

**Overvåkning av tungmetallforurensning ved Forsvarets  
destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune  
– resultater for 2008**

Arnt Johnsen

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)

28. august 2009

FFI-rapport 2009/01147

360301

P: ISBN 978-82-464-1628-1

E: ISBN 978-82-464-1629-8

## **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.

Prøver ble tatt høsten 2008 i de prøvepunktene som ble foreslått av FFI i 2008 og resultatene fra denne prøvetakingen er presentert i denne rapporten.

Konsentrasjonen av kobber i destruksjonsområdet for ammunisjon i Øyradalen er forhøyet og konsentrasjonen er tilsvarende med det som er registrert her de siste årene. Det er også et noe forhøyet nivå av bly, mens konsentrasjonen av sink og antimon er forholdsvis lave.

I Tønjumdalen blir det registrert et forhøyet nivå av bly i nærområdet til destruksjonsanlegget, mens konsentrasjonen av kobber og sink er tilsvarende med det en naturlig kan forvente i dette området. Konsentrasjonen av antimon er lav, men forhøyet i de prøvene som har et forhøyet nivå av bly.

## English summary

In Øyradalen southeast of Lærdal centre the Military has a destruction facility for munitions, where munitions are demolished by open 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.

Soil samples were sampled in autumn 2008 according to the recommendation by FFI and this report presents the results of this sampling.

The concentrations of copper in the demolition area in Øyradalen are higher than normal for this area and the levels are comparable with earlier results. The levels of lead are also above background levels, while the concentration of zinc and antimony are relatively low.

The concentration of lead observed near the destruction facility in Tønjumdalen is above background level, while the concentration of copper and zinc are comparable with background levels. The concentration of antimony is low, but in samples with increased levels of lead the antimony levels are also increased.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Prøvetaking</b>	<b>8</b>
2.1	Prøvetaking i Øyradalen	8
2.2	Prøvetaking i Tønjumdalen	9
<b>3</b>	<b>Resultater</b>	<b>10</b>
3.1	Øyradalen	10
3.2	Tønjumdalen	13
<b>4</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>15</b>
4.1	Øyradalen	15
4.2	Tønjumdalen	16
	<b>Appendix A Posisjoner for prøvepunkter</b>	<b>17</b>
	<b>Appendix B Analyseresultater</b>	<b>18</b>
	<b>Referanser</b>	<b>19</b>



## 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].

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 undersøkelsene ble det av FFI anbefalt at også Tønjumdalen inkluderes i overvåkningsprogrammet [1].

Denne rapporten presenterer analyseresultater av prøvene som ble tatt høsten 2008 både i Øyradalen og i Tønjumdalen.

## 2 Prøvetaking

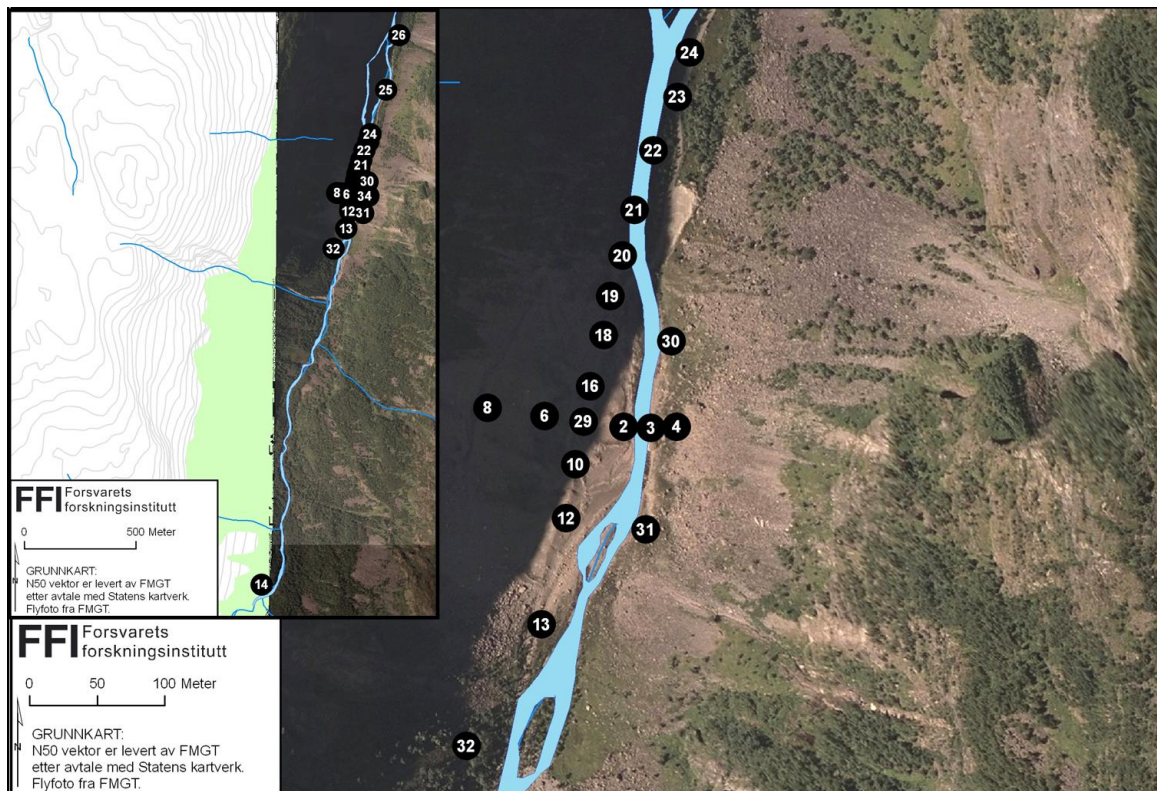
Den 9. oktober 2008 ble det foretatt befarings i både Øyradalen og Tønjumdalen for å stedfeste nye prøvepunkter i disse to overvåkningsområdene. Jordprøvene fra disse to områdene ble tatt den 10. oktober. De nye prøvepunktene i Øyradalen og alle prøvepunktene i Tønjumdalen ble merket, slik at det nå er lett å finne samme prøvested ved neste prøvetaking. I tillegg er alle prøvepunktene koordinatfestet med GPS. For Øyradalen ble de nye prøvepunktene plassert omtrent i henhold til det som var foreslått av FFI i 2008 [1]. I Tønjumdalen ble prøvepunktene strekt noe ut i vest/øst retning i forhold til det som ble foreslått av FFI. Dette ble gjort med grunnlag i feltanalyse av tungmetaller i grunnen med et røntgenfluorescensinstrument (XRF) som viste at tungmetallforurensningen var spredd noe lenger enn tidligere antatt. Det ble benyttet XRF for å påvise konsentrasjoner av tungmetaller på enkelte lokale punkter både i Øyradalen og i Tønjumdalen.

### 2.1 Prøvetaking i Øyradalen

I Øyradalen er noen prøvepunkter som tidligere ble prøvetatt utelatt fra den videre overvåkingen, da disse ikke ble ansett nødvendige for å holde oversikt over forurensningsnivået i dette området. I tillegg til de eksisterende prøvepunktene ble det lagt til fire prøvepunkter (prøvepunkt 29 – 32) i hovedsak for å få bedre oversikt over forurensningsnivået på østsiden av Nivla og lenger sør i dalen. En oversikt over lokaliseringen til prøvepunktene i Øyradalen er vist i Figur 2.1, mens posisjoner for prøvepunktene er vist i Appendix A.

Jordprøvene ble tatt av FFI i samarbeid med Forsvarets logistikkorganisasjon (FLO) ved Einar Trulssen. De eksisterende prøvepunktene 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 [1]. Hvert prøvepunkt utgjorde en flate på omkring 1 m<sup>2</sup> og herfra ble det tatt 15 stikk fra overflaten og ned til 3-5 cm dyp. Prøvene ble samlet i poser av polyetylen.

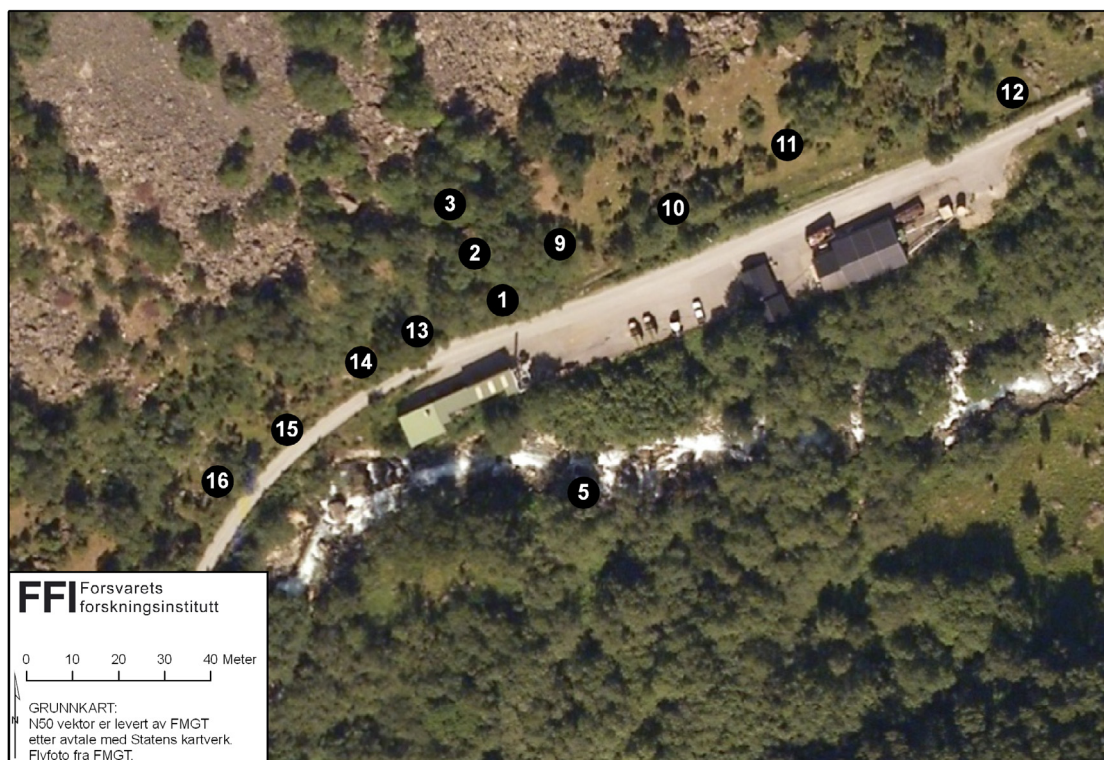




Figur 2.1 Oversikt over lokaliseringen til de prøvepunktene som ble prøvetatt i Øyradalen i 2008.

## 2.2 Prøvetaking i Tønjumdalen

Det ble foretatt en del målinger av tungmetaller i felt med XRF i nærområdet til forbrenningsovnen. Disse dataene ble benyttet for å vurdere plasseringen av prøvestasjoner i området. I 2008 foreslo FFI å fjerne noen prøvepunkter sørøst for Kuvella da det i dette området ikke var påvist forhøyde konsentrasjoner av tungmetaller ved tidligere prøvetakinger [1]. Det ble også foreslått å fjerne ett prøvepunkt lengst mot nord, da det i dette området stort sett er steinur og vanskelig å få tatt prøve. Ved prøvetaking i 2008 ble det derfor ikke tatt prøver fra disse prøvepunktene. Da det har vært noe usikkerhet knyttet til den eksakte lokaliseringen av prøvepunkter i Tønjumdalen, ble nå alle prøvepunktene merket. Det ble tatt hensyn til ferdsel av beitedyr i området ved plasseringen av prøvepunkter, slik at merkepinner ikke skulle bli ødelagt eller at beitedyr skulle skade seg på disse. Jordprøvene ble tatt på samme måte som i Øyradalen. Lokalisering av prøvepunktene er vist i Figur 2.2, mens posisjoner til prøvepunktene er angitt i Appendix A.



Figur 2.2 Oversikt over plasseringen til de prøvepunktene som ble prøvetatt i Tønjumdalen i 2008.

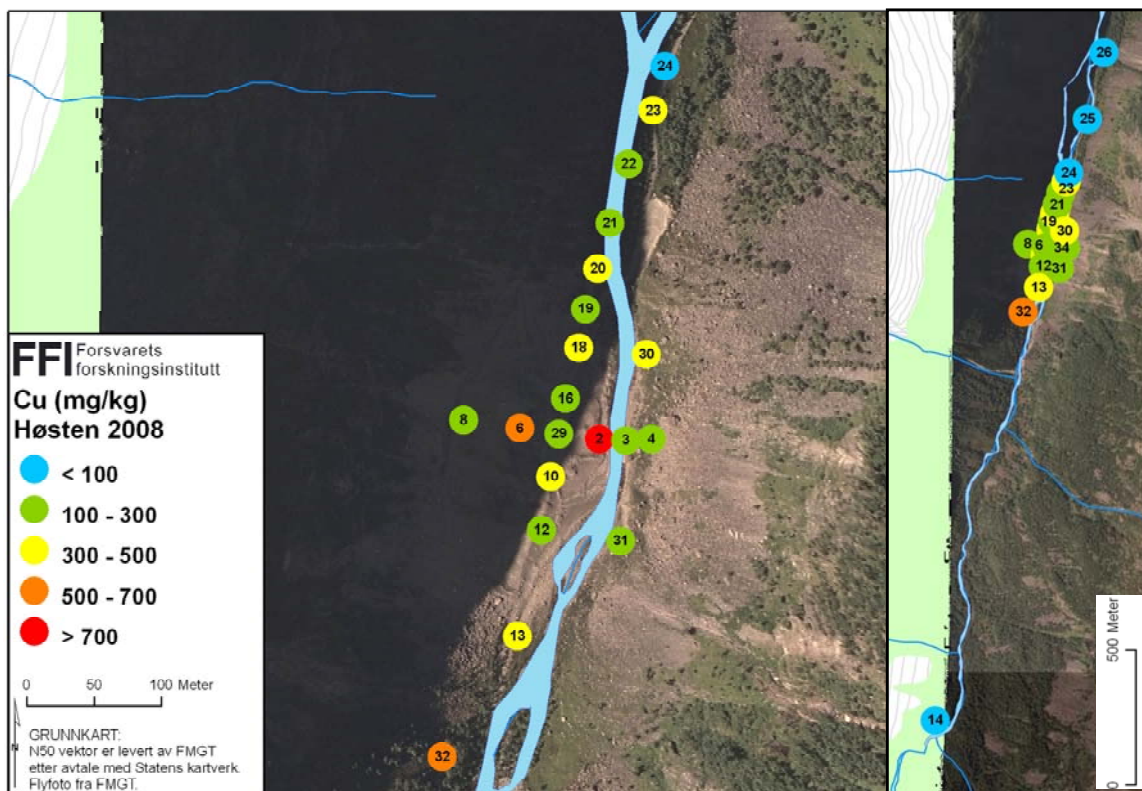
### 3 Resultater

Alle jordprøvene 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 dette laboratoriet. Alle prøvene 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. Det er litt variasjon i konsentrasjonen mellom de ulike prøvepunktene, men nivået ligger stort sett under 500 mg/kg. Tre prøvepunkter av 21 har høyere konsentrasjon enn dette og den høyeste konsentrasjonen ble registrert i prøvepunkt 2 med 791 mg/kg. En av disse tre prøvene var den nye prøven som ble plassert omkring 200 meter sør for den sørligste sprengningsgropa. Det virker derfor som om forurensning fra destruksjon av ammunisjon er spredd lenger sør i dalen enn dette.





Figur 3.1 Konsentrasjonsnivåer av kobber i jordprøver tatt fra Øyradalen i 2008.

Lokale variasjoner 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 2008 er på samme nivå som prøvene tatt høsten 2007 og viser at området har et forhøyet nivå av kobber sammenlignet med referanseprøve og det en kan regne som naturlig for dette området [2].

Det gjennomsnittlige nivået av kobber i destruksjonsområdet (ni prøvepunkter) er ved prøve-taking høsten 2008 på 421 mg/kg. Høsten 2007 ble det i samme området registret en gjennomsnittlig konsentrasjon av kobber på 807 mg/kg (16 prøvepunkter). At gjennomsnittet var såpass høyt i 2007 skyldes at det i prøvepunkt 8 ble registrert 6700 mg/kg. Tas ikke denne verdien med i beregningen så er den gjennomsnittlige konsentrasjonen på 412 mg/kg, noe som er likt med det som nå ble registrert høsten 2008. Ut fra de målingene som er gjort av kobber kan en fastslå at det ikke har vært noen økning av konsentrasjonen fra 2007 i destruksjonsområdet for ammunisjon.

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 330 mg/kg, mens den maksimale konsentrasjonen ble registrert til 765 mg/kg. Dette nivået av sink er tilsvarende med det som ble registrert høsten 2007. Et høyt naturlig nivå av sink i dette området er med på bidra til at nivået av sink ikke er så langt fra nivået av kobber.

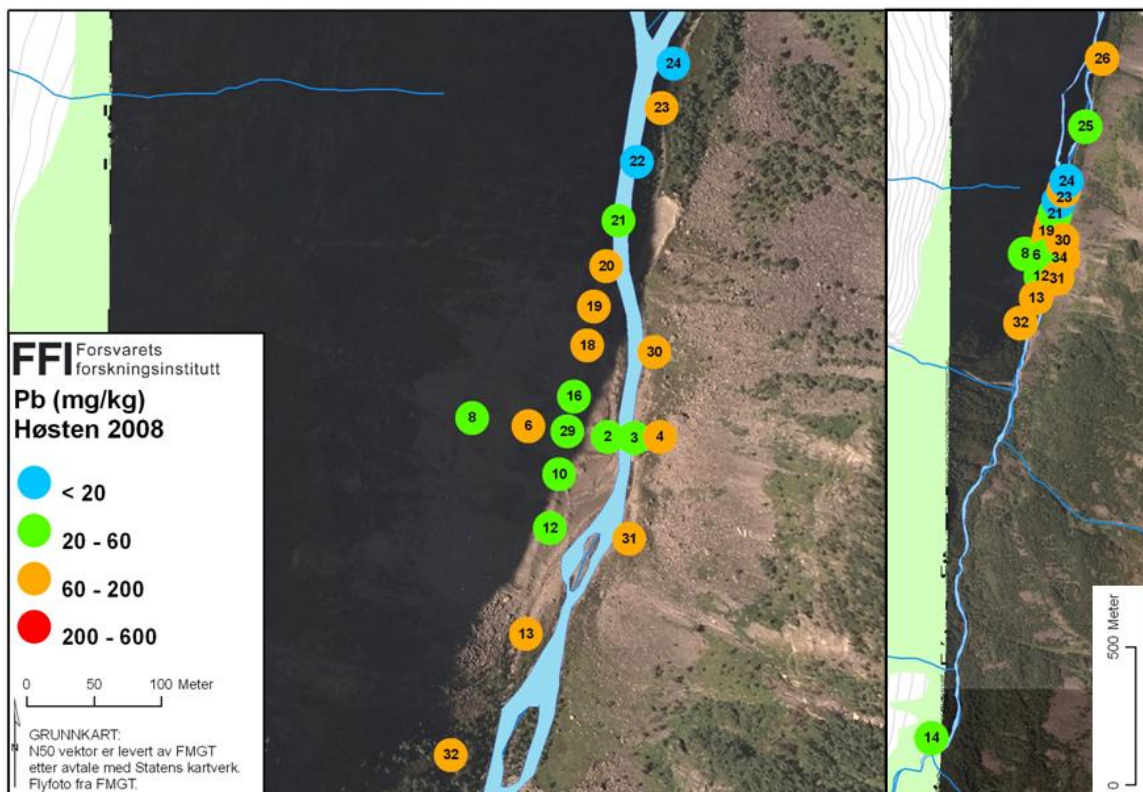
Nivået av kobber i referanseprøve 14 innerst i dalen er på nivå med det som er blitt registrert der tidligere. I de prøvene som er tatt lengst nord i dalen er nivået av kobber også lavt og på nivå med det som regnes som naturlig for dette området [2].

Figur 3.2 viser konsentrasjonsnivåer av bly (Pb) i alle prøvene som ble tatt i Øyradalen høsten 2008. Nivået av bly er en god del lavere enn for kobber og den høyeste konsentrasjonen av bly i destruksjonsområdet ble registrert i prøvepunkt 13 med 127 mg/kg. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av bly i destruksjonsområdet (ni prøvepunkter) er 61 mg/kg. Høsten 2007 ble den gjennomsnittlige konsentrasjonen i destruksjonsområdet beregnet til 74 mg/kg (16 prøvepunkter). Det ser derfor ikke ut til at det har vært noen vesentlig endring det siste året i konsentrasjonen av bly i destruksjonsområdet.

I prøvepunkt 26 (gammel brennplass) er det sporadisk blitt funnet et ekstra påslag av bly [1]. Det ble derfor denne gangen tatt en rekke delprøver fra dette området som ble samlet til en samleprøve for å få et bedre mål på konsentrasjonen av bly i dette prøvepunktet. Det ble også foretatt målinger i felt med XRF for å undersøke om det kunne være punktkilder av bly i området. Målingene med XRF viste noe variasjon i konsentrasjonen, men ingen verdier var urovekkende høye. Konsentrasjonen av bly i denne prøven ble nå målt til 133 mg/kg. Tilsvarende konsentrasjoner er det målt flere ganger de siste fem årene, selv om det i 2007 ble registrert lave konsentrasjoner i dette området. Det foregår ikke noen aktivitet i dette området nå og blyforurensningen kommer sannsynligvis fra at det er brent emballasje som har inneholdt blyforsegling.

Også i prøvepunkt 23 er det tidligere blitt funnet et forhøyet nivå av bly. Ved dette prøvepunktet er det steinete med et tynt lag av vegetasjon. En må derfor nesten skrape jord fra steinene og mellom steinene. Det var ikke noen synlige ammunisjonsrester i dette området. Ved måling rett på steinene med XRF i dette området ble det registrert et forhøyet nivå av bly. Det ble tatt to prøver fra dette området med litt avstand for å undersøke om det var helt lokalt ved prøvepunktet det kunne påvises et for høyt nivå av bly. Resultatene viste at det i begge prøvepunkter var et forhøyet nivå av bly. Det ser ut til at det også er noe mer kobber og antimon (se nedenfor) i dette området enn det som blir registrert både ovenfor og nedenfor dette punktet. En kan derfor 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. Det er ikke usannsynlig at det forhøyde nivået av tungmetaller i dette prøvepunktet kan være forårsaket av et høyt naturlig innhold i de steinmassene som ligger i dette området.

Bly er ofte i legering med antimon (Sb) og det er derfor foretatt analyse av antimon i prøvene. Konsentrasjonen varierer noe i prøvene, men alle prøvene tatt i området viser lave verdier. Det er riktignok høyere verdier i destruksjonsområdet enn det som blir registrert på referansestasjonen og dette skyldes med all sannsynlighet et forhøyet nivå av bly i disse områdene. Både i prøvepunkt 23 og 26 er det et forhøyet nivå av antimon i forhold til referansestasjon. Antimon finnes ofte naturlig sammen med bly og i disse to områdene er det påvist et forhøyet nivå av bly, noe som kan forklare et forhøyet nivå av antimon.



Figur 3.2 Konsentrasjonsnivåer av bly i jordprøver tatt fra Øyradalen i 2008.

### 3.2 Tønjudalen

Figur 3.3 viser konsentrasjonsnivåer av kobber i alle prøvene som ble tatt i Tønjudalen høsten 2008. Målingene viser at det er lave konsentrasjoner av kobber i hele området. De høyeste konsentrasjonene er lokalisert til nærområdet til destruksjonsanlegget. Det er også i dette området at det tidligere er blitt registrert de høyeste konsentrasjonene av kobber [1]. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av kobber i dette området er 22,5 mg/kg (12 prøvepunkter). Høsten 2003 som var siste gang det ble foretatt undersøkelser her var den gjennomsnittlige kobberkonsentrasjonen på 19,3 mg/kg (15 prøvepunkter). Det ser derfor ut til at det er lite kobber som deponeres i området fra aktiviteten i destruksjonsanlegget for håndvåpenammunisjon.

Det er liten forskjell i konsentrasjonen av sink til prøvene som er tatt i Tønjudalen og nivået er tilsvarende med det som er naturlig for dette området [2]. I håndvåpenammunisjon er sink i legering med kobber og ettersom det i liten grad blir påvist tilførsler av kobber vil det i liten grad bli tilførsler av sink.



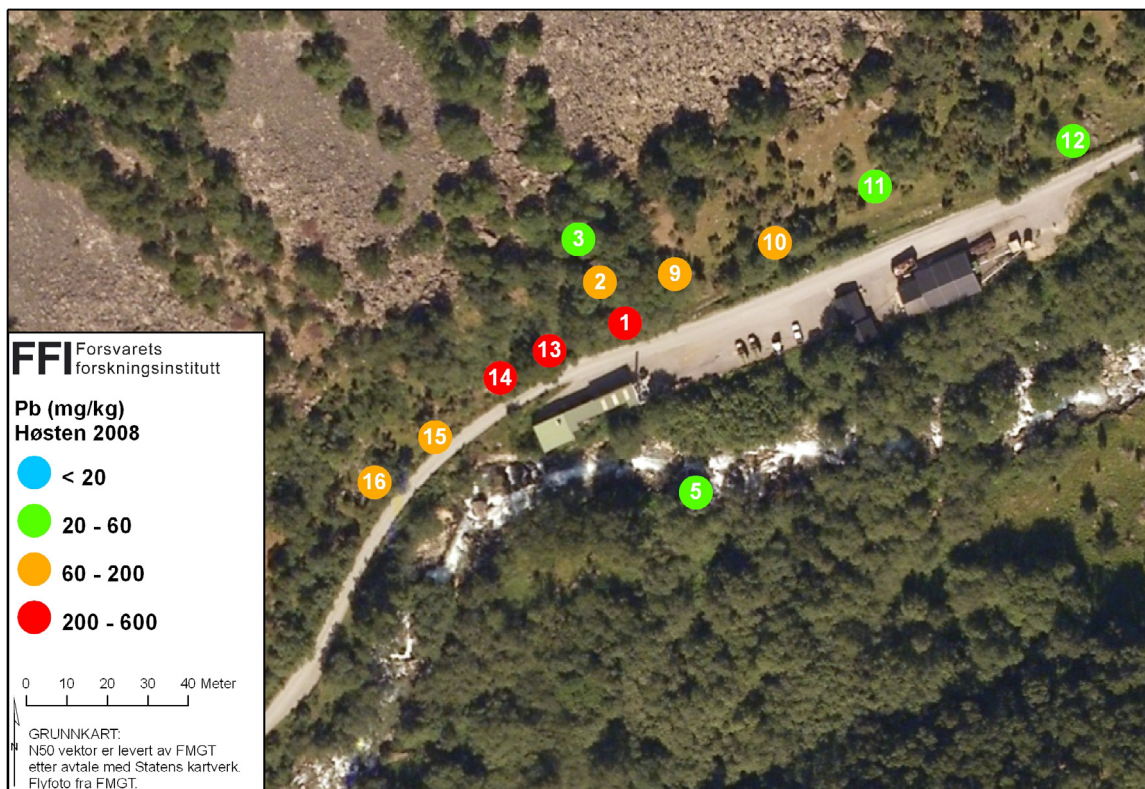


Figur 3.3 Konsentrasjonsnivåer av kobber i jordprøver tatt fra Tønjudalen i 2008.

Figur 3.4 viser konsentrasjonsnivåer av bly i alle prøvene som ble tatt i Tønjudalen høsten 2008. I nærområdet til destruksjonsanlegget er det et tydelig forhøyet nivå av bly, noe som viser at aktiviteten i destruksjonsanlegget fører til nedfall av bly i nærheten av destruksjonsanlegget. Den maksimale konsentrasjonen av bly ble registrert i prøvepunkt 1 med 251 mg/kg. Det ble også i to andre prøvepunkt registrert en konsentrasjon av bly over 200 mg/kg. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen i prøvene tatt langs veien ved destruksjonsanlegget er beregnet til 128 mg/kg.

I 2003 som var forrige gang det ble tatt prøver her var den maksimale konsentrasjonen av bly 210 mg/kg [1]. Da ble det ikke tatt prøve fra prøvepunkt 1. I 2002 ble det i prøvepunkt 1 registrert en blykonsentrasjon på 450 mg/kg [1]. Det kan derfor se ut til at det ikke har vært noen vesentlig økning i konsentrasjonen av bly i nærområdet til destruksjonsanlegget de siste fem årene. Gjennomsnittskonsentrasjonen av bly for prøvene lokalisert langs veien i 2003 er beregnet til 100 mg/kg (uten prøvepunkt 1), mens det for samme område i 2002 ble beregnet en gjennomsnittskonsentrasjon av bly på 189 mg/kg.

Som følge av at antimon er i legering med bly i håndvåpenammunisjon blir det påvist et forhøyet nivå av antimon i prøver med forhøyet nivå av bly. Konsentrasjonen av antimon i prøvene er imidlertid lave.



Figur 3.4 Konsentrasjonsnivåer av bly i jordprøver tatt fra Tønjudalen i 2008.

## 4 Konklusjon

### 4.1 Øyradalen

Det registreres et forhøyet nivå av kobber i Øyradalen som følge av destruksjon av ammunisjon i dette området. Gjennomsnittskonsentrasjonen av kobber i destruksjonsområdet ble høsten 2008 registrert til 421 mg/kg (ni prøvepunkter). Konsentrasjonen av kobber i dette området er på samme nivå med det som er registrert de siste årene.

Det er betydelig lavere konsentrasjon av bly i destruksjonsområdet i Øyradalen og gjennomsnittskonsentrasjonen er beregnet til 61 mg/kg (ni prøver). Dette er på nivå med det som er blitt registrert i området tidligere. Nivået av sink og antimon er også noe forhøyet i dette området som følge av en forhøyet konsentrasjon av kobber og bly.

I prøvepunkt 23 blir det registret et forhøyet nivå av tungmetaller sannsynligvis forårsaket av at steinmasser i dette området inneholder mye tungmetaller. I prøvepunkt 26 er det et forhøyet nivå av bly som følge av det er brent emballasje som sannsynligvis har inneholdt blyforsegling.

I prøvepunkt 32 som er et nytt prøvepunkt og som ble plassert omkring 100 meter sør for prøvepunkt 13 er det en tydelig forhøyet konsentrasjon av kobber. Det anbefales derfor at dette prøvepunktet flyttes 100 meter lenger inn i dalen.

## 4.2 Tønjumdalen

I nærområdet til destruksjonsanlegget i Tønjumdalen blir det registrert et forhøyet nivå av bly, som følge av destruksjon av håndvåpenammunisjon. Den høyeste konsentrasjonen av bly ble registrert til 251 mg/kg, mens gjennomsnittskonsentrasjonen i nærområdet ble beregnet til 128 mg/kg (ni prøvepunkter). Resultatene for 2008 er på samme nivå med det som ble registrert i 2003, som var forrige gang det ble tatt prøver i dette området.

Konsentrasjonen av kobber og sink i prøvene tatt ved destruksjonsanlegget i Tønjumdalen er på nivå med det som er naturlig for dette området og tilsvarende med det som er registrert i dette området tidligere. Konsentrasjonen av antimon er lav, men noe forhøyet i prøver med et forhøyet innhold av bly.



## Appendix A Posisjoner for prøvepunkter

<i>Posisjon</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
21	6760130	429151
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

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

<i>Posisjon</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

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

## Appendix B      Analyseresultater

<i>Prøvenummer</i>	<i>Prøvested</i>	<i>Cu,</i> <i>mg/kg TS</i>	<i>Pb,</i> <i>mg/kg TS</i>	<i>Zn,</i> <i>mg/kg TS</i>	<i>Sb,</i> <i>mg/kg TS</i>
08-1060	Prøve 1 Tønjumdalen	42,3	251	79,1	5,41
08-1061	Prøve 2 Tønjumdalen	16,0	66,9	74,4	1,59
08-1062	Prøve 3 Tønjumdalen	9,56	34,4	49,5	0,955
08-1063	Prøve 5 Tønjumdalen	11,8	30,3	80,0	0,527
08-1064	Prøve 9 Tønjumdalen	21,8	114	84,8	2,38
08-1065	Prøve 10 Tønjumdalen	17,0	96,2	82,1	2,64
08-1066	Prøve 11 Tønjumdalen	10,4	42,3	92,7	0,901
08-1067	Prøve 12 Tønjumdalen	12,8	29,2	90,6	0,521
08-1068	Prøve 13 Tønjumdalen	30,2	210	94,5	4,48
08-1069	Prøve 14 Tønjumdalen	44,3	222	92,0	5,12
08-1070	Prøve 15 Tønjumdalen	29,9	110	104	2,86
08-1071	Prøve 16 Tønjumdalen	24,0	77,4	97,4	1,79
08-1073	Prøve 2 Øyradalen	791	46,6	248	1,15
08-1074	Prøve 3 Øyradalen	227	52,4	226	1,89
08-1075	Prøve 4 Øyradalen	282	60,1	280	1,11
08-1076	Prøve 6 Øyradalen	700	72,3	519	3,70
08-1077	Prøve 8 Øyradalen	219	21,3	162	0,711
08-1078	Prøve 10 Øyradalen	490	51,2	231	1,32
08-1079	Prøve 12 Øyradalen	255	38,8	200	2,24
08-1081	Prøve 13 Øyradalen	415	127	765	3,80
08-1082	Prøve 14 Øyradalen	46,5	20,4	41,7	0,277
08-1083	Prøve 16 Øyradalen	285	51,1	243	1,79
08-1084	Prøve 18 Øyradalen	354	70,3	287	1,26
08-1085	Prøve 19 Øyradalen	282	67,6	315	2,17
08-1086	Prøve 20 Øyradalen	333	87,6	280	1,17
08-1087	Prøve 21 Øyradalen	184	22,5	105	0,862
08-1088	Prøve 22 Øyradalen	257	18,1	109	0,431
08-1089	Prøve 23 Øyradalen	511	114	367	1,84
08-1097	Prøve 23 Øyradalen	401	86	356	1,52
08-1090	Prøve 24 Øyradalen	62,4	14,6	57,6	0,204
08-1091	Prøve 25 Øyradalen	80,7	23,1	71,2	0,181
08-1092	Prøve 26 Øyradalen	67,6	133	251	1,14
08-1093	Prøve 29 Øyradalen	202	39,9	203	1,71
08-1094	Prøve 30 Øyradalen	354	64,5	262	0,722
08-1095	Prøve 31 Øyradalen	282	67,9	330	2,23
08-1096	Prøve 32 Øyradalen	567	122	348	1,70

Tabell A.3    Målte konsentrasjoner av tungmetaller i jordprøver tatt fra Øyradalen og Tønjumdalen høsten 2008.

## Referanser

- [1] Johnsen A., "Overvåkning av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune." FFI-rapport 2008/02017, 2009.
- [2] 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.