



FFI-rapport 2015/01659

# Overvåkning av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune – resultater for 2014



Ida Vaa Johnsen





# **Overvåkning av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune – resultater for 2014**

Ida Vaa Johnsen

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)

2. februar 2016

FFI-rapport 2015/01659

P: ISBN 978-82-464-2658-7

E: ISBN 978-82-464-2659-4

## **Emneord**

Overvåking

Tungmetaller

Ammunisjon

Destruksjon

Lærdal

## **Godkjent av**

Øyvind A. Voie

Prosjektleder

Janet M. Blatny

Avdelingsjef

## Sammendrag

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

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

Resultater fra prøver tatt i 2014 fra både Øyradalen og Tønjumdalen er presentert i denne rapporten.

Konsentrasjonen av kobber i demoleringsfeltet i Øyradalen er forhøyet. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av kobber var på 1080 mg/kg. Denne konsentrasjonen er noe høyere enn det som har blitt observert tidligere år, men dette skyldes en enkeltprøve som sannsynligvis inneholder kobberfragmenter. Det var også et noe forhøyet nivå av bly og sink, mens konsentrasjonen av de andre målte metallene var på bakgrunnsnivå. Konsentrasjonen av andre metaller enn kobber i demoleringsfeltet har ikke endret seg vesentlig i løpet av det siste året. Konsentrasjonen av de målte metallene ligger innenfor de krav som myndighetene har satt til friluftsområder. På grunn av et forhøyet nivå av kobber i demoleringsområdet, egner ikke området seg for beitedyr. I Nivla var konsentrasjonen av kobber over den økologiske grenseverdien ved to prøvepunkter, mens konsentrasjonen av bly oversteg grenseverdien i Vanddirektivet ved ett prøvepunkt. Fordi forurensingen er svært lokal, anses det som lite sannsynlig at kobbernivået i Nivla har effekt på vannlevende organismer, men det kan ikke utelukkes.

I Tønjumdalen ble det registrert et noe forhøyet nivå av bly i nærområdet til destruksjonsanlegget, mens konsentrasjonen av de andre målte metallene var tilsvarende det som naturlig kan forventes i området. Det har ikke vært noen vesentlig endring av blykonsentrasjonen i grunnen rundt destruksjonsanlegget det siste året. Forurensningsnivået av ammunisjonsrelaterte metaller i grunnen rundt destruksjonsanlegget vil ikke utgjøre noen helserelatert risiko, og det vurderes at forurensningsnivået heller ikke utgjør noen risiko for beitedyr. Nivået av metaller i Kuvella var under det en vil forvente skal gi effekter på vannlevende organismer eller utgjøre en helserisiko.

## English summary

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

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

This report presents results from the monitoring of the munitions related contamination in Øyradalen and Tønjumdalen in 2014.

The concentrations of copper in the demolition area in Øyradalen were higher than normal for this area. The mean concentration of copper in the demolition area was 1080 mg/kg. This concentration was somewhat higher than the concentration observed in previous years. This was probably due to a high copper concentration in a single sample containing copper fragments. Zinc and lead levels were also above background levels, while the concentrations of other heavy metals were equivalent to background levels. Metal concentration in the demolition area, other than for copper, had not changed significantly during the last year and the contamination level in Øyradalen was within the national limits for recreation areas. Due to high copper concentrations, the demolition area is not suitable for grazing animals. In the river Nivla, the concentration of copper in two sampling points were above the ecotoxicological screening level, which means that copper can have some influence on the life of organisms in the river. The copper contamination was local and the risk of effects on aquatic organisms is therefore low, but cannot be ruled out.

The concentrations of lead observed near the destruction facility in Tønjumdalen were above background levels, while the concentrations of other heavy metals were comparable with the background levels. There has been no significant change in the lead concentration around the destruction facility during the last year. In Tønjumdalen, the contamination level was within the national limits for recreational areas and there is no associated risk for grazing animals. The content of munitions related metals in Kuvella in Tønjumdalen were below effect levels for aquatic organisms, and below drinking water standards.

## Innhold

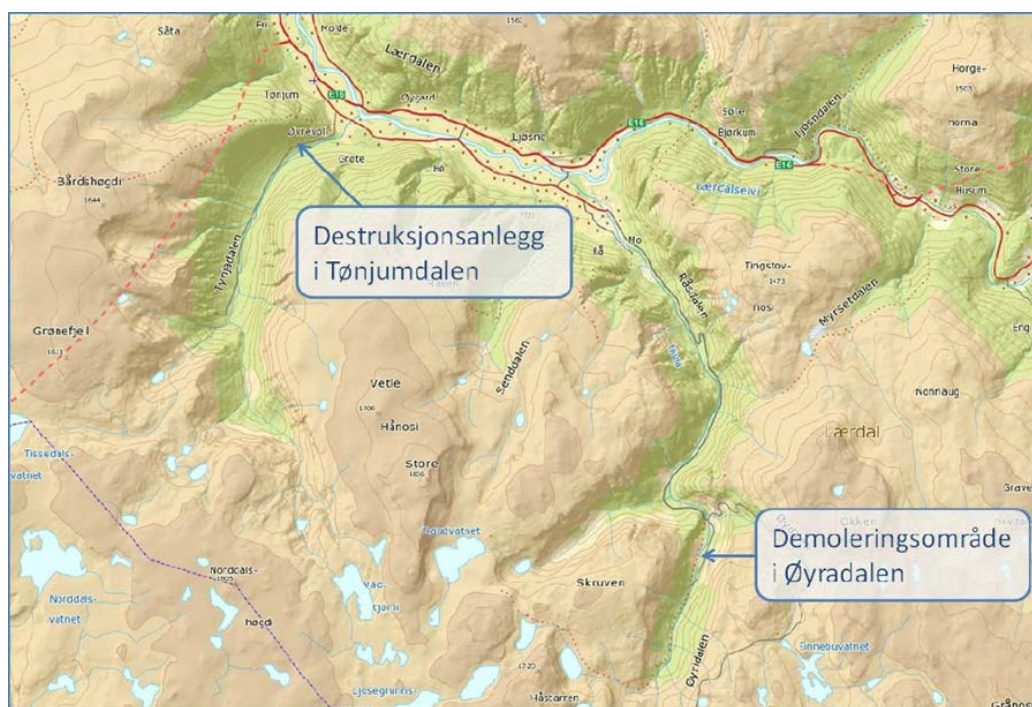
<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>7</b>
1.1	Tilstandsklasser og grenseverdier	8
<b>2</b>	<b>Materialer og metoder</b>	<b>9</b>
2.1	Prøvetaking	9
2.2	Analyse	12
<b>3</b>	<b>Resultater og diskusjon</b>	<b>12</b>
3.1	Øyradalen	12
3.1.1	Kobber i jord	12
3.1.2	Bly i jord	14
3.1.3	Andre metaller	16
3.1.4	Metaller i vann	16
3.2	Tønjumdalen	19
3.2.1	Metaller i jord	19
3.2.2	Metaller i vann	20
<b>4</b>	<b>Vurdering av risiko</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>22</b>
5.1	Øyradalen	22
5.2	Tønjumdalen	22
	<b>Referanser</b>	<b>24</b>
	<b>Vedlegg A Posisjon til prøvepunkter</b>	<b>25</b>
	<b>Vedlegg B Prøvenummerering</b>	<b>27</b>
	<b>Vedlegg C Analyserapporter jord, ALS</b>	<b>28</b>
	<b>Vedlegg D Analyserapport vann</b>	<b>43</b>





# 1 Innledning

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



Figur 1.1 Oversikt over lokaliseringen av Forsvarets demoleringsfelt i Øyradalen og destruksjonsanlegget i Tønjudalen i Lærdal kommune. Kartgrunnlag: Statens kartverk.

For å overvåke konsentrasjonen av tungmetaller i dette området, ble det i 1991 startet et program for prøvetaking og analyse av tungmetaller i jord. Det ble tatt prøver før demoleringen startet om våren og etter demoleringen ble avsluttet om høsten. Dette programmet har vært videreført frem til 2007. I 2008 foretok Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) en gjennomgang av dataene fra overvåkningsprogrammet. Som følge av dette arbeidet ble noen prøvestasjoner utelatt fra overvåkningsprogrammet og enkelte måleparametere ble fjernet [1]. Det har blitt foretatt årlig prøvetaking i henhold til dette programmet fra høsten 2008. Resultatene er presentert i følgende FFI-rapporter: FFI-rapport 2009/01147 [2], FFI-rapport 2010/01494, FFI-rapport 2011/01306 [4], FFI-rapport 2012/01308 [5], FFI-rapport 2013/02362 [6] og FFI-rapport 2014/01519 [7].

I tillegg til demoleringsfeltet i Øyradalen, er det et anlegg for destruksjon av krutt og småkaliberammunisjon i Tønjudalen. Dette anlegget ble tatt i bruk i 1988. Lokaliseringen av

anlegget er vist i Figur 1.1. Destruksjonen av denne typen ammunisjon foregår i en forbrennings-ovn med tilknyttet renseanlegg. I dette området har det ikke vært gjennomført tilsvarende årlig overvåkning som i Øyradalen. Fra 1991 har det sporadisk blitt tatt prøver for å undersøke forurensning av tungmetaller i dette området. Etter en gjennomgang av resultatene fra disse undersøkelsene, ble det av FFI anbefalt at også Tønjumdalen inkluderes i overvåkningsprogrammet. Det ble tatt prøver i henhold til anbefalt overvåkningsprogram i Tønjumdalen høsten 2008, 2009, 2011, 2012 og 2013. I 2010 ble det av ulike grunner ikke foretatt prøvetaking i dette området. Resultatene ble henholdsvis presentert i FFI-rapport 2009/01147 [2], FFI-rapport 2010/01494 [3], FFI-rapport 2012/01308 [5], FFI-rapport 2013/02362 [6] og FFI-rapport 2014/01519 [7].

I denne rapporten blir resultatene fra overvåkingen i 2014 av tungmetallforurensning i de to områdene presentert.

### 1.1 Tilstandsklasser og grenseverdier

For å kunne si noe om et område er forurenset, og hvor forurenset dette området eventuelt er, benyttes det som kalles helsebaserte tilstandsklasser. Disse tilstandsklassene er utviklet av Miljødirektoratet i 2009 [8]. Oppbyggingen av tilstandsklassene er basert på risikovurderinger i forhold til menneskelig helse på individnivå. Tilstandsklassene sier også noe om hva slags arealbruk som kan aksepteres på et område i forhold til forurensningsgrad (Tabell 1.1).

*Tabell 1.1 Oversikt over helsebaserte tilstandsklasser for metaller i jord. Tabellen viser grenseverdiene for tilstandsklassene, samt hvilket arealbruk som kan benyttes ved den gitte tilstandsklassen[8].*

Tilstandsklasse	1	2	3	4	5
Beskrivelse av tilstand	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Øvre grense styres av	Normverdi	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Nivå som anses å være farlig avfall
Arealbruk (tilstandsklasse i toppjord)	Boligområder, barnehage, dyrket mark osv.	Boligområder, barnehage, dyrket mark osv.	Sentrumsområder, kontorer, forretninger ol.	Industri og trafikkareale	
Kobber (mg/kg)	< 100	100 - 200	200 - 1000	1000 - 8500	8500 - 25000
Bly (mg/kg)	< 60	60 - 100	100 - 300	300 - 700	700 - 2500
Sink (mg/kg)	< 200	200 - 500	500 - 1000	1000 - 5000	5000 - 25000
Kadmium (mg/kg)	< 1,5	1,5 - 10	10 - 15	15 - 30	30 - 1000
Nikkel (mg/kg)	< 60	60 - 135	135 - 200	200 - 1200	1200 - 2500
Krom III (mg/kg)	< 50	50 - 200	200 - 500	500 - 2800	2800 - 25000

I ferskvann vann benyttes "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann" for å si noe om forurensningsgraden av vannet (Tabell 1.2) [9]. I motsetning til tilstandsklassene for jord, sier disse verdiene ingen ting om helsefaren ved de gitte konsentrasjonene. For å vurdere helserisiko for mennesker benyttes derfor ofte grenseverdiene i Drikkevannsforskriften (Tabell 1.3) [10]. Myndighetene anbefaler å orientere seg etter tilstandsklasse 3 for vann (Tabell 1.2), og etter vanddirektivets miljøkvalitetsstandard når det gjelder bly. Disse er også (med unntak av bly) sammenfallende med økologisk grenseverdi eller "Ecotoxicological Screening Level" (EcoSL) [11]. EcoSL er en verdi som antas å ha en lav risiko for eventuell flora og fauna i resipienten (Tabell 1.3) [11;12]. Vanddirektivets miljøkvalitetsstandard for bly ble endret fra 7,2 µg/l til 1,2 µg/l sommeren 2015. Den nye standarden gjelder årlig gjennomsnitt av biotilgjengelig blykonsentrasjon [12].

Tabell 1.2 Tilstandsklasse for metaller i ferskvann [9].

	1 Ubetydelig forurenset	2 Moderat forurenset	3 Markert forurenset	4 Sterkt forurenset	5 Meget sterkt forurenset
Kobber (µg/l)	< 0,6	0,6 - 1,5	1,5 - 3	3 - 6	> 6
Bly (µg/l)	< 0,5	0,5 - 1,2	1,2 - 2,5	2,5 - 5	> 5
Sink (µg/l)	< 5	5 - 20	20 - 50	50 - 100	> 100
Kadmium (µg/l)	< 0,04	0,04 - 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,4	> 0,4
Nikkel (µg/l)	< 0,5	0,2 - 2,5	2,5 - 5	5 - 10	> 10
Krom (µg/l)	< 0,2	0,2 - 2,5	2,5 - 10	10 - 50	> 50

Tabell 1.3 Økologisk grenseverdi (EcoSL) for akvatiske organismer, samt grenseverdier for drikkevann [10-12].

	EcoSL	Drikkevannsforskrift
<b>Kobber (µg/l)</b>	3,0	100
<b>Bly (µg/l)</b>	1,2 <sup>12</sup>	10

## 2 Materialer og metoder

### 2.1 Prøvetaking

Prøvetakingen i 2014 ble foretatt av Einar Trulssen og hans medarbeidere ved Forsvarets destruksjonsanlegg i Lærdal. Det ble tatt prøver av jord fra de samme prøvepunktene i Øyradalen og Tønjumdalen som tidligere. I tillegg ble to prøvepunkt som var inkludert ved overvåkingen frem til 2008 også prøvetatt; 21 og 28. I 2014 ble det også tatt vannprøver ved de stasjonene i Øyradalen der det tidligere er blitt tatt vannprøver [1]. I 2014 ble også prøvepunkt II inkludert til

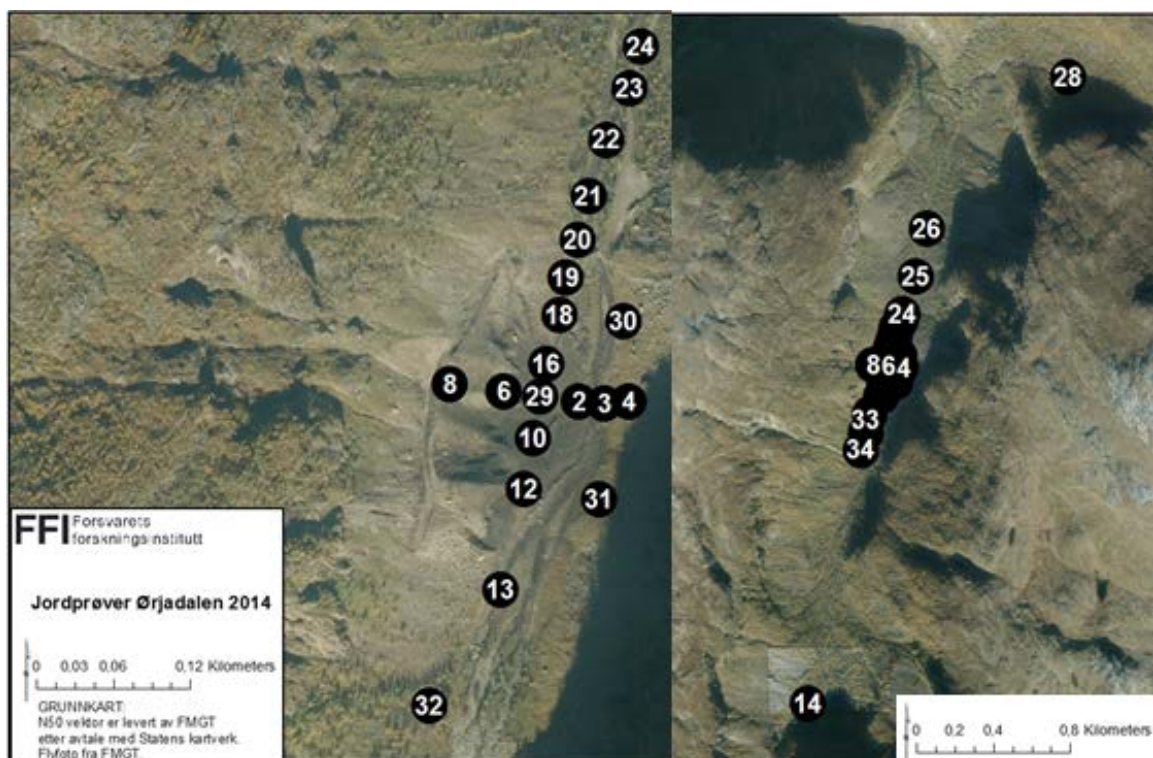
<sup>1</sup> Gjelder den biotilgjengelige andelen av bly.

<sup>2</sup> Grenseverdi for årlig gjennomsnitt, den maksimale verdien av bly kan ikke overstige 14 µg/l.

forskjell fra i 2013 [7]. I Tønjumdalen ble det tatt vannprøver av Kuvella på de samme stedene som tidligere; to prøver oppstrøms destruksjonsanlegget (K-3 og K-4) og to prøver nedstrøms anlegget (K-1 og K-2).

Noen av prøvepunktene i Øyradalen, og de fleste i Tønjumdalen, har merkepinne satt ned. Dette gjør det enklere å få tatt prøve på samme sted hvert år. De prøvepunktene der det ikke er satt ned merkepinner i Øyradalen, ble lokalisert ved bruk av laseravstandsmåler fra et kjent utgangspunkt i demoleringsområdet i retning mot nord, øst, sør og vest. GPS ble benyttet både i Øyradalen og Tønjumdalen for å lokalisere prøvepunkter, og posisjoner for alle prøvepunktene er vist i Vedlegg A. Det samme jordboret som ble benyttet ved tidligere prøvetakinger i Øyradalen og Tønjumdalen ble benyttet [1]. Hvert prøvepunkt utgjør en flate på omkring 1 m<sup>2</sup>, og herfra ble det tatt noen stikk fra overflaten og ned til 3-5 cm dyp med jordboret. Prøvene ble samlet i poser av polyetylen og sendt til FFI for kjemisk analyse.

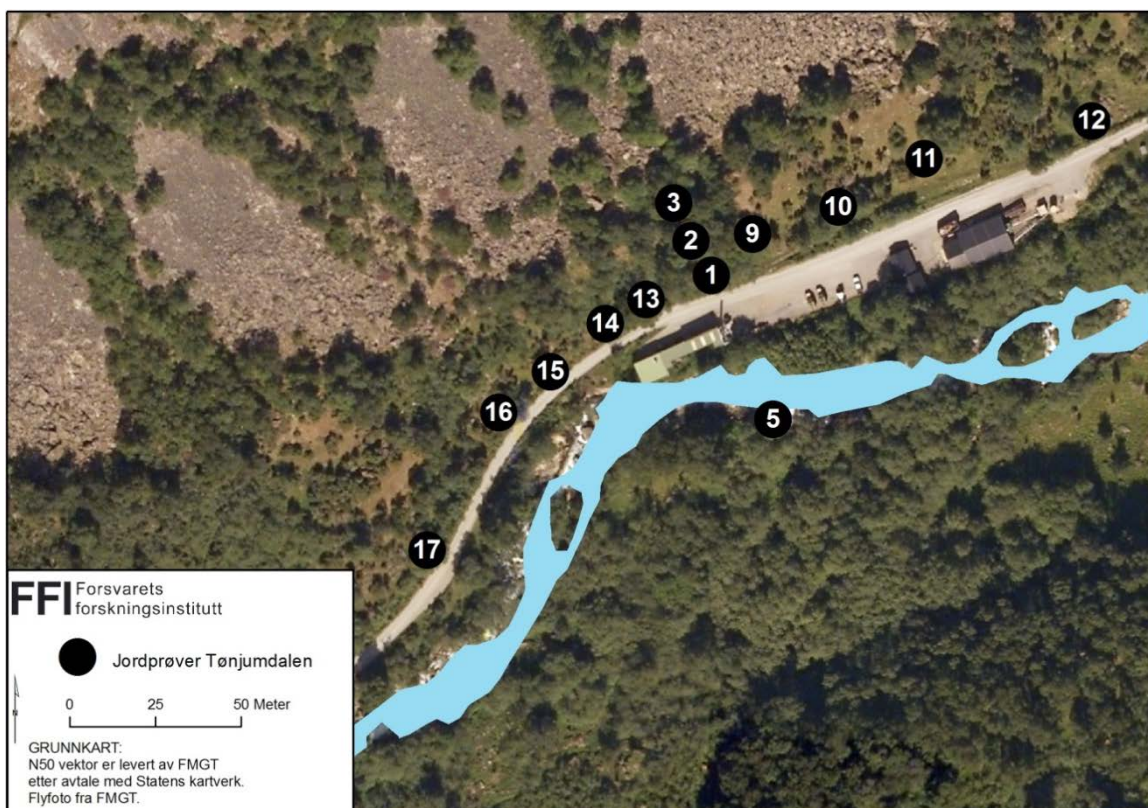
En oversikt over lokaliseringen til jordprøvene i Øyradalen er vist i Figur 2.1, mens det er gitt en oversikt over lokaliseringen til vannprøvene i Figur 2.2. Lokaliseringen til jordprøvene i Tønjumdalen er vist i Figur 2.3, mens lokaliseringen av vannprøvene er vist i Figur 2.4.



Figur 2.1 Oversikt over lokaliseringen til jordprøvene tatt i Ørjadalen 2014.



Figur 2.2 Oversikt over lokaliseringen til vannprøver tatt i Øyradalen i 2014.



Figur 2.3 Oversikt over lokaliseringen til jordprøver tatt i Tønjudalen i 2014.



Figur 2.4 Oversikt over lokaliseringen til vannprøver tatt i Kuvella i 2014.

## 2.2 Analyse

Jord- og vannprøver ble oppbevart i kjøleskap hos FFI frem til videre behandling (1-2 måneder). Vannprøvene ble ved ankomst til FFI konserverert ved å tilsette  $\text{HNO}_3$  (65 % ultraren) til en konsentrasjon i prøven lik 0,6 %. Jordprøvene ble tørket i varmeskap ved 60 °C i 24 timer, deretter ved 100 °C i 1 time. Jordprøvene ble så sendt til ALS Laboratory Group Norway AS for analyse, mens vannprøver ble analysert på FFI. Metaller ble ekstrahert fra den tørkede jorda ved hjelp av opplutning i UltraWave (Milestone) ved 200 °C i kongevann (6 ml 30 % ultraren HCl og 2 ml 65 % ultraren  $\text{HNO}_3$ ). Analyse av vann og jordprøver ble utført med en ICP-MS (Thermo Xseries 2).

## 3 Resultater og diskusjon

Analyserapporter fra analyse av metaller i jord og vann er vist i Vedlegg C og Vedlegg D.

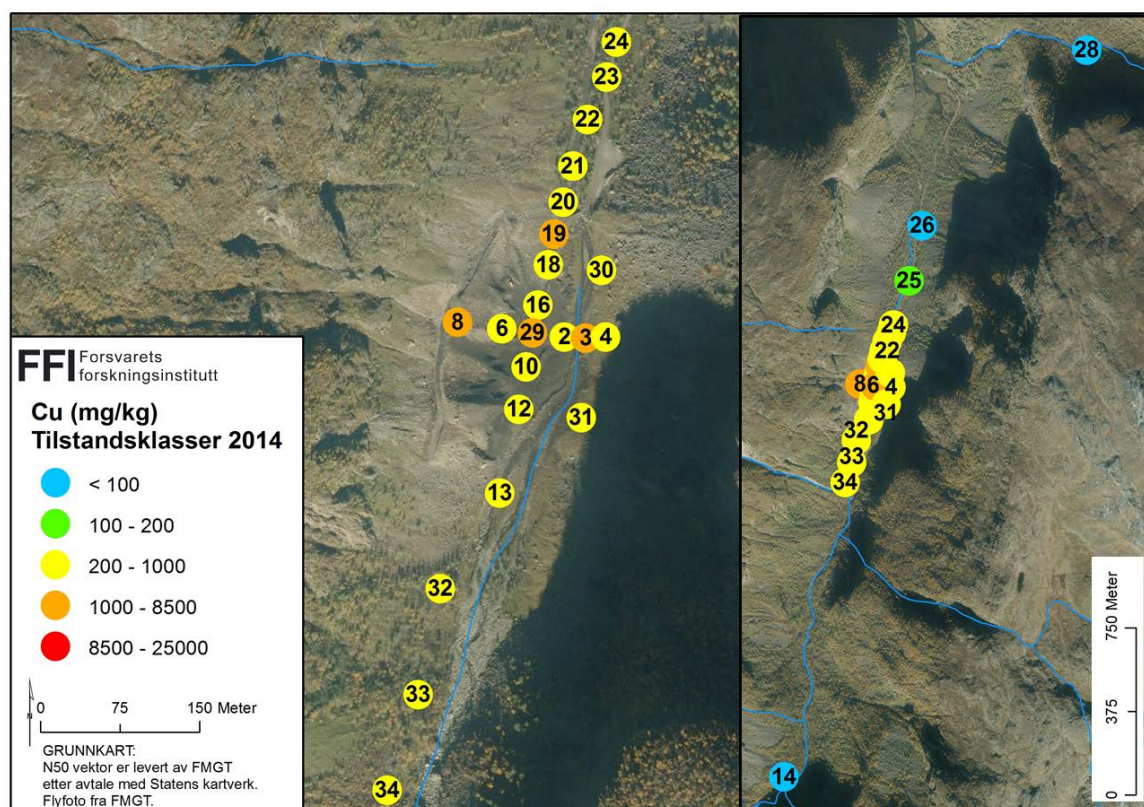
### 3.1 Øyradalen

#### 3.1.1 Kobber i jord

Figur 3.1 viser konsentrasjonsnivåer av kobber (Cu) i alle prøvene som ble analysert i Øyradalen i 2014. For fire prøver i destruksjonsområdet var kobberkonsentrasjonen i jorda i tilstandsklasse “Dårlig”, mens nivået for de resterende prøvene i området var i tilstandsklasse “Moderat” [8]. De høyeste konsentrasjonene av kobber ble målt i prøvepunkt 3, 8, 19, 29 med konsentrasjon på

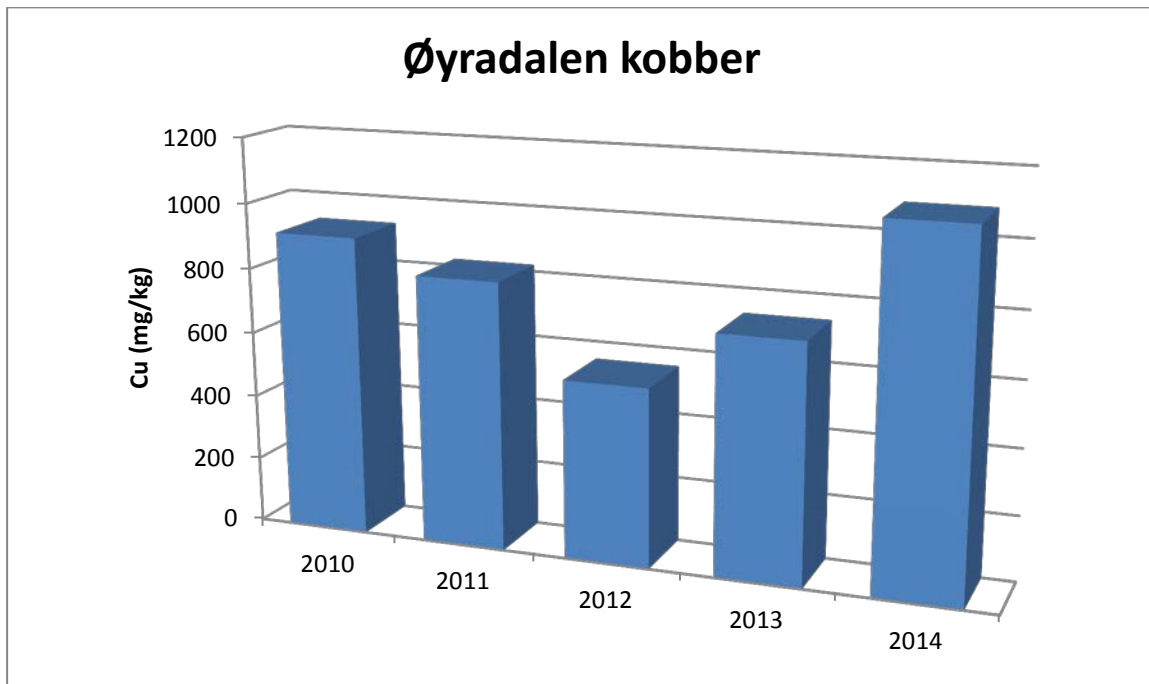
henholdsvis; 2260, 1390, 3620 og 1680 mg/kg. Det var sannsynligvis innhold av kobberfragmenter som førte til at enkelte av disse prøvene hadde høye konsentrasjoner av kobber. Innover i dalen fra prøvepunkt 32 minket kobberkonsentrasjonen og ved prøvepunkt 14 var konsentrasjonen på bakgrunnsnivå.

Konsentrasjonen av kobber i jordprøver tatt høsten 2014 var stort sett på samme nivå eller noe høyere enn prøvene tatt høsten 2013. Analysene viste at området hadde en noe forhøyet konsentrasjon av kobber sammenlignet med referanseprøven lengst sør og nord i dalen (prøvepunkt 14 og 28) og det en kan regne som naturlig for dette området [13].



Figur 3.1 Konsentrasjonsnivåer av kobber i jordprøver tatt fra Øyradalen i 2014. Verdiene er gruppert etter helsebaserte tilstandsklasser (Tabell 1.1).

Den gjennomsnittlige kobber konsentrasjonen i demoleringsfeltet (prøvepunkt 2, 6, 8, 10, 12, 16, 18, 19 og 29) var ved prøvetaking høsten 2014 på 1080 mg/kg. Dette klassifiserte jorden i tilstandsklasse “Dårlig” [8], mens konsentrasjonen i 2013 var på 725 mg/kg og tilstandsklasse “Moderat”. Endringen i kobberkonsentrasjon i demoleringsfeltet i Øyradalen de siste årene er illustrert i Figur 3.2. Det ble registrert et noe høyere nivå av kobber i 2014 enn det som har vært registrert tidligere, noe som sannsynligvis skyldes høyt nivå i et fåtall prøver. Nivået er tilsvarende andre år om prøvepunkt 19 utelates fra beregningene (3620 mg/kg).

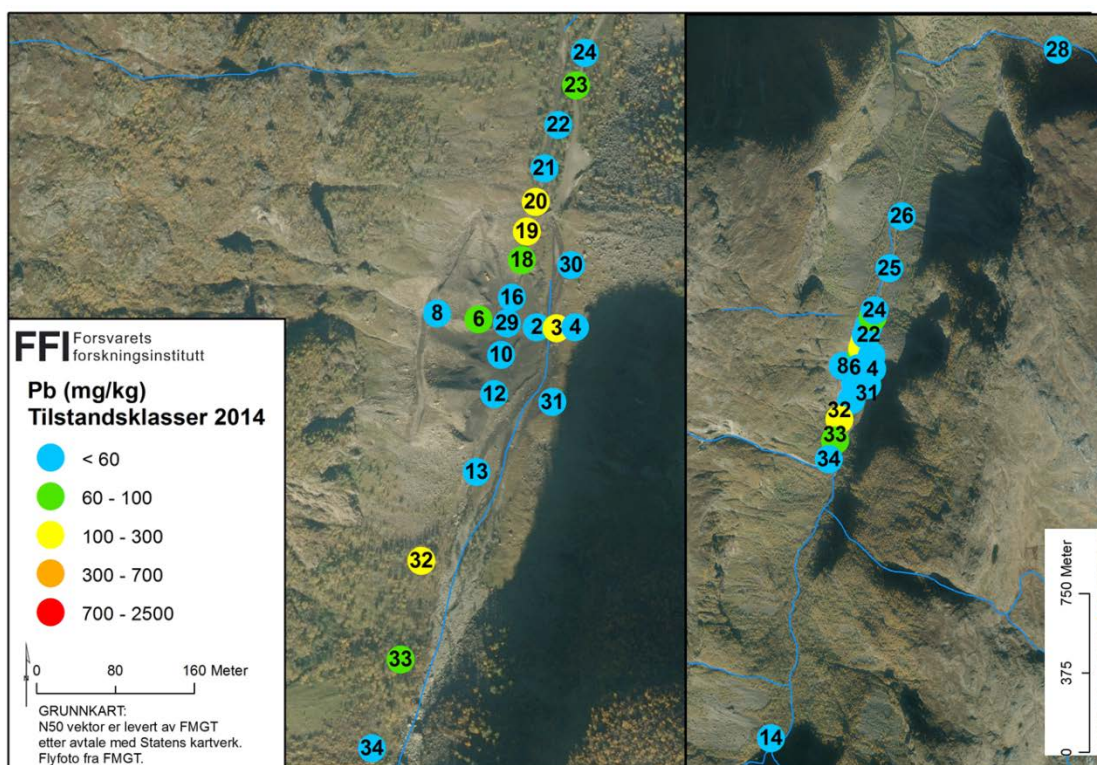


Figur 3.2 Gjennomsnittskonsentrasjon av kobber i demoleringsfeltet i Øyradalen (9 prøvepunkter) fra 2010 til 2014.

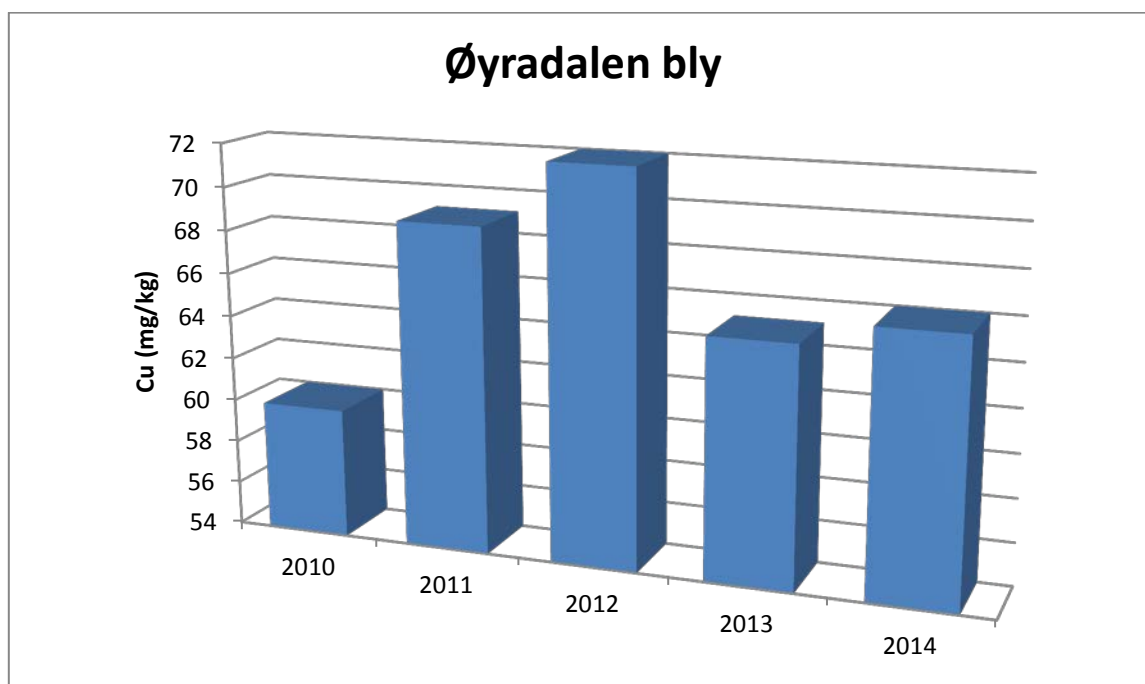
### 3.1.2 Bly i jord

Figur 3.3 viser konsentrasjonsnivåer av bly (Pb) i alle prøvene som ble tatt i Øyradalen i 2014. Blykonsentrasjonen i alle jordprøvene kunne klassifiseres i tilstandsklasse “Moderat” eller bedre. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av bly i demoleringsområdet (prøvepunkt 2, 6, 8, 10, 12, 16, 18, 19 og 29) var 66 mg/kg. Denne konsentrasjonen av bly klassifiserer området i tilstandsklasse “God” i henhold til de helsebaserte tilstandsklassene for forurenset grunn [8]. Konsentrasjonen av bly registrert de siste fem årene er illustrert i Figur 3.4. Konsentrasjonen av bly i demoleringsområdet disse årene har stort sett ligget mellom 60 og 70 mg/kg, og det er ikke noe tegn til at nivået er økende.





Figur 3.3 Konsentrasjonsnivåer av bly i jordprøver tatt fra Øyradalen i 2014. Verdiene er gruppert etter helsebaserte tilstandsklasser (Tabell 1.1).

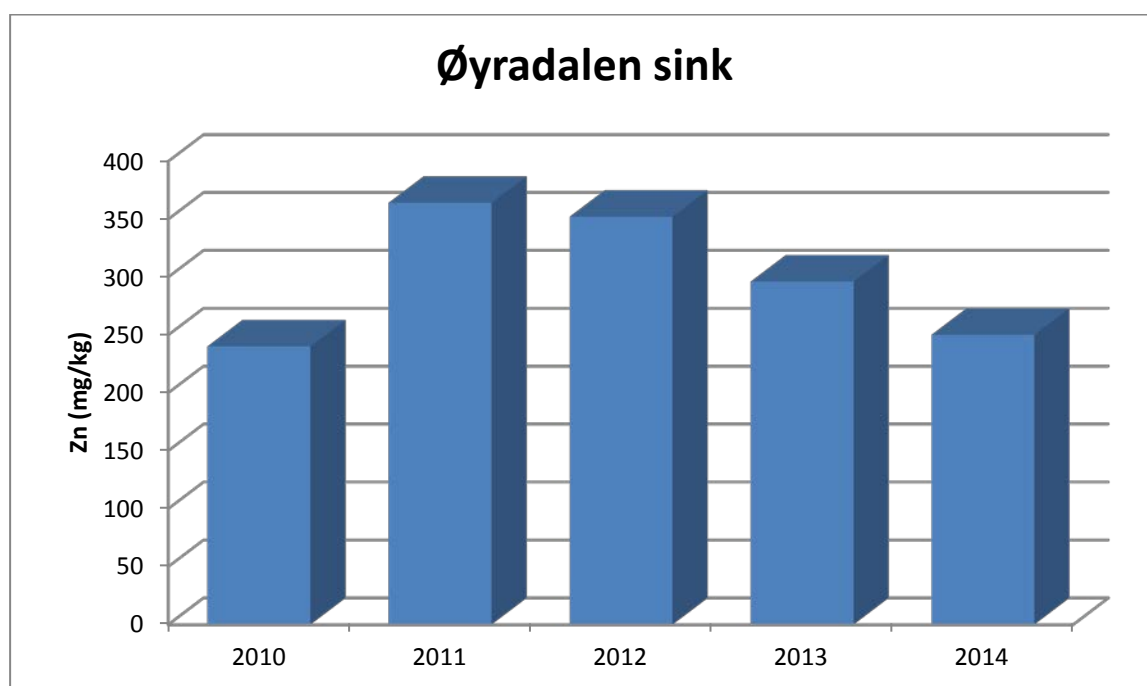


Figur 3.4 Gjennomsnittskonsentrasjon av bly i demoleringsfeltet i Øyradalen (9 punkter) fra 2010 til 2014.

### 3.1.3 Andre metaller

I ammunisjon er ofte kobber i legering med sink (Zn), det ble derfor registrert et forhøyet nivå av sink i demoleringsfeltet for ammunisjon. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av sink var på 250 mg/kg i demoleringsfeltet (prøvepunkt 2, 6, 8, 10, 12, 16, 18, 19 og 29), mens den ved prøvetaking i 2013 ble registrert til 296 mg/kg. Gjennomsnittskonsentrasjonen av sink i demoleringsfeltet lå i tilstandsklasse "God" i henhold til de helsebaserte tilstandsklassene for forurenset grunn [8]. Den maksimale sinkkonsentrasjonen ble målt i prøvepunkt 3 og var 1130 mg/kg. Den høye verdien kan tyde på at det har kommet sinkpartikler med i jordprøven.

Av de andre metallene som ble målt i jordprøvene fra Øyradalen (krom, nikkel og kadmium) var det normale konsentrasjoner, og nivåene lå i tilstandsklasse "Meget god" eller "God" (Tabell 1.1).



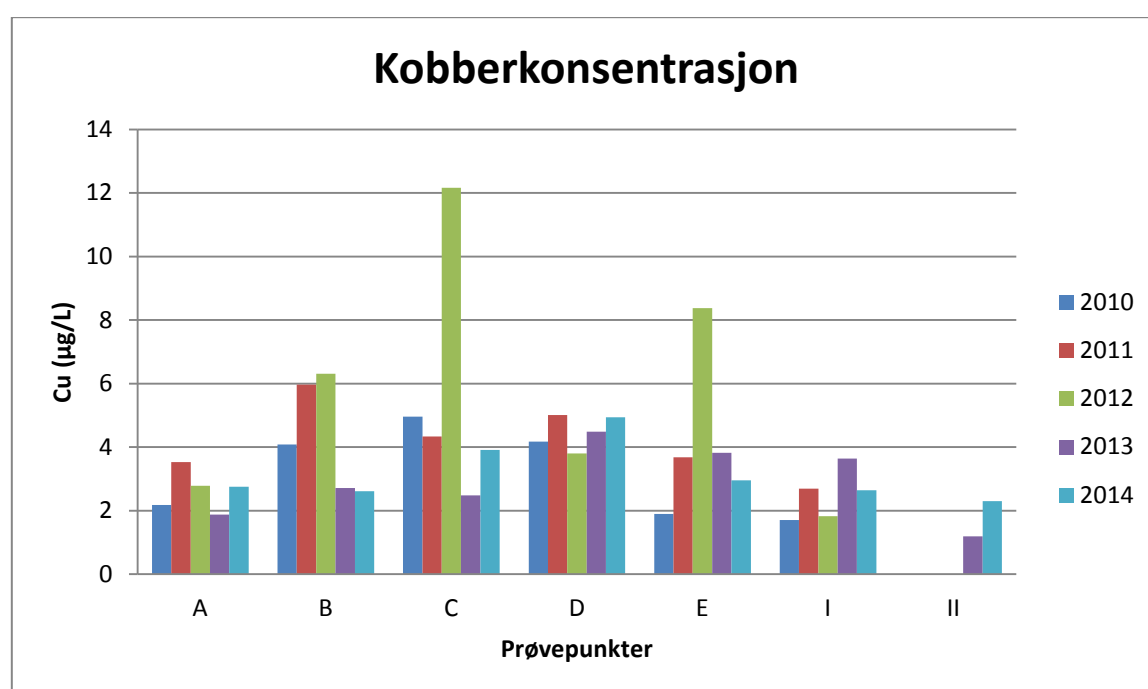
Figur 3.5 Gjennomsnittskonsentrasjon av sink i demoleringsfeltet i Øyradalen (9 punkter) fra 2010 til 2014.

### 3.1.4 Metaller i vann

I 2014 ble det tatt vannprøver i Nivla og Øydalselvi i Øyradalen. I Figur 3.6 er det vist en oversikt over konsentrasjonen av kobber ved de ulike prøvestasjonene, mens Figur 3.7 viser samme oversikt for bly. Resultatene fra målingen i 2013, 2012, 2011 og 2010 er tatt med for sammenligningens skyld. I Tabell 3.1 er konsentrasjonen av metaller i de forskjellige prøvepunktene oppsummert med fargekoder som viser hvilke tilstandsklasser [9] de hører under.

Konsentrasjonen av kobber i vannprøvene fra høsten 2014 var på omtrent samme nivå som ved prøvetaking i 2013. Alle kobberkonsentrasjonene målt i 2014 var i tilstandsklasse "Markert forurenset" eller "Sterkt forurenset" i følge miljødirektoratets klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann [9]. Den høye konsentrasjonen av kobber i Øydalselvi (prøvepunkt I og II) som ikke er

påvirket av kobberforurensning fra demoleringsfeltet skyldtes sannsynligvis høye naturlige kobberkonsentrasjoner i grunnen i Lærdal [13]. Kobberkonsentrasjonen økte noe gjennom demoleringsfeltet fra prøvepunkt A til prøvepunkt D. Men den høye kobberkonsentrasjonen kan allikevel ikke i sin helhet tillegges avrenning fra demoleringsfeltet, da grunnen naturlig har et forhøyet nivå av kobber. Konsentrasjonen av kobber var langt under de krav som stilles til drikkevann i Drikkevannsforskriften på 100 µg/l [10], noe som forteller at kobberkonsentrasjonen i vannet ikke er til skade for mennesker. Kobberkonsentrasjonen var imidlertid for to prøvepunkter over den økologiske grenseverdien (tilstandsklasse 3, Tabell 1.2) på 3,0 µg/l [11]. Det kan derfor ikke utelukkes at kobber kan ha en viss effekt på vannlevende organismer. Da den forhøyede konsentrasjonen av kobber var på et begrenset område, og kun oversteget den økologiske grenseverdien med høyst 1,9 µg/l, er imidlertid sannsynligheten for effekt på vannlevende organismer liten.

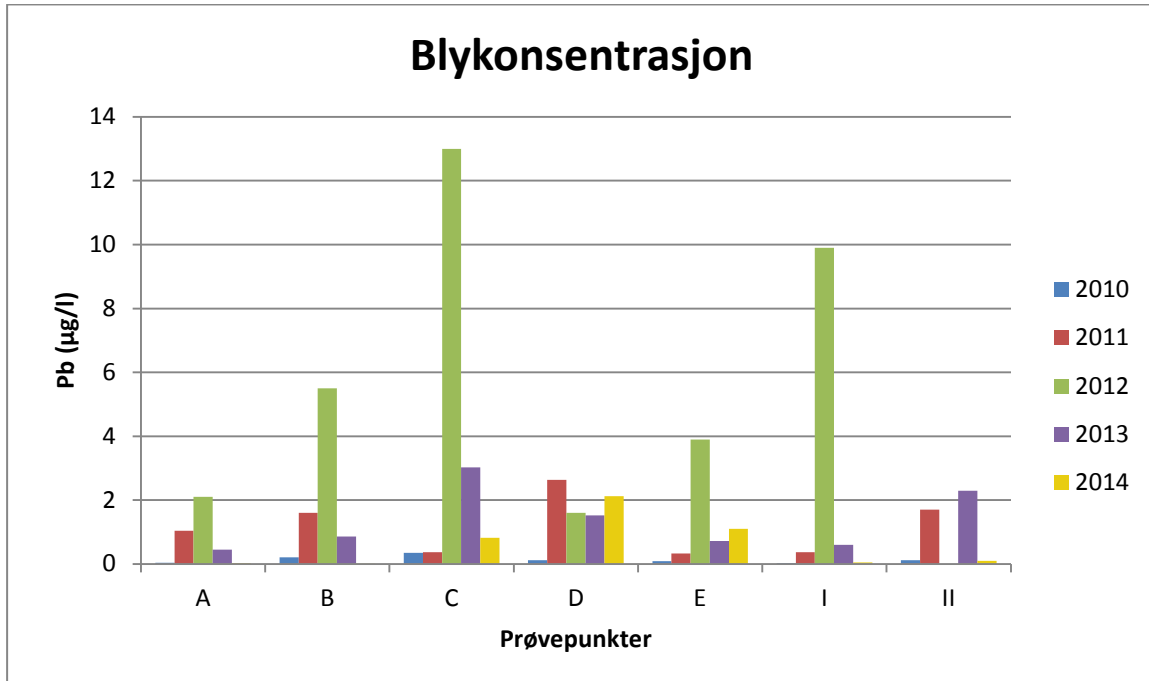


Figur 3.6 Konsentrasjon av kobber i Nivla og Øydalselvi i Øyradalen fra 2010 til 2014. Se Figur 2.2 for lokalisering av vannprøver.

Konsentrasjonen av bly var på samme nivå nedstrøms demoleringsfeltet (prøvepunkt B) som rett oppstrøms demoleringsfeltet (prøvepunkt A). Dette indikerer liten avrenning av bly fra demoleringsfeltet og ut i Nivla. Konsentrasjonen av bly økte imidlertid ned mot prøvepunkt C og videre til prøvepunkt D. Dette kan indikere en kilde til blyavrenning mellom prøvepunkt B og prøvepunkt C og D. Tilsvarende trend ble også sett ved prøvetaking i 2013. Konsentrasjonen av bly var i tilstandsklasse "Ubetydelig forurenset" i prøvepunkt B og "Markert forurenset" i prøvepunkt D lenger nedstrøms [9]. Konsentrasjonen av bly var i alle prøvene lavere enn grenseverdien for drikkevann på 10 µg/l [10] men oversteget vannforskriftens miljøkvalitetsstandard på 1,2 µg/l ved prøvepunkt D [11;12]. Det var den totale fraksjonen av vannprøvene som ble analysert, mens vannforskriftens miljøkvalitetsstandard for bly henviser til

biotilgjengelig fraksjon. Sannsynligvis er ikke alt blyet i prøve D biotilgjengelig, blykonsentrasjonen vil derfor sannsynligvis ikke utgjøre noen risiko for vannlevende organismer.

Konsentrasjonen av de andre metallene (krom, nikkel, sink og kadmium) er i tilstandsklasse “Ubetydelig forurenset” til “Markert forurenset” (Tabell 3.1).



Figur 3.7 Konsentrasjon av bly i Nivla og Øydalselvi (Øyradalen) fra 2010 til 2014.

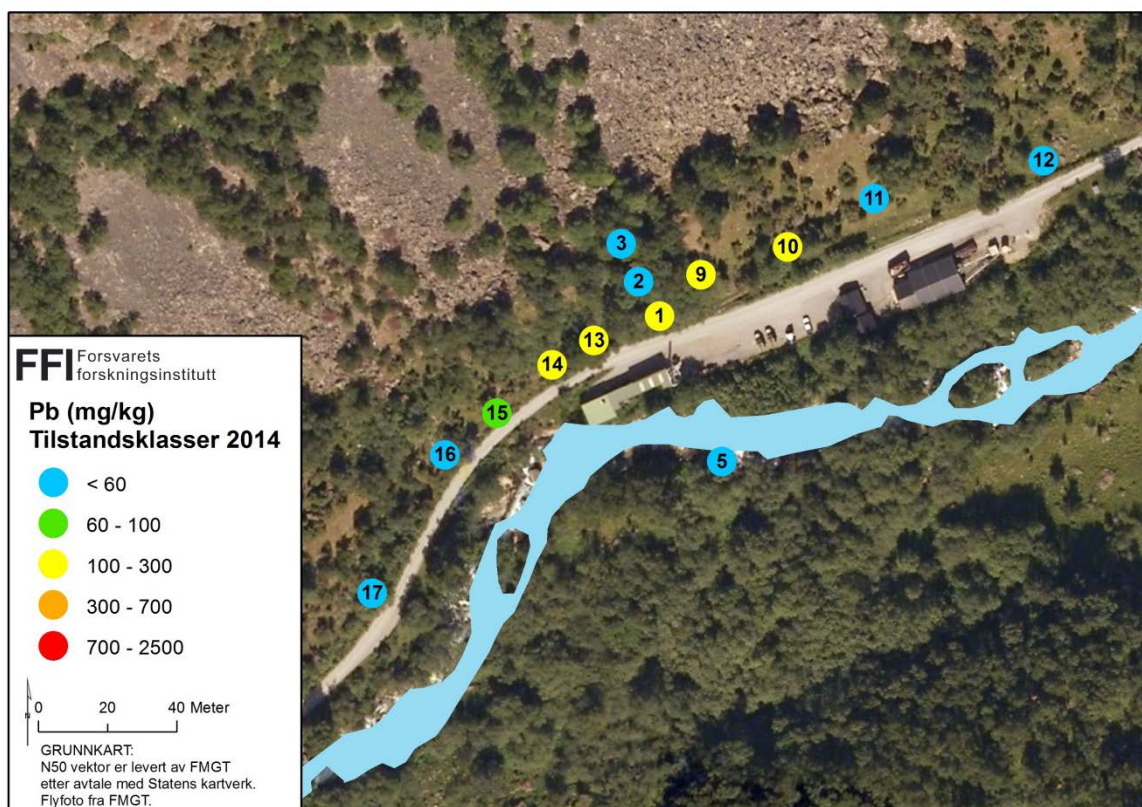
Tabell 3.1 Konsentrasjon av metaller i Nivla og Øydalselvi (Øyradalen). Konsentrasjonene er markert med fargekoder etter tilstandsklassene vist i Tabell 1.2; blå = ubetydelig forurenset, grønn = moderat forurenset, gul = markert forurenset, orange = sterkt forurenset.

	Cr µg/l	Ni µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
A	0,15	0,47	2,8	0,7	<0,015	0,03
B	<0,13	0,47	2,6	0,8	<0,015	0,01
C	0,13	0,62	3,9	6,8	0,06	0,8
D	0,18	0,87	4,9	9,3	0,18	2,1
E	<0,13	0,45	3,0	9,3	0,06	1,1
I	<0,13	0,56	2,6	1,2	<0,015	0,05
II	<0,13	0,39	2,3	1,8	<0,015	0,1

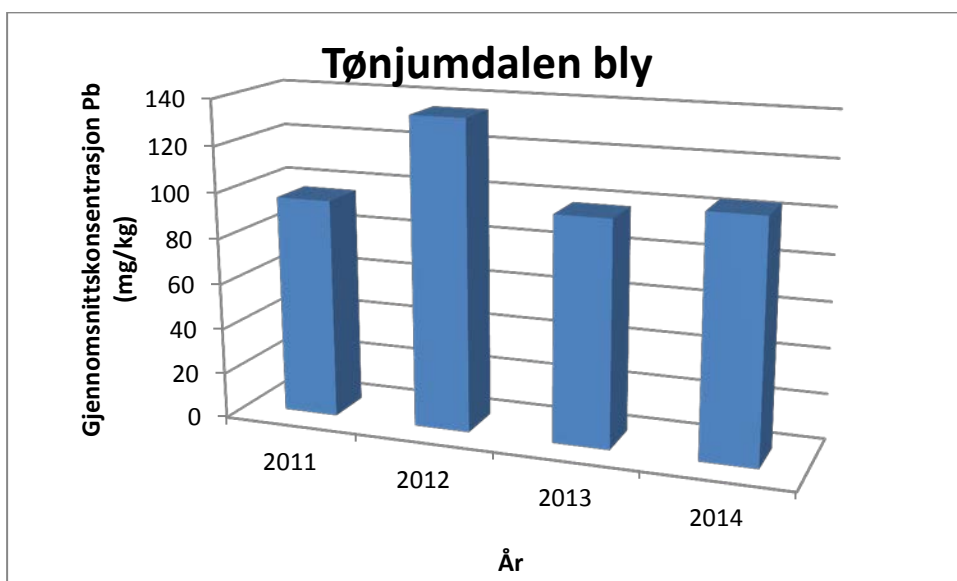
## 3.2 Tønjumdalen

### 3.2.1 Metaller i jord

Figur 3.8 viser en oversikt over konsentrasjonsnivåer av bly i jord ved destruksjonsanlegget for ammunisjon i Tønjumdalen. I nærområdet til destruksjonsanlegget var konsentrasjonen av bly forhøyet, noe som viser at aktiviteten i destruksjonsanlegget har ført til nedfall av bly i nærheten av anlegget. Den maksimale konsentrasjonen av bly ble registrert i prøvepunkt 14 med 217 mg/kg. I 2013 var den maksimale konsentrasjonen av bly (192 mg/kg) også registrert i prøvepunkt 14 [7]. Det har også tidligere vært registrert en forhøyet konsentrasjon av bly i nærområdet til destruksjonsanlegget på samme nivå som det som har blitt registrert i 2014 [1-7]. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av bly i prøvene tatt langs veien ved destruksjonsanlegget (prøvepunkt 1, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 og 16) er beregnet til 104 mg/kg, mens tilsvarende tall for 2013 var 98 mg/kg [6]. Gjennomsnittskonsentrasjonen av bly i Tønjumdalen de siste tre årene er illustrert i Figur 3.9. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av bly har endret seg lite fra 2011-2014, og det ser derfor ut til at blyforurensingen i liten grad øker med den aktiviteten som utføres i Tønjumdalen. Gjennomsnittskonsentrasjonen av bly i jord ved destruksjonsanlegget er i tilstandsklasse "Moderat forurenset" i henhold til de helsebaserte tilstandsklassene for forurenset grunn [8].



Figur 3.8 Konsentrasjonsnivåer av bly i jordprøver tatt fra Tønjumdalen i 2014. Verdiene er gruppert etter helsebaserte tilstandsklasser (Tabell 1.1).



Figur 3.9 Gjennomsnittskonsentrasjon av bly ved destruksjonsanlegget i Tønjumdalen fra 2011 til 2014.

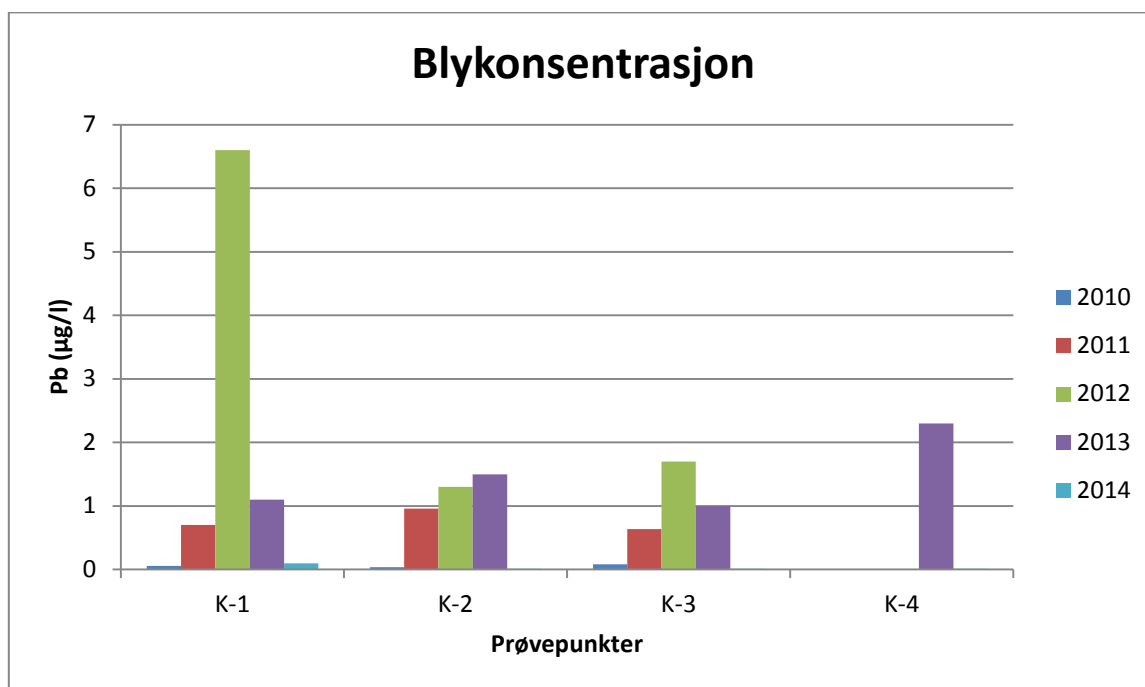
### 3.2.2 Metaller i vann

Det ble tatt vannprøver fra Kuvella som renner gjennom dalen, og resultatene etter analyser av metaller i disse prøvene er vist i Tabell 3.2. Konsentrasjonen av alle de analyserte metallene i vannet i Kuvella var i tilstandsklasse “Ubetydelig forurenset”. Det kan derfor utelukkes at innholdet av bly i Kuvella kan være skadelig for mennesker eller vannlevende organismer.

Tabell 3.2 Konsentrasjon av metaller i vannprøver tatt i Kuvella (Tønjumdalen) i 2014. Konsentrasjonene er markert med fargekoder etter tilstandsklasser vist i (Tabell 1.2; blå = ubetydelig forurenset.

	Cr µg/l	Ni µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
K-1	<0,13	0,21	0,6	0,7	0,03	0,1
K-2	<0,13	0,16	0,3	0,2	<0,015	0,01
K-3	<0,13	0,14	0,3	0,2	<0,015	0,01
K-4	0,15	0,14	0,2	0,2	<0,015	0,01

Konsentrasjonen av bly i Kuvella de siste årene er illustrert i Figur 3.10. Blykonsentrasjonen målt i Kuvella i 2014 var lavere enn tidligere år, men på samme nivå som i 2010. Dette viser at konsentrasjonen av bly i Kuvella kan variere en god del, selv om blykonsentrasjonen i jorda holder seg stabil. Denne variasjonen kan blant annet skyldes ulik vannføring i elven under prøvetaking.



Figur 3.10 Konsentrasjon av bly i Kuvella (Tønjumdalen) fra 2010 til 2014.

## 4 Vurdering av risiko

Det har ikke vært noen vesentlig endring i konsentrasjonen av metaller i jord fra Øyradalen det siste året. De vurderinger som ble gjort i 2014 med bakgrunn i måleresultatene fra 2013 [7] vil derfor fortsatt gjelde. Det ble da konkludert med at forurensningen av metaller som er påvist i Øyradalen ikke vil utgjøre en risiko for folk som bruker området som turområde, men en kan ikke helt utelukke en viss risiko for beitedyr i området som følge av kobberforurensningen. Det var i selve demoleringsfeltet de høyeste konsentrasjonene av metaller ble påvist. Dette området består av grus og stein, og vil derfor ikke inneholde noe som er spiselig for beitedyrene. Sannsynligheten for at beitedyr vil få i seg skadelige mengder kobber er derfor veldig liten.

I Tønjumdalen var forurensningen av metaller i jorden fortsatt lav, og de vurderinger som ble gjort i 2014 med bakgrunn i resultater fra 2013, vil fortsatt gjelde. Forurensningsnivået er vurdert til ikke å utgjøre noen helserisiko eller risiko for beitedyr.

Det det var i et par prøvepunkter forhøyede verdier av kobber i Nivla som oversteg den økologiske grenseverdien (EcoSL, 3 µg/l). Fordi denne ble oversteget med kun 1,9 µg/l og fordi forurensningen er svært lokal, anses det som lite sannsynlig at kobber i Nivla har effekt på vannlevende organismer, men det kan ikke utelukkes. Konsentrasjonen av bly var i alle prøvepunktene i Nivla lavere enn grenseverdien for drikkevann på 10 µg/l [10] men oversteg vannforskriftens miljøkvalitetsstandard på 1,2 µg/l ved prøvepunkt D [11;12]. Det var den totale fraksjonen av vannprøvene som ble analysert, mens vannforskriftens miljøkvalitetsstandard for bly henviser til biotilgjengelig fraksjon. Sannsynligvis er ikke alt blyet i prøve D biotilgjengelig, blykonsentrasjonen vil derfor sannsynligvis ikke utgjøre noen risiko for vannlevende organismer.

Konsentrasjonen av alle de analyserte metallene i vannet i Kuvella som renner gjennom Tønjumdalen var i tilstandsklasse “Ubetydelig forurenset” og under den økologiske grenseverdien. Det kan derfor utelukkes at konsentrasjonen av metaller i Kuvella kan være skadelig for mennesker eller vannlevende organismer.

## 5 Konklusjon

### 5.1 Øyradalen

Det ble registrert et forhøyet nivå av kobber i og rundt demoleringsfeltet som følge av destruksjon av ammunisjon på samme måte som tidligere år. Gjennomsnittskonsentrasjonen av kobber i demoleringsfeltet ble høsten 2014 registrert til 1080 mg/kg (ni prøvepunkter) og klassifiseres som “Dårlig” i de helsebaserte tilstandsklassene for forurenset grunn. Konsentrasjonen av kobber i dette området var noe høyere enn tidligere år, men dette skyldes høyt innhold av kobber i enkeltprøver sannsynligvis på grunn av kobberfragmenter i jordprøven.

Gjennomsnittskonsentrasjonen av bly i demoleringsfeltet ble beregnet til 66 mg/kg (ni prøvepunkter) og klassifiseres som “God” i de helsebaserte tilstandsklassene for forurenset grunn. Konsentrasjonen av bly var på samme nivå som tidligere år. Nivået av sinkkonsentrasjonen var noe forhøyet i demoleringsfeltet (tilstandsklasse “God”) i forhold til referansestasjonen, men var på nivå med det som ble målt i 2013. Det ble ikke registrert konsentrasjoner av andre ammunisjonsrelaterte metaller over det en vil regne for bakgrunnskonsentrasjoner for området.

Analyser av vannprøver i Nivla viste et noe forhøyet nivå av kobber og bly nedstrøms demoleringsfeltet. Det ble også funnet et forhøyet nivå av kobber i referanseprøven oppstrøms demoleringsfeltet.

Forurensningsnivået i grunnen ved demoleringsanlegget var innenfor de helsebaserte krav som er satt til friluftsområder. På grunn av et forhøyet nivå av kobber i demoleringsområdet, egner ikke området seg for beitedyr. Nivået av kobber i Nivla var ved to prøvepunkter over den økologiske grenseverdi på 3,0 µg/l. Forurensingen var svært lokal og sannsynligheten for effekter på vannlevende organismer er liten, men kan ikke utelukkes. Blykonsentrasjoner oversteg ved ett prøvepunkt (D) den økologiske grenseverdien for bly (1,2 µg/l), det er allikevel lite trolig at bly vil utgjøre en trussel for vannlevende organismer, da alt blyet i prøve D sannsynligvis ikke er biotilgjengelig. Det er lite sannsynlig at konsentrasjonen av metaller i Nivla utgjør noen helseisiko.

### 5.2 Tønjumdalen

Det ble registrert forhøyede konsentrasjoner av bly i jorden rundt destruksjonsanlegget, mens konsentrasjoner av andre metaller var på bakgrunnsnivå. Gjennomsnittskonsentrasjonen av bly i jorden rundt destruksjonsanlegget var på 104 mg/kg (ni prøvepunkter). Dette er omtrent på samme nivå med det som er målt tidligere og nivået klassifiseres som “Moderat forurenset” i



henhold til de helsebaserte tilstandsklassene for forurenset grunn. Forurensningsnivået av ammunisjonsrelaterte metaller i grunnen rundt destruksjonsanlegget vil ikke utgjøre noen helserelatert risiko, og det vurderes at forurensningsnivået heller ikke utgjør noen risiko for beitedyr.

Konsentrasjonen av metaller i Kuvella var ved alle prøvepunkter i tilstandsklasse “Ubetydelig forurenset” for alle de analyserte metallene. Nivået av metaller som ble registrert i Kuvella vil ikke utgjøre noen helserisiko eller ha effekt på vannlevende organismer i elven.

## Referanser

- [1] Arnt johnsen, "Overvåking av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune,"FFI Rapport 2008/02017, 2009.
- [2] Arnt johnsen, "Overvåking av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune - resultater for 2008,"FFI Rapport 2009/01147, 2009.
- [3] Arnt johnsen, "Overvåking av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune - resultater for 2009,"FFI Rapport 2010/01494, 2010.
- [4] Arnt johnsen and Øyvind Voie, "Overvåking av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune - resultater for 2010,"FFI Rapport 2011/01306, 2011.
- [5] Arnt johnsen and Øyvind Voie, "Overvåking av tungmetallerforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune - resultater for 2011,"FFI Rapport 2012/01308 , 2012.
- [6] Ida Vaa Johnsen, "Overvåking av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune - resultater for 2012,"FFI Rapport 3013/02362, 2013.
- [7] Ida Vaa Johnsen and Arnt Johnsen, "Overvåking av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune. Resultater for 2013,"FFI-rapport 2014/01519, 2014.
- [8] Miljødirektoratet, "Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn," Statens forurensningstilsyn,TA-2553/2009, 2009.
- [9] Miljødirektoratet, "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann.," Statens forurensningstilsyn,Veiledning 97:04, 1997.
- [10] Helse- og omsorgsdepartementet, "FOR 2001-12-04 nr. 1372: Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften).," Helse- og omsorgsdepartementet,2001.
- [11] Øyvind Voie, Arnljot Einride Strømseng, Arnt johnsen, Helle Rosslund, Tove Karsrud, and Kjetil Longva, "Veileder for undersøkelse, risikovurdering, opprydding og avhending av skytebaner og øvingsfelt,"FFI Rapport 2010/00116, 2010.
- [12] Klima- og miljødepartementet, "Forskrift om rammer for vannforvaltning (vannforskriften)," 2006.
- [13] Ottesen R.T., Borgen J., Bolviken B., Volden T., and Hauglund T., "Geokjemisk atlas for Norge, del 1:Kjemisk sammensetning av flomsedimenter," Norges geologiske undersøkelse,2000.

## Vedlegg A      Posisjon til prøvepunkter

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

<i>Prøvepunkt Øyradalen</i>	<i>Nord</i>	<i>Øst</i>
2	6759969	429143
3	6759968	429163
4	6759969	429182
6	6759977	429084
8	6759983	429042
10	6759941	429107
12	6759901	429100
13	6759822	429082
14	6758221	428702
16	6759999	429118
18	6760037	429128
19	6760066	429133
20	6760096	429142
21	6760130	429151
22	6760174	429165
23	6760214	429183
24	6760247	429192
25	6760446	429262
26	6760693	429322
29	6759973	429113
30	6760032	429178
31	6759893	429159
32	6759732	429026
33	6759632	429005
34	6759542	428976
A	6759543	429007
B	6760130	429151
C	6761519	429264
D	6761435	429431
E	6763445	429176
I	6758215	428759
II	6761481	430060

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

<i>Prøvepunkt Tønjudalen</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
17	6768681	419985
K-1	6768782	420234
K-2	6768733	420145
K-3	6768694	420019
K-4	6768628	419968

## Vedlegg B      Prøvenummerering

### Prøvenummerering

<i>FFI-nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
15-123	Øyradalen      2
15-124	Øyradalen      3
15-125	Øyradalen      4
15-126	Øyradalen      6
15-127	Øyradalen      8
15-128	Øyradalen     10
15-129	Øyradalen     12
15-130	Øyradalen     13
15-131	Øyradalen     14
15-132	Øyradalen     16
15-133	Øyradalen     18
15-134	Øyradalen     19
15-135	Øyradalen     20
15-136	Øyradalen     21
15-137	Øyradalen     22
15-138	Øyradalen     23
15-139	Øyradalen     24
15-140	Øyradalen     25
15-141	Øyradalen     26
15-142	Øyradalen     28
15-143	Øyradalen     29
15-144	Øyradalen     30
15-145	Øyradalen     31
15-146	Øyradalen     32
15-147	Øyradalen     33
15-148	Øyradalen     34
15-149	Tønjumdalen    1
15-150	Tønjumdalen    2
15-151	Tønjumdalen    3
15-152	Tønjumdalen    5
15-153	Tønjumdalen    9
15-154	Tønjumdalen   10
15-155	Tønjumdalen   11
15-156	Tønjumdalen   12
15-157	Tønjumdalen   13
15-158	Tønjumdalen   14
15-159	Tønjumdalen   15
15-160	Tønjumdalen   16
15-161	Tønjumdalen   17

## Rapport

N1509794

Side 2 (3)

10EFC0U578A



Deres prøvenavn	<b>15-143</b>					
	<b>Jord</b>					
Labnummer	N00375418					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	99.9	9.99	%	1	1	HABO
As (Arsen)	1	1	mg/kg TS	1	1	HABO
Cd (Kadmium)	1.4	0.196	mg/kg TS	1	1	HABO
Cr (Krom)	37	5.18	mg/kg TS	1	1	HABO
Cu (Kopper)	1680	235.2	mg/kg TS	1	1	HABO
Hg (Kvikksølv)	0.05	0.02	mg/kg TS	1	1	HABO
Ni (Nikkel)	53	7.42	mg/kg TS	1	1	HABO
Pb (Bly)	59	8.26	mg/kg TS	1	1	HABO
Zn (Sink)	250	25	mg/kg TS	1	1	HABO

Deres prøvenavn	<b>15-158</b>					
	<b>Jord</b>					
Labnummer	N00375419					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	99.8	9.98	%	1	1	HABO
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	HABO
Cd (Kadmium)	0.06	0.04	mg/kg TS	1	1	HABO
Cr (Krom)	8.3	1.162	mg/kg TS	1	1	HABO
Cu (Kopper)	47	6.58	mg/kg TS	1	1	HABO
Hg (Kvikksølv)	0.04	0.02	mg/kg TS	1	1	HABO
Ni (Nikkel)	13	1.82	mg/kg TS	1	1	HABO
Pb (Bly)	217	30.38	mg/kg TS	1	1	HABO
Zn (Sink)	90	9	mg/kg TS	1	1	HABO

Deres prøvenavn	<b>15-126-1</b>					
	<b>Jord</b>					
Labnummer	N00375420					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	100	10	%	1	1	HABO
As (Arsen)	2	1	mg/kg TS	1	1	HABO
Cd (Kadmium)	<0.05		mg/kg TS	1	1	HABO
Cr (Krom)	194	27.16	mg/kg TS	1	1	HABO
Cu (Kopper)	242	33.88	mg/kg TS	1	1	HABO
Hg (Kvikksølv)	<0.01		mg/kg TS	1	1	HABO
Ni (Nikkel)	50	7	mg/kg TS	1	1	HABO
Pb (Bly)	25	3.5	mg/kg TS	1	1	HABO
Zn (Sink)	152	15.2	mg/kg TS	1	1	HABO

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

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

Hanne Boklund

2015.07.15 16:07:52

Client Service  
[hanne.boklund@alsglobal.com](mailto:hanne.boklund@alsglobal.com)



\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.  
 n.d. betyr ikke påvist.  
 n/a betyr ikke analyserbart.  
 < betyr mindre enn.  
 > betyr større enn.

Metodespesifikasjon																	
1	<p>«MS-1» <b>8 tungmetaller i jord</b></p> <p>Metode: DS259                      Måleprinsipp: ICP                      Rapporteringsgrenser: LOD for metaller som følger:</p> <table> <tr><td>Arsen, As</td><td>0.1 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Kadmium, Cd</td><td>0.02 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Krom, Cr</td><td>0.2 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Kobber, Cu</td><td>0.2 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Kvikksølv, Hg</td><td>0.010 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Nikkel, Ni</td><td>0.1 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Bly, Pb</td><td>1.0 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Sink, Zn</td><td>0.4 mg/kg TS</td></tr> </table> <p>Måleusikkerhet: Relativ måleusikkerhet 14%</p>	Arsen, As	0.1 mg/kg TS	Kadmium, Cd	0.02 mg/kg TS	Krom, Cr	0.2 mg/kg TS	Kobber, Cu	0.2 mg/kg TS	Kvikksølv, Hg	0.010 mg/kg TS	Nikkel, Ni	0.1 mg/kg TS	Bly, Pb	1.0 mg/kg TS	Sink, Zn	0.4 mg/kg TS
Arsen, As	0.1 mg/kg TS																
Kadmium, Cd	0.02 mg/kg TS																
Krom, Cr	0.2 mg/kg TS																
Kobber, Cu	0.2 mg/kg TS																
Kvikksølv, Hg	0.010 mg/kg TS																
Nikkel, Ni	0.1 mg/kg TS																
Bly, Pb	1.0 mg/kg TS																
Sink, Zn	0.4 mg/kg TS																

Godkjenner	
HABO	Hanne Boklund

Underleverandør <sup>1</sup>	
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Denmark A/S, Bakkegårdsvej 406A, 3050 Humlebæk, Danmark Akkreditering: DANAK, registreringsnr. 361

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

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

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

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)

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

<sup>1</sup> Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

# Rapport

## N1511283

Side 1 (13)

14JBCC1Q6FS

Registrert 2015-08-20 12:47  
Utstedt 2015-09-02FFI  
Arnt JohnsenPostboks 25  
N-2027 KjellerProsjekt  
Bestnr

### Analyse av faststoff

Deres prøvenavn	15-123 Jord					
Labnummer	N00380944					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	99.6	9.96	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.79	0.1106	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	27	3.78	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	319	44.66	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.03	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	33	4.62	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	38	5.32	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	173	17.3	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn	15-124 Jord					
Labnummer	N00380945					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	99.9	9.99	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	2	1	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	1.8	0.252	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	25	3.5	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	2260	316.4	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.02	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	40	5.6	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	118	16.52	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	1130	113	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn	15-125 Jord					
Labnummer	N00380946					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	99.8	9.98	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	8	1.6	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.61	0.0854	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	26	3.64	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	296	41.44	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.01	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	48	6.72	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	34	4.76	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	100	10	mg/kg TS	1	1	JIBJ

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
NorwayWeb: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert avJan-Inge Bjørnengen  
2015.09.02 07:14:42  
Client Service  
[jan-inge.bjornengen@alsglobal.com](mailto:jan-inge.bjornengen@alsglobal.com)



# Rapport

## N1511283

Side 2 (13)

14JBCC1Q6FS



Deres prøvenavn	<b>15-127</b> <b>Jord</b>					
Labnummer	N00380947					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (DK)	99.7	9.97	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.25	0.04	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	95	13.3	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	1390	194.6	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.01	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	30	4.2	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	26	3.64	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	73	7.3	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn	<b>15-129</b> <b>Jord</b>					
Labnummer	N00380948					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (DK)	99.6	9.96	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	1.2	0.168	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	24	3.36	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	493	69.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.05	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	31	4.34	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	41	5.74	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	197	19.7	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn	<b>15-130</b> <b>Jord</b>					
Labnummer	N00380949					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (DK)	99.7	9.97	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.58	0.0812	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	20	2.8	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	745	104.3	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.01	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	33	4.62	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	57	7.98	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	269	26.9	mg/kg TS	1	1	JIBJ

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

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

Jan-Inge Bjormengen  
2015.09.02 07:14:42  
Client Service  
[jan-inge.bjormengen@alsglobal.com](mailto:jan-inge.bjormengen@alsglobal.com)



Deres prøvenavn		<b>15-132</b>				
		<b>Jord</b>				
Labnummer		N00380950				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	99.8	9.98	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	4	1	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.81	0.1134	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	35	4.9	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	535	74.9	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.04	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	43	6.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	45	6.3	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	207	20.7	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn		<b>15-133</b>				
		<b>Jord</b>				
Labnummer		N00380951				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	99.9	9.99	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	1	1	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	1.3	0.182	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	31	4.34	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	659	92.26	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.03	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	43	6.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	69	9.66	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	237	23.7	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn		<b>15-134</b>				
		<b>Jord</b>				
Labnummer		N00380952				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	100	10	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	1	1	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	1.6	0.224	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	30	4.2	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	3620	506.8	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.02	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	47	6.58	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	174	24.36	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	274	27.4	mg/kg TS	1	1	JIBJ

# Rapport

## N1511283

Side 4 (13)

14JBCC1Q6FS



Deres prøvenavn	<b>15-135</b> Jord					
Labnummer	N00380953					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	99.32	9.932	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	3.5	0.49	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	33	4.62	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	523	73.22	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.03	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	45	6.3	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	126	17.64	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	381	38.1	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn	<b>15-136</b> Jord					
Labnummer	N00380954					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	99.92	9.992	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.57	0.0798	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	18	2.52	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	260	36.4	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.01		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	26	3.64	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	23	3.22	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	107	10.7	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn	<b>15-137</b> Jord					
Labnummer	N00380955					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	100	10	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.92	0.1288	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	27	3.78	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	285	39.9	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.01	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	28	3.92	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	30	4.2	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	156	15.6	mg/kg TS	1	1	JIBJ

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

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

Jan-Inge Bjørnengen  
2015.09.02 07:14:42  
Client Service  
[jan-inge.bjornengen@alsglobal.com](mailto:jan-inge.bjornengen@alsglobal.com)



Deres prøvenavn		15-138 Jord				
Labnummer		N00380956				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (DK)	99.4	9.94	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	3.4	0.476	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	21	2.94	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	435	60.9	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.04	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	23	3.22	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	79	11.06	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	260	26	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn		15-139 Jord				
Labnummer		N00380957				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (DK)	99.3	9.93	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	1.8	0.252	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	14	1.96	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	769	107.66	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.03	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	15	2.1	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	41	5.74	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	124	12.4	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn		15-140 Jord				
Labnummer		N00380958				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (DK)	99.8	9.98	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.45	0.063	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	16	2.24	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	102	14.28	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.01	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	16	2.24	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	30	4.2	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	73	7.3	mg/kg TS	1	1	JIBJ

# Rapport

N1511283

Side 6 (13)

14JBCC1Q6FS



Deres prøvenavn	<b>15-141</b> Jord					
Labnummer	N00380959					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	99.9	9.99	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.35	0.049	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	11	1.54	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	70	9.8	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.01		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	11	1.54	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	36	5.04	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	327	32.7	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn	<b>15-142</b> Jord					
Labnummer	N00380960					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	99.9	9.99	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.05		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	7.9	1.106	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	35	4.9	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.01	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	11	1.54	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	17	2.38	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	58	5.8	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn	<b>15-144</b> Jord					
Labnummer	N00380961					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	100	10	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	1.1	0.154	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	25	3.5	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	291	40.74	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.01	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	28	3.92	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	39	5.46	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	152	15.2	mg/kg TS	1	1	JIBJ

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

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info\\_on@alsglobal.com](mailto:info_on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

Jan-Inge Bjørmengen  
2015.09.02 07:14:42  
Client Service  
[jan-inge.bjormengen@alsglobal.com](mailto:jan-inge.bjormengen@alsglobal.com)



Deres prøvenavn		<b>15-145</b>				
		<b>Jord</b>				
Labnummer		N00380962				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	99.9	9.99	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	9	1.8	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.59	0.0826	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	131	18.34	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	564	78.96	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.02	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	68	9.52	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	51	7.14	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	128	12.8	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn		<b>15-146</b>				
		<b>Jord</b>				
Labnummer		N00380963				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	99.4	9.94	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	2.3	0.322	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	29	4.06	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	567	79.38	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.06	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	37	5.18	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	102	14.28	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	333	33.3	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn		<b>15-147</b>				
		<b>Jord</b>				
Labnummer		N00380964				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	98.9	9.89	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	1.6	0.224	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	26	3.64	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	343	48.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.05	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	26	3.64	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	78	10.92	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	216	21.6	mg/kg TS	1	1	JIBJ

# Rapport

## N1511283

Side 8 (13)

14JBCC1Q6FS



Deres prøvenavn	<b>15-148</b> <b>Jord</b>					
Labnummer	N00380965					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	99.3	9.93	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	1.2	0.168	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	20	2.8	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	307	42.98	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.07	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	21	2.94	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	59	8.26	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	177	17.7	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn	<b>15-149</b> <b>Jord</b>					
Labnummer	N00380966					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	99.9	9.99	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.05		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	10	1.4	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	37	5.18	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.04	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	11	1.54	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	175	24.5	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	71	7.1	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn	<b>15-150</b> <b>Jord</b>					
Labnummer	N00380967					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	99.9	9.99	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.05		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	9.3	1.302	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	27	3.78	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.02	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	11	1.54	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	52	7.28	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	85	8.5	mg/kg TS	1	1	JIBJ

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

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

Jan-Inge Bjørnengen

Client Service  
jan-inge.bjornengen@alsglobal.com

2015.09.02 07:14:42



Deres prøvenavn		<b>15-151</b>				
		<b>Jord</b>				
Labnummer		N00380968				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørstoff (DK)	99.7	9.97	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.05		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	7.1	0.994	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	13	1.82	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.02	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	8.7	1.218	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	25	3.5	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	59	5.9	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn		<b>15-152</b>				
		<b>Jord</b>				
Labnummer		N00380969				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørstoff (DK)	99.38	9.938	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.05		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	5.2	0.728	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	12	1.68	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.13	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	6.4	0.896	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	32	4.48	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	65	6.5	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn		<b>15-153</b>				
		<b>Jord</b>				
Labnummer		N00380970				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørstoff (DK)	99.3	9.93	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.05		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	8.0	1.12	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	30	4.2	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.08	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	9.6	1.344	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	111	15.54	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	58	5.8	mg/kg TS	1	1	JIBJ



# Rapport

N1511283

Side 10 (13)

14JBCC1Q6FS



Deres prøvenavn	<b>15-154</b> Jord					
Labnummer	N00380971					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	99.6	9.96	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.05		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	11	1.54	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	27	3.78	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.04	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	11	1.54	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	140	19.6	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	89	8.9	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn	<b>15-155</b> Jord					
Labnummer	N00380972					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	98.3	9.83	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.05		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	7.4	1.036	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	19	2.66	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.09	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	8.7	1.218	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	39	5.46	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	90	9	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn	<b>15-156</b> Jord					
Labnummer	N00380973					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	99.4	9.94	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.05		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	9.3	1.302	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	72	10.08	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.06	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	10	1.4	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	35	4.9	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	149	14.9	mg/kg TS	1	1	JIBJ

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

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

Jan-Inge Bjørnengen  
2015.09.02 07:14:42  
Client Service  
[jan-inge.bjornengen@alsglobal.com](mailto:jan-inge.bjornengen@alsglobal.com)

# Rapport

N1511283

Side 11 (13)

14JBCC1Q6FS



Deres prøvenavn	15-157 Jord					
Labnummer	N00380974					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	99.9	9.99	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.05		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	9.9	1.386	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	28	3.92	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.03	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	11	1.54	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	113	15.82	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	92	9.2	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn	15-159 Jord					
Labnummer	N00380975					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	100	10	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.05		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	24	3.36	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	39	5.46	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.03	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	26	3.64	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	67	9.38	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	117	11.7	mg/kg TS	1	1	JIBJ

Deres prøvenavn	15-160 Jord					
Labnummer	N00380976					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	99.8	9.98	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.05		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	10	1.4	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	20	2.8	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.08	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	11	1.54	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	42	5.88	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	75	7.5	mg/kg TS	1	1	JIBJ

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

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info\\_on@alsglobal.com](mailto:info_on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

Jan-Inge Bjørnengen

Client Service  
[jan-inge.bjornengen@alsglobal.com](mailto:jan-inge.bjornengen@alsglobal.com)

2015.09.02 07:14:42

# Rapport

Side 12 (13)

N1511283

14JBCC1Q6FS



Deres prøvenavn	<b>15-161</b>					
	<b>Jord</b>					
Labnummer	N00380977					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (DK)	36.9	3.69	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	<0.5		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.05		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	25	3.5	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	92	12.88	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.04	0.02	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	29	4.06	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	59	8.26	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	200	20	mg/kg TS	1	1	JIBJ

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

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

Jan-Inge Bjørmengen

2015.09.02 07:14:42

Client Service

[jan-inge.bjormengen@alsglobal.com](mailto:jan-inge.bjormengen@alsglobal.com)



\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.  
 n.d. betyr ikke påvist.  
 n/a betyr ikke analyserbart.  
 < betyr mindre enn.  
 > betyr større enn.

Metodespesifikasjon																	
1	<p>«MS-1» <b>8 tungmetaller i jord</b></p> <p>Metode: DS259                      Måleprinsipp: ICP                      Rapporteringsgrenser: LOD for metaller som følger:</p> <table> <tr><td>Arsen, As</td><td>0.1 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Kadmium, Cd</td><td>0.02 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Krom, Cr</td><td>0.2 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Kobber, Cu</td><td>0.2 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Kvikksølv, Hg</td><td>0.010 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Nikkel, Ni</td><td>0.1 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Bly, Pb</td><td>1.0 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Sink, Zn</td><td>0.4 mg/kg TS</td></tr> </table> <p>Måleusikkerhet: Relativ måleusikkerhet 14%</p>	Arsen, As	0.1 mg/kg TS	Kadmium, Cd	0.02 mg/kg TS	Krom, Cr	0.2 mg/kg TS	Kobber, Cu	0.2 mg/kg TS	Kvikksølv, Hg	0.010 mg/kg TS	Nikkel, Ni	0.1 mg/kg TS	Bly, Pb	1.0 mg/kg TS	Sink, Zn	0.4 mg/kg TS
Arsen, As	0.1 mg/kg TS																
Kadmium, Cd	0.02 mg/kg TS																
Krom, Cr	0.2 mg/kg TS																
Kobber, Cu	0.2 mg/kg TS																
Kvikksølv, Hg	0.010 mg/kg TS																
Nikkel, Ni	0.1 mg/kg TS																
Bly, Pb	1.0 mg/kg TS																
Sink, Zn	0.4 mg/kg TS																

Godkjenner	
JIBJ	Jan Inge Bjørnengen

Underleverandør <sup>1</sup>	
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Denmark A/S, Bakkegårdsvej 406A, 3050 Humlebæk, Danmark Akkreditering: DANAK, registreringsnr. 361

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

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

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

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)

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

<sup>1</sup> Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

## Vedlegg D      Analyserapport vann



**FORSVARETS FORSKNING SINSTITUTT**  
Avdeling for beskyttelse og  
Samfunnsikkerhet

Dato: 23 september 2015

Side 1 av 2

### Analyse av prøver fra Lærdal

Prøvetype: vann  
Anmerkninger: Ingen

Antall prøver: 11

Analyserapporten gjelder følgende analyser:

Analyse-parameter	Metode-identitet	Måleområde, µg/l
Krom, Cr	A1	0,1 - 100
Nikkel, Ni	A1	0,1 - 100
Kobber, Cu	A1	0,1 - 100
Sink, Zn	A1	0,1 - 100
Kadmium, Cd	A1	0,1 - 100
Bly, Pb	A1	0,1 - 100

Denne analyserapporten består av i alt 2 sider, inkludert eventuelle vedlegg. Analyserapporten gjelder analyse av prøvene slik de ble mottatt av FFI. Rapporten kan ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av FFI.

Kjeller, 29 juni 2015

Ida Vaa Johnsen  
Avdelingsingeniør

Saksbehandler: Ida Vaa Johnsen  
Adresse : Postboks 25, 2007 Kjeller

Innvalg :  
Sentralbord: 63 80 70 00

Telefax:  
Mil retn nr: 0505



Instrument: Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) X-series 2 fra Thermo  
Fischer.

Operatør: Ida Vaa Johnsen

Prøvested	Ekstern nr.	Cr, mg/kg	Ni, mg/kg	Cu, mg/kg	Zn, mg/kg	Cd, mg/kg	Pb, mg/kg
Øyradalen	A	0,15	0,47	2,8	0,7	<0,015	0,03
Øyradalen	B	<0,13	0,47	2,6	0,8	<0,015	0,01
Øyradalen	C	0,13	0,62	3,9	6,8	0,06	0,8
Øyradalen	D	0,18	0,87	4,9	9,3	0,18	2,1
Øyradalen	E	<0,13	0,45	3,0	9,3	0,06	1,1
Øyradalen	I	<0,13	0,56	2,6	1,2	<0,015	0,05
Øyradalen	II	<0,13	0,39	2,3	1,8	<0,015	0,1
Tønjumdalen	K-1	<0,13	0,21	0,6	0,7	0,03	0,1
Tønjumdalen	K-2	<0,13	0,16	0,3	0,2	<0,015	0,01
Tønjumdalen	K-3	<0,13	0,14	0,3	0,2	<0,015	0,01
Tønjumdalen	K-4	0,15	0,14	0,2	0,2	<0,015	0,01