

## **Overvåkning av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune**

Arnt Johnsen

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)

30.01.2009

FFI-rapport 2008/02017

108902

P: ISBN 978-82-464-1519-2

E: ISBN 978-82-464-1520-8

## **Emneord**

Destruksjon

Ammunisjon

Overvåkning

Tungmetaller

Lærdal

## **Godkjent av**

Kjetil Sager Longva

Prosjektleder

Jan Ivar Botnan

Avdelingssjef

## Sammendrag

I Øyradalen sør for Lærdal har Forsvaret et destruksjonsanlegg for ammunisjon. Dette området ble etablert i 1976 og har siden vært benyttet av Forsvaret til destruksjon av ammunisjon. Her destrueres ammunisjonstyper med kaliber større enn 20 mm. I tillegg til dette anlegget har Forsvaret et anlegg for destruksjon av krutt og småkaliberammunisjon i Tønjumdalen. Destruksjonen av denne typen ammunisjon foregår i en forbrenningsovn med tilknyttet renselanlegg. Anlegget i Tønjumdalen har vært benyttet siden 1989.

Fra 1991 og fram til 2007 er det foretatt analyser av jordprøver fra Øyradalen for å overvåke konsentrasjonen av tungmetaller. Resultatene viser at det særlig er kobber som er deponert i demoleringsområdet, men også noe bly. De høyeste konsentrasjonene av kobber er registrert på slutten av 1990-tallet. Etter den tid ser det ut til at nivået av kobber har blitt noe redusert, selv om mengden ammunisjon som er demolert ikke har blitt redusert. Dette skyldes sannsynligvis i første rekke at Forsvaret etter år 2000 begynte å fjerne kobberholdige føringsbånd fra ammunisjonen før den ble demolert.

Ved en rekke prøvepunkter i demoleringsområdet er det flere ganger i overvåkningsperioden registrert konsentrasjoner av kobber over 1000 mg/kg. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av kobber i demoleringsområdet var 724 mg/kg høsten 2007. Vurdert ut fra dagens bruk av området vil det ikke være knyttet noen helserisiko til forurensningen av kobber. Området vil imidlertid ikke være egnet til matproduksjon og husdyr. Det er 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. Nivået av bly i demoleringsområdet vil ikke utgjøre en risiko for helse eller beitedyr.

Det er blitt målt normale konsentrasjoner av både totalt organisk karbon og nitrat i Nivla. Det observeres ikke noen forskjell i konsentrasjonen av disse to parametrene nedstrøms i forhold til oppstrøms demoleringsområdet. Rett nedstrøms demoleringsområdet er det ikke registrert konsentrasjoner av nitritt over deteksjonsgrensen i hele overvåkningsperioden.

I Tønjumdalen er det i 1991 og perioden 1999-2003 tatt jordprøver for å overvåke forurensningen av tungmetaller i jorda. Resultatene viser en økende konsentrasjon av bly i nærområdet til forbrenningsanlegget, mens andre tungmetaller har lave konsentrasjoner. Det er derfor klart at det foregår en deponering av bly fra destruksjon av blyholdig håndvåpenammunisjon. Nivået av bly utgjør ikke noen helserisiko ut fra dagens bruk av området, men for beitedyr kan området utgjøre en viss risiko.

For å gjøre vurderinger av en eventuell helserisiko for de som jobber her er det nødvendig å foreta yrkeshygieniske undersøkelser. Det forventes at dette ivaretas av lokalt HMS-arbeid.

Med bakgrunn i resultatene fra den gjennomførte overvåkingen er det foreslått et nytt overvåkningsprogram for både Øyradalen og Tønjumdalen.

## English summary

In Øyradalen south of Lærdal the Military has a destruction facility for munitions. This area was established in 1976, and has since been used by the military for demolition of munitions.

Ammunition with calibre greater than 20 mm is demolished here. In addition, the military has a facility for destruction of gunpowder and small arms munitions in Tønjumdalen. The destruction of such munitions takes place in an incinerator connected to a treatment plant. The facility in Tønjumdalen has been in use since 1989.

From 1991 until today soil samples from Øyradalen have been analysed to monitor the concentration of heavy metals. The results show that there in particular is a deposition of copper in the demolition area, but also some lead has been deposited. The highest concentrations of copper are registered in the late 1990s. Since then, it appears that the level of copper has decreased, although the amount of demolished munitions has not been reduced. This is probably due to changed demolition procedures, which involve removal of the driving band before the munitions are demolished.

In several sample points in the demolition area throughout the monitoring period, it is detected concentrations of copper more than 1000 mg/kg. The average concentration of copper in the demolition area was 724 mg/kg in the autumn of 2007. Based on the current use of the area, this will pose no human health risk. The area will not be suitable for food production or livestock. It is not very likely that grazing animals stay in the area for a very long period of time, but grazing animals can be attracted to the area by other factors. The area can therefore pose a certain risk for grazing animals. The level of lead in the demolition area will not pose a risk to human health or grazing animals.

Normal concentrations of both total organic content and nitrate have been measured in the river Nivla. It has not been observed any difference in the concentration of these two parameters downstream compared to upstream the demolition area. Throughout the monitoring period, the concentration of nitrite in water samples downstream the demolition area has not exceeded the detection limit.

In 1991 and from 1999-2003 samples of soil has been analysed for monitoring the contamination of heavy metals. The result shows an increasing level of lead in the area close to the destruction facility in Tønjumdalen, while other heavy metals show low concentrations. Hence, lead from small arms munitions seems to be deposited. Based on the current land use, the level of lead does not pose any risk for human health. For grazing animals the area may pose a risk.

To assess the health risk for military personnel working in these areas it is necessary to perform an occupational health examination. This is expected to be handled by local HMS-work.

Based on the results from the monitoring data, a new monitoring program for both Øyradalen and Tønjumdalen is recommended.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Gjennomført prøvetaking</b>	<b>8</b>
2.1	Prøver tatt i Øyradalen	8
2.2	Prøver tatt i Tønjumdalen	10
<b>3</b>	<b>Resultater etter 17 års overvåkning i Øyradalen</b>	<b>11</b>
3.1	Tungmetaller i jord	11
3.1.1	Konsentrasjon av bly i jord	12
3.1.2	Konsentrasjon av kobber i jord	14
3.2	Tungmetaller i vann	19
3.3	Målinger av TOC, nitrat og nitritt i vannprøver	21
<b>4</b>	<b>Resultater fra overvåkningen i Tønjumdalen</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>Vurdering av forurensningsnivået i Øyradalen og Tønjumdalen</b>	<b>24</b>
5.1	Forurensningsnivå i Øyradalen	24
5.2	Forurensningsnivå i Tønjumdalen	25
<b>6</b>	<b>Revidert overvåkningsprogram for Øyradalen</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>Revidert overvåkningsprogram for Tønjumdalen</b>	<b>29</b>
	<b>Appendix A Tungmetaller i jordprøver fra Øyradalen</b>	<b>31</b>
	<b>Appendix B Tungmetaller i vannprøver fra Øyradalen</b>	<b>58</b>
	<b>Appendix C TOC, nitrat og nitritt i vannprøver fra Øyradalen</b>	<b>60</b>
	<b>Appendix D Tungmetaller i jord fra Tønjumdalen</b>	<b>63</b>
	<b>Appendix E Posisjoner for prøvepunkter i Øyradalen</b>	<b>70</b>
	<b>Appendix F Posisjoner for prøvepunkter i Tønjumdalen</b>	<b>71</b>
	<b>Referanser</b>	<b>72</b>



## 1 Innledning

Forsvarets logistikkorganisasjon (FLO) har ansvaret for destruksjon av ammunisjon. Dette blir ivaretatt av Forsvarets Anlegg Vestlandet Lærdal, der det er etablert destruksjonsanlegg for ammunisjon. Destruksjon av ammunisjon med kaliber større enn 20 mm blir foretatt i Øyradalen, mens destruksjon av krutt og småkaliberammunisjon blir foretatt i Tønjumdalen.

Anlegget i Øyradalen ble etablert i 1976 og har siden dette vært benyttet av FLO til destruksjon av ammunisjon med kaliber større enn 20 mm. Ved etablering i 1976 ble destruksjonen av ammunisjon foretatt noen hundre meter lenger nord i dalen enn det som er tilfellet i dag. Brannrør fjernes idag fra ammunisjonen og leveres til demontering. Fram til 1999 ble imidlertid også brannrør destruert i Øyradalen. Alle avtagbare metalldeleer fjernes og leveres til gjenvinning. En begynte å fjerne føringsbåndene som sitter på granatene rundt år 2000. Før dette ble granatene destruert med føringsbåndene på granaten. Sporlyssatser og hvitt fosfor-ammunisjon er ikke blitt destruert her. Stort sett blir det benyttet TNT og noe HMX som påleggsladning ved destruksjon av ammunisjonen.

I dag er det lokalisert fem groper etter hverandre langsmed dalen, der fire av disse benyttes til sprengning og en er reserve. Avstanden mellom hver grop er omkring 30 – 40 meter. Et bilde av det området som benyttes for destruksjon er vist i Figur 1.1.



Figur 1.1 Demoleringsområdet i Øyradalen

Ved driftsstart i 1977 ble det stilt krav fra Statens forurensningstilsyn (SFT) om at det skulle gjøres målinger av totalt organisk karbon (TOC), nitrat og nitritt i Nivla før og etter hver demoleringsserie ved destruksjon av 400 tonn ammunisjon [1]. Disse målingene er blitt videreført frem til år 2000. I 1991 ble det avklart med SFT at det ikke ble ansett å være behov for utslippstillatelse for Forsvarets destruksjon av ammunisjon i Lærdal [2].

For å overvåke konsentrasjonen av tungmetaller i demoleringsområdet, 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 og i denne rapporten er det gitt en oppsummering av resultatene fra denne overvåkningen. FLO har hatt ansvaret for at disse prøvene er blitt tatt, mens Forsvarets laboratorietjeneste (FOLAT) har hatt ansvaret for å gjøre de kjemiske analysene. I tillegg til dette har det vært foretatt årlige undersøkelser siden 1993 av tungmetaller i Nivla ved tre stasjoner i forbindelse med overvåking av tungmetaller fra militære skytefelt og demoleringsplasser. Disse undersøkelsene er blitt utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag fra Forsvarsbygg fram til 2006. Det blir fortsatt tatt prøver av Nivla i regi av Forsvarsbygg, men prøvetakingsprogrammet er noe revidert.

I tillegg til destruksjonsanlegget i Øyradalen er det et anlegg for destruksjon av krutt og småkaliberammunisjon i Tønjumdalen som ligger nordvest for Øyradalen. 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 overvåking som i Øyradalen.

## 2 Gjennomført prøvetaking

### 2.1 Prøver tatt i Øyradalen

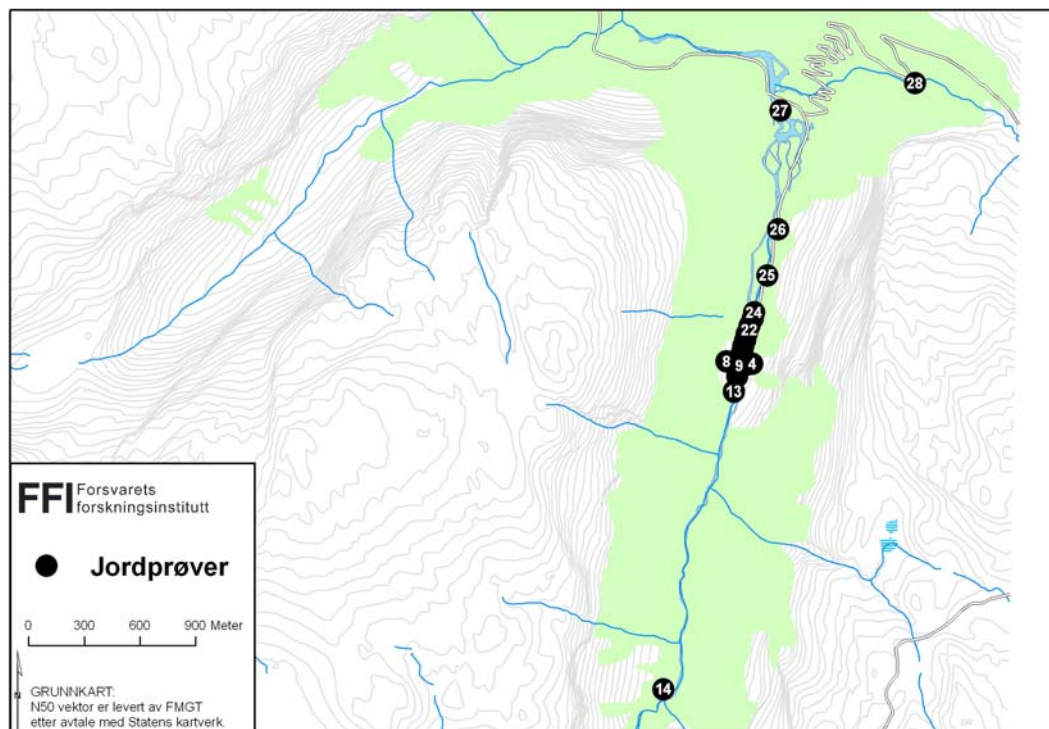
Fra høsten 1992 er det tatt jordprøver fra 28 prøvepunkter i Øyradalen. Disse prøvene er stort sett lokalisert i demoleringsområdet, men det er også tatt prøver fra en referansestasjon øverst i dalen og noen prøver fra demoleringsområdet og ned til administrasjonshuset. Høsten 1991 og våren 1992 er det tatt jordprøver fra henholdsvis 16 og 26 prøvepunkter.

Figur 2.1 viser en oversikt over hvor jordprøvene er tatt i Øyradalen, mens Figur 2.2 viser en mer detaljert oversikt over prøvene tatt i demoleringsområdet. Prøve 14 er en referanseprøve tatt ved vakthytte sør, mens prøve 26 er ved gammel brennplass.

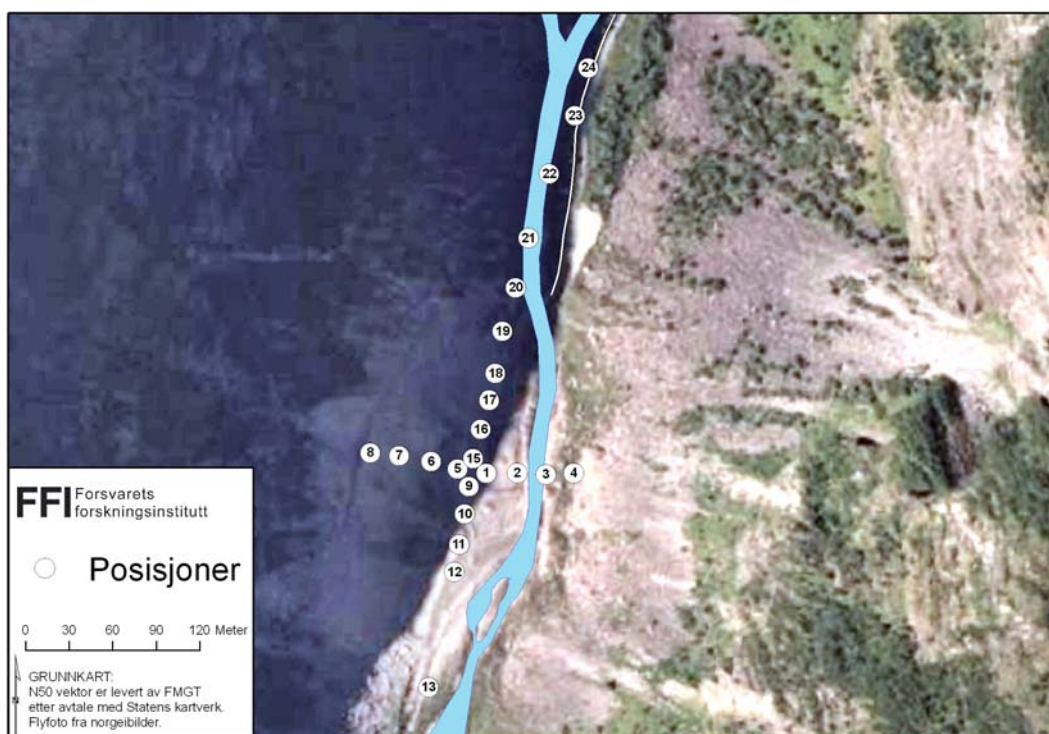
Jordprøvene har vært samlet inn av Forsvarets personell i Lærdal. Det er benyttet et enkelt håndholdt jordbor med indre diameter på 1,5 cm og det er de øverste 3-5 cm som er prøvetatt [3]. Eventuell vegetasjon er først forsiktig fjernet før prøven er tatt. For hvert prøvepunkt er det tatt en samleprøve som har bestått av 10-15 stikk jevnt fordelt innenfor en sirkel med diameter på en meter. Jordprøvene er oppbevart i plastflasker inntil forbehandling og kjemisk analyse.



Prøvene er tørket ved 40 °C i varmeskap og homogenisert før de er siktet gjennom en 2 mm sikt [4]. Fra fraksjonen < 2 mm er det tatt ut 1 gram som er syreoppløst enten i autoklav eller i mikrobølgeovn. Fram til omkring år 2000 er konsentrasjonen av tungmetallene kadmium, bly, krom og kobber analysert. Etter år 2000 er en del flere metaller inkludert i analysene.

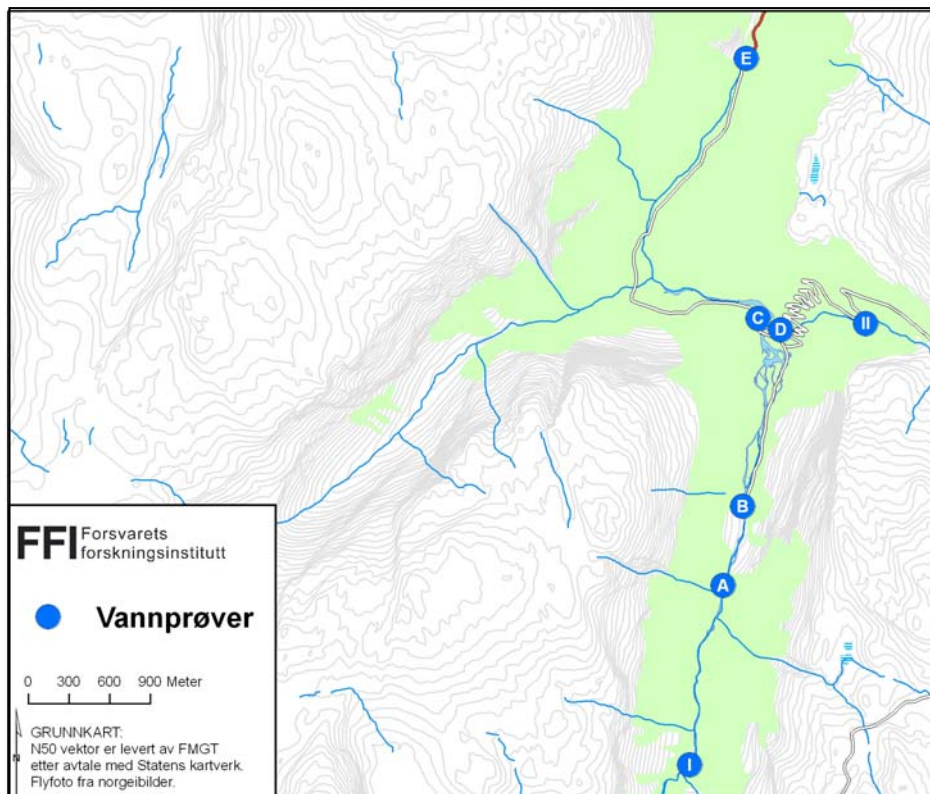


Figur 2.1 Oversikt over lokaliseringen og nummereringen av jordprøver tatt i Øyradalen.



Figur 2.2 Posisjoner og nummerering av prøvepunkter i demoleringsområdet i Øyradalen.

I tillegg til jordprøvene er det også tatt prøver av vann fra Øyradalen og Figur 2.3 viser lokaliseringen av disse. Fra 1977 og frem til 2000 er det stort sett foretatt målinger av TOC, nitrat og nitritt hver vår og høst [5]. I 2002 og 2003 er det også foretatt målinger av tungmetaller i de samme prøvene. I 2000 foretok Forsvarets bygningstjeneste en undersøkelse av vannkvaliteten i Nivla i forbindelse med demolering av ammunisjon i Øyradalen [6]. Det ble da målt turbiditet, temperatur, oppløst oksygen, pH og redokspotensial i tillegg til at det ble tatt prøver for analyse av tungmetaller. Forsvarsbygg har også fanget fisk i Nivla for å undersøke om det kunne påvises en akkumulering av tungmetaller i fisken [6;7]



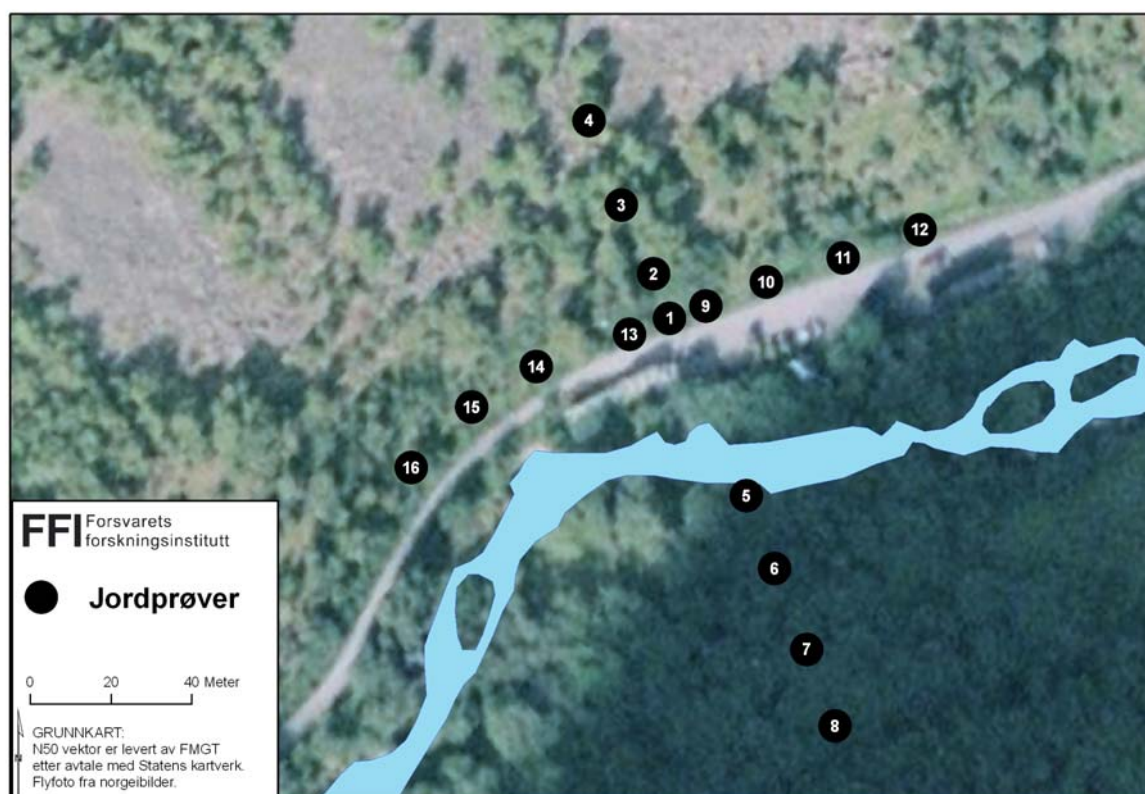
Figur 2.3 Oversikt over vannprøver som er tatt i Øyradalen.

## 2.2 Prøver tatt i Tønjudalen

Destruksjonsanlegget for ammunisjon i Tønjudalen har vært i bruk siden 1988 og de første jordprøvene ble tatt høsten 1991 for å vurdere forurensningsnivået rundt dette anlegget. Destruksjon av ammunisjon foregår ved forbrenning i en ovn på 800 °C [8]. Det er montert tekstilfiltre og sykkloner for å rense røykgassen før den slippes ut gjennom pipa [8]. Fra området rundt destruksjonsanlegget i Tønjudalen er det tatt jordprøver i 1991 og i perioden fra 1999 til 2003. Disse prøvene er tatt på tilsvarende måte med det som det er blitt gjort i Øyradalen. Jordprøvene ble i 1991 analysert for bly kobber, krom og kadmium, mens det i perioden 1999-2003 stort sett er analysert for bly, kobber krom, kadmium, nikkel og sink. I Figur 2.4 er den antatte lokaliseringen til prøvene som er tatt i Tønjudalen vist ut fra beskrivelser fra 1992 [3] og skisse fra Asle Figenschau som har stått for prøvetakingen i perioden fra 1999-2003. I 2001 ble

det tatt fem vannprøver fra Kuvella som renner gjennom Tønjumdalen i området ved destruksjonsanlegget [9].

Det har ved flere anledninger blitt foretatt utslippsmålinger fra destruksjonsanlegget i Tønjumdalen. De første målingene ble foretatt av Norsk institutt for luftforskning (NILU) i 1992 [10]. I 1999 [8] og i 2001 [11] er det også gjennomført utslippsmålinger. I 2002 ble det av NILU foretatt spredningsberegninger for utslipp til luft fra forbrenningsanlegget og det ble konkludert med at korttids bakkekonsentrasjoner av NO<sub>2</sub> er langt høyere enn hva som er akseptabelt [12]. Det ble derfor anbefalt at pipehøyden burde heves fra 12 meter til 34 eller 38 meter avhengig av pipediameter. Det er ikke foretatt noen heving av pipeløpet i henhold til anbefalinger fra NILU.



Figur 2.4 Sannsynlig lokalisering av prøvepunkter i Tønjumdalen ut fra beskrivelse fra 1992 og 1999.

### 3 Resultater etter 17 års overvåking i Øyradalen

#### 3.1 Tungmetaller i jord

Fram til omkring år 2000 er tungmetallene bly, kobber, krom og kadmium analysert. I perioden etter dette er det i tillegg også foretatt analyse av en del flere metaller. Alle måleresultatene fra 1991 til 2007 er oppsummert i Appendix A. Konsentrasjonen av krom ser ut til å være noenlunde stabil i hele overvåkningsperioden og ligger på samme nivå med det som regnes normalt for dette området [13]. Konsentrasjonen av kadmium har stort sett ligget under 3 mg/kg, bortsett fra en



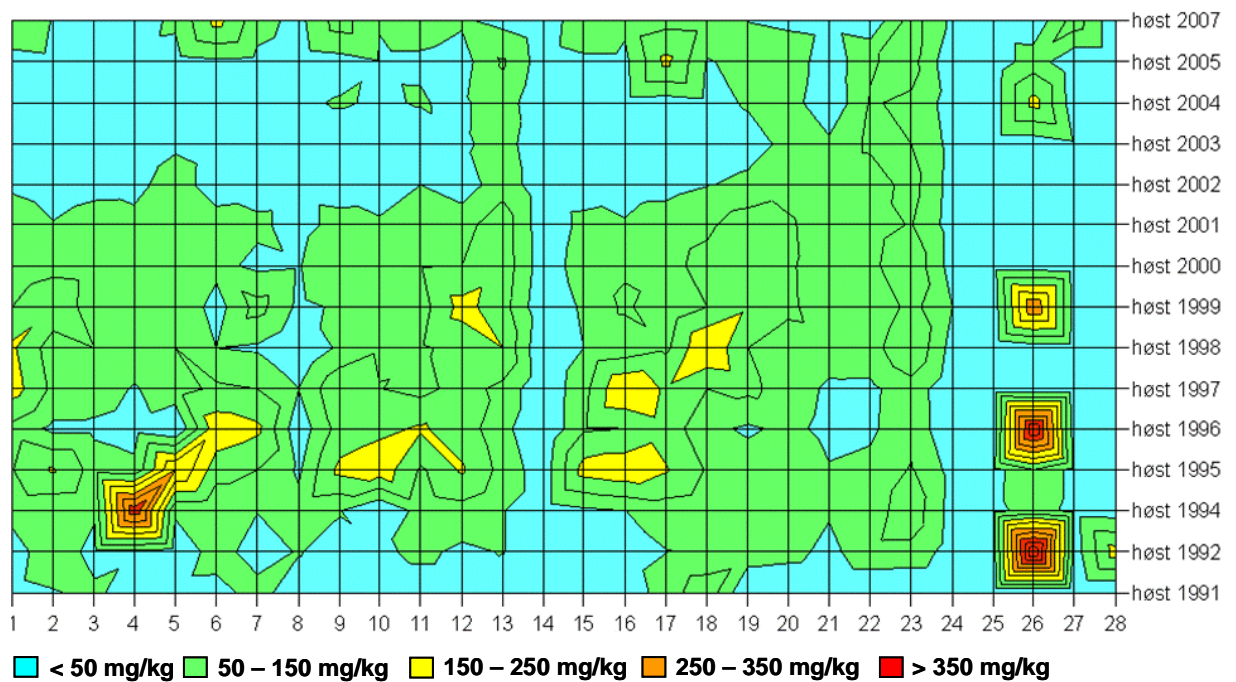
periode fra 1993 - 1997. I denne perioden har konsentrasjonen vært opp mot 10 ganger høyere enn det som ellers er målt. Det mistenkes at dette kan skyldes problemer med analysemetoden som er benyttet, da det også ved referansestasjonen blir målt høye konsentrasjoner av kadmium. Bakgrunnsverdier av kadmium i Norge er rapportert til å ligge mellom 0,1 – 1,7 mg/kg [14]. Nedenfor er det gitt en nærmere beskrivelse av hvordan konsentrasjonen av bly og kobber har vært i overvåkingsperioden. Det er ikke påvist unormalt høye konsentrasjoner av andre målte tungmetaller i prøvene.

### 3.1.1 Konsentrasjon av bly i jord

I Figur 3.1 er det illustrert hvordan konsentrasjonen av bly har endret seg ved de ulike prøvepunktene fra høsten 1991 til høsten 2007. Stort sett er det relativt lave konsentrasjoner av bly i demoleringsområdet. I perioden fra høsten 1994 til høsten 1999 er det ved enkelte prøvepunkter funnet noe mer bly enn det som har vært tilfellet i resten av perioden. Fra år 2000 og frem til år 2007 er det bare sporadisk funnet konsentrasjoner over 150 mg/kg. Ved gammel brennplass (prøvepunkt 26) er det ved noen prøvetakinger funnet et ekstra påslag av bly. Dette kan skyldes at det er blitt brent blyholdig avfall her. Den høyeste konsentrasjonen av bly som er målt i dette prøvepunktet er 7700 mg/kg og ble registrert ved prøvetaking våren 1995. Etter høsten 1996 har konsentrasjonen av bly ved dette prøvepunktet vært  $\leq 300$  mg/kg. Det er derfor sannsynlig at det er foretatt endringer i rutine ved brenning ved denne lokaliteten og det kan også tyde på at de mest forurensede massene er fjernet fra denne lokaliteten. Sammenlignet med prøven tatt fra referansestasjonen (prøvepunkt 14) er det i hele demoleringsområdet en noe forhøyet konsentrasjon av bly, noe som sannsynligvis har sammenheng med den aktiviteten som foregår i dette området. Konsentrasjonen av bly ved referansestasjonen er noe høyere enn det som regnes for bakgrunnsverdi i Norge [14], men konsentrasjonen er på samme nivå med det som er registrert for flomsedimenter i området [13].

I Figur 3.2 er det vist en oversikt over konsentrasjonsutviklingen for bly ved fire utvalgte prøvepunkter i Øyradalen. Konsentrasjonen av bly i jorda ved prøvepunkt 4 som ligger på østsiden av Nivla har variert mellom 20 – 90 mg/kg i overvåkingsperioden, bortsett fra høsten 1994 da det ble registrert 389 mg/kg. I perioden 1998 – 2001 er det funnet noe mer bly ved dette prøvepunktet enn andre år. De siste årene har konsentrasjonen av bly vært rimelig konstant på i overkant av 30 mg/kg.

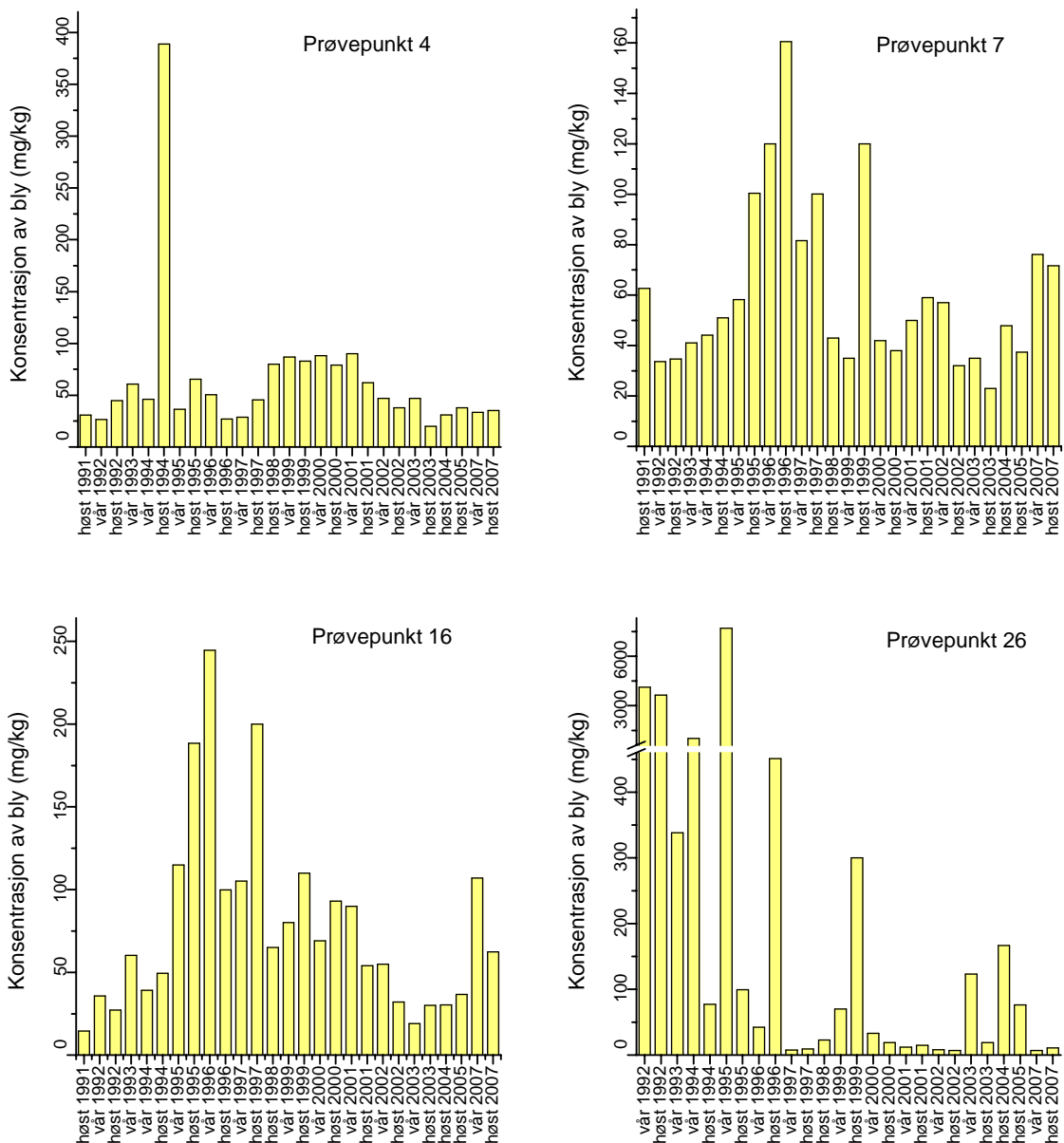
I prøvepunkt 7 som ligger opp langs ryggen av en sprengningsgrop er konsentrasjonen sammenlignbar med det som er funnet ved prøvepunkt 4. De høyeste konsentrasjonene av bly er funnet i perioden på midten av 1990-tallet og frem mot år 2000. De siste årene har konsentrasjonen av bly ligget mellom 23 – 76 mg/kg, altså noe høyere enn for prøvepunkt 4.



Figur 3.1 Konsentrasjoner av bly i jordprøver som er tatt etter avsluttet demolering i årene fra 1991 til 2007. Fargen som er i krysspunktet mellom prøvenummer og prøvetakingsperiode illustrerer konsentrasjonskategori. Farger mellom disse krysspunktene illustrerer en eventuell gradient fra år til år.

I prøvepunkt 16 som ligger rett ved en av sprengningsgropene er konsentrasjonen relativt lik som for prøvepunkt 7. Det er også ved dette prøvepunktet et økt nivå av bly rundt midten av 1990-tallet. I 2007 ble det registrert noe høyere konsentrasjon av bly enn det som har vært tilfellet de siste årene, men konsentrasjonen er ikke så langt fra det som ble registrert ved prøvepunkt 7 i 2007.

I perioden fra målingene startet i 1992 til 1995 er det stort sett funnet høye konsentrasjoner av bly ved prøvepunkt 26 som er ved gammel brennplass. Sporadisk etter dette er det også registrert tildels høye nivåer av bly her. Som nevnt tidligere er det grunn til å tro at de mest forurensede massene er fjernet fra dette området på midten av 1990-tallet. De variasjoner i konsentrasjonen av bly som er påvist de siste årene kan komme av at forurensningen av bly er heterogent fordelt og at prøvetakingen sannsynligvis ikke har foregått i eksakt samme punkt.



Figur 3.2 Oversikt over konsentrasjonsutviklingen av bly ved fire prøvestasjoner i Øyradalen.

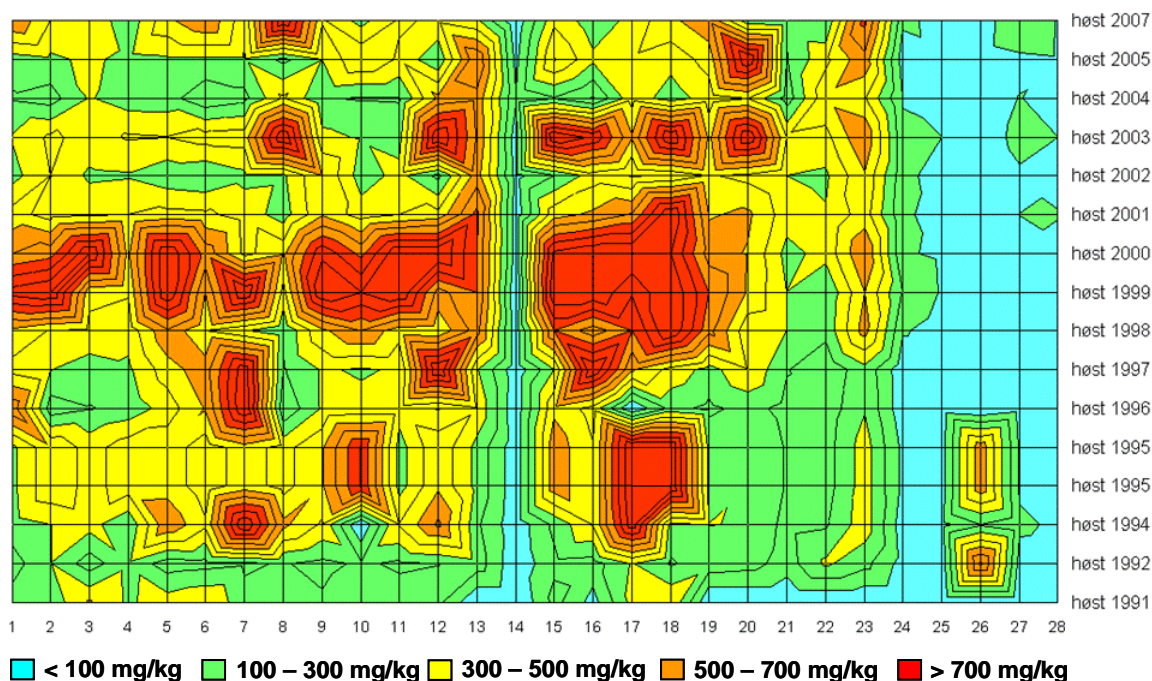
### 3.1.2 Konsentrasjon av kobber i jord

Konsentrasjonen av kobber i jordprøver tatt fra demoleringsområdet er en god del høyere enn det som er tilfellet for bly (Figur 3.3). Dette har nok sammenheng med at ammunisjonen som er demolert i området har inneholdt mer kobber enn bly. Før år 2000 ble ikke føringsbåndene fjernet på granater som ble demolert [15;15]. I tillegg ble det demolert kobberholdige brannrør i dette tidsrommet [15]. Disse to forholdene har derfor ført til en deponering av kobber i dette området. Etter år 2000 begynte en å fjerne føringsbåndene på granatene før de ble demolert, samtidig som brannrør er blitt demontert eller levert inn til gjenvinning. Tilførselen av kobber til området er derfor redusert etter år 2000.

Fra 1991 og fram mot 2001 kan det ses en økende trend i konsentrasjonen av kobber i demoleringsområdet. Fra 2001 og fram til år 2007 ser det ut til at konsentrasjonen av kobber har avtatt noe i demoleringsområdet. Dette kan ha sammenheng med at kobberholdige føringsbånd og brannrør er fjernet før demolering. På slutten av 1990-tallet ble det foretatt omfattende feltarbeid i demoleringsområdet [15] og dette kan også ha bidratt til at de høyeste konsentrasjonene av kobber blir registrert i denne perioden. Etter år 2002 er det blitt demolert vesentlig mer ammunisjon enn i perioden før dette [15]. Likevel ser det ut til at konsentrasjonen av kobber er blitt noe redusert etter år 2000.

Sammenlignet med referanseprøven (prøvepunkt 14) så er konsentrasjonen av kobber betydelig høyere i demoleringsområdet. Konsentrasjonen av kobber i referanseprøven ligger stort sett under 100 mg/kg, men er likevel noe høyere enn det som regnes for bakgrunnsverdier i Norge [14]. Undersøkelser av flomsedimenter fra dette området viser imidlertid at innholdet av kobber er høyt og maksimalverdier på opptil 250 mg/kg er påvist [7]. Den høyeste konsentrasjonen av kobber ble funnet høsten 2005 med over 58000 mg/kg i prøvepunkt 20. Sannsynligvis skyldes dette at fragmenter av kobber finnes i prøven. Ved en rekke prøvepunkter er det i flere prøvetakingsperioder registrert konsentrasjoner av kobber over 1000 mg/kg. I de prøvene som er tatt nord for demoleringsområdet blir det kun funnet lave konsentrasjoner av kobber.

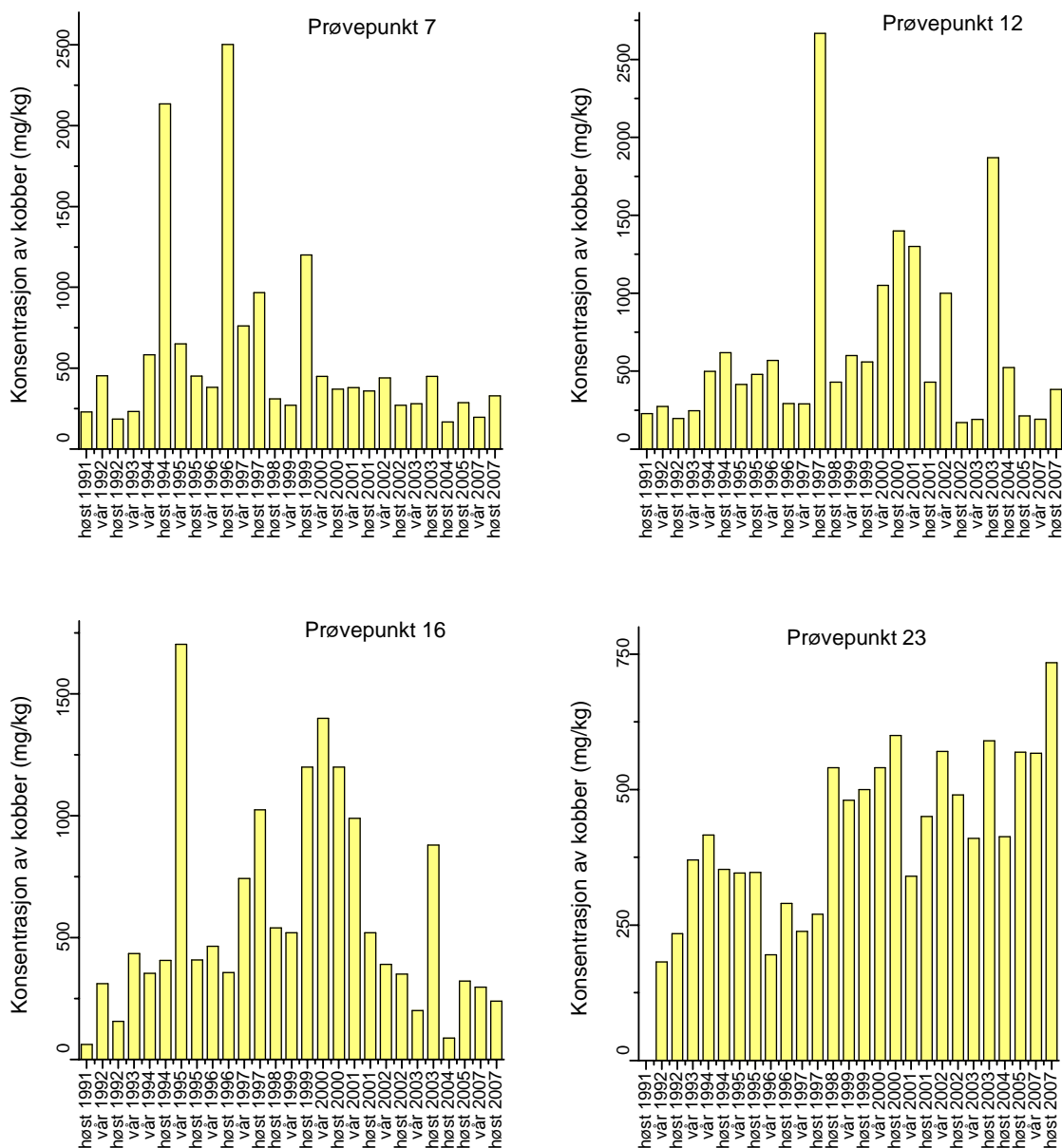
I Figur 3.4 er det vist en oversikt over konsentrasjonsutviklingen til kobber ved fire prøvepunkter i overvåkingsperioden. For de tre prøvepunktene som er lokalisert direkte i demoleringsområdet har konsentrasjonen av kobber variert en god del. Trenden er imidlertid at konsentrasjonen er blitt redusert etter år 2000. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av kobber i overvåkingsperioden ved disse tre stasjonene er rundt 600 mg/kg, mens det ved enkelte år er blitt registrert konsentrasjoner over 2000 mg/kg. De siste årene har konsentrasjonen av kobber ved disse tre stasjonene vært noenlunde stabil og ligger ved siste prøvetaking lavere enn 400 mg/kg. Årsaken til at konsentrasjonen av kobber i demoleringsområdet er redusert etter år 2000 er som tidligere nevnt sannsynligvis som følge av at føringsbåndene er fjernet fra ammunisjonen før demolering etter år 2000.



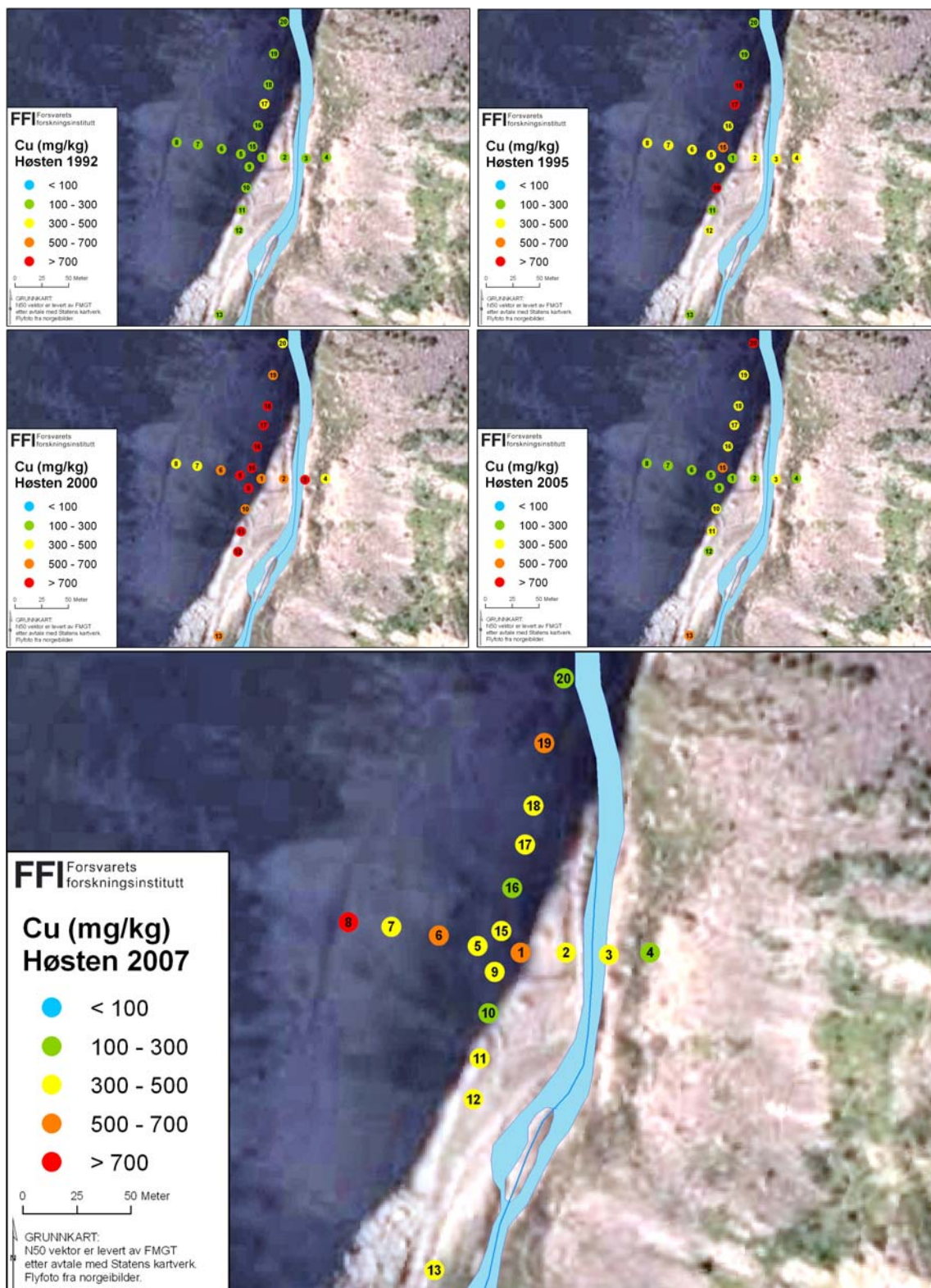
Figur 3.3 Konsentrasjon av kobber i jordprøver som er tatt etter avsluttet demolering i årene fra 1991 til 2007. Fargen som er i kysspunktet mellom prøvenummer og prøvetakingsperiode illustrerer konsentrasjonskategori. Farger mellom disse krysspunktene illustrerer en eventuell gradient fra år til år.

Ved prøvestasjon 23 som ligger et stykke nord for demoleringsområdet og på østsiden av Nivla ser det ut til at konsentrasjonen av kobber gradvis er økt i overvåkningsperioden. Det ser derfor ut til at det i dette området stadig skjer en deponering av kobber. Konsentrasjonen av kobber ble i 2007 målt til over 700 mg/kg, noe som er det nest høyeste av alle prøvepunkter. Det er vanskelig å forklare hvorfor det i prøvepunkt 23 ser ut til å være en ekstra deponering av kobber, da det i prøvepunktet ovenfor og nedenfor er lavere konsentrasjoner av kobber. Det kan derfor være verd å se nærmere på denne lokaliteten for å undersøke hva som kan være årsaken til en stadig økende konsentrasjon av kobber.





Figur 3.4 Oversikt over konsentrasjonsutviklingen av kobber ved fire prøvestasjoner i Øyradalen.



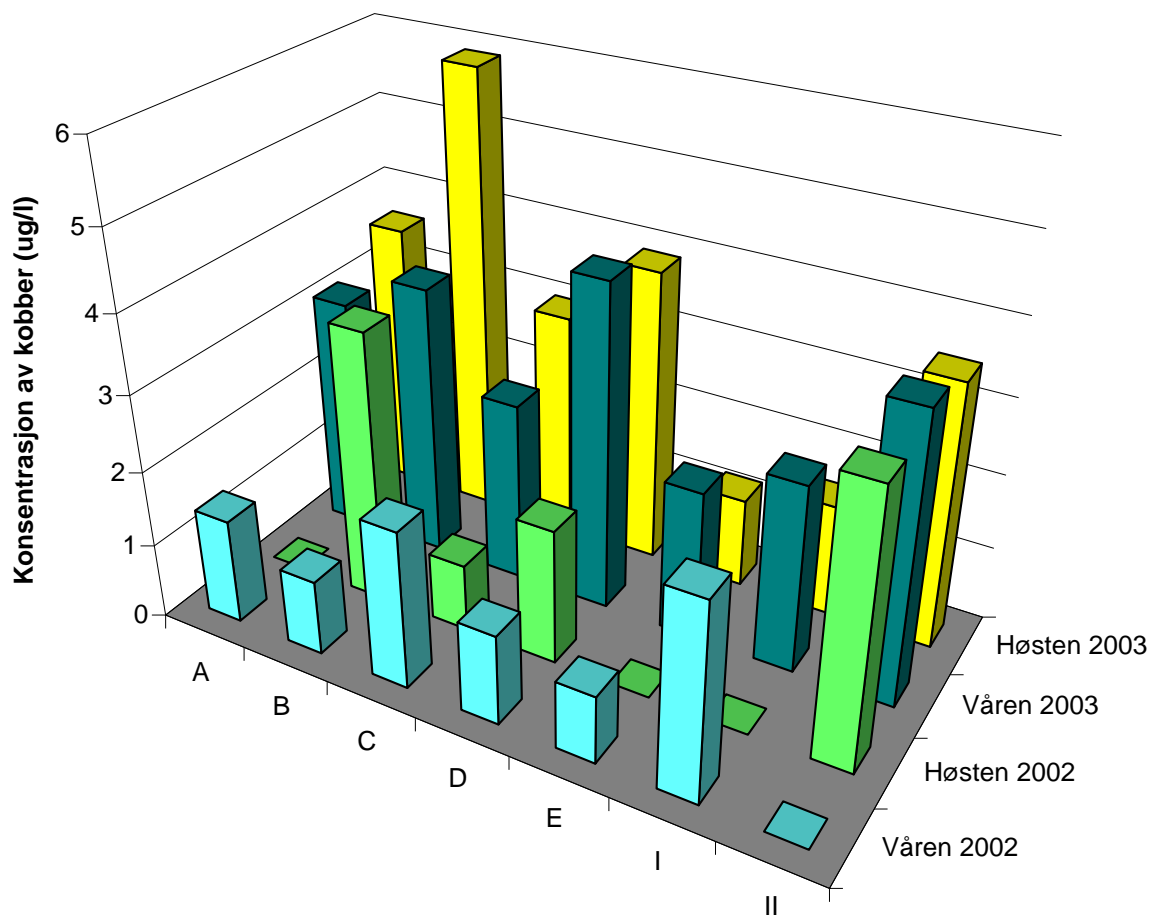
Figur 3.5 Oversikt over konsentrasjonsnivåer av kobber i jordprøver tatt fra demoleringsområdet i Øyradalen om høsten 1992, 1995, 2000, 2005 og 2007.

### 3.2 Tungmetaller i vann

I 2002 og 2003 er det blitt foretatt analyser av syv vannprøver tatt fra Øyradalen og resultatene fra disse analysene er oppsummert i Appendix B. Lokaliseringen av prøvene er vist i Figur 2.3. Prøvene er analysert for kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), mangan (Mn), nikkel (Ni), bly (Pb) og sink (Zn). Av disse elementene er det stort sett bare kobber og sink som er påvist i konsentrasjoner over deteksjonsgrensen. Som det fremgår av Figur 3.6 så har det vært varierende konsentrasjoner av kobber i de ulike prøvepunktene. Prøvepunkt I er en referanseprøve tatt på samme sted som referanseprøve for jord (prøvepunkt 14). I dette prøvepunktet ser det ut til at de høyeste konsentrasjonene av kobber blir registrert om våren, noe som kan ha sammenheng med stor vannføring i Nivla som følge av snøsmelting. Den høyeste konsentrasjonen av kobber er målt til 2,5 µg/l ved dette prøvepunktet. Prøvepunkt II, som også er en referanseprøve, er lokalisert øverst i fossen av Øydalselvi. Her er det målt en noe høyere konsentrasjon av kobber enn det er i prøvepunkt I. I forbindelse med overvåkning av metallforurensning fra militære skytefelt fra demoleringsplasser har NIVA tatt prøver av vann fra Nivla [16]. Ved deres referansestasjon som ligger omkring 1,4 km nærmere demoleringsområdet enn prøvepunkt I, har konsentrasjonen av kobber variert mellom ca 1,3 – 3,1 µg/l. De siste målingene som er rapportert ved denne stasjonen er om høsten 2006 [17]. Det ble da tatt en prøve i oktober og en i slutten av november og konsentrasjonen av kobber var henholdsvis 2,2 og 3,8 i disse to vannprøvene. Plasseringen av referansestasjon til NIVA ser ut til å være lokalisert på samme sted som prøvepunkt A. I prøvepunkt A er det registrert opp mot 3,6 µg/l kobber. De målingene som er gjort oppstrøms demoleringsområdet ser derfor ut til å være i overensstemmelse med det som er målt av NIVA.

De høyeste konsentrasjonene av kobber er registrert i prøvepunkt B som ligger rett nedstrøms demoleringsområdet og i prøvepunkt D som er plassert i Øydalselvi like før den renner ut i Nivla. I prøvepunkt B er den høyeste konsentrasjonen av kobber målt til 5,9 µg/l. I overvåkingen som NIVA har gjennomført er det en stasjon som ligger omtrent der prøvepunkt B ligger. Den høyeste konsentrasjonen av kobber som er målt her er på 4,8 µg/l [16]. I 2006 var den høyeste konsentrasjonen av kobber 5,1 µg/l i dette prøvepunktet [17]. Målingene av kobber foretatt i prøvepunkt B er på samme nivå med det som er registrert av NIVA i samme område. Nivået her er noe høyere enn det som blir registrert ved referansestasjonen oppstrøms demoleringsområdet. Det ser derfor ut til at det er en viss avrenning av kobber fra demoleringsområdet og ut i Nivla.

I prøvepunkt C og prøvepunkt D er det registrert ganske like konsentrasjoner av kobber, der prøvepunkt D har en noe høyere konsentrasjon enn prøvepunkt C. Ut fra målingene i prøvepunkt D og prøvepunkt II kan det se ut til at Øydalselvi har en noe høyere konsentrasjon av kobber enn det som finnes i Nivla. Et stykke oppstrøms prøvepunkt C ligger en skytebane og avrenning herfra vil sannsynligvis påvirke vannkvaliteten i prøvepunkt C. Prøvepunkt C er i nærheten av der NIVA har hatt overvåkningsstasjon. Her er det målt konsentrasjoner av kobber fra 1,7 til 5,5 µg/l som er på samme nivå med det som er registrert i prøvepunkt C. De laveste konsentrasjonene av kobber er funnet ved prøvepunkt E som ligger lengst ned i dalen. Dette skyldes sannsynligvis en fortykning ved at elver og bekker tilfører vann til Nivla nedstrøms prøvepunkt C.



Figur 3.6 Oversikt over konsentrasjonen av kobber i vannprøver tatt fra Øyradalen.

I 2000 ble det av Forsvarets bygningstjeneste foretatt undersøkelse av tungmetaller i Nivla i forbindelse med demolering i Øyradalen. Det ble da tatt vannprøver i nærheten av administrasjonshuset altså ikke så langt fra prøvepunkt C. Her kunne det spores enn viss økning av konsentrasjonen til kobber utover dagen mens demolering foregikk [6]. En tilsvarende, men mer omfattende undersøkelse, ble foretatt av Forsvarets bygningstjeneste i september 2000 [7]. Rett nedstrøms demoleringsområdet ble det rett etter demolering påvist en klar økning av konsentrasjonen til kobber og bly. Det tok omkring 90 minutter etter demolering før konsentrasjonen av disse to metallene var nede på bakgrunnsnivå igjen. Lenger nedstrøms i Nivla ble det i liten grad påvist noen endring av konsentrasjonen til tungmetaller. Det er ikke beskrevet i de undersøkelsene som Forsvarets bygningstjeneste har utført om det er foretatt filtrering av vannprøvene i felt. Det er derfor sannsynligvis foretatt analyser av totaltinnholdet av tungmetaller i vannet. Den spontane økningen av tungmetaller ved demolering kan skyldes at det blir tilført partikler til vannet i Nivla, men at disse partiklene sedimenterer relativt raskt nedover i Nivla. Fem timer etter demolering var det ikke mulig å påvise noen endring av konsentrasjonen til tungmetaller i vannet ved innløpet til deltaområdet ved administrasjonshuset. Undersøkelsen av fisk i Nivla viser at det ikke er knyttet noen helserisiko til å spise fiskefilet basert på de målinger av tungmetaller som er gjort [7]. Likevel bør generelle nasjonale kostholdsråd for ferskvannsfisk følges.

### 3.3 Målinger av TOC, nitrat og nitritt i vannprøver

Fra 1977 til 2000 er det foretatt målinger av TOC, nitrat og nitritt i vannprøver fra prøvepunkter vist i Figur 2.3. I Appendix C er det vist en oversikt over analyseresultatene for disse målingene. Prøvene er tatt om våren før demoleringen startet og om høsten etter at demoleringen er avsluttet for sesongen. Konsentrasjonen av TOC har stort sett ligget rundt 2-3 mg C/l i overvåkingsperioden [18]. I enkelte prøvepunkt er det av og til målt høyere konsentrasjoner enn dette. Den høyeste konsentrasjonen av TOC ble målt i 1979 og det ble da registrert 26 mg C/l. Generelt ser det ut til at innholdet av TOC er høyere om våren enn om høsten, noe som kan skyldes naturlige forhold som at mer organisk materiale blir tilført under vårløsningen [18]. Konsentrasjonen av TOC rett nedstrøms demoleringsområdet er på samme nivå med det som blir registrert oppstrøms demoleringsområdet. Det er derfor ingen tegn som tyder på at demoleringen tilfører målbare mengder av TOC til Nivla. Etter som det nærmest ikke blir påvist rester av eksplosiver i Nivla [19], er det lite sannsynlig at tilførsler av eksplosivrester vil gi en målbar økt konsentrasjon av TOC. Imidlertid vil en kunne tenke seg at det rett etter demolering blir tilført jord til Nivla som følge av at jord kastes opp ved detonasjon og deponeres, eller at trykkbølgen fra detonasjonen fører til at partikler i bunnen av Nivla rives løs og transporteres nedover i elva. Undersøkelser som Forsvarets bygningstjeneste utførte i 2000 kunne tyde på at partikkelkonsentrasjonen i Nivla økte noe rett etter demolering [7]. En økt partikkelkonsentrasjon i Nivla vil kunne gi opphav til en økt konsentrasjon av TOC.

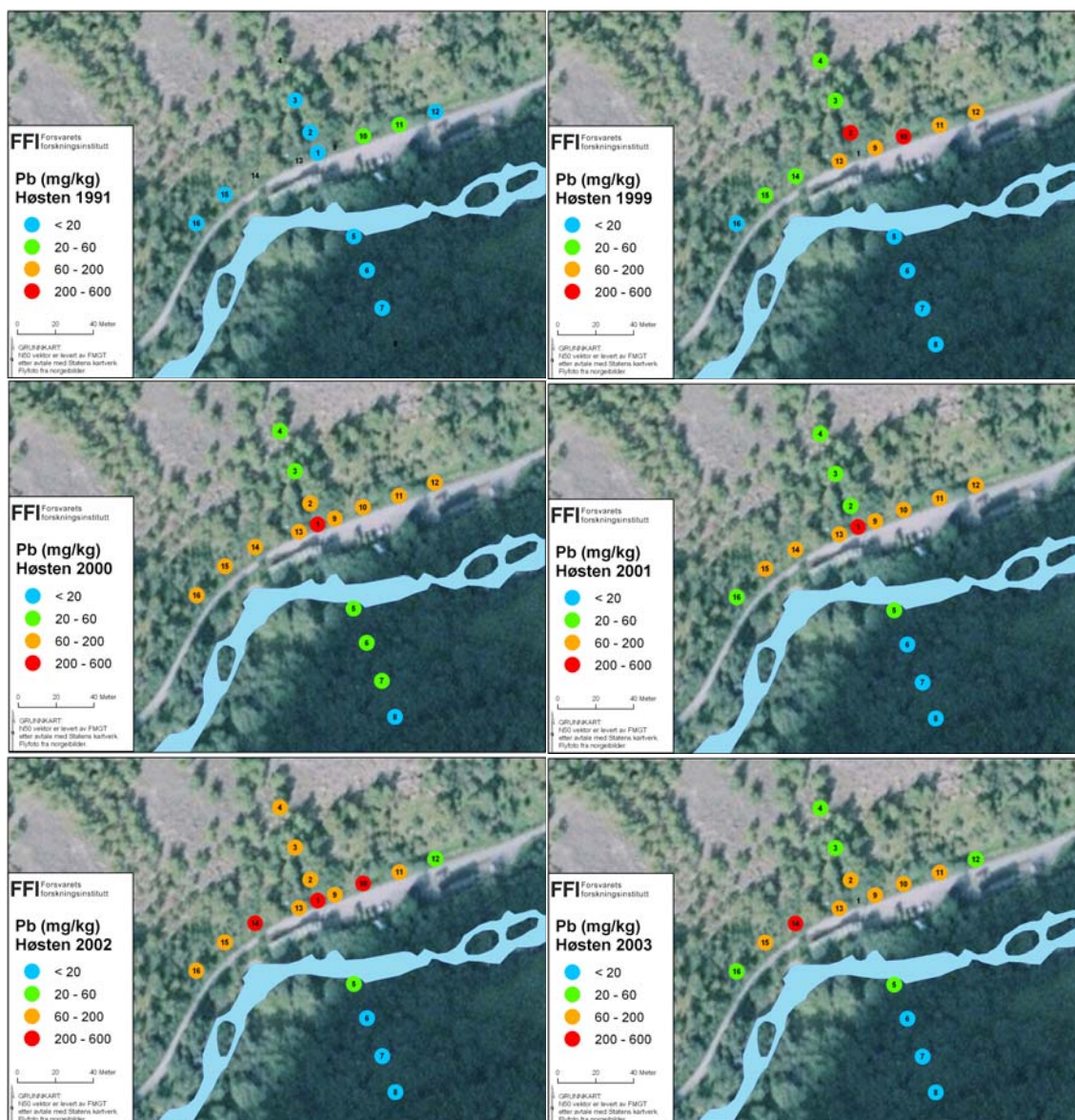
Konsentrasjonen av nitrat har variert noe i overvåkingsperioden, men stort sett vært lavere enn 100 µg N/l [18]. Analyse av nitrat i vann fra 300 innsjøer i Sør-Norge viser at konsentrasjonen i hovedsak ligger under 200 µg N/l, mens gjennomsnittet ligger på rundt 100 µg N/l [20]. Det synes derfor som om at det er normale konsentrasjoner av nitrat i Nivla. Det ser ikke ut til å være noen forskjell i konsentrasjonene av nitrat oppstrøms demoleringsområdet i forhold til nedstrøms demoleringsområdet. De variasjonene som er påvist skyldes derfor sannsynligvis naturlige variasjoner. Den høyeste konsentrasjonen av nitrat som er målt er 315 µg N/l og det var ved prøvepunkt E som er det nederste prøvepunktet i Nivla. I løpet av hele denne måleperioden har det kun ved ett tilfelle blitt målt konsentrasjoner av nitritt så vidt over deteksjonsgrensen for målemetoden i en prøve.

Sannsynligvis vil demoleringen i liten grad medføre tilførsler av både nitrat og nitritt i Nivla, da dette ikke vil være forbindelser som dannes ved detonasjon av de mest brukte sprengstoffene. Ved detonasjon vil omtrent 100 % av sprengstoffene omsettes til karbondioksid, vann, nitrogen, hydrogen og karbon. De analysene som ble gjort av Forsvarets bygningstjeneste i 2000 viser at det kun er mulig å spore forurensningspåvirkning av Nivla rett nedstrøms demoleringsområdet kort tid etter demolering. Lenger ned i Nivla (600-700 m) er det nærmest ikke mulig å påvise noen påvirkning av vannkvaliteten som følge av demoleringen. Prøvene som er tatt for analyse av TOC, nitrat og nitritt er ikke tatt rett etter avsluttet demolering og de vil derfor i liten grad kunne si noe om demoleringene forårsaker forurensning av Nivla. Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) har foretatt analyse av eksplosiver i vann fra Nivla i 2006 i etterkant av demolering og det ble da kun funnet spor av eksplosiver i vannet rett nedstrøms demoleringsområdet [19].



## 4 Resultater fra overvåkningen i Tønjudalen

Måleresultatene fra undersøkelsen av tungmetaller i Tønjudalen er vist i Appendix D, mens det i Figur 4.1 og Figur 4.2 er vist en oversikt over konsentrasjonsnivåer for henholdsvis bly og kobber i den prøvetatte perioden. Det ble generelt funnet lave konsentrasjoner av de målte tungmetallene i området ved den første prøvetakingen i 1991. Nivåene av både bly og kobber er omtrent på nivå med det som er naturlig forekomst i dette området [13].

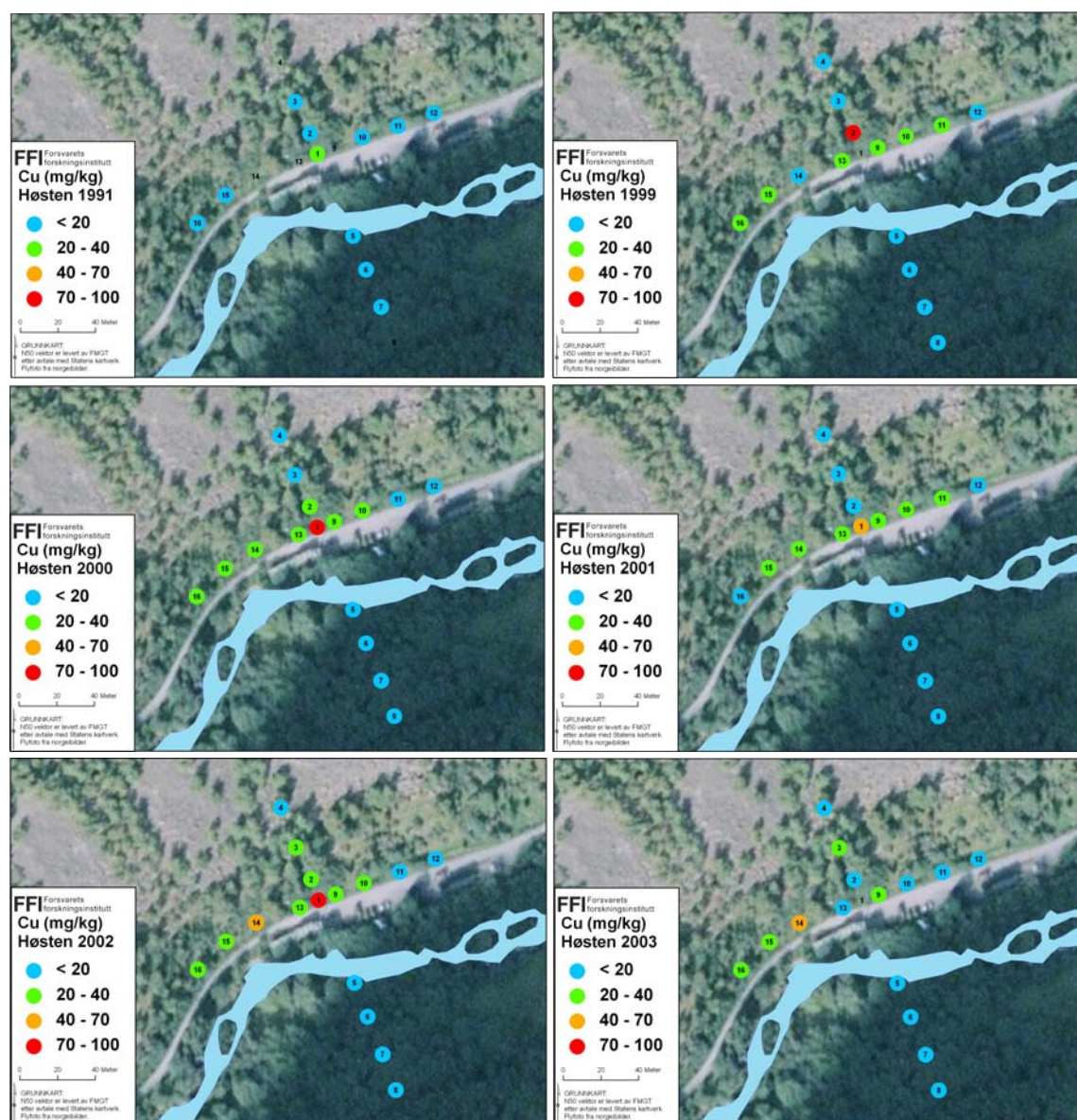


Figur 4.1 Konsentrasjonsnivåer av bly i jordprøver fra Tønjudalen i prøvetatt periode.

I perioden fra 1991 til 1999 er konsentrasjonen av bly økt noe i nærområdet til destruksjonsanlegget. Det ser ut til at bly deponeres langs dalen i vest/øst-retning fra pipa til forbrenningsovnen. På sørsiden av elva Kuvella er det lite bly som deponeres. Dette kan ha noe med at vindretningen sannsynligvis er langs dalen og ikke på tvers av dalen. I et område på omkring 70 meter i vestlig og østlig retning fra forbrenningspipa kan det påvises en økt



konsentrasjon av bly. Undersøkelser av støv som slippes ut fra pipa til destruksjonsanlegget viser at det er bly som dominerer i konsentrasjon [8;11]. Dette forårsakes av at håndvåpenammunisjon stort sett inneholder mye bly. Bly har et relativt lavt kokepunkt i forhold til andre tungmetaller i ammunisjon og en forbrenningstemperatur på 800 grader vil derfor føre til fordampning av bly. I håndvåpenammunisjon er bly som regel i legering med antimon. Det er ikke foretatt målinger av antimon i jordprøver fra Tønjumdalen, men analyser av røykgassen fra destruksjonsanlegget viser at noe antimon også slippes ut [8].



Figur 4.2 Konsentrasjonsnivåer av kobber i jordprøver fra Tønjumdalen i prøvetatt periode.

Ut fra de undersøkelsene som er gjort fra 1999 – 2003 kan det se ut til at det er en viss økning av konsentrasjonen til kobber i de prøvene som er tatt langs veien ved destruksjonsanlegget. Det er imidlertid lave konsentrasjoner av kobber i hele området og på sørsiden av Kuvella er det ikke påvist noen økt konsentrasjon av kobber. Det ser derfor ut til at det i liten grad forekommer utslipp av kobber fra destruksjonsanlegget i Tønjumdalen. Målinger som er gjort av røykgassen

fra destruksjonsanlegget viser at det er noe utslipp av kobber, men at nivået er langt lavere enn for bly [8].

Konsentrasjonen av de andre målte tungmetallene i perioden 1999 – 2003 ser ut til å være stabil i hele prøvetakingsområdet og holder seg på et lavt nivå og innenfor det som er normalt for dette området [13].

Det er tatt fem vannprøver fra Kuvella i 2001, både oppstrøms og nedstrøms forbrenningsanlegget [9]. I alle prøvene ble det funnet lave konsentrasjoner av tungmetaller bortsett i en prøve, der det ble funnet høy konsentrasjon av sink. Måleresultatene fra 2001 er vist i Tabell 4.1.

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Cd</i> <i>µg/l</i>	<i>Cr</i> <i>µg/l</i>	<i>Cu</i> <i>µg/l</i>	<i>Mn</i> <i>µg/l</i>	<i>Ni</i> <i>µg/l</i>	<i>Pb</i> <i>µg/l</i>	<i>Zn</i> <i>µg/l</i>
Ved forbrenningsovn	< 0,35	< 0,48	< 0,80	0,50	< 0,38	< 1,7	1,90
Ved kontorbygg	< 0,35	< 0,48	< 0,80	0,30	< 0,38	< 1,7	1250
Ved bygg 16	< 0,35	< 0,48	< 0,80	< 0,21	< 0,38	< 1,7	2,10
Liten bro (ved ristelegg)	< 0,35	< 0,48	< 0,80	< 0,21	< 0,38	< 1,7	2,80
Referanse, øvre elv	< 0,35	< 0,48	< 0,80	< 0,21	< 0,38	< 1,7	1,70

Tabell 4.1 Målte konsentrasjoner av tungmetaller i Kuvella i Tønjumdalen [9].

## 5 Vurdering av forurensningsnivået i Øyradalen og Tønjumdalen

### 5.1 Forurensningsnivå i Øyradalen

Av de målte tungmetallene er det stort sett bare konsentrasjonen av bly og kobber som er høyere enn det som regnes for normalt i dette området. Konsentrasjonen av bly i jorda er redusert etter 2001 og er i mange prøvepunkter lavere enn 50 mg/kg, selv om det ser ut til å ha steget noe i 2007. Normverdi for mest følsomt arealbruk er på 60 mg/kg [14]. Måleresultatene for 2007 viser at konsentrasjonene av bly ved en rekke prøvepunkter er over 60 mg/kg og overstiger derfor normkonsentrasjon for mest følsomt arealbruk.

Demoleringsområdet i Øyradalen vil ikke klassifiseres som et området med mest følsomt arealbruk, men et åpent område hvor mennesker oppholder seg i begrensede perioder av døgnet, og hvor det ikke dyrkes grønnsaker eller at grunnvann benyttes som drikkevannskilde. FFI har foretatt en beregning av hvilke akseptkriteria en har i slike områder og for bly vil en kunne tillate 1000 mg/kg [21]. Forurensningen av bly i jord fra demoleringsområdet vil derfor ikke utgjøre noen helserisiko.



Akseptkriteria for matproduksjon og husdyr er for bly beregnet til 100 mg/kg [21]. Ved prøvetaking i 2007 var det bare ved to prøvepunkter om høsten og ett om våren i demoleringsområdet at konsentrasjonen av bly oversteg dette. Nivået av bly anses derfor heller ikke å være en risiko for beitedyr som ferdes i området. I prøvepunkt 26 er det på 90-tallet tidvis målt høye konsentrasjoner av bly (maksimalt 7700 mg/kg våren 1995). Selv om det etter 2000 er målt relativt lave konsentrasjoner her anbefales det å undersøke området mer grundig for å få oversikt over en eventuell blyforurensning i dette området.

Konsentrasjonen av kobber har vært jevnt høy på mange av prøvepunktene i overvåkingsperioden, selv om det kan spores en viss nedgang etter 2000. Normverdi for mest følsomt arealbruk for kobber er 100 mg/kg [14]. Alle prøvepunkter i demoleringsområdet har høyere konsentrasjon av kobber enn dette. Som nevnt ovenfor er demoleringsområdet et åpent område hvor mennesker oppholder seg i begrensede perioder av døgnet. Med bakgrunn i en slik arealbruk har FFI beregnet et akseptkriterium for kobber på 700000 mg/kg. Den høyeste konsentrasjonen av kobber som er funnet i overvåkingsperioden er 58000 mg/kg. Det er derfor ikke knyttet noen form for helserisiko til forurensningen av kobber i jord fra demoleringsområdet.

Akseptkriteriet for matproduksjon og husdyr er for kobber 100 mg/kg [21]. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av kobber i demoleringsområdet var høsten 2007 på 724 mg/kg, med en maksimalkonsentrasjon på 6700 mg/kg. Området vil derfor ikke være egnet til matproduksjon og husdyr. 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.

For Forsvarets personell som arbeider i dette området anses luftutslipp ved detonasjon og 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 nødvendig å foreta yrkeshygieniske undersøkelser. Det forventes at dette ivaretas av lokalt HMS-arbeid.

## **5.2 Forurensningsnivå i Tønjumdalen**

Nivået av tungmetaller i de prøvene som ble tatt i Tønjumdalen i 1991 er stort sett på nivå med det som regnes for normalt i dette området. Konsentrasjonen av de målte tungmetallene er under det som er satt som normverdi for mest følsom arealbruk [14].

Etter 1991 er det blitt en markant økning i konsentrasjonen av bly og konsentrasjonen er nå stort sett over 60 mg/kg langs veien øst og vest for destruksjonsanlegget. På sørsiden av Kuvella er det fortsatt lave konsentrasjoner av bly. Det er derfor tydelig at destruksjonen av ammunisjon i dette området har ført til deponering av bly. Den høyeste konsentrasjonen av bly er målt i år 2000 nærmest pipa til destruksjonsanlegget og konsentrasjonen var 600 mg/kg. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av bly i området øst/vest for pipa til destruksjonsanlegget var høsten 2003 på i underkant av 100 mg/kg, mens den i 2002 var i overkant av 150 mg/kg. Konsentrasjonen av bly

er derfor nå over normen for mest følsomt arealbruk på 60 mg/kg [14] i nærområdet til destruksjonsanlegget.

Området der destruksjonsanlegget i Tønjumdalen er lokalisert vil ikke klassifiseres som et området med mest følsomt arealbruk, men heller et åpent område hvor mennesker oppholder seg i begrensede perioder av døgnet. FFI har foretatt en beregning av akseptkriteria for dette området, og for bly vil en kunne tillate 1000 mg/kg [21]. De nivåene av bly som er påvist i jord fra dette området vil derfor ikke utgjøre noen helserisiko.

Ettersom nivået av bly nå ligger rundt 100 mg/kg kan en ikke utelukke en viss risiko for beitedyr som oppholder seg i lengre tid i dette området.

For Forsvarets personell som arbeider i dette området anses luftutslipp ved detonasjon og 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 yrkeshygieniske undersøkelser. Det forventes at dette ivaretas av lokalt HMS-arbeid.

Konsentrasjonen av de andre tungmetallene som er målt er på nivå med det som er normalt for dette området i henhold til ”Geokjemisk atlas for Norge” [13]. I dette området er det spesielt mye sink i forhold til andre områder i Norge, og konsentrasjonen av sink ligger derfor noe over det som er satt som norm for mest følsomt arealbruk [14]. Området i Tønjumdalen der destruksjonsanlegget er lokalisert vil kunne defineres som et åpent område hvor mennesker oppholder seg i begrensede perioder som nevnt ovenfor. I slike områder vil en kunne tillate en konsentrasjon av sink opp mot det som blir definert som farlig avfall. Konsentrasjonen av nikkel og krom ligger under normen for mest følsomt arealbruk [14] i alle prøvepunkter. Med bakgrunn i de målinger som er gjort av kobber, krom, nikkel og sink og aktuell arealbruk for området vil det ikke være noen helse- eller miljørisiko knyttet til disse tungmetallene.

Både i 1992, 1999 og i 2001 ble det foretatt undersøkelser av røykgassutslippet fra destruksjonsanlegget i Tønjumdalen [8;11]. Av tungmetaller var det ved begge undersøkelsene bly som dominerte i røykgassen. I 1999 ble det målt opp mot 7,5 mg bly/Nm<sup>3</sup>, mens det i 2001 ble maksimalt målt 1,2 mg bly/Nm<sup>3</sup>. Det er satt utslippsgrenser for forbrenningsanlegg i ”Forskrift om forbrenning av avfall” [22]. Disse utslippsgrensene er imidlertid standardisert til en O<sub>2</sub> konsentrasjon på 11 %, mens destruksjonsanlegget i Tønjumdalen har en konstruksjon som nærmest gir en åpen forbrenning [11]. En direkte sammenligning med utslippsgrenser i forskriften uten å foreta en standardisering av O<sub>2</sub> konsentrasjonen, viser at utslippet av tungmetaller er for høyt. Det er først og fremst innholdet av bly som medfører for høye utslipp av tungmetaller. Det bør derfor gjøres vurderinger om det kan settes inn tiltak for å redusere utslippet av bly fra destruksjonsanlegget.

Spredningsberegninger som NILU har foretatt viser at dagens situasjon gir langt høyere korttids bakkekonsentrasjoner av NO<sub>2</sub> enn hva som er akseptabelt. For å unngå dette har de anbefalt å heve pipehøyden til 34 eller 38 meter avhengig av pipediameter.

## 6 Revidert overvåkningsprogram for Øyradalen

Fram til og med 2007 er det stort sett tatt prøver både om våren før demoleringen startet og etter at demoleringen ble avsluttet samme år. Etter som det ikke er noen aktivitet i området mellom prøvetakingen om høsten og om våren, vil resultatet fra disse prøvene i utgangspunktet være det samme. Resultatene viser at det er en del forskjell i konsentrasjonen som blir målt om høsten og den som blir målt om våren neste år. Dette kan komme av at masser stadig raser ned fra dalsiden og at forurensningen ikke er homogent fordelt i prøvepunktene. Det kan også være noe variasjon i lokaliseringen av prøvepunktene, da disse ikke er merket, men måles opp hver gang det skal tas prøver. Med bakgrunn i at de jordprøvene som blir tatt om høsten er mest representative for å gi en vurdering av årlig tilførsel av tungmetaller til området, anbefales det å kun ta prøver etter avsluttet demolering om høsten.

Det er sporadisk gjort analyser av vannprøver fra Øyradalen. Forsvarsbygg har et program for vannprøvetaking i Øyradalen og dette vurderes til å være tilstrekkelig for å overvåke tilstanden i Nivla med hensyn på tungmetallforurensning. Det vurderes derfor ikke å være et behov for ytterligere vannprøvetaking i forbindelse med prøvetaking av jord. Etersom det ved oppstart av demoleringen var et krav fra SFT at det skulle utføres målinger av nitrat, nitritt og TOC i Nivla, og at dette er blitt gjennomført til rundt 2000, vil det være behov for å avklare det nye overvåkningsprogrammet med SFT.

Det er relativt mange prøvepunkter lokalisert i demoleringsområdet. Det vil derfor være rom for å redusere dette noe uten at det går på bekostning av kvaliteten på overvåkingen. Det foreslås at seks av prøvepunktene lokalisert i demoleringsområdet fjernes og erstattes av fire nye prøvepunkter. Det er kun to prøvestasjoner på østsiden av Nivla. Det foreslås derfor at det på østsiden av Nivla etableres to nye prøvestasjoner for å få bedre oversikt over deponering av tungmetaller i dette området. I prøver tatt fra prøvepunkt 25, 27 og 28 er det stort sett gjennom hele overvåkningsperioden målte lave konsentrasjoner av tungmetaller. Det foreslås derfor at det ikke lenger tas prøver fra disse tre prøvepunktene. Det er ingen prøvepunkter lokalisert mellom prøvepunkt 13 og prøvepunkt 14 som er referansestasjon innerst i dalen. Ved referansestasjonen er det normale konsentrasjoner av tungmetaller for området, mens det ved prøvepunkt 13 tydelig ses en deponering av tungmetaller. Det er derfor sannsynlig at det sør for prøvepunkt 13 også kan spores en påvirkning fra demoleringen av ammunisjon. Det foreslås derfor å plassere et prøvepunkt sør for prøvepunkt 13. I Figur 6.1 er det vist et forslag til plassering av prøvepunkter i demoleringsområdet. Det er lagt til fire nye prøvepunkter i demoleringsområdet og seks er fjernet, mens ytterligere tre prøvepunkter utenfor demoleringsområdet er fjernet. Posisjonene til prøvepunktene er vist i Appendix E, mens det i Tabell 6.1 er gitt en oversikt over prøvepunkter der det skal tas jordprøver etter avsluttet demolering om høsten.

Prøvetakingsmetoden som har vært benyttet tidligere og beskrevet i Kapittel 2 bør videreføres. Ved de siste prøvetakingene er det blitt samlet inn lite jordprøve ved de fleste prøvestasjonene. Det kan derfor se ut til at de retningslinjer som er beskrevet i Kapittel 2 ikke alltid er fulgt. Det anbefales at hvert prøvepunkt har en størrelse lik en firkant på 1 m<sup>2</sup> eller en sirkel med diameter på 1 m. Innenfor denne flaten skal det tas ut 15 delprøver med det håndholdte jordboret. Jordprøvene samles i polypropylenposer med glidelåslukking og merkes med prøvepunkt, prøvedato og navn på den som tar prøvene.

Det er tungmetallene kobber og bly som er den dominerende tungmetallforurensningen i området. Det vil derfor i utgangspunktet være tilstrekkelig med en kvantifisering av disse to tungmetallene. I samarbeid med FLO arbeider FFI med å få oversikt over alle kjemiske stoffer i ammunisjon. Skulle det ut fra dette arbeidet fremkomme informasjon om at andre kjemiske stoffer bør inkluderes i overvåkningen vil dette bli gjort.



Figur 6.1 Forslag til plassering av prøvepunkter i demoleringsområdet.

Prøvepunkter	Analyseres for:
2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 29, 30, 31, 32	Bly, kobber

Tabell 6.1 Oversikt over alle prøvestasjoner der det skal tas jordprøver og hvilke tungmetaller som skal analyseres.

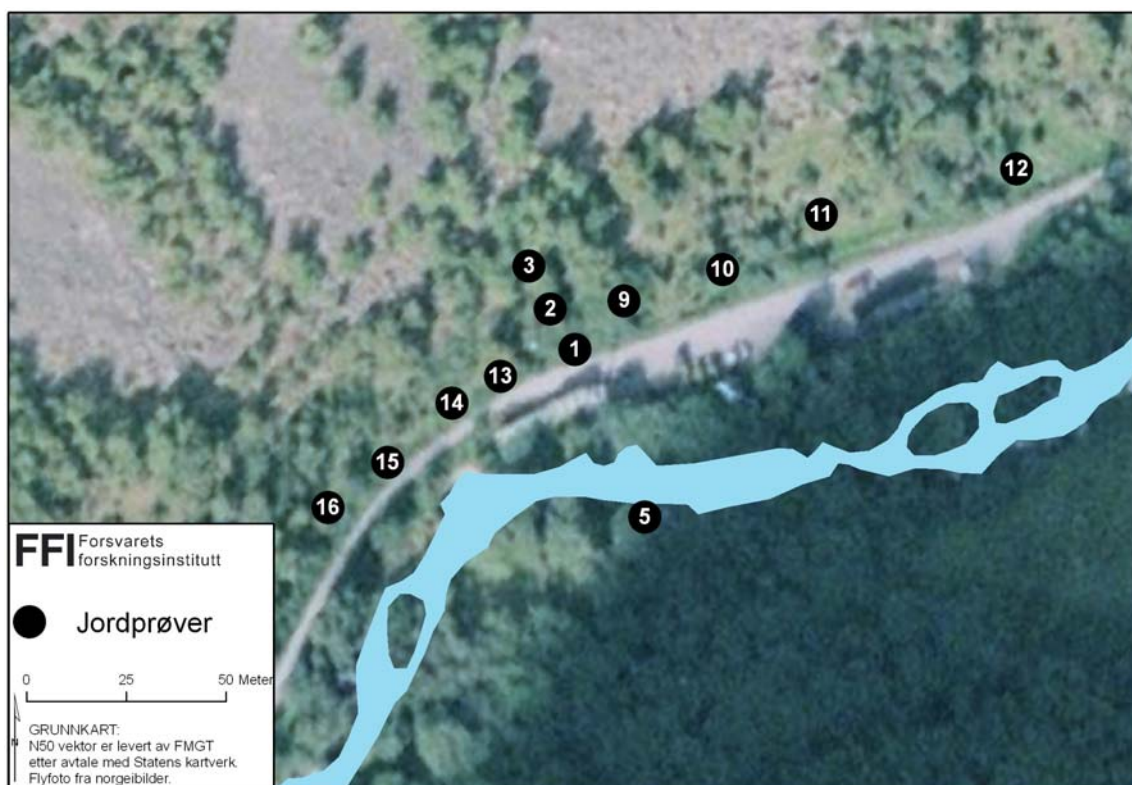
## 7 Revidert overvåkningsprogram for Tønjumdalen

I Tønjumdalen er det spesielt bly det registreres en deponering av rundt destruksjonsanlegget. Det anbefales derfor at det tas jordprøver rundt destruksjonsanlegget i Tønjumdalen for å overvåke konsentrasjonen av forurensning i området. Det vil være tilstrekkelig med prøvetaking en gang i året, og det vil være hensiktsmessig at dette blir gjort samtidig med at prøver fra Øyradalen blir tatt.

Det registreres en deponering langs dalen, både øst- og vestover fra destruksjonsanlegget, og prøvene bør derfor i hovedsak være lokalisert til dette området. Sør for Kuvella blir det i liten grad registret forurensning av tungmetaller, slik at noen prøvepunkter i dette området foreslås fjernet. Prøvepunktet (prøvepunkt 4) som ligger lengst nord foreslås også fjernet, etter som det i dette området er vanskelig å ta prøve på grunn av steinur. I dette prøvepunktet har konsentrasjonen av bly stort sett vært lavere enn 60 mg/kg, som er normverdi for mest følsomt arealbruk [14]. Totalt foreslås det at fire prøvepunkter fjernes og at resten beholdes i området. I Figur 7.1 er lokaliseringen til prøvepunktene som foreslås tatt med i overvåkningsprogrammet vist, mens omtrentlig posisjon til disse er angitt i Appendix F.

Det er ikke foretatt en nøyaktig bestemmelse av posisjonen til prøvepunktene med GPS. Det anbefales derfor at dette gjøres ved neste prøvetaking. I dette området kan det være hensiktsmessig å sette ned merkepinne ved hvert av prøvepunktene. For å undersøke om det kan være behov for å inkludere andre prøvepunkter i området, anbefales det feltmålinger av bly i området med et røntgenfluorescensinstrument (XRF).

I håndvåpenammunisjon er bly i legering med antimon. Det er ikke foretatt analyse av antimon i de jordprøvene som er tatt i området. Antimon som er i legering med bly vil kunne ha et smeltepunkt som er lavere enn 250 °C [23]. Ved den forbrenningstemperaturen som er i forbrenningsovnen i Tønjumdalen vil det derfor kunne fordampe og deponeres antimon på samme måte som bly i nærområdet til destruksjonsanlegget. Som nevnt i Kapittel 4 er det påvist noe antimon i røkgassen fra forbrenningsovnen. For å undersøke om det deponeres antimon i området, anbefales det at også antimon blir analysert ved første prøvetaking. Det er heller ikke gjort undersøkelser for å avdekke om kruttrester deponeres i området. Det anbefales derfor at det blir foretatt en analyse av stoffer som kan være i krutt for å avdekke om dette er tilfelle.



Figur 7.1 Oversikt for prøvepunkter foreslått tatt med i overvåkningsprogrammet.

I 2001 ble det tatt vannprøver fra Kuvella, der det bortsett fra sink i en prøve, ble målt lave konsentrasjoner av tungmetaller. Det anbefales at det årlig i forbindelse med vårløsningen blir tatt vannprøver både nedstrøms og oppstrøms destruksjonsanlegget for å overvåke tungmetaller i Kuvella.

Det er foretatt røykgassmålinger i 1992, 1999 og i 2001. Slike målinger bør gjennomføres med noen års mellomrom for å kontrollere at utslippene ikke endres vesentlig over tid. Spredningsberegninger som NILU har foretatt tyder på at det kan være høye korttidskonsentrasjoner av  $\text{NO}_2$ . Det bør derfor foretas målinger for å bekrefte dette, slik at eventuelle tiltak kan iverksettes.



## Appendix A Tungmetaller i jordprøver fra Øyradalen

Resultater for jordprøver tatt høsten 1991 i Øyradalen [3].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cu</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cr</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cd</i> <i>mg/kg</i>
1	37,7	256	25,7	2,1
2	47,5	240	24,4	1,9
3	57,7	406	24,9	8,1
4	30,8	284	22,5	4,2
5	40,0	354	23,6	1,7
6	37,8	400	23,5	3,8
7	62,7	230	27,2	5,2
8	30,1	208	26,8	4,3
9	25,7	214	29,3	1,9
10	25,1	272	30,6	4,3
11	27,9	252	23,5	4,4
12	28,5	228	31,3	4,3
13	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt
14	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt
15	24,8	232	18,4	2,8
16	14,6	61,6	12,3	0,8
17	76,7	329	25,6	9,3
18	134	398	23,4	13,3
19	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt
20	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt
21	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt
22	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt
23	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt
24	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt
25	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt
26	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt
27	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt
28	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt

Resultater for jordprøver tatt våren 1992 i Øyradalen [4].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cu</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cr</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cd</i> <i>mg/kg</i>
1	27,3	201	23,1	1,9
2	31,2	183	25,8	2,8
3	31,3	163	20,5	1,6
4	26,5	168	23,3	1,9
5	27,7	149	19,0	1,1
6	23,0	185	18,8	1,3
7	33,6	453	21,4	1,4
8	65,7	214	20,7	3,9
9	39,7	395	22,5	1,4
10	39,3	334	23,6	1,5
11	22,8	154	20,3	1,3
12	32,0	274	21,3	1,7
13	23,9	183	22,5	2,7
14	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt
15	28,3	162	21,9	1,6
16	35,7	311	20,8	1,3
17	23,7	129	17,9	1,4
18	31,3	153	19,5	4,3
19	24,5	140	22,9	3,3
20	84,2	306	24,4	10,3
21	26,4	111	29,6	2,0
22	76,4	238	27,6	10,4
23	74,2	182	23,0	5,9
24	43,2	127	23,2	1,2
25	14,4	38,6	14,0	< 0,5
26	4126	439	142	4,9
27	28,0	21,0	8,2	< 0,5
28	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt



Resultater for jordprøver tatt høsten 1992 i Øyradalen [4].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cu</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cr</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cd</i> <i>mg/kg</i>
1	32,0	148	27,5	1,2
2	76,6	299	44,4	2,2
3	35,9	146	27,3	< 1,0
4	44,7	278	30,1	< 1,0
5	27,5	148	24,8	< 1,0
6	64,7	163	26,8	1,2
7	34,6	186	26,4	1,9
8	52,5	207	26,9	2,3
9	28,1	173	25,9	1,1
10	41,7	215	26,7	1,1
11	60,4	182	29,2	2,1
12	39,7	197	27,7	2,3
13	52,3	253	27,0	4,9
14	10,0	22,6	23,4	1,0
15	31,2	175	27,7	< 1,0
16	27,3	156	25,7	1,3
17	48,5	308	26,0	2,2
18	54,8	186	30,0	4,7
19	75,8	259	28,9	7,3
20	70,5	244	25,6	6,7
21	33,0	149	30,7	1,4
22	86,7	318	24,8	7,5
23	83,3	234	21,0	5,4
24	26,1	60,0	17,7	1,2
25	18,7	53,6	36,6	< 1,0
26	3650	723	133	3,2
27	23,3	71,5	29,3	< 1,0
28	172	68,2	40,7	< 1,0

Resultater for jordprøver tatt våren 1993 i Øyradalen [4].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cu</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cr</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cd</i> <i>mg/kg</i>
1	29,9	285	37,7	9,4
2	38,2	183	36,3	5,6
3	97,7	391	23,1	4,3
4	60,8	156	30,9	7,1
5	25,2	271	28,2	5,9
6	37,1	217	32,0	10,9
7	41,0	232	25,8	3,6
8	48,8	777	27,8	7,0
9	47,2	270	32,7	4,5
10	52,1	567	22,4	3,0
11	56,1	418	23,3	3,9
12	45,5	247	27,1	8,0
13	62,1	334	31,2	17,0
14	21,2	25,0	11,4	2,4
15	39,6	647	25,9	14,8
16	60,3	435	24,0	16,4
17	41,6	167	31,4	15,6
18	46,9	198	28,7	22,8
19	82,0	220	29,4	25,4
20	138	391	28,1	24,7
21	38,8	154	29,0	20,2
22	48,1	147	26,0	14,0
23	166	370	27,2	18,4
24	53,0	150	26,2	15,2
25	72,6	135	27,7	18,0
26	338	78,7	35,7	17,6
27	26,2	91,7	29,8	19,9
28	11,0	36,2	19,2	11,7

Resultater for jordprøver tatt våren 1994 i Øyradalen [4].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cu</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cr</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cd</i> <i>mg/kg</i>
1	37,3	455	40,0	24,4
2	39,4	248	35,6	25,2
3	42,1	367	32,3	24,9
4	46,0	266	33,6	24,0
5	35,5	326	33,4	23,5
6	38,3	634	29,5	24,6
7	44,1	582	24,4	23,0
8	54,7	575	31,8	24,6
9	34,9	326	38,7	24,6
10	39,4	349	35,9	22,4
11	50,9	345	37,0	24,8
12	54,8	500	42,0	26,0
13	31,0	158	23,4	20,7
14	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt
15	39,2	289	41,5	25,7
16	39,1	353	35,2	25,1
17	47,8	1579	36,9	23,4
18	67,1	284	45,6	29,0
19	60,1	225	34,6	23,4
20	91,6	300	33,1	25,8
21	50,2	170	44,8	20,6
22	69,4	186	101	20,5
23	114	416	26,5	17,5
24	19,4	103	34,9	14,6
25	23,1	77,3	41,5	23,1
26	1021	119	51,9	24,3
27	46,3	94,6	40,4	23,2
28	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt

Resultater for jordprøver tatt høsten 1994 i Øyradalen [4].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cu</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cr</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cd</i> <i>mg/kg</i>
1	62,8	260	49,6	40,1
2	56,6	299	46,1	37,8
3	55,8	340	44,8	36,6
4	389	211	40,6	34,9
5	56,4	581	38,5	34,9
6	52,1	417	37,3	36,0
7	51,0	2134	38,4	34,7
8	64,8	524	37,3	36,0
9	53,6	385	40,9	36,3
10	0	0	0	0
11	69,2	404	39,5	37,3
12	83,1	619	40,3	36,8
13	52,3	219	31,1	32,0
14	21,5	28,6	27,4	24,6
15	40,7	224	36,7	32,5
16	49,4	406	34,7	33,8
17	73,6	957	37,0	35,2
18	65,8	270	43,2	38,1
19	84,3	300	41,1	36,9
20	90,9	297	37,4	33,9
21	56,3	164	40,5	33,2
22	69,0	186	42,4	34,1
23	136	355	32,5	30,4
24	26,6	47,2	31,9	28,8
25	32,6	67,5	42,4	32,8
26	77,3	195	41,5	37,8
27	31,9	113	40,2	34,7
28	24,9	87,1	33,0	32,1

Resultater for jordprøver tatt våren 1995 i Øyradalen [4].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> mg/kg	<i>Cu</i> mg/kg	<i>Cr</i> mg/kg	<i>Cd</i> mg/kg
1	39,8	250	28,2	25,0
2	50,5	268	32,4	27,1
3	55,8	291	41,1	27,5
4	36,5	266	30,6	24,4
5	42,6	616	31,1	27,1
6	53,7	493	31,3	25,9
7	58,2	651	34,4	25,5
8	58,2	512	36,2	26,3
9	51,0	340	33,5	25,1
10	39,5	249	35,3	26,1
11	39,4	550	29,7	24,8
12	155	416	32,0	25,5
13	45,6	240	27,2	22,9
14	19,2	19,2	16,4	9,3
15	36,3	275	34,0	25,8
16	115	1705	38,1	28,5
17	65,1	740	31,1	23,1
18	64,3	375	30,9	26,5
19	64,2	284	37,0	27,0
20	87,1	308	26,3	24,5
21	41,0	153	36,2	24,4
22	41,0	124	32,1	21,0
23	134	346	29,1	19,6
24	72,0	165	22,3	14,1
25	33,1	68,8	41,8	26,5
26	7700	237	54,6	35,4
27	24,7	85,8	35,9	25,3
28	15,3	44,2	33,7	19,1

Resultater for jordprøver tatt høsten 1995 i Øyradalen [4].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cu</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cr</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cd</i> <i>mg/kg</i>
1	98,9	269	45,1	26,6
2	156	484	33,1	29,8
3	78,8	360	36,7	24,1
4	65,4	455	43,7	29,0
5	251	462	40,4	22,1
6	123	339	43,9	26,2
7	100	452	39,1	21,9
8	42,4	362	37,4	23,7
9	163	488	43,6	20,6
10	182	803	43,4	18,5
11	91,9	260	42,4	22,0
12	156	480	43,7	30,1
13	83,3	269	34,1	15,4
14	19,0	33,7	19,0	33,7
15	171	562	37,5	28,0
16	189	408	32,9	23,0
17	154	1613	41,1	28,6
18	95,8	3512	31,2	24,6
19	80,5	271	33,4	26,3
20	95,3	299	34,1	24,6
21	54,5	191	35,8	23,0
22	61,3	156	38,9	23,8
23	105	348	30,7	21,6
24	33,0	74,4	35,4	15,3
25	30,3	64,4	47,1	24,2
26	99,3	566	33,7	22,6
27	29,3	88,5	37,6	22,8
28	16,5	43,3	32,8	11,6

Resultater for jordprøver tatt våren 1996 i Øyradalen [4].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cu</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cr</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cd</i> <i>mg/kg</i>
1	57,2	354	21,6	18,6
2	54,0	326	22,9	19,1
3	56,7	482	23,1	17,8
4	50,4	302	20,8	18,1
5	92,7	400	22,6	19,0
6	110	594	24,6	30,0
7	120	382	19,5	18,2
8	28,0	171	22,0	17,9
9	73,4	292	23,5	17,5
10	102	379	20,3	18,0
11	84,8	265	24,3	19,4
12	204	571	23,5	19,4
13	68,9	464	21,8	19,1
14	6,8	26,1	20,4	14,2
15	177	225	26,0	18,7
16	245	465	28,9	21,6
17	118	496	31,8	21,8
18	37,2	427	28,9	21,7
19	55,4	234	30,7	21,9
20	54,8	301	28,7	21,6
21	31,8	155	28,2	20,1
22	37,3	124	28,8	19,4
23	58,0	195	26,3	18,4
24	27,7	94,8	24,7	17,0
25	17,3	59,0	38,7	21,3
26	42,6	110	31,4	18,3
27	13,0	73,0	27,7	19,2
28	9,6	37,9	21,6	16,7

Resultater for jordprøver tatt høsten 1996 i Øyradalen [4].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cu</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cr</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cd</i> <i>mg/kg</i>
1	81,4	672	12,0	3,5
2	38,5	143	15,3	5,1
3	38,9	193	15,1	5,5
4	27,0	235	17,1	4,9
5	136	344	12,0	4,7
6	182	508	17,4	5,2
7	161	2502	17,0	5,5
8	14,1	117	19,5	7,4
9	120	309	13,0	4,1
10	139	329	16,3	5,3
11	155	337	55,8	4,7
12	128	292	14,8	3,1
13	63,9	382	15,2	4,3
14	4,5	26,9	4,6	0
15	95,7	476	18,2	6,4
16	99,9	357	15,3	6,6
17	131	725	16,5	8,7
18	64,6	224	22,3	8,2
19	41,2	179	20,1	41,2
20	63,5	233	19,8	9,0
21	34,2	167	18,9	6,9
22	41,8	136	22,7	6,9
23	81,1	291	14,3	6,7
24	11,7	30,4	17,7	5,3
25	16,2	43,9	31,7	9,0
26	451	151	24,6	7,1
27	11,9	53,5	22,4	6,9
28	0	24,2	14,6	3,0



Resultater for jordprøver tatt våren 1997 i Øyradalen [4].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cu</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cr</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cd</i> <i>mg/kg</i>
1	53,2	226	15,3	5,7
2	29,5	139	15,6	5,3
3	58,9	335	16,1	5,4
4	28,9	231	17,2	5,0
5	115	521	13,8	4,8
6	58,4	421	16,1	4,8
7	81,6	761	17,5	5,7
8	18,5	167	20,9	7,4
9	96,7	267	13,7	4,2
10	109	300	13,1	4,3
11	117	401	18,8	5,5
12	136	291	16,5	5,5
13	43,4	233	17,9	5,0
14	5,2	23,2	2,2	0
15	125	391	15,6	6,8
16	105	744	12,8	6,7
17	145	3943	16,0	8,1
18	54,0	260	16,0	6,9
19	52,8	216	19,6	8,8
20	54,3	197	17,8	7,3
21	25,6	212	19,4	7,0
22	28,0	104	15,2	5,6
23	72,9	238	11,6	5,7
24	32,5	99,3	13,1	4,4
25	9,4	38,7	31,1	9,9
26	7,8	34,9	14,9	4,8
27	10,1	55,1	18,8	6,7
28	5,5	54,0	14,8	4,1

Resultater for jordprøver tatt høsten 1997 i Øyradalen [4].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cu</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cr</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cd</i> <i>mg/kg</i>
1	175	369	15,5	7,7
2	87,3	301	20,6	8,5
3	75,3	251	17,8	6,2
4	45,5	277	19,2	6,3
5	84,7	455	18,6	7,0
6	109	554	18,2	7,0
7	100	968	20,4	7,3
8	51,9	191	19,5	7,2
9	144	310	15,2	6,0
10	101	289	17,4	5,7
11	85,7	311	19,3	6,4
12	117	2667	19,1	6,1
13	88,1	314	15,9	5,4
14	5,0	28,3	5,9	0,0
15	87,6	299	16,4	6,5
16	200	1024	17,2	7,5
17	143	511	20,0	9,5
18	101	367	16,6	7,9
19	113	260	16,4	7,5
20	76,8	391	17,6	9,2
21	41,1	208	21,1	6,7
22	39,4	116	21,1	6,9
23	78,1	270	14,2	6,4
24	12,0	30,7	19,8	5,2
25	12,0	34,5	24,9	8,1
26	9,4	50,0	22,9	7,1
27	8,3	45,4	17,3	5,6
28	6,1	44,4	13,5	4,4

Resultater for jordprøver tatt høsten 1998 i Øyradalen [4].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cu</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cr</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cd</i> <i>mg/kg</i>
1	160	460	17,0	2,6
2	73	393	19,0	3,4
3	100	370	19,0	1,0
4	80	340	17,1	1,2
5	100	580	16,9	2,9
6	50	400	20,0	1,5
7	43	310	21,6	< 1,0
8	< 20	210	29,0	< 1,0
9	60	480	20,0	3,7
10	93	600	40,0	3
11	95	440	17,9	2,2
12	111	430	19,0	2,2
13	150	640	16,0	3,3
14	< 20	38	5,9	< 1,0
15	50	700	17,0	4,2
16	65	540	17,7	3,9
17	90	700	25,0	4,1
18	200	5000	22,9	4
19	100	630	20,0	3,3
20	71,1	330	21,0	5,6
21	76	300	18,9	< 1,0
22	77	230	20,0	2,6
23	150	540	14,0	6
24	29	110	11,3	< 1,0
25	< 20	54	14,0	< 1,0
26	23	35	9,4	< 1,0
27	21	80	26,9	< 1,0
28	< 20	77	22,0	< 1,0

Resultater for jordprøver tatt våren 1999 i Øyradalen [24].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> mg/kg	<i>Cu</i> mg/kg	<i>Cr</i> mg/kg	<i>Cd</i> mg/kg
1	70,0	320	14,9	0,9
2	90,0	360	20,0	2,3
3	90,0	330	17,0	2,2
4	87,0	340	18,0	1,6
5	70,0	600	20,9	3,7
6	92,0	540	21,5	3,0
7	35,0	270	22,5	0,8
8	117	500	21,8	2,9
9	69,0	600	20,8	3,0
10	84,0	480	20,5	2,8
11	95,0	600	17,7	2,4
12	160	600	21,0	2,7
13	140	620	18,1	4,4
14	< 10,0	9,5	3,4	< 0,4
15	81,0	510	21,0	3,4
16	80,0	520	20,0	3,7
17	103	500	21,0	2,2
18	109	500	23,0	2,9
19	190	900	22,0	3,1
20	130	413	20,0	6,6
21	43,0	224	19,5	0,8
22	69,0	250	18,0	2,3
23	127	480	13,7	5,6
24	21,0	90,0	13,0	0,5
25	20,0	69,0	16,9	< 0,4
26	70,0	39,0	13,0	< 0,4
27	10,0	80,0	27,0	< 0,4
28	< 10,0	100	17,0	< 0,4

Resultater for jordprøver tatt høsten 1999 i Øyradalen [25].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> mg/kg	<i>Cu</i> mg/kg	<i>Cr</i> mg/kg	<i>Cd</i> mg/kg	<i>Fe</i> mg/kg	<i>Mn</i> mg/kg	<i>Ni</i> mg/kg	<i>Zn</i> mg/kg
1	100	950	23	3,0	24000	390	23	190
2	140	1900	19	2,3	21700	354	22	160
3	73	430	16	2,1	20000	320	17	164
4	83	410	18,3	1,6	20900	350	19,9	185
5	100	1000	23	2,2	24000	390	25	150
6	26	500	19	0,7	22800	386	19,8	97
7	120	1200	19	3,7	22000	360	20	300
8	39	370	23	1,0	26000	480	23	116
9	56	1200	20	1,7	23000	370	20	130
10	67	900	19	2,3	20000	338	22	160
11	80	1180	19	2,0	19400	320	20	128
12	170	560	22	2,3	27000	400	23	162
13	120	700	21	4,7	20000	400	21	340
14	11	4	4	0,3	19700	74	8,8	20
15	58	1200	24	1,9	23000	393	23	140
16	110	1200	19,2	3,2	21000	360	19,6	300
17	64	810	22,4	3,0	24400	450	20,0	190
18	100	6000	20,4	2,9	26000	450	19,4	200
19	143	700	21	2,9	25000	440	21,1	240
20	114	486	24	5,9	26000	470	22,4	440
21	58	300	21,6	1,3	24000	424	19,2	170
22	53	210	24	2,0	25000	520	24	190
23	117	500	15	5,1	18000	564	17	370
24	50	190	15,6	1,9	15400	350	13,9	130
25	18	90	14	0,2	15000	290	14	57
26	300	50	11,3	0,1	12000	280	11,2	200
27	26	84	25,5	< 0,05	28800	580	25,1	200
28	7	74	13	< 0,05	16000	280	16	50

Resultater for jordprøver tatt våren 2000 i Øyradalen [26].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> mg/kg	<i>Cu</i> mg/kg	<i>Cr</i> mg/kg	<i>Cd</i> mg/kg	<i>Mn</i> mg/kg	<i>Ni</i> mg/kg	<i>Zn</i> mg/kg
1	54	700	18	1,8	350	19	124
2	89	760	23	2,7	404	22	188
3	140	360	16	1,9	335	20	169
4	88	430	19	1,6	382	20	176
5	79	600	21	3,6	390	30	205
6	80	630	24	2,0	456	23	149
7	42	450	25	0,7	483	24	119
8	112	570	26	2,5	440	27	248
9	91	1400	12	3,5	410	23	195
10	87	820	24	2,3	389	21	180
11	91	1540	22	1,6	400	22	130
12	130	1050	26	2,9	380	26	198
13	121	600	24	3,7	358	20	312
14	23	67	19	0,6	148	7,5	36
15	80	800	20	2,7	379	21	167
16	69	1400	23	2,2	400	23	147
17	82	1100	21	3,2	420	22	220
18	120	900	24	3,4	417	23	241
19	138	620	33	3,1	420	24	269
20	97	380	20	4,7	393	22	550
21	63	260	19	1,2	365	20	199
22	69	240	23	2,7	510	25	240
23	130	540	18	5,4	490	18	390
24	26	85	13	0,8	204	12	68
25	17	63	17	0,1	330	18	56
26	33	35	9,8	0,5	228	9,2	190
27	20	86	27	< 0,1	560	27	80
28	10	80	15	< 0,1	259	18	39



Resultater for jordprøver tatt høsten 2000 i Øyradalen [27].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> mg/kg	<i>Cu</i> mg/kg	<i>Cr</i> mg/kg	<i>Cd</i> mg/kg	<i>Mn</i> mg/kg	<i>Ni</i> mg/kg	<i>Zn</i> mg/kg
1	69	600	18	2,1	320	19	180
2	86	660	20	2,6	370	21	182
3	78	13400	16	2,7	300	18	157
4	79	480	15	1,6	300	18	190
5	90	1100	19	2,5	330	20	199
6	66	660	19	1,8	350	20	159
7	38	370	21	0,8	410	22	123
8	45	480	24	1,8	460	25	120
9	100	880	19	2,9	340	21	230
10	82	670	21	1,6	340	20	160
11	99	1000	21	1,8	350	20	185
12	100	1400	23	1,7	360	27	165
13	130	700	19	3,5	350	20	310
14	21	48	10	0,6	77	7,2	22
15	76	930	22	2,9	380	24	176
16	93	1200	23	6,2	430	23	230
17	83	1000	23	4,8	390	23	210
18	118	900	21	3,5	390	22	250
19	115	550	18	2,9	350	21	229
20	110	490	20	6	380	22	560
21	56	270	21	1,0	350	20	178
22	87	330	21	3,9	480	24	300
23	141	600	20	6	470	20	380
24	28	110	14	0,8	230	13	78
25	27	86	19	0,2	320	17	64
26	19	34	10	< 0,1	250	10	170
27	15	90	28	< 0,1	500	27	84
28	7	66	14	< 0,1	260	16	42

Resultater for jordprøver tatt våren 2001 i Øyradalen [27].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> mg/kg	<i>Cu</i> mg/kg	<i>Cr</i> mg/kg	<i>Cd</i> mg/kg	<i>Mn</i> mg/kg	<i>Ni</i> mg/kg	<i>Zn</i> mg/kg
1	61	590	20	1,7	350	20	147
2	81	800	26	2,7	400	23	192
3	91	430	17	2,0	338	18	170
4	90	450	18	1,4	351	22	151
5	70	1200	23	2,3	390	23	173
6	80	700	21	2,0	385	21	160
7	50	380	19	2,0	412	20	250
8	119	630	20	3,5	380	22	212
9	79	1000	33	2,0	380	22	176
10	90	600	21	1,6	370	21	170
11	100	900	20	2,5	350	20	192
12	110	1300	23	1,7	359	23	210
13	112	610	18	3	350	19	340
14	21	37	5	< 0,1	78	6,1	26
15	77	900	19	< 0,1	340	19	210
16	90	990	22	< 0,1	350	19	178
17	73	900	23	< 0,1	340	21	200
18	110	900	20	< 0,1	340	19	210
19	100	510	19	< 0,1	380	21	417
20	140	480	18	< 0,1	342	20	440
21	75	350	18	< 0,1	338	18	170
22	80	240	22	< 0,1	430	24	190
23	80	340	13	1,2	350	15	260
24	140	480	11	< 0,1	464	12	279
25	27	100	15	< 0,1	297	16	82
26	12	60	8	< 0,1	189	9,6	70
27	50	120	22	0,3	740	24	3000
28	8	59	13	< 0,1	222	13	44

Resultater for jordprøver tatt høsten 2001 i Øyradalen [28].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> mg/kg	<i>Cu</i> mg/kg	<i>Cr</i> mg/kg	<i>Cd</i> mg/kg	<i>Mn</i> mg/kg	<i>Ni</i> mg/kg	<i>Zn</i> mg/kg
1	80	440	21	1,3	390	21	156
2	53	360	22	0,8	390	20	140
3	70	380	18	1,5	350	18	142
4	62	400	19	1,2	370	19	151
5	66	430	21	1,3	390	21	156
6	70	420	24	1,1	390	24	153
7	59	360	23	0,9	406	22	160
8	32	250	22	0,4	430	23	110
9	66	490	22	1,3	410	22	156
10	55	350	22	0,9	400	21	141
11	67	400	21	1,0	364	20	145
12	83	430	21	1,4	366	22	164
13	127	730	19	3,9	370	21	306
14	15	39	9,1	0,6	54	7,4	18
15	65	460	22	1,2	400	25	154
16	54	520	20	1,1	375	20	150
17	74	610	22	2,3	410	24	190
18	90	1100	22	2,3	400	23	192
19	130	490	22	4,5	424	25	343
20	108	520	20	5,4	389	21	460
21	69	340	20	1,0	357	19	160
22	78	310	22	3,4	513	25	246
23	103	450	20	4,6	549	17	390
24	26	114	13	0,7	211	12	82
25	18	66	15	< 0,1	290	15	54
26	15	30	8,8	< 0,1	240	9,3	85
27	20	100	27	< 0,1	490	27	100
28	11	106	17	< 0,1	280	21	40

Resultater for jordprøver tatt våren 2002 i Øyradalen [29].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> mg/kg	<i>Cu</i> mg/kg	<i>Cr</i> mg/kg	<i>Cd</i> mg/kg	<i>Mn</i> mg/kg	<i>Ni</i> mg/kg	<i>Zn</i> mg/kg
1	61	340	21	0,5	370	20	139
2	51	367	22	0,7	392	22	148
3	54	350	19	1,1	356	19	135
4	47	320	19	0,8	360	19	140
5	101	440	21	1,3	380	21	203
6	76	390	22	0,9	380	21	172
7	57	440	23	0,6	410	24	169
8	58	440	26	1,3	440	24	172
9	80	1000	24	1,8	397	24	220
10	62	400	23	0,7	393	22	151
11	75	400	27	0,4	420	26	174
12	81	1000	22	1,4	358	22	180
13	124	1100	19	4,5	370	21	380
14	21	57	8,7	0,7	102	8,7	50
15	58	418	21	1,3	375	20	150
16	55	390	22	1,0	380	20	150
17	52	410	22	0,7	380	20	148
18	56	510	26	1,0	390	28	152
19	100	500	20	3,6	370	21	380
20	100	480	21	4,0	380	22	320
21	54	280	20	0,7	346	19	164
22	100	380	21	3,8	470	21	330
23	130	570	17	5	570	16	450
24	34	150	16	1,0	262	13	128
25	17	81	19	0,1	293	15	74
26	8	28	8	< 0,05	210	8,3	45
27	17	97	31	< 0,05	586	28	192
28	8	94	21	< 0,05	320	22	66

Resultater for jordprøver tatt høsten 2002 i Øyradalen [30].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> mg/kg	<i>Cu</i> mg/kg	<i>Cr</i> mg/kg	<i>Cd</i> mg/kg	<i>Mo</i> mg/kg	<i>Ni</i> mg/kg	<i>Zn</i> mg/kg
1	42	260	15	0,5	260	15	110
2	27	400	20	0,3	300	17	110
3	37	280	15	0,7	270	15	160
4	38	290	15	0,9	310	17	130
5	72	230	16	0,3	270	16	230
6	27	210	17	0,1	310	18	100
7	32	270	17	0,2	320	17	180
8	33	280	17	0,5	310	17	150
9	28	500	17	0,3	310	16	120
10	32	250	16	0,2	290	16	110
11	50	330	15	0,4	290	17	130
12	22	170	17	0,1	290	21	88
13	81	550	17	3,5	300	18	290
14	18	64	13	0,6	77	7	30
15	25	200	20	0,1	300	19	100
16	32	350	31	0,2	450	45	120
17	35	290	17	0,6	310	18	140
18	48	310	16	0,8	300	17	140
19	60	410	17	14	310	17	180
20	81	370	17	4,1	350	18	430
21	61	300	18	0,5	320	18	160
22	72	280	20	2,5	390	21	250
23	120	490	13	4,7	410	15	400
24	28	130	12	0,6	190	11	90
25	13	56	13	< 0,05	240	13	52
26	7	51	6	< 0,05	170	8	52
27	12	91	25	< 0,05	460	25	100
28	5	62	11	< 0,05	220	14	36

Resultater fra jordprøver tatt våren 2003 i Øyradalen [31].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> mg/kg	<i>Cu</i> mg/kg	<i>Cr</i> mg/kg	<i>Cd</i> mg/kg	<i>Mn</i> mg/kg	<i>Ni</i> mg/kg	<i>Zn</i> mg/kg
1	37	250	20	0,4	380	19	140
2	44	270	20	0,9	380	20	200
3	41	330	18	0,8	360	17	130
4	47	330	17	0,8	340	17	130
5	32	230	26	0,4	390	19	120
6	26	220	19	0,1	380	18	98
7	35	280	22	0,4	430	21	140
8	10	160	24	< 0,05	450	22	81
9	30	510	20	0,2	400	19	250
10	36	240	22	0,3	410	19	120
11	37	250	21	0,6	390	19	120
12	23	190	17	0,1	300	15	84
13	90	560	20	2,3	360	19	240
14	18	48	63	0,9	140	6	29
15	28	230	17	0,1	350	17	98
16	19	200	24	0,1	410	28	80
17	25	260	17	0,2	370	17	130
18	38	270	19	0,6	380	19	130
19	51	280	18	1,3	380	18	180
20	80	450	20	3,8	390	20	370
21	67	320	18	0,8	360	18	210
22	72	270	20	2,6	470	22	260
23	101	410	15	3,5	460	16	270
24	58	240	12	2,6	350	12	210
25	41	140	18	0,7	340	15	100
26	123	49	16	0,1	270	11	380
27	30	94	25	< 0,05	630	25	88
28	8	120	17	< 0,05	360	19	37



Resultater for jordprøver tatt høsten 2003 i Øyradalen [32].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> mg/kg	<i>Cu</i> mg/kg	<i>Cr</i> mg/kg	<i>Cd</i> mg/kg	<i>Mn</i> mg/kg	<i>Ni</i> mg/kg	<i>Zn</i> mg/kg
1	26	310	25	2,0	370	25	130
2	30	420	43	1,6	560	40	130
3	33	360	22	1,9	340	19	140
4	20	410	24	2,4	350	20	150
5	43	400	31	1,8	440	35	160
6	28	440	26	1,8	380	25	160
7	23	450	42	2,8	430	44	190
8	26	4400	30	3,1	400	26	290
9	26	330	25	2,0	400	23	140
10	22	290	24	2,2	380	22	130
11	24	260	25	1,6	330	22	130
12	42	1870	25	1,9	370	23	620
13	69	590	28	2,8	360	25	240
14	14	50	6,3	0,5	40	6,9	34
15	26	1850	32	2,1	430	29	160
16	30	880	26	2,4	410	23	150
17	30	510	39	4,1	470	31	180
18	24	1110	27	3,1	390	23	160
19	34	480	23	2,1	390	22	220
20	61	1230	23	2,6	420	23	310
21	59	390	25	1,2	420	22	170
22	110	370	24	3,8	510	24	250
23	100	590	19	5,1	550	18	430
24	34	130	14	1,0	240	13	92
25	23	100	18	<0,05	330	16	73
26	19	60	11	<0,05	230	10	100
27	43	120	34	<0,05	650	28	320
28	32	100	14	0,1	470	13	84

Resultater fra prøver som er tatt høsten 2004.

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> mg/kg	<i>Cu</i> mg/kg	<i>Cr</i> mg/kg	<i>Cd</i> mg/kg	<i>Ni</i> mg/kg	<i>Zn</i> mg/kg	<i>As</i> mg/kg	<i>Hg</i> mg/kg
1	38,1	187	22,1	1,17	24,8	142	< 3	< 1
2	24,2	155	26,4	0,858	25,1	108	5,10	< 1
3	33,2	309	17,8	2,22	20,6	160	< 3	< 1
4	31,0	244	16,1	1,15	18,9	158	4,18	< 1
5	43,7	242	21,1	1,30	23,5	188	< 3	< 1
6	41,4	124	16,6	1,04	18,3	145	< 3	< 1
7	47,9	168	23,2	1,30	25,4	194	5,88	< 1
8	41,1	415	17,4	2,46	20,9	185	3,11	< 1
9	54,3	207	23,3	1,49	25,4	202	< 3	< 1
10	44,8	193	21,4	1,50	22,9	183	< 3	< 1
11	53,0	190	18,8	2,28	19,9	154	3,93	< 1
12	40,7	523	12,1	0,694	13,5	124	< 3	< 1
13	78,8	568	17,3	2,76	19,3	249	< 3	< 1
14	6,80	108	24,0	0,363	17,3	40,1	5,77	< 1
15	40,5	194	19,1	1,30	21,3	147	< 3	< 1
16	30,4	88,1	14,3	0,714	15,7	126	3,64	< 1
17	29,4	361	35,5	5,52	49,1	182	9,88	< 1
18	37,1	251	23,6	2,29	30,3	164	5,46	< 1
19	54,2	342	19,4	3,48	39,2	299	5,07	< 1
20	73,7	400	16,5	4,14	21,2	285	4,24	< 1
21	9,79	145	11,4	0,324	14,8	53,4	< 3	< 1
22	104	474	21,8	6,96	26,9	358	7,38	< 1
23	90,9	413	14,2	3,86	15,6	332	4,96	< 1
24	24,2	89,8	10,4	0,914	10,8	70,3	< 3	< 1
25	20,0	69,8	14,3	0,500	15,1	63,5	< 3	< 1
26	167	52,5	8,83	0,502	8,95	314	< 3	< 1
27	16,8	102	24,7	0,243	26,7	90,7	12,5	< 1
28	8,02	80,1	12,7	< 0,100	16,4	44,4	< 3	< 1

Resultater for jordprøver tatt i Øyradalen våren 2006.

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> mg/kg	<i>Cu</i> mg/kg	<i>Cr</i> mg/kg	<i>Cd</i> mg/kg	<i>Ni</i> mg/kg	<i>Zn</i> mg/kg	<i>As</i> mg/kg	<i>Hg</i> mg/kg
1	28,6	245	20,5	0,918	25,2	241	4,66	< 1
2	38,0	281	22,3	1,09	23,5	287	< 3	< 1
3	42,8	317	18,6	1,89	25,4	203	3,43	< 1
4	37,8	273	16,3	1,36	19,7	153	4,82	< 1
5	31,6	284	21,7	1,10	26,7	249	< 3	< 1
6	42,2	286	21,7	1,11	25,9	458	9,77	< 1
7	37,4	287	21,1	1,33	24,8	207	11,6	1,46
8	20,0	175	21,1	0,286	24,0	128	4,98	< 1
9	30,3	298	22,5	1,48	41,5	257	9,87	< 1
10	46,2	497	25,2	1,71	32,5	430	10,9	< 1
11	45,9	382	19,1	1,59	22,3	349	4,41	< 1
12	27,5	213	17,6	1,05	19,3	208	7,45	< 1
13	106	697	19,0	2,75	25,1	285	6,81	< 1
14	20,4	65,3	6,53	1,01	7,78	38,9	3,58	< 1
15	38,4	507	24,3	1,19	27,5	380	6,43	< 1
16	36,7	322	20,0	1,04	23,1	296	6,04	< 1
17	163	382	20,5	1,42	27,2	239	4,42	< 1
18	46,0	334	30,4	0,323	3130	242	< 3	< 1
19	63,7	442	16,5	3,21	27,9	350	< 3	< 1
20	87,4	58400	13,9	4,17	19,3	387	< 3	< 1
21	13,3	193	13,9	0,415	19,9	94,5	< 3	< 1
22	94,6	375	23,4	5,50	30,1	315	5,49	< 1
23	121	569	15,6	6,79	20,8	429	< 3	< 1
24	9,36	40,9	10,4	0,217	10,1	45,1	< 3	< 1
25	19,2	72,6	13,1	0,440	15,0	59,4	< 3	< 1
26	76,5	55,8	8,73	0,546	9,02	611	4,18	< 1
27	12,1	83,1	21,9	< 0,1	24,0	78,3	6,15	< 1
28	8,45	91,7	11,6	< 0,1	17,6	40,4	4,02	< 1

Resultater for jordprøver tatt våren 2007 i Øyradalen.

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> mg/kg	<i>Cu</i> mg/kg	<i>Cr</i> mg/kg	<i>Cd</i> mg/kg	<i>Ni</i> mg/kg	<i>Zn</i> mg/kg	<i>As</i> mg/kg	<i>Hg</i> mg/kg
1	20,9	175	14,0	0,759	17,6	146	3,41	< 1
2	28,9	254	17,1	0,907	20,5	229	< 3	< 1
3	34,5	325	17,2	1,46	22,1	186	4,22	< 1
4	33,5	257	15,0	1,21	18,5	137	< 3	< 1
5	41,4	235	20,8	0,918	24,3	235	< 3	< 1
6	59,3	376	21,5	3,05	28,9	367	< 3	< 1
7	76,1	196	19,1	1,10	20,5	127	3,32	< 1
8	10,5	164	22,1	0,118	23,0	77,4	< 3	< 1
9	71,5	241	20,1	1,84	23,5	333	< 3	< 1
10	40,9	315	22,3	2,18	27,5	236	3,55	< 1
11	38,7	359	16,0	1,97	18,2	263	< 3	< 1
12	31,1	192	15,1	1,60	17,3	172	3,8	< 1
13	49,2	369	17,6	1,99	24,0	178	< 3	< 1
14	14,1	36,7	2,96	0,487	4,62	50,3	3,99	< 1
15	30,2	253	17,6	1,32	20,3	184	< 3	< 1
16	107	296	15,6	1,13	19,9	1660	3,37	< 1
17	79,8	353	19,3	1,80	22,2	287	5,74	< 1
18	57,6	438	25,5	1,95	35,3	219	8,17	< 1
19	49,0	453	21,1	1,92	24,6	189	4,55	< 1
20	64,8	329	15,9	2,32	19,5	229	< 3	< 1
21	10,1	109	11,8	0,219	17,9	46,4	5,94	< 1
22	68,5	437	18,1	2,86	19,9	290	4,75	< 1
23	117	567	19,6	5,00	21,5	407	< 3	< 1
24	38,0	199	11,1	2,19	12,6	156	7,44	< 1
25	23,3	92,3	14,2	0,637	16,2	85,1	9,61	< 1
26	7,00	24,7	5,42	< 0,1	8,07	33,9	< 3	< 1
27	6,65	90,8	22,3	< 0,1	26,1	67,6	< 3	< 1
28	8,81	81,2	11,9	< 0,1	16,8	37,8	< 3	< 1

Resultater for jordprøver tatt høsten 2007 i Øyradalen.

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> mg/kg	<i>Cu</i> mg/kg	<i>Cr</i> mg/kg	<i>Cd</i> mg/kg	<i>Ni</i> mg/kg	<i>Zn</i> mg/kg	<i>As</i> mg/kg	<i>Hg</i> mg/kg
1	95,7	606	19,6	1,02	22,3	526	< 3	< 1
2	47,0	399	20,7	1,00	23,0	196	< 3	< 1
3	33,7	386	22,4	0,82	34,5	167	9,84	< 1
4	35,2	231	21,1	1,38	24,0	190	9,25	< 1
5	57,5	477	19,8	0,699	21,4	352	6,59	< 1
6	166	591	20,9	0,994	22,2	1430	8,70	< 1
7	71,6	330	23,6	1,03	33,2	297	7,00	< 1
8	32,9	6730	28,6	0,579	29,3	170	13,8	< 1
9	125	414	27,8	1,15	24,2	693	8,05	< 1
10	51,8	260	34,3	0,92	26,2	244	12,2	< 1
11	60,2	414	18,3	1,10	21,5	183	7,82	< 1
12	56,4	382	19,7	1,14	20,8	237	9,52	< 1
13	37,4	315	10,4	1,64	20,1	120	4,39	< 1
14	10,0	18,6	2,46	< 0,2	4,16	19,8	< 6	< 2
15	96,5	377	25,7	1,23	24,9	560	8,54	< 1
16	62,4	239	31,1	1,77	26,2	259	13,3	< 1
17	85,5	329	21,2	1,17	27,4	260	7,11	< 1
18	80,8	479	38,6	2,30	49,6	294	10,1	< 1
19	49,7	569	16,9	1,97	29,2	266	< 3	1,11
20	39,1	233	16,3	1,52	35,8	200	4,87	< 1
21	30,7	211	12,0	0,577	23,2	156	< 3	< 1
22	14,0	199	10,1	0,981	21,5	87,7	< 3	< 1
23	122	734	14,8	6,33	23,8	454	< 3	< 1
24	39,8	121	8,03	2,09	12,7	111	4,00	< 1
25	20,3	71,2	11,4	0,149	18,3	65,5	6,98	< 1
26	11,2	50,3	3,82	0,232	7,97	42,9	< 3	< 1
27	125	182	16,9	0,121	26,1	93,4	5,95	< 1
28	11,2	93,9	4,15	1,16	16,1	209	4,16	< 1

## Appendix B Tungmetaller i vannprøver fra Øyradalen

Resultater for vannprøver tatt våren 2002 [29].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> <i>µg/l</i>	<i>Cu</i> <i>µg/l</i>	<i>Cr</i> <i>µg/l</i>	<i>Cd</i> <i>µg/l</i>	<i>Mn</i> <i>µg/l</i>	<i>Ni</i> <i>µg/l</i>	<i>Zn</i> <i>µg/l</i>
A	< 0,9	1,4	< 0,4	< 0,3	< 0,2	< 0,1	< 0,3
B	< 0,9	1,0	< 0,4	< 0,3	< 0,2	< 0,1	< 0,3
C	< 0,9	2,1	< 0,4	< 0,3	< 0,2	< 0,1	5,7
D	< 0,9	1,2	< 0,4	< 0,3	< 0,2	< 0,1	0,6
E	< 0,9	0,9	< 0,4	< 0,3	< 0,2	< 0,1	1,5
I	< 0,9	2,6	< 0,4	< 0,3	< 0,2	< 0,1	0,6
II	< 0,9	< 0,6	< 0,4	< 0,3	< 0,2	< 0,1	< 0,3

Resultater for vannprøver tatt høsten 2002 [30].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> <i>µg/l</i>	<i>Cu</i> <i>µg/l</i>	<i>Cr</i> <i>µg/l</i>	<i>Cd</i> <i>µg/l</i>	<i>Mn</i> <i>µg/l</i>	<i>Ni</i> <i>µg/l</i>	<i>Zn</i> <i>µg/l</i>
A	< 0,9	< 0,6	< 0,4	< 0,3	< 0,2	< 0,1	< 0,3
B	< 0,9	3,6	< 0,4	< 0,3	< 0,2	< 0,1	23
C	< 0,9	0,9	< 0,4	< 0,3	< 0,2	< 0,1	11
D	< 0,9	1,8	< 0,4	< 0,3	< 0,2	< 0,1	11
E	< 0,9	< 0,6	< 0,4	< 0,3	< 0,2	< 0,1	9
I	< 0,9	< 0,6	< 0,4	< 0,3	< 0,2	< 0,1	2,9
II	< 0,9	3,6	< 0,4	< 0,3	< 0,2	< 0,1	26

Resultater for vannprøver tatt våren 2003 [31].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> <i>µg/l</i>	<i>Cu</i> <i>µg/l</i>	<i>Cr</i> <i>µg/l</i>	<i>Cd</i> <i>µg/l</i>	<i>Mn</i> <i>µg/l</i>	<i>Ni</i> <i>µg/l</i>	<i>Zn</i> <i>µg/l</i>
A	< 1	3,1	< 0,6	< 0,1	2,6	< 2	4
B	< 1	3,6	< 0,6	< 0,1	0,65	< 2	4
C	< 1	2,4	< 0,6	< 0,1	< 0,3	< 2	3
D	< 1	4,3	< 0,6	< 0,1	< 0,3	< 2	4
E	< 1	2,0	< 0,6	< 0,1	< 0,3	< 2	< 2
I	< 1	2,5	< 0,6	< 0,1	< 0,3	< 2	< 2
II	3	3,8	< 0,6	< 0,1	< 0,3	< 2	8

Resultater for vannprøver tatt høsten 2003 [32].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> <i>µg/l</i>	<i>Cu</i> <i>µg/l</i>	<i>Cr</i> <i>µg/l</i>	<i>Cd</i> <i>µg/l</i>	<i>Mn</i> <i>µg/l</i>	<i>Ni</i> <i>µg/l</i>	<i>Zn</i> <i>µg/l</i>
A	1	3,6	< 0,6	< 0,1	0,5	< 2	5
B	< 1	5,9	< 0,6	< 0,1	4,7	< 2	10
C	< 1	3,0	< 0,6	< 0,1	6,1	< 2	4
D	< 1	3,9	< 0,6	< 0,1	0,3	< 2	2
E	< 1	1,2	< 0,6	< 0,1	< 0,3	< 2	< 2
I	< 1	1,5	< 0,6	< 0,1	0,3	< 2	< 2
II	< 1	3,5	< 0,6	< 0,1	0,5	< 2	4

## Appendix C TOC, nitrat og nitritt i vannprøver fra Øyradalen

Resultater for TOC i vannprøver fra Nivla i Øyradalen [5].

<i>Prøvetatt</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>I</i>	<i>II</i>
	<i>mg C/l</i>	<i>mg C/l</i>	<i>mg C/l</i>	<i>mg C/l</i>	<i>mg C/l</i>	<i>mg C/l</i>	<i>mg C/l</i>
H 2000	2,2	2,4	2,5	3,2	2,1	1,9	2,9
H 1999	1,1	1,0	1,1	1,6	0,91	1,0	1,8
V 1999	1,8	1,7	1,5	2,3	1,3	1,7	2,1
H 1998	2,4	1,6	1,6	2,9	1,3	1,2	2,0
V 1998	1,9	2,0	2,1	2,9	1,9	2,0	2,6
H 1997	2,8	2,7	4,7	3,4	2,6	2,5	3,6
V 1997							
H 1996	0,81	0,74	1,0	1,3	0,39		
V 1996	2,1	2,0	2,0	2,9	1,9		
H 1995	1,1	1,2	1,1	1,8	0,74		
V 1995	3,1	4,6	4,0	4,2	4,0		
H 1994	0,89	1,10	0,91	1,7	0,60	21,1	27,4
V 1994	2,4	2,5	2,4	3,8	2,0		
H 1993	0,65	0,62	0,70	1,7	0,52		
V 1993	9,6	8,6	12,6	19,9	14,5		
H 1992	1,16	16,5			9,8		
V 1992	4,28	6,84			5,38		
H 1991	1,46	1,45	2,15	1,54	1,54		
V 1991	1,61	1,40	2,48	1,73	1,13		
H 1990	1,06	0,93	0,97	0,97	1,75		
V 1990	1,08	1,20	1,26	1,44	2,49		
H 1989	0,78	0,82	0,79	0,58	1,19		
V 1989	1,59	1,42	1,19	1,40	2,64		
H 1988	0,97	0,94	0,91	0,83	1,84		
V 1988	1,51	1,29	1,19	1,20			
H 1987	1,88	1,99	1,73	1,57			
V 1987	1,86	1,94	1,82	1,68			
H 1986	1,30	1,36	1,13	1,08			
V 1986	2,18	2,17	1,95	2,07			
H 1985	1,90	2,17	1,88	2,02			
V 1985	1,21	1,30	1,27	1,33			
H 1984	1,35	1,34	1,67	1,39			
V 1984	1,61	2,31	2,02	1,95			
H 1983	1,74	1,87	1,70	1,90			
V 1983	2,49	2,64	2,98	2,41			
H 1982	2,0	2,1	1,9	1,6			
V 1982	3,9	4,0	7,6	3,7			
H 1981	1,9	1,8	1,2	1,3			
V 1981	2,0	2,0	2,2	1,5			
H 1980	2,0	2,2	2,1	1,4	2,0		
V 1980							
H 1979	2,4	5,6	2,0	26,4	2,2		
V 1979							
H 1978	1,8		1,3		1,3		
V 1978	3,0	4,1	1,7	3,5	3,9		
H 1977			1,8				
V 1977			2,0		2,9		



Resultater for summen av nitrat og nitritt i vannprøver fra Nivla i Øyradalen [5].

<i>Prøvetatt</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>I</i>	<i>II</i>
	<i>µg N/l</i>	<i>µg N/l</i>	<i>µg N/l</i>	<i>µg N/l</i>	<i>µg N/l</i>	<i>µg N/l</i>	<i>µg N/l</i>
H 2000	4	4	14	4	41	49	10
H 1999	12	33	23	38	29	17	43
V 1999	45	45	61	33	73	68	37
H 1998	58	93	110	24	143	66	33
V 1998	33	48	84	17	76	47	29
H 1997	16	31	43	41	46	17	55
V 1997							
H 1996	81	132	45	87	53		
V 1996	93	98	110	59	147		
H 1995	31	96	71	31	67		
V 1995	99	136	185	79	215		
H 1994	66	73	81	45	84	55	56
V 1994	51	60	84	60	84		
H 1993	57	70	53	37	83		
V 1993	58	64	75	37	80		
H 1992	4	47			63		
V 1992	100	116			165		
H 1991	5	3	3	2	3		
V 1991	70	96	20	71	121		
H 1990	26	36	68	89	28		
V 1990	115	112	96	135	34		
H 1989	12	19	30	47	13		
V 1989	39	31	68	88	20		
H 1988	54	71	83	184	38		
V 1988	53	53	65	200			
H 1987	10	10	30	21			
V 1987	17	42	47	110			
H 1986	<1	<1	31	91			
V 1986	3	2	2	86			
H 1985	<1	<1	<1	<1			
V 1985	102	110	98	83			
H 1984	<1	1	14	60			
V 1984	53	40	58	114			
H 1983	<10	<10	30	<10			
V 1983	10	<10	80	80			
H 1982	<10	<10	60	80			
V 1982	30	<10	70	70			
H 1981	<10	<10	<10	<10			
V 1981	<10	<10	<10	<10			
H 1980	10	30	70	60	110		
V 1980							
H 1979	10	10	40	60	70		
V 1979							
H 1978	30	45	70	115	140		
V 1978	145	145	90	140	315		
H 1977	43		113	160	148		
V 1977			130		160		

Resultater for nitritt i vannprøver fra Nivla i Øyradalen [5].

<i>Prøvetatt</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
	<i>µg N/l</i>	<i>µg N/l</i>	<i>µg N/l</i>	<i>µg N/l</i>	<i>µg N/l</i>
V 2003	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
V 2002	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
H 2001	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
V 2001	< 2	< 2	3	< 2	< 2
H 2000	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
V 2000	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
H 1999					
V 1999	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
H 1998					
V 1998	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
H 1997					
V 1997					
H 1996	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
V 1996					
H 1995	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
V 1995	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
H 1994	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
V 1994	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
H 1993	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
V 1993	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
H 1992					
V 1992					
H 1991					
V 1991	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
H 1990	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
V 1990	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
H 1989	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
V 1989	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
H 1988	< 1	< 1	< 1	< 1	
V 1988	< 1	< 1	< 1	< 1	
H 1987	< 1	< 1	< 1	< 1	
V 1987	< 10	< 10	< 10	< 10	
H 1986	< 1	< 1	1	1	
V 1986	< 1	< 1	< 1	< 1	
H 1985	< 1	< 1	< 1	< 1	
V 1985	< 1	< 1	< 1	< 1	
H 1984	< 1	< 1	< 1	< 1	
V 1984	< 1	< 1	< 1	< 1	
H 1983	< 10	< 10	< 10	< 10	
V 1983	< 10	< 10	< 10	< 10	
H 1982					
V 1982	< 10	< 10	< 10	< 10	
H 1981	< 10	< 10	< 10	< 10	
V 1981	< 10	< 10	< 10	< 10	
H 1980	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
V 1980					
H 1979	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
V 1979					
H 1978					
V 1978	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
H 1977	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
V 1977			< 10		< 10

## Appendix D Tungmetaller i jord fra Tønjudalen

Resultater for jordprøver tatt i 1991 i Tønjudalen [3].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cu</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cr</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cd</i> <i>mg/kg</i>
1	17,4	24,0	11,1	0,1
2	10,7	17,3	8,9	0,4
3	13,4	6,3	9,7	0,08
4	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt
5	8,2	11,8	10,0	0,07
6	5,4	11,6	7,6	0,08
7	5,6	10,7	10,3	0,07
8	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt
9	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt
10	41,9	10,2	5,7	0,14
11	20,5	13,7	9,9	0,1
12	7,6	10,2	9,1	0,06
13	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt
14	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt
15	12,0	15,6	15	0,09
16	12,4	11,9	11,1	0,08

Resultater for jordprøver tatt høsten 1999 i Tønjumdalen [33].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cu</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cr</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cd</i> <i>mg/kg</i>	<i>Mn</i> <i>mg/kg</i>	<i>Ni</i> <i>mg/kg</i>	<i>Zn</i> <i>mg/kg</i>
1	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt
2	390	86	8,3	< 0,05	286	9,2	74
3	43	16,0	7,8	< 0,05	320	9,6	63
4	48	14,4	9,3	< 0,05	490	10,7	102
5	19,6	8,0	4,9	< 0,05	242	6,0	64
6	18,6	15,7	8,8	< 0,05	545	11,1	129
7	18,7	13,0	8,4	< 0,05	368	9,0	90
8	10,7	6,0	7,3	< 0,05	207	8,1	45
9	190	33	8,6	< 0,05	332	10,0	70
10	201	22	8,1	< 0,05	326	8,4	71
11	127	23	8,3	< 0,05	320	9,3	70
12	111	16,6	7,9	< 0,05	430	8,2	93
13	161	29	8,1	< 0,05	260	9,8	52
14	52	17,4	11,8	< 0,05	310	32	66
15	50	32	14	< 0,05	320	14	60
16	20	22	30	< 0,05	290	20	54
Ref nord	29	50	16	< 0,05	510	13	90
Ref sør	18,3	16	9,0	< 0,05	620	11,4	138

Resultater for jordprøver tatt høsten 2000 i Tønjumdalen [34].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cu</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cr</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cd</i> <i>mg/kg</i>	<i>Mn</i> <i>mg/kg</i>	<i>Ni</i> <i>mg/kg</i>	<i>Zn</i> <i>mg/kg</i>
1	600	90	9	< 0,1	350	7,0	110
2	104	27	9,0	< 0,1	470	11,0	93
3	52	19	8,8	< 0,1	430	10,1	94
4	51,4	14,8	7,7	< 0,1	587	10,3	139
5	28	7,8	4,5	< 0,1	220	5,6	67
6	29	13,8	8,7	< 0,1	470	9,8	135
7	21,6	15,4	8,4	< 0,1	530	10,2	126
8	19	15	8,5	< 0,1	400	10	110
9	138	26,2	7,9	< 0,1	299	9,3	71
10	175	21,5	8,4	< 0,1	309	9,0	81
11	92	18,6	7,6	< 0,1	337	9,1	85
12	63,1	17,7	9,3	< 0,1	420	9,7	96
13	141	22,0	8,0	< 0,1	305	9,3	71
14	170	38	9,7	< 0,1	320	12,0	75
15	99	21,6	13,7	< 0,1	390	14,7	81
16	80	25,1	17,1	< 0,1	510	17,7	97
Ref nord	15	12	6,8	< 0,1	360	6,3	82
Ref sør	16	14	5,8	< 0,1	400	5	81

Resultater for jordprøver tatt våren 2001 i Tønjumdalen [34].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cu</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cr</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cd</i> <i>mg/kg</i>	<i>Mn</i> <i>mg/kg</i>	<i>Ni</i> <i>mg/kg</i>	<i>Zn</i> <i>mg/kg</i>
1	420	90	8,7	< 0,1	407	9,9	100
2	73	18	8,1	< 0,1	500	10,4	90
3	59	14,5	6,8	< 0,1	620	9,3	130
4	18,3	13,9	7,0	< 0,1	545	10,1	96
5	31	10,3	6,4	< 0,1	390	7,8	103
6	12	9,6	5,3	< 0,1	327	7,3	89
7	20	14,9	8,8	< 0,1	409	10,3	108
8	13,8	13,6	8,4	< 0,1	252	9,0	69
9	148	27	7,6	< 0,1	310	9,1	71
10	172	20,7	7,3	< 0,1	303	8,3	73
11	62	16	6,2	< 0,1	272	7,4	68
12	64	16,2	8,1	< 0,1	400	8,7	87
13	164	24	8	< 0,1	300	8,5	75
14	162	34	10,1	< 0,1	440	15,1	89
15	85	25	18,0	< 0,1	430	19	87
16	53	14,4	8,7	< 0,1	292	9,1	73
Ref nord	11	12	7,2	< 0,1	385	8,9	96
Ref sør	12	14	8,9	< 0,1	370	7,2	78

Resultater for jordprøver tatt høsten 2001 i Tønjumdalen [35].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cu</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cr</i> <i>mg/kg</i>	<i>Cd</i> <i>mg/kg</i>	<i>Mn</i> <i>mg/kg</i>	<i>Ni</i> <i>mg/kg</i>	<i>Zn</i> <i>mg/kg</i>
1	315	61	8,5	< 0,1	381	9,4	83
2	45	14,6	9,0	< 0,1	339	10,2	62
3	51	16,0	8,7	< 0,1	810	16,1	125
4	23	12,8	9,0	< 0,1	700	10,7	150
5	24	9	5,2	< 0,1	242	6,6	71
6	17,3	13,9	10,0	< 0,1	560	12,1	145
7	17	8,1	8,1	< 0,1	403	8,6	103
8	15,1	10,5	10,2	< 0,1	323	9,8	89,4
9	120	23,9	8,3	< 0,1	322	10	73
10	199	21,7	8,5	< 0,1	364	9,2	88,8
11	143	21,3	8,8	< 0,1	312	8,7	69
12	64	18	9,9	< 0,1	429	10,8	97,7
13	124	23,0	8,4	< 0,1	390	9,7	90
14	185	34	11,2	< 0,1	460	15,0	83
15	90	24,3	19,8	< 0,1	460	20,4	81
16	49	12,9	9,5	< 0,1	290	9,0	64
Ref nord	9,3	11	8,1	< 0,1	370	9,4	83
Ref sør	17,0	14	8	< 0,1	430	7,4	88

Resultater for jordprøver tatt høsten 2002 i Tønjumdalen [36].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i> mg/kg	<i>Cu</i> mg/kg	<i>Cr</i> mg/kg	<i>Cd</i> mg/kg	<i>Mn</i> mg/kg	<i>Ni</i> mg/kg	<i>Zn</i> mg/kg
1	450	75	8,2	< 0,05	400	9,4	98
2	110	26	10,7	< 0,05	540	11,4	102
3	77	36,1	11,4	< 0,05	910	15,0	177
4	67	13	6,1	< 0,05	720	7,7	130
5	40	11,5	6,2	< 0,05	279	7,5	95
6	20	17	10,3	< 0,05	540	12,2	162
7	20	18,4	9,1	< 0,05	470	10,9	127
8	14	13,2	7,4	< 0,05	221	7,9	63
9	178	33	9,2	< 0,05	333	11	120
10	221	28	9,3	< 0,05	360	10	130
11	84	16,7	6,7	< 0,05	286	7,6	79
12	59	17,7	9,0	< 0,05	393	9,0	99
13	138	24	7,3	< 0,05	297	8,6	71,7
14	382	50,8	11,0	< 0,05	473	15,5	109
15	100	26	16	< 0,05	400	16	90
16	90	21	13	< 0,05	370	13	89
Ref nord	9,4	11,3	7,6	< 0,05	351	8,4	84
Ref sør	9,8	13,9	12	< 0,05	440	6,7	96



Resultater for jordprøver tatt høsten 2003 i Tønjumdalen [37].

<i>Prøvepunkt</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Cr</i>	<i>Cd</i>	<i>Mn</i>	<i>Ni</i>	<i>Zn</i>
1	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt	Ikke prøvetatt
2	70	18,3	9,2	< 0,05	540	10,7	90
3	49	21,4	9,7	< 0,05	1100	18,3	140
4	26	15,4	8,3	< 0,05	760	10,0	140
5	23	7,9	5,9	< 0,05	310	6,1	73
6	12	9,9	6,5	< 0,05	340	7,8	80
7	13	8,4	7,9	< 0,05	340	8,0	80
8	13	9,5	6,9	< 0,05	250	7,1	65
9	120	26,4	8,4	< 0,05	310	9,4	65
10	95	18,2	8,6	< 0,05	340	9,6	72
11	61	14,8	7,7	< 0,05	330	8,7	69
12	52	15,2	9,4	< 0,05	430	9,3	82
13	100	19,7	8,5	< 0,05	330	9,3	60
14	210	49,7	15,8	< 0,05	480	20,3	92
15	110	31,9	21,3	< 0,05	530	22,4	96
16	53	23,1	19,1	< 0,05	550	19,5	83
Ref nord	10	9,5	7,3	< 0,05	380	8,4	75
Ref sør	9	11,5	6,4	< 0,05	370	7,0	68

## Appendix E Posisjoner for prøvepunkter i Øyradalen

<i>Prøvepunkt</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
26	6760693	429322
29	6759973	429113
30	6760032	429178
31	6759893	429159
32	6759732	429026

Koordinatene er oppgitt i UTM (WGS1984), sone 32N.

## Appendix F Posisjoner for prøvepunkter i Tønjumdalen

<i>Prøvepunkt</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

Koordinatene er oppgitt i UTM (WGS1984), sone 32N.

## Referanser

- [1] SFT, "Forurensning av Nivla i forbindelse med sprengningsfelt for kassert ammunisjon i Raosdalen, Lærdal kommune," 1976.
- [2] Statens forurensningstilsyn, "Vurdering av miljøkonsekvensene ved destruksjon av ammunisjon og sprengstoffer.," in *Brev til Hærens forsyningskommando* 1991.
- [3] Hærens forsyningskommando, "Analyse av jordprøver fra sprengningsfeltet i Øyradalen og forbrenningsovnen i Tønjumdalen ved Lærdal," 1992.
- [4] Hærens forsyningskommando, "Kjemisk analyse av jordprøver fra sprengningsfeltet i Øyradalen.," 1999.
- [5] Hærens forsyningskommando, "Vannanalyse av innholdet av nitrit, nitrat og totalt organisk carbon (TOC) i elven Nivla i Øyradalen Lærdal. Tidsrommet 1977-1999.," 1999.
- [6] Bjørnstad H. and Løvholt F., "Lærdal demoleringsfelt. Vannkvalitetsmålinger," Forsvarets bygningstjeneste: 2000.
- [7] Mørch T., Bjørnstad H., and Rukke B.A., "Rapport fra undersøkelse av fisk og vann ved Lærdal demoleringsfelt," Forsvarets bygningstjeneste: 2001.
- [8] Hærens forsyningskommando, "Utslippsmålinger ved destruksjonsanlegg for ammunisjon i Tønjumdalen.," 1999.
- [9] Hærens forsyningskommando, "Bestemmelse av tungmetaller i jord- og vannprøver (referanseprøver) fra Tønjumdalen. Rapportnr A-01-007-18-41," 2001.
- [10] Innset B., "Utslippsmålinger i destruksjonsanlegg for ammunisjon i Tønjumdalen, Lærdal. NILU-RAPPORT OR 10/93.," 1993.
- [11] Tornsjø B. and Larsen E., "Utslippsmålinger ved destruksjonsanlegg for ammunisjon i Tønjumdalen.," Forsvarets laboratorietjeneste, Ed. 2001.
- [12] Haugsbakk I., "Spredningsberegninger for utslipp til luft fra forbrenningsanlegg for ammunisjon i Tønjumdalen, Lærdal. Rapport nr. OR 57/2002," NILU: 2002.
- [13] 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.
- [14] Vik E.A., Breedveld G., and Farestveit T., "Veiledning om risikovurdering av forurenset grunn," Oslo: Statens forurensningstilsyn, 1999.
- [15] Personlig meddelelse:Major Rolf Yngve Knudsen, 2008.
- [16] Rognerud S., "Overvåkning av metallforurensning fra militære skytefelt og demoleringsplasser. Resultater fra 13 års overvåkning," NIVA: 2004.
- [17] Mørch T., Pedersen R., Sørli S., Breyholtz B., Lambertsen E., and Farestveit T., "Avrenning fra Forsvarets skyte- og øvingsfelt. Overvåkning av vannforurensning. Program grunnforurensning 2006," SWECO Grøner: 2007.

- [18] Larsen E., Tornsjo B., and Torstensen T.K.D., "Overvåkning av metallforurensning fra forbrenningsovner og sprenningsfelt for ammunisjon," Forsvarets laboratorietjeneste: 2001.
- [19] Johnsen A., Karsrud T.K., Rosslund H.K., Larsen A., Myran A., John S., and Longva K., "Forurensninger av eksplosiver i Forsvarets skyte- og øvingsfelt - forundersøkelse av ulike baner med vekt på prøvetakingsmetoder," 2008.
- [20] Økland J.Økland K.A., "Vann og vassdrag 1. Ressurser og problemer.," 1995.
- [21] Voie Ø., Strømseng A., Johnsen A., and Longva K., "Veileder for avhending av skytebaner og øvingsfelt - Del 1 Tungmetaller. FFI/RAPPORT-2006/01341.," 2006.
- [22] Miljøverndepartementet, "Forskrift om forbrenning av avfall," 2002.
- [23] Smithells C.J., *Metals Reference Book*. London: Butterworths Scientific Publications, 1949.
- [24] Hærens forsyningskommando, "Kjemisk analyse av jordprøver fra sprenningsfeltet i Øyradalen. Rapport X/020-99," 1999.
- [25] Hærens forsyningskommando, "Bestemmelse av metaller i jordprøver fra sprenningsfeltet i Øyradalen. Rapport nr.: X/022-99," 2000.
- [26] Forsvarets laboratorietjeneste, "Bestemmelse av tungmetaller i jordprøver fra demoleringsfeltet i Øyradalen, Lærdal. Rapportnr A-01-006-36-63," 2001.
- [27] Forsvarets laboratorietjeneste, "Bestemmelse av tungmetaller i jordprøver fra sprenningsfeltet i Øyradalen, Lærdal. Rapportnr A-01-006-1-28-64-91," 2001.
- [28] Forsvarets laboratorietjeneste, "Bestemmelse av tungmetaller i jordprøver fra Øyradalen, Lærdal. Rapportnr A-01-006-92-119.," 2002.
- [29] Forsvarets laboratorietjeneste, "Bestemmelse av tungmetaller i vann- og jordprøver fra sprenningsfeltet i Øyradalen, Lærdal. Rapportnr A-02-003-1-35.," 2003.
- [30] Forsvarets laboratorietjeneste, "Bestemmelse av tungmetaller i vann- og jordprøver fra sprenningsfeltet i Øyradalen, Lærdal. Rapportnr A-02-003-36-70.," 2003.
- [31] Forsvarets laboratorietjeneste, "Bestemmelse av tungmetaller i vann- og jordprøver fra sprenningsfeltet i Øyradalen, Lærdal. Rapportnr 040129.04.," 2004.
- [32] Forsvarets laboratorietjeneste, "Bestemmelse av tungmetaller i vann- og jordprøver fra sprenningsfeltet i Øyradalen, Lærdal. Rapportnr 040420.02," 2004.
- [33] Hærens forsyningskommando, "Bestemmelse av metaller i jordprøver fra Tønjumdalen. Rapport nr.: X/024-99.," 2000.
- [34] Forsvarets laboratorietjeneste, "Bestemmelse av tungmetaller i jordprøver ved Forsvarets Ammunisjonsanlegg, Lærdal. Rapportnr A-01-007-1-18-42-59.," 2001.
- [35] Forsvarets laboratorietjeneste, "Bestemmelse av tungmetaller i jordprøver ved Forsvarets Ammunisjonsanlegg, Lærdal. Rapportnr A-02-002-1-18," 2003.
- [36] Forsvarets laboratorietjeneste, "Bestemmelse av tungmetaller i jordprøver ved Forsvarets Ammunisjonsanlegg, Lærdal. Rapportnr A-02-002-19-36," 2003.

- [37] Forsvarets laboratorietjeneste, "Bestemmelse av tungmetaller i jordprøver fra Tønjumdalen, Lærdal. Rapportnr 040420.05.," 2004.