

# Miljøtekniske undersøkelser

Løvenskiold skytebane, 2023



## Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	NSF Løvenskioldbanen AS
Tittel på rapport:	Miljøtekniske undersøkelser
Oppdragsnavn:	Supplerende prøvetaking
Oppdragsnummer:	606691-04
Utarbeidet av:	Maria Haugen
Oppdragsleder:	Petter Snilsberg
Tilgjengelighet:	Åpen

## Kort sammendrag

Statsforvalteren i Oslo og Viken sendte 29. mars 2023 et pålegg om forundersøkelser og utarbeidelse av detaljert tiltaksplan for Løvenskiold skytesenter til Norges skytterforbund og NSF Løvenskioldbanen AS. Asplan Viak er engasjert av NSF Løvenskioldbanen AS for å bistå med gjennomføringen av arbeidet.

Formålet med videre kartlegging av forurensning på Løvenskiold skytebane er å få en oversikt over den totale forurensningen ved skytebanene. Resultatene skal benyttes som en del av grunnlaget for utarbeidelse av en tiltaksplan for opprydning på leirduebanen. I pålegget er følgende arbeid spesifisert:

- Kartlegge grunnforurensning ved rifle-, pistol- og kortholdsbanen, i tillegg til leirduebanen.
- Kartlegge grunnforurensningen i elveløpet til øvre del av Ilabekken.
- Kartlegge vanddyp i tjernet, type og mektighet av myra både i tjernet og mot fastmark.
- Utføre spredningsvurdering med nytt verktøy som også tar for seg de nye kartlagte områdene.

---

01	4. okt. 2023	Nytt dokument	MH	PS
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS

Denne rapporten inneholder resultater fra kartlegging av grunnforurensning på Løvenskiold skytebane fra perioden 2020-2023.

## Forord

Asplan Viak AS er engasjert av NSF Løvenskioldbanen AS for å kartlegge grunnforurensning på Løvenskiold skytebane.

Petter Snilsberg er oppdragsleder. Rapporten er utarbeidet av Maria Haugen, Mads Erik Tveraa og Mari Katrine Tvedten.

Ås, 04.10.2023

Petter Snilsberg

Oppdragsleder

Petter Snilsberg

Kvalitetssikrer

# Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	5
	1.1. Formål	5
	1.2. Grunnlagsmateriale	6
2.	Områdebeskrivelse	7
	2.1. Beliggenhet	7
	2.2. Beskrivelse av eksisterende anlegg	8
	2.3. Historisk bruk	11
	2.4. Grunnlagsdata	14
	2.5. Nedbørfelt og vassdrag	21
3.	Kartlegging av grunnforurensning	25
	3.1. Tilstandsklasser og akseptkriterier	25
	3.2. Skytebaner og forurensning	28
	3.3. Tidligere gjennomførte undersøkelser	31
	3.4. Kartlegging iht. pålegg fra SFOV (2020-2023)	32
4.	Resultater	35
	4.1. Sammenlikning av XRF og laboratorieanalyser	35
	4.2. Presentasjon av delområder	39
	4.3. Leirduebanen	41
	4.4. Riflebanene	70
	4.5. Pistolbanene	84
	4.6. Ilabekken	95
A.	Vedlegg til rapporten	103
	A.1. Kart over kartlagt forurensning	103
	B. Rapport: Georadarundersøkelser av myr	125

# 1. Innledning

## 1.1. Formål

Statsforvalteren i Oslo og Viken sendte 29. mars 2023 et pålegg om forundersøkelser og utarbeidelse av detaljert tiltaksplan for Løvenskiold skytesenter til Norges skytterforbund og NSF Løvenskioldbanen AS. Asplan Viak er engasjert av NSF Løvenskioldbanen AS for å bistå med gjennomføringen av arbeidet.

Pålegget inneholder to hoveddeler:

- Supplerende kartlegging av grunnforurensning på Løvenskiold skytebane.
- Utarbeidelse av en detaljert tiltaksplan for opprydning av forurenset grunn i og rundt leirduebanen.

Formålet med videre kartlegging av forurensning på Løvenskiold skytebane er å få en oversikt over den totale forurensningen ved skytebanene. Resultatene skal benyttes som en del av grunnlaget for utarbeidelse av en tiltaksplan for opprydning på leirduebanen. I pålegget er følgende arbeid spesifisert:

- Kartlegge grunnforurensning ved rifle-, pistol- og kortholdsbanen, i tillegg til leirduebanen.
- Kartlegge grunnforurensningen i elveløpet til øvre del av Ilabekken.
- Kartlegge vanddyp i tjernet, type og mektighet av myra både i tjernet og mot fastmark.
- Utføre spredningsvurdering med nytt verktøy som også tar for seg de nye kartlagte områdene.

Denne rapporten inneholder resultater fra kartlegging av grunnforurensning på Løvenskiold skytebane fra perioden 2020-2023. Tiltaksplan for opprydning av forurenset grunn leveres i en egen rapport.

Leveranse til Statsforvalteren 01.12.23:

- Miljøtekniske undersøkelser, Løvenskiold skytebane
- Tiltaksplan for leirduebanen

## 1.2. Grunnlagsmateriale

Fylkesmannen i Oslo og Akershus (nå Statsforvalteren i Oslo og Viken) gjennomførte i 2015 et tilsyn på Løvenskioldbanen. I etterkant har NSF gjennomført omfattende arbeider for å følge opp miljøsituasjonen, både med kartlegging av forurenset grunn og overvåking av spredning til berørte vannforekomster. Punktene under inneholder en oversikt over relevante rapporter og notater fra perioden 2013-2022.

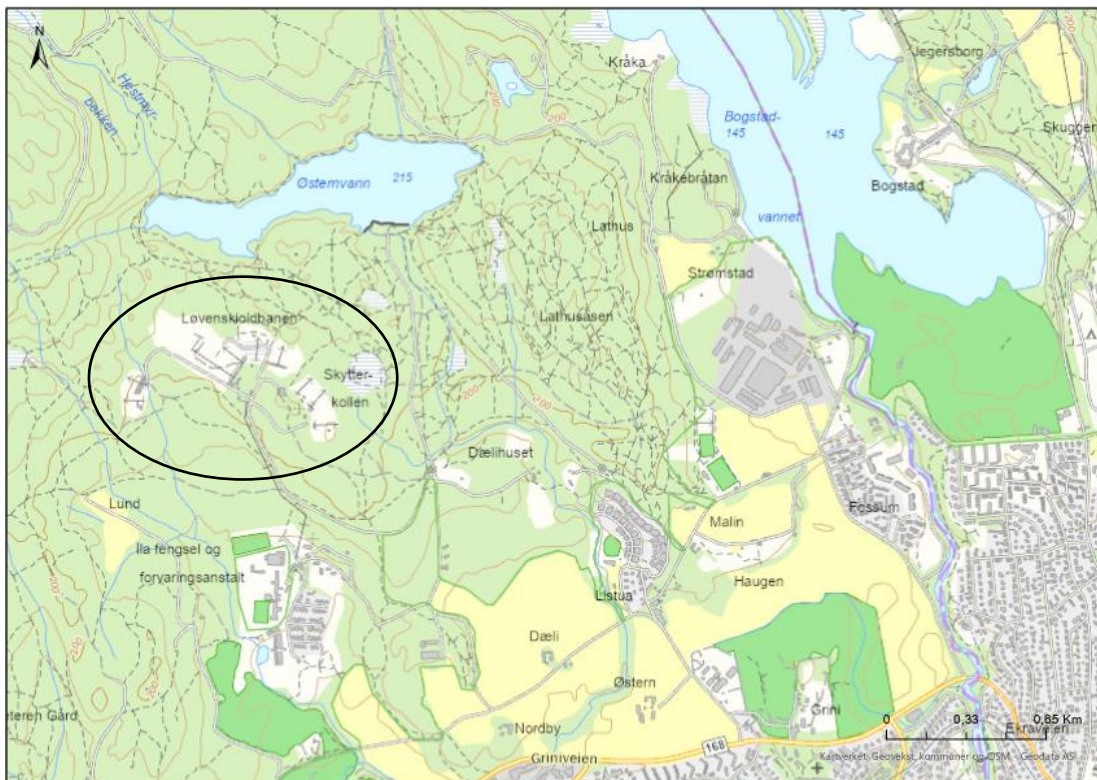
- «Kartlegging av biologiske verdier ved Løvenskioldbanen» Biofokus 2013.
- «Forurenset grunn og tiltak, Løvenskioldbanen» (Asplan Viak, 2016)
- «Renseløsninger for avrenning fra Løvenskioldbanen» (Asplan Viak, 2019)
- «Sårbarhetsvurdering av leirduebanen» (Asplan Viak, 2019)
- «Mulige tiltak på Løvenskiold skytebane» (Asplan Viak, 2019)
- «Vurdering av strakstiltak mot spredning av blyforurensning ved Løvenskiold skytebane» for perioden 2020-2021 og 2021-2022 (Asplan Viak, 2021 og 2022)
- «Tiltaksorientert overvåkingsprogram 2020-2022 og 2022-2023» (Asplan Viak, 2022)

## 2. Områdebeskrivelse

### 2.1. Beliggenhet

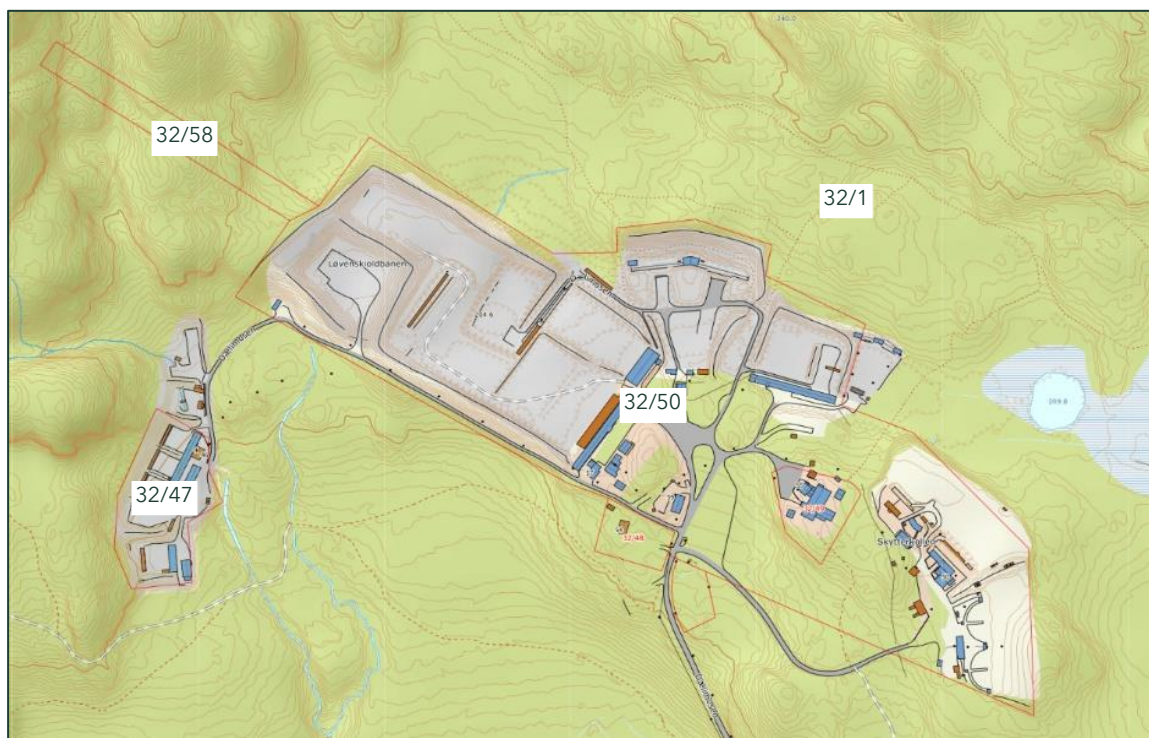
Løvenskiold skytebane er Norges største sivile anlegg for skytesport og har eksistert siden 1951. Anlegget ligger i Bærum kommune, sør for Østervann og nord for Ila fengsel (Figur 1). Største andel av Løvenskioldbanen ligger på gnr/bnr 32/47 og 32/50, som ble skjenket til Norges Skytterforbund av Carl Otto Løvenskiold ved etableringen av skyteanlegget (Figur 2). Enkelte deler av dagens anlegg ligger på gnr/bnr 32/1, som eies av Carl Otto Løvenskiold. Det er opprettet en leieavtale mellom NSF og Carl Otto Løvenskiold for villsvinbanen og nedslagsfeltet til leirduebanene.

Gnr/bnr 32/58 har tidligere vært i bruk som 600 m, men denne banen er i dag nedlagt. Hjemmelshaver er Carl Otto Løvenskiold.



Figur 1. Løvenskiold skytebane, også kalt Løvenskioldbanen, ligger i Bærum kommune.





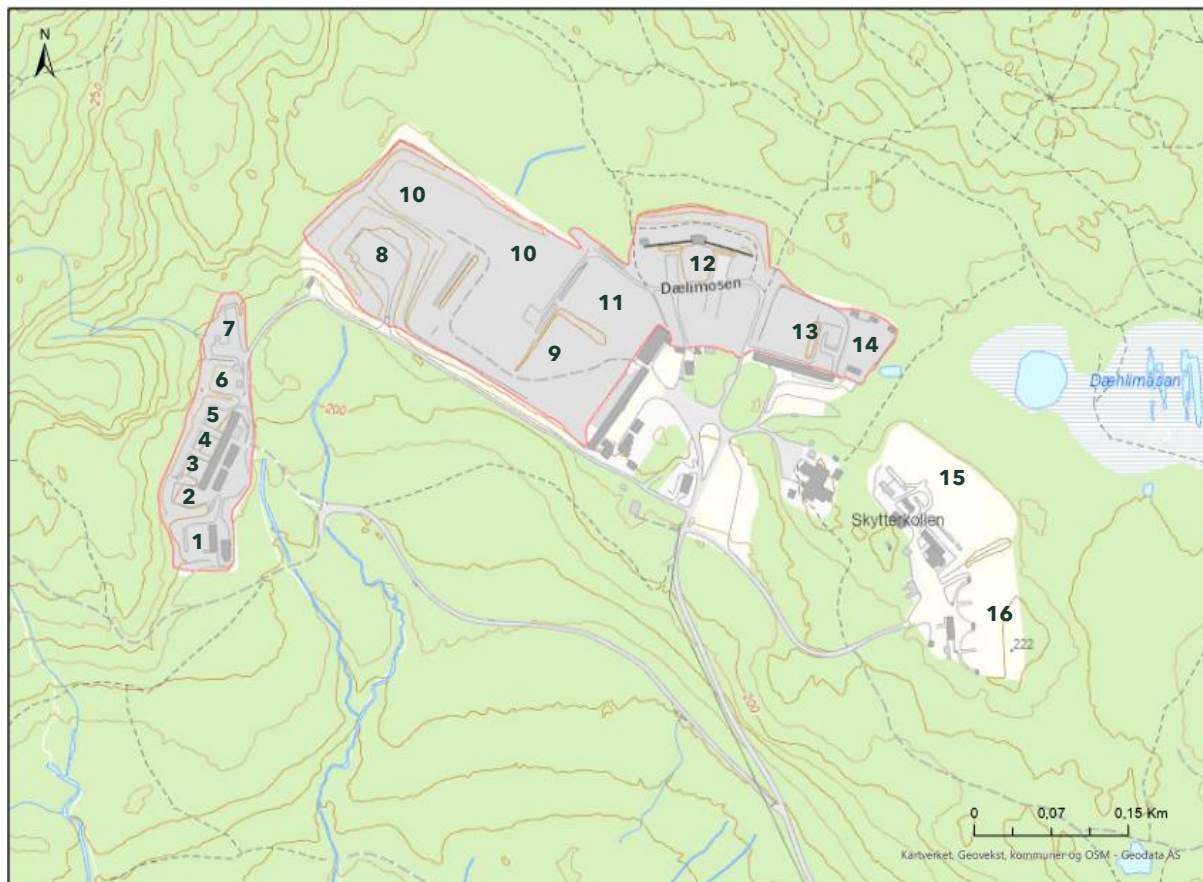
Figur 2. Den største delen av Løvenskiold skytebane ligger på gnr/bnr 32/47 og 32/50, som eies av Norges Skytterforbund. Enkelte deler av banen ligger på gnr/bnr 32/1, som eies av Carl Otto Løvenskiold.

## 2.2. Beskrivelse av eksisterende anlegg

Løvenskiold skytebane, også kalt Løvenskioldbanen, er Norges største sivile anlegg for skytesport. Anlegget har eksistert siden 1951, og brukes både til trening og til lokale og internasjonale konkurranser. Dagens skytebaneområde består av pistol- og feltbaner (1-8), rifle- og kortholdsbaner (9-14) og leirduebaner med jegertrap, sportingbane og skeetbaner (15 og 16) (Figur 3).

Skyteanlegget brukes av sportsskyttere og jegere, og Oslo politidistrikt og HMK Garden bruker skyteanlegget som hovedtreningsbane for både rifle og pistol.

Pr. 2023 skytes det nærmere 5 millioner skudd årlig på Løvenskiold skytebane (Rieber prosjekt, 2014). Alle skytebanene, med unntak av leirduebanene, har kulefangere av oppbygde voller eller naturlig terreng. Fra leirduebanene skytes det ut i terrenget innenfor en vifte på 220-300 m fra standplass.



1	Bærum pistolklubb	5	NOP	9	Riflebane (200 m)	13	Miniatyrbane (Rifle 50 m, pistol 25 m)
2	Fellesbanen	6	NOP Feltbaner	10	Kortholdsbaner	14	Viltmålbane / Grisebanen (50 m)
3	Oslo pistolklubb	7	NOP Feltbaner	11	Riflebane (100 m)	15	OL- og jegertrapbane Sportingbane
4	OSS	8	Svingen - Feltbane	12	Riflebane (hjort)	16	Skeetbane

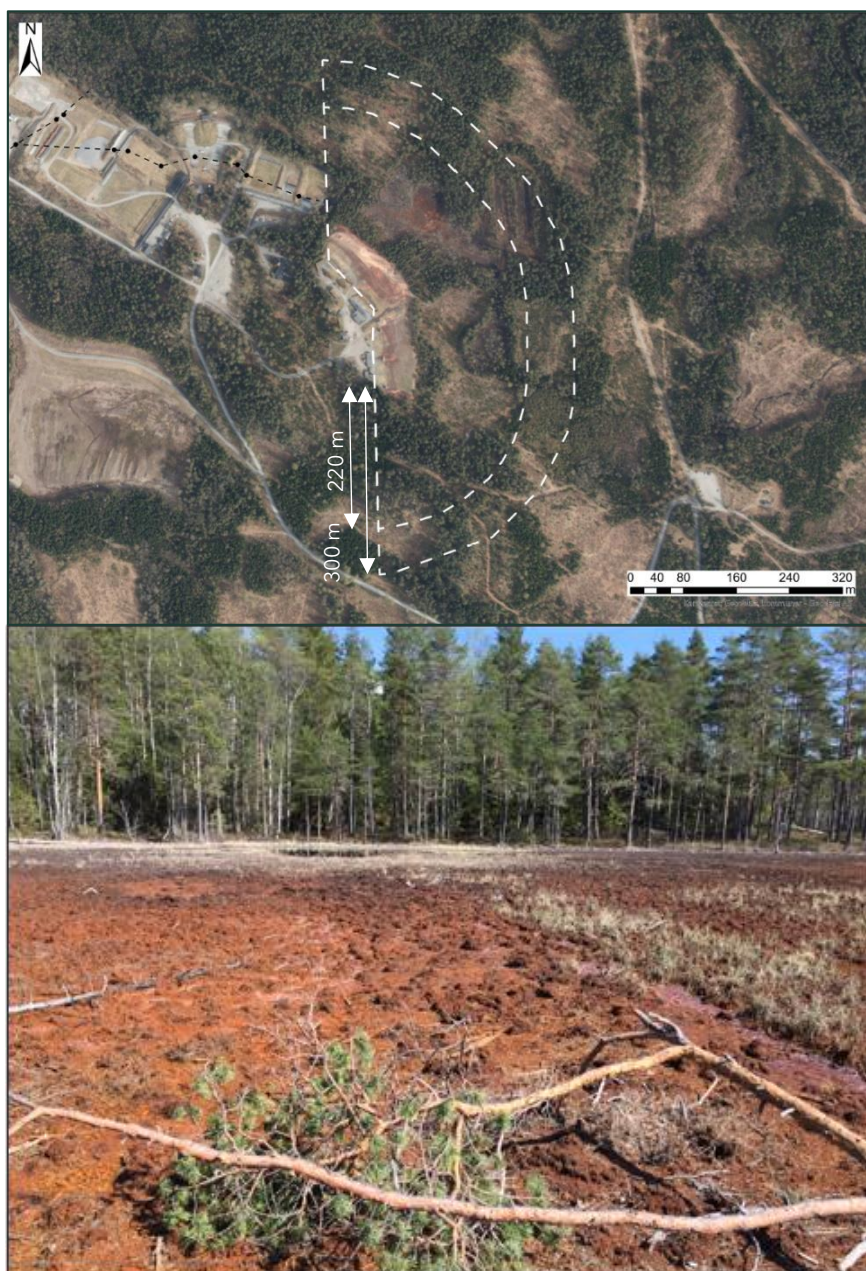
Figur 3. Oversikt over skytebaner på Løvenskiold skytebane.

### Leirduebanene

Leirduebanene består av OL- og jegertrapbaner, sportingbane og skeetbaner. På leirduebanene er det i perioden 1951-2002 skutt om lag 750 000 hagleskudd i året utover et område på ca. 2 km<sup>2</sup> (Rieber Prosjekt, 2014). Bruk av blyhagl på norske skytebaner ble forbudt i 2002, og ammunisjonen på leirduebanen ble endret fra bly- til stålhagl. Landslagsskyttere hadde dispensasjon for å skyte med bly på Løvenskioldbanen frem til 2010. Etter 2018 er det ikke skutt med blyhagl på banen.

Forventet nedslagsområde for hagl strekker seg i en vifteform ca. 200-230 m ut fra standplass. I nedslagsfeltet til leirduebanen ligger det et myrområde kalt Dæhlimåsan. Østre del av myrområdet har vært brukt til torvuttak. Vestre del av myren består av et delvis gjengrodd tjern med åpent vannspeil. Resten av nedslagsfeltet er dekket med skogsvegetasjon.

Stålhagl som er akkumulert i fuktige områder innenfor nedslagsfeltet fra 2002 til i dag har korrodert og gir myrområdet en rustrød farge (Figur 4).



Figur 4. Nedslagsfelt for hagl er markert med hvit stiplet linje. Den største andelen hagl faller ned innenfor en vifteform som strekker seg opptil 230 m fra standplass.

## 2.3. Historisk bruk

Deler av historien til Løvenskioldbanen er beskrevet i jubileumsboken *Norges Skytterforbund 75 år (1946-2021)* av Svein-Erik Tosterud. Løvenskioldbanen sto ferdig i 1951, og inkluderte da 60 skiver på 60 m, 20 på 100 m, 60 på 300 m, 6 på 600 m, to hjortebaner, to baner for olympisk trap, to baner for skeet og tre pistolbaner.

Historiske flyfoto fra 1956, 1980, 2004 og 2008 viser at plasseringen av skytebanene og skyteretningen i stor grad har vært lik fra banen ble bygget i 1951 til i dag (Figur 5). Riflebanen på 600 m er synlig på flyfoto fra 1956, men er antatt nedlagt før flyfoto ble tatt i 1980. Det er gjort mindre endringer i skytebanens totale areal, blant annet med nye feltbaner ved pistolbanene og viltmålbane øst for miniatyrbanene.

Gjennom brukstiden til Løvenskiold skytebane er det gjort flere terrengendringer. Stedlige masser er gravd i og flyttet på for å bygge voller, og det er tilkjørt store mengder masser i flere omganger. Den fullstendige oversikten over når det har blitt kjørt til masser og hvor massene er hentet fra er ikke kjent. I utdrag fra jubileumsboken *Norges Skytterforbund 75 år (1946-2021)* av Svein-Erik Tosterud er det beskrevet at det på 1970-tallet ble det gitt klarsignal for å bruke Løvenskioldbanen som fyllplass for massene fra utbyggingen av Ring 2 på vestsiden av Oslo.

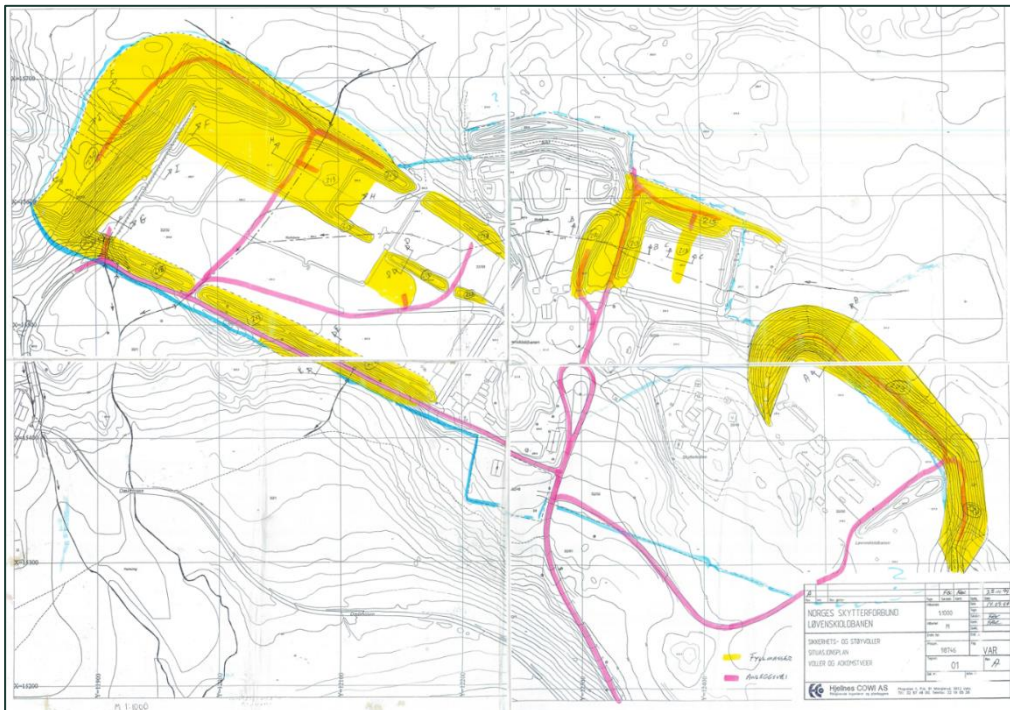
På 1990-tallet ble det laget en plan for etablering av store voller på riflebanene, som er skissert i Figur 6. Flyfoto fra 2004 viser prosessen med oppbygging av nye voller. På dette tidspunktet er også terrenget foran standplass på leirduebanene fylt ut.

Kjente områder som er bygget opp med fyllmasser:

- Parkeringsareal ved pistolbanene
- Avgrensende voller på rifle- og kortholdsbanene
- Oppfylling i bakkant av østlige voller på riflebanene
- Utfylling av terrenget foran standplass på leirduebanene



Figur 5. Flyfoto av Løvenskioldbanen fra 1956, 1980, 2004 og 2008. Plasseringen av skytebanene og skyteretningen har i stor grad vært lik fra banene ble bygget til i dag. Flyfoto fra 1980 viser at miniatyrbanene er utvidet i østlig retning med dagens viltmålbane, og det er gjennomført gravearbeid på riflebanene. I 2004 viser flyfoto utvidelse av pistolbanene med feltbaner, gravearbeid i forbindelse med etablering av nye voller med tilkjørte masser på riflebanene. Terrenget foran standplass på leirduebanene er også fylt ut sammenlignet med flyfoto fra 1980.



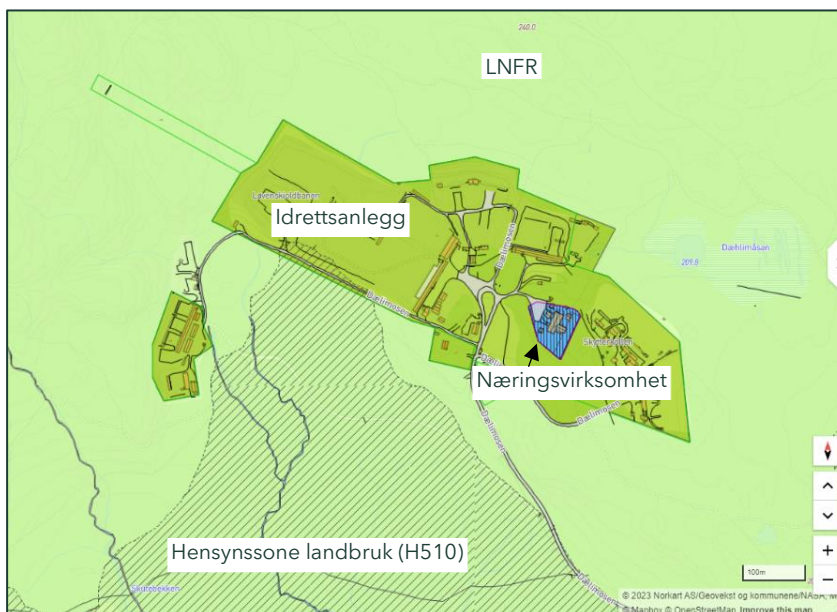
Figur 6. Plan for oppbygning av voller fra 1990-tallet.

## 2.4. Grunnlagsdata

### 2.4.1. Kommuneplan

I kommuneplanens arealdel 2022-2042 er gnr/bnr 32/47, gnr/bnr 32/50 og miniatyrbanen (gnr/bnr 32/1) avsatt til arealformål idrettsanlegg (Figur 7). Arealet rundt skyteanlegget er regulert til LNFR, og inkluderer den nedlagte 600 m-banen, feltskytebaner nord for pistolbanene og nedslagsfeltet til leirduebanen (trap- og skeetbaner). Sørlig del av riflebanene er omfattet av hensynssone landbruk (H510).

Hele skyteanlegget ligger innenfor markagrensen, som er fastsatt i «Lov om naturområder i Oslo og nærliggende kommuner (markaloven)» fra 2009. Formålet med loven er å fremme og tilrettelegge for friluftsliv, naturopplevelse og idrett. Marka er regulert til LNF-område etter plan- og bygningsloven, med presiseringer og unntak som følger av §§5 og 6 i markaloven. Av §§ 5 følger det at bygge- og anleggstiltak er forbudt i marka.



Figur 7. Utdrag fra kommuneplanens arealdel 2022-2042.

#### § 5. Forbud mot bygge- og anleggstiltak

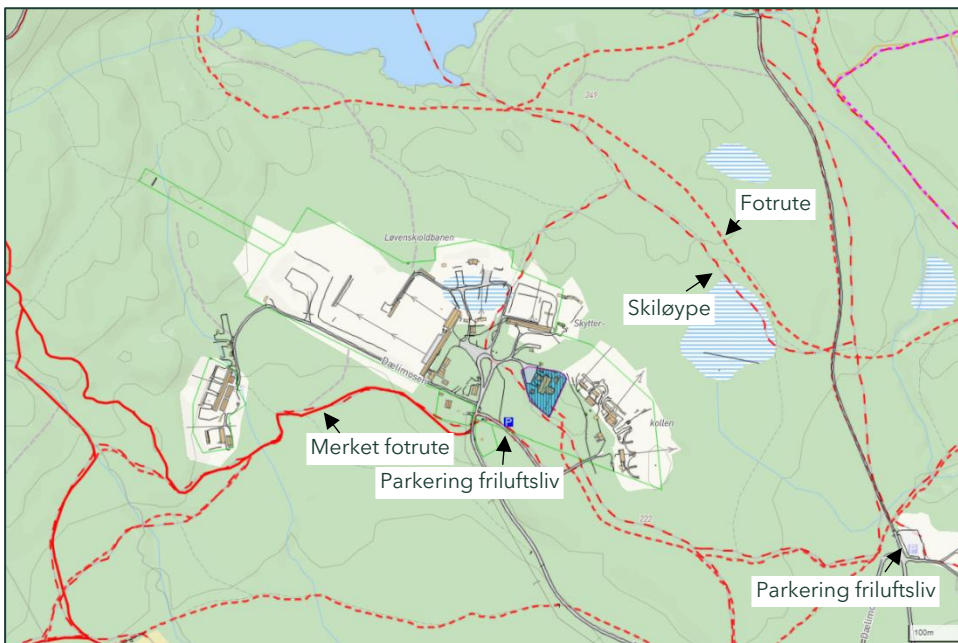
Bygge- og anleggstiltak er forbudt i Marka. Med bygge- og anleggstiltak menes tiltak som nevnt i [plan- og bygningsloven § 1-6](#), for eksempel oppføring, riving, endring, herunder fasadeendringer, endret bruk og andre tiltak knyttet til bygninger, konstruksjoner og anlegg, samt terrenginngrep og opprettelse og endring av eiendom.

Forbudet i første ledd omfatter ikke landbrukstiltak og tiltak som nevnt i [plan- og bygningsloven § 1-3](#) annet ledd eller som inngår i vedtak etter [§ 6-4](#) tredje ledd i samme lov.

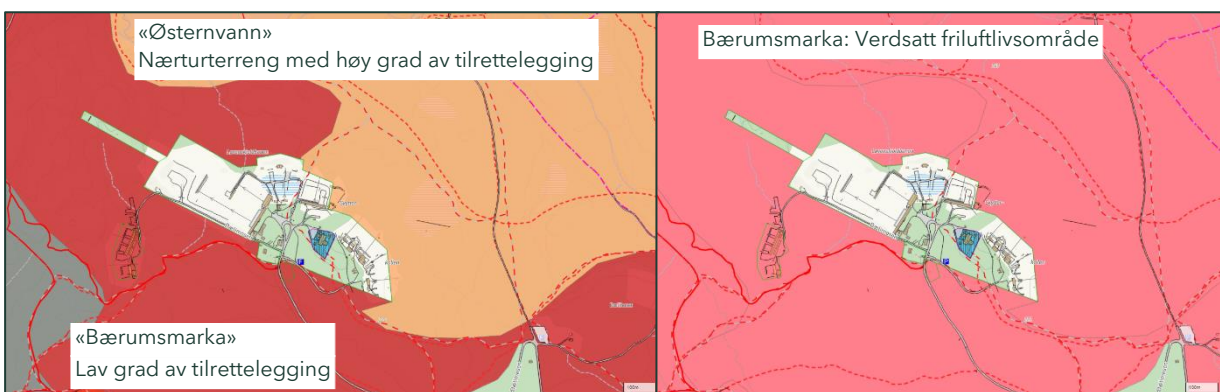
Figur 8. Utdrag fra § 5 i «Lov om naturområder i Oslo og nærliggende kommuner (markaloven)» fra 2009.

### 2.4.2. Friluftslivsinteresser

Løvenskioldbanen ligger i et svært populært friluftslivsområde som brukes på sommer- og vinterstid. Det er utfartsparkering ved skytebaneanlegget og ved grusveien mot Østernvann, omtrent 0,8 km fra Løvenskioldbanen. Fotruter og skiløyper er markert på Figur 9. Området rundt skytebanen er kartlagt som en del av friluftslivsområdet Bærumsmarka. Nordøst for skytebanen ligger et stort areal kartlagt som nærturterreng med høy grad av tilrettelegging, kalt Østernvann (Figur 10).



Figur 9. Fotruter og skiløyper i området rundt Løvenskiold skytebane.

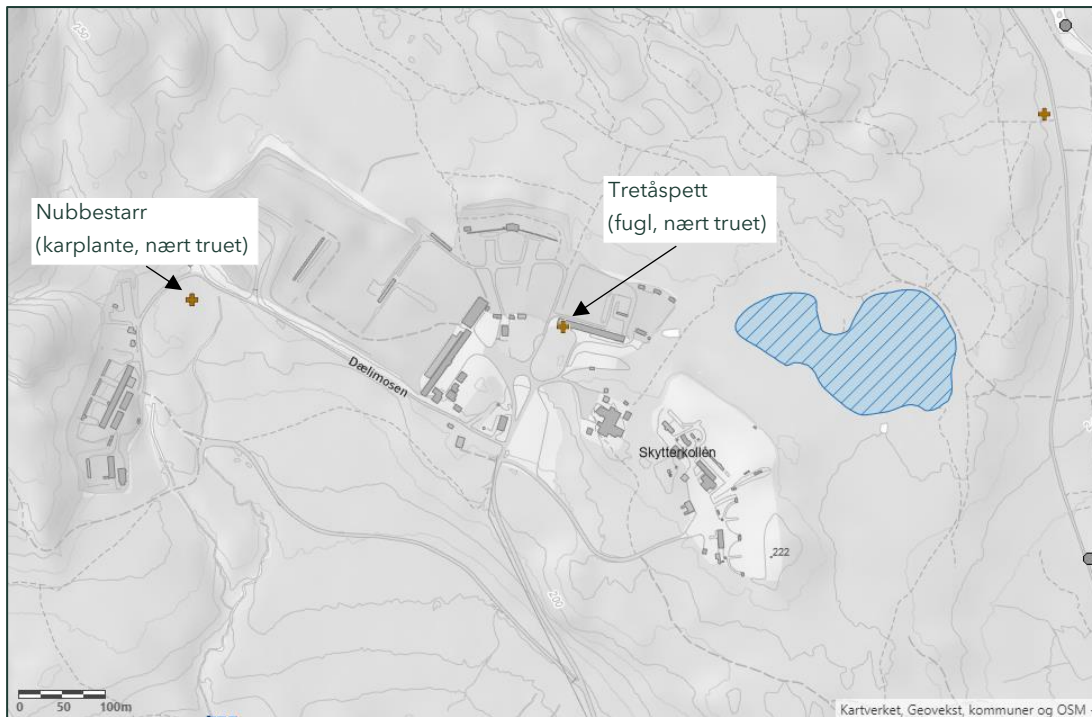


Figur 10. Fargede polygoner markerer kartlagte friluftslivsområder (venstre) og verdsatt friluftslivsområde (høyre).



### 2.4.3. Naturverdi

I databasen Naturbase fra Miljødirektoratet er det registrert observasjoner av to nært truede arter, nubbestarr (karplante) og tretåspett (fugl) i området ved Løvenskiold skytebane (Figur 11). Skytebanen ligger innenfor forvaltningsområde for bjørn, gaupe, jerv og ulv.



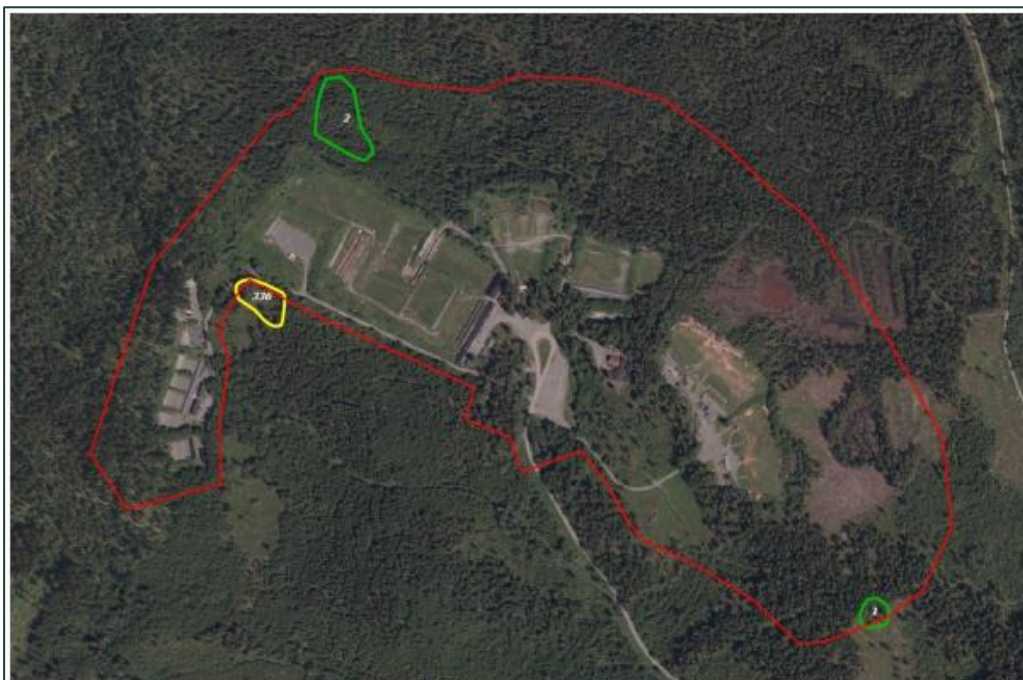
Figur 11. Utsnitt av kart over naturtyper og arter av nasjonal forvaltningsinteresse fra Miljødirektoratets database Naturmiljø.

Skogsområdet har begrenset løsmassedekke og består av gran-, furu- og bjørkeskog. I 2013 gjennomførte BioFokus en kartlegging av biologiske verdier ved Løvenskioldbanen på oppdrag av Rieber prosjekt AS. Kartleggingen resulterte i rapporten «Kartlegging av biologiske verdier ved Løvenskioldbanen». Arealavgrænsningen av kartleggingen samt viktige funn er vist i Figur 12. Utdrag fra oppsummeringen i rapporten er gjengitt under:

«Området anses tilstrekkelig kartlagt for å få en god oversikt over potensielle viktige biologiske områder. Sesongen for karplanter var god, mens en viktig artsgruppe som sopp ikke er vurdert. Fremmede arter, som det finnes en god del av innenfor planområdet, er ikke kartlagt i detalj, noe som er særlig viktig dersom masser skal flyttes ut av området.»

«En liten rikere løvsumpskog er avgrænsnet som naturtype med lokal verdi (C-verdi). Kun en liten del av denne naturtypen ligger innenfor undersøkelsesområdet. Ellers ble to områder avgrænsnet (en fattig sumpskog og en dam). Disse bør det forsøkes å ivaretas ved en

eventuell gjennomføring av planene for området. Det bør avklares hvorvidt det forekommer avrenning av tungmetaller fra planområdet til grunnvann eller bekker. En del svartelistearter ble registrert innenfor planområdet, og det må tas hensyn for å unngå at slike arter spres ytterligere. Vilt ble ikke vurdert i denne undersøkelsen.»



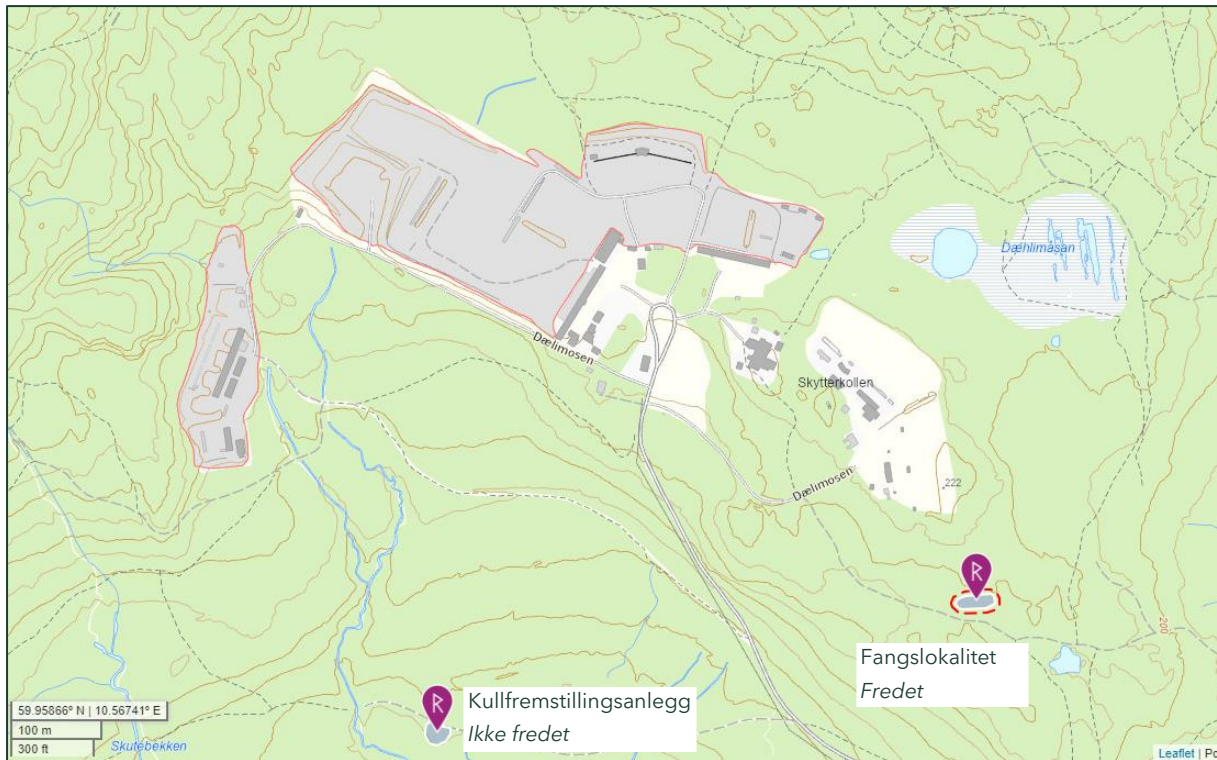
**Figur 1.** Ortofoto av undersøkelsesområdet (rød avgrensing) med avgrenset naturtype (gul) og to hensynsområder (grønne).

Figur 12. Figuren er hentet fra rapporten «Kartlegging av biologiske verdier ved Løvenskioldbanen» utarbeidet av BioFokus i 2013 på oppdrag fra Rieber prosjekt AS.

#### 2.4.4. Kulturminner

Det er registrert to kulturminner i området rundt Løvenskiold skytebane i kulturminnedatabasen Askeladden (Figur 13). Nær nedslagsfeltet til leirduebanen er det registrert en fangstgrop med diameter på 6 m og dybde på 85 cm. Fangstgropen er automatisk fredet av paragraf 4 i kulturminneloven av 1978 (kulturminneid: 174520-1).

Mellom Løvenskiold skytebane og Ila fengsel er de registrert et kullfremstillingsanlegg. Lokaliteten er ikke fredet.



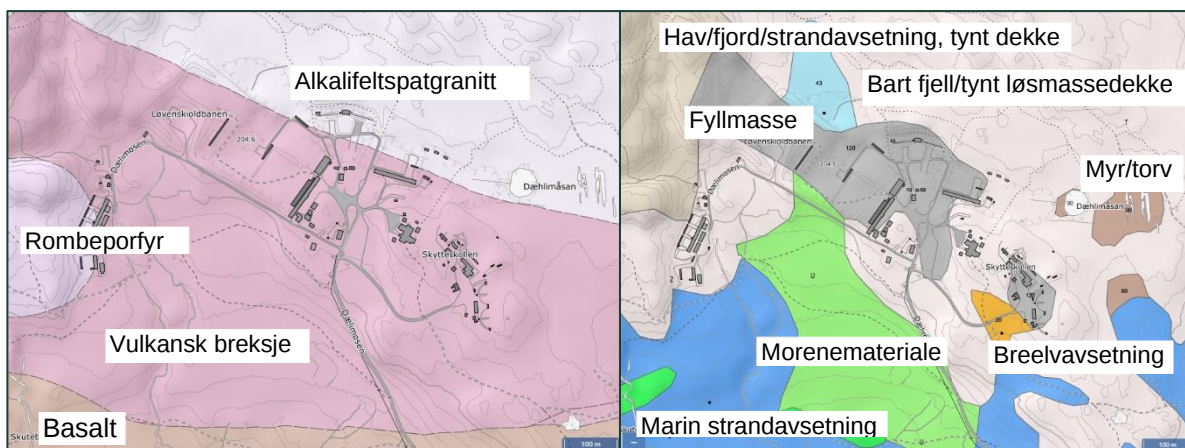
Figur 13. Registreringer i kulturminnedatabasen Askeladden ved Løvenskiold skytebane.

#### 2.4.5. Grunnforhold

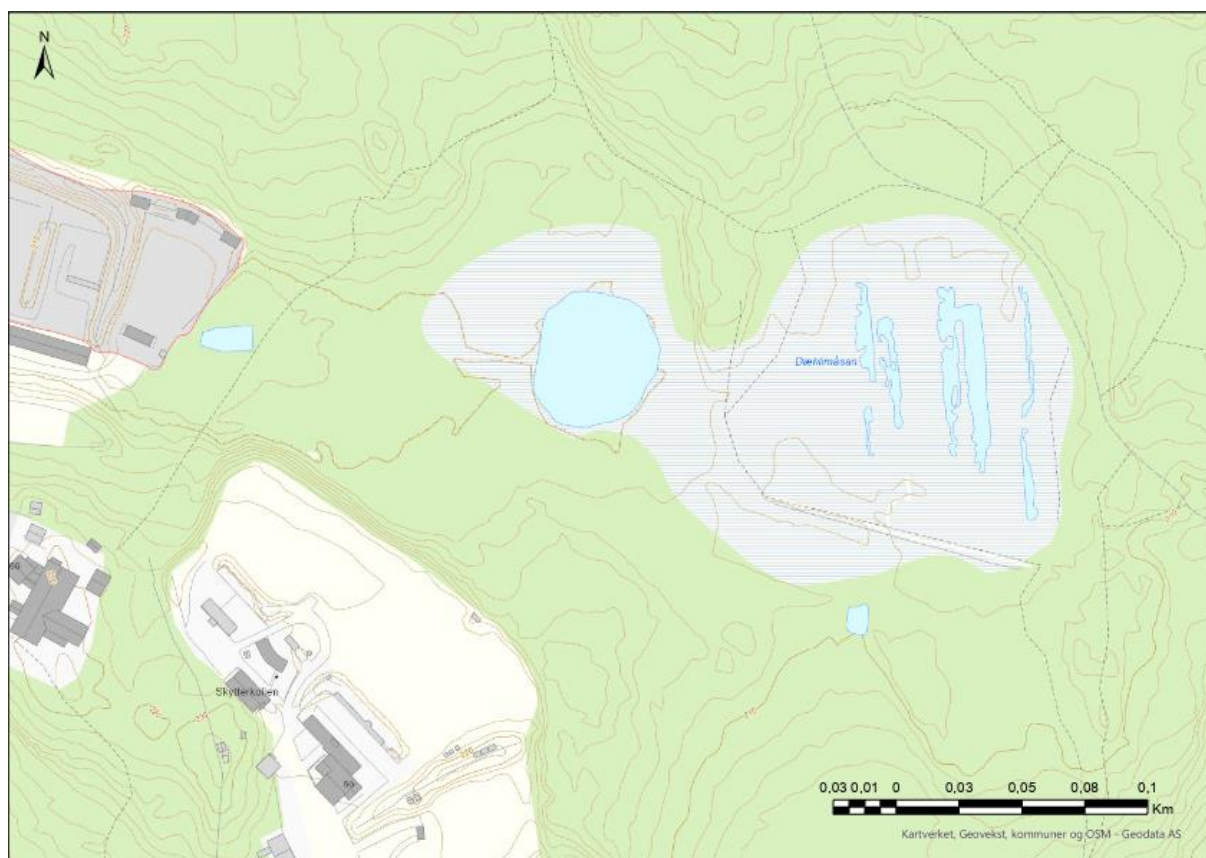
Berggrunnskart fra NGU viser at berggrunnen ved Løvenskiold skytebane er en del av en gruppe vulkanske bergarter som ble dannet i forbindelse med Osloriften (298,9-272,3 Ma). Berggrunnen under de nordligste skytebanene består av granitt. Det omfatter blant annet hjortebanen, miniatyrbanene og deler av nedslagsfeltet til leirduebanen (Figur 14). Resten av skytebaneområdet ligger på en vulkansk intrusiv breksje, i tillegg til noe rombeporfyrr ved de sørligste pistolbanene.

Nord for Løvenskiold skytebane ligger det kun et tynt lag med organisk materiale over berggrunnen. På kvartærgeologisk kart fra NGU er dette området beskrevet som «Bart fjell/tynt løsmassedecke» (Figur 14). Sør og øst for skytebaneområdet ligger det marine strandavsetninger og morenemateriale med varierende mektighet. Det er kjørt til fyllmasser på leirduebanen, riflebanene og pistolbanene.

I nedslagsfeltet til leirduebanen ligger det et myrområde kalt Dæhlimåsan. Østre del av myrområdet har vært brukt til torvuttak. Sporene etter uttaket kan observeres både på kart og i felt (Figur 15). Vestre del av myren består av et delvis gjengrodd tjern med åpent vannspeil.



Figur 14. Venstre: Berggrunnsgeologi ved Løvenskiols skytebane. Kartet er utarbeidet av NGU. Høyre: Kvartærgeologisk kart over løsmassene ved Løvenskiols skytebane. Kartet er utarbeidet av NGU.

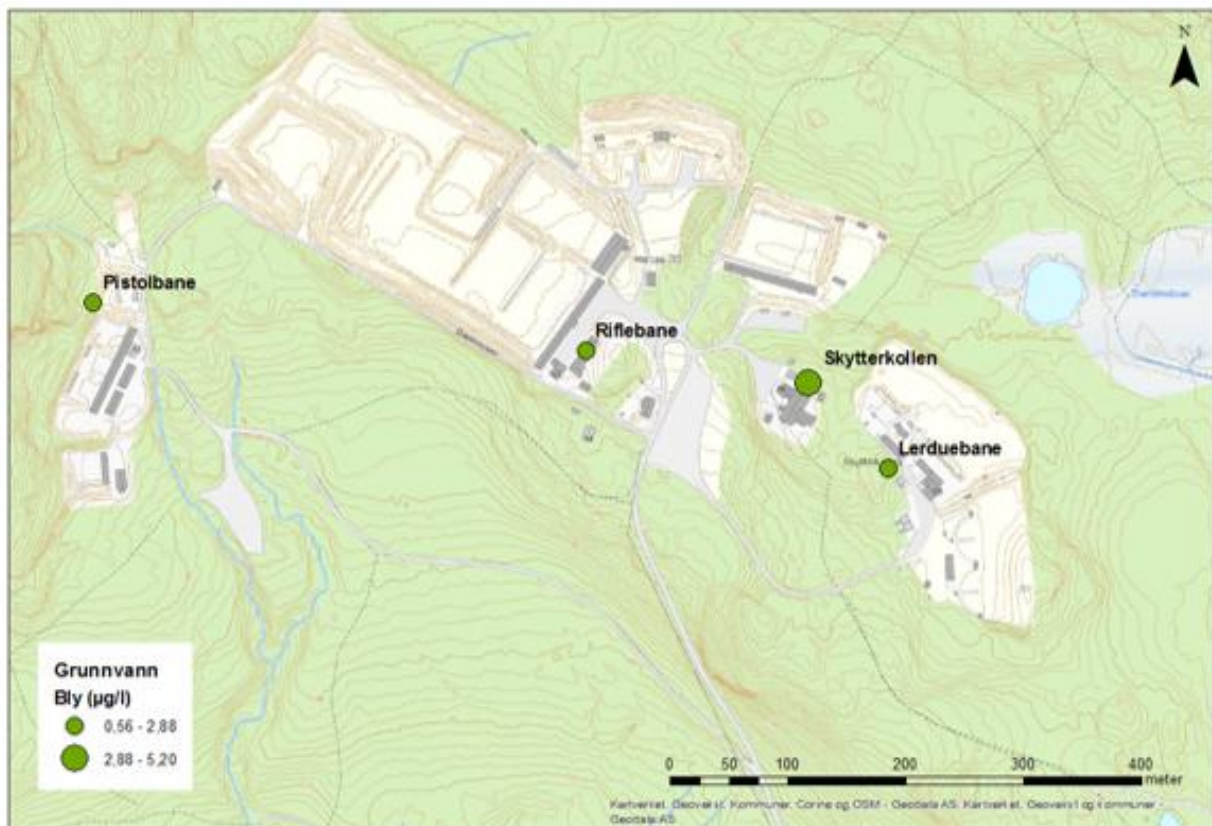


Figur 15. Myrområdet Dæhlimåsan ligger innenfor nedslagsfeltet til leirduebanene på Løvenskiold skytebane. Østre del av myren har tidligere vært brukt til torvuttak, og på den vestre delen ligger det et delvis gjengrodd tjern med åpent vannspeil.

#### 2.4.6. Grunnvann

Det er fire grunnvannsborehull i området rundt skyteanlegget, både i tilknytning til skytebanene og ved naboeiendommen Skytterkollen (gnr/bnr 32/49) (Figur 16).

Det ble tatt ut vannprøver fra brønnene av Asplan Viak i 2016. Brønnene er mellom 40 og 70 meter dype og benyttes som drikkevannskilder. Det er påvist spor av tungmetaller i grunnvann, men ikke over drikkevannskravene for metaller. Private prøver tatt i brønnen til Skyttekollen i 2014 - 2023 viser bly konsentrasjoner mellom 0,2 og 6 µg/l (pers med, Skyttekollen). Drikkevannskravet er < 10 µg/l.



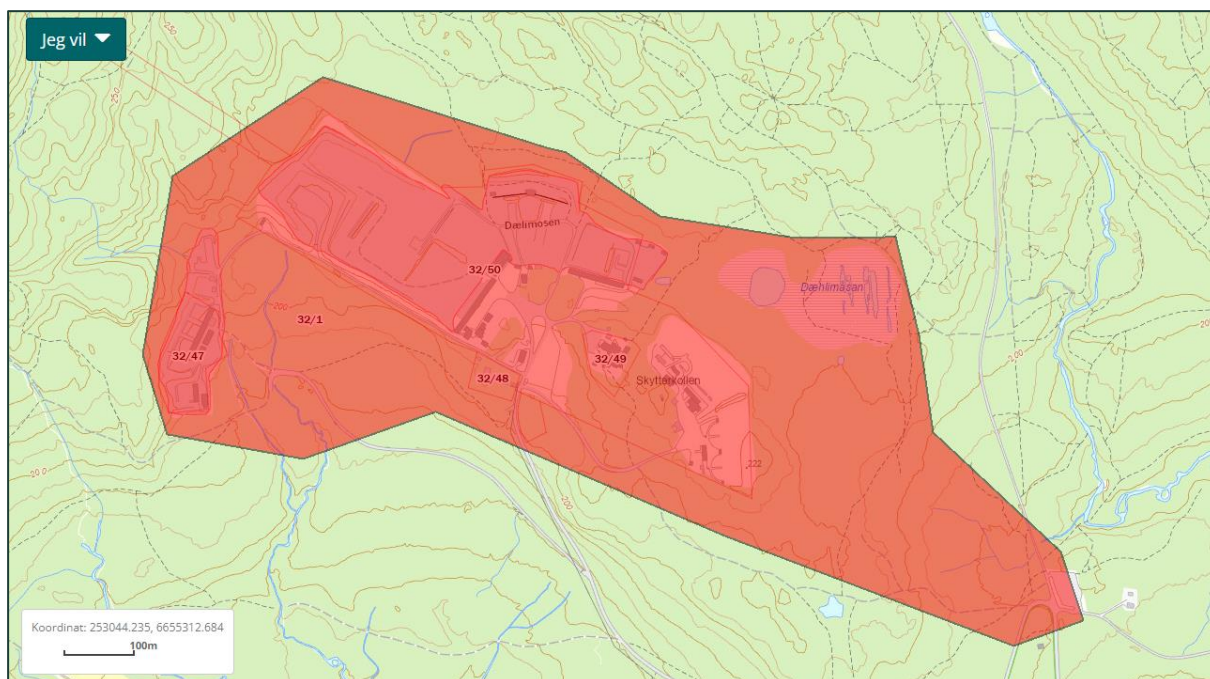
Figur 16. Figur fra rapporten «Forurensset grunn og tiltak, Løvenskioldbanen» (Asplan Viak, 2016)

Kartjenestene fra NGU viser at løsmassene i området har begrenset grunnvannspotensiale. Med unntak av myrområdene er løsmassedekket tynt og usammenhengende, med stedvis bart fjell. Løsmassene vurderes å ha begrenset evne til å beskytte grunnvann i fjell mot forurensning.

Graving i løsmassene og særlig sprenging i fjell kan øke faren for forurensning av grunnvann i fjell.

### 2.4.7. Grunnforurensningsdatabasen

Løvenskiold skytebane er registrert som lokalitet Løvenskioldbanen (ID: 13181) i grunnforurensningsdatabasen til Miljødirektoratet (Figur 17). Lokaliteten har påvirkningsgrad 3 «Ikke akseptabel tilstand og behov for tiltak» på bakgrunn av innledende grunnundersøkelser som ble gjennomført av Asplan Viak i 2016. Det ble påvist forurensning av kobber og bly, og mistanke om forurensning fra PAH og antimon. Arealet på lokaliteten er 525 185 m<sup>2</sup>.



Figur 17. Areal registrert i Miljødirektoratets database Grunnforurensning for lokaliteten Løvenskioldbanen (13181).

## 2.5. Nedbørfelt og vassdrag

### 2.5.1. Nedbørfelt

Resipientene for avrenning fra Løvenskiold skytebane er Ilabekken (ID: 008-148-R) og Østernbekken (Figur 18). Ilabekken går i samløp med Østernbekken ved Nordli og fortsetter videre som vannforekomsten Øverlandselva (ID: 008-149-R). Østernbekken er definert som en del av Øverlandselva vannforekomst (vann-nett.no).

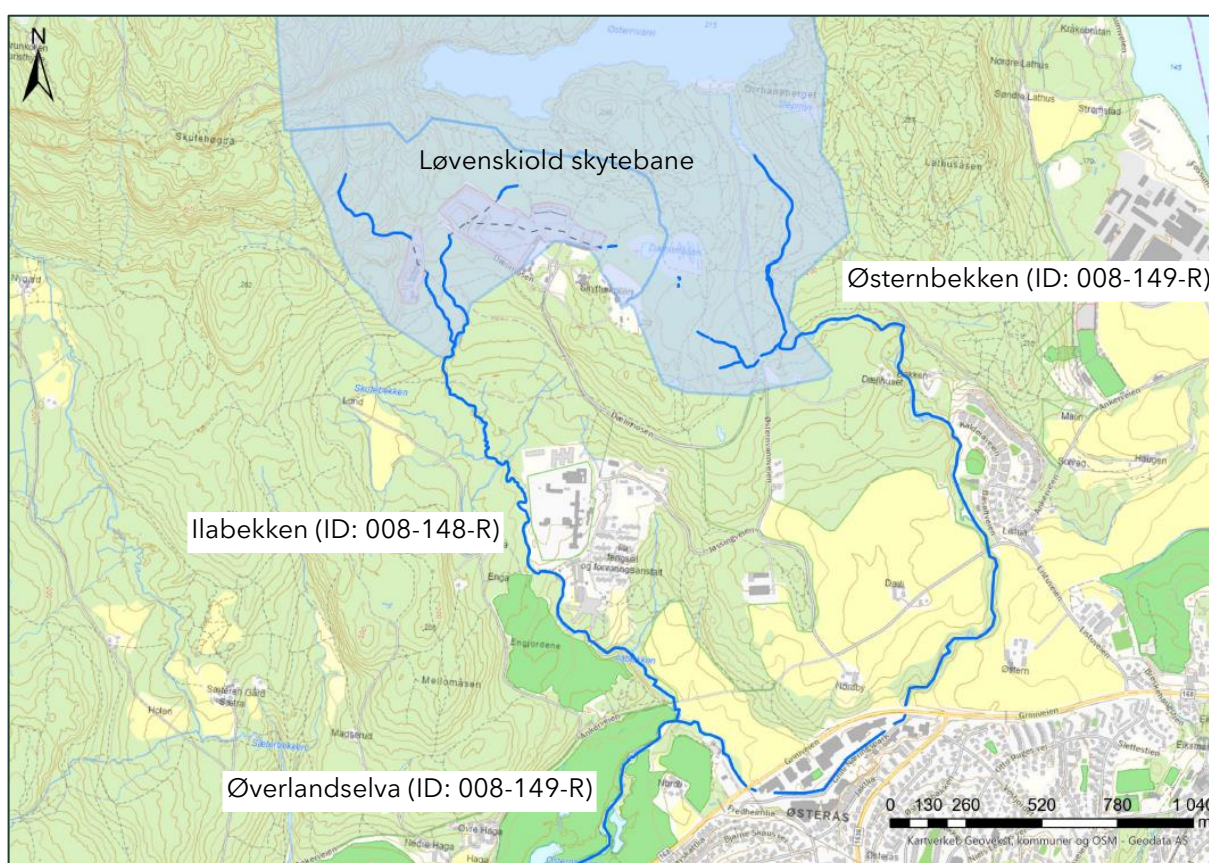
Løvenskiold skytebane ligger høyt i nedbørfeltet til Ilabekken, med et nedbørfelt på kun 0,6 km<sup>2</sup> nedstrøms skytebanen (Tabell 1). Basert på data fra NEVINA er beregnet

middelvannføring ca. 12 l/s. Ilabekken mottar avrenning fra store deler av skyteanlegget, både pistolbanen, riflebanene og halvparten av nedslagsfeltet til leirduebanene (Figur 19).

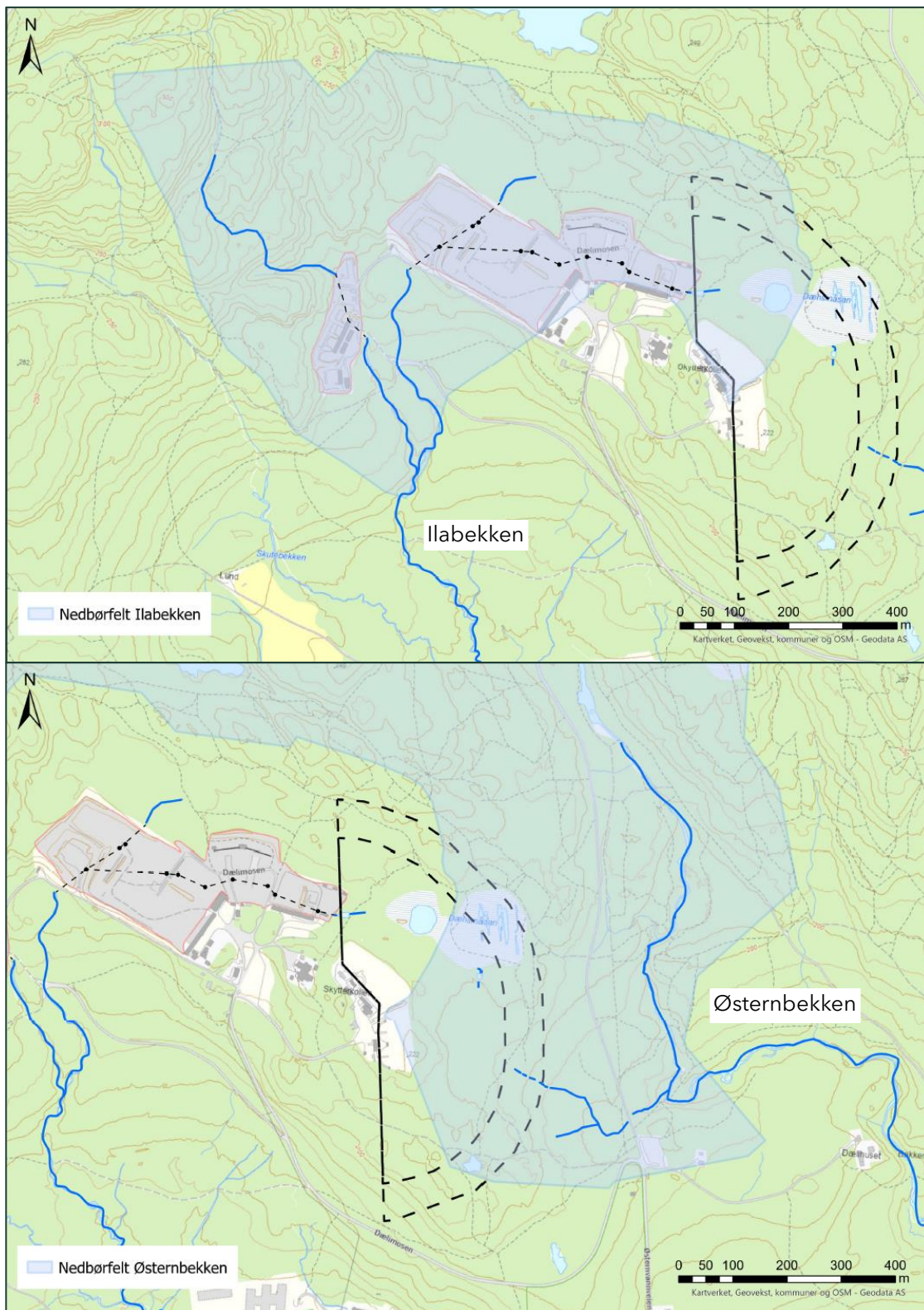
Østernbekken har et stort nedbørfelt som blant annet inkluderer Østernvann, og har et nedbørfelt på 5,8 km<sup>2</sup> og en beregnet middelvannføring på 127 l/s. Østernbekken mottar avrenning fra de sørligste leirduebanene (skeetbanene) (Figur 19).

Tabell 1. Nedbørfelt for Ilabekken og Østernbekken nedstrøms Løvenskiold skytebane er basert på beregninger fra NEVINA.

	Nedbørfelt (km <sup>2</sup> )	Middelavrenning (l/s*km <sup>2</sup> )	Vannføring (middel) (l/s)
Ilabekken	0,6	19,7	12 l/s
Østernbekken	5,8	21,8	127 l/s



Figur 18. Avrenning fra Løvenskiold skytebane renner til Ilabekken i vest og Østernbekken i øst.



Figur 19. Pistol-, rifle- og vestre del av leirduebanene har avrenning mot Ilabekken. Det er etablert et drenssystem under riflebanene. Østernbekken mottar avrenning fra de sørligste leirduebanene (skeetbanene). Nedslagsfeltet til leirduebanene er markert med stiplede linjer.



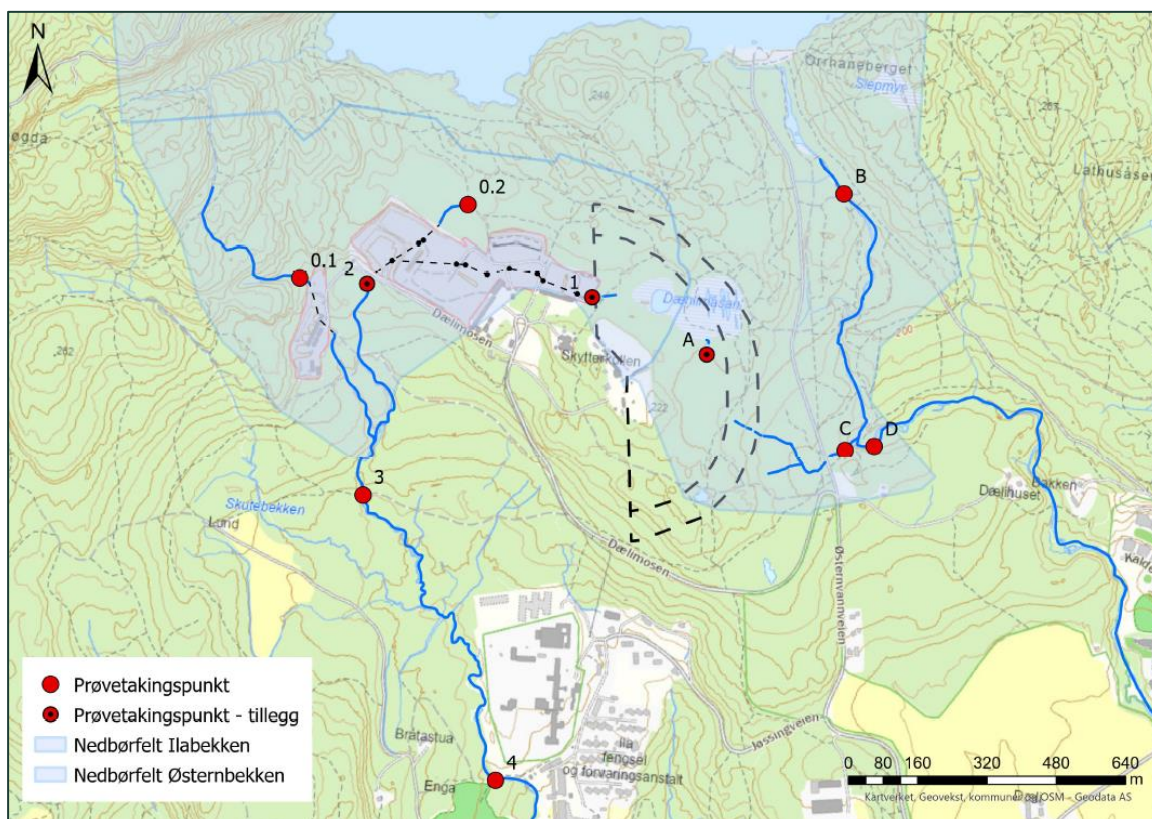
### 2.5.2. Pågående overvåking av spredning

I 2020 utarbeidet Asplan Viak et tiltaksorientert overvåkingsprogram for vannforekomstene Ilabekken og Øverlandselva på vegne av Norges skytterforbund. Overvåkingsprogrammet ble oppdatert i 2023. Formålet med overvåkingen er å kartlegge hvordan vannforekomstene påvirkes av utlekking av tungmetaller og PAH fra Løvenskiold skytebane. Overvåkingsprogrammet inkluderer månedlige vannprøver, samt sedimentprøver og overvåking av biologiske parametere.

Det er utarbeidet årsrapporter med resultater fra overvåkingen fra perioden 2020-2022. Analyseresultatene er importert til Miljødirektoratets database Vannmiljø. Resultater fra 2023 publiseres i februar 2024.

Årsrapporter innsendt til Statsforvalteren i Oslo og Viken:

- «Vurdering av strakstiltak mot spredning av blyforurensing 2020-2021» Asplan Viak, 2021.
- «Vurdering av strakstiltak mot spredning av blyforurensing 2021-2022» Asplan Viak, 2022.



Figur 20. Prøvetakingspunkter i Ilabekken og Østernbekken. Prøvetakingspunktene 0.1 og 0.2 ble tatt ut av overvåkingsprogrammet i 2022 på grunn av dårlig vannføring.

## 3. Kartlegging av grunnforurensning

### 3.1. Tilstandsklasser og akseptkriterier

#### 3.1.1. Tilstandsklasser for forurenset grunn

Ammunisjon fra håndvåpen inneholder blant annet tungmetallene bly, kobber, sink og antimon, i tillegg til arsen og PAH. Ved eksponering til mennesker og dyr kan de forårsake negative effekter. Graden av forurensning i løsmasser skal klassifiseres etter tilstandsklasser for forurenset grunn omtalt i TA 2553/2009 «Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn». Tilstandsklassene for de undersøkte parameterne er vist i Tabell 2. For antimon er tilstandsklassene hentet fra FFI sin rapport «Veileder for undersøkelse, risikovurdering, opprydning og avhending av skytebaner og øvingsfelt» (Voie et al., 2010). Ved bortgraving og deponering av masser med konsentrasjoner over tilstandsklasse 5 beskrives disse massene som «farlig avfall». Videre i rapporten er begrepet «farlig avfall» benyttet for å beskrive masser med forurensningsgrad over tilstandsklasse 5, selv om massene ikke skal deponeres. Konsentrasjoner over tilstandsklasse 5 (TKL5), farlig avfall, er i denne rapporten visualisert med lilla farge.

Miljødirektoratet arbeider med å oppdatere normverdier og tilstandsklasser. Gjeldende veileder gjelder inntil nye grenser er vedtatt.

Tabell 2. Tilstandsklasser for forurenset grunn basert på TA-2553. Alle verdier i mg/l.

Tilstandsklasse/ stoff	1	2	3	4	5	>5 / Farlig avfall
Beskrivelse av tilstand	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig	
Arsen	8	8-20	20-50	50-600	600-1 000	>1 000
Bly	60	60-100	100-300	300-700	700-2 500	>2 500
Kobber	100	100-200	200-1 000	1 000-8 500	8 500-25 000	>25 000
Sink	200	200-500	500-1 000	1 000-5 000	5 000-25 000	>25 000
PAH16	2	2-8	8-50	50-150	150-2 500	>2 500
Antimon*	40	40-100	100-300	300-700	700-10 000	>10 000

\*Tilstandsklasser for antimon er hentet fra FFI-rapport 2010/00116.

Tilstandsklasser er en standard risikoberegning for helse, med bakgrunn i hvilken eksponering en blir utsatt for i kontakt med miljøgiftene. Behovet for opprydning vil variere etter områdets nåværende og planlagte fremtidige arealbruk. En høyere grad av forurensning kan være akseptert på et industriområde sammenliknet med et boligområde.

Med økende følsomhet definerer veilederen TA2553 arealbruk som følgende:

- Industri og trafikkareal
- Sentrumsområder uten boligområder, torg og gater, kontor og forretning.
- Boligområder, barnehager, lekeplasser og idrettsplasser.

Veilederen skiller også mellom toppjord og dypereliggende jord, der grensen er satt til 1 m dyp. Toppjord utgjør størst risiko for eksponering av mennesker og dyr, og kravene til tilstandsklasse er derfor høyere enn for dypereliggende jord.

Skytebaner befinner seg ofte i friluftlivsområder, og veilederen TA2553 har ikke definert akseptkriterier for denne typen arealbruk. FFI har utarbeidet et forslag til akseptkriterier som vist i Tabell 3.

Ved bruk av tilstandsklasse 4 og 5 må risikovurdering dokumentere at de valgte tilstandsklasser er forsvarlig med hensyn til helse og/eller spredning. Denne gjennomføres ved hjelp av verktøy for risikovurdering av forurenset grunn.

Tabell 3. Planlagt arealbruk og akseptert tilstandsklasse i ulike dyp hentet fra FFI sin rapport «Veileder for undersøkelse, risikovurdering, opprydning og avhending av skytebaner og øvingsfelt».

Arealbruk (etter plan og bygningsloven)	Tilstandsklasse i overflatejord (< 1m)	Tilstandsklasse i dypereleggende jord (> 1 m)
Boligområder og lekeplasser	-Tilstandsklasse 2 eller lavere	-Tilstandsklasse 3 eller lavere
Byområder	-Tilstandsklasse 3 eller lavere	-Tilstandsklasse 3 eller lavere -Tilstandsklasse 4 kan aksepteres, dersom risikovurdering av spredning viser akseptabel risiko -Tilstandsklasse 5 kan aksepteres, dersom risikovurdering av helse og spredning viser akseptabel risiko
Industri- og trafikkareal	-Tilstandsklasse 3 eller lavere -Tilstandsklasse 4 kan aksepteres, dersom risikovurdering av spredning viser akseptabel risiko	-Tilstandsklasse 3 eller lavere -Tilstandsklasse 4 kan aksepteres, dersom risikovurdering av spredning viser akseptabel risiko -Tilstandsklasse 5 kan aksepteres, dersom risikovurdering av helse og spredning viser akseptabel risiko
Friluftsområder	-Tilstandsklasse 3 eller lavere -Tilstandsklasse 4 kan aksepteres, dersom risikovurdering av spredning viser akseptabel risiko -Tilstandsklasse 5 kan aksepteres, dersom risikovurdering av helse og spredning viser akseptabel risiko	-Tilstandsklasse 3 eller lavere -Tilstandsklasse 4 kan aksepteres, dersom risikovurdering av spredning viser akseptabel risiko -Tilstandsklasse 5 kan aksepteres, dersom risikovurdering av helse og spredning viser akseptabel risiko

### 3.1.2. Tilstandsklasser for ferskvannssedimenter

For tilstandsklassifisering av ferskvannssedimenter i Ilabekken er Miljødirektoratets veileder M608 «Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota» benyttet. Klassegrensene representerer en forventet økende grad av skade på organismsamfunnet i sedimentene (Tabell 4). Klassegrensene er presentert i Tabell 5. Veileder M608 inkluderer ikke klassegrenser for antimon, og grenseverdiene for forurenset grunn fra FFI-rapport 2010/00116 er derfor benyttet for å illustrere graden av forurensning. I dette prosjektet er det inkludert en ekstra tilstandsklasse kalt «Farlig avfall» for blykonsentrasjoner som overstiger tilstandsklasse 5 (svært dårlig).

Tabell 4. Klassegrensene i M608 representerer en forventet økende grad av skade på organismsamfunnet i sedimentene.

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

Figur: Klassifiseringssystem for vann og sediment. 1) AF: sikkerhetsfaktor

Tabell 5. Tilstandsklasser for sediment (ferskvann) basert på fra Miljødirektoratets veileder M608.

Tilstandsklasse/ stoff	1	2	3	4	5	Farlig avfall
Beskrivelse av tilstand	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig	
Arsen (mg/kg TS)	0-15	15-18	18-71	71-580	>580	
Bly (mg/kg TS)	0-25	25-66	66-1480	1480-2000	2000-2500	>2 500
Kobber (mg/kg TS)	0-20	20-210		210-400	>400	
Sink (mg/kg TS)	0-90	90-139	139-750	750-6690	>6690	
PAH16 (mg/kg TS)	0-300	300-2000	2000-6000	6000-20 000	>20 000	
Antimon*(mg/kg TS)	0-40	40-100	100-300	300-700	700-10 000	

\*Verdier for forurenset grunn for antimon hentet fra FFI-rapport 2010/00116. Grenseverdiene er ikke direkte overførbare til ferskvann, men benyttes for visualisering av resultatene.

## 3.2. Skytebaner og forurensning

### 3.2.1. Forurensning fra ammunisjon fra håndvåpen

Metallinnhold i småkaliberammunisjon for pistol og rifle har en typisk fordeling på ca. 60 % bly, 29 % kobber, 8 % antimon og 3 % sink. Blyhagl inneholder hovedsakelig bly (97%) som er leget med antimon (2%), samt små mengder arsen og nikkel (Bolstad, 2014). Akseptkriteriet for bly er på skytebaner styrende for effekten på mennesker. Bly er en miljøgift som står på EU's liste over prioriterte stoffer, og har en rekke alvorlige konsekvenser på helse- og miljø. Bly er blant annet akutt giftig for vannlevende

organismer. Skyteaktivitet i samme område over lenger tid vil føre til akkumulasjon av tungmetaller i grunnen, med risiko for korrosjon av prosjektilene og spredning av metaller til vannforekomster i nærområdet.

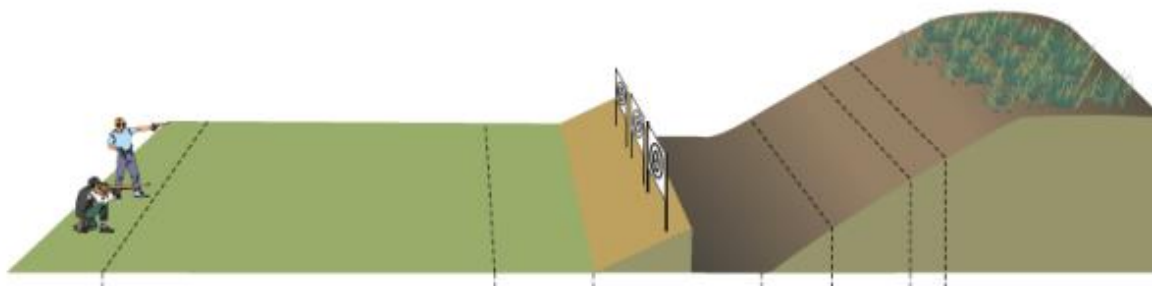
På leirduebaner kan det i tillegg til tungmetaller finnes polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), fra enkelte eldre leirduetyper med et høyt innhold av PAH.

Risikoen for spredning av tungmetaller til nærliggende vannforekomster påvirkes av de fysiske og kjemiske forholdene i massene ammunisjonen ligger i. Eventuell fragmentering av prosjektilene øker overflatearealet og bidrar til økt korrosjonsflate.

Korrosjonshastigheten eller løseligheten til tungmetallforbindelsene vil avhenge av karakteren på jordsmonnet, kjemiske egenskaper, mekaniske forstyrrelser, variasjonene i vannivå og nedbørintensitet. I områder med høyt grunnvannsnivå, lav pH og tilgang på løst organisk materiale, som for eksempel i myrområder, øker løseligheten. Ved høy vanngjennomstrømning vil det være stort utlekkingspotensial sammenliknet med skytevoller der prosjektilene ligger relativt tørt.

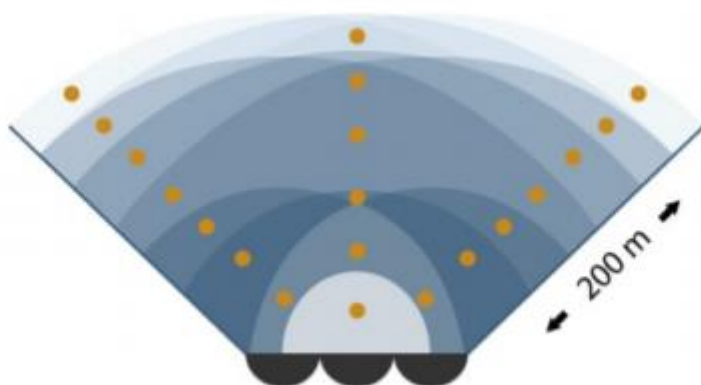
### 3.2.2. Fordeling av forurensning på basisskytebaner, feltskytebaner og leirduebaner

I utgangspunktet anses hele skytebaneområdet som mulig forurenset inntil videre undersøkelser er gjennomført. I en basisskytebane (kortholdsbaner, 100-200 m baner og andre baner med fast målområde) vil den høyeste forurensningen være lokalisert rundt målområdet, ved skivevoll og kulefanger (Figur 21). Det er også forventet noe forhøyede konsentrasjoner ved standplass. Langs baneløpet, mellom standplass og målområdet, er det vanligvis noe lavere grad av forurensning (FFI-rapport 2010/00116). For baner uten fastsatt målområde, som feltskytebaner, er det større usikkerhet rundt hvilke områder som er brukt som standplass og målområder i løpet av banens brukstid. Hvis det er skutt i flere retninger vil forurensningen kunne være spredt over et større område. På baner som ikke har kulefangere eller stigning i baneløpet kan nedslagsfeltet utgjøre et større område.



Figur 21. Grafisk illustrasjon av en basisskytebane med standplass, skivevoll og kulefanger hentet fra FFI-rapport 2010/00116.

På en leirduebane brukes bevegelige mål som skytes med hagl. Dette fører til en spredning av hagl i en vifteform ut fra standplass med en radius på ca. 200 m (Figur 22). Erfaring fra prøvetaking av leirduebaner viser at grunnforurensningen kan spres lenger enn 200 m, og avgrensningen må baseres på stedsspesifikke undersøkelser. Hagl akkumuleres vanligvis i de øverste 5 cm i jordsmonnet, men forurensningen kan spres utover et stort område, i hovedsak langs nedstrøms vannveier.



Figur 22. Forventet nedfallsområde for blyhagl i en leirduebane (FFI-rapport 2010/00116).

### 3.3. Tidligere gjennomførte undersøkelser

#### 3.3.1. Innledende kartlegging i perioden 2013-2016

##### *Kartlegging gjennomført av KConsult, 2013-2015*

KConsult utførte i perioden 2013 - 2015 orienterende undersøkelser av blyforurensingen i området rundt Løvenskiold skytebane på oppdrag fra "Folkeaksjonen mot skytestøy fra Løvenskioldbanen" (Søraas, 2015). Undersøkelsen er basert på målinger av blyinnhold i prøver av jord, sediment og vegetasjon ved hjelp av røntgenfluorescens apparat (XRF). Det er også tatt noen vannprøver. Rapporten viser at flere områder er sterkt forurenset, særlig i nedslagsfeltet for leirduebanen i nordøst og i bekkeløpet ut fra området i sørvest og sørøst (Søraas, 2015).

##### *Kartlegging gjennomført av Asplan Viak, 2016*

På vegne av Norges skytterforbund gjennomførte Asplan Viak en innledende kartlegging av forurenset grunn i 2016. Feltbefaring med undersøkelser og prøvetaking ble gjennomført i mai 2016 for å kartlegge forurensede områder, drens-system og avrenningsforhold i nærområdet. Det ble også tatt prøver av borebrønner (drikkevann). Basert på tidligere målinger og befaringer ble hovedområdet for forurensing antatt å være nedslagsfeltet for hagl fra leirduebanen, men også i avrenningsområdene fra denne, både mot sørøst og via drensledning til områdene øst for pistolbanen.

Det ble gjennomført kartlegging med kalibrert XRF og prøvetaking av jord for analyse. Det er tatt vannprøver for analyse fra tjern, bekker og grunnvann. Jord- og vannprøver er analysert ved uavhengig akkreditert laboratorium (Eurofins).

Analysene av jordprøver viser at nedslagsfeltet fra leirduebanen er sterkt forurenset av bly. Verdiene i det sentrale nedslagsfeltet viser at toppjorda er i klasse farlig avfall. Analysene av vannprøver viser at det er sterkt forurenset vann i myrtjernet sentralt i nedslagsfeltet, og at forurenset vann spres via overflateavrenning mot sørøst til Østernbekken. Forurenset vann ledes via drensledningen under skytebanen til bekkene ved pistolbanen. Forurensningen avtar raskt, men det er fortsatt forurenset vann et stykke ned i Ilabekken. Det er påvist spor av tungmetaller i grunnvann, men ikke over drikkevannsnorm. Private prøver tatt i brønnen til Skyttekollen i 2014 - 2016 viser bly konsentrasjoner mellom 0,2 og 6 µg/l (pers med, Skyttekollen).

Resultater fra kartleggingen er beskrevet i rapporten *Forurenset grunn og tiltak, Løvenskioldbanen* (Asplan Viak, 2016).



### 3.4. Kartlegging iht. pålegg fra SFOV (2020-2023)

#### 3.4.1. Strategi for kartlegging av grunnforurensning

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) sin rapport «*Veileder for undersøkelse, risikovurdering, opprydning og avhending av skytebaner og øvingsfelt*» (2010) og Miljødirektoratets veileder for forurenset grunn er benyttet som grunnlag for gjennomføringen av miljøtekniske undersøkelser på Løvenskiold skytebane. I tillegg er tidligere gjennomførte undersøkelser og erfaringer fra området lagt til grunn for å tilpasse strategien.

Formålet med undersøkelsene er:

- Kartlegge grunnforurensning ved rifle-, pistol- og kortholdsbanen, i tillegg til leirduebanen.
- Kartlegge grunnforurensningen i elveløpet til øvre del av Ilabekken.
- Kartlegge vanddyp i tjernet, type og mektighet av myra både i tjernet og mot fastmark.

Undersøkelser av forurenset grunn er gjennomført basert på uttak av jordprøver som er analysert med XRF og/eller på laboratorium (Eurofins). Det er også tatt ut sedimentprøver av antatt forurensete bekker som er analysert på laboratorium. Kartleggingen av tjernet ved Dæhlimåsan er gjennomført med georadar og håndholdt bor.

#### *Jord- og sedimentprøver*

Jord- og sedimentprøver er tatt ut med skovelbor. Det er tatt ut flere prøver fra samme område, ikke blandprøver fra et større areal. På leirduebanen og i Ilabekken er det tatt ut prøver i flere dyp for å avgrense dybden på forurensningen. På rifle- og pistolbanene er det tatt ut jordprøver fra 0-10 cm. Alle prøvepunkter er koordinatfestet med GPS.

80% av prøvene tatt ut ved leirduebanen og langs Ilabekken er sendt inn til analyse på laboratorium (Eurofins). Prøvene er analysert for blant annet TOC, bly, kobber, sink og antimon. Omtrent 20 % av prøvene er i tillegg analysert for PAH og arsen.

#### *Kartlegging i felt ved bruk av XRF*

Håndholdt XRF er benyttet for å analysere konsentrasjonen av bly i jordprøver i felt. Målinger med XRF påvirkes av fuktighet i grunnen, organisk innhold og eventuelle kulefragmenter eller steiner i prøvene. Det er kun benyttet XRF på tørre prøver, og analysemetoden er ikke brukt i myrområder.

For å kartlegge ytre avgrensning av forurensning i felt, for eksempel i bakkant av kulefangervoller eller i utkanten av leirduebanen, er det brukt XRF. Avgrensningen er gjort ved å ta prøver langs en linje parallelt med skyteretningen. Dersom det påvises forurensning tas det supplerende prøver i økende avstand fra skyteskivene. Prøvetakingen gjentas langs flere parallelle linjer.

For hvert prøvepunkt samles flere skovelprøver fra samme område i en rilsandpose og blandes. Prøven blir målt minst 3 ganger med XRF-instrumentet på ulike punkter. Hvis det er stor spredning i målingene gjennomføres det supplerende målinger. Gjennomsnittet av målingene er benyttet for å vurdere forurensningsgraden.

### 3.4.2. Kartlegging av grunnforurensning

Undersøkelsene er gjennomført i følgende faser:

- Kartlegging av pistol-, kortholds- og riflebaner i 2020 (Asplan Viak)
- Georadarkartlegging av myrområdet ved leirduebanen i 2022 (Asplan Viak)
- Kartlegging av leirduebanen og Ilabekken i 2023 (Asplan Viak)

#### *Kartlegging av pistol-, kortholds- og riflebaner i 2020 (Asplan Viak)*

I 2020 ble Asplan Viak engasjert av NSF for å gjennomføre en innledende kartlegging av omfanget av forurensning på pistol- og riflebanene på Løvenskiold skytebane.

Undersøkelsesområdet inkluderte baner som er i aktiv bruk, samt skogsområdene som grenser til skytebane. Pistol- og riflebanene skal ikke endre arealbruk, og omfanget av undersøkelsene er avgrenset til en oversiktskartlegging. Feltarbeidet ble gjennomført i oppholdsvær i perioden 28.-30. april 2020 av Maria Haugen og Simen Berger.

Formålet med kartleggingen var å avklare:

- Identifisere og avgrense forurenset område ved bruk av XRF.
- Det ble tatt ut 200 prøver som ble analysert med XRF. 6 prøver ble sendt inn til analyse ved akkreditert laboratorium.
- Innenfor aktive skytebaner er det tatt overflateprøver (0-10 cm).
- Prøver ble tatt ut med spade og skovelbor.

#### *Georadarkartlegging av myrområdet ved leirduebanen i 2022 (Asplan Viak)*

Asplan Viak AS v/ August Fiskum Ness har på oppdrag fra NSF Løvenskioldbanen AS kartlagt omfanget av myrområdet i nedslagsfeltet til leirduebanen på Løvenskiold skytebane. Kartleggingen ble gjennomført 07.03.2022 ved bruk av georadar. Georadar er

en geofysisk kartleggingsmetode som benytter elektromagnetiske bølger for å kartlegge lagdelinger i grunnen.

Formålet med undersøkelsen er å få bedre kunnskap om mektighet av myra både i tjernet og mot fastmark, og finne avgrensningen mot fjell.

Rapport fra georadarkartleggingen er lagt ved i Vedlegg B.

### *Kartlegging av leirduebanen og Ilabekken i 2023 (Asplan Viak)*

Våren 2023 har Asplan Viak AS på oppdrag fra NSF Løvenskioldbanen AS kartlagt grunnforurensning ved leirduebanen, skogsområdet ved den nedlagte 600 m-banen og i elveløpet til øvre del av Ilabekken. Formålet med undersøkelsene er å kartlegge utbredelsen og dybden av forurensningen fra leirduebanen, samt spredning av forurensede sedimenter nedover Ilabekken.

Feltarbeidet ble gjennomført i oppholdsvær i perioden 08.-15.05.2023 av Maria Haugen og Mads Erik Tveraa. Prøvetaking av leirduebanen ble gjennomført langs linjer som følger skyteretningen innenfor nedslagsfeltet for hagl. Skovelbor ble benyttet for å ta ut jordprøver, og det er tatt ut prøver fra 0-10 cm, 10-30 cm, 30-50 cm og 50-100 cm der løsmassemektingen er stor nok. I myrområdet Dæhlimåsan er det i tillegg tatt enkelte prøver ned til 2,5-3 m dyp. For å kartlegge ytre avgrensning av forurensning i felt er det benyttet XRF. 119 prøver er analysert med XRF og 125 jord-/sedimentprøver er sendt til analyse ved akkreditert laboratorium. Alle prøver analysert ved laboratorium er analysert for metaller, 30 prøver er analysert for utvidet analysepakke m/ PAH. Totalt er det tatt ut 158 jord- og sedimentprøver.

## 4. Resultater

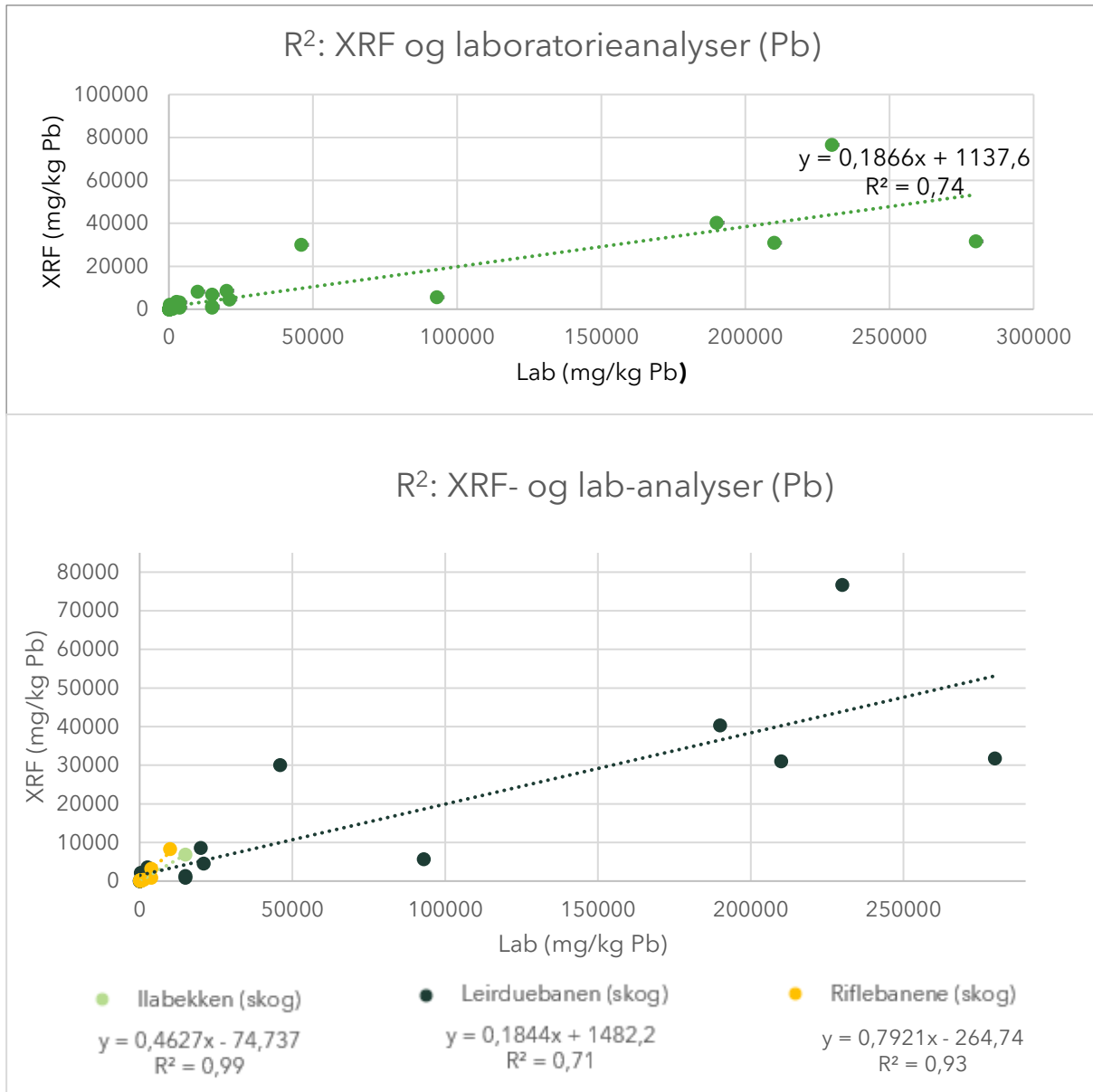
Resultatene presentert i denne rapporten omfatter kartleggingen av pistol-, kortholds- og riflebanene som ble undersøkt av Asplan Viak i 2020, samt undersøkelsene av nedslagsfeltet til leirduebanen og øvre del av bekkeløpet til Ilabekken fra 2023. Resultater fra kartleggingen presenteres pr. delområde. For hvert område presenteres utstrekningen av forurensningen i areal og dybde.

### 4.1. Sammenlikning av XRF og laboratorieanalyser

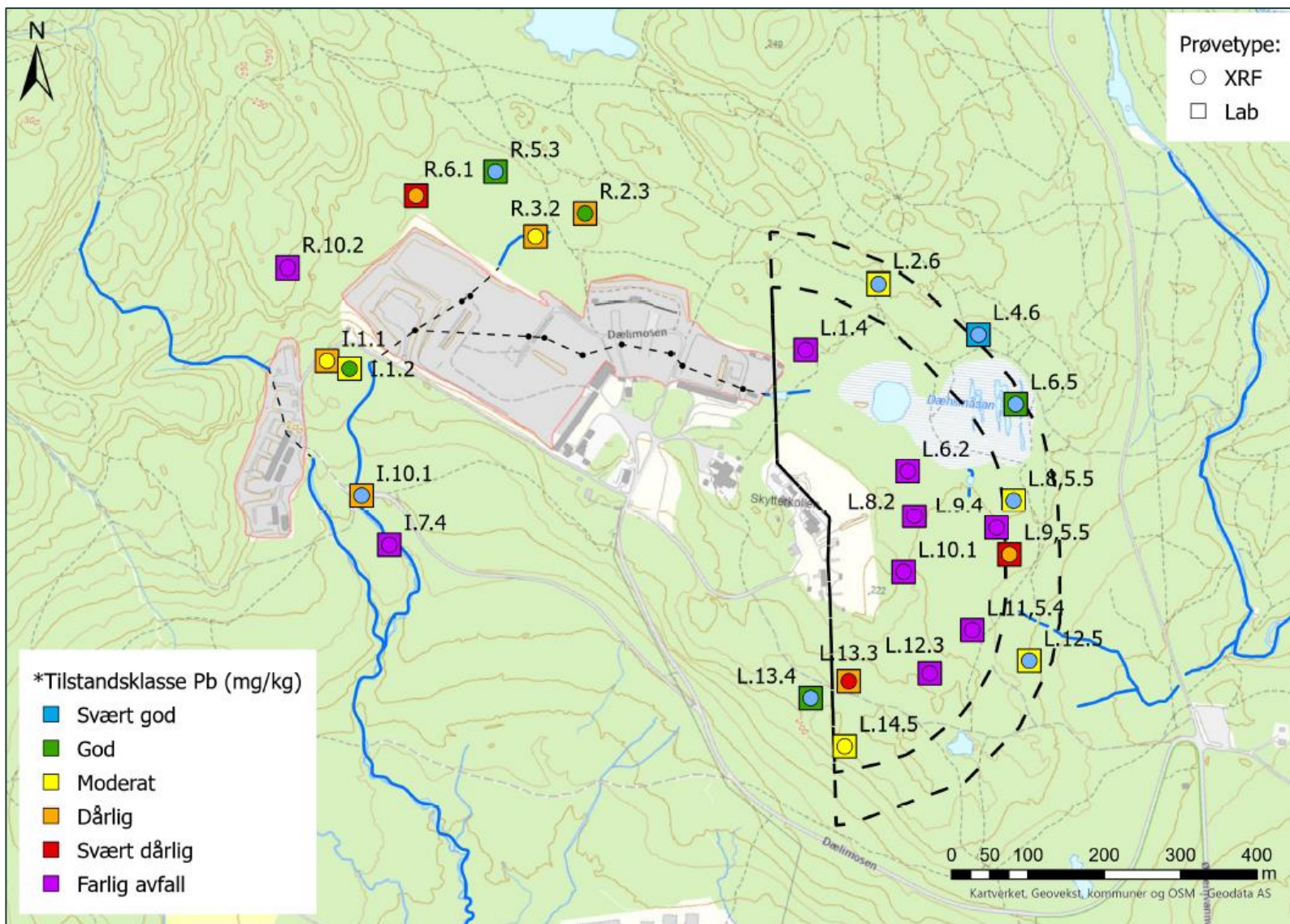
7 prøver fra 2020 og 36 prøver fra 2023 er analysert for bly med XRF og på laboratorium. Grafen i Figur 23 viser hvordan sammenhengen mellom analysemetodene for prøvene fra skogen bak riflebanene, skogen langs Ilabekken og skogsområdene ved leirduebanen. Sammenhengen mellom XRF-analysene fra 2023 og analysene fra laboratoriet har en beregnet  $R^2$  på 0,74, som tilsier at 74% av variasjonen i de to datasettene som kan forklares av trendlinjen. Oppdelt i delområder har prøvene fra Ilabekken, bakkant av riflebanene og leirduebanen en  $R^2$  på hhv. 0,99, 0,93 og 0,71.

Sammenlikning av analyseresultatene viser at blykonsentrasjonene målt på laboratorium i gjennomsnitt ligger 4x høyere enn XRF-analysene. Nøyaktigheten til XRF-instrumentet kan påvirkes av høyt innhold av organisk materiale eller fuktighet, og av jordprøver med svært lave eller svært høye konsentrasjoner. I dette datasettet er det ikke observert store forskjeller i prøver med høyt innhold av organisk materiale (>30% TOC). Prøver med størst differanse mellom laboratorieanalyser og XRF er prøver fra leirduebanene med høyt innhold av blyhagl og blykonsentrasjoner tilsvarende farlig avfall. Det er forventet å finne blyhagl i de fleste prøvene tatt ut ved leirduebanen.

Det er ikke lagt inn en korrigeringsfaktor for XRF-resultatene i rapporten. Resultatene fra lab- og XRF-analyser i prøver fra 0-10 cm er fargelagt iht. tilstandsklasser for forurenset grunn i Figur 24. Ved vurdering av XRF-analysene må det tas hensyn til at resultatene kan være underestimert, spesielt i områder med blyhagl eller andre ammunisjonsrester.



Figur 23. Beregnet variasjon mellom analyseresultater fra XRF og laboratorium. Øverste graf viser sammenheng mellom XRF-analyser og lab-analyser for hele datasettet.



Figur 24. Konsentrasjonen av bly (Pb) fra XRF-analyser (sirkel) og lab-analyser i prøver fra 0-10 cm er fargelagt iht. tilstandsklasser for forurenset grunn omtalt i TA 2553/2009. \*Tilstandsklassifisering gjelder uavhengig av symbol.

Tabell 6. Jordprøver fra rifle- og pistolbanene tatt ut 2020. Plassering av prøvepunktene er vist i kap. 4.4 og 4.5.

Prøve	Labanalyse				XRF	Faktor
	Dybde	Total tørrstoff	TOC	Bly (Pb)	Bly (Pb)	
	Cm	%	% TS	mg/kg TS	mg/kg	
D.6.1	0-10	61,7		470 000	133 689	3,5
E.5	0-10	33,2		27 000	9 406	2,9
A.7.2	0-10	76,5		23 000	13 783	1,7
S.24.2	0-10	64,2		270	490	0,6
S.29.2	0-10	51,3		140	57	2,5
H.5.1	0-10	96,2		110	26	4,2

Tabell 7. Jordprøver fra bekkekant langs Ilabekken, leirduebanen og skogsareal tatt ut i 2023. Plassering av punktene er vist i kap. 4.3 - 4.6.

Prøve	Labanalyse				XRF	Faktor
	Dybde	Total tørrstoff	TOC	Bly (Pb)	Bly (Pb)	
	Cm	%	% TS	mg/kg TS	mg/kg	
Bekkekant langs Ilabekken						
I.1.1	0-10	26,2	36	600	184	3,3
I.1.2	0-10	29,0	40	240	88	2,7
I.10.1	0-10	46,6	10	310	36	8,7
I.7.4	0-10	44,3	11	15 000	6 867	2,2
Leirduebanen						
L.1.4	0-15	76,8	3,9	20 000	8 602	2,3
L.1.4	15-30	79,7	3,7	15 000	1 299	11,6
L.1.4	30-40	80,7	3,2	15 000	824	18,2
L.10.1	0-10	32,6	27	210 000	31 026	6,8
L.11,5.4	0-10	66,3	8,3	46 000	30 045	1,5
L.12.3	0-10	23,3	36	280 000	31 730	8,8
L.12.5	0-10	25,0	44	150	51	3,0
L.13.3	0-10	70,5	5,6	350	2 117	0,2
L.13.4	0-10	48,6	16	98	51	1,9
L.14.5	0-10	54,1	15	110	115	1,0
L.2.6	0-15	17,5	49	170	42	4,1
L.4.6	0-10	73,6	5,4	45	12	3,8
L.6.2	0-10	49,9	14	190 000	40 276	4,7
L.6.5	0-10	16,4	55	96	29	3,3
L.8,5.5	0-10	32,9	43	120	42	2,9
L.8.2	0-10	51,5	18	230 000	76 665	3,0
L.8.2	10-30	68,5	6,4	93 000	5 630	16,5
L.8.2	30-50	65,0	7,6	21 000	4 523	4,6
L.9,5.5	0-10	79,2	6,9	1 100	482	2,3
L.9.4	0-10	63,8	17	2 600	3 544	0,7
Skogsområde i bakkant av riflebanene						
R.10.2	0-10	36,0	30	3 800	3 196	1,2
R.2.3	0-10	18,9	41	360	71	5,1
R.3.2	0-10	19,9	44	420	113	3,7
R.5.3	0-10	25,4	32	98	37	2,6
R.6.1	0-10	16,5	47	1 300	311	4,2

R.7,5.2	0-10	37,7	37	10 000	8 248	1,2
R.7,5.3	0-10	44,5	17	240	128	1,9
R.7.2	0-10	61,7	11	180	149	1,2
R.8.2	0-10	19,1	47	3 800	848	4,5
R.9.3	0-10	16,2	53	590	77	7,7
R.9.4	0-10	54,4	14	170	245	0,7
R.9.5	0-10	58,5	15	88	70	1,3

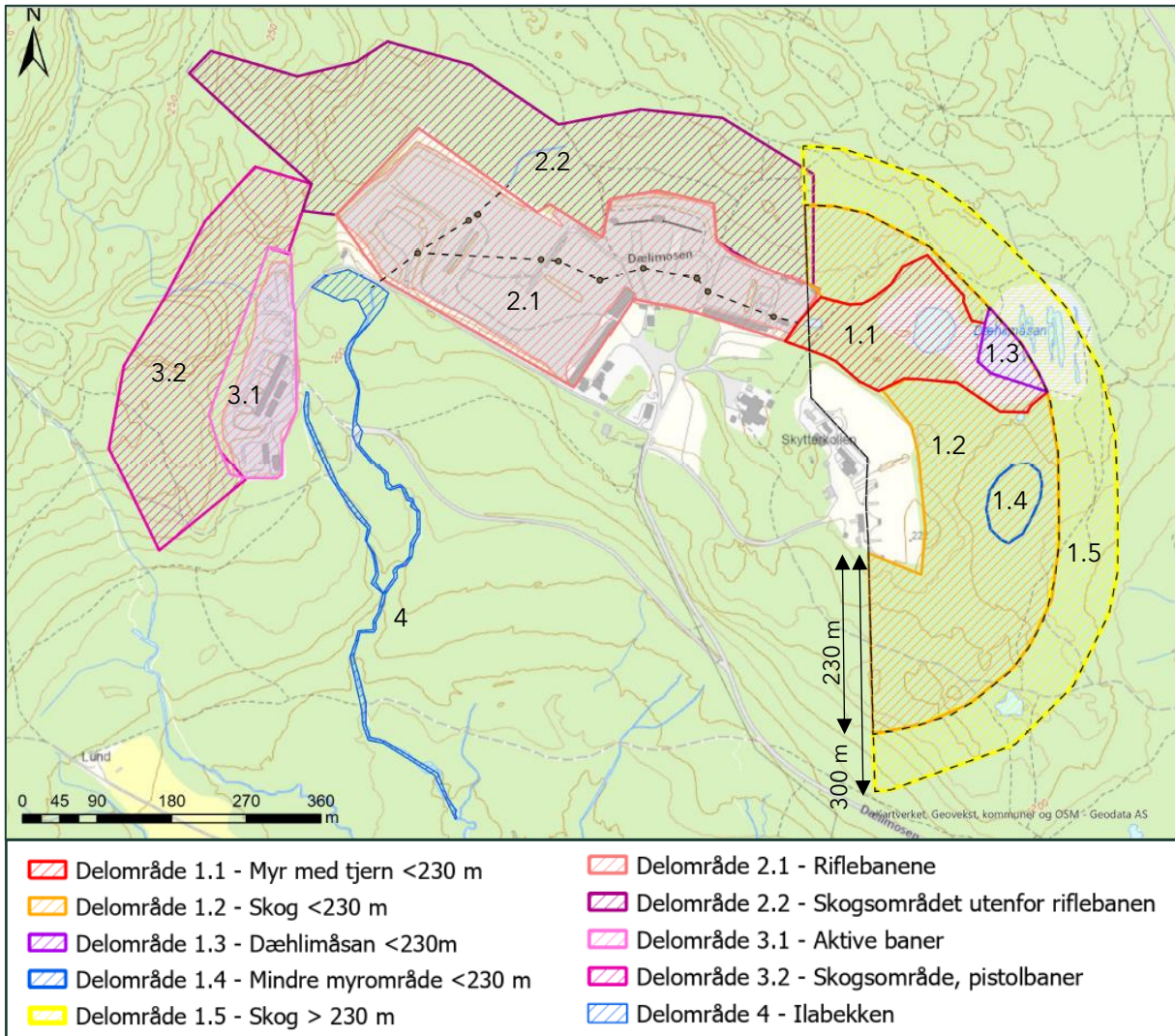
## 4.2. Presentasjon av delområder

Løvenskiold skytebane er delt opp i delområder basert på type skytebane, om området fortsatt er i bruk som skytebane, løsmasse- og terrengtype og forurensningsgrad (Tabell 8 og Figur 25). Pistol- og riflebanene er fremdeles aktive, og kartleggingen er gjennomført på et mer overordnet nivå enn kartleggingen av leirduebanen og Ilabekken. Dette reflekteres i oppdelingen i delområder, der nedslagsfeltet til leirduebanen er delt opp i mindre delområder enn pistol- og riflebanene.

Tabell 8. Beskrivelse av de ulike tiltaksområdene på leirduebanen.

Delområde		
Leirduebanen	1.1	Myr med tjern <230 m
	1.2	Skog <230 m
	1.3	Dæhlimåsan <230 m
	1.4	Mindre myrområde <230 m
	1.5	Skog >230 m
Riflebanene	2.1	Aktive baner
	2.2	Skogsområder utenfor aktive baner
Pistolbanene	3.1	Aktive baner
	3.2	Skogsområder utenfor aktive baner
Ilabekken	4.1	Ilabekken bekkeløp



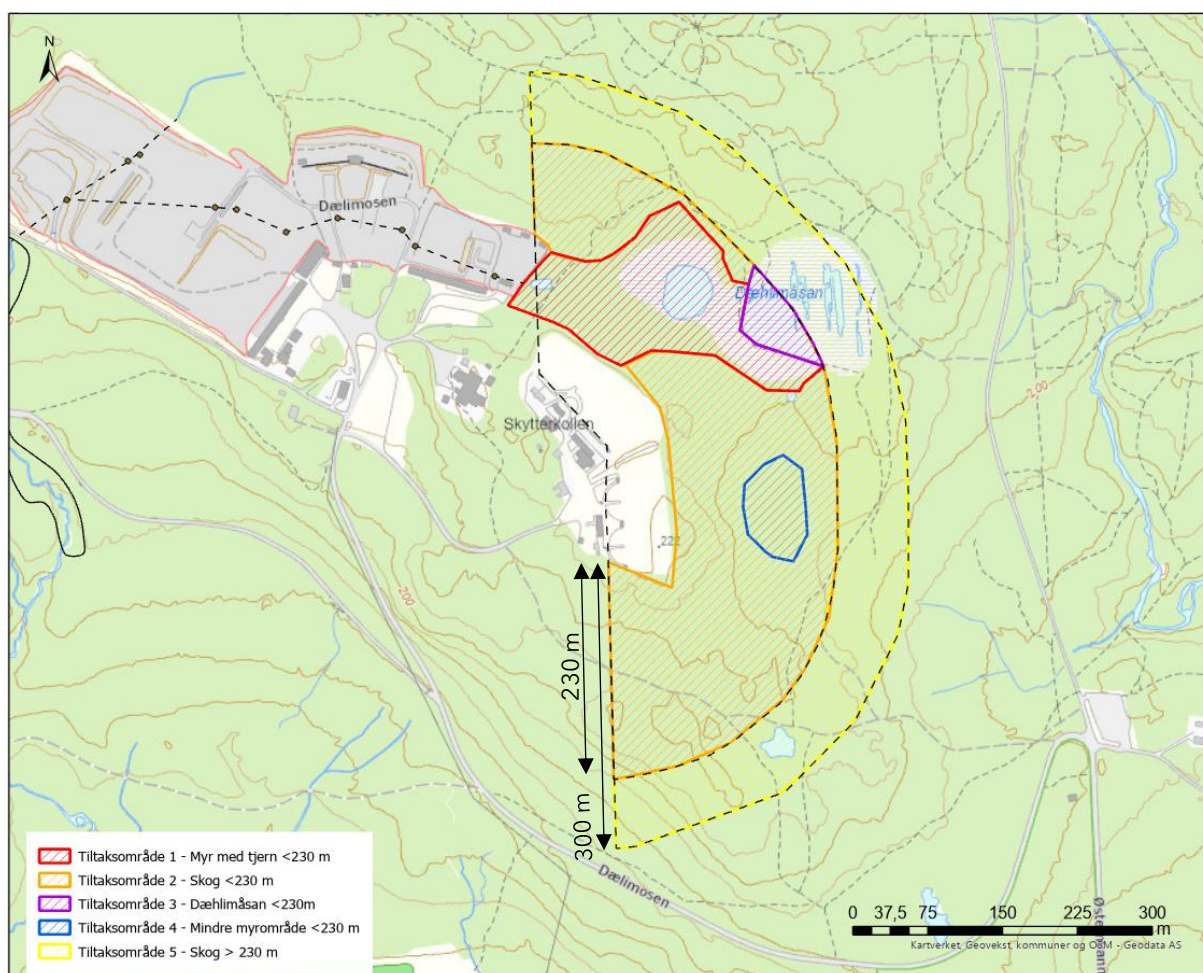


Figur 25. Løvenskioldbanen er delt inn i delområder basert på type skytebane, om området fortsatt er i bruk som skytebane, løsmasse- og terrengtype og forurensningsgrad. Kartleggingen av pistol- og riflebanene er på et mer overordnet nivå enn kartleggingen av leirduebanen og Ilabekken, noe som vises i detaljeringsgraden på delområdene.

### 4.3. Leirduebanen

Nedslagsfeltet til leirduebanene på Løvenskiold skytebane er markert på Figur 26. Forventet nedslagsområde for hagl strekker seg i en vifteform ca. 230 m ut fra standplass. For å avgrense området med forurenset grunn omfatter undersøkelsesområdet et areal som går 300 m ut fra standplass.

Nedslagsområdet består av et myrområde med et tjern samt områder dekket med skogsvegetasjon. På bakgrunn av terrengtype og forurensningsgrad er nedslagsområdet delt inn i 5 delområder (Figur 26 og Tabell 9).



Figur 26. Nedslagsfeltet til leirduebanen er delt inn i delområder basert på terrengtype og forurensningsgrad.

Tabell 9. Beskrivelse av de ulike delområdene på leirduebanen. Arealene er omtrentlige.

Område	Beskrivelse		Areal	Mektighet løsmasser
1.1	Myr med tjern <230 m	12-13 m dyp myr med delvis gjengrodd tjern. Løst organisk materiale. Selve tjernet utgjør et volum på ca. 80 000 m <sup>3</sup> .	25 000 m <sup>2</sup>	4 - 13 m
1.2	Skog <230 m	Skog med gran og furu. Tynt løsmassedekke over fjell. Tørt.	85 000 m <sup>2</sup>	0-50 cm
1.3	Dæhlimåsan <230 m	Myr der det tidligere er drevet torvuttak.	4 000 m <sup>2</sup>	>1 m
1.4	Mindre myrområde <230 m	Høy grunnvannsstand. Døde trær står igjen.	5 000 m <sup>2</sup>	>1 m
1.5	Skog >230 m	Skog med gran og furu. Tynt løsmassedekke over fjell. Tørt.	75 000 m <sup>2</sup>	0-50 cm

#### 4.3.1. Delområde 1.1 – Myr med tjern <230 m

Delområde 1.1 omfatter et myrområde på omtrent 25 000 m<sup>2</sup> med et delvis gjengrodd tjern. Boringer og georadaranalyser viser at avstanden til fjell er 12-13 m i tjernet og 3-5 m i resten av myrområdet (Vedlegg B *Georadarundersøkelser av myr*, Asplan Viak (2022)).

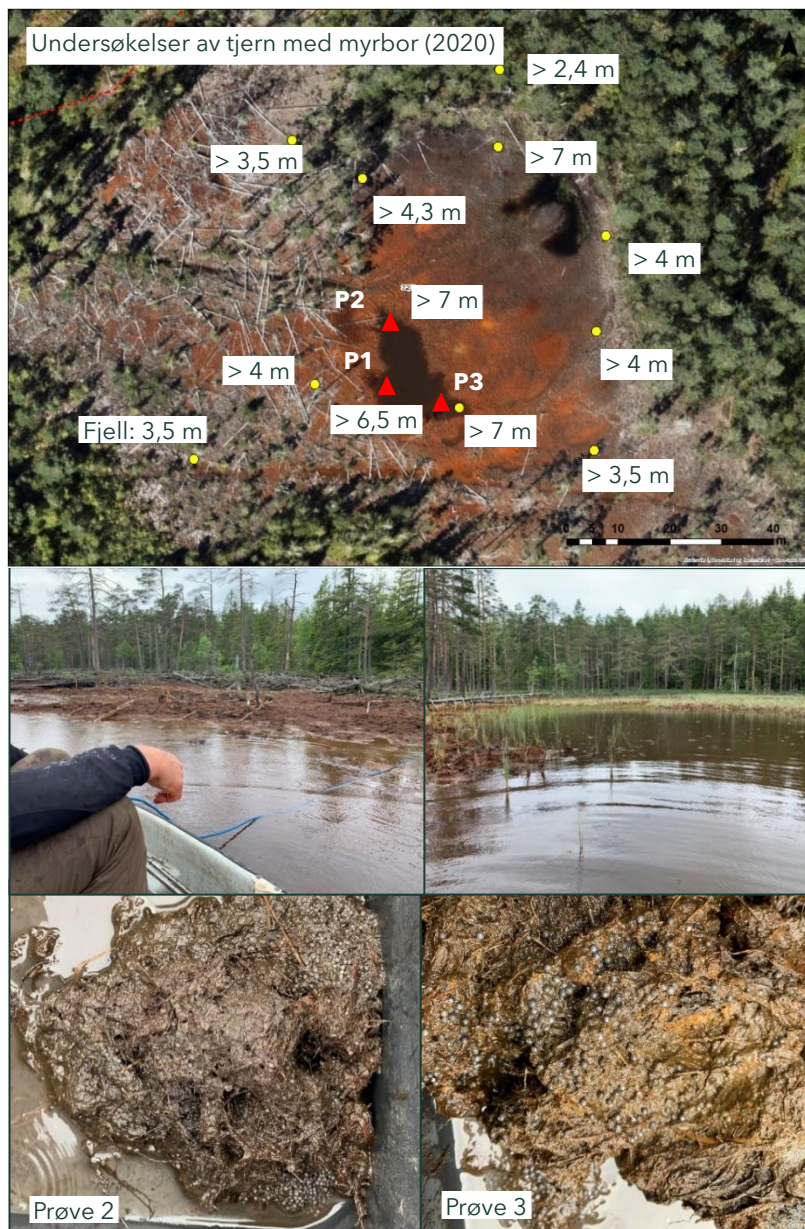
##### *Delvis gjengrodd tjern*

Det organiske materialet i tjernet er svært løst bundet og lite omdannet. For å kartlegge myrmassene i tjernet ble det gjennomført undersøkelser fra båt den 08.06.2020 (Asplan Viak) (Figur 27). På tidspunktet for undersøkelsene ble det målt åpent vannspeil med dyp på 0,3-1,5 m over et lag med løst bundet organisk materiale i tjernet sørvest på myrområdet. Det ble benyttet sedimentprøvetaker for å ta opp tre prøver fra toppen av det organiske materialet i tjernet (0,5-1,5 m dybde). Alle prøvene hadde et høyt antall kuler, uten tegn til korrosjon.

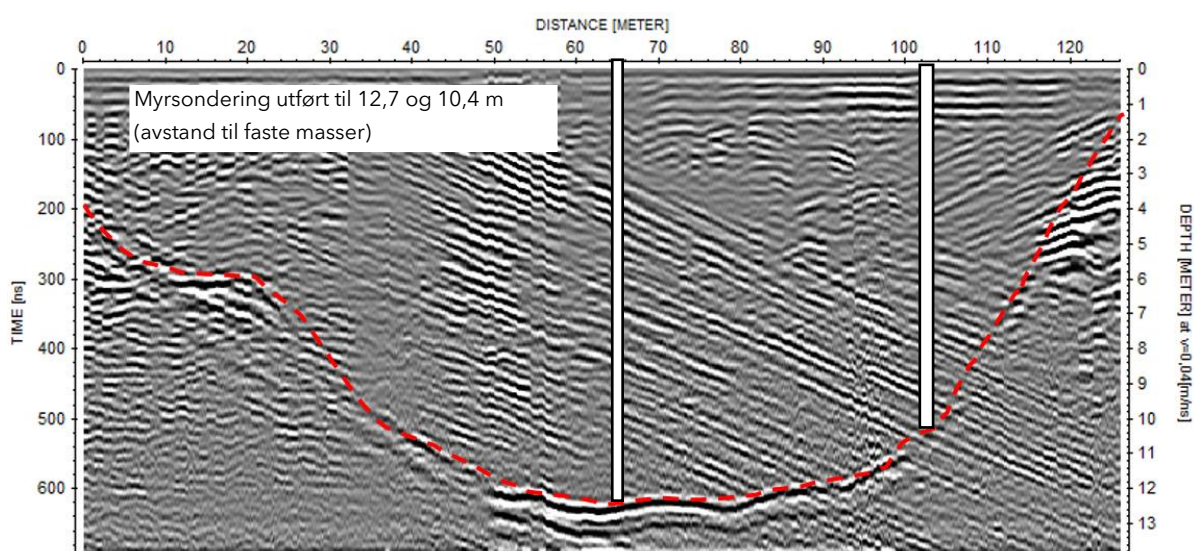
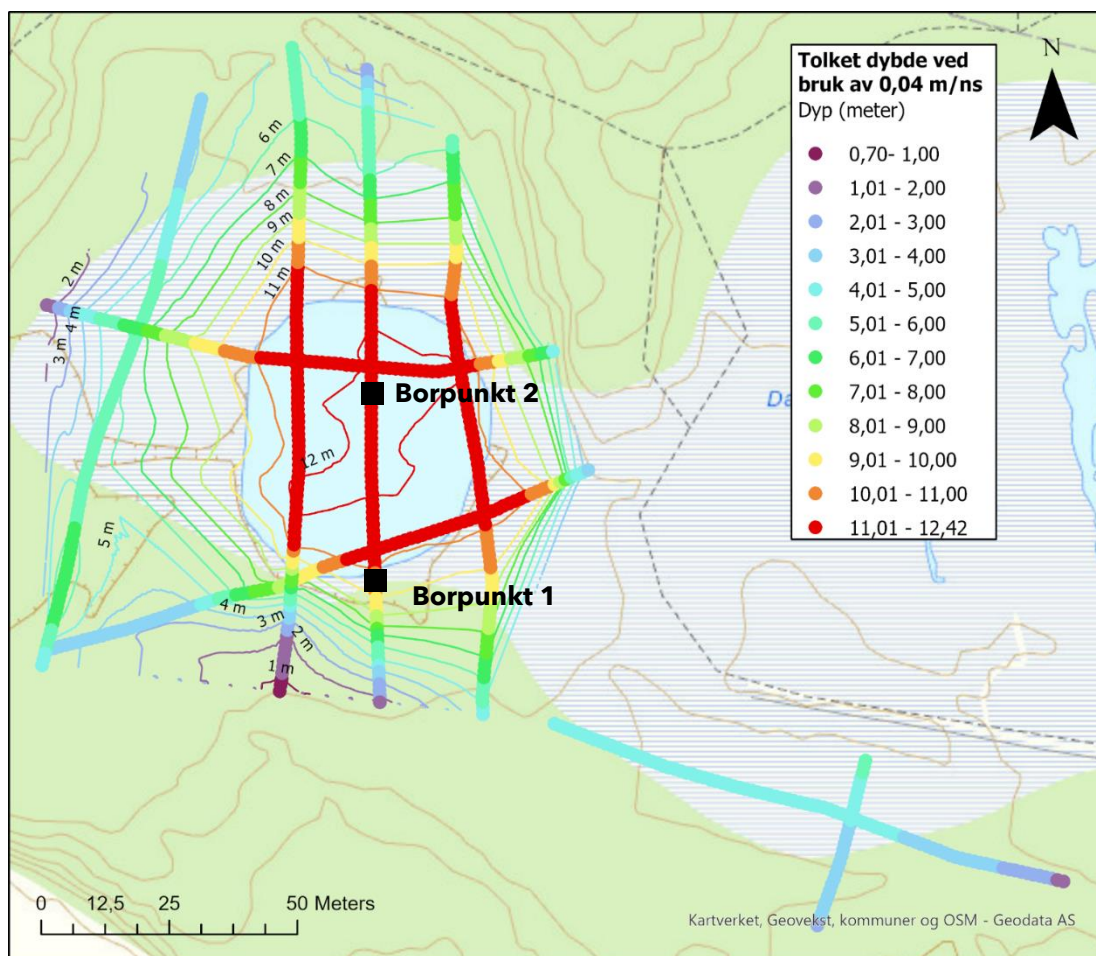
For å kartlegge fastheten til det organiske materialet ble det gjort undersøkelser med myrbor. Myrboret ble senket til 7 m dybde (maks lengde på myrboret) uten merkbar motstand. Det organiske materialet er løst bundet, og det var ikke mulig å benytte myrbor for å ta ut prøver fra dypere lag. Myrområdet rundt det gjengrodde tjernet består av fastere myr, og dybdene markert på Figur 27 viser nivået myrboret traff faste masser.

17.04.23 ble det gjennomført to boringer med håndholdt bormaskin for å kartlegge avstanden til fjell i myrområdet (Asplan Viak). Resultatene er benyttet for å kalibrere resultatene fra georadarundersøkelsen som ble utført i 2022 (Figur 28). Ved boring av

begge punktene var det lite motstand i myrmassene, og boret måtte holdes igjen for å ikke synke for raskt ned til 10,5 m i borpunktet på kanten av tjernet og 12 m dyp på borpunktet i midten av tjernet (Figur 28). Løsmasser av silt/sand ble registrert på hhv. 10,4 m og 12,7 m, og overgangen til fjell er vurdert å ligge på 12 og 13 m. Resultatene fra boringene sannsynliggjør at det organiske materialet i området med delvis gjengrodd tjern er løst bundet og har liten motstand, noe som sammenfaller med observasjonene fra 2020.



Figur 27. Undersøkelser fra båt 08.06.2020 av Asplan Viak. Dybdene på kartet viser hvilket nivå myrboret traff faste masser. Maks lengde på myrboret er 7 m. Prøve 2 (t.v.) er tatt fra 1 m dypde og prøve 3 (t.h.) er tatt fra 0,3 m dypde med sedimentprøvetaker fra tjernet i myra. Resultatene fra prøvene er presentert i Tabell 13.



Figur 28. Undersøkelser med georadar viser avstanden til faste løsmasser/fjell. Rapport fra georadarundersøkelsene er vedlagt i Vedlegg B.

## Myr

Graving av sjakter ned til 0,7 m i den fastere delen av myrområdet viser en lagvis oppbygging av organisk materiale. Bly- og stålhagl er konsentrert i de øverste 0-15 cm, dypere er det vekslende lag med 10-15 cm mektighet og varierende omdanningsgrad (Figur 29).



Figur 29. «Gravd hull» på 0,7 m dybde innenfor tiltaksområde 1.1, se plassering på Figur 30. Hull gravd nærmere tjernet ble raskt fylt med vann.

## Prøvetaking av forurenset grunn

Det er tatt ut jordprøver ved 15 punkter innenfor delområdet (Tabell 10). Ved 14 punkter er det tatt dybdeprofiler, 3 punkter ned til 30 cm, 3 punkter ned til 50 cm, 5 punkter ned til 1 m og 2 punkter til 3 m dybde. På grunn av høyt vanninnhold er alle prøvene med unntak av en analysert på laboratorium. I 2020 ble det i tillegg tatt ut 3 sedimentprøver fra tjernet.

Tabell 10. Antall prøver analysert innenfor delområde 1.1.

Delområde 1.1	Antall
Antall prøvepunkter	15
Prøver analysert på lab (jord)	41
Prøver analysert med XRF	4
Sedimentprøver (2020)	3
Totalt antall prøver	48

Analyseresultatene viser at konsentrasjonen av bly tilsvarer farlig avfall innenfor hele delområdet (Figur 30). Kart over resultatene for antimon, arsen og PAH er lagt ved i Vedlegg A.1.1.

Dybdeprofiler av målt blykonsentrasjon for prøvene tatt ut i delområde 1.1 er vist i Tabell 12. Fire prøver viser overgang fra farlig avfall til TKL5 eller lavere. For tre prøver er det målt overgang til TKL5 eller TKL3 ved 30-50 cm dybde, felles for disse prøvetakingslokalitetene er at de ligger i utkanten av myrområdet og i områder med fastere myrmasser. For prøve L.3,5.3 er overgangen til TKL4 målt ved 2,5-3 m dybde. Avstanden til fjell på dette prøvepunktet er forventet å være begrenset (3-5 m). Resterende dybdeprofiler viser blykonsentrasjoner tilsvarende farlig avfall på alle prøvetatte nivåer. En prøve, L.4.2,5, har blykonsentrasjoner i farlig avfall ned til 3 m dybde.

Sedimentprøvene som ble tatt ut av tjernet i 2020 viser konsentrasjoner av bly tilsvarende farlig avfall i alle tre prøvene, og et høyt antall synlige hagl. Det organiske materialet i tjernet er løst bundet, og det er stor risiko for at blyhagl har falt lenger ned i tjernet.

Med bakgrunn i dybdeprofilene og undersøkelser av myrområdet vurderes det å være stor risiko for at konsentrasjonen av bly i myrmassene tilsvarer farlig avfall helt ned til fjell, både i det gjengrodde tjernet og i den fastere myren rundt. I utkanten av myrområdet viser kartleggingen at blykonsentrasjonene minker raskere med dybden, med overgang til TKL5 eller TKL 3 ved 30-50 cm dybde.

Jordprøvene viser et varierende innhold av antimon, fra TKL1 til farlig avfall mellom 0-10 cm. I et belte ca. 80-100 m fra standplass er det registrert høyest konsentrasjoner,

tilsvarende Svært dårlig tilstand/farlig avfall. Prøvene tatt ut nærmere eller lenger fra standplass har gradvis bedre tilstand. Med unntak av prøve L.3.3 og L.6.3 er antimon i TKL1 og TKL2 ved 50-100 m dyp.

Totalt er 5 av 12 prøvepunkter innenfor delområdet analysert for arsen. Fra 0-10 cm tilsvarer konsentrasjonen av arsen farlig avfall (3 prøver). Sedimentprøver fra tjernet (0-10 cm) har innhold av arsen i TKL 5 og TKL4. Med unntak av prøve L.3.3 er det ikke registrert konsentrasjoner over TKL 3 under 10 cm.

I tillegg til høye konsentrasjoner av bly, antimon og arsen er det funnet enkelte PAHer i sedimentene i tjernet og myrprøvene, men PAH16 er i TKL 1 i alle prøvene med unntak av L.1.2 (TKL3). I 2020 ble det tatt ut en prøve av massene i det oppbygde arealet etter standplass. Arealet er bygget opp med tilkjørte masser, og har et høyt innhold av leirduer og hylser. Prøveresultatene viser at massene inneholder PAH tilsvarende farlig avfall. Den største andelen av PAH innenfor nedslagsfeltet til leirduene er vurdert å ligge i dette området.


### Dybdeprofiler

Flertallet av dybdeprofilene viser en minkende forurensningsgrad med dypet for alle analyserte parametere, med høyest konsentrasjon fra 0-10 cm dyp. Antimon skiller seg ut med flere dybdeprofiler (5 av 12) som viser en økende grad av forurensning i prøver tatt mellom 10-100 cm dyp.

En prøve, L.3.3, stikker seg ut med tydelig økende grad av forurensning av bly, antimon og arsen fra 30-100 cm dyp (Tabell 11). L.3.3 er tatt ut i fuktige masser nær tjernet, og vanninnholdet i myrmassene øker med dypet. En liknende, men ikke like sterk, trend er registrert i prøven L.6.3. L.6.3 er tatt ut i midten av et myrområde sterkt preget av torvuttak. Ved store nedbørmengder står det vann i dagen i prøvetakingsområdet. Vannprøver viser at blyinnholdet i myrvannet er svært høyt, ved flere tilfeller > 1000 µg/l. I områder med høyt vanninnhold er det sannsynlig at myrvann med høy forurensningsgrad kan bidra til å spre forurensningen til dypere liggende lag, der de bindes til jordpatriklene.

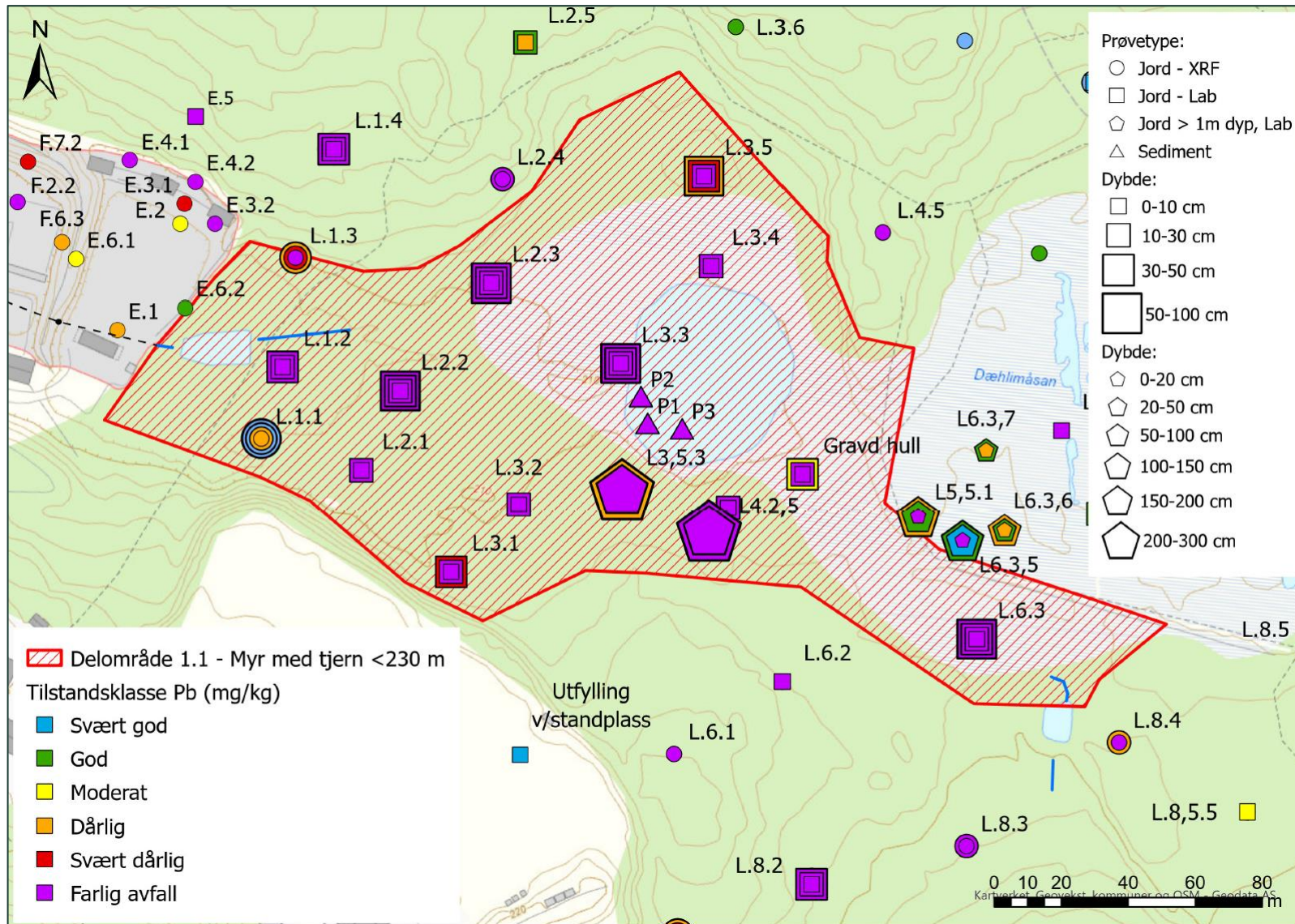
Tabell 11. Dybdeprofil av prøve L.3.3. Prøvene viser en tydelig økning i forurensningsgrad fra 30-100 cm. Liknende trend er registrert i prøve L.6.3.

Dybdeprofil - L.3.3 (mg/kg)					
Dyp (cm)	Pb	Sb	As	PAH	TS (%)
0-10	730 000	140	1100	0,74	51,5
10-30	12 000	140	28	nd	20,8
30-50	54 000	470	71	nd	11,5
50-100	500 000	750	1700	nd	7,6





Dybdeprofiler for bly, antimon, arsen og PAH er vist i Tabell 12. Analyseresultater for utvalgte parametere er oppsummert i Tabell 13.



Figur 30. Arealavgrensning av delområde 1.1 er markert med rød skravur. Konsentrasjonen av bly (Pb) er fargelagt iht. tilstandsklasser for forurenset grunn omtalt i TA 2553/2009.

Tabell 12. Dybdeprofiler av myr fra delområde 1.1. Analyseresultatene viser konsentrasjonen av bly (Pb), antimon (Sb), arsen (As) og PAH i mg/kg, og er fargelagt iht. TA 2553/2009 og FFI-rapport 2010/00116.

Dybdeprofiler i myr (Pb, mg/kg)														
Dyp (cm)	G.H	L.1.2	L.2.1	L.2.2	L.2.3	L.3.1	L.3.2	L.3.3	L.3.4	L.3.5	L.3,5,3	L.4,2,5	L.4.3	L.6.3
0-10	540 000	580 000	13 000	310 000	490 000	11 000	480 000	730 000	500 000	9000			410 000	430 000
10-30	5 400	92 000	5 300	230 000	500 000	4400	130 000	12 000	3700	7600			10 000	57 000
30-50	170	21 000		18 000	250 000	1300		54 000		1000				27 000
50-100				9 900	35 000			500 000		590				36 000
150-200											3800	13 000		
250-300											340	4000		
Dybdeprofiler i myr (Sb, mg/kg)														
0-10	270	17000	210	3000	73	51	9200	140	13000	37			33	10000
10-30	65	1700	190	5000	180	56	3300	140	28	52			170	450
30-50	31	130		150	240	120		470		< 12				300
50-100				91	73			750		15				490
Dybdeprofiler i myr (As, mg/kg)														
0-10	1000	3300						1100						
10-30	16	110						28						
30-50	<12	15						71						
50-100								1700						
150-200											<15	52		
250-300											<12	<11		
Dybdeprofiler i myr (PAH, mg/kg)														
0-10	0,39	14						0,74						
10-30	nd	10						nd						
30-50	nd	2,3						nd						
50-100								nd						
150-200											nd			
250-300											nd			

Tabell 13. Utvalgte parametere fra analyseresultatene for prøver tatt ut i delområde 1.1.

Delområde 1.1 - Myr med tjern <230 m											
Navn	Dybde (cm)	Type	XRF	Labanalyse							
			Bly	Bly	Kobber	Sink	Antimon	Arsen	Sum PAH16	Total tørrstoff	TOC
			mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	%	% TS
Gravd hull	0-10	Myr		540000	230	34	270	1000	0,39	30,4	19
Gravd hull	10-30	Myr		5400	< 5,9	200	65	16	nd	7,7	56
Gravd hull	30-50	Myr		170	< 6,0	< 27	31	<12	nd	7,6	57
L.1.2	0-10	Myr		580000	81	46	17000	3300	14	30,1	22
L.1.2	10-30	Myr		92000	28	120	1700	110	10	19,7	40
L.1.2	30-50	Myr		21000	22	99	130	15	2,3	13	49
L.2.1	0-10	Myr		13000	< 40	180	210			11,5	50
L.2.1	10-30	Myr		5300	32	150	190			11,1	50
L.2.2	0-10	Myr		310000	97	< 60	3000			16,9	27
L.2.2	10-30	Myr		230000	78	25	5000			10,8	41
L.2.2	30-50	Myr		18000	< 51	< 230	150			8,9	54
L.2.2	50-100	Myr		9900	8,7	< 25	91			8,3	54
L.2.3	0-10	Myr		490000	260	< 43	73			46,7	13
L.2.3	10-30	Myr		500000	88	< 59	180			34,2	17
L.2.3	30-50	Myr		250000	64	< 80	240			25,3	26
L.2.3	50-100	Myr		35000	120	110	73			39,9	12
L.3.1	0-10	Myr		11000	21	< 73	51			27,6	25
L.3.1	10-30	Myr		4400	17	36	56			10,8	49
L.3.1	30-50	Myr		1300	7,7	34	120			15,9	39
L.3.2	0-10	Myr		480000	430	< 160	9200			12,8	51
L.3.2	10-30	Myr		130000	< 33	< 150	3300			13,9	44
L.3.3	0-10	Myr		730000	400	< 39	140	1100	0,74	51,5	8,3
L.3.3	10-30	Myr		12000	6	31	140	28	nd	20,8	24
L.3.3	30-50	Myr		54000	15	32	470	71	nd	11,5	41
L.3.3	50-100	Myr		500000	200	81	750	1700	nd	7,6	42
L.3.4	0-10	Myr		500000	160	< 42	13000			24,2	23
L.3.4	10-30	Myr		3700	< 4,4	36	28			10,3	48
L.3.5	0-10	Myr		9000	< 35	< 160	37			13,1	55
L.3.5	10-30	Myr		7600	9,8	99	52			11,7	55
L.3.5	30-50	Myr		1000	< 5,8	77	< 12			7,8	56
L.3.5	50-100	Myr		590	< 6,0	76	15			7,5	56
L.3.5.3	150-200	Myr		3800	<7,4	120		<15	nd	6,2	
L.3.5.3	250-300	Myr		340	7,6	39		<12	nd	8,1	
L.4.2,5	150-200	Myr		13000	8,0	48		52		7,9	
L.4.2,5	250-300	Myr		4000	<5,4	110		<11		8,3	
L.4.3	0-10	Myr		410000	190	44	33			52	9,2
L.4.3	10-30	Myr		10000	98	40	170			29,1	16
L.6.3	0-10	Myr		430000	83	17	10000			19,6	40

L.6.3	10-30	Myr	57000	45	34	450			10,4	47
L.6.3	30-50	Myr	27000	8,7	<22	300			9,5	55
L.6.3	50-100	Myr	36000	12	33	490			8,6	54
Sedimentprøver fra tjernet - 2020										
Prøve 1	Myr i tjern, 0-10 cm		200000	61	61		730	1,4	7,4	24,5
Prøve 2	Myr i tjern, 0-10 cm		40000	30	82		82	1,9	5,4	24,5
Prøve 3	Myr i tjern. 0-10 cm		20000	230	39		120	1,5	15,8	9,9
Voll, leirduebanen (2020)										
Voll ved standplass	Leirduer, plasthylser, fyllmasser.		25	2,5	22		1,6	10 000	99,3	

#### 4.3.2. Delområde 1.2 – Skog <230 m

Delområde 1.2 omfatter et skogsområde med areal på ca. 85 000 m<sup>2</sup>, som ligger nærmere enn 230 m fra standplass på leirduebanene. Området bestående av gran-, furu- og bjørkeskog (Figur 31). Skogsområdet er generelt tørt, og har avrenning via en mindre bekk mot Ilabekken (øst). Mektigheten på løsmassene varierer fra 0-50 cm. Under et tynt lag med skogsjord, 5-15 cm, ligger det sandig og siltig moreneavsetninger over fjell. Figur 32 viser bilder av to prøver tatt ut fra 10-30 cm med et tydelig skille mellom skogsjord og sandig morene. Haglkuler er i hovedsak observert i det øverste laget med skogsjord. På terrenget er det observert synlige haglkuler ut til omtrent 200 m fra standplass.

Flere populære turstier krysser området. Det er registrert en fredet fangstlokalitet i den sørvestre delen av området, se beskrivelse i kap. 2.4.4 Kulturminner.



Figur 31. Området består av gran-, furu- og bjørkeskog. Det er observert hagl i terrenget, bildet til høyre viser hagl over fjell ca. 150 m fra standplass (nær L.12.3, se Figur 33).



Figur 32. To prøver tatt ut fra 10-30 cm viser overgangen fra skogsjord til sandig morene. Mektigheten på jordlaget og morenelaget varierer, og total løsmassetykkelse innenfor delområdet varierer fra 0 – 50 cm. Haglkuler er i hovedsak observert i det øverste laget med skogsjord.

## Prøvetaking av forurenset grunn

Det er tatt ut jordprøver ved 29 punkter innenfor delområdet (Tabell 14). På tre punkter er det tatt ut prøver til 30 eller 50 cm dybde. Totalt er det tatt 34 prøver, derav 31 er analysert med XRF og 15 er analysert på lab.

Tabell 14. Antall prøver analysert innenfor delområde 1.2.

Delområde 1.2	Antall
Prøver analysert med XRF	31
Prøver analysert på lab	15
Totalt antall prøver	34

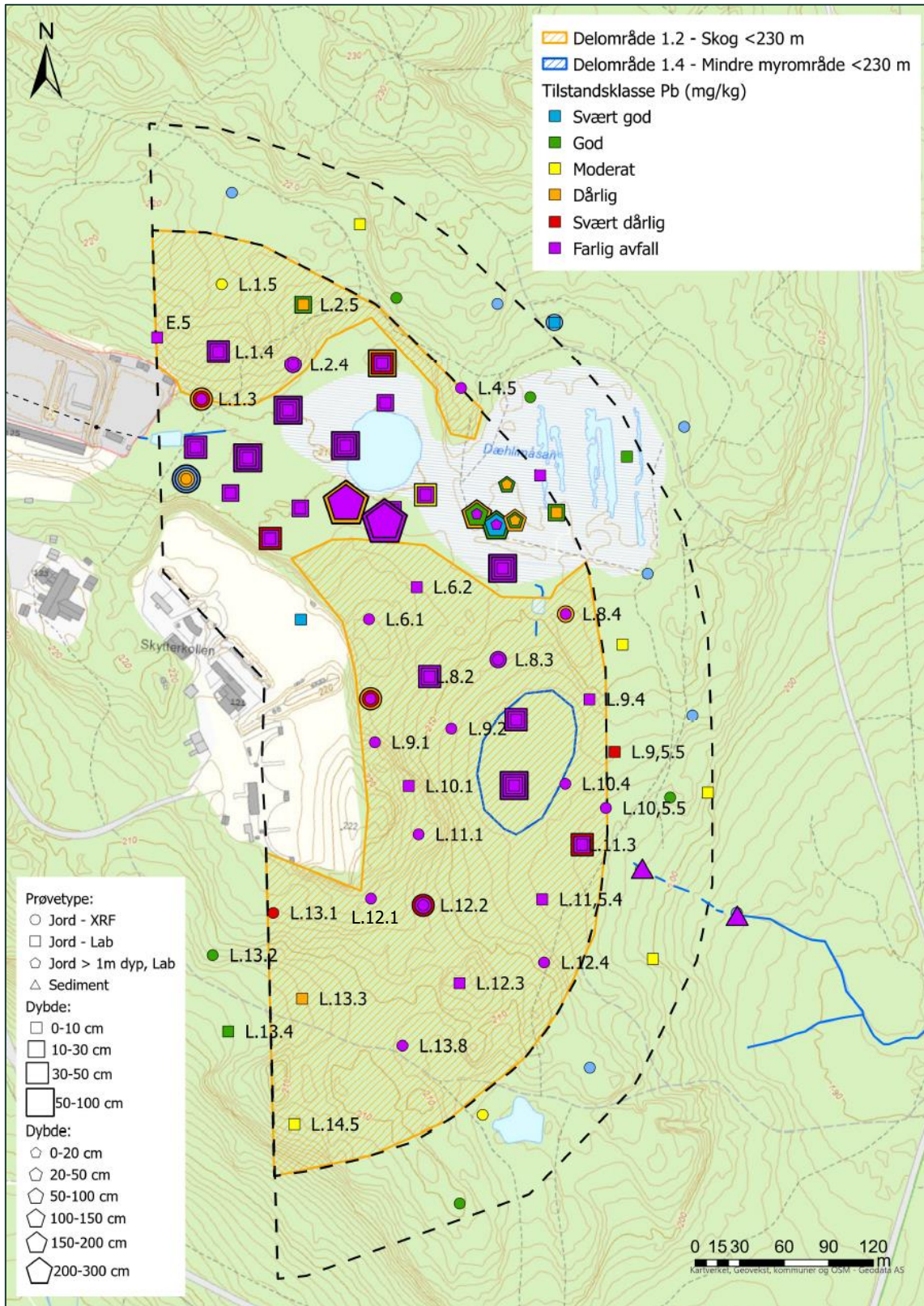
Det er registrert blykonsentrasjoner tilsvarende farlig avfall over hele arealet, med unntak av langs den vestre avgrensningen av delområdet ( Figur 33). Den vestre avgrensningen representerer ytterkant av skytevinkelen fra leirduebanene, og det er kartlagt en gradvis minking av forurensning mot vest. Kart over resultatene for antimon og arsen er lagt ved i Vedlegg A.1.2.

Antimon er registrert opp til TKL5 og arsen er målt til TKL5/farlig avfall ved ett prøvepunkt. Det er ikke påvist PAH over TKL1 i skogsområdet.

Jordprøver er tatt ut ned til fjell. På grunn av begrenset løsmassetykkelse er de fleste prøvene fra delområdet fra 0-10 cm, med enkelte steder er det tatt ut prøver ned til 50 cm. I områder med løsmassedekke > 10 cm viser analyseresultatene en reduksjon i blykonsentrasjonen med dypet. Tilsvarende trend er registrert for arsen og antimon.

I store deler av skogsområdet viser analysene at blykonsentrasjoner tilsvarende farlig avfall går helt ned til fjell.

Analyseresultater for utvalgte parametere er oppsummert i Tabell 15.



Figur 33. Arealavgrensning av delområde 1.2 er markert med oransje skravur. Konsentrasjonen av bly (Pb) er fargelagt iht. tilstandsklasser for forurenset grunn omtalt i TA 2553/2009.



Tabell 15. Utvalgte parametere fra analyseresultatene for prøver tatt ut i delområde 1.2.

Delområde 1.2 - Skog <230 m											
Navn	Dybde (cm)	Type	XRF	Labanalyse							
			Bly	Bly	Kobber	Sink	Antimon	Arsen	Sum PAH16	Total tørrstoff	TOC
			mg/kg	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	%	% TS
L.1.3	5-15	Skogsjord	17708								
L.1.4	0-15	Skogsjord	8602	20000	5,1	21	51			76,8	3,9
L.1.4	15-30	Skogsjord / morene	1299	15000	< 5,7	39	100			79,7	3,7
L.1.4	30-40	Sandig morene	824	15000	6,2	42	22			80,7	3,2
L.1.5	0-10	Skogsjord	157								
L.2.4	0-10	Skogsjord	24667								
L.2.5	0-10	Skogsjord		460	15	15	< 2,4			38,2	16
L.2.5	10-30	Sandig morene		92	4,4	27	< 1,4			67,1	4,2
L.4.5	0-10	Skogsjord	4943								
L.6.1	0-10	Skogsjord	36266								
L.6.2	0-10	Skogsjord	40276	190000	47	17	5300	1300	nd	49,9	14
L.8.1	0-10	Skogsjord	9587								
L.8.2	0-10	Skogsjord	76665	230000	44	47	5700	630	0,32	51,5	18
L.8.2	10-30	Skogsjord / morene	5630	93000	12	34	760	300	0,037	68,5	6,4
L.8.2	30-50	Sandig morene	4522	21000	10	41	160			65	7,6
L.8.3	0-10	Skogsjord	22300								
L.8.4	0-10	Skogsjord	3088								
L.9.1	0-10	Skogsjord	16326								
L.9.2	0-10	Skogsjord	9175								
L.9.4	0-10	Skogsjord	3544	2600	< 7,1	42	11			63,8	17
L.9,5.5	0-10	Skogsjord	482	1100	5,7	44	2,2			79,2	6,9
L.10,5.5	0-10	Skogsjord	7781								
L.10.1	0-10	Skogsjord	31026								
L.10.4	0-10	Skogsjord	11687								
L.11.1	0-10	Skogsjord	25360								
L.11.3	0-10	Skogsjord		43000	17	45	1100			16,2	51
L.11,5.4	0-10	Skogsjord	30045	46000	8,5	29	450	230	0,074	66,3	8,3
L.12.1	0-10	Skogsjord	28315								
L.12.2	0-10	Skogsjord	10357								
L.12.3	0-10	Skogsjord	31730	280000	33	< 86	6300			23,3	36
L.12.4	0-10	Skogsjord	14101								
L.13.1	0-10	Skogsjord	776								
L.13.3	0-10	Skogsjord	2117	350	< 0,64	31	< 1,3	2,2	0,18	70,5	5,6
L.13.8	0-10	Skogsjord	6381								
L.14.5	0-10	Skogsjord	115	110	5	55	< 1,7			54,1	15

#### 4.3.3. Delområde 1.3 – Dæhlimåsan <230 m

Østre del av Dæhlimåsan er et myrområde på omtrent 14 000 m<sup>2</sup> som tidligere er brukt til torvuttak. Det står åpent vannspeil der det er tatt ut torv, og det vokser trær på de urørte områdene. Myrmassene består i hovedsak av lite omdannet organisk materiale.

I perioder med mye nedbør fungerer områder i ytterkant av myra som kanaler som leder vann raskt gjennom myrområdet og videre til Østernbekken i øst. Området er delvis skilt fra vestre del av en fjellterskel som ligger ca. 2 m under terreng.

Et areal på 4 000 m<sup>2</sup> ligger nærmere enn 230 m fra standplass på leirduebanen. På grunn av høy sannsynlighet for blyforurensning er dette området er definert som delområde 1.3 (Figur 35). Arealet som ligger mellom 230 - 300 m fra standplass er en del av delområde 1.5, og er beskrevet i kap. 4.3.5.

Myrddybden i delområde 1.3 er undersøkt ved hjelp av myrbor og målt til 2,7-3,8 m.



Figur 34. Østre del av Dæhlimåsan er fortsatt sterkt preget av historisk torvuttak.

## Prøvetaking av forurenset grunn

Det er tatt ut jordprøver ved 6 punkter mellom 0-150 cm i forbindelse med delområdet (Tabell 16). På tre punkter er det tatt ut prøver til 100-150 cm dybde. Totalt er det tatt 14 prøver, alle er analysert på lab.

Tabell 16. Antall prøver analysert innenfor delområde 1.3.

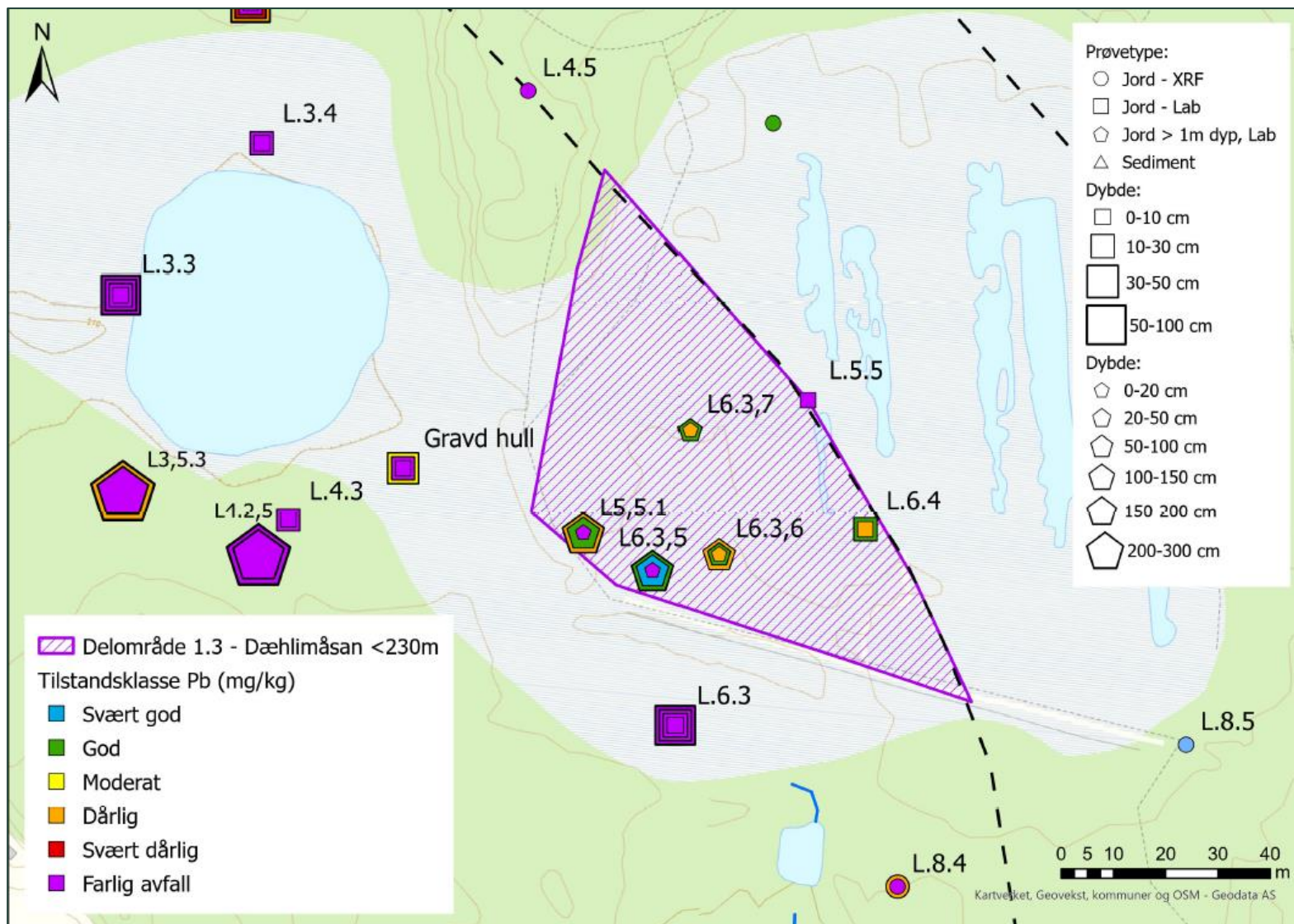
Delområde 1.3	Antall
Antall prøvepunkter	6
Prøver analysert på lab	14
Totalt antall prøver	14

Bly er i TKL3 i tre prøver og innenfor farlig avfall i de tre prøvene som ligger nærmest standplass (Figur 35). Prøver tatt ut av dypere masser, 50-150 cm, har ikke blykonsentrasjoner over TKL3. I prøve L.5,5.1 og L.6.3,6 er det målt økt blyinnhold i enkelte dypere liggende lag. Sjakting i delområde 1.1 viste tydelig lagdeling av myrmassene, noe som kan være en forklaring på varierende forurensningsgrad. To prøver i delområde 1.1 viste økende blyinnhold i dypere liggende lag, og en mulighet er å se variasjonen i sammenheng med varierende vanngjennomstrømning.

Antimon og arsen er i TKL1 og TKL2 i alle prøver med unntak av en prøve. I prøve L.5,5.1 er det målt antimon og arsen i TKL3 mellom 0-20 cm. Det er ikke påvist verdier over TKL2 i dypere prøver. Kart over resultatene for antimon og arsen er lagt ved i Vedlegg A.1.3.

Tabell 17. Dybdeprofiler for bly (Pb) innenfor delområde 1.3.

Dybdeprofiler i myr (Pb, mg/kg)						
Dyp (cm)	L.5,5.1	L.6.3,5	L.6.3,6	L.6.3,7	L.6.4	L.5.5
0-10 / 0-20	31000	2600	310	570	540	3000
10-30					100	
20/30-50			68	94		
50-100	100	49	310			
100-150	400	63				



Figur 35. Arealavgrensning av delområde 1.3 er markert med lilla skravur. Konsentrasjonen av bly (Pb) er fargelagt iht. tilstandsklasser for forurenset grunn omtalt i TA 2553/2009.

Tabell 18. Utvalgte parametere fra analyseresultatene for prøver tatt ut i delområde 1.3.

Delområde 1.3 - Dæhlimåsan <230 m												
Navn	Dybde (cm)	Type	XRF	Labanalyse								
			Bly	Bly	Kobber	Sink	Antimon	Arsen	Sum PAH16	Total tørrstoff	TOC	
			mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	%	% TS	
L.5,5.1	0-20	Myr		31000				550	87			
L.5,5.1	50-100	Myr		100				<0,9	<0,45			
L.5,5.1	100-150	Myr		400				<9,0	<4,5			
L.5.5	0-10	Myr		3000	16	63		77	< 12	1,2	7,7	56
L.6.3,5	5-20	Myr		2600				<9,0	<4,5			
L.6.3,5	50-100	Myr		49				<9,0	<4,5			
L.6.3,5	100-150	Myr		63				<0,9	<0,45			
L.6.3,6	0-20	Myr		310				3,8	0,5			
L.6.3,6	20-50	Myr		68				<9,0	<4,5			
L.6.3,6	50-100	Myr		310				<9,0	<4,5			
L.6.3,7	0-20	Myr		570				<9,0	<4,5			
L.6.3,7	20-50	Myr		94				<9,0	<4,5			
L.6.4	0-10	Myr		540	< 4,0	41		< 7,9			11,4	56
L.6.4	10-30	Myr		100	< 49	< 220		< 9,7			9,3	57

#### 4.3.4. Delområde 1.4 – Mindre myrområde <230 m

Innenfor skogsområdet som ligger nærmere enn 230 m fra standplass er det et område på omtrent 5 000 m<sup>2</sup> med høy grunnvannsstand og lite omdannet organisk materiale.

Vegetasjonen i myrområdet er hovedsakelig døde gran- og furutrær. Myrområdet mottar avrenning fra sørøstre del av Dæhlimåsan, og renner videre øst mot Østernbekken.

Dybden til fjell er > 1 m, og estimert til 1-3 m dybde. Ved prøvetaking av det organiske materialet ble det observert hagl fra 0-30 cm, se eksempel i prøven L.10.3 10-30 cm i Figur 36.



Figur 36. Myrområdet har høy grunnvannsstand og lite til middels omdannet organisk materiale. Det er hovedsakelig observert større mengder hagl på terreng og til ca. 30 cm dybde. Se plassering av prøvetakingspunktet på Figur 37.

## Prøvetaking av forurenset grunn

Det er tatt ut prøver ved to prøvetakingspunkter innenfor delområdet. Prøver er tatt ut ned til hhv. 0,5 og 1 m (Tabell 19). På grunn av høy grunnvannsstand er alle prøvene analysert på lab.

Tabell 19. Totalt antall prøver analysert innenfor delområde 1.4.

Delområde 1.4	Antall
Antall prøvepunkter	2
Prøver analysert på lab	7
Totalt antall prøver	7

Ved begge prøvepunktene er det påvist bly i farlig avfall ned til maks. prøvetakingsdyp på 0,5 og 1 m (Tabell 20 og Figur 37).

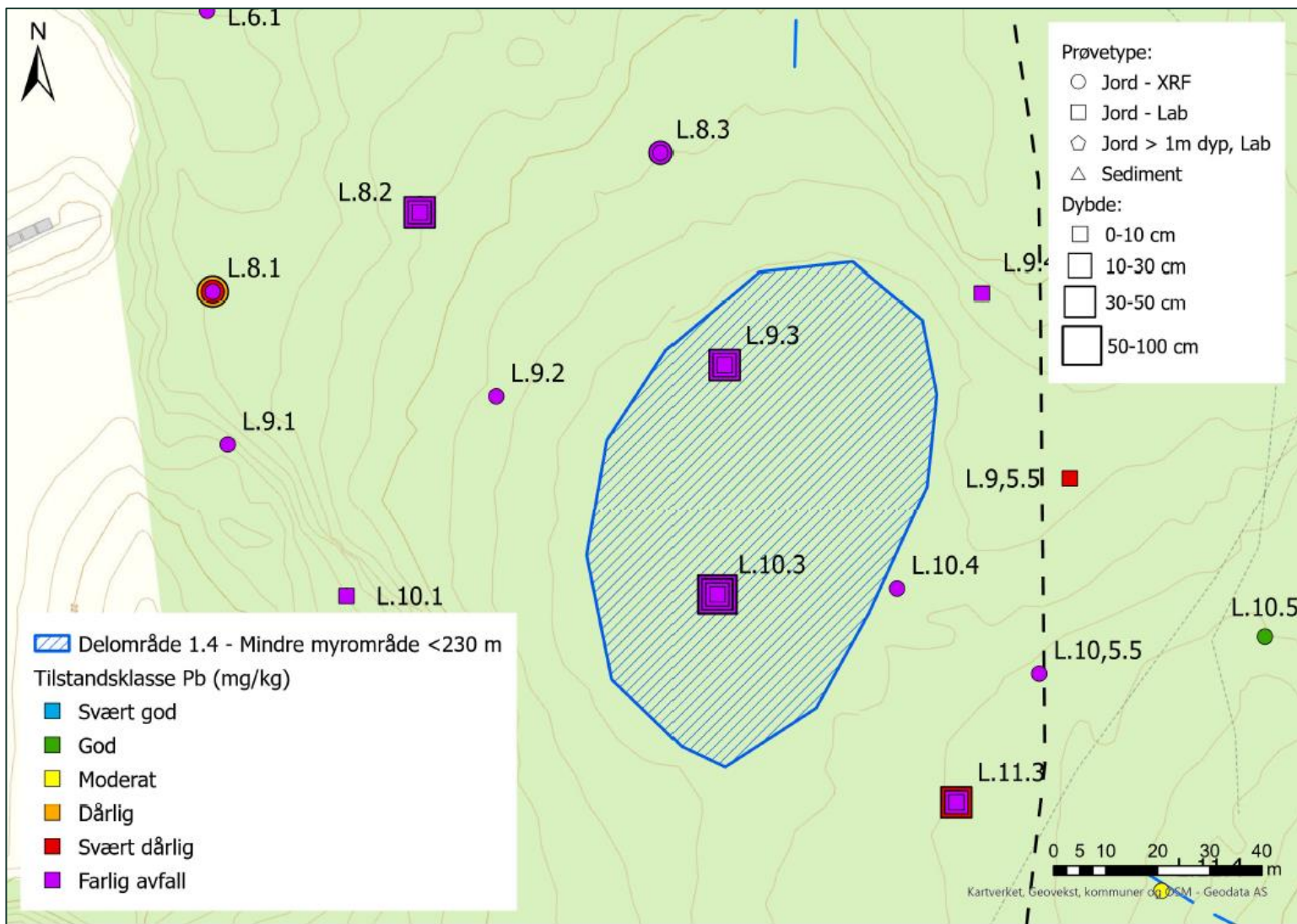
Kart over resultatene for antimon er lagt ved i Vedlegg A.1.4. Arsen og antimon tilsvarer farlig avfall fra 0-10 cm i prøve L.10.3, og går ned til TKL3 ved 50-100 cm. I prøve L.9.3 er antimon i TKL5 (prøven er ikke analysert for arsen). Det er ikke påvist PAH over TKL1.

Maks. mektighet på massene i myrområdet er ikke målt, men er antatt å være fra 1-3 m. Basert på blykonsentrasjonene målt ned til 1 m og jordprøver ned til fjell i området rundt er det sannsynlig at det ligger blykonsentrasjoner tilsvarende farlig avfall ned til fjell.

Analyseresultater for utvalgte parametere er oppsummert i Tabell 21.

Tabell 20. Dybdeprofiler for bly (Pb) innenfor delområde 1.4.

Dybdeprofiler i myr (Pb, mg/kg)		
Dyp (cm)	L.9.3	L.10.3
0-10	420 000	510 000
10-30	16 000	250 000
30-50	50 000	86 000
50-100		26 000



Figur 37. Arealavgrensning av delområde 1.4 er markert med blå skravur. Konsentrasjonen av bly (Pb) er fargelagt iht. tilstandsklasser for forurenset grunn omtalt i TA 2553/2009.



Tabell 21. Utvalgte parametere fra analyseresultatene for prøver tatt ut i delområde 1.4.

Navn	Dybde (cm)	Type	XRF	Labanalyse								
			Bly	Bly	Kobber	Sink	Antimon	Arsen	Sum PAH16	Total tørrstoff	TOC	
			mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	%	% TS	
Delområde 1.4 - Mindre myrområder <230 m												
L.9.3	0-10	Myr		420000	91	17	3700				18,6	29
L.9.3	10-30	Myr		16000	< 39	25	130				11,6	44
L.9.3	30-50	Myr		50000	17	< 14	2000				15,1	47
L.10.3	0-10	Myr		510000	85	< 39	12000	2100	1		26,3	20
L.10.3	10-30	Myr		250000	19	25	4800	1100	1,2		17,7	32
L.10.3	30-50	Myr		86000	12	47	1800	250	nd		12,6	53
L.10.3	50-100	Myr		26000	18	30	210	43	0,12		12,1	52

#### 4.3.5. Delområde 1.5 – Skog >230 m

Delområde 1.5 omfatter et skog- og myrområde med areal på ca. 75 000 m<sup>2</sup>, som ligger fra 230 – 300 m fra standplass på leirduebanene. Den nordligste delen av delområdet har avrenning mot Ilabekken. Resterende areal har avrenning mot Østernbekken. Delområdet omfatter flere populære turstier.

Skogsområdet består av gran-, furu- og bjørkeskog, og er generelt tørt (Figur 38). Mektigheten på løsmassene varierer fra 0-50 cm, med et tynt dekke skogsjord (5-15 cm) over sandig morene. Figur 38 viser to eksempler på jordprøver fra 0-10 cm dybde. Prøven til venstre i figuren, L.4.6, er tatt ut i et område med svært tynn overdekning over fjell, og viser overgangen fra skogsjord til sandig morene. Prøven til høyre i figuren, L.13.7, viser en prøve med skogsjord fra 0-10 cm.

Den nordøstre delen av området omfatter deler av myren Dæhlimåsan. Myrområdet har tidligere blitt bruk for torvuttak, og det står i dag åpent vannspeil der det er fjernet torv. Myrmassene består i hovedsak av lite omdannet organisk materiale.

Det er i liten grad observert hagl på terrengoverflaten innenfor delområde 1.5.



Figur 38. Delområde 1.5 inkluderer skogsområder med gran, furu og bjørk, i tillegg til østre del av myren Dæhlimåsan. I skogsområdene er mektigheten på løsmasser over fjell fra 0-0,5 m, med skogsjord over sandig morene. Det er i liten grad observert hagl på terrengoverflaten.

## Prøvetaking av forurenset grunn

Det er tatt ut jordprøver ved 20 punkter i forbindelse med delområdet, i tillegg til to sedimentprøver (Tabell 22). På grunn av begrenset mektighet på løsmassene er det kun tatt ut prøver fra 0-10 cm.

Tabell 22. Antall prøver analysert innenfor delområde 1.5.

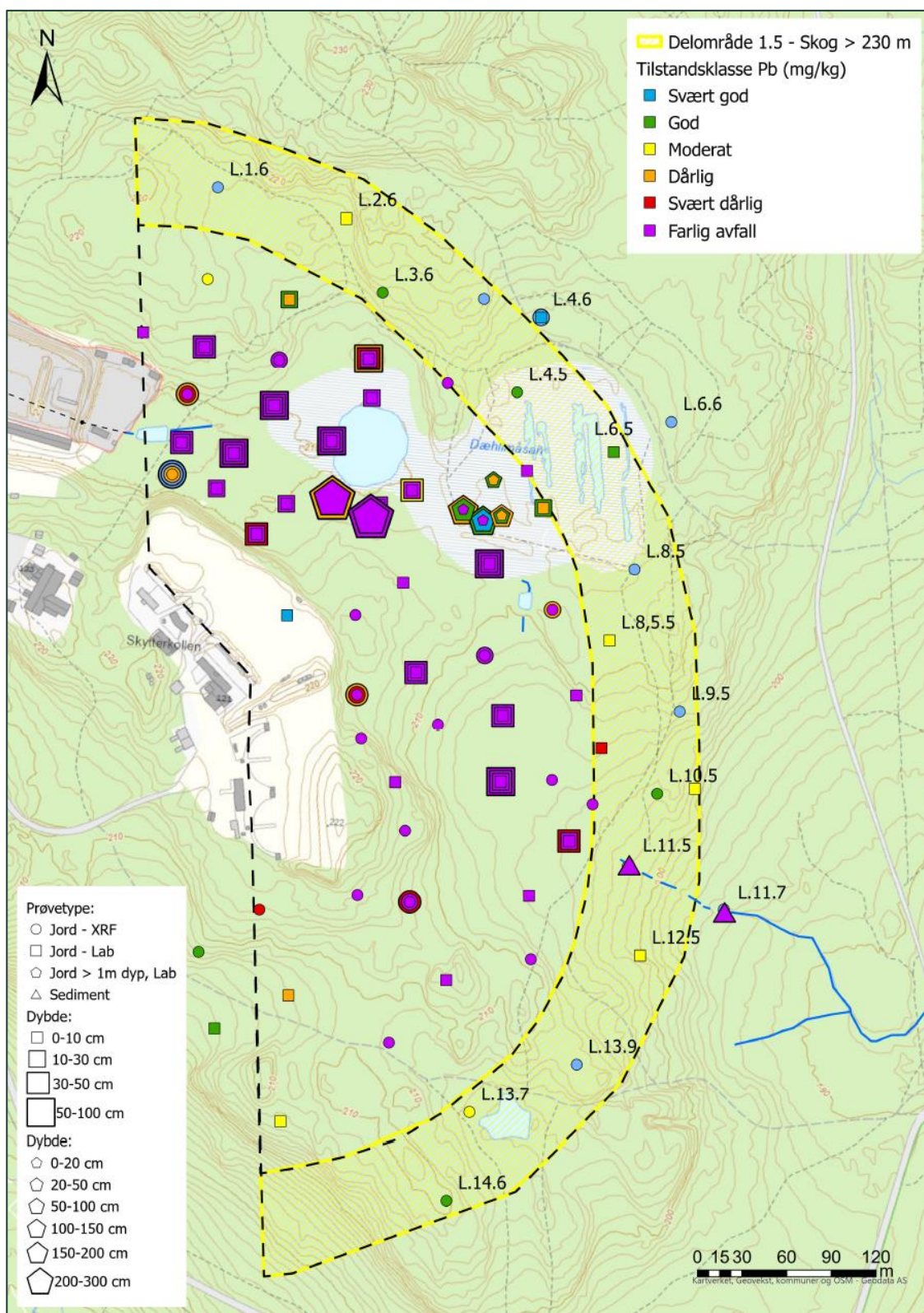
Delområde 1.5	Antall
Antall prøvepunkter	20
Prøver analysert med XRF	20
Prøver analysert på lab	7
Prøver analysert med både XRF og på lab	7
Sedimentprøver	2
Totalt antall prøver	22

Undersøkelsene av forurenset grunn innenfor delområdet viser at arealet som ligger fra 230 - 300 fra standplass på leirduebanene inneholder bly i TKL 3 til TKL 1 (Figur 39). Arealet definerer en overgangssone mellom forurensete (TKL 3) og rene masser (TKL 1 og 2). Nøyaktig avgrensning mellom TKL3 og TKL2 vil ha lokale variasjoner, og avgrensning bør ved behov gjøres i felt i forbindelse med planlagte tiltak.

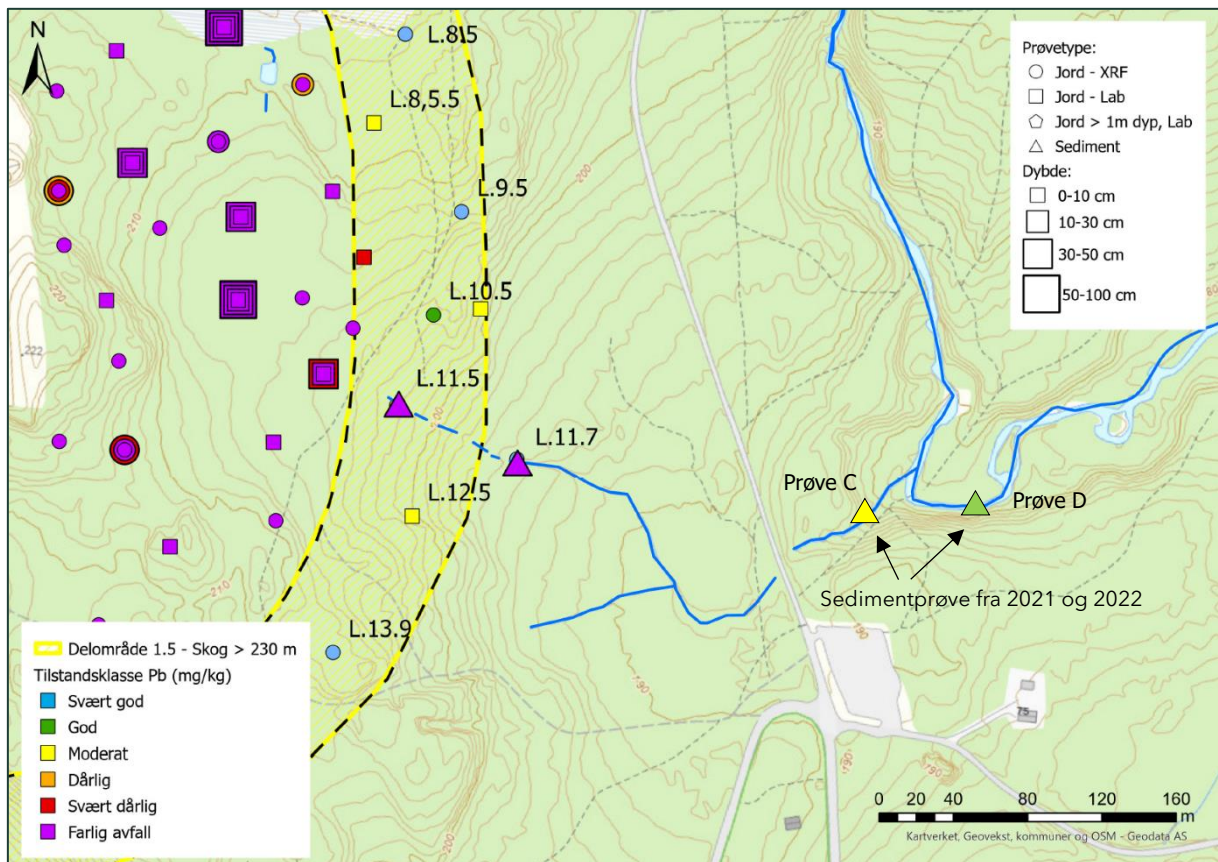
Det er ikke påvist konsentrasjoner av arsen, antimon, kobber, sink eller PAH over TKL2.

Det er tatt ut to sedimentprøver fra bekken som renner mot Østernbekken og to jordprøver fra bekkekanten (Figur 40). Sedimentene i bekken inneholder bly i farlig avfall ved begge prøvetakingspunktene. Jordprøvene fra bekkekanten er i TKL 3 innenfor delområde 1.5, og prøven tatt ut nedstrøms delområdet er i TKL 1. Prøvene er tatt ut ca. 40 cm over bunn bekk, noe som indikerer at bekken i disse områdene ikke går over bekkekanten i perioder med høy vannføring.

I forbindelse med overvåking av Østernbekken er det i 2021 og 2022 tatt ut sedimentprøver 250 m lenger nedstrøms. Begge sedimentprøvene inneholdt blykonsentrasjoner i TKL3. Ingen andre metaller er over TKL2.



Figur 39. Arealavgrensning av delområde 1.5 er markert med gul skravur. Konsentrasjonen av bly (Pb) er fargelagt iht. tilstandsklasser for forurenset grunn omtalt i TA 2553/2009.



Figur 40. I 2023 er det tatt ut to sedimentprøver fra bekkeløpet som renner østover mot Østernbekken. 250 m lenger nedstrøms ble det tatt ut sedimentprøver i 2021 og 2022.

Tabell 23. Utvalgte parametere fra analyseresultatene for prøver tatt ut i delområde 1.5. \*Det er ikke definert tilstandsklasser for antimon (Sb) i sediment.

Delområde 1.5 - Skog >230 m											
Navn	Dybde (cm)	Type	XRF	Labanalyse							
			Bly	Bly	Kobber	Sink	Antimon	Arsen	Sum PAH16	Total tørrstoff	TOC
			mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	%	% TS
L.1.6	0-10		21								
L.2.6	0-15		42	170	11	41	6,8			17,5	49
L.3.6	0-10		61								
L.4.5.5	0-10		77								
L.4.6	0-10		12	45	< 0,62	12	< 1,3	< 1,3	0,039	73,6	5,4
L.4.6	10-30		28								
L.4.6.6	0-10		50								
L.6.4	10-30			100	< 49	< 220	< 9,7			9,3	57
L.6.5	0-10		29	96	18	270	< 5,5			16,4	55
L.6.6	0-10		40								
L.8.5	0-10		15								
L.8.5.5	0-10		42	120	9,4	60	< 2,8			32,9	43
L.9.5	0-10		32								
L.10.5	0-10		61								
L.10.6	0-10			140	13	46	< 3,4			27	38
L.11.4	0-10		199								
L.11.5 (sediment)	0-10			5200	< 8,6	48	< 6,9*		0,37	26,3	20
L.11.6	0-10		22								
L.11.7 (sediment)	0-10			4200	3,1	37	13*			71,5	2,7
L.12.5	0-10		51	150	19	32	3,9			25	44
L.13.7	0-10		173								
L.13.9	0-10		44								
L.14.6	0-10		81								
S.2.1	0-10		16								
S.3.1	0-10		58								
Sedimentprøver fra 2021 og 2022											
Prøve C 2021	0-10			490	3	26	<1,5	3,4			
Prøve C 2022	0-10			750	3	39	1,8	4,9			
Prøve D 2021	0-10			62	3	40	<1,4	1,4			
Prøve D 2022	0-10			55	1,5	68	1,2	2,3			

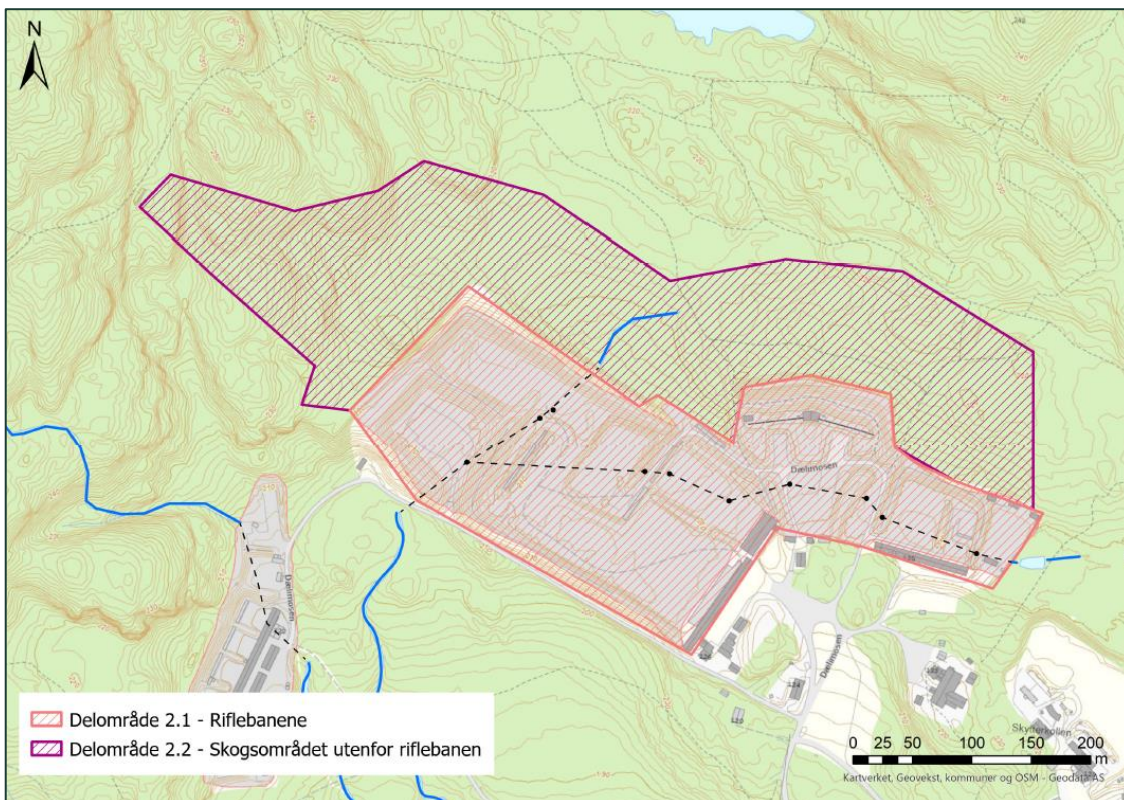
#### 4.4. Riflebanene

På bakgrunn av dagens arealbruk er områdene som er påvirket av skyteaktivitet på rifle-, kortholds- og feltbanene (Svingen) delt inn i to delområder (Figur 41). Delområde 2.1 omfatter areal som i dag er aktive skytebaner. Delområde 2.2 inkluderer skogsareal utenfor dagens skytebaner som er påvirket av forurensning fra skyteaktivitet, blant annet en nedlagt 600 m.

De aktive rifle-, kortholds-, feltbanene omfatter et areal på ca. 80 000 m<sup>2</sup>. Skogsområdet i bakkant av kulefangene som er forurenset av skyteaktivitet er på ca. 90 000 m<sup>2</sup>.

Det er gjort innledende grunnundersøkelser for å avklare utbredelsen av forurensningen i forbindelse med de aktive skytebanene, hovedsakelig basert på overflateprøver (0-10 cm) og analyser med XRF. Enkelte prøver er sendt inn til laboratorieanalyser.

Delområde 2.1 og 2.2 har avrenning mot vest gjennom drensnettet på skytebanene og renner videre ut i llabekken.



Figur 41. Arealer påvirket av forurensning fra rifle-, kortholds- og feltskytebanene deles opp i delområder basert på dagens arealbruk. Delområde 2.1 inkluderer aktive skytebaner, mens delområde 2.2 omfatter skogsområder utenfor aktive skytebaner.

Tabell 24. Beskrivelse av de ulike delområdene tilknyttet rifle- og kortholdsbanene. Arealene er omtrentlige.

Område	Beskrivelse		Areal	Mektighet løsmasser
2.1	Aktive skytebaner	Rifle-, korthols- og feltbaner. Historisk er det tilkjørt masser for å bygge opp området.	80 000 m <sup>2</sup>	Ukjent
2.2	Skogsområder utenfor aktive skytebaner	Skog med gran og furu. Tynt løsmassedekke over fjell. Enkelte områder med høy grunnvannsstand	90 000 m <sup>2</sup>	0-0,5 m

#### 4.4.1. Delområde 2.1 – Aktive baner

Delområde 2.1 omfatter et areal på ca. 80 000 m<sup>2</sup> med aktive riflebaner, kortholdsbaner og en feltskytebane. Grunnforholdene er preget av tilkjørte masser. Basert på historisk data er det kjørt til masser i flere perioder. På 1970-tallet ble det gitt klarsignal for at Løvenskioldbanen kunne brukes som fyllplass for massene fra utbyggingen av Ring 2 på vestsiden av Oslo. I tillegg er det etter 2000-tallet bygget et høyt antall nye voller med stedlige og tilkjørte masser. Historiske flyfoto viser at det er gjennomført flere endringer av baneløpene og plassering av vollene, og det forventes at det både er gravd i og flyttet på forurensede masser.

Området med aktive rifle-, kortholds- og feltbaner er bygget opp av fyllmasser med antatt varierende opprinnelse. Overflateprøver tatt ut av baneløpene og skjermende voller viser at løsmassene består av sandig silt med varierende innhold av pukkk, steinfragmenter og biter av blant annet murstein (Figur 42 og Figur 43). Skivevoller og kulefangere er bygget opp med kombinasjoner av subbus, bark, stedlige masser av sandig morene eller tilkjørte fyllmasser med sandig silt og stein.





Figur 42. Området med aktive rifle-, kortholds- og feltbaner er bygget opp av fyllmasser med antatt varierende opprinnelse. Fyllmassene ligger både i baneløp og i skjermede voller. Overflateprøver viser at de består av sandig silt med varierende innhold av pukk, stein og mursteinsfragmenter. Skivevoller og kulefangere er bygget opp med kombinasjoner av subbus, bark, stedlige masser av sandig morene eller tilkjørte fyllmasser med sandig silt og stein.



Figur 43. Baneløp og voller på rifle-, kortholds-, og feltskytebanene består av sandig silt med varierende innhold av pukk, stein og mursteinsfragmenter. Skivevoller og kulefangere er bygget opp med kombinasjoner av subbus, tilkjørte masser med sandig silt og stein, bark, stedlige masser av sandig morene.

## Prøvetaking av forurenset grunn

Det er tatt ut jordprøver ved 91 punkter mellom 0-10 cm i forbindelse med delområdet (Tabell 25). 91 prøver er analysert med XRF, 2 prøver er analysert på laboratorium. Det er ikke tatt ut dybdeprøver fra vollene. Avrenningen fra området overvåkes med vannprøver fra Ilabekken.

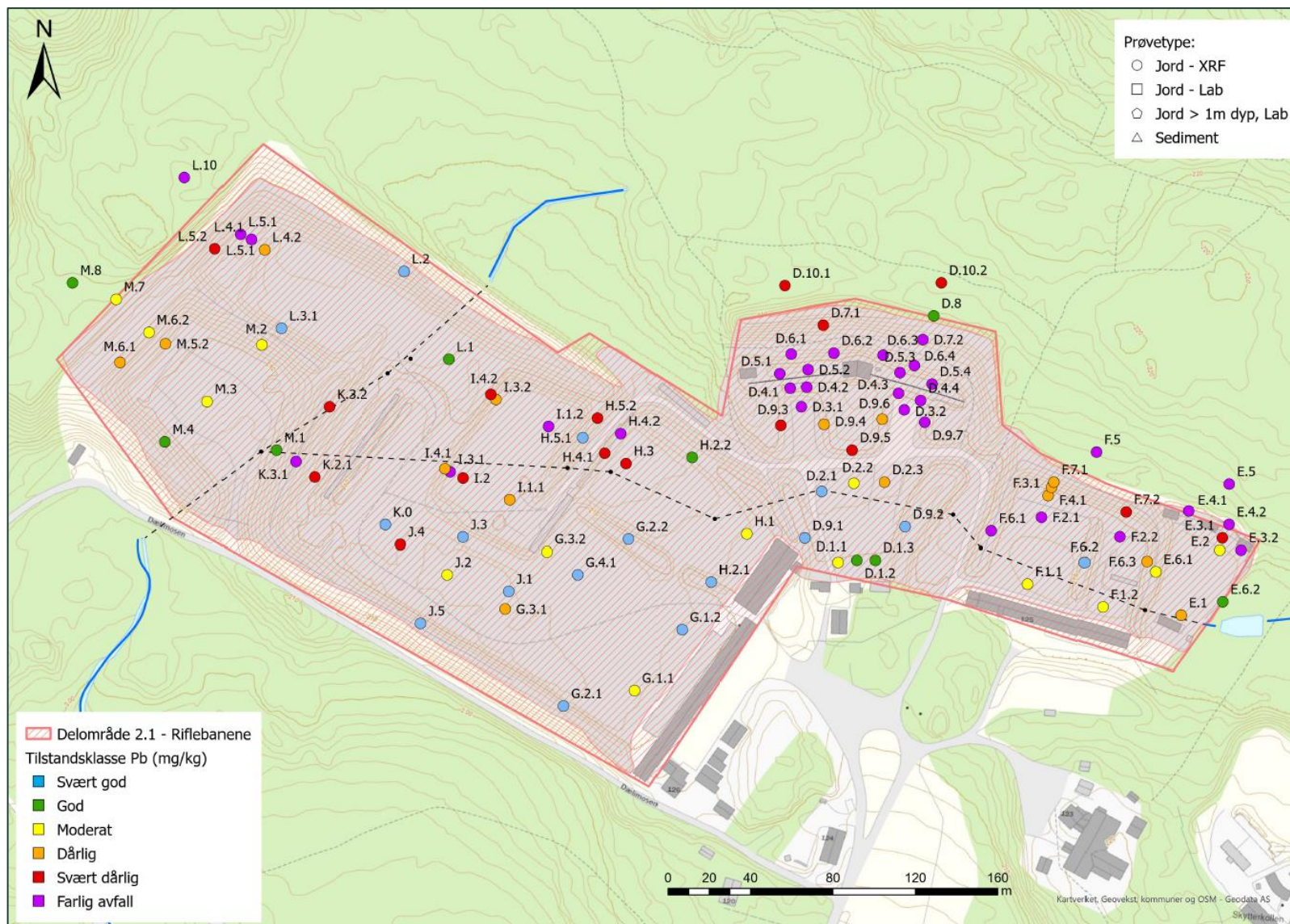
Tabell 25. Antall prøver analysert innenfor delområde 2.1.

Delområde 2.1	Antall
Antall prøvepunkter	91
Prøver analysert med XRF	91
Prøver analysert på lab	2

Høyest blykonsentrasjon er målt i kulefangervollene på rifle- og kortholdsbanene, tilsvarende TKL5/farlig avfall. Prøver tatt ut i øvre del av kulefangervollene, og i bakkant av vollene, har også blykonsentrasjoner i TKL5/farlig avfall. På bakgrunn av disse resultatene ble kartleggingen utvidet til å også inkludere skogsområdene i bakkant (delområde 2.2).

Feltbanen Svingen skiller seg ut med lavere blykonsentrasjoner i kulefangervollene. Høyeste tilstandsklasse innenfor banen er TKL3.

Baneløpene fra standplass til midtre del av banene har bly i TKL1-TKL3, tilsvarende svært god, god og moderat tilstand. Overflateprøver av voller som går parallelt med baneløpene er det målt blykonsentrasjoner i TKL1/TKL2.



Figur 44. Arealavgrensning av delområde 1.4 er markert med lys rosa skravur. Detaljkart er lagt ved i Vedlegg A.1.6. Konsentrasjonen av bly (Pb) fra XRF-analyser er fargelagt iht. tilstandsklasser for forurenset grunn omtalt i TA 2553/2009.

Tabell 26. XRF-analyser av bly for prøver tatt ut i delområde 2.1.

Delområde 2.1 - Aktive baner							
Navn	Dybde (cm)	Type	XRF	Navn	Dybde (cm)	Type	XRF
			Bly (mg/kg TS)				Bly (mg/kg TS)
D.1.1	0-10	Banen brukes kun på sommeren. Sandig silt. Noe grus.	225	G.2.1	0-10	Silt, sandig silt med stein	26
D.1.2	0-10	Dikt med grus/Stein	90	G.2.2	0-10	Silt/sandig silt	54
D.1.3	0-10	Silt	63	G.3.1	0-10	Siltig sand	384
D.2.1	0-10	Silt. Tilkjørt grus.	49	G.3.2	0-10	Siltig sand	110
D.2.2	0-10	Sandig silt på tilkjørt grus	190	G.4.1	0-10	Silt/sandig silt	36
D.2.3	0-10	Sandig silt på grus	441	H.1	0-10	Sandig silt, Stein	250
D.3.1	0-10	Sandig silt på grus	18123	H.2.1	0-10	Sandig silt, Stein, murstein	32
D.3.2	0-10	Siltig sand. Stein	10371	H.2.2	0-10	Sandig silt	64
D.4.1	0-10	Silt på grov sand/fin grus. Noe stein	7182	H.3	0-10	Sandig silt	946
D.4.2	0-10	Silt på grov sand/fin grus. Noe Stein	7335	H.4.1	0-10	Siltig sand. Noe grus	1448
D.4.3	0-10	Grov sand/fin grus med silt. Noe Stein	3121	H.4.2	0-10	Siltig sand. Stein/grus	4481
D.4.4	0-10	Grov sand/fin grus med silt	4100	H.5.1	0-10	Subbus. Grus, silt	26
D.5.1	0-10	Sandig silt	20306	H.5.2	0-10	Fin grus. Subbus. Med silt	1070
D.5.2	0-10	Siltig sand	11193	I.1.1	0-10	Sandig silt. Hylser	536
D.5.3	0-10	Grov sand/fin grus med silt	13475	I.1.2	0-10	Sandig silt	4199
D.5.4	0-10	Grov sand/fin grus med silt	8304	I.2	0-10	Sandig silt	1536
D.6.2	0-10	Oppskyting storvilt. Siltig sand. Noe Stein	93322	I.3.1	0-10	Sandig silt	12188
D.6.3	0-10	Bark. Bak ligger det sandig silt	17148	I.3.2	0-10	Siltig sand	422
D.6.4	0-10	Bark. Silt.	85613	I.4.1	0-10	Siltig sand. Fin grus	685
D.7.1	0-10		1536	I.4.2	0-10	Siltig sand	720
D.7.2	0-10	Silt, noe sand	3630	J.1	0-10	Sandig silt	41
D.9.1	0-10	Sandig silt, noe Stein. Mursteinsbiter.	36	J.2	0-10	Sandig silt	251
D.9.2	0-10	Silt, stein	39	J.3	0-10	Sandig silt	31
D.9.3	0-10	Sandig silt.	1478	J.4	0-10	Sandig silt. Stein. Murstein	2166

D.9.4	0-10	Sandig silt.	304	J.5	0-10	Sandig silt. Stein. Murstein	29
D.9.5	0-10	Sandig silt/silt	2359	K.0	0-10	Sandig silt	37
D.9.6	0-10	Sandig silt	637	K.2.1	0-10	Subbus. Grus til silt	1110
D.9.7	0-10	Silt, pukk. Patroner.	2550	K.3.1	0-10	Sandig sikt. Stein	15354
E.1	0-10	Sandig silt	662	K.3.2	0-10	Sandig silt. Stein.	1533
E.2	0-10	Sandig silt	208	L.1	0-10	Sandig silt med skiferbiter	61
E.3.1	0-10	Subbus	1742	L.2	0-10	Sandig silt	21
E.3.2	0-10	Siltig sand, mye Stein	19005	L.3.1	0-10	Siltig sand. Stein.	49
E.6.2	0-10	Sandig silt	94	L.4.1	0-10	Grov til fin sand	21527
F.1.1	0-10	Sandig silt	101	L.4.2	0-10	Sandig silt	511
F.1.2	0-10	Grus med silt	139	L.5.1	0-10	Siltig sand	3464
F.2.1	0-10	Sandig silt	2646	L.5.1	0-10	Siltig sand	24738
F.2.2	0-10		3058	L.5.2	0-10	Siltig sand	1143
F.3.1	0-10	Sandig silt. Flate bak skiver	523	M.1	0-10	Sandig silt	84
F.4.1	0-10	Subbus	595	M.2	0-10	Grus med sand og silt	280
F.6.1	0-10	Sandig silt	6119	M.3	0-10	Subbus. Grus med silt og sand	207
F.6.2	0-10	Sandig silt	44	M.4	0-10		77
F.6.3	0-10	Sandig silt	326	M.5.2	0-10	Subbus	462
F.7.1	0-10	Voll. Grov sand/grus med silt	418	M.6.1	0-10	Sandig silt	336
F.7.2	0-10	Grov sand/grus	1066	M.6.2	0-10	Sandig silt	290
G.1.1	0-10	Sandig silt	171	M.7	0-10	Siltig sand	141
G.1.2	0-10	Sandig silt	20				

#### 4.4.2. Delområde 2.2 – Skogsområder utenfor aktive baner

Delområde 2.2 omfatter et areal på ca. 90 000 m<sup>2</sup> med gran-, furu- og bjørkeskog. Området inkluderer skogsareal utenfor dagens skytebaner som er påvirket av forurensning fra skyteaktivitet, blant annet nedlagt 600 m-bane. For å kartlegge utstrekningen av forurenset areal er det benyttet XRF i felt. Det er tatt ut prøver ut til 115 m fra grensen til eksisterende bane, med unntak i skyteretningen til den nedlagte 600 m-banen. Langs skyteretningen til 600 m-banen er det tatt ut prøver til og med kulefangeren.

Skogsområdet består av relativt tørre områder med begrenset løsmassemekthet over fjell (0-15 cm) og områder med høy grunnvannsstand og mye organisk materiale (Figur 45 og Figur 46). I tørre skogsområder ligger det skogsjord over et tynt lag med sandig morene (ca. 5 cm). Nordvest for riflebanene ligger det fyllmasser av silt/leire. Langs skråningen av fyllmassene er det observert murstein og betongbiter.



Figur 45. Delområde 2.2 inkluderer tørre skogsområder med begrenset løsmassemekthet over fjell (0-15 cm), og områder med høy grunnvannsstand og mye organisk materiale. I enden av 600 m-banen ble det tatt prøver av skivevoll og kulefanger.



Figur 46. Massene i skogsområdet varier mellom skogsjord over sandig morene og torv. Nordvest for riflebanene er det et område med fyllmasser bestående av silt/leire.



### Prøvetaking av forurenset grunn

Det er tatt ut jordprøver ved 48 punkter mellom 0-10 cm i forbindelse med delområdet, (Tabell 27). På tre punkter er det tatt ut prøver til 30 cm dybde.

Det er tatt ut en sedimentprøve fra bekken som renner inn i dreussystemet under riflebanen. Bekken mottar avrenning fra skogsarealet nord for riflebanene.

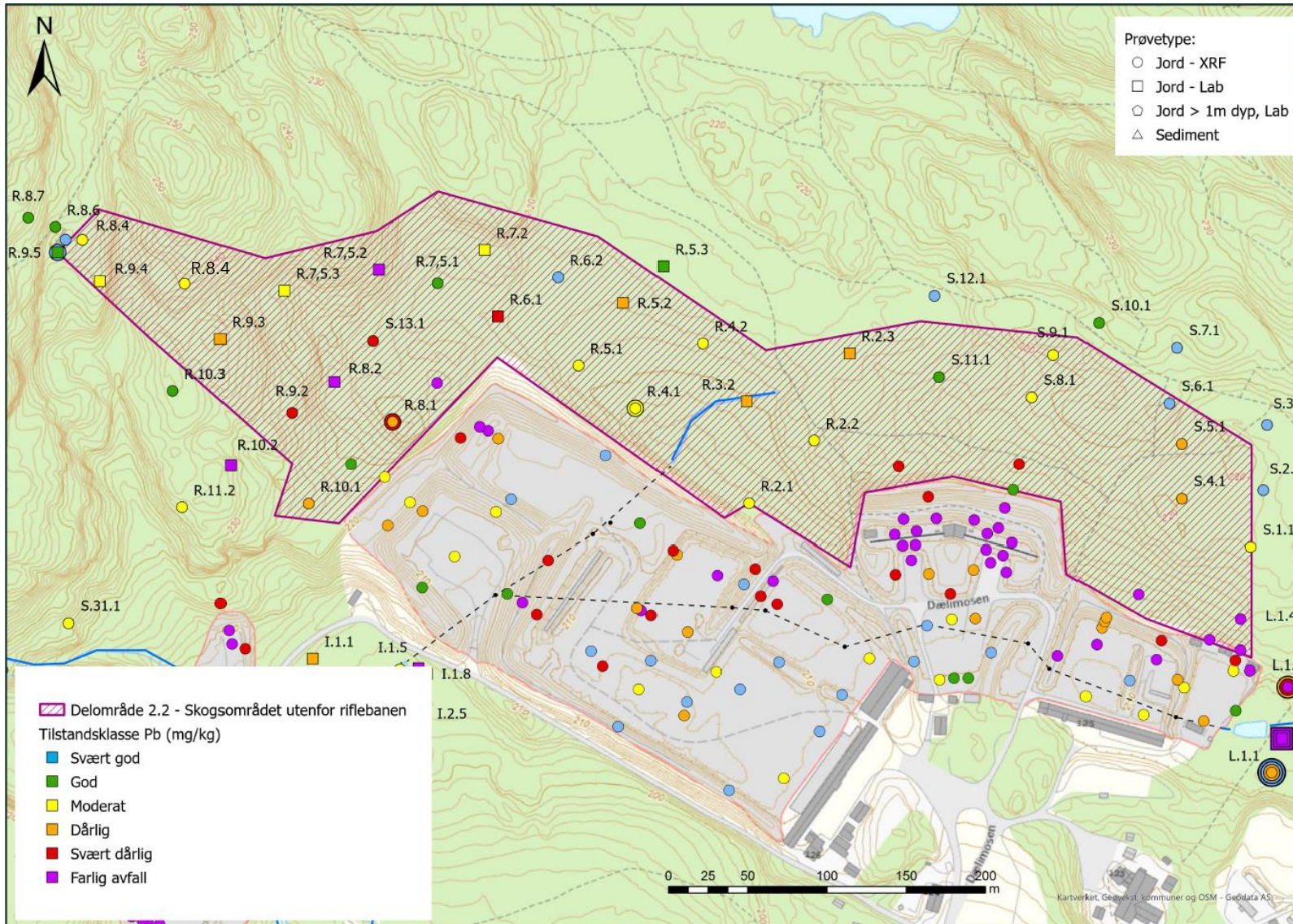
Totalt er det tatt 54 prøver, derav 52 er analysert med XRF og 13 er analysert på lab.

Tabell 27. Antall prøver analysert innenfor delområde 2.2.

Delområde 2.2	Antall
Prøver analysert med XRF	52
Prøver analysert på lab	12
Antall sedimentprøver	1
Totalt antall prøver	54

Kartleggingen viser bly i TKL3/TKL4 ut til ca. 100 m i bakkant av riflebanene. I området ved den nedlagte 600 m er det påvist farlig avfall/TKL5 100 m bak dagens aktive riflebaner, og TKL3 ut til 250 m. Nøyaktig avgrensning vil variere avhengig av terrenget, og ved gjennomføring av tiltak må lokale variasjoner avklares i felt.

Sedimentprøven tatt ut i bekken oppstrøms riflebanene har blyinnhold i TKL3.



Figur 47. Analyseresultater for bly i skogsområdet utenfor riflebanene. Detaljkart er lagt ved i Vedlegg A.1.7. Målt blykonsentrasjon er illustrert ved hjelp av farger som representerer tilstandsklasser for bly (Pb) basert på TA 2553/2009.

Tabell 28. Utvalgte parametere fra analyseresultatene for prøver tatt ut i delområde 2.2.

Delområde 2.2 - Skogsområder utenfor aktive baner											
Navn	Dybde (cm)	Type	XRF	Labanalyse							
			Bly	Bly	Kobber	Sink	Antimon	Arsen	Sum PAH16	Total tørrstoff	TOC
			mg/kg	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	%	% TS
S.1.1	0-10		241								
S.2.1	0-10		16								
S.3.1	0-10		58								
S.4.1	0-10		381								
S.5.1	0-10		504								
S.6.1	0-10		53								
S.7.1	0-10		10								
S.8.1	0-10		115								
S.9.1	0-10		156								
S.10.1	0-10		94								
S.11.1	0-10		81								
S.12.1	0-10		19								
S.13.1	0-10		1558								
R.2.1	0-10		230								
R.2.2	0-10		281								
R.2.3	0-10		71	360	25	78	< 4,8			18,9	41
R.3.1 (sediment)	0-10			110	32	87	0,1*			62,6	2,9
R.3.2	0-10		113	420	< 23	< 110	< 4,6			19,9	44
R.4.1	0-10		203								
R.4.1	10-30		126								
R.4.2	0-10		112								
R.5.1	0-10		244								
R.5.2	0-10			390	51	58	< 8,1			11,2	50
R.5.3	0-10		37	98	13	82	< 3,6			25,4	32
R.6.1	0-10		311	1300	180	50	11			16,5	47
R.6.2	0-10		44								
R.7.2	0-10		149	180	13	86	< 1,5	6,4	nd	61,7	11
R.7.5.1	0-10		85								
R.7.5.2	0-10		8248	10000	1100	95	140			37,7	37
R.7.5.3	0-10		128	240	13	71	< 2,1			44,5	17
R.8.1	0-10		307								
R.8.1	10-30		1051								
R.8.2	0-10		848	3800	780	97	24	< 4,8	1,3	19,1	47
R.8.4	0-10		225								

R.8.4	0-10		102							
R.8.5	0-10		52							
R.8.6	0-10		88							
R.8.7	0-10		89							
R.9.2	0-10		2160							
R.9.3	0-10		77	590	84	120	6,4		16,2	53
R.9.4	0-10		245	170	110	44	< 1,7		54,4	14
R.9.5	0-10		70	88	22	74	< 1,6		58,5	15
R.9.5	10-30		33							
R.10.1	0-10		332							
R.10.3	0-10		71							
M.8	0-10		66							
L.10	0-10	Skogsbunn	8190							
D.8	0-10		77							
D.10.1	0-10		1656							
D.10.2	0-10		703							
E.4.1	0-10	Sand	20342							
E.4.2	0-10	Sand	9450							
E.5	0-10		9406							
F.5	0-10		2729							

## 4.5. Pistolbanene

På bakgrunn av dagens arealbruk er områdene som er påvirket av skyteaktivitet fra pistolbanene delt inn i to delområder (Tabell 24). Delområde 3.1 omfatter areal som i dag er aktive skytebaner. Delområde 3.2 inkluderer skogsareal utenfor dagens skytebaner som er påvirket av forurensning fra skyteaktivitet.

De aktive pistolbanene omfatter et areal på ca. 20 000 m<sup>2</sup>. Skogsområdet i bakkant av kulefangene som er forurenset av skyteaktivitet er på ca. 50 000 m<sup>2</sup>.

Det er gjort innledende grunnundersøkelser for å avklare utbredelsen av forurensningen i forbindelse med de aktive skytebanene, hovedsakelig basert på overflateprøver (0-10 cm) og analyser med XRF. Enkelte prøver er sendt inn til laboratorieanalyser.

Avrenningen fra skogsområdet vest for pistolbanene føres i rør under pistolbanene. Bekken rant tidligere åpen gjennom deler av baneområdet, men ble lukket i 2020 for å begrense spredning av forurensning. Nedstrøms pistolbanene går bekken i samløp med bekken fra riflebanene og vestre del av leirduebanen, og danner Ilabekken.

For å kartlegge spredningen av tungmetaller fra pistolbanene til Ilabekken tas det ut vannprøver oppstrøms og nedstrøms skytebanene.

Tabell 29. Beskrivelse av de ulike delområdene tilknyttet pistolbanene. Arealene er omtrentlige.

Område	Beskrivelse		Areal	Mektighet løsmasser
3.1	Aktive skytebaner	Pistolbaner, inkludert feltbaner. Historisk er det tilkjørt masser for å bygge opp området.	20 000 m <sup>2</sup>	Ukjent
3.2	Skogsområder utenfor aktive skytebaner	Skog med gran og furu. Tynt løsmassedekke over fjell.	50 000 m <sup>2</sup>	Begrenset, 0-10 cm.

### 4.5.1. Delområde 3.1 – Aktive baner

Delområde 3.1 omfatter et areal på ca. 20 000 m<sup>2</sup> med aktive pistol- og feltbaner. Pistol- og feltbanene er bygget opp ved hjelp av tilkjørte masser. På 1970-tallet ble det gitt klarsignal for at Løvenskioldbanen kunne brukes som fyllplass for massene fra utbyggingen av Ring 2 på vestsiden av Oslo. Historiske flyfoto viser at pistolbanene var etablert når bildene ble tatt i 1980, og det er ikke usannsynlig at massene stammer fra veiutbyggingen.

Overflateprøver fra baneløp og voller på pistolbanene består av en høy andel silt, med varierende mengder sand og stein (Figur 48 og Figur 49). Skivevoller og kulefangere er bygget opp med kombinasjoner av subbus, stedlige masser av sandig morene og voller av tilkjørte fyllmasser med sandig silt og stein.



Figur 48. Baneløp og voller ved pistolbanene består av siltige masser med varierende innhold av stein. I baneløpene er det lagt på et lag med pukk over siltige løsmasser. Det er lagt på subbus foran kulefangervollene. Terrenget bak skivene er bratt, og stedvis er det fjell i dagen. I overkant er det skogsterreng.



Figur 49. Baneløp og voller ved pistolbanene består av siltige masser med varierende innhold av stein. I baneløpene er det lagt på et lag med pukk over siltige løsmasser. Det er lagt på subbus foran kulefangervollene, på banen til Bærum pistolklubb er det også lagt dekk i kulefangervollen.

### Prøvetaking av forurenset grunn

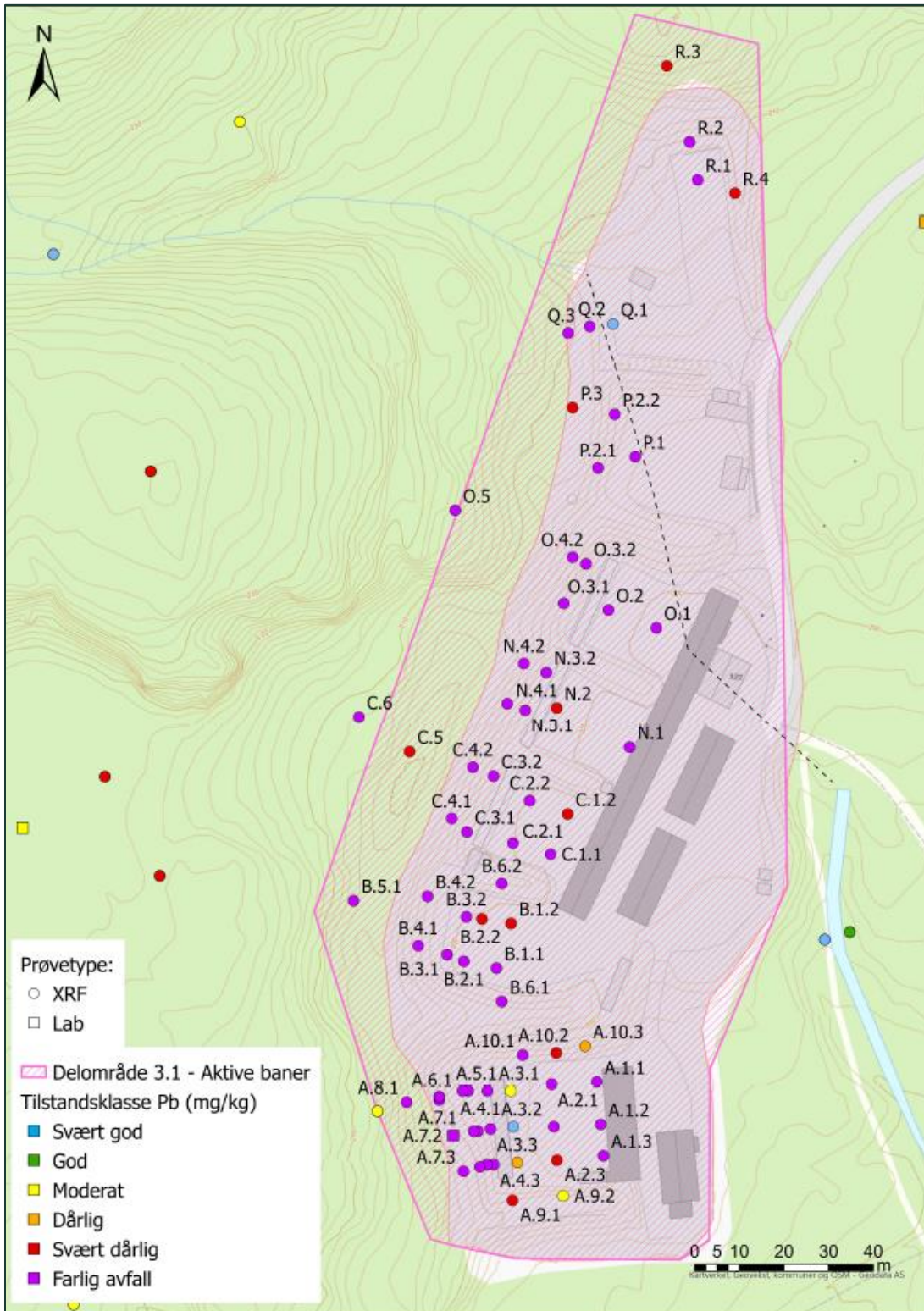
Det er tatt ut jordprøver ved 70 punkter mellom 0-10 cm i forbindelse med delområdet (Tabell 25). Av disse er 70 analysert med XRF og 1 er analysert på lab. Det er ikke tatt ut dybdeprøver fra vollene. Avrenningen fra området overvåkes med vannprøver fra Ilabekken.

Tabell 30. Antall prøver analysert innenfor delområde 3.1.

Delområde 3.1	Antall
Prøver analysert med XRF	70
Prøver analysert på lab	1
Totalt antall prøver	70

Jordprøvene fra delområdet viser at 57 av 70 prøver har et blyinnhold tilsvarende farlig avfall. Baneløpet har blykonsentrasjoner tilsvarende farlig avfall ved alle banene. Kun 4 prøver er i TKL3 eller lavere. Den overordnede kartleggingen viser at både baneløpet fra standplass og frem til kulefanger, selve kulefanget og øvre deler av vollen bak kulefanget er forurenset til TKL5 eller farlig avfall.





Figur 50. Delområde 3.1 er markert med rosa skravur. Jordprøver er analysert ved bruk av XRF. Enkelte prøvepunkt har ikke synlig navngiving, se kart i Vedlegg A.1.8 for detaljer. Målt blykonsentrasjon er illustrert ved hjelp av farger som representerer tilstandsklasser for bly basert på TA 2553/2009.

Tabell 31. XRF-analyser av bly for prøver tatt ut i delområde 2.1.

Delområde 3.1- Aktive baner			XRF	Navn	Dybde (cm)	Type	XRF Pb (mg/kg)
Navn	Dybde (cm)	Type	Pb (mg/kg)				
A.1.1	0-10	Sandig silt på pukk. Noe hylser i messing.	7096	B.5.1	0-10	Skogsjord	6428
A.1.2	0-10	Sandig silt med pukk. Mer finstoff.	16285	B.6.1	0-10		5155
A.1.3	0-10	Pukk med siltig sand. Hylser messing.	2961	B.6.2	0-10		2939
A.10.1	0-10	Sidevoll. Siltige masser med høyt innhold av pukk	3138	C.1.1	0-10		5028
A.10.2	0-10	Sidevoll. Siltige masser med høyt innhold av pukk	1687	C.1.2	0-10		1583
A.10.3	0-10	Sidevoll. Siltige masser med høyt innhold av pukk	547	C.2.1	0-10		3003
A.2.1	0-10	Grus med siltig sand. Mindre hylser	3656	C.2.2	0-10		2636
A.2.2	0-10	Grus med siltig sand. Lite hylser. Fuktig.	22592	C.3.1	0-10	Subbus	3164
A.2.3	0-10	Pukk med siltig sand. Mer finstoff.	769	C.3.2	0-10	Subbus	2508
A.3.1	0-10	Grus med siltig sand.	230	C.4.1	0-10	Subbus, grusing jord	13145
A.3.2	0-10	Grus med siltig sand. En del sand/grus.	41	C.4.2	0-10	Grus, subbus og jord	9554
A.3.3	0-10	Stein, grus, sand noe silt.	459	C.5	0-10		2274
A.4.1	0-10	Sand, noe grus	15712	N.1	0-10	Pukk med silt	2814
A.4.2	0-10	Sand, noe grus	32884	N.2	0-10	Tykt lag pukk over pukk med noe silt	1358
A.4.3	0-10	Sand, noe grus	59644	N.3.1	0-10	Subbus	8409
A.5.1	0-10	Siltig sand med grus	3670	N.3.2	0-10	Subbus	6110
A.5.2	0-10	Deformerte kuler. Siltig sand med noe grus	38061	N.4.1	0-10	Jord, Siltig sand med grus	7038
A.5.3	0-10	Siltig sand, noe grus	57576	N.4.2	0-10	Fin grus, sand	8153
A.6.1	0-10	Siltig sand, noe grus. Fragmenter	18424	O.1	0-10	Pukk med silt.	7162
A.6.2	0-10	Siltig sand. Noe grus og patroner.	34775	O.2	0-10		33013
A.6.3	0-10	Siltig sand. Noe grus.	45062	Q.3	0-10	Skogsjord.	2551
A.7.1	0-10		9002	O.3.1	0-10	Subbus	28404
A.7.2	0-10	Analysert på lab. 23 000 mg/kg Pb.	13783	O.3.2	0-10	Subbus	13937
A.7.3	0-10		5637	O.4.2	0-10		17657
A.8.1	0-10		5101	P.1	0-10	Sandig grus	5779
A.9.1	0-10		1451	P.2.1	0-10		6769
A.9.2	0-10		211	P.2.2	0-10	Subbus. Grusig sand	4572
B.1.1	0-10	Grus med siltig sand.	17203	P.3	0-10	Skogsjord.	915

B.1.2	0-10	Grus med siltig sand.	2137	Q.1	0-10	Subbus	22
B.2.1	0-10		14639	Q.2	0-10	Subbus	5633
B.2.2	0-10		1732	R.1	0-10	Grus med silt	9023
B.3.1	0-10		14209	R.2	0-10	Subbus	8777
B.3.2	0-10		6896	R.3	0-10	Skogsbunn.	1394
B.4.1	0-10		4599	R.4	0-10	Sandig silt. Grus blandet i	1878
B.4.2	0-10		27616	S14.1	0-10		9868

#### 4.5.2. Delområde 3.2 – Skogsområder utenfor aktive pistolbaner

Delområde 3.2 omfatter et areal på ca. 50 000 m<sup>2</sup> med gran-, furu- og bjørkeskog (Figur 51). Området har løsmasser som består av skogsjord over sandig morene. Mektigheten på løsmassene er unntaksvis > 15 cm. Terrenget stiger raskt bak kulefangerne på pistolbanene, og store deler av skogsområdet ligger over 10 høydemeter høyere i terrenget enn skytebanene.

Arealet som er påvirket av skyteaktiviteten på pistolbanene er estimert til ca. 130 m bak pistolbanene og ca. 90 bak feltbanene. Det er stedvis observert patroner på terrengoverflaten i skogsområdene.



Figur 51. Skogsområdet kjennetegnes av gran-, furu- og bjørkeskog med et tynt dekke skogsjord over sandig morene og fjell.

#### Prøvetaking av forurenset grunn

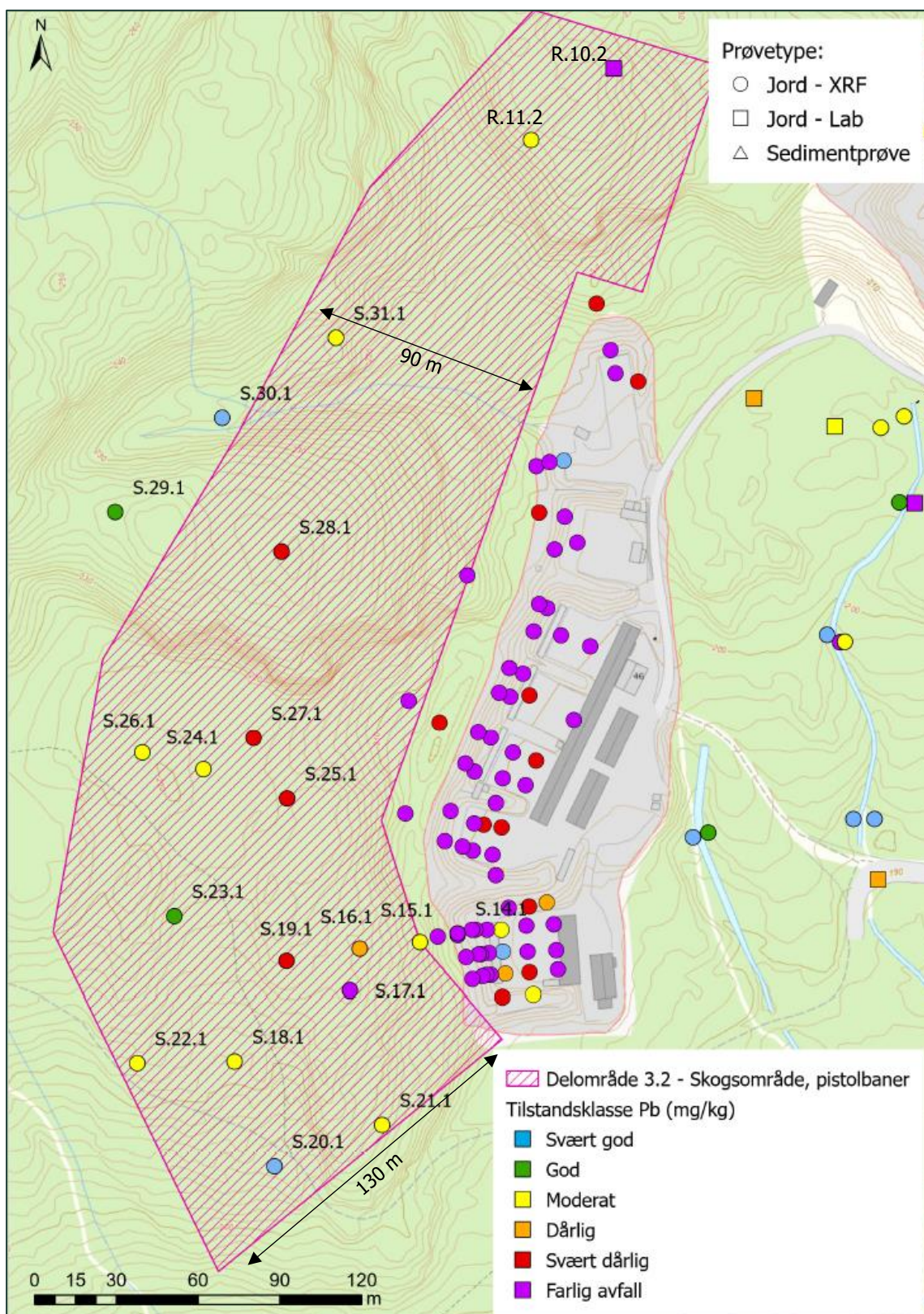
Det er tatt ut jordprøver ved 21 punkter mellom 0-10 cm i forbindelse med delområdet (Tabell 32). Av disse er 21 analysert med XRF og 1 er analysert på lab.

Tabell 32. Antall prøver analysert innenfor delområde 3.1.

Delområde 3.1	Antall
Prøver analysert med XRF	21
Prøver analysert på lab	1
Totalt antall prøver	21

Jordprøvene fra skogsområdet viser at løsmassene har blykonsentrasjoner på TKL4 opptil 60-80 m i bakkant av pistolbanene. Lokal avgrensning vil påvirkes av terrenget. Yte avgrensning av masser med blyinnhold tilsvarende TKL3 er ikke avgrenset.

Det er registrert mindre forurensning i skogen vest for feltbanene.



Figur 52. Målt blykonsentrasjon er illustrert ved hjelp av farger som representerer tilstandsklasser for bly basert på TA 2553/2009.

Tabell 33. Utvalgte parametere fra analyseresultatene for prøver tatt ut i delområde 3.2.

Delområde 3.2 - Skogsområder utenfor aktive baner											
Navn	Dybde (cm)	Type	XRF	Labanalyse							
			Bly	Bly	Kobber	Sink	Antimon	Arsen	Sum PAH16	Total tørrstoff	TOC
			mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	%	% TS
S.15.1	0-10		274								
S.16.1	0-10		530								
S.17.1	0-10		8225								
S.18.1	0-10		226								
S.20.1	0-10		22								
S.23.1	0-10		78								
S.24.1	0-10		144								
S.19.1	0-10		1643								
S.21.1	0-10		159								
S.22.1	0-10		140								
S.25.1	0-10		856								
S.26.1	0-10		140								
S.27.1	0-10		1325								
S.28.1	0-10		756								
S.29.1	0-10		93								
S.30.1	0-10		49								
S.31.1	0-10		147								
R.10.2	0-10		3196	3800	380	59	< 25			36	30
R.11.2	0-10		208								
C.6	0-10		8221								
O.5	0-10		5659								

## 4.6. Ilabekken

### 4.6.1. Delområde 4

Løvenskiold skytebane ligger høyt i nedbørfeltet til Ilabekken. Ilabekken mottar avrenning fra en bekk som renner gjennom pistolbanene (lagt i rør i 2020) og en bekk fra rifle- og leirduebanene. Bekkene fra pistolbanen og rifle- og leirdueban går i samløp ca. 400 nedstrøms riflebanene, og danner Ilabekken (Figur 55).

Vannkvaliteten i Ilabekken overvåkes med månedlige vannprøver, iht. *Tiltaksorientert overvåkingsprogram 2022-2023* (Asplan Viak, 2022). Overvåkingen startet i 2020, og rapporteres hvert år. Vannprøvene viser at avrenningen fra rifle- og leirduebanene inneholder bly i TKL5, sink i TKL4, arsen i TKL3 og antimon over grenseverdien i drikkevannsforskriften. Avrenningen fra pistolbanene inneholder bly og kobber i TKL4.

Det er tatt ut sedimentprøver fra begge bekkeløpene, samt prøver i flomsone langs bekkeløpene (Figur 53 og Figur 54).



Figur 53. Sedimentprøver i øvre del av Ilabekken fra bekkeløpet (t.v.) og jordprøver fra bekkkanten (t.h). Prøvepunktene ligger like etter utløp av drenerørret fra rifle- og leirduebanene. Bekken er farget rustrød av jernutfellinger.



## Forurenset grunn

Det er tatt ut sedimentprøver fra bekkeløpet til Ilabekken. For å avgrense eventuelle forurensning i flomsonen er det tatt jordprøver fra bekkedanten som er analysert med XRF og/eller på laboratorium. I øvre del av Ilabekken er det tatt ut sedimentprøver ned til 0,5 og 0,3 m dyp. Videre nedstrøms er det tatt ut sedimentprøver fra 0-10 cm.

Totalt er det tatt 36 prøver, derav 12 sedimentprøver og 24 jordprøver. 19 jordprøver er analysert med XRF, og 21 er analysert på laboratorium (Tabell 34). 4 prøver er analysert med både XRF og på lab.

Tabell 34. Antall prøver analysert innenfor delområde 4.

Delområde 4	Antall
Prøver analysert med XRF	19
Prøver analysert på lab	21
Antall sedimentprøver	12
Totalt antall prøver	36

Resultater av prøvetakingen viser at bekken som kommer fra riflebanene og leirduebanen har sedimenter med blykonsentrasjoner tilsvarende farlig avfall over en strekning på omtrent 400 m (Figur 54). Dybdeprøver som er tatt ut i øvre del av bekken viser blyinnholdet tilsvarende farlig avfall ned til 0,5 m (Tabell 35). Det er ikke tatt ut prøver under dette dypet.

Sedimentene i bekken fra pistolbanen har blyinnhold i TKL 3. Etter samtløp mellom de to bekkene er det tatt ut to sedimentprøver som inneholder bly i TKL4. Prøven lengst nedstrøms, I.9.1, ligger omtrent 600 m nedstrøms riflebanene. Nedstrøms dette punktet mottar Ilabekken rent vann fra flere sidebekker, og forurensningsgraden i vann og sediment fortynnes. I 2021 og 2022 er det tatt ut sedimentprøver ved Ila fengsel. Begge prøvene inneholder bly i TKL2 (god tilstand).

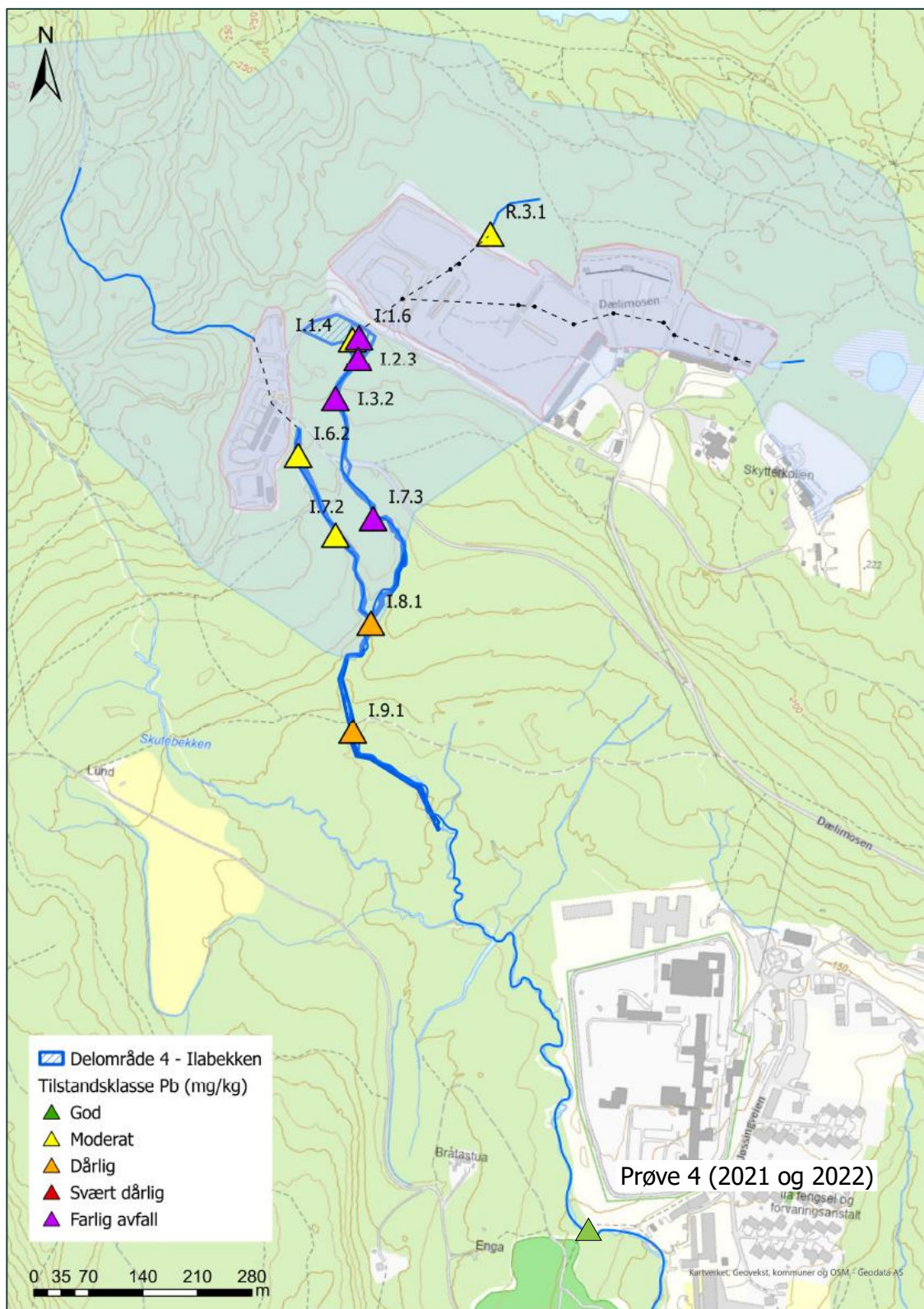
Prøver tatt ut langs bekkedanten viser at forurensningen i hovedsak er begrenset til bekkeløpet. Detaljkart er lagt ved i Vedlegg A.1.10. I områder langs bekken med høydeforskjell <0,5 m fra bunn bekk er det registrert blyforurensning i jordprøvene.

Tabell 35. Dybdeprofiler for bly (Pb) innenfor delområde 4.

Dybdeprofiler bekkesediment (Pb, mg/kg)		
Dyp (cm)	I.1.6	I.2.3
0-10	28000	19000
10-30	40000	13000
30-50	18000	



Figur 54. For å kartlegge forurensning i bekkeløpet og i flomsonen er det tatt ut jordprøver på ulike nivåer og i økende avstand fra bekkeløpet.



Figur 55. Sedimentprøver fra 0-10 cm fra øvre del av Ilabekken til Ila fengsel. Blyinnholdet er klassifisert iht. veileder M608.

Tabell 36. Utvalgte parametere fra analyseresultatene for prøver tatt ut i delområde 4. \*Det er ikke definert tilstandsklasser for antimon (Sb) i sediment.

Navn	Dybde (cm)	Type	XRF	Labanalyse							
			Bly	Bly	Kobber	Sink	Antimon	Arsen	Sum PAH16	Total tørrstoff	TOC
			mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	%	% TS
Delområde 4 - Ilabekken											
I.1.1	0-10		184	600	72	66	7,7			26,2	36
I.1.2	0-10		88	240	30	50	5,4			29	40
I.1.3	0-10		163								
I.1.4 (sediment)	0-10			1400	690	990	93			16,7	28
I.1.5	0-10		265								
I.1.6 (sediment)	0-10			28000	200	370	85		1,3	23	17
I.1.6 (sediment)	10-30			40000	210	360	120			23,5	22
I.1.6 (sediment)	30-50			18000	33	210	14			48,8	6,7
I.1.7	0-10			6700	71	160	11			25,2	24
I.1.8	0-10			130	16	65	< 1,7			55,1	10
I.2.2	0-10		67								
I.2.3 (sediment)	0-10			19000	160	430	48			19,3	17
I.2.3 (sediment)	10-30			13000	99	340	21			30,6	13
I.2.4	0-10			3000	33	190	3,8			39,6	14
I.2.5	0-10		33								
I.3.1	0-10		54								
I.3.2 (sediment)	0-10			4800	28	120	4		0,72	59,8	4,7
I.3.3	0-10		2947								
I.3.4	0-10		103								
I.5.1	0-10		28								
I.5.3	0-10		34								
I.6.1	0-10		49								
I.6.2 (sediment)	0-10			950	500	140	3			44,8	7,8
I.6.3	0-10		89								
I.7.1	0-10		38								
I.7.2 (sediment)	0-10			830	190	130	3,1			49,9	7,6
I.7.3 (sediment)	0-10			3700	18	410	8,3			77,9	2,1
I.7.4	0-10		6867	15000	55	970	20			44,3	11
I.7.5	0-10			78	5,5	52	< 1,7			53,6	8,4
I.8.1 (sediment)	0-10			1900	27	310	2,2			81,9	1,1

I.8.2	0-10		33								
I.9.1 (sediment)	0-10			1600	24	270	2,8			78,8	1,3
I.9.1 (jord)	0-10			65	8,4	46	< 1,5			63,3	7,9
I.9.2	0-10		8								
I.9.3	0-10		35								
I.10.1	0-10		35	310	< 9,7	< 43	< 2,0			46,6	10
Sedimentprøve Ila fengsel 2021 og 2022											
Prøve 4 (2021)	0-10			41	2,3	32	<1,3	1,1	1,4		
Prøve 4 (2022)	0-10			100	3,7	57	<1,3	2,1	0,42		

## Kilder

Asplan Viak. 2016. Forurenset grunn og tiltak, Løvenskioldbanen.

Asplan Viak. 2021. Vurdering av strakstiltak mot spredning av blyforurensning ved Løvenskiold skytebane 2020-2021.

Asplan Viak. 2022. Vurdering av strakstiltak mot spredning av blyforurensning ved Løvenskiold skytebane 2021-2022.

Asplan Viak. 2023. Tiltaksorientert overvåkingsprogram 2022-2023.

Bolstad, M. 2014. Kunnskapsstatus og kunnskapsbehov knytt til grunnforureining ved skytebaner - Utgreiing om problemomfang og kunnskapsgrunnlag. Forsvarsbygg Futura rapport 2014/609 (Miljødirektoratet rapport M-348).

Olberg, S. 2013. Kartlegging av biologiske verdier ved Løvenskioldbanen. BioFokus-notat 2013-13. Stiftelsen BioFokus. Oslo

Voie, Ø., Strømseng, A., Johnsen, A., Rosslund, H.K., Karsrud, T. og Longva, K. 2010. Veileder for undersøkelse, risikovurdering, opprydning og avhending av skytebaner og øvingsfelt. Forsvarets forskningsinstitutt (FFI). Rapport 2010/00116.



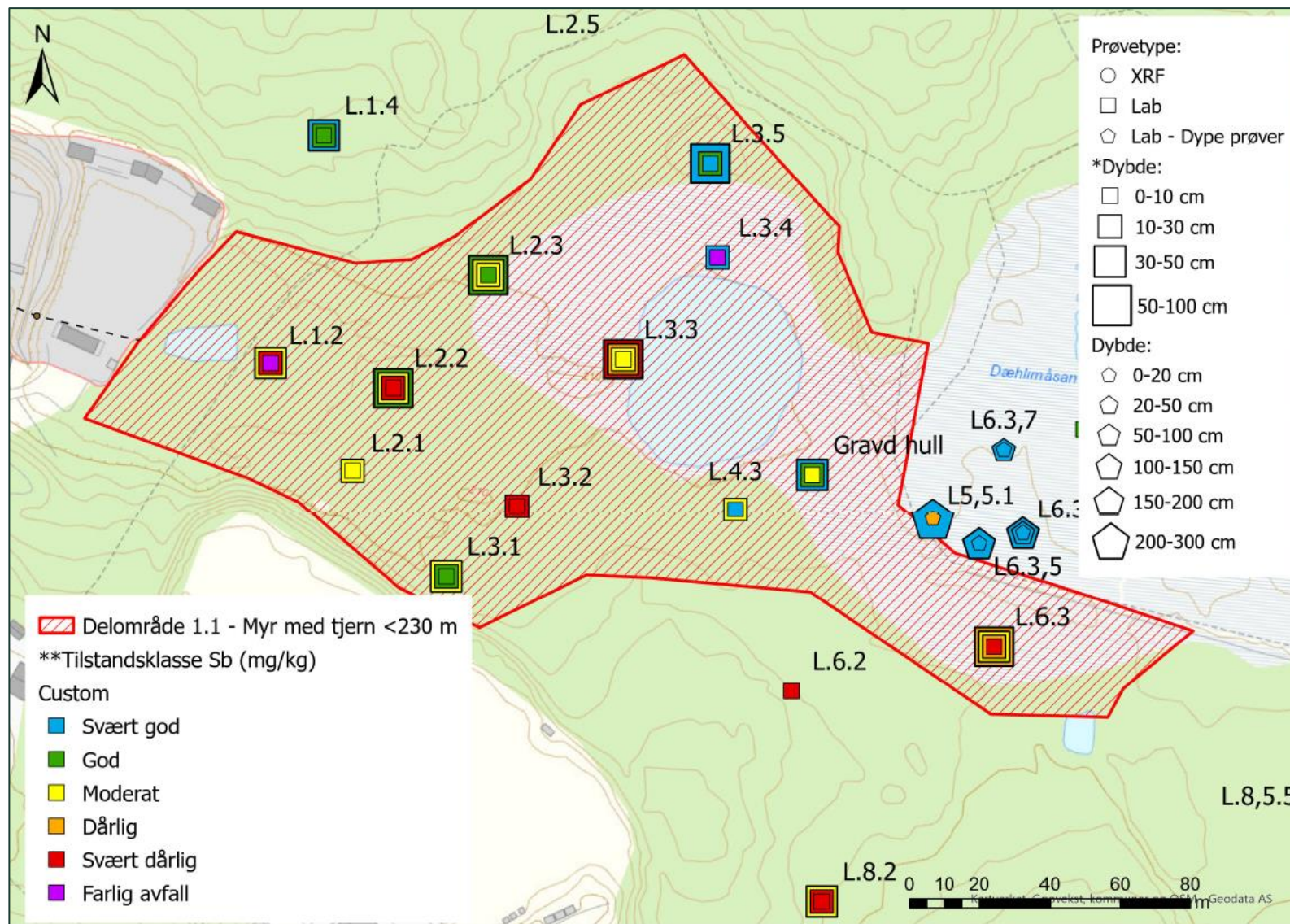
asplan viak

## A. Vedlegg til rapporten

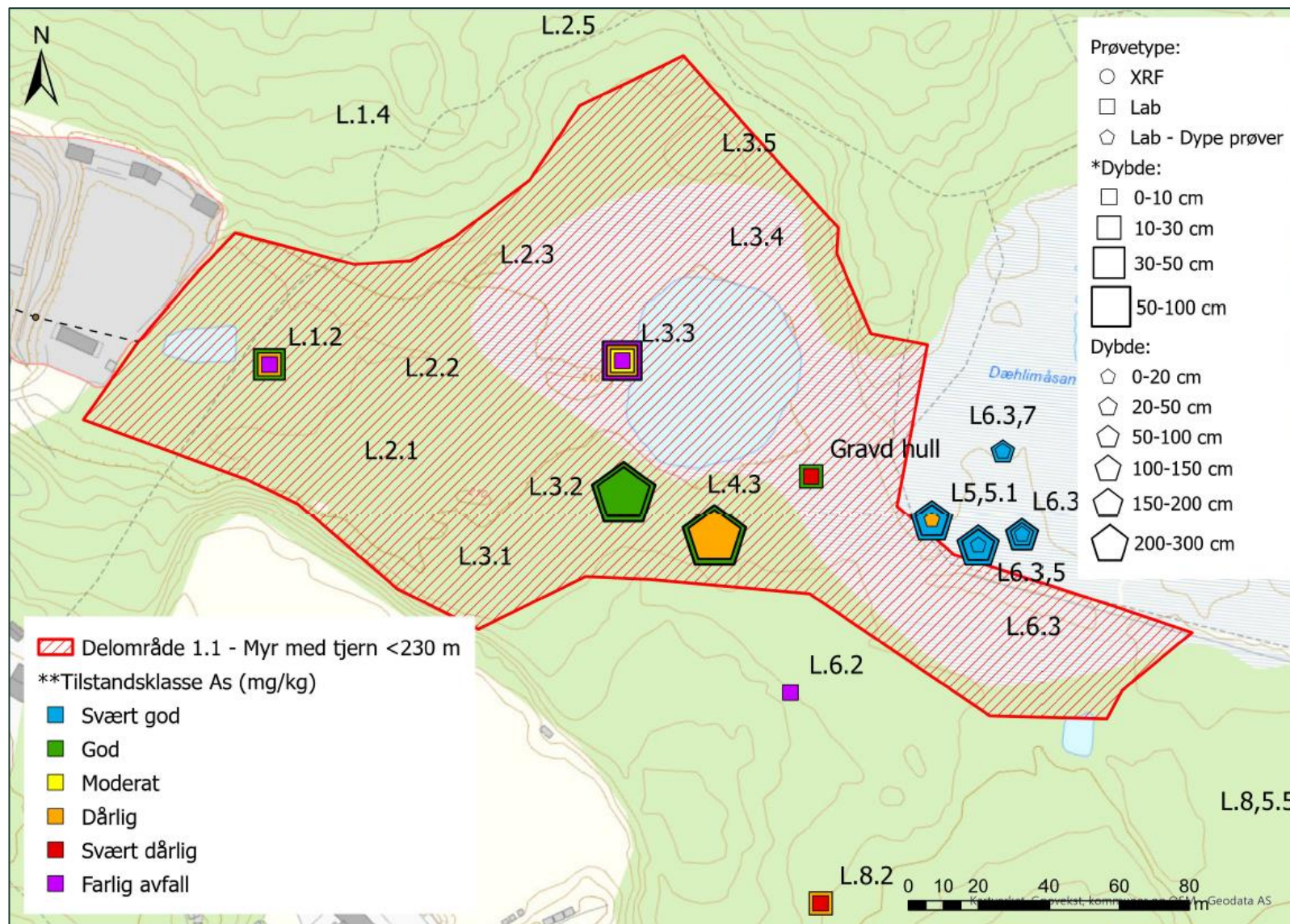
### A.1. Kart over kartlagt forurensning

#### A.1.1. Delområde 1.1

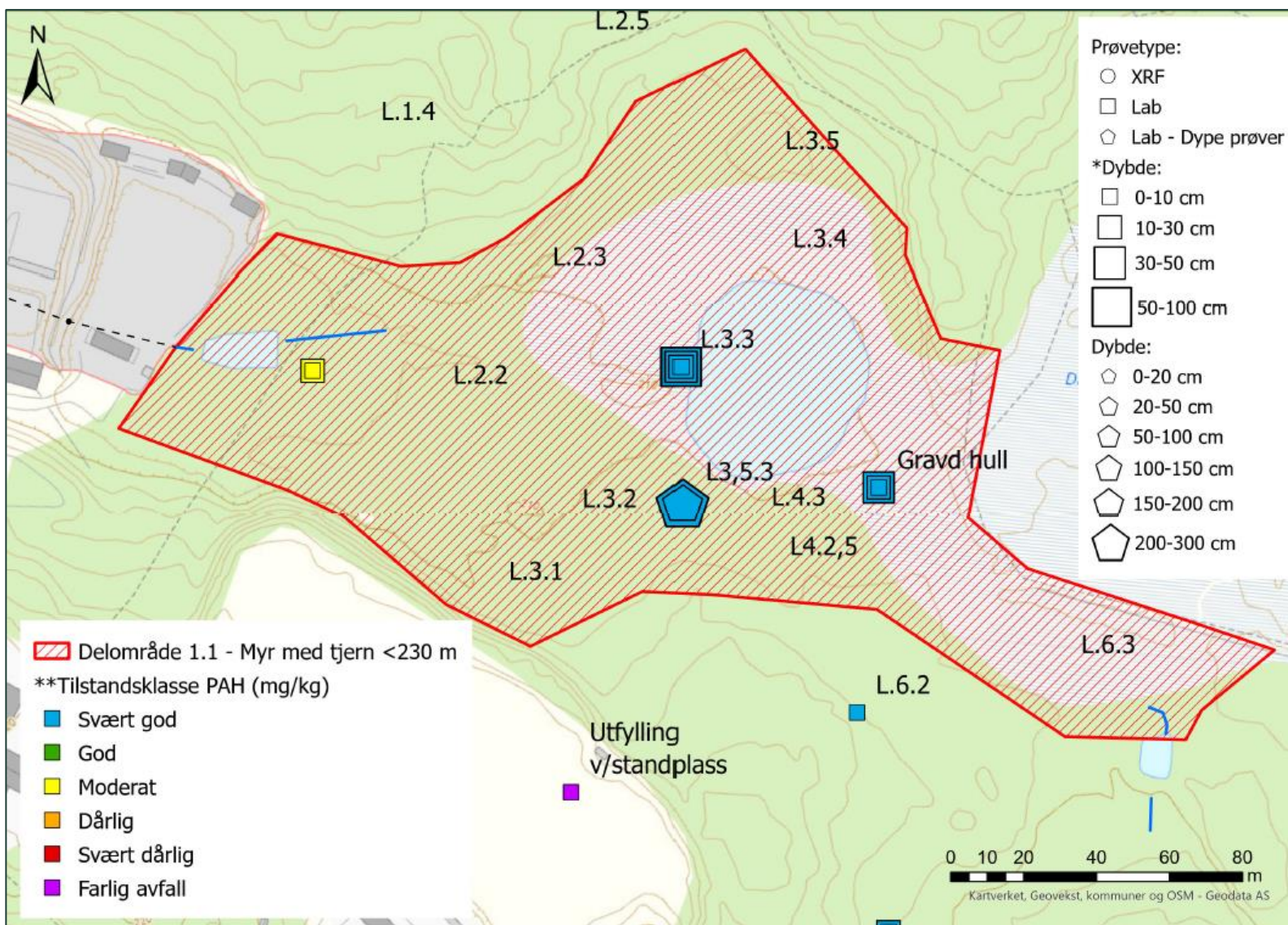




Figur 56. Arealavgrensning av delområde 1.1 er markert med rød skravur. Konsentrasjonen av antimon (Sb) er fargelagt iht. tilstandsklasser for forurenset grunn foreslått i FFI-rapport 2010/00116.

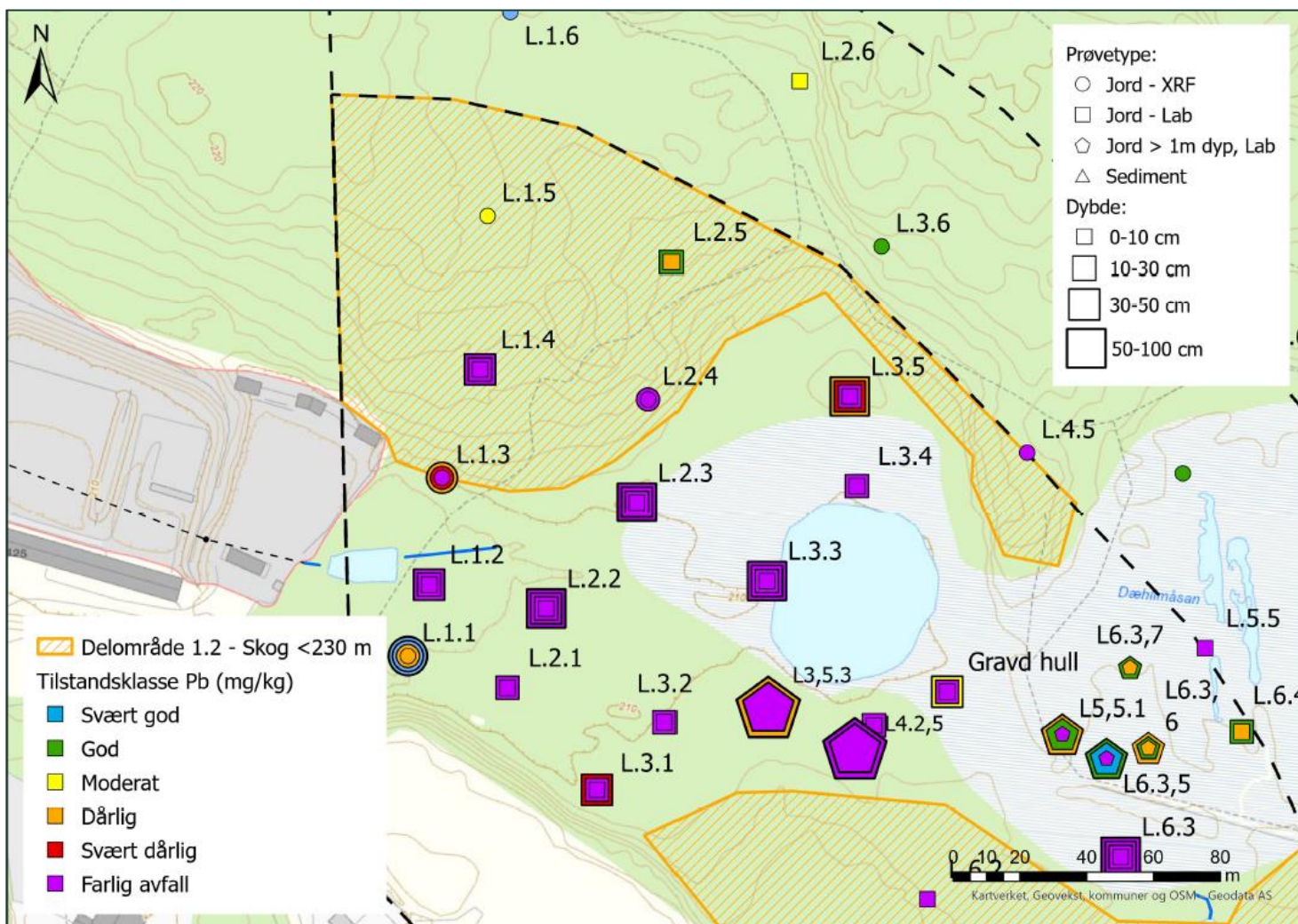


Figur 57. Arealavgrensning av delområde 1.1 er markert med rød skravur. Konsentrasjonen av arsen (As) er fargelagt iht. tilstandsklasser for forurenset grunn omtalt i TA 2553/2009.

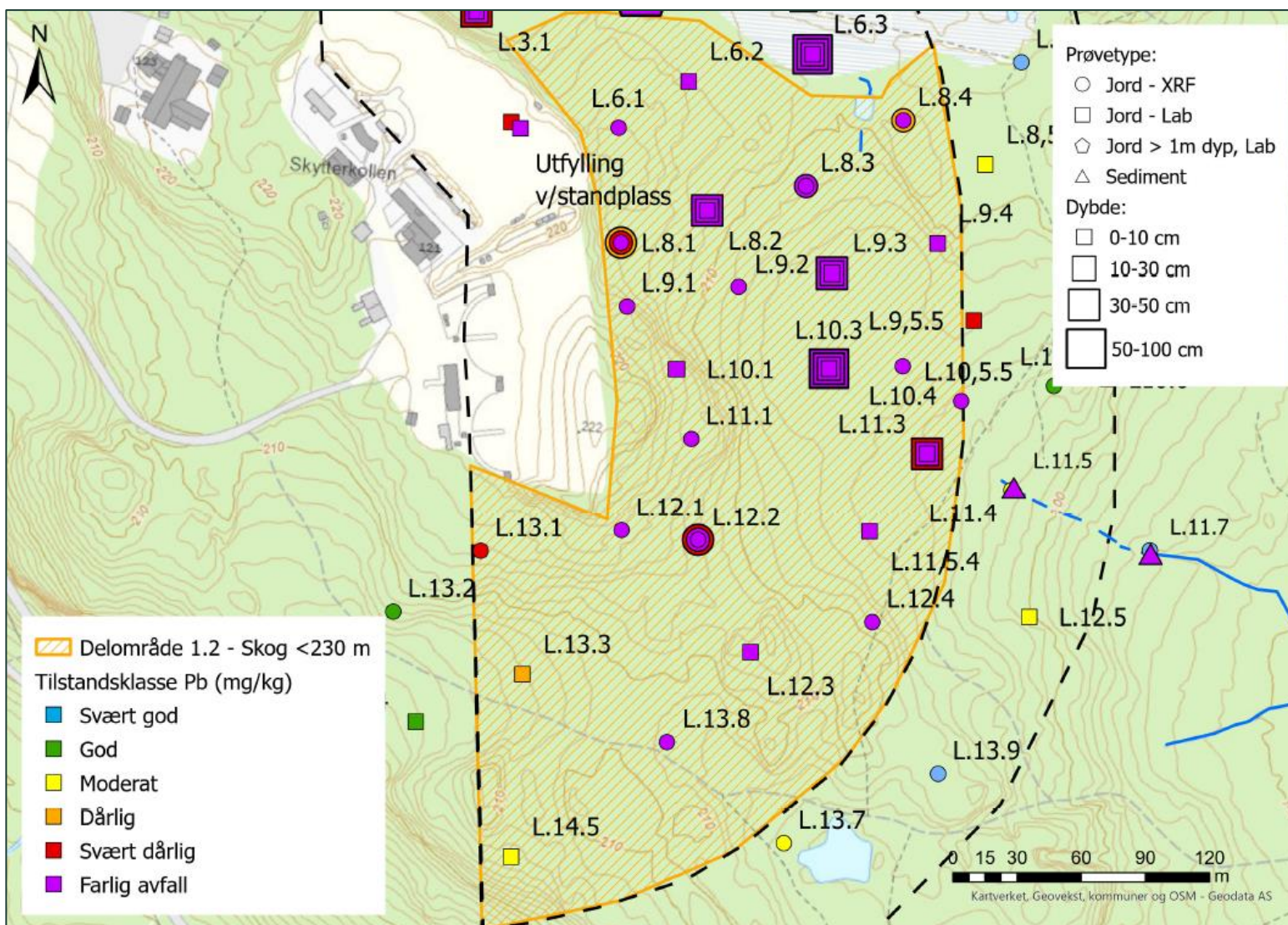


Figur 58. Arealavgrensning av delområde 1.1 er markert med rød skravur. Konsentrasjonen av PAH er fargelagt iht. tilstandsklasser for forurenset grunn omtalt i TA 2553/2009.

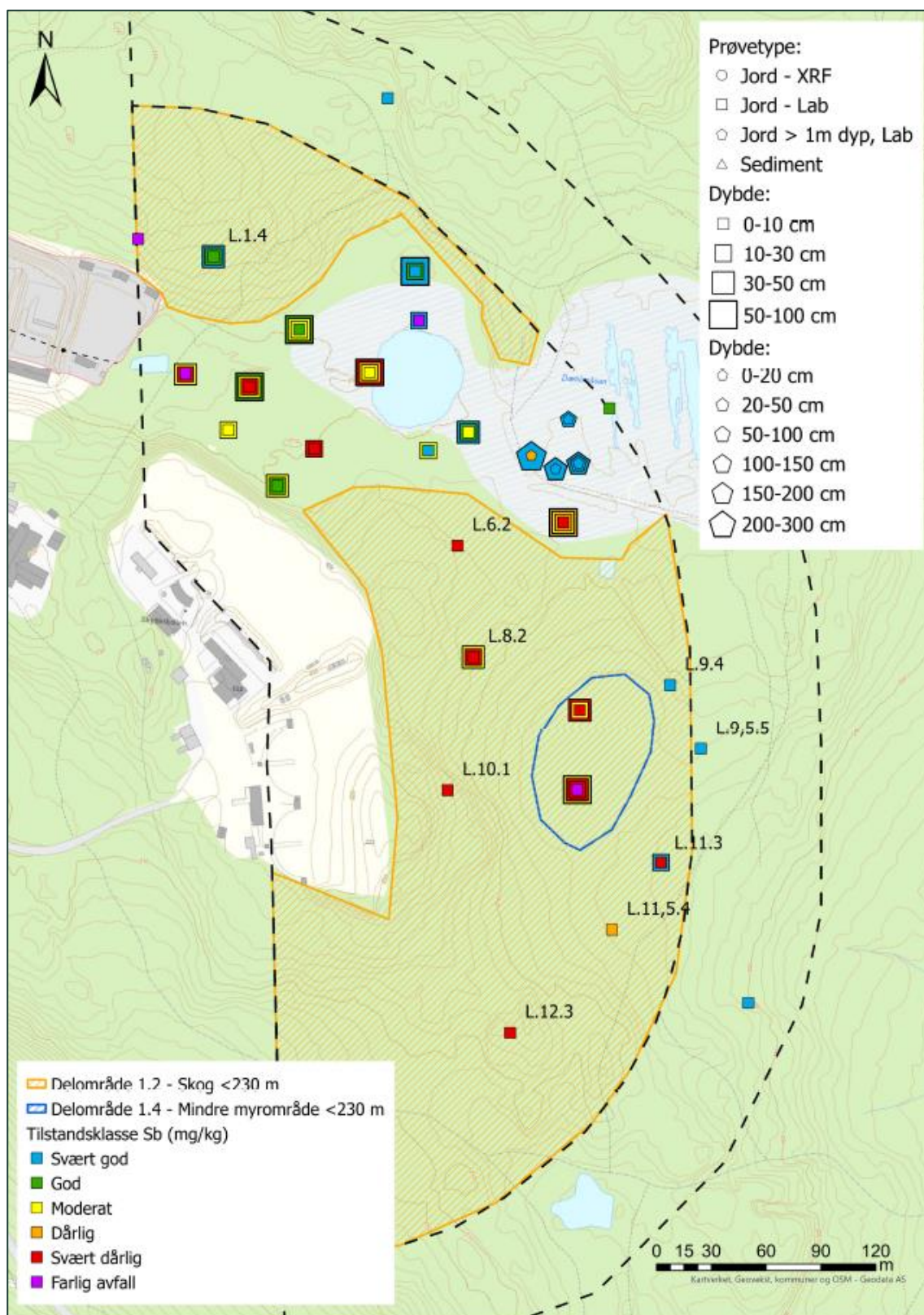
### A.1.2. Delområde 1.2



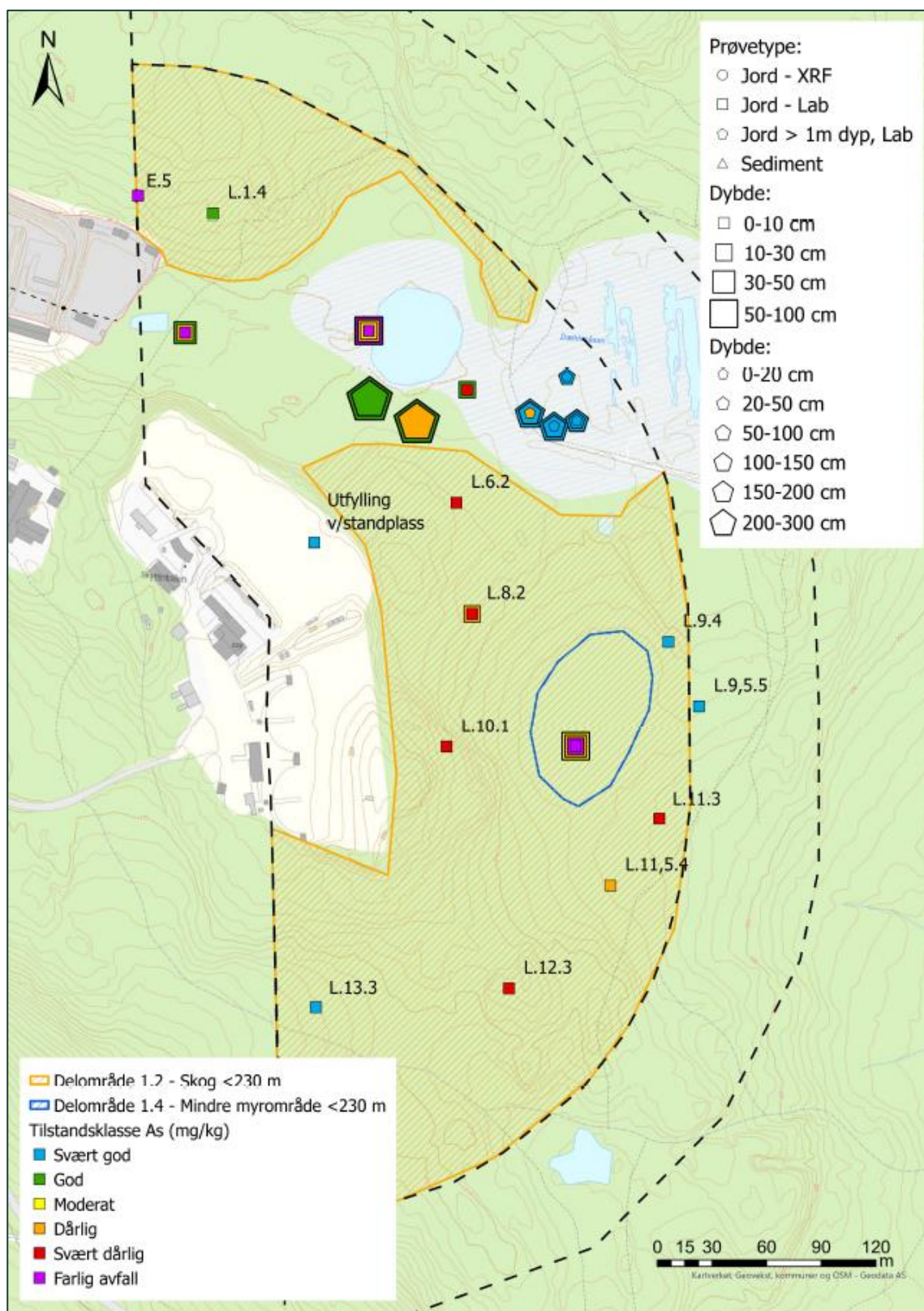
Figur 59. Arealavgrensning av delområde 1.2 er markert med oransje skravur. Konsentrasjonen av bly (Pb) er fargelagt iht. tilstandsklasser for forurenset grunn omtalt i TA 2553/2009.



Figur 60. Arealavgrensning av delområde 1.2 er markert med oransje skravur. Konsentrasjonen av bly (Pb) er fargelagt iht. tilstandsklasser for forurenset grunn omtalt i TA 2553/2009.

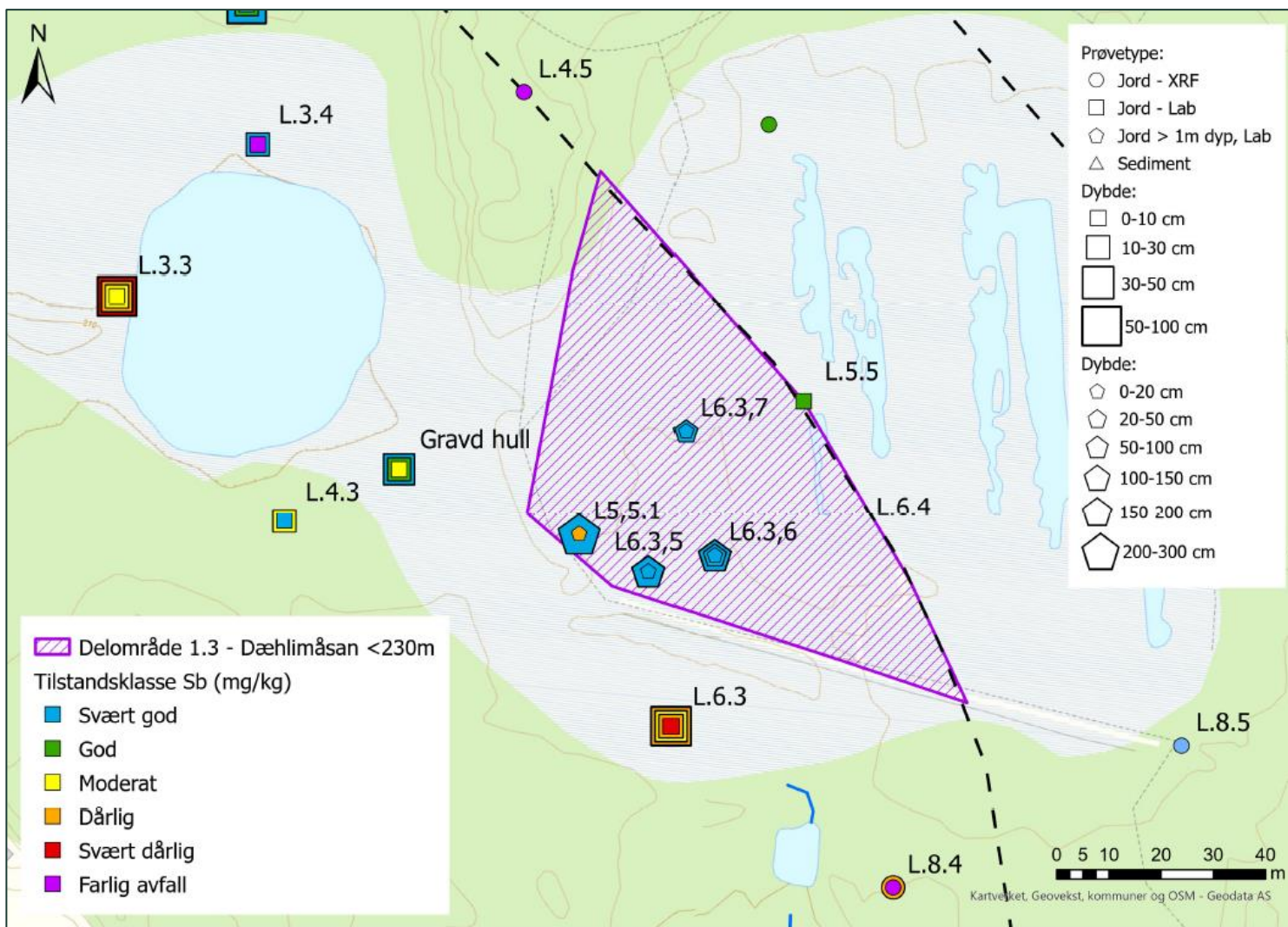


Figur 61. Arealavgrensning av delområde 1.1 er markert med rød skravur. Konsentrasjonen av antimon (Sb) er fargelagt iht. tilstandsklasser for forurenset grunn foreslått i FFI-rapport 2010/00116.



Figur 62. Arealavgrensning av delområde 1.2 er markert med oransje skravur. Konsentrasjonen av arsen (As) er fargelagt iht. tilstandsklasser for forurenset grunn omtalt i TA 2553/2009.

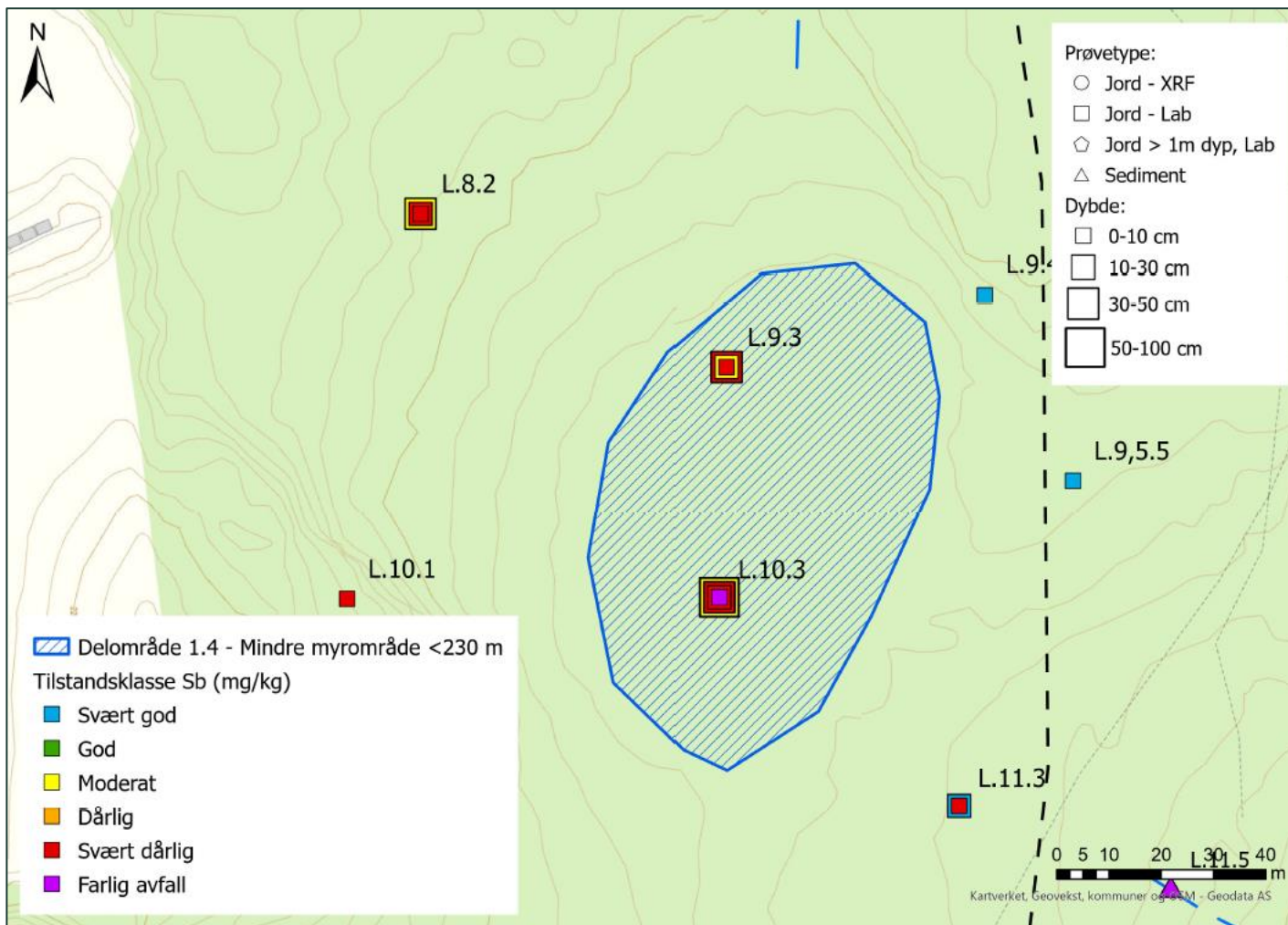
### A.1.3. Delområde 1.3



Figur 63. Arealavgrensning av delområde 1.3 er markert med lilla skravur. Konsentrasjonen av antimon (Sb) er fargelagt iht. tilstandsklasser for forurenset grunn foreslått i FFI-rapport 2010/00116.

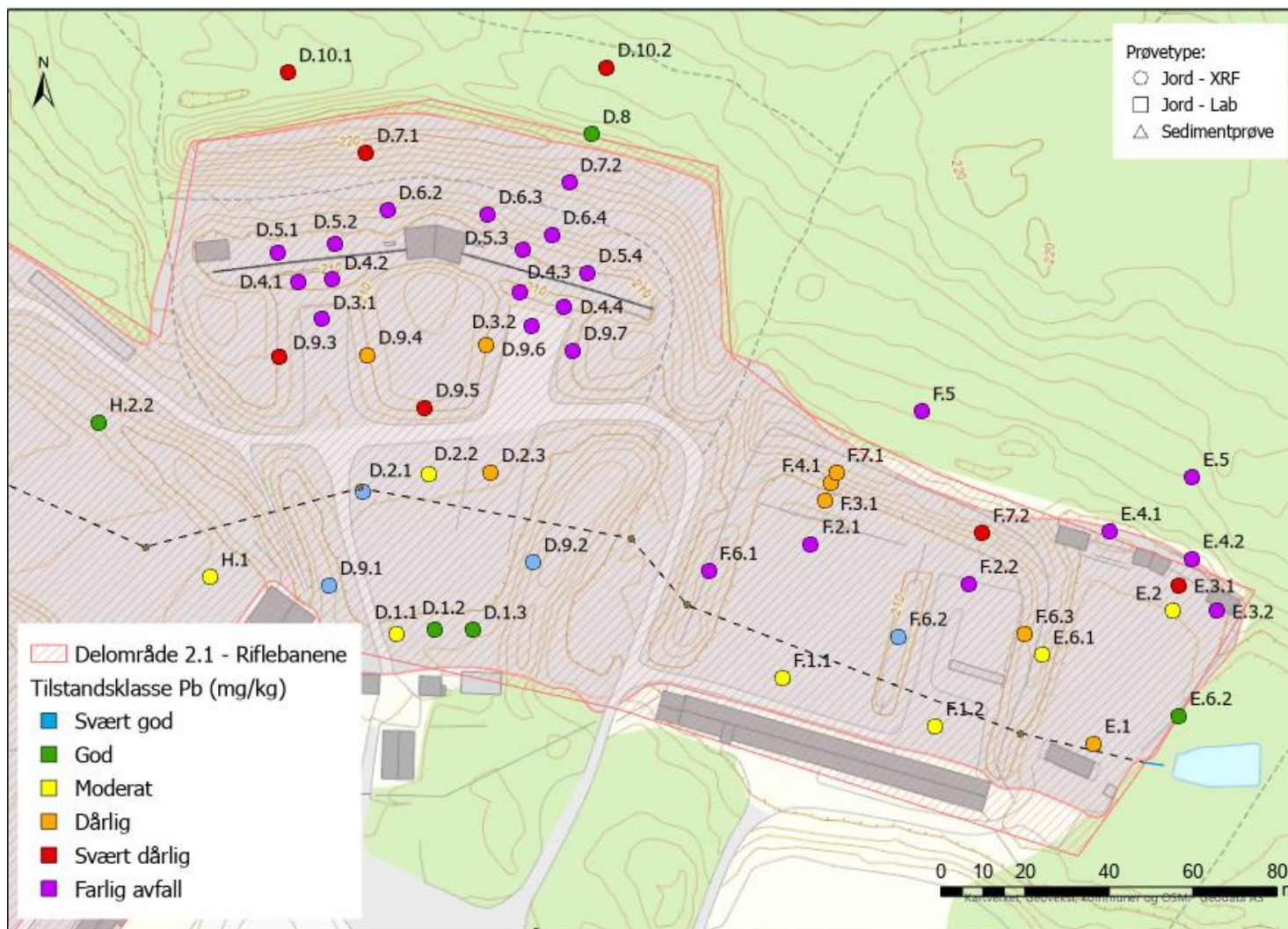


### A.1.4. Delområde 1.4

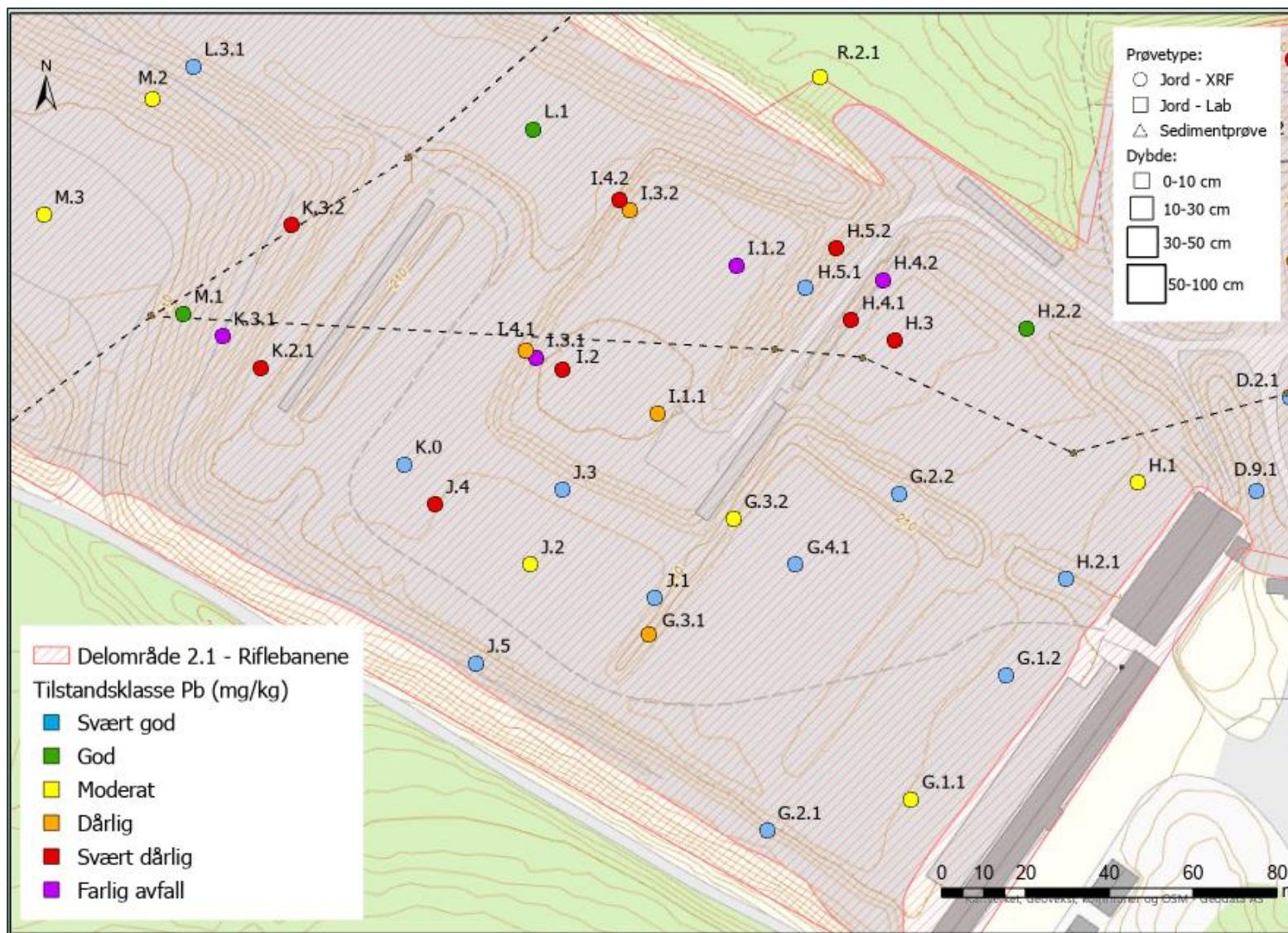


Figur 64. Arealavgrensning av delområde 1.4 er markert med blå skravur. Konsentrasjonen av antimon (Sb) er fargelagt iht. tilstandsklasser for forurenset grunn foreslått i FFI-rapport 2010/00116.

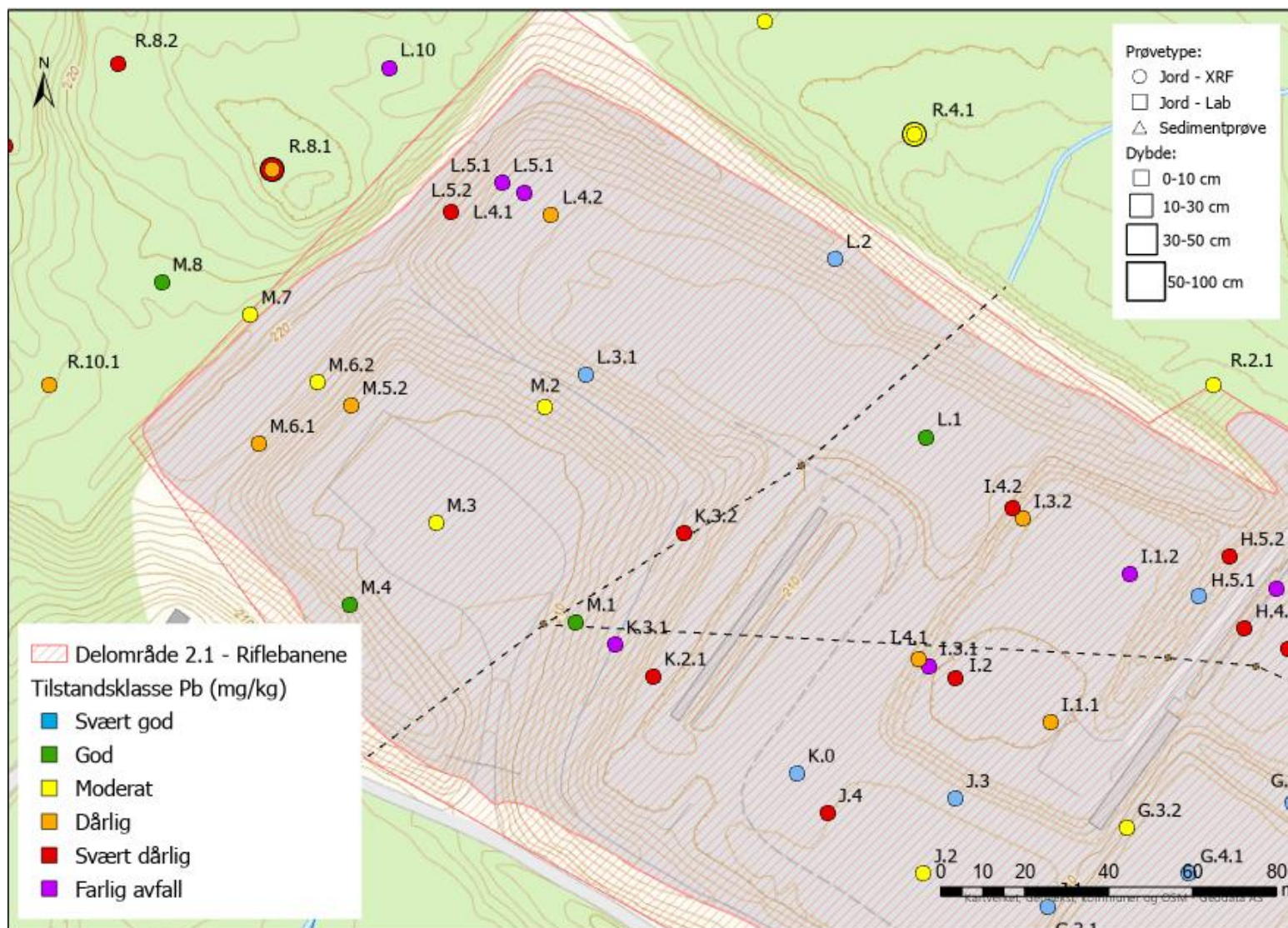
### A.1.5. Delområde 2.1



Figur 65. Arealavgrensning av delområde 1.4 er markert med lys rosa skravur. Konsentrasjonen av bly (Pb) fra XRF-analyser er fargelagt iht. tilstandsklasser for forurenset grunn omtalt i TA 2553/2009.

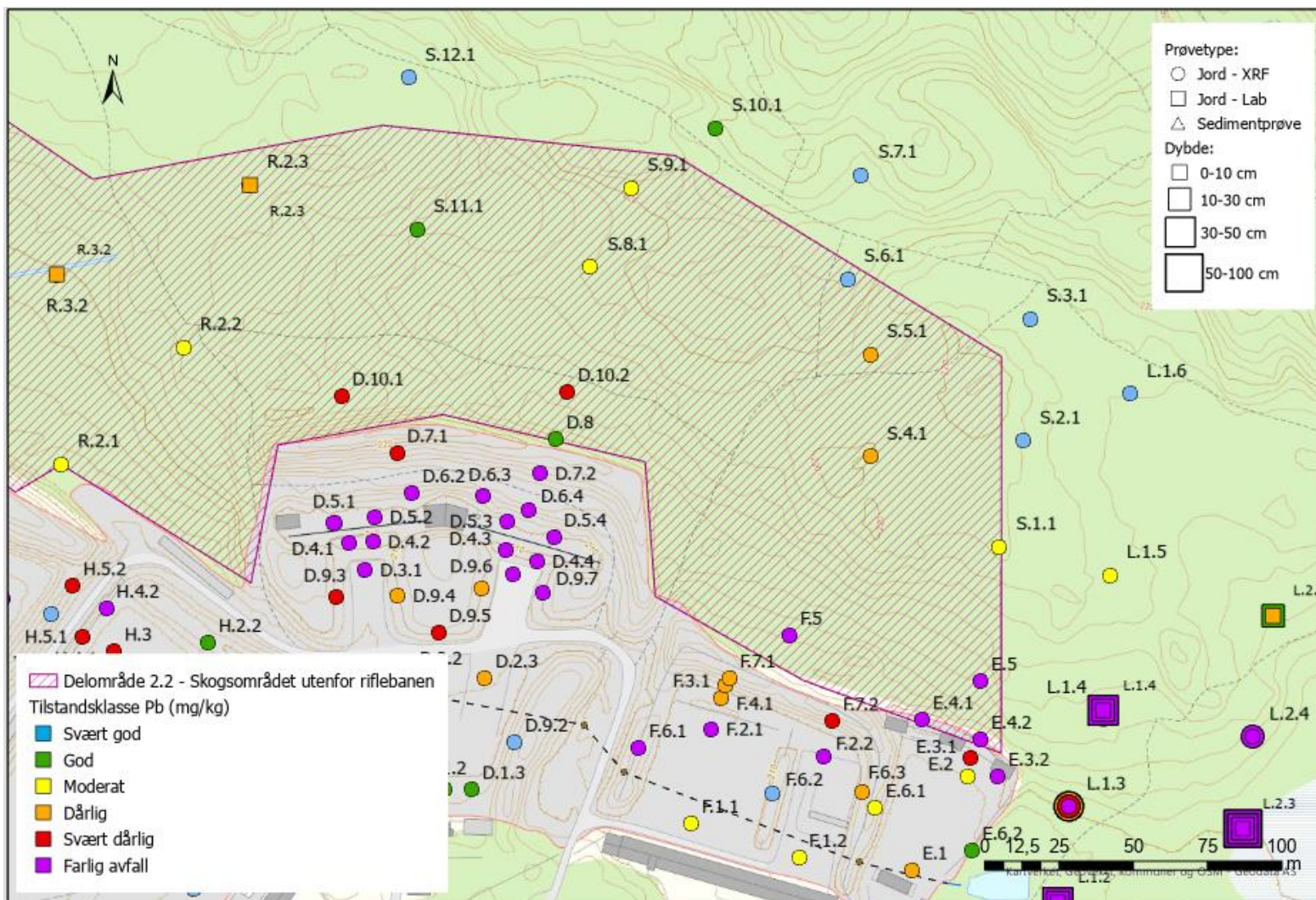


Figur 66. Arealavgrensning av delområde 1.4 er markert med lys rosa skraver. Konsentrasjonen av bly (Pb) fra XRF-analyser er fargelagt iht. tilstandsklasser for forurenset grunn omtalt i TA 2553/2009.

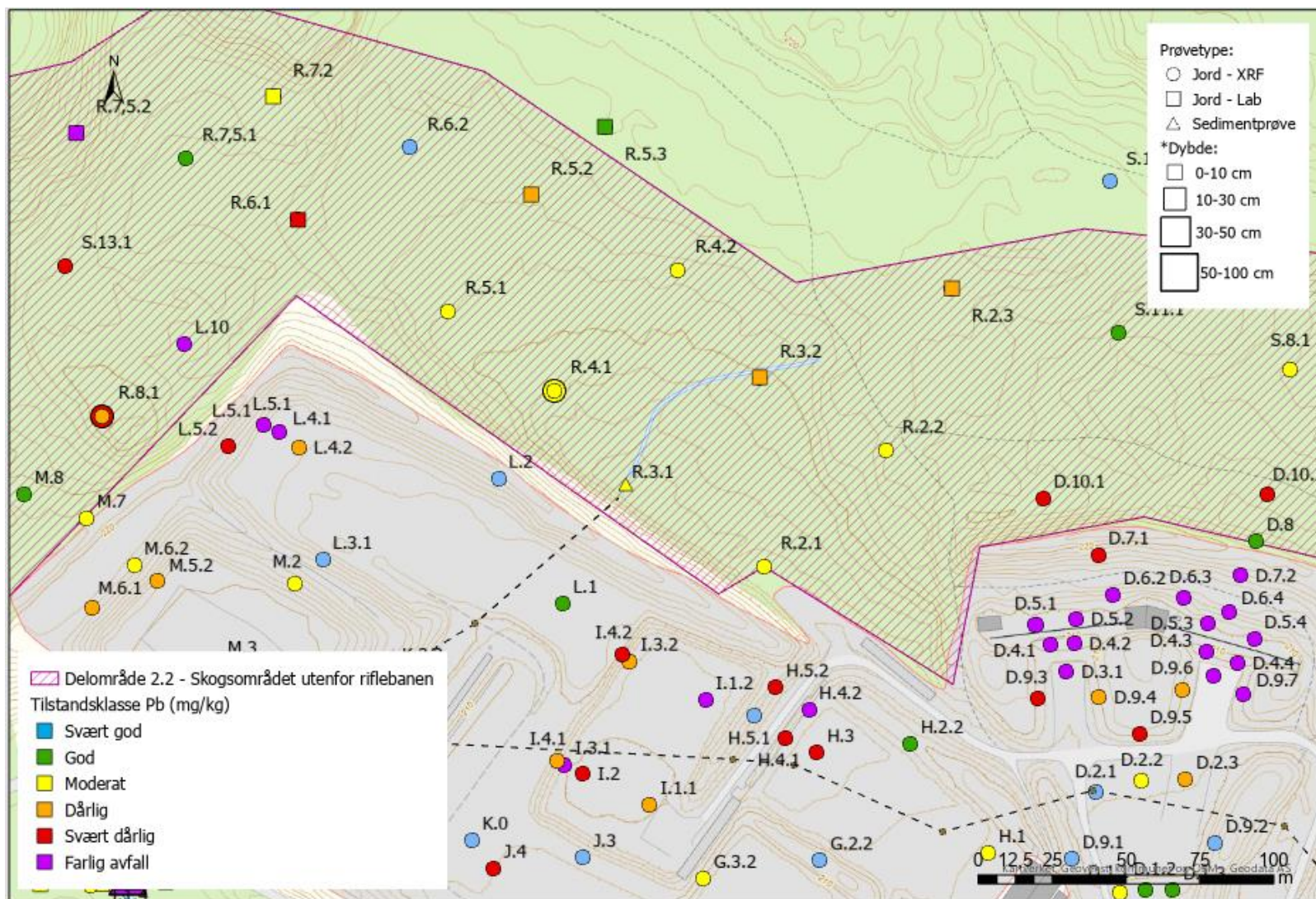


Figur 67. Arealavgrensning av delområde 1.4 er markert med lys rosa skravur. Konsentrasjonen av bly (Pb) fra XRF-analyser er fargelagt iht. tilstandsklasser for forurenset grunn omtalt i TA 2553/2009.

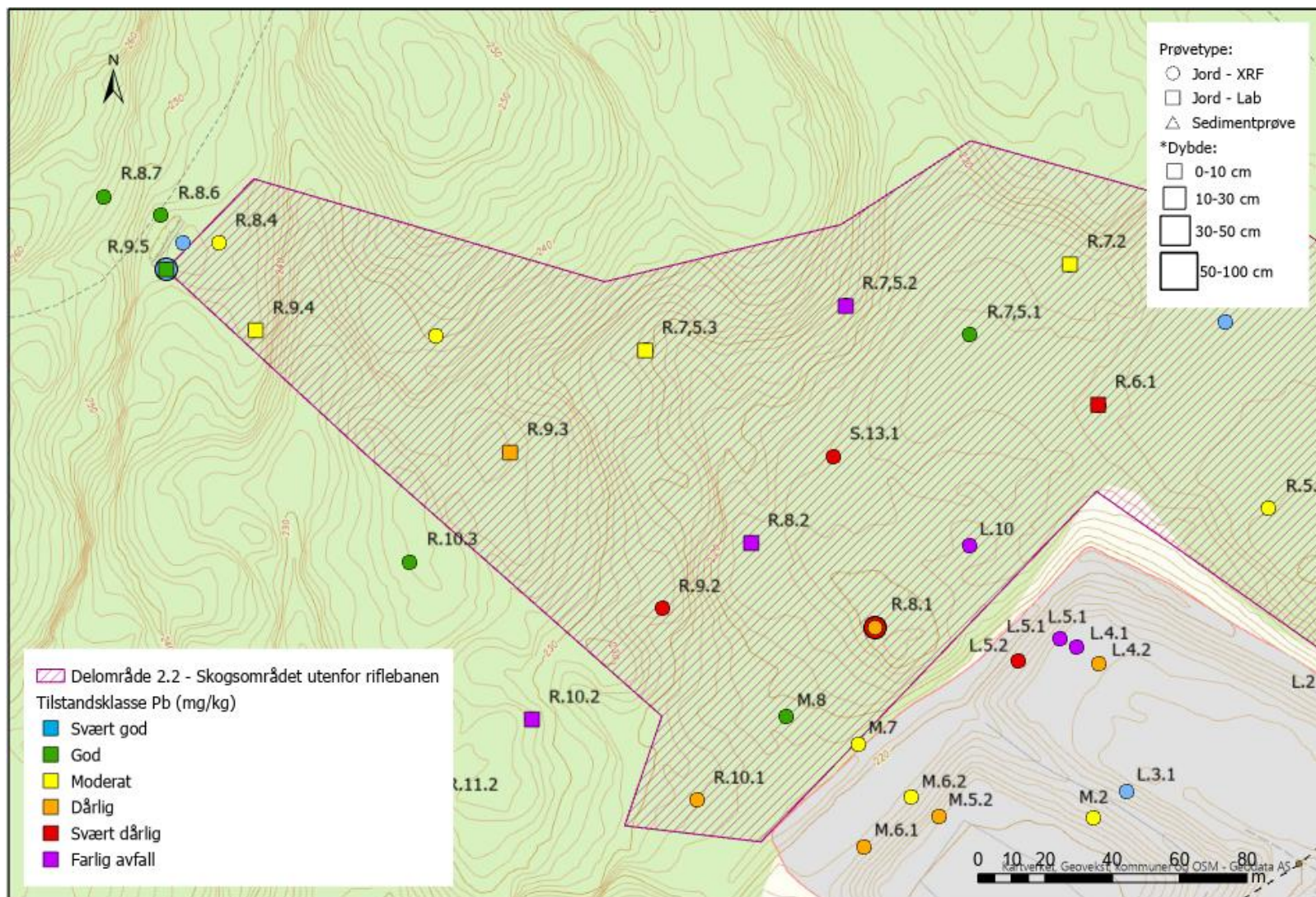
### A.1.6. Delområde 2.2



Figur 68. Analyseresultater for bly i skogsområdet utenfor riflebanene. Målt blykonsentrasjon er illustrert ved hjelp av farger som representerer tilstandsklasser for bly (Pb) basert på TA 2553/2009.

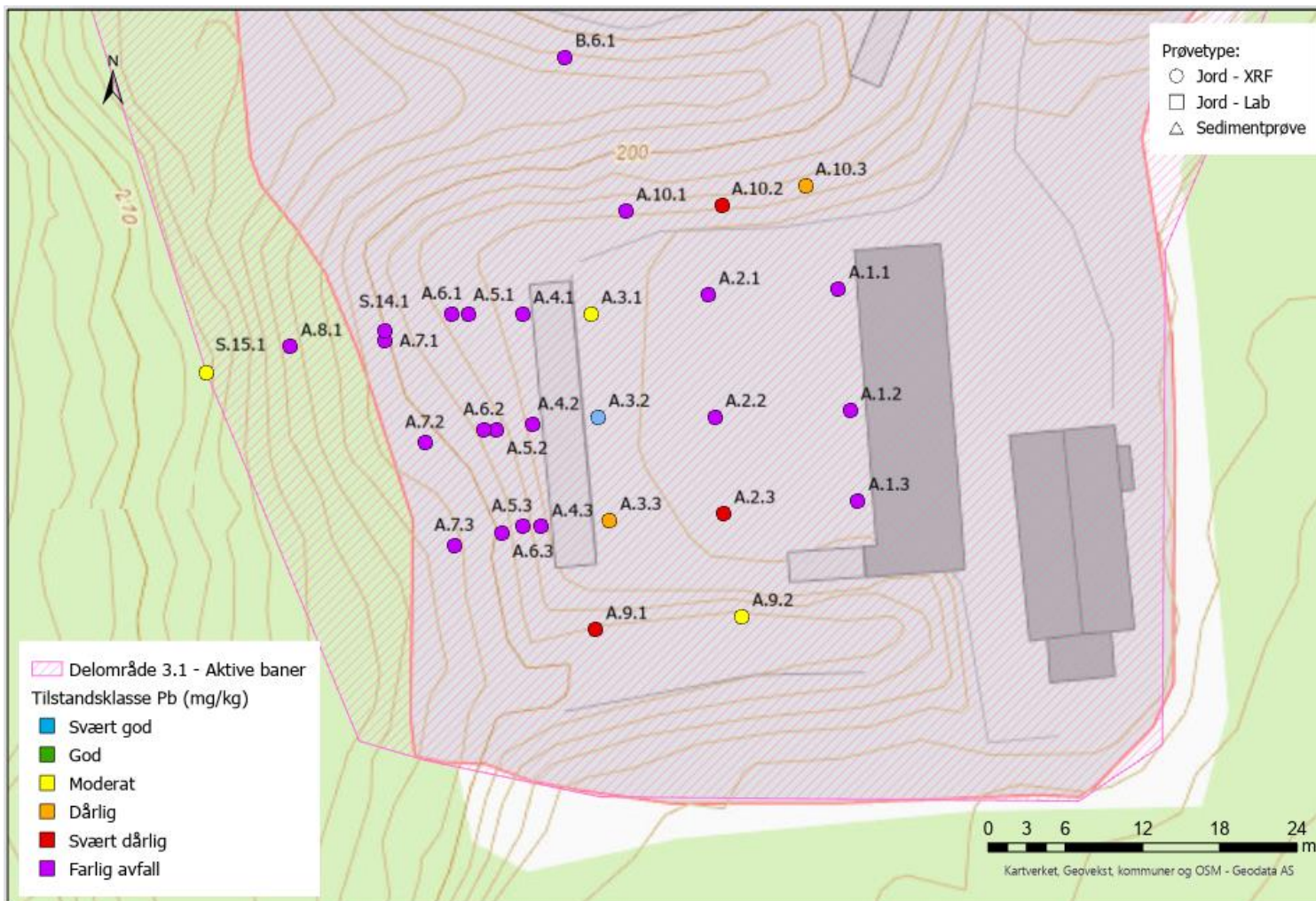


Figur 69. Analyseresultater for bly i skogsområdet utenfor riflebanene. Målt blykonsentrasjon er illustrert ved hjelp av farger som representerer tilstandsklasser for bly (Pb) basert på TA 2553/2009.



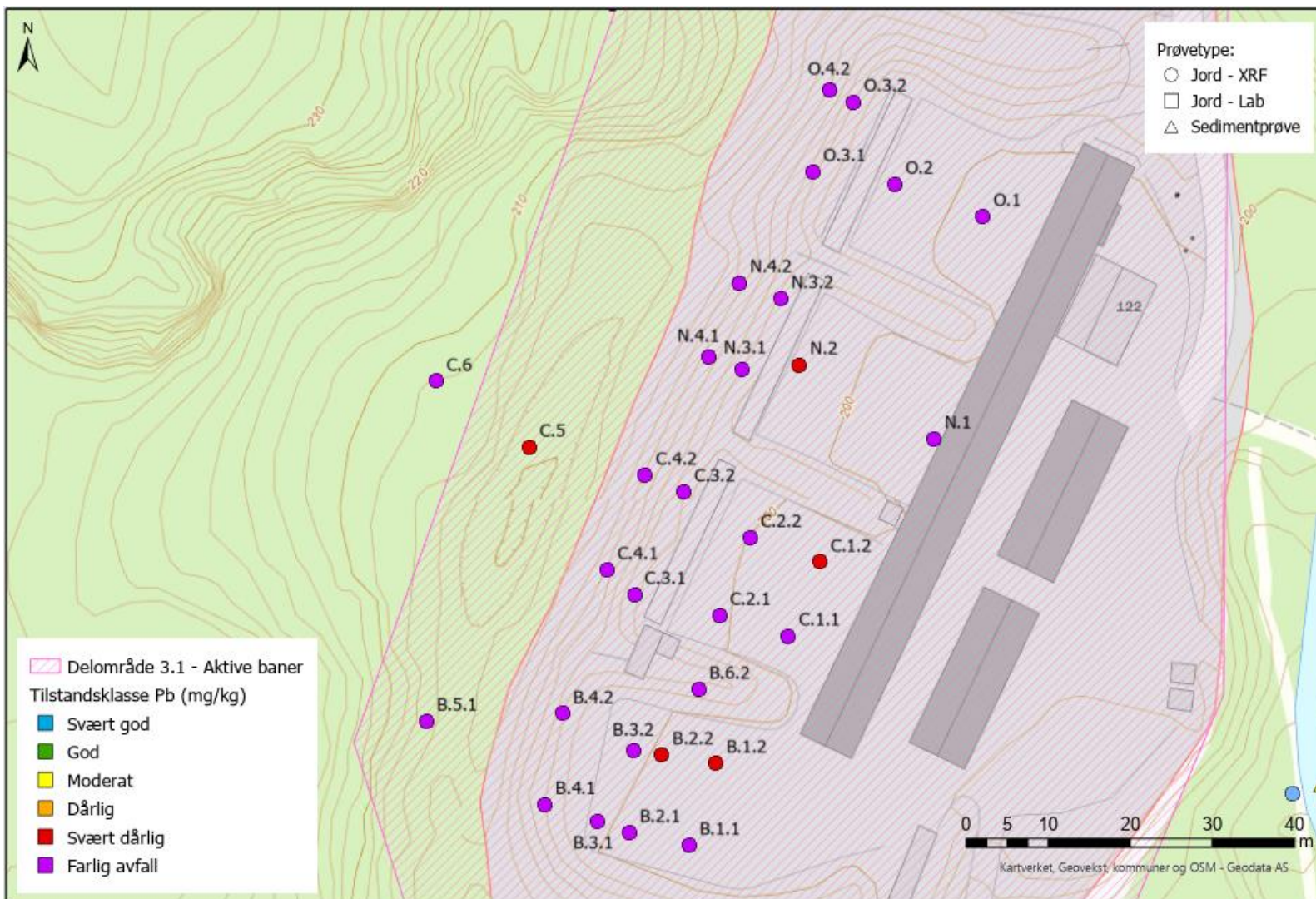
Figur 70. Analyseresultater for bly i skogsområdet utenfor riflebanene. Målt blykonsentrasjon er illustrert ved hjelp av farger som representerer tilstandsklasser for bly (Pb) basert på TA 2553/2009.

### A.1.7. Delområde 3.1

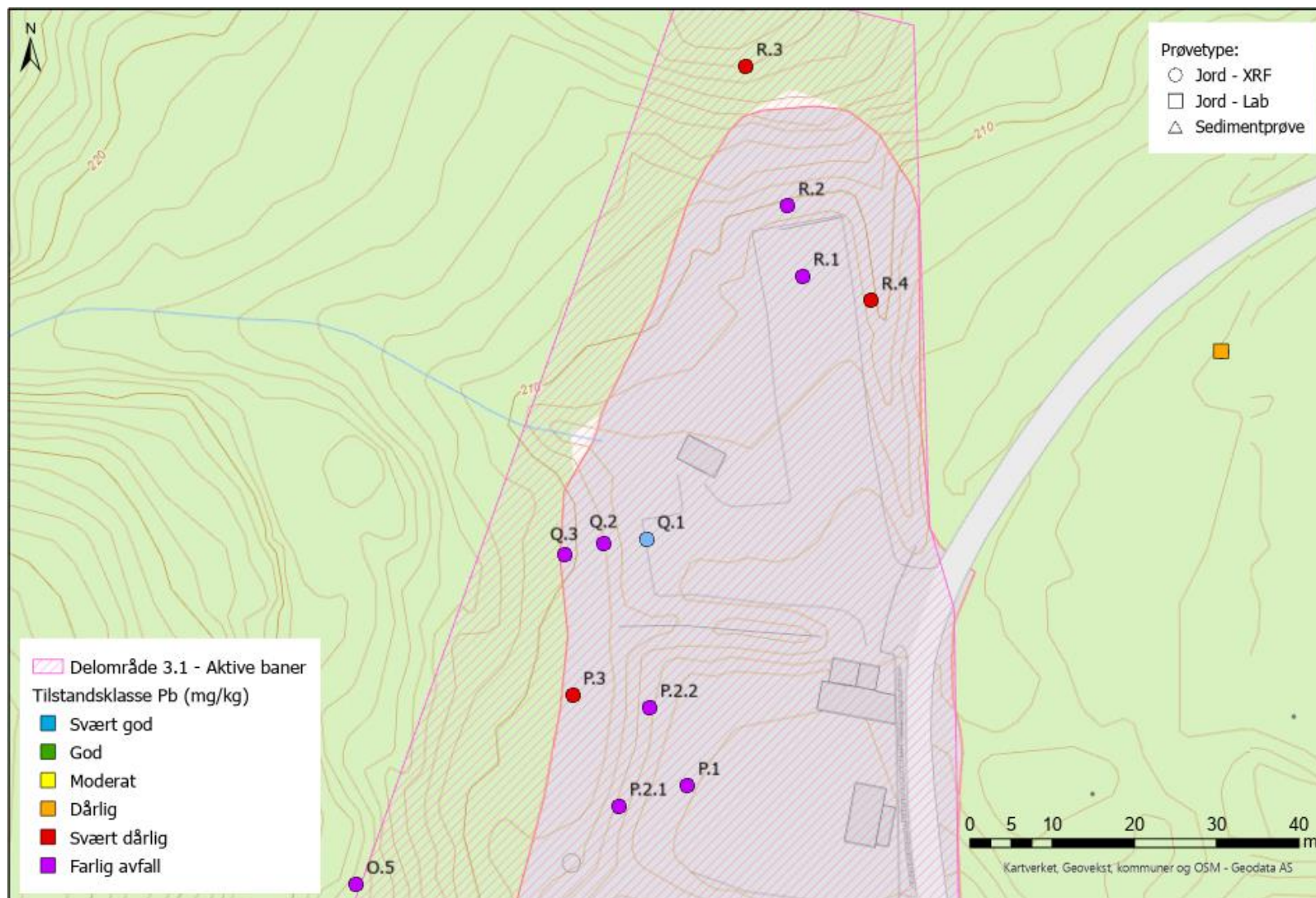


Figur 71. Analyseresultater for bly (Pb) på pistolbanene. Målt blykonsentrasjon er illustrert ved hjelp av farger som representerer tilstandsklasser for bly (Pb) basert på TA 2553/2009.



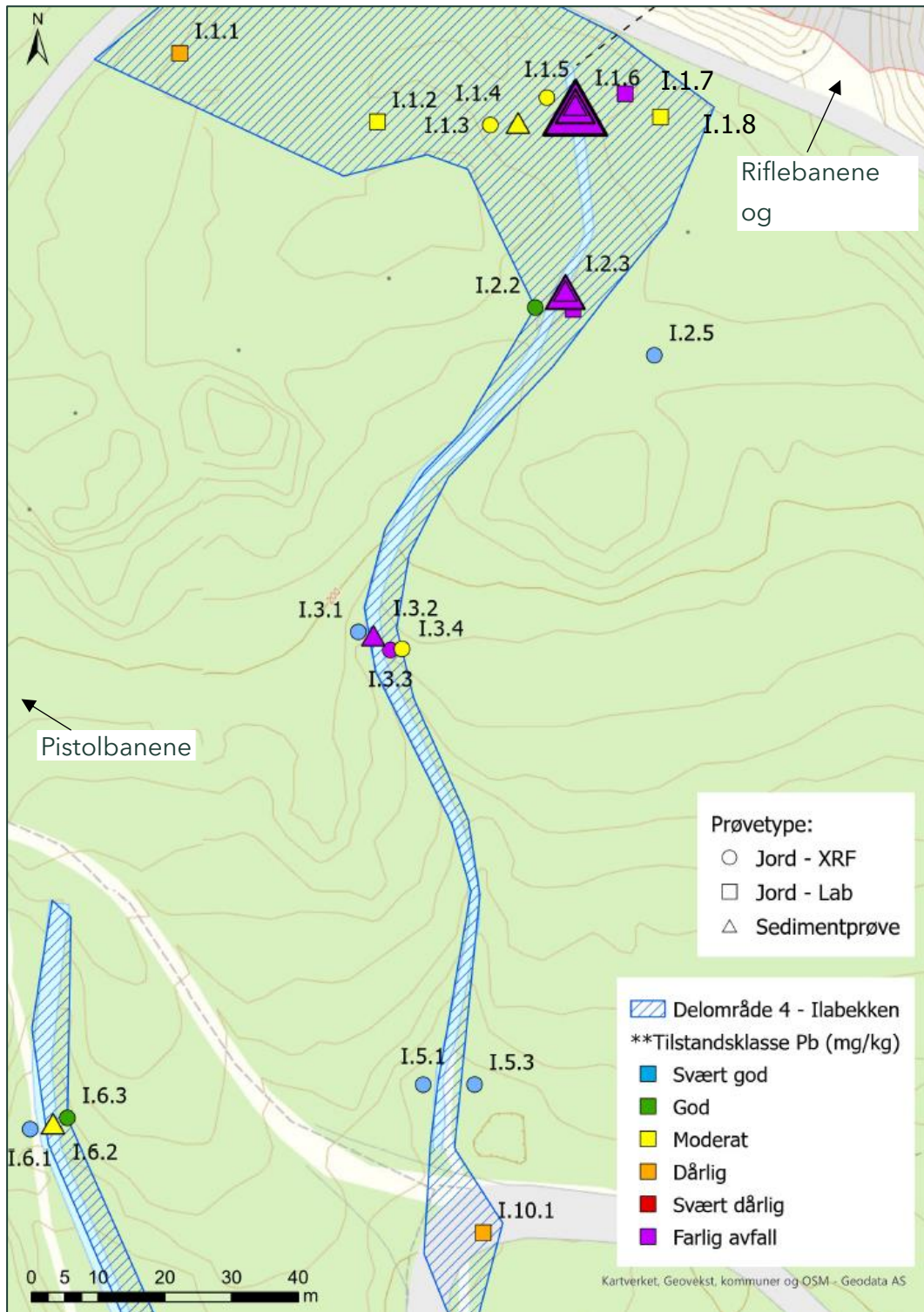


Figur 72. Analyseresultater for bly (Pb) på pistolbanene. Målt blykonsentrasjon er illustrert ved hjelp av farger som representerer tilstandsklasser for bly (Pb) basert på TA 2553/2009.

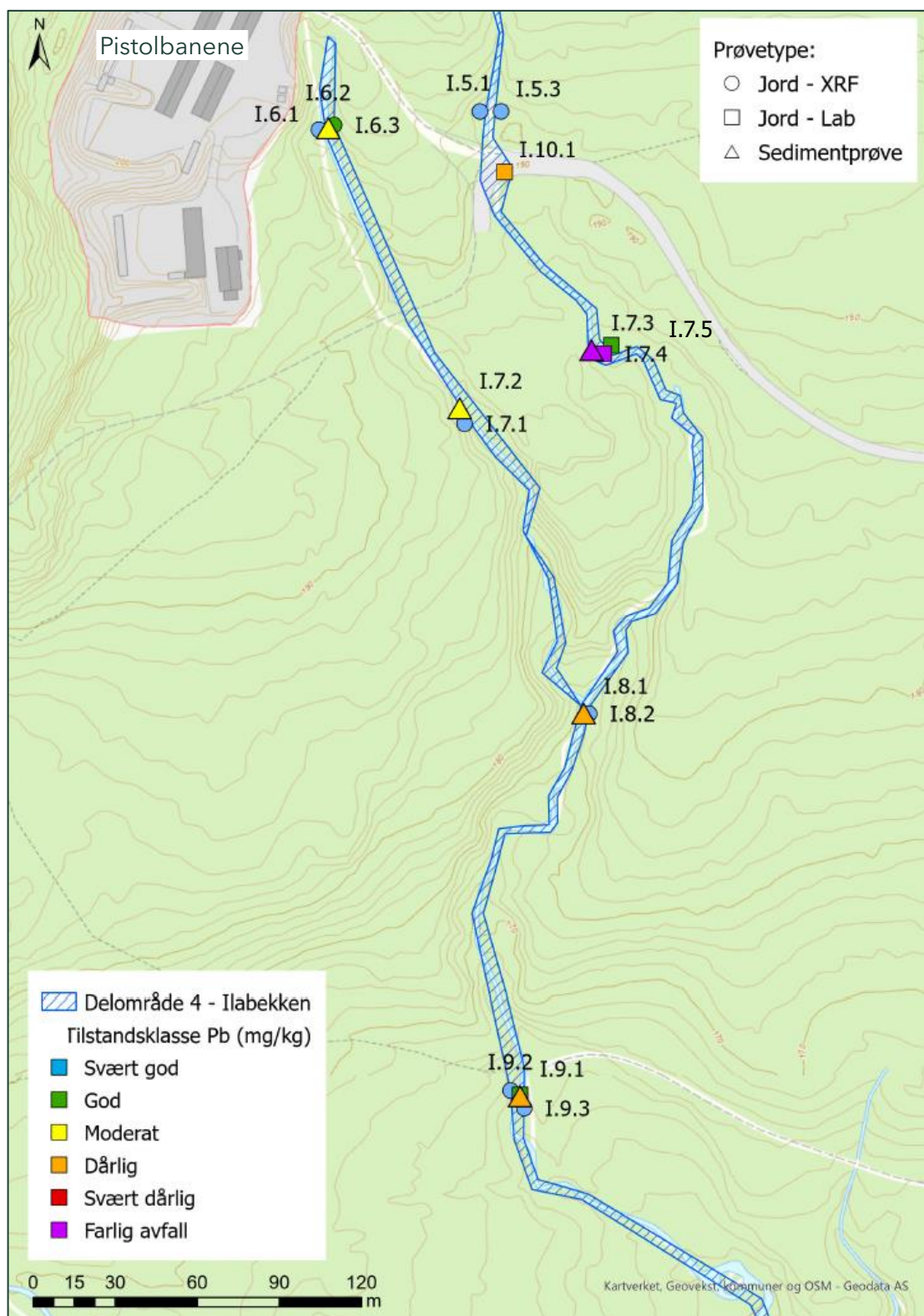


Figur 73. Analyseresultater for bly (Pb) på pistolbanene. Målt blykonsentrasjon er illustrert ved hjelp av farger som representerer tilstandsklasser for bly (Pb) basert på TA 2553/2009.

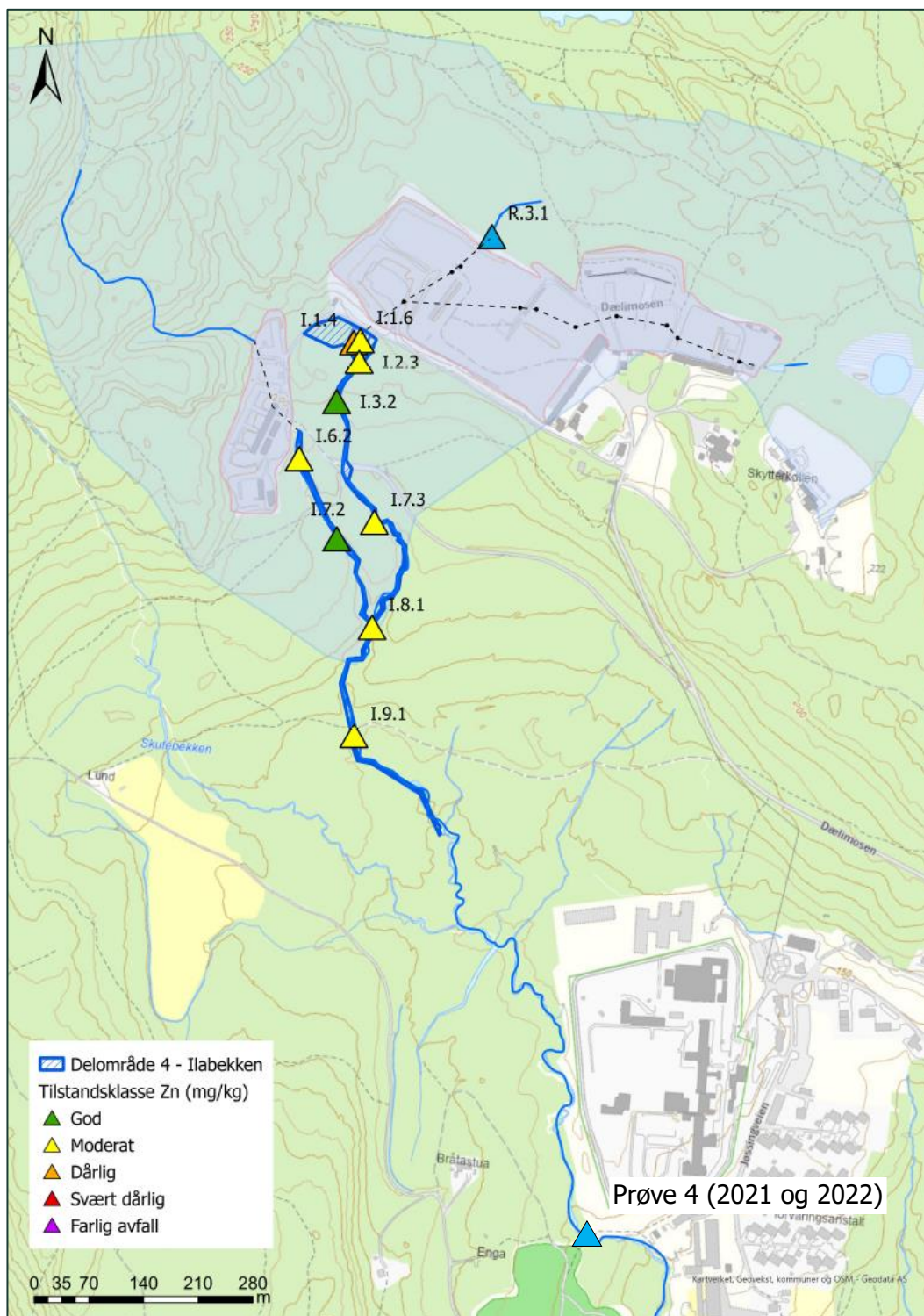
A.1.8. Delområde 4



Figur 74. Analyseresultater for bly (Pb) langs Ilabekken. Målt blykonsentrasjon er illustrert ved hjelp av farger som representerer tilstandsklasser for bly (Pb) basert på TA 2553/2009.



Figur 75. Analyseresultater for bly (Pb) langs Ilabekken. Målt blykonsentrasjon er illustrert ved hjelp av farger som representerer tilstandsklasser for bly (Pb) basert på TA 2553/2009.



Figur 76. Analyseresultater for sink (Zn) langs Ilabekken. Målt konsentrasjon er illustrert ved hjelp av farger som representerer tilstandsklasser for sink basert på TA 2553/2009.

## A.2. Rapport: Georadarundersøkelser av myr

Oppdragsgiver: NSF Løvenskioldbanen AS  
 Oppdragsnavn: Løvenskioldbanen Radarundersøkelse  
 Oppdragsnummer: 606691-03  
 Utarbeidet av: August Fiskum Ness  
 Oppdragsleder: Petter Snilsberg  
 Dato: 05.05.2022  
 Tilgjengelighet: Åpent

# Notat Georadarkartlegging Løvenskioldbanen

## Innhold

Notat Georadarkartlegging Løvenskioldbanen .....	1
1. Innledning.....	3
2. Metode og gjennomføring .....	4
3. Om det undersøkte området.....	6
3.1. Områdebeskrivelse .....	6
4. Resultater .....	7
4.1. Profil 3 til profil 8 .....	9
4.2. Profil 9 og profil 10 .....	13
5. Vurderinger og konklusjon.....	15

## Versjonslogg:

02	03.07.23	Revidert etter at det ble utført kontrollboringer av myrdybde	AFN	MH
01	05.05.22	Nytt dokument	AFN	BOH
<b>VER.</b>	<b>DATO</b>	<b>BESKRIVELSE</b>	<b>AV</b>	<b>KS</b>

## Sammendrag

Asplan Viak AS har på oppdrag fra NSF Løvenskioldbanen AS kartlagt utbredelsen av et forurenset myrområde i nedslagsfeltet til leirduebanen på Løvenskioldbanen skytesenter. Kartleggingen er blitt utført med georadar, som er en geofysisk kartleggingsmetode som benytter elektromagnetiske bølger for å kartlegge lagdelinger i grunnen. Formålet med undersøkelsen har vært å få bedre innsikt på dybde og volum av myra, samt for å finne de miljøsanerende tiltakene som er mest hensiktsmessige og realiserbare for prosjektet.

Totalt ble det utført 10 georadarprofil for å kartlegge myrområdet ved Løvenskioldbanen. Myras utbredelse kan ses av profilene vedlagt i kapittel 4.1 og 4.2, og er visualisert som kart i Figur 11 og Figur 14. Anslagene basert på modellen i kartet presentert i kapittel 4.1 viser at myrområdet tilknyttet tjernet har en dybde på opptil 12-13 meter og et totalt volum på ca. 78 000 m<sup>3</sup> over fastere løsmasser eller fjell (med usikkerheter fra ca. 75-85 000 m<sup>3</sup>). Det mindre myrområdet lengre øst har en gjennomsnittlig dybde på 3-5 meter.

Usikkerheter knyttet til utført kartlegging ligger i valg av bølgehastighet, antenneegenskaper, mulighet til å plukke ut refleksjoner til nøyaktig dyp og interpolasjonen mellom datapunktene. Vanligvis kan bølgehastighet i myr variere mellom 0,035-0,06 m/ns. Fra kartleggingen er det blitt benyttet 0,04 m/ns, som er en typisk hastighet i en myr med høyt vanninnhold og lav kompakteringsgrad.

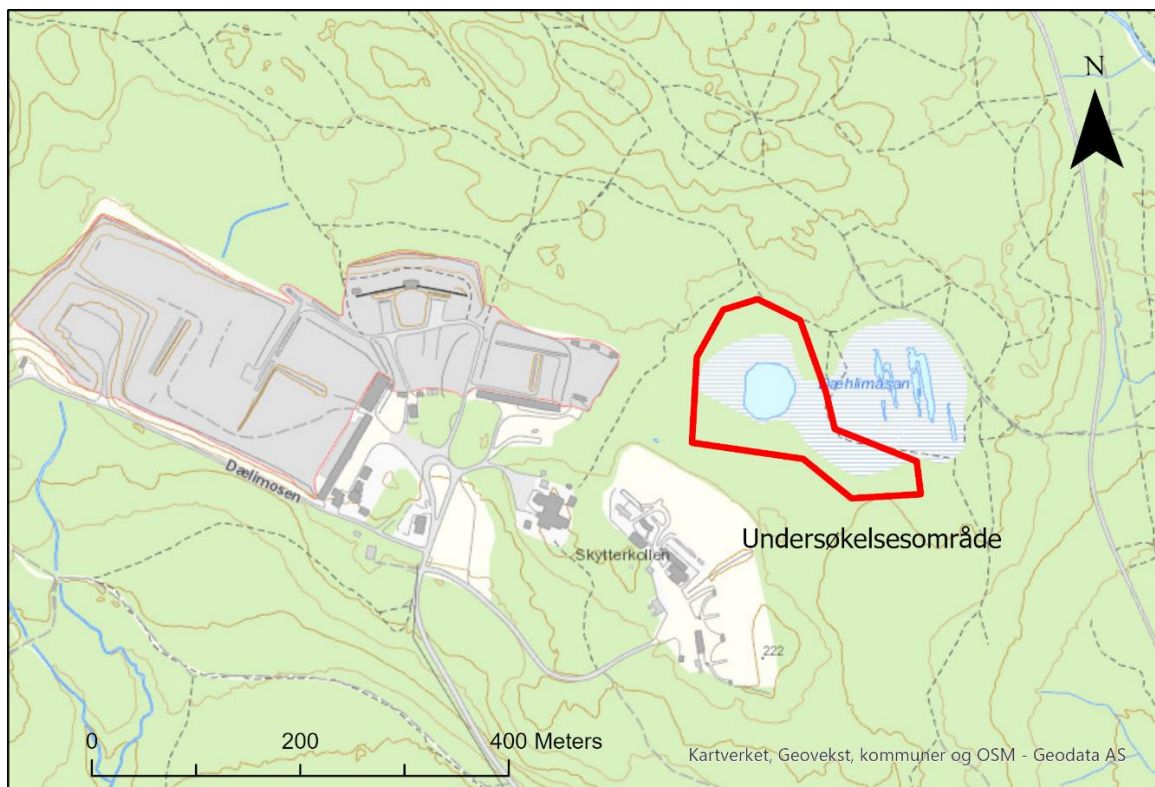
På grunn av en betydelig mengde støy fra objekter/metall i overflaten har en ikke fått kartlagt eventuelle lagdelinger i myra eller mektighet på lag med løsmasser over fjell. Profilene viser derimot overgangen fra myr til fastere løsmasser eller fjell tydelig, og en har fått gode data på tykkelsen av myrlaget.



# 1. Innledning

Asplan Viak AS er engasjert av NSF Løvenskioldbanen AS for å utføre en geofysisk kartlegging av et større myrområde ved deres anlegg. Kartleggingen er blitt gjennomført med georadar, som ved gunstige forhold kan gi estimater på myras dyp, utbredelse og volum.

Myrområdet rundt Løvenskioldbanen er kjent forurenset og påvirket av hagl fra nærliggende leirduebane, med høye konsentrasjoner av bly, arsen og jern. Kjennskap til myra sin utbredelse og volum vil videre benyttes i vurderinger for å finne de riktige tiltakene for hvordan de forurensete massene og sigevannet skal håndteres.



Figur 1 Oversiktsbilde av Løvenskioldbanen og undersøkelsesområde

## 2. Metode og gjennomføring

Georadar (Ground Penetrating Radar, GPR) er en elektromagnetisk målemetode som benyttes til undersøkelser av lagdeling og strukturer i grunnen. Med en antenne sendes elektromagnetiske bølgepulser ned i jorda. En del av bølgeenergien blir reflektert tilbake til overflaten når bølgepulsen treffer en grense/lag som representerer en endring i mediets elektriske egenskaper. Endringer i elektriske egenskaper opptrer blant annet når løsmassenes kornstørrelse eller pakningsgrad endres, samt i grenseflaten mellom tørre og vannmettede sedimenter (grunnvannsspeilet). Likeledes i grenseflaten mellom løsmasser og fjell, så fremt løsmassene er vannmettet. Metoden har vist seg svært godt egnet til å kartlegge tykkelse av myr/torvmasser og permeable løsmasser som vannmettet sand og grus.

Målingenes dybderekkevidde/penetrasjon er avhengig av flere faktorer:

- Løsmasstype. Finkornige løsmasser gir dårligere penetrasjon sammenlignet med grove sedimenter.
- Den elektriske ledningsevnen i grunnvannet og løsmassene. Høy elektrisk ledningsevne som kan skyldes hardt grunnvann, høyt innhold av ioner/salter, marint påvirket grunnvann (saltvann) eller forurenset grunnvann (gjødning, kloakk, sigevann) gir dårligere penetrasjon.
- Overflateforhold. Hardt pakkelede løsmasser (vei), aurhellelag/jernutfelling, gjødsling av dyrket mark og veisalting er eksempler på overflateforhold som gir redusert penetrasjon.
- Valg av antennefrekvens. Lavere antennefrekvens gir større penetrasjonsdyp av radarbølger, men gir også lavere oppløsning på profiler.

Under kartleggingen er det blitt benyttet 50 og 100 MHz RTA-antenne (Rough Terrain Antenna). Lavere frekvens på antennen gir et større penetrasjonsdyp, men gir også en begrenset oppløsning og nøyaktighet på dybdeestimer. Det ble dermed forsøkt kartlagt med 100 MHz-antenne i første omgang, men grunnet høy demping av signaler ble 50 MHz foretrukket. Samlet er det utført ti georadarprofil, hvor to er med 100 MHz-antenne og åtte profil med 50 MHz-antenne.

Målingene er prosessert for å forsterke signal/støy-forholdet. Det er ikke foretatt høydekorleksjon av profilene. Myrområdene er imidlertid i hovedsak flate, men enkelte kartlagte profil har hellende/varierende topografi. Profilene viser dermed refleksjoner som meter under terreng, og ikke meter over havet.

Georadarmålingene gir ikke sikker påvisning av dybden til fjell, men de gir et godt grunnlag for å velge ut borpunkt for mer detaljerte undersøkelser. Det anbefales ofte å utføre kontrollboringer for å kunne knytte refleksjonsmønstre, laggrenser og dybder mot georadarprofilene. I undersøkelsesområdet er det tidligere benyttet myrsonde, men kun en av sonderingene nådde fjell.

Dybden som georadarmålingene viser er et resultat av bølgehastigheten som benyttes. Bølgehastigheten i myr/torvmasser kan variere i området 0,035 til 0,06 m/ns avhengig av vanninnholdet i massene. I undersøkelsesområdet har en tre anslag på hastighet fra myrsonderingene utført i forskjellige omganger. Hastigheten har variert mellom 0,039 og 0,0408 på 0,04 m/ns).



*Figur 2 Bilde som viser oppsett av georadar i felt*

## 3. Om det undersøkte området

### 3.1. Områdebeskrivelse

Arealet som skal vurderes fremgår av figur 1. Undersøkelsesområdet er et myrområde ved Dæhlimåsan rett nord/nord-vest for leirduebanen på Løvenskiold skytebane.

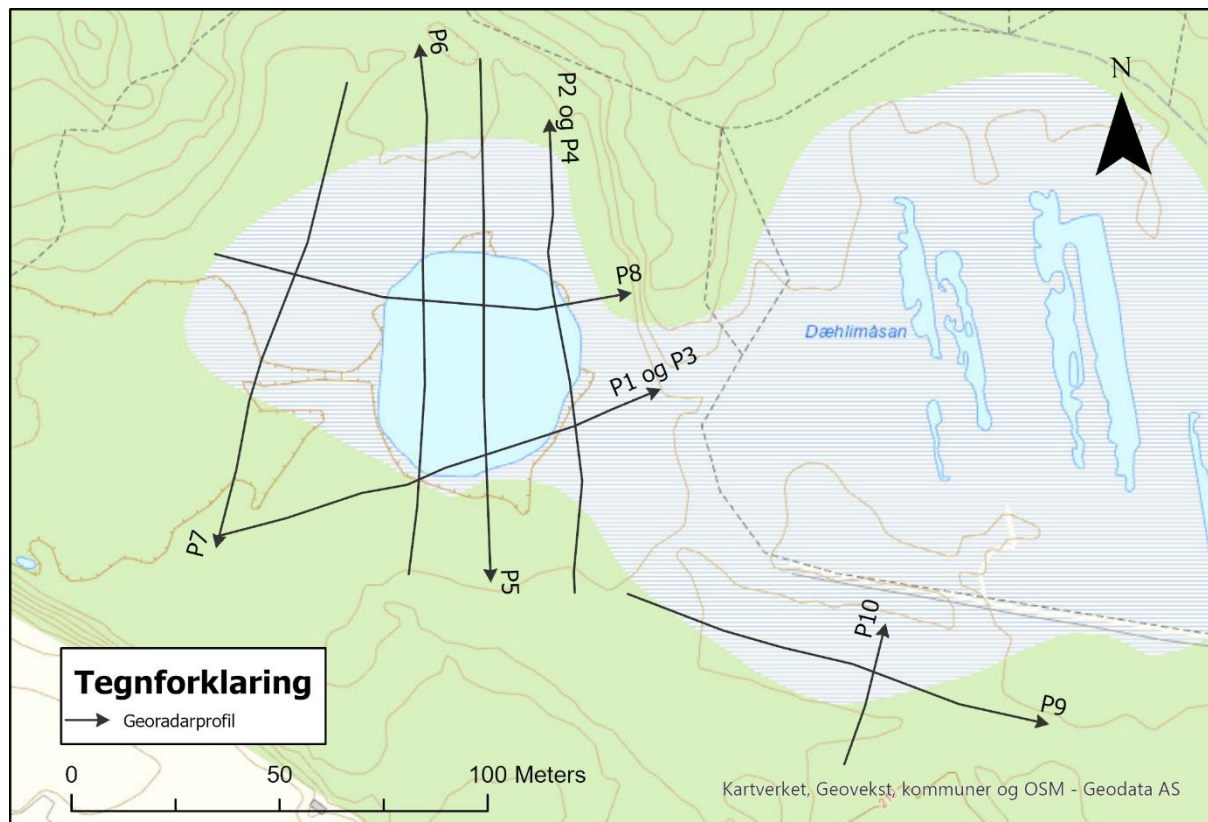
Løvenskioldbanen er dekket av berggrunnskart i 1:50 000 skala. Ifølge berggrunnskartet til NGU består berggrunnen rundt kartleggingsområdet av alkalifeltspatgranitt i nord og vulkansk breksje av syenittporfyr i sør.

Ifølge NGU sitt løsmassekart (se figur 3) er det primært bart fjell med stedvis tynt dekke i områdene rundt Løvenskioldbanen. Myrområdet som er blitt undersøkt er dels merket som torv og myr i kartet, i realiteten er området større og del av et gjengrodd tjern. I tillegg til dette er to områder sør og øst for det undersøkte området markert som marin strandavsetning, et lite areal som breelvavsetning og et større område sørvest som tykt morenedekke.



Figur 3 Løsmassekart over Løvenskiold skyttebane (hentet fra [https://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/))

## 4. Resultater



Figur 4 Oversiktskart over utførte georadarprofil

Kartlegging med georadar ble utført 07.03.2022, og figur 4 gir en oversikt over målte georadarprofiler. Myra og det gjengrodde tjernet var under kartleggingen snø- og isdekt, og en fikk dermed kartlagt over den rene vannfasen av tjernet.

Profil 1 og 2 ble utført med 100 MHz-antenne, men pga. betydelig demping av signaler og støy i topplaget fikk en ikke kartlagt de dypeste delene av myra med denne antennen. Profil 1 og 2 ble dermed utført på nytt med en antenne med senterfrekvens på 50 MHz, som profil 3 og 4. I resultatene vil kun profil utført med 50 MHz-antenne presenteres, og i profilene kan en se den systematiske støyen som lineære og konstante linjer langs profilene. Selv om profilene er påvirket av overflatestøy har en fremdeles fått klare refleksjoner og gode data på mektigheten av myr.

## 4.1. Hastighetskalibrering

Langs profil 3 og 5 er det utført kalibrering av dybde og hastighet ved hjelp av myrsonde og sonderboringer med håndholdt motorhammer.

I profil 3 ble sonderingen utført 12 meter ut i profilet og viste 3,5 meter ned til fjell. I profil 5 ble sonderingene utført hhv. 66 og 101 meter ut i profilet og viste 12,7 og 10,5 meter ned til et fast løsmasselag med 0,5-2 meter over fjell.

For radarbølger hvor man har kjente dybder ned til forskjellige laggrenser finnes hastigheten enkelt vha. følgende formel:

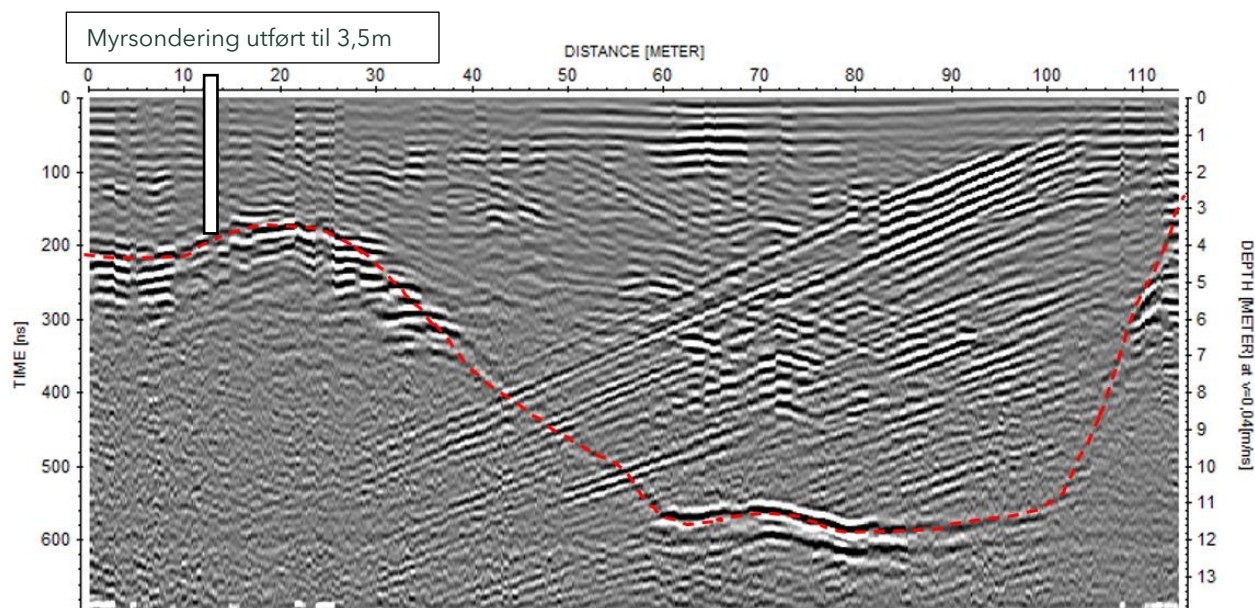
$$v = \frac{2 * dybde}{reisetid}$$

Tabell 1 Hastighetskalibreringer utført for profil 15, 30 og 35

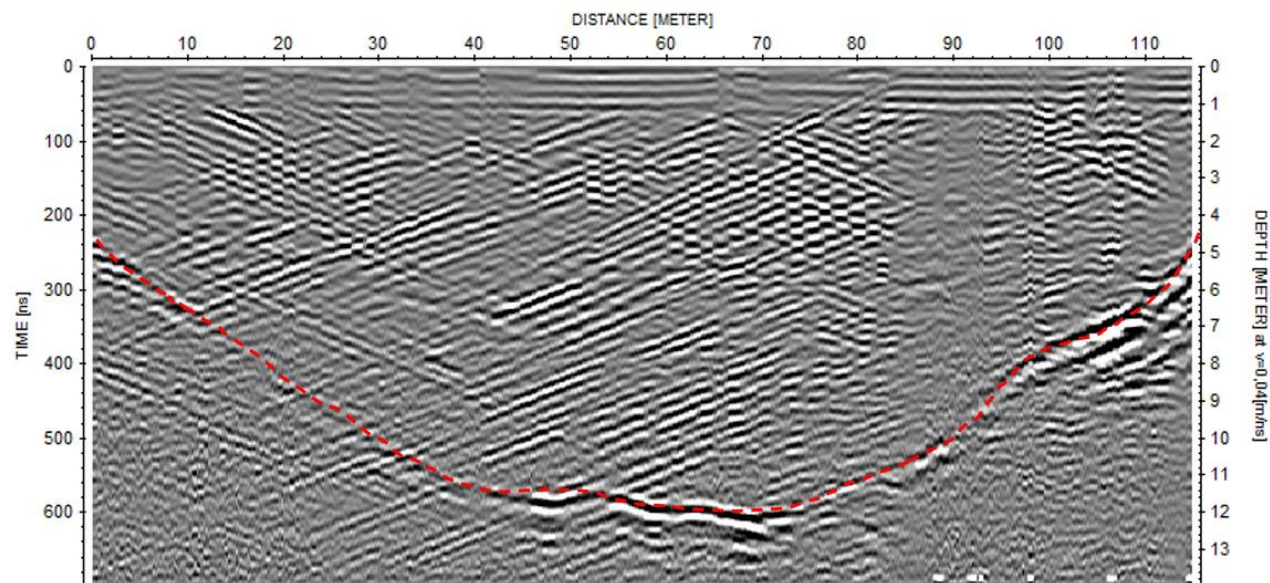
Profil nr	Dybde fra myrsonde (m)	Reisetid radarbølge (ns)	Kalkulert bølgehastighet (m/ns)
Profil 3, 12 meter	3,5	178	0,0393
Profil 5, 66 meter	12,7	622	0,0408
Profil 5, 101 meter	10,5	525	0,040

I tabell 1 vises kalkulerte hastigheter for profil 3 og 5, og i figur 5 og 7 vises plassering av sonderingene i georadarprofilene. Basert på resultatene fra tabell 1 er 0,040 m/ns valgt som hastighet for hele undersøkelsesområdet, da variasjonen mellom de tre profilene var såpass liten. Generelt vil bølgehastigheten i myr- og torvmasser kunne variere mellom 0,035-0,06 m/ns, avhengig av vanninnholdet og kompakteringsgraden til myrmassene. En bølgehastighet på 0,040 m/ns tilsier at myrmassene har et høyt vanninnhold og er svært løst lagret.

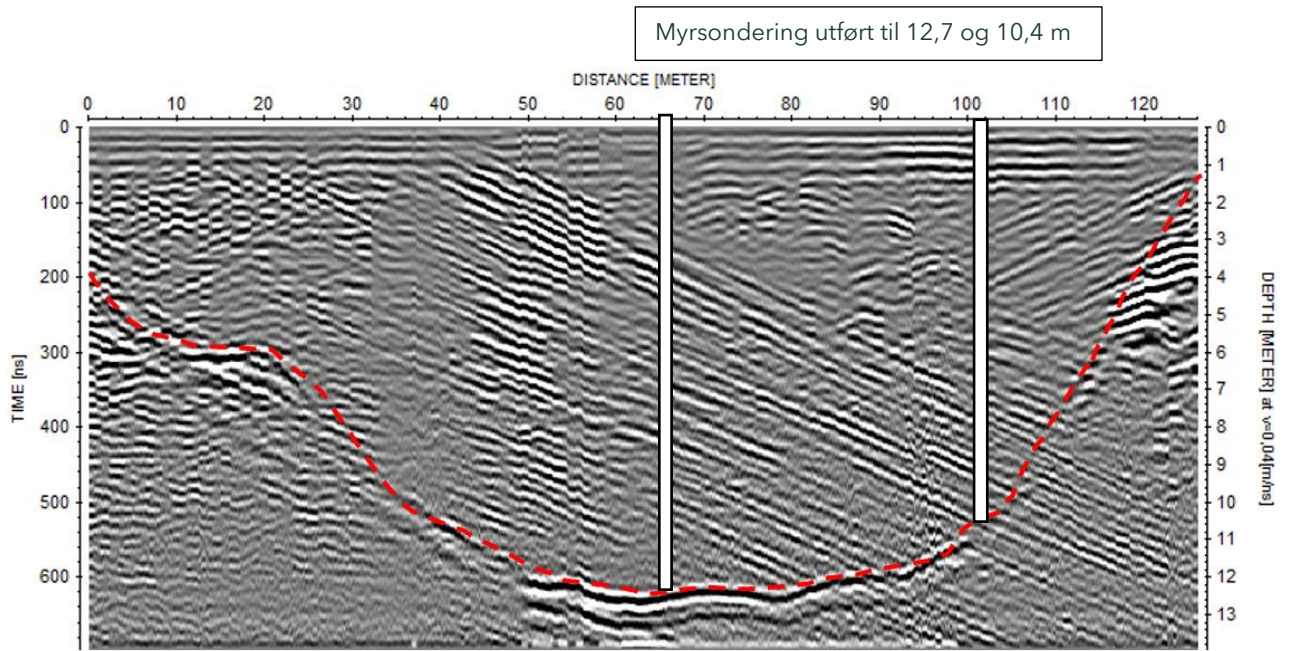
## 4.2. Profil 3 til profil 8



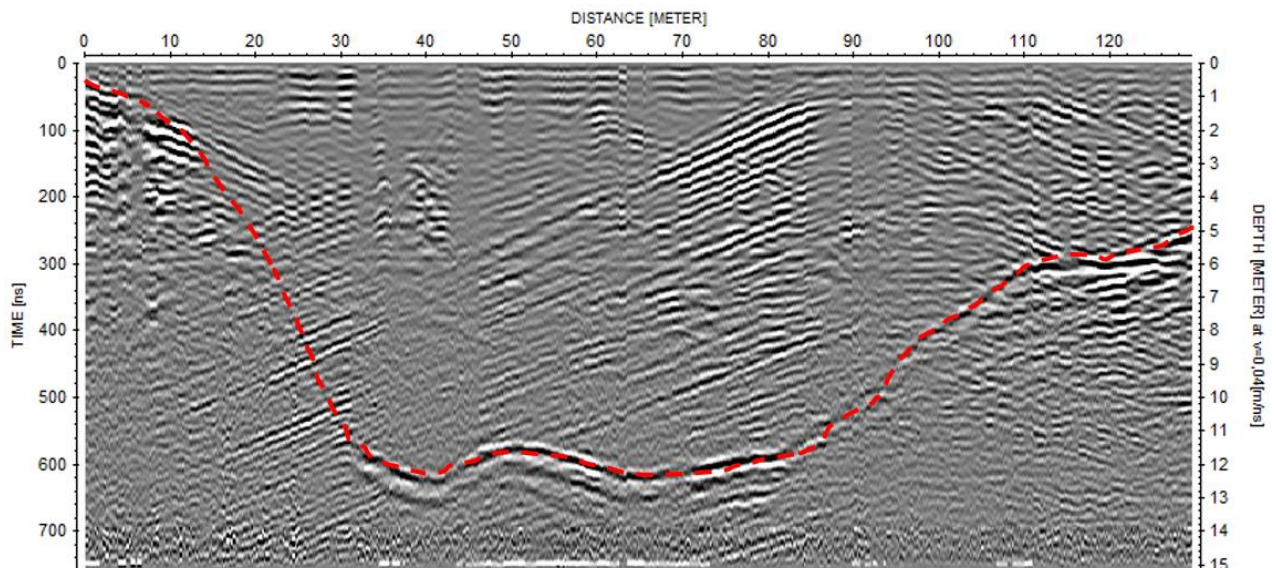
Figur 5, profil 3 med inntegnet stiplet linje av overgang myr til løsmasser/fjell, og utført myrsondering ned til 3,5 m under terreng



Figur 6, profil 4 med inntegnet stiplet linje av tolket overgang myr til faste løsmasser/fjell.

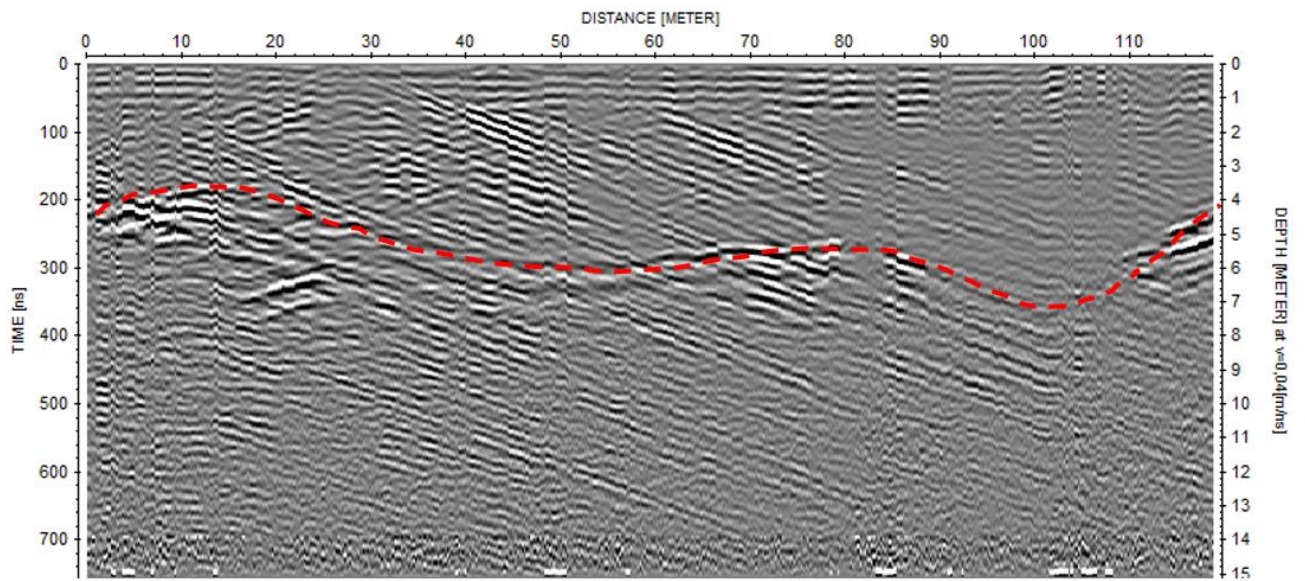


Figur 7, profil 5 med inntegnet stiplet linje av tolket overgang mellom myr og faste løsmasser/fjell, samt utførte myrsonderingen til 12,7 m og 10,4 m

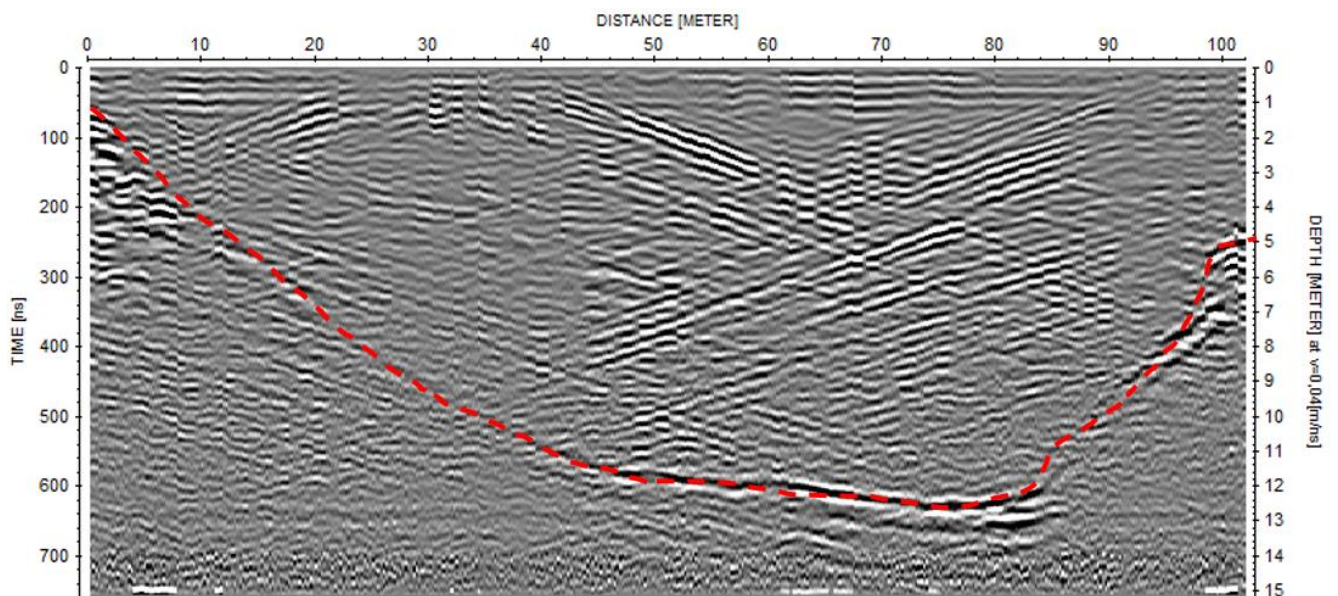


Figur 8, profil 6 med inntegnet stiplet linje av tolket overgang myr og faste løsmasser/fjell





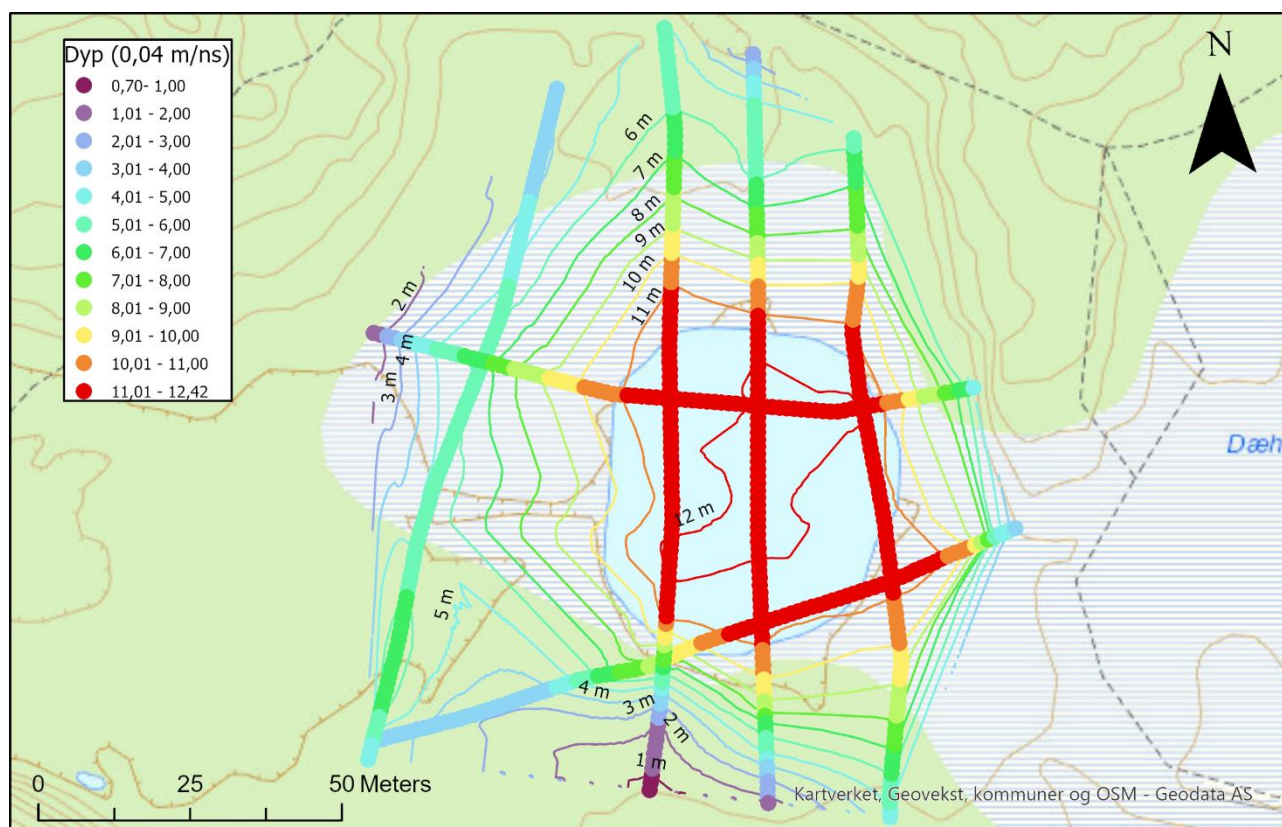
Figur 9, profil 7 med inntegnet stiplet linje av tolket overgang myr til fastere løsmasser eller fjell.



Figur 10, profil 8 med inntegnet stiplet linje av tolket overgang myr til fastere løsmasser eller fjell.

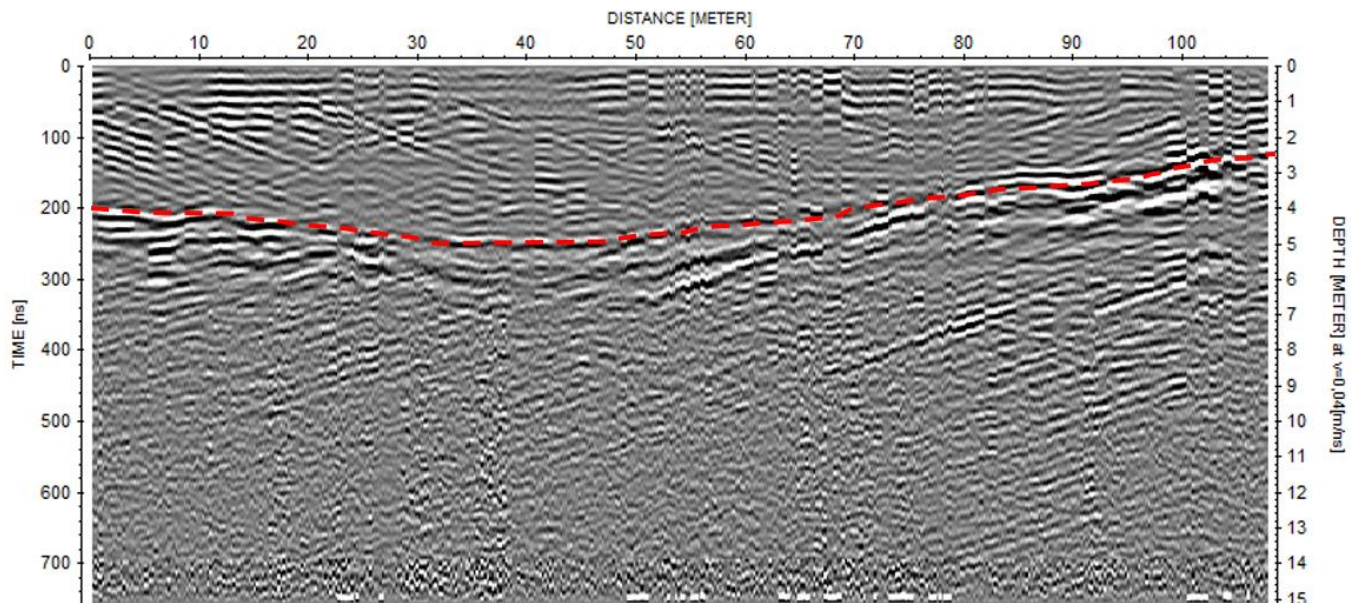
Figur 11 viser en sammenstilling av georadarprofil 3-8. I figuren er det plottet med farger langs profilene som viser antatt dybde til fjell. Som en ser av figuren er den dypeste delen av myra sentrert midt under tjernet, med en dybde mot trolig 12 meter. Profilene gir ingen tydelige svar på evt. løsmasser over fjelloverflaten pga. høyt støyinnhold.

Dybdene baseres på hastighetskalibreringen utført ved profil 3 der en stikksondering viste 3,5 m myr/torv over fast grunn (se Figur 5). Dette ga en hastighet på 0,04 m/ns som er en typisk bølgehastighet for myr- og torvmasser med høyt vanninnhold. Mellom profilene er det benyttet lineær interpolasjon for å visualisere potensiell bergoverflate. Disse linjene vises som fargede høydekvoter. Datatettheten er i enkelte områder for lav slik at høydekvotene kan gi et feil bilde av den reelle dybden. Dette gjelder spesielt helt sør-øst og muligens sør-vest i myrområdet. Slik området er markert under kan volumet av myr og eventuelle andre løsmasser over fjell beregnes til omtrent 78 000 m<sup>3</sup>. Dette er beregnet vha. volumverktøy via 3D-analyst i ArcGis Pro.

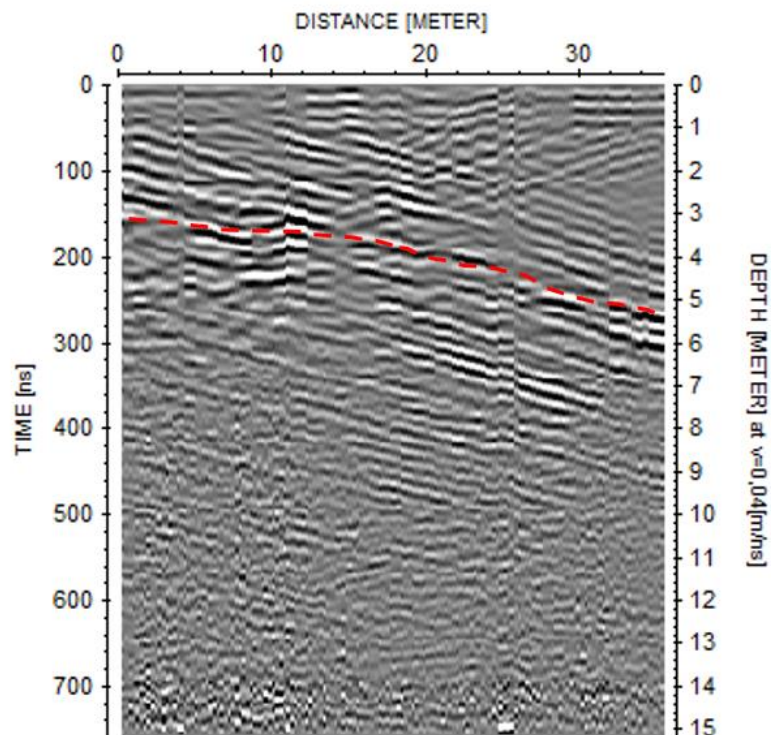


Figur 11 Kart som viser myrddybder basert på utførte georadarprofil

### 4.3. Profil 9 og profil 10



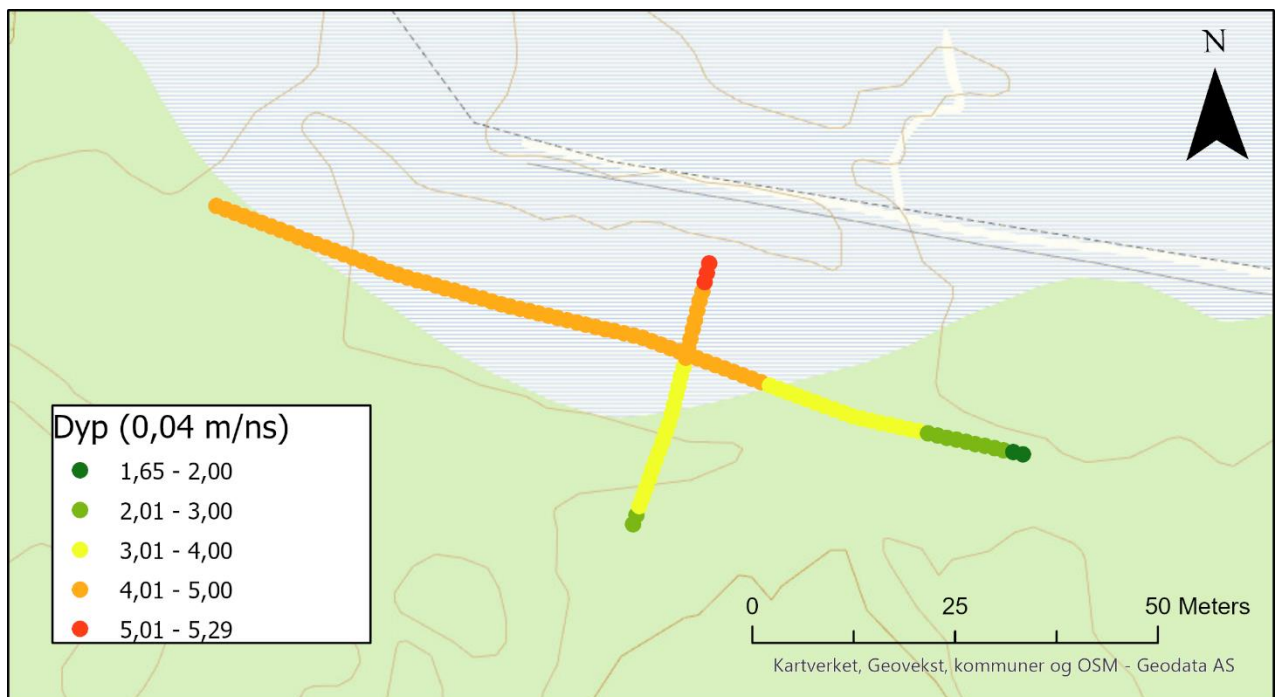
Figur 12, profil 9 med inntegnet stiplet linje av tolket overgang mellom myr og fastere løsmasser eller fjell



Figur 13, profil 10 med inntegnet stiplet linje av tolket overgang myr og fastere løsmasser eller fjell

Figur 12 og Figur 13 viser hhv. georadarprofil 9 og 10. Profilene er utført i et mindre myrområde lengre øst (se Figur 4 for plassering). I profilene kommer fjellreflektoren tydelig fram, og dybden til fjell er anslått ved å benytte samme bølgehastighet som funnet fra profil 3.

Figur 14 gir en sammenstilling av profil 9 og 10 og viser antatt dybde til fjell med farge som indikator. Som figuren viser er dybden til fjell for det meste mellom 3-5 meter langs de kartlagte profilene.



Figur 14 Kart som viser myrddybde langs utførte georadarprofil i østlig myrområde (profil 9 og 10)

## 5. Vurderinger og konklusjon

Georadar har vært et nyttig verktøy for å kartlegge utbredelsen av myrområdet ved Dæhlimåsan, nord-øst for leirduebanen på Løvenskiold skytebane. Myras utbredelse kan ses av profilene vedlagt i kapittel 4.1 og 4.2, og er visualisert som kart i Figur 11 og Figur 14. Anslagene basert på modellen i kartet presentert i kapittel 4.1 viser at myrområdet tilknyttet tjernet er opptil 12-13 meter dypt og med et totalt volum på ca. 78 000 m<sup>3</sup>, med usikkerheter fra ca. 75 - 85 000 m<sup>3</sup>. Myrområdet øst for tjernet har en dybde på 3-5 meter.

Valg av bølgehastighet vil utgjøre en usikkerhet i volum- og dybdeanslagene. I det kartlagte området er det utført tre hastighetskalibreringer som alle ga omtrent 0,04 m/ns. Dette er en bølgehastighet typisk for myrmasse med høyt vanninnhold og liten kompakteringsgrad, og basert på flybilder og tidligere observasjoner av myra anses benyttet bølgehastighet som rimelig. En annen usikkerhet knyttet til dybdeanslag er 50 MHz-antennas begrensning mht. oppløsning og muligheten til å plukke ut en refleksjon fra et eksakt dyp pga. tykkelsen på pulsbredden, samt interpoleringen som er benyttet mellom datapunktene.

Georadarprofilene preges av mye støy fra nedgravde objekter i overflaten. Støymengden gjør det vanskelig å identifisere lagdelinger i myra og eventuelle andre finkornige løsmasselag over fjell. En har derimot fått tydelige refleksjoner i overgangen myrmasse og enten fastere løsmasselag og fjell.

