt pålegg om opprydding i forurensede sedimenter innenfor et tiltaksområde på ca. 38 000 m². De utførte arbeidene som omfatter utlegging av grusputer utenfor rigggai (ca. 11 900 m²) og sprengning i to områder (totalt ca. 500 m²) anses som utførte tiltak, og tiltaksområdet kan derfor reduseres med ca. 12 400 m², se Figur 6.

I tillegg inneholder tiltaksområdet en del steinfyllingsskråninger og en del bratte områder som ut fra bunnkotekartet og dykkerobservasjoner antas å bestå av steinfylling eller bart berg. Disse områdene kan også utgå.

Vanligvis regner en at propelloppvirvling kan påvirke bunnen ned til 20 m vanddyb, jf. veileder M-409. I mange tilfeller utføres det derfor ikke tiltak i områder under kote minus 20. I dette tilfellet vurderer vi at det ikke er nødvendig å utføre tiltak under kote minus 20 i de relativt bratte områdene ned mot Karmsundet vest og sørvest for riggkaien. Like øst for området med grusputer ligger sjøbunnen mellom ca. kote minus 20 og minus 23. I dette området vurderer vi at det kan være aktuelt å utføre tiltak siden sjøbunnen her er ganske flat og ligger mellom høyere knauser, noe som kan tyde på at det er akkumulasjonsbunn i dette området. I tillegg er SED3, som er den mest forurensede av de undersøkte prøvene, tatt så dypt som på ca. kote minus 18.

Ut fra vurderingene over ender en opp med to områder på hhv. 3 300 m² og 8 600 m² der det vurderes som aktuelt å utføre tiltak. Det minste av disse ligger mellom tørrdokken og riggkaien, mens det største ligger øst for grusputene, se Figur 6 og tegning -M07.

I prinsippet er det to former for tiltak som er aktuelle i forbindelse med forurenset sjøbunn: 1) fjerne de forurensede sedimentene ved mudring, eller 2) dekke dem til. Dersom en regner med at naturlig restitusjon kan føre til at miljømålene nås innen rimelig tid, kan overvåking også være et aktuelt tiltak. Slik overvåking kan eksempelvis være bruk av passive prøvetakere. Det fremkom på møtet med Fylkesmannen at dette ikke vil være en aktuell løsning og det er derfor ikke gått videre med denne løsningen.

Ved valg av tiltaksmetode er det flere ting som kan spille inn, bl.a. eventuelle krav til seilingsdyp, strøm- og grunnforhold, samt planlagt arealbruk. Ifølge oppdragsgiver foreligger det per i dag ingen konkrete krav til seilingsdyp, men at seilingsdyp er prosjektavhengig og derfor kan endre seg.

4.7.1 Aktuelt saneringsområde mellom tørrdokk og riggkai

Det minste av de to aktuelle saneringsområdene, mellom tørrdokken og riggkaien, er et område med relativt flat sjøbunn som ligger på ca. kote minus 8 til minus 11. Bunnen heller svakt mot sør. På grunn av vanddybden og bruken av området (kai) må en påregne behov for erosjonssikring av eventuelt tildekkingslag. Erosjonssikringen kan bestå av et lag med større stein eller f.eks. betongmadrasser. Fordelen med betongmadrasser framfor stein er at tykkelsen av erosjonssikringslaget er ventet å bli mindre, og reduksjonen av seilingsdybden som følge av tiltaket vil derfor bli mindre. Men betongmadrasser er ventet å være vesentlig dyrere enn å bruke stein. Seilingsdybden vil uansett bli noe redusert.

I dette området er ikke seilingsdybden større enn at behov for økt seilingsdyp fort kan bli aktuelt i et framtidig prosjekt. Dersom en velger å dekke til sjøbunnen vil dette i tillegg til å redusere seilingsdybden, også kunne føre til begrensninger på eventuelt framtidig ønske om økt seilingsdyp. Uansett vil en tildekking kunne gjøre en eventuell framtidig utdyping ekstra kostbar. Dersom en ikke med stor sikkerhet kan slå fast at redusert seilingsdyp på grunn av tildekking ikke vil medføre framtidige problemer med seilingsdyp, så frarådes i utgangspunktet tildekking som tiltak i dette området.

Dersom de forurensede sedimentene fjernes ved mudring, så vil dette ikke føre til begrensninger på arealbruken i området, men mudring som tiltaksmetode kan ha andre utfordringer, f.eks. at det må være et sted å deponere massene. I dette tilfellet kjenner en ikke til muligheter for å bygge et lokalt deponi, og det antas derfor at eventuelle mudringsmasser må leveres til eksternt mottaksanlegg for forurensede masser.

Mudring kan generelt utføres ved mekaniske metoder (graving, bakgraver med lokk, grabb) eller hydrauliske metoder (sugemudring). De ulike mudringsmetodene har ulike fortrinn og ulemper, og hvilken metode som vil være best egnet vil avhenge av flere stedsspesifikke forhold. Da dykker tok prøve av sedimentene i SED7 beskrev han bunnen som oppstikkende fjell med et tynt løsmasselag av sand, grus og stein. Mudring med grabb vurderes som uegnet ved denne typen bunn, da det ikke er ventet at grabben vil klare å samle opp det tynne sedimentlaget fra fordypninger i bergoverflaten. Også ved graving eller bruk av bakgraver med lokk er det ventet at det vil bli vanskelig å samle opp sedimentene. Selv om sedimentene kan være noe grove, vil trolig sugemudring kunne klare å samle opp sedimentene. Men ved bruk av sugemudring vil sedimentene bli tilført svært mye vann, og den samlede mudringsmengden som må håndteres er ventet å bli stor. Mest sannsynlig må det bygges et basseng for å få avvannet massene før de kan transporteres til eksternt mottak. Mudring med sugemudring er derfor ventet å bli en svært kostbar metode, se kostnadsberegning av tiltaksalternativene for saneringsområdet øst for grusputene i Tabell 6.

På grunnlag av vurderingene over, og kostnadsberegningene i kapittel 4.7.3, anbefales det ikke å utføre tiltak i dette området fordi de praktiske ulempene og kostnadene vil være uforholdsmessig store i forhold til en svært begrenset miljøgevinst.

4.7.2 Aktuelt saneringsområde øst for grusputer

Aktuelt saneringsområde øst for utlagte grusputer har et areal på ca. 8 600 m². Vanddybden i området varierer fra ca. 10 til ca. 23 m. Med slike vanddyp er det mindre sannsynlig at det vil oppstå behov for utdyping i framtiden. Det vil også være mindre behov for erosjonssikring. I dette området vurderes derfor tildekking som en aktuell metode.

Dersom en ønsker å bruke mudring som tiltaksmetode, må det først utføres en nærmere kartlegging av hvor dypt forurensningen strekker seg. Særlig nær tidligere utfyllingsområder kan utfyllingen ha ført til fortregning og omrøring av sedimentene slik at forurensningen strekker seg dypere enn det

den ville gjort ved naturlig sedimentasjon. I områder der sedimentene har fått ligge urørt vil forurensningen stort sett finnes i sedimenter som har sedimentert i den industrielle tidsalderen. I mange tilfeller vil dette si i ca. øverste 0,3 m av sedimentene, men dette vil også avhenge av sedimentasjonsraten på stedet.

Dersom en velger mudring som metode kan trolig både grabb og bakgraver benyttes. Sugemudring er ventet å bli mer kostbart enn bruk av mekaniske metoder, men sugemudring er ventet å føre til minimalt med oppvirvling og spredning av partikler mens mudringen pågår. Mekanisk mudring vil føre til mye oppvirvling av finstoff, og for å redusere spredning av forurensede partikler bør mudringsfartøyet arbeide innenfor en siltgardin.

Området der det vurderes som aktuelt med tiltak har begrenset utstrekning, og miljøeffekten i forhold til miljøkvaliteten i Karmsundet generelt er derfor usikker, og vil trolig ikke være registrerbar. Lokalt i området der det gjennomføres tiltak er det likevel ventet at miljøtilstanden for bunnfauna og bunnlevende organismer vil bli bedre. Det er ikke undersøkt hvorvidt sedimentene i området/Karmsundet forflytter seg og eventuelt kan føre til rekontaminering av sanert område. «Levetiden» for tiltaket er derfor usikker.

4.7.3 Kostnadsoverslag

En oversikt over de ulike tiltaksmetodene er vist i Tabell 6. I denne omgang er det bare sett på tiltak i det største området øst for grusputene. Sugemudring framstår som det klart dyreste alternativet med ca. 15,4 mill NOK. Mekanisk mudring er litt billigere, ca. 10,9 mill NOK, mens tildekking vil være det billigste alternativet med ca. 4,2 mill NOK. Alle kostnader er ekskl. mva.

Tabell 6 – Kostnader ved mekanisk mudring, og sugemudring og tildekking. Alle priser ekskl. mva.

Alternativ	Mudring		Tildekking
	1 Mekanisk mudring (0,5 m)	2 Sugemudring (0,5 m)	3 Tildekking (0,3 m)
Detaljprosjektering, anbudspapirer og kontrahering	250 000	250 000	250 000
Byggeledelse	250 000	250 000	250 000
Riggkostnader og klargjøring av mudringsområder	2 000 000	2 500 000	1 300 000
Mudring og sluttkontroll	1 675 000	1 382 500	0
Tildekking, inkl. sluttkontroll	0	0	1 325 000
Avvanning midlertidig deponi	0	4 765 000	0
Deponeringsavgift eksternt deponi (kr 550 per tonn inkl. transport)	4 235 000	4 235 000	0
Overvåking etter tiltak	200 000	200 000	200 000
25 % usikkerhet	2 177 500	3 075 000	843 750
TOTALT (ekskl.mva.)	10 887 500	15 375 000	4 218 750

For mudring som tiltaksmetode (både grabb- og sugemudring) er det forutsatt en gjennomsnittlig mudringsdybde på 0,5 m, slik at totalt teoretisk mudringsvolum blir 4 300 m³. Det er ikke tatt høyde for eventuell overmudring ved beregning av mudringsvolum. Forurensningssituasjonen i dybden er ikke kartlagt, og mudringstykkelsen kan dermed være både større og mindre.

I kostnadsberegningene er det tatt utgangspunkt i tildekking med et lag av knuste mineralske masser på 0,3 m over de forurensede sedimentene. Det er ikke vurdert behov for og kostnader til geotekniske grunnundersøkelser for kartlegging av sjøbunnens egnethet med hensyn til tildekking. Det antas at det ikke vil være behov for erosjonssikring i området, men dette må vurderes nærmere i en detaljprosjektering.

Det knytter seg mange usikkerhetsfaktorer til et kostnadsestimat i denne fasen av prosjektet. Det er derfor regnet med en usikkerhet på +25 % for uforutsette kostnader.

4.8 Konklusjon tiltaksløsning sjø

Tildekking av området øst for grusputene (ca. 8 600 m²) er den mest aktuelle tiltaksløsningen dersom pålegg om tiltak blir gitt. Av den beregnede kostnadene på totalt kr 4,2 mill NOK vil ca. halvparten være knyttet til detaljprosjektering, byggeledelse og tilrigging/klargjøring av området.

Det er store usikkerheter knyttet til spredningsvurderingene, som trolig er kraftig overestimert. Kostnadene ansees som uforholdsmessig store i forhold til mengden forurensede masser som fjernes fra kretsløpet i sjøen, den begrensede effekten av tiltaket og den ukjente «levetiden». Mulig rekontaminering av tiltaksområdet som følge av forurensede sedimenter i øvrige deler av Karmsundet er heller ikke vurdert.

4.9 Tiltaksrettede undersøkelser

Hvilke tiltaksrettede undersøkelser det kan være behov for, vil bl.a. avhenge av hvilken tiltaksløsning som velges, men det bør uansett gjennomføres en videokartlegging av tiltaksområdet for å avklare om alle antagelser vedrørende områder med steinfyllingsskråning og bart berg stemmer, samt kartlegging av eventuelt skrot. Det kan bli behov for å fjerne større gjenstander, men mest sannsynlig vil det bli lite behov for rydding av skrot dersom tiltaket består i tildekking. Omfang av undersøkelser bestemmes etter valg av endelig tiltaksløsning.

Tildekking foregår ved at det legges et lag med rene masser over de forurensede sedimentene. Lagets tykkelse må prosjekteres, og aktuelle tildekkingsmasser vurderes etter Miljødirektoratets tildekkingsveileder (M-411). Ut fra tilsvarende prosjekter vil trolig laget være ca. 0,3 m tykt. Det er i foreliggende arbeid ikke vurdert tildekking med ulike aktive barrierer (for eksempel aktivt kull).

4.10 Kontroll og overvåkning

4.10.1 Overvåkningsprogram

I forbindelse med detaljprosjektering av tiltaket må det også utarbeides et detaljert overvåkingsprogram, men noen generelle faktorer som er viktig å passe på er nevnt under.

Grunnet strømforholdene vil det være vanskelig å få festet en siltgardin for å hindre spredning av forurensede partikler, dette gjelder om man velger både mudring/graving og tildekking som tiltak. Under tildekkingsfasen vil man imidlertid kunne planlegge utføringen slik at spredning reduseres til det minimale.

Det eneste overvåkningstiltaket for kontinuerlig overvåking som kan være aktuelt er turbiditetsmålinger for å dokumentere at vannkvaliteten er akseptabel. Det foreslås en grenseverdi for turbiditeten i målepunktene som er noe høyere enn i en referansestasjonen (for eksempel +10 NTU).

Ved et eventuelt midlertidig deponi må man kunne overvåke sigevannet.

4.10.2 Sluttdokumentasjon

Dersom man velger å benytte tildekking som tiltak vil det under utførelse bli utført kontroll av tildekkingslagets tykkelse og utbredelse. Kontrollen planlegges utført ved bunnkartlegging med multi-stråleekkolodd før og etter utlegging, samt utplassering av målestaver på sjøbunnen. Alternativt kan det legges opp til et kontrollprogram med dykker/ROV. Det vil også være aktuelt å ta sluttkontrollprøver av tildekkingslaget for å dokumentere akseptabel miljøtilstand.

Dersom mudring bli påkrevd av Fylkesmannen, må det tas sluttkontrollprøver av gjenværende sedimenter for å dokumentere at ønsket miljøtilstand er oppnådd.

4.10.3 Langtidsovervåkning av tiltaket

Som langtidsovervåking av tiltaket må det påregnes prøvetaking for kontroll etter noen år for å se om utført tiltak har hatt ønsket effekt og miljøgevinst. I utgangspunktet anbefales ikke tiltak i sjøen utført og det ansees ikke som nødvendig med langtidsovervåkning.

5 Fremdrift

For å sikre en effektiv og god prosess må en samordne fremtidig arbeid og aktiviteter med Aibel AS's drift av området.

6 Referanser

Miljødirektoratet (1991). Veileder 91:01: Veiledning for miljøtekniske grunnundersøkelser. TA-20/1991

Miljødirektoratet (2016). Veileder: Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. M-608/2016

Miljødirektoratet (2015). Veileder: Håndtering av sedimenter. M-350/2015

Miljødirektoratet (2015). Veileder: Risikovurdering av forurenset sediment. M-409/2015

Miljødirektoratet (2015). Faktaark: Tiltaksplaner for opprydding i forurenset sjøbunn. M-325/2015

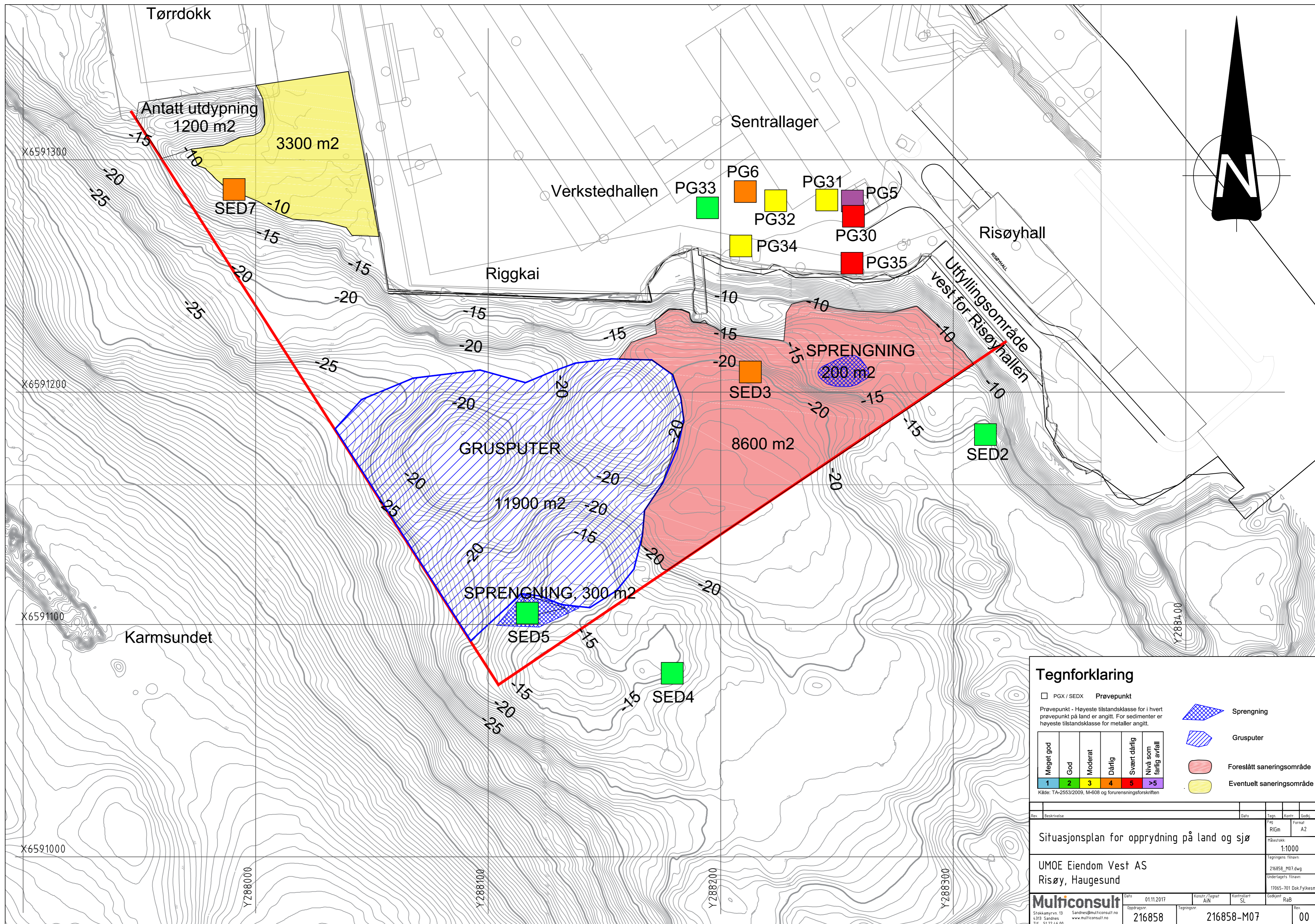
Miljødirektoratet (2009). Veileder: Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. TA-2553/2009.

Miljødirektoratet (1999). Veileder 99:01: Risikovurdering av forurenset grunn. TA-1629/99.

Multiconsult AS (2017). Supplerende miljøtekniske grunnundersøkelser ved PG5 og PG6. Rapport nr. 216858-RIG-RAP-002. Datert 30. juni 2017.

Multiconsult AS (2014). Orienterende miljøtekniske undersøkelser på land og i sjøsedimenter. Rapport nr.216858-RIGm-RAP-001. Datert 7. mars 2014.

Norsk Standard (2006). Jordkvalitet. Prøvetaking. Del 5: Veiledning for fremgangsmåte for undersøkelse av grunnforurensning på urbane og industrielle lokaliteter. NS-ISO-10831-5.



Tegnforklaring

PGX / SEDX **Prøvepunkt**
 Prøvepunkt - Høyeste tilstandsklasse for i hvert prøvepunkt på land er angitt. For sedimenter er høyeste tilstandsklasse for metaller angitt.

Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig	Nivå som farlig avfall
1	2	3	4	5	>5

Sprengning
 Grusputer
 Foreslått saneringsområde
 Eventuelt saneringsområde

Kilde: TA-2553/2009, M-608 og forurensningsforskriften

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Situasjonsplan for opprydning på land og sjø		Fag RIGM	Kontr. A2	Godkj. A2
UMOE Eiendom Vest AS Risøy, Haugesund			Målestokk 1:1000		
Tegningens filnavn: 216858_M07.dwg			Underlagets filnavn: 17065-101 Dok Fylkesplanen.dwg		
Multiconsult		Dato 01.11.2017	Konstr./Tegnet AIN	Kontrollert SL	Godkjent RaB
Stokkavnvei 13 4313 Sandnes Tlf. 5122 46 00		Oppdragsnr. 216858	Tegningsnr. 216858-M07		Rev. 00