

## **Undersøkelse av ammunisjonsrelatert forurensning i Halkvarre skyte- og øvingsfelt**

Arnt Johnsen, Helle K Rossland, Øyvind Voie, Anne Myran, Anita Larsen  
og Marthe Petrine Parmer

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)

08. mai 2012

FFI-rapport 2012/00805

360301

P: ISBN 978-82-464-2083-7

E: ISBN 978-82-464-2084-4

## **Emneord**

Forurensning

Halkvarre skytefelt

Ammunisjon

Risikovurdering

## **Godkjent av**

Kjetil Sager Longva

Prosjektleder

Jan Ivar Botnan

Avdelingssjef

## Sammendrag

Det ble i 2008 og 2009 foretatt kartlegging av ammunisjonsrelatert forurensning i sediment, vann og fisk i tre utvalgte innsjøer i Halkavarre skyte- og øvingsfelt. Det ble gjort undersøkelser i Store Russevann, Nedre Bejavatn og Melkevann som alle ligger i eller i nær tilknytning til nedslagsområder for granater med WP. Det ble enten ikke funnet spor av, eller lave konsentrasjoner av de analyserte forbindelsene. Ut fra resultatene fra kartleggingen av ammunisjonsrelatert forurensning i de tre innsjøene, ble det konkludert med at funnene av hvitt fosfor, metaller og sprengstoff er lave og medfører ingen risiko for mennesker som bruker vannene til rekreasjon og fiske og benytter fisk til konsum.

Som en oppfølging av denne undersøkelsen har Forsvarsbygg og Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) i samarbeid fått samlet inn prøver fra fem andre lokaliteter i Halkavarre skyte- og øvingsfelt i 2010 som er analysert for ammunisjonsrelaterte forbindelser. De fem lokalitetene er: Røyevann nord for Melkevann, Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, Røyevann med utløp til Store Russevann, tilløpsbekk til Store Ikkasvann og Brennelvas nedre del. De undersøkte områdene er valgt ut med hensyn på å kartlegge om disse er påvirket av ammunisjonsrelatert forurensning. I tillegg ble det tatt prøver av sau som hadde beitet i skyte- og øvingsfeltet.

Undersøkelsene av ammunisjonsrelatert forurensning i de fem lokalitetene viser at det finnes spor av ulike typer forurensning i vann, sediment og fisk. Nivåene er imidlertid så lave at de vurderes som ubetydelige med hensyn på risiko for mennesker. Vurderingene inkluderer risiko som følge av oralt inntak av jord, sediment, vann og fisk. Innholdet av kobber og bly er forhøyede i vann fra Røyevann nord for Melkevann, noe som sannsynligvis skyldes et høyt naturlig innhold av disse elementene i grunnen. I fisk ble det funnet normale konsentrasjoner av metaller. Fiskens kondisjonsfaktor er normal, og det ble ikke observert unormale forhold ved disseksjon av fisken bortsett fra hos to fisker. To store fisker hadde deformasjoner, men i henhold til Veterinærinstituttet er slike deformasjoner vanlige i en populasjon, og kan ha andre årsaker enn eksponering for fremmedstoffer. Resultatene viser at de to undersøkte lokalitetene Røyevann nord for Melkevann og Navnløst vann 1 km vest for melkevann i liten grad er påvirket av ammunisjonsrelatert forurensning, mens Røyevann med utløp til Store Russevann, tilløpsbekk til Store Ikkasvann og Brennelva nedre del ikke ser ut til å være påvirket av ammunisjonsrelatert forurensning.

Det ble funnet normale konsentrasjoner av metaller i sau og det ble ikke påvist hvitt fosfor eller eksplosiver i sau. Det vurderes derfor som lav risiko for beitedyr i de områdene der disse sauene har beitet.

## English summary

In 2008 and 2009, the munitions-related contamination in sediments, water and fish in three selected lakes in Halkavarre firing range were assessed. The studies were conducted in the Store Russevann, Nedre Bejavann and Melkevann, all located in or in close proximity to target areas for shells with WP. There were no traces or low concentrations of the analyzed compounds. Based on the results, it was concluded that the levels of white phosphorus, metals and explosives are low, and no risk to humans using these areas for recreation were identified.

As a follow up of this study, the Norwegian Defence Estates Agency (Forsvarsbygg) and the Norwegian Defence Research Establishment (FFI) in collaboration have collected and analyzed samples from five other locations in Halkavarre firing range during 2010 for munitions-related compounds. The five sites were: Røyevann north of Melkevann, Unnamed lake 1 km west of Melkevann, Røyevann with outlet to the Store Russevann, inlet creek to the Store Ikkasvann and the lower part of the river Brennelva. The sites were selected to assess munitions related contamination. In addition, samples from sheep that had grazed in Halkavarre firing range were collected.

The studies of munitions-related contamination in the five locations show that there is evidence of different types of pollution in water, sediment and fish. The level is so low that they are considered insignificant in terms of human risk. Assessments include risk as a result of human ingestion of soil, sediment, water and fish. The contents of copper and lead are increased in water samples from Røyevann north of Melkevann, probably due to a high natural content of these elements in the bedrock. The concentration of metals in fish was nevertheless normal. Fish condition factor is normal, and there was no evidence of abnormal conditions at the dissection of the fish, except in two fishes. Two large fishes had deformations, but according to the Norwegian Veterinary Institute are such deformations common in a population, and may have other causes than exposure to contaminants. The results show that the two selected sites Røyevann nord for Melkevann and Navnløst vann 1 km vest for melkevann only to some extent are influenced by munitions related contamination, while Røyevann med utløp til Store Russevann, tilløpsbekk til Store Ikkasvann and Brennelva nedre del do not seem to be influenced by munitions related contamination.

It was found normal concentrations of metals in sheep and there were no traces of white phosphorus or explosives. It is therefore considered to be a low risk associated to grazing animals in this area.

## Innhold

	<b>Forord</b>	<b>7</b>
<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Metoder og materiale</b>	<b>10</b>
2.1	Prøvetaking	10
2.2	Forbehandling av prøver	13
2.3	Analysemetoder	14
2.4	Kondisjonsfaktor	15
2.5	Metaller i ammunisjon	15
<b>3</b>	<b>Resultater og diskusjon</b>	<b>16</b>
3.1	Sedimentprøver	16
3.1.1	Metaller	16
3.1.2	Hvitt fosfor	18
3.1.3	Eksplosiver	18
3.2	Vannprøver	19
3.2.1	Metaller	19
3.2.2	Hvitt fosfor	20
3.2.3	Eksplosiver	21
3.3	Fiskeprøver	21
3.3.1	Metaller og kondisjonsfaktor	22
3.3.2	Hvitt fosfor	25
3.3.3	Eksplosiver	25
3.4	Sau	25
3.4.1	Metaller	25
3.4.2	Hvitt fosfor	26
3.4.3	Eksplosiver	26
<b>4</b>	<b>Risikovurdering</b>	<b>26</b>
4.1	Kondisjonsfaktor hos fisk	26
4.2	Metaller	27
4.3	Hvitt fosfor	28
4.4	Eksplosiver	28
4.5	Sau på beite	29
<b>5</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>29</b>
	<b>Appendix A Analyserapporter</b>	<b>31</b>

<b>Appendix B Vurdering av deformasjoner hos ørret</b>	<b>68</b>
<b>Referanser</b>	<b>69</b>

## Forord

Prosjektet er gjennomført på oppdrag av Forsvarsbygg og planleggingen av arbeidet har vært gjort i samråd med Forsvarsbygg Futura. Forsvarsbygg ved Jan Einar Mikalsen har vært ansvarlig for innsamling av prøvemateriale. Innhenting av prøvemateriale har vært gjort i samarbeid med Haakon Haukenes hos Porsanger klekkeri. Lokalbefolkningen ble invitert og bistod i forbindelse med innhenting av fisk fra nedre del av Brennelva. FFI takker alle som har bidratt i forbindelse med innsamling av prøver fra de aktuelle områdene. Dette har gjort det mulig å foreta en vurdering av både helse – og miljørisiko fra ammunisjonsrelaterte forurensningsstoffer. FFI takker også skytefeltforvalter Emil Helgesen som har bidratt med informasjon om skyte- og øvingsfeltets bruk og sin lokalkjennskap til området. En takk går også til Robert Pedersen, Bjørkås Gård i Lakselv, som har bidratt med prøver av kjøtt og lever fra sauer som har beitet i Halkavarre skyte- og øvingsfelt.

De undersøkelsene som er presentert i denne rapporten er en oppfølging av undersøkelsene i 2008 og 2009 gjennomført av Akvaplan-niva og Forsvarsbygg.

På grunn av analysetekniske problemer, spesielt for eksplosiver i fisk, har rapporten blitt forsinket i forhold til det som var planlagt. Rapporten skulle opprinnelig være ferdigstilt medio april 2011. Forlengelse av rapporteringsfrist er gjort etter avtale med Forsvarsbygg. FFI beklager at rapportering av resultatene har tatt ekstra tid som følge av de analysetekniske problemene.





## 1 Innledning

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) har på oppdrag fra Forsvarsbygg fått i oppgave å foreta en oppfølgende undersøkelse av ammunisjonsrelatert forurensning i noen utvalgte lokaliteter i eller i tilknytning til Halkavarre skyte- og øvingsfelt. Målsetningen med kartleggingen av disse lokalitetene er å få klarlagt eventuelt forurensningsnivå av hvitt fosfor, eksplosiver og tungmetaller i fisk, sediment og vann samt avklart eventuell risiko knyttet til påvist forurensningsnivå.

Det ble i 2008 og 2009 foretatt kartlegging av ammunisjonsrelatert forurensning i sediment, vann og fisk i tre utvalgte innsjøer i Halkavarre skyte- og øvingsfelt [1]. Det ble gjort undersøkelser i Store Russevatn, Nedre Bejavatn og Melkevatn som alle ligger i eller i nær tilknytning til nedslags-områder for granater med WP. Det ble ikke registrert hvitt fosfor i sediment eller i ørret fra Nedre Bejavatn. Det ble funnet lave nivåer av hvitt fosfor i sediment i Store Russevatn og i Melkevatn, samt i innvoller fra ørret i Melkevatn. Det ble ikke registrert sprengstoffrelaterte forbindelser i sediment fra Nedre Bejavatn og Melkevatn. I en av tre sedimentprøver fra Store Russevatn ble det funnet rester av RDX og HMX. Metallkonsentrasjonene i sedimentet var for det meste lave og reflekterer bakgrunnsnivåer i de tre vannene, men for noen metaller i en eller flere av lokalitetene ligger konsentrasjonene noe over det som er funnet i upåvirkede sjøer i Troms og Finnmark. Det ble ikke funnet rester av sprengstoffrelaterte forbindelser i fisk. Nivåene av metaller i muskelvev fra fisk var generelt lave.

Ut fra resultatene fra kartleggingen av ammunisjonsrelatert forurensning i de tre innsjøene, ble det konkludert med at funnene av hvitt fosfor, metaller og sprengstoff er lave og medfører ingen risiko for mennesker som bruker vannene til rekreasjon og fiske og benytter fisk til konsum [1].

Selv om nivåene av ammunisjonsrelatert forurensning i de tre innsjøene som ble undersøkt i 2008 og 2009 var lave, ønsket Forsvarsbygg undersøkelser av ammunisjonsrelatert forurensning i noen andre aktuelle innsjøer og en elv i Halkavarre skyte- og øvingsfelt. De fem lokalitetene som skulle undersøkes var Røyevann nord for Melkevann, Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, Røyevann med utløp til Store Russevatn, tilløpsbekk til Store Ikkasvatn og Brennelvas nedre del.

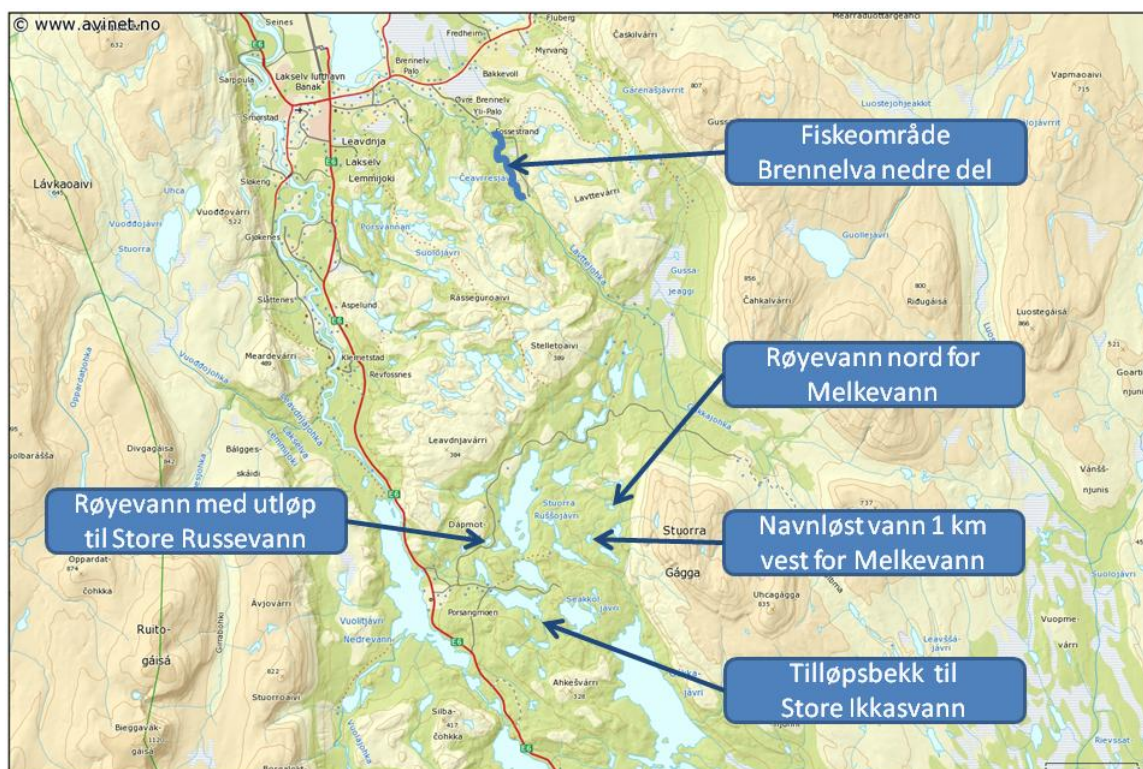
Årsakene til at de nevnte lokalitetene ble valgt har vært følgende. To av vannene (Røyevann nord for Melkevann og Navnløst vann vest for Melkevann) ble valgt ut fordi de ligger i områder hvor det kan være avrenning fra målområder som er brukt til hvitt fosfor granater og andre granater med sprengstoff. I Røyevann nord for Melkevann er det i tillegg funnet fisk med ryggknekk, og klekkeriet ville avklare hvorvidt dette kan skyldes forurensning eller andre årsaksforhold i klekkeriet. I de to vannene ble det bestemt å analysere både på fisk, sediment og vann, og for både eksplosiver, hvitt fosfor og metaller. Det ble hentet fisk fra Brennelva, som ble analysert for alle forurensningsparametrene, fordi det har vært rykter blant lokalbefolkningen om at fisken i elva er forgiftet som følge av Forsvarets aktivitet. Fra Røyevann med utløp til Store Russevatn ble det kun tatt ut fisk for å se om det var forhøyede konsentrasjoner av metaller eller sprengstoff. Det er tidligere skutt med håndvåpenammunisjon på selvanvisere plassert på isen om vinteren,

noe som kan medføre metallforurensning. I tillegg er det ved ett tilfelle gjennomført en råksprenghing på dette vannet. Tilløpsbekk til Store Ikkasvann er gytebekk, og her kan det være metallavrenning fra skyting. Det ble analysert metaller i de eldste gytetfiskene for å sjekke om metaller akkumuleres i fisken.

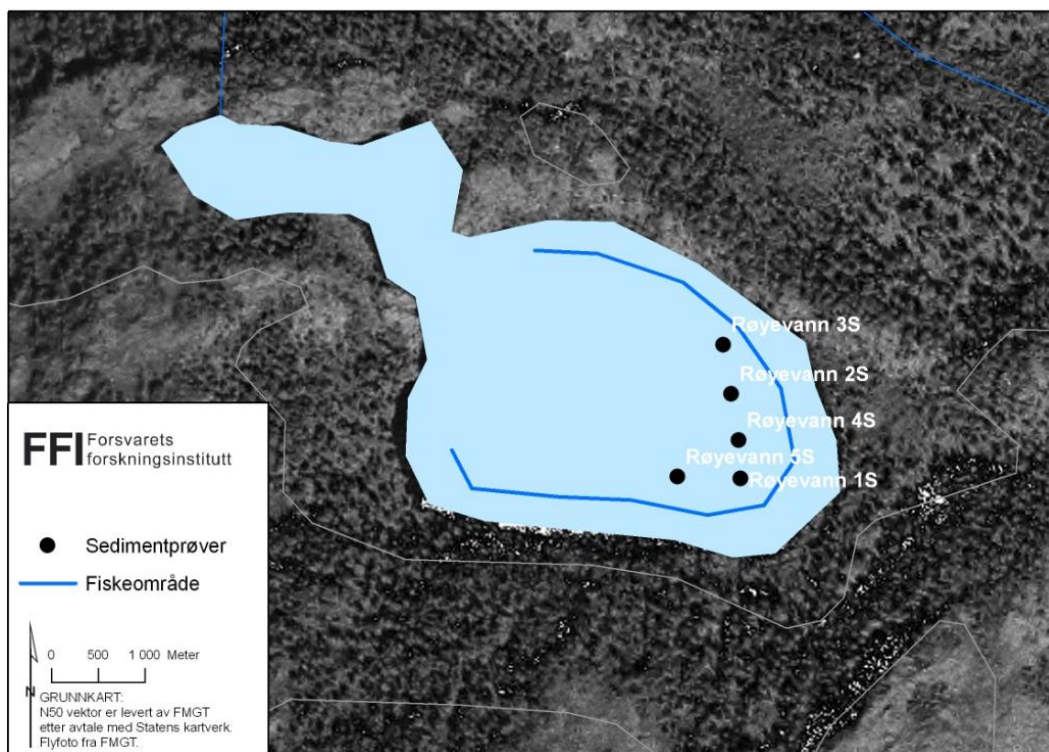
## 2 Metoder og materiale

### 2.1 Prøvetaking

Det er vist en oversikt over lokaliseringen til de utvalgte områdene for prøvetaking i Figur 2.1. I Røyevann nord for Melkevann og i Navnløst vann 1 km vest for Melkevann ble det tatt sedimentprøver og vannprøver. I Figur 2.2 og Figur 2.3 er lokaliseringen av disse prøvene nærmere vist. De to vannprøvene i hvert av de to vannene er tatt på samme sted som sedimentprøvene 1S og 2S. I disse to vannene er også det området der det ble satt ut garn for å fange fisk markert.



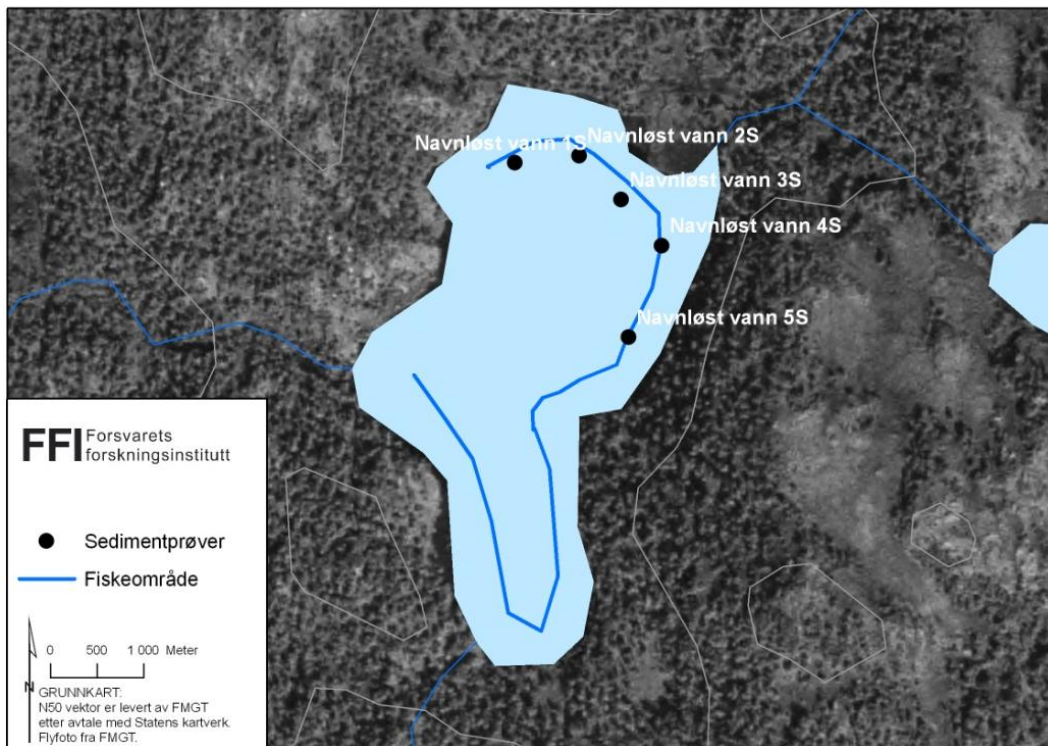
Figur 2.1 Oversikt over de ulike lokalitetene som det er tatt prøver fra i denne undersøkelsen. Bortsett fra fiskeområde i Brennelvas nedre del ligger lokalitetene i Halkavarre skyte- og øvingsfelt. Kartgrunnlag fra Statens kartverk.



Figur 2.2 Oversikt over lokalisering av sedimentprøver og fiskeområde i Røyevann nord for Melkevann. Vannprøver er tatt ved Røyevann 1S og Røyevann 2S.

I Brennelvas nedre del ble det foretatt fangst av fisk fra der veien inn i dalen slutter ved sommerfjøset og ned til laksetrappen ved Fossestrand. Det er benyttet både garn og fiskestang for fangst av fisk i området. I de øvrige lokalitetene er det benyttet garn for fangst av fisk. I Røyevann med utløp til Store Russevann ble det satt garn rundt hele vannet. Alle prøver tatt i denne undersøkelsen er blitt samlet inn av Forsvarsbygg i samarbeid med Haakon Haukenes hos Porsanger klekkeri. Prøvene er så sendt til FFI for kjemiske analyser. Prøvene ankom FFI i løpet av august og september 2010.

Det ble valgt å analysere prøver av 10 ørreter med en viss størrelse (ca 250 gram) på hver lokalitet for å få et statistisk grunnlag for vurdering av risiko. Ørret ble valgt da det var kjent at ørret sannsynligvis var tilstede i de lokalitetene som skulle prøvetas, samtidig som ørret er en populær fisk for fritidsfiskere. For Røyevann nord for Melkevann ble det kun fått fem fisker. Disse var såpass store (> 1 kg) at både hvitt fosfor, eksplosiver og metaller kunne analyseres i samme fisk. I Røyevann med utløp til Store Russevann ble det kun fangst av røye. Fiskeprøvene ble holdt kjølig i felt, og ble fryst ned så snart som mulig. Fisken ble sendt i frossen tilstand til FFI som oppbevarte fiskene i fryser inntil analyse.



Figur 2.3 Oversikt over lokalisering av sedimentprøver og fiskeområde i Navnløst vann 1 km vest for Melkevann. Vannprøver er tatt ved prøvepunkt Navnløst vann 1S og Navnløst vann 2S.

På grunn av spesielle forhold rundt analyse av hvitt fosfor i fisk, var det behov for en separat prøve til hvitt fosfor analyse. Det var derfor nødvendig å fange 20 litt store ørreter (250 gram) fra alle de lokalitetene der det skulle analyseres både hvitt fosfor og eksplosiver. Hvis ikke dette var mulig, var det nødvendig å fange flere fisk. I de lokalitetene der det ikke skulle analyseres hvitt fosfor var det kun behov for 10 ørreter om størrelsen var omkring 250 gram.

Det ble benyttet en liten Ekman-grabb for innsamling av sediment. Sedimentprøvene fra de enkelte stasjonene består av en blandprøve av sediment fra 3 grabbskudd tatt fra et mindre område rundt prøvetakingspunktet. Sedimentprøvene fra hver grabb tas fra overflaten og ned til ca. 5 cm. Etter omrøring av sedimentene fra de 3 grabbskuddene, tas det ut prøve som fordeles på to teflonflasker (1 liter). Flaskene ble fylt til topps med vann. Prøvene ble oppbevart i kaldt miljø inntil de ble sendt til FFI.

Det ble benyttet en åpen gjennomstrømningsprøvetaker ved prøvetaking av vann, og vannprøvene ble tatt på fire meters dyp. Vannprøver for bestemmelse av hvitt fosfor fylles i 1 liters teflonflasker. Flaskene fylles så fulle som mulig og korkes igjen med kork som har tefloninnlegg. Vannprøver for bestemmelse av tungmetaller fylles i 100 ml plastflasker og konserveres med salpetersyre. Vannprøver til bestemmelse av eksplosiver fylles i 1 liter glassflaske og konserveres med 1,2 gram natriumhydrogensulfat. Alle prøver lagres kaldt (+ 4°C) og mørkt så raskt som mulig.

Det er gitt en oppsummering av antall prøver som er blitt analysert for innhold av eksplosiver, hvitt fosfor og metaller fra de ulike lokalitetene i Tabell 2.1.

<b>Røjevann nord for Melkevann</b>	<b>Eksplosiver</b>	<b>Hvitt fosfor</b>	<b>Metaller</b>
Innvoller fra ørret	5	5	
Filet fra ørret	5	5	5
Sediment	5	5	5
Vann	2	2	2
<b>Navnløst vann 1 km vest for Melkevann</b>			
Innvoller fra ørret	10	10	
Filet fra ørret	10	10	10
Sediment	5	5	5
Vann	2	2	2
<b>Røjevann med utløp til Store Russevang</b>			
Innvoller fra ørret	10		
Filet fra ørret	10		10
<b>Tilløpsbekk til Store Ikkasvann</b>			
Filet fra ørret			10
<b>Brennelva nedre del</b>			
Innvoller fra ørret	10	10	
Filet fra ørret	10	10	10

Tabell 2.1 Oversikt over antall prøver som er blitt analysert for innhold av eksplosiver, hvitt fosfor og metaller.

I tillegg til den prøvetaking som er nevnt ovenfor, ble det i etterkant bestemt å ta prøver av sau som var på beite inne i Halkavarre skyte- og øvingsfelt. I forbindelse med slakting høsten 2010 fikk Forsvarsbygg tatt prøver av kjøtt og lever fra fem av de sauene som hadde vært på beite inne i skytefeltet. Sauene tilhørte Robert Pedersen, Bjørkås Gård i Lakselv, og beiteområdet har vært gjennom Roccidalen og inn vest av Gagga. Det betyr at sauene har beitet i områdene rundt Melkevann, Røjevann nord for Melkevann og Navnløst vann 1 km vest for Melkevann. Prøvene av sau ble analysert for innhold av tungmetaller, hvitt fosfor og eksplosiver.

## 2.2 Forbehandling av prøver

Vann og sedimentprøver ble holdt i kjøleskap før oppstart av kjemisk analyse. Sedimentprøvene for analyse av eksplosiver og metaller er tørket ved romtemperatur før de er malt ned til fint pulver i en kulemølle. Vannprøver til analyse av eksplosiver ble konserverte med

natriumhydrogensulfat, mens vannprøver for analyse av metaller er tilsatt salpetersyre for konservering.

Fiskene ble lagret i fryser inntil igangsetting av kjemisk analyse. Fra fiskene er det dissekert ut fiskefilet og innvoller som er homogenisert i mikser, før det er tatt ut en delprøve for kjemisk analyse. Prøver fra sau ble håndtert på samme måte som fiskeprøver.

## **2.3 Analysemetoder**

Alle analyser av hvitt fosfor og eksplosiver er foretatt av FFI. Analyse av metaller er foretatt av ALS Scandinavia AS som Forsvarsbygg har rammeavtale med.

### **Hvitt fosfor i sediment**

Hele prøvematerialet ekstraheres med karbondisulfid på ristebord. Etter ekstraksjon tørkes prøvematerialet for bestemmelse av tørrvekt. Hvitt fosfor i ekstraktet analyseres på en gasskromatograf med nitrogen/fosfor detektor og kvantifiseres ut fra en ekstern kalibreringskurve. Deteksjonsgrensen for sediment er 5 µg/kg.

### **Hvitt fosfor i vann**

1 liter vann ekstraheres med karbondisulfid på ristebord. Hvitt fosfor i ekstraktet analyseres på en gasskromatograf med nitrogen/fosfor detektor og kvantifiseres ut fra en ekstern kalibreringskurve. Deteksjonsgrensen for vann er 1 ng/l.

### **Hvitt fosfor i biologisk materiale**

Ved analyse av innvoller fra fisk ekstraheres hele prøvematerialet med karbondisulfid på ristebord. Ved analyse av fiskefilet er det tatt ut prøve fra en skinnfri side av fisken. Prøvematerialet er hentet ut fra fisken før den er skikkelig tint. Prøvematerialet er deretter ekstrahert med karbondisulfid på ristebord. Ekstraktet er rensert og analysert på en gasskromatograf med nitrogen/fosfor detektor og kvantifisert ut fra en ekstern kalibreringskurve. Deteksjonsgrensen er 0,1 µg/kg våtvekt.

### **Eksplosiver i sediment**

1 gram tørket og malt prøve tilsettes isotopmerkede internstandarder og ekstraheres i mikrobølgeovn (MAE). Ekstraktet oppkonsentreres og filtreres gjennom et 0,45 µm sprøytefilter. Ekstraktene analyseres med LC/MS/MS, ESI/APCI negativ modus. Kvantifiseringsgrensen for metoden er 0,01 – 0,1 µg/g avhengig av stoff.

### **Eksplosiver i vann**

0,5 liter vannprøve tilsettes isotopmerkede internstandarder og ekstraheres ved bruk av fastfaseekstraksjon. Prøven elueres med løsemiddel, oppkonsentreres og ekstraktet filtreres gjennom et 0,45 µm sprøytefilter. Ekstraktene analyseres med LC/MS/MS, ESI/APCI negativ modus. Kvantifiseringsgrensen for metoden er 0,02 – 0,2 µg/l avhengig av stoff.

### Eksploder i biologisk materiale

1-10 g våt prøve tilsettes isotopmerkede internstandarder og ekstraheres i mikrobølgeovn (MAE). Ekstraktet oppkonsentreres og renses på en fastfasekolonne. Deretter oppkonsentreres ekstraktet videre og filtreres gjennom et 0,45 µm sprøytefilter. Prøven analyseres med LC/MS/MS, ESI/APCI negativ modus. Kvantifiseringsgrensen for metoden er 0,05 – 5 mg/kg.

### Metaller

Alle prøvene er analysert hos ALS Scandinavia AS. Sedimentprøver er oppsluttet med kongevann (salpetersyre og saltsyre) i mikrobølgeovn, mens biologiske prøver er oppsluttet med salpetersyre og hydrogenperoksid i mikrobølgeovn. Alle prøvene er analysert med ICP-SFMS. Deteksjonsgrense for metaller i ulike prøvematerialer er vist i Figur 2.6.

Prøvemateriale	Kobber	Bly	Sink	Antimon
Vannprøver, µg/l	0,1	0,01	0,2	0,01
Sedimentprøver, mg/kg	0,1	1	1	Ikke oppgitt
Biologiske prøver, mg/kg	0,1	0,04	0,2	0,002

Figur 2.4 Oversikt over deteksjonsgrenser for metaller i ulike prøver.

## 2.4 Kondisjonsfaktor

Fultons kondisjonsfaktor (2.1) benyttes for å indikere fiskens kondisjon [2]. Den beregnes ut fra forholdet mellom vekten og lengden til fisken. Teorien er at jo høyere vekt en fisk har i forhold til lengde, jo bedre kondisjon har den. En kondisjonsfaktor på ca. 1 indikerer at laksefisk har tilfredsstillende vekstmønster og næringsforhold. En kondisjonsfaktor på 0,8 er svært mager laksefisk, mens en kondisjonsfaktor på 1,2 er laksefisk i svært bra kondisjon.

$$K = \frac{W \times 100}{L^3} \quad (2.1)$$

K=Fultons kondisjonsfaktor, W=fiskens vekt (gram), L=lengden til fisken (cm).

## 2.5 Metaller i ammunisjon

I denne undersøkelsen er det kun foretatt analyser av metallene kobber, bly, sink og antimon. I håndvåpenammunisjon finner en stort sett bare disse fire metallene. Kobber og sink er i legering og finnes både i mantelen på prosjektilet og i hylsen. I denne legeringen er det innholdet av kobber som er høyest. Bly og antimon er i legering og finnes i kjernen til prosjektilet i blyholdig ammunisjon. I denne legeringen er det innholdet av bly som er høyest. For ammunisjon med større kaliber enn håndvåpenammunisjon er det ofte ulike stållegeringer som utgjør den største vekten av ammunisjonen. Noe ammunisjon kan også innehold aluminiumslegeringer. I tillegg vil det være en god del kobber knyttet til granater i form av styrebånd. Det vil finnes andre metaller i mindre kvanta, først og fremst som legeringer. Noe nærmere informasjon om innholdet av kjemiske stoffer i ammunisjon er gitt i FFI-rapport 2009/02048 [3]. Forsvaret gjennomfører jevnlig ryddinger i sine skyte- og øvingsfelt, slik at det meste av metallfragmenter blir fjernet.

Ved kartlegginger av ammunisjonsrelatert forurensning anser vi derfor det som viktigst å gjennomføre undersøkelser av kobber, bly, sink og antimon.

### 3 Resultater og diskusjon

Analyseresultatene for de analysene som er gjort er vist i Appendix A. Resultatene er oppsummert i de underliggende kapitler.

#### 3.1 Sedimentprøver

Det ble tatt sedimentprøver fra Røyevann nord for Melkevann og Navnløst vann 1 km vest for melkevann. Prøvene ble analysert for innhold av ammunisjonsrelaterte metaller, hvitt fosfor og eksplosiver.

##### 3.1.1 Metaller

Det er gitt en oversikt over konsentrasjonen av metaller i de undersøkte sedimentprøvene i Tabell 3.1, mens Tabell 3.2 gir en oversikt over Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) sine tilstandsklasser for aktuelle metaller i ferskvann [4]. Nivået av kobber var ganske likt i de fem sedimentprøvene i Røyevann nord for Melkevann. I henhold til tilstandsklasser for ferskvann (SFT veiledning 97:04) [4] ligger nivået på grensen mellom tilstandsklasse II ”Moderat forurenset” og tilstandsklasse III ”Markert forurenset”. Nivået av kobber i Navnløst vann 1 km vest for Melkevann er en del høyere enn for Røyevann nord for Melkevann. Konsentrasjonen ligger her mellom 400 – 500 mg/kg, bortsett fra prøve 3S som har meget lav konsentrasjon av kobber. Nivået klassifiseres i tilstandsklasse III ”Markert forurenset” [4]. Nivået av kobber i Røyevann nord for Melkevann er sammenlignbart med det som ble funnet i Melkevann i 2008 [1]. Nivået av kobber i sedimentene i de to vannene er noe høyere enn det som ble funnet i den nasjonale undersøkelsen av norske innsjøer i dette området [5]. Halkavarre skyte- og øvingsfelt ligger i et belte som kalles Karasjok grønnsteinbelte som må betraktes som en malmforekomst for blant annet kobber [1]. Det kan derfor være naturlige kilder til kobber i sedimentene i disse to vannene. En oversikt over typiske konsentrasjoner av de målte metallene i vann og sedimenter i Nord-Norge og Øst-Finnmark er vist i Tabell 3.3.



Lokalitet	FFI-nr	Kobber mg/kg	Bly mg/kg	Sink mg/kg	Antimon mg/kg
Røye vann nord for Melkevann, 1S	10-1323	157	13,1	154	0,226
Røye vann nord for Melkevann, 2S	10-1324	137	13,4	139	0,393
Røye vann nord for Melkevann, 3S	10-1325	160	10,5	152	0,345
Røye vann nord for Melkevann, 4S	10-1326	139	11,1	141	0,141
Røye vann nord for Melkevann, 5S	10-1327	160	17,7	157	0,268
Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, 1S	10-1337	464	13,5	1850	0,198
Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, 2S	10-1338	504	17,4	1920	0,224
Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, 3S	10-1339	14,2	3,00	53,9	0,0557
Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, 4S	10-1340	496	13,2	2150	0,192
Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, 5S	10-1341	397	10,5	1620	0,139

Tabell 3.1 Oversikt over konsentrasjoner av kobber, bly, sink og antimon i sediment-prøver fra Røye vann nord for Melkevann og Navnløst vann 1 km vest for Melkevann.

Nivået av bly er lavt og omtrent på samme nivå i de to vannene som er prøvetatt. I henhold til tilstandsklasser for ferskvann [4], ligger nivået av bly i tilstandsklasse I ”Ubetydelig forurenset”. I undersøkelsen foretatt i 2008 var også nivået av bly lavt i de undersøkte vannene [1].

I Navnløst vann 1 km vest for Melkevann var nivået av sink omtrent ti ganger høyere enn nivået i Røye vann nord for Melkevann. Nivået av sink i Røye vann nord for Melkevann er en del lavere enn det som ble registrert for Melkevann i 2008 [1]. I henhold til tilstandsklasser for ferskvann [4], ligger nivået av sink i Røye vann nord for Melkevann på grensen mellom tilstandsklasse I ”Ubetydelig forurenset” og tilstandsklasse II ”Moderat forurenset”. Nivået av sink i Navnløst vann ligger i tilstandsklasse III ”Markert forurenset”. Sedimentprøven fra prøvepunkt 3S i Navnløst vann hadde et veldig lavt innhold av sink sammenlignet med de andre fire prøvene. Nivået av sink i Navnløst vann er en del høyere enn det som er registrert i den nasjonale undersøkelsen av norske innsjøer i dette området [5].

I alle sedimentprøvene fra de to vannene ble det registrert lave konsentrasjoner av antimon. Nivået er tilsvarende med det som er registrert i den nasjonale innsjøundersøkelsen i 2004 – 2006 [5].

Tilstandsklasser					
Parameter	I “Ubetydelig forurenset”	II “Moderat forurenset”	III “Markert forurenset”	IV “Sterkt forurenset”	V “Meget sterkt forurenset”
Kobber (mg/kg)	< 30	30 – 150	150 – 600	600 – 1800	> 1800
Sink (mg/kg)	< 150	150 – 750	750 – 3000	3000 – 9000	> 9000
Bly (mg/kg)	< 50	50 – 250	250 – 1000	1000 – 3000	> 3000
Kobber (µg/l)	< 0,6	0,6 – 1,5	1,5 – 3	3 – 6	> 6
Sink (µg/l)	< 5	5 – 20	20 – 50	50 – 100	> 100
Bly (µg/l)	< 0,5	0,5 – 1,2	1,2 – 2,5	2,5 – 5	> 5

Tabell 3.2 Tilstandsklasser for metaller i ferskvannssedimenter (øverst) og vann (nederst) [4].  
Verdiene for sedimenter er oppgitt på tørrvektbasis.

	Nord-Norge	Øst- Finnmark
Cu i vann, µg/l	0,15 – 0,36	1,3 – 3,0
Pb i vann, µg/l	0,027 – 0,081	0,034 – 0,060
Zn i vann, µg/l	0,28 – 0,85	1,0 – 2,1
Sb i vann, µg/l	0,005 – 0,019	0,009 – 0,026
Cu i sediment, mg/kg	20 - 300	50 – 300
Pb i sediment, mg/kg	10 – 200	30 – 80
Zn i sediment, mg/kg	60 – 300	60 – 300
Sb i sediment, mg/kg	0,1 – 0,8	0,1 – 0,3

Tabell 3.3 Typiske konsentrasjoner av metaller i både ferskvann og i ferskvannsedimenter i Nord-Norge og Øst-Finnmark. Data er estimert fra den nasjonale undersøkelsen av norske innsjøer [6;7].

### 3.1.2 Hvitt fosfor

Det ble ikke påvist hvitt fosfor over deteksjonsgrensen på 5 µg/kg i noen av sedimentprøvene fra de to vannene. I undersøkelsen fra 2008 ble det funnet spor av hvitt fosfor i sedimentene både i Melkevann og i Store Russevann [1].

### 3.1.3 Eksplosiver

Det ble funnet spor av TNT (< 0,18 mg/kg) i alle de fem sedimentprøvene fra Røyevann nord for Melkevann. I Navnløst vann 1 km vest for Melkevann ble det også funnet spor av TNT (< 0,07 mg/kg) i fire av de fem sedimentprøvene. Det ble ikke funnet spor av andre eksplosiver i sedimentprøvene. I tabellen under (Tabell 3.4) er det vist en oversikt over konsentrasjonen av TNT som ble påvist i sedimentene i Røyevann nord for Melkevann og Navnløst vann 1 km vest for Melkevann.

I 2009 ble det foretatt undersøkelser av eksplosivrester i sediment fra Store Russevann, Nedre Bejavann og Melkevann [1]. I en av de tre sedimentprøvene fra Store Russevann ble det påvist RDX og HMX (34 mg/kg RDX og 0,56 mg/kg HMX). Det ble den gang vurdert at de konsentrasjonene som ble registrert ikke utgjorde noen fare for mennesker som bruker vannet til rekreasjon.

Lokalitet	FFI-nr	TNT mg/kg
Røyevann nord for Melkevann, 1S	10-1323	0,17
Røyevann nord for Melkevann, 2S	10-1324	0,06
Røyevann nord for Melkevann, 3S	10-1325	0,14
Røyevann nord for Melkevann, 4S	10-1326	0,10
Røyevann nord for Melkevann, 5S	10-1327	0,08
Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, 1S	10-1337	0,06
Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, 2S	10-1338	0,05
Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, 3S	10-1339	0,04
Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, 4S	10-1340	0,04
Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, 5S	10-1341	< 0,01

Tabell 3.4 Oversikt over konsentrasjonen av TNT i sedimentene til de undersøkte vannene.

## 3.2 Vannprøver

Det ble tatt to vannprøver fra henholdsvis Røyevann nord for Melkevann og Navnløst vann 1 km vest for Melkevann. I disse prøvene ble det analysert for innhold av ammunisjonsrelaterte metaller, hvitt fosfor og eksplosiver. I undersøkelsen fra 2008 ble det ikke tatt vannprøver for analyse av ammunisjonsrelaterte stoffer [1].

### 3.2.1 Metaller

Resultatene for metaller i vannprøvene fra Røyevann nord for Melkevann og Navnløst vann 1 km vest for Melkevann er vist i Tabell 3.5. Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) sine tilstandsklasser for aktuelle metaller i ferskvann er vist i Tabell 3.2. Nivået av kobber og bly er noe høyere i Røyevann nord for Melkevann enn det som ble påvist i Navnløst vann. I sedimentene ble det påvist et høyere nivå av kobber i sedimentene i Navnløst vann i forhold til Røyevann nord for Melkevann. Det ser derfor ikke ut til at det er noen god sammenheng mellom konsentrasjonen av kobber i sedimentene og det som påvises i vannmassene. Nivået av kobber i Røyevann nord for Melkevann ligger i tilstandsklasse III "Markert forurenset" til tilstandsklasse V "Meget sterkt forurenset" i henhold til tilstandsklasser for ferskvann [4]. I Navnløst vann ligger konsentrasjonen av kobber i tilstandsklasse III "Markert forurenset". I Forsvarsbyggs kartlegging av vannkvalitet i Halkvarre skyte- og øvingsfelt i forbindelse med Program Grunnforurensning 2006-2008, ble det også stedvis påvist forhøyde konsentrasjoner av kobber i bekker og elver [8].

Lokalitet	FFI-nr	Kobber µg/l	Bly µg/l	Sink µg/l	Antimon µg/l
Røyevann nord for Melkevann, 1V	10-1328	2,76	2,20	3,53	0,0217
Røyevann nord for Melkevann, 2V	10-1329	6,68	4,67	18,7	0,120
Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, 1V	10-1342	1,83	0,912	2,33	0,0129
Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, 2V	10-1343	1,96	0,613	2,52	0,0108

Tabell 3.5 Oversikt over konsentrasjoner av kobber, bly, sink og antimon i vannprøver fra Røyevann nord for Melkevann og Navnløst vann 1 km vest for Melkevann.

Nivået av bly er også forhøyet i Røyevann nord for Melkevann, og ligger i tilstandsklasse III ”Markert forurenset” til tilstandsklasse IV ”Sterkt forurenset”, mens nivået i Navnløst vann er noe lavere og ligger i tilstandsklasse II ”Moderat forurenset”. I Forsvarsbyggs kartlegging av vannkvalitet i Halkvarre skyte- og øvingsfelt i forbindelse med Program Grunnforurensning 2006-2008, ble det ikke påvist konsentrasjoner av bly over deteksjonsgrensen på 0,5 µg/l i noen av de undersøkte elver og bekker [8]. Nivået av bly i disse to vannene er godt over det som er registrert i den nasjonale innsjøundersøkelsen i 2004- 2006 i dette området [6].

For sink er det påvist relativt lave konsentrasjoner, og nivået ligger i tilstandsklasse I ”Ubetydelig forurenset” til tilstandsklasse II ”Moderat forurenset”. Nivået av sink er på samme nivå med det som ble registret i Forsvarsbyggs kartlegging av vannkvalitet i Halkvarre skyte- og øvingsfelt i forbindelse med Program Grunnforurensning 2006-2008 [8]. Nivået ligger imidlertid noe over det som er registret i dette området i den nasjonale innsjøundersøkelsen i 2004-2006 [6].

Det ble registrert lave konsentrasjoner av antimon og nivået er tilsvarende med det som er blitt registrert i den nasjonale innsjøundersøkelsen i 2004-2006 [6]. I Forsvarsbyggs kartlegging av vannkvalitet i Halkvarre skyte- og øvingsfelt i forbindelse med Program Grunnforurensning 2006-2008, ble det ikke påvist konsentrasjoner av antimon over deteksjonsgrensen på 1 µg/l i noen av de undersøkte elver og bekker [8].

Som nevnt for sedimenter kan det være naturlige kilder til metaller i dette området, og det kan være dette som er medvirkende årsak til et forhøyet nivå av både kobber og bly i de to undersøkte vannene.

### 3.2.2 Hvitt fosfor

Det ble ikke påvist hvitt fosfor over deteksjonsgrensen på 1 ng/l i noen av vannprøvene fra Røyevann nord for Melkevann og Navnløst vann 1 km vest for Melkevann. Det ble heller ikke påvist hvitt fosfor i noen av de prøvene som ble analysert for hvitt fosfor i Forsvarsbyggs kartlegging av vannkvalitet i Halkvarre skyte- og øvingsfelt i forbindelse med Program Grunnforurensning 2006-2008 [8].

### 3.2.3 Eksplosiver

I den ene av de to vannprøvene fra Røyevann nord for Melkevann ble det påvist innhold av TNT. Konsentrasjonen ble bestemt til 2,90 µg/l. Dette var den prøvelokaliteten som viste høyest innhold av TNT i sedimentene. Det ble ikke påvist andre eksplosiver i de to prøvene fra Røyevann nord for Melkevann. I de to vannprøvene som ble tatt i Navnløst vann 1 km vest for Melkevann ble det ikke påvist spor av eksplosiver. Det er tatt få prøver av vann i Halkavarre skyte- og øvingsfelt for analyse av eksplosiver tidligere. En vannprøve er analysert for eksplosiver i forbindelse med Forsvarsbyggs gjennomføring av Program Grunnforurensning uten at det ble påvist spor av eksplosiver [9]. I Forsvarsbyggs Program Grunnforurensning 2006-2008, der 130 vannprøver er analysert for eksplosiver, ble det kun påvist lave konsentrasjoner av eksplosiver i en bekk i Mjølfjell skyte- og øvingsfelt og en bekk i Ulven skyte- og øvingsfelt [9]. Nivået av TNT i den ene prøven fra Røyevann nord for Melkevann er på samme nivå med det som er funnet i en bekk i nærheten av demoleringsplassen i Svånådalen i Hjerkinnskyte- og øvingsfelt [10].

### 3.3 Fiskeprøver

Det ble fanget fisk fra henholdsvis Røyevann nord for Melkevann, Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, Røyevann med utløp til Store Russevann, tilløpsbekk til Store Ikkasvann og Brennelva. Resultatene for undersøkelse av ammunisjonsrelaterte metaller, hvitt fosfor og eksplosiver i fisk er vist i underliggende kapitler.

To ørreter fra Røyevann nord for Melkevann hadde deformasjoner, og ble derfor forelagt til vurdering hos Veterinærinstituttet etter avtale med Forsvarsbygg. En fisk hadde en deformasjon i ryggstøylene (FFI-nr 10-1490), og en annen fisk (FFI-nr 10-1031) hadde en svulstliknende utvekst på ryggen (Figur 3.1). Alderen på fisken med svulstliknende utvekst på ryggen ble bestemt til 18-19 år. Dette er langt over det som regnes for gammel fisk (8-10 år) i henhold til Veterinærinstituttet. I følge Veterinærinstituttet er begge disse typene av deformasjoner vanlige i en populasjon, og kan ha andre årsaker enn eksponering for fremmedstoffer. Vurderingen fra Veterinærinstituttet er vist i Appendix B. Kondisjonsfaktoren viser at disse to fiskene var i god kondisjon. Det ble ved disseksjon av fisken ikke observert noen unormale forhold i noen av de andre fiskene.



*Figur 3.1* Bilde fra disseksjon av svulstlignende utvekst på ryggen hos en ørret fra Røyevann nord for Melkevann.

Det ble stort sett fanget ørret, men i Røyevann med utløp til Store Russevann ble det kun fanget røye. Der det ble levert flere fisk enn det som var nødvendig for kjemisk analyse, ble de største fiskene valgt ut til kjemisk analyse. Det var kun ved en lokalitet at det var balanse mellom kjønnene. Ved enkelte lokaliteter var det en overvekt av det ene kjønn, og ved et par av lokalitetene ble det kun fanget fisk av ett kjønn.

### 3.3.1 Metaller og kondisjonsfaktor

En oversikt over de enkelte fisk med hensyn på kjønn, lengde og vekt samt beregnet kondisjonsfaktor og innhold av ammunisjonsrelaterte metaller er vist i Tabell 3.7 og Tabell 3.6. Kondisjonsfaktoren er normal eller god for stort sett alle fiskene. For et par fisk indikerer kondisjonsfaktoren en dårlig kondisjon.

Konsentrasjonen av metaller i fiskefilet var stort sett lik ved de undersøkte lokalitetene. Ved lokaliteten Brennelva nedre del kan det se ut til at nivået av kobber (Cu), bly (Pb) og sink (Zn) er noe høyere enn ved de andre undersøkte lokalitetene.

I gjennomsnitt er konsentrasjonen av kobber i fiskefilet 0,4 – 0,6 mg/kg våtvekt ved de fire lokalitetene Røyevann nord for Melkevann, Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, Røyevann med utløp til Store Russevann og tilløpsbekk til Store Ikkasvann. Dette er på nivå med det som ble målt i fiskefilet fra Nord-Norge og Svalbard i den nasjonale innsjøundersøkelsen i 2004 – 2006 [11] og det som ble målt i fiskefilet i Store Russevann, Nedre Bejavann og Melkevann i 2008 [1]. Gjennomsnittskonsentrasjonen av kobber i fiskefilet fra fisk fanget i Brennelva nedre del var på 0,8 mg/kg våtvekt. På denne lokaliteten var det en fisk som hadde en konsentrasjon på

2,35 mg/kg våtvekt. Gjennomsnittet for de ni andre fiskene lå på 0,6 mg/kg våtvekt, og dermed ned mot samme nivå som for de andre undersøkte lokalitetene.

Konsentrasjonen av bly var lav i fiskefilet og stort sett under deteksjonsgrensen på 0,02 mg/kg våtvekt for de fleste fiskene. Tilsvarende konsentrasjoner ble funnet i undersøkelsen fra 2008 i Halkavarre skyte- og øvingsfelt [1] og i den nasjonale innsjøundersøkelsen i 2006 – 2008 for Nord-Norge og Svalbard [11].

Som for bly var også konsentrasjonen av antimon (Sb) lav i fiskefilet og stort sett under deteksjonsgrensen på 0,002 mg/kg våtvekt. Lave konsentrasjoner av antimon ble også observert under kartleggingen av fisk fra vann i Halkavarre skyte- og øvingsfelt i 2008 [1].

Det gjennomsnittlige nivået av sink i fiskefilet lå mellom 3,2 – 3,9 mg/kg våtvekt for lokalitetene Røyevann nord for Melkevann, Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, Røyevann med utløp til Store Russevann og tilløpsbekk til Store Ikkasvann, mens det for Brennelva nedre del lå på 5,2 mg/kg våtvekt. Nivået av sink er noe høyere enn det som ble observert ved undersøkelse av fisk i vann fra Halkavarre skyte- og øvingsfelt i 2008 [1], mens nivået imidlertid er noe lavere enn det som ble registrert i den nasjonale innsjøundersøkelsen i 2004 – 2006 for fisk fra Nord-Norge og Svalbard [11].

FFI-nr	Fisk	Type	Kjønn	Lengde (cm)	Vekt (g)	Kondisjonsfaktor	Cu (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Sb (mg/kg)
Brennelva nedre del										
10-1576	Fisk 1	Ørret	Han	23	154	1,27	2,35	<0,02	7,93	<0,002
10-1578	Fisk 2	Ørret	Han	21	131	1,41	0,761	<0,02	4,87	<0,002
10-1580	Fisk 3	Ørret	Han	22	142	1,33	0,516	0,0199	4,30	<0,002
10-1582	Fisk 4	Ørret	Han	22	138	1,30	0,934	0,0215	5,29	<0,002
10-1584	Fisk 5	Ørret	Han	23	151	1,24	1,03	<0,02	4,25	<0,002
10-1586	Fisk 6	Ørret	Han	22	132	1,24	0,627	<0,02	5,20	<0,002
10-1588	Fisk 7	Ørret	Hun	24	150	1,09	0,515	<0,02	7,73	<0,002
10-1590	Fisk 8	Ørret	Han	26	209	1,19	0,277	<0,02	4,34	<0,002
10-1592	Fisk 9	Ørret	Han	26	221	1,26	0,421	<0,02	4,19	<0,002
10-1594	Fisk 10	Ørret	Han	27	231	1,17	0,704	0,16	4,14	<0,002

Tabell 3.6 Oversikt over fanget fisk i nedre del av Brennelva, både type fisk, størrelse, kondisjonsfaktor og metallkonsentrasjon i filet er angitt for hver fisk. Konsentrasjonen er angitt på våtvektbasis.

FFI-nr	Fisk	Type	Kjønn	Lengde (cm)	Vekt (g)	Kondisjonsfaktor	Cu (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Sb (mg/kg)
Røye vann nord for Melkevann										
10-1479	Fisk 1	Ørret	Han	63	2541	1,02	0,518	0,0297	4,08	<0,002
10-1481	Fisk 2	Ørret	Han	52	1875	1,33	0,380	0,0490	3,66	<0,002
10-1031	Fisk 3	Ørret	Han	70	4231	1,23	0,420	<0,02	3,18	<0,002
10-1483	Fisk 4	Ørret	Han	48	1332	1,20	0,701	0,0261	3,25	0,0532
10-1490	Fisk 5	Ørret	Han	56	2067	1,18	0,292	<0,02	3,71	<0,002
Navnløst vann 1 km vest for Melkevann										
10-1641	Fisk 1	Ørret	Hun	27	191	0,97	1,27	<0,02	3,85	<0,002
10-1643	Fisk 2	Ørret	Hun	25	182	1,16	0,433	<0,02	4,67	<0,002
10-1645	Fisk 3	Ørret	Hun	26	192	1,09	0,692	<0,02	4,31	<0,002
10-1647	Fisk 4	Ørret	Hun	24	147	1,06	0,384	<0,02	4,47	<0,002
10-1649	Fisk 5	Ørret	Hun	29	239	0,98	0,339	<0,02	4,25	<0,002
10-1651	Fisk 6	Ørret	Hun	25	180	1,15	0,335	<0,02	2,85	<0,002
10-1653	Fisk 7	Ørret	Hun	28	235	1,07	0,517	<0,02	3,50	<0,002
10-1655	Fisk 8	Ørret	Hun	31	296	0,99	0,466	<0,02	3,65	<0,002
10-1657	Fisk 9	Ørret	Hun	26	196	1,12	0,859	<0,02	3,36	<0,002
10-1659	Fisk 10	Ørret	Hun	30	233	0,86	0,554	<0,01	3,82	<0,001
Røye vann med utløp til Store Russevann										
10-1596	Fisk 1	Røye	Hun	29	248	1,02	0,537	<0,02	3,71	<0,002
10-1598	Fisk 2	Røye	Hun	27	265	1,35	0,407	<0,02	3,30	<0,002
10-1600	Fisk 3	Røye	Hun	29	351	1,44	0,394	0,0276	3,16	<0,002
10-1602	Fisk 4	Røye	Han	30	314	1,16	0,400	<0,02	3,82	<0,002
10-1604	Fisk 5	Røye	Han	29	314	1,29	0,361	0,0221	3,40	<0,002
10-1606	Fisk 6	Røye	Han	32	350	1,07	0,295	<0,02	3,30	<0,002
10-1608	Fisk 7	Røye	Han	38	610	1,11	0,607	0,0235	2,99	<0,002
10-1610	Fisk 8	Røye	Hun	36	593	1,27	0,257	<0,02	2,74	<0,002
10-1612	Fisk 9	Røye	Hun	35	586	1,37	0,471	0,0321	2,61	<0,002
10-1614	Fisk 10	Røye	Han	39	698	1,18	0,401	0,0305	2,93	<0,002
Tilløpsbekk til Store Ikkasvann										
10-1501	Fisk 1	Ørret	Han	42	796	1,07	0,389	<0,02	2,73	<0,002
10-1502	Fisk 2	Ørret	Han	38	660	1,20	0,387	<0,02	2,63	<0,002
10-1503	Fisk 3	Ørret	Han	38	569	1,04	0,541	<0,02	3,91	<0,002
10-1504	Fisk 4	Ørret	Hun	35	457	1,07	0,392	<0,02	3,47	<0,002
10-1505	Fisk 5	Ørret	Han	38	473	0,86	0,506	<0,02	3,09	<0,002
10-1506	Fisk 6	Ørret	Han	34	448	1,14	0,431	<0,02	3,30	<0,002
10-1507	Fisk 7	Ørret	Han	30	291	1,08	0,512	<0,02	3,47	<0,002
10-1508	Fisk 8	Ørret	Hun	28	266	1,21	0,732	<0,02	4,84	0,0092
10-1509	Fisk 9	Ørret	Hun	26	215	1,22	0,445	<0,02	4,25	<0,002
10-1510	Fisk 10	Ørret	Han	28	218	0,99	0,474	<0,02	4,26	<0,002

Tabell 3.7 Oversikt over fanget fisk i vann i Halkavarre skyte- og øvingsfelt. Både type fisk, størrelse, kondisjonsfaktor og metallkonsentrasjon i filet er angitt for hver fisk i de fire vannene som ble prøvetatt. Konsentrasjonen er angitt på våtvektbasis.



### 3.3.2 Hvitt fosfor

Fisk fra Røye vann nord for Melkevann, Navnløst vann 1 km vest for Melkevann og Brennelva nedre del ble undersøkt for innhold av hvitt fosfor. Det ble ikke funnet innhold av hvitt fosfor over deteksjonsgrensen på 0,1 µg/kg våtvekt i noen fisker.

### 3.3.3 Eksplosiver

Det ble ikke påvist innhold av eksplosiver over rådende deteksjonsgrenser i fiskefilet eller i innvoller hos noen av de undersøkte fiskene fra de fire lokalitetene der fisk ble samlet inn. Analyserapporten som viser alle analyseresultatene er vist i Appendix A. I undersøkelsen av fisk fra vann i Halkavarre skyte- og øvingsfelt i 2008 ble det heller ikke funnet spor av eksplosiver i fiskefilet [1]. Det er foretatt få undersøkelser av eksplosiver i fisk. I undersøkelser av fisk fra Hengsvann skyte- og øvingsfelt ble det påvist rester av HMX og spor av TNT og RDX [12]. FFI er i gang med å studere opptak av eksplosiver i fisk i samarbeid med Universitetet for miljø- og biovitenskap. Resultater fra arbeidet vil publiseres våren 2013.

## 3.4 Sau

Det ble tatt ut prøve for analyse av hvitt fosfor før resten av prøven ble homogenisert og fordelt til analyse av metaller og eksplosiver.

### 3.4.1 Metaller

Det er relativt like konsentrasjoner av de målte metallene i de fem sauene, både i lever og kjøtt. I lever er det kobber som opptrer i høyest konsentrasjon, mens for kjøtt er det sink. Nivået av bly og antimon er lavt i begge vevstypene. På midten av 90-tallet ble det foretatt analyser av kobberinnholdet i lever hos lam i ulike regioner i Norge [13]. I Målselv kommune ble gjennomsnittsnivået av kobber i 100 lam målt til å være 119 mg/kg, noe som var tilsvarende nivå som for Meråker kommune i Nord-Trøndelag. Nivået av kobber i disse to områdene var noe høyere enn for de andre regionene som ble undersøkt. Det målte nivået av kobber i lever hos de fem sauene som hadde beitet i Halkavarre skyte- og øvingsfelt hadde en gjennomsnittlig konsentrasjon av kobber i lever på 85 mg/kg. Det er derfor ingen indikasjon på at de undersøkte sauene har et forhøyet nivå av kobber som følge av beite i Halkavarre skyte- og øvingsfelt. Nivået av sink er omtrent likt i lever og kjøtt, noe som tyder på at dette metallet ikke ser ut til å akkumulere i noen vev. Nivået av sink er tilsvarende med det som påvist i en undersøkelse av sau langs den norsk-russiske grensen [14].

FFI-nr	Prøve	Cu (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Sb (mg/kg)	FFI-nr	Cu (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Sb (mg/kg)
		Lever					Kjøtt			
10-1491	Sau 1	66,5	0,0255	39,4	< 0,002	10-1492	1,38	< 0,02	31,3	< 0,002
10-1493	Sau 2	105	0,0695	36,8	0,0039	10-1494	1,26	< 0,02	28,6	< 0,002
10-1495	Sau 3	64,2	0,0270	35,2	0,0019	10-1496	0,486	< 0,02	66,5	< 0,002
10-1497	Sau 4	85,4	0,0425	46,4	< 0,002	10-1498	0,516	0,0229	50,9	< 0,001
10-1499	Sau 5	104	0,0297	38,4	< 0,001	10-1500	0,466	0,0348	18,4	0,0017

Tabell 3.8 Oversikt over målte konsentrasjoner (mg/kg våtvekt) av kobber (Cu), bly (Pb), sink (Zn) og antimon (Sb) i lever og kjøtt fra sau som har beitet i Halkavarre skyte- og øvingsfelt.

### 3.4.2 Hvitt fosfor

Det ble ikke påvist spor av hvitt fosfor i verken prøver av kjøtt eller lever i noen av de fem sauene som ble prøvetatt. Det ble av Forsvarsbygg tatt vevsprøver av ni rein med beite i GP/Halkavarre i 2008 [15]. Det ble tatt ut prøve av lever og nyre. Ingen av disse prøvene inneholdt spor av hvitt fosfor.

### 3.4.3 Eksplosiver

Det ble ikke påvist innhold av eksplosiver over deteksjonsgrensen i noen av kjøttprøvene fra de fem sauene. For prøvene av lever er resultatene noe usikre på grunn av problemer knyttet til prøveopparbeidelsen. Så langt har vi ikke kunnet påvise innhold av eksplosiver over gjeldene deteksjonsgrenser for eksplosiver i lever. Analyseresultatene er vist i Appendix A. Det er derfor lite som tyder på at sau som beiter i skytefeltet i vesentlig grad blir eksponert for eksplosiver. Eksponeringsforsøk med TNT viser også at sau relativt raskt skiller ut TNT fra kroppen, slik at lite blir akkumulert [16].

## 4 Risikovurdering

### 4.1 Kondisjonsfaktor hos fisk

Kondisjonsfaktoren ligger nært 1,0 for omtrent alle de undersøkte fiskene, og det er derfor ingenting som tyder på at kondisjonen til fisken er unormal. Det ble heller ikke ved disseksjon av fisken observert noen unormale forhold. En fisk hadde imidlertid en deformasjon i ryggøylen, og en annen fisk hadde en svulstliknende utvekst på ryggen. Begge fiskene ble fanget i Røyevann nord for Melkevann. I følge Veterinærinstituttet er slike deformasjoner vanlige i en populasjon, og kan ha andre årsaker enn eksponering for fremmedstoffer.

## 4.2 Metaller

Konsentrasjonen av kobber og bly i vann fra Røye vann nord for Melkevann er i tilstandsklasse IV eller høyere. Dette er konsentrasjoner som potensielt kan gi akutte og kroniske effekter på vannlevende organismer [4]. Konsentrasjonen av kobber, bly, sink og antimon i vann overskrider imidlertid ikke normer for drikkevannskvalitet [17]. Konsentrasjonen av sink og antimon i vann fra Røye vann nord for Melkevann samt konsentrasjonen av kobber, bly, sink og antimon i vann fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann er under de nivåene som er forventet å gi effekter på vannlevende organismer [4]. Konsentrasjonen av kobber, bly, sink og antimon i sedimenter både i Røye vann nord for Melkevann og Navnløst vann 1 km vest for Melkevann er under de nivåene som er forventet å gi effekter på vannlevende organismer [4].

Halkvarre skyte- og øvingsfelt ligger i et belte som kalles Karasjok grønnsteinbelte som må betraktes som en malmforekomst for blant annet kobber. Dette fører til et naturlig forhøyet nivå av enkelte metaller i vann og sediment [1]. En nærmere beskrivelse av betydningen denne geologiske formasjonen har på nivåer av metaller i vann og sediment er gitt i rapporten "Kartlegging av hvitt fosfor, sprengstoff og metaller i fisk og sediment i Porsangmoen/Halkvarre skyte- og øvingsfelt, Finnmark 2008 og 2009" [1]. Det har vært drift av mindre gruver inne i skyte- og øvingsfeltet, og slagghauger fra dette kan blant annet ses omkring 250 meter nord for Røye vann nord for Melkevann. Røye vann nord for Melkevann har generelt mer åpen fjellgrunn rundt seg enn det som er tilfelle for Navnløst vann 1 km vest for Melkevann. Dette kan være årsaken til at det observeres høyere konsentrasjoner av kobber og bly i dette vannet i forhold til Navnløst vann. Overflateavrenning fra vestsiden av fjellet Store Gagga vil ikke ha innløp i Røye vann nord for Melkevann. Det kan ikke observeres krater fra artilleri i nærheten av Røye vann nord for Melkevann eller Navnløst vann 1 km vest for Melkevann på flyfoto over området.

I filet hos fisk lå konsentrasjonen av kobber i Røye vann nord for Melkevann, Navnløst vann, Røye vann med utløp til Store Russevann og tilløpsbekk til Ikkasvann i gjennomsnitt på 0,4 – 0,6 mg/kg våtvekt. Dette er innenfor forventet bakgrunnskonsentrasjoner på inntil ca. 0,8 mg/kg våtvekt [18;19]. I nedre del av Brennelva lå den gjennomsnittlige konsentrasjonen av kobber i filet på litt over 0,8 mg/kg. Et noe høyere nivå på denne lokaliteten skyldes at en fisk hadde en kobberkonsentrasjon i filet på 2,35 mg/kg våtvekt. For de andre ni fiskene er gjennomsnittskonsentrasjonen 0,6 mg/kg våtvekt, noe som er godt innenfor forventet bakgrunnsnivå. Det er ingen grunn til å tro at et gjennomsnittlig kobberinnhold på 0,6 mg/kg våtvekt utgjør noen risiko for mennesker som spiser fisken.

Tidligere målinger i ferskvannsfisk har vist at blykonsentrasjonen i filet normalt ligger på inntil ca. 0,1 mg/kg våtvekt i ikke-forurensede vann [18;19]. Mattilsynet har satt en grense for akseptabel blykonsentrasjon på 0,3 mg/kg våtvekt i filet [20]. Alle fiskeprøvene har blykonsentrasjoner under dette. Nivået av antimon er lavt og ligger stort sett under deteksjonsgrensen. Nivået av sink i filet ligger også innenfor det som er normalt i ferskvannsfisk [21]. Etersom konsentrasjonen av metaller i fisk ser ut til å ligge innenfor bakgrunnsnivåer, er det ikke forventet at metaller påvirker fiskens helse. Det antas at det er liten sammenheng mellom de

deformasjoner som er observert hos to fisk i Røyevann nord for Melkevann og et forhøyet nivå av kobber og bly i dette vannet. Det vil ikke være skadelig for mennesker å spise denne fisken.

### 4.3 Hvitt fosfor

Det ble ikke påvist hvitt fosfor i hverken vann, sediment eller fisk. Dette indikerer at det ikke er noen risiko for at mennesker eller fisk skal bli eksponert for hvitt fosfor fra disse vannene. Lokalitetene som er prøvetatt ligger heller ikke innenfor nedslagsfelt hvor det er benyttet hvitt fosfor.

### 4.4 Eksplosiver

FFI har beregnet PNEC-verdier (Predicted No Effect Concentration, konsentrasjon av et stoff som ikke vil gi noen effekt) for flere eksplosiver [22]. For TNT er denne beregnet til 10 µg/l. Overstiges denne verdien er det anbefalt å gjøre mer omfattende undersøkelser. I vannprøven fra Røyevann nord for Melkevann, der det ble påvist TNT, er konsentrasjonen lavere enn PNEC-verdien for TNT. Det er derfor lite sannsynlig at nivået av TNT i Røyevann nord for Melkevann vil utgjøre en risiko for akvatisk miljø. Det er ikke satt kvalitetskrav for eksplosiver i drikkevann i Norge. I USA er det satt et kvalitetskrav for TNT i drikkevann på 2,2 µg/l [23]. Den målte konsentrasjonen av TNT i den ene vannprøven fra Røyevann nord for melkevann overstiger dette (2,90 µg/l), men gjennomsnittet av de to vannprøvene (1,46 µg/l) er lavere enn kvalitetskravet. Med tanke på at det kun sporadisk vil være mennesker eller dyr som benytter vannet som drikkevann, vil nivået av TNT ikke utgjøre noen risiko.

I sedimentene ble det påvist lave nivåer av TNT (< 0,18 mg/kg) på begge de to lokalitetene det ble tatt sedimentprøver (Røyevann nord for Melkevann og Navnløst vann 1 km vest for Melkevann). Det er ikke utarbeidet noen norske normverdier for hva som kan være skadelig for sedimentlevende organismer. I USA er det satt "Screening Benchmark" for en rekke eksplosiver [24], og for TNT er denne verdien satt til 0,092 mg/kg. De nivåene som er påvist i sedimentene av TNT er noe høyere enn dette i noen prøver og lavere i andre prøver. De amerikanske normverdiene er satt med bakgrunn i å beskytte akvatiske organismer. Målinger i vann viser at nivået av eksplosiver er lavere enn det som anses å utgjøre en risiko for vannlevende organismer. Nivåene av eksplosiver som er påvist i sedimentene utgjør derfor ingen miljørisiko.

Det ble ikke påvist innhold av eksplosiver over deteksjonsgrensen i fiskefilet eller i innvollene i de undersøkte fiskene fra de fire lokalitetene det ble samlet inn fiskeprøver. Det er dermed på det rene at eventuelt innhold av eksplosiver i fisk må være svært lavt og godt under de helsebaserte normverdier som er satt i USA [25]. FFI er i ferd med å gjennomføre studier der fisk eksponeres for eksplosiver, for å undersøke i hvilken grad eksplosiver gir toksiske effekter. Resultater fra dette arbeidet vil publiseres våren 2013.

## 4.5 Sau på beite

Det ble funnet normale konsentrasjoner av metaller i de undersøkte sauene. Det ble ikke påvist spor av hvitt fosfor eller eksplosiver i sauene. Det vurderes derfor som lav risiko for beitedyr i de områdene der disse sauene har beitet.

## 5 Konklusjon

Resultatene fra undersøkelsene som er gjort viser at konsentrasjonen av kobber og bly i vann er noe forhøyet i Røyevann nord for Melkevann. Konsentrasjonene er tilstrekkelig høye til at vannlevende organismer kan påvirkes, men dette vil være avhengig av blant annet vannkjemi. Nivået er imidlertid så lavt at det ikke overstiger de krav som er satt til drikkevann. De forhøyede konsentrasjonene av kobber og bly i vann fra Røyevann nord for Melkevann er sannsynligvis forårsaket av naturlige forekomster av disse elementene i berggrunnen. Konsentrasjonen av metaller i fisk ligger rundt bakgrunnsnivået ved alle undersøkte lokaliteter, og er ikke forventet å gi noen negative effekter på fiskens helse eller mennesker som spiser fisken. Kondisjonsindeksen er rundt 1,0 eller høyere noe som viser at fisken er i god kondisjon.

Det er ikke funnet spor av hvitt fosfor i noen av de undersøkte prøvene av vann, sediment eller fisk. Dette viser at hvitt fosfor ikke utgjør noen risiko for helse eller miljø.

Det ble funnet lave konsentrasjoner av TNT i sedimentene i Røyevann nord for Melkevann og i Navnløst vann 1 km vest for Melkevann. Eksplosiver (TNT) ble kun påvist i en vannprøve fra Røyevann nord for Melkevann. Det ble ikke påvist eksplosiver over deteksjonsgrensen i noen av fiskene fra Røyevann nord for Melkevann, Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, Røyevann med utløp til Store Russevann og Brennelva nedre del. De påviste spormengdene av eksplosiver i sediment og vann er så lave at de vurderes som ubetydelige med hensyn på risiko for mennesker og akvatisk miljø.

Det ble funnet normale konsentrasjoner av metaller i de undersøkte sauene, og det ble ikke påvist spor av hvitt fosfor eller eksplosiver. Forurensning fra ammunisjon utgjør dermed en liten risiko for beitedyr som beiter i det området der sauene har oppholdt seg.

For de ulike undersøkte lokalitetene kan resultatene oppsummeres slik:

### *Røyevann nord for Melkevann*

Det påvises forhøyde nivåer av kobber og bly i vannet. Dette skyldes med stor sannsynlighet et høyt innhold av disse metallene i berggrunnen i dette området og ikke ammunisjonsrelatert forurensning. Det ble påvist normale konsentrasjoner av metaller i fisk. Det ble ikke påvist hvitt fosfor i vann, sediment eller i fisk fra dette vannet. Vannet blir derfor ikke forurenset av røykammunisjon som har inneholdt hvitt fosfor. Det ble påvist spor av TNT i vann og i sediment, noe som må skyldes ammunisjonsrelatert forurensning. I dette vannet ble det kun fanget svært gammel fisk, og to av de fem fiskene som ble fanget hadde deformasjoner. I henhold til Veterinærinstituttet er denne typen deformasjoner vanlige i en populasjon, og kan ha andre

årsaker enn eksponering for fremmedstoffer. Resultatene viser at Røjevann nord for Melkevann i så liten grad er påvirket av ammunisjonsrelatert forurensning, at det ikke representerer noen risiko for helse og miljø. Observerte deformasjoner i fisk fra dette vannet er naturlige i en populasjon, og har sannsynligvis andre årsaker enn eksponering for ammunisjonsrelatert forurensning.

#### *Navnløst vann 1 km vest for Melkevann*

Det påvises et noe forhøyet nivå av enkelte metaller i vann og sediment. Dette skyldes med stor sannsynlighet et høyt innhold av disse metallene i berggrunnen i dette området og ikke ammunisjonsrelatert forurensning. Det ble påvist normale konsentrasjoner av metaller i fisk. Det ble ikke påvist hvitt fosfor i vann, sediment eller i fisk fra dette vannet. Vannet blir derfor ikke forurenset av røykammunisjon som har inneholdt hvitt fosfor. Det ble ikke påvist spor av eksplosiver i vann, men spor av TNT i sediment. Spor av eksplosiver i sediment må komme fra ammunisjonsrelatert forurensning. Resultatene viser at Navnløst vann 1 km vest for Melkevann i så liten grad er påvirket av ammunisjonsrelatert forurensning, at det ikke representerer noen risiko for helse og miljø.

#### *Røjevann med utløp til Store Rusevann*

Det ble funnet normale konsentrasjoner av metaller i de undersøkte fiskene og det ble ikke påvist innhold av eksplosiver i fisk over deteksjonsgrensen. Resultatene viser at Røjevann med utløp til Store Rusevann i så liten grad er påvirket av ammunisjonsrelatert forurensning, at det ikke representerer noen risiko for helse og miljø.

#### *Tilløpsbekk til Store Ikkasvann*

Det ble funnet normale konsentrasjoner av metaller i fisk fra denne lokaliteten. Det er derfor ingen indikasjon på at det er avrenning av ammunisjonsrelaterte metaller til denne bekken. Resultatene viser at tilløpsbekk til Store Rusevann i så liten grad er påvirket av ammunisjonsrelatert forurensning, at det ikke representerer noen risiko for helse og miljø.

#### *Brennelva nedre del*

Det ble funnet normale konsentrasjoner av metaller i de undersøkte fiskene, og det ble ikke påvist hvitt fosfor eller eksplosiver i noen av fiskene. Resultatene viser derfor at fisk fra Brennelva nedre del ikke er påvirket av ammunisjonsrelatert forurensning.

## Appendix A Analyserapporter



FORSVARETS FORSKNINGSINSTITUTT  
Avdeling Beskyttelse

Dato: 09. juni 2011

Analyserapport M11/006

Side 1 av 5

Analyserapportmal versjon 2.6 15.05.98 LHB

### Analyserapport nr M11/006 Analyse av hvitt fosfor

Oppdragsgiver: FFI

Antall prøver: 64

Adresse:

Mottatt dato: August og  
september 2010

Anmerkninger: Ingen

Analyserapporten gjelder følgende analyser:

Analyseparameter	Metodeidentitet	Omfattes av akkreditering	Måleområde	Usikkerhet, %
Hvitt fosfor	F1	Nei	1 – 500 ng/l	30
Hvitt fosfor	F2	Nei	5 – 500 µg/kg	30
Hvitt fosfor	F3	Nei	0,1 – 100 µg/kg	30

Denne analyserapporten består av i alt 5 sider. Analyserapporten gjelder analyse av prøvene slik de ble mottatt av FFI. Rapporten kan ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av FFI. Analysemetoden kan rekvireres fra FFI. Ekstraktene oppbevares i 2 måneder. Klagefrist på resultatene er satt til 1 måned.

Kjeller, 9. juni 2011

Arnt Johnsen  
Forsker

Saksbehandler : Arnt Johnsen

Innvalg : 63 80 78 33

Telefax : 63 80 78 11

Organisasjonsnr: 970 963 340 MVA

Adresse : Postboks 25, 2007 Kjeller

Sentralbord : 63 80 70 00

Mil retn nr: 0505

Bankgiro: 7101.05.00030

Postgiro: 0801 5045745



## **ANALYSE AV HVITT FOSFOR I SEDIMENT, VANN OG BIOLOGISK MATERIALE**

Instrument: Gasskromatograf, Autosystem, Perkin Elmer med NPD til analyse av hvitt fosfor  
Operator: Arnt Johnsen

<i>FFI nr</i>	<i>Proveidentifikasjon</i>
10-1318	Sedimentprøve fra Røyevann nord for Melkevann, 1S
10-1319	Sedimentprøve fra Røyevann nord for Melkevann, 2S
10-1320	Sedimentprøve fra Røyevann nord for Melkevann, 3S
10-1321	Sedimentprøve fra Røyevann nord for Melkevann, 4S
10-1322	Sedimentprøve fra Røyevann nord for Melkevann, 5S
10-1332	Sedimentprøve fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, 1S
10-1333	Sedimentprøve fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, 2S
10-1334	Sedimentprøve fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, 3S
10-1335	Sedimentprøve fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, 4S
10-1336	Sedimentprøve fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, 5S
10-1314	Vannprøve fra Røyevann nord for Melkevann, 1V
10-1315	Vannprøve fra Røyevann nord for Melkevann, 2V
10-1316	Vannprøve fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, 1V
10-1317	Vannprøve fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann, 2V
10-1479	Ørretfilet fisk 1 fra Røyevann nord for Melkevann
10-1481	Ørretfilet fisk 2 fra Røyevann nord for Melkevann
10-1031	Ørretfilet fisk 3 fra Røyevann nord for Melkevann
10-1483	Ørretfilet fisk 4 fra Røyevann nord for Melkevann
10-1490	Ørretfilet fisk 5 fra Røyevann nord for Melkevann
10-1480	Ørretinnvoller fisk 1 fra Røyevann nord for Melkevann
10-1482	Ørretinnvoller fisk 2 fra Røyevann nord for Melkevann
10-1031	Ørretinnvoller fisk 3 fra Røyevann nord for Melkevann
10-1484	Ørretinnvoller fisk 4 fra Røyevann nord for Melkevann
10-1489	Ørretinnvoller fisk 5 fra Røyevann nord for Melkevann
10-1221	Ørretfilet fisk 1 fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1223	Ørretfilet fisk 2 fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1225	Ørretfilet fisk 3 fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1227	Ørretfilet fisk 4 fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann





<i>FFI nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
10-1229	Ørretfilet fisk 5 fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1231	Ørretfilet fisk 6 fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1233	Ørretfilet fisk 7 fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1235	Ørretfilet fisk 8 fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1237	Ørretfilet fisk 9 fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1239	Ørretfilet fisk 10 fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1222	Ørretinnvoller fisk 1 fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1224	Ørretinnvoller fisk 2 fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1226	Ørretinnvoller fisk 3 fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1228	Ørretinnvoller fisk 4 fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1230	Ørretinnvoller fisk 5 fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1232	Ørretinnvoller fisk 6 fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1234	Ørretinnvoller fisk 7 fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1236	Ørretinnvoller fisk 8 fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1238	Ørretinnvoller fisk 9 fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1240	Ørretinnvoller fisk 10 fra Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1294	Ørretfilet fisk 1 fra Brennelva nedre del
10-1296	Ørretfilet fisk 2 fra Brennelva nedre del
10-1298	Ørretfilet fisk 3 fra Brennelva nedre del
10-1300	Ørretfilet fisk 4 fra Brennelva nedre del
10-1302	Ørretfilet fisk 5 fra Brennelva nedre del
10-1304	Ørretfilet fisk 6 fra Brennelva nedre del
10-1306	Ørretfilet fisk 7 fra Brennelva nedre del
10-1308	Ørretfilet fisk 8 fra Brennelva nedre del
10-1310	Ørretfilet fisk 9 fra Brennelva nedre del
10-1312	Ørretfilet fisk 10 fra Brennelva nedre del
10-1295	Ørretinnvoller fisk 1 fra Brennelva nedre del
10-1297	Ørretinnvoller fisk 2 fra Brennelva nedre del
10-1299	Ørretinnvoller fisk 3 fra Brennelva nedre del
10-1301	Ørretinnvoller fisk 4 fra Brennelva nedre del
10-1303	Ørretinnvoller fisk 5 fra Brennelva nedre del
10-1305	Ørretinnvoller fisk 6 fra Brennelva nedre del
10-1307	Ørretinnvoller fisk 7 fra Brennelva nedre del

---

Analyse av hvitt fosfor



<i>FFI nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
10-1309	Ørretinnvoller fisk 8 fra Brennelva nedre del
10-1311	Ørretinnvoller fisk 9 fra Brennelva nedre del
10-1313	Ørretinnvoller fisk 10 fra Brennelva nedre del

<i>FFI nr</i>	<i>Hvitt fosfor</i>	<i>FFI nr</i>	<i>Hvitt fosfor</i>
10-1318	< 5 µg/kg tørr vekt	10-1225	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1319	< 5 µg/kg tørr vekt	10-1227	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1320	< 5 µg/kg tørr vekt	10-1229	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1321	< 5 µg/kg tørr vekt	10-1231	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1322	< 5 µg/kg tørr vekt	10-1233	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1332	< 5 µg/kg tørr vekt	10-1235	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1333	< 5 µg/kg tørr vekt	10-1237	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1334	< 5 µg/kg tørr vekt	10-1239	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1335	< 5 µg/kg tørr vekt	10-1222	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1336	< 5 µg/kg tørr vekt	10-1224	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1314	< 1 ng/l	10-1226	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1315	< 1 ng/l	10-1228	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1316	< 1 ng/l	10-1230	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1317	< 1 ng/l	10-1232	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1479	< 0,1 µg/kg våt vekt	10-1234	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1481	< 0,1 µg/kg våt vekt	10-1236	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1031	< 0,1 µg/kg våt vekt	10-1238	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1483	< 0,1 µg/kg våt vekt	10-1240	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1490	< 0,1 µg/kg våt vekt	10-1294	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1480	< 0,1 µg/kg våt vekt	10-1296	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1482	< 0,1 µg/kg våt vekt	10-1298	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1031	< 0,1 µg/kg våt vekt	10-1300	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1484	< 0,1 µg/kg våt vekt	10-1302	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1489	< 0,1 µg/kg våt vekt	10-1304	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1221	< 0,1 µg/kg våt vekt	10-1306	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1223	< 0,1 µg/kg våt vekt	10-1308	< 0,1 µg/kg våt vekt

Analyse av hvitt fosfor



<i>FFI nr</i>	<i>Hvitt fosfor</i>		<i>FFI nr</i>	<i>Hvitt fosfor</i>
10-1310	< 0,1 µg/kg våt vekt		10-1303	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1312	< 0,1 µg/kg våt vekt		10-1305	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1295	< 0,1 µg/kg våt vekt		10-1307	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1297	< 0,1 µg/kg våt vekt		10-1309	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1299	< 0,1 µg/kg våt vekt		10-1311	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1301	< 0,1 µg/kg våt vekt		10-1313	< 0,1 µg/kg våt vekt

---

Analyse av hvitt fosfor



## **Analyserapport nr M11/008**

### **Analyse av hvitt fosfor**

Oppdragsgiver: FFI  
Adresse:  
Anmerkninger: Ingen

Antall prøver: 10  
Mottatt dato: November 2010

Analyserapporten gjelder følgende analyser:

Analyse-parameter	Metode-identitet	Omfattes av akkreditering	Måleområde	Usikkerhet, %
Hvitt fosfor	F3	Nei	0,1 – 100 µg/kg	30

Denne analyserapporten består av i alt 2 sider. Analyserapporten gjelder analyse av prøvene slik de ble mottatt av FFI. Rapporten kan ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av FFI. Analysemetoden kan rekvireres fra FFI. Ekstraktene oppbevares i 2 måneder. Klagefrist på resultatene er satt til 1 måned.

Kjeller, 12. desember 2011

Arnt Johnsen  
Forsker



## ANALYSE AV HVITT FOSFOR I BIOLOGISK MATERIALE

Instrument: Gasskromatograf, Autosystem, Perkin Elmer med NPD til analyse av hvitt fosfor  
Operator: Arnt Johnsen

<i>FFI nr</i>	<i>Proveidentifikasjon</i>
10-1491	Lever fra sau 1
10-1492	Kjøtt fra sau 1
10-1493	Lever fra sau 2
10-1494	Kjøtt fra sau 2
10-1495	Lever fra sau 3
10-1496	Kjøtt fra sau 3
10-1497	Lever fra sau 4
10-1498	Kjøtt fra sau 4
10-1499	Lever fra sau 5
10-1500	Kjøtt fra sau 5

<i>FFI nr</i>	<i>Hvitt fosfor</i>		<i>FFI nr</i>	<i>Hvitt fosfor</i>
10-1491	< 0,1 µg/kg våt vekt		10-1492	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1493	< 0,1 µg/kg våt vekt		10-1494	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1495	< 0,1 µg/kg våt vekt		10-1496	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1497	< 0,1 µg/kg våt vekt		10-1498	< 0,1 µg/kg våt vekt
10-1499	< 0,1 µg/kg våt vekt		10-1500	< 0,1 µg/kg våt vekt

---

Analyse av hvitt fosfor



## Analyserapport nr M12/001

### Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter

Oppdragsgiver: Forvarsbygg  
Anmerkninger: Ingen

Antall prøver: 84  
Mottatt dato: Aug-sept 2010

Analyserapporten gjelder følgende analyser:

Analyseparameter	Metode identitet	Omfattes av akkreditering	Måleområde G2 µg/l	Måleområde G3 mg/kg tørrvekt	Måleområde G4 µg/kg våtvekt
HMX	G2, G3 og G4	Nei	0,02-100	0,01-50	50-5000
RDX	G2, G3 og G4	Nei	0,02-100	0,01-50	50-5000
TNB	G2, G3 og G4	Nei	0,02-100	0,01-50	50-5000
TNT	G2, G3 og G4	Nei	0,02-100	0,01-50	50-5000
2,6-DNT	G2, G3 og G4	Nei	0,02-100	0,01-50	50-5000
2,4-DNT	G2, G3 og G4	Nei	0,02-100	0,01-50	50-5000
2-ADNT	G2, G3 og G4	Nei	0,02-100	0,01-50	50-5000
4-ADNT	G2, G3 og G4	Nei	0,02-100	0,01-50	50-5000
PETN	G2, G3 og G4	Nei	0,02-100	0,01-50	50-5000
Tetryl	G2, G3 og G4	Nei	0,2-100	0,1-50	50 (250)-5000

Denne analyserapporten består av i alt 7 sider. Analyserapporten gjelder analyse av prøvene slik de ble mottatt av FFI. Rapporten kan ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av FFI.

Kjeller, 7. mai 2012

Arnt Johnsen  
Forsker

Saksbehandler : Helle K Rossland      Innvalg : 63 80 7884      Telefax : 63 80 75 09      Organisasjonsnr: 970 963 340 MVA  
Adresse : Postboks 25, 2007 Kjeller      Sentralbord : 63 80 70 00      Mil retn nr: 0505      Bankgiro: 7101.05.00030  
Postgiro: 0801 5045745



## ANALYSE AV EKSPLOSIVER OG NEDBRYTNINGSPRODUKTER I FISK FRA HALKAVARRE

Instrument: LC-MS/MS, simultan ESI/APCI i neg mode, Xevo TQ MS Waters AS  
Operatør: Helle K Rosslund

<i>FFI nr</i>	<i>Proveidentifikasjon</i>
10-1576	Filet fisk 1 Brennelva nedre del
10-1578	Filet fisk 2 Brennelva nedre del
10-1580	Filet fisk 3 Brennelva nedre del
10-1582	Filet fisk 4 Brennelva nedre del
10-1584	Filet fisk 5 Brennelva nedre del
10-1586	Filet fisk 6 Brennelva nedre del
10-1588	Filet fisk 7 Brennelva nedre del
10-1590	Filet fisk 8 Brennelva nedre del
10-1592	Filet fisk 9 Brennelva nedre del
10-1594	Filet fisk 10 Brennelva nedre del
10-1596	Filet fisk 1 Røyevann med utløp til Store Russevann
10-1598	Filet fisk 2 Røyevann med utløp til Store Russevann
10-1600	Filet fisk 3 Røyevann med utløp til Store Russevann
10-1602	Filet fisk 4 Røyevann med utløp til Store Russevann
10-1604	Filet fisk 5 Røyevann med utløp til Store Russevann
10-1606	Filet fisk 6 Røyevann med utløp til Store Russevann
10-1608	Filet fisk 7 Røyevann med utløp til Store Russevann
10-1610	Filet fisk 8 Røyevann med utløp til Store Russevann
10-1612	Filet fisk 9 Røyevann med utløp til Store Russevann
10-1614	Filet fisk 10 Røyevann med utløp til Store Russevann
10-1641	Filet fisk 1 Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1643	Filet fisk 2 Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1645	Filet fisk 3 Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1647	Filet fisk 4 Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1649	Filet fisk 5 Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1651	Filet fisk 6 Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1653	Filet fisk 7 Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1655	Filet fisk 8 Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1657	Filet fisk 9 Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1659	Filet fisk 10 Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1479	Filet fisk 1 Røyevann nord for Melkevann
10-1481	Filet fisk 2 Røyevann nord for Melkevann
10-1031 (1)	Filet fisk 3 Røyevann nord for Melkevann
10-1483	Filet fisk 4 Røyevann nord for Melkevann
10-1490	Filet fisk 5 Røyevann nord for Melkevann

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter



<i>FFI nr</i>	<i>Proveidentifikasjon</i>
10-1577	Innvoller fisk 1 Brennelva nedre del
10-1579	Innvoller fisk 2 Brennelva nedre del
10-1581	Innvoller fisk 3 Brennelva nedre del
10-1583	Innvoller fisk 4 Brennelva nedre del
10-1585	Innvoller fisk 5 Brennelva nedre del
10-1587	Innvoller fisk 6 Brennelva nedre del
10-1589	Innvoller fisk 7 Brennelva nedre del
10-1591	Innvoller fisk 8 Brennelva nedre del
10-1593	Innvoller fisk 9 Brennelva nedre del
10-1595	Innvoller fisk 10 Brennelva nedre del
10-1597	Innvoller fisk 1 Røyevann med utløp til Store Russevann
10-1599	Innvoller fisk 2 Røyevann med utløp til Store Russevann
10-1601	Innvoller fisk 3 Røyevann med utløp til Store Russevann
10-1603	Innvoller fisk 4 Røyevann med utløp til Store Russevann
10-1605	Innvoller fisk 5 Røyevann med utløp til Store Russevann
10-1607	Innvoller fisk 6 Røyevann med utløp til Store Russevann
10-1609	Innvoller fisk 7 Røyevann med utløp til Store Russevann
10-1611	Innvoller fisk 8 Røyevann med utløp til Store Russevann
10-1613	Innvoller fisk 9 Røyevann med utløp til Store Russevann
10-1615	Innvoller fisk 10 Røyevann med utløp til Store Russevann
10-1642	Innvoller fisk 1 Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1644	Innvoller fisk 2 Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1646	Innvoller fisk 3 Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1648	Innvoller fisk 4 Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1650	Innvoller fisk 5 Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1652	Innvoller fisk 6 Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1654	Innvoller fisk 7 Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1656	Innvoller fisk 8 Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1658	Innvoller fisk 9 Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1660	Innvoller fisk 10 Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1480	Innvoller fisk 1 Røyevann nord for Melkevann
10-1482	Innvoller fisk 2 Røyevann nord for Melkevann
10-1031	Innvoller fisk 3 Røyevann nord for Melkevann
10-1484	Innvoller fisk 4 Røyevann nord for Melkevann
10-1488	Innvoller fisk 5 Røyevann nord for Melkevann





<i>FFI-nr</i>	<i>Proveidentifikasjon</i>
10-1330	Vann 1V Røyevann nord for Melkevann
10-1331	Vann 2V Røyevann nord for Melkevann
10-1323	Sediment 1S Røyevann nord for Melkevann
10-1324	Sediment 2S Røyevann nord for Melkevann
10-1325	Sediment 3S Røyevann nord for Melkevann
10-1326	Sediment 4S Røyevann nord for Melkevann
10-1327	Sediment 5S Røyevann nord for Melkevann
10-1344	Vann 1V Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1345	Vann 2V Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1337	Sediment 1S Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1338	Sediment 2S Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1339	Sediment 3S Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1340	Sediment 4S Navnløst vann 1 km vest for Melkevann
10-1341	Sediment 5S Navnløst vann 1 km vest for Melkevann

<i>Akronym</i>	<i>Forklaring</i>
HMX	Oktahydro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazosin
RDX	Heksahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin
TNB	1,3,5-trinitrobensen
Tetryl	Metyl-2,4,6-trinitrofenylnitramin
TNT	2,4,6-trinitrotoluen
2,6-DNT	2,6-dinitrotoluen
2,4-DNT	2,4-dinitrotoluen
2-ADNT	2-amino-4,6-dinitrotoluen
4-ADNT	4-amino-2,6-dinitrotoluen
PETN	Pentaerytritoltetranitrat

<i>FFI-nr</i>	<i>HMX</i>	<i>RDX</i>	<i>TNB</i>	<i>Tetryl</i>	<i>TNT</i>	<i>2,6-DNT</i>	<i>2,4-DNT</i>	<i>2-ADNT</i>	<i>4-ADNT</i>	<i>PETN</i>
	Alle verdier i µg/l									
10-1330	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,2	2,90	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
10-1331	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,2	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
10-1344	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,2	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
10-1345	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,2	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter



<i>FFI-nr</i>	<i>HMX</i>	<i>RDX</i>	<i>TNB</i>	<i>Tetryl</i>	<i>TNT</i>	<i>2,6-DNT</i>	<i>2,4-DNT</i>	<i>2-ADNT</i>	<i>4-ADNT</i>	<i>PETN</i>
Alle verdier i mg/kg tørrvekt										
10-1323	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,17	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
10-1324	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
10-1325	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,14	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
10-1326	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,10	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
10-1327	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,08	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
10-1337	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
10-1338	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
10-1339	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
10-1340	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
10-1341	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01



<i>FFI-nr</i>	<i>HMX</i>	<i>RDX</i>	<i>TNB</i>	<i>Tetryl</i>	<i>TNT</i>	<i>2,6-DNT</i>	<i>2,4-DNT</i>	<i>2-ADNT</i>	<i>4-ADNT</i>	<i>PETN</i>
Alle verdier i µg/kg våtvekt										
10-1576	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1578	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1580	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1582	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1584	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1586	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1588	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1590	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1592	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1594	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1596	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1598	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1600	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1602	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1604	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1606	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1608	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1610	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1612	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1614	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1641	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1643	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1645	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1647	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1649	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1651	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1653	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1655	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1657	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1659	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1479	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1481	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1030 (1)	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1483	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1490	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter



<i>FFI-nr</i>	<i>HMX</i>	<i>RDX</i>	<i>TNB</i>	<i>Tetryl</i>	<i>TNT</i>	<i>2,6-DNT</i>	<i>2,4-DNT</i>	<i>2-ADNT</i>	<i>4-ADNT</i>	<i>PETN</i>
Alle verdier i µg/kg våtvekt										
10-1577	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1579	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1581	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1583	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1585	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1587	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1589	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1591	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1593	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1595	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1597	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1599	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1601	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1603	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1605	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1607	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1609	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1611	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1613	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1615	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1642	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1644	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1646	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1648	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1650	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1652	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1654	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1656	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1658	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1660	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1480	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1482	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1030	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1484	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
10-1488	< 50	< 50	< 50	< 250	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter



## Analyserapport nr M12/003

### Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter

Oppdragsgiver: Forvarsbygg Futura                      Antall prøver: 10  
Anmerkninger: Analysen av leverprøver er usikker      Mottatt dato: 19.11.2010

Analyserapporten gjelder følgende analyser:

Analyse-parameter	Metode identitet	Omfattes av akkreditering	Måleområde G4 ng/g våtvekt
HMX	G4	Nei	1 (25)-5000
RDX	G4	Nei	1 (25)-5000
TNB	G4	Nei	1 (25)-5000
TNT	G4	Nei	1 (25)-5000
2,6-DNT	G4	Nei	1 (25)-5000
2,4-DNT	G4	Nei	1 (25)-5000
2-ADNT	G4	Nei	1 (25)-5000
4-ADNT	G4	Nei	1 (25)-5000
PETN	G4	Nei	1 (25)-5000
Tetryl	G4	Nei	10 (250)-5000

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

Kjeller, 7. mai 2012

Arnt Johnsen  
forsker

Saksbehandler : Arnt Johnsen  
Adresse : Postboks 25, 2007 Kjeller

Innvalg : 63 80 7884  
Sentralbord : 63 80 70 00

Telefax : 63 80 75 09  
Mil retn nr: 0505

Organisasjonsnr: 970 963 340 MVA  
Bankgiro: 7101.05.00030  
Postgiro: 0801 5045745



## ANALYSE AV EKSPLOSIVER OG NEDBRYTNINGSPRODUKTER I SAU PÅ BEITE I HALKAVARRE SKYTE- OG ØVINGSFELT

Instrument: LC-MS/MS, simultan ESI/APCI i neg mode, Xevo TQ MS, Waters AS  
Operatør: Helle K Rossland

FFI nr	Proveidentifikasjon	FFI nr	Proveidentifikasjon
10-1492	Saukjøtt fra sau 1	10-1491	Sauelever fra sau 1
10-1494	Saukjøtt fra sau 2	10-1493	Sauelever fra sau 2
10-1496	Saukjøtt fra sau 3	10-1495	Sauelever fra sau 3
10-1498	Saukjøtt fra sau 4	10-1497	Sauelever fra sau 4
10-1500	Saukjøtt fra sau 5	10-1499	Sauelever fra sau 5

Akronym	Forklaring
HMX	Oktahydro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazosin
RDX	Hekсахydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin
TNB	1,3,5-trinitrobenzen
Tetryl	Metyl-2,4,6-trinitrofenylnitramin
PETN	Pentaerytritoltetranitrat
TNT	2,4,6-trinitrotoluen
2,6-DNT	2,6-dinitrotoluen
2,4-DNT	2,4-dinitrotoluen
2-ADNT	2-amino-4,6-dinitrotoluen
4-ADNT	4-amino-2,6-dinitrotoluen

FFI-nr	HMX	RDX	TNB	PETN	Tetryl	TNT	2,6-DNT	2,4-DNT	2-ADNT	4-ADNT
<i>Alle konsentrasjoner er angitt µg/kg våtvekt</i>										
10-1492	< 1	< 1	< 1	< 1	< 10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
10-1494	< 1	< 1	< 1	< 1	< 10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
10-1496	< 1	< 1	< 1	< 1	< 10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
10-1498	< 1	< 1	< 1	< 1	< 10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
10-1500	< 1	< 1	< 1	< 1	< 10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
10-1491*	< 25	< 25	< 25	< 25	< 250	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25
10-1493*	< 25	< 25	< 25	< 25	< 250	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25
10-1495*	< 25	< 25	< 25	< 25	< 250	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25
10-1497*	< 25	< 25	< 25	< 25	< 250	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25
10-1499*	< 25	< 25	< 25	< 25	< 250	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25

\*analysen er usikker pga problemer med prøveopparbeidelsen.

# Rapport

# N1010432

Side 1 (4)

2H53RXXGZ5C



Prosjekt **Hengsvann**  
Bestnr  
Registrert **2010-11-17**  
Utstedt **2010-11-23**

Forsvarets forskningsinstitutt  
Arnt Johnsen

Postboks 25  
2027 Kjeller  
Norge

## Analyse av vann

Deres prøvenavn	<b>10-1328</b> <b>bekkevann</b>					
Labnummer	N00127108					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Cu</b>	<b>2.76</b>	0.48	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA
<b>Pb</b>	<b>2.20</b>	0.36	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA
<b>Zn</b>	<b>3.53</b>	0.65	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA
<b>Sb</b>	<b>0.0217</b>	0.0070	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA

Deres prøvenavn	<b>10-1329</b> <b>bekkevann</b>					
Labnummer	N00127109					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Cu</b>	<b>6.68</b>	1.13	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA
<b>Pb</b>	<b>4.67</b>	0.76	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA
<b>Zn</b>	<b>18.7</b>	3.4	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA
<b>Sb</b>	<b>0.120</b>	0.027	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA

Deres prøvenavn	<b>10-1342</b> <b>bekkevann</b>					
Labnummer	N00127110					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Cu</b>	<b>1.83</b>	0.31	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA
<b>Pb</b>	<b>0.912</b>	0.147	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA
<b>Zn</b>	<b>2.33</b>	0.47	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA
<b>Sb</b>	<b>0.0129</b>	0.0046	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA

Deres prøvenavn	<b>10-1343</b> <b>bekkevann</b>					
Labnummer	N00127111					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Cu</b>	<b>1.96</b>	0.33	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA
<b>Pb</b>	<b>0.613</b>	0.101	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA
<b>Zn</b>	<b>2.52</b>	0.46	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA
<b>Sb</b>	<b>0.0108</b>	0.0036	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skeyen  
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

Morten Sandell  
2010.11.23 19:26:27  
Client Service  
[morten.sandell@alsglobal.com](mailto:morten.sandell@alsglobal.com)

# Rapport

## N1010432

Side 2 (4)

2H53RXXGZ5C



Deres prøvenavn	<b>10-1472 bekkevann</b>					
Labnummer	N00127112					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	2.53	0.43	µg/l	1	H	MOSA
Pb	4.12	0.66	µg/l	1	H	MOSA
Zn	18.1	3.3	µg/l	1	H	MOSA
Sb	0.0659	0.0169	µg/l	1	H	MOSA

Deres prøvenavn	<b>10-1473 bekkevann</b>					
Labnummer	N00127113					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	1.33	0.24	µg/l	1	H	MOSA
Pb	5.10	0.83	µg/l	1	H	MOSA
Zn	9.68	1.75	µg/l	1	H	MOSA
Sb	0.0628	0.0144	µg/l	1	H	MOSA

Deres prøvenavn	<b>10-1474 bekkevann</b>					
Labnummer	N00127114					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.970	0.166	µg/l	1	H	MOSA
Pb	3.28	0.53	µg/l	1	H	MOSA
Zn	6.34	1.17	µg/l	1	H	MOSA
Sb	0.0642	0.0151	µg/l	1	H	MOSA

Deres prøvenavn	<b>10-1475 bekkevann</b>					
Labnummer	N00127115					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	1.55	0.26	µg/l	1	H	MOSA
Pb	8.76	1.42	µg/l	1	H	MOSA
Zn	8.27	1.51	µg/l	1	H	MOSA
Sb	0.0566	0.0126	µg/l	1	H	MOSA

Deres prøvenavn	<b>10-1476 bekkevann</b>					
Labnummer	N00127116					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	1.31	0.24	µg/l	1	H	MOSA
Pb	2.35	0.38	µg/l	1	H	MOSA
Zn	7.96	1.47	µg/l	1	H	MOSA
Sb	0.0583	0.0137	µg/l	1	H	MOSA

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

Morten Sandell  
2010.11.23 19:26:27  
Client Service  
[morten.sandell@alsglobal.com](mailto:morten.sandell@alsglobal.com)



# Rapport

## N1010432

Side 3 (4)

2H53RXXGZ5C



Deres prøvenavn	<b>10-1477 bekkevann</b>					
Labnummer	N00127117					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Cu</b>	<b>16.2</b>	2.7	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA
<b>Pb</b>	<b>0.635</b>	0.103	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA
<b>Zn</b>	<b>29.8</b>	5.4	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA
<b>Sb</b>	<b>0.0846</b>	0.0187	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA

Deres prøvenavn	<b>10-1478 bekkevann</b>					
Labnummer	N00127118					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Cu</b>	<b>0.506</b>	0.106	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA
<b>Pb</b>	<b>0.889</b>	0.147	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA
<b>Zn</b>	<b>6.30</b>	1.17	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA
<b>Sb</b>	<b>0.0720</b>	0.0160	$\mu\text{g/l}$	1	H	MOSA

Deres prøvenavn	<b>10-1348 avløpsvann</b>					
Labnummer	N00127119					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>As</b>	<b>&lt;1</b>		$\mu\text{g/l}$	2	H	MOSA
<b>Cd</b>	<b>4.80</b>	0.88	$\mu\text{g/l}$	2	H	MOSA
<b>Cr</b>	<b>4.47</b>	0.93	$\mu\text{g/l}$	2	H	MOSA
<b>Cu</b>	<b>16.2</b>	3.3	$\mu\text{g/l}$	2	H	MOSA
<b>Ni</b>	<b>7.31</b>	1.50	$\mu\text{g/l}$	2	H	MOSA
<b>Pb</b>	<b>2.57</b>	0.53	$\mu\text{g/l}$	2	H	MOSA
<b>Zn</b>	<b>34.1</b>	12.3	$\mu\text{g/l}$	2	H	MOSA
<b>Hg</b>	<b>&lt;0.02</b>		$\mu\text{g/l}$	2	F	MOSA

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

Morten Sandell  
2010.11.23 19:26:27  
Client Service  
[morten.sandell@alsglobal.com](mailto:morten.sandell@alsglobal.com)



\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	Analyse av tungmetaller (V-2, enkeltmetaller)  Metode: EPA metoder (modifisert) 200.7 (ICP-AES) og 200.8 (ICP-SFMS). Analyse av Hg er utført med AFS etter SS-EN 13506 (modifisert). Forbehandling: Surgjøring med 1 ml salpetersyre per 100 ml prøve. Gjelder ikke prøver som er surgjort før ankomst til laboratoriet. For analyse av W er prøven ikke surgjort. For analyse av Se er prøven oppsluttet med HCl i autoklav (120°C) i 30 minutter. For analyse av S er prøven i tillegg konserveret med H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (10%).
2	Analyse av tungmetaller (V-3A) Basis  Metode: EPA metoder (modifisert) 200.7 (ICP-AES) og 200.8 (ICP-SFMS). Analyse av Hg er utført med AFS etter SS-EN 13506 (modifisert) Forbehandling: Surgjøring med 1 ml salpetersyre per 100 ml prøve. Dette gjelder ikke prøver som er surgjort før ankomst til laboratoriet.

Godkjenner	
MOSA	Morten Sandell

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

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

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

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

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

Side 1 (4)

N1010894

2I8HX1SBG1K



Prosjekt **Hengsvann**  
Bestnr  
Registrert **2010-11-29**  
Utstedt **2010-12-06**

Forsvarets forskningsinstitutt  
Arnt Johnsen

Postboks 25  
2027 Kjeller  
Norge

## Analyse av faststoff

Deres prøvenavn	<b>10-945</b> <b>Sediment</b>				
Labnummer	N00128469				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (L)*	<b>96.5</b>	%	1	W	CASL
Cu*	<b>26.1</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
Pb*	<b>51.6</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
Zn*	<b>42.3</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
Sb*	<b>0.724</b>	mg/kg TS	1	S	CASL

Deres prøvenavn	<b>10-946</b> <b>Sediment</b>				
Labnummer	N00128470				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (L)*	<b>90.8</b>	%	1	W	CASL
Cu*	<b>30.4</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
Pb*	<b>99.2</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
Zn*	<b>218</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
Sb*	<b>2.01</b>	mg/kg TS	1	S	CASL

Deres prøvenavn	<b>10-1323</b> <b>Sediment</b>				
Labnummer	N00128471				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (L)*	<b>96.2</b>	%	1	W	CASL
Cu*	<b>157</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
Pb*	<b>13.1</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
Zn*	<b>154</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
Sb*	<b>0.226</b>	mg/kg TS	1	S	CASL

Deres prøvenavn	<b>10-1324</b> <b>Sediment</b>				
Labnummer	N00128472				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (L)*	<b>95.0</b>	%	1	W	CASL
Cu*	<b>137</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
Pb*	<b>13.4</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
Zn*	<b>139</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
Sb*	<b>0.393</b>	mg/kg TS	1	S	CASL

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

Carina Slatta  
2010.12.06 14:58:04  
Client Service  
Carina.Slatta@alsglobal.com



Deres prøvenavn	<b>10-1325 Sediment</b>				
Labnummer	N00128473				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Tørrstoff (L)*</b>	<b>96.4</b>	%	1	W	CASL
<b>Cu*</b>	<b>160</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
<b>Pb*</b>	<b>10.5</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
<b>Zn*</b>	<b>152</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
<b>Sb*</b>	<b>0.345</b>	mg/kg TS	1	S	CASL

Deres prøvenavn	<b>10-1326 Sediment</b>				
Labnummer	N00128474				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Tørrstoff (L)*</b>	<b>94.7</b>	%	1	W	CASL
<b>Cu*</b>	<b>139</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
<b>Pb*</b>	<b>11.1</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
<b>Zn*</b>	<b>141</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
<b>Sb*</b>	<b>0.141</b>	mg/kg TS	1	S	CASL

Deres prøvenavn	<b>10-1327 Sediment</b>				
Labnummer	N00128475				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Tørrstoff (L)*</b>	<b>95.1</b>	%	1	W	CASL
<b>Cu*</b>	<b>160</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
<b>Pb*</b>	<b>17.7</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
<b>Zn*</b>	<b>157</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
<b>Sb*</b>	<b>0.268</b>	mg/kg TS	1	S	CASL

Deres prøvenavn	<b>10-1337 Sediment</b>				
Labnummer	N00128476				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Tørrstoff (L)*</b>	<b>93.0</b>	%	1	W	CASL
<b>Cu*</b>	<b>464</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
<b>Pb*</b>	<b>13.5</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
<b>Zn*</b>	<b>1850</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
<b>Sb*</b>	<b>0.198</b>	mg/kg TS	1	S	CASL

Deres prøvenavn	<b>10-1338 Sediment</b>				
Labnummer	N00128477				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Tørrstoff (L)*</b>	<b>92.9</b>	%	1	W	CASL
<b>Cu*</b>	<b>504</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
<b>Pb*</b>	<b>17.4</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
<b>Zn*</b>	<b>1920</b>	mg/kg TS	1	S	CASL
<b>Sb*</b>	<b>0.224</b>	mg/kg TS	1	S	CASL

# Rapport

N1010894

Side 3 (4)

218HX1SBG1K



Deres prøvenavn	10-1339 Sediment				
Labnummer	N00128478				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (L)*	99.9	%	1	W	CASL
Cu*	14.2	mg/kg TS	1	S	CASL
Pb*	3.00	mg/kg TS	1	S	CASL
Zn*	53.9	mg/kg TS	1	S	CASL
Sb*	0.0557	mg/kg TS	1	S	CASL

Deres prøvenavn	10-1340 Sediment				
Labnummer	N00128479				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (L)*	93.4	%	1	W	CASL
Cu*	496	mg/kg TS	1	S	CASL
Pb*	13.2	mg/kg TS	1	S	CASL
Zn*	2150	mg/kg TS	1	S	CASL
Sb*	0.192	mg/kg TS	1	S	CASL

Deres prøvenavn	10-1341 Sediment				
Labnummer	N00128480				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (L)*	94.4	%	1	W	CASL
Cu*	397	mg/kg TS	1	S	CASL
Pb*	10.5	mg/kg TS	1	S	CASL
Zn*	1620	mg/kg TS	1	S	CASL
Sb*	0.139	mg/kg TS	1	S	CASL

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

Carina Slatta 2010.12.06 14:58:04  
Client Service  
Carina.Slatta@alsglobal.com



\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Analyse av tungmetaller (M-1C)</p> <p>Metode: EPA metoder 200.7 og 200.8 (modifisert)                      Forbehandling: Siktning 2 mm.                      Oppslutning jordprøver: HNO<sub>3</sub> og 0,5 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> i mikrobølgeovn.                      Oppslutning slam- og sedimentprøver: HNO<sub>3</sub>/vann (1:1) i mikrobølgeovn.</p>

Godkjenner	
CASL	Carina Slåtta

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

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).



Prosjekt **Halkavarre**  
 Bestnr  
 Registrert **2011-09-19**  
 Utstedt **2011-09-28**

Forsvarets forskningsinstitutt  
 Arnt Johnsen

Postboks 25  
 N-2027 Kjeller  
 Norge

## Analyse av biologisk materiale

Deres prøvenavn	10-1031 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165001					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Cu</b>	0.420	0.087	mg/kg	1	H	CAFR
<b>Pb</b>	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
<b>Zn</b>	3.18	0.67	mg/kg	1	H	CAFR
<b>Sb*</b>	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1479 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165002					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Cu</b>	0.518	0.102	mg/kg	1	H	CAFR
<b>Pb</b>	0.0297	0.0075	mg/kg	1	H	CAFR
<b>Zn</b>	4.08	0.83	mg/kg	1	H	CAFR
<b>Sb*</b>	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1481 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165003					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Cu</b>	0.380	0.080	mg/kg	1	H	CAFR
<b>Pb</b>	0.0490	0.0109	mg/kg	1	H	CAFR
<b>Zn</b>	3.66	0.75	mg/kg	1	H	CAFR
<b>Sb*</b>	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1483 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165005					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Cu</b>	0.701	0.136	mg/kg	1	H	CAFR
<b>Pb</b>	0.0261	0.0072	mg/kg	1	H	CAFR
<b>Zn</b>	3.25	0.69	mg/kg	1	H	CAFR
<b>Sb*</b>	0.0532		mg/kg	1	S	CAFR

# Rapport

## N1109590

Side 2 (13)

GXTBJDX51B



Deres prøvenavn	10-1490 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165006					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.292	0.064	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	3.71	0.76	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1491 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165007					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	66.5	12.4	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	0.0255	0.0069	mg/kg	1	H	CAFR
Zn	39.4	7.7	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1492 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165008					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	1.38	0.26	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	31.3	6.1	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1493 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165009					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	105	20	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	0.0695	0.0149	mg/kg	1	H	CAFR
Zn	36.8	7.2	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	0.0039		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1494 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165010					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	1.26	0.24	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	28.6	5.6	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

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

Monica Bendiksen  
2011.09.28 13:11:00  
Client Service  
[monica.bendiksen@alsglobal.com](mailto:monica.bendiksen@alsglobal.com)



# Rapport

N1109590

Side 3 (13)

GXTBJDX51B



Deres prøvenavn	10-1495 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165011					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	64.2	12.0	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	0.0270	0.0069	mg/kg	1	H	CAFR
Zn	35.2	6.9	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	0.0019		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1496 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165012					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.486	0.101	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	66.5	13.1	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1497 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165013					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	85.4	16.0	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	0.0425	0.0097	mg/kg	1	H	CAFR
Zn	46.4	9.1	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1498 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165014					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.516	0.101	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	0.0229	0.0059	mg/kg	1	H	CAFR
Zn	50.9	10.0	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.001		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1499 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165015					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	104	20	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	0.0297	0.0070	mg/kg	1	H	CAFR
Zn	38.4	7.5	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.001		mg/kg	1	S	CAFR

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

Monica Bendiksen  
2011.09.28 13:11:00  
Client Service  
[monica.bendiksen@alsglobal.com](mailto:monica.bendiksen@alsglobal.com)

# Rapport

## N1109590

Side 4 (13)

GXTBJDX5IB



Deres prøvenavn	10-1500 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165016					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.466	0.093	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	0.0348	0.0083	mg/kg	1	H	CAFR
Zn	18.4	3.6	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	0.0017		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1501 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165017					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.389	0.082	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	2.73	0.58	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1502 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165018					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.387	0.084	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	2.63	0.57	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1503 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165019					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.541	0.108	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	3.91	0.80	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1504 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165020					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.392	0.084	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	3.47	0.72	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

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

Monica Bendiksen  
2011.09.28 13:11:00  
Client Service  
[monica.bendiksen@alsglobal.com](mailto:monica.bendiksen@alsglobal.com)

# Rapport

# N1109590

Side 5 (13)

GXTBJDX51B



Deres prøvenavn	10-1505 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165021					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.506	0.101	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	3.09	0.64	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1506 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165022					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.431	0.089	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	3.30	0.69	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1507 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165023					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.512	0.102	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	3.47	0.72	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1508 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165024					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.732	0.140	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	4.84	0.97	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	0.0092		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1509 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165025					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.445	0.093	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	4.25	0.87	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

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

Monica Bendiksen  
2011.09.28 13:11:00  
Client Service  
[monica.bendiksen@alsglobal.com](mailto:monica.bendiksen@alsglobal.com)

# Rapport

## N1109590

Side 6 (13)

GXTBJDX5IB



Deres prøvenavn	10-1510 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165026					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.474	0.094	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	4.26	0.87	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1576 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165027					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	2.35	0.44	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	7.93	1.58	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1578 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165028					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.761	0.148	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	4.87	0.98	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1580 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165029					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.516	0.105	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	0.0199	0.0062	mg/kg	1	H	CAFR
Zn	4.30	0.87	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	10-1582 fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165030					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.934	0.179	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	0.0215	0.0064	mg/kg	1	H	CAFR
Zn	5.29	1.07	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

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

Monica Bendiksen  
2011.09.28 13:11:00  
Client Service  
[monica.bendiksen@alsglobal.com](mailto:monica.bendiksen@alsglobal.com)

# Rapport

# N1109590

Side 7 (13)

GXTBJDX51B



Deres prøvenavn	<b>10-1584</b> fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165031					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	1.03	0.20	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	4.25	0.87	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	<b>10-1586</b> fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165032					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.627	0.126	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	5.20	1.05	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	<b>10-1588</b> fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165033					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.515	0.103	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	7.73	1.56	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	<b>10-1590</b> fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165034					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.277	0.062	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	4.34	0.88	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	<b>10-1592</b> fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165035					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.421	0.088	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	4.19	0.87	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

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

Monica Bendiksen  
2011.09.28 13:11:00  
Client Service  
[monica.bendiksen@alsglobal.com](mailto:monica.bendiksen@alsglobal.com)



Deres prøvenavn		<b>10-1594</b> fisk/kjøtt				
Labnummer		N00165036				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.704	0.136	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	0.160	0.034	mg/kg	1	H	CAFR
Zn	4.14	0.85	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn		<b>10-1596</b> fisk/kjøtt				
Labnummer		N00165037				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.537	0.108	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	3.71	0.76	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn		<b>10-1598</b> fisk/kjøtt				
Labnummer		N00165038				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.407	0.084	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	3.30	0.68	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn		<b>10-1600</b> fisk/kjøtt				
Labnummer		N00165039				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.394	0.082	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	0.0276	0.0072	mg/kg	1	H	CAFR
Zn	3.16	0.66	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn		<b>10-1602</b> fisk/kjøtt				
Labnummer		N00165040				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.400	0.082	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	3.82	0.79	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR



Deres prøvenavn		10-1604 fisk/kjøtt				
Labnummer		N00165041				
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.361	0.078	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	0.0221	0.0068	mg/kg	1	H	CAFR
Zn	3.40	0.71	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn		10-1606 fisk/kjøtt				
Labnummer		N00165042				
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.295	0.066	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	3.30	0.69	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn		10-1608 fisk/kjøtt				
Labnummer		N00165043				
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.607	0.125	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	0.0235	0.0068	mg/kg	1	H	CAFR
Zn	2.99	0.64	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn		10-1610 fisk/kjøtt				
Labnummer		N00165044				
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.257	0.058	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	2.74	0.58	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn		10-1612 fisk/kjøtt				
Labnummer		N00165045				
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.471	0.094	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	0.0321	0.0078	mg/kg	1	H	CAFR
Zn	2.61	0.56	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR



Deres prøvenavn		<b>10-1614</b>				
		<b>fisk/kjøtt</b>				
Labnummer		N00165046				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.401	0.085	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	0.0305	0.0079	mg/kg	1	H	CAFR
Zn	2.93	0.63	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn		<b>10-1641</b>				
		<b>fisk/kjøtt</b>				
Labnummer		N00165047				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	1.27	0.24	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	3.85	0.78	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn		<b>10-1643</b>				
		<b>fisk/kjøtt</b>				
Labnummer		N00165048				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.433	0.087	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	4.67	0.93	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn		<b>10-1645</b>				
		<b>fisk/kjøtt</b>				
Labnummer		N00165049				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.692	0.134	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	4.31	0.88	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn		<b>10-1647</b>				
		<b>fisk/kjøtt</b>				
Labnummer		N00165050				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.384	0.082	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	4.47	0.93	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR



# Rapport

# N1109590

Side 11 (13)

GXTBJDX51B



Deres prøvenavn	<b>10-1649</b> fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165051					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.339	0.070	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	4.25	0.85	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	<b>10-1651</b> fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165052					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.335	0.071	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	2.85	0.60	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	<b>10-1653</b> fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165053					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.517	0.101	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	3.50	0.71	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	<b>10-1655</b> fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165054					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.466	0.095	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	3.65	0.74	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn	<b>10-1657</b> fisk/kjøtt					
Labnummer	N00165055					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.859	0.165	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	3.36	0.69	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

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

Monica Bendiksen  
2011.09.28 13:11:00  
Client Service  
[monica.bendiksen@alsglobal.com](mailto:monica.bendiksen@alsglobal.com)

# Rapport

## N1109590

Side 12 (13)

GXTBJDX51B



Deres prøvenavn		10-1659 fisk/kjøtt				
Labnummer		N00165056				
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.554	0.108	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.01		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	3.82	0.79	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.001		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn		10-1980 fisk/kjøtt				
Labnummer		N00165057				
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.861	0.164	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	CAFR
Zn	48.4	9.5	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	CAFR

Deres prøvenavn		10-1981 fisk/kjøtt				
Labnummer		N00165058				
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	144	27	mg/kg	1	H	CAFR
Pb	0.0257	0.0063	mg/kg	1	H	CAFR
Zn	36.1	7.1	mg/kg	1	H	CAFR
Sb*	<0.001		mg/kg	1	S	CAFR

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

Monica Bendiksen  
2011.09.28 13:11:00  
Client Service  
[monica.bendiksen@alsglobal.com](mailto:monica.bendiksen@alsglobal.com)



\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	Analyse av tungmetaller (M-4)
	Metode: EPA metoder 200.7 og 200.8 (modifisert) Oppslutning: Salpetersyre og H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> i mikrobølgeovn. Note: Resultater er gitt i mg/kg egenvekt/våttvekt.

Godkjenner	
CAFR	Camilla Fredriksen

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

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

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

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

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

## Appendix B      Vurdering av deformasjoner hos ørret



**Veterinærinstituttet**  
National Veterinary Institute

Oslo

Forsvarets Forskningsinstitutt  
v/ Arnt Johnsen  
Postboks 25  
2027 KJELLER

Ullevålsveien 68  
Pb 750 Sentrum 0106 OSLO  
Sentralbord: +47 23 21 60 00 Telefax: +47 23 21 60 01  
Saksbehandler: Renate Johansen  
E-post: [renate.johansen@vetinst.no](mailto:renate.johansen@vetinst.no)  
Direktenr: 23216136

[arnt.johansen@ffi.no](mailto:arnt.johansen@ffi.no)

Ref.

Vår ref. 2010-09-376

Dato 30.09.2010

### Prøvesvar

**Mottatt dato:** 07.09.2010

**Beskrivelse:** En frosen og tint ørret ca 4 kg. En frosen hale fra en annen ørret

**Lokalitet:** fra vann i skytefelt

**Sjukdomshistorie:** Fanget for undersøkelse av tungmetaller og lignende. Hudforandringer på ryggen.

### Metode (ME01\_001): Obduksjon/organundersøkelse

**Undersøkt:** Den frosne halen ble lagt i fryseren for senere undersøkelse med røntgen. Den hele fisken ble obdusert og det ble tatt ut prøver for bakteriologi og hud prøve på formalin. Otolittene ble tatt ut til aldersbestemmelse.

**Resultat:** vanskelig å bedømme da fisken har vært frosset og tint. Hannfisk ca 4 kg. Uttalt fortykkelse av huden bak på ryggen. Se bilder.

### Metode (ME01\_002): Histopatologi

**Undersøkt:** 2 snitt av hud i det affiserte området

**Resultat:** Mye bindevev og unormal hud

### Metode (ME02\_006): Bakterier og sopp - generell undersøkelse av prøver fra fisk og akvatiske dyr

**Undersøkt:** utstryk på blodskål fra nyre og sår

**Resultat:** Ikke påvist Bakterier

### Metode for aldersbestemmelse med åresoner i otolitt utført ved seksjon for miljø og smittetilsyn

**Undersøkt:** Bare undersøkt den ene otolitten da den andre var deform. Utført av Vidar Moen.

**Resultat:** Alderen estimeres til 18-19 år (klekkeår: 1991-1992)

**Kommentar:** Otolitten ble støpt inn i epoxy. Deretter saget med diamantsag. Preparatet montert på objektglass, slipt på begge sider og analysert i mikroskop ved bruk av gjennomlys og 200x forstørrelse. Et bilde av otolitten med angivelse av årssoner følger vedlagt. Vi mangler referansemateriale, men det er likevel rimelig sikkert at de sonene vi ser er reelle årssoner.

### Diagnose: ingen

**Kommentar:** 18år er en betydelig alder for ørret som normalt regnes som gamle når de er 10 år.

Hud forandringene minner om svulstvev og er trolig hudkreft. Men jeg har aldri sett akkurat dette på fisk tidligere så det er ikke mulig å konkludere.

Renate Johansen  
forsker

*Opplysninger om usikkerhet i kvantitative resultater kan fåes ved å ta kontakt med laboratoriet. Resultatene gjelder kun for prøvene i svaret. Svaret må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning.*

[www.vetinst.no](http://www.vetinst.no) • Fakturaadresse Postboks 1509, 7435 Trondheim • Bank 7694 05 12030 • Organisasjonsnr. 970 955 623 MVA

## Referanser

- [1] Dahl-Hansen G.A., "Kartlegging av hvitt fosfor, sprengstoff og metaller i fisk og sediment i Porsangmoen/Halkavarre skyte- og øvingsfelt, Finnmark 2008 og 2009.," Akvaplan-niva, Rapport nr 4328-02, 2010.
- [2] W. E. Ricker, "Computation and interpretation of biological statistics of fish populations.," *Bull. Fisheries Res. Board Can.*, vol. 191, pp. 1-382, 1975.
- [3] Johnsen A., "Vurdering av kjemiske stoffer i ammunisjon. FFI-rapport 2009/02048," 2009.
- [4] SFT, *Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04*. Oslo.: Statens forurensningstilsyn., 1997.
- [5] Rognerud S., Fjeld E., Skjelkvåle B.L., Christensen G., and Røyset O.K., "Nasjonal innsjøundersøkelse 2004 - 2006, del 2: Sedimenter. Forurensning av metaller, PAH og PCB. SFT-rapport TA-2362/2008. ISBN-82-577-5284-2," 2008.
- [6] Skjelkvåle B.L., Rognerud S., Fjeld E., Christensen G.N., and Røyset O., "Nasjonal innsjøundersøkelse 2004 - 2006, Del I: Vannkjemi. Status for forurensning, næringsalter og metaller. SFT-rapport TA-2361/2008. ISBN-82-577-5283-5," 2008.
- [7] Rognerud S., Fjeld E., Skjelkvåle B.L., Christensen G., and Røyset O.K., "Nasjonal innsjøundersøkelse 2004 - 2006, del 2: Sedimenter. Forurensning av metaller, PAH og PCB. TA-2362/2008," Statens forurensningstilsyn, 2008.
- [8] Mørch T., Pedersen T., Sørli S., Breyholtz B., Lambertsen E., Farestveit T., and Været L., "Kartlegging av vannkvalitet ved Forsvarets skyte- og øvingsfelt. Sluttrapport. Program Grunnforurensning 2006-2008. Rapport nr. 152030-4," 2009.
- [9] Forsvarsbygg, "Kartlegging av vannkvalitet ved Forsvarets skyte- og øvingsfelt. Sluttrapport Program Grunnforurensning 2006-2008 utarbeidet av SWECO AS.," 2009.
- [10] Johnsen A., Karsrud T.E., Rosslund H.K., Larsen A., Myran A., and Longva K., "Forurensninger av eksplosiver i Forsvarets skyte- og øvingsfelt - forundersøkelse av ulike baner med vekt på prøvetakingsmetoder. FFI-rapport 2008/00535.," 2008.
- [11] Christensen G.N., Evenset A., Rognerud S., Skjelkvåle B.L., Palerud R., Fjeld E., and Røyset O., "Nasjonal innsjøundersøkelse 2004-2006, Del III: AMAP. Status for metaller og miljøgifter i innsjøer og fisk i den norske del av AMAP regionen. Statens forurensningstilsyn, SFT-rapport TA-2363/2008. ISBN-82-577-5284-9 ,," 2008.
- [12] Johnsen A., Voie Ø., Strømseng A., Rosslund H.K., Parmer M.P., Larsen A., and Myran A., "Undersøkelse av ammunisjonsrelatert forurensning i Hengsvann skyte- og øvingsfelt," Forsvarets forskningsinstitutt, FFI-rapport 2011/00758, 2011.
- [13] Sivertsen T. and Plassen C., "Hepatic Cobalt and Copper Levels in Lambs in Norway.," *Acta Vet. Scand.*, vol. 45, no. 1-2, pp. 69-77, 2004.
- [14] Sivertsen T., Daae H.L., Godal A., and Sand G., "Ruminant uptake of nickel and other elements from industrial air pollution in the Norwegian-Russian border area.," *ENVIRONMENTAL POLLUTION*, vol. 90, no. 1, pp. 75-81, 1995.

- [15] F. Engelstad, "Kartlegging av hvitt fosfor i pattedyr: Analyser av vevsprøver fra rein med beite i GP/Halkavarre, Porsanger kommune. Notat fra Forsvarsbygg,," 2009.
- [16] Smith D.J., Craig A.M., Durringer J.M., and Chaney R.L., "Absorption, tissue distribution, and elimination of residues after 2,4,6-trinitro [C-14]toluene administration to sheep,," *ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY*, vol. 42, no. 7, pp. 2563-2569, 2008.
- [17] Helse- og omsorgsdepartementet, "FOR 2001-12-04 nr 1372:Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften).," Helse- og omsorgsdepartementet, 2001.
- [18] Grande M., "Bakgrunnsnivåer av metaller i ferskvannsfisk, NIVA rapport 0-85167," 1987.
- [19] Grande M., "Biologiske effekter av gruveindustriens metallforurensninger,," Norsk institutt for vannforskning. ISBN 82-577-1878-5: 1991.
- [20] Mattilsynet, "Forskrift om visse forurensede stoffer i næringsmidler. FOR-2002-09-27 nr 1028.,," 2002.
- [21] U. Department of Health and Human Services.Public Health Service.Agency for Toxic Substances and Disease Registry.Atlanta GA, "Toxicological Profile for Lead.,," 2005.
- [22] Voie Ø., Strømseng A., Johnsen A., Rossland H.K., Karsrud T.E., and Longva K., "Veileder for undersøkelse, risikovurdering, opprydding og avhending av skytebaner og øvingsfelt. FFI-rapport 2010/00116,"2010.
- [23] EPA, "EPA Risk-Based Concentration Table.  
<http://www.epa.gov/reg3hwmd/risk/human/rb-concentration-table/Generic-Tables/index.htm>,"2010.
- [24] US EPA, "Freshwater Sediment Screening Benchmarks. Ecological Risk Assessment.  
<http://www.epa.gov/reg3hwmd/risk/eco/btag/sbv/fwsed/screenbench.htm>," 2012.
- [25] US EPA, "Human Health Risk Assessment, Risk-Based Concentration Table. region 3 Fish Tissue Screening Levels June 2011.  
[Http://www.epa.gov/reg3hwmed/risk/human/pdf/june\\_2011\\_fish.pdf](http://www.epa.gov/reg3hwmed/risk/human/pdf/june_2011_fish.pdf)," 2012.