

MAI 2025
OSLO KOMMUNE

MILJØUNDERSØKELSER GRESSHOLMEN OG RAMBERGØYA 2024

RISIKO VED FORURENSNING I JORD OG SEDIMENTER



Dokumentinformasjon

Tittel:	Miljøundersøkelser Gressholmen 2024 – Risiko ved forurensning i jord og sedimenter		
COWI-kontor:	Oslo		
Oppdragsnummer:	A282696	Rapportnummer	Miljørapport 01
Utgivelsesdato:	02.05.2025	Antall sider:	75
Tilgjengelighet:	Åpen	Antall vedlegg:	9
Utarbeidet:	Aud Helland Vegard Ulland Liv Bruås Henninge Håkon Dalen	Sign.	
Kontrollert:	Aud Helland	Sign.	
Godkjent:	Rita Heide Eggen	Sign.	
Oppdragsgiver:	Oslo kommune	Oppdragsgivers kontaktperson:	Daria Dedikova, Lars Bjørnebye
Stikkord:	Jord, marine sedimenter, miljøgifter, risikovurdering, skytebane, bly		
Rev. hist			

FORORD

COWI har utført undersøkelser av forurensset grunn på Gressholmen og Rambergøya for Eiendoms- og Byfornyelsesetaten (EBY) Oslo kommune. EBY foretok innledende undersøkelser av forurensningen i 2023, hvor det ble påvist svært høye konsentrasjoner av særlig bly i tilknytning til rester av skyteinstallasjoner (skivevoller og kulefangere) på Gressholmen og Rambergøya, som har mer enn 100 års historie med skytebaner.

Feltundersøkelsene på land er utført av COWI personell Vegard Ulland (XRF og prøvetaking av porevann), Håkon Dalen (innsamling av vånd og mus), Kaisa Ferguson og Rita Heide Eggen (innsamling av spiselige vekster). Prøvetaking i sjø er utført av Aud Helland og Espen Donali. Rapporten er skrevet Aud Helland, Vegard Ulland, Håkon Dalen, Liv Bruås Henninge og Rita Heide Eggen.

Kontaktpersoner hos EBY har vært Daria Dedikova og Lars Bjørneby. Begge takkes for godt samarbeid.

Fredrikstad 02.05.2025

Rita Heide Eggen

Prosjektleder

INNHOOLD

Sammendrag	5
1 Bakgrunn og målsetting	7
2 Gjennomgang av historiske kilder om skytebaner på Gressholmen og Rambergøya	9
3 Vannforsyning	11
4 Materiale og metode	12
4.1 Feltarbeid	12
4.2 Analyser	31
4.3 Risikovurdering	33
5 Resultater	40
5.1 Land	40
5.2 Sjø	54
6 Risikovurdering	59
6.1 Land	59
6.2 Sjø	63
7 Oppsummering risiko land og sjø	67
8 Anbefalinger og vurdering av tiltak	67
9 Referanser	72

VEDLEGG

Vedlegg 1: Analyseresultater XRF målinger

Vedlegg 2: Analyseresultater porevann

Vedlegg 3: Analyseresultater spiselige vekster

Vedlegg 4: Analyseresultater vånd

Vedlegg 5: Analyseresultater sedimenter og tang

Vedlegg 6: Analyseresultater passive prøvetakere og tang

Vedlegg 7: Stedsspesifikk informasjon benyttet i risikovurdering av menneskers helse for eksponering av bly i forurenset grunn på Gressholmen og Rambergøya.

vedlegg 8: Stedsspesifikk informasjon benyttet ved vurdering av risiko for spredning av bly fra forurenset grunn på Gressholmen og Rambergøya

Vedlegg 9: Gressholmen-Rambergøya Naturverdier

Sammendrag

COWI har utført undersøkelser av forurensnet grunn på Gressholmen og Rambergøya for Eiendoms- og Byfornyelsesetaten (EBY) Oslo kommune. Gressholmen og Rambergøya har mer enn 100 års historie med skytebaner. EBY foretok innledende undersøkelser av forurensningen i 2023, hvor det ble påvist svært høye konsentrasjoner av særlig bly i tilknytning til rester av skyteinstallasjoner (skivevoller og kulefangere). Målet med undersøkelsene utført av COWI har vært å kartlegge utstrekning og omfang av forurensningen som følge av skyteaktiviteten. Dette har dannet grunnlaget for å oppnå en helhetlig risikovurdering av forurensningen. Vurderingene omfatter risiko for spredning og risiko for menneskers helse.

Arbeidene har derfor omfattet kartlegging av metallforurensning i jord ved bruk av XRF. XRFen analyserer metall konsentrasjonene umiddelbart og resultatene kan leses av i felt, slik at det er mulig å analysere flere tusen punkter i terrenget. Dette sikrer en god avgrensning av forurensningen. Som grunnlag for den stedsspesifikke risikovurderingen, ble det samlet inn spiselige vekster (rognebær og nyper) for analyser av metaller og PAH. Det ble også tatt prøver av porevann i jord for å vurdere spredning av forurensningen til resipient, og det ble samlet inn vånd og mus, som det er mye av på øyene, for å vurdere hvorvidt dyrene ble eksponert for og akkumulerte bly. I tillegg ble det tatt prøver av sedimentene i sjøen mellom Gressholmen og Rambergøya. Prøvene ble analysert for metaller og organiske miljøgifter. Det ble utført økotoksikologiske tester på sedimentene for å vurdere giftighet. For å kunne vurdere risiko for spredning og menneskers helse ble det også samlet inn tang (i mangel av blåskjell), og satt ut passive prøvetakere (DGT) for analyse av metaller i sjøvannet.

Undersøkelsene har avdekket store områder som er forurensnet av bly. Forurensningen ligger i hovedsak i tilknytning til skivevoller og kulefang på skytebanene på Gressholmen, Rambergøya og et mindre område mellom Gressholmen og Rambergøya som i rapporten kalles Rambergbukta. For alle områdene er konsentrasjonene for bly tilsvarende dårlig miljøkvalitet (tilstandsklasse 4) [1], til svært dårlig (tilstandsklasse 5), men også konsentrasjoner høyere enn tilstandsklasse 5 «farlig avfall». Undersøkelser rundt Gressholmen Kro avdekket stedvis svært høye konsentrasjoner av bly. I denne rapporten beskrives masser over tilstandsklasse 5 som farlig avfall.

Risikovurderingen av forurensningen på land viser at det skjer en spredning av bly til resipient, men ikke så stor at det er noen risiko for økosystemet i resipienten. Beregningene var i tråd med faktiske målinger i sjø. Blyforurensningen på Gressholmen og Rambergøya utgjør en uakseptabel risiko for menneskers helse, både barn og voksen. Ved å ikke ta med konsentrasjonene av de mest forurensede jordprøvene tilsvarende farlig avfall (>tilstandsklasse 5) i risikovurderingen er det likevel en risiko for barn, men ikke for voksne.

Sedimentene i bukta mellom Gressholmen og Rambergøya er forurensnet av metaller, og PAH og utgjør en potensiell risiko for human helse og økologien i området. Økotoksikologiske analyser av krepsdyret *Corophium volutator* viste imidlertid at sedimentene ikke var toksiske. Forurensningen fordeler seg ikke likt, og det er særlig det grunne strandområdet utenfor Gressholmen som utgjør størst risiko, grunnet høye konsentrasjoner av PAH. Risiko for menneskers helse er knyttet til inntak av sjømat. Bukta mellom Gressholmen og Rambergøya er ikke egnet for fiske og sanking av muslinger. Sedimentene i bukta utgjør ingen risiko for menneskers helse når det gjelder bading i sjøen.

Risikovurderingen av forurensningen på land tilsier at det bør utføres tiltak slik at brukere av øyene ikke eksponeres for bly i grunnen. Det er flere alternative tiltak som kan gjennomføres for å hindre kontakt med

forurensningen. Siden bruken av de forurensede områdene er forskjellige, bør alternative tiltak vurderes. Tiltakene kan være alt fra opplysning og skilting, til inngjerding, tildekking og fjerning av forurensningen.

Gitt vernestatus og forekomst av verdifulle arter på øyene kan det på flere områder være vanskelig å gjennomføre fysiske tiltak som tildekking og eller fjerning (graving). Forut for tiltaket bør det utarbeides kart som viser forurensning i grunnen i tillegg til utbredelsen av rødlistede arter, slik at disse kan hensyntas ved gjennomføring av tiltak.

Kartleggingen har vist at forurensningen både ligger helt i toppdekket, men også i dypere lag. Generelt kan vi si at der det er lavt organisk innhold ligger forurensning høyere opp i profilet enn der det er høyt organisk innhold. Undersøkelsen ble gjort ned til ca. 30 cm dybde.

COWI anbefaler at de øvre 25-30 cm av strandsonen som har konsentrasjoner av bly fra og med tilstandsklasse 4 til høyere enn tilstandsklasse 5 (farlig avfall) på Gressholmen og Rambergøya graves ut og erstattes med ny sand, av samme kvalitet som stedegen sand. Videre anbefales det tildekking med ren jord, eventuelt kun fjerne jorden, i områder på Gressholmen som har tilsvarende forurensningsgrad. Dette gjelder de noe høyereliggende områdene i tilknytning til strandsonen. Øvrig kontaminert område på Gressholmen og Rambergøya foreslås inngjerdet. Årsaken til at COWI anbefaler tiltak i områder med forurensningsgrad tilsvarende tilstandsklasse 4 og 5, og ikke bare områder med forurensningsgrad >tilstandsklasse 5, er av hensyn til risiko for barn som benytter områder.

Forurensningen som er påvist i grunnen ved Kroa er begrenset, både i geografisk omfang og vertikalt (dybde). Deler av området har skrint jordsmonn. COWI anbefaler at kontaminert jord fjernes og erstattes med ren jord. Siden omfanget er begrenset, kan tiltaket ledsages av XRF-målinger.

1 Bakgrunn og målsetting

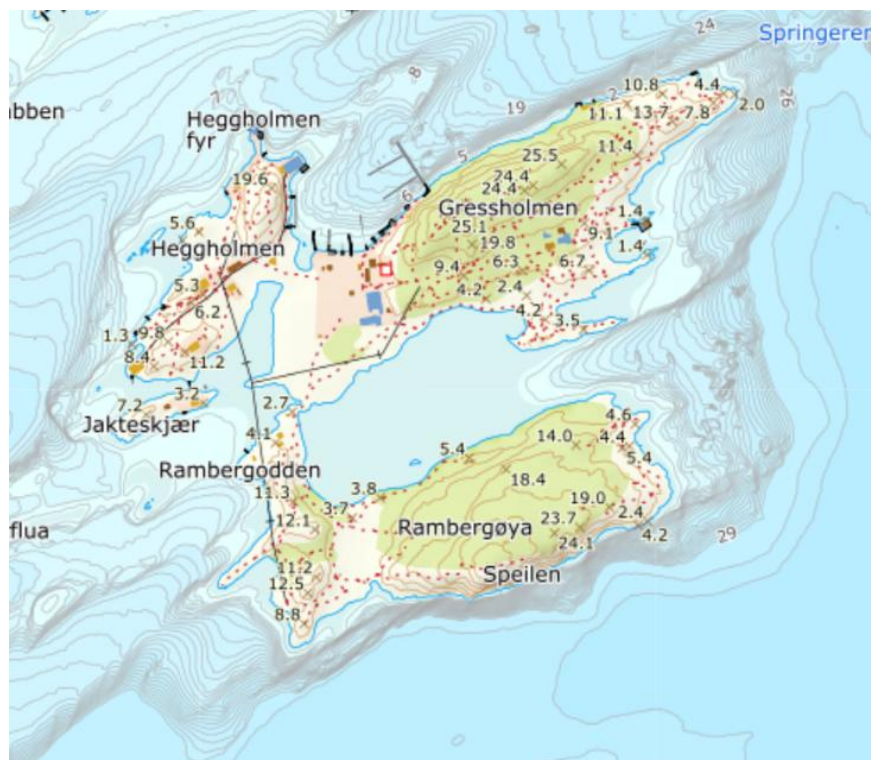
Gressholmen, Rambergøya og Heggholmen naturreservater (Figur 1) ble opprettet ved kongelig resolusjon den 2. oktober 1992, og den 27. juni 2008. Reservatene dekker et areal på ca 533 dekar, hvorav 286 dekar er landareal. Formålet med fredningen er å bevare verdifulle geologiske forekomster, inkludert en fungerende typelokalitet av rombeporfyr, et gruntvannsområde med tilhørende plante- og dyreliv, særpregete og artsrike terreng-, kratt-, strandeng- og kantvegetasjonssamfunn med flere sjeldne og rødlistede arter. Videre er formålet å sikre levesteder for virvelløse dyr. Gressholmen og Rambergøya er karakterisert av kambrosiluriske bergarter som leirskiffer, sand- og kalkstein. Dette sammen med varme sommere gjør at øyene har en meget artsrik og variert flora, med store innslag av varmekjære og kravfulle plantearter hvor mange er sjeldne. Her finnes også kalkfuruskog og strandberg som innehar regionalt sjeldne plantearter med tilhørende rik insektsfauna. Tidevannsområdet mellom Gressholmen og Rambergøya fungerer som et våtmarksområde (rasteområde) for trekkfugl som gjester indre deler av Oslofjorden.

Gressholmen og Rambergøya er et populært friluftsområde med serveringssted og flere små strender rundt øyene som befolkningen i Oslo og turister besøker i sommersesongen. Det går ferge til Gressholmen fra Rådhuskaia i Oslo hele året.

Det har tidligere vært industri, flyplass og skytebaner på øyene. Det er påvist forurensning i grunnen i tilknytning til småbåthavnen på Heggholmen og avfallsfylling i strandsonen i bukta mellom Gressholmen og Rambergøya [2]. Forurensningen fra småbåthavna og fyllplassen omfatter metallene bly, kobber, sink, kvikksølv, samt PCB7 (polyklorerte bifenyler, 7 kongener) og PAH-forbindelser (polyaromatiske hydrokarboner).

Mest omfattende forurensning er knyttet til tidligere skyteaktivitet på øyene. EBYs innledende miljøtekniske grunnundersøkelser på de nedlagte skytebanene påviste høye konsentrasjoner av blant annet bly og PAH [3]. Normalt er skytebaner forurenset med tungmetallene bly (Pb), kobber (Cu), sink (Zn) og antimon (Sb) og for områder hvor det er skutt på leirduer er også PAH en relevant parameter for forurensning. I dette prosjektet er PAH relevant for deler av Gressholmen.

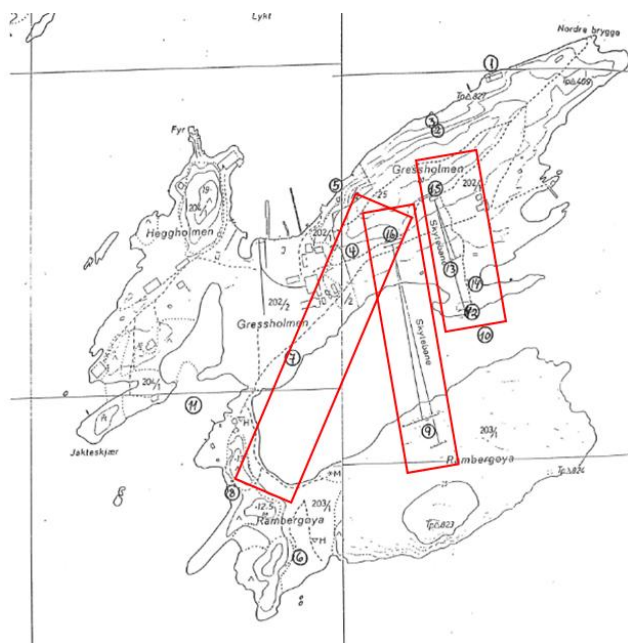
De tidligere undersøkelsene med tilhørende risikovurdering fraråder opphold på deler av de nedlagte skytebanene på Gressholmen/Rambergøya inntil ytterlige undersøkelser er gjort for å bekrefte/avkrefte forurensningstilstanden [3] [4]. *Siden Gressholmen og Rambergøya er et mye benyttet friluftsområde for bading og generell rekreasjon er et hovedmål for øyene at det skal være trygt å oppholde seg, og benytte området til friluftsliv og rekreasjon. Et av målene med gjeldende prosjekt er derfor å få en bedre oversikt over eksisterende forurensning fra tidligere skyteaktivitet på øyene. EBY ønsker at det i dette prosjektet skal gjennomføres en helhetlig risikovurdering av forurensningen på Gressholmen-Rambergøya.*



Figur 1: Gressholmen og Rambergøya i indre Oslofjord. Utklipp fra Norgeskart.no.

2 Gjennomgang av historiske kilder om skytebaner på Gressholmen og Rambergøya

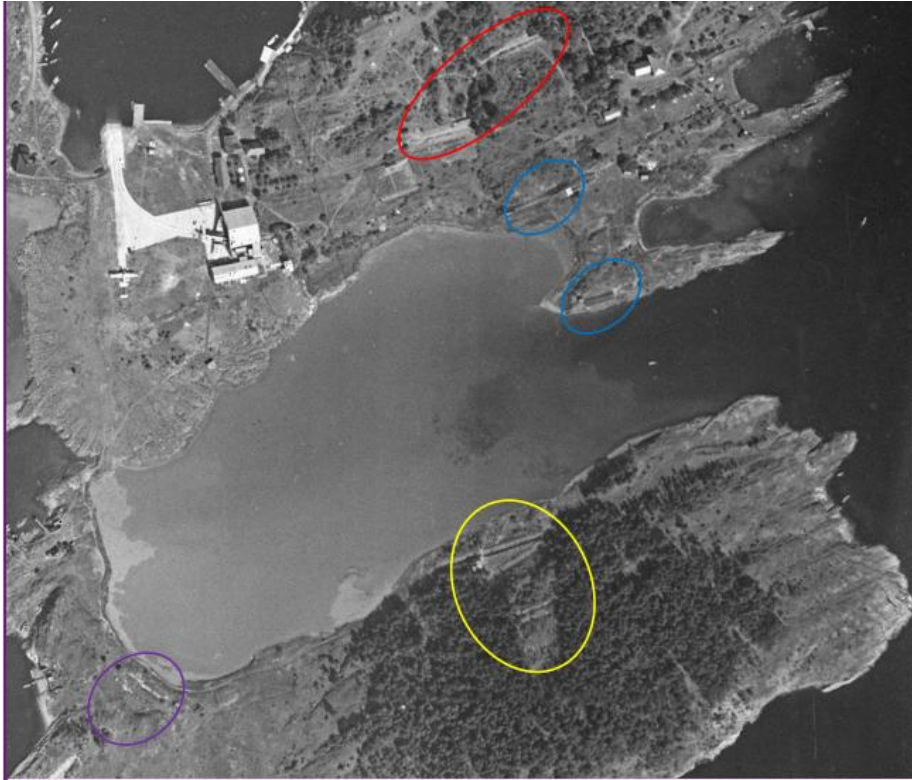
I planleggingsfasen har COWI tatt utgangspunkt i de innledende undersøkelsene utført av EBY (se Figur 2 og Figur 3), supplert med ytterligere litteratursøk og historisk gjennomgang for å finne informasjon om skytefeltene og eventuelt mer detaljert plassering (se Figur 4 til Figur 6). COWI har konferert med kilder som tidligere har deltatt i skyteaktivitet på Gressholmen/ Rambergøya. Tilbakemelding om bruk av området var at det også ble gjennomført såkalt feltskyting i tillegg til de faste banene. I feltskyting ble skivene satt rundt omkring på forskjellige steder på øyene. Dette tilsier at det også vil være flere områder utenom de kjente skytebaneområdene som er benyttet som kulefang i kortere perioder.



Figur 2. Kartet er fra 1994 og gir derfor ikke et komplett bilde av all skyteaktivitet. De tre skytefeltene er markert med røde rektangler (COWIs markeringer)



Figur 3 Mulige standplassområder på Gressholmen, tilsvarende pkt. nr. 15 og 16 i Figur 2 (Oslo kommune, 2023)



Figur 4 Historisk kartutsnitt fra 1937 hvor en kan se standplass, skivevoller og kulefang. Rød sirkel er standplasser, blå er skiver og kulefang Gressholmen, lilla er skiver og kulefang for Rambergbukta og gul er skiver og kulefang for Rambergøya. Se også Figur 2, Figur 3, Figur 5 og Figur 6 (Finn.no/kart)



Figur 5 Bilde til venstre antas å være standplass i pkt. 15 i Figur 2, hvor de synlige skivene (blinkene) i begge bilder antas å være pkt. 12 og 13 i Figur 2 (Nasjonalbiblioteket). Bildet til høyre viser skyteskivene.



Figur 6 Bildet viser skytter som antas å ligge i området ved pkt. 16 i Figur 2, og hvor skiver (binker) er på Rambergøya i pkt. 9 i Figur 2 (Nasjonalbiblioteket)

Søk i historiske kart kan tyde på at det i 1886 var skytefelt på Gressholmen noe lenger mot øst enn på kart fra 1994 (Figur 7). Dette området er undersøkt nærmere.

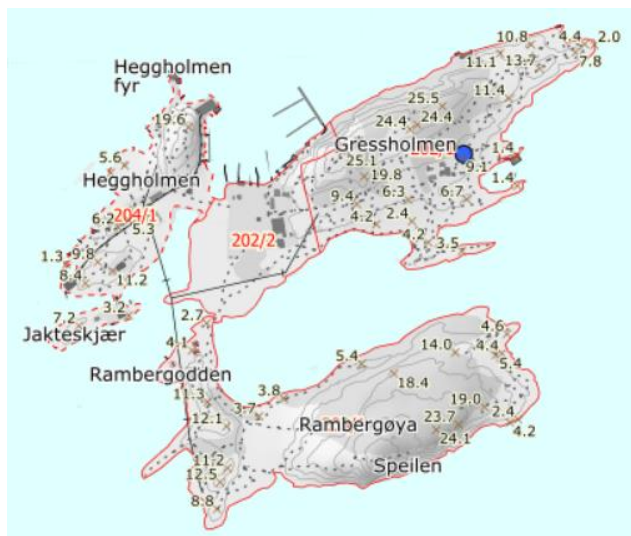


Figur 7. Historisk kartutsnitt fra Finn.no/kart fra 1886 (Oslo-14D8NE-kart-1886). Kartet viser tilstedeværelse av en skytebane i et annet område enn i Figur 2, se vår røde markering.

3 Vannforsyning

Siden bly kan spres til grunnvann var det viktig å få avklart hvilken vannforsyning aktiviteter på Gressholmen har i dag. Gressholmen ble koblet til offentlig vannforsyning i 2017. Før denne tid antas det at grunnvann ble benyttet som drikkevann. Det er avmerket en brønn i kartdatabasen til NGU på Gressholmen (Figur 8). Denne ble imidlertid ikke funnet ved befarings på øya. Siden øya nå er koblet til

offentlig vannforsyning, er det vurdert at brønnen ikke er i bruk og at denne derfor ikke utgjør en risiko med hensyn på human helse.



Figur 8. Utklipp av kart fra GRANADA-databasen til NGU viser en fjellbrønn på Gressholmen (blå prikk).

4 Materiale og metode

4.1 Feltarbeid

Feltarbeidet ble gjennomført fra slutten av august til slutten av november i 2024. Det ble gjennomført et oppstartsmøte med EBY (Eiendoms- og byfornyelsesetaten), BYM (Bymiljøetaten), Statsforvalteren og COWI utenfor kroa på Gressholmen før feltarbeidet ble satt i gang.

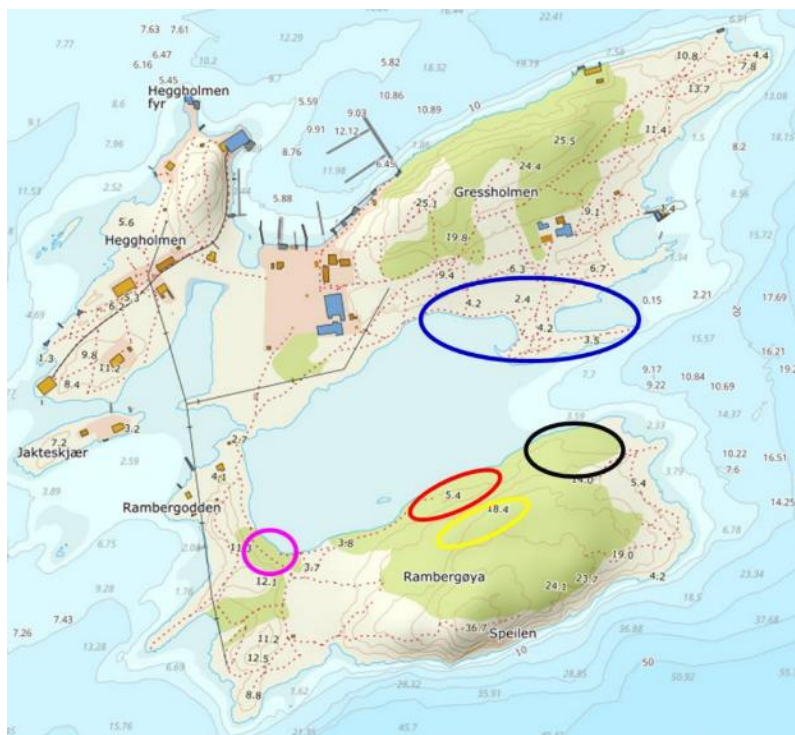
4.1.1 Land – XRF målinger

For feltarbeidet som ble gjennomført på land, lå det inne en del føringer som måtte hensyntas. Siden Gressholmen og Rambergøya er naturreservat og har viktige og sårbare naturtyper, ble det i forkant av feltarbeidet søkt til Statsforvalteren, og tillatelse til gjennomføring av miljøtekniske undersøkelser ble gitt i juni 2024 [5]. I tillatelsen var det flere vilkår som hadde innvirkning på selve prøvetakingen, og da spesielt at man ikke kunne ta jordprøver eller grave seg ned i områder med begrenset jordsmonn, spesifikt der det var mindre jorddybde enn 10 cm [5]

EBY hadde tidligere gjennomført flere runder med kartlegging både med innsending av jordprøver til laboratorium og med bruk av XRF. EBYs kartlegging ble benyttet som grunnlag for utarbeidelse av en risikovurdering utført av Rambøll i 2024 [4]. Risikovurderingen viste at flere delområder hadde verdier som overskred beregnet akseptkriterie for bly. Med bakgrunn i resultatene fra risikovurderingen, ble ett område på Gressholmen sperret av for besøkende i 2024. Det ble satt opp sperrebånd, ved siden av informasjon fra EBY om hvorfor sperringen var satt opp.

Både EBYs kartlegging og Rambølls risikovurdering dannet grunnlaget for arbeidene COWI har utført på land med å kartlegge utbredelse, og å avgrense områder som hadde konsentrasjoner av bly som overskrider akseptkriteriene.

I Figur 9 vises inndeling i områdene som var undersøkt av EBY. Dette ga et godt grunnlag for første fase av COWIs kartlegging. Med bakgrunn i målingene med XRF, ble områdene utvidet eller slått sammen underveis i kartleggingen. I tillegg ble det gjennomført stikkprøvetaking av blyforurensning med XRF på Gressholmen og Rambergøya.



Figur 9 Figuren viser områdeinndelingen på Gressholmen og Rambergøya som ble gjort av EBY etter deres kartlegging av forurensning i grunnen som følge av den historiske skyteaktiviteten på øyene (Oslo kommune, 2023)

Første dag i felt ble benyttet til å ta jordprøver som skulle benyttes for beregning av korreksjonsfaktor for registrering av konsentrasjonen av bly ved bruk av XRF i felt. For informasjon om XRF og korreksjonsfaktor se kapittel 4.2.1.

Det ble vurdert at Rambøll sine forslag til anbefalte akseptkriterier i risikovurderingen skulle benyttes videre under arbeidene med områdeavgrensningen. Rambøll tok utgangspunkt i Forsvarets forskningsinstitutt (FFIs) veileder, hvor de valgte arealbruken «badeplass» og «friluftsområder som benyttes til turer». Rambølls beregnede akseptkriterier for bly er 150 mg/kg for badeplass og 350 mg/kg for friluftsområder. Dette er til sammenlikning henholdsvis i tilstandsklasse 3 (100 – 300 mg/kg) og 4 (300-700 mg/kg) jfr. Miljødirektoratets veileder (TA-2553) [1]

I Figur 10 vises områder vurdert som badeplass og som da har strengeste akseptkriterie. Vurdering er basert på observasjoner under feltarbeidet, områdets egnethet for bading, avstand til sjø og bilder på blant annet finn.no/ kart og google.com/maps.

Kartlegging og avgrensning ble gjennomført ved bruk av XRF. I punktene hvor XRF-resultatet lå over akseptkriteriene, ble det satt ned en midlertidig kjegle for å få oversikt over avgrensningslinja. Når endelig avgrensning var fastsatt, ble kjeglepunktene koordinatfestet og danner ytterbegrensning for områder som har konsentrasjoner av bly over akseptkriteriene. Figur 11 viser COWIs områdeavgrensning på Gressholmen, Rambergbukta og Rambergøya.



Figur 10 Skraverte områder er vurdert som aktuelle for bading, her er derfor strengeste akseptkriterie for bly benyttet i avgrensningen av forurenset område (COWI).



Figur 11 Undersøkt område som viser avgrensning av forurensede områder på Gressholmen og Rambergøya. Innenfor de lilla flatene er det registrert konsentrasjoner av bly over akseptkriteriene (COWI)

Undersøkte områder er som følger: *Gressholmen*, se (tidligere blått område, men er utvidet), *Gressholmen Kro* (nordøst for blått område), *Rambergbukta* (tidligere rosa område) og *Rambergøya* (tidligere rødt, gult og svart område) (Figur 9). I tillegg ble det tatt stikkprøver. Utførelsen av undersøkelsene i felt er beskrevet i det følgende.

Gressholmen:

Det ble valgt å starte prøvetakingen på utstikkeren som ofte benyttes til rekreasjon og bading (se Figur 12). I dette området var det mye sand og grus. Videre ble områdene langs begge buktene undersøkt. Det ble ikke gjennomført prøvetaking av området mellom buktene som vi allerede visste hadde høye blyverdier fra EBYs kartlegging. Det ble så prøvetatt og avgrenset østover, og etter hvert i retning Gressholmen Kro. Det ble funnet forhøyede verdier helt opp mot kroa [2]. Videre ble det prøvetatt vestover, langs sørsiden av stien og helt bort til de tidligere hangarbyggene ifm. den gang det var flyplass. Det ble avklart med EBY at her lå grensesnittet mellom dette oppdraget og et tidligere oppdrag utført av COWI [2].



Figur 12 Bildene viser punkter (røde kjegler) med blykonsentrasjon over akseptkriteriene for et område som benyttes til bading på Gressholmen (COWI)



Figur 13 Prøvetaking på den vestre stranda inn i vika på Gressholmen. Her ble det også utført XRF-målinger i vertikalprofilen under terrengoverflaten (COWI).



Figur 14 Synlig deformert prosjektil på stranda på Gressholmen. Grønnfargen tyder på at mantelen er av kobber (COWI)

Feltarbeidet på land dannet også et grunnlag for vurdering av prøvetaking i overgangen land – sjø. Resultatene fra spredningsvurderingene fra land til vann er diskutert i kap. 4.1.2.



Figur 15 Avgrenset område på Gressholmen. Innenfor de lilla flatene er det registrert konsentrasjoner av bly over akseptkriteriene (COWI)

Gressholmen Kro:

Med bakgrunn i at mange oppholder seg på og i nærhet til kroa, ble det tatt ut flere stikkprøver her enn ellers på Gressholmen og Rambergøya. Det ble fokusert på områdene vest, sør og øst for kroa (Figur 16 til Figur 18). I skogen nord for kroa, antas det å være få som oppholder seg. Det ble prøvetatt rett vest for pergolaen, mellom arealet for pergola og toalettbygget, i blomsterbedet sør og øst for bygget, i

blomsterbedet/ stripen med jord sør for det hellelagte arealet, samt østover forbi vannposten og på stien mot fergekaia.



Figur 16 Bildet til venstre viser undersøkt areal mot toalettbygget ved Gressholmen kro, og bildet til høyre viser området vest for pergolaen (COWI)



Figur 17 XRFen ligger rett nordøst for Gressholmen Kro. I samme punkt ble det registrert blyverdier over akseptkriteriet (COWI)



Figur 18 Bildet til venstre viser prøvepunkter (røde kjegler) ved inngangspartiet til kroa med blyverdier over akseptkriteriet. Bildet til høyre viser at prøven ble tatt i jordmasser rett under singelen (COWI).

Rambergbukta:

Rambergbukta se Figur 9, (rosa sirkel i EBYs rapporter) er det minste av de tre undersøkte hovedområdene. Her er det registrert en skivevoll med anvisermur (Figur 19) og kulefang. Skivevollen går ned mot vannet innerst i bukta. Det går en sti mellom anvisermuren og skråningen bak/ kulefanget. Denne stien benyttes mye av badegjester til og fra Rambergøya badeplass. Badeplassen er lokalisert sørvest på Rambergøya. Både området for skivevoll og kulefang er vegetasjonsdekket og har jordmasser. Området brukes ikke i forbindelse med bading.

Først ble skivevollen kartlagt. Linje med avgrensning ble etablert. Etter dette ble kulefanget kartlagt. Det ble også tatt målinger med XRF på selve stien. Her var det lave verdier. Avgrenset område går fra strandlinja til toppen av skråningen benyttet som kulefang. Med bakgrunn i historisk informasjon og retning på anvisermur (standplass på Gressholmen) er skyteretningen antatt å være mot sørvest, men resultatene kan tyde på at det også har vært noe skyteaktivitet fra sørøst på Rambergøya. Dette med bakgrunn i forhøyede blyverdier i områder hvor treffpunktet ikke kunne ha kommet av skudd fra Gressholmen.



Figur 19 Bildet er tatt i retning sørvest mot skivevoll innerst i bukta mellom Gressholmen og Rambergøya. Rød kjele markerer punkt i avgrensningslinjen. Det var mye gress og vegetasjon på lokaliteten (COWI)



Figur 20 Bildet viser anvisermuren og stien ved siden av denne. Bildet er tatt mot sørøst i retning Rambergøya badeplass (COWI)



Figur 21 Avgrenset område i Rambergbukta (bukta mellom Gressholmen og Rambergøya). Innenfor den lilla flaten ble det registrert konsentrasjoner av bly over akseptkriteriene (COWI)

Rambergøya:

I EBYs undersøkelser var det angitt tre områder på Rambergøya hvor det var registrert høye konsentrasjoner av bly [3]. Områdene er markert med sirkler i rødt, gult og svart (se Figur 9). Rødt område er vurdert som skivevoll og kulefang for en 275 meter bane med standplass på Gressholmen, mens gult område (som ligger ovenfor rødt område) er vurdert som skivevoll og kulefang for en 325 meter bane med standplass på Gressholmen. Det svarte området er vurdert som målområde for en 300 m bane. Det er ingen tydelige tegn i området på skiveanvisere og ingen konstruksjoner i det svarte området, og det er mulig at dette kun har vært kulefang for 200 meter banen på Gressholmen.

Kartleggingen med XRF startet på toppen av skivevollen i rødt område. Her var konsentrasjonen av bly lav både i terrengoverflaten og ned til ca. 20 cm jorddybde. Foten av skivevollen går nesten helt ned til

vannlinja. På stranda (overgangen voll til vannlinja) ble det funnet høye konsentrasjoner (se Figur 22). Det ble vurdert som mest hensiktsmessig å undersøke terrenget ned mot vannlinja videre nordøstover. Det ble funnet forhøyede konsentrasjoner av bly langs hele strandlinja, også gjennom det svarte området. Videre ble linja avgrenset i retning sør og sørvest, mot skivevoll og kulefang i rødt område.

I Figur 23 som viser ytterbegrensningene, kan en se at linja så dreier mot nordøst igjen. Dette var overraskende, men etter hvert ble det synlig en liten voll i buskene. Det kan se ut som dette kan ha vært en liten skivevoll, hvor da det skrånende terrenget bak har fungert som kulefang. Svart område i figur 9 ble derfor utvidet mye sørøstover. Det er tydelig at de største mengdene og konsentrasjonene av bly ligger i bakkant av de synlige skivevollene og skiveanviserne, men at det med skyteaktivitet i så mange år har ført til skyting også ut over disse områdene. Det ble derfor registrert forhøyede verdier mer eller mindre helt opp til topp-punktet på Rambergøya, sett med skyteretning fra Gressholmen. Prøvepunkter med forhøyede konsentrasjoner av bly ut over «hovedområdene» kan ha en sammenheng med at det har foregått feltskyting, hvor da skiver ble plassert rundt om på øyene.



Figur 22 Skråningen til høyre i bildene er skivevoll for rødt område, og de røde kjeglene på venstre bilde markerer hvor det ble registrert konsentrasjoner av bly over akseptkriteriet. Ytterpunktet for avgrensningen blir derfor selve vannlinja. Vannlinja varierer med flo og fjære. Deler av områdene hvor det var forholdsvis høye blykonsentrasjoner ligger under vann i bildet til høyre (COWI)



Figur 23 Avgrenset området på Rambergøya. Innenfor den lilla flaten er det registrert konsentrasjoner av bly over akseptkriteriene (COWI).

Stikkprøver:

I etterkant av den grundige prøvetakingen for å avgrense de mest forurensede områdene på Gressholmen og Rambergøya, ble det gjennomført kartlegging ved å ta stikkprøver på øyene. Med bakgrunn i områdets historiske bruk, må det forventes og påtreffes punkter utenfor de avgrensede områdene med forurensning over akseptkriteriene. Stikkprøvene fungerte både som en kontroll av de avgrensede områdene, og som en ekstra sjekk for eventuelt å kunne avdekke ytterligere forurensning over akseptkriteriene ut over allerede registrerte områder.

Dybder til forurensning:

Kartleggingen ble i all hovedsak gjennomført med prøvetaking på terrengoverflaten, men i noen punkter ble det også undersøkt i dypere lag. Dette måtte tilpasses forekomsten av rødlistearter, sårbar natur og en minimums dybde på 10 cm jordvolum i henhold til tillatelsen fra Statsforvalteren. Det ble gjort undersøkelser i dypere lag både på Gressholmen og Rambergøya. Et utvalg av disse punktene med resultater er beskrevet i kap. 5.1.

4.1.2 Porevann

For å vurdere i hvilken grad bly i jord spres til resipient, ble det installert PRENAT vakuumsonder på tre stasjoner, med to paralleller per stasjon (A+B prøve). Konsentrasjonene av bly vertikalt i jordprofilet ble undersøkt med XRF før installasjon. Vakuumsondene ble plassert i profilet hvor det ble registrert forhøyede konsentrasjoner av bly, ca. 20-30 cm ned i profilet, og i masser som var permeable (gjennomtrengelige), men samtidig ikke så permeable at det ble problemer med å etablere nok vakuum for å få vannet sugd opp i prøveflaskene. Det skapes undertrykk og sondene samler derved porevann fra grunnen. Bilder fra installasjonen er vist i Figur 27 til Figur 28. Sondene ble installert 24. oktober 2024, og vannprøver ble hentet 6. november 2024.



Figur 24. PRENAT vakuumsonder installert i jordprofiler på Gressholmen og Rambergøya (DMR).



Figur 25 Bildet viser plassering av de tre lokalitetene hvor vakuumsondene ble etablert på Rambergøya (sonde 1) og Gressholmen (sonde 2 og 3). I hvert punkt ble det installert to sonder (A+B) (COWI).



Figur 26 Vakuumsonden (hvit) som skal presses inn i massene. Slangen til sonden ligger inne i det grå røret. Hullet sonden presses inn i ble laget med metallstanga (COWI)



Figur 27. Bildet viser installering av vakuumsone 1 på Rambergøya i oktober 2024 (COWI).



Figur 28 Flaskene tilknyttet sondene utplassert på Gressholmen og Rambergøya ble satt med et undertrykk på 0,8 bar (COWI)

Sonde 1 (Rambergøya – rødt punkt)

Plassering av sonde var på stranda med grov grus/ forvitret fjell. Høy blyverdi ble registrert ned til ca. 20 cm. Massene var litt grove. Det var finere masser litt dypere i jordprofilet, men siden det her ble registrert lav blyverdi, var det ikke aktuelt å installere sondene dypere. Sondene ble derfor installert i ca. 20 cm dybde. Det ble satt på undertrykk, men ved kontroll ca. 2 timer etter installasjon var trykket lavt. Det ble satt på undertrykk på ny, men vi forventet lite eller ikke noe vann i disse flaskene.

Det var som forventet lite vann i flaskene da vannprøvene ble hentet. I en flaske var det så å si ikke noe vann, men i den andre nok vann til å analysere for metaller.



Figur 29 Bildet til venstre viser plassering av punktet Sonde 1. Det ble installert to vakuumsønder, en til hver flaske. Bildet til høyre viser mengde vann i flaskene ved vannprøvetakingen (COWI).

Sonde 2 (Gressholmen – blått punkt)

Sondene ble etablert i strandsonen. Massene ved sonde 2 på Gressholmen var mer finkornet enn ved Sonde 1. Blyverdiene i massene var lavere enn ved Sonde 1, men fortsatt høye. Det var synlige biter av leirduer i nærheten til punktet. Sondene ble også her installert i ca. 20 cm dybde. Undertrykk ble satt på og var fortsatt bra ca. 2 timer etter installasjon. Da var det kommet noe vann i flaskene.

Det var ca. 1 liter vann i begge flaskene da vannprøvene ble hentet.



Figur 30 Bildet til venstre viser plassering av punktet Sonde 2. Det ble installert to vakuumsønder, en til hver flaske. Bildet til høyre viser mengde vann i flaskene ved vannprøvetakingen (COWI).

Sonde 3 (Gressholmen – grønt punkt)

Sondene ble plassert på et gressområde et lite stykke fra vannlinja. Blyverdiene i massene var litt lavere enn ved de to andre stedene, men over akseptkriteriet. Her var det bløte jordmasser. Dybden til

grunnvannet var ca. 15 cm, og sondene ble lagt på ca. 15 cm. Undertrykk ble satt på og var fortsatt bra ca. 2 timer etter installasjon. Da var det kommet noe vann i flaskene.

Det var ca. 1 liter vann i begge flaskene da vannprøvene ble hentet.

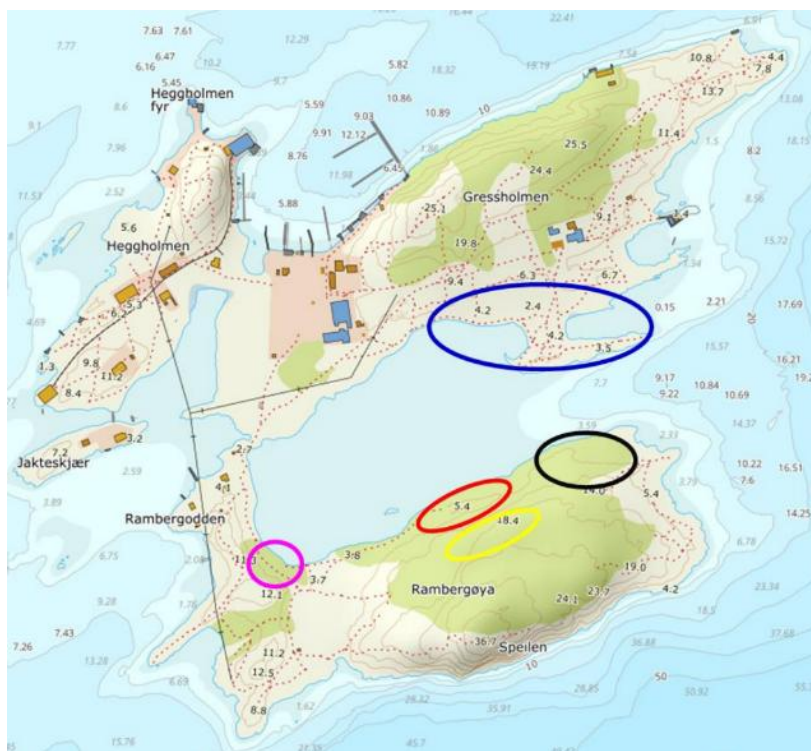


Figur 31 Bildet til venstre viser plassering av punktet Sonde 3. Det ble installert to vakuumsonder, en til hver flaske. Bildet til høyre viser mengde vann i flaskene ved vannprøvetakingen (COWI).

4.1.3 Land – Innsamling av spiselige vekster

Ved risikovurdering av forurensset grunn er en av eksponeringsveiene gjennom spiselige vekster som vokser i området. Hva slags vekster man finner er noe avhengig av sesong. Det lyktes å få tak i nyper og rogn. Vekster som blåbær og sopp var det derimot ikke mulig å finne. Innsamlingen ble utført 29.08.2024. Tidligere utført risikovurdering og avgrensninger [4] ble benyttet som utgangspunkt for hvor det skulle samles inn spiselige vekster, se Figur 32. Det ble samlet nyper og rogn fra alle områdene markert i Figur 32.

Under innsamlingen ble det benyttet hansker og prøvemateriale ble merket og oppbevart i Rilsan poser. Nyper og rogn samlet innenfor hver av de fem sirklene ble blandet til en prøve fra hvert område, veid opp i henhold til spesifikasjoner fra laboratoriet, og oversendt laboratoriet neste dag. Totalt ble det analysert fem prøver for innhold av metaller og PAH. I tillegg ble det analysert en kontrollprøve som ble samlet inn nordøst for Kroa. Alle konsentrasjoner i kap 4.1 er oppgitt i våtvekt.



Figur 32 Markering av områder med høy blyforurensning i grunnen hvor det ble samlet nyper og rognebær 29.08.24 på Gressholmen og Rambergøya

4.1.4 Land – fangst av vånd og skogmus

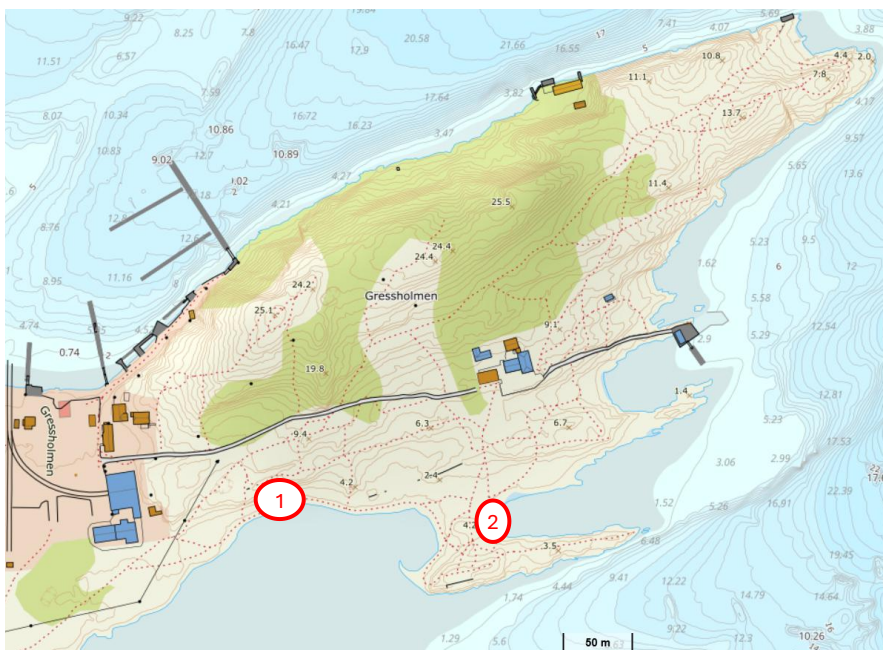
For å styrke risikovurderingen, og undersøke i hvor stor grad dyr tar opp bly, fanget COWI i perioden 18.–28.11.2024 vånd (jordrotter, *Arvicola amphibius*) og skogmus på Gressholmen. Sikker identifikasjon av om musene er storskogmus (*Apodemus flavicollis*) eller småskogmus (*Apodemus sylvaticus*) er ikke gjort, så musene kalles i denne rapporten skogmus. Fangsten ble gjennomført ved å plassere ut åtte feller av type Vole Trap PRO SuperCat, og åtte feller av type Rapp rottefelle med ekstra kraftig fjær. Vole Trap-fellene ble plassert i våndganger (Figur 33), mens Rapp-fellene ble plassert oppå bakken, inne i plastkasser. Plastkassene hadde hull med diameter 2,5 cm, for å unngå bifangst av f.eks. mink. Begge typene feller er avlivings-feller. Fellene ble plassert i to områder på Gressholmen, slik som vist i Figur 34. Områdene ble valgt med bakgrunn i områder med forhøyede blyverdier (undersøkt med XRF), stort antall våndganger og område hvor vånd var observert. I tillegg ble områdene valgt fordi det der er observert mye rester av leirduer, som kan gi forurensning med PAH [3]

Fellene ble kontrollert, og døde dyr tatt ut hver andre til tredje dag. Dyrene ble lagt i Rilsanposer, og lagret i dypfryser ved <-18 °C frem til dissekering. Til sammen ble det fanget seks vånd og ti skogmus.

Statsforvalteren gav i brev av 18.11.2024 tillatelse til uttak i Gressholmen-Rambergøya naturreservat.



Figur 33. Feller av typen Vole Trap PRO SuperCat plassert ut på Gressholmen for fangst av vånd og skogmus. Bildet er tatt i område 2, slik som vist i Figur 34. Foto: COWI.



Figur 34. Område 1 og område 2 hvor COWI i perioden 18.–28.11.2024 fanget vånd og skogmus på Gressholmen i Oslofjorden. Kartgrunnlag © Kartverket.

4.1.5 Sjø

Innsamling av sedimentprøver, tang og utsetting av DGTer ble utført 17.09.24. DGTene ble hentet inn igjen 02.10.24.

I henhold til pålegg fra Statsforvalteren var det ikke tillat å benytte båt med motor for å komme til bukta mellom Gressholmen og Rambergøya for prøvetaking [6]. Det ble derfor benyttet en liten flatbunnet lettått med årer. Pålegget satt også krav til prøvetakingsutstyr med hensikt å forstyrre sedimentene i bukta minst mulig. For innsamling av sedimenter ble det derfor benyttet en HTH-sedimentkjerneprøvetaker, som er en lett kjerneprøvetaker (7 kg) og kan opereres for hånd. Bukta er en tidevannsflate med bløte leirholdige sedimenter. For å kunne komme til den bløte, grunne delen av bukta var det nødvendig å utføre prøvetakingen ved høyvann.



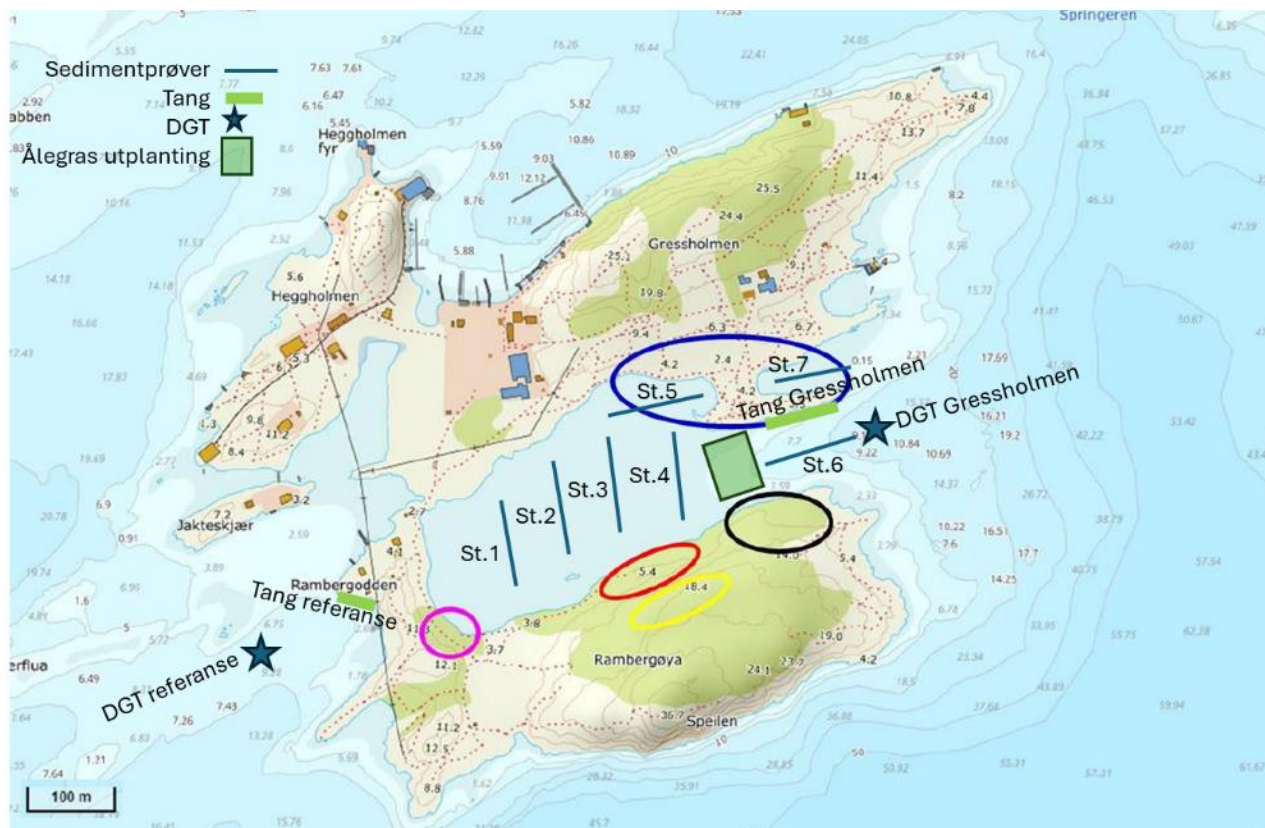
Figur 35. HTH-kjerneprøvetaker med plexiglassrør benyttet for prøvetaking av bunnsedimenter i bukta mellom Gressholmen og Rambergøya 17.09.2024 ([The HTH Gravity Corer | pylonex1](#)).

Sedimentprøver ble samlet inn langs 7 transekter (linjer), se Figur 36 hvor det ble tatt en sedimentkjerne (0-10 cm lang) i 4 punkter langs transektet. Disse 4 prøvene ble slått sammen til en blandprøve. Prøvetakingen langs transekt 1-3 ble utført ved å presse plexirøret med håndkraft ned i sedimentet. Røret ble så tettet med en propp i toppen for å skape vakuum når det ble trukket opp av sedimentet. I noen av prøvepunktene var det nødvendig å presse hånden ned i sedimentene og stenge åpningen i bunnen av røret før det ble dratt opp til overflaten. Med disse metodene lyktes det dessverre kun å få 10 cm lange kjerner. Vanddyppet ble større langs transekt 4, 6 og 7, slik at kjerneprøvetakeren kunne benyttes som en enhet, både plexirøret, vektene (ringene rundt røret) og lukkemekanismen (over ringene) (se Figur 35). Heller ikke langs disse transektene lyktes det å få opp lengre kjerner enn 10 cm. Det var ønskelig å få opp lengre kjerner (30 cm) for å analysere dypereleggende sedimenter (som ble avsatt i perioden det var skyteaktivitet på øyene), noe som ville gitt informasjon om historisk utvikling i forurensningssituasjonen. Prøver av de øvre 10 cm av sedimentene representerer det bioaktive laget, og analyser av dette laget benyttes i risikovurdering av forurensede sedimenter. Totalt ble det hentet inn 7 blandprøver av sedimentene for videre analyser.

Det ble hentet inn prøver av tang (*Fucus*) fra sundet mellom Gressholmen og Rambergøya, samt på vestsiden av Rambergodden (referanse). En tangprøve består av tangspisser fra 10-20 planter.

DGTer ble plassert ut i sjø på bøyer.

DGT (*Diffusive Gradients in Thin films*) er en passiv prøvetaker som samler metaller løst i vann (ioner) og gir gjennomsnittskonsentrasjonen av metaller i vannmassen i perioden prøvetakeren står ute, se Figur 37. Ionene diffunderer gjennom et filter og en gel, og bindes deretter til et resinlag. DGTene som var utplassert var designet for opptak av de mest vanlige metallene kobber, sink og bly.



Figur 36. Stasjoner for prøvetaking av sedimenter (blå streker), tang (grønn strek) og utsetting av DGTer (blå stjerne) ved Gressholmen og Rambergøya 17.09.24. De ulike sirkelene, ellipsene indikerer områder hvor det er kjent at det har pågått skyting (Oslo kommune, 2023). Grønt rektangel indikerer området hvor Oslo kommune har fått plantet ut ålegress (Oslo kommune, muntlig beskjed).



Figur 37. Innsamling av tang (*Fucus sarratus*), (venstre bilde) hvor de øvre skuddspissene klippes av for analyse. Høyre bilde, hvor DGT er plassert i stålbur hengende fra flytebøye på ca 50 cm vanndyp. DGT er vist i nedre høyre bilde. Innsamling og utplassering på Gressholmen 17.09.24.(COWI)

4.2 Analyser

4.2.1 XRF

For å analysere tungmetallinnholdet i jord, er det benyttet en XRF «pistol». Dette instrumentet «skyter» ut røntgenstråler, signalene detekteres og instrumentet kan omgående gi svar på type metall og konsentrasjon (Figur 38). COWI har i mange år benyttet XRF ifm. kartlegging av tungmetaller i jord, og er godt kjent med hvordan apparatet bør brukes for å få resultater som kan sammenlignes med resultater fra kjemisk analyse. XRFen er følsom for prøver med innhold av organisk materiale og vann. Det er derfor viktig å undersøke de aktuelle jordtypene som skal kartlegges i forkant av feltarbeidet. Dette gjøres normalt ved å kontrollere instrumentet mot prøver sendt til laboratorie. Det ble derfor i forkant av kartleggingen tatt representative jordprøver fra de aktuelle områdene. Prøvene ble undersøkt med XRF før de ble oversendt og analysert ved laboratorie.

Det ble hentet inn prøver av jord innenfor hvert av områdene vist i Figur 9, med unntak av i området merket med blå sirkel, her ble det hentet inn to prøver. Det ble tilstrebet å ta jordprøver slik at eventuelle variasjoner i organisk innhold og fuktighet ble dekket, for på den måten å få et representativt utvalg av jordtyper innen hvert område. Jorden ble samlet i rilsanposer. Det ble deretter skutt fem skudd med XRF på hver av posene. Ved beregning av gjennomsnittlig blykonsentrasjon i prøven ble den høyeste og laveste verdien trukket fra. Gjennomsnittet er derved basert på de tre resterende XRF-avlesningene. Prøvene ble så sendt til akkreditert laboratorie (Eurofins), hvor prøvene i tillegg til metaller, ble analysert for total organisk karbon (TOC) og tørrstoff.



Figur 38 Bildene viser måling med XRF på stranda på Rambergøya. Venstre bilde i overflaten og høyre bilde i ca. 10 cm dybde (COWI)

4.2.2 Kjemiske analyser

Alle analyser ble utført ved Eurofins Environment Testing AS. Sedimentene og jordprøvene ble analysert for metallene antimon (Sb), arsen (As), kadmium (Cd), kobber (Cu), bly (Pb), sink (Zn) kvikksølv (Hg), nikkel (Ni) og krom (Cr). I tillegg ble sedimentene analysert for polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), 16 ulike komponenter (PAH16), total organisk karbon (TOC) og kornstørrelsene leire (<2µm), silt (<63µm) og fraksjonen større enn sand (>63µm). Tangprøvene ble analysert for de samme metallene som i sedimentene. Da det viste seg at prøven fra sundet mellom Gressholmen og Rambergøya hadde svært lave konsentrasjoner av antimon (<0,05 mg/kg), ble ikke referanseprøven analysert for antimon. DGTene ble analysert for innhold av bly, kobber og sink.

4.2.3 Økotoksikologiske analyser

Det er utført helsedimenttest på 2 blandprøver av sediment fra bukta mellom Gressholmen og Rambergøya. Sedimentene fra stasjonene 1, 2, 3 og 5 ble blandet til en prøve (P1) og sedimentene fra

stasjonene 4, 6 og 7 ble blandet til en prøve (P2), se Figur 36. Prøvene P1 og P2 ble homogenisert og tilsatt krepsdyret *Corophium volutator*. Forsøket gikk over 10 dager og følger ISO 16712 (2007). Forsøket ble utført av ALS Laboratory group Norway AS.

4.2.4 Analyse av vånd og skogmus

Lever fra seks vånd og seks skogmus ble dissekert ut av dyrene på COWIs laboratorium i Karvesvingen 2 i Oslo. Samtidig ble lengde og vekt av dyrene, og vekt av levrene, målt og registrert. Dissekeringen ble utført slik at levrene ikke ble kontaminert f.eks. av hår fra dyrenes pels. Som en ekstra sikkerhet for å unngå forurensning, ble levrene skylt i ionebyttet vann før analyse. Etter dissekering ble levrene lagret i Rilsanposer ved <-18 °C frem til analyse.

Analyse av levrene ble utført av NILU på Kjeller, i perioden 08.01.–11.02.2025. Analysene ble utført slik:

- Vånd: enkeltvis analyse av hver lever, seks prøver, analysert for metaller (bly, kobber, antimon og sink)
- Skogmus: samleprøve av seks stk. lever, én samleprøve analysert for metaller som for vånd, og én samleprøve analysert for EPA 16 PAH

All vånden som ble analysert var fanget i område 2, se Figur 34 mens alle skogmusene som ble analysert var fanget i område 1.

4.3 Risikovurdering

4.3.1 Grenseverdier og klassifisering

Miljødirektoratet har utarbeidet grenseverdier og klassegrenser for jord og sedimenter, se henholdsvis Tabell 1 og Tabell 2, som benyttes i rapporten for å angi tilstandsklasser (grad av forurensning) av sedimenter og jord på Gressholmen og Rambergøya.

Tabell 1. Tilstandsklasser for forurenset grunn (jord), oppgitt i mg/kg tørrvekt (Miljødirektoratet 2009, Veileder TA-2553-2009))

Tilstandsklasse/ Stoff	1	2	3	4	5
Beskrivelse av tilstand	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Øvre grense styres av	Normverdi	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	
Arsen	8	8 – 20	20 – 50	50 – 600	600 – 1 000
Bly	60	60 – 100	100 – 300	300 – 700	700 – 2 500
Kadmium	1,5	1,5 – 10	10 – 15	15 – 30	30 – 1 000
Kobber	100	100 – 200	200 – 1 000	1 000 – 8 500	8 500 – 25 000
Krom total	50	50 – 200	200 – 500	500 – 2 800	2 800 – 25 000
Krom (VI)	2	2 – 5	5 – 20	20 – 80	80 – 1 000
Kvikksølv	1	1 – 2	2 – 4	4 – 10	10 – 1 000
Nikkel	60	60 – 135	135 – 200	200 – 1 200	1 200 – 2 500
Sink	200	200 – 500	500 – 1 000	1 000 – 5 000	5 000 – 25 000
Alifater C8-C10	10	10	10 – 40	40 – 50	50 – 20 000
Alifater C10-C12	50	50 – 60	60 – 130	130 – 300	300 – 20 000
Alifater C12-C35	100	100 – 300	300 – 600	600 – 2 000	2 000 – 20 000
Benzen	0,01	0,01 – 0,015	0,015 – 0,04	0,04 – 0,05	0,05 – 1 000
Benzo(a)pyren	0,1	0,1 – 0,5	0,5 – 5	5 – 15	15 – 50
PAH16	2	2 – 8	8 – 50	50 – 150	150 – 2 500
PCB7	0,01	0,01 – 0,5	0,5 – 1	1 – 5	5 – 50
DDT	0,04	0,04 – 4	4 – 12	12 – 30	30 – 50
Trikloreten	0,1	0,1 – 0,2	0,2 – 0,6	0,6 – 0,8	0,8 – 1 000
Dioksiner/ furaner	0,00001	0,00001 – 0,00002	0,00002 – 0,0001	0,0001 – 0,00036	0,00036 – 0,015
DEHP	2,8	2,8 – 25	25 – 40	40 – 60	60 – 5 000
Fenol	0,1	0,1 – 4	4 – 40	40 – 400	400 – 25 000 ↗

Tabell 2. Tilstandsklasser for forurenset sediment, oppgitt i mg/kg tørrvekt (Miljødirektoratet 2015, Veileder M-608 / 2016).

Navn på stoff	Enhet	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
		Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Metaller						
Arsen	mg/kg TS	0 - 15	15 - 18	18 - 71	71 - 580	> 580
Bly ¹⁾	mg/kg TS	0 - 25	25 - 150	150 - 1480	1480 - 2000	2000-2500
Kadmium ²⁾	mg/kg TS	0 - 0,2	0,2 - 2,5	2,5 - 16	16 - 157	> 157
Kobber ³⁾	mg/kg TS	0 - 20	20 - 84		84 - 147	> 147
Krom ⁴⁾	mg/kg TS	0 - 60	60 - 620	620 - 6000	6000 - 15500	15500-25000
Kvikksølv	mg/kg TS	0 - 0,05	0,05 - 0,52	0,52 - 0,75	0,75 - 1,45	> 1,45
Nikkel	mg/kg TS	0 - 30	30 - 42	42 - 271	271 - 533	> 533
Sink	mg/kg TS	0 - 90	90 - 139	139 - 750	750 - 6690	> 6690
PAH						
Naftalen	µg/kg TS	0 - 2	2 - 27	27 - 1754	1754 - 8769	> 8769
Acenaftylen	µg/kg TS	0 - 1,6	1,6 - 33	33 - 85	85 - 8500	> 8500
Acenaften	µg/kg TS	0 - 2,4	2,4 - 96	96 - 195	195 - 19500	> 19500
Fluoren	µg/kg TS	0 - 6,8	6,8 - 150	150 - 694	694 - 34700	> 34700
Fenantren	µg/kg TS	0 - 6,8	6,8 - 780	780 - 2500	2500 - 25000	> 25000
Antracen	µg/kg TS	0 - 1,2	1,2 - 4,8	4,8 - 30	30 - 295	> 295
Fluoranten	µg/kg TS	0 - 8	8 - 400		400 - 2000	> 2000
Pyren	µg/kg TS	0 - 5,2	5,2 - 84	84 - 840	840 - 8400	> 8400
Benzo(a) antracen	µg/kg TS	0 - 3,6	3,6 - 60	60 - 501	501 - 50100	> 50100
Krysen	µg/kg TS	0 - 4,4	4,4 - 280		280 - 2800	> 2800
Benzo(b)fluoranten	µg/kg TS	0 - 90	90 - 140		140 - 10600	> 10600
Benzo(k)fluoranten	µg/kg TS	0 - 90	90 - 135		135 - 7400	> 7400
Benzo(a)pyren ⁵⁾	µg/kg TS	0 - 6	6 - 183	183 - 230	230 - 13100	> 13100
Indeno(1,2,3-cd) pyren	µg/kg TS	0 - 20	20 - 63		63 - 2300	> 2300
Dibenso(ah) antracen	µg/kg TS	0 - 12	12 - 27	27 - 273	273 - 2730	> 2730
Benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	0 - 18	18 - 84		84 - 1400	> 1400
PAH16 ^{b)}	µg/kg TS	0 - 300	300 - 2000	2000 - 6000	6000 - 20000	> 20000

I klassifiseringssystemet i Tabell 2 representerer klassegrensene en forventet økende grad av skade på organismesamfunnet i vannsøylen og sedimentene, også vist i Tabell 3. Grensene er basert på tilgjengelig informasjon fra laboratorietester, risikovurderinger og dossierer om akutt og kronisk toksisitet på organismer.

Kriteriene for øvre grense for klasse II og III i klassifiseringssystemet er i samsvar med Vanndirektivets miljøkvalitetsstandarder AA-EQS («annual average-environmental quality standard» - årlig gjennomsnitt miljøkvalitetsstandard) og MAC-EQS («maximum admissible (or allowable) concentration-environmental quality standard» - maksimal verdi miljøkvalitetsstandard). Øvre grense for klasse II tilsvarer AA-EQS, som er grenseverdien for kroniske effekter ved langtidseksponering, og øvre grense for klasse III tilsvarer MAC-

EQS, som er grenseverdien for akutt toksiske effekter ved korttidseksponering. Øvre grense for klasse I representerer bakgrunnsverdier, og naturtilstanden der slike data foreligger.

Tabell 3. Klassifiseringssystem for vann og sediment. 1) AF: sikkerhetsfaktor (Miljødirektoratet, 2016, revidert 2020)

I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids-eksponering	Akutt toksiske effekter ved kort-tidseksponering	Omfattende toksiske effekter
Øvre grense: bakgrunn	Øvre grense: AA-QS, PNEC	Øvre grense: MAC-QS, PNEC _{akutt}	Øvre grense: PNEC _{akutt} * AF ¹⁾	

4.3.2 Forurensset jord

Miljødirektoratets veiledere risiko for menneskers helse [7] og risiko for spredning [8] med tilhørende beregningsverktøy, er benyttet for å vurdere risiko mht. forurensset grunn. Følgende områder vurderes:

- › Kilder – forurensset grunn eller grunnvann.
- › Spredning – via jord, vann eller luft
- › Mottaker – effekter på mennesker, økosystem, samfunn

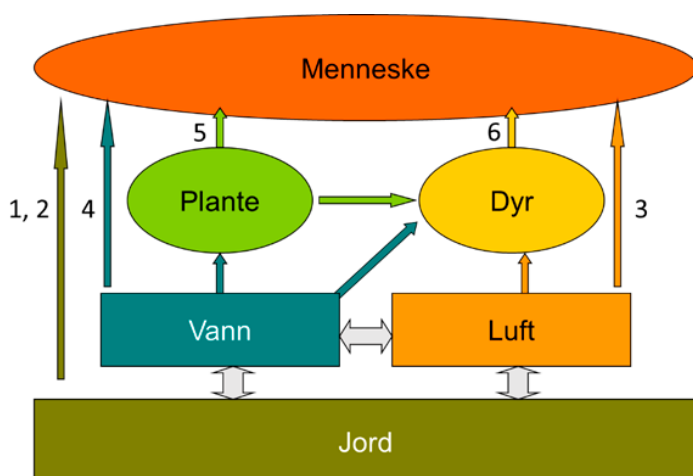
Hovedkilden til forurensning som vurderes i denne rapporten stammer fra nedlagte skytebaner. Forurensningskildene er tungmetaller, hovedsakelig bly fra brukt ammunisjon og PAH-forurensning fra leirduer. Eventuelle andre forurensningskilder og parametere som stammer fra annen aktivitet, er ikke inkludert. Forurensningen kan være i form av metallbiter, som finfordelte og usynlige partikler eller som adsorbert til jord og stein. Tungmetaller som bly er ikke lett vannløselig, og i tørre masser vil utlekkingen være minimal.

Gressholmen og Rambergøya er populære friluftsområder, og benyttes mye av Oslos befolkning spesielt på sommerstid. Det er derfor viktig at risikovurderingen ser på hvordan eventuell forurensning vil virke inn på bruken av området, og menneskenes helse for de som oppholder seg der.

Ved vurdering av risiko knyttet til menneskers helse, er første trinn å se på hvordan barn og voksne kan eksponeres for forurensningen i det aktuelle området. Eksponeringsveier som inngår i analysen er som følger, hvor hvert nummer er illustrert i Figur 39, ikke alle er aktuelle for Gressholmen og Rambergøya

- 1 oralt inntak av jord eller støv
- 2 hudkontakt med jord eller støv
- 3 innånding av støv eller gass
- 4 inntak av drikkevann (ikke aktuelt siden Gressholmen har kommunalt vann)
- 5 inntak av grønnsaker, frukt, bær og andre spiselige planter
- 6 inntak av fisk eller annen næring påvirket av en grunnforurensning (ikke aktuelt siden det ikke foregår næringsvirksomhet på Gressholmen og Rambergøya)

Eksponering som følger av forurensning i grunnen beregnes for hver eksponeringsvei og summeres slik at total eksponering sammenlignes med tålegrenser for mennesker.



Figur 39. Illustrasjon av eksponeringsveier for forurensning fra jord til menneske. Hvert nummer er forklart i teksten over [7]

Spredningsvurderingene er basert på en trinnvis tilnærming som følger:

- › Trinn 1: Normverdidetaktning basert på forurensningsnivået i jordprøver, gjeldende areal og "standard spredning" forhåndsdefinert av en spredningsmodell (boksmodell).
- › Trinn 2: Boksmodell-beregning for å bestemme spredning med et definert sett av stedsspesifikke data om lokaliteten, og informasjon om den lokale hydrogeologien.
- › Trinn 3: Supplerende spredningsundersøkelser og eventuelt strømningsmodellering, med fokus på de mest kritiske parameterne som fremkommer i trinn 2 av spredningsvurderingen.

Med utgangspunkt i denne trinnvise tilnærmingen, har Miljødirektoratet utarbeidet et verktøy for å beregne spredningen. Verktøyet er basert på en boksmodell konsept som består av tre bokser:

1. Umettet sone der forurensningen ligger.
2. Mettet sone der grunnvannet transporterer forurensningen til resipienten.
3. Resipienten som får tilført forurensningen.

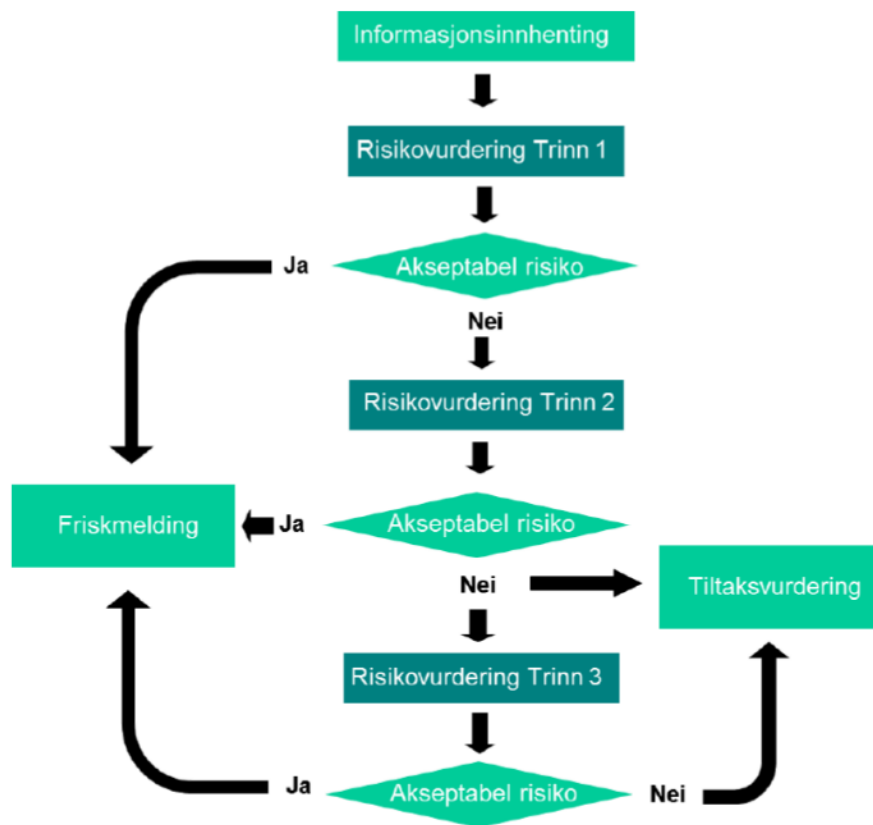
Hver boks antas å være homogen og forurensningen overføres fra boks til boks med en spesifikk hastighet som styres av hydrologiske og fysisk/kjemisk forhold. Boksmodellen tar hensyn til mengden forurensning som finnes i kilden og sorpsjon / desorpsjon, samt fortynning på vei til resipienten. Der det foreligger tilstrekkelig dokumentasjon kan transport av kolloidal bundet forurensning, som beveger seg like fort som grunnvannet, anvendes i verktøyet. Dette gjelder også effekten av biologisk nedbrytning som kan inkluderes i modellberegningene. Slik informasjon har ikke vært tilgjengelig for Gressholmen og Rambergøya.

Modellen beregner spredning av forurensning over tid og estimerer maksimumkonsentrasjon i ulike medier, samt tiden det tar til disse konsentrasjonene nås. Mengde forurensning som spres over tid defineres også, og dette kan knyttes til å vurdere bidraget en forurenset lokalitet har til belastningen av resipienten.

For de aktuelle lokalitetene Gressholmen og Rambergøya er trinn 1 og 2 utført, hvor det benyttes stedsspesifikke parametere. Det er noe begrenset informasjon om hydrogeologien i det aktuelle området. Det er ingen grunnvannsbrønner å støtte seg til her.

4.3.3 Forurensede sedimenter

Veileder M-409/2015 beskriver en risikovurdering på inntil 3 trinn, der antall trinn avhenger av forurensningsgrad og behov for stedsspesifikke vurderinger, se Figur 40. Hovedstruktur for risikovurderingssystem for forurensede sedimenter. Vurderingen gjøres for hvert enkelt delområde (risikoområde). Risikovurderingen har som mål å beskrive risikoen for miljøskade eller helseskade som sedimentene utgjør, slik at man kan bedømme om risikoen er akseptabel eller ikke. Og derved danne grunnlag for å avgjøre om det må gjøres tiltak, og hvilke tiltak som er nødvendige og tilstrekkelige.



Figur 40: Hovedstruktur for risikovurderingssystem for forurensede sedimenter [8].

Trinn 1

Trinn 1 er en forenklet risikovurdering hvor miljøgiftkonsentrasjonen og toksisiteten i sedimentet sammenliknes med grenseverdier for økologiske effekter etter veileder 02:2018, og Miljødirektoratets veileder M-608/2016 (revidert 2020). Toksisitetstester kan være inkludert for å dekke risiko fra samvirke mellom miljøgiftene, og effektene av eventuelle toksiske stoffer som ikke er kjemisk identifisert. Trinn 1 gir en konservativ vurdering av risiko. Dersom grenseverdiene overskrides er det en potensiell økologisk risiko forbundet med sedimentene, og trinn 2 i risikovurderingen må gjennomføres.

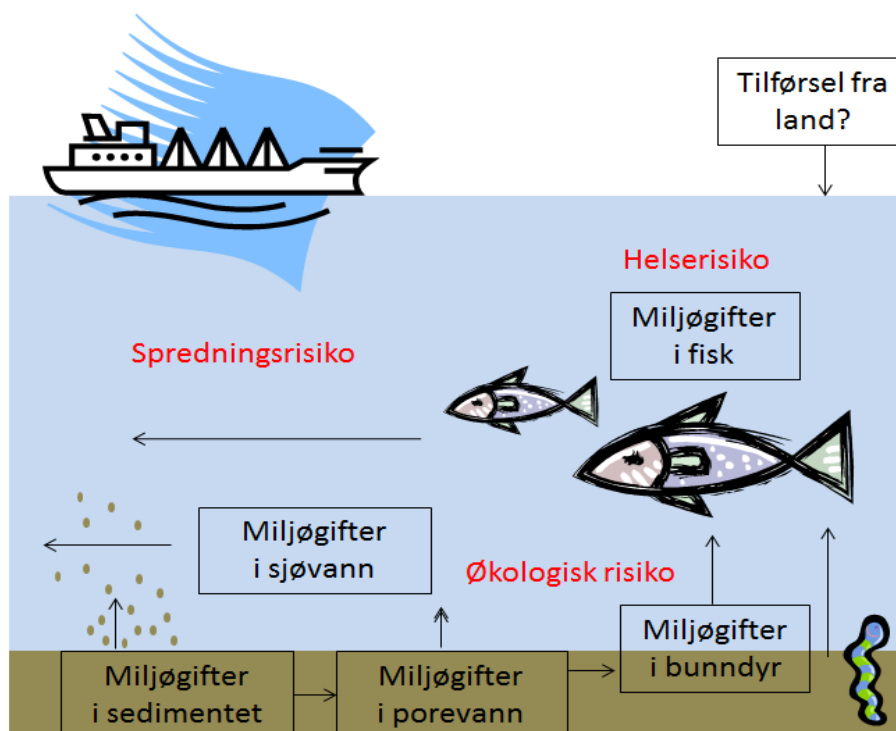
Trinn 2

Trinn 2 av risikovurderingen er mer omfattende ved at det brukes stedsspesifikke data som kan inkludere analyser av organisk innhold, porevann, biota, arealbruk, skipstrafikk, etc. I tillegg kan det gjennomføres en helsediment test med utvalgte organismer som eksponeres for det aktuelle sedimentet. Målet med risikovurderingen er å fastslå om risikoen for skade på miljø og helse forbundet med sedimentene der de ligger er akseptabel, eller om man må vurdere tiltak.

I Trinn 2 vurderes;

- › risiko for spredning av miljøgifter
- › risiko for human helse
- › risiko for økosystemet

Risiko for spredning vurderes ut fra beregnet miljøgifttransport fra sediment til vannmassene via diffusjon/bioturbasjon, skipsoppvirvling, og opptak i organismer og spredning gjennom næringskjeden, se Figur 41.



Figur 41: Sammenhengen mellom de ulike spredningsmekanismene for miljøgifter i sedimenter og risikoforhold knyttet til dette (Miljødirektoratet, 2015).

Risiko for human helse vurderes ut fra aktuelle transportveier til mennesker etter hvordan undersøkelsesområdet brukes, enten gjennom fangst og konsum av sjømat, rekreasjon eller havnevirksomhet.

Risiko for effekter på økosystemet vurderes ut fra beregnede konsentrasjoner av miljøgifter som organismer i vann, og sediment eksponeres for sammenlignet med grenseverdier for effekter. Resultatene fra toksisitetstestene fra Trinn 1 og helsediment testen i Trinn 2 kan også legges til grunn.

Trinn 2 gir en mer realistisk og lokalt forankret vurdering av risiko, og gir grunnlag for tiltaksvurdering og eventuelt å gå videre til Trinn 3 i risikovurderingen.

Trinn 3

Dersom en ønsker å øke sikkerheten av resultatene fra Trinn 2 kan en gjennomføre Trinn 3 hvor utgangspunktet er det samme som i Trinn 2, men hvor vurderingene er enda bedre forankret i lokale forhold og derfor skal gi et bedre beslutningsgrunnlag for eventuelle tiltak.

5 Resultater

5.1 Land

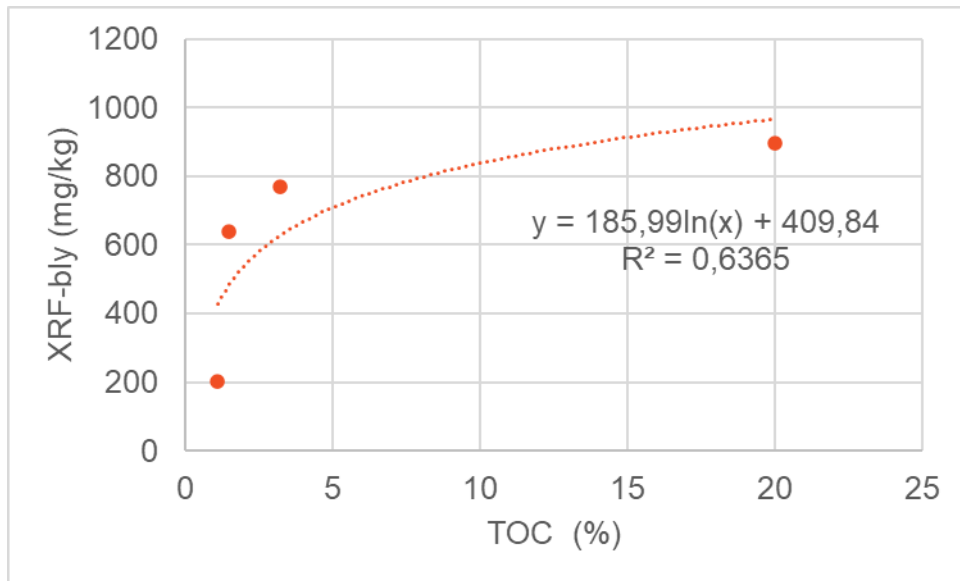
På land ble jordprøver analysert med XRF, som gir informasjon om innhold av ulike metaller i jorden. Både denne og tilsvarende undersøkelser av skytefelt viser at bly er det dominerende metallet i slike områder, i den forstand at bly forekommer i høye konsentrasjoner i flest prøver av jord. Undersøkelsene på Gressholmen og Rambergøya er derfor i all hovedsak knyttet til forekomsten av bly i jorden, og avgrensningen av kontaminerte områder er basert på forekomsten av bly. I tillegg til XRF-analyser av jord, ble det hentet ut vannprøver fra vakuumsonder som ble etablert i overgangen mellom land og sjø for analyse av metaller. Det ble også samlet inn spiselige vekster, vånd og skogmus som ble analysert for aktuelle stoffer. Resultatene fra undersøkelsene er redegjort for i det følgende.

5.1.1 Korreksjonsfaktor for XRF

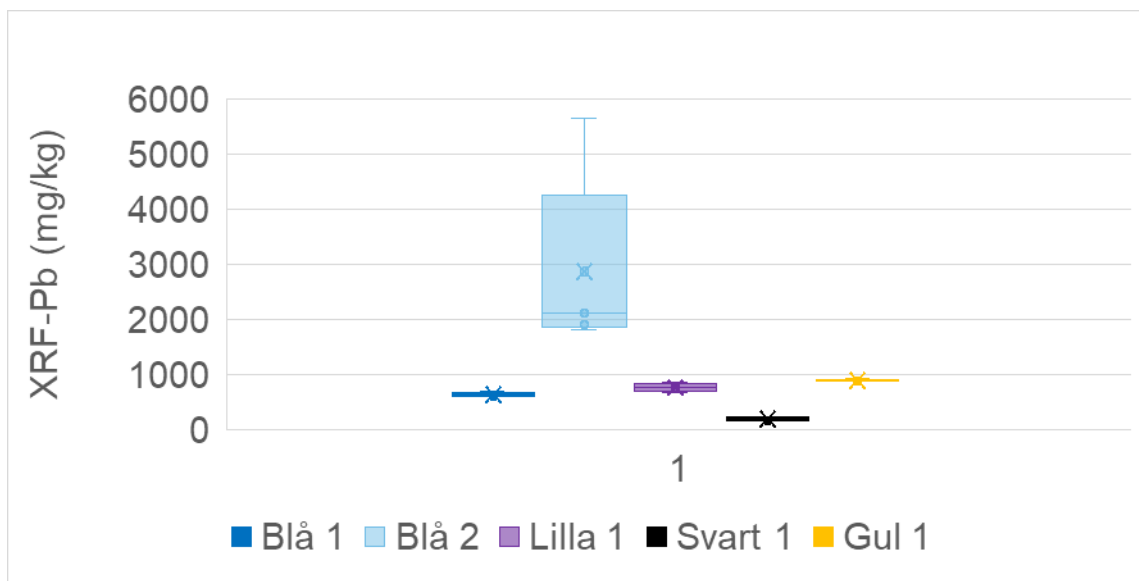
Siden XRF-resultater kan avvike noe fra resultater fra kjemiske analyser av jord alt etter fuktighet og organisk innhold i jorden, ble det etablert en korreksjonsfaktor for XRF-resultatene fra Gressholmen og Rambergøya.

Organisk materiale binder fuktighet i jord, og som forventet viste analysene en signifikant positiv korrelasjon mellom vanninnholdet i jorden og mengden organisk stoff ($R^2 = 0,9$). Videre var det signifikant positiv korrelasjon mellom konsentrasjonen av bly i jorden målt med XRF og innhold av organisk stoff, med unntak av prøve nr. 2 tatt innenfor den blå sirkelen på Gressholmen, se Figur 9. Her ble det målt svært høye konsentrasjoner av bly med XRF (5 645 mg Pb/kg), og stor variasjon mellom målingene sammenlignet med de andre områdene (Figur 43). I blått område 2 ble det målt enda høyere konsentrasjoner ved kjemiske analyser (30 000 mg Pb/kg). Variasjoner i målingene er vist i Tabell 4. I blått område 2 er det sannsynligvis større rester (fragmenter) av et prosjektil som slår voldsomt ut og som fanges opp i kjemisk analyse, som er basert på et større volum enn XRF-avlesningen. Slike variasjoner kan gjøre det vanskelig å finne en god korreksjonsfaktor. Det ble derfor valgt å se bort fra denne prøven ved valg av korreksjonsfaktorer. Faktorene stemte for øvrig godt med erfaring fra tidligere prosjekter.

I områder med tørre sand- og grusmasser, ble det benyttet en faktor på 1. Dette var kun på en liten del av Gressholmen. For våte grusprøver ble det valgt en faktor på 1,5. Dette var på strendene ned mot vannet både på Gressholmen og på Rambergøya. De aller fleste prøvene på Gressholmen og Rambergøya var jordprøver, hvor det ble valgt en faktor på 2. Ved spesielt våte prøver ble det valgt en faktor på 2,5.



Figur 42. Konsentrasjonen av bly, målt med XRF som en funksjon av TOC (totalt organisk karbon) i jordprøver fra Gressholmen og Rambergøya 2024. (Blått område 2 er ikke tatt med i korrelasjonen se Figur 43)(COWI)



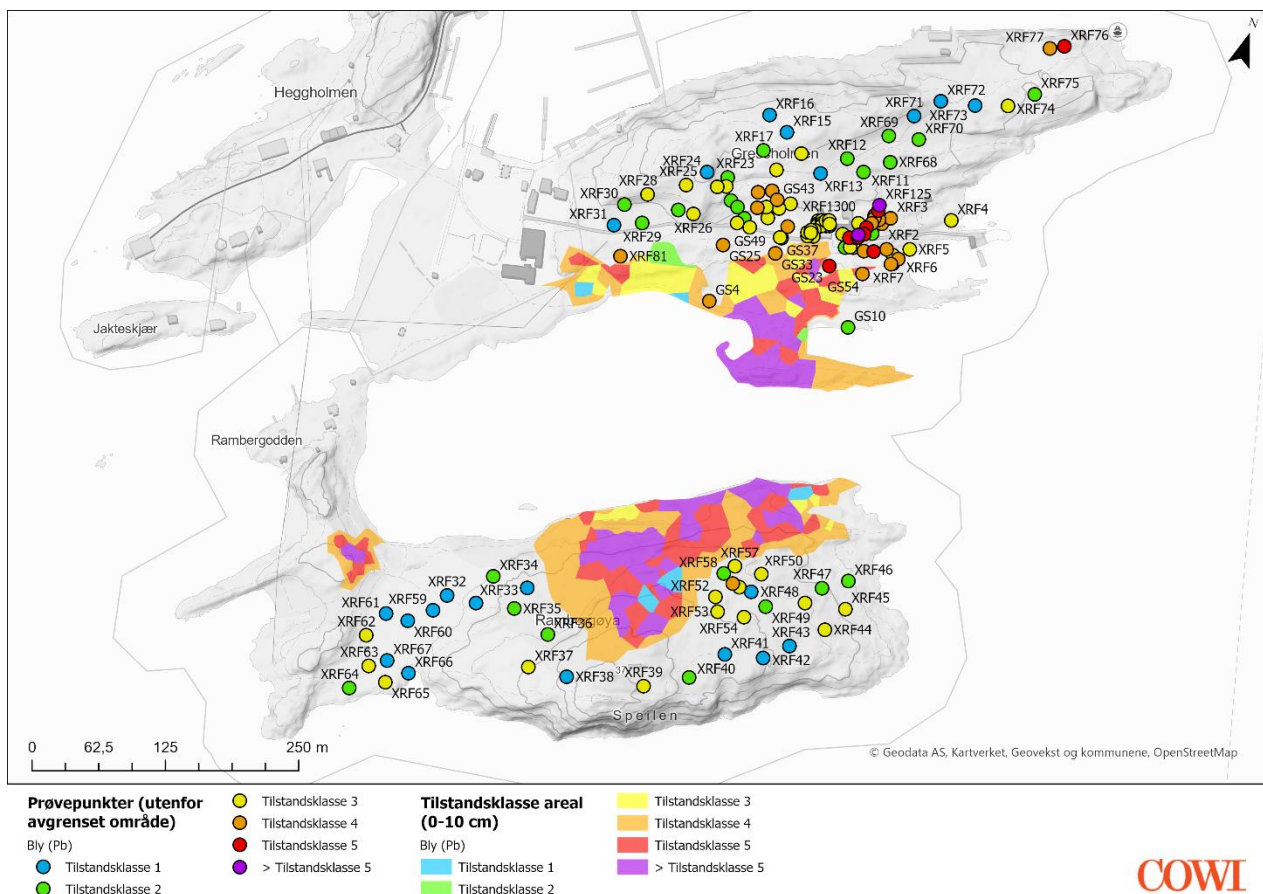
Figur 43. Boks og wisker plott av bly i jord fra to områder på Gressholmen (blå 1 og 2), og tre områder på Rambergøya (lilla, svart og gul) målt med XRF. For plassering av områdene se Figur 9. Boksen markerer øvre og nedre kvartil, horisontal strek i boksen er median, kryss er gjennomsnitt, vertikale streker med tverrstrek oppe og nede markerer hhv. maksimum og minimum (COWI).

Tabell 4. Tabellen viser prøver tatt for å kunne beregne korreksjonsfaktor for bly på Gressholmen og Rambergøya. Rød markering viser verdier som ikke er inkludert i beregning av gjennomsnittlig blykonsentrasjon registrert ved XRF-målingene. Resultatene er i mg/kg (COWI).

Felt	XRF-målinger	XRF-snitt	Lab.	TOC (% av TS)	Tørrstoff (%)	Omregningsfaktor
Blå 1	1 656	637	530	1,5	94,5	0,83
	2 637					
	3 619					
	4 705					
	5 604					
Blå 2	1 5645	2301	30000	5,1	74,3	13,04
	2 1814					
	3 2875					
	4 2112					
	5 1915					
Lilla 1	1 663	770	860	3,2	79,3	1,12
	2 766					
	3 809					
	4 857					
	5 736					
Svart 1	1 215	201	250	1,1	94,3	1,24
	2 218					
	3 227					
	4 169					
	5 169					
Gul 1	1 925	898	2100	20	47,5	2,34
	2 880					
	3 908					
	4 888					
	5 897					

5.1.2 Jord og inndeling av områder for risikovurdering

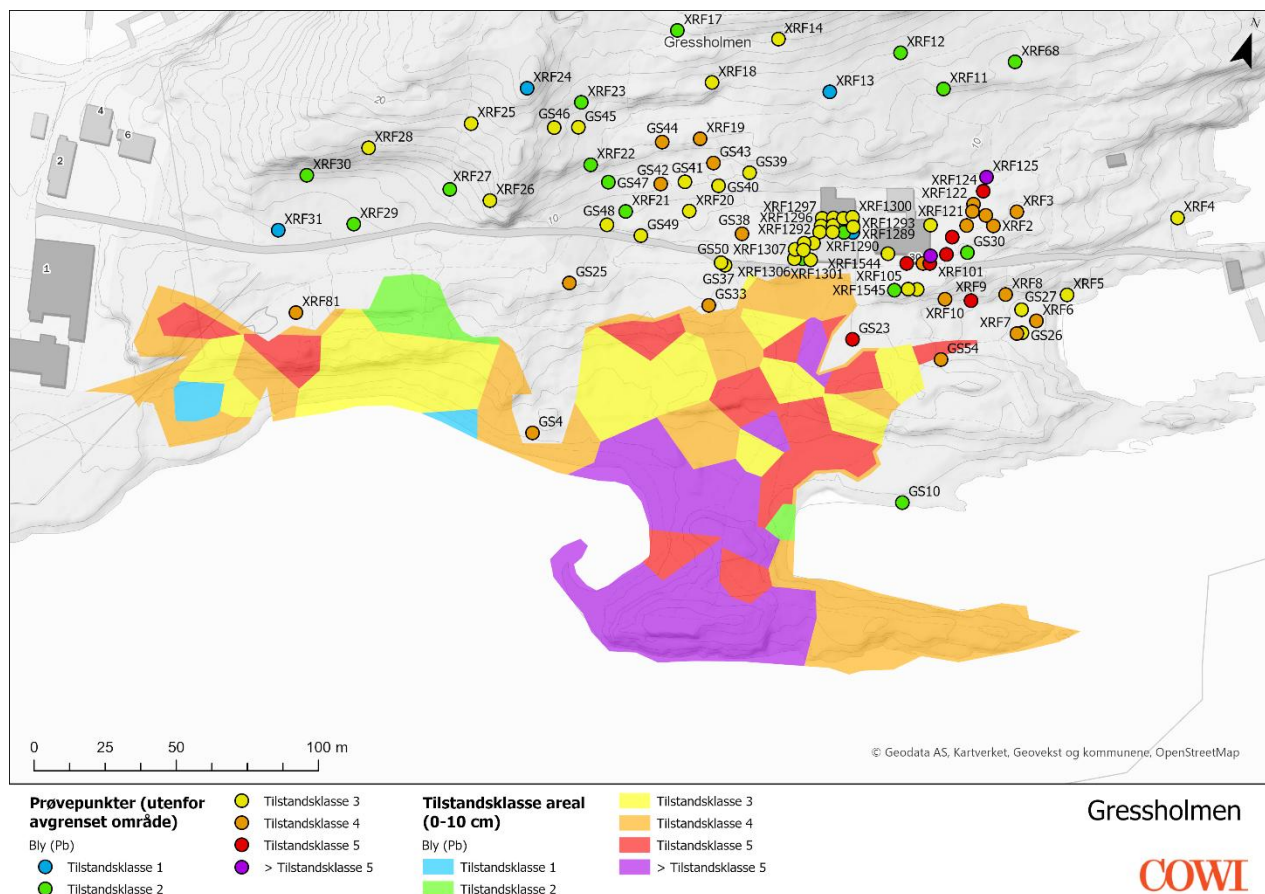
Alle jordprøvene ble analysert på stedet med XRF. Det ble i forkant av prøvetakingen beregnet en korreksjonsfaktor med bakgrunn i kontroll av XRF mot innsendte jordprøver (beskrevet i kap 4.1.1 og kap. 5.1.1). Det er også lagt inn resultater fra EBYS tidligere prøvetaking i kartene for området. For de områdene hvor EBY har prøvetatt med XRF er disse resultatene korrigert i henhold til aktuell korreksjonsfaktor for området. EBY har informert at det ikke er benyttet en korreksjonsfaktor for deres XRF målinger. COWI kan gjøre denne korrigeringen med bakgrunn i den gode kjennskapen COWI har opparbeidet seg med mange feltdager og god oversikt over de forskjellige typene masser på Gressholmen og Rambergøya. Det vil derfor være avvik i farge/ TKL for samme punkt i EBYS rapport og i denne rapporten for EBYS XRF prøver. Kartleggingen og klassifiseringen av prøver og områder basert på konsentrasjonen av bly i jord fra både XRF-målinger og kjemiske analyser er vist i Figur 44. Detaljert beskrivelse av de ulike områdene følger nedenfor.



Figur 44 Sammenfattende figur som viser forekomsten av bly i jord på Gressholmen og Rambergøya. Figuren viser genererte flater, samt stikkprøvepunkter, hvor konsentrasjonen av bly er klassifisert i henhold til Miljødirektoratets veileder (se kap. 4.3.1) (COWI).

Gressholmen:

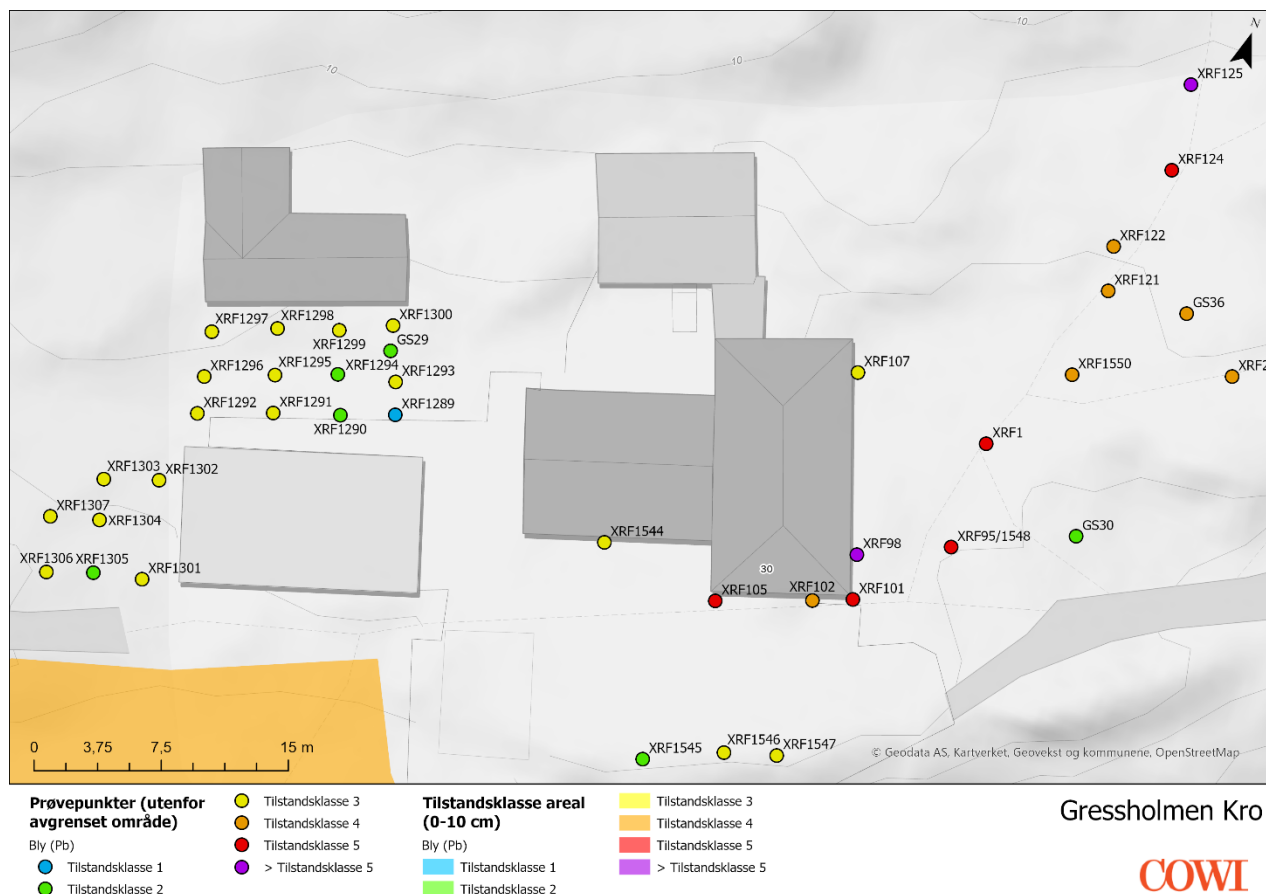
Resultater fra prøvetakingen på Gressholmen vises i *Figur 45*. Linja for avgrensning av området er basert på beregnede akseptkriterier for området. Delområder med fargede flater tilsvarer tilstandsklasser (TKL) for forurenset jord. Bakgrunnen for disse resultatene er fra COWIs undersøkelser med XRF, og fra både XRF målinger og jordprøver fra tidligere prøvetaking av EBY. Endringene i forhold til tidligere rapporter for området, er at arealet har økt, og da spesielt i retning nordøst. Stikkprøvene vises i samme figur med prikker og farge i henhold til TKL. Området rundt Gressholmen kro vil beskrives i eget delkapittel under.



Figur 45 Forekomsten av bly i jord på Gressholmen. Figuren viser genererte flater, samt stikkprøvepunkter, hvor konsentrasjonen av bly er klassifisert i henhold til Miljødirektoratets veileder (se kap. 4.3.1) (COWI).

Gressholmen Kro:

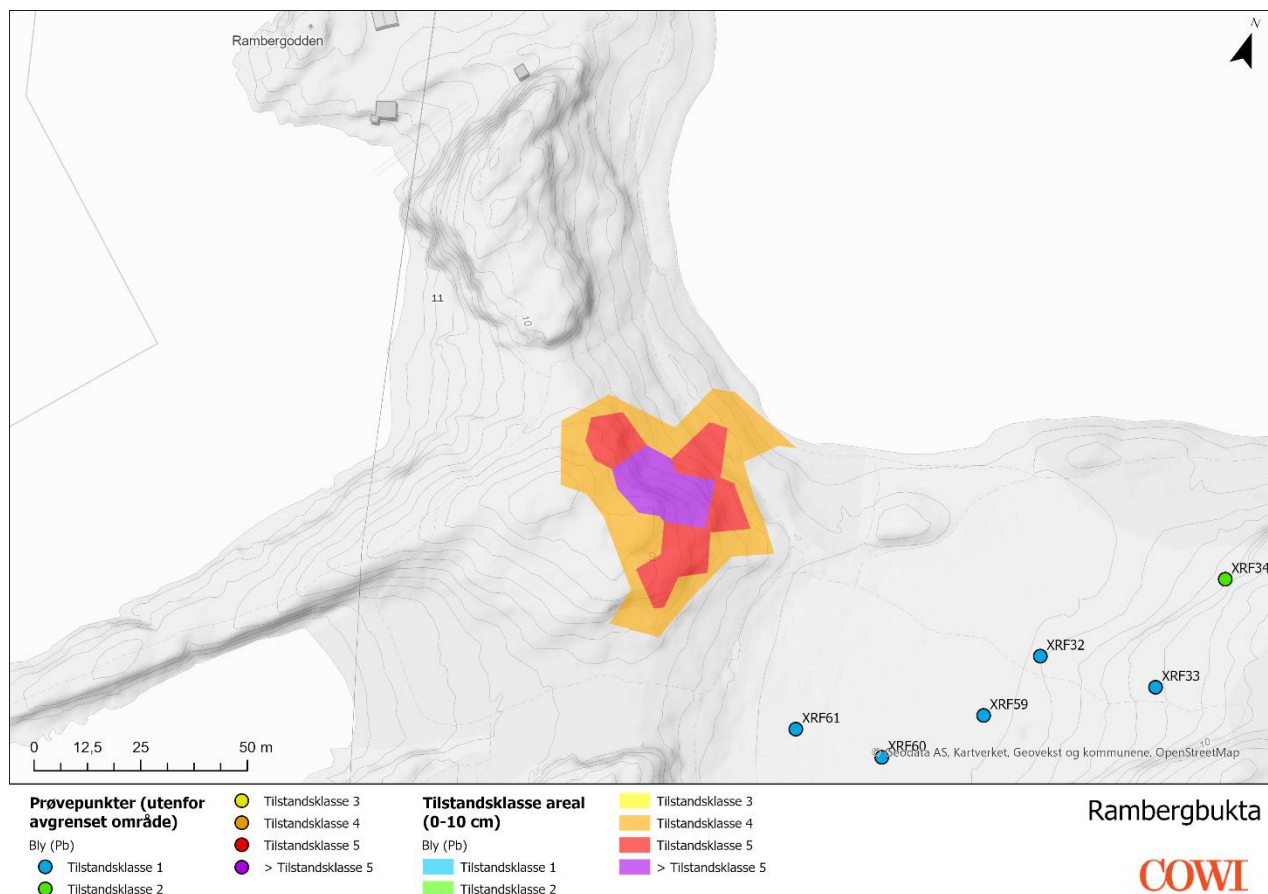
Med bakgrunn i at det oppholder seg mange på og i nærområdet til kroa, ble det valgt å ta et større antall stikkprøver her i forhold til resten av områdene utenfor de avgrensede arealene. I Figur 46 kan man se at prøvene tatt rett vest for kroa har konsentrasjoner av bly opp mot TKL 3, og da under beregnet akseptkriterie. Rett sør for inngangspartiet til kroa og rett øst for kroa (fra veggen og ca. 40-50 m på stien i retning mot nord), ble det registrert høyere konsentrasjoner og flere punkter med TKL 5 og farlig avfall. Prøvene ble tatt i overflaten og massene er således lett tilgjengelig for human eksponering.



Figur 46. Forekomsten av bly i jord i områdene rundt Gressholmen Kro. Prøvene er tatt ved bruk av XRF hvor konsentrasjonene av bly er klassifisert i henhold til Miljødirektoratets veileder (se kap. 4.3.1) (COWI)

Rambergbukta:

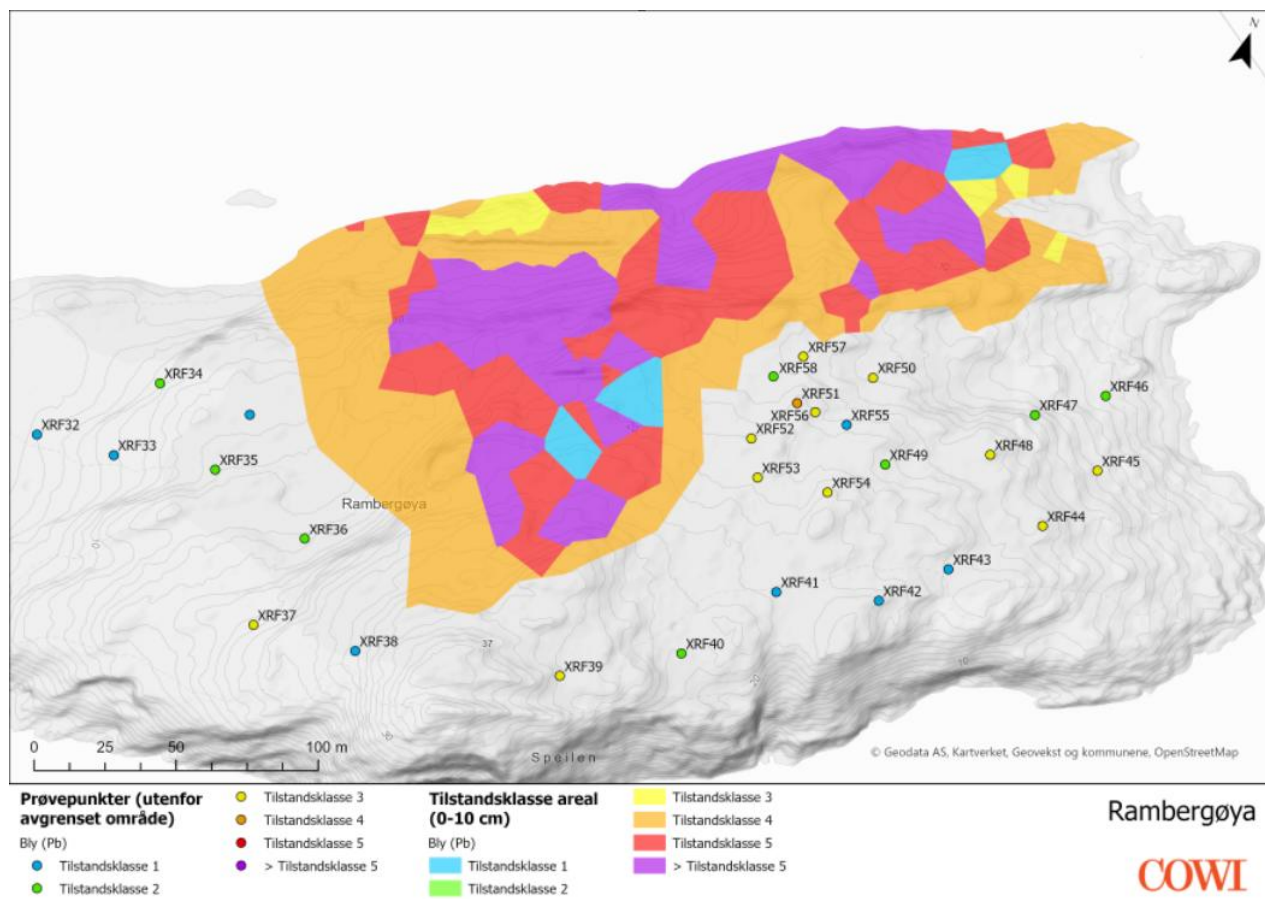
Resultater fra prøvetakingen i Rambergbukta vises i Figur 47. Linja for avgrensning av området er basert på beregnet akseptkriterie for området. Delområder med fargede flater tilsvarer tilstandsklasser (TKL) for bly i jord. Bakgrunnen for disse resultatene er fra COWIs undersøkelser med XRF, og fra både XRF målinger og jordprøver fra tidligere prøvetaking av EBY. Stikkprøvene vises i samme figur med prikker og farge i henhold til TKL (jf. kap. 4.3.1).



Figur 47. Forekomsten av bly i jord i bukta mellom Rambergøya og Gressholmen. Figuren viser genererte flater, samt stikkprøvepunkter, hvor konsentrasjonen av bly er klassifisert i henhold til Miljødirektoratets veileder (se kap. 4.3.1) (COWI).

Rambergøya:

Resultater fra prøvetakingen på Rambergøya vises i Figur 48. Linja for avgrensning av området er basert på beregnet akseptkriterie for området. Delområder med fargede flater tilsvarer tilstandsklasser (TKL) for bly i jord. Bakgrunnen for disse resultatene er fra COWIs undersøkelser med XRF, og fra både XRF målinger og jordprøver fra tidligere prøvetaking av EBY. Stikkprøvene vises i samme figur med prikker med farge i henhold til TKL (jf. kap. 4.3.1).



Figur 48 Forekomsten av bly i jord på Rambergøya. Figuren viser genererte flater, samt stikkprøvepunkter, hvor konsentrasjonen av bly er klassifisert i henhold til Miljødirektoratets veileder (se kap. 4.3.1) (COWI).

5.1.3 Vertikal utbredelse av forurensningen

Det ble gjort undersøkelser i dypere lag både på Gressholmen og Rambergøya. Prøvepunktene måtte tilpasses forekomsten av rødlistearter, sårbar natur og en minimums dybde på 10 cm jordvolum i henhold til tillatelsen fra Statsforvalteren.

På stien til utstikkeren på Gressholmen som benyttes til bading, ble det gravd to små hull i et område uten vegetasjon og med stor nok jordtykkelse. Konsentrasjonen av bly i overflaten ved det ene hullet var på 3500 mg/kg, mens i ca. 5 cm dybde på 50 mg/kg. I det andre var det 2500 mg/kg på overflaten og 30 mg/kg i ca. 8 cm dybde (Figur 49).



Figur 49 Undersøkelser av blykonsentrasjoner i forskjellige jorddybder på Gressholmen ved badeplassen (COWI)

Det ble tatt en prøve inne i skogsområdet på Gressholmen med litt tykkere jorddekke. Konsentrasjonen av bly i overflaten var på 81 mg/kg, mens den i ca. 20 cm dybde var på 154 mg/kg (Figur 50).



Figur 50 Undersøkelser av blykonsentrasjoner i forskjellige jorddybder i et område på Gressholmen med trær og tykkere jorddekke (COWI)

Det var mange steder, og spesielt på Gressholmen, hvor vånd/ jordrotter har gravd ut jordmasser ifm. graving av ganger. Generelt var det høyere konsentrasjoner av bly i de oppgravde massene enn på terrengoverflaten. I Figur 51 vises typiske oppgravde masser i terrenget fra vånd/ jordrotte.



Figur 51 Situasjonsbilde fra Gressholmen hvor det er vegetasjonsdekket terreng med jordmasser oppgravd av vånd/ jordrotte (COWI)

Det ble tatt en prøve ut mot vannlinja i den vestre bukta på Gressholmen. Det var ikke vegetasjon på overflaten og massene bestod av typisk forvitret fjell/ grus som det er vanlig å se både på Gressholmen og Rambergøya (Figur 52). Konsentrasjonen av bly i overflaten var på 937 mg/kg, mens den i ca. 10 cm dybde var på 313 mg/kg og i ca. 20 cm dybde på 328 mg/kg.



Figur 52 Undersøkelser av blykonsentrasjoner i forskjellige jorddybder ut mot vannet i den vestre bukta på Gressholmen (COWI)

Det ble tatt en prøve ut mot vannlinja på nordsiden av Rambergøya. Det var ikke vegetasjon på overflaten og massene bestod av typisk forvitret fjell/ grus som det er vanlig å se både på Gressholmen og Rambergøya (Figur 53). Det ble mer finkornede masser i dypere lag. Konsentrasjonen av bly i overflaten var på 2154 mg/kg, mens den i ca. 16 cm dybde var på 1940 mg/kg og i ca. 25 cm dybde på 287 mg/kg.



Figur 53 Undersøkelser av blykonsentrasjoner i forskjellige jorddybder ut mot vannet på nordsiden av Rambergøya. Bildet til høyre viser hullet med ca. 25 cm dybde (COWI)

Resultatene fra kartleggingen av blyforurensningen i vertikalprofiler i jord tyder på at områder med tynt jorddekke og terrengoverflate med lite eller ingen vegetasjon, har de høyeste konsentrasjonene av bly i øvre sjikt i massene. I områder med vegetasjonsdekke og med dypere jordlag og stort organisk innhold finnes de høyeste konsentrasjonene i dypere lag. Det kan derfor tyde på at områdene med tykkere jorddekke og stort organisk innhold med årenes løp har fått tilført mer organisk materiale, og tykkelsen på jordmassene har derved økt. Dette i motsetning til områder med grunnere masser og lavt organisk innhold.

5.1.4 Porevann

Konsentrasjonen av metaller ble målt i porevann fra en lokalitet på Rambergøya (prøve 1 A+B) og to lokaliteter på Gressholmen (prøve 2A + 2B og 3A + 3B). Prøvene ble ikke analysert for PAH, siden hullene i sondene som benyttes er så små at de fungerer som et filter. Dette vil sannsynligvis føre til at mye av PAH-forbindelsene i vann vil adsorbere i filterenheten. PAH i vann analyseres alltid på ufiltrerte prøver.

På Rambergøya lyktes det ikke å få like mye vann som på Gressholmen. Prøvene fra Rambergøya ble derfor slått sammen før analyse. Resultatene er vist i Tabell 5.

Tabell 5. Konsentrasjonen av metaller i porevann fra en lokalitet på Rambergøya (1A+B) og to lokaliteter på Gressholmen (2A, 2B og 3A, 3B). Cellene er gitt farge etter tilstandsklasser for sjøvann i hht. Miljødirektoratets veileder M-608.

µg/L	Antimon	Arsen	Bly	Kadmium	Kobber	Krom	Nikkel	Sink	Kvikksølv
Sonde 1 A + B	21	< 1	5	< 0,2	6,8	72	31	12	< 0,05
Sonde 2 A	22	0,37	0,82	0,077	14	< 0,50	8,2	12	
Sonde 2 B	20	0,53	2	0,065	12	0,25	7,2	5,8	
Sonde 3 A	1,3	0,94	8,7	< 0,040	21	< 0,50	7,7	8,4	
Sonde 3 B	0,67	1,4	2,4	< 0,040	4	< 0,50	4	3,3	

Analysene av porevann viste at sjøvann trenger inn i massene ved flo sjø. Resultatene ble derfor klassifisert etter sjøvann i henhold til Miljødirektoratets veileder M-608. Kobber og sink forekom i de høyeste tilstandsklassene (IV og V), mens de øvrige metallene forekom i konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse II og III. Konsentrasjonen av krom er generelt lave i alle prøver med unntak av prøven fra Rambergøya. Det er ingen åpenbare kilder til krom i området, noe som støttes av lave konsentrasjoner av krom i bær og i sedimentene i bukta. Den høye konsentrasjonen antas derfor og skyldes analysefeil eller kontaminering av prøven.

5.1.5 Spiselige vekster

Konsentrasjonen av bly i nyper og rogn fra de fem områdene markert i Figur 9 varierte fra 0,021 til 0,061 mg/kg. I bærene samlet innenfor den svarte sirkelen ble det ikke påvist bly (<0,01 mg/kg) (Tabell 6). Kontrollprøven som ble samlet inn nordøst for kroa viste lavere konsentrasjon (0,012 mg Pb/kg) enn i de fleste prøvene samlet på Gressholmen og Rambergøya. For kontrollprøve ble det samlet inn spiselige vekster i nærheten av stien mellom kroa og fergeanløpet. Det ble ikke påvist PAH i noen av prøvene.

Bærene samlet inn på Gressholmen (blå sirkel i figur 9) hadde ca. tre ganger så høy konsentrasjon av bly som øvrige innsamlede prøver hvor det var liten variasjon mellom prøvene.

Ifølge Mattilsynet er det ikke funnet en nedre grense for effekter av bly verken hos voksne eller barn. Det er derfor ikke fastsatt tålegrenser for bly eller angitt noe trygt nivå for blyinnhold i blodet. Derfor bør eksponeringen for bly, spesielt blant kvinner i fruktbar alder, være lavest mulig. Mattilsynet henviser til EU-kommisjonens regulativ 1881/2006¹, som er erstattet av regulativ 2023/915. Her er det oppgitt varierende akseptable konsentrasjoner av bly i ulike matvarer, fra 1,5 mg/kg i røtter, 0,05 mg/kg i bær og små frukter og 0,020 mg/kg i melk og barnemat.

Tabell 6 Konsentrasjonen av bly (våttvekt) i nyper og rogn samlet inn på Gressholmen og Rambergøya 29.08.2024. Områdene det er samlet inn spiselige vekster er vist i Figur 9, fargede sirkler. Mattilsynets varierende grenseverdier for bly i mat² er også oppgitt.

Gressholmen og Rambergøya		Mattilsynet		
Område	Rogn og nyper	Matvarer min	Matvarer maks	Drikkevann
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/L
Blå	0,061	0,02	1,5	0,01
Gul	0,021			
Rød	0,029			
Rosa	0,024			
Svart	<0,01			
Kontroll	0,012			

Resultatene viser at nyper og rogn som vokser i «blått område» (Figur 9) på Gressholmen overskrider anbefalte grenseverdier for bly i matvarer som barn spiser.

¹ EU-kommisjonen oppgir at regulativet er «No longer in force, date of end of validity: 24/05/2023»

² [Bly i mat og miljø - FHI](#)

5.1.6 Vånd og skogmus

Vånden som ble fanget veide i gjennomsnitt 118 g, mens skogmusene hadde en gjennomsnittsvikt på 23 g, Tabell 7. Konsentrasjon av antimon i leverprøvene fra vånd var i gjennomsnitt 10 ng/g, se Tabell 8. For bly, kobber og sink varierte konsentrasjonen fra ca. 2 000 til ca. 19 000 ng/g. Konsentrasjon av antimon i blandprøven av lever fra skogmus var lavere enn i vånd, men konsentrasjonen av sink var høyere (Tabell 8). Alle konsentrasjoner er oppgitt i ng/g våtvekt.

Heimstad mfl. (2020; 2023) undersøkte konsentrasjon av helse- og miljøfarlige stoffer i terrestrisk (på land) urbant miljø, i Oslo by. Undersøkelsene inkluderte måling av konsentrasjon av metaller i lever fra brunrotte (*Rattus norvegicus*). Konsentrasjon av bly i rottelever ble her rapportert å være ca. 220 ng/g, med maks og min i området 20 til 550 ng/g. Gjennomsnittlig konsentrasjon av bly i lever fra vånd fra Gressholmen er ca. 1 900 ng/g, og enkeltindivid er målt å ha konsentrasjon på i overkant av 4 000 ng/g, se Tabell 8. Med andre ord er målt konsentrasjon av bly i lever fra vånd fra Gressholmen i størrelsesordenen åtte ganger høyere enn bly målt i brunrotter fra Oslo by. Byområder har generelt høyere konsentrasjoner av metaller som bly i grunnen enn naturområder, men det gjelder ikke for Gressholmen og Rambergøya. Opptaket av bly i vånd indikerer en betydelig høyere eksponering for bly fra miljøet den lever i, enn det brunrotter i Oslo by blir. Resultatene viser at bly som ligger i grunnen på Gressholmen og Rambergøya er tilgjengelig for pattedyr som eksponeres for forurensningen, det er derved en stor risiko for at blyet også er tilgjengelig for mennesker som blir eksponert for forurensningen.

Målt konsentrasjon av antimon i lever fra vånd fra Gressholmen (gjennomsnitt ca. 10 ng/g) er lavere enn lever fra rotter i Oslo by (gjennomsnitt ca. 17 ng/g, Heimstad mfl., 2023). Det samme gjelder kobber (gjennomsnitt ca. 2 400 ng/g på Gressholmen og 4 400 ng/g i Oslo) og sink (gjennomsnitt ca. 19 000 ng/g på Gressholmen og ca. 25 000 ng/g i Oslo). Det indikerer at vånd på Gressholmen ikke blir eksponert for mer antimon, kobber og sink fra miljøet enn det rotter i Oslo by blir. Det gjelder også skogmus, selv om målte konsentrasjoner av kobber og sink i skogmus fra Gressholmen er noe høyere enn det som er målt i vånd fra Gressholmen, Tabell 8.

Undersøkelsene til Heimstad mfl. (2020; 2023) inkluderte ikke analyse av PAH.

Tabell 7. Lengde og vekt av vånd og skogmus fra Gressholmen.

Dyr nr.	Type dyr	Lengde uten hale (cm)	Lengde med hale (cm)	Vekt hele dyret (g)	Vekt lever (g)
1	Vånd	14,5	22,5	94,2	4,4
2	"	15,0	23,0	112,9	5,0
3	"	15,5	24,0	124,4	5,3
4	"	15,0	23,0	136,3	7,2
5	"	15,0	23,5	108,8	5,0
6	"	16,5	25,5	135,0	6,9
Gjennomsnitt	"	15,3	23,6	118,6	5,6
Min	"	14,5	22,5	94,2	4,4
Maks	"	16,5	25,5	136,3	7,2
7	Skogmus	9,5	17,0	21,9	0,9
8	"	8,0	15,5	19,2	1,1
9	"	9,5	17,5	29,5	1,4
10	"	8,5	16,0	19,5	1,0
11	"	10,0	18,0	21,5	1,0
12	"	9,0	18,0	23,6	1,4
Gjennomsnitt	"	9,1	17,0	22,5	1,2
Min	"	8,0	15,5	19,2	0,9
Maks	"	10,0	18,0	29,5	1,4

Tabell 8. Resultater fra analyse av metaller i lever fra vånd og skogmus fra Gressholmen. Vånden er analysert enkeltvis, mens skogmusene er analysert som én blandprøve.

Dyr nr.	Konsentrasjon metaller (ng/g våtvekt)			
	Antimon (Sb)	Bly (Pb)	Kobber (Cu)	Sink (Zn)
Vånd 1	17,8	3 050	2 290	19 600
Vånd 2	17,2	4 210	2 390	19 800
Vånd 3	9,9	665	2 670	19 400
Vånd 4	3,3	984	2 030	19 000
Vånd 5	6,4	894	2 330	16 400
Vånd 6	6,2	1 620	2 740	19 000
Gjennomsnitt	10,1	1 904	2 408	18 867
Min	3,3	665	2 030	16 400
Maks	17,8	4 210	2 740	19 800
Skogmus, blandprøve	<2,40	1 160	5 010	23 400

Tabell 9. Resultater fra analyse av PAH i lever fra skogmus fra Gressholmen.

Stoff	Konsentrasjon (ng/g våtvekt)
Naftalen	<10,2
Acenaftylen	<0,67
Acenathene	<0,87
Fluoren	<1,9
Penantren	11,2
Antracen	0,21
Fluoranten	6,1
Pyren	<10,5
Benz(a)anthracen	<0,23
Krysen	0,63
Benzo(b)fluoranten	0,87
Benzo(k)fluoranten	0,22
Benzo(a)pyren	<0,18
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,19
Dibenzo(ah)antracen	<0,25
Benzo(ghi)perylene	<0,70
Sum 16 EPA PAH	45,0

5.1.7 Inndeling i delområder

5.2 Sjø

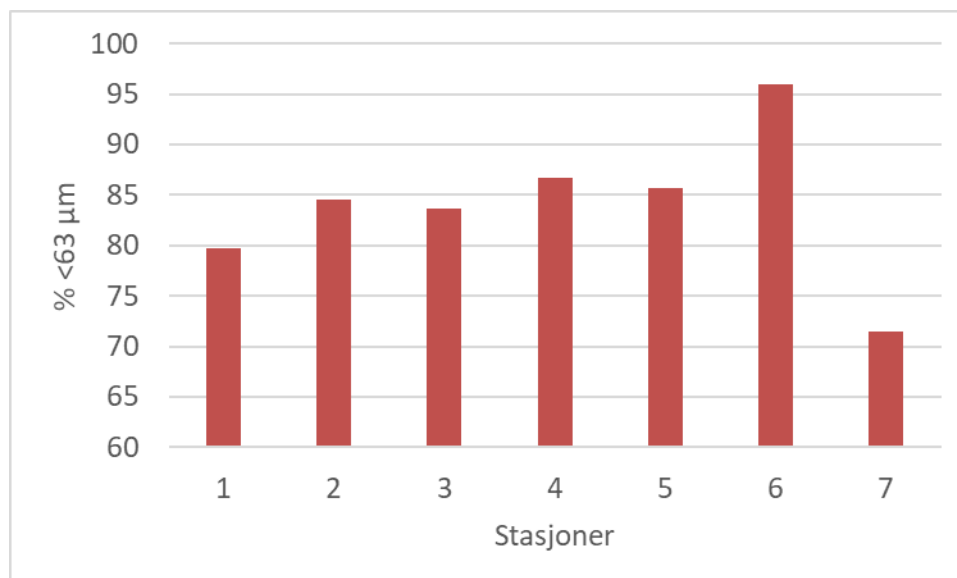
5.2.1 Sedimenter

Sedimentene i bukta mellom Gressholmen og Rambergøya er karakterisert av finkornede sedimenter (70 – 88 % <63 µm), Tabell 10. Vanddypet øker fra innerst til ytterst i bukta, med tidvis bar mudderflate i området stasjon 1-3, se Figur 36. På stasjon 6 er vanddypet 8 m. Andel finstoff i sedimentene øker med økende vanddyp. Stasjon 7 ligger nord for selve bukta mellom Gressholmen og Rambergøya. Sedimentene her besto av fastere leire iblandet en grov fraksjon av døde skjell, stein og grus.

Store deler av bunnen i bukta mellom Gressholmen og Rambergøya var dekket av trådalger (lurv). Sedimentene i de dypere delene av transekt 4 og 6 (stasjon 4 og 6) var anoksiske, det lukket H₂S av prøvene som ble tatt opp. Området mellom stasjon 4 og 6 er der hvor Oslo kommune (Bymiljøetaten) har plantet ut ålegress. Fra sjøoverflaten ble det observert planter i det grunneste området øst for stasjon 4, mot Gressholmen. Det organiske innholdet (TOC) i sedimentene varierte fra ca. 1 – 3 % Tabell 10. Når man klassifiserer sedimentene basert på TOC, normaliseres konsentrasjonene for mengden finstoff (<63 µm) i sedimentene. Sedimentene på stasjon 4 og 6 hadde moderat miljøkvalitet (tilstandsklasse III) etter normalisering. Dette stemmer bra med observasjonene av H₂S i bunnsedimentene som følge av mangel på oksygen fra nedbrutt organisk materiale.

Tabell 10. Kornstørrelsesfordeling i sedimentprøver (0-10 cm) fra 7 stasjoner i bukta mellom Gressholmen og Rambergøya 17.09.24. Samt mengde total organisk karbon (TOC) i sedimentene og normaliserte verdier.

Stasjon	<2 µm	2-63 µm	> 63 µm	TOC	Normalisert TOC	Tilstandsklasse TOC mg/g	
	%	%	%		mg/g		
1	8	71,7	20,3	1,6	19,65	I. Svært god	0-20
2	8,1	76,4	15,5	2	22,79	II. God	20-27
3	6,9	76,8	16,3	2,4	26,93	III. Moderat	27-34
4	7,3	79,4	13,3	3	32,39	IV. Dårlig	34-41
5	8,2	77,5	14,3	1,2	14,57	V. Svært dårlig	41-200
6	7,7	88,3	4	2,8	28,72		
7	9,6	61,9	28,5	1,2	17,13		



Figur 54. Andel sediment (0-10 cm) med kornstørrelse <63µm (finere enn silt) fra 7 stasjoner i bukta mellom Gressholmen og Rambergøya 17.09.24.

Konsentrasjonen av metaller var generelt lav, tilsvarende tilstandsklasse I og II, i sedimentene i bukta mellom Gressholmen og Rambergøya, se Tabell 11. Vanddypet var størst på stasjon 6, i sundet mellom sørspissen av Gressholmen og Rambergøya, og her ble det registrert de høyeste konsentrasjonene av kobber og kvikksølv, henholdsvis tilstandsklasse IV og III. Dette kan ha sammenheng med større andel av finkornet sediment på dypere stasjoner enn grunnere stasjoner, se Figur 55. Konsentrasjonen av kobber på stasjon 6 var noe høyere enn i sedimenter fra nærliggende områder (sør for Malmøya), men lavere enn påvist mellom Sjursøya og Malmøya [9]. Det samme gjelder kvikksølv, konsentrasjonen på stasjon 6 ved Gressholmen er høyere enn generelt i området, men lavere enn det som er påvist i sedimentene mellom Malmøya og Ulvøya [9]. Konsentrasjonen av nikkel på stasjon 2 er også høyere enn generelt i området rundt Malmøya, Ulvøya.

Tabell 11. Konsentrasjoner av metaller i sedimenter fra bukta mellom Gressholmen og Rambergøya samlet inn 17.09.24. Fargekodene er etter Miljødirektoratets veileder M608/2016, og grenseverdiene er gjengitt i øvre del av tabellen.

	Merknader	Arsen, As mg/kg TS	Bly, Pb mg/kg TS	Kadmium, Cd mg/kg TS	Kobber, Cu mg/kg TS	Krom, Cr mg/kg TS	Kvikksølv, Hg mg/kg TS	Nikkel, Ni mg/kg TS	Sink, Zn mg/kg TS
Klasse V	Nedre grenseverdi	581	2001	158	148	15501	1,46	534	6691
Klasse IV	Øvre grenseverdi	580	2000	157	147	15500	1,45	533	6690
Klasse III	Øvre grenseverdi	71	1480	16	84	6000	0,75	271	750
Klasse II	Øvre grenseverdi	18	150	2,5	20,1	660	0,52	42	139
Klasse I	Øvre grenseverdi	15	25	0,2	20	60	0,05	30	90
Gressholmen:									
	Stasjon 1	7,7	53	0,21	29	43	0,12	39	120
	Stasjon 2	9,3	110	0,57	52	51	0,27	43	170
	Stasjon 3	6,7	100	0,8	58	45	0,35	34	180
	Stasjon 4	7,2	150	0,96	61	47	0,43	38	200
	Stasjon 5	8,4	130	0,2	44	41	0,14	37	130
	Stasjon 6	9,5	140	0,32	96	61	0,69	39	230
	Stasjon 7	11	72	0,54	65	44	0,27	41	150

EBY foretok undersøkelse av sedimenter i strandsonen på Gressholmen i 2023 [3]. Prøvene ble tatt på lavvann med jordbor, hvor prøver fra 0-10 cm, 10-80 cm og 80-100 cm sedimentdyp ble analysert for metaller og PAH. Tre prøver fra strandsonen (V1, V2, B4), som er lokalisert innenfor linjene stasjon 1 – 3 (denne undersøkelsen) viste god miljøkvalitet, tilstandsklasse II, for metaller. Totalt sett er derved miljøkvaliteten i sedimentene i strandsonen noe bedre enn i sedimentene på dypere vann lenger ut i bukta (stasjon 1-3). Som nevnt over kan høyere konsentrasjoner i sedimenter på dypere vann ha sammenheng med større andel finkornede sedimenter på dypere vann enn i strandsonen, se Figur 55. Andre prøver tatt

i strandsonen, men lenger ut i bukta mot øst, (B1, 2 og 3) viste moderat miljøkvalitet, tilstandsklasse III for bly, noe som er høyere enn i sedimentene på dypere vann. Denne delen av strandsonen er en del av det mest forurensede området på land, hvor det har foregått skyteaktivitet (jfr. Kap. 5.1.2).

Analysen av sedimentene fra stasjon 5 viste dårlig miljøkvalitet for sum PAH16. Sedimentene fra denne stasjonen var forurensede (tilstandsklasse IV) av en rekke PAH-komponenter, kun 5 av de 16 PAH-komponentene hadde konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse II eller I. PAH-konsentrasjonene på stasjon 5 var ca. 10 ganger høyere enn på øvrige stasjoner. Sedimentene fra alle stasjoner med unntak av stasjon 1 var forurensede av benzo(b)fluoranten, indeno(1,2,3,cd)pyren og benzo(g,h,i)perylen tilsvarende tilstandsklasse IV. Konsentrasjonen av disse stoffene kan sammenlignes med tilsvarende konsentrasjoner påvist i sedimentene fra nærliggende områder (Malmøya – Ulvøya) [9]. Konsentrasjonen av PAH16 i sedimenter fra stasjon 5 var ca. 10 ganger høyere enn konsentrasjonene påvist i samme område i undersøkelsene til EBY i 2023 (B1-3).

Tabell 12. Konsentrasjoner av PAH-forbindelser i sedimenter fra bukta mellom Gressholmen og Rambergøya samlet inn 17.09.24. Fargekodene er etter Miljødirektoratets veileder M608/2016, og grenseverdiene er gjengitt i øvre del av tabellen.

	Merknader	Naftalen µg/kg TS	Acenaftalen µg/kg TS	Acenaften µg/kg TS	Fluoren µg/kg TS	Fenantren µg/kg TS	Antracen µg/kg TS	Fluoranten µg/kg TS	Pyren µg/kg TS	Benzo(a)antracen µg/kg TS
Klasse V	Nedre grenseverdi	8770	8501	19501	34701	25001	296	2001	8401	50101
Klasse IV	Øvre grenseverdi	8769	8500	19500	34700	25000	295	2000	8400	50100
Klasse III	Øvre grenseverdi	1754	85	195	694	2500	30	400	840	501
Klasse II	Øvre grenseverdi	27	33	96	150	780	4,6	8,1	84	60
Klasse I	Øvre grenseverdi	2	1,6	2,4	6,8	6,8	1,2	8	5,2	3,6
Gressholmen:										
	Stasjon 1	<10	<10	<10	<10	34	20	170	140	85
	Stasjon 2	11	11	<10	14	53	22	200	180	130
	Stasjon 3	12	10	<10	15	73	29	270	260	140
	Stasjon 4	18	12	<10	19	65	33	240	270	140
	Stasjon 5	12	11	34	43	710	190	2000	1700	1100
	Stasjon 6	21	16	11	21	94	40	260	230	110
	Stasjon 7	18	22	<10	31	110	40	190	150	92

	Merknader	Krysen µg/kg TS	Benzo(b)fluoranten µg/kg TS	Benzo(k)fluoranten µg/kg TS	Benzo(a)pyren µg/kg TS	Indeno(1,2,3,cd)pyren µg/kg TS	Dibenzo(a,h)antracen µg/kg TS	Benzo(g,h,i)perylen µg/kg TS	Sum PAH(16) -TA2229 µg/kg TS
Klasse V	Nedre grenseverdi	2801	10601	7401	13101	2301	2731	1401	20001
Klasse IV	Øvre grenseverdi	2800	10600	7400	13100	2300	2730	1400	20000
Klasse III	Øvre grenseverdi	280	140	135	230	63	273	84	6000
Klasse II	Øvre grenseverdi	4,5	90,1	90,1	183	20,1	27	18,1	2000
Klasse I	Øvre grenseverdi	4,4	90	90	6	20	12	18	299
Gressholmen:									
	Stasjon 1	74	110	45	81	53	14	55	880
	Stasjon 2	120	230	97	180	120	29	120	1500
	Stasjon 3	130	270	85	190	150	34	160	1800
	Stasjon 4	100	260	93	180	150	33	160	1800
	Stasjon 5	1100	1600	620	1300	770	170	660	12000
	Stasjon 6	93	250	87	170	160	28	170	1800
	Stasjon 7	75	160	56	110	86	20	90	1300

5.2.2 Tang

De øvre spissene av tangplantene, se Figur 37 representerer det siste års tilvekst. Eventuelle høye konsentrasjoner av metaller i disse plantedelene er derfor tilført sjøen det siste året.

Analysene viste lave konsentrasjoner av metaller i tang fra sundet mellom Gressholmen og Rambergøya, og på referansestasjonen vest av Rambergøya, se Tabell 13.

Metallene antimon, bly, kobber og sink er vanlig forekommende i ammunisjon, og som man derfor kan forvente forekommer i forhøyede konsentrasjoner. Konsentrasjonen av antimon var lavere enn LOQ (*limit of quantification*) i tang fra stasjonen i sundet mellom Gressholmen og Rambergøya. Forbindelsen ble derfor ikke analysert i referanseprøven. Konsentrasjonene av de øvrige metallene var relativt like på de to stasjonene, med unntak av bly, som var 3 ganger høyere i tangen fra Gressholmen og Rambergøya enn

på referansen. Det kan derfor ikke utelukkes at det er en spredning av bly fra de forurensede områdene på land til sjø.

Tabell 13. Konsentrasjoner (mg/kg TS) av metaller i tang (*Fucus*) samlet inn fra sundet mellom Gressholmen og Rambergøya og vest for Rambergodden den 17.09.24.

	Antimon (Sb)	Arsen (As)	Bly (Pb)	Kadmium (Cd)	Kobber (Cu)	Krom (Cr)	Kvikksølv (Hg)	Nikkel (Ni)	Sink (Zn)
Sundet mellom Gressholmen og Rambergøya	< 0,05	1,6	0,27	0,13	1,5	0,09	< 0,005	0,8	30
Ref: Rambergodden vest		2,1	0,09	0,21	1,2	0,35	< 0,005	0,9	28
Blåskjell EQS*		0,21	0,615	0,199	1,4	0,425		2,322	17,66
* Miljødirektoratet M-1939 / 2021									

I mangel av fisk og/eller skalldyr fanget i bukta mellom Gressholmen og Rambergøya benyttes analyseresultatene for tang i risikovurderingen. Tang benyttes også til konsum, og er derved aktuell i risikosammenheng. Mattilsynet råder imidlertid befolkningen om ikke å spise store mengder tang og tare. I henhold til Mattilsynet er det per i dag ingen øvre grenseverdier i Norge eller EU for arsen, bly, kadmium og jod i makroalger til bruk i mat, bortsett fra noen på kosttilskudd. Det er derfor per i dag vanskelig å definere hva som kan anses som lavt, middels, høyt eller akseptabelt nivå. For sammenligning er EQS for de aktuelle metallene i blåskjell oppgitt i Tabell 13.

5.2.3 DGT – vann

I motsetning til analysene av tang, angir analysene av DGTer en gjennomsnittskonsentrasjon av metaller i tiden prøvetakerne er eksponert for vann, det vil si tiden prøvetakeren står ute i sjøen. Prøvetakerne sto ute i 14 dager, og ble hentet inn før den gikk i metning. DGTer gir et mål på løste fraksjoner (ioner) av metaller i vannet. DGTene var montert i den øvre 50 cm av vannsøylen for å fange opp metaller spredt fra tidevannsflaten og eventuell avrenning fra land.

Konsentrasjonen av bly, kobber og sink var lave på begge stasjoner, tilsvarende svært god miljøkvalitet (Tilstandsklasse I), se Tabell 14. Selv om konsentrasjonene var lave, var konsentrasjonen av metaller ca. det doble i sundet mellom Gressholmen og Rambergøya sammenlignet med referansestasjonen vest av Rambergodden. Som for metaller i tang viser DGT-resultatene at det ikke kan utelukkes at det er en spredning av metaller fra de forurensede områdene på land til sjø.

Tabell 14. Konsentrasjoner av metaller i overflatevann i sundet mellom Gressholmen og Rambergøya og vest for Rambergodden (referansestasjon) i perioden 17.09.24 – 02.10.24. Fargekodene er etter Miljødirektoratets veileder M608/2016, og tilsvarer tilstandsklasse I, svært god.

	Bly (Pb)	Kobber (Cu)	Sink (Zn)
	µg/l	µg/l	µg/l
DGT ref Rambergodden vest	<0,0032	0,0866	0,501
DGT Gressholmen-Rambergøya	0,0079	0,138	1,08

5.2.4 Helsedimenttest

Helsedimenttestene med *Corophium volutator* ble utført på prøver av sedimentene fra indre og ytre del av bukta mellom Gressholmen og Rambergøya. Prøvene fra indre del omfattet blandprøver av sedimenter fra stasjon 1, 2, 3 og 5 (P1), og ytre del omfattet blandprøver av sedimenter fra stasjon 4, 6 og 7 (P2), se Figur

55. Testen viste 0 % dødelighet av *Corophium* eksponert for sedimentene P1, og 1,7 % dødelighet ved P2. Testene ble utført på 3 parallelle prøver fra hver blandprøve. Alle 3 paralleller viste 0 % dødelighet for P1, mens 5 % dødelighet for en av parallellene fra P2, 0 % på de to andre. I risikosammenheng regnes en dødelighet på over 20% som signifikant, og brukes som grenseverdi for uakseptabel økologisk risiko.

5.2.5 Inndeling i delområder for risikovurdering

Ved risikovurdering av forurensning i marine sedimenter deler man gjerne området som er undersøkt i delområder hvis dette viser seg å være hensiktsmessig ut fra geografisk beliggenhet, kilder, vanndyp, grad av forurensning og muligheten for tiltak. Det er alltid et mål å avgrense områder som har behov for tiltak og områder hvor dette ikke er nødvendig.

Basert på resultatene gjengitt i kap. 5.2.1 er området delt i 4 delområder Figur 55.



Figur 55. Inndeling i 4 delområder i sjø mellom Gressholmen og Rambergøya basert på forskjeller i konsentrasjoner av metaller og PAH, vanndyp og tilgjengelighet.

Delområdene er karakterisert som følger:

Delområde 1 er et grunt område på ca. 42.000 m² innerst i bukta, som ofte er tørrlagt ved fjære sjø. Området har lave konsentrasjoner av metaller og PAH. Bunnen er karakterisert av bløt siltig leire. Det kan derfor antas at bading ikke forekommer i dette området.

Delområde 2 er også et grunt område på 8.700 m², som er mye besøkt og bading forekommer innerst i vika mot øst hvor strandlinjen er karakterisert av sand. Her er det registrert høye konsentrasjoner av PAH, bly og sink.

Delområde 3 er det dypeste av de 4 områdene, og utgjør ca. 27.000 m². Ved normalvannstand er vanndypet fra 1 m til 10 m ytterst i sundet mellom Gressholmen og Rambergøya. Her er det registrert de høyeste konsentrasjonene av kobber, kvikksølv og sink. Det antas at området benyttes til bading.

Delområde 4 er en grunn liten bukt på ca. 500 m² med vanndyp på ca. 1 m ytterst mot det dypere sundet mot Bleikøylua og Sjursøya. Her er det registrert relativt lave konsentrasjoner av metaller og PAH, tilsvarende som i delområde 1. Det er sand i strandsonen og bukta kan antas bli benyttet til bading.

6 Risikovurdering

6.1 Land

Etter at kartleggingen av områder med XRF på Gressholmen og Rambergøya var utført viste det seg å være et stort område på Gressholmen, samt et mindre og et stort område på Rambergøya hvor jordsmonnet hadde høyere konsentrasjoner av bly enn fastsatte akseptkriterier (150 mg/kg for badeplass og 350 mg/kg for friluftsområder, tilsvarende henholdsvis tilstandsklasse 3 (100 – 300 mg/kg) og 4 (300-700 mg/kg) (jf. Miljødirektoratets veileder (TA-2553). Utbredelsen av disse områdene er vist i *Figur 44*, *Figur 45*, *Figur 46*, *Figur 47* og *Figur 48*. Risikovurderingen som følger er utført på det store området på Gressholmen og Rambergøya (totalt henholdsvis ca 11 400 m² – antall prøvepunter = 199, og 24 400 m² – antall prøvepunkter = 240). Det er ikke utført risikovurdering på det lille området innerst i Rambergbukta siden området er vesentlig mindre enn de to andre områdene, og at dette er et område besøkende passerer og ikke oppholder seg i.

I det følgende er det utført risikovurdering både av områdene som har konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 4, 5 og >5, og av områdene hvor konsentrasjonene av bly tilsvarer tilstandsklasse 4 og 5. Arealene hvor konsentrasjonen av bly tilsvarer tilstandsklasse 4 og 5 er ca. 7 000 m² på Gressholmen og ca. 18 400 m² Rambergøya.

6.1.1 Risiko for menneskers helse

Stedsspesifikk informasjon om Gressholmen og Rambergøya benyttet i risikovurderingen finnes i Vedlegg 7 og 8. I vurderingen av risiko for menneskers helse er det tatt utgangspunkt i en oppholdstid på Gressholmen og Rambergøya som vist i Tabell 15. Risiko ved å oppholde seg på kroa er ikke vurdert separat fordi forurensningen er begrenset, både i geografisk omfang og vertikalt (dybde), og deler av området har skrint jordsmonn. Siden det er påvist konsentrasjoner høyere enn tilstandsklasse 5, og bruken er tilsvarende høy som ved stranden på Gressholmen vil jordmassene utgjøre en tilsvarende risiko som strandområdet ved Gressholmen. Det skilles mellom voksen og barn fordi eksponeringen antas å være forskjellig, og barn er mer utsatt enn voksne.

Det er antatt at arbeidere på Gressholmen og Rambergøya oppholder seg i lengre tid på holmen enn turister som besøker stedet. Arbeidene som blir gjort er i form av forvaltning av øyene, som lusing og bekjempelse av fremmede arter. Det er videre antatt at hovedeksponeringen fås i arbeidet med å fjerne uønskede vekster fra vår til høst, totalt 100 dager, gjennomsnittlig 4 timer om dagen.

Barn er mer utsatt for eksponering enn voksne ved at de kan spise jord, og å få i seg mer vann ved opphold i strandsonen enn voksne. For barn er det antatt en oppholdstid på totalt 3 dager per uke (å 8 timer/dag) i sommersesongen (totalt 36 dager). Analysedata av bly i spiselige vekster (jf. Kap. 5.1.5) sanket på Gressholmen og Rambergøya er benyttet i risikovurderingen. Videre er konsentrasjonen av bly i porevann benyttet (jf kap. 5.1.4).

Risikovurderingen viser at det er større risiko for menneskers helse ved opphold på Rambergøya enn på Gressholmen (Tabell 16), og det er særlig barn som har størst potensiale for overskridelse av maksimalt tolerabelt daglig inntak (MTDI). Det er oralt inntak av forurenset jord som utgjør den alt vesentligste største

risikoen (99 %, se Figur 56). Hudeksponering og inntak av spiselige vekster utgjør en svært liten andel av total eksponering. Som figuren viser er det noe større risiko for barn ved inntak av spiselige vekster på Gressholmen enn på Rambergøya. Ved å fjerne masser som kan karakteriseres som farlig avfall (>Tilstandsklasse V) reduseres risikoen betydelig, men det er fortsatt en risiko for barn å oppholde seg i forurensset område (hvor konsentrasjonene av bly tilsvarer tilstandsklasse 4 og 5). Voksne overskrider ikke MTDI hvis nevnte tiltak gjennomføres, og konsentrasjonene av bly i jord derved reduseres til kun tilstandsklasse 4 og 5 (Tabell 16).

Analysene av vånd og mus er ikke benyttet som inngangsdata i risikovurderingen, siden disse organismene ikke er menneskeføde. Analysene viser at vånd på Gressholmen har opptil åtte ganger høyere konsentrasjoner av bly i lever enn rotter fra Oslo by (jf. Kap. 5.1.6), noe som understøtter risikovurderingen og viser at bly i jordsmonnet er tilgjengelig for pattedyr.

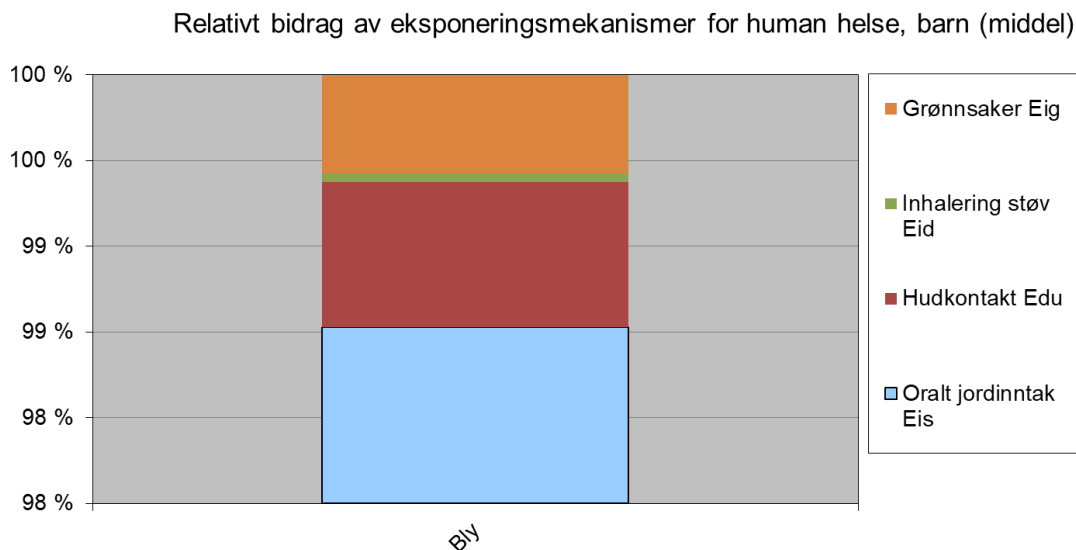
Tabell 15. Eksponeringsveier ved aktuelt arealbruk ved opphold på Gressholmen og Rambergøya, jf. Fane 1a. i Miljødirektoratets regneverktøy for risikovurdering av forurensset grunn (TA-2171).

Eksponeringsveier ved aktuell arealbruk. (Kun verdier i gule felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)				
Parametre	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (barn)	365 8	36 8	dager/år timer/dag	Bading og opphold 3 måned per år 3 dager/uke
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	100 4	dager/år timer/dag	Arbeidere på stedet fjerning av uønskede vekster i sommerhalvåret
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)	80 8	36 8	dager/år timer/dag	samme som oralt
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8	100 4	dager/år timer/dag	
Oppholdstid utendørs (barn)	365 24	36 8	dager/år timer/dag	
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	100 4	dager/år timer/dag	
Oppholdstid innendørs (barn)	365 24	0	UAKTUELL	Ingen bygninger i det forurensede området
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	0	UAKTUELL	Ingen bygninger i det forurensede området
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann	100 %	0 %	UAKTUELL	kommunalt vann
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	2 %		Frukt og bær ville vekster
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	0 %	UAKTUELL	Tidevannsslette fiske ikke aktuelt

Tabell 16. Helserisiko for barn og voksne ved eksponering for bly i grunnen på Gressholmen og Rambergøya sammenlignet med maksimalt tolerabelt daglig inntak (MTDI) (Total = alle konsentrasjoner i TK IV, V og >V «farlig avfall»). Positive tall angir hvor mange ganger MTDI overskrides. Ved negative tall overskrides ikke MTDI.

TRINN 2							
		Helsersisiko Barn		Helsersisiko Voksen		Livstids Helsersisiko	
% overskridelser	Normverdi	MTDI (maks)	MTDI (middel)	MTDI (maks)	MTDI (middel)	MTDI (maks)	MTDI (middel)
Gressholmen (total)	82668	9788	167	892	-73	1726	-50
Gressholmen (TK IV & V)	3888	376	44	-52	-86	-12	-73
Rambergøya (total)	1384371	165264	1413	16482	52	30431	179
Rambergøya (TK IV & V)	4043	395	34	-50	-87	-9	-75

GRESSHOLMEN



RAMBERGØYA



Figur 56. Relativt bidrag (gjennomsnitt) fra ulike eksponeringsmekanismer ved vurdering av risiko for barns helse ved forurensning av bly i grunnen på Gressholmen (øvre figur) og Rambergøya (nedre figur). Merk at y-aksen starter på 98 %, oralt inntak av jord utgjør ca. 99 % av eksponeringen. Eksponering for gass (innendørs), drikkevann (brønnvann) og fisk er vurdert som uaktuelle eksponeringer på Gressholmen og Rambergøya.

6.1.2 Risiko for spredning

Inngangsdataene til risikovurdering av spredning av bly fra forurenset jord fra Gressholmen og Rambergøya finnes i vedlegg 8.

Det foreligger ikke kornfordelingsanalyser av jordprøver fra Gressholmen eller Rambergøya. Basert på feltobservasjoner er jordsmonnet i området med høye blykonsentrasjoner på Gressholmen vurdert som noe mer finkornet enn i tilsvarende område på Rambergøya. På Gressholmen er jord i umettet sone klassifisert som siltig sand og i mettet sone som medium sand. Tilsvarende på Rambergøya er jord i

umettet sone vurdert som fin sand, og mettet sone som grov sand. Korngraderingen i jorden varierer over feltene som er undersøkt. Det kontaminerte området på Rambergøya har en brattere topografi ned mot sjøen (bukta mellom Gressholmen og Rambergøya) enn tilsvarende område på Gressholmen. Det er særlig strandsonen i det aktuelle området på Rambergøya, som mottar en del erosjonsmateriale fra forvitret fjell i dagen. Dette gir grovere korngradering sammenlignet med tilsvarende område på Gressholmen. Grov korngradering gir større porøsitet enn fin korngradering, og øker muligheten for gjennomstrømning av vann. TOC-innholdet i analyserte prøver fra Gressholmen var 3 %, mens fra Rambergøya var det stor variasjon, fra 1 % til 20 % TOC i jordprøvene. Det var lavest konsentrasjoner nær sjøen, gjennomsnitt 2 % TOC.

Vannutskiftingen i resipienten legges også inn i risikovurderingen. Her er det tatt utgangspunkt i arealet av bukta mellom Gressholmen og Rambergøya, gjennomsnittlig tidevannsforskjell for Oslo (36 cm), og at denne vannmassen skiftes ut to ganger i døgnet.

Tabell 17 oppsummerer beregningene av risiko for spredning fra forurenset jord på Gressholmen og Rambergøya. Vurderingene er basert på XRF-målinger i områdene som har høye konsentrasjoner av bly i grunnen (avgrensede områder se *Figur 45* og *Figur 48*). Beregningene viser at det spres betydelig mer bly fra Rambergøya enn fra Gressholmen. Beregnet konsentrasjon i grunnvannet er også høyere på Rambergøya enn på Gressholmen. I et hundreårs perspektiv spres det ca. 18 kg bly fra Rambergøya, mens 0,2 kg fra Gressholmen. Ved å fjerne jorda som har konsentrasjoner høyere enn tilstandsklasse 5, reduseres spredningen til ca. 2 kg fra Rambergøya i et hundreårs perspektiv og 0,15 kg fra Gressholmen. Beregningene viser at det tar 10 ganger så lang tid før utlekkingen fra Gressholmen når resipienten sammenlignet med utlekkingen fra Rambergøya. Dette har sammenheng med at jordmassene på Rambergøya i det aktuelle området er vurdert som en del grovere enn massene på Rambergøya og derved mer permeable (vann renner lettere gjennom).

*Tabell 17. Beregnede konsentrasjoner av bly i grunnvann og resipient spredt fra Gressholmen og Rambergøya. Beregningene er basert på gjennomsnittskonsentrasjoner av bly i analyserte jordprøver, med unntak av siste kolonne til høyre. (Total = alle konsentrasjoner i TK IV, V og >V «farlig avfall») *Fargeangivelsen i kolonnen for grunnvann er iht. Miljødirektoratets veileder M-608 (Kriteriene for sjøvann er valgt siden det er spredning til resipient som har oppmerksomhet her).*

Forbindelse	Total mengde spredd 100 år (kg)	Grunnvann*	Resipient			Mengde tilført ved maks kons (kg)
		Maks kons (µg/L)	Tid til maks (år)	Maks bidrag (µg/L)	Maks/ AA-EQS	
Gressholmen (total)	0,20	2,18	22 290	4,27 10 ⁻³	0,004	2 689
Gressholmen (TK IV&V)	0,15	1,18	22 289	2,31 10 ⁻³	0,002	1 455
Rambergøya (total)	17,83	3,49	2 990	1,03 10 ⁻¹	0,090	9 830
Rambergøya (TK IV & V)	1,66	0,003	2990	9,10 10 ⁻³	0,008	869

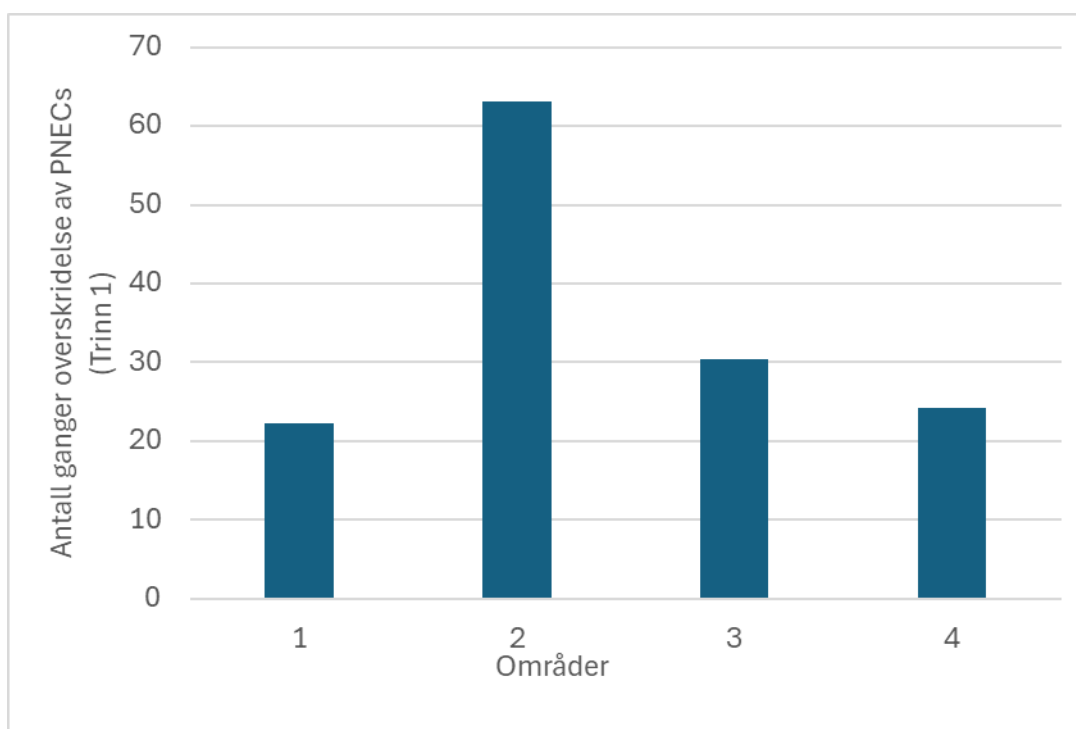
Kolonne i regneark	Q i 2d	G i 2c	L i 2d	G i 2d	M i 2d	R i 2d
--------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Beregningene tilsier at konsentrasjonen av bly i resipienten som følge av spredning fra Gressholmen er mellom 0,002 og 0,004 µg/l fra jord i henholdsvis tilstandsklasse IV&V og >V, mens for Rambergøya er tilsvarende 0,009 og 0,1 µg/l. Faktisk måling i resipienten viste en konsentrasjon av bly på 0,007 µg/l sjøvann. Beregnet konsentrasjon i resipienten som følge av spredning fra Rambergøya er derved høyere enn det som faktisk er målt. Målingene i sjø ble utført over ca. 14 dager, det kan derved ikke utelukkes at konsentrasjonen i sjø til tider kan være høyere. Spredningen vil pågå i mer enn 1000 år før lageret er tømt. Maksimum spredning overskrider ikke AA-EQS («årlig gjennomsnitt miljøkvalitetsstandard» se kap. 4.3.1).

6.2 Sjø

I risikovurderingen av marine sedimenter i bukta mellom Gressholmen og Rambergøya er de fire områdene som vist i Figur 55, vurdert hver for seg.

Trinn 1 risikovurderingen viser at område 2 har de største overskridelsene av PNECs, se Figur 57, mer enn det dobbelte av område 3 som er området med størst vanddyb. Overskridelsene i område 2 skyldes høye konsentrasjoner av PAH. Område 1, innerst i bukta har totalt sett de minste overskridelsene.

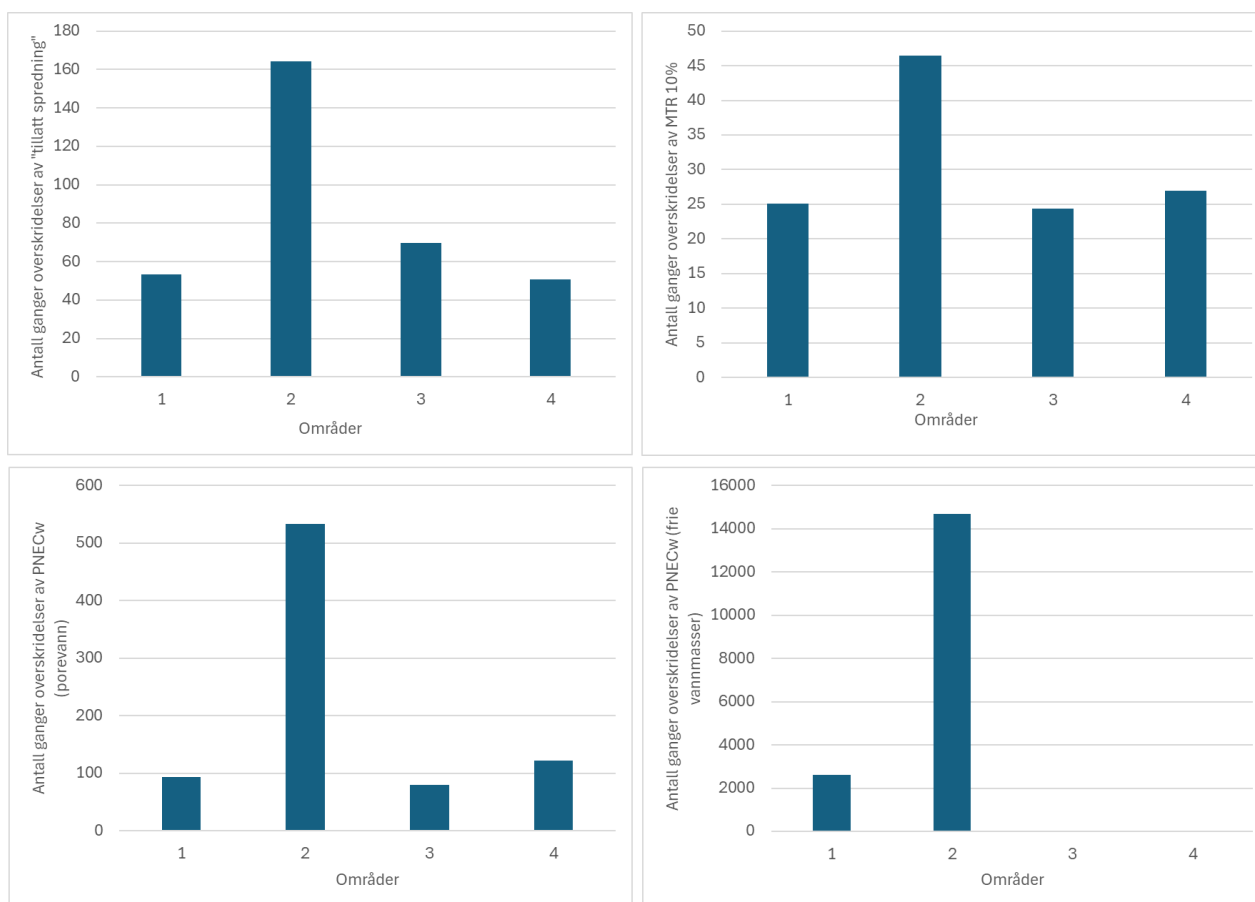


Figur 57. Sum antall ganger hvert analyserte stoff overskrider PNECs i sedimentene i bukta mellom Gressholmen og Rambergøya 2024. Basert på risikovurderingsverktøyet i Miljødirektoratets veileder M-409/2016 (med reviderte tilstandsklasser etter M-608/2020)

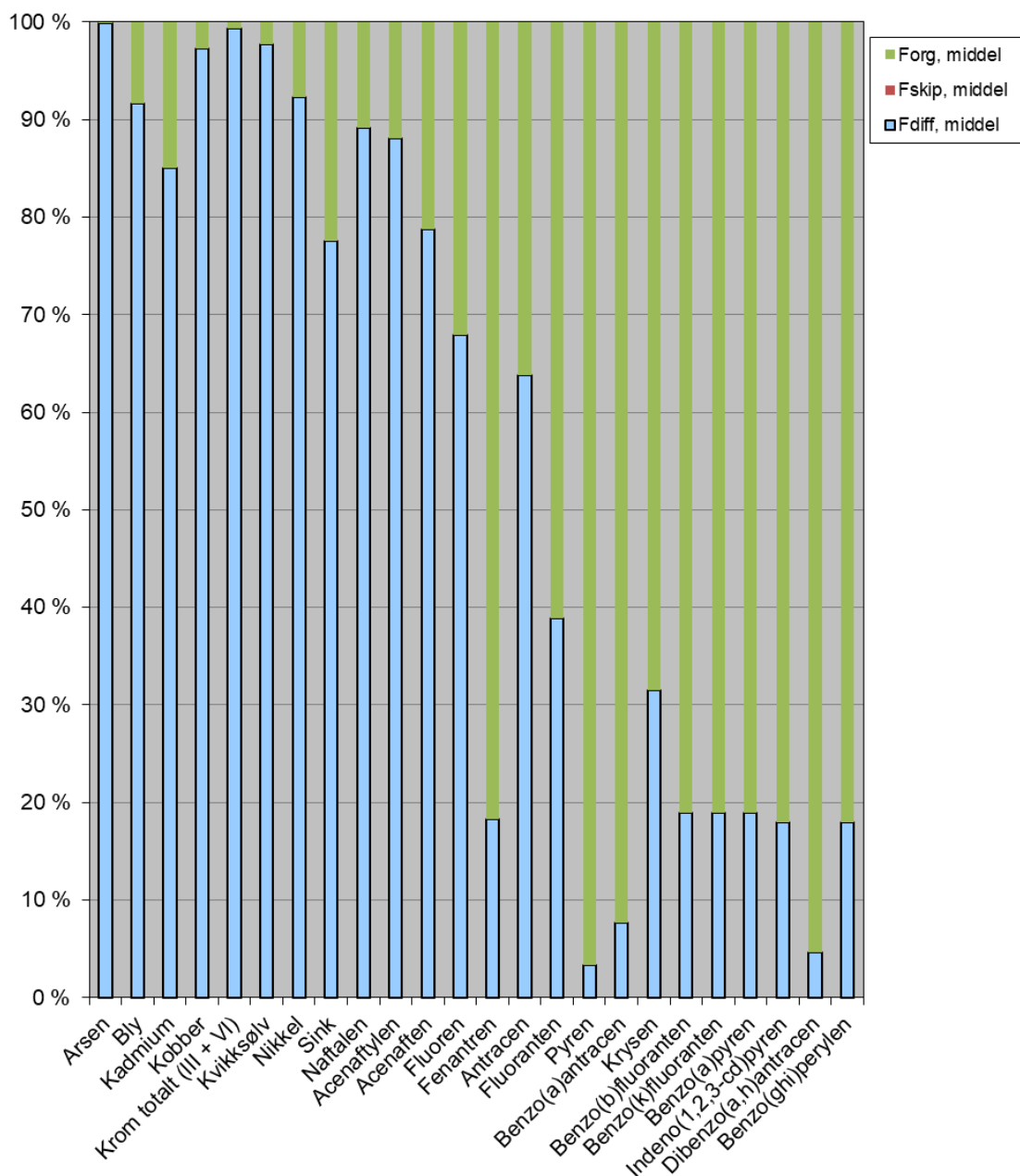
Område 2 har den største spredningen av PAH og utgjør den største risikoen for human helse (MTR 10%). Figur 58 viser at diffusjon er den viktigste spredningsmekanismen for metaller og lettere PAH-forbindelser i sedimentene, mens tyngre PAH-forbindelser akkumuleres og spres via organismer. Når det gjelder risiko for human helse er spredning til, og opptak via sjømat den viktigste eksponeringsmekanismen (Figur 60) Som nevnt i kap. 5.2.2 er analysene av tang benyttet som data i risikoverktøyet (i fane 1f.

«Vevskonsentrasjon i fisk»). Tang akkumulerer høyere konsentrasjoner av særlig arsen enn eksempelvis blåskjell, derav det generelle rådet fra Mattilsynet, og det er arsen, men også bly og kadmium som i tilfellet overskrider anbefalt tolerabelt inntak (MTR/TDI 10%). PAH ble ikke målt i tang. Risikoverktøyet benytter derfor sjablongverdier over antatt opptak av PAH i fisk fra sedimentene som grunnlag for å vurdere risiko for human helse. Sjablongverdiene er føre-var og overestimerer gjerne spredning og akkumulering av miljøgifter fra sediment til marine organismer. Merk at Figur 60 kun viser eksponeringsmekanismene, og ikke faktisk eksponering. Eksempelvis for kvikksølv bidrar oralt inntak av sediment i underkant av 30 % av eksponeringen. Siden bukta mellom Gressholmen og Rambergøya er en tidevannsflate er den ikke egnet for fiske. Per dags dato er det ikke blåskjell å finne i området. Det er derfor liten sjanse for sinking av skjell eller fiske til konsum. Ved å endre sjablongverdiene i risikovurderingen til at inntak av fisk og skalldyr ikke forekommer (0), er det ikke en risiko for menneskers helse å benytte sjøområdet (delområde 2 i Figur 55) til rekreasjon. Når inntak av fisk og skalldyr er fjernet fra risikovurderingen, er det ved oralt inntak av sediment at eksponeringen blir størst. Eksponering via vann er betydelig mindre (se nedre graf i Figur 60)

Sedimentene i område 2 har større risiko for sedimentlevende dyr (overskridelser PNEC i porevann) og organismer i frie vannmasser, enn øvrige områder (Figur 58, de to nederste grafene). Dette har sammenheng med de høye konsentrasjonene av PAH og at området er grunt. Det er et relativt lite volum vann over sedimentene som fortynner utlekkingen fra sedimentene. Mesteparten av vannet over sedimentene skiftes ut to ganger i døgnet (hver tidevann-syklus). Selv om både konsentrasjonene av ulike stoffer overskrider PNEC i både sedimentene og i porevannet, viste helsedimenttestene med *Corophium volutator* at sedimentene ikke var toksiske. Konsentrasjonene av metaller og PAH i sedimentene utgjør derved ingen økologisk risiko for krepsdyret *Corophium*.

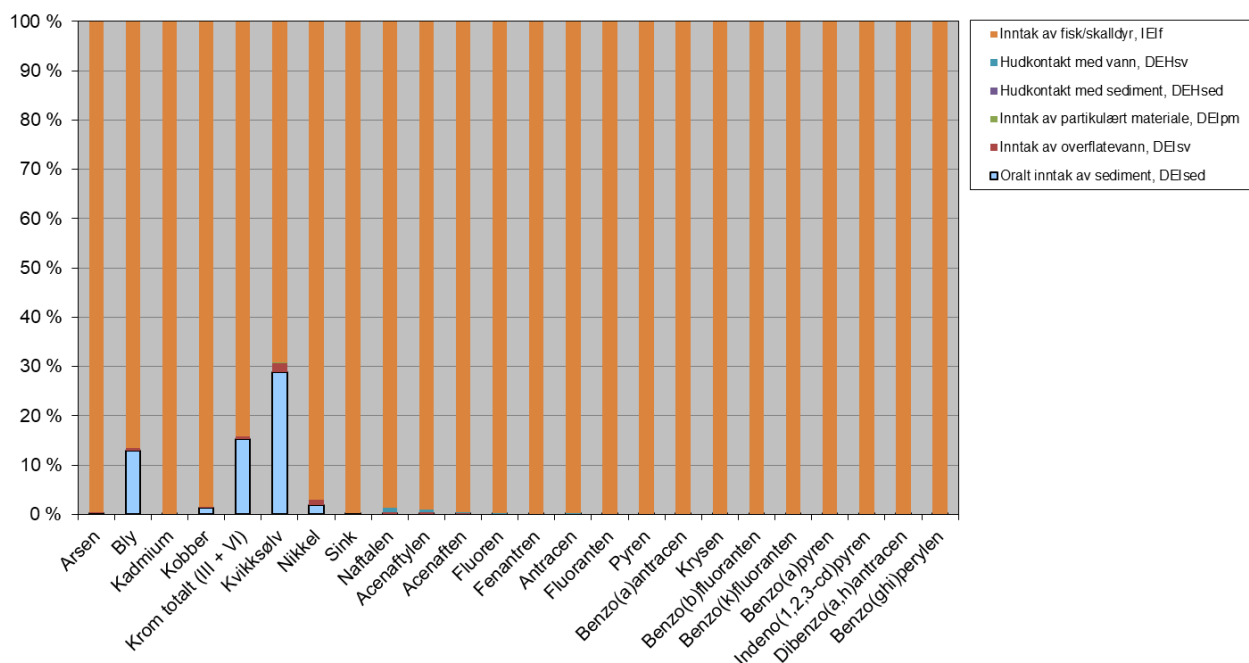


Figur 58. Sum antall ganger hvert analyserte stoff overskrider «tillatt spredning» (definert som spredning fra sedimenter i tilstandsklasse II, dvs. konsentrasjoner <PNECs), grenseverdier for human risiko (MTR 10 %) og PNECw i henholdsvis porevann og frie vannmasser over sedimentene i bukta mellom Gressholmen og Rambergøya 2024. Basert på risikovurderingsverktøyet i Miljødirektoratets veileder M-409/2016 (med reviderte tilstandsklasser etter M-608/2020)

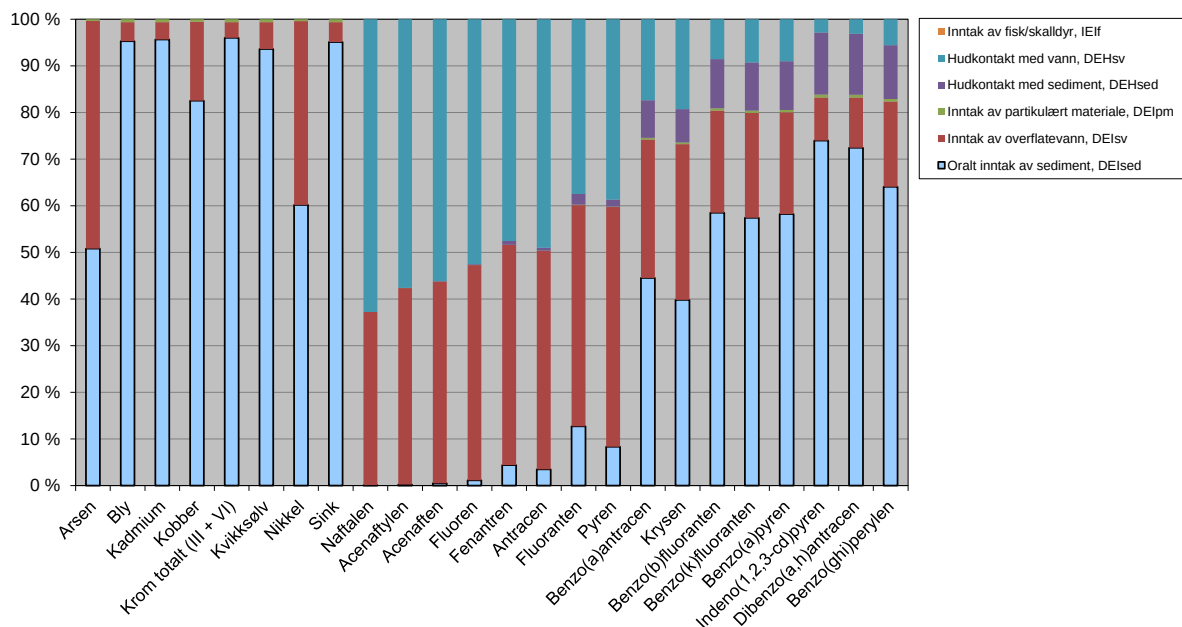


Figur 59. Fordeling av spredningsmekanismer (gjennomsnitt) for analyserte stoffer i sedimentene fra område 2 ved Gressholmen 2024. Grafen er hentet fra beregningsverktøyet for risikovurderinger i Miljødirektoratets veileder for risikovurdering M-409/2016. (Forg = spredning via organismer, Fskip = spredning via oppvirvling fra skipspropeller (ikke aktuelt her), Fdiff = spredning via diffusjon (utlekking fra sedimentene))

Fordeling av eksponeringsmekanismer basert på barn (gjennomsnitt)



Fordeling av eksponeringsmekanismer basert på barn (gjennomsnitt)



Figur 60. Fordeling av eksponeringsmekanismer basert på barn (gjennomsnitt) for analyserte stoffer i sedimentene fra område 2 (som utgjør størst risiko) ved Gressholmen 2024. Øvre graf viser vurdert risiko hvor inntak av fisk og skalldyr er inkludert. I nedre graf er inntak av fisk og skalldyr fra bukta mellom Gressholmen og Rambergøya satt til null (0). Området er en tidevannssflate hvor fiskeing ikke er egnet (aktuelt), og blåskjell finnes per dags dato ikke. Grafene er hentet fra beregningsverktøyet for risikovurderinger i Miljødirektoratets veileder for risikovurdering M-409/2016.

7 Oppsummering risiko land og sjø

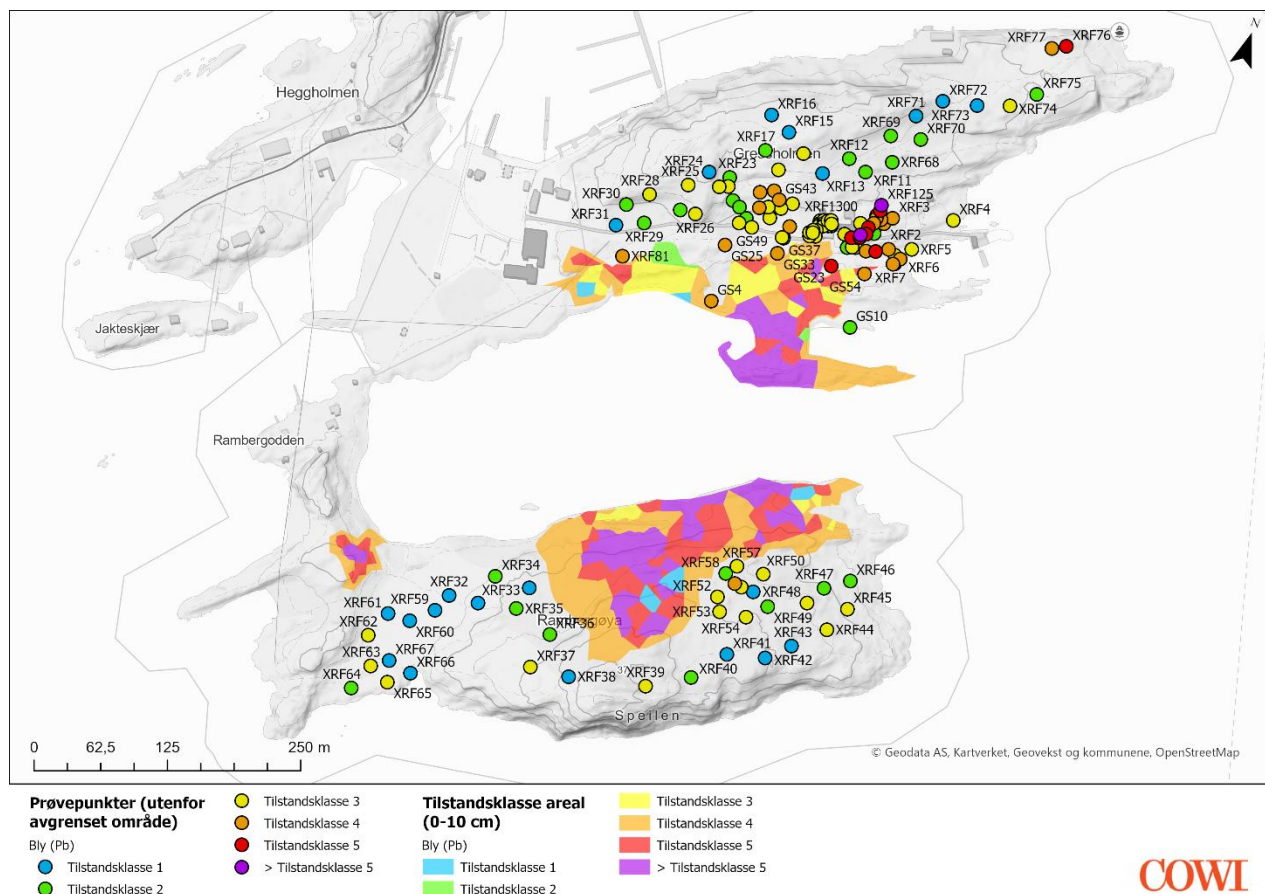
Risikoen ved forurensningen av bly i grunnen på Gressholmen og Rambergøya er først og fremst knyttet til menneskers helse og mindre til spredning. Barn er mer utsatt enn voksne siden de er mindre og er mer eksponert for hovedmekanismene til påvirkning som i hovedsak er knyttet til oralt inntak av jord, hudkontakt med jord og inntak av frukt og bær som vokser i de forurensede områdene (jf Figur 56). Analysene viser at det er en uakseptabel risiko for barn å oppholde seg og bruke områdene hvor det er påvist høye konsentrasjoner av bly, tilsvarende tilstandsklasse 4 og høyere. Det er også uakseptabel risiko for voksne å oppholde seg i områder med konsentrasjoner av bly høyere enn tilstandsklasse 5 (farlig avfall), hvor risikoen mest sannsynlig er størst når det arbeides med jorda. Risikoen for voksne er akseptabel i områder med lavere tilstandsklasser. Det er høyere konsentrasjoner av bly i rognebær og nyper på Gressholmen enn på Rambergøya, inntak av dette utgjør derfor en større risiko på Gressholmen enn på Rambergøya. Risikovurderingen omfatter samlet risiko. Hvis eksponeringen for forurenset jord opphører, er samlet risiko akseptabel. Det er grunn til å anta at bly som forekommer i jord og vekster er tilgjengelig for mennesker siden analyser av vånd (jordrotter) viser høye konsentrasjoner av bly i lever.

Undersøkelsene av porevann på land viser at det er spredning av bly fra Gressholmen og Rambergøya til sjøresipienten. Beregninger tilsier imidlertid at spredningen fører til en konsentrasjon i resipienten tilsvarende tilstandsklasse 1 og 2 for kystvann, noe som er i tråd med målte konsentrasjoner i vannmassene i resipienten. Konsentrasjonen er lavere enn PNEC (predicted no effect concentration = EQS), og utgjør således ingen økologisk risiko for livet i vannmassene i sjøen.

Sedimentene i bukta mellom Gressholmen og Rambergøya er forurenset av metaller og PAH, og utgjør en potensiell risiko for human helse og økologien i bukta. Økotoksikologiske analyser av krepsdyret *Corophium volutator* viste imidlertid at sedimentene ikke var toksiske. Forurensningen fordeler seg ikke likt, og det er særlig det grunne området utenfor Gressholmen (område 2, mot øst), se Figur 55 som utgjør størst risiko. Dette skyldes i hovedsak høye konsentrasjoner av PAH. Risikoen for menneskers helse er knyttet til inntak av fisk og skalldyr fra resipienten. Siden området er en tidevannsflate er den uegnet til fiske, og det per dags dato ikke finnes blåskjell i området kan inntaket av fisk og skalldyr fra denne resipienten settes til null (0). Da viser risikovurderingen at utøving av friluftsliv i bukta mellom Gressholmen og Rambergøya ikke utgjør en risiko for menneskers helse, hverken barn eller voksne. Miljødirektoratets veileder for risikovurdering av forurensede sedimenter er «konservativ» i den forstand at spredning og tilgjengeligheten av miljøgiftene er større enn den faktisk er. Dette støttes av de økotoksikologiske analysene. Disse analysene er imidlertid utført på kun en organisme, og på en blandprøve av sedimenter fra mer og mindre forurenset området.

8 Anbefalinger og vurdering av tiltak

Utførte undersøkelser viser at det er omfattende bly-forurensning i grunnen på Gressholmen, ved Gressholmen Kro, i bukta mellom Gressholmen og Rambergøya (Rambergbukta) og på Rambergøya. Arealene med høy forurensning er vist i Figur 61 og i Tabell 18. Forurenset areal er større på Rambergøya enn på Gressholmen.



Figur 61 Figuren viser forurensede områder på Gressholmen og Rambergøya (COWI)

Tabell 18. Beregnede arealer (m²) på Rambergøya og Gressholmen hvor grunnen er forurenset av bly.

	Tilstandsklasse 4	Tilstandsklasse 5	>tilstandsklasse 5 "Farlig avfall"
Rambergøya	11772	6632	5974
Rambergbukta	1013	522	281
Gressholmen	5024	2033	4344

Risikovurderingen tilsier at det er uakseptabel risiko for mennesker å oppholde seg og bruke områdene. Hvis menneskelig opphold i de kontaminerte områdene opphører, er det ikke behov for tiltak.

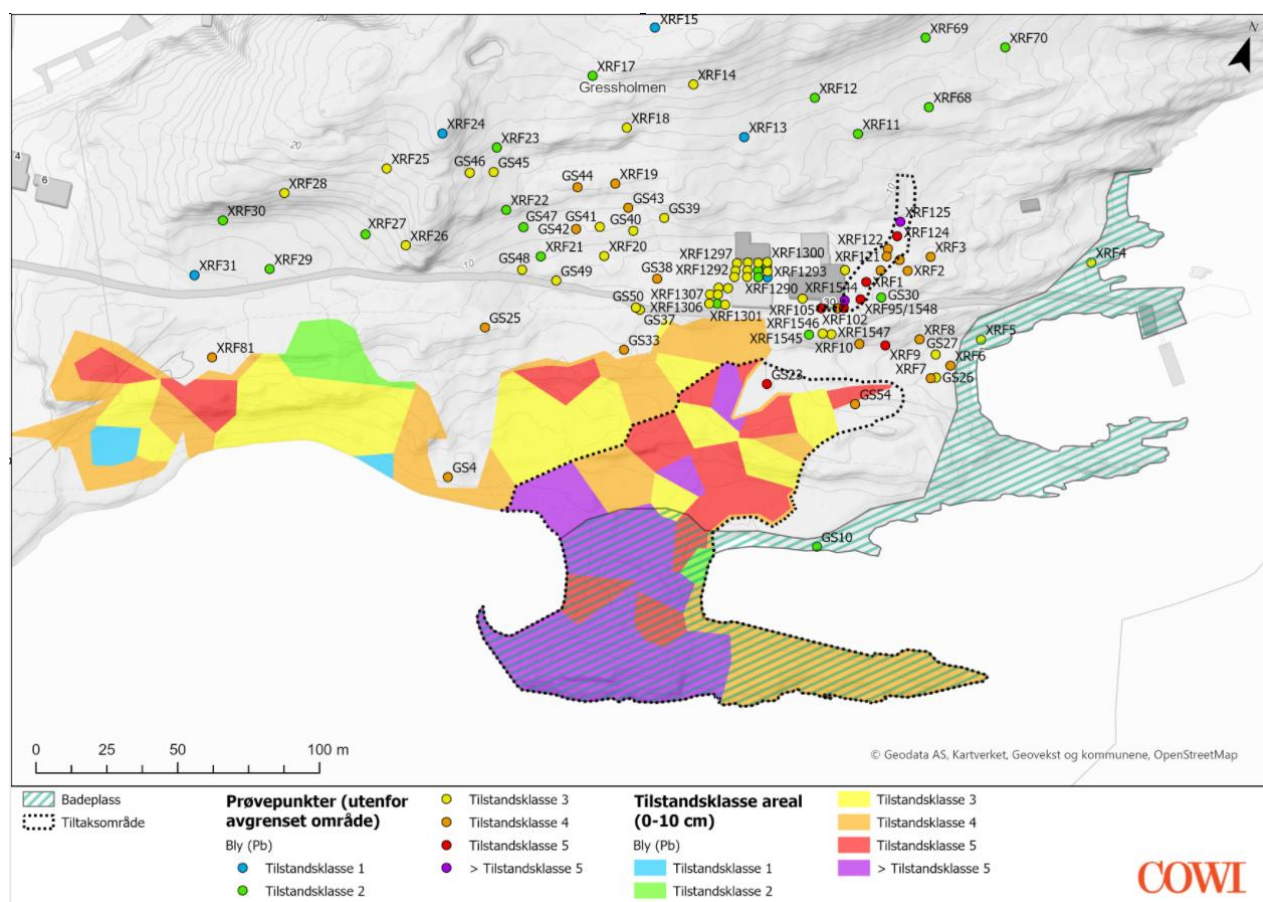
Kontaminert område på Gressholmen, ned mot bukta, antas mer benyttet av besøkende enn kontaminert område på Rambergøya. Antagelsen er basert på feltobservasjoner og flyfoto. Dersom områdene skal kunne brukes til bading/friluftslivsaktiviteter uten risiko for human helse, anbefaler COWI at det gjennomføres tiltak for å redusere kontakt med den mest forurensende jorda. Det er viktig at mennesker ikke kommer i kontakt med forurensningen, verken på Gressholmen eller på Rambergøya. Det er flere alternative tiltak som kan gjennomføres for å hindre kontakt med forurensningen. Siden bruken av områdene er forskjellig, bør alternative tiltak vurderes. Mulige tiltak er listet i Tabell 19, listen er ikke uttømmende.

Tabell 19. Alternative tiltak for å hindre at mennesker blir eksponert for bly-forurensset jord på Gressholmen og Rambergøya.

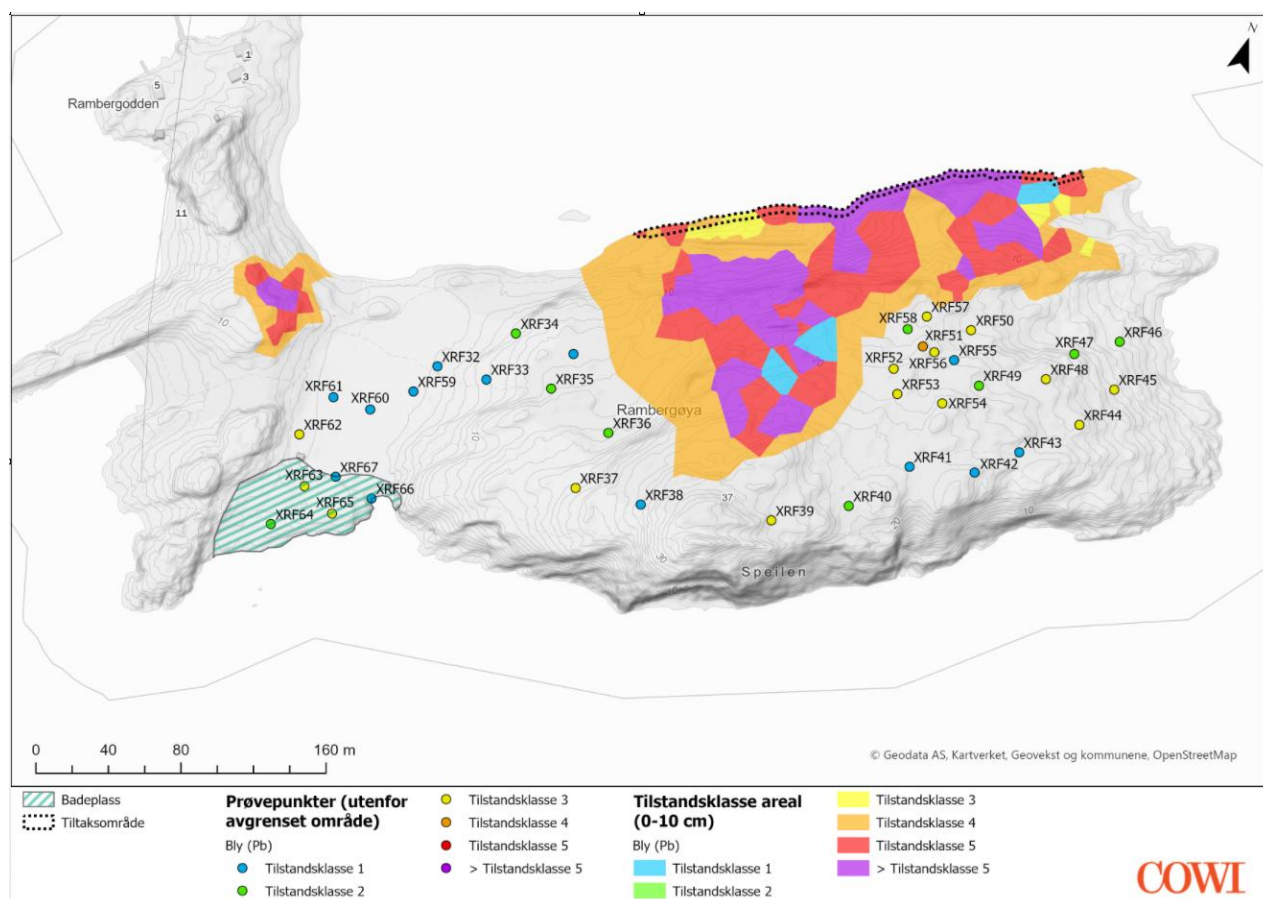
Mulige tiltak	Fordeler	Ulemper
Sette opp forbudskilt	Minimal inngripen	Fungerer dårlig. Erfaring fra sommeren 2024 var at skilting og sprerrebånd fungerte dårlig, og folk krysset området
Forby ferdsel på øyene	Hindrer mennesker og bli eksponert	Inngripende og vanskelig å håndheve
Gjerde inn kontaminerte områder	Hindrer mennesker og bli eksponert Mennesker kan fortsatt ferdes på øyene	Inngripende i naturen. Gjerdene må være såpass høye at de ikke lar seg lett passere
Dekke til kontaminerte områder	Hindrer mennesker å bli eksponert og de kan ferdes slik som i dag.	Tildekkingen må være såpass tykk og tilpasset stedegne masser slik at vegetasjon gjenopprettes og massene blir liggende. Risiko for å skade natur. Risiko for uønskede arter, dersom behov for tiltransporterte masser.
Fjerne kontaminert jord	Hindrer mennesker å bli eksponert og de kan ferdes slik som i dag. Hindrer spredning av forurensning.	Risiko for å skade natur. Risiko for uønskede arter, dersom behov for tiltransporterte masser.

Gitt vernestatus og forekomst av verdifulle arter på øyene kan det være vanskelig å gjennomføre fysiske tiltak som tildekking og eller fjerning (graving). Kartleggingen tyder på at forurensningen er avgrenset til 30 cm ned i grunnen, men det kan ikke utelukkes at de finnes forurensning også dypere. COWI anbefaler følgende tiltak:

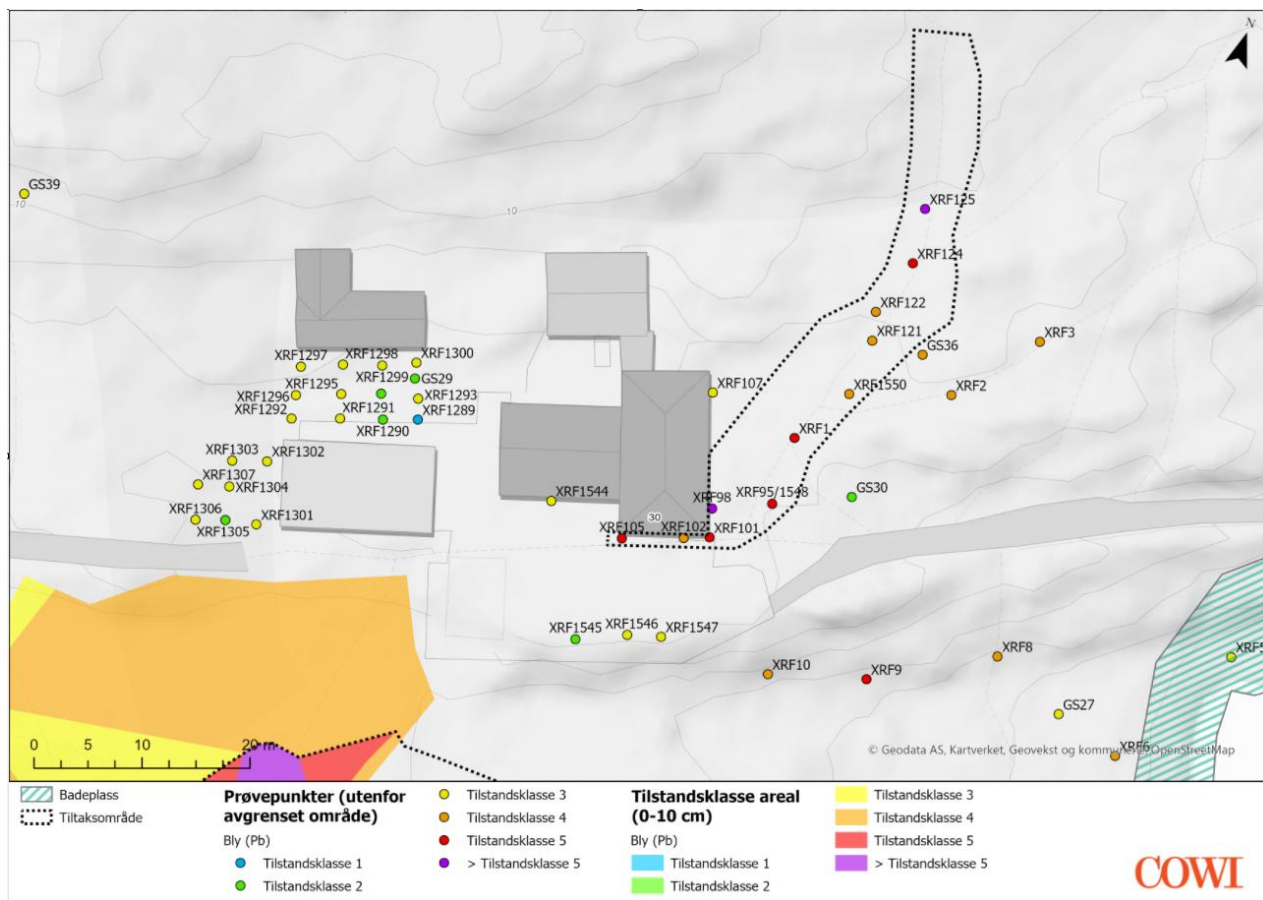
- For å unngå at mennesker kommer i kontakt med forurensningen anbefaler COWI at de øvre 25-30 cm av strandsonen som har konsentrasjoner av bly fra og med tilstandsklasse 4 til høyere enn tilstandsklasse 5 (farlig avfall) på Gressholmen og Rambergøya graves ut og erstattes med ny sand, av samme kvalitet som stedegen sand. I deler av dette området på Gressholmen er det tidligere påvist høye konsentrasjoner av PAH i grunnen [3], og i sjøen (kap. 5.2.1) som følge av rester av leirduer. Ved å gjøre tiltak i dette området fjernes PAH-forurensningen sammen med bly-forurensningen.
- Videre anbefales det tildekking med ren jord, eventuelt kun fjerning av jord, i områder som har konsentrasjoner av bly fra og med tilstandsklasse 4 til høyere enn tilstandsklasse 5 (farlig avfall) på Gressholmen. Dette gjelder høyereliggende område, men i tilknytning til strandsonen (markert med stiplet linje i Figur 62). I dette området er det observert rasting og grilling.
- Øvrig kontaminert område på Gressholmen og Rambergøya foreslås inngjerdet.
- Forurensningen som er påvist i grunnen ved Kroa er begrenset, både i geografisk omfang og vertikalt (dybde) (Figur 64). Deler av området har skrint jordsmonn. COWI anbefaler at kontaminert jord fjernes og eventuelt erstattes med ren jord. Siden omfanget er begrenset, kan tiltaket ledsages av XRF-målinger.



Figur 62 Stiplet svart linje viser område på Gressholmen hvor det anbefales å gjennomføre tiltak for å redusere risiko for uakseptabel human eksponering (COWI)



Figur 63 Stiplet svart linje viser område på Rambergøya hvor det anbefales å gjennomføre tiltak for å redusere risiko for human eksponering og spredning til sjø (COWI)



Figur 64 Stiplet svart linje viser anbefalt område ved Gressholmen Kro hvor det må gjennomføres tiltak for å redusere risiko for uakseptabel human eksponering (COWI)

Området i Rambergbukta er relativt lite, og er et område hvor besøkende kun ferdes gjennom. Det er ikke opphold av særlig varighet i dette området. COWI anbefaler derfor at det ikke prioriteres tiltak her i denne omgang.

Forut for tiltaket bør det utarbeides kart som viser forurensning i grunnen sammen med rødlistede arter, slik at disse kan hensyntas ved gjennomføring av tiltak.

Det er stor oppmerksomhet knyttet til uønskede arter på øyene. Av den grunn bør man være varsom med ny jord som eventuelt tas inn på øyene. Flere verdifulle arter trives på grunnlendt mark. Kun fjerning av jord over fjell kan derfor være godt egnet og fremme tilvekst av verdifulle arter. Studier har vist at også flora blir hemmet av høye konsentrasjoner av bly i jordsmonn (Zulfigar et al., 2019). Vekst av røtter kan bli redusert opp til 42 % (Collin, et al., 2022). Tiltak mot blyforurensningen på Gressholmen og Rambergøya kan derfor være gunstig for biomangfoldet på øyene.

For å få informasjon om faktisk konsentrasjon av PAH i vannmassene i bukta mellom Gressholmen og Rambergøya anbefales det utsetting av passive prøvetakere (SPMDer), etter samme prinsipp som ved utsetting av DGT for måling av metaller i sjøvann.

9 Referanser

Collin, S., Baskar, A., Geevarghese, D.M., Ali, M.N.V.S., Bahubal, P., Choudhary, R., Lvov, V., Tovar., G.I., Senatov., F., Koppala, S., Swamiappan, S., 2022. Bioaccumulation of lead (Pb) and its effects in plants: A review. *Jornal of Hazardous Materials Letters*. Vol. 2, 100064.

Oslo kommune, 2023. Miljøteknisk grunnprøvetaking Gressholmen. Eiendoms- og byfornyelsesetaten. Forurensningsseksjonen 26.09.2023, 26 s.

Heimstad, E.S., Moe, B., Nygård, T., Herzke, D. og Bohlin-Nizzetto, P. 2020. Environmental pollutants in the terrestrial and urban environment 2019. NILU report 8/2020. Norwegian Environment Agency M-1718/2020. 172 s.

Heimstad, E.S., Moe, B., Borgen, A.R., Enge, E.K., Nordang, U.M., Bæk, K., Nipen, M., Harju, M. og Hanssen, L. 2023. Environmental pollutants in the terrestrial and urban environment 2022. NILU report 23/2023, Norwegian Environment Agency M-2609/2023. 134 s.

Leikanger, E., 2016. Bekkhus skytebane. Undersøkelse av tungmetaller og PAH i jord og sediment. NIBIO-rap. /vol. 2, nr; 23, 2016, 25 s.

NGI, 2021. Grunnlagsrapport – Nye foreslåtte normverdier og tilstandsklasser for forurenset grunn. Miljødirektoratets rapport M-2169/2021, DOK.NR. 20200490-01-R. REV.NR. 1/2022-09-28, 66 s.

NGI, 2021. Grunnlagsrapport – Verktøy for å vurdere risiko for menneskers helse fra forurenset grunn. Miljødirektoratets rapport M-2170/2021. DOK. NR. 20200490-02-R. REV.NR. 0/2021-12-10, 70.

Miljødirektoratet, 2009. Veileder – Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. TA-2553-2009, 30 s.

Miljødirektoratet, 2015. Risikovurdering av forurenset sediment. Veileder M-409/2015. 108 s.

Miljødirektoratet, 2016. Grenseverdier for klassifisering av sediment, vann og biota. Revidert 30.10.2020, 13 s.

Rambøll, 2024. Gressholmen og Rambergøya. Risikovurdering forurenset grunn på land. Dokumentnr. M-rap-001-13500588.

Zulfigar, U., Faroog, M., Hussain, S., Magsood, M., Hussain, M., Ishfaq, M., Ahmad, M., Anjum, M.S., 2019. Lead toxicity in plants: Impacts and remediation. *Journal of Environmental Management*, Vol 250, 109557.

