

Overvåkning av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune – resultater for 2010

Arnt Johnsen og Øyvind Voie

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)

22. juli 2011

FFI-rapport 2011/01306

360301

P: ISBN 978-82-464-2028-8

E: ISBN 978-82-464-2029-5

Emneord

Overvåkning

Tungmetaller

Ammunisjon

Destruksjon

Lærdal

Godkjent av

Kjetil Sager Longva

Prosjektleder

Jan Ivar Botnan

Avdelingssjef

Sammendrag

I Øyradalen sørøst for Lærdal sentrum ligger et destruksjonsanlegg for ammunisjon, der Forsvaret sprenger og tilintetgjør ulike typer ammunisjon. Dette området ble etablert i 1976 og har siden dette vært benyttet av Forsvaret til destruksjon av ammunisjon. For å overvåke konsentrasjonen av tungmetaller i dette området, ble det i 1991 startet et program for prøvetaking og analyse av tungmetaller i jord. I 2008 foretok Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) en gjennomgang av dataene fra denne overvåkningen og anbefalte noen justeringer av programmet.

I tillegg til destruksjonsanlegget i Øyradalen er det et anlegg for destruksjon av krutt og småkaliberammunisjon i Tønjumdalen. Destruksjonen av denne typen ammunisjon foregår i en forbrenningsovn med tilknyttet renseanlegg. I dette området har det vært tatt prøver enkelte år for å overvåke forurensning av tungmetaller. FFI anbefalte i 2008 at også dette området inkluderes i en årlig prøvetaking tilsvarende med det som foretas i Øyradalen.

Resultater fra prøver tatt høsten 2010 i Øyradalen og våren 2010 i Tønjumdalen er presentert i denne rapporten.

Konsentrasjonen av kobber i destruksjonsområdet for ammunisjon i Øyradalen er forhøyet. Det er også et noe forhøyet nivå av bly og sink, mens konsentrasjonen av de andre målte metallene er på bakgrunnsnivå. Nivået av de målte metallene ligger innenfor de krav som myndighetene har satt til friluftsområder. På grunn av et forhøyet nivå av kobber i demoleringsområdet, egner ikke området seg for beitedyr. I Nivla er konsentrasjonen av kobber over den økologiske grenseverdien, og det kan derfor ikke utelukkes at kobber kan ha en viss effekt på vannlevende organsimer i elven.

Det ble kun påvist spor av ammunisjonsrelaterte metaller i elven Kuvella i Tønjumdalen. Det er derfor ingen risiko knyttet bruk av dette vannet, eller for vannlevende organismer i elven.

English summary

In the Øyradalen southeast of Lærdal centre the Military has a destruction facility for munitions, where munitions are demolished by open air detonation. This area was established in 1976, and has since been used by the Military for demolition of munitions. From 1991 until today, soil samples from Øyradalen have been analysed to monitor the concentration of heavy metals. In 2008 an evaluation of the results from this monitoring was carried out by Forsvarets forskningsinstitutt (FFI), and some adjustments of the monitoring program were recommended.

In addition to the facility in Øyradalen, a destruction facility for small arms munitions and propellant are localised in Tønjumdalen. The destruction of such munitions takes place in an incinerator connected to a treatment plant. The contamination in this area has not been regularly monitored. FFI did in 2008 recommend that this area should be included in the monitoring program.

This report present results from the monitoring of the munitions related contamination in Øyradalen and Tønjumdalen in 2010.

The concentrations of copper in the demolition area in Øyradalen are higher than normal for this area. The levels of lead and zinc are also above background levels, while the concentrations of other heavy metals are on background levels. The contamination level in Øyradalen is within the national limits for recreation areas. The demolition area is not suitable for grazing animals, due to high cobber content. The concentration of cobber is above the ecotoxicological screening level in the river Nivla, which means that cobber can have some influence on the life of organisms in the river.

Only traces of metals were detected in the river Kuvella in Tønjumdalen. Therefore no risk is associated with the use of this water or for aquatic organisms in the river.

Innhold

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Innledning | 6 |
| 2 | Prøvetaking | 7 |
| 3 | Resultat og diskusjon | 9 |
| 3.1 | Øyradalen | 9 |
| 3.2 | Tønjumdalen | 14 |
| 4 | Vurdering av risiko | 14 |
| 4.1 | Øyradalen | 14 |
| 4.2 | Tønjumdalen | 15 |
| 5 | Konklusjon | 16 |
| 5.1 | Øyradalen | 16 |
| 5.2 | Tønjumdalen | 16 |
| | Appendix A Posisjoner for prøvepunkter | 18 |
| | Appendix B Analyserapport | 20 |
| | Referanser | 35 |

1 Innledning

I Øyradalen sørøst for Lærdal sentrum ligger et destruksjonsanlegg for ammunisjon, der Forsvaret sprenger og tilintetgjør ulike typer ammunisjon. Dette området ble etablert i 1976 og har siden dette vært benyttet av Forsvaret til destruksjon av ammunisjon. I dag er det lokalisert fem groper etter hverandre langsmed dalen, der fire av disse benyttes til sprengning og en er reserve. Avstanden mellom gropene er 30 – 40 meter. Et bilde av det området som benyttes for destruksjon av ammunisjon i Øyradalen er vist i Figur 1.1.



Figur 1.1 Demoleringsområdet i Øyradalen.

For å overvåke konsentrasjonen av tungmetaller i dette området, ble det i 1991 startet et program for prøvetaking og analyse av tungmetaller i jord. Det er da tatt prøver før demoleringen startet om våren og etter demoleringen ble avsluttet om høsten. Dette programmet har vært videreført frem til 2007. I 2008 foretok Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) en gjennomgang av dataene fra overvåkningsprogrammet og anbefalte noen justeringer av programmet [1]. Det ble foretatt prøvetaking i henhold til dette programmet høsten 2008 og 2009. Resultatene ble henholdsvis presentert i FFI-rapport 2009/01147 [2] og FFI-rapport 2010/01494 [3].

I tillegg til destruksjonsanlegget i Øyradalen er det et anlegg for destruksjon av krutt og småkaliberammunisjon i Tønjumdalen. Destruksjonen av denne typen ammunisjon foregår i en forbrenningsovn med tilknyttet renseanlegg. I dette området har det også vært tatt noen prøver for å undersøke forurensning av tungmetaller. Det har imidlertid ikke vært gjennomført tilsvarende

årlig overvåkning som i Øyradalen. Etter en gjennomgang av resultatene fra disse undersøkelser, ble det av FFI anbefalt at også Tønjumdalen inkluderes i overvåkningsprogrammet [1]. Det ble tatt prøver i henhold til anbefalt overvåkningsprogram i Tønjumdalen høsten 2008 og 2009. Resultatene ble henholdsvis presentert i FFI-rapport 2009/01147 [2] og FFI-rapport 2010/01494 [3]. I 2010 ble det av ulike grunner ikke foretatt prøvetaking i dette området.

I denne rapporten blir resultatene fra overvåkningen i 2010 av tungmetallforurensning i de to områdene presentert.

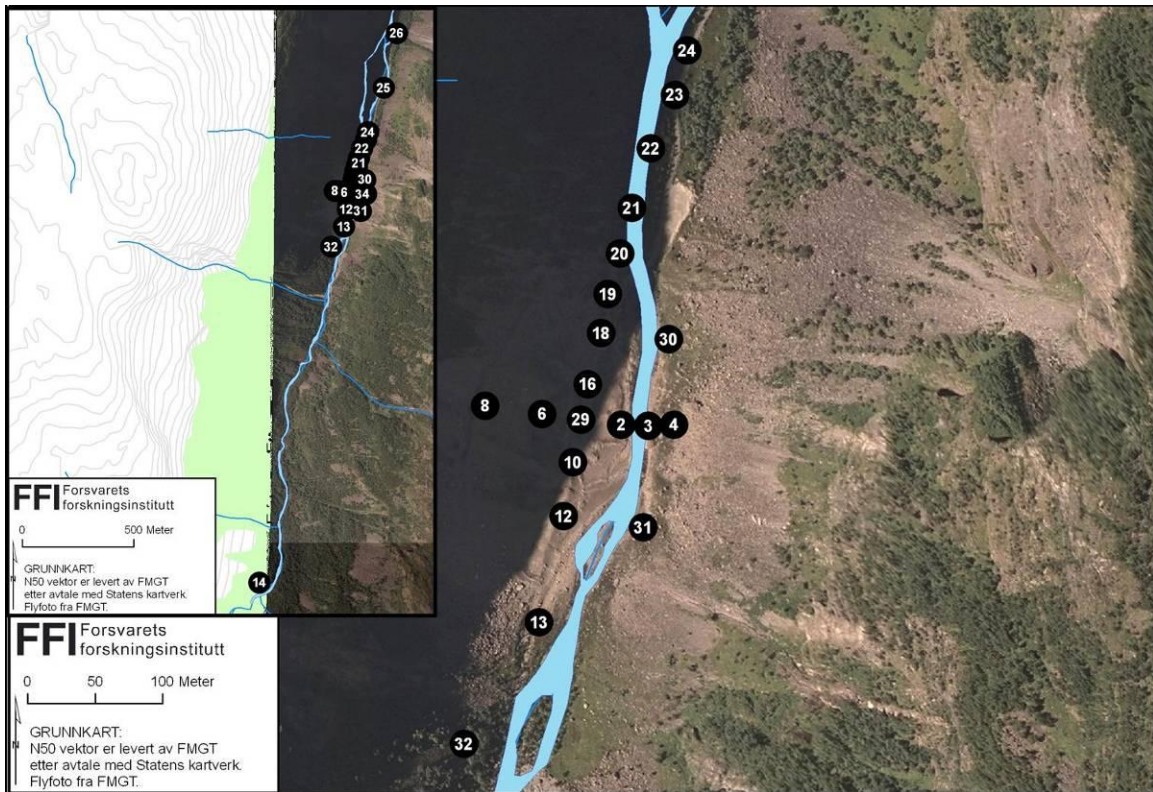
2 Prøvetaking

Prøvetaking høsten 2010 ble foretatt av Einar Trulssen og hans medarbeidere ved Forsvarets destruksjonsanlegg i Lærdal. Det ble tatt prøver av jord fra de samme prøvepunktene i Øyradalen som i 2009. Det ble imidlertid ikke tatt prøve fra prøvepunkt 29 og 32 i 2010. I tillegg ble det tatt prøve fra prøvepunkt 21, som ble valgt slettet som overvåkningspunkt i 2008. I 2010 ble det også tatt vannprøver ved de stasjonene i Øyradalen der det tidligere er blitt tatt vannprøver [1]. Vannprøvene ble ikke filtrert, og ved ankomst FFI ble det tilsatt syre for konservering.

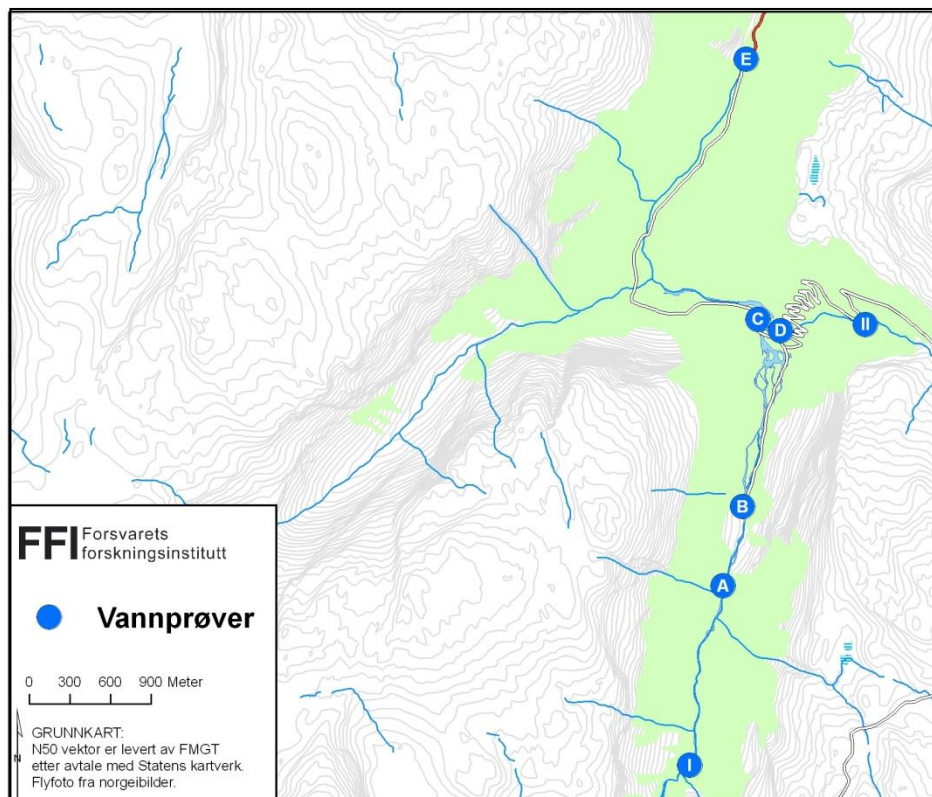
Noen av prøvepunktene i Øyradalen har merkepinne satt ned. Dette gjør det enklere å få tatt prøve på samme sted hvert år. De prøvepunktene som det ikke er satt ned merkepinner for i Øyradalen, ble lokalisert ved bruk av laseravstandsmåler fra et kjent utgangspunkt i demoleringsområdet i retning mot nord, øst, sør og vest. Det ble brukt det samme jordboret som er benyttet ved tidligere prøvetakinger for å ta prøver fra prøvepunktene i Øyradalen [1]. Hvert prøvepunkt utgjør en flate på omkring 1 m² og herfra ble det tatt noen stikk fra overflaten og ned til 3-5 cm dyp med jordboret. Prøvene ble samlet i poser av polyetylen og sendt til FFI for kjemisk analyse. Prøvene i 2010 ble ikke tatt før det var kommet tele i bakken, og prøvemengden ble derfor denne gangen noe mindre enn ønsket. Prøvetaking i fremtiden bør derfor tas i god tid før forventet tele i bakken.

I Tønjumdalen ble det våren 2010 tatt vannprøver av elven Kuvella som renner gjennom dalen. Vannprøvene ble ikke filtrert, og ved ankomst FFI ble det tilsatt syre for konservering. I 2010 ble det av ulike grunner ikke tatt prøver av jord fra de faste prøvepunktene i Tønjumdalen.

En oversikt over lokaliseringen til jordprøvene i Øyradalen er vist i Figur 2.1, mens det er gitt en oversikt over lokaliseringen til vannprøvene i Figur 2.2. Lokaliseringen til vannprøvene i Tønjumdalen er vist i Figur 2.3. Posisjoner for alle prøvepunktene er vist i Appendix A.



Figur 2.1 Oversikt over lokaliseringen til prøvepunktene som ble prøvetatt i Øyradalen i 2010.



Figur 2.2 Oversikt over vannprøver som er tatt i Øyradalen.



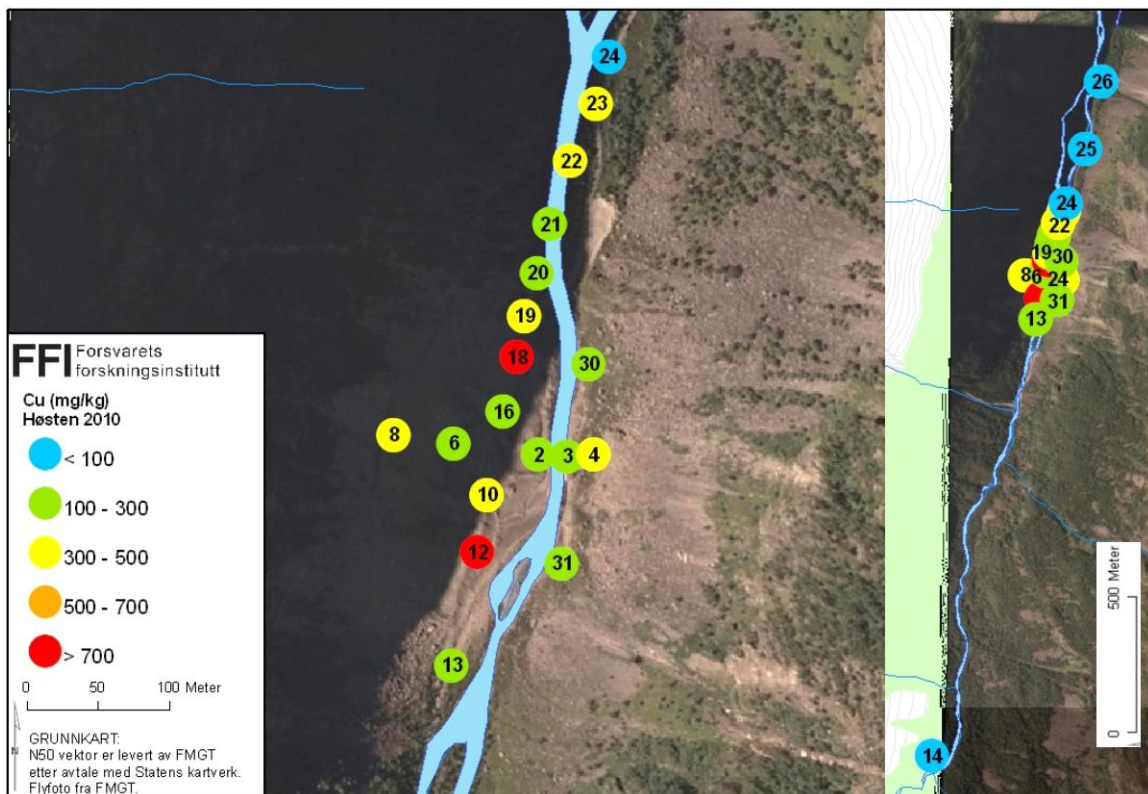
Figur 2.3 Oversikt over lokalisering til vannprøver fra Kuvella i Tønjumdalen.

3 Resultat og diskusjon

Alle jord- og vannprøvene ble merket med unike prøvenummer hos FFI før de ble sendt til analyse hos ALS Scandinavia i Oslo. Dette laboratoriet ble valgt med bakgrunn i at Forsvarsbygg har rammeavtale med laboratoriet. Alle jordprøvene ble tørket og siktet til under 2,0 mm, før det ble tatt ut en delprøve for kjemisk analyse. Analyseresultatene fra ALS Scandinavia er oppsummert i Appendix B.

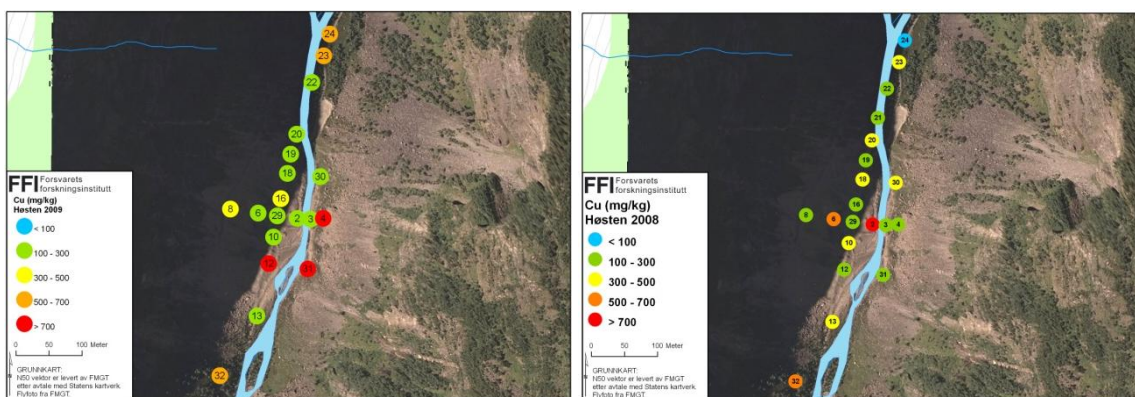
3.1 Øyradalen

Figur 3.1 viser konsentrasjonsnivåer av kobber (Cu) i alle prøvene som er tatt i Øyradalen i 2010. Det er litt variasjon i konsentrasjonen mellom de ulike prøvepunktene, men bortsett fra to prøver er konsentrasjonen under 500 mg/kg. I disse to prøvene var konsentrasjonen av kobber 1810 mg/kg (prøvepunkt 12) og 3640 mg/kg (prøvepunkt 18). Sannsynligvis inneholder disse to prøvene fragmenter av kobber. I 2009 ble det også funnet høy kobberkonsentrasjon i prøvepunkt 12 (1190 mg/kg), mens det i 2008 var relativt lav konsentrasjon (255 mg/kg).



Figur 3.1 Konsentrasjonsnivåer av kobber i jordprøver tatt fra Øyradalen i 2010.

Lokale variasjoner i konsentrasjonen av kobber fremkommer som følge av at forurensningen er heterogent fordelt i området, og at det hele tiden er forflytning av masse som følge av de sprengningene som finner sted. Konsentrasjonen av kobber i prøver tatt høsten 2010 er stort sett på samme nivå som prøvene tatt høsten 2009 og 2008 (Figur 3.2), og viser at området har et forhøyet nivå av kobber sammenlignet med referanseprøven lengst sør i dalen (prøvepunkt 14) og det en kan regne som naturlig for dette området [4].



Figur 3.2 Oversikt over konsentrasjonsnivåer av kobber i Øyradalen ved prøvetaking i 2008 og 2009.

Det gjennomsnittlige nivået av kobber i destruksjonsområdet (prøvepunkt 2, 6, 8, 10, 12, 16, 18 og 19) er ved prøvetaking høsten 2010 på 918 mg/kg, noe som ligger i tilstandsklasse ”Moderat” i

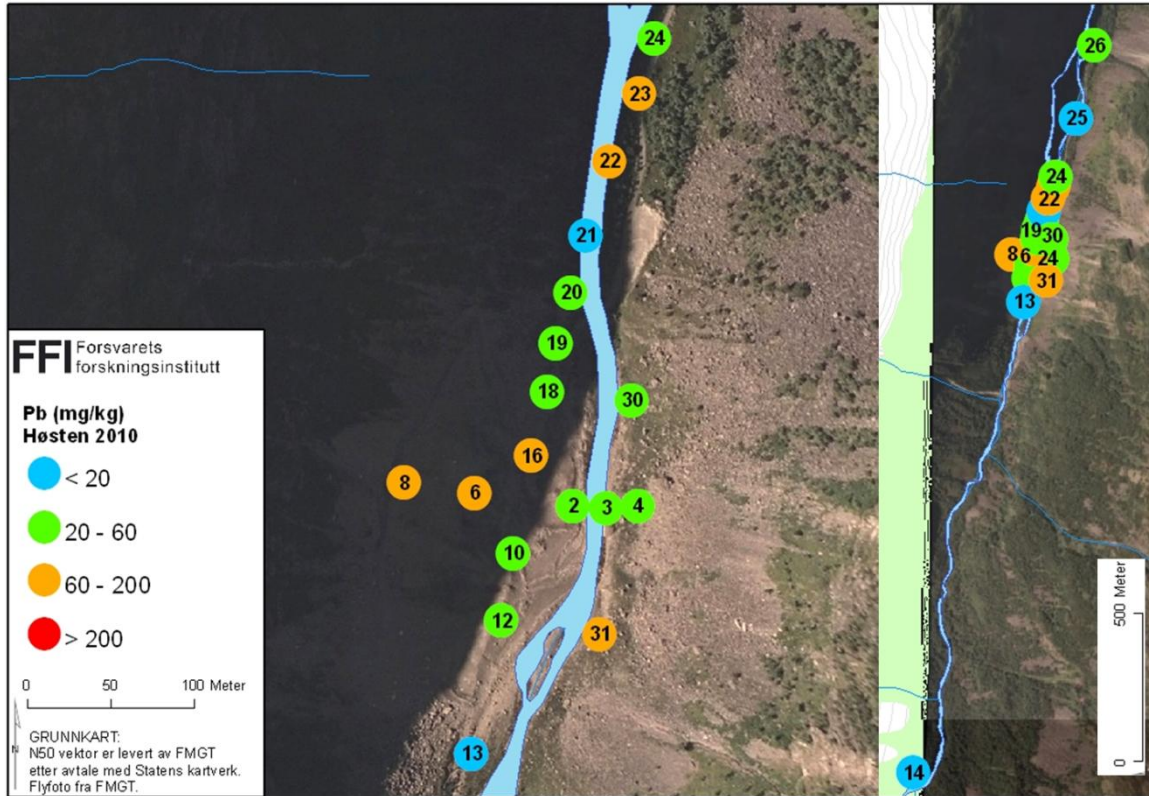
henhold til Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) sine helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn [5]. Høsten 2009 ble det i det samme område registret en gjennomsnittlig konsentrasjon av kobber på 380 mg/kg [3], og nivået i 2008 var omtrent tilsvarende [2]. Årsaken til at konsentrasjonen av kobber har over fordoblet seg i området, er at det i prøvepunkt 12 og 18 ble påvist høye konsentrasjoner av kobber. For de andre prøvepunktene er konsentrasjonen av kobber på samme nivå som i 2008 og 2009. I de prøvene som er tatt lengst nord i dalen (prøvepunkt 23, 24, 25 og 26) var det nærmest bakgrunnskonsentrasjoner av kobber (< 100 mg/kg), bortsett fra prøvepunkt 23 som ser ut til å være noe påvirket av demoleringsaktiviteten. I 2009 ble det registeret høyere konsentrasjoner av kobber i dette området [3], mens det i 2008 [2] og 2007 [1] ble registrert bakgrunnskonsentrasjoner av kobber. Det ser derfor ut til at konsentrasjonen av kobber er variabel i dette området, og en liten forflytning av prøvepunkt kan gi store endringer i kobberkonsentrasjonen. Nivået av kobber i referanseprøve 14 innerst i dalen er på nivå med det som er blitt registrert der tidligere. Nivået av kobber både nord i dalen og helt sør i dalen er på bakgrunnsnivåer, og ligger i tilstandsklasse ”Meget god” i henhold til Klif sine helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn [5].

I ammunisjon er ofte kobber i legering med sink (Zn), og det registreres derfor også et forhøyet nivå av sink i destruksjonsområdet for ammunisjon. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av sink er på 240 mg/kg (prøvepunkt 2, 6, 8, 10, 12, 16, 18 og 19), mens den maksimale konsentrasjonen var 299 mg/kg. Nivået av sink ligger i tilstandsklasse ”God” i Klif sine helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. Konsentrasjonen av sink er litt lavere enn det som ble registrert i det samme området i 2009 [3]. Som i 2009 ble det også denne gangen funnet høyest konsentrasjon av sink i prøvepunkt 26. Konsentrasjonen var imidlertid denne gangen mye lavere enn det som ble påvist i 2009 (353 mg/kg mot 2050 mg/kg i 2009). I dette området er det sporadisk funnet et forhøyet nivå av sink tidligere [1]. Dette prøvepunktet ligger på det som tidligere har vært en brennplass. Denne har imidlertid ikke vært benyttet på mange år. Det kan derfor være at det er brent sinkholdige (forsinkede) materialer i dette området, og at dette har ført til et forhøyet nivå av sink.

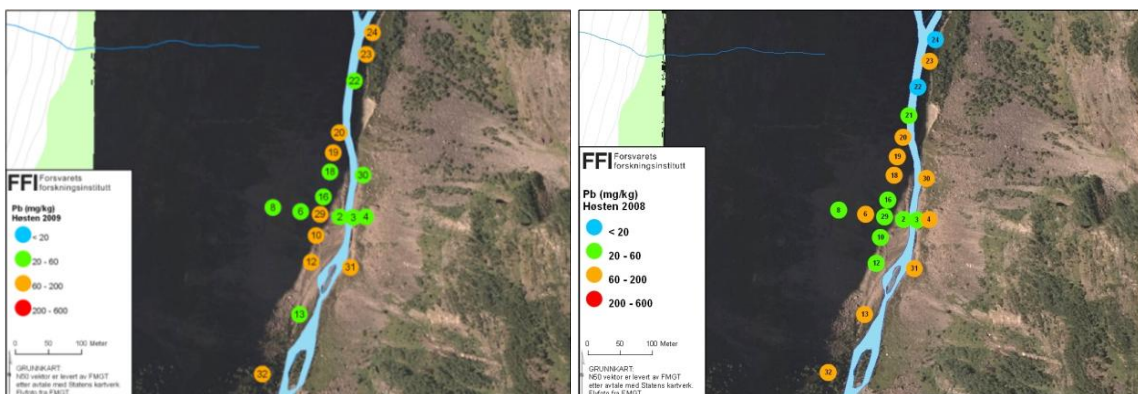
Figur 3.3 viser konsentrasjonsnivåer av bly (Pb) i alle prøvene som ble tatt i Øyradalen høsten 2010, mens Figur 3.4 viser nivåene for 2008 og 2009. Nivået av bly er en god del lavere enn for kobber. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av bly i destruksjonsområdet (prøvepunkt 2, 6, 8, 10, 12, 16, 18 og 19) er 60 mg/kg. I 2009 ble det registrert samme nivå av bly i dette området [3]. Tilsvarende konsentrasjoner av bly ble også registrert i 2007 [1] og 2008 [2]. Det er derfor ingen endring i blykonsentrasjonen de siste årene i destruksjonsområdet, og nivået klassifiseres i tilstandsklasse ”God” i henhold til helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn [5].

Konsentrasjonen av bly er relativt lik i alle prøvepunkter bortsett fra i prøvepunkt 13, 14 (referanseprøve) og 25 som alle har konsentrasjoner under 20 mg/kg. Høyeste konsentrasjon av bly er det i prøvepunkt 23 med 89 mg/kg. I 2009 var det også i dette prøvepunktet at det ble registrert høyest konsentrasjonen av bly [3]. I 2008 ble det gjort ytterligere målinger ved prøvepunkt 23 med XRF (røntgenfluorescensinstrument), og det ble også da registrert et forhøyet nivå av bly i dette området [2]. Det er ikke usannsynlig at det forhøyde nivået av bly i dette

området kan være forårsaket av et høyt naturlig innhold i de steinmassene som ligger i dette området. En kan heller ikke helt utelukke at det kan være skutt mot dette området med håndvåpenammunisjon, selv om dette ikke er kjent for de som jobber ved destruksjonsanlegget i Lærdal.



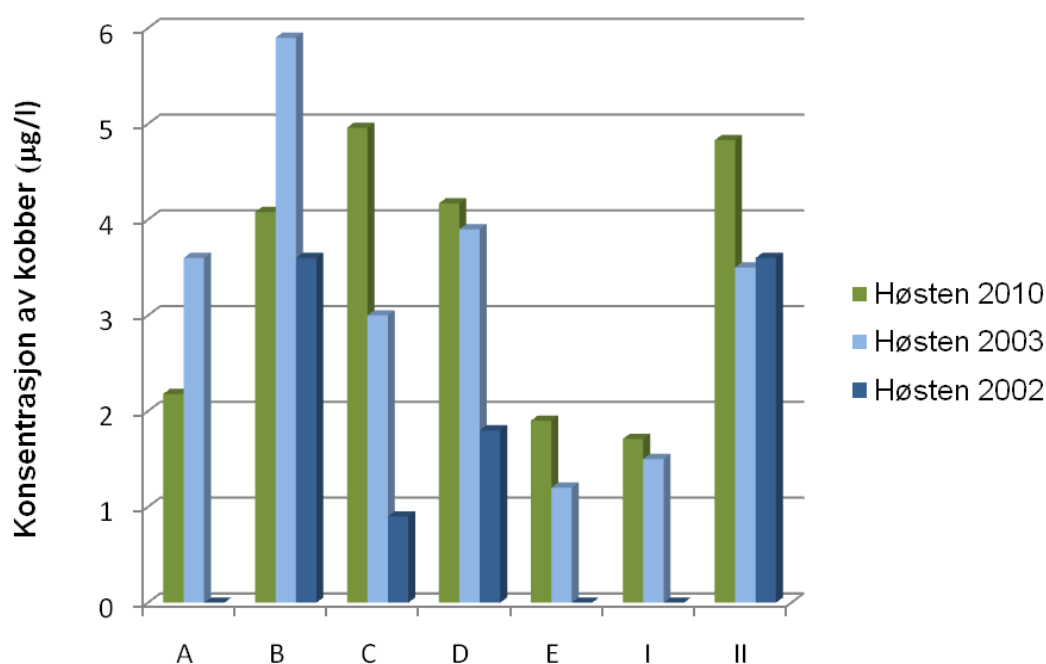
Figur 3.3 Konsentrasjonsnivåer av bly i jordprøver tatt fra Øyradalen i 2010.



Figur 3.4 Konsentrasjonsnivåer av bly i jordprøver tatt fra Øyradalen i 2009 og 2008.

Av de andre metallene som ble målt i jordprøvene fra Øyradalen var det normale konsentrasjoner, og nivåene ligger i tilstandsklasse "Meget god" eller "God" i henhold til helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn [5].

I 2010 ble det tatt vannprøver i Nivla og Øydalselvi i Øyradalen. I Figur 3.5 er det vist en oversikt over konsentrasjonen av kobber ved de ulike prøvestasjonene. Tidligere målinger fra 2002 og 2003 er også tatt med for sammenligningens skyld. Nivået av kobber i 2010 er tilsvarende med det som ble registrert i 2002 og 2003. Konsentrasjonen av kobber er noe høyere nedstrøms demoleringsfeltet enn oppstrøms. Dette tyder på at det er en viss avrenning av kobber fra demoleringsfeltet og ut i Nivla. Høyeste konsentrasjon ble registrert i prøvepunkt C. Oppstrøms dette prøvepunktet ligger en skytebane, og avrenning herfra vil derfor påvirke vannkvaliteten i dette prøvepunktet. I Klif sin klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann [6] ligger nivået av kobber i tilstandsklasse ”Markert forurenset” og ”Sterkt forurenset”. I området ved Lærdal er bakgrunnskonsentrasjoner av kobber høye i grunnen [4], og dette fører derfor til høye nivåer av kobber i vann i dette området. Konsentrasjonen av kobber er langt under de krav som stilles til drikkevann i Drikkevannsforskriften [7]. Nivået av kobber i vann ligger i flere prøvepunkter over den økologiske grenseverdien på 3,0 µg/l [8]. En kan derfor ikke utelukke at kobber kan ha en viss effekt på vannlevende organismer. For de andre målte metallene var det lave konsentrasjoner (Tabell 3.1). For sink kan det i likhet med kobber også ses en liten økning i nivået nedstrøms demoleringsanlegget.



Figur 3.5 Konsentrasjon av kobber i vann tatt fra Øyradalen. Konsentrasjonen er sammenlignet med de konsentrasjonene som ble målt i 2002 og 2003. Prøvepunkt D og II er tatt i Øydalselvi, mens de andre prøvepunktene er tatt i Nivla som renner gjennom Øyradalen.

| Prøvepunkt | A | B | C | D | E | I | II |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| As (µg/l) | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,08 | < 0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Cd (µg/l) | 0,007 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,01 | 0,007 | 0,008 |
| Cr (µg/l) | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,2 | 0,05 | 0,06 | 0,01 |
| Cu (µg/l) | 2,2 | 4,1 | 5,0 | 4,2 | 1,9 | 1,7 | 4,8 |
| Ni (µg/l) | 0,6 | 1,3 | 1,0 | 1,1 | 0,5 | 0,7 | 0,9 |
| Pb (µg/l) | 0,04 | 0,2 | 0,4 | 0,1 | 0,09 | 0,03 | 0,1 |
| Zn (µg/l) | 0,8 | 3,9 | 3,8 | 1,0 | 1,0 | 0,4 | 2,1 |
| Hg (µg/l) | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 |

Tabell 3.1 Målte konsentrasjoner av metaller i elven Nivla og Øydalselvi i Øyradalen 2010.

3.2 Tønjumdalen

I 2010 ble det av ulike grunner ikke tatt jordprøver ved destruksjonsanlegget i Tønjumdalen. Imidlertid ble det tatt vannprøver fra Kuvella som renner gjennom dalen, og resultater fra analyser av metaller i disse prøvene er vist i Tabell 3.2. I 2001 ble det også tatt vannprøver i Kuvella rundt demoleringsanlegget og resultatene fra disse målingene er også vist i Tabell 3.2. Konsentrasjonene av metaller er veldig lave og på bakgrunnsnivå. Det samme ble sett i 2001, og det ser derfor ut til at det ikke kan spores noen påvirkning av Kuvella fra destruksjonsanlegget i Tønjumdalen.

| Prøvepunkt | Cd µg/l | Cr µg/l | Cu µg/l | Mn µg/l | Ni µg/l | Pb µg/l | Zn µg/l | Sb µg/l |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Ved forbrenningsovn (2001) | < 0,35 | < 0,48 | < 0,80 | 0,50 | < 0,38 | < 1,7 | 1,90 | - |
| Ved kontorbygg (2001) | < 0,35 | < 0,48 | < 0,80 | 0,30 | < 0,38 | < 1,7 | 1250 | - |
| Ved bygg 16 (2001) | < 0,35 | < 0,48 | < 0,80 | < 0,21 | < 0,38 | < 1,7 | 2,10 | - |
| Liten bro ved ristelegg (2001) | < 0,35 | < 0,48 | < 0,80 | < 0,21 | < 0,38 | < 1,7 | 2,80 | - |
| Referanse, øvre elv (2001) | < 0,35 | < 0,48 | < 0,80 | < 0,21 | < 0,38 | < 1,7 | 1,70 | - |
| Ved ferist (2010), 10-278 | - | - | 0,25 | - | - | 0,08 | 0,59 | < 0,01 |
| Ved kontorbygg (2010), 10-279 | - | - | 0,13 | - | - | 0,03 | < 0,20 | < 0,01 |
| Ved bommen (2010), 10-280 | - | - | 0,14 | - | - | 0,06 | < 0,20 | < 0,01 |

Tabell 3.2 Konsentrasjoner av metaller ved destruksjonsanlegget i elven Kuvella som renner gjennom Tønjumdalen.

4 Vurdering av risiko

4.1 Øyradalen

Etter som konsentrasjonen av kobber og bly i jordprøver fra demoleringsområdet stort sett er tilsvarende med det som er blitt målt tidligere, vurderes det ikke at risikoen er endret i forhold til det som ble vurdert i 2008 [1]. Det gjennomsnittlige nivået av kobber i demoleringsområdet i 2010 ligger i tilstandsklasse 3 i Klif sine helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn [5]. For

friluftsområder er det satt et krav om at nivået av forurensede stoffer skal ligge i tilstandsklasse 3 eller lavere. Nivået av kobber i demoleringsområdet er derfor innenfor de krav som er satt av myndighetene for friluftsområder. Det var ingen prøver som hadde en konsentrasjon av bly over 100 mg/kg, og gjennomsnittet var 60 mg/kg. Konsentrasjonen av bly ligger derfor i tilstandsklasse 2 i Klif sine helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn [5]. For de andre målte metallene er nivået i tilstandsklasse 1 eller 2 i Klif sine helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. Forurensningen av metaller som er påvist i Øyradalen vil derfor ikke utgjøre en risiko for folk som bruker området som turområde. For Forsvarets personell som arbeider i dette området anses luftutslipp ved detonasjon og eksponering via inhalasjon å være en viktig eksponeringsvei. For å gjøre vurderinger av en eventuell helserisiko for de som jobber her, er det nødvendig å foreta yrkeshygieneundersøkelser. Det forventes at dette ivaretas av lokalt HMS-arbeid.

Sau er ganske følsom for kobber, og det er derfor satt et maksimalt tolererbart daglig inntak (MTDI) av kobber hos sau på 15 mg/kg tørrvekt fôr [9]. En kan regne med at dyrene spiser omkring 2,5 % i tørrvekt av sin egen kroppsvekt, og opp til 15 % av dette vil kunne være jord [10]. Ut fra dette har vi beregnet et akseptkriterium for kobber hos sau på 100 mg/kg tørrvekt jord. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av kobber i demoleringsområdet var høsten 2010 på 918 mg/kg, med en maksimal konsentrasjon på 3640 mg/kg. Området vil derfor ikke være egnet til beitedyr. Det er lite vegetasjon i de områdene der det måles høye nivåer av kobber. Det er derfor liten sannsynlighet for at beitedyr oppholder seg i dette området over lenger tid for beiting, men det kan være at det er andre faktorer i området som tiltrekker beitedyr. En kan derfor ikke helt utelukke en viss risiko for beitedyr i området.

I Nivla er konsentrasjonen av kobber over den økologiske grenseverdi på 3 µg/l [8]. Det kan derfor ikke utelukkes at kobber kan ha en viss effekt på vannlevende organismer i Nivla. Forsvarsbygg gjorde i 2000 undersøkelser av ørret i Nivla, og det ble konkludert med at ørreten i Nivla i liten grad påvirkes av tungmetallforurensning fra demoleringsfeltet [11;12].

4.2 Tønjumdalen

Det ble ikke tatt prøve fra Tønjumdalen i 2010, men det er grunn til å anta at konsentrasjonen ikke er vesentlig forskjellig fra 2009. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av bly i området øst/vest for pipa til destruksjonsanlegget var høsten 2009 på 90 mg/kg. Konsentrasjonen av bly i dette området er derfor i tilstandsklasse 2 "God" i henhold til Klif sine helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn [5]. Den maksimale konsentrasjonen av bly i 2009 var på 180 mg/kg. Dette ligger i tilstandsklasse 3 "Moderat" i henhold til Klif sine helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn [5]. Forurensningen av bly i området overstiger derfor ikke de krav som er satt til friluftsområder. For de andre analyserte metallene er det registrert lave konsentrasjoner. Disse utgjør derfor ikke noen helserisiko eller risiko for beitedyr.

Sporadisk vil det kunne være sau i nærheten av destruksjonsanlegget i Tønjumdalen. For sau er det beregnet et akseptkriterium for bly på 1100 mg/kg [8]. Nivået av bly i området ved destruksjonsanlegget er betydelig lavere enn dette. I tillegg vil området som er forurenset med bly

utgjøre en liten andel av beiteområdet. Det skulle derfor ikke være noen risiko for beitedyr i området.

For Forsvarets personell som arbeider i dette området anses eksponering via inhalasjon å være en viktigere eksponeringsvei enn det som ligger til grunn som standard ved beregning av normverdi. For å gjøre vurderinger av en eventuell helserisiko for de som jobber her, er det behov for å foreta yrkeshygieneundersøkelser. Det forventes at dette ivaretas av lokalt HMS-arbeid.

Det registreres svært lave konsentrasjoner av ammunisjonsrelaterte metaller i elven Kuvella som renner gjennom Tønjumdalen. Nivået av disse metallene ligger langt under de krav som stilles til drikkevann [7]. Nivået vil heller ikke kunne ha noen effekt på vannlevende organismer i elven. Det kan ikke spores noen avrenning av metaller fra destruksjonsanlegget.

5 Konklusjon

5.1 Øyradalen

Det registreres et forhøyet nivå av kobber i og rundt demoleringsområdet som følge av destruksjon av ammunisjon. Gjennomsnittskonsentrasjonen av kobber i destruksjonsområdet ble høsten 2010 registrert til 918 mg/kg (åtte prøvepunkter). Konsentrasjonen av kobber i dette området er dermed omkring det dobbelte av hva det har vært de siste årene, noe som skyldes høyt kobberinnhold (sannsynligvis kobberfragmenter) i to av de åtte prøvene.

Gjennomsnittskonsentrasjonen av bly i demoleringsområdet er beregnet til 60 mg/kg (åtte prøvepunkter). Dette er på nivå med det som er blitt registrert tidligere. Nivået av sink er også noe forhøyet, mens det ikke ble registrert konsentrasjoner av andre ammunisjonsrelaterte metaller over det som en vil regne for bakgrunnskonsentrasjoner for området. Analyser av vannprøver i Nivla viser et noe forhøyet nivå av kobber og sink nedstrøms destruksjonsanlegget.

Forurensningsnivået i grunnen ved demoleringsanlegget er innenfor de helsebaserte krav som er satt til friluftsområder. På grunn av et forhøyet nivå av kobber i demoleringsområdet, egner ikke området seg for beitedyr. Nivået av kobber i Nivla er over den økologiske grenseverdi på 3 µg/l, og det kan derfor ikke utelukkes at kobber kan ha en viss effekt på vannlevende organismer i elven.

5.2 Tønjumdalen

Det ble ikke tatt prøver fra de faste prøvepunktene i Tønjumdalen i 2010. Vannprøver tatt i vårløsningen viste svært lave konsentrasjoner av ammunisjonsrelaterte metaller.

Forurensningsnivået av ammunisjonsrelaterte metaller i grunnen rundt destruksjonsanlegget vil ikke utgjøre noen helse relatert risiko, og det vurderes at forurensningsnivået heller ikke utgjør noen risiko for beitedyr. Det er svært lave konsentrasjoner av ammunisjonsrelaterte metaller i Kuvella som renner gjennom Tønjumdalen, og langt under drikkevannskrav og det som vil kunne ha effekt på vannlevende organismer.

Appendix A Posisjoner for prøvepunkter

| <i>Prøvepunkt Øyradalen</i> | <i>Nord</i> | <i>Øst</i> |
|-----------------------------|-------------|------------|
| 2 | 6759969 | 429143 |
| 3 | 6759968 | 429163 |
| 4 | 6759969 | 429182 |
| 6 | 6759977 | 429084 |
| 8 | 6759983 | 429042 |
| 10 | 6759941 | 429107 |
| 12 | 6759901 | 429100 |
| 13 | 6759822 | 429082 |
| 14 | 6758221 | 428702 |
| 16 | 6759999 | 429118 |
| 18 | 6760037 | 429128 |
| 19 | 6760066 | 429133 |
| 20 | 6760096 | 429142 |
| 22 | 6760174 | 429165 |
| 23 | 6760214 | 429183 |
| 24 | 6760247 | 429192 |
| 25 | 6760446 | 429262 |
| 26 | 6760693 | 429322 |
| 29 | 6759973 | 429113 |
| 30 | 6760032 | 429178 |
| 31 | 6759893 | 429159 |
| 32 | 6759732 | 429026 |
| A | 6759543 | 429007 |
| B | 6760130 | 429151 |
| C | 6761519 | 429264 |
| D | 6761435 | 429431 |
| E | 6763445 | 429176 |
| I | 6758215 | 428759 |
| II | 6761481 | 430060 |

Tabell A.1 Lokalisering av prøvepunkter i Øyradalen. Koordinatene er oppgitt i UTM sone 32 (WGS84).

| <i>Prøvepunkt Tønjumdalen</i> | <i>Nord</i> | <i>Øst</i> |
|-------------------------------|-------------|------------|
| 1 | 6768761 | 420068 |
| 2 | 6768771 | 420062 |
| 3 | 6768782 | 420057 |
| 5 | 6768719 | 420086 |
| 9 | 6768773 | 420080 |
| 10 | 6768781 | 420105 |
| 11 | 6768795 | 420130 |
| 12 | 6768806 | 420179 |
| 13 | 6768754 | 420049 |
| 14 | 6768747 | 420037 |
| 15 | 6768733 | 420021 |
| 16 | 6768721 | 420006 |
| Ovenfor ferist (10-278) | 6768694 | 420019 |
| Ved kontoret (10-279) | 6768733 | 420145 |
| Ved bommen (10-280) | 6768782 | 420234 |

Tabell A.2 Lokalisering av prøvepunkter i Tønjumdalen. Koordinater oppgitt i UTM sone 32 (WGS84).

Appendix B Analyserapport

| <i>Prøvenummer</i> | <i>Prøvepunkt Øyradalen</i> | <i>Prøvenummer</i> | <i>Prøvepunkt Tønjumdalen</i> |
|--------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------------------|
| 10-1444 | 2 | 10-278 | Ovenfor ferist |
| 10-1445 | 3 | 10-279 | Ved kontoret |
| 10-1446 | 4 | 10-280 | Ved bommen |
| 10-1447 | 6 | | |
| 10-1448 | 8 | | |
| 10-1449 | 10 | | |
| 10-1450 | 12 | | |
| 10-1451 | 13 | | |
| 10-1452 | 14 | | |
| 10-1453 | 16 | | |
| 10-1454 | 18 | | |
| 10-1455 | 19 | | |
| 10-1456 | 20 | | |
| 10-1457 | 22 | | |
| 10-1458 | 23 | | |
| 10-1459 | 24 | | |
| 10-1460 | 25 | | |
| 10-1461 | 26 | | |
| 10-1462 | 30 | | |
| 10-1463 | 31 | | |
| 10-1464 | 32 | | |
| 10-1465 | A | | |
| 10-1466 | B | | |
| 10-1467 | C | | |
| 10-1468 | D | | |
| 10-1469 | E | | |
| 10-1470 | I | | |
| 10-1471 | II | | |

Tabell B.1 Oversikt over prøvenummerering for prøvene i Øyradalen og Tønjumdalen.

Rapport

N1010429

Side 1 (8)

2H4AK2H74KY



Prosjekt Lærdal
Bestnr
Registrert 2010-11-17
Utstedt 2010-11-23

Forsvarets forskningsinstitutt
Arnt Johnsen
Postboks 25
2027 Kjeller
Norge

Analyse av faststoff

| Deres prøvenavn | 10-1444 | | | | | |
|-----------------|------------|----------------------|----------|--------|--------|------|
| | Jord | | | | | |
| Labnummer | N00127127 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (\pm) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Tørrstoff (L) | 92.5 | | % | 1 | V | MOSA |
| As | 1.53 | 0.49 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cd | 1.98 | 0.52 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cr | 23.4 | 6.2 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cu | 281 | 65 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Zn | 196 | 45 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.2 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Ni | 37.6 | 8.8 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Pb | 46.3 | 13.5 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |

| Deres prøvenavn | 10-1445 | | | | | |
|-----------------|------------|----------------------|----------|--------|--------|------|
| | Jord | | | | | |
| Labnummer | N00127128 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (\pm) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Tørrstoff (L) | 94.2 | | % | 1 | V | MOSA |
| As | 7.50 | 2.26 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cd | 2.06 | 0.54 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cr | 26.3 | 7.2 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cu | 277 | 64 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Zn | 235 | 55 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.2 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Ni | 41.2 | 9.5 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Pb | 50.3 | 14.7 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |

| Deres prøvenavn | 10-1446 | | | | | |
|-----------------|------------|----------------------|----------|--------|--------|------|
| | Jord | | | | | |
| Labnummer | N00127129 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (\pm) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Tørrstoff (L) | 95.3 | | % | 1 | V | MOSA |
| As | 0.881 | 0.333 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cd | 1.03 | 0.27 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cr | 17.8 | 4.7 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cu | 341 | 79 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Zn | 207 | 48 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.2 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Ni | 24.7 | 5.8 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Pb | 48.3 | 14.1 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Morten Sandell
2010.11.23 12:03:10
Client Service
morten.sandell@alsglobal.com

Rapport

N1010429

Side 2 (8)

2H4AK2H74KY



| Deres prøvenavn | 10-1447 Jord | | | | | |
|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127130 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (\pm) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Tørrstoff (L) | 94.7 | | % | 1 | V | MOSA |
| As | 1.51 | 0.48 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cd | 1.66 | 0.43 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cr | 24.0 | 6.4 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cu | 284 | 66 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Zn | 269 | 63 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.2 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Ni | 31.0 | 7.2 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Pb | 83.9 | 24.5 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |

| Deres prøvenavn | 10-1448 Jord | | | | | |
|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127131 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (\pm) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Tørrstoff (L) | 92.0 | | % | 1 | V | MOSA |
| As | 1.57 | 0.50 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cd | 1.51 | 0.39 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cr | 27.5 | 7.7 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cu | 357 | 82 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.2 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Ni | 41.8 | 9.7 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Pb | 67.6 | 19.8 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Zn | 258 | 60 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |

| Deres prøvenavn | 10-1449 Jord | | | | | |
|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127132 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (\pm) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Tørrstoff (L) | 90.7 | | % | 1 | V | MOSA |
| As | 1.70 | 0.54 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cd | 1.69 | 0.44 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cr | 25.4 | 6.8 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cu | 379 | 87 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.2 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Ni | 33.1 | 7.7 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Pb | 49.3 | 14.4 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Zn | 196 | 46 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Morten Sandell
2010.11.23 12:03:10
Client Service
morten.sandell@alsglobal.com

Rapport

N1010429

Side 3 (8)

2H4AK2H74KY



| Deres prøvenavn | 10-1450 Jord | | | | | |
|-----------------|-----------------|----------------|----------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127133 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (±) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Tørrstoff (L) | 93.5 | | % | 1 | V | MOSA |
| As | 2.46 | 0.76 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cd | 2.10 | 0.55 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cr | 39.2 | 10.3 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cu | 1810 | 417 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.2 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Ni | 70.3 | 16.4 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Pb | 52.0 | 15.2 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Zn | 177 | 41 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |

| Deres prøvenavn | 10-1451 Jord | | | | | |
|-----------------|-----------------|----------------|----------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127134 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (±) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Tørrstoff (L) | 93.2 | | % | 1 | V | MOSA |
| As | <0.5 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cd | 0.463 | 0.122 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cr | 13.4 | 3.5 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cu | 235 | 54 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.2 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Ni | 35.0 | 8.1 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Pb | 10.1 | 2.9 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Zn | 62.8 | 14.6 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |

| Deres prøvenavn | 10-1452 Jord | | | | | |
|-----------------|-----------------|----------------|----------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127135 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (±) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Tørrstoff (L) | 23.0 | | % | 1 | V | MOSA |
| As | <0.7 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cd | <0.1 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cr | 1.38 | 0.38 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cu | 9.50 | 2.25 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.3 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Ni | <7 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Pb | 4.44 | 1.30 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Zn | 8.67 | 2.30 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Morten Sandell
2010.11.23 12:03:10
Client Service
morten.sandell@alsglobal.com

Rapport

N1010429

Side 4 (8)

2H4AK2H74KY



| Deres prøvenavn | 10-1453 Jord | | | | | |
|-----------------|-----------------|----------------------|----------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127136 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (\pm) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Tørrstoff (L) | 93.4 | | % | 1 | V | MOSA |
| As | 5.15 | 1.55 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cd | 1.54 | 0.40 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cr | 27.6 | 7.3 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cu | 263 | 61 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.2 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Ni | 45.3 | 10.5 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Pb | 72.4 | 21.2 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Zn | 260 | 60 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |

| Deres prøvenavn | 10-1454 Jord | | | | | |
|-----------------|-----------------|----------------------|----------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127137 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (\pm) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Tørrstoff (L) | 91.1 | | % | 1 | V | MOSA |
| As | 6.61 | 2.00 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cd | 2.13 | 0.55 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cr | 48.6 | 12.8 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cu | 3640 | 840 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.2 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Ni | 50.5 | 11.7 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Pb | 52.4 | 15.3 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Zn | 268 | 62 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |

| Deres prøvenavn | 10-1455 Jord | | | | | |
|-----------------|-----------------|----------------------|----------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127138 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (\pm) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Tørrstoff (L) | 90.6 | | % | 1 | V | MOSA |
| As | 2.26 | 0.70 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cd | 1.69 | 0.44 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cr | 28.9 | 7.7 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cu | 332 | 77 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.2 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Ni | 38.1 | 8.9 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Pb | 57.8 | 16.9 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Zn | 299 | 70 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Morten Sandell
2010.11.23 12:03:10
Client Service
morten.sandell@alsglobal.com

Rapport

N1010429

Side 5 (8)

2H4AK2H74KY



| Deres prøvenavn | 10-1456 Jord | | | | | |
|-----------------|-----------------|----------------|----------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127139 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (±) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Tørrstoff (L) | 72.2 | | % | 1 | V | MOSA |
| As | 1.46 | 0.47 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cd | 1.79 | 0.47 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cr | 24.4 | 6.5 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cu | 239 | 55 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.2 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Ni | 35.0 | 8.2 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Pb | 47.0 | 13.7 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Zn | 175 | 41 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |

| Deres prøvenavn | 10-1457 Jord | | | | | |
|-----------------|-----------------|----------------|----------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127140 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (±) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Tørrstoff (L) | 88.2 | | % | 1 | V | MOSA |
| As | 0.804 | 0.295 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cd | 0.478 | 0.126 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cr | 16.1 | 4.3 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cu | 253 | 58 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.2 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Ni | 21.1 | 4.9 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Pb | 20.0 | 5.8 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Zn | 88.5 | 20.6 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |

| Deres prøvenavn | 10-1458 Jord | | | | | |
|-----------------|-----------------|----------------|----------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127141 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (±) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Tørrstoff (L) | 58.5 | | % | 1 | V | MOSA |
| As | 1.22 | 0.41 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cd | 2.48 | 0.64 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cr | 18.7 | 4.9 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cu | 345 | 80 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.2 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Ni | 24.5 | 5.7 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Pb | 60.4 | 17.6 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Zn | 224 | 52 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Morten Sandell
2010.11.23 12:03:10
Client Service
morten.sandell@alsglobal.com



| Deres prøvenavn | | 10-1459 Jord | | | | |
|-----------------|------------|-----------------|----------|--------|--------|------|
| Labnummer | | N00127142 | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (±) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Tørrstoff (L) | 69.2 | | % | 1 | V | MOSA |
| As | 1.45 | 0.48 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cd | 3.92 | 1.02 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cr | 16.3 | 4.4 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cu | 400 | 92 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.2 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Ni | 22.1 | 5.3 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Pb | 88.8 | 25.9 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Zn | 239 | 55 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |

| Deres prøvenavn | | 10-1460 Jord | | | | |
|-----------------|------------|-----------------|----------|--------|--------|------|
| Labnummer | | N00127143 | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (±) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Tørrstoff (L) | 52.2 | | % | 1 | V | MOSA |
| As | <0.5 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cd | 0.464 | 0.122 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cr | 9.65 | 2.55 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cu | 61.2 | 14.2 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.2 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Ni | 10.9 | 2.6 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Pb | 20.8 | 6.1 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Zn | 49.6 | 11.6 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |

| Deres prøvenavn | | 10-1461 Jord | | | | |
|-----------------|------------|-----------------|----------|--------|--------|------|
| Labnummer | | N00127144 | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (±) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Tørrstoff (L) | 68.3 | | % | 1 | V | MOSA |
| As | 0.572 | 0.243 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cd | 0.363 | 0.097 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cr | 12.7 | 3.3 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cu | 78.8 | 18.2 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.2 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Ni | 14.4 | 3.4 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Pb | 17.8 | 5.2 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Zn | 49.1 | 11.4 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |

Rapport

N1010429

Side 7 (8)

2H4AK2H74KY



| Deres prøvenavn | 10-1462 Jord | | | | | |
|---|-----------------|----------------------|----------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127145 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (\pm) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Tørrstoff (L) | Note | | % | 1 | 1 | MOSA |
| As | 1.03 | 0.35 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cd | 0.428 | 0.113 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cr | 9.57 | 2.70 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cu | 69.6 | 16.1 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.2 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Ni | 10.3 | 2.5 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Pb | 33.2 | 9.7 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Zn | 353 | 82 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Note: Tørrstoff ikke bestemt da prøven ble glemt innveid i forkant. | | | | | | |

| Deres prøvenavn | 10-1463 Jord | | | | | |
|---|-----------------|----------------------|----------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127146 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (\pm) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Tørrstoff (L) | Note | | % | 1 | 1 | MOSA |
| As | 1.55 | 0.51 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cd | 2.43 | 0.63 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cr | 27.8 | 7.4 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cu | 278 | 64 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.2 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Ni | 57.8 | 13.4 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Pb | 58.2 | 17.0 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Zn | 274 | 64 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Note: Tørrstoff ikke bestemt da prøven ble glemt innveid i forkant. | | | | | | |

| Deres prøvenavn | 10-1464 Jord | | | | | |
|---|-----------------|----------------------|----------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127147 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (\pm) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Tørrstoff (L) | Note | | % | 1 | 1 | MOSA |
| As | 1.47 | 0.47 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cd | 1.72 | 0.45 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cr | 29.6 | 7.8 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Cu | 282 | 65 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.2 | | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Ni | 44.8 | 10.4 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Pb | 80.4 | 23.5 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Zn | 328 | 76 | mg/kg TS | 1 | H | MOSA |
| Note: Tørrstoff ikke bestemt da prøven ble glemt innveid i forkant. | | | | | | |

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Morten Sandell
2010.11.23 12:03:10
Client Service
morten.sandell@alsglobal.com



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

| Metodespesifikasjon | |
|---------------------|---|
| 1 | <p>Analyse av tungmetaller (MS-1)</p> <p>Metode: EPA metoder -modifisert 200.7 (ICP-AES) og 200.8 (ICP-MS) Forbehandling: Sikting 2 mm. Oppslutning: 5 ml kons.HNO₃+0,5 ml H₂O₂ i mikrobølgeovn.</p> |

| Godkjenner | |
|------------|----------------|
| MOSA | Morten Sandell |

| Underleverandør ¹ | |
|------------------------------|--|
| H | <p>ICP-SFMS</p> <p>Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 1087</p> |
| V | Våtkemi |
| 1 | <p>Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 1087</p> |

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Rapport

N1010431

Side 1 (4)

2H1QHRU6JFK



Prosjekt **Lærdal**
Bestnr
Registrert **2010-11-17**
Utstedt **2010-11-22**

Forsvarets forskningsinstitutt
Arnt Johnsen
Postboks 25
2027 Kjeller
Norge

Analyse av vann

| Deres prøvenavn | 10-1465 drikkevann | | | | | |
|-----------------|-------------------------------|----------------------|-----------------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127101 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (\pm) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| As | <0.05 | | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Cd | 0.0072 | 0.0034 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Co | 0.218 | 0.042 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Cr | 0.0650 | 0.0197 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Cu | 2.18 | 0.38 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Mo | 0.285 | 0.062 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Ni | 0.583 | 0.109 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Pb | 0.0439 | 0.0111 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Zn | 0.759 | 0.174 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.002 | | $\mu\text{g/l}$ | 1 | F | MOSA |

| Deres prøvenavn | 10-1466 drikkevann | | | | | |
|-----------------|-------------------------------|----------------------|-----------------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127102 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (\pm) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| As | <0.05 | | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Cd | 0.0459 | 0.0079 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Co | 0.228 | 0.048 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Cr | 0.0751 | 0.0213 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Cu | 4.08 | 0.70 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Mo | 0.295 | 0.063 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Ni | 1.26 | 0.24 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Pb | 0.214 | 0.035 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Zn | 3.89 | 0.77 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.002 | | $\mu\text{g/l}$ | 1 | F | MOSA |

| Deres prøvenavn | 10-1467 drikkevann | | | | | |
|-----------------|-------------------------------|----------------------|-----------------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127103 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (\pm) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| As | <0.05 | | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Cd | 0.0396 | 0.0064 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Co | 0.192 | 0.039 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Cr | 0.0820 | 0.0232 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Cu | 4.96 | 0.86 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Mo | 0.335 | 0.072 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Ni | 1.04 | 0.20 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Pb | 0.353 | 0.058 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Zn | 3.77 | 0.69 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.002 | | $\mu\text{g/l}$ | 1 | F | MOSA |

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Morten Sandell
2010.11.22 15:51:47
Client Service
morten.sandell@alsglobal.com

Rapport

N1010431

Side 2 (4)

2H1QHRU6JFK



| Deres prøvenavn | 10-1468 drikkevann | | | | | |
|-----------------|-----------------------|----------------------|-----------------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127104 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (\pm) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| As | 0.0799 | 0.0623 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Cd | 0.0510 | 0.0244 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Co | 0.159 | 0.031 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Cr | 0.192 | 0.037 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Cu | 4.17 | 0.73 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Mo | 0.204 | 0.051 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Ni | 1.07 | 0.19 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Pb | 0.121 | 0.031 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Zn | 0.988 | 0.209 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.002 | | $\mu\text{g/l}$ | 1 | F | MOSA |

| Deres prøvenavn | 10-1469 drikkevann | | | | | |
|-----------------|-----------------------|----------------------|-----------------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127105 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (\pm) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| As | <0.05 | | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Cd | 0.0136 | 0.0042 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Co | 0.0737 | 0.0233 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Cr | 0.0484 | 0.0326 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Cu | 1.90 | 0.32 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Mo | 0.295 | 0.065 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Ni | 0.470 | 0.112 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Pb | 0.0937 | 0.0178 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Zn | 1.04 | 0.21 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.002 | | $\mu\text{g/l}$ | 1 | F | MOSA |

| Deres prøvenavn | 10-1470 drikkevann | | | | | |
|-----------------|-----------------------|----------------------|-----------------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127106 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (\pm) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| As | <0.05 | | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Cd | 0.0072 | 0.0035 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Co | 0.150 | 0.035 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Cr | 0.0632 | 0.0194 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Cu | 1.71 | 0.29 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Mo | 0.360 | 0.074 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Ni | 0.710 | 0.136 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Pb | 0.0282 | 0.0092 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Zn | 0.435 | 0.119 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.002 | | $\mu\text{g/l}$ | 1 | F | MOSA |

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Morten Sandell
2010.11.22 15:51:47
Client Service
morten.sandell@alsglobal.com

Rapport

N1010431

Side 3 (4)

2H1QHRU6JFK



| Deres prøvenavn | 10-1471 drikkevann | | | | | |
|-----------------|-----------------------|----------------------|-----------------|--------|--------|------|
| Labnummer | N00127107 | | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (\pm) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| As | <0.05 | | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Cd | 0.0078 | 0.0036 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Co | 0.141 | 0.027 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Cr | 0.128 | 0.029 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Cu | 4.83 | 0.83 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Mo | 0.152 | 0.046 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Ni | 0.855 | 0.151 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Pb | 0.117 | 0.021 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Zn | 2.06 | 0.38 | $\mu\text{g/l}$ | 1 | H | MOSA |
| Hg | <0.002 | | $\mu\text{g/l}$ | 1 | F | MOSA |

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Morten Sandell
2010.11.22 15:51:47
Client Service
morten.sandell@alsglobal.com



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

| Metodespesifikasjon | |
|---------------------|--|
| 1 | <p>Analyse av tungmetaller (V-2) Basis</p> <p>Metode: EPA metoder (modifisert) 200.7 (ICP-AES) og 200.8 (ICP-SFMS). Analyse av Hg er utført med AFS etter SS-EN 13506 (modifisert).</p> <p>Forbehandling: Surgjøring med 1 ml salpetersyre per 100 ml prøve. Gjelder ikke prøver som er surgjort før ankomst til laboratoriet. For analyse av W er prøven ikke surgjort. For analyse av Se er prøven oppløst med HCl i autoklav (120°C) i 30 minutter.</p> |

| Godkjenner | |
|------------|----------------|
| MOSA | Morten Sandell |

| Underleverandør ¹ | |
|------------------------------|--|
| F | <p>AFS</p> <p>Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige</p> <p>Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 1087</p> |
| H | <p>ICP-SFMS</p> <p>Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige</p> <p>Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 1087</p> |

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



Prosjekt
 Bestnr
 Registrert **2010-06-10**
 Utstedt **2010-06-16**

Forsvarets forskningsinstitutt
 Arnt Johnsen

Postboks 25
 2027 Kjeller
 Norge

Analyse av vann

| Deres prøvenavn | | 10-278 drikkevann | | | | |
|-----------------|------------|----------------------|-------|--------|--------|------|
| Labnummer | | N00106207 | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (±) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Cu | 0.247 | 0.046 | µg/l | 1 | H | DOMA |
| Pb | 0.0825 | 0.0157 | µg/l | 1 | H | DOMA |
| Zn | 0.585 | 0.139 | µg/l | 1 | H | DOMA |
| Sb | <0.01 | | µg/l | 1 | H | DOMA |

| Deres prøvenavn | | 10-279 drikkevann | | | | |
|-----------------|------------|----------------------|-------|--------|--------|------|
| Labnummer | | N00106208 | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (±) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Cu | 0.130 | 0.031 | µg/l | 1 | H | DOMA |
| Pb | 0.0347 | 0.0098 | µg/l | 1 | H | DOMA |
| Zn | <0.2 | | µg/l | 1 | H | DOMA |
| Sb | <0.01 | | µg/l | 1 | H | DOMA |

| Deres prøvenavn | | 10-280 drikkevann | | | | |
|-----------------|------------|----------------------|-------|--------|--------|------|
| Labnummer | | N00106209 | | | | |
| Analyse | Resultater | Usikkerhet (±) | Enhet | Metode | Utført | Sign |
| Cu | 0.135 | 0.044 | µg/l | 1 | H | DOMA |
| Pb | 0.0579 | 0.0123 | µg/l | 1 | H | DOMA |
| Zn | <0.2 | | µg/l | 1 | H | DOMA |
| Sb | <0.01 | | µg/l | 1 | H | DOMA |



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

| Metodespesifikasjon | |
|---------------------|--|
| 1 | Analyse av tungmetaller (V-2, enkeltmetaller) |
| Metode: | EPA metoder (modifisert) 200.7 (ICP-AES) og 200.8 (ICP-SFMS). Analyse av Hg er utført med AFS etter SS-EN 13506 (modifisert). |
| Forbehandling: | Surgjøring med 1 ml salpetersyre per 100 ml prøve. Gjelder ikke prøver som er surgjort før ankomst til laboratoriet. For analyse av W er prøven ikke surgjort. For analyse av Se er prøven oppsluttet med HCl i autoklav (120°C) i 30 minutter. For analyse av S er prøven i tillegg konservert med H ₂ O ₂ (10%). |

| Godkjenner | |
|------------|-------------------------|
| DOMA | Dorthe Madsen, Kjemiker |

| Underleverandør ¹ | |
|------------------------------|---|
| H | ICP-SFMS |
| Ansvarlig laboratorium: | ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige |
| Akkreditering: | SWEDAC, registreringsnr. 1087 |

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Referanser

- [1] Johnsen A., "Overvåkning av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune. FFI-rapport 2008/02017," 2009.
- [2] Johnsen A., "Overvåkning av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune - resultater for 2008. FFI-rapport 2009/01147," 2009.
- [3] Johnsen A., "Overvåkning av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune – resultater for 2009.," Forsvarets forskningsinstitutt, FFI-rapport 2010/01494, 2010.
- [4] Ottesen R.T., Borgen J., Bolviken B., Volden T., and Haugland T., "Geokjemisk atlas for Norge, del 1:Kjemisk sammensetning av flomsedimenter," Norges geologiske undersøkelse, 2000.
- [5] "Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn," Klima- og forurensningsdirektoratet, TA-2553/2009, 2009.
- [6] SFT, *Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04*. Oslo.: Statens forurensningstilsyn., 1997.
- [7] Sosialdepartementet, "FOR 2001-12-04 nr 1372:Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften).," Helse- og omsorgsdepartementet, 2007.
- [8] Voie Ø., Strømseng A., Johnsen A., Rosslund H.K., Karsrud T.E., and Longva K., "Veileder for undersøkelse, risikovurdering, opprydding og avhending av skytebaner og øvingsfelt. FFI-rapport 2010/00116," 2010.
- [9] *Mineral tolerance of animals*, Second revised edition ed National Research Council (U.S.). Committee on Minerals and Toxic Substances in Diets and Water for Animals, National Research Council (U.S.). Subcommittee on Mineral Toxicity in Animals, 2005.
- [10] Smith K.M., Abrahams P.W., Dagleish M.P., and Steigmajer J., "The intake of lead and associated metals by sheep grazing mining-contaminated floodplain pastures in mid-Wales, UK: I. Soil ingestion, soil–metal partitioning and potential availability to pasture herbage and livestock," *Science of the Total Environment*, vol. 407, pp. 3731-3739, 2009.
- [11] Mørch T., Bjørnstad H., and Rukke B.A., "Rapport fra undersøkelse av fisk og vann ved Lærdal demoleringsfelt," Forsvarets bygningstjeneste: 2001.
- [12] Rukke B.A., "Tungmetaller i ørret og rød snø ved Lærdal demoleringsfelt," Forsvarsbygg, 2003.