

Beregnet til

Oslo kommune, Eiendoms- og byfornyelsesetaten (EBY)

Dokument type

Risikovurdering forurenset grunn på land

Dato

2024-03-12

GRESSHOLMEN OG RAMBERGØYA

RISIKOVURDERING

FORURENSET GRUNN PÅ LAND



Bilde kilde: Rapport Miljøteknisk grunnprøvetaking Gressholmen, utarbeidet av Eiendoms- og byfornyelsesetaten (EBY) i Oslo kommune.

GRESSHOLMEN OG RAMBERGØYA
RISIKOVURDERING
FORURENSET GRUNN PÅ LAND

Oppdragsnummer: 1350058817
Oppdragsnavn: Risikovurdering Gressholmen
Dokumentnummer: M-rap-001-1350058817
Filnavn: M-rap-001 1350058817 Risikovurdering Gressholmen og
Rambergøya_2024.docx

Revisjon	00
Dato	2024-03-12
Utarbeidet av	ANPF
Kontrollert av	LMHTRH
Godkjent av	BELO
Beskrivelse	Rambøll er engasjert til å utarbeide en risikovurdering for mennesker (human helse) for påvist forurensning på Gressholmen og Rambergøya i Indre Oslofjorden.

BEGRENSNINGER OG ANSVAR

Dette dokumentet er utarbeidet av Rambøll med de formål og de forhold og forbehold som er beskrevet i dokumentet. Vårt arbeid er basert på tilgjengelig informasjon da dokumentet ble utarbeidet, og utført i henhold til relevante regelverk og veiledere. Rambøll tar ikke ansvar dersom det på et senere tidspunkt avdekkes andre forhold, eller gis andre føringer fra myndigheter enn det som er beskrevet i dokumentet.

Rettigheter til dokumentet er regulert av våre oppdragsvilkår eller i egen kontrakt med oppdragsgiver. Tredjepart kan ikke bruke dokumentet eller gjengi det i utdrag uten samtykke fra Rambøll. Rambøll tar intet ansvar for negative følger ved bruk av dokumentet uten skriftlig samtykke fra Rambøll, eller ved bruk av dokumentet til andre formål enn det er utarbeidet for.

SAMMENDRAG

Øyene Gressholmen og Rambergøya, som ligger i indre Oslofjorden, har i perioden 1864-1990 blitt brukt som skytebane for håndvåpen, en aktivitet som utløser mistanke om forurensede løsmasser i områdene skytingen ble praktisert. Området er i hovedsak eid av Oslo kommune og forvaltet av Bymiljøetaten.

Høsten 2023 ble det gjennomført en innledende miljøteknisk grunnundersøkelse på øyene. Eiendoms- og byfornyelsesetaten (EBY) er grunneierens representant og undersøkelsen ble utført som del av Oslo kommunes villfyllingsprosjekt.. Det ble påvist forurensede løsmasser på land, tilsvarende tilstandsklasse 2 til 5, samt over tilstandsklasse 5. De største overskridelsene er for stoffene bly, kobber, sink, arsen og antimon. Det ble også stedvis påvist forhøyede konsentrasjoner i forhold til normverdien av krom, nikkel, sum16PAH, sum7PCB, benzo[a]pyren og benzen.

Rambøll har utført en risikovurdering for mennesker som kan komme i kontakt med forurensningen (human helse), basert på Miljødirektoratets veileder for forurenset grunn, samt veilederen for skytebane, utarbeidet av Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI), bl.a. da den inneholder tilstandsklasser for stoffet antimon.

Det er foreslått stedspecifikke akseptkriterier for 5 delområder. Vurderingen er basert på stedspecifikke kriterier som *størrelse på delområde, estimert jordtype, estimert organisk innhold i løsmassene, jordkonsentrasjoner, oppholds- og eksponeringstid for oralt inntak og hudkontakt med de forurensede massene*, samt estimert inntak av bær og fisk fra området.

Påviste jordkonsentrasjoner fra undersøkelsen i 2023 overskrider de foreslåtte akseptkriteriene på alle de 5 delområdene. Dette betyr at det vurderes som ikke akseptabel helserisiko for mennesker som oppholder seg i områdene under gitte forutsetninger. Det ansees som nødvendig å iverksette tiltak før det kan vurderes som trygt for mennesker å oppholde seg i de vurderte områdene.

Grunnlaget for risikovurderingen anses mangelfullt mtp. analyseparametere og omfang av undersøkelsen. De vurderte områdene er ikke tilstrekkelig avgrenset, og det er grunn til å tro at flere lokaliteter som ikke var del av den innledende undersøkelsen kan være forurensede. Det er behov for å gjennomføre supplerende undersøkelser og ev. en revisjon av denne risikovurderingen for mennesker. Videre er det behov for en risikovurdering for spredning av forurensningen, for å vurdere i hvilken grad resipienten (sjøen) og organismer kan bli påvirket av de høye stoffkonsentrasjonene på land.

EBY informerer om at det vil utføres sediment- og vannprøvetaking etter hekkeperioden (1. April til 15.juli) 2024. Rambøll foreslår mulige sanerings- og strakstiltak i denne rapporten, men anbefaler supplerende undersøkelser og en fullstendig risikovurdering (human helse, og spredning til resipient), før endelige anbefalinger for egnede saneringsmetoder kan utarbeides. Det foreligger en tillatelse fra Statsforvalteren for prøvetaking på land og den supplerende prøvetakingen anbefales gjennomført i god tid før denne går ut, dvs. ila. sommer/høst 2024.

Det anbefales at saneringsmetoden velges og planlegges i samspill med øvrige fagvurderinger, og at ev. opprydningsrekkefølge/-omfang tar hensyn til hverandre, slik at det blir en helhetlig vurdering for området.

Grunnlaget vurderes slik at det ikke er høyere helserisiko for besøkende i sommer enn i tidligere år, særlig når strakstiltak settes inn for å redusere kontakt til de mest forurensede områdene.

Innhold

1.	INNLEDNING.....	5
1.1	Bakgrunn for oppdraget	5
1.2	Målsetning	6
2.	INNLEDENDE VURDERINGER.....	7
2.1	Registrerte forekomster av forurenset grunn	7
2.2	Andre faglige vurderinger	7
3.	KLASSIFISERING AV FORURENSEDE MASSER	8
4.	MILJØTEKNISK GRUNNUNDERSØKELSE	9
4.1	Feltarbeid og metoder	9
4.2	Kjemiske analyser.....	10
5.	RESULTATER MED VURDERING.....	10
5.1	Arealbruk og akseptkriterier for området.....	10
5.2	Beskrivelse av jordprofilen og feltobservasjoner	10
5.3	Analyseresultater med vurdering.....	11
5.4	Oppsummering analyseresultater	14
6.	RISIKOVURDERING MENNESKERS HELSE.....	15
6.1	Vurdering datagrunnlag	15
6.2	Metode risikovurdering	15
6.3	Steds spesifikke vurderinger	15
6.4	Resultater risikovurdering menneskers helse	17
6.5	Stoffer som ikke er risikovurdert	18
6.6	Stoffer som er påvist over foreslåtte steds spesifikke akseptkriterier.....	18
6.7	Konklusjon risikovurdering menneskers helse	19
7.	TILTAKSVURDERINGER.....	21
8.	VIDERE ARBEIDER/ANBEFALINGER.....	23
8.1	Supplerende undersøkelser	23
9.	REFERANSER.....	24

VEDLEGG

Vedlegg 1 – Grunnlagsrapport MTG

Vedlegg 2 – Inndata risikovurdering

Vedlegg 3 – Resultat risikovurdering

Vedlegg 4 – Relativt bidrag av eksponeringsmekanismer for human helse

Vedlegg 5 – Overskridelser av foreslåtte akseptkriterier i kart

1. INNLEDNING

Øyene Gressholmen og Rambergøya, som ligger i indre Oslofjorden, har i perioden 1864-1990 blitt brukt som skytebane for håndvåpen, en aktivitet som utløser mistanke om forurensede løsmasser i områdene skytingen ble praktisert. Området er i hovedsak eid av Oslo kommune og forvaltet av Bymiljøetaten.

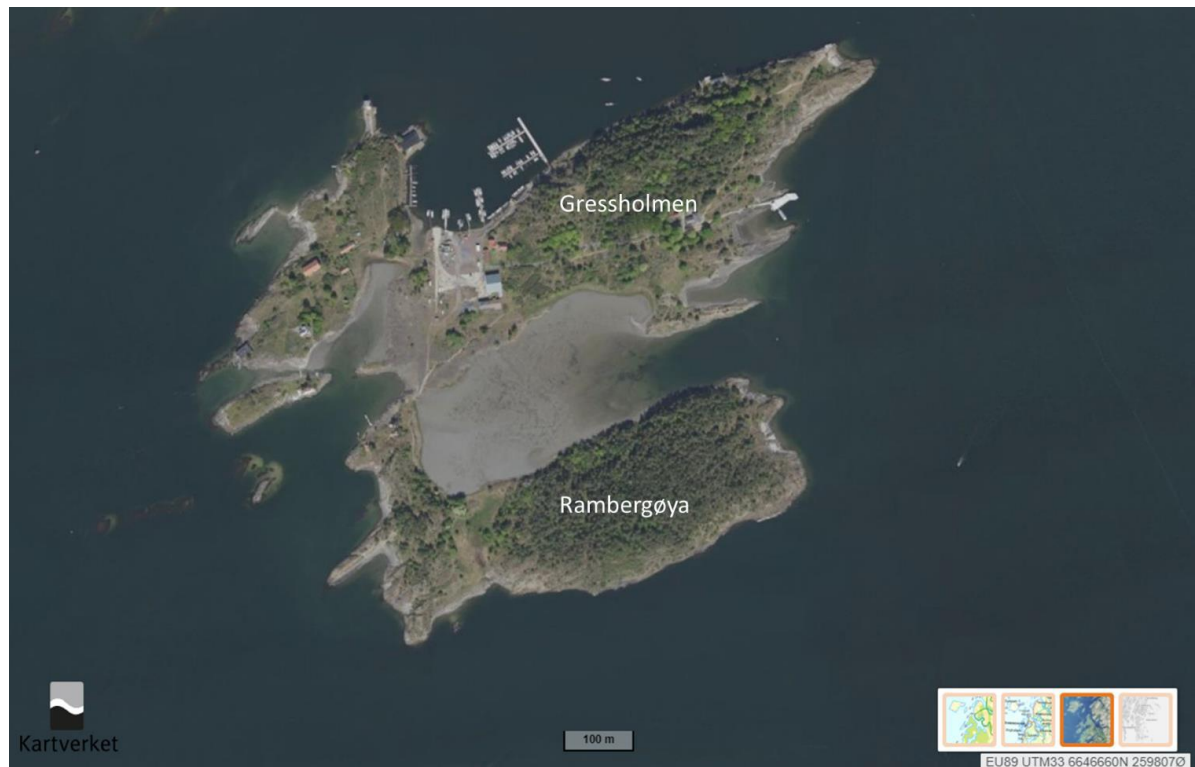
Høsten 2023 ble det gjennomført en innledende miljøteknisk grunnundersøkelse på øyene. Eiendoms- og byfornyelsesetaten (EBY) er grunneierens representant og undersøkelsen ble utført som del av Oslo kommunes villfyllingsprosjekt.. Det ble påvist forurensede løsmasser på land, tilsvarende tilstandsklasse 2 til 5, samt over tilstandsklasse 5. De største overskridelsene er for stoffene arsen, bly, kobber, sink, benzo[a]pyren og antimon. Det ble også stedvis påvist forhøyede konsentrasjoner i forhold til normverdien av krom, nikkel, sum16PAH, sum7PCB og benzen.

Store deler av Gressholmen og Rambergøya er et vernet naturreservat i henhold til forskrift om vern av Gressholmen-Rambergøya naturreservat. Forvaltningen av verneforskriften er lagt til Statsforvalteren [1]. Verneforskriften setter en rekke restriksjoner til bruk av reservatet, bl.a. at det ikke er tilgang til å tilrettelegge for badestrender, samt bruk av båt og seilbrett i bukta mellom Gressholmen og Rambergøya i perioden 1.april til 15.juli [2]. Det er heller ikke tilgang til å gjøre grunnundersøkelser eller annen prøvetaking innenfor verneområdet uten å ha innhentet tillatelse fra Statsforvalteren.

1.1 Bakgrunn for oppdraget

Øyene (vist i Figur 1) er en kjent destinasjon for innbyggere og turister, med bl.a. bademulighet, brygger/båtplasser (for grunneiere og bruksberettigedes egne båter på faste plasser), en sommeråpen kro, DNT hytter og friområder med bl.a. turstier. Avstand til Oslo sentrum er ca. 2 km. Faktisk bruk av øyene kan avvike fra forskrift om vern av naturreservatet og bestemmelsene i disse.

EBY ønsker svar på i hvilken grad påvist forurensning kan påvirke mennesker som oppholder seg på øyene, med spesiell vekt på bruk i sommersesongen.



Figur 1. Flyfoto av Gressholmen og Rambergøya (modifisert fra norgeskart.no). Flyfoto er orientert mot nord og hentet fra fagrapport «Miljøteknisk grunnprøvetaking Gressholmen» [1].

1.2 Målsetning

Målet med denne risikovurderingen er å gi svar på risiko for negativ påvirkning av human helse fra forurenset grunn. Vurderingen utføres basert på Miljødirektoratets veileder for forurenset grunn [3], samt Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) «Veileder for undersøkelse, risikovurdering, opprydning og avhending av skytebaner og øvingsfelt» [4].

Rapporten gir også forslag til strakstiltak for å redusere risikoen de forurensede massene medfører for mennesker som oppholder seg i de aktuelle områdene.

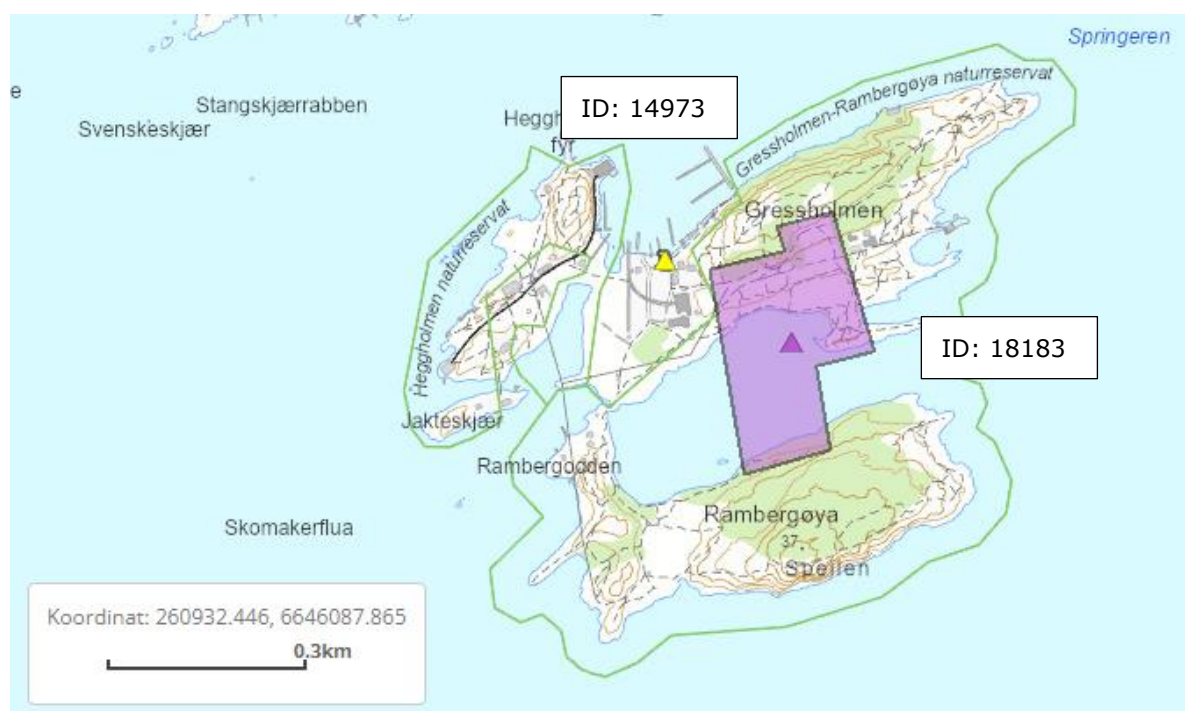
2. INNLEDENDE VURDERINGER

EBY har gjennomført en historisk kartlegging av området i sin rapport [1]. Kort oppsummert, så mistenkes forurensningen hovedsakelig å stamme fra tidligere skyteaktiviteter (1864-1990) på øyene. I tillegg har det vært industri (blant annet et såpekokeri), sjøflyplass og sjøflyhavn, samt småbåthavn (fremdeles i drift) på lokaliteten, men det er ukjent for Rambøll i hvilken grad disse har bidratt til forurensningssituasjonen.

2.1 Registrerte forekomster av forurenset grunn

Deler av det aktuelle området er registrert i Miljødirektoratets grunnforurensningsdatabase. Det forekommer følgende registreringer (figur 2) [5]:

1. Gressholmen – pumpestasjon og VA, lokalitets ID 14973. Påvirkningsgrad 2 – Akseptabel tilstand med dagens arealbruk (gult). Høyest påvist forurensningsnivå er tilstandsklasse 5- Prosesstatus: Tiltak gjennomført i 2021 (oppgravde masser i tilstandsklasse 5 ble levert til deponi).
2. Gressholmen – nedlagt skytebane, lokalitet 18183. Påvirkningsgrad X – Mistanke/lite informasjon om forurensning eller deponering av avfall. Høyeste påviste forurensningsnivåer er ikke satt (lilla).



Figur 2. Oversiktskart over registrerte forekomster i grunnforurensningsdatabasen. Aktuelle registreringer er markert med ID nr. Kilde: miljoatlas.miljodirektoratet.no forurenset grunn.

2.2 Andre faglige vurderinger

Det aktuelle området er registrert som «grønnstruktur» i kommuneplanen 2015, vedtatt i 2015. I tillegg ligger området innenfor Gressholmen-Rambergøya naturreservatet, og ligger tett inntil Heggholmen naturreservat. Området er vernet, samt at forvaltningen av verneforskriften er lagt til Statsforvalteren.

Undersøkelser og eventuelle tiltak mot forurenset grunn innenfor verneområdet er søknadspliktige og må veies opp mot hvilken påvirkning tiltaket har på bl.a. naturmangfoldet innenfor verneområdet.

3. KLASSIFISERING AV FORURENSEDE MASSER

Forurensningsforskriften kap. 2 har definert flere helse- og/eller miljøfarlige forbindelser/stoffer som kan påvises i grunnen, og har oppgitt normverdier for disse, tabell 1 [6]. En overskridelse av normverdien for en gitt forbindelse antyder at grunnen er forurenset. Miljødirektoratet har utarbeidet helsebaserte tilstandsklasser for prioriterte forbindelser i forurenset grunn som kan utgjøre en helserisiko, tabell 2. Disse tilstandsklassene er oppgitt i Miljødirektoratets veileder for forurenset grunn (nettbasert veileder) [3].

Det opplyses om at Miljødirektoratet har varslet nye normverdier og tilstandsklasser for en rekke stoffer. Disse har blitt vurdert i en egen rapport, men er ikke vedtatt enda. Det er ikke kjent når disse vil vedtas og det er heller ikke kjent hvor lenge en eventuell overgangsperiode vil være. Det er mulig at ikke godkjente eller utførte tiltak vil må vurderes på nytt når de nye normverdiene og tilstandsklasse blir vedtatt.

I tabell 1 er det oppgitt forbindelser som normalt kartlegges i forbindelse med miljøtekniske grunnundersøkelser. Tabellen viser også relevant stedsspesifikk normverdi for antimon, foreslått av FFI i sin veileder for skytebaner [4].

Tabell 1. Normverdier til utvalgte forbindelser, der stedsspesifikke normverdier for hhv. krom og nikkel i Trondheim er oppgitt. Normverdiene er hentet fra forurensningsforskriften kap. 2, samt FFI's veileder for skytebaner [4].

Forbindelser	Normverdi mg/kg TS	Forbindelser	Normverdi mg/kg TS
Metaller:		Oljeforbindelser:	
Arsen	8	Alifater C ₅ -C ₈	7
Bly	60	Alifater C ₈ -C ₁₀	10
Kadmium	1,5	Alifater C ₁₀ -C ₁₂	50
Kobber	100	Alifater C ₁₂ -C ₃₅	100
Krom-total	50		
Kvikksølv	1	Flyktige forbindelser:	
Nikkel	60	Benzen	0,01
Sink	200	Toluen	0,3
Antimon	40 (FFI)	Etylbenzen	0,2
		Xylener	0,2
Organiske forbindelser:			
Benzo[a]pyren	0,1		
ΣPAH ₁₆	2		
ΣPCB ₇	0,01		

Tabell 2. Helsebaserte tilstandsklasser som gitt i Miljødirektoratets veileder for forurenset grunn [3].

Tilstandsklasse	1	2	3	4	5
Beskrivelse	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Øvre grense styres av	Normverdi	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	

Denne tilstandsklassevurderingen gjelder for masser innenfor et tiltaksområde, dvs. for masser som skal bli liggende eller gjenbrukt. Dersom tiltaket medfører en positiv massebalanse, slik at det oppstår overskuddsmasser, skal massene basiskarakteriseres iht. avfallsforskriften, for å sikre riktig massehåndtering utenfor tiltaksområdet.

4. MILJØTEKNISK GRUNNUNDERSØKELSE

En oppsummering av de innledende miljøtekniske grunnundersøkelsene, utført av Eiendoms- og byfornyelsesetatens (EBY) forurensningsseksjonen høsten 2023 er vist i delkapitlene nedenfor. For detaljert informasjon henvises til EBY's rapport [1].

4.1 Feltarbeid og metoder

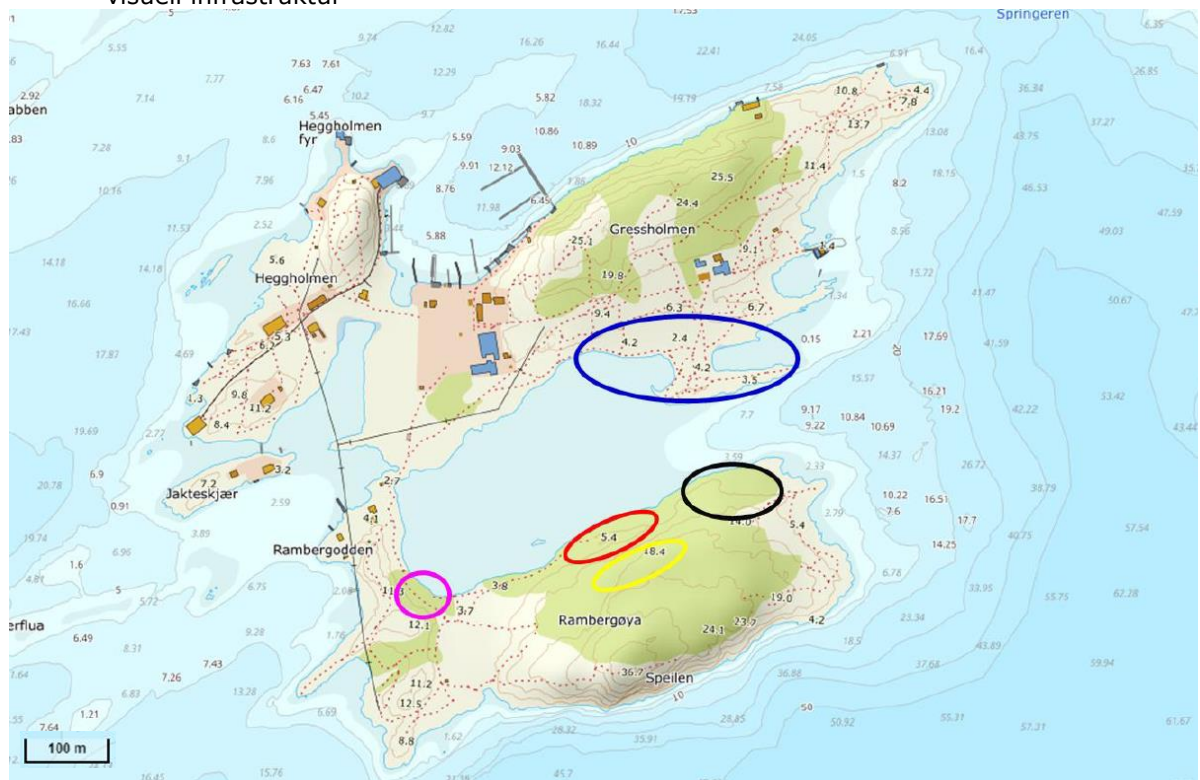
Undersøkelsene på arealene der det har pågått skyteaktiviteter er gjennomført for å få en oversikt over forurensningssituasjonen på området. Undersøkelsene har tatt hensyn til metodikk i FFI's veileder for undersøkelse, risikovurdering, opprydning og avhending av skytebaner og øvingsfelt [4]. Undersøkelsen og prøvetakingen ble likevel forsøkt tilpasset stedlige forhold, noe som medfører avvik fra foreslått gjennomføring. Undersøkelsen har også forholdt seg til tillatelse fra Statsforvalteren til gjennomføring av miljøteknisk grunnundersøkelse innenfor verneområdet.

Jordprøvetaking ble enten gjennomført med jordbor eller med en liten spade.

Prøvetakingsdybden var på opptil 10 cm. Det ble tatt både 21 blandprøver og 3 stikkprøver. Blandprøvene besto i hovedsak av delprøver (fra 2 til 6 stk) fra prøvetakingspunkter konsentrert rundt synlig infrastruktur fra skyteaktivitetene som skivevoller, kulefangervoller, samt naturlige kulefangervoller.

Løsmasseprøvetakingen på land fokuserte på følgende områder:

1. **Blå sirkel:** både målområde og standplass for ulike skytebaner
2. **Rød sirkel:** målområde med både kulefangervoller og skivevoller for en antatt bane på ca. 275 meter
3. **Gul sirkel:** antatt målområde for en bane på 325 meter
4. **Rosa sirkel:** antatt målområde ved Rambergodden
5. **Svart sirkel:** funnet fragmenter av patroner i strandsonen, uten at det er noen annen visuell infrastruktur



Figur 3. Kartet plasseringen prøvetakingsområdene. Kilde: Rapport miljøteknisk grunnprøvetaking Gressholmen fra EBY [1].

4.2 Kjemiske analyser

Prøvene er analysert for følgende kjemiske parametere:

- Arsen (As), og tungmetallene bly (Pb), kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), sink (Zn) og antimon (Sb)
- Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)
- Polyklorete bifenyler (PCB)
- Benzen, toluen, etylbenzen og xylener (BTEX)
- Alifater (oljeforbindelser), C₅-C₃₅
- Totale hydrokarboner (THC), C₅-C₄₀

Prøvene ble analysert hos akkrediterte ALS Laboratory Group Norway AS. I tillegg ble det gjennomført en utlekkings-test (riste- og kolonnetest) på masser fra en kulefangervoll ved 275 m bane (rødt område). Fullstendig analyserapport finnes som vedlegg til grunnlagsrapport [1].

5. RESULTATER MED VURDERING

5.1 Arealbruk og akseptkriterier for området

Gressholmen og Rambergøya er definert som «grønnstruktur» i gjeldende kommuneplan fra 2015. Denne arealbrukskategorien faller inn under kategorien «boligområder» i veilederen for forurenset grunn [3], som setter generelle akseptkriterier for tillatte konsentrasjoner av miljøgifter.

Tilstandsklassene kan brukes for å avklare hvor mye forurensning (konsentrasjoner i jord) som kan ligge igjen på et område i tilfeller der man skal bygge, grave eller rydde opp i forurenset grunn. I utgangspunktet åpner veilederen ikke for risikovurdering av masser som overstiger tilstandsklasse 2 i toppjord med arealbruk boligområder. Det aktuelle området anses imidlertid å falle utenfor forhåndsdefinerte arealbrukskategorier for boligområder (bl.a. pga. forventet oppholds-/eksponeringstid) og tilsvarer heller et LNF område mtp. arealbruk.

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) har utarbeidet en egen veileder for undersøkelse, risikovurdering, opprydning og avhending av skytebaner. Denne anses å ha bedre passende kriterier for formålet av å risikovurdere en opprydning etter nedleggelse av en skytebane. Stedspesifikke vurderinger beskrives i kap. 6.3 *Stedspesifikke vurderinger*.

For områder det ikke er utført en stedspesifikk risikovurdering for, bør likevel tilstandsklassene for arealbruken «boligområder» iht. veilederen for forurenset grunn legges til grunn.

5.2 Beskrivelse av jordprofilet og feltobservasjoner

Øyene består hovedsakelig av kalkrike bergarter fra ordovicium og silur. Det ble observert et tynt dekke av løsmasser, samt bart fjell i dagen flere steder. Jordprøvene er hovedsakelig tatt i skogsområder, 0-10 cm dybde, dvs. i et løsmasselag med forventet høyt organisk innhold (TOC). Grunnlagsrapporten gir ikke mer informasjon om f.eks. organisk innhold og kornstørrelse.

To utvalgte bilder vises i Figur 4, flere bilder kan ses i grunnlagsrapporten [1].

Generelle feltobservasjoner beskriver at det de fleste steder var vanskelig å tolke hvilken del av skytebanen delområdene hører til, særlig for området med mulighet for bading (blå sirkel i Figur 3).



Figur 4. Venstre: Innslagsfelt i kulefangervollen bak antatt 325-metersbane. Rød strek viser fordypning i landskapet, der patroner har erodert seg inn i kulefangeren. Høyre: Prøvetakingspunkt RN1, deler av skivevallen til antatt 275-meters bane har rast ut ned i anvisergraven. Foto: Hentet fra grunnlagsrapport [1].

5.3 Analyseresultater med vurdering

Det vises en oppsummering for analyseresultatene per prøvetatt området. For detaljert informasjon henvises til grunnlagsrapporten [1]. Fargen henviser til sirkler i Figur 3.

5.3.1 *Blå sirkel: Både målområde og standplass for ulike skytebaner*

Prøvetatte løsmasser (blandprøver) er i tilstandsklasse 5 og over tilstandsklasse 5. Påviste konsentrasjoner vises i Tabell 3, plasseringen i Figur 5.

Tabell 3: Analyseresultater jordprøver fra Gressholmen. Fargene indikerer tilstandsklassene i TA-2553/2009. Lilla=over tilstandsklasse 5. Alle enheter er i mg/kg tørrstoff. Kart er hentet fra grunnlagsrapport [1].

PARAMETER	GS1	GS2	GSTAL 1	GSTA 1
Cu (Kobber)	120	1100	90	710
Pb (Bly)	14000	76000	84	1600
Zn (Sink)	240	170	180	74
Sb (Antimon)	170	1100	4,3	20
PAH-16	3,3	8,3	230	0,19



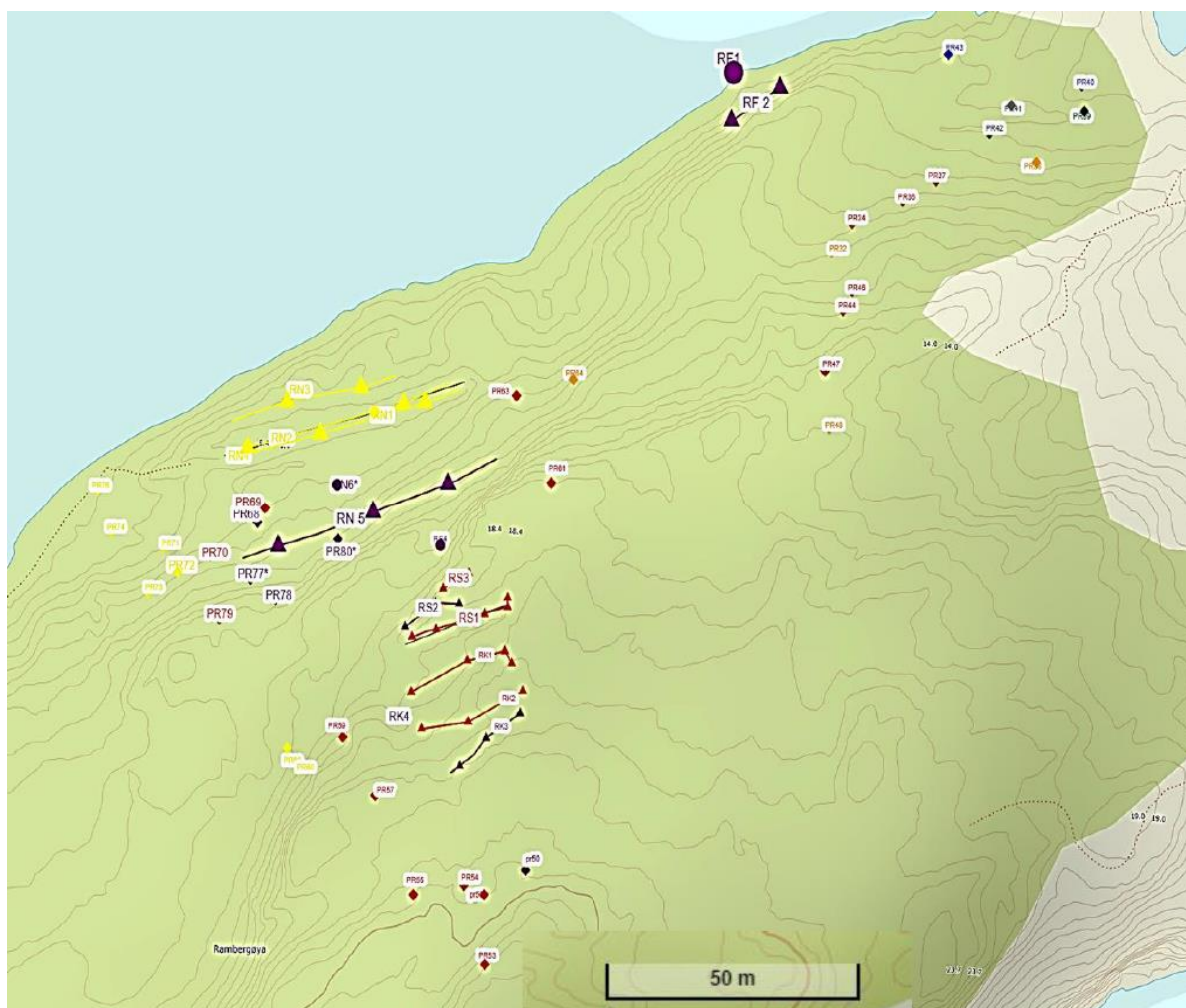
Figur 5: Kartet viser prøvetakingspunkter på Gressholmen. Fargene indikerer tilstandsklasse for bly. Lilla/brun=over tilstandsklasse 5. PR-prøvene indikerer målinger med XRF-pistol. Kart er hentet fra grunnlagsrapport [1].

5.3.2 **Rød sirkel:** målområde med både kulefangervoller og skivevoller for en antatt bane på ca. 275 meter

Prøvetatte løsmasser (blandprøver og stikkprøver) er i tilstandsklasse 3, 4 og over tilstandsklasse 5. Påviste konsentrasjoner vises i Tabell 4, plasseringen i Figur 6.

Tabell 4: Analyseresultater jordprøver fra Rambergøya. Fargene indikerer tilstandsklassene i TA-2553/2009. Lilla=over tilstandsklasse 5. Alle enheter er i mg/kg tørrstoff. Kart er hentet fra grunnlagsrapport [1]. NB: RN UT skal være en blanding av RN5 og RN6 og er også benyttet til utlekkingstestene. NB: Ikke vist er overskridelser av normverdien for stoffene benzo[a]pyren (TK 2 for prøve RN2 og RN4) og benzen (TK3 for prøve RN6).

PARAMETER	RN1	RN2	RN3	RN4	RN5	RN6	RN UT
Cu (Kobber)	44	49	32	39	970	550	28000
Pb (Bly)	350	540	230	420	43000	43000	55000
Zn (Sink)	130	140	110	180	210	230	2900
Sb (Antimon)	6,5	18	13	14	1200	600	410
PAH-16	0,32	1,4	0,84	4,8	0,18	0,65	0,17



Tabell 6: Analyseresultater jordprøver fra Rambergodden. Fargene indikerer tilstandsklassene i TA-2553/2009. Alle enheter er i mg/kg tørrstoff. Kart er hentet fra grunnlagsrapport [1]. NB: Ikke vist er overskridelser av normverdien for stoffet benzo[a]pyren (TK 2 for prøve SBV2).

PARAMETER	SBV1	SBV2	KBV1
Cu (Kobber)	87	30	180
Pb (Bly)	1400	240	3800
Zn (Sink)	97	77	86
Sb (Antimon)	29	4,8	64
PAH-16	1	2,2	0,85



Figur 7: Kartet viser prøvetakingspunkter på Rambergøya. Fargene indikerer tilstandsklasse for bly. Lilla/brun=over tilstandsklasse 5. Kart er hentet fra grunnlagsrapport [1].

5.3.5 Svart sirkel: funnet fragmenter av patroner, uten at det er noen annen visuell infrastruktur

Prøvetatte løsmasser (blandprøver) er over tilstandsklasse 5. Påviste konsentrasjoner vises i Tabell 7, plasseringen i Figur 6.

Tabell 7: Analyseresultater jordprøver fra Rambergøya lenger i øst. Fargene indikerer tilstandsklassene i TA-2553/2009. Alle enheter er i mg/kg tørrstoff. Kart er hentet fra grunnlagsrapport [1]. NB: Ikke vist er overskridelser av normverdien for stoffet benzo[a]pyren (TK 2 for prøve RF2).

PARAMETER	RF 1	RF 2
Cu (Kobber)	140	500
Pb (Bly)	6800	28000
Zn (Sink)	83	97
Sb (Antimon)	250	370
PAH-16	0,18	1,1

5.4 Oppsummering analyseresultater

Det er påvist forurensning i løsmasser tilsvarende tilstandsklasse 2, 3, 4, 5, samt over øvre grenseverdi for tilstandsklasse 5. Det er særlig metallene bly, kobber sink og antimon som er påvist med høye konsentrasjoner, mens det stedvis også er overskridelser av normverdien for stoffene PCB, PAH, benzo[a]pyren og benzen.

6. RISIKOVURDERING MENNESKERS HELSE

6.1 Vurdering datagrunnlag

Den innledende miljøtekniske grunnundersøkelsen, utført av EBY i 2023 [1], ble ikke utført iht. veilederne for forurenset grunn [3] eller skytebaner [4], da bl.a. antall (del-)prøver ikke er iht. anbefalingene. Jordprøvene som ble analysert hos akkreditert laboratoriet vurderes likevel som representativ og er inkludert i denne risikovurderingen som grunnlag. Også utlekkingstesten er benyttet som relevant grunnlag for vurderingene. XRF-analysen er ikke beskrevet godt nok til å kunne vurdere om resultatene kan anses som representative, da det f.eks. ikke er beskrevet om det ble benyttet en feltfaktor (omregningsfaktor) for feltprøver, eller om prøvene ble tørket, knust m.m. Disse er derfor ikke tatt med som grunnlag i denne rapporten. Når utførelsen av XRF-analysen er bedre beskrevet, bør resultatene tas med som grunnlag for planleggingen av supplerende undersøkelser.

6.2 Metode risikovurdering

Risikovurderingen er utført basert på analyseresultater i løsmasseprøver tatt på land, og analysert hos akkreditert laboratorium. Risikoberegningen er utført med Miljødirektoratets beregningsverktøy for å vurdere risiko for mennesker (human helse) fra forurenset grunn, M-2171 [7], samt tilhørende grunnlagsrapport [8]. I tillegg ble Forsvarets forskningsinstitutt *veileder for undersøkelse, risikovurdering, opprydning og avhending av skytebaner og øvingsfelt* benyttet [4].

6.2.1 Trinn 1

I en forenklet risikovurdering i trinn 1 sammenlignes konsentrasjoner i jord med normverdier og en potensiell eksponering av mennesker, basert på forhåndsdefinerte standardverdier, med maksimalt tolerabelt daglig inntak (MTDI) [8].

Det er påvist konsentrasjoner som overstiger generelle akseptkriteriene på den aktuelle lokaliteten (dvs. overskrider tilstandsklasse 2), og det er derfor aktuelt med en Trinn 2 – vurdering.

6.2.2 Trinn 2

Utvalgte parametere i beregningsverktøy tilpasses de stedspesifikke karakteristika. Dette gjelder f.eks. jordkarakteristika, aktuelle eksponeringsveier og eksponeringstid for mennesker med gjeldende eller planlagt arealbruk justert ned fra konservative sjablongverdier til mindre konservative verdier.

Det er utført en egen beregning for hvert av de 5 delområdene, se påfølgende kapittel for detaljer.

6.3 Stedspesifikke vurderinger

Det aktuelle området er ikke del av en reguleringsplan, men satt av som grønnstruktur i gjeldende kommuneplan fra 2015. Ifølge veilederen for forurenset grunn [3], medfører denne arealbrukskategorien akseptkriterier tilsvarende «boligområder». Hvilken type og hvilket nivå forurensning kan aksepteres for et område, baseres bl.a. på eksponeringstiden mennesker kan være utsatt respektiv forurensning.

I utgangspunktet åpner veilederen ikke for risikovurdering av masser som overstiger tilstandsklasse 2 i toppjord med arealbruk boligområder. Det aktuelle området anses å falle utenfor forhåndsdefinerte arealbrukskategorier for boligområder (bl.a. pga. forventet oppholds-/eksponeringstid) og tilsvarer heller et LNF område mtp. arealbruk. Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) har utarbeidet en egen veileder for undersøkelse, risikovurdering, opprydning og avhending

av skytebaner. Denne anses å ha bedre passende kriterier for formålet av å risikovurdere en opprydning etter nedleggelse av en skytebane.

Rambøll anbefaler derfor at det avvikes fra veileder for forurenset grunn [3] mtp. akseptkriterier for boligområder, og heller sette akseptkriteriene basert på vurderingen satt i FFI's veileder tilsvarende arealbruk «badeplass» og «friluftsområder som benyttes til turer». Vurderingen ifm. oppholdstider vises i Tabell 8 og mer detaljer i Vedlegg 2. Det betyr at oppholds- og eksponeringstid settes som forutsetninger for å beregne stedspesifikke akseptkriterier (=konsentrasjoner av de forskjellige stoffene som anses å medføre risiko for mennesker som oppholder seg i det respektive område). Eksponeringstidene er altså satt som foreslått i veilederne og anses realistisk, men konservative. De foreslåtte stedspesifikke akseptkriteriene vil derfor ikke nødvendigvis samsvare med tilstandsklassegrense. Det er mulighet for tilpasninger dersom ny informasjon tilgjengeliggjøres.

Et utvalg av endrede parametre for trinn 2-vurdering vises i Tabell 8. Detaljert inndata for beregningsverktøyet vises i Vedlegg 2.

Tabell 8: Forslag stedspesifikke vurderinger for akseptkriterier for forurensete masser.

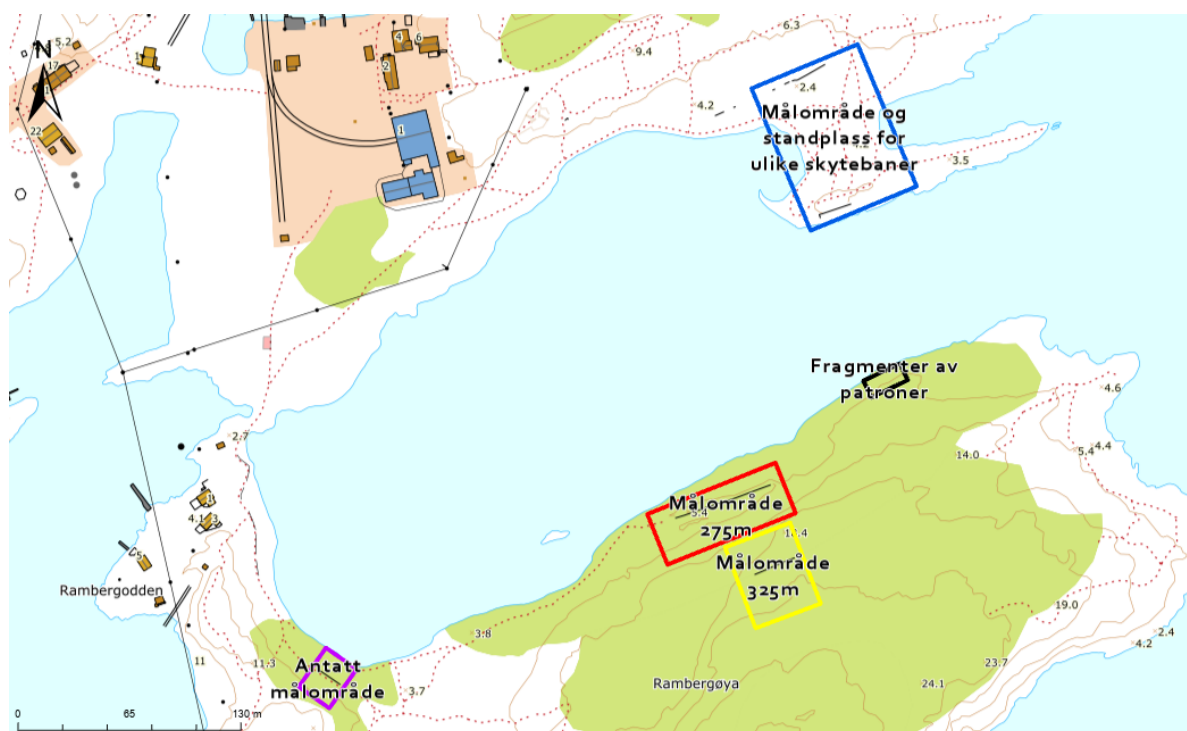
Delområde	Dagens arealbruk	Arealformål i kommuneplan 2015	Eksponeringstid iht. FFI's veileder	Areal (ca.m²)
Blå Området brukt til bading	Bademulighet	Grønnstruktur (tilsvarer «boligområder» iht. veileder for forurenset grunn)	Eksponering inntil 960 timer/år. Eksponering for hudkontakt er kortere. Detaljert inndata ses i Vedlegg 2.	6000
Rosa Rambergodden	Friluftsområde/ Tur og opphold		Eksponering inntil 400 timer/år.	600
Rød 275 m bane			Eksponering for hudkontakt er kortere. Detaljert inndata ses i Vedlegg 2.	2550
Gul 325 m bane				2000
Svart Strandsone Rambergøya				260

Kartet i Figur 8 viser inndeling i 5 delområder, samt areal som er tatt med i beregningene (forenklet til firkanter).

Usikkerhetsfaktorer i denne beregningen er følgende:

- Parameter som TOC og kornfordeling ble ikke analysert ved den innledende grunnundersøkelsen, og er kun estimert ut ifra beskrivelser og bilder. Det antas at TOC ved området brukt til bading (blå markering) og Rambergodden (rosa markering) ligger på ca. 1 %, mens det i skogsområder estimeres til 5 %.
- Prøvetakingsdybde var på ca. 0-10 cm. Det er ikke beskrevet/vurdert om jordlaget slutter i respektiv dybde, eller om det potensielt kan være dypere liggende forurensning. Dette bør verifiseres ved en supplerende undersøkelse.
- Data brukt til beregning av konsentrasjon i grunnvann er estimert ifra bilder tatt ved den innledende grunnundersøkelsen og bør verifiseres med relevant analyse ifm. en supplerende undersøkelse. Denne infoen trengs senest ved en fremtidig spredningsvurdering.
- Det er registrert én drikkevannsbrønn på Gressholmen. Denne er ifølge EBY tilknyttet kroa. Brønnen ble tatt ut av bruk i 2020, da kommunalt vann ble fremført til øya. Drikkevannsinntak er derfor satt til 0 % for alle delområder.

- Fraksjon av inntak av 'grønnsaker dyrket i området' er satt til 0 % for det blå og rosa området i Figur 8 (området brukt til bading og Rambergodden), og 1 % til resterende områder, som skal dekke ev. plukking av bær/sopp i skogsområder.
- Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient er satt til 10 % da fiskeing er relevant i dette området.
- Resultater fra utlekkingstestene er lagt til for porevannskonsentrasjon for delområde med 275 m bane (rødt område).
- Arealstørrelse (vises i Figur 8) er basert på jordprøver analysert hos akkreditert laboratoriet. Disse vurderer ikke tilstrekkelig avgrenset, og uakseptabel forurensning vil mest sannsynlig også forekomme utenfor de her vurderte områdene. Dette anbefales kartlagt og avgrenset i en supplerende undersøkelse.
- Delområde «svart» er basert på én jordprøve, noe som gir økt usikkerhet.
- Stoffer påvist over normverdi er tatt med i beregningen.



Figur 8: Plassering av de vurderte delområdene i denne rapporten. Blå=Mulighet for bading, rosa=Rambergodden/tur og opphold, rød/gul/svart=tur/opphold. Størrelsen på firkantene viser arealet tatt med i beregningsverktøyet.

6.4 Resultater risikovurdering menneskers helse

Teoretisk beregnede stedspecifikke akseptkriterier for human helse er vist i Tabell 9.

Beregningen viser at delområder med lik oppholds- og eksponeringstid får like/tilsvarende foreslåtte akseptkriterier. Området brukt til bading får strengere kriterier enn delområder med arealbruk tur og opphold. Detaljerte beregninger viser mindre lokale variasjoner, men innenfor samme størrelsesorden. For å forenkle videre vurdering, foreslås det å sette det strengeste respektive stedspecifikke akseptkriteriet for alle tilsvarende delområder, disse vises i Tabell 9. Detaljerte forskjeller vises i Vedlegg 3.

Overskridelser av foreslåtte akseptkriterier betyr at mennesker som er utsatt for forurensningen blir utsatt for en uakseptabel risiko for potensielt midlertidige eller varige skader. Forbindelser som er påvist over foreslått akseptkriterie, er markert med rød bakgrunn i Tabell 9.

Tabell 9: Foreslåtte akseptkriterier for delområde på Gressholmen og Rambergøya. Der det er påvist overskridelser og dermed utløser behov for tiltak, vises disse med rød bakgrunn.

		Delområde				
Farge i Figur 8		Blå	Rosa	Rød	Gul	Svart
Arealbruk		Bademulighet	Friluftsområde/ Tur og opphold			
Stoff/Parameter	Normverdi mg/kg TS	Foreslåtte akseptkriterier mg/kg TS				
Arsen	8	86	200			
Bly	60	150	350			
Kadmium	1,5	80	200			
Kvikksølv	1	150	300			
Kobber	100	17 000	40 000			
Sink	200	100 00	230 000			
Krom	50	65 000	130 000			
Nikkel	60	2 000	4 900			
Antimon	40	501	830	830	830	830
Benzo[a]pyren	0,1	0,1	0,16	0,16	0,16	0,16
Sum16-PAH	2	2	2			
Andre stoffer		Alt som overstiaer TK2 i toppjord bør risikovurderes				

6.5 Stoffer som ikke er risikovurdert

Det skal beregnes akseptkriterier for alle vurderte/analyserte forbindelser. Dersom det på et senere tidspunkt blir påvist andre stoffer over normverdi, anbefales det at stoffer påvist over tilstandsklasse 2 bør risikovurderes.

6.6 Stoffer som er påvist over foreslåtte stedspesifikke akseptkriterier

Det er stoffene bly, antimon, sum16PAH og benzo[a]pyren som er påvist i konsentrasjoner som overskrider foreslåtte stedspesifikke akseptkriterier.

En differensiert vurdering av de ulike parameterne er vist i de følgende kapitlene 6.6.1 *Vurdering bly*, 6.6.2 *Vurdering antimon* og 6.6.3 *Vurdering PAH-forbindelser*.

Tiltaksvurderinger vil være avhengig av stoffet/stoffene som overskrider stedspesifikke akseptkriterier. En nærmere vurdering ses i kap. 7 *Tiltaksvurderinger*.

6.6.1 Vurdering bly

Miljødirektoratets nyeste beregningsverktøy fra 2022 beregner strengere krav for bl.a. bly enn det tidligere beregningsverktøyet gjorde. Dette er i samsvar med at Miljødirektoratet har varslet strengere normverdi og tilstandsklasse for bly i fremtiden [9]. De foreslåtte akseptkriteriene for bly (hhv. 150 mg/kg og 350 mg/kg) vil ligge ca. midt i tilstandsklasse 4 for området brukt til bading og lavt i tilstandsklasse 5 for resterende områder, når konsentrasjonene sammenlignes med de fremtidige tilstandsklassene. Det er overskridelser av foreslåtte akseptkriterier i alle delområder. Plasseringen vises i Vedlegg 5.

6.6.2 Vurdering antimon

Beregningene viser strengere akseptkriterier for delområdet det ble utført utlekkingstest på (rødt område, 275 m bane). Dette indikerer en uoverensstemmelse mellom beregnet utlekking til resipient, opptak i fisk og opptak i mennesker via inntak av fisk. Beregnet akseptkriterie for området med utlekkingstest settes likt for tilsvarende skogsområder, som et føre-var prinsipp, til 830 mg/kg. Det er delområdene benyttet til bading (blått) og 275 m bane (rødt) som viser overskridelser og dermed behov for tiltak. Plasseringen vises i Vedlegg 5.

6.6.3 Vurdering PAH-forbindelser

Beregningene viser at sum16-PAH får svært lave beregnede akseptkriterier. Beregningsverktøyet mangler grunnlag for å beregne akseptkriterier for hver enkelt av de 16 PAH-forbindelsene, noe som gjør det vanskelig å angi egne akseptkriterier for hvert stoff. Pga. individuelle stoffegenskaper er det heller ikke lagt inn i beregningsverktøyet at sum16-PAH får et felles akseptkriterie.

I tilfellet for området brukt til bading er vurderingen at stedspesifikke akseptkriterier foreslås satt til normverdien, selv om beregningen viser strengere akseptkriterie, stort sett pga. potensiell høy eksponering via inntak av fisk. Fordi beregningsverktøyet og inndata anses som relativt konservative, samt at beregnet og foreslått akseptkriterie er ganske nærme, mener Rambøll det er mest hensiktsmessig at foreslått akseptkriterie settes til normverdi.

Dersom en prøvetaking av biota viser at faktiske konsentrasjoner i fisk er lavere enn beregnet, bør dette punktet vurderes på nytt. Dersom det fremkommer annen informasjon om omfang av fiskeing, bør også estimatet på 10 % vurderes på nytt. Redusert inntak av fisk vil øke foreslått akseptkriterie for PAH-forbindelser.

På grunn av manglende grunnlagsdata, foreslås det kun stedspesifikke akseptkriterier for sum16-PAH og benzo[a]pyren på hhv 2 mg/kg og 0,01/0,16 mg/kg (respektiv for området brukt til bading, og resterende delområder). Det er påvist overskridelser av foreslåtte akseptkriterier for delområdene benyttet til bading (blått), Rambergodden (rosa) og 275 m bane (rødt), som vist i Vedlegg 5.

6.7 Konklusjon risikovurdering menneskers helse

Det er utført en stedspesifikk risikovurdering for menneskers helse på 5 delområdet på Gressholmen og Rambergøya i Oslofjorden. Det anbefales at det avvikes fra kravet i veilederen for forurenset grunn om akseptkriterier for arealbruk, men heller følger anbefalingen i FFI's veileder for skytebaner. Ifølge denne settes oppholds- og eksponeringstiden basert på faktisk arealbruk, som i dette tilfellet gir mindre strenge krav enn om man ville følge veilederen for forurenset grunn.

Vurderingene viser at det bør settes strengere krav for området som brukes til bading enn ved resterende vurderte områder. Det poengteres at denne risikovurderingen tar for seg menneskers helse. Hvor mye spredning det potensielt kan forventes fra de forurensede massene, er ikke vurdert. Spredningen vil kunne medføre nedsatt kvalitet i resipienten (sjø-/kystvann), noe som må vurderes i en separat risikovurdering.

Videre gjelder denne vurderingen kun for områder kartlagt av Oslo Kommune (EBY) høsten 2023. Den innledende miljøtekniske grunnundersøkelsen anbefales supplert med utvidede undersøkelser, særlig for å kunne avgrense de forurensede områdene, samt kartlegge områder hvor forurensningen har et akseptabelt nivå, slik at disse områdene kan «friskmeldes». De foreliggende XRF-resultater derimot styrker mistanken om at det kan være flere delområder med sterkt forurensede løsmasser. Dette gjelder bl.a. den østre delen av Rambergøya. En supplerende prøvetaking bør også ta hensyn til manglende analyseparametere fra den innledende undersøkelsen (f.eks. TOC og kornfordeling), samt parametere som er relevante for en spredningsvurdering (f.eks. info om foretrukne spredningsveier og oppdatert grunnvannsgradient).

Konklusjonen er at det er påvist et høyt forurensingsnivå flere steder på øyene. Det er områder som vurderes som ikke tilrådelige å oppholde seg på, basert på vurderte kriterier. Det er kun 2

prøver (av 23) som ikke viser overskridelser av foreslåtte akseptkriterier for human helse. Disse er prøve *RN1* og *RN3*, begge i målområdet for den antatte 275 m banen i det røde delområdet.

Kartene i Vedlegg 5 viser plasseringen av prøver som overstiger foreslåtte akseptkriterier, dvs. minimumsareal med behov for tiltak. Utstrekningen kan ha behov for utvidelse og/eller reduksjon når ny informasjon (fra f.eks. en supplerende undersøkelse) er tilgjengelig.

Det anbefales supplerende prøvetaking med en påfølgende oppdatering av risikovurderingen og saneringsvurdering.

7. TILTAKSVURDERINGER

Risikovurderingen viser at ved enkelte steder er det påvist stoffer i løsmassene som overskrider foreslåtte akseptkriterier. I disse områdene vurderes det at risikoen ved at mennesker blir utsatt for forurensningen er uakseptabelt, da det kan medføre midlertidige eller varige skader. Dette gjelder stoffene bly, antimon og benzo[a]pyren.

Dersom faren for eksponering av disse stoffene reduseres, vil det vurderes tryggere for mennesker å oppholde seg i de vurderte områdene.

Hvilken type tiltak som anbefales for en sanering, avhenger av hvilket stoff som er påvist over foreslått akseptkriterie, og hvilke eksponeringsmekanismer det er som utgjør denne eksponeringen. Anbefalt saneringsmetode og omfang skal i tillegg ta hensyn til verneforskriften (bl.a. naturmangfoldet), samt en kost-/nytte vurdering.

For tungmetallet bly, har oralt inntak (f.eks. støv) den største betydningen. Her bør det velges tiltak som begrenser oralt inntak. Avhengig av stoffet, kan eksponeringsveier ha varierende betydning for helsen. De viktigste eksponeringsveiene, basert på beregningene med verktøyet, vises i Tabell 10. Detaljerte figurer vises i Vedlegg 4.

For stoffet antimon har inntak via fisk den største betydningen. Her bør det velges tiltak som begrenser spredningen for å begrense nivået mennesker blir utsatt for gjennom inntak av fisk/sjølevende organismer. For PAH-forbindelsene er det eksponeringen via oralt inntak, grønnsaker/bær og fisk som har størst relativt bidrag til totaleksponeringen. For disse forbindelsene vil det være utfordrende å finne tiltak for å redusere eksponeringen.

Tabell 10: Relativt bidrag av eksponeringsmekanismer for human helse. Kun stoffer som er påvist over foreslått akseptkriterie vises. Detaljerte figurer vises i Vedlegg 4.

Delområde	Stoff	Størst relativt bidrag av eksponeringsmekanismer for human helse, <u>barn</u> (middel)	Relativt bidrag av eksponeringsmekanismer for human helse, <u>voksen</u> (middel)
Blå (Område brukt til bading)	Bly	Oralt inntak	Oralt inntak
	PAH16	Fisk, oralt inntak	Fisk
	Antimon	Fisk	Fisk
Rosa (Rambergodden)	Bly	Oralt inntak	Oralt inntak
Rød (275 m bane)	Bly	Oralt inntak	Oralt inntak
	Benzo[a]pyren	Bær, oralt inntak, fisk	Bær, fisk
	Antimon	Fisk, (oralt inntak)	Fisk
Gul (325 m bane)	Bly	Oralt inntak	Oralt inntak
Svart (strandsone Rambergøya)	Bly	Oralt inntak	Oralt inntak

Generelle tiltak for å minimere uakseptabel eksponering kan være:

- Fjerne de forurensede massene og erstatte med rene/mindre forurensede masser
- Tildekke forurensningen for å redusere eksponeringstiden for hudkontakt og oralt inntak
- Redusere inntak av grønnsaker/bær/frukt
- Redusere inntak av fisk fra nærmeste resipient
- Avstenge områder med mye forurensning, slik at oppholds- og eksponeringstiden reduseres

Hvilken saneringsmetode som velges, eller om det f.eks. blir aktuelt å kombinere flere tiltak, bør ses i sammenhengen med en fremtidig spredningsvurdering og vurdering av supplerende prøver.

Midlertidige strakstiltak som bør vurderes:

- Skilting som informerer om forurensningssituasjonen, slik at de som oppholder seg i det respektive området kan redusere spising av bær/ fiske, samt direkte kontakt med masser i terrenget. Et slikt skilt kan f.eks. settes opp ved fergen, da de fleste besøkende vil komme til øya via rutebåt.
- Jordkonsentrasjoner viser stedvis svært høye konsentrasjoner. Særlig ved området brukt til bading, hvor også eksponering (hud og oralt) vil være størst, medfører dette risiko for at besøkende blir utsatt for uakseptabel forurensning fra masser på land. Siden spredning til resipient (Oslofjorden) ikke er vurdert, er risikoen for at massene lekker ut uakseptable konsentrasjoner til vannet det bades i ukjent. Konsentrasjoner i vann vil kunne variere f.eks. avhending av nedbørsmengder. Det bør tas vannprøver før og under badesesongen for å vurdere om det er trygt å bade her. Resultater bør offentliggjøres via skilting/på nettside, slik at relevante personer får tilgang til resultatene.
- Det bør vurderes om området brukt til bading avstenges inntil det vurderes trygt å oppholde seg der.
- EBY opplyser om at det er planlagt en omfattende undersøkelse av vann og sediment senere i 2024. Noen av disse undersøkelsene kan ha relevante resultater for en vurdering av spredning fra masser på land. Det anbefales et samspillmøte for å koordinere at prøvetakingen/analyser tar hensyn til parametere som er relevante for en spredningsvurdering fra forurensede masser på land.

8. VIDERE ARBEIDER/ANBEFALINGER

Grunnlaget for risikovurderingen anses mangelfullt mtp. analyseparametere og omfang av undersøkelsen. De her vurderte områdene vurderes ikke tilstrekkelig avgrenset, samt at det mistenkes ytterlige forurensede lokaliteter på øyene knyttet til skyteaktiviteten, som ikke var en del av den innledende undersøkelsen. Det er behov for supplerende undersøkelser og ev. en revisjon av denne risikovurderingen for human helse, samt at det er behov for en risikovurdering for spredning, for å vurdere i hvilken grad resipienten og organismer i denne blir påvirket av de stoffkonsentrasjonene på land.

Rapporten viser til mulige sanerings- og strakstiltak. Før det kan vurderes og anbefales konkrete saneringsmetoder, er det behov for supplerende undersøkelser og fullstendig risikovurdering for mennesker og spredning til resipient. Dette bør ses i sammenheng med planlagt undersøkelse av sediment og vann. Anbefalt saneringsmetode og omfang skal i tillegg ta hensyn til verneforskriften [2], samt en kost-/nytte vurdering.

8.1 Supplerende undersøkelser

Det anbefales at supplerende undersøkelser planlegges med bl.a. følgende mål:

- Avgrensning av de påvist forurensede områdene
- Avgrensning av de ikke-forurensede områdene
- Utdypende informasjon om:
 - o Totalt organisk innhold
 - o Dybde til fjell
 - o Forurensningsdybde
 - o Infiltrasjonsparametere
 - o Stedsspesifikke verdier for hydraulisk konduktivitet
 - o Konsentrasjoner av relevante miljøgifter i sediment og resipient

Dersom det planlegges biotap prøvetaking, bør det vurderes om fisk skal analyseres for antimon, samt om risikovurderingen for human helse skal tilpasses de nye funnene.

9. REFERANSER

- [1] Oslo kommune, Eiendoms- og byfornyelsesetaten (EBY), «Miljøteknisk grunnprøvetaking Gressholmen,» 2023.
- [2] Miljøverndepartementet, «Forskrift om vern av Gressholmen – Rambergøya naturreservat, Oslo kommune, Oslo. Forskrift om Gressholmen-Rambergøya naturreservat,» 1992. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/LF/forskrift/1992-10-02-753?q=ramberg%C3%B8ya%20og%20gressholmen>. [Funnet 27 02 2024].
- [3] Miljødirektoratet, «Veileder forurenset grunn,» 2024. [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/forurensning/forurenset-grunn/for-naringsliv/forurenset-grunn---kartlegge-risikovurdere-og-gjore-tiltak/>.
- [4] Forsvarets forskningsinstitutt (FFI), «Veileder for undersøkelse, risikovurdering, opprydning og avhending av skytebaner og øvingsfelt,» 2010.
- [5] Miljødirektoratet, «Fagsystemet Grunnforurensning (grunnforurensningsdatabasen)».
- [6] Klima- og miljødepartementet, «Forskrift om begrensnig av forurensning (forurensningsforskriften),» 2004.
- [7] Miljødirektoratet, «Verktøy for å vurdere risiko for menneskers helse fra forurenset grunn. M-2171,» 2024.
- [8] Miljødirektoratet, «Grunnlagsrapport for risikovurdering av menneskers helse. M-2170,» 2021.
- [9] NGI/Miljødirektoratet, «M-2169. Grunnlagsrapport - Nye foreslåtte normverdier og tilstandsklasser for forurenset grunn,» 2022.

Vedlegg 1 – Grunnlagsrapport MTG



Oslo

Eiendoms- og byfornyelsesetaten

Miljøteknisk grunnprøvetaking Gressholmen

Forurensningsseksjonen

26.09.2023

Vår ref: 23/29041

Klikk eller trykk her for å
skrive inn tekst. Klikk eller
trykk her for å skrive inn tekst.

Innhold

1	Innledning	2
1.1	Om Gressholmen - Rambergøya	2
1.2	Gressholmen skytebane	4
1.3	Naturmangfoldet på Gressholmen og Rambergøya	8
1.4	Naturmangfoldet i våtmarksområdet mellom Gressholmen og Rambergøya	8
1.5	Grunnforhold	8
1.6	Resipient	8
2	Metoder	9
2.1	Sedimentundersøkelser	9
2.2	Jordundersøkelser	9
2.3	Analyser	9
3	Resultater.....	11
3.1	Bukta/Leirduebanen	12
3.2	300-metersbane	14
3.3	200-metersbane	17
3.4	Rambergodden	19
3.5	Installasjoner på Gressholmen	20
3.6	Område med synlige prosjektiler	22
5	Oppsummering og videre arbeider	23

1 Innledning

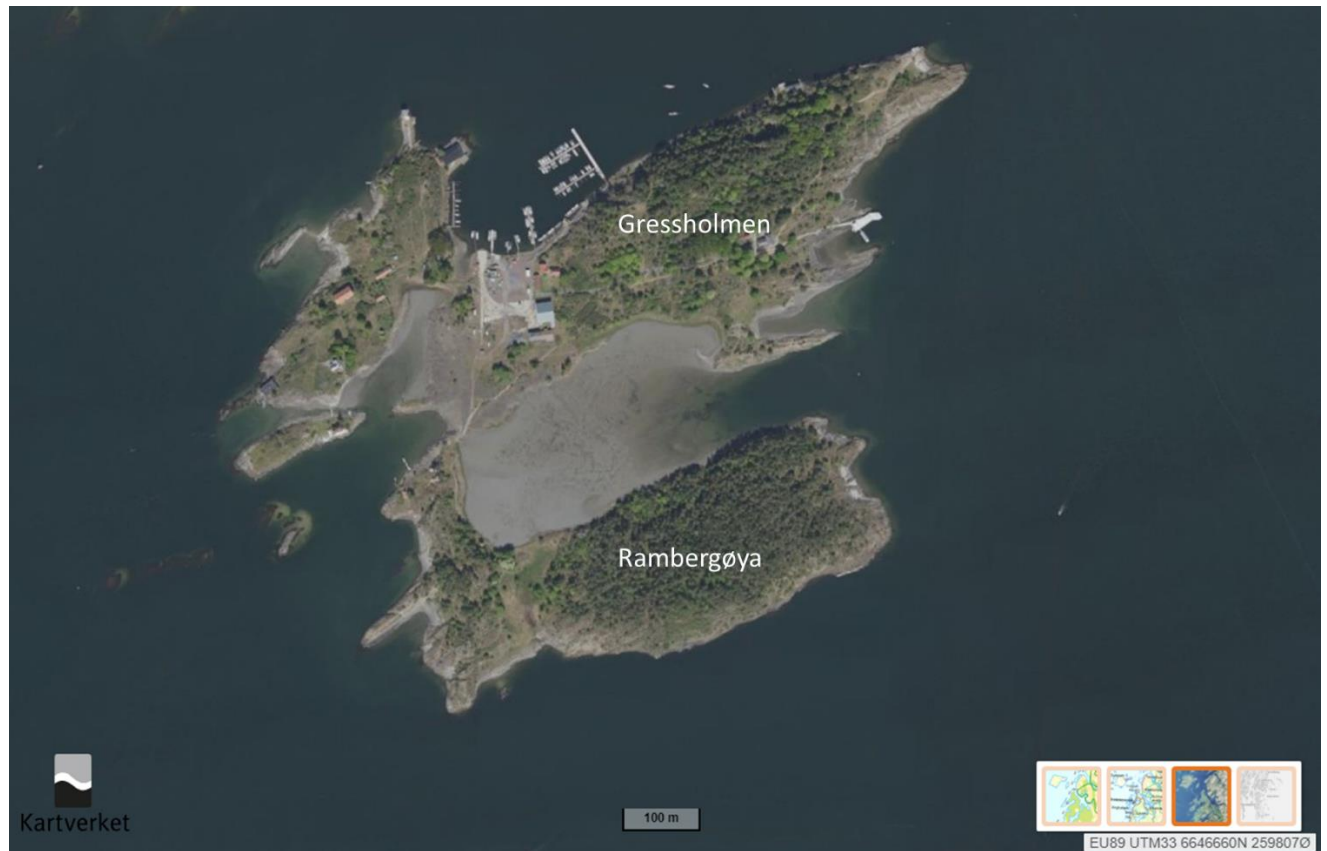
Forurensningsseksjonen (FUS) i Eiendoms- og byfornyelsesetaten har høsten 2023 gjennomført innledende undersøkelser for å kartlegge forurensningssituasjonen på den nedlagte skytebanen på Gressholmen og Rambergøya.

1.1 Om Gressholmen og Rambergøya

Gressholmen og Rambergøya ligger i indre Oslofjord, og er knyttet sammen med en utfylling (se Figur 1 - Figur 2). Området er i hovedsak eid og forvaltet av Bymiljøetaten i Oslo kommune.



Figur 1: Oversiktskart over Gressholmen og Rambergøya (modifisert fra norgeskart.no). Kartet er orientert mot nord.



Figur 2: Flyfoto av Gressholmen og Rambergøya (modifisert fra norgeskart.no). Flyfoto er orientert mot nord.

Store deler av Gressholmen og Rambergøya er et vernet naturreservat i henhold til forskrift om vern av Gressholmen-Rambergøya naturreservat. Forvaltningen av verneforskriften er lagt til Statsforvalteren, og forskriften setter begrensninger i hvilke tiltak som kan gjennomføres i naturreservatet.

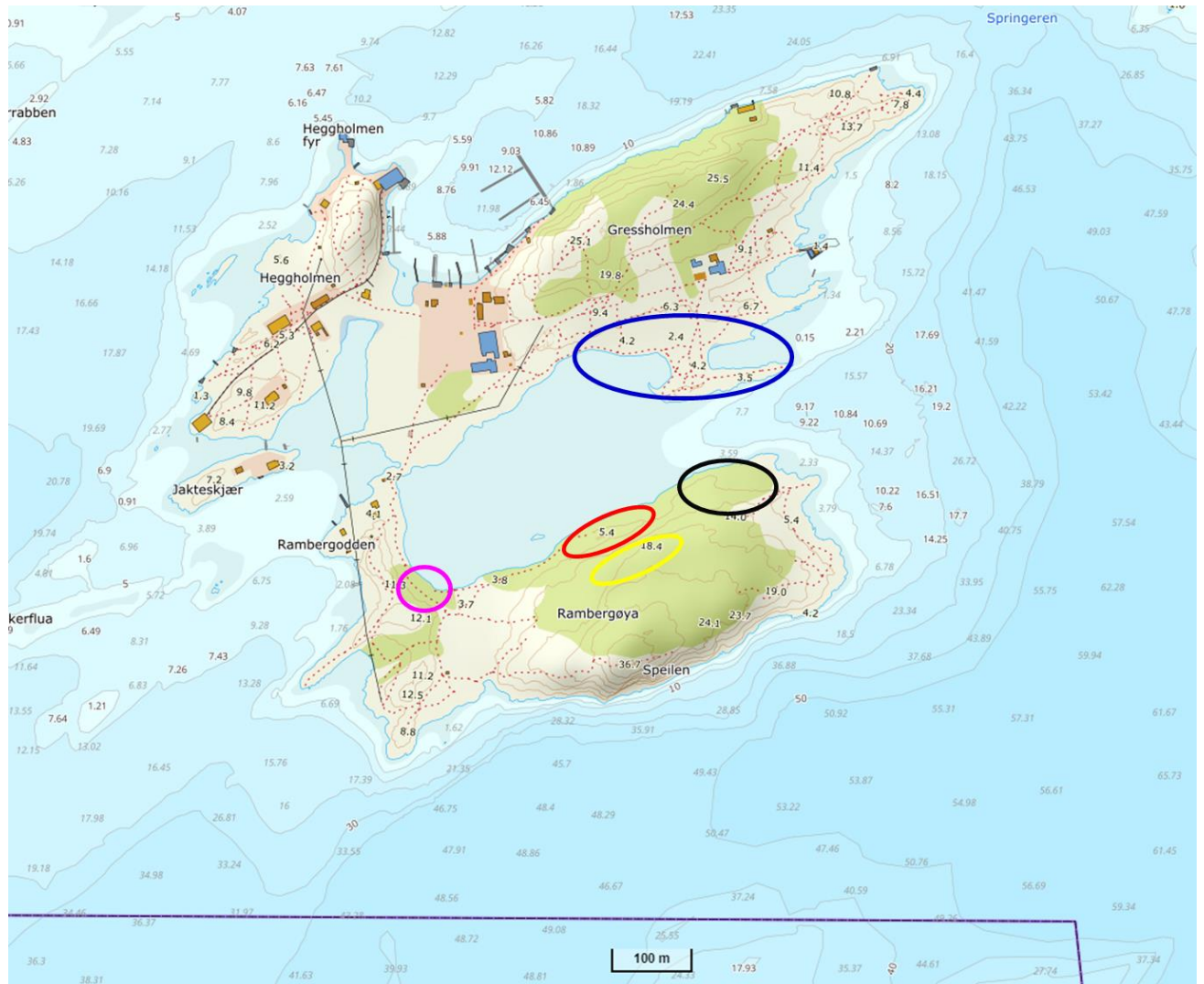
Det har tidligere vært mye industri på Gressholmen, blant annet såpekokeri, sjøflyplass og sjøflyhavn og småbåthavn. Sistnevnte er fremdeles i drift. Store deler av Gressholmen-Rambergøya har også blitt brukt som skytebane. Under 2. verdenskrig ble blant annet øya brukt for tyske luftvernsinstallasjoner og utplassering av soldater. Denne rapporten tar i hovedsak for seg skytebanen og undersøkelser av denne.

1.2 Gressholmen skytebane

Gressholmen skytebane var i drift fra 1864 og frem til 1990. Det er begrenset med informasjon om nøyaktig bruk, plassering av ulike installasjoner og hvor mye skytebanen

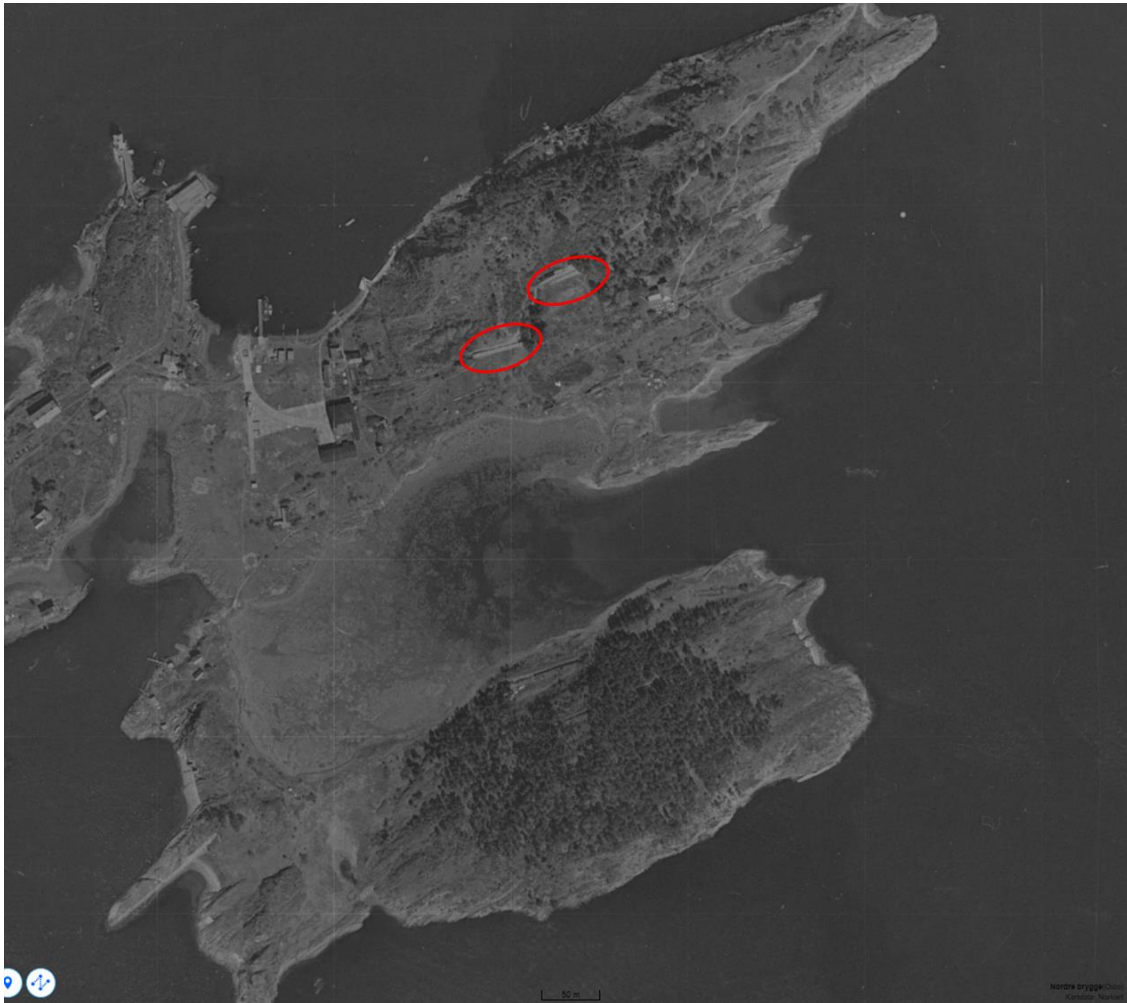
har vært i drift. Det er likevel antatt at det ble skutt rundt 190 000 skudd i 1913 (Eriksen, Frøydis og Olsen, Trude H., 2012). I dag kan man fremdeles se spor etter kulefangervoller og skivevoller. Skytebanen har blitt brukt som basisskytebane, feltskytebane og leirduebane. Siden skytebanen har vært i drift fra 1864 og frem til 1990-tallet, må det regnes med at aktiviteten og bruk av området har variert. EBY har ikke fullstendig oversikt over de ulike skyteaktivitetene som har foregått.

EBY har likevel identifisert noen særlige fokusområder som er knyttet til visuelle spor, se Figur 3. I den blå sirkelen er det indikasjoner på at det både har vært målområde og standplass for ulike skytebaner, da det finnes visuelle spor etter hylser, leirduer og betongkonstruksjoner for skiveanvisere. I den røde sirkelen i Figur 3 er det visuelle spor etter tidligere målområde med både kulefangervoller og skivevoller for en antatt bane på ca. 275 meter. I den gule sirkelen er det antatt å være et målområde for en bane på 325 meter. I den rosa sirkelen er det også antatt at det har vært et tidligere målområde basert på betongkonstruksjonen som finnes i området. I den sorte sirkelen er det funnet fragmenter av patroner, uten at det er noen annen visuell infrastruktur i området. Bukta mellom Gressholmen og Rambergøya har dermed vært i baneløpet til skytebanen, i tillegg til å ha vært nedslagsfelt for antatt leirdueskyting.



Figur 3: Kart overfokusområdene for undersøkelsene på Gressholmen og Rambergøya. Kartet er orientert mot nord.

Basert på historisk flyfoto fra 1937, kan det ha vært ulike standplasser på Gressholmen, se Figur 4. Det har ikke lyktes EBY å finne noen åpenbare visuelle spor etter disse, og områdene har derfor heller ikke blitt undersøkt. Dersom denne hypotesen stemmer, kan de røde målområdene på Rambergøya (Figur 3) ha vært for 275 og 325 m lange skytebaner. Innenfor det blå området kan det ha vært målområde for en 100 og 200 meters bane, og et 300-meters målområde i den svarte sirkelen.



Figur 4: Flyfoto over Gressholmen og Rambergøya fra 1937. Modifisert fra historiske bilder på finn.no. Flyfotoet er orientert mot nord.

På skytebaner er det i hovedsak blyforurensning som er den mest dominerende forurensningen, selv om også forurensning fra kobber, sink og antimon kan være betydelig. Forurensningen stammer fra ammunisjonen. På leirduebaner kan det også være forurensning av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) fra leirduene.

Som regel er det forventet at de høyeste konsentrasjonene av forurensning finnes i nedslagsområder for kulene, slik som kulefangervoller og skivevoller. Også standplass og f.eks. forhøyninger i landskapet, som kan fungere som naturlige kulefangere, er det knyttet forurensningsfare til. På leirduebaner er det forventet at eventuell forurensning er spredt utover et større område, da det ikke finnes et fast målområde.

1.3 Naturmangfoldet på Gressholmen og Rambergøya

Gressholmen og Rambergøya har et rikt biologisk mangfold. Øyene består blant annet av de truede naturtypene åpent grunnlendt kalkmark og kalkskog, og har en unik flora og fauna. I artsdatabanken er det registrert flere truede arter i området.

1.4 Naturmangfoldet i våtmarksområdet mellom Gressholmen og Rambergøya

Den grunne bukta som ligger mellom Gressholmen og Rambergøya har en viktig økologisk verdi. Bukta er en meget viktig rasteplass for trekkfugl og fugler som holder til i Oslofjorden, inkludert truede fuglearter.

Det to viktige marine naturtypene *ålegras* og *bløtbunnsområder i strandsonen* er registrert i bukta. Bløtbunnsområder er viktige beiteområder for fugl og fisk, og er sterkt truet. Ålegrasenger blir ansett som verdifulle marine økosystemer og viktige yngel- og oppvekstområder for flere marine arter.

1.5 Grunnforhold

Berggrunnen på Gressholmen og Rambergøya består i hovedsak av kalkrike bergarter fra ordovicium og silur. De naturlige løsmassene på området har i hovedsak et tynt dekke, og fjell er flere steder synlig i dagen.

1.6 Resipient

Resipientene til den nedlagte skytebanen på Gressholmen er Bekkelagsbassenget (VannnettID: 0101020702-2-C) og Bunnefjorden (ID: 0101020701-5-C). Den økologiske tilstanden for begge resipientene er moderat, og den kjemiske tilstanden er dårlig. Det er en høy risiko i begge resipientene for ikke å oppnå fastsatte miljømål.

2 Metoder

Undersøkelsene på den nedlagte skytebanen er gjennomført for å få en oversikt over forurensningssituasjonen på området. Undersøkelsene har i utgangspunktet tatt hensyn til metodikk i Forsvarets forskningsinstitutt veileder for undersøkelse, risikovurdering, opprydning og avhending av skytebaner og øvingsfelt 2010/00116. Undersøkelsene ble likevel tilpasset stedlige forhold, og dekker delvis undersøkelser på land og i vann. Truede arter ble hensyntatt i prøvetakingen, og prøvetakingen ble gjennomført i henhold til tillatelse fra Statsforvalteren. Det ble tatt jordprøver for kjemisk analyse, og benyttet feltmålinger med XRF-pistol.

2.1 Sedimentundersøkelser

Det ble tatt 9 sedimentprøver fra bukta da det var lavvann. Prøvetakingen ble gjennomført med håndholdt jordbor. Det ble tatt borprofiler opptil 1 meters dybde, se vedlagte borprofiler. Det ble tatt ut prøver til kjemisk analyse fra forskjellige dybdeintervaller.

2.2 Jordundersøkelser

Jordprøvetaking ble enten gjennomført med jordbor eller med en liten spade. Dybden var på opptil 10 cm. Det ble tatt både 21 blandprøver og 3 stikkprøver. Blandprøvene besto i hovedsak av delprøver (fra 2 til 6) fra prøvetakingspunkter på skyteskivevoller, kulefangervoll og lignende.

Jordprøvetakingen ble konsentrert rundt synlig infrastruktur fra skyteaktivitetene som skivevoller, kulefangervoller, samt naturlige kulefangervoller.

Det ble også brukt en XRF-pistol til å måle innsamlede prøver (125 prøver) og direkte feltmålinger for avgrensning av forurensende områder.

2.3 Analyser

Jord- og sedimentprøvene ble analysert for tungmetaller (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn og Sb), PAH, PCB og olje. Noen av sedimentprøvene ble også analysert for tinnorganiske

forbindelser. Prøvene ble analysert hos akkrediterte ALS Laboratory Group Norway AS. I tillegg ble det tatt gjennomført en riste- og kolonnetest fra en kulefangervoll.

Det ble brukt en XRF-pistol av typen Nitron XL5 Plus på samtlige jordprøver og direkte i felt.

2.4 Tilstandsklasser

Resultatene er klassifisert i henhold til Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 for jordprøver og veileder M-608 for sediment. Tilstandsklassene for antimon i jordprøvene er hentet fra FFIs veileder (Tabell 1 -Tabell 3).

Tabell 1 Tilstandsklasser for forurenset grunn. Konsentrasjonene er angitt i mg/kg TS, veileder TA-2553/2009.

Tilstandsklasse/ Stoff	1	2	3	4	5
	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Arsen	< 8	8-20	20-50	50-600	600-1000
Bly	< 60	60 -100	100-300	300-700	700-2500
Kadmium	<1,5	1,5-10	10-15	15-30	30-1000
Kvikksølv	<1	1-2	2-4	4-10	10-1000
Kobber	< 100	100-200	200-1000	1000-8500	8500-25000
Sink	<200	200-500	500-1000	1000-5000	5000-25000
Krom (III)	<50	50-200	200-500	500-2800	2800-25000
Krom (VI)	<2	2-5	5-20	20-80	80-1000
Nikkel	< 60	60- 135	135-200	200-1200	1200-2500
ΣPCB ₇	< 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
ΣPAH ₁₆	<2	2-8	8-50	50-150	150-2500

Tabell 2 Tilstandsklasser for sediment. Konsentrasjonene er angitt i mg/kg TS, veileder M-608.

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

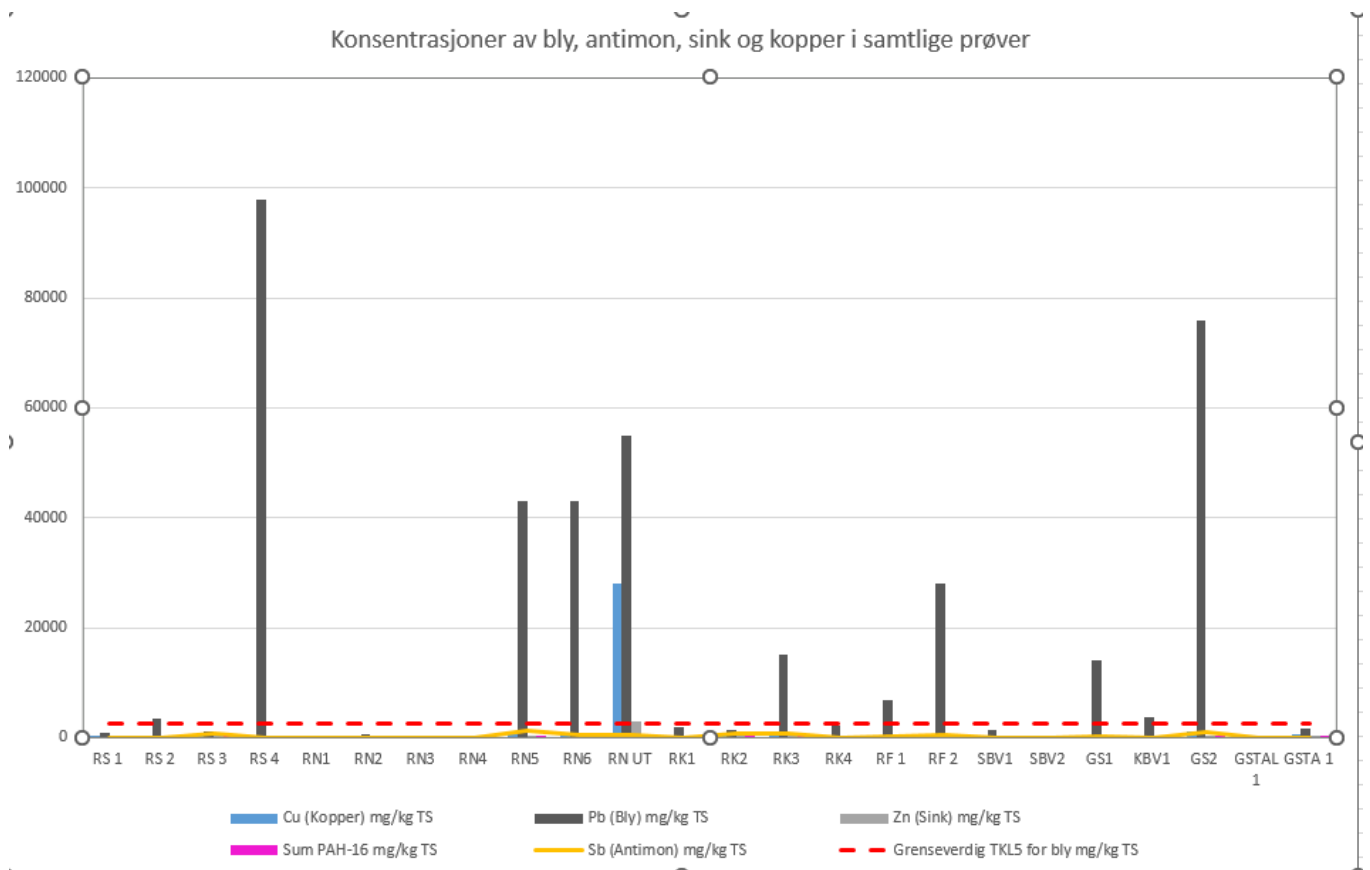
Tabell 3 Tilstandsklasser for forurenset grunn. Konsentrasjonene er angitt i mg/kg TS, FFIs veileder

Antimon	< 40	40-100	100-300	300-700	700-10000
---------	------	--------	---------	---------	-----------

3 Resultater

Utvalgte analyseresultatene for de viktigste forurensningsparameterne fra jord- og sedimentprøvene er vist i Tabell 4 til Tabell 10. **Feil! Fant ikke referanseilden.** Lilla farge i jordprøvene indikerer forurensningsinnhold i prøven over tilstandsklasse 5. 11 av 33 prøvene er over tilstandsklasse 5 for bly.

Analyseresultater fra XRF-målingene med tilhørende kart kan sees i vedlegg.



Figur 5: Diagram for konsentrasjoner av bly, antimon, sink og kobber i jordprøver

Ut ifra diagrammet kan man se at bly dominerer i alle prøver og overskrider øvre grenseverdi for tilstandsklasse 5 i flere av prøvene.

I hvert av de følgende delkapitlene blir resultatene fra de ulike delområdene presentert.

3.1 Bukta/Leirduebanen

Det ble tatt åtte sedimentprøver fra fem prøvepunkter, se plassering av prøvepunktene i Figur 6. Fra prøvepunkt B1 og B3 ble det tatt prøver fra ulike dybder. Se vedlagte boreprofil for fullstendig beskrivelser.

Prøvenavn B indikerer at prøvene er tatt på et antatt nedslagsfelt for leireduebanen. Prøvebetegnelsen V indikerer at prøvetakingspunktet i hovedsak ble bestemt for å undersøke en villfylling. Den høyeste konsentrasjonen av bly er påvist i B1 0-10, og tilsvarer tilstandsklasse 3.

Tabell 4: Analyseresultater jordprøver fra sedimentprøvene i bukta. Fargene indikerer tilstandsklassene i M-608. Alle enheter er i mg/kg tørrstoff.

PARAMETER	B1 0-10	B1 10-80	B1 80-100	B2 0-10	B3 0-10	B3 10-70	B4 0-20	V1 0-20	V2 0-20
Cu (Kobber)	99	46	22	20	20	26	18	22	39
Pb (Bly)	190	33	27	40	25	20	20	32	38
Zn (Sink)	140	89	89	87	86	90	72	85	130
Sb (Antimon)	2,8	3,2	2,5	11	3,9	2,2	3,1	6,7	9,5
Sum PAH-16	1,7	0,098	0,027	2,5	3,3	0,13	0,39	0,12	0,78



Figur 6: kart over prøveter i bukta. Fargen på prøveter angir den høyeste tilstandsklassen i hvert prøveter.



Figur 7: Bukta med synlige fragmenter av leirduer, Gressholmen. Se f.eks. rød markering.

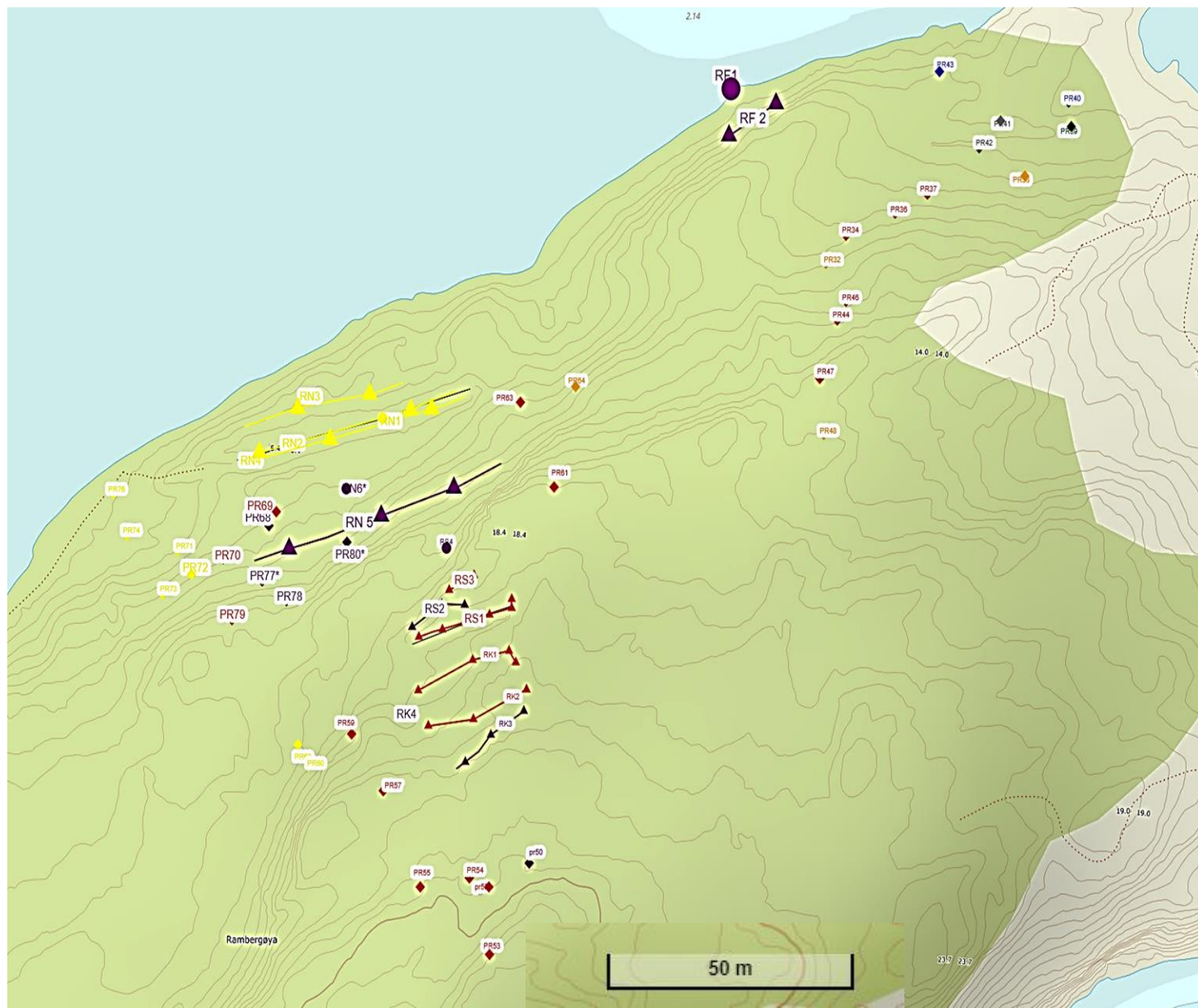
3.2 325-metersbane

Ved målområdet til antatt 325-metersbane (gul sirkel i Figur 3) ble det tatt blandprøver fra prøvetakingstransektorer på skivevollene (RS1-3) og i kulefangervoller (RK1-3). I tillegg ble det tatt ytterlige en stikkprøve ved antatt avrenning fra målområdet (RS4), og ytterlige en prøve ved antatt naturlig kulefanger vest for eksisterende kulefanger (RK4). Blandprøvene er markert som streker i Figur 8, og fargene viser til tilstandsklassene i TA-2553/2009, der lilla tilsvarer over tilstandsklasse 5.

Det er påvist høye konsentrasjoner av blant bly ved målområdet til antatt 325-metersbane, se blant annet Tabell 5. Blykonsentrasjonene er høye i skivevollen og i kulefangeren. I tillegg er det et større område, både ovenfor og nedenfor de synlige installasjonene som det også er påvist høye konsentrasjoner, se Figur 8.

Det ble ikke observert fragmenter av prosjektiler i område, men det var tydelig innslagsfelt i kulefangere, så det ikke utelukkes at dette likevel har blitt med i prøvene.

Likevel er det noe vanskelig å observere innslagsfeltene på bilde, da de er gjengrodd, se Figur 9.



Figur 8: kart over prøvepunkter fra Rambergøya. Linjene representerer blandprøver, og prøvepunktene er målinger med xrf-pistolen. Fargene indikerer tilstandsklassen til bly.

Tabell 5: Analyseresultater jordprøver ved målområdet på 325-meters banen. Fargene indikerer tilstandsklassene i TA-2553/2009. Alle enheter er i mg/kg tørrstoff

PARAMETER	RS 1	RS 2	RS 3	RS 4	RK1	RK2	RK3	RK4
Cu (Kobber)	42	210	170	74	66	85	620	47
Pb (Bly)	1000	3600	1100	98000	1800	1300	15000	2200
Zn (Sink)	74	270	100	75	95	91	95	57
Sb (Antimon)	38	57	710	19	32	700	630	22
PAH-16	0,25	1	0,4	0,024	0,15	0,2	0,26	1



Figur 9: Innslagsfelt i kulefangervollen bak antatt 325-metersbane. Rød strek viser fordypning i landskapet, der patroner har erodert seg inn i kulefangeren.

3.3 275-metersbane

Det ble tatt totalt 6 jordprøver fra målområdet til 275-metersbanen (rødt område i Figur 3). Jordprøve RN1 ble tatt fra utrast område fra skivevallen og ned i anvisergraven og blykonsentrasjonen tilsvarer tilstandsklasse 4, se Figur 10. RN2 og RN3 er tatt fra skivevallen og blykonsentrasjonen tilsvarer **henholdsvis** tilstandsklasse 4 og 3. RN4 er fra anvisergraven, mens RN5, RN6 og RN UT er fra kulefangervollen. RN2-RN6 er tatt som blandprøver. Det er påvist blyforurensning med den høyeste konsentrasjonen på 55 000 mg/kg (RN UT) ved kulefangervollen

Det ble observert patronfragmenter i kulefangervollene, og det er også her de høyeste blykonsentrasjonene er påvist, både med kjemiske analyser og XRF-målinger.

Figur 8 overfor viser kart over prøvepunktene for 275 m skytebanen.

Tabell 6 Analyseresultater jordprøver ved målområdet på 275-meters banen. Fargene indikerer tilstandsklassene i TA-2553/2009. Alle enheter er i mg/kg tørrstoff

PARAMETER	RN1	RN2	RN3	RN4	RN5	RN6	RN UT
Cu (Kobber)	44	49	32	39	970	550	28000
Pb (Bly)	350	540	230	420	43000	43000	55000
Zn (Sink)	130	140	110	180	210	230	2900
Sb (Antimon)	6,5	18	13	14	1200	600	410
PAH-16	0,32	1,4	0,84	4,8	0,18	0,65	0,17



Figur 10: Prøvetakingspunkt RN1, deler av skivevollen til antatt 275-meters bane har rast ut ned i anvisergraven

Det ble også tatt utlekkingsstest (kolonne og ristetest) fra kulefangervollen, se Tabell 7. Ved å sammenligne resultatene fra utlekkingsstestene med grenseverdier for deponier for inert, ordinært og farlig avfall i avfallsforskriften kapittel 9 vedlegg II, så tilsvarer utelukkingen for kobber og sink inert avfall, bly indikerer ordinært avfall og antimon farlig avfall.

Tabell 7 Resultatene fra utlekkingsstesten fra kulefangervollen

PARAMETER	Ristettest (mg/kg TS)	Kolonnetest (mg/L)
Cu (Kobber)	0,407	0,152
Pb (Bly)	4,43	0,0664
Zn (Sink)	0,327	0,554
Sb (Antimon)	4,1	0,711

3.4 Rambergodden

Det ble tatt blandprøver fra antatt skivevoll (SBV1-2) og naturlig kulefanger (KBV1) (rosa område i Figur 3), se Figur 11 for plassering av transektene. Resultatene fra jordprøvetakingen kan sees i Tabell 8.

Tabell 8 Analyseresultater jordprøver fra Rambergodden. Fargene indikerer tilstandsklassene i TA-2553/2009. Alle enheter er i mg/kg tørrstoff

PARAMETER	SBV1	SBV2	KBV1
Cu (Kobber)	87	30	180
Pb (Bly)	1400	240	3800
Zn (Sink)	97	77	86
Sb (Antimon)	29	4,8	64
PAH-16	1	2,2	0,85



Figur 11 : Kart over Rambergodden med antatt målområde. Prøvetakingspunktene er markert og fargelagt i henhold til TA-2553.



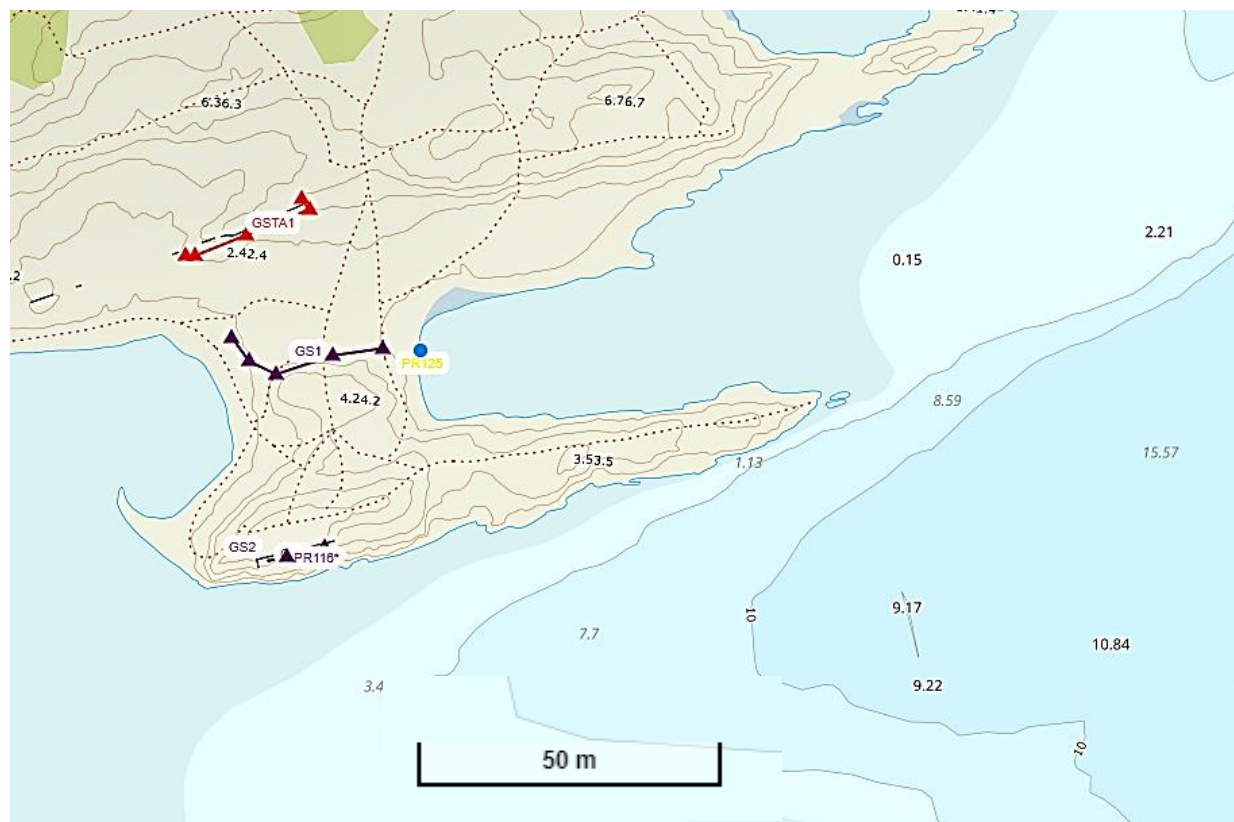
Figur 12 Antatt infrastruktur for anviserskiver på Rambergodden

3.5 Gressholmen

Det ble gjennomført prøvetaking flere ulike områder på Gressholmen, og det var knyttet særlig stor usikkerhet til tidligere bruk av området, og særlige jordprøven GSTA (forkortelse for Gressholmen standplass) kan ha vært feil, og heller vært en skyteskive. GSTAL (Gressholmen standplass Leireduebane) er prøvetatt basert på funn i felt av større mengder hylser. GS1 er tatt fra en antatt (naturlig) kulefanger, og GS2 er tatt fra en skyteskive. Resultatene kan sees i Tabell 9 og plassering av transektene i Figur 13. Den høyeste konsentrasjonen av bly var på 76 000 mg/kg (GS2), som kan være et målområde for en 200 meters bane, fra antatt østlig standplass i Figur 4.

Tabell 9 Analyseresultater jordprøver fra Gressholmen. Fargene indikerer tilstandsklassene i TA-2553/2009. Alle enheter er i mg/kg tørrstoff

PARAMETER	GS1	GS2	GSTAL 1	GSTA 1
Cu (Kobber)	120	1100	90	710
Pb (Bly)	14000	76000	84	1600
Zn (Sink)	240	170	180	74
Sb (Antimon)	170	1100	4,3	20
PAH-16	3,3	8,3	230	0,19



Figur 13 : Kartet viser prøvetakingspunkter på Gressholmen. Fargene indikerer tilstandsklasse for bly. PR-prøvene indikerer målinger med xrf-pistol.



Figur 14 Antatt anviserskiver vest på Gressholmen (Prøvepunkt GS2)

3.6 Område med synlige prosjektiler på Rambergøya

På den nord-østre delen av Rambergøya, ble det observert prosjektiler i strandkanten, se svart sirkel i Figur 3. For resultater, se Tabell 10.

Tabell 10 Analyseresultater jordprøver fra funnstedet for prosjektiler på Rambergøya.
Fargene indikerer tilstandsklassene i TA-2553/2009. Alle enheter er i mg/kg tørrstoff

PARAMETER	RF 1	RF 2
Cu (Kobber)	140	500
Pb (Bly)	6800	28000
Zn (Sink)	83	97
Sb (Antimon)	250	370
PAH-16	0,18	1,1

Det er ikke observert noen kulefangere eller skivevoller. Det tenkes at skråninger og forhøyninger i terrenget kan ha fungert som naturlige kulefangere.



Figur 15: Bildet viser strandkanten der det ble funnet flere prosjektiler. Området ligger ovenfor bukta fra en antatt skivevoll på Gressholmen, og kan ha blitt brukt som en 300-metersbane.

5 Oppsummering og videre arbeider

EBY har gjennomført innledende prøvetaking av antatt utbredelse av den nedlagte skytebanen på Gressholmen-Rambergøya. Det har blitt påvist forurensning av antimon, kobber, og stedvis svært høye blykonsentrasjoner. Utbredelsen av de forurensede

områdene er ikke kartlagt i detalj, men det er påvist forurensning på større del av både Gressholmen og Rambergøya.

Vi anbefaler at det engasjeres en konsulent for å utføre ytterligere undersøkelser av skytebanen, og utarbeide en helse- og spredningsbasert risikovurdering. Konsulenten skal vurdere faren for uakseptabel forurensningsspredning fra den tidligere skytebanen og gi anbefalinger ift. behov for tiltak.

Eventuell ytterligere prøvetaking og tiltak, både på land og i sjøen bør vurderes opp mot bevaring av naturmangfoldet, og må gjøres i tråd med eventuelle føringer fra Statsforvalteren.

Vedlegg 2 – Inndata risikovurdering

275 m bane (rødt område)

Transport og spredningsprosesser (Kun verdier i gule felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)					
Parametre	Symbol	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Jordspesifikke data					
Vanninnhold i jord	θ_w	0,2	0,2	l vann/l jord	
Luftinnhold i jord	θ_a	0,2	0,2	luft/l jord	
Jordas tetthet	ρ_s	1,7	1,7	kg/l jord	
Fraksjon organisk karbon (TOC) i jord	f_{oc}	1 %	5 %		estimert utifra bilder, bør sjekkes med ny prøvetaking
Jordas porøsitet	ε	40 %	40 %		
Parametre brukt til beregning av konsentrasjon i innendørsluft					
Innvendig volum av huset	V_{hus}	240	240	m ³	
Areal under huset	A	100	100	m ²	
Utskiftingshastighet for luft i huset	I	12	12	d ⁻¹	
Dybde fra kjellergulv til forurensning	Z	0,35	0,35	m	
Luftpermeabilitet jord	ks	1E-10	1E-10	m2	Coarse sand (RIVM, 2008)
Luftpermeabilitet gulv	kf	1E-15	1E-15	m2	Concrete (RIVM, 2008) --> kf dårlig gulv tab 5.32
Viskositet luft	η	6E-09	6E-09	Pa.h	
Trykkforskjell, inneluft vs. jordluft	ΔP	1	1	Pa	Slab-on-grade/indoor (RIVM, 2008)
Tykkelse gulv	Lf	0,1	0,1	m	
Porøsitet gulv	n gulv	0,135	0,135	m3/m3	Concrete (RIVM, 2008)
Gassfylt porevolum gulv	θ_a gulv	0,135	0,135	m3/m3	Concrete (RIVM, 2008)
Data brukt til beregning av konsentrasjon i grunnvann					
Jordas hydraulisk konduktivitet	k	0,0001	0,0001	m/s	
		3153,6	3153,6	m/år	
Avstand til brønn	X	0	0	m	ingen brønn
Lengden av det forurensende området i grunnvannsstrømmens retning	L_{gw}	50	32	m	se kart
Fraksjon som infiltrerer	FI	0,5	0,5	-/-	skogsområde
Gjennomsnittlig årlig nedbørmengde	P	1500	800	mm/år	Gjennomsnitt for årene 1990-2023 målt på Bygdøy og Nordstrand
Infiltrasjonsmengde (meter vann/år)	I	0,750	0,400	m/år	Beregnet (P x FI/1000)
Hydraulisk gradient	i	0,03	0,03	m/m	
Tykkelsen av akviferen	d_a	5	1	m	Estimat basert på tynt dekke over fjell
Tykkelsen av blandingssonen i akviferen	d_{mix}	5	1	m	Estimat basert på tynt dekke over fjell
Data brukt til beregning av konsentrasjon i overflatevann					
Vannføring i overflatevann	Q_{sw}	5000000	160000	m ³ /år	Ingen direkte bekker kartlagt, antas liten avrenningsbekk i bratt terreng. Tilsværer 5 l/s
Bredden av det forurensende området vinkelrett på retningen av grunnvannsstrømmen	L_{sw}	50	80	m	se kart
Beregnet hastighet på grunnvannstrøm	Q_{di}	23652	7568,64	m ³ /år	Beregnet ($k \cdot i \cdot d_{mix} \cdot L_{sw}$)
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	100 4	dager/år timer/dag	iht. FFIs veileder. Opptil 400 timer/år, ca. 16 døgn/år.	
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	100 4	dager/år timer/dag	iht. FFIs veileder. Opptil 400 timer/år, ca. 16 døgn/år.	
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)	80 8	20 4	dager/år timer/dag	ved rast f.eks.	
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8	20 4	dager/år timer/dag	ved rast f.eks.	
Oppholdstid utendørs (barn)	365 24	365 24	dager/år timer/dag		
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	365 24	dager/år timer/dag		
Oppholdstid innendørs (barn)	365 24	0 0	UAKTUELL	ingen bygg	
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	0 0	UAKTUELL	ingen bygg	
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann	100 %	0 %	UAKTUELL	ingen registrerte drikkevannsbrønner på denne øya	
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	1 %		noe plukking av bær	
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	10 %		Det må regnes med fiskeing	

325 m bane (gult område)

Transport og spredningsprosesser (Kun verdier i gule felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)					
Parametre	Symbol	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Jordspesifikke data					
Vanninnhold i jord	θ_w	0,2	0,2	l vann/l jord	
Luftinnhold i jord	θ_a	0,2	0,2	l luft/l jord	
Jordas tetthet	ρ_s	1,7	1,7	kg/l jord	
Fraksjon organisk karbon (TOC) i jord	f_{oc}	1 %	5 %		estimert utifra bilder, bør sjekkes med ny prøvetaking
Jordas porøsitet	ε	40 %	40 %		
Parametre brukt til beregning av konsentrasjon i innendørsluft					
Innvendig volum av huset	V_{hus}	240	240	m ³	
Areal under huset	A	100	100	m ²	
Utskiftingshastighet for luft i huset	I	12	12	d ⁻¹	
Dybde fra kjellergulv til forurensning	Z	0,35	0,35	m	
Luftpermeabilitet jord	k_s	1E-10	1E-10	m ²	Coarse sand (RIVM, 2008)
Luftpermeabilitet gulv	k_f	1E-15	1E-15	m ²	Concrete (RIVM, 2008) --> k_f dårlig gulv tab 5.32
Viskositet luft	η	6E-09	6E-09	Pa.h	
Trykkforskjell, inneluft vs. jordluft	ΔP	1	1	Pa	Slab-on-grade/indoor (RIVM, 2008)
Trykkelse gulv	L_f	0,1	0,1	m	
Porøsitet gulv	n gulv	0,135	0,135	m ³ /m ³	Concrete (RIVM, 2008)
Gassfylt porevolum gulv	θ_a gulv	0,135	0,135	m ³ /m ³	Concrete (RIVM, 2008)
Data brukt til beregning av konsentrasjon i grunnvann					
Jordas hydraulisk konduktivitet	k	0,0001	0,0001	m/s	
	X	3153,6	3153,6	m/år	
Avstand til brønn	X	0	0	m	ingen brønn
Lengden av det forurensende området i grunnvannsstrømmens retning	L_{gw}	50	50	m	se kart
Fraksjon som infiltrerer	FI	0,5	0,5	-/-	skogsområde
Gjennomsnittlig årlig nedbørmengde	P	1500	800	mm/år	Gjennomsnitt for årene 1990-2023 målt på Bygdøy og Nordstrand
Infiltrasjonsmengde (meter vann/år)	I	0,750	0,400	m/år	Beregnet (P x FI/1000)
Hydraulisk gradient	i	0,03	0,03	m/m	
Trykkelsen av akviferen	d_a	5	1	m	Estimat basert på tynt dekke over fjell
Trykkelsen av blandingssonen i akviferen	d_{mix}	5	1	m	Estimat basert på tynt dekke over fjell
Data brukt til beregning av konsentrasjon i overflatevann					
Vannføring i overflatevann	Q_{sw}	5000000	160000	m ³ /år	ingen direkte bekker kartlagt, antas liten avrenningsbekk i bratt terreng. Tilsvare 5 l/s
Bredden av det forurensende området vinkelrett på retningen av grunnvannsstrømmen	L_{sw}	50	40	m	se kart
Beregnet hastighet på grunnvannstrøm	Q_{di}	23652	3784,32	m ³ /år	Beregnet ($k \cdot i \cdot d_{mix} \cdot L_{sw}$)
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	100 4	dager/år timer/dag	iht. FFIs veileder. Opptil 400 timer/år, ca. 16 døgn/år.	
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	100 4	dager/år timer/dag	iht. FFIs veileder. Opptil 400 timer/år, ca. 16 døgn/år.	
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)	80 8	20 4	dager/år timer/dag	ved rast f.eks.	
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8	20 4	dager/år timer/dag	ved rast f.eks.	
Oppholdstid utendørs (barn)	365 24	365 24	dager/år timer/dag		
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	365 24	dager/år timer/dag		
Oppholdstid innendørs (barn)	365 24	0 0	UAKTUELL		
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	0 0	UAKTUELL		
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann	100 %	0 %	UAKTUELL		
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	1 %		noe plukking av bær	
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	10 %		Noe fiskeing	

Rambergodden (rosa område)

Transport og spredningsprosesser (Kun verdier i gule felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)					
Parametre	Symbol	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Jordspesifikke data					
Vanninnhold i jord	θ_w	0,2	0,2	l vann/l jord	
Luftinnhold i jord	θ_a	0,2	0,2	l luft/l jord	
Jordas tetthet	ρ_s	1,7	1,7	kg/l jord	
Fraksjon organisk karbon (TOC) i jord	f_{oc}	1 %	1 %		estimert utifra bilder, bør sjekkes med ny prøvetaking
Jordas porøsitet	ε	40 %	40 %		
Parametre brukt til beregning av konsentrasjon i innendørsluft					
Innvendig volum av huset	V_{hus}	240	240	m ³	
Areal under huset	A	100	100	m ²	
Utskiftingshastighet for luft i huset	I	12	12	d ⁻¹	
Dybde fra kjellergulv til forurensning	Z	0,35	0,35	m	
Luftpermeabilitet jord	k_s	1E-10	1E-10	m ²	Coarse sand (RIVM, 2008)
Luftpermeabilitet gulv	k_f	1E-15	1E-15	m ²	Concrete (RIVM, 2008) --> kf dårlig gulv tab 5.32
Viskositet luft	η	6E-09	6E-09	Pa.h	
Trykkforskjell, inneluft vs. jordluft	ΔP	1	1	Pa	Slab-on-grade/indoor (RIVM, 2008)
Tykkelse gulv	Lf	0,1	0,1	m	
Porøsitet gulv	n gulv	0,135	0,135	m ³ /m ³	Concrete (RIVM, 2008)
Gassfylt porevolum gulv	θ_a gulv	0,135	0,135	m ³ /m ³	Concrete (RIVM, 2008)
Data brukt til beregning av konsentrasjon i grunnvann					
Jordas hydraulisk konduktivitet	k	0,0001	0,0001	m/s	
		3153,6	3153,6	m/år	
Avstand til brønn	X	0	0	m	ingen brønn registrert
Lengden av det forurensende området i grunnvannsstrømmens retning	L_{gw}	50	28	m	se kart
Fraksjon som infiltrerer	FI	0,5	0,5	-/-	skogsområde
Gjennomsnittlig årlig nedbørmengde	P	1500	800	mm/år	Gjennomsnitt for årene 1990-2023 målt på Bygdøy og Nordstrand
Infiltrasjonsmengde (meter vann/år)	I	0,750	0,400	m/år	Beregnet (P x FI/1000)
Hydraulisk gradient	i	0,03	0,03	m/m	
Tykkelsen av akviferen	d_a	5	1	m	Estimat basert på tynt dekke over fjell
Tykkelsen av blandingssonen i akviferen	d_{mix}	5	1	m	Estimat basert på tynt dekke over fjell
Data brukt til beregning av konsentrasjon i overflatevann					
Vannføring i overflatevann	Q_{sw}	5000000	160000	m ³ /år	ingen direkte bekker kartlagt, antas liten avrenningsbekk i bratt terreng. Tilsvare 5 l/s
Bredden av det forurensende området vinkelrett på retningen av grunnvannsstrømmen	L_{sw}	50	22	m	se kart
Beregnet hastighet på grunnvannstrøm	Q_{di}	23652	2081,376	m ³ /år	Beregnet ($k \cdot i \cdot d_{mix} \cdot L_{sw}$)
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	100 4	dager/år timer/dag	iht. FFIs veileder. Opptil 400 timer/år, ca. 16 døgn/år.	
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	100 4	dager/år timer/dag	iht. FFIs veileder. Opptil 400 timer/år, ca. 16 døgn/år.	
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)	80 8	20 4	dager/år timer/dag	ved rast f.eks.	
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8	20 4	dager/år timer/dag	ved rast f.eks.	
Oppholdstid utendørs (barn)	365 24	365 24	dager/år timer/dag		
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	365 24	dager/år timer/dag		
Oppholdstid innendørs (barn)	365 24	0 0	UAKTUELL	ingen bygg	
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	0 0	UAKTUELL	ingen bygg	
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann	100 %	0 %	UAKTUELL	en registrert brønn	
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	0 %	UAKTUELL	ingen dyrking av grønnsaker	
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	10 %		Noe fisking må påregnes	

Rambergøya strandsone (Svart område)

Transport og spredningsprosesser (Kun verdier i gule felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)					
Parametre	Symbol	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Jordspesifikke data					
Vanninnhold i jord	θ_w	0,2	0,2	l vann/l jord	
Luftinnhold i jord	θ_a	0,2	0,2	luft/l jord	
Jordas tetthet	ρ_s	1,7	1,7	kg/l jord	
Fraksjon organisk karbon (TOC) i jord	f_{oc}	1 %	5 %		estimert utifra bilder, bør sjekkes med ny prøvetaking
Jordas porøsitet	ε	40 %	40 %		
Parametre brukt til beregning av konsentrasjon i innendørsluft					
Innvendig volum av huset	V_{hus}	240	240	m ³	
Areal under huset	A	100	100	m ²	
Utskiftingshastighet for luft i huset	I	12	12	d ⁻¹	
Dybde fra kjellergulv til forurensning	Z	0,35	0,35	m	
Luftpermeabilitet jord	k_s	1E-10	1E-10	m ²	Coarse sand (RIVM, 2008)
Luftpermeabilitet gulv	k_f	1E-15	1E-15	m ²	Concrete (RIVM, 2008) --> k_f dårlig gulv tab 5.32
Viskositet luft	η	6E-09	6E-09	Pa.h	
Trykkforskjell, inneluft vs. jordluft	ΔP	1	1	Pa	Slab-on-grade/indoor (RIVM, 2008)
Tykkelse gulv	L_f	0,1	0,1	m	
Porøsitet gulv	n_{gulv}	0,135	0,135	m ³ /m ³	Concrete (RIVM, 2008)
Gassfylt porevolum gulv	θ_a gulv	0,135	0,135	m ³ /m ³	Concrete (RIVM, 2008)
Data brukt til beregning av konsentrasjon i grunnvann					
Jordas hydraulisk konduktivitet	k	0,0001	0,0001	m/s	
		3153,6	3153,6	m/år	
Avstand til brønn	X	0	0	m	ingen brønn
Lengden av det forurensende området i grunnvannsstrømmens retning	L_{gw}	50	11	m	se kart
Fraksjon som infiltrerer	FI	0,5	0,5	-/-	skoosområde
Gjennomsnittlig årlig nedbørmengde	P	1500	800	mm/år	Gjennomsnitt for årene 1990-2023 målt på Bygdøy og Nordstrand
Infiltrasjonsmengde (meter vann/år)	I	0,750	0,400	m/år	Beregnet ($P \times FI/1000$)
Hydraulisk gradient	i	0,03	0,03	m/m	
Tykkelsen av akviferen	d_a	5	1	m	Estimat basert på tynt dekke over fjell
Tykkelsen av blandingssonen i akviferen	d_{mix}	5	1	m	Estimat basert på tynt dekke over fjell
Data brukt til beregning av konsentrasjon i overflatevann					
Vannføring i overflatevann	Q_{SW}	5000000	160000	m ³ /år	ingen direkte bekker kartlagt, antas liten avrenningsbekk i bratt terreng. Tilsvare 5 l/s
Bredden av det forurensende området vinkelrett på retningen av grunnvannsstrømmen	L_{SW}	50	23,5	m	se kart
Beregnet hastighet på grunnvannstrøm	Q_{di}	23652	2223,288	m ³ /år	Beregnet ($k \cdot i \cdot d_{mix} \cdot L_{SW}$)

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	100 4	dager/år timer/dag	iht. FFIs veileder. Opptil 400 timer/år, ca. 16 døgn/år.	
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	100 4	dager/år timer/dag	iht. FFIs veileder. Opptil 400 timer/år, ca. 16 døgn/år.	
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)	80 8	20 4	dager/år timer/dag	ved rast f.eks.	
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8	20 4	dager/år timer/dag	ved rast f.eks.	
Oppholdstid utendørs (barn)	365 24	365 24	dager/år timer/dag		
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	365 24	dager/år timer/dag		
Oppholdstid innendørs (barn)	365 24	0 0	UAKTUELL	ingen bygg	
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	0 0	UAKTUELL	ingen bygg	
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann	100 %	0 %	UAKTUELL	ingen registrerte drikkevannsbrønner på denne øya	
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	1 %		noe plukking av bær	
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	10 %		Noe fisking forventes	

Området brukt til bading (blå område)

Transport og spredningsprosesser (Kun verdier i gule felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)					
Parametre	Symbol	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Jordspesifikke data					
Vanninnhold i jord	θ_w	0,2	0,2	l vann/l jord	
Luftinnhold i jord	θ_a	0,2	0,2	l luft/l jord	
Jordas tetthet	ρ_s	1,7	1,7	kg/l jord	
Fraksjon organisk karbon (TOC) i jord	f_{oc}	1 %	1 %		estimert for sanidge masser ved badeplassen, bør sjekkes med ny prøvetaking
Jordas porøsitet	ε	40 %	40 %		
Parametre brukt til beregning av konsentrasjon i innendørsluft					
Innvendig volum av huset	V_{hus}	240	240	m ³	
Areal under huset	A	100	100	m ²	
Utskiftingshastighet for luft i huset	I	12	12	d ⁻¹	
Dybde fra kjellergulv til forurensning	Z	0,35	0,35	m	
Luftpermeabilitet jord	k_s	1E-10	1E-10	m ²	Coarse sand (RIVM, 2008)
Luftpermeabilitet gulv	k_f	1E-15	1E-15	m ²	Concrete (RIVM, 2008) --> kf dårlig gulv tab 5.32
Viskositet luft	η	6E-09	6E-09	Pa.h	
Trykkforskjell, inneluft vs. jordluft	ΔP	1	1	Pa	Slab-on-grade/indoor (RIVM, 2008)
Tykkelse gulv	L_f	0,1	0,1	m	
Porøsitet gulv	n_{gulv}	0,135	0,135	m ³ /m ³	Concrete (RIVM, 2008)
Gassfylt porevolum gulv	$\theta_a \text{ gulv}$	0,135	0,135	m ³ /m ³	Concrete (RIVM, 2008)
Data brukt til beregning av konsentrasjon i grunnvann					
Jordas hydraulisk konduktivitet	k	0,0001 3153,6	0,0001 3153,6	m/s m/år	
Avstand til brønn	X	0	100	m	en registrert drikkevannsbrønn
Lengden av det forurensende området i grunnvannsstrømmens retning	L_{gw}	50	90	m	se kart
Fraksjon som infiltrerer	F_i	0,5	0,65	-/-	sand/grus med noe mer vegetasjon, tilpasset iht. veileder M2170 tabell C1
Gjennomsnittlig årlig nedbørmengde	P	1500	800	mm/år	Gjennomsnitt for årene 1990-2023 målt på Bygdøy og Nordstrand
Infiltrasjonsmengde (meter vann/år)	I	0,750	0,520	m/år	Beregnet ($P \times F_i/1000$)
Hydraulisk gradient	i	0,03	0,03	m/m	
Tykkelsen av akviferen	d_a	5	1	m	Estimat basert på tynt dekke over fjell
Tykkelsen av blandingssonen i akviferen	d_{mix}	5	1	m	Estimat basert på tynt dekke over fjell
Data brukt til beregning av konsentrasjon i overflatevann					
Vannføring i overflatevann	Q_{sw}	5000000	160000	m ³ /år	ingen direkte bekker kartlagt, antas liten avrenningsbekk i bratt terreng. Tilsvare 5 l/s
Bredden av det forurensende området vinkelrett på retningen av grunnvannsstrømmen	L_{sw}	50	67	m	se kart
Beregnet hastighet på grunnvannstrøm	Q_{di}	23652	6338,736	m ³ /år	Beregnet ($k \cdot i \cdot d_{mix} \cdot L_{sw}$)
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	240 4	dager/år timer/dag	iht. FFIs veileder. Opptil 960 timer/år, ca. 40 døgn.	
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	240 4	dager/år timer/dag	iht. FFIs veileder. Opptil 960 timer/år, ca. 40 døgn	
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)	80 8	55 4	dager/år timer/dag	ved rast f.eks.	
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8	30 4	dager/år timer/dag	ved rast f.eks.	
Oppholdstid utendørs (barn)	365 24	365 24	dager/år timer/dag		
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	365 24	dager/år timer/dag		
Oppholdstid innendørs (barn)	365 24	0 0	UAKTUELL	ingen bygg	
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	0 0	UAKTUELL	ingen bygg	
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann	100 %	0 %	UAKTUELL	opplysning fra EBY at brønnen ikke er i bruk	
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	0 %	UAKTUELL	ingen dyrking av grønnsaker, ikke frukt/bær ved badeplassen forventet	
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	10 %		Noe fisking må påregnes	

Vedlegg 3 – Resultat risikovurdering

275 m bane (rødt område)

Stoff	Målt jordkonsentrasjon			TRINN 1		TRINN 2				tørst overskridels	Akseptkriterium
	Antall prøver	Max	Middel	Norm- verdi jord (mg/ kg)	C _{s, max} overskrider normverdi	Helserisiko Barn	Helserisiko Vokse	livstids Helserisiko	definerte grensever		
		C _{s, max} (mg/kg)	C _{s, middel} (mg/kg)			Overskridelse MTDI (middel)	Overskridelse MTDI (middel)	Overskridelse MTDI (middel)	Overskridelse (middel)	Kons. i jord (mg/kg t.v.)	
Arsen	7	13	9,128571429	8	63 %	-96 %	-100 %	-99 %	-96 %	205	
Bly	7	55000	20362,85714	60	91567 %	5680 %	390 %	886 %	5680 %	352	
Kadmium	4	0,2	0,08725	1,5	-87 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	193	
Kvikksølv	7	0,15	0,087	1	-85 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	296	
Kobber	7	28000	4240,571429	100	27900 %	-90 %	-99 %	-98 %	-90 %	41092	
Sink	7	2900	557,1428571	200	1350 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	236630	
Krom total (III + VI)	7	50	39,85714286	50	0 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	139611	
Nikkel	7	180	112,5714286	60	200 %	-98 %	-100 %	-99 %	-98 %	4934	
Benzo(a)antracen	5	0,38	0,1166			-86 %	-95 %	-94 %	-86 %	0,809	
Krysen	7	0,55	0,136			-89 %	-97 %	-96 %	-89 %	1,230	
Benzo(b)fluoranten	7	0,56	0,134			-92 %	-98 %	-97 %	-92 %	1,682	
Benzo(k)fluoranten	7	0,52	0,128142857			-90 %	-97 %	-97 %	-90 %	1,339	
Benzo(a)pyren	7	0,5	0,13	0,1	400 %	-17 %	-77 %	-71 %	-17 %	0,157	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	7	0,31	0,081571429			-95 %	-99 %	-98 %	-95 %	1,545	
Dibenzo(a,h)antracen	4	0,12	0,0485			-96 %	-99 %	-99 %	-96 %	1,307	
Benzo(g,h,i)perylen	7	0,38	0,101571429			-90 %	-97 %	-96 %	-90 %	0,990	
Antimon	7	1200	323,0714286	40	2900 %	-61 %	-86 %	-84 %	-61 %	829,70	

325 m bane (gult område)

Stoff	Målt jordkonsentrasjon			TRINN 1		TRINN 2				Akseptkriterium
	Antall prøver	Max C _{s, max} (mg/kg)	Middel C _{s, middel} (mg/kg)	Norm- verdi jord (mg/ kg)	C _{s, max} overskrider normverdi	Helserisiko Barn Overskridelse MTDI (middel)	Helserisiko Vokse Overskridelse MTDI (middel)	livstids Helserisiko Overskridelse MTDI (middel)	tørst overskridelse definerte grenseverdi Overskridelse (middel)	
Arsen	8	160	25,8	8	1900 %	-87 %	-99 %	-98 %	-87 %	205
Bly	8	98000	15500	60	163233 %	4274 %	262 %	638 %	4274 %	354
Kadmium	5	2	0,545	1,5	33 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	196
Kvikksølv	8	0,27	0,131125	1	-73 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	296
Kobber	8	620	164,25	100	520 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	41468
Sink	8	270	107,125	200	35 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	238404
Krom total (III + VI)	8	100	69,75	50	100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	152077
Nikkel	8	200	89,25	60	233 %	-98 %	-100 %	-100 %	-98 %	5107
Benzo(a)antracen	5	0,04	0,0222			-98 %	-99 %	-99 %	-98 %	0,92
Krysen	7	0,11	0,053			-96 %	-99 %	-99 %	-96 %	1,29
Benzo(b)fluoranten	7	0,15	0,067714286			-96 %	-99 %	-99 %	-96 %	1,77
Benzo(k)fluoranten	7	0,11	0,047428571			-97 %	-99 %	-99 %	-97 %	1,40
Benzo(a)pyren	7	0,1	0,041	0,1	0 %	-75 %	-93 %	-92 %	-75 %	0,16
Indeno(1,2,3-cd)pyren	7	0,086	0,039857143			-97 %	-99 %	-99 %	-97 %	1,57
Dibenzo(a,h)antracen	2	0,028	0,026			-98 %	-99 %	-99 %	-98 %	1,42
Benzo(g,h,i)perylene	7	0,14	0,051142857			-95 %	-98 %	-98 %	-95 %	1,01
Benzen	2	0,028	0,0195	0,01	180 %	-100 %	-100 %	-100 %	-98 %	1,07
Xylen	1	0,39	0,39	0,2	95 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	407,73
Antimon	8	710	276	40	1675 %	-74 %	-91 %	-89 %	-74 %	1058,99

Rambergodden (rosa område)

Stoff	Målt jordkonsentrasjon			TRINN 1		TRINN 2				Akseptkriterium
	Antall prøver	Max C _{s, max} (mg/kg)	Middel C _{s, middel} (mg/kg)	Norm- verdi jord (mg/ kg)	C _{s, max} overskrider normverdi	Helserisiko Barn Overskridelse MTDI (middel)	Helserisiko Vokse Overskridelse MTDI (middel)	livstids Helserisiko Overskridelse MTDI (middel)	tørst overskridelse definerte grenseverdi Overskridelse (middel)	
Arsen	3	8,9	7,166666667	8	11 %	-97 %	-100 %	-99 %	-97 %	205
Bly	3	3800	1813,333333	60	6233 %	406 %	-60 %	-16 %	406 %	358
Kadmium	2	0,1	0,0705	1,5	-93 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	201
Kvikksølv	3	0,11	0,097333333	1	-89 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	296
Kobber	3	180	99	100	80 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	42200
Sink	3	97	86,66666667	200	-52 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	241771
Krom total (III + VI)	3	41	37,33333333	50	-18 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	181772
Nikkel	3	78	67	60	30 %	-99 %	-100 %	-100 %	-99 %	5463
Benzo(a)antracen	3	0,11	0,069666667			-93 %	-98 %	-97 %	-93 %	0,988
Krysen	3	0,22	0,133			-94 %	-99 %	-98 %	-94 %	2,120
Benzo(b)fluoranten	3	0,24	0,131			-94 %	-99 %	-98 %	-94 %	2,213
Benzo(k)fluoranten	3	0,2	0,117666667			-95 %	-99 %	-99 %	-95 %	2,181
Benzo(a)pyren	3	0,22	0,131	0,1	120 %	-48 %	-90 %	-86 %	-48 %	0,253
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3	0,12	0,076			-97 %	-100 %	-99 %	-97 %	2,835
Dibenzo(a,h)antracen	3	0,037	0,022666667			-99 %	-100 %	-100 %	-99 %	1,872
Benzo(g,h,i)perylen	3	0,15	0,093333333			-96 %	-99 %	-99 %	-96 %	2,398
Antimon	3	64	32,6	40	60 %	-98 %	-100 %	-100 %	-98 %	2132,63

Rambergøya strandsone (svart område)

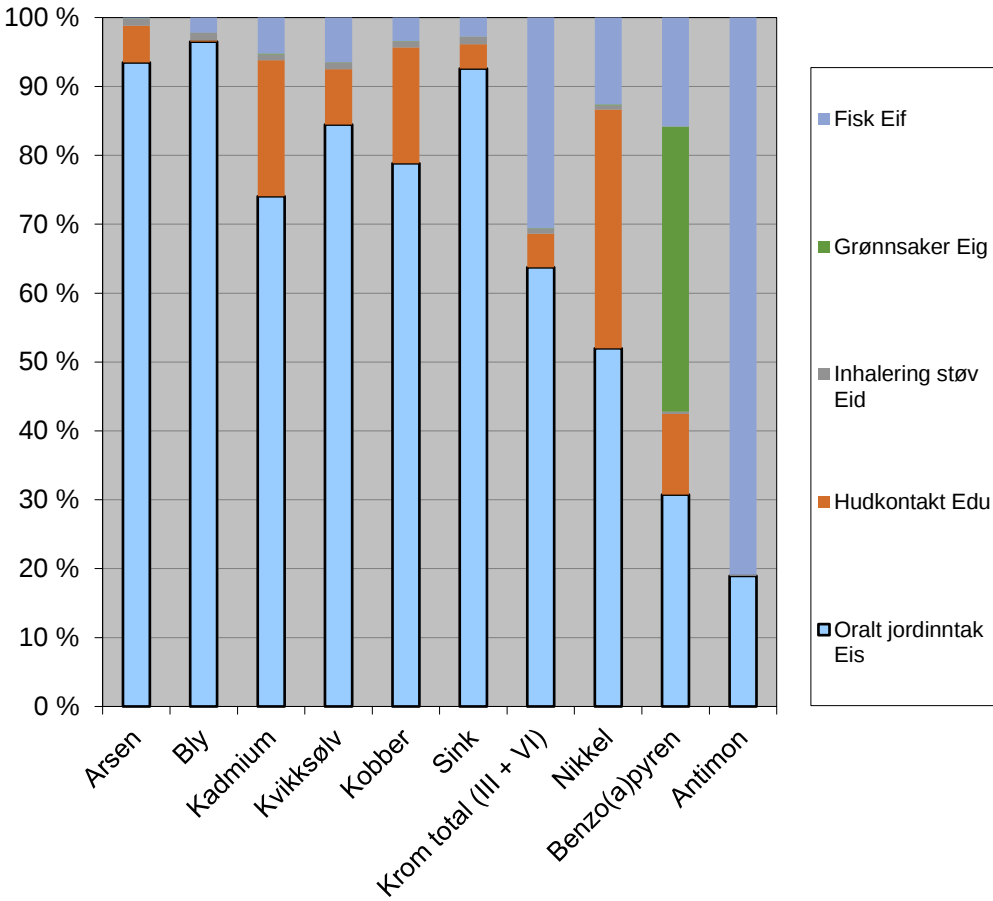
Stoff	Målt jordkonsentrasjon			TRINN 1						TRINN 2				Akseptkriterium
	Antall prøver	Max C _{s, max} (mg/kg)	Middel C _{s, middel} (mg/kg)	Norm- verdi jord (mg/ kg)	C _{s, max} overskrider normverdi	Helserisiko Barn Overskridelse MTDI (middel)	Helserisiko Vokse Overskridelse MTDI (middel)	livstids Helserisiko Overskridelse MTDI (middel)	tørst overskridelse definerte grenseverdi Overskridelse (middel)					Kons. i jord (mg/kg t.v.)
Arsen	1	26	26	8	225 %	-87 %	-99 %	-98 %	-87 %					205
Bly	1	28000	28000	60	46567 %	7691 %	507 %	1181 %	7691 %					359
Kvikksølv	1	0,25	0,25	1	-75 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %					296
Kobber	1	500	500	100	400 %	-99 %	-100 %	-100 %	-99 %					42371
Sink	1	97	97	200	-52 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %					242634
Krom total (III + VI)	1	46	46	50	-8 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %					191915
Nikkel	1	110	110	60	83 %	-98 %	-100 %	-100 %	-98 %					5559
Benzo(a)antracen	1	0,032	0,032			-98 %	-99 %	-99 %	-98 %					1,38
Krysen	1	0,081	0,081			-94 %	-98 %	-98 %	-94 %					1,44
Benzo(b)fluoranten	1	0,13	0,13			-94 %	-99 %	-98 %	-94 %					2,03
Benzo(k)fluoranten	1	0,097	0,097			-94 %	-98 %	-98 %	-94 %					1,56
Benzo(a)pyren	1	0,14	0,14	0,1	40 %	-23 %	-81 %	-75 %	-23 %					0,18
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1	0,11	0,11			-93 %	-98 %	-98 %	-93 %					1,64
Dibenzo(a,h)antracen	1	0,027	0,027			-98 %	-100 %	-99 %	-98 %					1,76
Benzo(g,h,i)perylene	1	0,21	0,21			-81 %	-94 %	-93 %	-81 %					1,08
Antimon	1	370	370	40	825 %	-88 %	-98 %	-97 %	-88 %					2961,73

Området brukt til bading (blått område)

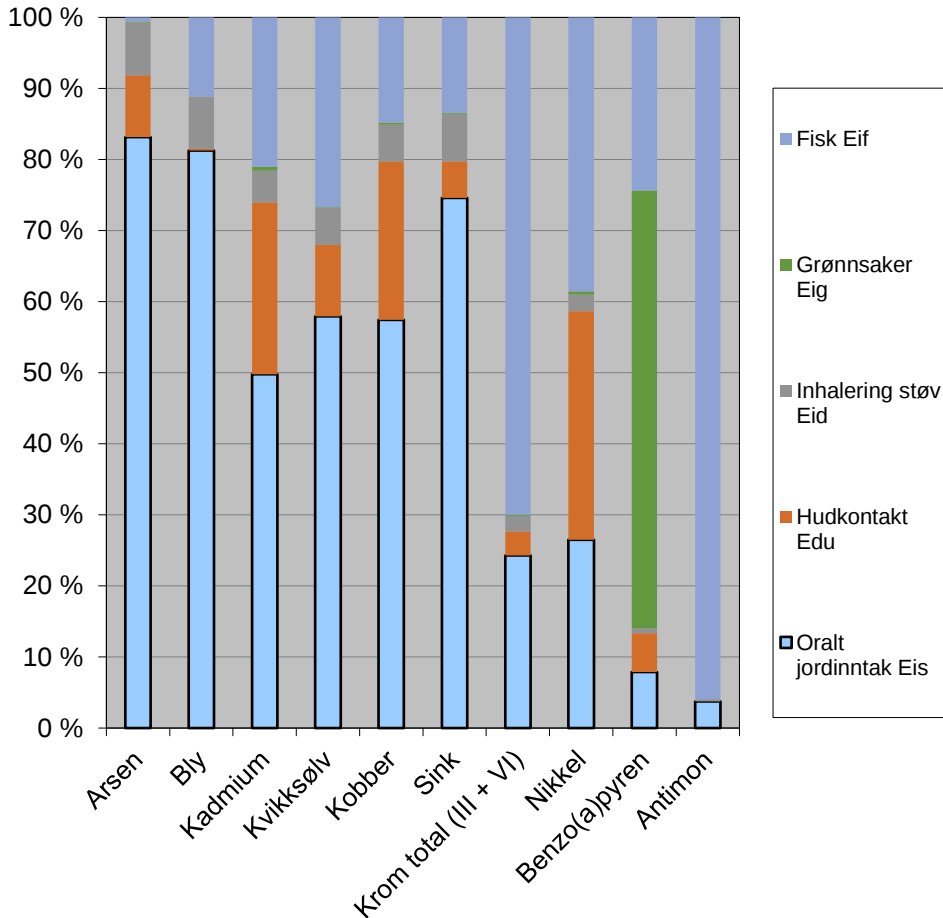
Stoff	Målt jordkonsentrasjon			TRINN 1		TRINN 2				Akseptkriterium
	Antall prøver	Max C _{s, max} (mg/kg)	Middel C _{s, middel} (mg/kg)	Norm- verdi jord (mg/ kg)	C _{s, max} overskrider normverdi	Helserisiko Barn Overskridelse MTDI (middel)	Helserisiko Vokse Overskridelse MTDI (middel)	livstids Helserisiko Overskridelse MTDI (middel)	tørst overskridelse definerte grenseverdi Overskridelse (middel)	
Arsen	3	52	21,96666667	8	550 %	-74 %	-98 %	-96 %	-74 %	86
Bly	3	76000	30533,33333	60	126567 %	20353 %	1483 %	3252 %	20353 %	149
Kadmium	2	0,76	0,495	1,5	-49 %	-99 %	-100 %	-100 %	-99 %	80
Kvikksølv	3	0,33	0,211	1	-67 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	149
Kobber	3	1100	643,3333333	100	1000 %	-96 %	-100 %	-99 %	-96 %	17029
Sink	3	240	161,3333333	200	20 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	99922
Krom total (III + VI)	3	57	46,33333333	50	14 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	63902
Nikkel	3	120	112,6666667	60	100 %	-94 %	-99 %	-99 %	-94 %	2043
Benzo(a)antracen	2	0,57	0,37			109 %	-21 %	-8 %	109 %	0,177
Krysen	3	1,1	0,480333333			-9 %	-74 %	-68 %	-9 %	0,530
Benzo(b)fluoranten	3	0,87	0,379333333			-34 %	-82 %	-77 %	-34 %	0,572
Benzo(k)fluoranten	3	0,96	0,423666667			-24 %	-79 %	-74 %	-24 %	0,557
Benzo(a)pyren	3	0,88	0,425333333	0,1	780 %	551 %	77 %	121 %	551 %	0,065
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2	0,16	0,111			-88 %	-98 %	-97 %	-88 %	0,913
Dibenzo(a,h)antracen	3	0,61	0,314			-21 %	-73 %	-68 %	-21 %	0,397
Benzo(g,h,i)perylen	3	0,48	0,236			-64 %	-91 %	-88 %	-64 %	0,648
Antimon	3	1100	430	40	2650 %	-5 %	-68 %	-62 %	-5 %	453,49

Vedlegg 4 – Relativt bidrag av eksponeringsmekanismer for human helse

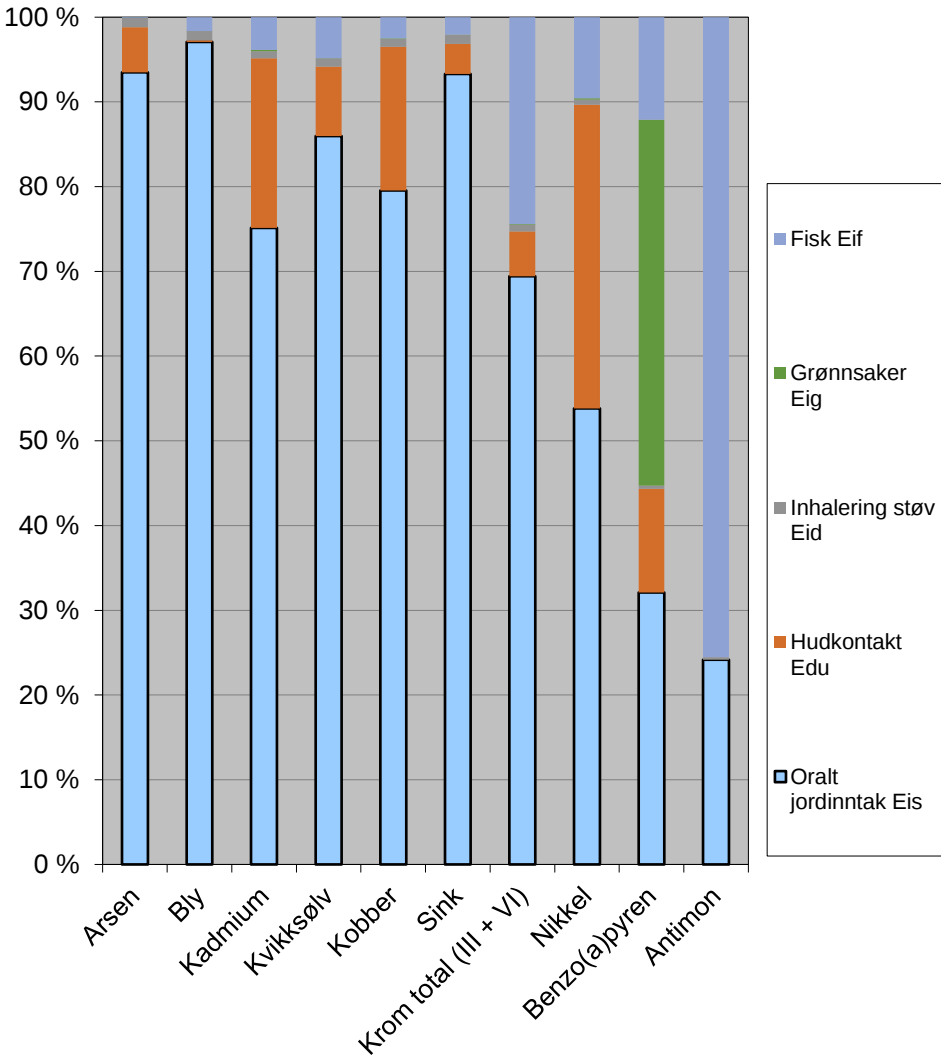
Relativt bidrag av eksponeringsmekanismer for human helse, barn (middel)



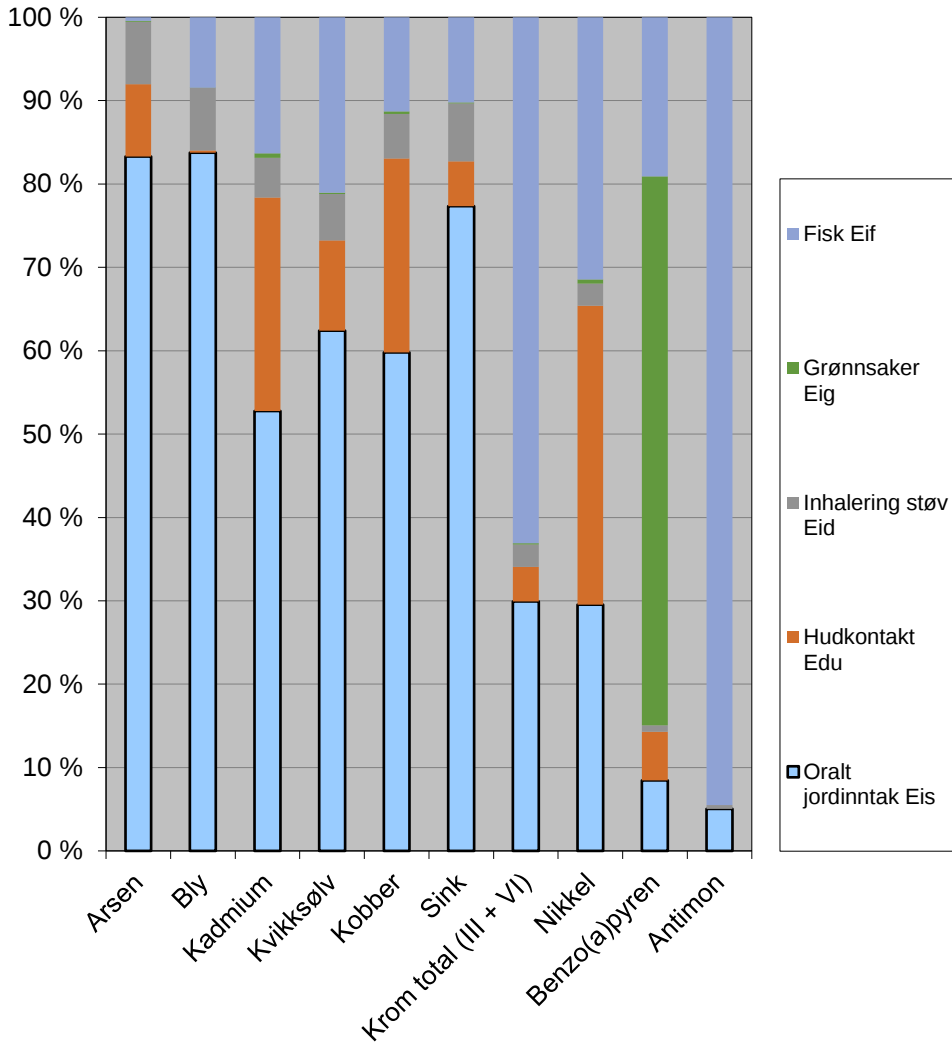
Relativt bidrag av eksponeringsmekanismer for human helse, voksen (middel)



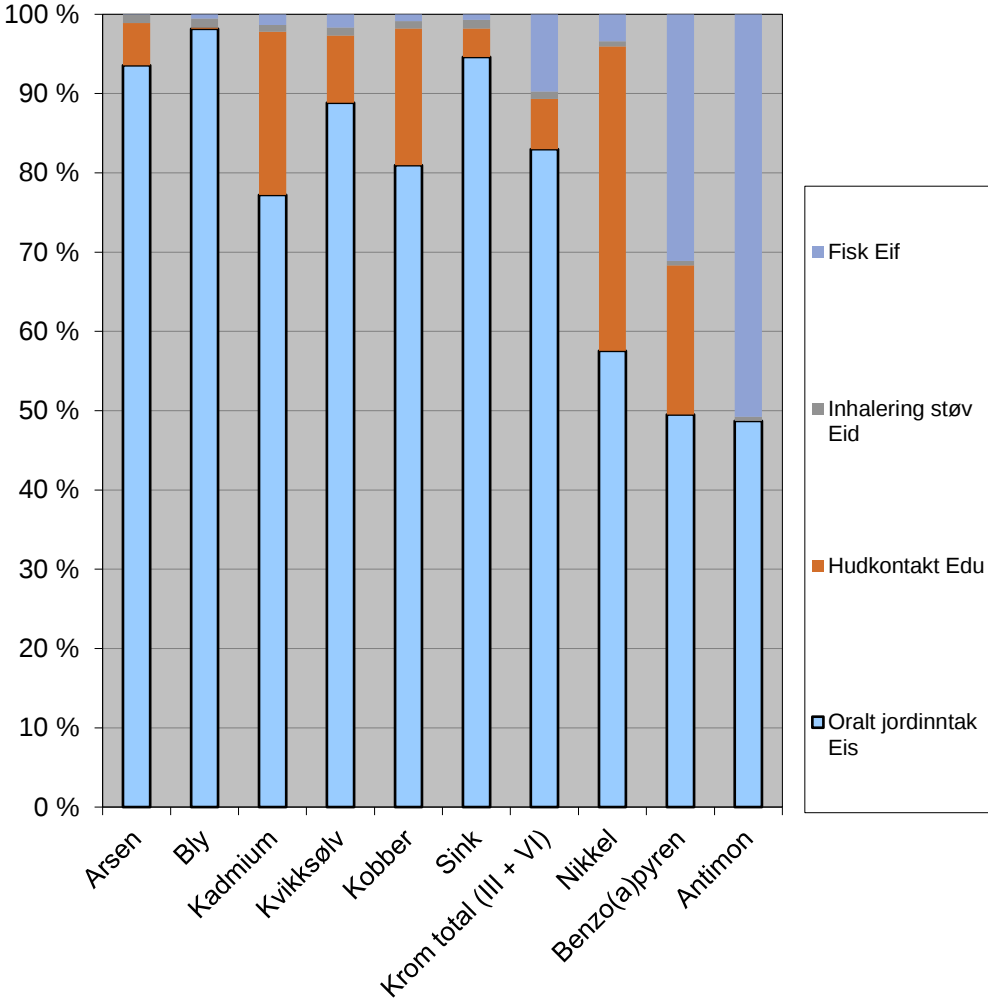
Relativt bidrag av eksponeringsmekanismer for human helse, barn (middel)



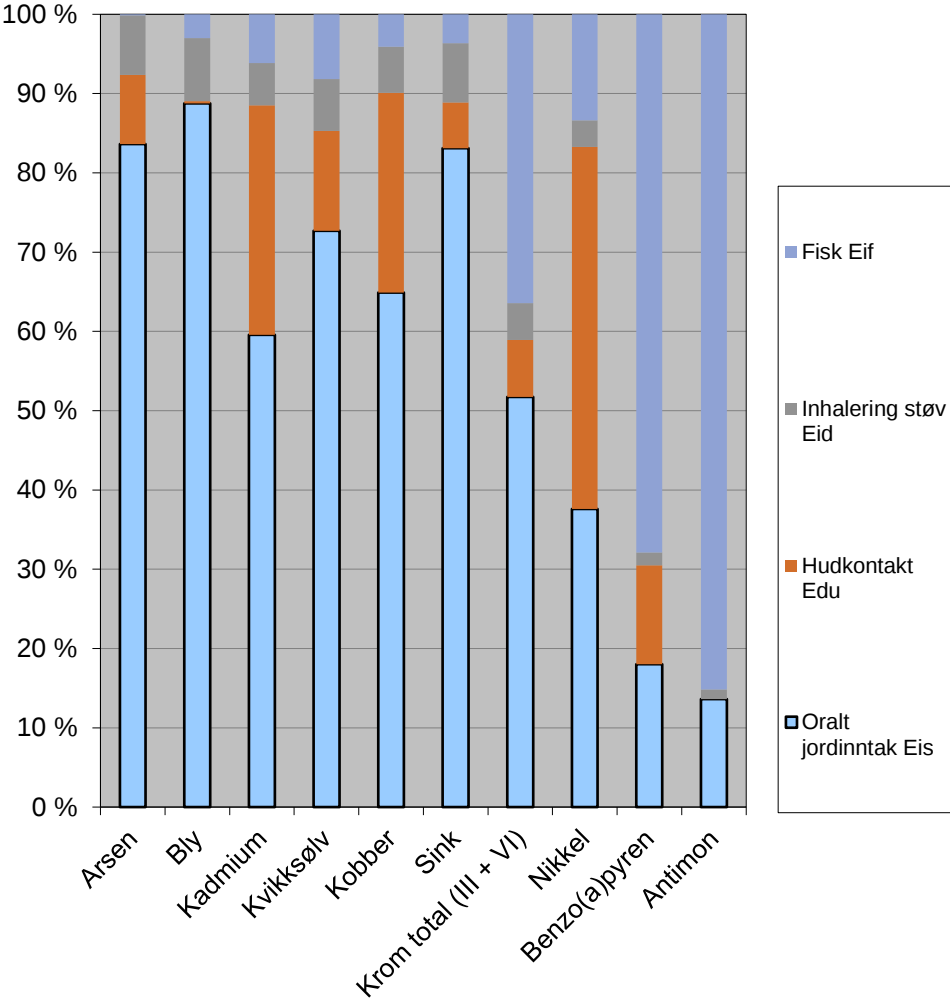
Relativt bidrag av eksponeringsmekanismer for human helse, voksen (middel)



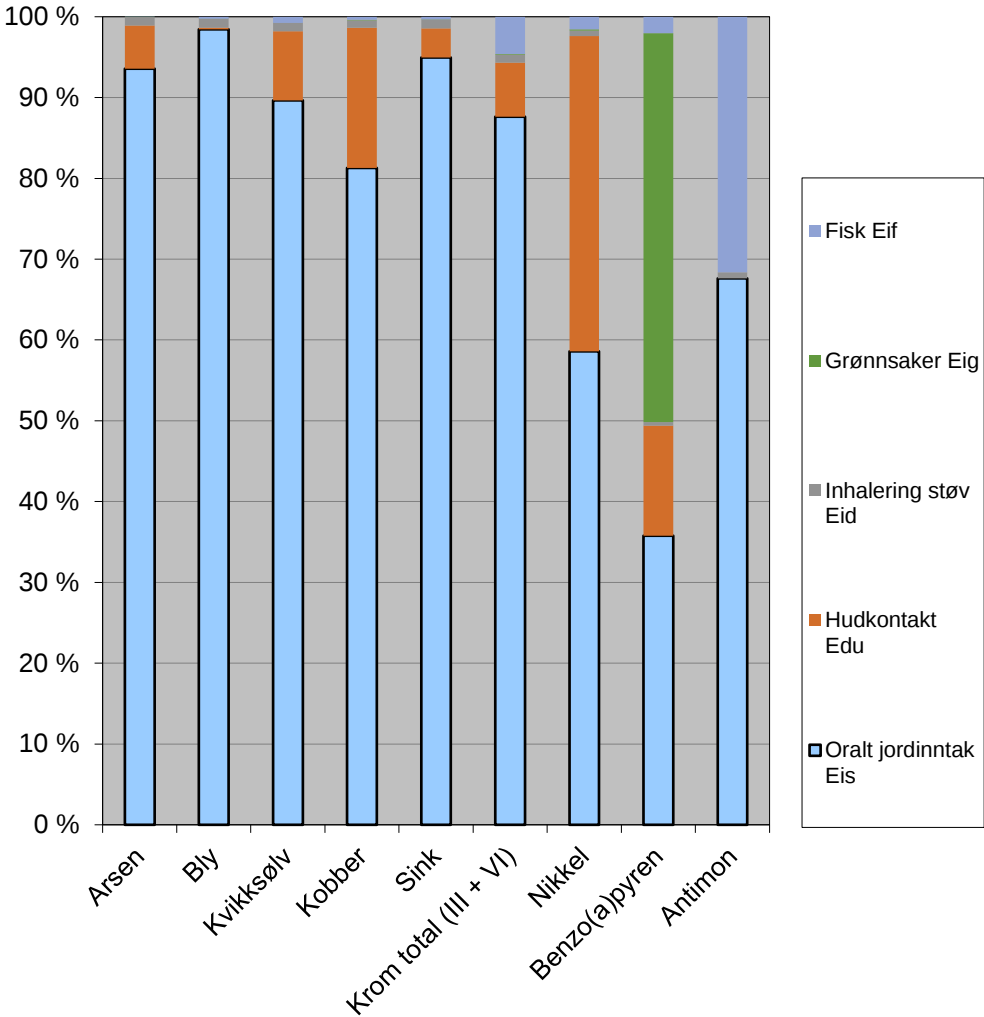
Relativt bidrag av eksponeringsmekanismer for human helse, barn (middel)



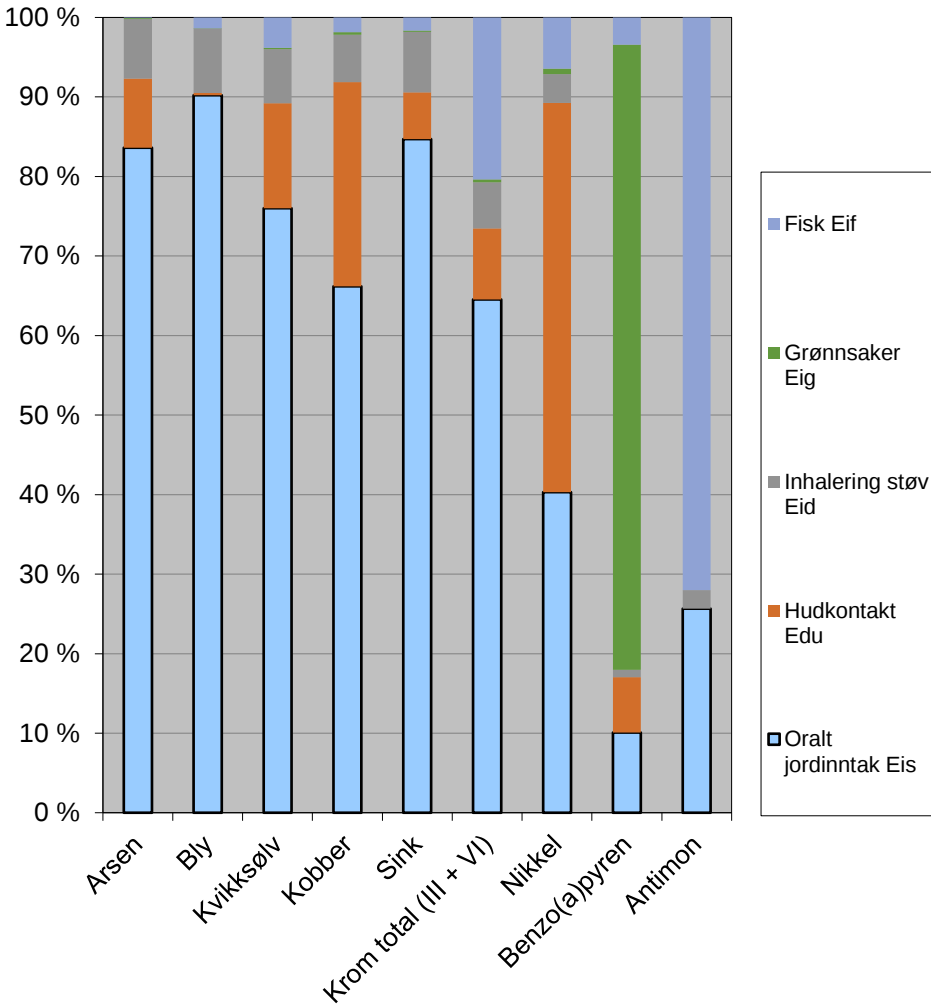
Relativt bidrag av eksponeringsmekanismer for human helse, voksen (middel)



Relativt bidrag av eksponeringsmekanismer for human helse, barn (middel)

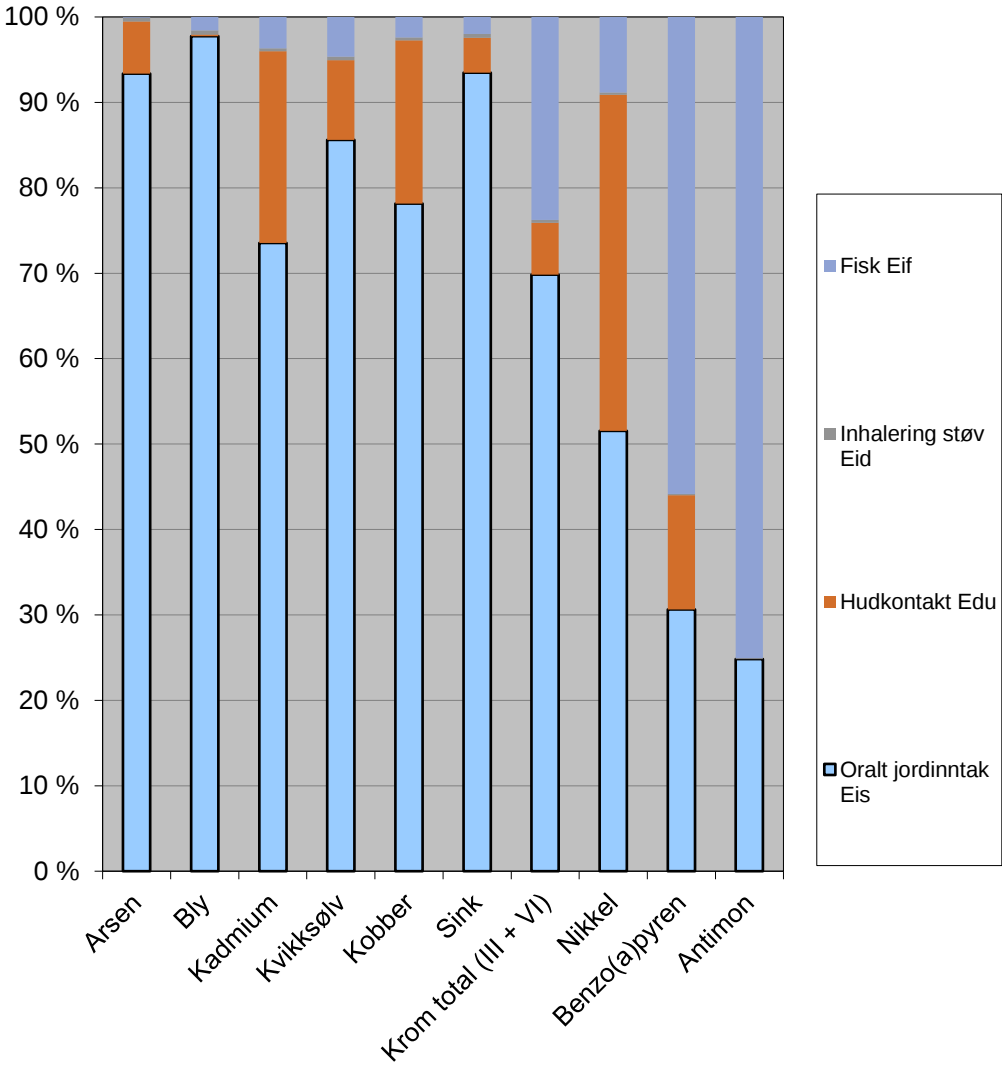


Relativt bidrag av eksponeringsmekanismer for human helse, voksen (middel)

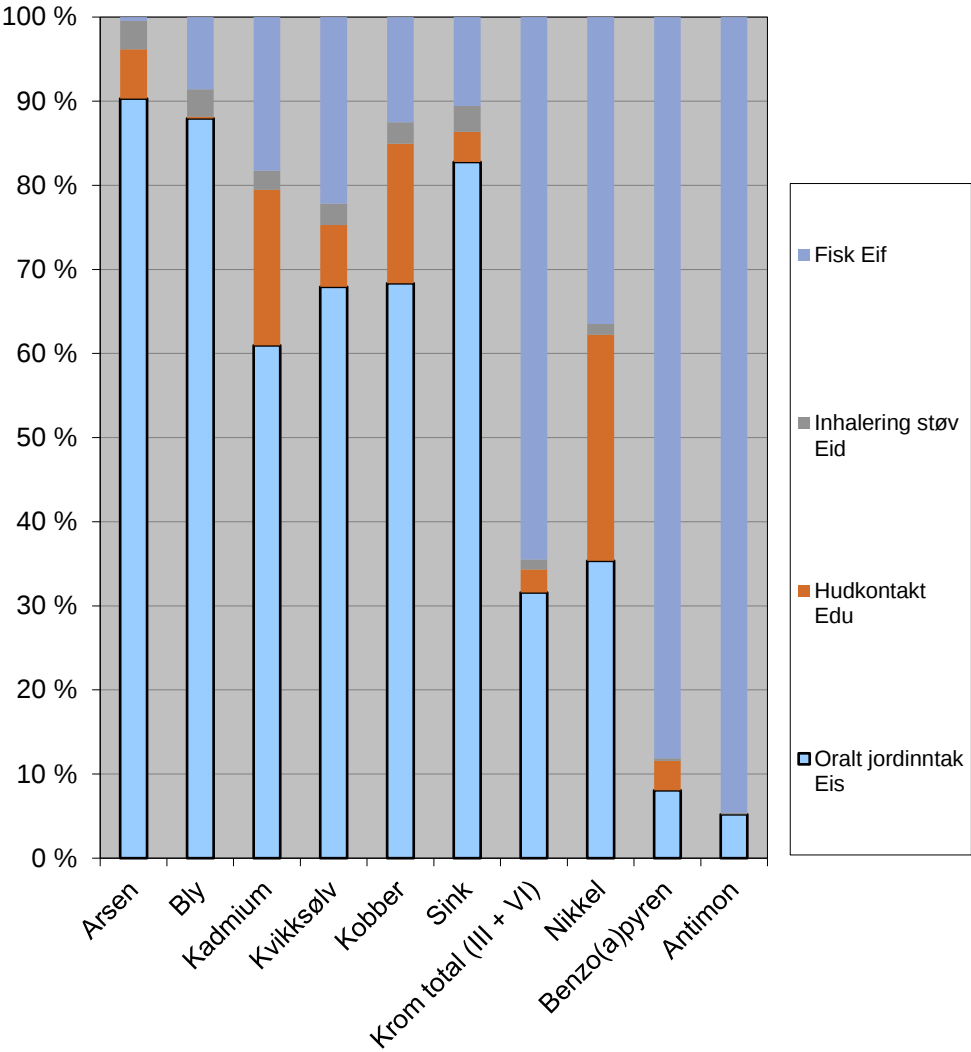


Området brukt til bading (blått område)

Relativt bidrag av eksponeringsmekanismer for human helse, barn (middel)

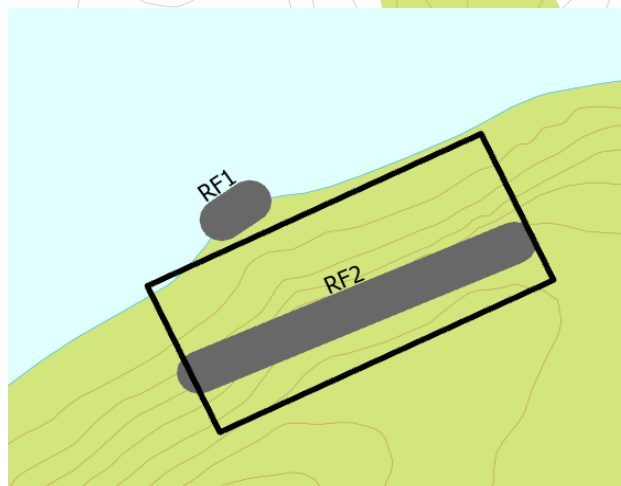
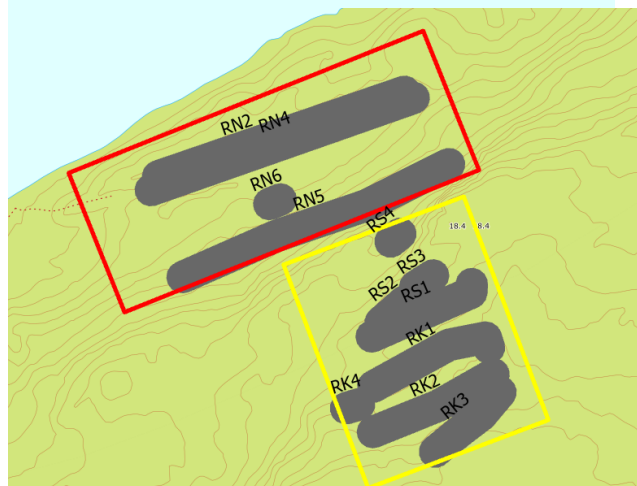
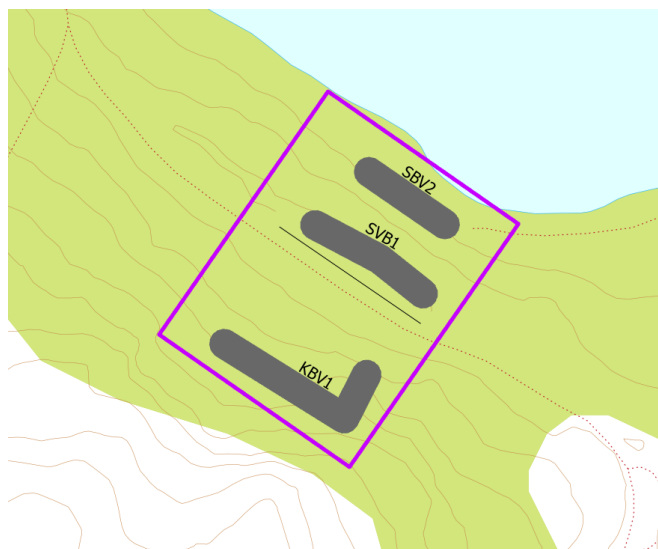
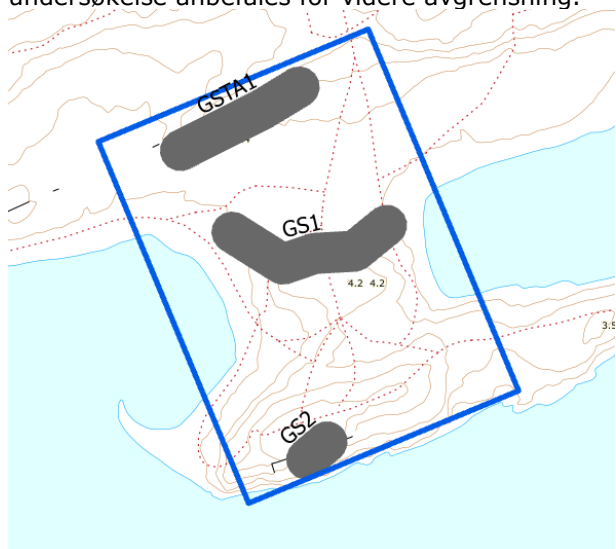


Relativt bidrag av eksponeringsmekanismer for human helse, voksen (middel)

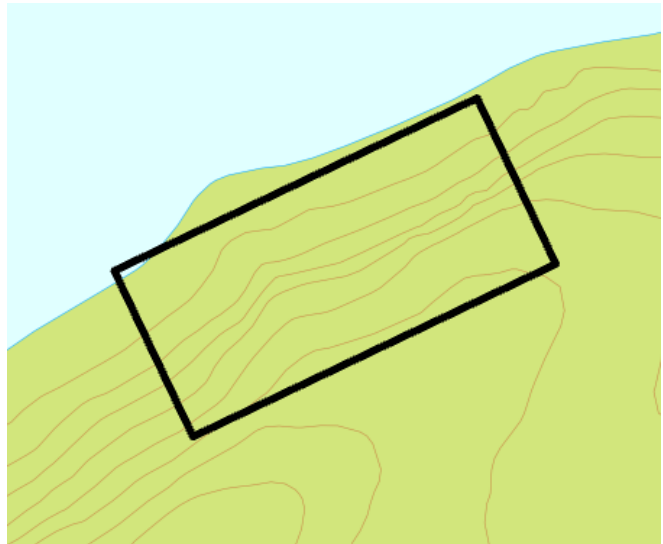
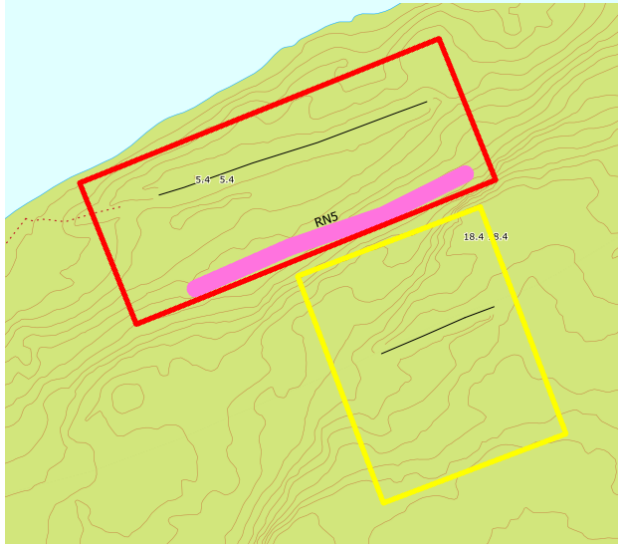
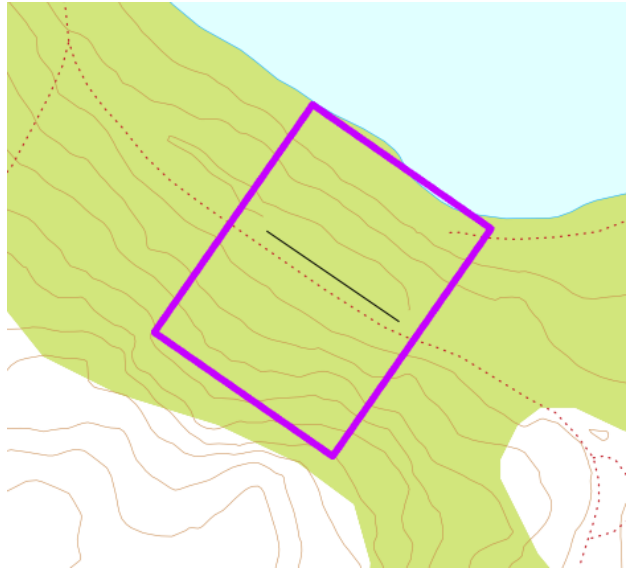
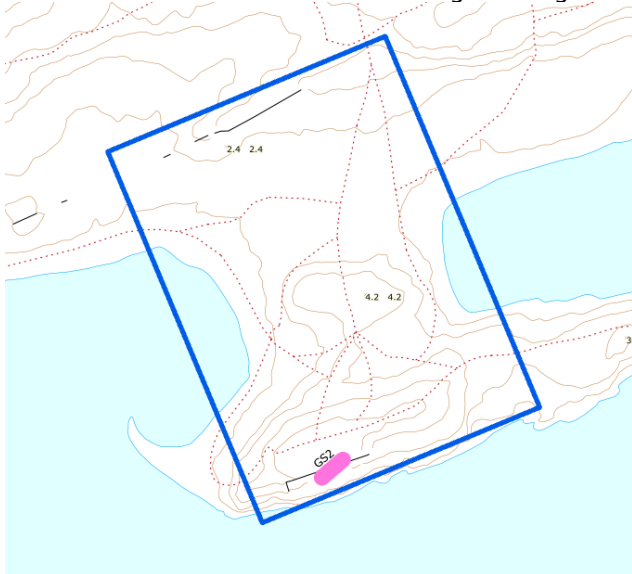


Vedlegg 5 – Overskridelser av foreslåtte akseptkriterier i kart

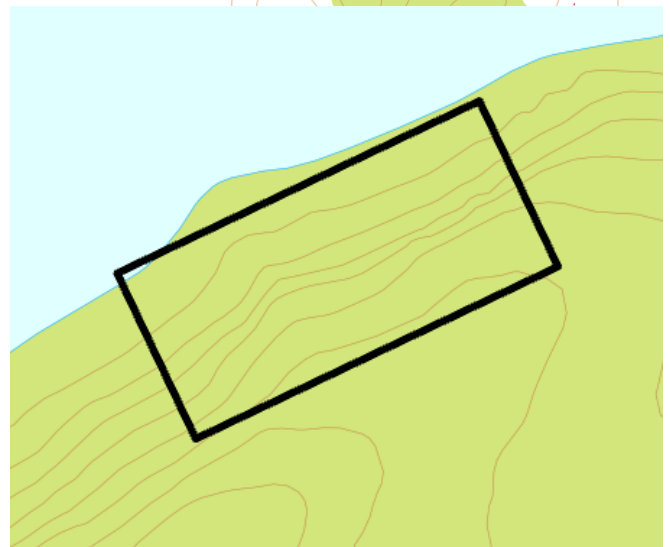
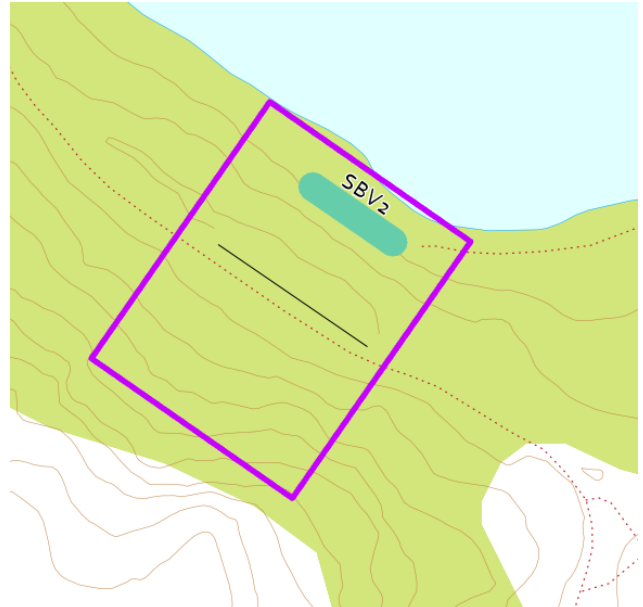
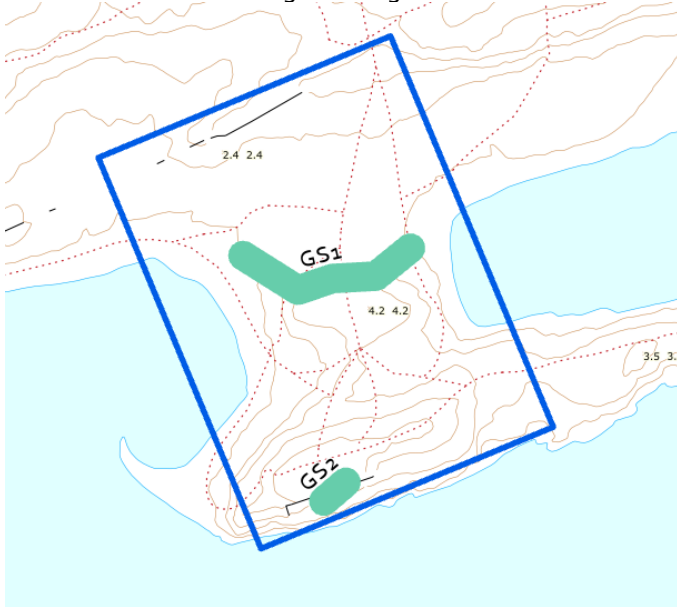
Figuren viser plassering av prøver med påviste overskridelser av foreslått akseptkriterie for **bly** med grå farge. Utstrekningen er basert på den innledende grunnundersøkelsen og viser derfor minimumsarealer for tiltak. Det er vurderes sannsynlig at de forurensede områdene i realitet er større. En supplerende undersøkelse anbefales for videre avgrensning.



Figuren viser plassering av prøver med påviste overskridelser av foreslått akseptkriterie for **antimon** med lilla farge. Utstrekningen er basert på den innledende grunnundersøkelsen og viser derfor minimumsarealer for tiltak. Det er vurderes sannsynlig at de forurensede områdene i realitet er større. En supplerende undersøkelse anbefales for videre avgrensning.



Figuren viser plassering av prøver med påviste overskridelser av foreslått akseptkriterie for **sum16-PAH** med lilla farge. Utstrekningen er basert på den innledende grunnundersøkelsen og viser derfor minimumsarealer for tiltak. Det er vurderes sannsynlig at de forurensede områdene i realitet er større. En supplerende undersøkelse anbefales for videre avgrensning.



Figuren viser plassering av prøver med påviste overskridelser av foreslått akseptkriterie for **benzo[a]pyren** med gul/grønn farge. Utstrekningen er basert på den innledende grunnundersøkelsen og viser derfor minimumsarealer for tiltak. Det er vurderes sannsynlig at de forurensede områdene i realitet er større. En supplerende undersøkelse anbefales for videre avgrensning.

