



Loran-C, Bø i Vesterålen: kilde: norgeskart.no

LORAN-C

Miljøgeologisk grunnundersøkelse og tiltaksplan for graving i forurenset grunn

PROSJEKTNR. 710218/LORAN-C

RAPPORTNR. 0915/2023/EF-SØF

UGRADERTiht. sikkerhetsloven §§ 11 og 12
jf. offentlighetsloven § 13

DOKUMENTINFORMASJON

Publ./Rapportnr:2023/0915
(Multiconsult 10247085-RIGm-RAP-002)**Arkiv/Prosjekt:**

2023/710218

Tittel:Loran-C. Miljøgeologisk undersøkelse og tiltaksplan
for graving i forurenset grunn**Forfatter(e):**

Jan Raymond Sundell og Elisabeth Rabben (2023)

Oppdragsgiver/kontaktperson(er):

Manuel Echeverria

Oppdragsgivers prosjektnr./ref.nr:

160033 / Loran-C

Stikkord (norsk):

Forurenset grunn

Key word (English):

Contaminated soil

Sammendrag:

Forsvarsbygg planlegger sanering av bygg og konstruksjoner på Loran-C i Bø i Vesterålen. I den forbindelse vil det også gjennomføres opprydding i forurensete masser og avfall som er deponert på området. Denne rapporten beskriver håndtering av forurensete masser.

Som grunnlag for saneringen er det gjennomført miljøgeologiske undersøkelser med prøvetaking og kjemisk analyse av massene.

Resultatene fra den miljøgeologiske undersøkelsen viser at deler av området er forurenset med olje, PAH og PCB. I enkelte områder forekommer det også forurensning med metaller, eks i form av bly, kobber og kvikksølv. Forurensningen er i hovedsak lokalisert til fyllmasser bak verkstedbygg og på vestsiden av senderbygg. Det er i tillegg registrert mindre områder som er lite til moderat forurenset. Rapporten redegjør for prøvetakingen som er foretatt, resultatet av disse og risikovurderingen i forhold til aktuell arealbruk.

Rapporten inneholder også en tiltaksplan som gir en detaljert beskrivelse av planlagt tiltaksgjennomføring, inklusive rutiner og prosedyre for gjennomføring av gravearbeider, mellomlagring, massedisponering, kontroll og overvåkning, sikkerhet og beredskap og sluttrapportering.

Dato:

26. juni 2023

Signatur:

Jan R Sundell/ senior miljørådgiver, Multiconsult

Kontroll:

Elisabeth Rabben/ senior miljørådgiver, Multiconsult

Godkjent:

Elisabeth Rabben/ senior miljørådgiver, Multiconsult

FORORD

Multiconsult Norge AS har utført miljøgeologiske undersøkelser ved Loran-C i Bø i Vesterålen, Nordland fylke. Undersøkelsene er utført som en del av planlagte arbeider med sanering av bygg og konstruksjoner samt opprydding i avfall og forurenset grunn.

Undersøkelsene ble gjennomført 17. og 18. oktober 2022. Supplerende undersøkelser ble gjennomført 10. og 11. mai 2023. Det ble tatt ut til sammen 42 jordprøver. De fleste prøvene ble tatt av fyllmasser i tilknytning til bygningsmassen. Det er også tatt ut prøver fra masser under nedgravd oljefylt høyspentkabel, lagerplass for impregnerte stolper og rundt kreosotimpregnerte gjerdestolper. Resultatene viser at deler av massene er forurenset. Forurensningen er i hovedsak lokalisert til fyllmassene ved verksted/garasjebygg og masser som er fylt ut i forkant av senderbygget.

Før det kan igangsettes gravearbeider, må det utarbeides en tiltaksplan som skal godkjennes av Bø kommune, jfr krav i forurensningsforskriften kapittel 2 [1]. Formålet med tiltaksplanen er å beskrive massehåndteringen slik at det ikke skal foregå spredning av forurensning til omgivelsene. Tiltaksplanen skal godkjennes av Bø kommune som kan sette vilkår til gjennomføringen av gravearbeidet.

Denne rapporten beskriver gjennomføring av prøvetaking og resultatene av undersøkelsene. Den inneholder også risikovurdering og tiltaksplan for sanering av forurenset grunn på lokaliteten.

Fredrikstad, 26. juni 2023

Elisabeth Rabben/Jan Raymond Sundell, Multiconsult Norge AS

INNHOOLD

DOKUMENTINFORMASJON	II
FORORD	IV
INNHOOLD	5
1 INNLEDNING	8
1.1 BAKGRUNN OG HENSIKT	8
1.2 SITUASJONSBEKRIVELSE	8
1.2.1 BELIGGENHET	8
1.2.2 TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD	10
1.2.3 FLORA OG FAUNA	10
1.2.4 KULTURMINNER	10
2 GJENNOMFØRTE UNDERSØKELSER.....	11
2.1 METODEBESKRIVELSE	11
2.1.1 STRATEGI FOR GJENNOMFØRING AV FELTUNDERSØKELSER	11
2.2 UTFØRTE FELTUNDERSØKELSER	11
2.3 FELTOBSERVASJONER	13
2.3.1 OMRÅDE ØST FOR VERKSTED/GARASJEBYGG:	13
2.3.2 OMRÅDE SØR FOR VERKSTED/GARASJEBYGG:	15
2.3.3 OMRÅDE VED SENDERBYGG:	17
2.3.4 KREOSOTIMPREGNERT KABELBRU:	18
2.3.5 OLJEFYLT HØYSPENTKABEL:	19
2.3.6 LAGERPLOSS FOR IMPREGNERTE STOLPER:.....	21
2.3.7 KREOSOTIMPREGNERTE GJERDESTOLPER:.....	22
2.3.8 BETONGFUNDAMENTER	23
2.3.9 INNGJERDET SENDERUTSTYR.....	24
2.4 LABORATORIEUNDERSØKELSER.....	25
2.5 KLASSIFISERING AV FORURENSET GRUNN	25
2.6 RESULTATER AV KJEMISKE ANALYSER, JORD	25
3 VURDERING AV FORURENSNINGSSITUASJONEN	28

3.1	VURDERING AV DATAGRUNNLAG OG BEHOV FOR SUPPLERENDE UNDERSØKELSER	32
4	OPPSUMMERING	32
5	RISIKOVURDERING	32
5.1	GENERELT OM RISIKOVURDERING AV FORURENSET GRUNN	32
5.2	MILJØMÅL	33
5.3	VURDERING AV MILJØMÅL 1 – HELSERISIKO/DIREKTE EKSPONERING	33
5.4	VURDERING AV MILJØMÅL 2 – SPREDNING	34
5.5	VURDERING AV MILJØMÅL 3 OG 4 – MILJØRISIKO FOR NATURMANGFOLD OG TILTAKSGJENNOMFØRING	35
5.6	RISIKOVURDERING - OPPSUMMERING	35
5.7	TILTAKSVURDERING	36
	FORURENSET GRUNN INNTIL EKSISTERENDE BEBYGGELSE	36
	KOBBERTRÅDER I BAKKEN	39
	KREOSOTIMPREGNERTE GJERDESTOLPER	39
	BETONGFUNDAMENTER	40
6	TILTAKSPLAN	40
6.1	PLANLAGT TERRENGINNGREP	40
6.2	HÅNDTERING AV FREMMEDE (SVARTELISTEDE) PLANTER	41
6.3	BEHOV FOR SUPPLERENDE UNDERSØKELSER	41
6.4	GRAVEINSTRUKS MASSER	41
6.5	ANLEGGSVANN	42
6.6	BEREDSKAP VED SPILL/UHELL	43
6.7	VURDERING AV RISIKO FOR FORURENSNINGSSPREDNING SOM FØLGE AV TERRENGINNGREPET.	43
6.8	KONTROLL OG OVERVÅKING	44
6.9	SLUTTRAPPORT	44
6.10	FORURENSNINGSSITUASJONEN ETTER TILTAK	44
6.11	OPPSUMMERING AV TILTAKSPLANEN	44
7	SIKKERHET, HELSE OG ARBEIDSMILJØ	46
8	REFERANSER	46

VEDLEGG

Vedlegg A: Bilder fra feltarbeid

Vedlegg B: Analyserapport fra Eurofins

Vedlegg C: Forurensningskart

1 INNLEDNING

1.1 BAKGRUNN OG HENSIKT

I forbindelse med salg av eiendommen Loran-C i Bø i Vesterålen er Multiconsult engasjert av Forsvarsbygg som miljøgeologisk rådgiver. Multiconsult er også engasjert for å ivareta kartlegging av eksisterende bygningsmasse, og SHA- og SØK-funksjonen i prosjektet.

Multiconsult utførte i oktober 2022 miljøgeologiske undersøkelser som omfattet laboratorieanalyser av totalt 18 jordprøver. I mai 2023 ble det utført supplerende undersøkelser med uttak av 24 prøver. Totalt er det tatt ut 42 prøver fra fyllmasser og naturlige masser hvor det er mistanker om forurensning. Resultater fra alle utførte undersøkelser på området er presentert i foreliggende rapport.

Basert på resultatene fra prøvetakingen er det utført en risikovurdering som angir tiltaksgrenser for sanering av området.

Før det kan igangsettes gravearbeider, må det utarbeides en tiltaksplan som skal godkjennes av Bø kommune, jfr krav i forurensningsforskriften kapittel 2 [1]. Formålet med tiltaksplanen er å beskrive massehåndteringen slik at det ikke skal foregå spredning av forurensning til omgivelsene. Tiltaksplanen skal godkjennes av Bø kommune som kan sette vilkår til gjennomføringen av gravearbeidet.

Tiltaksplanen er beskrevet i kapittel 6 og gir en detaljert beskrivelse av planlagt tiltaksgjennomføring.

1.2 SITUASJONSBEKRIVELSE

1.2.1 BELIGGENHET

Undersøkellesområdet omfatter eiendommene med gnr. 26 bnr. 8 og 11, med adresse Døsa 14 i Bø i Vesterålen. Lokalisering av området er vist i Figur 1-1.

Området har vært benyttet av Forsvaret til diverse aktivitet i perioden 1957 – 2015. Eiendommene består av syv frittstående bygg, blant annet garasjebygg/verksted, trafobygg/reservekraft og eget bygg for oljetanker, se Figur 1-2. Som en del av kraftforsyningen til anlegget er det lagt ned en oljefyllt høyspentkabel langs veien fram til trafobygget. I tillegg er det anlagt kabelgater som består av kreosotimpregnert trevirke. Området er inngjerdet ved bruk av kreosotimpregnerte gjerdestolper. Som en del av sendesystemet er det lagt ned et nettverk av kobbertråder i bakken. Kobberet har trolig hatt funksjon som jordingsnett til hovedsenderen. Hovedsenderen var forankret med stålwiere festet til store betongfundamenter.

Det er påvist to avfallsfyllinger hvor det ifølge kjentmann kan være deponert oljeholdig avfall. Dette gjelder utenfor garasjebygg/verksted og ved senderbygget langt nordøst på eiendommen. Områdene med avfall er markert på flyfoto i Figur 1-2.



Figur 1-1. Oversiktskart som viser lokalisering av Loran C i Bør i Vesterålen. Kartkilde: norgeskart.no



Figur 1-2. Flyfoto som viser de ulike bygningene på området samt områder hvor det er deponert avfall.

1.2.2 TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD

Undersøkellesområdet er relativt flatt med en svak helning mot vest og sjøen. Nåværende terrengnivå på omkringliggende myr er ca. 9 m.o.h. Området rundt vei og bygningsmassen er fylt opp med stedege morenemasser og ligger ca. 1 – 3 meter over omkringliggende myrområde.

I følge NGUs karttjeneste GRANDA er løsmassene i området klassifisert som marin strandavsetning under grunnvannsnivå. Grunnvannet står i dagen på omkringliggende myrområder.

Nærmeste resipient er Kleppelva som renner ca. 450 meter nord for tiltaksområdet. Avstanden til sjøen er ca. 600 meter fra området hvor det er planlagt masseutskiftning.

1.2.3 FLORA OG FAUNA

I henhold til sentrale databaser er det ikke registrert naturtyper eller enkeltforekomster som er viktige å hensynta ved anleggsvirksomheten [7]. Ved befaringen som ble gjort i oktober 2022 ble det registrert flere eksemplarer av det som trolig er Tromsøpalme, evt. Kjempebjørnekjeks, i området mellom verkstedbygg og tankbygg, se foto i Figur 1-3. Begge er såkalte fremmede arter og er en trussel mot det stedege biologiske mangfoldet. Stengelen inneholder en plantesaft som i kombinasjon med sollys, kan gi forbrenningsskader på hud. Begge artene står på artsdatabankens fremmedartsliste og har status som svært høy risiko (SE). Masser som er infisert med slike planter skal leveres til godkjent mottak.



Figur 1-3. Foto av Tromsøpalme/ Kjempebjørnekjeks utenfor verkstedbygg/garasje. Foto: Multiconsult

1.2.4 KULTURMINNER

Det er ikke registrert automatisk fredete kulturminner innenfor tiltaksområdet. Nærmeste kulturminne ligger ca. 500 meter vest for tiltaksområdet, og er en automatisk fredet gravfelt fra jernalder (lokalitets ID: 28662) [6]. Tiltaket vil ikke komme i konflikt med dette kulturminnet.

Deler av bygningsmassen innenfor tiltaksområdet er verneverdig.

2 GJENNOMFØRTE UNDERSØKELSER

2.1 METODEBESKRIVELSE

2.1.1 STRATEGI FOR GJENNOMFØRING AV FELTUNDERSØKELSER

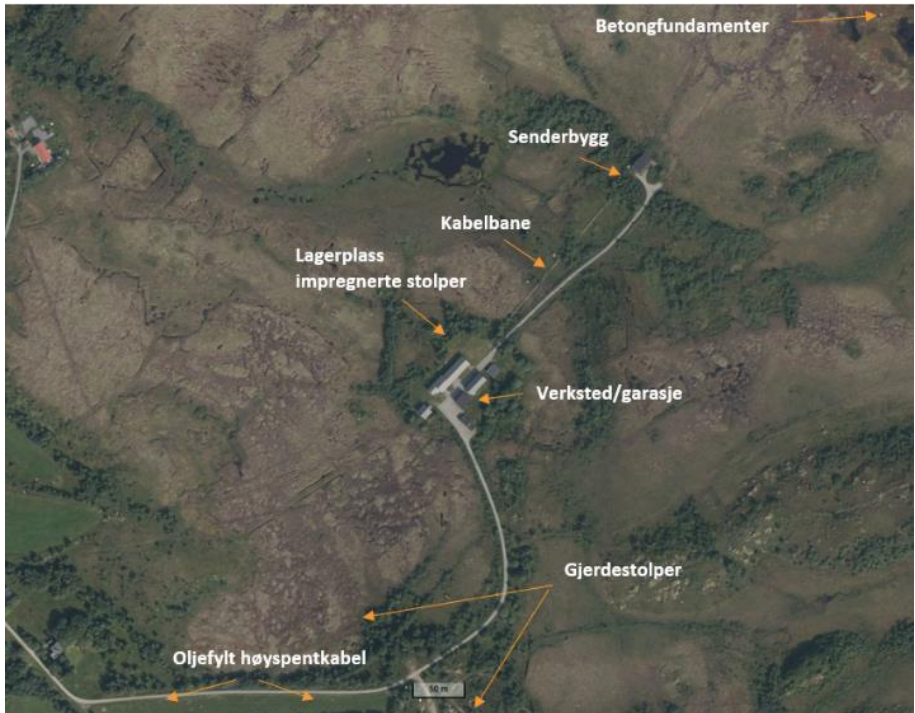
Områdene som ble valgt ut for prøvetaking var basert på informasjon fra kjentmann. Dette er områder hvor det tidligere ble deponert avfall. I tillegg ble det valgt ut områder hvor det, grunnet aktivitet på området, var mistanke om forurenset grunn, blant annet under kreosotholdig kabelbane, lagerplass for CCA-impregnert trevirke samt utenfor bygg med tankanlegg for olje. Det er også tatt prøver av masser i tilknytning til kreosotimpregnerte gjerdestolper og av masser under kobbertrådene som er nedgravd i bakken, i hovedsak i myrområdene. Antall prøver i hvert delområde ble valgt ut for å i størst mulig grad av sannsynlighet avdekke evt. forurensete masser.

2.2 UTFØRTE FELTUNDERSØKELSER

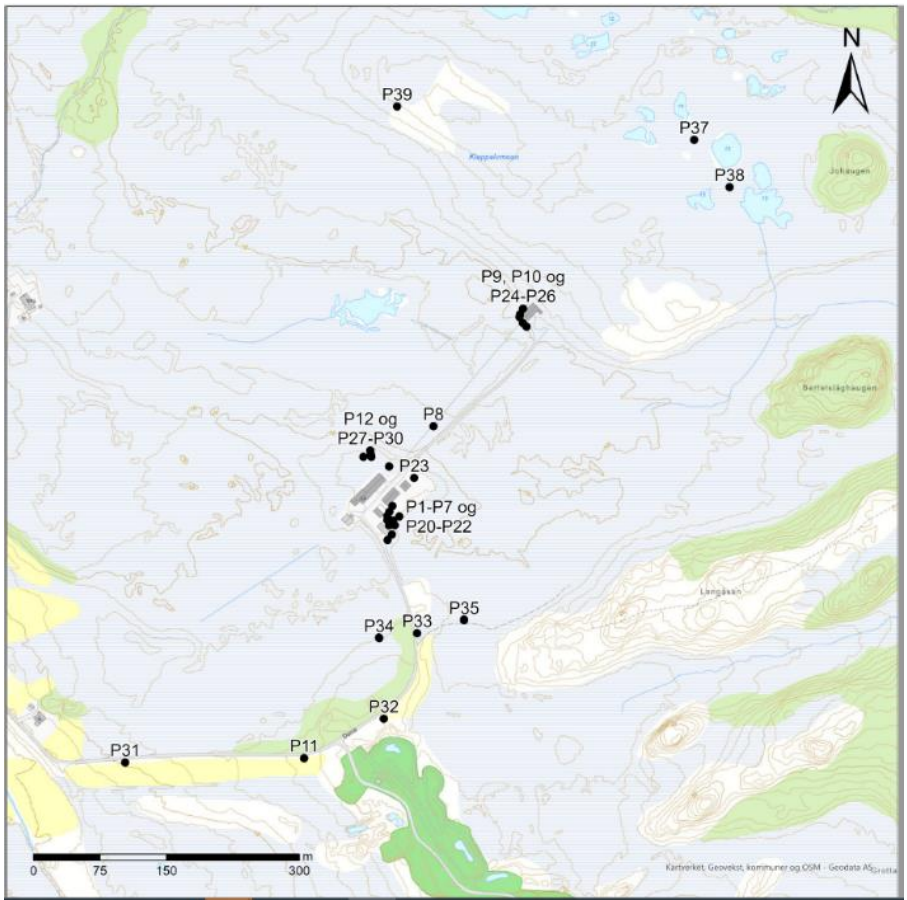
Det ble gjennomført miljøgeologiske grunnundersøkelser 17. og 18. oktober 2022. Supplerende undersøkelser ble gjennomført 10. og 11. mai 2023. I områdene hvor det var deponert avfall ble det brukt gravemaskin for å grave prøvesjakter. I de andre områdene ble det brukt spade eller myrbor for uttak av kjerneprøver. I hvert prøvepunkt ble det gravd ned til naturlig grunn uten mistanke om forurensning. Miljøgeologer i felt var Andrea Nymo Fikse og Jan Raymond Sundell fra Multiconsult.

Det ble tatt ut til sammen 42 jordprøver. De fleste prøvene ble tatt utenfor verksted/garasje og senderbygg. Det er ikke registrert relevante og gode vannforekomster i tilknytning til det undersøkte området, og undersøkelsene omfatter derfor ikke innhenting av vannprøver. Grunnvannet står høyt på området, flere steder helt i dag, og det ble ikke registrert bekker som renner ut av området.

Oversiktskart som viser hvilke områder som er prøvetatt og plassering av prøvepunkter er vist i Figur 2-1 og Figur 2-2. For nærmere omtale av de enkelte områdene som er prøvetatt vises det til kapittel 2.3.



Figur 2-1. Flyfoto som viser områder som er prøvetatt. Kartkilde: norgeskart.no



Figur 2-2. Oversiktskart som viser lokalisering av prøvepunkter

2.3 FELTOBSERVASJONER

Nedenfor følger en kort omtale av observasjoner gjort i de enkelte delområdene. Bilde av massene i hvert prøvepunkt er også vist i vedlegg A.

2.3.1 OMRÅDE ØST FOR VERKSTED/GARASJEBYGG:

Det ble gravd 8 prøvesjakter, med vist plassering av prøvepunkter i Figur 2-3/ Figur 2-9. Hver prøvesjakt ble gravd ned til antatt naturlige masser. I to av prøvesjaktene (P1 og P2) ble det registrert en svak lukt av olje/diesel i masser ca. en meter under terrengoverflaten. I prøve P5 ble det registrert enkelte avfallsfraksjoner i toppmassene, men ingen lukt. I øvrige prøvesjakter ble det ikke registrert lukt eller synlig avfall. I prøvesjakt P1 ble det registrert grunnvann fra ca. 0,8 meter under terrengoverflaten. I de andre prøvesjaktene sto grunnvannet ca. 1,5 meter under terrengoverflaten. Generelt ble det registrert lite avfall i de undersøkte massene. Bilde fra prøvegravingen er vist i Figur 2-4 og Figur 2-5.



Figur 2-3. Kart som viser ca. plassering av prøvepunkter øst for verkstedbygg.



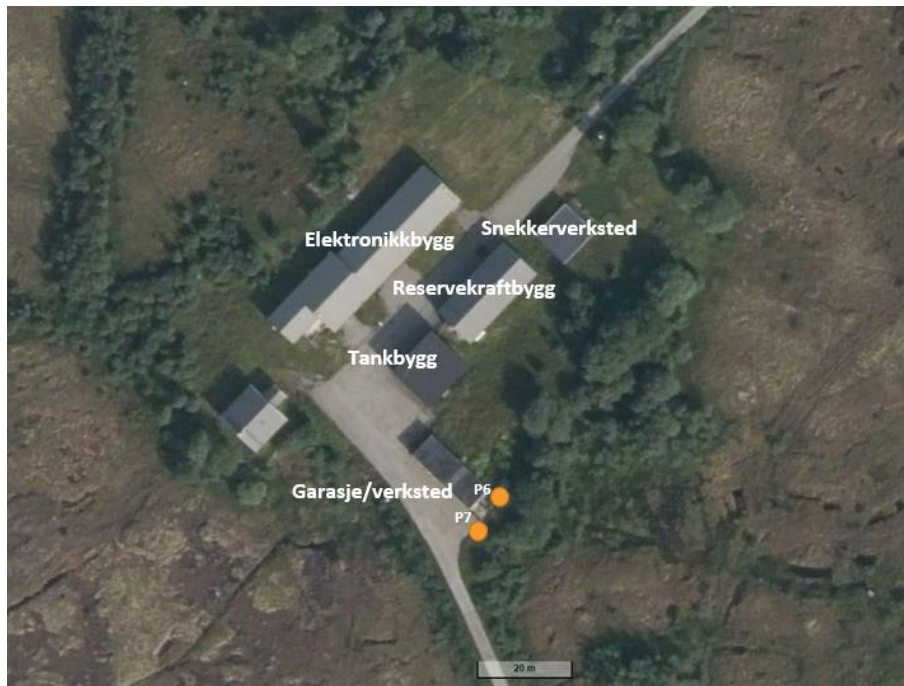
Figur 2-4. Fra graving av prøvesjakter bak verksted/garasjebygg. Foto: Multiconsult.



Figur 2-5. Fra prøvesjakt P1 bak garasjebygg/verksted hvor det ble registrert svak oljelukt i masser fra ca. 1 meter under terrengoverflaten. Foto: Multiconsult.

2.3.2 OMRÅDE SØR FOR VERKSTED/GARASJEBYGG:

I følge grunneier og kjentmann er det tidligere deponert avfall i dette området. Det ble gravd ut to prøvesjakter ned til antatt naturlige masser, se plassering av prøvepunkter i Figur 2-6. I prøvesjakten lengst øst (P6) ble det registrert til dels betydelige mengder avfall ned til ca. 1,5 meter under terrengoverflaten, se foto i Figur 2-7. Avfallet besto av blant annet metaller, plast, tegl, asfalt, oljeholdig avfall, fettpatroner, deler av motor mm. Foto av oppgravde masser er vist i Figur 2-8.



Figur 2-6. Kart som viser ca. plassering av prøvepunkter sør for verkstedbygg.



Figur 2-7. Fra prøvesjakt P6 hvor det ble registrert avfall ned til ca. 1,5 meter under terrengoverflaten. Foto: Multiconsult.



Figur 2-8. Oppgravde masser fra prøvesjakt P6 hvor det ble registrert avfall. Foto: Multiconsult.

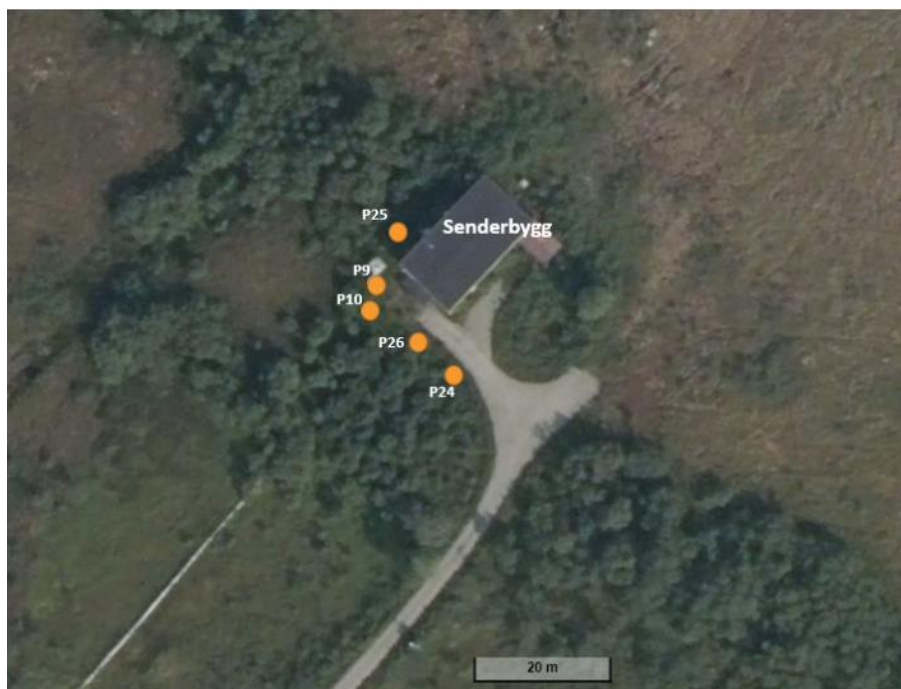
2.3.3 OMRÅDE VED SENDERBYGG:

I følge grunneier og kjentmann er det deponert oljeholdig avfall/isolatorer i fyllmassene vest for senderbygget. Det ble gravd ned til antatt naturlige masser i 4 prøvesjakter på vestsiden av bygget og 1 prøvesjakt på nordsiden av bygget, se plassering av prøvepunkter i Figur 2-9.

Det ble registrert fyllmasser ned til ca. 1,2 meter under terrengoverflaten og antatt naturlige masser fra ca. 1,2 meter. Det ble registrert noe synlig avfall i alle fyllmassene vest for bygget. I to av sjaktene ble det registrert lukt av olje i dypereliggende masse.

Det ble registrert tynne kobberledninger på ca. 0,3 meter under terrengoverflaten i alle prøvesjaktene med unntak av nordsiden av bygget. Kobbertrådene antas å være en del av et nettverk som brer seg ut over et større område.

Bilde fra prøvegravningen er vist i Figur 2-10. Bilde av prøvesjakt P9 er vist i Figur 2-11.



Figur 2-9. Kart som viser ca. plassering av prøvepunkter ved senderbygg.



Figur 2-10. Fra graving av prøvesjakt P9 vest for senderbygget. Foto: Multiconsult.



Figur 2-11. Fra prøvesjakt P9 utenfor Senderbygget hvor det ble registrert lukt av oljeforbindelser. Bildet viser også rester av kobbertråder. Foto: Multiconsult.

2.3.4 KREOSOTIMPREGNERT KABELBRU:

Det ble tatt ut en blandprøve av masser under kreosotimpregnerte kabelbru. Prøven ble tatt av toppmassene, dvs. fra 0 – 0,2 meter under terrengoverflaten. Det ble ikke registrert lukt eller synlig

forurensning av massene. Grunnvann ble registrert i dagen flere steder under kabelbru. Bilde fra prøvetaking av masser under kabelbru er vist i Figur 2-12.



Figur 2-12. Fra prøvegraving under kreosotimpregnert kabelbru, prøvepunkt P8. Foto: Multiconsult.

2.3.5 OLJEFYLT HØYSPENTKABEL:

Det ble tatt ut prøver av masser under nedgravd høyspentkabel på jorde/beite, se plassering av prøvepunkter i Figur 2-13. Det ble tatt ut prøver fra fire prøvepunkter fordelt over en strekning på ca. 400 meter. Det ble ikke registrert lukt eller synlig forurensning av massene. Kabelen er stedvis dekket med teglstein. Bilde fra prøvegraving er vist i Figur 2-14 og Figur 2-15.



Figur 2-13. Kart som viser ca. plassering av prøvepunkter langs oljefylt høyspentkabel.



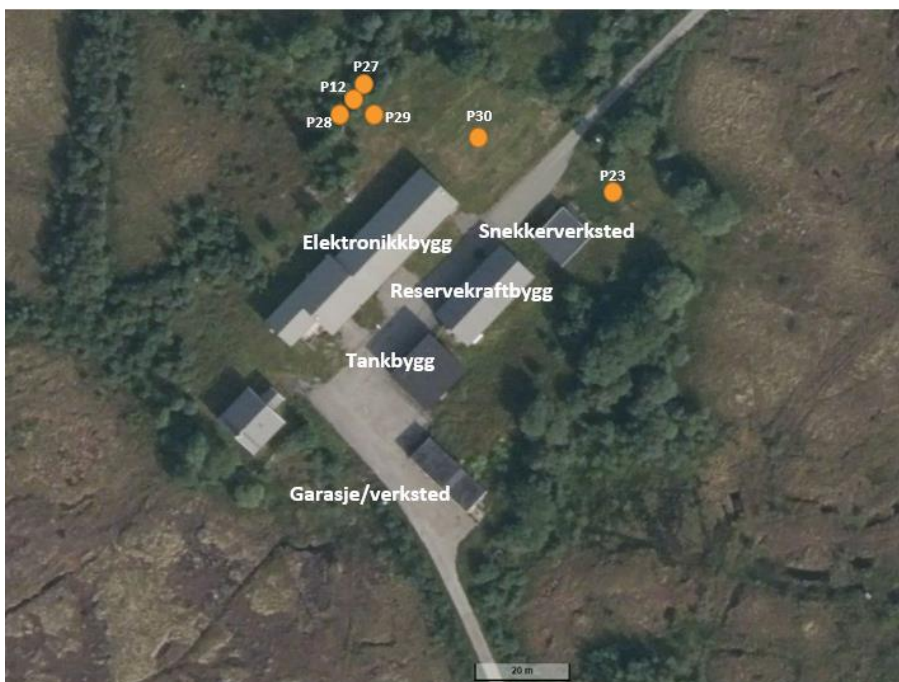
Figur 2-14. Fra graving av prøvesjakt P11, masser under oljefylt høyspentkabel. Foto: Multiconsult



Figur 2-15. Fra prøvepunkt P31. Oljefylt kabel ligger blottlagt

2.3.6 LAGERPLASS FOR IMPREGNERTE STOLPER:

Det ble tatt ut til sammen 4 prøver fra lagerplass for impregnerte stolper, se plassering av prøvepunkter i Figur 2-16. Prøve P12 ble tatt av masser under stolpene (0 – 0,2 meter under terrengoverflaten). Bilde fra prøvepunkt P12 er vist i Figur 2-17. De tre andre prøvene ble tatt foran og på siden av lagerplassen. Det ble ikke registrert lukt eller synlig forurensning av massene.



Figur 2-16. Kart som viser ca. plassering av prøvepunkter ved lagerplass for impregnerte stolper + prøvepunkt øst for snekkerverksted.



Figur 2-17. Fra prøvetaking av masser under lagerplass for impregnerte stolper. Foto: Multiconsult.

2.3.7 KREOSOTIMPREGNERTE GJERDESTOLPER:

Massene rundt impregnerte gjerdestolper ble undersøkt i avstander på henholdsvis 30cm, 60cm og 100 cm fra stolpene, se plassering av prøvepunkter i Figur 2-18. Hver av prøvene ble tatt fra 0 – 30 cm under terrengoverflaten. Det ble tatt ut to parallelle prøveserier fra to lokaliteter. Prøvene antas å være representative for massene rundt alle gjerdestolpene. Det ble ikke registrert lukt eller synlig tegn på forurensning i massene rundt stolpene . Foto som viser prøvetaking ved gjerdestolpene er vist i Figur 2-19.



Figur 2-18. Kart som viser ca. plassering av prøvepunkter ved gjerdestolper.



Figur 2-19. Fra prøvetaking av masser rundt gjerdestolper. Her fra prøvepunkt P35 hvor det er tatt prøver på henholdsvis 30 cm, 60 cm og 100 cm fra gjerdestolpen. Foto: Multiconsult.

2.3.8 BETONGFUNDAMENTER

Det ble tatt kjerneprøver av massene rundt wirefester på betongfundamenter. Bakgrunnen for prøvetakingen er at det av kjentmann er opplyst om at wirefestene med jevne mellomrom ble behandlet med overflatemaling for å forebygge korrosjon. Prøvene ble innhentet ved bruk av jordbor hvor det ble tatt ut en kjerneprøve av massene fra ca. 1,5 – 2 meter under terrengoverflaten

i en avstand på henholdsvis 0,5 og 1 meter fra de antatte wirefestene på betongfundamentet, se plassering av prøvepunkter i Figur 2-20.



Figur 2-20. Kart som viser ca. plassering av prøvepunkter ved betongfundamenter.

2.3.9 INNGJERDET SENDERUTSTYR

Det ble tatt en prøve av toppmassene ca. 0,5 meter fra inngjerdingen av det som trolig har vært en del av senderutstyret til Loran-C, se plassering av prøvepunkter i Figur 2-21. Gjerdet er trolig CCA-impregnert.



Figur 2-21. Flyfoto som viser ca. plassering av prøvepunkt ved inngjerdet senderutstyr.

2.4 LABORATORIEUNDERSØKELSER

Totalt 42 jordprøver ble sendt til analyse hos akkreditert laboratorium. Basert på historisk arealbruk og feltobservasjoner er det analysert på følgende kjemiske forbindelser:

- 8 metaller: Bly, kadmium, kobber, krom(III og VI), kvikksølv, nikkel, sink og arsen
- Alifater (oljeforbindelser)
- PAH(16) (polyaromatiske hydrokarboner)
- PCB(7) (polyklorerte bifenyler)
- BTEX: Benzen, Toluen, Etylbenzen og Xylener

2.5 KLASSIFISERING AV FORURENSET GRUNN

Tabell 2-1 viser fargekodene til Miljødirektoratets helsebaserte tilstandsklasser [2]. Jord med innhold av miljøgifter som overskrider verdiene for tilstandsklasse 5 («Svært dårlig»), ble tidligere kategorisert som farlig avfall, og må fjernes fra eiendommen og leveres til godkjent mottak. Konsentrasjoner lavere enn tilstandsklasse 2 («God») antas ikke å påvirke menneskelig helse.

Ved overskridelse av normverdiene i ett eller flere prøvepunkter skal det ihht.

Forurensningsforskriftens kapittel 2, utarbeides en tiltaksplan for håndtering og sluttdisponering av forurenset grunn.

Tabell 2-1. Fargekoder og karakteristikk av tilstandsklassene for forurenset grunn (Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 «Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn»).

Tilstandsklasse	1	2	3	4	5
Beskrivelse	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Øvre grense bestemmes av	Normverdi	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Gammel grense for farlig avfall

2.6 RESULTATER AV KJEMISKE ANALYSER, JORD

Resultatet av utførte kjemiske analyser er vist i Tabell 2-2 til Tabell 2-6. Innholdet av metaller (arsen + åtte metaller), tre oljefraksjoner, PCB, ΣPAH-16 og benzo(a)pyren i analyserte jordprøver er vurdert i henhold til Miljødirektoratets tilstandsklasser for jord. For komplette analyserapporter fra Eurofins vises det til vedlegg B.

Tabell 2-2. Analyseresultater for prøvene P1 – P5 fargekodet i henhold til Miljødirektoratets tilstandsklasser for jord, veileder TA-2553.

Parameter (mg/kg TS)	Prøve-ID og dybde i m								
	P1A	P1B	P2A	P2B	P3A	P4A	P4B	P5A	P5B
	0-1	1-1,2	0-1,2	1,2	0-1	0-1,2	1,2	0-0,5	0,5-1
Arsen	< 1,5	< 1,6	< 1,4	< 3,7	< 1,5	< 1,3	< 3,5	< 4,1	< 1,2
Bly	3,0	2,6	4,2	5,3	3,4	5,5	5,7	570	5,4
Kadmium	< 0,29	< 0,31	< 0,27	< 0,74	< 0,29	< 0,26	< 0,70	4,0	< 0,24
Kvikksølv	0,026	0,023	0,021	0,14	0,037	0,11	0,12	3,3	0,031
Kobber	6,3	5,4	7,6	3,7	7,8	7,5	3,6	290	7,3
Sink	18	32	25	< 8,2	16	25	11	460	17
Krom (III)	12	13	13	2,0	10	10	3,2	11	19
Krom (VI)	0,59	< 0,35	0,72	1,6	0,53	0,53	< 0,78	1,00	0,87
Nikkel	3,9	3,8	4,9	< 1,9	3,4	3,6	< 1,8	38	4,3
PCB7	I.P.	I.P.	I.P.	I.P.	I.P.	I.P.	I.P.	0,11	I.P.
PAH(16)	I.P.	0,30	I.P.	I.P.	I.P.	I.P.	I.P.	0,26	I.P.
Benzo(a)pyren	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,049	< 0,030	< 0,030	< 0,047	< 0,054	< 0,030
Alifater (C8-C10)	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Alifater (C10-C12)	< 5,0	49	< 5,0	< 8,2	< 5,0	< 5,0	< 7,8	< 9,0	< 5,0
Alifater (C12-C35)	70	300	27	410	17	23	140	71	I.P.
Benzen	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0060	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0056	< 0,0065	< 0,0035

Tabell 2-3. Analyseresultater for prøvene P6 – P12 fargekodet i henhold til Miljødirektoratets veileder TA-2553.

Parameter (mg/kg TS)	Prøve-ID og dybde i m								
	P6A	P6B	P7A	P8	P9A	P9B	P10	P11	P12
	0-1	1-1,5	0-1,5	0-0,2	0-1	1-1,2	1	0,5	0-0,3
Arsen	< 1,1	< 1,3	1,2	< 5,1	1,1	< 1,4	< 1,4	< 1,3	< 1,4
Bly	16	48	32	13	26	14	5,1	6,0	5,4
Kadmium	< 0,22	< 0,25	0,25	< 1,1	0,26	0,33	< 0,27	< 0,26	1,5
Kvikksølv	< 0,011	0,029	0,024	0,14	< 0,0100	0,024	0,022	0,026	0,028
Kobber	11	23	52	7,6	18	170	170	6,1	12
Sink	29	69	66	53	45	280	39	68	77
Krom (III)	8,5	12	7,8	< 2,6	9,2	13	11	6,4	12
Krom (VI)	< 0,24	< 0,28	< 0,24	< 1,2	< 0,23	< 0,31	0,41	< 0,28	< 0,29
Nikkel	12	8,5	5,9	< 2,6	6,0	9,4	6,4	2,4	4,1
PCB7	I.P.	0,045	0,034	I.P.	I.P.	I.P.	I.P.	I.P.	I.P.
PAH(16)	I.P.	0,050	I.P.	9,2	I.P.	I.P.	I.P.	I.P.	0,60
Benzo(a)pyren	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,28	< 0,030	< 0,030	< 0,077	< 0,030	< 0,030
Alifater (C8-C10)	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Alifater (C10-C12)	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 11	< 5,0	< 5,0	< 12	< 5,0	< 5,0
Alifater (C12-C35)	13	98	42	180	I.P.	140	2800	11	12
Benzen	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0085	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035

Tabell 2-4. Analyseresultater for prøvene P20 – P27 fargekodet i henhold til Miljødirektoratets veileder TA-2553.

Parameter (mg/kg TS)	Prøve-ID og dybde i m								
	P20	P21	P22	P23	P24	P24-1	P25	P26	P27
	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0,3	0-1	0-1	0-0,3
Arsen	<1,6	<1,6	<1,2	<1,1	<1,2	<2,7	<0,99	1,7	<1,4
Bly	3,0	2,8	2,7	<1,1	2,5	15	2,3	5,8	7,6
Kadmium	<0,31	<0,31	<0,23	<0,21	<0,23	<0,54	<0,20	<0,26	<0,27
Kvikksølv	0,024	0,033	0,012	<0,011	<0,012	0,12	0,012	0,022	0,028
Kobber	4,9	4,1	7,5	9,3	57	180	14	30	6,5
Sink	17	9,2	18	20	23	17	26	34	24
Krom (III)	13	10	15	7,8	4,7	5,6	5,6	8,6	10
Krom (VI)	<0,34	0,74	<0,26	<0,23	<0,25	<0,60	<0,22	<0,29	<0,30
Nikkel	4,2	2,8	3,9	4,2	32	2,3	5,0	5,4	4,0
PCB7	I.P	I.P	I.P	I.P	I.P	I.P	I.P	I.P	I.P
PAH(16)	I.P	I.P	I.P	I.P	I.P	0,042	I.P	I.P	I.P
Benzo(a)pyren	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,036	<0,030	<0,030	<0,030
Alifater (C8-C10)	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Alifater (C10-C12)	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,9	<5,0	<5,0	<5,0
Alifater (C12-C35)	48	51	19	I.P	29	74	I.P	13	12
Benzen	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0085	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035

Tabell 2-5. Analyseresultater for prøvene P28 – P35 fargekodet i henhold til Miljødirektoratets veileder TA-2553.

Parameter (mg/kg TS)	Prøve-ID og dybde i m								
	P28	P29	P30	P31	P32	P33	P34	P34-1	P35
	0-0,3	0-0,3	0-0,3	0,4	0,4	0,4	0-0,3	0-0,3	0-0,3
Arsen	<2,2	<1,6	<2,2	<1,8	<1,5	<1,3	<6,4	<3,4	42
Bly	66	11	3,0	<1,8	<1,5	<1,3	16	3,4	9,3
Kadmium	<0,44	<0,32	<0,44	<0,35	<0,30	<0,26	<1,3	<0,67	<1,6
Kvikksølv	0,092	0,057	<0,022	<0,018	<0,015	<0,013	0,30	0,071	<0,077
Kobber	6,5	5,2	8,1	3,1	3,6	1,1	5,9	1,7	40
Sink	40	21	29	9,4	14	8,9	80	22	350
Krom (III)	17	10	6,7	9,3	11	4,0	4,5	7,4	11
Krom (VI)	0,69	<0,36	<0,49	<0,39	<0,34	<0,29	<1,5	<0,75	<1,7
Nikkel	2,5	2,5	3,1	3,3	3,1	1,6	<3,2	<1,7	8,2
PCB7	0,0053	I.P	0,024	I.P	I.P	I.P	I.P	I.P	I.P
PAH(16)	0,38	0,30	I.P	I.P	I.P	I.P	10	0,13	1000
Benzo(a)pyren	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	0,15	<0,045	18
Alifater (C8-C10)	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Alifater (C10-C12)	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<14	<7,4	<17
Alifater (C12-C35)	120	43	36	I.P	I.P	I.P	360	120	260
Benzen	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,01	< 0,0052	< 0,012

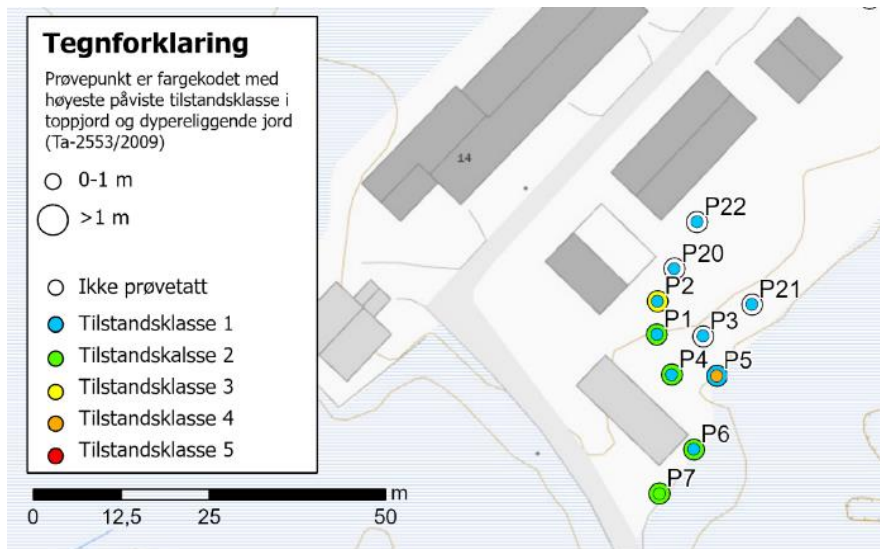
Tabell 2-6. Analyseresultater for prøvene P35-1 – P39 fargekodet i henhold til Miljødirektoratets veileder TA-2553.

Parameter (mg/kg TS)	Prøve-ID og dybde i m					
	P35-1	P35-2	P37-1	P37-2	P38-1	P39
	0-0,3	0-0,3	1,5-2,0	1,5-2,0	1,5-2,0	0-0,3
Arsen	9,7	<3,3	<15	<12	<18	42
Bly	5,9	3,3	<15	<12	<18	1,4
Kadmium	<1,1	<0,66	<2,9	<2,4	<3,5	<0,26
Kvikksølv	<0,052	<0,033	<0,15	<1,2	<0,18	<0,013
Kobber	6,2	2,7	<7,1	<6,0	<8,7	110
Sink	61	20	35	<27	2400	91
Krom (III)	7,4	4,2	<7,1	<6,0	<8,7	96
Krom (VI)	<1,2	<0,73	<3,2	<2,7	<3,9	0,5
Nikkel	<2,6	<1,7	<7,1	<6,0	<8,7	7,3
PCB7	I.P	I.P	I.P	I.P	I.P	I.P
PAH(16)	6,9	0,12	I.P	0,24	I.P	I.P
Benzo(a)pyren	0,088	<0,043	<0,19	<0,16	<0,23	<0,030
Alifater (C8-C10)	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Alifater (C10-C12)	<11	<7,2	<31	<26	<38	<5,0
Alifater (C12-C35)	65	110	350	330	210	14
Benzen	<0,008	<0,005	<0,022	<0,018	<0,022	<0,0035

3 VURDERING AV FORURENSNINGSSITUASJONEN

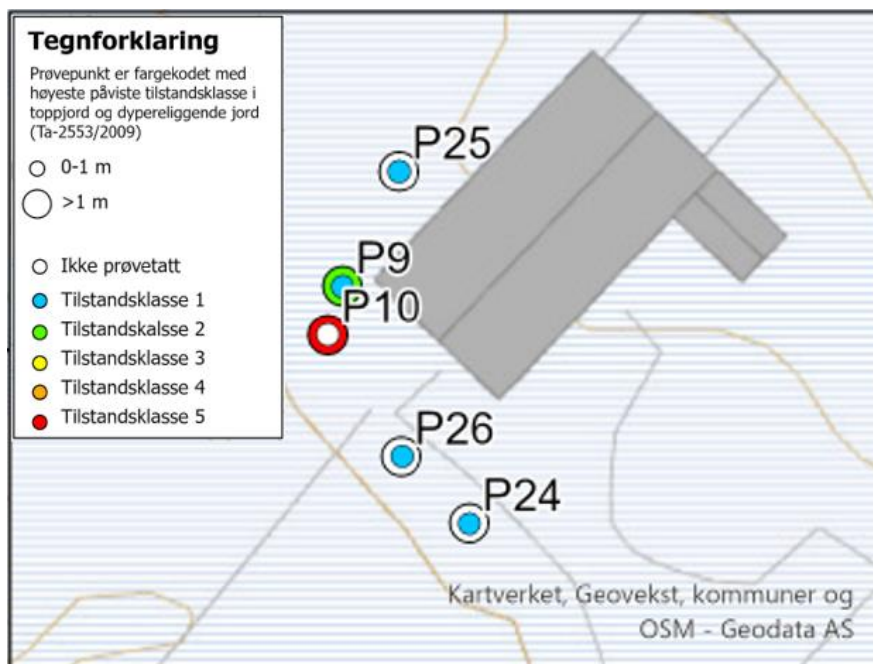
Resultatene fra de kjemiske analysene viser at deler av fyllmassene på området er forurenset med olje, metaller og PAH-forbindelser. Graden er forurensning varierer fra tilstandsklasse 2 (lett forurenset) til tilstandsklasse 5 (svært dårlig). Påvist forurensning på området er i hovedsak lokalisert rundt verkstedbygg/garasje og ved senderbygget. Det er også påvist noe forurensning i tilknytning til kreosotholdige materialer/gjerdestolper og cca-impregnert trevirke. Nedenfor følger en kort oppsummering av forurensningssituasjonen for hver av områdene som inngår i undersøkelsen. Det vises også til vedlegg C hvor forurensningssituasjonen er presentert på kart.

- *Sør for garasje/verksted:* Massene er lettere forurenset med PCB. Her er det registrert mye synlig avfall. Fyllmassene er tydelig avgrenset mot myrområdet i sør og garasjebygget i nord. Utsnitt av kart som viser plassering av prøvepunkt og forurensningsnivå er vist i Figur 3-1.
- *Øst for garasje/verksted:* Dypereliggende masser mellom bygg for oljetanker og garasjebygg er lettere til moderat forurenset med tyngre oljeforbindelser, trolig diesel. I overgangen til myrområdet er fyllmassene i topplaget (0 – 0,5 meter) til dels sterkt forurenset med metaller (i hovedsak bly). Prøver som er tatt lengre øst, dvs. utenfor reservekraftbygget, viser at massene er rene. Omfanget på området som er forurenset antas derfor å være begrenset. Utsnitt av kart som viser plassering av prøvepunkt og forurensningsnivå er vist i Figur 3-1.



Figur 3-1. Utsnitt av kart som viser forurensningsnivå i de ulike prøvepunktene sør- og øst for garasjebygg.

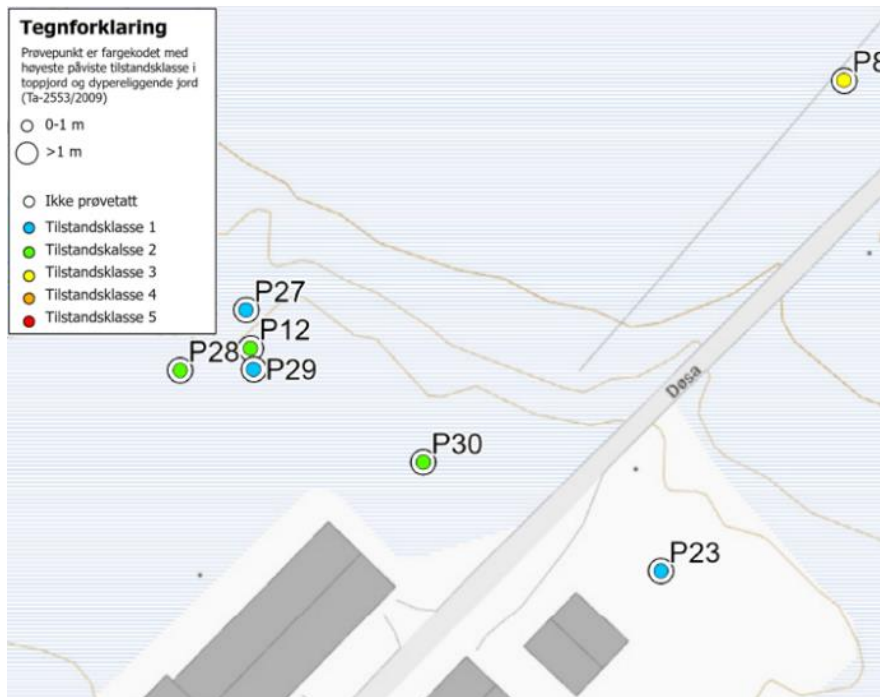
- **Senderbygg:** Deler av fyllmassene vest for bygget er til dels sterkt forurenset med tyngre oljeforbindelser i dypere lag, dvs. > 1 meter under terrengoverflaten. Øvrige fyllmasser er rene, men inneholder enkelte avfallsfraksjoner, bla betongrester. Utsnitt av kart som viser plassering av prøvepunkt og forurensningsnivå er vist i Figur 3-2.



Figur 3-2. Utsnitt av kart som viser forurensningsnivå i de ulike prøvepunktene ved senderbygget.

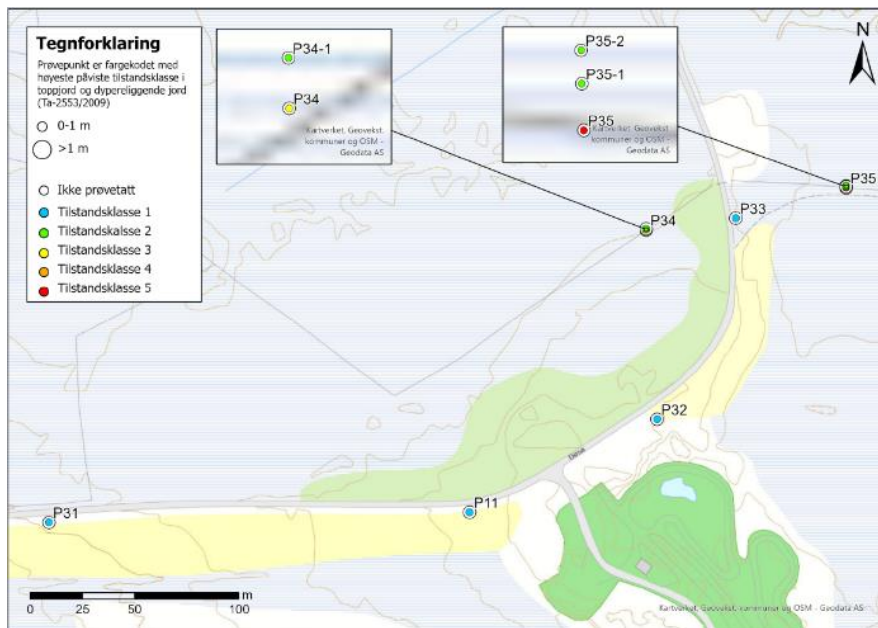
- **Kreosotimpregnert kabelbru mellom elektronikkbygget og senderbygget:** Massene i direkte kontakt med kreosotimpregneringen er moderat forurenset med PAH. Utsnitt av kart som viser plassering av prøvepunkt og forurensningsnivå er vist i Figur 3-3.

- *Lagerplass for impregnerte stolper:* Massene i direkte kontakt med impregneringen er lettere forurenset med metaller (kadmium). Utsnitt av kart som viser plassering av prøvepunkt og forureningsnivå er vist i Figur 3-3.



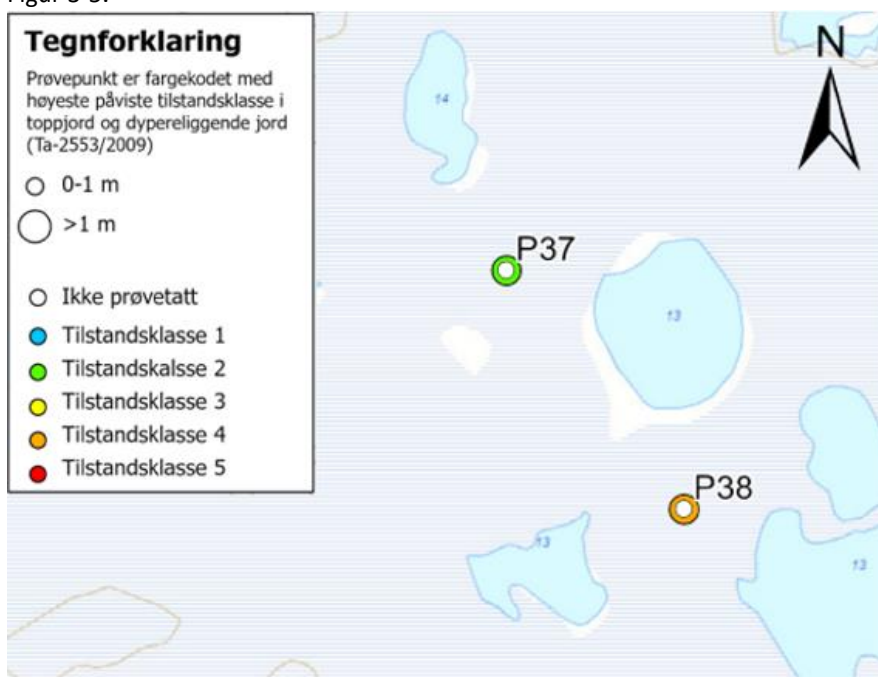
Figur 3-3. Utsnitt av kart som viser forureningsnivå i de ulike prøvepunktene ved kabelbru (P8) og lagerplass for impregnerte stolper (P12, P27, P28 og P29).

- *Trase for oljefyllt høyspentkabel:* Massene er rene (tilstandsklasse 1), dvs. ikke påvist forurensning. Utsnitt av kart som viser plassering av prøvepunkt og forureningsnivå er vist i Figur 3-4.
- *Gjerdestolper:* Prøver som er tatt ca. 0,3 meter fra gjerdestolpene viser at massene er forurenset med PAH-forbindelser tilsvarende tilstandsklasse 3 (moderat) til tilstandsklasse 5 (svært dårlig). Prøver som er tatt 0,5 meter og 1 meter fra stolpene viser at massene er lite eller ikke forurenset over normverdi. Utsnitt av kart som viser plassering av prøvepunkt og forureningsnivå er vist i Figur 3-4.



Figur 3-4. Kart som viser forurensningsnivå ved gjerdestolper (P34 og P35) og langs nedgravd høyspentkabel (P11, P31, P32 og P33).

- **Betongfundamenter:** I følge analyserapporten fra laboratoriet er deteksjonsgrensen satt så høy at det for stoffene benzen og alifater tilsvarer tilstandsklasse 3. Årsaken til høy deteksjonsgrense er, i følge laboratoriet, lavt innhold av tørrstoff. Samtidig finner vi erfaringsmessig naturlig høye nivåer av hydrokarboner i myrområder som her. Med stor sannsynlighet er de reelle konsentrasjonene av disse stoffene lavere enn det som skulle tilsi ut fra den forhøyede deteksjonsgrensen. I en av de to prøvene ble det påvist sink tilsvarende tilstandsklasse 4 (dårlig). Det er uvisst om hva som er årsaken til dette. Utsnitt av kart som viser plassering av prøvepunkt og forurensningsnivå er vist i Figur 3-5.



Figur 3-5. Kart som viser forurensningsnivå ved betongfundamenter.

- *Kobbertråder i myr.* Det er tatt prøver av masser under kobbertrådene. Prøvene er tatt ca. 0,3 meter til hver side for kobbertråden. Det er påvist kobber tilsvarende tilstandsklasse 2 i massene nærmest kobbertrådene. I øvrige masser er det ikke påvist kobber over normverdien. Omfanget på forurensningen antas derfor å være begrenset.

3.1 VURDERING AV DATAGRUNNLAG OG BEHOV FOR SUPPLERENDE UNDERSØKELSER

Prøvene som er tatt vurderes som tilstrekkelig for å avdekke evt. forurensning i massene. Alle områdene hvor det kan være mistanke om forurensning er prøvetatt. Mistanken er basert på informasjon fra grunneier og lokalkjente samt observasjoner som er gjort av miljøgeolog i felt.

Prøvene som er tatt vurderes som tilstrekkelig som grunnlag for videre vurderinger og for utarbeidelse av en tiltaksplan.

4 OPPSUMMERING

Det er påvist forurensede masser innenfor deler av området på Loran C. I henhold til forurensningsforskriften kapittel 2, må det derfor utarbeides en tiltaksplan som skal godkjennes av Bø kommune før oppstart av evt. gravearbeider. Graveentreprenør må følge gitte retningslinjer i tiltaksplanen og vilkårene som er satt i godkjenningen av denne.

5 RISIKOVURDERING

5.1 GENERELT OM RISIKOVURDERING AV FORURENSET GRUNN

Risiko uttrykker sannsynligheten for at en mulig uønsket hendelse inntreffer og konsekvensen av at den skjer. I en grunnforurensningssak analyseres risikoen basert på eksisterende forurensning og mulige framtidige aktiviteter i influensområdet. Risikovurderingen består i at resultatene fra risikoanalysen sammenholdes med akseptkriterier.

For vurderinger av forurensningsgraden i jord, har Miljødirektoratet utarbeidet veilederen «Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn» (TA – 2553/2009) [2]. Tilstandsklassene er basert på risikovurderinger av helsekonsekvenser ved eksponering for miljøgifter, og de gir uttrykk for hvilke nivåer av miljøgifter som kan aksepteres ved forskjellig arealbruk. En trinn 1 risikovurdering består i å sammenlikne kjemiske analyseresultater opp mot tilstandsklassene i veilederen. Dersom den aksepterte tilstandsklassen for den aktuelle arealbruken overskrides, skal det utføres en trinn 2 risikovurdering dersom det gis rom for det i veilederen. Hvis den aksepterte tilstandsklassen ikke overskrides kan en velge å avslutte risikovurderingen etter trinn 1.

Trinn 2 risikovurderingen er stedsspesifikk, og består av to deler; en helsebasert risikovurdering med beregning av stedsspesifikke akseptkriterier i jord, og en spredningsbasert risikovurdering. Risikovurderingen utarbeides med bakgrunn i identifiserte kilder, eksponerings-/spredningsveier og

resipienter. Den stedsspesifikke risikovurderingen utføres i henhold til Miljødirektoratets veileder for risikovurdering av forurenset grunn [8].

5.2 MILJØMÅL

For å ivareta nødvendige hensyn til human helse, spredning, klima- og natumangfold foreslås følgende miljømål for lokaliteten:

1. **Eksponering:** Det skal ikke finnes restforurensning i jord som kan være helseskadelig for brukerne av eiendommen.
2. **Spredning:** Det skal ikke finnes forurensning som kan spre seg til resipienter og påvirke vannkvaliteten der, slik at dette får konsekvenser for vannlevende organismer.
3. **Naturmangfold:** Sanering av forurenset grunn skal begrenses til områder som gir positiv miljøgevinst sammenlignet med negativ effekt på naturmangfold eller risiko ved terrenginngrep.
4. **Tiltaksjennomføring:** Tiltak i forurenset grunn skal utføres på en slik måte at håndtering og disponering av massene ikke har negative konsekvenser for helse, miljø eller naturmangfold.

5.3 VURDERING AV MILJØMÅL 1 – HELSERISIKO/DIREKTE EKSPONERING

For å kunne vurdere forurensningsgraden i jord, har Miljødirektoratet utarbeidet en nettbasert veileder for forurenset grunn. Tilstandsklassene er basert på risikovurderinger av helsekonsekvenser ved eksponering for miljøgifter, og de gir uttrykk for hvilke nivåer av miljøgifter som kan aksepteres ved forskjellig arealbruk.

Tabell 5-1 viser fargekodene til Miljødirektoratets helsebaserte tilstandsklasser. Jord med innhold av miljøgifter som overskrider verdiene for tilstandsklasse 5, ble tidligere kategorisert som farlig avfall og kan av den grunn ifølge veilederen ikke bli liggende igjen, mens konsentrasjoner lavere enn tilstandsklasse 2 antas ikke å påvirke menneskers helse. Alle masser med konsentrasjoner av forurensning høyere enn Miljødirektoratets normverdier (tilstandsklasse 1), skal ved oppgraving behandles i henhold til forurensningsgrad.

Tabell 5-1. Fargekoder og karakteristikk av tilstandsklassene for forurenset grunn (Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 «Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn»).

Tilstandsklasse	1	2	3	4	5
Beskrivelse	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Øvre grense bestemmes av	Normverdi	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Gammel grense for farlig avfall

Nåværende regulering på lokaliteten er i dag LNF (landbruk, natur og friluftsliv). I Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 er ikke regulering LNF angitt som en egen arealbruk, og faller derfor ikke direkte inn under noen god kategori. Av hensyn til eventuell fremtidig sårbar arealbruk vurderes det imidlertid som riktig å være konservativ i betraktningene og benytte arealbruk «boligområder» som styrende for de planlagte tiltaksarbeidene. Dette medfører akseptkriterier som vist i Tabell 5-2.

Tabell 5-2. Aksepterte tilstandsklasser for arealbruk LNF

Dybde	Aksepterte tilstandsklasser
0-1 m	Tilstandsklasse 2 eller lavere
>1m	Tilstandsklasse 3 eller lavere. Tilstandsklasse 4 hvis en stedsspesifikk risikovurdering med hensyn til helse og/eller spredning kan dokumentere at risikoen er akseptabel.

Det største omfanget av påvist forurensede masser er lokalisert i nær tilknytning til bygningsmasse. Noe forurensning er imidlertid påvist i tilgrensende myrområder, ved betongfundamenter og eksisterende gjerdestolper. I en stedsspesifikk risikovurdering skal forhold som oralt inntak av jord, av fisk, drikkevann og bær og andre spiselige vekster i området vurderes. Det er ikke påvist verken drikkevann eller andre vannforekomster i tilknytning til området, og tatt områdets plassering i betraktning vurderes også både ferdsel og oral eksponering å være minimal, nesten neglisjerbar. **Ut fra en enkel stedsspesifikk vurdering anses det som akseptabelt at det i tilgrensende myrområder kan aksepteres opp mot tilstandsklasse 4 både i topp- og dypereliggende masser, så fremt omfanget av de forurensede massene er begrenset.**

Miljømål 1 vurderes ivaretatt ved følgende tiltaksgrenser:

- Toppjord: Tilstandsklasse 2 eller lavere. Tilstandsklasse 3 og 4 kan aksepteres i myrområder
- Masser <1 meter: Tilstandsklasse 3 eller lavere. Tilstandsklasse 4 kan aksepteres i myrområder

5.4 VURDERING AV MILJØMÅL 2 – SPREDNING

Spredning via støv

Spredning via støv kan ikke utelukkes, men tatt i betraktning små mengder påvist forurensede masser vurderes risikoen å være minimal.

Spredning via lukt/gass

Denne spredningen er ikke aktuell for de påviste forurensningsforbindelsene.

Spredning via avrenning

Det er ikke påvist spredningsveier ut fra lokaliteten og til tilgrensende områder. Spredning via vann antas derfor å foregå som svært sakte transport via grunnvann på området. Det er ikke verken mistanke om forurensning i vann eller spredning ut fra området, og spredning vurderes derfor å kunne utelukkes. Dersom det planlegges gjennomført tiltak i form av graving i forurensede masser i myrområdene vil dette imidlertid kunne medføre økt mobilisering og fare for spredning av forurensning, og videre behov for tilhørende oppfølging og eventuelle avbøtende tiltak.

Det vurderes at miljømål nummer 2 er ivaretatt. Spredning er ikke direkte drivende for tiltak.

5.5 VURDERING AV MILJØMÅL 3 OG 4 – MILJØRISIKO FOR NATURMANGFOLD OG TILTAKSGJENNOMFØRING

Miljørisiko knyttet til tiltaksgjennomføring er vurdert med tanke på bevaring av naturmangfold og miljøpåvirkning.

Inngrep i myr og klimahensyn

Myrområder utgjør viktige leveområder for flere arter innenfor karplanter, moser og insekter. I tillegg utgjør myr viktige leveområder for fugler og andre arter som lever av eller har direkte tilknytning til myra. Flere av myrtypene er oppført på Norsk rødliste for naturtyper 2018.

Risikoen for spredning av kobber fra myrområdene ved Loran-C vurderes som liten. Prøvene som er tatt tyder kun på forhøyet konsentrasjon av kobber i massene i umiddelbar nærhet til kobbernett. Øvrige masser viser ingen tegn til økte konsentrasjoner av kobber. Myr utgjør også et svært viktig karbonlager. Utgraving av myr vil medføre utslipp av klimagasser som har vært lagret i myra gjennom flere tusen år. Samtidig har myrområdene en viktig funksjon som flomdemper og filtrerer vannet. Arter av torvmose holder på vannet og medvirker til å bremse flom og problemer med overvann.

Det vurderes at miljømål 3 og 4 vil være oppfylt dersom saneringsarbeider utføres iht. tiltaksplanen, og at gravemassene håndteres og disponeres i samsvar med denne.

5.6 RISIKOVURDERING - OPPSUMMERING

En samlet vurdering av risikofaktorer ved lokalitet Loran C, som følge av konservative og stedsspesifikke vurderinger, gir følgende oppsummering av akseptkriterier for jord:

Tabell 3 Oppsummering av resultater fra risikovurdering

Sårbare forhold	Område 1
1. Helse / eksponering	Toppjord: Tilstandsklasse 2 eller lavere. Tilstandsklasse 3 og 4 kan aksepteres i myrområder Masser <1 meter: Tilstandsklasse 3 eller lavere. Tilstandsklasse 4 kan aksepteres i myrområder
2. Spredning	Det vurderes å ikke være fare for spredning knyttet til de forurensede massene
3. Naturmangfold og tiltaksgjennomføring	Myrområder skal i størst mulig grad vernes, av hensyn til naturmangfold og av klimahensyn

Myra vil fungere som en naturlig barriere mot spredning av miljøgifter. Det er ingen åpne vannveier som vil medvirke til spredning av forurensninger. Samtidig er det liten risiko for opptak og spredning av miljøgifter i planter og dyr. Oppgraving og fjerning av myrmasser vil ha uønsket påvirkning på naturmiljøet og de artene som lever av og i tilknytning til myra. I tillegg vil oppgraving av myrmasser medføre økte utslipp av klimagasser.

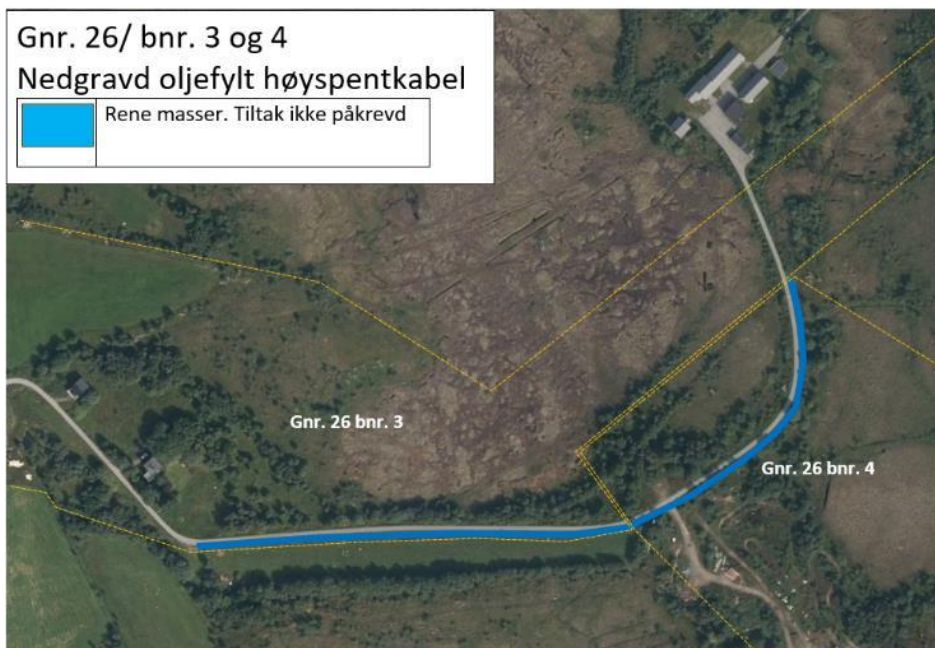
Ut fra en totalvurdering av risiko for forurensning og påvirkning på naturmiljø, anbefales det ikke å gjennomføre større gravearbeider i myrområdene på Loran C.

5.7 TILTAKSVURDERING

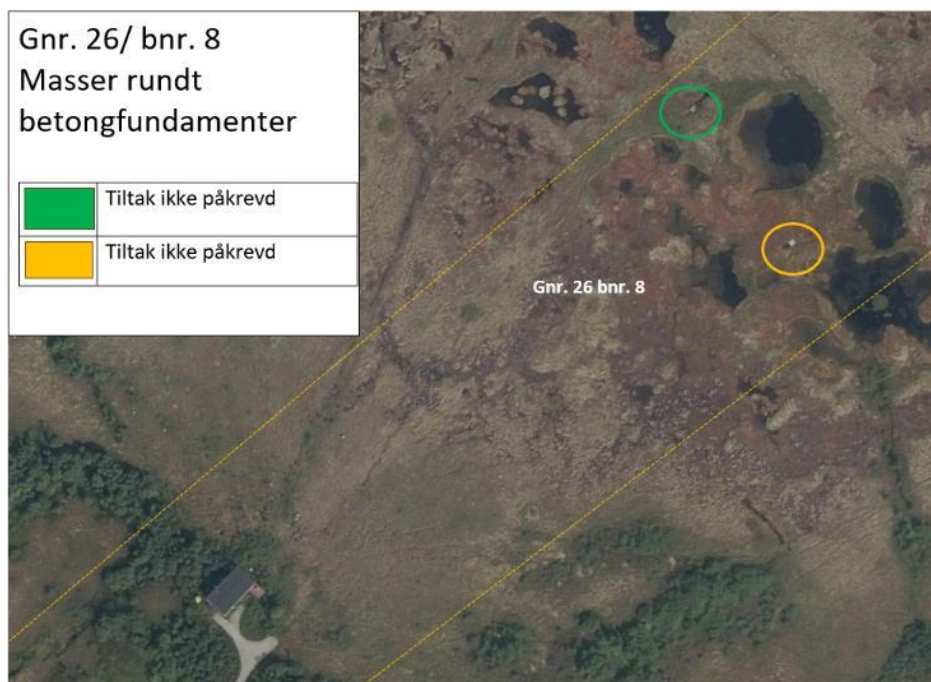
Basert på gitte retningslinjer og den stedsspesifikke risikovurderingen vurderes følgende tiltak for de områdene med påvist forurensning over normverdi.

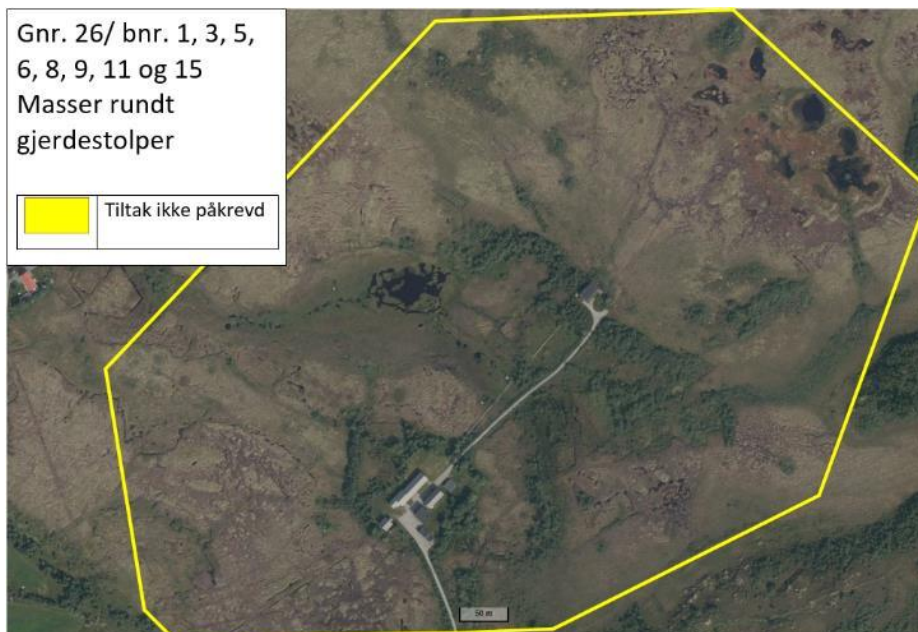
FORURENSET GRUNN INNTIL EKSISTERENDE BEBYGGELSE

Alle forurensete masser over gitte akseptkriterier, i området med fyllmasser i tilknytning til eksisterende bebyggelse, skal fjernes og leveres til godkjent mottak. Figurene under viser hvilke områder det er behov for oppgraving av forurensete masser og områder hvor det ikke er behov for tiltak.









KOBBERTRÅDER I BAKKEN

Det nedgravde kobbernettlet ligger over store deler av tiltaksområdet, hvorav store deler i myrterreng. Kobbernettlet har fungert som jording og sending av signaler fra mast. Forsvarsbygg antar at den totale mengden kobber som ligger nedgravd utgjør ca. 18 tonn. Kobberet består av tynne tråder som strekker seg ut fra den gamle signalmasta og ut i en avstand på ca. 270 meter fra denne. Omfang og utstrekning er forbundet med stor usikkerhet.

Analysen av jord inntil kobbernettlet viser at det er påvist innhold av kobber tilsvarende tilstandsklasse 2 i masser like inntil kobbernettlet, i ett prøvepunkt.

Fjerning av kobbernettlet vil trolig medføre stort omfang av gravearbeider og fjerning av topplagsmasser fra områdene hvor kobbertrådene skal fjernes. Ved Rinnleiret Radio i Levanger ble det gjort forsøk med å trekke ut kobbertrådene ved hjelp av gravemaskin. Resultatet var at det ble brudd i kabelen og at evt. oppgraving ville medføre omfattende skader på naturområdet. Fjerning er derfor ikke anbefalt.

Ut fra den steds spesifikke risikovurderingen og konklusjonen av denne vil fjerning av kobbernettlet medføre større skade på naturmangfold og tilhørende negativ klimapåvirkning, i form av blant annet utslipp av klimagasser fra myrmassene, sammenlignet med miljøgevinsten av å fjerne kobbertrådene. Det er heller ikke fare for spredning av metaller fra kobbertrådene slik de ligger i dag.

Kobbertrådene anbefales derfor ikke fjernet.

KREOSOTIMPREGNERTE GJERDESTOLPER

De kreosotimpregnerte gjernestolpene er fundament for nettinggjerde som omkranser hele eiendommen.

Prøvetaking rundt gjerdestolper viser at massene nærmest stolpene er forurenset med PAH-forbindelser tilsvarende tilstandsklasse 3 – 5. Omfanget på forurensninger begrenser seg til ca. 0,3 meter fra stolpene. Prøver som er tatt mer enn 0,5 meter fra stolpene viser lite eller ingen forurensning.

Gjerdestolpene ble trolig plassert ut i forbindelse med etableringen av Loran-C. Flere av stolpene har trolig blitt skiftet ut i ettertid. Resultatet fra prøvetakingen viser at forurensningen kun er lokalisert til området nærmest stolpene. Det er derfor lite sannsynlig med ytterligere spredning av miljøgifter.

Evt. oppgraving av masser rundt gjerdestolpene vil medføre skader på myrområdene som igjen kan ha negative effekter på økologien ved at planter og dyr påvirkes negativt. Forurensningen er av svært begrenset omfang og det antas at denne ikke vil medføre ytterligere spredning eller påvirkning på biologisk mangfold. Områdene blir ikke benyttet til utmarksbeite.

Massene rundt gjerdestolpene anbefales på bakgrunn av dette ikke fjernet.

BETONGFUNDAMENTER

Det er registrert til sammen ca. 37 større eller mindre betongfundamenter innenfor tiltaksområdet. Betongfundamentene har fungert som feste for wire til signalmastene. Wirefestene ble jevnlig påført overflatebehandling for å forebygge korrosjon. Det er tatt prøver av massene rundt disse wirefestene. De fleste av betongfundamentene er plassert ute i myrområdene. Som følge av lite tørrstoffinnhold i jordprøvene rundt wirefestene har det vært vanskelig å gjennomføre nøyaktige analyser på innhold av miljøgifter. Resultatene kan derimot tyde på at massene inneholder lite eller ingen forurensning. Analyseresultatene viser opp mot tilstandsklasse 2 (god) som tilfredsstillende akseptverdien for arealbruken (LNF).

Det er også tatt prøver av selve betongen. Betongen tilfredsstillende kravet til nyttiggjøring og utgjør således ingen fare for spredning av miljøgifter til omgivelsene.

Massene rundt betongfundamentene anbefales ikke fjernet.

6 TILTAKSPLAN

6.1 PLANLAGT TERRENGINNGREP

Terrenginngrepene omfatter utgraving av forurensete masser og tilbakeføring av rene masser.. Omfanget på utgravingen er ikke endelig avklart. I utgangspunktet vil alle masser som er forurenset over akseptkriteriene graves opp og leveres godkjent mottak. Etter avtale med grunneiere kan det bli aktuelt å fjerne hele eller deler av massene som er lettere forurenset. Gravearbeidene omfatter kun fyllmasser i området rundt bygninger hvor det er påvist forurensning og ikke på omkringliggende myrområder.

6.2 HÅNDTERING AV FREMMEDE (SVARTELISTEDE) PLANTER

Det skal gjennomføres tiltak for å hindre spredning av fremmede arter. Dette gjelder primært ved graving i området utenfor garasjebygg hvor det er registrert Tromsøpalme. Masser som er infisert med disse artene skal leveres til godkjent mottak. Se kapittel 1.2.3 for nærmere beskrivelse.

6.3 BEHOV FOR SUPPLERENDE UNDERSØKELSER

Det vurderes å ikke være behov for supplerende prøvetaking. Dersom det under gravearbeidene oppstår mistanke om forurensninger som ikke fremgår av denne rapporten, skal miljøgeolog tilkalles for en nærmere vurdering og evt. prøvetaking av massene.

6.4 GRAVEINSTRUKS MASSER

Dette kapittelet beskriver hvilken instruks som gjelder der det skal gjennomføres gravearbeider. Akseptkriteriene som er gitt i kapittel 5.3 skal tilfredsstilles for tiltaksområdet ved gjenbruk av gravemasser. Forurensede masser i tilstandsklasse 2 og 3 skal ikke flyttes eller gjenbrukes andre steder innenfor tiltaksområdet.

Forurensede masser:

- Masser som er forurenset i tilstandsklasse 2 kan gjenbrukes innenfor tiltaksområdet. Massene skal ikke gjenbrukes i områder som er rene, dvs. hvor det ikke er mistanke om forurensning.
- Masser som er forurenset i tilstandsklasse 3 kan gjenbrukes i dypere lag, det vil si dypere enn 1 meter under terrengoverflaten. Massene skal ikke gjenbrukes i områder med lavere forurensningsgrad.

Generelt for hele området:

- Forurensede masser skal leveres til godkjent deponi og vektsedler/-lister fra deponiet samles inn. Entreprenør skal ha inngått avtale med mottaker av forurensede masser i forkant av tiltaket.
- Masser kan ikke mellomlagres utenfor tiltaksområdet uten tillatelse fra Statsforvalteren.
- Mellomlagrede masser med forurensningsgrad i tilstandsklasse 3 og høyere må lagres på tette dekker eller på områder med tilsvarende eller høyere forurensningsgrad, og utenfor rekkevidde for tredjepart.
- Dersom overskuddsmasser skal leveres som inert avfall til et deponi, må det på forhånd avklares med deponiet om det er behov for ytterligere testing (basiskarakterisering) for å tilfredsstille kravene i avfallsforskriften kapittel 9 om deponering på inert deponi. Resultatet må inkluderes i sluttrapporten.

Rene masser

Fyllmassene i tilstandsklasse 1 og naturlig grunn av leire, silt og fjell er å anse som rene masser. De rene massene håndteres på følgende måte:

- Rene masser kan disponeres fritt på tiltaksområdet.
- Overskuddsmasser som ikke er forurenset skal håndteres i henhold til forurensningsloven §32. I praksis betyr dette enten å levere massene til godkjent mottak eller at disse gjenvinnes. Bruk av jord- og steinmasser som fyllmasser er også gjenvinning dersom massene erstatter materialer som ellers ville blitt skaffet og brukt til formålet. Rene overskuddsmasser må likevel oppfylle krav som følger av annet regelverk, som for eksempel bestemmelser om terrengoppfylling i plan- og bygningsloven, reguleringsplaner for disponeringsstedet, mottakets tillatelse, naturmangfoldloven osv.

Avfall

Større mengder avfall i gravemassene sorteres ut og leveres til godkjent deponi eller mottak.

Uforutsett forurensning

Dersom det oppdages uforutsett forurensning, som masser med spesielt utseende eller lukt, må gravearbeidet i aktuelt område stanses og prosjektets miljøgeolog skal kontaktes for å avklare om det er nødvendig med supplerende prøvetaking før videre avklaring av hvordan forurensning og/eller massene skal håndteres.

Det gjøres oppmerksom på at utført miljøgeologisk prøvetaking kun dokumenterer forurensningssituasjonen i de respektive prøvepunktene. Dette er benyttet til å gi føringer for hvordan en ved utgraving kan prøve å skille mellom rene masser og masser med ulik forurensningsgrad. Dersom det i forbindelse med gravearbeidet påtreffes avfallsmasser eller andre masser som er tydelig forurenset (ut over det som er beskrevet), skal arbeidet stanses inntil miljøgeolog har vurdert situasjonen.

6.5 ANLEGGSVANN

Fyllmassene har en mektighet på 1 – 3 meter og antas å ha begrenset evne til infiltrasjon av forurenset anleggsvann. Anleggsvann kan oppstå som følge av store nedbørsmengder eller ved graving under grunnvannsstand. Anleggsvann som har stått i grøfter der det er avdekket forurensning kan inneholde metaller, oljeforbindelser og andre miljøgifter som er overført fra massene. For å unngå håndtering av forurenset anleggsvann, skal gravearbeidene fortrinnsvis utføres i perioder uten nevneverdig nedbør.

Vann som infiltreres i grunnen trenger ikke å renses før infiltrasjon, så lenge grunnen der vannet infiltreres inneholder tilsvarende eller høyere forurensningsgrad. Dersom det ikke er mulig å håndtere vannet lokalt, kan lensevann håndteres på følgende måte (vurderes av miljøgeolog):

- Lensevann ledes direkte til omkringliggende terreng.
- Påslipp til offentlig nett etter tillatelse fra Bø kommune
- Samles opp og leveres til godkjent mottak.

6.6 BEREDSKAP VED SPILL/UHELL

Dersom det skulle oppstå en uventet forurensningssituasjon slik som f. eks. spill av olje skal følgende tiltak iverksettes:

- Sugebil skal tilkalles ved frifase olje på vann.
- Pumping av vann fra byggegrop stanses inntil en egnet håndtering er ordnet.

6.7 VURDERING AV RISIKO FOR FORURENSNINGSSPREDNING SOM FØLGE AV TERRENGINNGREPET.

Vi legger til grunn at massene som skal graves ut består av fyllmasser med varierende forurensningsgrad.

Følgende spredningsveier er aktuelle i gravefasen:

Spredning med støv

Eventuell spredning vil være avgrenset og av lokal karakter. Gravevolum er av liten til moderat størrelse. Anleggsområdet vil være avsperrert og ikke være tilgjengelig for publikum. Risikoen anses derfor som liten.

Spredningsbegrensende tiltak bør vurderes ved tørt vær og/eller sterk vind.

Avrenning fra eksponerte/oppgravde masser

Ved eventuell mellomlagring av masser i regnvær kan avrenning fra eksponerte masser forekomme. Avrenning fra moderate forurensede masser i gravefasen medfører ikke noe større risiko for forurensningsspredning enn dagens situasjon (ikke tett dekke og permeable masser). Risikoen anses som moderat.

Masser som skal mellomlagres skal legges på fast underlag for å hindre forurensningsspredning og at rene masser blandes med forurensede masser. I områder hvor det er mistanke om fri fase kreosot og oljeforbindelser skal massene lastes direkte på bil og kjøres til godkjent mottak. Dette gjelder primært i området utenfor senderbygget, prøve P10, men også mellom garasjebygg og tankbygg.

Anleggsvann

Lensing av anleggsvann er beskrevet i kap. 6.7. Så lenge anleggsvannet håndteres som beskrevet i kapittel 6,7, vil risikoen for påvirkning på miljøet være liten.

Grunnvannstransport

Det kan bli aktuelt med lensing av grunnvann fra byggegrop. Så lenge grunnvann håndteres som beskrevet i kapittel 6.7, antas det at risikoen for påvirkning på miljøet vil være liten.

Menneskelig eksponering via oralt inntak, hudkontakt og støveksposering

Kan være aktuelt for arbeiderne, men påvist forurensning utgjør ingen risiko for arbeiderne.

Uaktuelt for forbigående, da arbeidsområdet ikke er tilgjengelig for uvedkommende. Ved vedvarende tørt vær og sterk vind bør tiltak iverksettes for å minske risiko.

6.8 KONTROLL OG OVERVÅKING

Det skal gjennomføres kontroll og overvåkning som inkluderer følgende:

- Opstartsmøte der tiltaksplan gjennomgås med utførende entreprenør
- Det forutsettes at en miljøgeolog foretar visuell inspeksjon av gravemassene og tar ut representative jordprøver for kjemisk analyse under utgraving og eventuelt etter ferdig utførte tiltak.
- Dersom det under arbeidet oppdages uventet forurensning som kan medføre akutt spredning eller helsefare, plikter entreprenør å stanse arbeidet og kontakte miljøgeolog for å vurdere situasjonen. Vurderingen kan innebære prøvetaking og kjemiske analyser.
- Entreprenøren skal ha nødvendig beredskap på stedet for å stanse akutt forurensning samt fjerne og/eller begrense virkningen av den.
- Ev. behov for videre overvåkning og/eller etterkontroll vil vurderes i sluttrapporten

6.9 SLUTTRAPPORT

Det skal utarbeides en sluttrapport som sendes til Bø kommune senest 3 mnd. etter at gravearbeidet er avsluttet. Sluttrapporten utarbeides av tiltakshavers representant (miljøgeolog). Sluttrapporten skal inneholde:

- Beskrivelse av hvilke grunnarbeider som er utført, inkl. eventuell restforurensning og omdisponerte masser.
- Dokumentasjon på at gjenværende masser er innenfor akseptkriteriene for gjeldende arealbruk (LNF).
- Dokumentasjon på deponering av forurensede gravemasser og avfall ved godkjent mottak (veiesedler).
- Beskrivelse av eventuelle avvik fra foreliggende tiltaksplan.

6.10 FORURENSNINGSSITUASJONEN ETTER TILTAK

Forurensningssituasjonen der det gjennomføres inngrep i grunnen vil være akseptabel med hensyn til Miljødirektoratets akseptverdier for arealbruk LNF. Forurensningssituasjonen etter tiltaket vil være betydelig bedret sammenlignet med situasjonen før opprydding.

6.11 OPPSUMMERING AV TILTAKSPLANEN

Forurensningsforskriftens kapittel 2 "Opprydding i forurenset grunn ved bygge- og gravearbeider" inneholder bl.a. krav om at det skal utarbeides en tiltaksplan dersom normverdiene i vedlegg 1 til forurensningsforskriften er overskredet.

Tabell 6-1. Oversikt over de 7 punktene som omfattes av § 2-6, Krav til tiltaksplan.

Punkt i § 2-6	Kortfattet beskrivelse	Kapittel
Redegjørelse for undersøkelser som er foretatt	Det er utført miljøgeologisk undersøkelse med prøvetaking av masser. Det vil bli utført supplerende prøvetaking i forbindelse med tiltaket	2 og 3.1
Redegjørelse for fastsatte akseptkriterier	Akseptkriterier for helseisiko for arealbruken LNF er fastsatt iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009. Se tabell 9 i kap. 5.6.	5.3
Vurdering av risiko for forurensningsspredning under arbeidet som følge av terrenginngrepet	Risiko for spredning av forurensning som følge av grunnarbeidene vurderes å være liten.	6.9
Redegjørelse for hvilke tiltak som skal gjennomføres, samt tidsplan for gjennomføring	Tiltaksplanen redegjør for graveinstruks, spredningsreducerende tiltak og massehåndteringen. Planlagt oppstart gravearbeider er ca. 1. august 2023, antatt varighet på utkjøring og tilbakeføring av masser er ca. 4 uker.	6
Redegjørelse for hvordan forurenset masse skal disponeres	Alle forurensete masser som overskrider akseptkriteriet for den aktuelle arealbruken skal leveres godkjent mottak. Påtreffes andre typer masser enn beskrevet i tiltaksplanen, skal en miljøgeolog tilkalles for en nærmere vurdering av massene og ev. prøvetaking og kjemiske analyser.	6.6
Redegjørelse for kontrolltiltak	En miljøgeolog skal føre tilsyn under tiltaksfasen, samt bistå med oppfølging og supplerende prøvetaking. Entreprenør skal føre logg over sluttdisponering av berørte forurensete masser. Veiesedler skal tas vare på slik at dette kan dokumenteres i sluttrapporten.	6.10 og 6.11
Dokumentasjon av at tiltaksgjennomføringen blir utført av godkjente foretak	Utførende entreprenør vil ha ansvaret for å håndtere forurensningen i henhold til tiltaksplanen og eventuelle vilkår stilt av myndighetene. For tiltak i forurenset grunn forutsettes det at entreprenøren skal kunne tilfredsstille kravene som følger av tiltaksklassen for eventuell ansvarsrett etter plan- og bygningsloven eller andre krav som myndighetene eventuelt måtte stille.	Foreligger foreløpig ikke.

7 SIKKERHET, HELSE OG ARBEIDSMILJØ

I henhold til krav i byggherreforskriften (BHF) har Multiconsult som prosjekterende utført en risikovurdering med hensyn på sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA) ved gjennomføringen av arbeidene beskrevet i denne tiltaksplanen for forurenset grunn. Identifiserte risikoforhold som byggherren må vurdere videre og påse blir ivaretatt i tilbudsgrunnlaget og SHA-planen for arbeidene, er presentert i Tabell 7-1. Dette omfatter kun risikoforhold vedrørende forurenset grunn. Øvrige forhold ved arbeider på området (jf. Byggherreforskriften §8c) vil være dekket av andre og byggherren må sørge for at risikoforhold knyttet til samordning med andre arbeidsoperasjoner blir vurdert og ivaretatt.

*Tabell 7-1. Identifisering av risikoforhold relatert til SHA ved anleggsarbeider i **forurenset grunn**. Multiconsults sjekklister for risikofylte og miljøskadelige forhold på bygge- og anleggsplasser er benyttet som underlag (utarbeidet på grunnlag av §5, §8c) og §9 i BHF.*

	Risikoforhold	Arbeidsoperasjon/mulig hendelse	Anbefalt tiltak
A	Arbeid som utsetter personer for kjemiske stoffer (forurenset masse).	Håndtering av mulig forurenset masse / vann kan medføre fare for eksponering via hudkontakt og innpusting av støv/gass etc. Tiltaksplanens risikovurdering konkluderer imidlertid med at mulig forurenset masse ikke medfører nevneverdig helsefare for anleggsarbeiderne.	Det er ikke behov for spesielle helsemessige tiltak for arbeiderne utover vanlig verneutstyr. Entreprenør må overholde yrkeshygiene krav fra arbeidstilsynet.

Det påpekes at HMS er entreprenørens ansvar. Alt personell som skal involveres i tiltaksarbeidet skal informeres om forekomst av farlige stoffer og om deres egenskaper og mulige helsefare.

I henhold til «Forskrift om varsling om akutt forurensning eller fare for akutt forurensning» er det brannvesenet (tlf. 110) som skal varsles ved uforutsette utslipp av flytende forurensning (eller fare for dette).

8 REFERANSER

1. Forurensningsforskriften kapittel 2.1, www.lovdata.no
2. Miljødirektoratet. «Helsebaserte tilstandsklasse for forurenset grunn, TA-2553/2009»
3. Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2015.

4. **Standard Norge**, «Jordkvalitet. Prøvetaking. Del 5: Veiledning for fremgangsmåte ved undersøkelser av grunnforurensning på urbane og industrielle lokalteter» NS-ISO 10381-5, oktober 2006
5. **Norges geologiske undersøkelse**. Kartinnsyn. *Kartlag: Berggrunn250. Løsmasser, nasjonal løsmassedatabase. Grunnvann (Granada)*. [Internett] 5 juli 2017. <https://www.ngu.no/emne/kartinnsyn>.
6. **Riksantikvaren, Direktoratet for kulturminneforvaltning**. Kulturminnesøk. <https://kulturminnesok.no/>.
7. **Miljødirektoratet**. Naturbase. [Internett] 16 september 2017. <http://kart.naturbase.no/>.
8. **Miljødirektoratet**. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/forurensning/forurenset-grunn/for-naringsliv/forurenset-grunn---kartlegge-risikovurdere-og-gjore-tiltak/risikovurdering-av-forurenset-grunn/>
9. **FFI**. Eksponering og effekter av de ammunisjonsrelaterte metallene kobber og bly, FFI-rapport 16/00640, 08/2017 Forvarets Forskningsinstitutt
10. **Multiconsult**. Økologiske effekter av tungmetaller på terrestrisk økosystem, rapport 10246825-01-RAP-RIM-001, 23. mars 2023.

Forsvarsbygg / Multiconsult Norge AS