



FFI-rapport 2012/01308

Overvåking av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune – resultater for 2011



Arnt Johnsen



**Overvåking av tungmetallforurensning ved Forsvarets
destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune
– resultater for 2011**

Arnt Johnsen

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)

26. juli 2012

FFI-rapport 2012/01308

360301

P: ISBN 978-82-464-2238-1

E: ISBN 978-82-464-2239-8

Emneord

Overvåking

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 overvåkingen 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 i 2011 fra både Øyradalen og Tønjumdalen er presentert i denne rapporten.

Konsentrasjonen av kobber i demoleringsfeltet i Øyradalen er forhøyet. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av kobber er på 820 mg/kg. Det er også et noe forhøyet nivå av bly og sink, mens konsentrasjonen av de andre målte metallene er på bakgrunnsnivå. Konsentrasjonen av metaller i demoleringsfeltet har ikke endret seg vesentlig i løpet av det siste året. 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 organismer i elven.

I Tønjumdalen blir det registrert et noe forhøyet nivå av bly i nærområdet til destruksjonsanlegget, mens konsentrasjonen av de andre målte metallene er tilsvarende med det en naturlig kan forvente i området. Det har ikke vært noen vesentlig endring av konsentrasjonen til bly i grunnen rundt destruksjonsanlegget det siste året. 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 ble kun påvist spor av ammunisjonsrelaterte metaller i elven Kuvella i Tønjumdalen. Det er derfor ingen risiko knyttet til 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 2011.

The concentrations of copper in the demolition area in Øyradalen are higher than normal for this area. The mean concentration of cobber in the demolition area was 820 mg/kg. The levels of lead and zinc are also above background levels, while the concentrations of other heavy metals are on background levels. The level of metals in the demolition area has not changed significantly during the last year. 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.

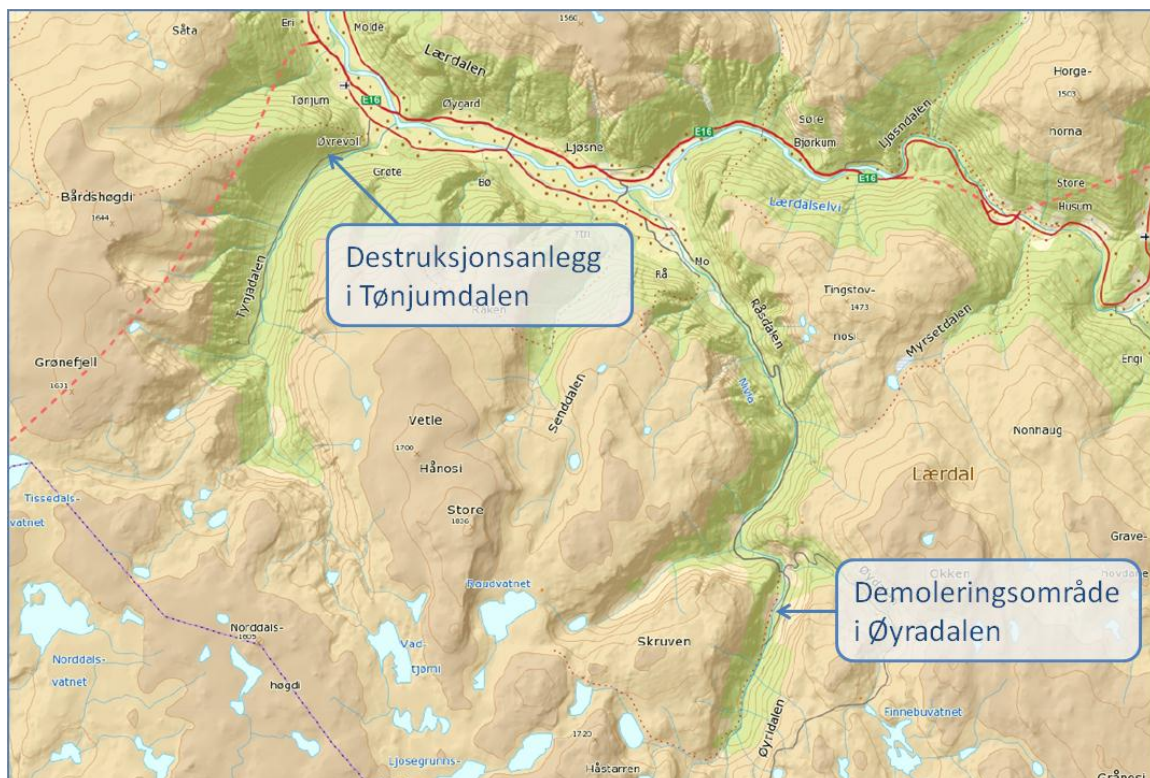
The concentrations of lead observed near the destruction facility in Tønjumdalen are above background levels, while the concentrations of other heavy metals are comparable with background levels. There is observed no significant change in the lead concentration around the destruction facility during the last year. The contamination level in Øyradalen is within the national limits for recreation areas and there is no associated risk for grazing animals. 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	7
2	Prøvetaking	8
3	Resultat og diskusjon	11
3.1	Øyradalen	11
3.2	Tønjumdalen	15
4	Vurdering av risiko	17
5	Konklusjon	17
5.1	Øyradalen	17
5.2	Tønjumdalen	18
	Appendix A Posisjoner for prøvepunkter	19
	Appendix B Analyserapporter	21

1 Innledning

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



Figur 1.1 Oversikt over lokaliseringen av Forsvarets destruksjonsanlegg i Øyradalen og Tønjumdalen i Lærdal kommune. Kartgrunnlag: Statens kartverk.

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 ble 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 overvåkingsprogrammet og anbefalte noen justeringer av programmet [1]. Det er foretatt prøvetaking i henhold til dette programmet høsten 2008, 2009 og 2010. Resultatene ble henholdsvis presentert i FFI-rapport 2009/01147 [2], FFI-rapport 2010/01494 [3] og FFI-rapport 2011/01306 [4].

I tillegg til destruksjonsanlegget i Øyradalen er det et anlegg for destruksjon av krutt og småkaliberammunisjon i Tønjumdalen som ble tatt i bruk i 1988. Lokaliseringen av anlegget er vist i Figur 1.1. Destruksjonen av denne typen ammunisjon foregår i en forbrenningsovn med tilknyttet renseanlegg. I dette området har det ikke vært gjennomført tilsvarende årlig overvåking som i Øyradalen. Fra 1991 har det sporadisk vært tatt prøver for å undersøke forurensning av tungmetaller i dette området. Etter en gjennomgang av resultatene fra disse undersøkelsene, ble det av FFI anbefalt at også Tønjumdalen inkluderes i overvåkingsprogrammet [1]. Det ble tatt prøver i henhold til anbefalt overvåkingsprogram 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.

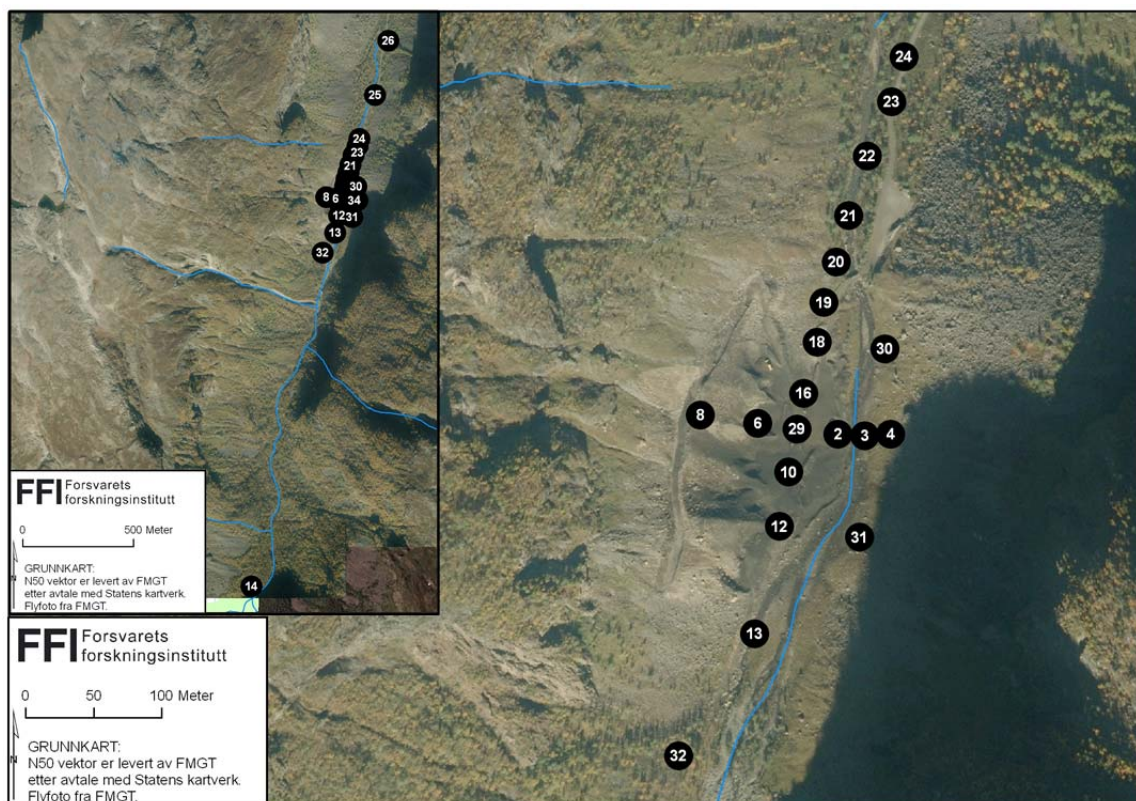
I denne rapporten blir resultatene fra overvåkingen i 2011 av tungmetallforurensning i de to områdene presentert.

2 Prøvetaking

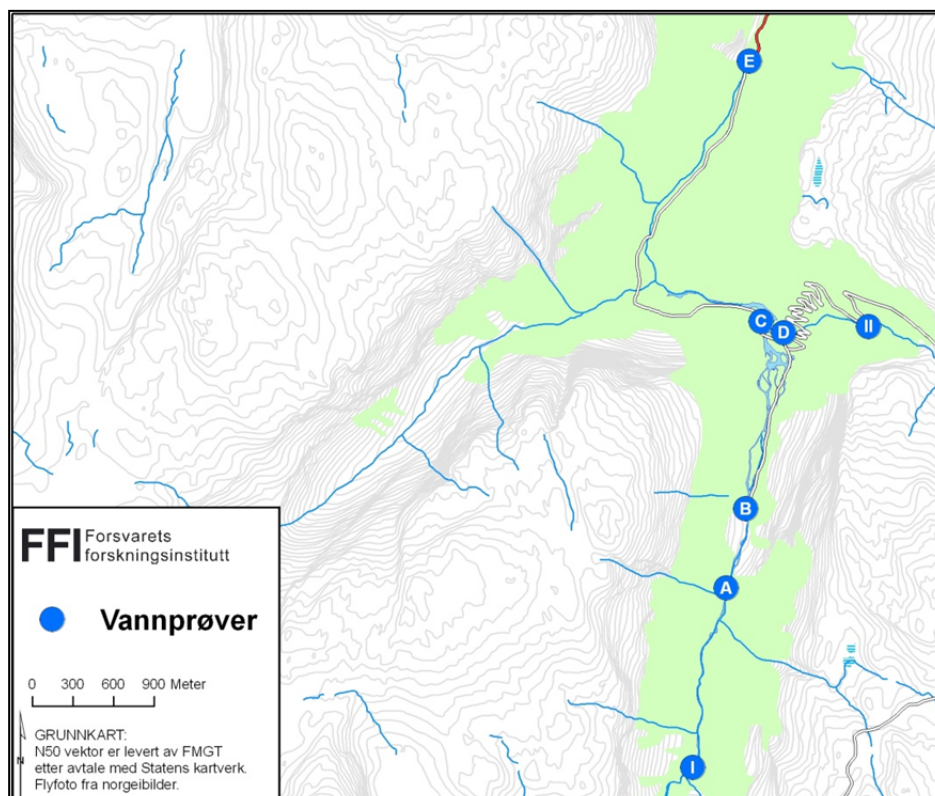
Prøvetakingen i 2011 ble foretatt av Einar Trulssen og hans medarbeidere ved Forsvarets destruksjonsanlegg i Lærdal. Det ble tatt prøver av jord fra de samme prøvepunktene i Øyradalen og Tønjumdalen som tidligere. I 2011 ble det også tatt vannprøver ved de stasjonene i Øyradalen der det tidligere er blitt tatt vannprøver [1]. I Tønjumdalen ble det tatt tre vannprøver av elven Kuvella som renner gjennom dalen. Her ble en prøve tatt oppstrøms destruksjonsanlegget (Ved ferist) og to prøver nedstrøms anlegget. Vannprøvene ble ikke filtrert, og ved ankomst FFI ble det tilsatt syre for konservering.

Noen av prøvepunktene i Øyradalen, og de fleste i Tønjumdalen har merkepinne satt ned. Dette gjør det enklere å få tatt prøve på samme sted hvert år. De prøvepunktene der det ikke er satt ned merkepinner i Øyradalen, ble lokalisert ved bruk av laseravstandsmåler fra et kjent utgangspunkt i demoleringsområdet i retning mot nord, øst, sør og vest. GPS ble benyttet både i Øyradalen og Tønjumdalen for å lokalisere prøvepunkter, og posisjoner for alle prøvepunktene er vist i Appendix A. Det samme jordboret som er benyttet ved tidligere prøvetakinger Øyradalen og Tønjumdalen ble benyttet [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.

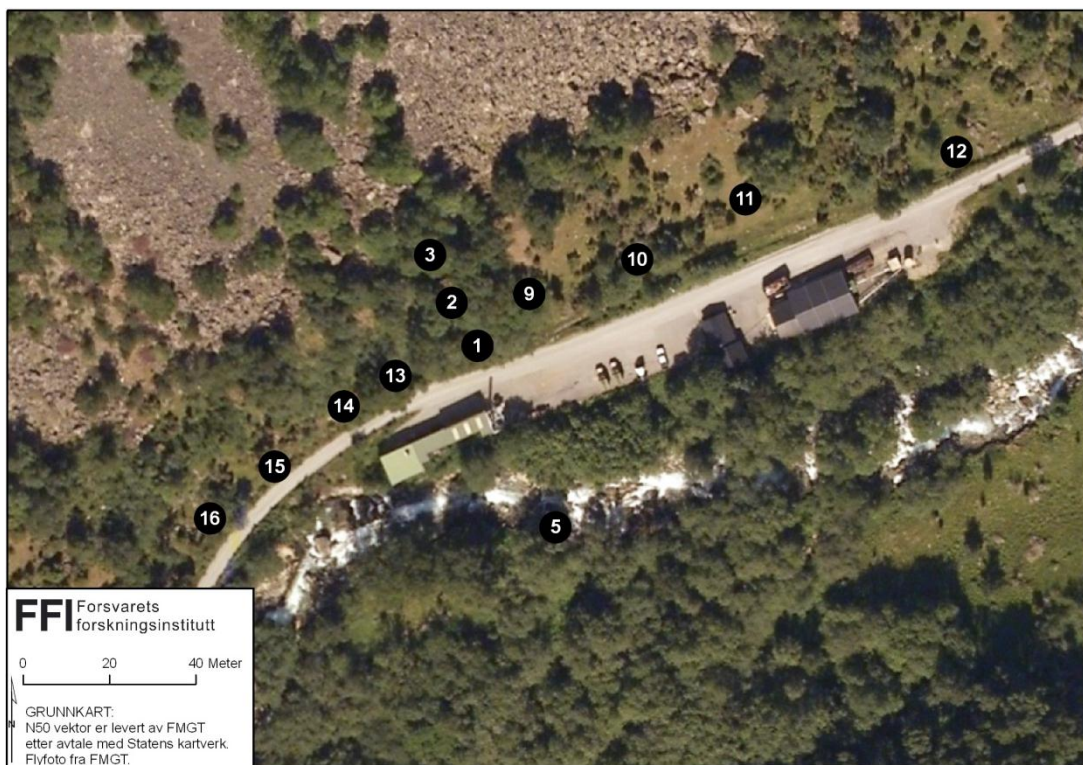
En oversikt over lokaliseringen til jordprøvene i Øyradalen er vist Figur 2.1, mens det er gitt en oversikt over lokaliseringen til vannprøvene i Figur 2.2. Lokaliseringen til jordprøvene i Tønjumdalen er vist i Figur 2.3, mens lokaliseringen av vannprøvene er vist i Figur 2.4.



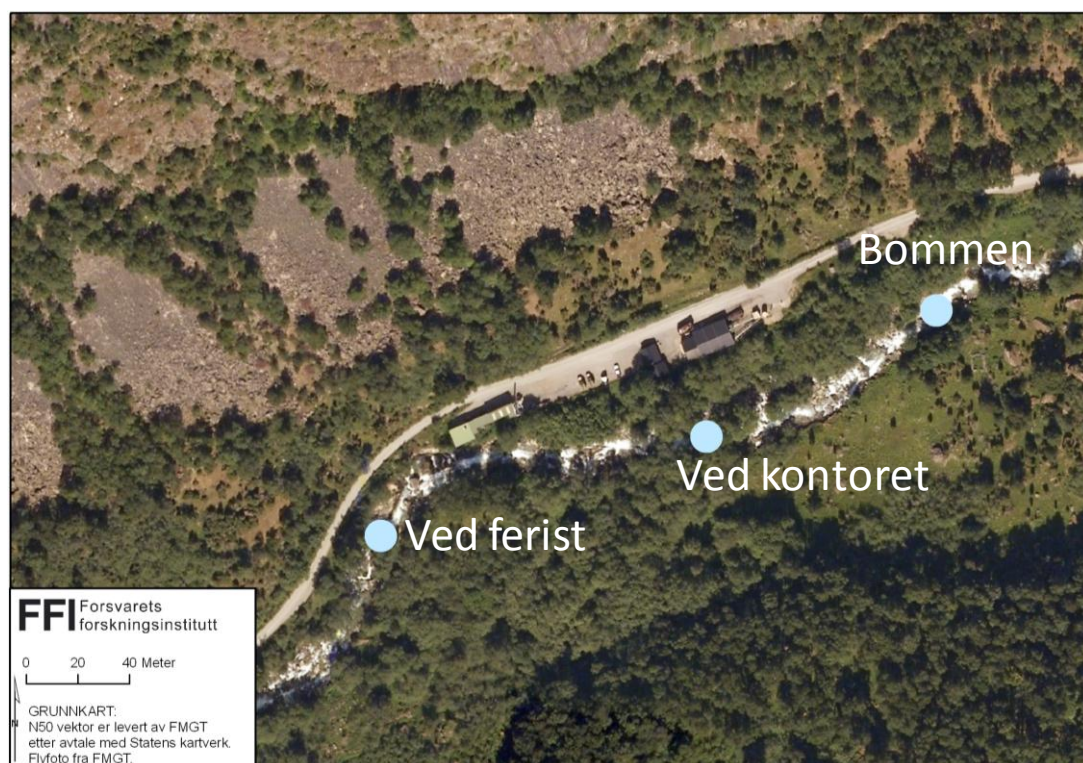
Figur 2.1 Oversikt over lokaliseringen til jordprøvene tatt i Øyradalen i 2011.



Figur 2.2 Oversikt over lokaliseringen til vannprøvene tatt i Øyradalen i 2011.



Figur 2.3 Oversikt over lokaliseringen til prøvepunktene tatt i Tønjumdalen i 2011.



Figur 2.4 Oversikt over hvor det ble tatt vannprøver i Kuvella i 2011.

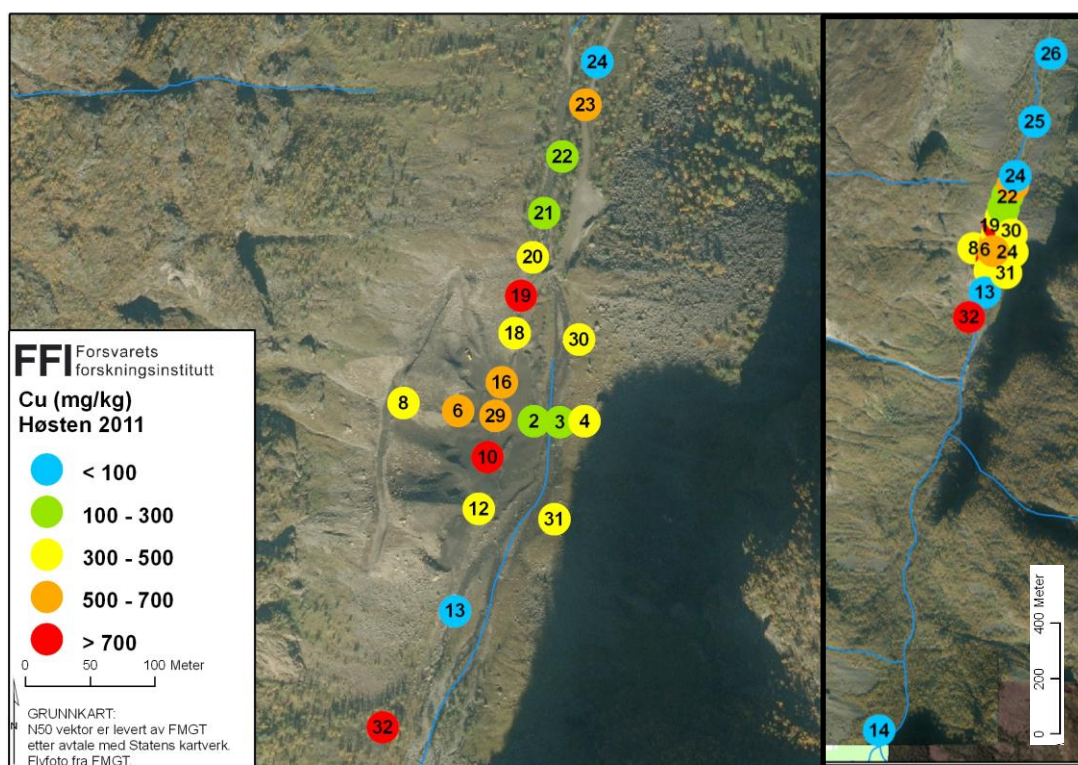
3 Resultat og diskusjon

Alle jord- og vannprøvene 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 ble tatt i Øyradalen i 2011. Det er som tidligere noe variasjon i konsentrasjonen mellom de ulike prøvepunktene, og bortsett fra tre prøver er konsentrasjonen av kobber under 700 mg/kg. I disse tre prøvene var konsentrasjonen av kobber henholdsvis 1720 mg/kg (prøvepunkt 10), 2400 mg/kg (prøvepunkt 19) og 1020 mg/kg (prøvepunkt 32). Sannsynligvis inneholder disse tre prøvene fragmenter av kobber. I nærheten av prøvepunkt 10 og 19 ble det også i 2010 funnet høye konsentrasjoner av kobber (Figur 3.2). I prøvepunkt 32 ble det registrert en noe høyere konsentrasjon av kobber enn det som ble registrert i 2009 (Figur 3.2) og 2008 [2].

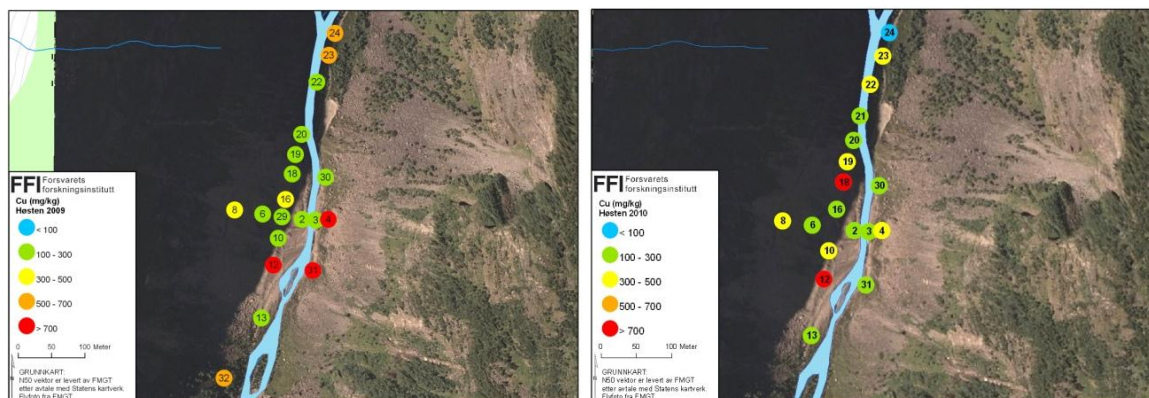


Figur 3.1 Konsentrasjonsnivåer av kobber i jordprøver fra Øyradalen i 2011.

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 2011 er stort sett på samme nivå som prøvene tatt høsten 2010 og 2009 (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 [5].

Det gjennomsnittlige nivået av kobber i demoleringsfeltet (prøvepunkt 2, 6, 8, 10, 12, 16, 18, 19 og 29) er ved prøvetaking høsten 2011 på 820 mg/kg, noe som ligger i tilstandsklasse ”Moderat” i henhold til Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) sine helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn [6]. Høsten 2010 ble det i samme område registret en gjennomsnittlig konsentrasjon av kobber på 918 mg/kg [4]. Det har derfor ikke vært en vesentlig endring i konsentrasjonen av kobber i demoleringsfeltet i Øyradalen det siste året.

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 [6]. I prøvepunkt 23 er det et forhøyet nivå av kobber, og nivået er høyere enn det som registreres i nærliggende prøvepunkter. Ved dette området har det også tidligere av ukjent årsak vært registrert et høyere innhold av kobber enn omkringliggende prøvepunkter. Nivået av kobber i referanseprøve 14 innerst i dalen er på nivå med det som er blitt registrert der tidligere.

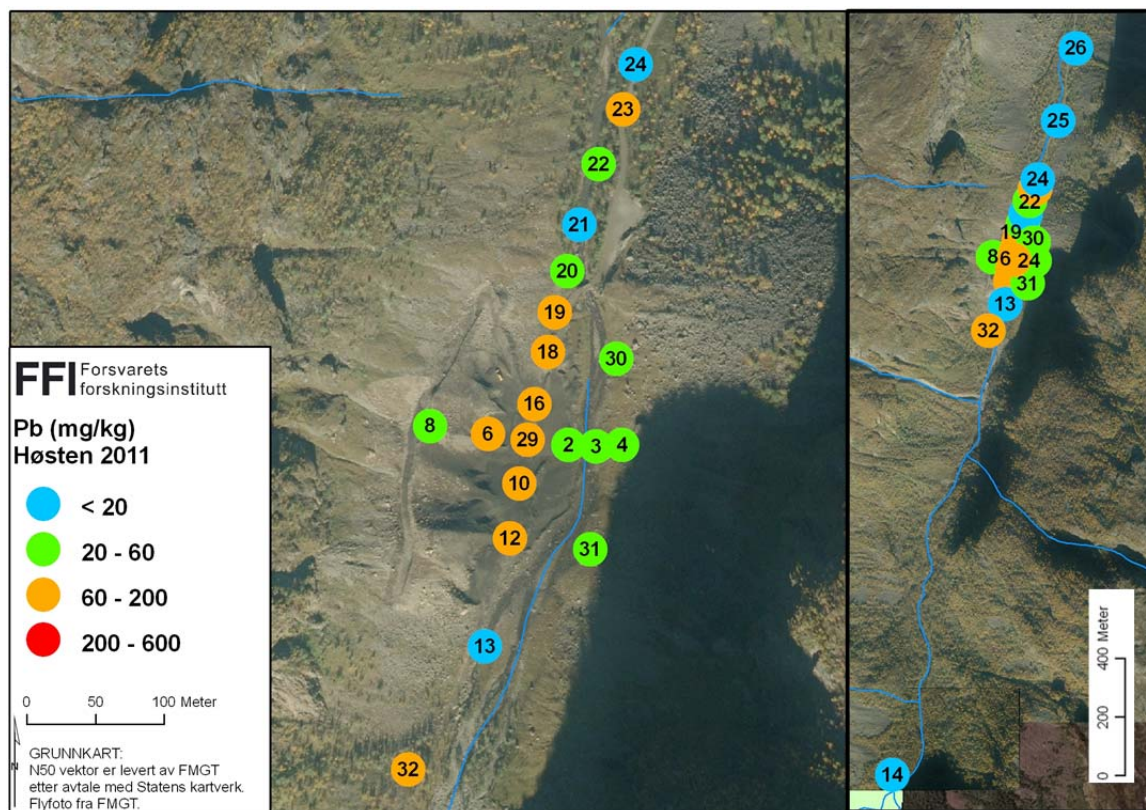


Figur 3.2 Oversikt over konsentrasjonsnivåer av kobber i Øyradalen i 2009 og 2010.

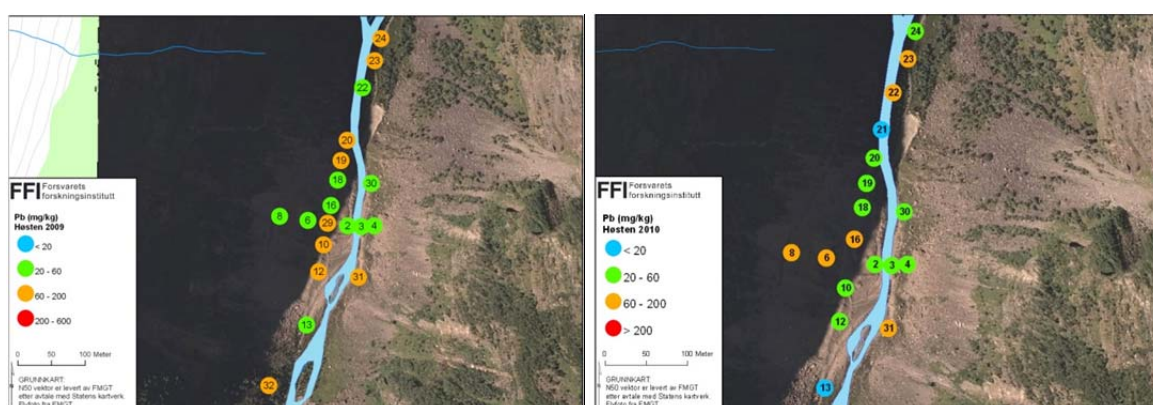
I ammunisjon er ofte kobber i legering med sink (Zn), og det registreres derfor også et forhøyet nivå av sink i demoleringsfeltet for ammunisjon. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av sink er på 364 mg/kg i demoleringsfeltet (prøvepunkt 2, 6, 8, 10, 12, 16, 18, 19 og 29), mens den maksimale konsentrasjonen var 607 mg/kg (prøvepunkt 10). Nivået av sink i demoleringsfeltet ligger i tilstandsklasse ”God” i Klif sine helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn [6]. Konsentrasjonen av sink er noe høyere enn det som ble registrert i 2010 og 2009. Forurensningen i demoleringsfeltet av sink kan derfor synes å ha økt noe i løpet av det siste året. Forurensningen i området er heterogent fordelt, og det kan være dette som er årsaken til at det nå ble registrert en høyere konsentrasjon av sink i området.

Figur 3.3 viser konsentrasjonsnivåer av bly (Pb) i alle prøvene som ble tatt i Øyradalen i 2011, mens Figur 3.4 viser nivåene for 2009 og 2010. Nivået av bly er en god del lavere enn det som registreres for kobber. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av bly i demoleringsområdet (prøvepunkt 2, 6, 8, 10, 12, 16, 18, 19 og 29) er 69 mg/kg. I 2010 ble det registrert samme nivå av bly (gjennomsnitt 60 mg/kg) i dette området (Figur 3.4). Tilsvarende konsentrasjoner av bly er også registrert i området tidligere [1-3]. Det kan derfor ikke påvises noen endring i bly-konsentrasjonen de siste årene i demoleringsfeltet, og nivået klassifiseres i tilstandsklasse ”God” i

henhold til Klif sine helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn [6]. Høyeste konsentrasjon av bly ble registrert i prøvepunkt 6 med 112 mg/kg. 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 Klif sine helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn [6].



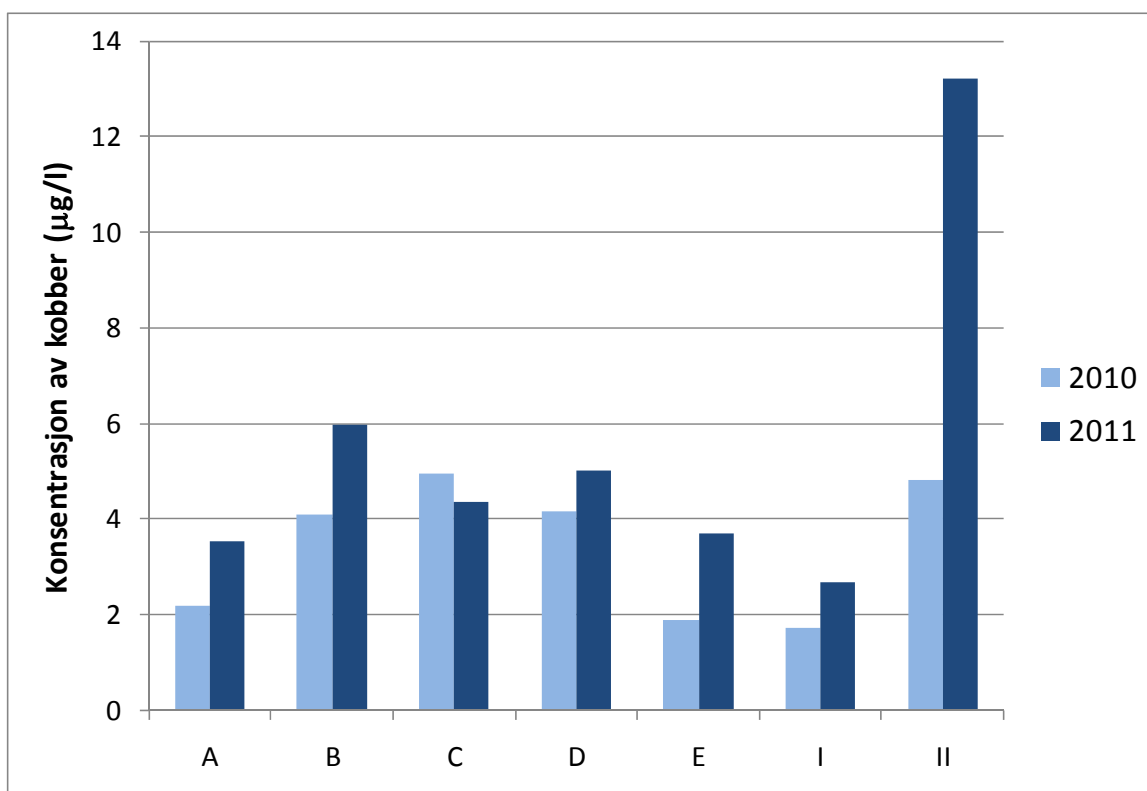
Figur 3.3 Konsentrasjonsnivåer av bly i jordprøver fra Øyradalen i 2011.



Figur 3.4 Oversikt over konsentrasjon av bly i jordprøver fra Øyradalen i 2009 og 2010.

I 2011 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. Resultatet fra målingen i 2010 er tatt med for sammenligningens skyld. Nivået av kobber i 2011 ser ut til å være noe høyere enn det

høyere enn det som var tilfellet i 2010. Nivået er likevel innenfor det som er blitt målt i disse prøvepunktene tidligere [1], bortsett fra prøvepunkt II, der det tidligere ikke er målt så høy konsentrasjon av kobber. Konsentrasjonen av kobber i Nivla er noe høyere nedstrøms demoleringsfeltet (prøvepunkt B) enn oppstrøms (prøvepunkt A). Dette tyder på at det er en viss avrenning av kobber fra demoleringsfeltet og ut i Nivla. I Klif sin klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann [7] ligger nivået av kobber i tilstandsklasse ”Markert forurenset” og ”Sterkt forurenset”. I området ved Lærdal er bakgrunnskonsentrasjoner av kobber høye i grunnen [5], 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 [8]. Nivået av kobber i vann ligger i de fleste prøvepunkter over den økologiske grenseverdien på 3,0 µg/l [9]. 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 bly og sink kan det i likhet med kobber også ses en viss økning i nivået nedstrøms demoleringsfeltet. Tilsvarende ble også observert i 2010.



Figur 3.5 Konsentrasjon av kobber i vann tatt fra Øyradalen i 2011. Konsentrasjonen er sammen-lignet med konsentrasjonen som ble målt i 2010. Prøvepunkt D og II er tatt i Øydalselvi, mens de andre prøvepunktene er tatt i Nivla som renner gjennom Øyradalen. Prøvepunkt A er oppstrøms demoleringsfeltet, mens prøvepunkt B er rett nedstrøms demoleringsfeltet. Lokaliseringen av prøvepunkter er vist i Figur 2.2.

Prøvepunkt	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg
A	<0,05	0,03	0,1	3,5	0,7	1,0	4,6	<0,002
B	<0,05	0,05	0,2	6,0	1,1	1,6	9,0	<0,002
C	<0,05	0,08	0,09	4,3	0,8	0,4	6,1	<0,002
D	<0,05	0,2	0,2	5,0	0,8	2,6	4,1	<0,002
E	<0,05	0,03	0,1	3,7	0,6	0,3	7,7	<0,002
I	<0,05	0,01	0,1	2,7	0,7	0,4	1,7	<0,002
II	<0,05	0,05	0,3	13	2,8	1,7	22	<0,002

Tabell 3.1 Målte konsentrasjoner av metaller i elven Nivla og Øydalselvi i Øyradalen 2011.

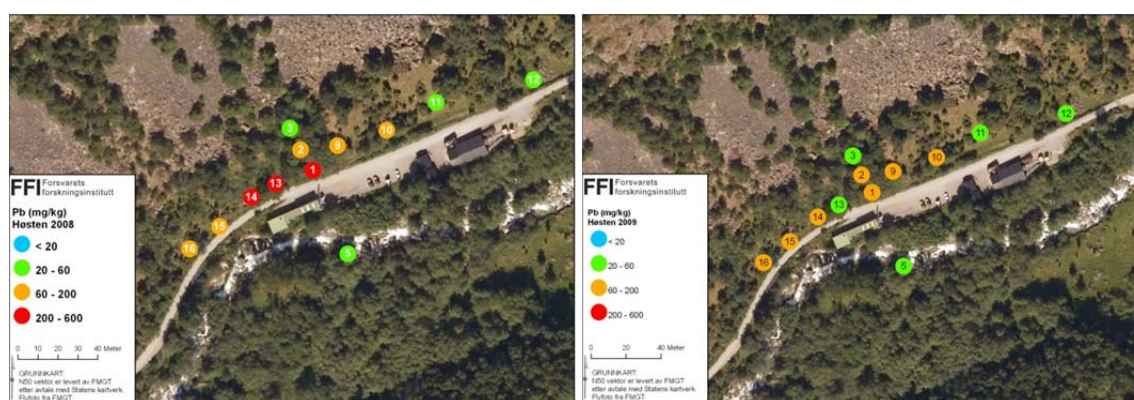
3.2 Tønjumdalen

Figur 3.6 viser en oversikt over konsentrasjonsnivåer av bly ved destruksjonsanlegget for ammunisjon i Tønjumdalen. I nærområdet til destruksjonsanlegget er det et forhøyet nivå av bly, noe som viser at aktiviteten i destruksjonsanlegget har ført til nedfall av bly i nærheten av anlegget. Den maksimale konsentrasjonen av bly ble registrert i prøvepunkt 14 med 191 mg/kg. I 2009 var den maksimale konsentrasjonen av bly (180 mg/kg) registrert i prøvepunkt 15 [3]. Tidligere er det også blitt registrert en forhøyet konsentrasjon av bly i nærområdet til destruksjonsanlegget (Figur 3.7). Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av bly i prøvene tatt langs veien ved destruksjonsanlegget (prøvepunkt 1, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 og 16) er beregnet til 96 mg/kg, mens tilsvarende tall for 2009 var 90 mg/kg [3]. Nivået av bly ved destruksjonsanlegget ligger i tilstandsklasse "God" i Klif sine helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn [6]. I 2008 var den gjennomsnittlige konsentrasjonen av bly i dette området 128 mg/kg [2]. Det ser derfor ut til at konsentrasjonen av bly har endret seg lite de siste årene. Det er en viss tendens til at det er høyere konsentrasjon av bly innover i dalen (vestover), noe som kan skyldes at vinden i hovedsak blåser innover dalen. For å få bedre oversikt over spredningen av bly innover dalen foreslås det å legge inn et nytt punkt 17 omkring 50 m lenger innover i dalen.

For de andre målte metallene er det kun registrert lave konsentrasjoner som kan sammenlignes med bakgrunnsnivåer [5] for dette området. Nivået av disse metallene ligger i tilstandsklasse "Meget god" i Klif sine helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn [6].



Figur 3.6 Konsentrasjonsnivåer av bly i jordprøver fra Tønjumdalen i 2011.



Figur 3.7 Oversikt over konsentrasjonsnivåer av bly i Tønjumdalen i 2008 og 2009.

Det ble også tatt vannprøver fra Kuvella som renner gjennom dalen, og resultatet etter analyser av metaller i disse prøvene er vist i Tabell 3.2. Konsentrasjonen av metaller er veldig lave og på bakgrunnsnivå [10]. Det samme ble sett i 2009 [3], og det kan derfor ikke spores noen påvirkning av Kuvella fra destruksjonsanlegget i Tønjumdalen. Nivået av metaller ligger i tilstandsklasse "Ubetydelig forurenset" til "Moderat forurenset" i henhold til Klif sin klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann [7].

Prøvepunkt	As (µg/l)	Cd (µg/l)	Cr (µg/l)	Cu (µg/l)	Ni (µg/l)	Pb (µg/l)	Zn (µg/l)	Hg (µg/l)
Bommen	<0,05	0,02	0,08	0,6	0,2	0,6	2,9	<0,002
Ved kontor	<0,05	0,03	0,07	0,9	0,3	1,0	2,0	<0,002
Ved ferist	<0,05	0,04	0,08	1,5	0,3	0,7	3,1	<0,002

Tabell 3.2 Konsentrasjoner av metaller i elven Kuvella som renner gjennom Tønjumdalen. Ved ferist er oppstrøms destruksjonsanlegget, mens ved kontor og bommen er nedstrøms destruksjonsanlegget.

4 Vurdering av risiko

Det har ikke vært noen vesentlig endring i konsentrasjonen av metaller i jord eller vann fra Øyradalen og Tønjumdalen det siste året. De vurderinger som ble gjort i 2011 med bakgrunn i måleresultatene fra 2010 [4] vil derfor fortsatt gjelde. Det ble da konkludert med at forurensningen av metaller som er påvist i Øyradalen ikke vil utgjøre en risiko for folk som bruker området som turområde, men en kan ikke helt utelukke en viss risiko for beitedyr i området som følge av kobberforurensningen. En kan heller ikke utelukke at kobber kan ha en viss effekt på vannlevende organismer i Nivla.

Med bakgrunn i resultater fra Tønjumdalen ble det konstatert at forurensningen er lav, og at den derfor ikke utgjør noen helserisiko eller risiko for beitedyr. Konsentrasjonen av metaller i Kuvella er svært lave, og vil ikke utgjøre noen helserisiko eller ha noen effekt på vannlevende organismer i elven.

5 Konklusjon

5.1 Øyradalen

Det registreres et forhøyet nivå av kobber i og rundt demoleringsfeltet som følge av destruksjon av ammunisjon. Gjennomsnittskonsentrasjonen av kobber i demoleringsfeltet ble høsten 2011 registrert til 820 mg/kg (ni prøvepunkter). Konsentrasjonen av kobber i dette området er noe lavere enn det som ble registrert i 2010.

Gjennomsnittskonsentrasjonen av bly i demoleringsfeltet er beregnet til 69 mg/kg (ni prøvepunkter). Dette er på nivå med det som er blitt registrert tidligere. Nivået av sink er også noe forhøyet, og nivået kan se ut til å ha steget noe i løpet av det siste året. Det ble ikke registrert konsentrasjoner av andre ammunisjonsrelaterte metaller over det en vil regne for bakgrunns-konsentrasjoner for området. Analyser av vannprøver i Nivla viser et noe forhøyet nivå av kobber, bly og sink nedstrøms demoleringsfeltet.

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 registreres et forhøyet nivå av bly i jorden rundt destruksjonsanlegget, mens nivået av de andre målte metallene er på bakgrunnsnivå. Gjennomsnittskonsentrasjonen av bly i jorden rundt destruksjonsanlegget er på 96 mg/kg (ni prøvepunkter), noe som er tilsvarende med det som ble registrert i 2009. For å få bedre oversikt over spredningen av bly innover dalen foreslås det å legge inn et nytt punkt 17 omkring 50 m lenger innover i dalen. 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.

Analyser av vannprøver fra Kuvella viste lave konsentrasjoner av ammunisjonsrelaterte metaller, og nivået er likt med det som er registrert tidligere. Konsentrasjonen av metaller i Kuvella er svært lave og vil ikke utgjøre noen helse risiko eller kunne ha noen effekt på vannlevende organismer i elven.

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
Ved ferist	6768694	420019
Ved kontoret	6768733	420145
Bommen	6768782	420234

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

Appendix B Analyserapporter

Rapport

N1113865

Side 1 (13)

NXL0NPP7BC



Prosjekt Lærdal
Bestnr
Registrert 2011-12-13
Utstedt 2011-12-19

Forsvarets forskningsinstitutt
Arnt Johnsen

Postboks 25
N-2027 Kjeller
Norge

Analyse av faststoff

Deres prøvenavn	1 T.DAL jord					
Labnummer	N00180331					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	61.8	3.09	%	1	1	MORO
As	<0.50		mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	6.28	1.26	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	70.9	14.2	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	167	33.3	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	61.9	12.4	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	8.2	1.6	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn	2 T.DAL jord					
Labnummer	N00180332					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	67.9	3.40	%	1	1	MORO
As	<0.50		mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	12.3	2.46	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	29.2	5.84	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	109	21.9	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	75.3	15.1	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	14.3	2.9	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn	3 T.DAL jord					
Labnummer	N00180333					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	70.7	3.53	%	1	1	MORO
As	<0.50		mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	17.9	3.58	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	43.9	8.78	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	50.2	10.0	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	121	24.2	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	21.7	4.3	mg/kg TS	1	1	MORO

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

Inger Alfsen
2011.12.19 16:05:24
Client Service
inger.alfsen@alsglobal.com

Rapport

N1113865

Side 2 (13)

NLX0NPP7BC



Deres prøvenavn	5 T.DAL jord					
Labnummer	N00180334					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	62.6	3.13	%	1	1	MORO
As	<0.50		mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	3.34	0.67	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	11.6	2.32	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	26.1	5.2	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	56.0	11.2	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	5.4	1.1	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn	9 T.DAL jord					
Labnummer	N00180335					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	80.8	4.04	%	1	1	MORO
As	<0.50		mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	5.90	1.18	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	19.3	3.87	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	57.5	11.5	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	39.3	7.9	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	8.1	1.6	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn	10 T.DAL jord					
Labnummer	N00180336					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	62.0	3.10	%	1	1	MORO
As	<0.50		mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	6.03	1.20	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	16.3	3.26	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	88.6	17.7	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	56.5	11.3	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	7.3	1.5	mg/kg TS	1	1	MORO

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

Inger Alfsen

Client Service
inger.alfsen@alsglobal.com

2011.12.19 16:05:24



Deres prøvenavn		11 T.DAL				
		jord				
Labnummer		N00180337				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	77.6	3.88	%	1	1	MORO
As	<0.50		mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	4.98	1.00	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	9.56	1.91	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	32.7	6.5	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	65.8	13.2	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	6.6	1.3	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn		12 T.DAL				
		jord				
Labnummer		N00180338				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	66.8	3.34	%	1	1	MORO
As	<0.50		mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	6.41	1.28	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	12.8	2.56	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	26.7	5.3	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	71.5	14.3	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	7.6	1.5	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn		13 T.DAL				
		jord				
Labnummer		N00180339				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	84.8	4.24	%	1	1	MORO
As	<0.50		mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	6.42	1.28	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	19.0	3.81	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	78.2	15.6	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	59.7	11.9	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	8.5	1.7	mg/kg TS	1	1	MORO



Deres prøvenavn		14 T.DAL jord				
Labnummer		N00180340				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	61.5	3.07	%	1	1	MORO
As	<0.50		mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	0.10	0.02	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	6.21	1.24	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	41.1	8.22	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	191	38.3	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	62.3	12.4	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	9.3	1.9	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn		15 T.DAL jord				
Labnummer		N00180341				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	74.2	3.71	%	1	1	MORO
As	<0.50		mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	16.2	3.23	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	28.3	5.66	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	90.2	18.0	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	70.7	14.1	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	18.4	3.7	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn		16 T.DAL jord				
Labnummer		N00180342				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	57.3	2.86	%	1	1	MORO
As	<0.50		mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	8.95	1.79	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	24.4	4.88	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	134	26.9	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	65.3	13.0	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	10.7	2.1	mg/kg TS	1	1	MORO



Deres prøvenavn		2 Ø.DAL				
		jord				
Labnummer		N00180343				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	89.8	4.49	%	1	1	MORO
As	0.92	0.18	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	1.29	0.26	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	26.2	5.25	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	273	54.6	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	43.5	8.7	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	211	42.1	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	52.0	10.4	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn		3 Ø.DAL				
		jord				
Labnummer		N00180344				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	91.2	4.56	%	1	1	MORO
As	2.56	0.51	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	1.67	0.33	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	27.3	5.47	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	299	59.8	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	48.9	9.8	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	199	39.8	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	40.7	8.1	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn		4 Ø.DAL				
		jord				
Labnummer		N00180345				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	84.3	4.21	%	1	1	MORO
As	0.87	0.17	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	1.88	0.38	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	50.4	10.1	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	405	81.0	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	53.9	10.8	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	247	49.4	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	102	20.4	mg/kg TS	1	1	MORO



Deres prøvenavn		6 Ø.DAL				
		jord				
Labnummer		N00180346				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	92.2	4.61	%	1	1	MORO
As	2.61	0.52	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	2.46	0.49	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	31.3	6.26	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	598	120	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	112	22.4	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	491	98.1	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	48.3	9.6	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn		8 Ø.DAL				
		jord				
Labnummer		N00180347				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	89.1	4.46	%	1	1	MORO
As	0.53	0.11	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	1.07	0.21	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	30.4	6.09	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	408	81.5	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	41.2	8.2	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	226	45.3	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	33.1	6.6	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn		10 Ø.DAL				
		jord				
Labnummer		N00180348				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	89.6	4.48	%	1	1	MORO
As	3.32	0.66	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	1.71	0.34	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	37.5	7.50	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	1720	344	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	61.3	12.3	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	607	121	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	60.3	12.1	mg/kg TS	1	1	MORO



Deres prøvenavn	12 Ø.DAL jord					
Labnummer	N00180349					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	91.4	4.57	%	1	1	MORO
As	1.81	0.36	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	1.46	0.29	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	26.1	5.22	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	399	79.8	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	61.2	12.2	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	376	75.1	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	34.1	6.8	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn	13 Ø.DAL jord					
Labnummer	N00180350					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	87.4	4.37	%	1	1	MORO
As	0.54	0.11	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	0.26	0.05	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	11.2	2.25	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	89.5	17.9	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	10.2	2.0	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	47.8	9.6	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	20.1	4.0	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn	14 Vakthytte 10 Ø.DAL jord					
Labnummer	N00180351					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	61.2	3.06	%	1	1	MORO
As	<0.50		mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	17.0	3.39	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	15.8	3.15	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	2.5	0.5	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	35.6	7.1	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	14.2	2.8	mg/kg TS	1	1	MORO



Deres prøvenavn		16 ØDA.L				
		jord				
Labnummer		N00180352				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	89.7	4.48	%	1	1	MORO
As	5.26	1.05	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	1.75	0.35	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	69.4	13.9	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	507	101	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	67.4	13.5	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	345	68.9	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	147	29.4	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn		18 Ø.DAL				
		jord				
Labnummer		N00180353				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	88.9	4.45	%	1	1	MORO
As	5.19	1.04	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	1.97	0.39	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	30.7	6.14	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	391	78.2	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	65.8	13.2	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	227	45.4	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	44.5	8.9	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn		19 Ø.DAL				
		jord				
Labnummer		N00180354				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	89.8	4.49	%	1	1	MORO
As	11.4	2.29	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	1.98	0.40	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	78.6	15.7	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	2400	479	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	70.1	14.0	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	467	93.4	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	194	38.8	mg/kg TS	1	1	MORO



Deres prøvenavn	20 Ø.DAL jord					
Labnummer	N00180355					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	67.9	3.39	%	1	1	MORO
As	1.26	0.25	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	1.80	0.36	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	23.7	4.73	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	376	75.3	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	50.7	10.1	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	231	46.1	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	29.0	5.8	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn	21 Ø.DAL jord					
Labnummer	N00180356					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	90.6	4.53	%	1	1	MORO
As	<0.50		mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	0.28	0.06	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	13.3	2.65	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	145	29.0	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	14.6	2.9	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	63.7	12.7	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	17.3	3.5	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn	22 Ø.DAL jord					
Labnummer	N00180357					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	72.6	3.63	%	1	1	MORO
As	0.99	0.20	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	0.70	0.14	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	19.6	3.92	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	213	42.7	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	30.5	6.1	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	119	23.8	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	25.1	5.0	mg/kg TS	1	1	MORO



Deres prøvenavn		23 Ø.DAL jord				
Labnummer		N00180358				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	51.5	2.58	%	1	1	MORO
As	0.97	0.19	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	3.56	0.71	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	28.5	5.69	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	600	120	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	98.0	19.6	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	466	93.3	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	46.5	9.3	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn		24 Ø.DAL jord				
Labnummer		N00180359				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	70.0	3.50	%	1	1	MORO
As	<0.50		mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	0.51	0.10	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	11.3	2.26	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	93.1	18.6	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	15.1	3.0	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	69.0	13.8	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	11.9	2.4	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn		25 Ø.DAL jord				
Labnummer		N00180360				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	79.7	3.98	%	1	1	MORO
As	<0.50		mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	0.15	0.03	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	13.4	2.69	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	60.5	12.1	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	14.0	2.8	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	41.7	8.3	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	14.0	2.8	mg/kg TS	1	1	MORO



Deres prøvenavn	26 Ø.DAL jord					
Labnummer	N00180361					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	92.8	4.64	%	1	1	MORO
As	0.64	0.13	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	6.10	1.22	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	23.6	4.72	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	15.7	3.1	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	47.3	9.5	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	7.4	1.5	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn	29 Nytt pkt Ø.DAL jord					
Labnummer	N00180362					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	35.2	1.76	%	1	1	MORO
As	<0.50		mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	1.63	0.33	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	12.8	2.56	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	682	136	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	96.5	19.3	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	324	64.8	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	15.1	3.0	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn	30 Ø.DAL jord					
Labnummer	N00180363					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	87.3	4.37	%	1	1	MORO
As	1.12	0.22	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	2.08	0.42	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	24.3	4.86	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	390	78.0	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	54.5	10.9	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	207	41.4	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	33.4	6.7	mg/kg TS	1	1	MORO



Deres prøvenavn		31 Ø.DAL jord				
Labnummer		N00180364				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	90.6	4.53	%	1	1	MORO
As	8.34	1.67	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	1.67	0.33	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	41.3	8.25	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	388	77.7	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	53.1	10.6	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	204	40.8	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	50.7	10.1	mg/kg TS	1	1	MORO

Deres prøvenavn		32 Ø.DAL jord				
Labnummer		N00180365				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	64.4	3.22	%	1	1	MORO
As	0.79	0.16	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd	2.94	0.59	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr	24.9	4.98	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu	1020	204	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb	146	29.2	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn	487	97.4	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni	28.6	5.7	mg/kg TS	1	1	MORO



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Analyse av tungmetaller (M-1C) (enkelt elementer)</p> <p>Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Forbehandling: Siktning 2 mm. Oppslutning jordprøver: HNO₃ og 0,5 ml H₂O₂ i mikrobølgeovn. Oppslutning slam- og sedimentprøver: HNO₃/vann (1:1) i mikrobølgeovn.</p>

Godkjenner	
MORO	Monia Ronningen

Underleverandør ¹	
1	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia</p> <p>Lokalisering av andre ALS laboratorier:</p> <p>Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice</p> <p>Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.</p> <p>Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon</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 konfidensinterval 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

N1113866

Side 1 (4)

NLRGW2RNF4



Prosjekt **Lærdal**
Bestnr
Registrert **2011-12-13**
Utstedt **2011-12-15**

Forsvarets forskningsinstitutt
Arnt Johnsen
Postboks 25
N-2027 Kjeller
Norge

Analyse av vann

Deres prøvenavn	A drikkevann					
Labnummer	N00180321					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As	<0.05		$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Cd	0.0347	0.0061	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Cr	0.132	0.028	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Cu	3.53	0.63	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Ni	0.652	0.125	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Pb	1.04	0.17	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Zn	4.55	0.83	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Hg	<0.002		$\mu\text{g/l}$	2	F	JVHH

Deres prøvenavn	B drikkevann					
Labnummer	N00180322					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As	<0.05		$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Cd	0.0499	0.0074	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Cr	0.152	0.031	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Cu	5.97	1.08	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Ni	1.10	0.20	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Pb	1.60	0.26	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Zn	9.02	1.73	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Hg	<0.002		$\mu\text{g/l}$	2	F	JVHH

Deres prøvenavn	C drikkevann					
Labnummer	N00180323					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As	<0.05		$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Cd	0.0800	0.0110	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Cr	0.0944	0.0231	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Cu	4.34	0.78	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Ni	0.772	0.137	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Pb	0.373	0.062	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Zn	6.13	1.16	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Hg	<0.002		$\mu\text{g/l}$	2	F	JVHH

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

Janken von Hirsch Hald
2011.12.15 19:17:25
Client Service
janken.hald@alsglobal.com

Rapport

N1113866

Side 2 (4)

NLRGW2RNF4



Deres prøvenavn	D drikkevann					
Labnummer	N00180324					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As	<0.05		$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Cd	0.226	0.030	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Cr	0.203	0.044	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Cu	5.01	0.85	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Ni	0.770	0.143	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Pb	2.64	0.43	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Zn	4.10	0.76	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Hg	<0.002		$\mu\text{g/l}$	2	F	JVHH

Deres prøvenavn	E drikkevann					
Labnummer	N00180325					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As	<0.05		$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Cd	0.0277	0.0050	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Cr	0.119	0.037	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Cu	3.68	0.63	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Ni	0.586	0.108	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Pb	0.334	0.055	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Zn	7.67	1.39	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Hg	<0.002		$\mu\text{g/l}$	2	F	JVHH

Deres prøvenavn	I drikkevann					
Labnummer	N00180326					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As	<0.05		$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Cd	0.0099	0.0039	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Cr	0.0999	0.0257	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Cu	2.69	0.46	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Ni	0.703	0.125	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Pb	0.375	0.061	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Zn	1.74	0.33	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Hg	<0.002		$\mu\text{g/l}$	2	F	JVHH

Deres prøvenavn	II drikkevann					
Labnummer	N00180327					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As	<0.05		$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Cd	0.0497	0.0076	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Cr	0.280	0.054	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Cu	13.2	2.3	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Ni	2.83	0.51	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Pb	1.70	0.27	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Zn	21.5	3.9	$\mu\text{g/l}$	1	H	JVHH
Hg	<0.002		$\mu\text{g/l}$	2	F	JVHH

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

Janken von Hirsch Hald
2011.12.15 19:17:25
Client Service
janken.hald@alsglobal.com



Deres prøvenavn		Bommen drikkevann				
Labnummer		N00180328				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As	<0.05		µg/l	1	H	JVHH
Cd	0.0168	0.0042	µg/l	1	H	JVHH
Cr	0.0770	0.0283	µg/l	1	H	JVHH
Cu	0.615	0.111	µg/l	1	H	JVHH
Ni	0.177	0.044	µg/l	1	H	JVHH
Pb	0.637	0.103	µg/l	1	H	JVHH
Zn	2.85	0.55	µg/l	1	H	JVHH
Hg	<0.002		µg/l	2	F	JVHH

Deres prøvenavn		Ved kontor drikkevann				
Labnummer		N00180329				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As	<0.05		µg/l	1	H	JVHH
Cd	0.0344	0.0062	µg/l	1	H	JVHH
Cr	0.0686	0.0353	µg/l	1	H	JVHH
Cu	0.874	0.162	µg/l	1	H	JVHH
Ni	0.252	0.059	µg/l	1	H	JVHH
Pb	0.959	0.155	µg/l	1	H	JVHH
Zn	2.04	0.39	µg/l	1	H	JVHH
Hg	<0.002		µg/l	2	F	JVHH

Deres prøvenavn		Ved ferist drikkevann				
Labnummer		N00180330				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As	<0.05		µg/l	1	H	JVHH
Cd	0.0351	0.0063	µg/l	1	H	JVHH
Cr	0.0808	0.0604	µg/l	1	H	JVHH
Cu	1.52	0.41	µg/l	1	H	JVHH
Ni	0.348	0.072	µg/l	1	H	JVHH
Pb	0.703	0.120	µg/l	1	H	JVHH
Zn	3.13	0.60	µg/l	1	H	JVHH
Hg	<0.002		µg/l	2	F	JVHH



* 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 17852:2008.</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 oppluttet med HCl i autoklav (120°C) i 30 minutter.</p>
2	<p>Elementanalyse i vann</p> <p>Metode: Se metode for øvrige elementer.</p> <p>Forbehandling: Se metode for øvrige elementer.</p> <p>For analyse av Svovel: Surgjøring med 1 ml salpetersyre per 100 ml prøve, samt konservering med H₂O₂ (10%).</p>

Godkjenner	
JVHH	Janken Hald

Underleverandør ¹	
F	<p>AFS</p> <p>Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige</p> <p>Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030</p>
H	<p>ICP-SFMS</p> <p>Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige</p> <p>Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030</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).

Referanser

- [1] Johnsen A., "Overvåking av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune. FFI-rapport 2008/02017," Forsvarets forskningsinstitutt, 2009.
- [2] Johnsen A., "Overvåking av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune - resultater for 2008. FFI-rapport 2009/01147," 2009.
- [3] Johnsen A., "Overvåking av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune - resultater for 2009. FFI-rapport 2010/01494," Forsvarets forskningsinstitutt, 2010.
- [4] Johnsen A. and Voie Ø., "Overvåking av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune - resultater for 2010. FFI-rapport 2011/01306," Forsvarets forskningsinstitutt, 2011.
- [5] 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.
- [6] "Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. Veileder," Klima- og forurensningsdirektoratet,TA-2553/2009, 2009.
- [7] SFT, *Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04*. Oslo.: Statens forurensningstilsyn., 1997.
- [8] Helse- og omsorgsdepartementet, "FOR 2001-12-04 nr 1372:Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften).," Helse- og omsorgsdepartementet, 2001.
- [9] 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.
- [10] Skjelkvåle B.L., Rognerud S., Fjeld E., Christensen G.N., and Røyset O., "Nasjonal innsjøundersøkelse 2004 - 2006, Del I: Vannkjemi. Status for forsurening, næringsalter og metaller. SFT-rapport TA-2361/2008. ISBN-82-577-5283-5," 2008.