

Undersøkelse av ammunisjonsrelatert forurensing i Hengsvann skyte- og øvingsfelt

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

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)

04. april 2011

360301

P: ISBN 978-82-464-1919-0

E: ISBN 978-82-464-1920-6

Emneord

Forurensing

Hengsvann skyte- og øvingsfelt

Ammunisjon

Risikovurdering

Godkjent av

Kjetil Sager Longva

Prosjektleder

Jan Ivar Botnan

Avdelingsjef

Sammendrag

Hengsvann skyte- og øvingsfelt har et areal på 34 km² og ligger både i Kongsberg og Notodden kommune. Skytefeltet blir brukt hele året og er et mye brukt felt. I feltet benyttes det både håndvåpenammunisjon og ammunisjon med større kaliber. Av større kaliber er det i hovedsak ammunisjon til bombekaster som er benyttet, men også panserbrytende ammunisjon i form av ammunisjon til rekylfri kanon og TOW er benyttet i relativt stor omfang. Feltet har vært i aktiv bruk siden slutten av 1950-tallet.

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) har på oppdrag og i samarbeid med Forsvarsbygg foretatt kartlegging av ammunisjonsrelatert forurensning i Hengsvann skyte- og øvingsfelt. Kartleggingen i Hengsvann skyte- og øvingsfelt har vært fokusert mot å avklare forurensning av hvitt fosfor i målområder for røykammunisjon, og om det kan spores rester av eksplosiver og tungmetaller i fisk fanget i Hengsvannet. Det er også gjort en nærmere kartlegging av ammunisjonsrelatert forurensning i vann og sediment i Hengsvannet. Basert på resultater fra undersøkelsene gjennomført i 2009 og 2010 er det gjort en risikovurdering av forurensningsnivået i området. Undersøkelsene som er gjort er en oppfølging av de undersøkelsene som ble gjort i 2009 av Akvaplan-niva på oppdrag av Forsvarsbygg.

Undersøkelsene av omfang og utbredelse av ammunisjonsrelatert forurensning i Hengsvannet har vist 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. Det ble ikke funnet hvitt fosfor krater i nedslagsområdene for hvitt fosfor granater. Fiskens kondisjonsfaktor er normal, og det ble ikke observert unormale forhold ved disseksjon av fisken.

English summary

Hengsvann firing range consists of an area of 34 km² and is located in Kongsberg and Notodden municipality. The range is used all year around and is a popular range for training. The range is used both for small arms ammunition and large caliber ammunition. The large caliber ammunition used is mainly mortar ammunition, but armor-piercing ammunition is also used to a significant extent. The range has been in active use since the late 1950's.

The Norwegian Defence Research Establishment (FFI) has in collaboration with the Norwegian Defence Estates Agency (Forsvarsbygg) carried out an assessment of munitions-related contamination in the range. The assessment was focused on clarifying the contamination of white phosphorus in the target areas for smoke ammunition, and whether it can be traced residues of explosives and heavy metals in fish caught in Hengsvannet. Sediment and water in Hengsvannet is also sampled for determination of munitions-related contamination. Based on the results of the assessment the risk for human and environment is evaluated. The study is a follow-up of the investigations made in 2009 by Akvaplan-niva on assignment from Forsvarsbygg.

The investigations of the extent and distribution of munitions-related contamination in Hengsvann firing range, has shown that there are traces of munitions-related contaminants in water, sediment and fish. The levels are however so low that they are considered insignificant in terms of risk to humans. The Assessment includes risk as a result of ingestion of soil, sediment, water and fish. It was not possible to find craters from phosphorus grenades in the target area. The condition index for fish is normal, and no abnormal conditions were observed during the dissection of the fish.

Innhold

	Forord	6
1	Innledning	7
2	Metoder og materiale	9
2.1	Prøvetaking i nedslagsområdet for hvitt fosfor	9
2.2	Prøvetaking i Hengsvannet	12
2.3	Forbehandling av prøver	13
2.4	Analysemetoder	13
3	Resultater og diskusjon	15
3.1	Hvitt fosfor	15
3.2	Eksplosiver	16
3.3	Metaller	17
3.4	Kondisjonsfaktor	18
4	Risikovurdering	19
4.1	Hvitt fosfor	19
4.2	Eksplosiver	21
4.3	Tungmetaller	21
5	Konklusjon	21
	Appendix A Prøvestasjoner	25
	Appendix B Forhold mellom konsentrasjonsenheter	26
	Appendix C Analyserapporter	27

Forord

Planleggingen av arbeidet har vært gjort i samråd med Forsvarsbygg Futura. Under feltarbeider i nedslagsområder for røykammunisjon var skytebaneforvalter for Hengsvann skyte- og øvingsfelt, Jan Solhaug, med som kjentmann og EOD ansvarlig. I tillegg var Grete Rasmussen fra Forsvarsbygg Futura med på feltundersøkelsen i 2009. Finn Gregersen fra Forsvarsbygg Futura har stått for innsamlingen av prøver fra Hengsvannet. Dette har vært sedimentprøver, vannprøver og fisk. FFI takker alle som har bidratt i forbindelse med innsamling av prøver fra Hengsvann skyte- og øvingsfelt. Jan Solhaug har også gitt innspill til hvilken ammunisjon som benyttes i nærområder til Hengsvannet.

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

1 Innledning

Hengsvann skyte- og øvingsfelt har et areal på 34 km² og ligger både i Kongsberg og Notodden kommune. Skytefeltet blir brukt hele året og er et mye brukt felt. I feltet benyttes det både håndvåpenammunisjon og ammunisjon med større kaliber. Av større kaliber er det i hovedsak ammunisjon til bombekaster (BK) som er benyttet, men også panserbrytende ammunisjon i form av ammunisjon til rekylfri kanon og TOW er benyttet. Bruk av TOW har medført at det ligger en del styretråder av kobber i vannet. Feltet har vært i aktiv bruk siden slutten av 1950-tallet.

Forbruket av ammunisjon som inneholder hvitt fosfor i perioden fra 1992 til 2002 er blitt estimert [1]. Med bakgrunn i dette er det beregnet et forbruk av hvitt fosfor på 7580 kg i denne perioden. Det har ikke vært benyttet ammunisjon med hvitt fosfor siden 2001. I løpet av et år benyttes det flere hundre bombekastergranater, en god del panserverngranater og flere titusen enheter håndvåpenammunisjon i baner som ligger i nærheten av et. For mer informasjon om hvitt fosfor og eksplosiver, se FFI rapportene 2002/04042 [2] og 2002/0404 [3].

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) har på oppdrag og i samarbeid med Forsvarsbygg foretatt kartlegging av ammunisjonsrelatert forurensning i Hengsvann skyte- og øvingsfelt.

Kartleggingen i Hengsvann skyte- og øvingsfelt har vært fokusert mot å avklare forurensning av hvitt fosfor i målområder for røykammunisjon, og om det kan spores rester av eksplosiver og tungmetaller i fisk fanget i Hengsvannet. Det er også gjort en nærmere kartlegging av ammunisjonsrelatert forurensning i vann og sediment i Hengsvannet. Basert på resultater fra undersøkelsene er det gjort en risikovurdering av forurensningsnivået i området.

Undersøkelsene som er gjort er en oppfølging av de undersøkelsene som ble gjort i 2009 [4]. Sammendraget fra rapporten etter disse undersøkelsene er gjengitt nedenfor.

”Det ble i 2009 gjennomført undersøkelse av hvitt fosfor (WP), metaller og sprengstoffrester i sediment og fisk fra Hengsvann i Hengsvann øvings- og skytefeltet i Kongsberg kommune, Telemark fylke. Konklusjonen er at de registrerte funnene av hvitt fosfor, sprengstoff og metaller i sediment og fisk ikke utgjør noen fare for mennesker som bruker Hengsvannet til rekreasjon og fisk til konsum.

Hvitt fosfor: *Det ble funnet WP i alle de 5 sedimentprøvene fra Hengsvann, der 4 av prøvene lå over 0,2 mg/kg tørrvekt. Sannsynligvis ligger det fortsatt noe WP lagret i sedimentet i det området som ble undersøkt. Det ble påvist WP i mage/tarm hos 31 av de 32 fiskene som ble analysert. Konsentrasjonene var lave (stort sett < 0,0035 mg/kg våtvekt). Det ble også påvist WP i muskelprøver (filet) fra fisk med lave konsentrasjoner. Verdien i fileten er under det som er satt som faregrense ved konsum. Også verdiene i mage/tarm prøvene er under faregrensen dersom tilsvarende verdier hadde blitt målt i fiskekjøttet.*

Metaller: Nivåene av metaller i sedimentet i Hengsvann er for det meste lave og reflekterer bakgrunnsnivåer. For noen metaller ligger konsentrasjonene noe over det som er funnet i andre innsjøer i regionen. Stasjon 1 – 4 som mottar størst avrenning fra målområdet, ligger en del høyere i konsentrasjoner enn stasjon 5 (lite avrenning), noe som indikerer at aktiviteten i skytefeltet medfører økte konsentrasjoner i innsjøsedimentet. Nivåene av metaller i muskelvev fra fisk er generelt lave og ligger innenfor det som kan regnes som normalverdier.

Sprengstoff: Det ble registrert rester av RDX, HMX og TNT i mage/tarm og muskel fra et fåtall fisk. HMX ble registrert i 3 sedimentprøver. ”

Anbefalingene fra undersøkelsene som ble gjort i 2009 er gjengitt nedenfor [4].

“Hvitt fosfor og sprengstoff

Det ble funnet av WP i alle sedimentprøvene fra Hengsvann og sprengstoff i 3 av 5 prøver. Det er derfor rimelig å anta at det ligger rester av WP og sprengstoff lagret i sedimentet i de områdene som ble undersøkt, men resultatene tyder på lave konsentrasjoner. Hver samleprøve består av 10 grabbskudd fordelt over et ikke definert areal på hver stasjon. WP og sprengstoff er mest trolig klumpet fordelt i sedimentet. Det er derfor mulig at det er kun enkelte av de 10 grabbskuddene som faktisk inneholder forurensinger. For å få en bedre oversikt over konsentrasjoner og horisontal fordeling i sedimentet, kan det være en idé å foreta en mer systematisk kartlegging på en stasjon, og helst et område med størst sannsynlighet for avrenning fra målområdet. Prøvene bør da fordeles i et rutenett over et bestemt areal og analyseres enkeltvis. Allikevel anses den praktiske nytteverdien av en slik kartlegging som liten.

WP ble analysert i et forholdsvis stort antall fisk. Det ble påvist WP med lave konsentrasjoner i innvoller hos så å si all fisk, samt i muskelprøver fra ca. 1/3 av materialet (under det som er satt som faregrense ved konsum). Materialet som er analysert anses som representativt, og nytteverdien av analyser på flere fisk anses som liten.

Sprengstoffrester ble funnet i innvoller og muskel fra ca 1/3 av materialet. Med tanke på å gi bedre dokumentasjon for eventuelle kostholdsråd, samt ha et bedre grunnlag for å forsikre brukere av vannet om at det anses som ufarlig å nytte fisk til konsum, ville det være fornuftig å gjennomføre noen flere analyser av sprengstoffrester på enkeltfisk, primært ørret og abbor. Det er da viktig at fisk i størrelsesgrupper som vanligvis brukes til konsum, samt individer med mest mulig mat i magen, plukkes ut til analyser. Det vil være nyttig å foreta analyser av innvoller og filet fra samme individ. Selv om fisk vandrer i innsjøen, vil det være en fordel om fisken fanges i nærområdet til stasjonen der det eventuelt samles inn sediment.

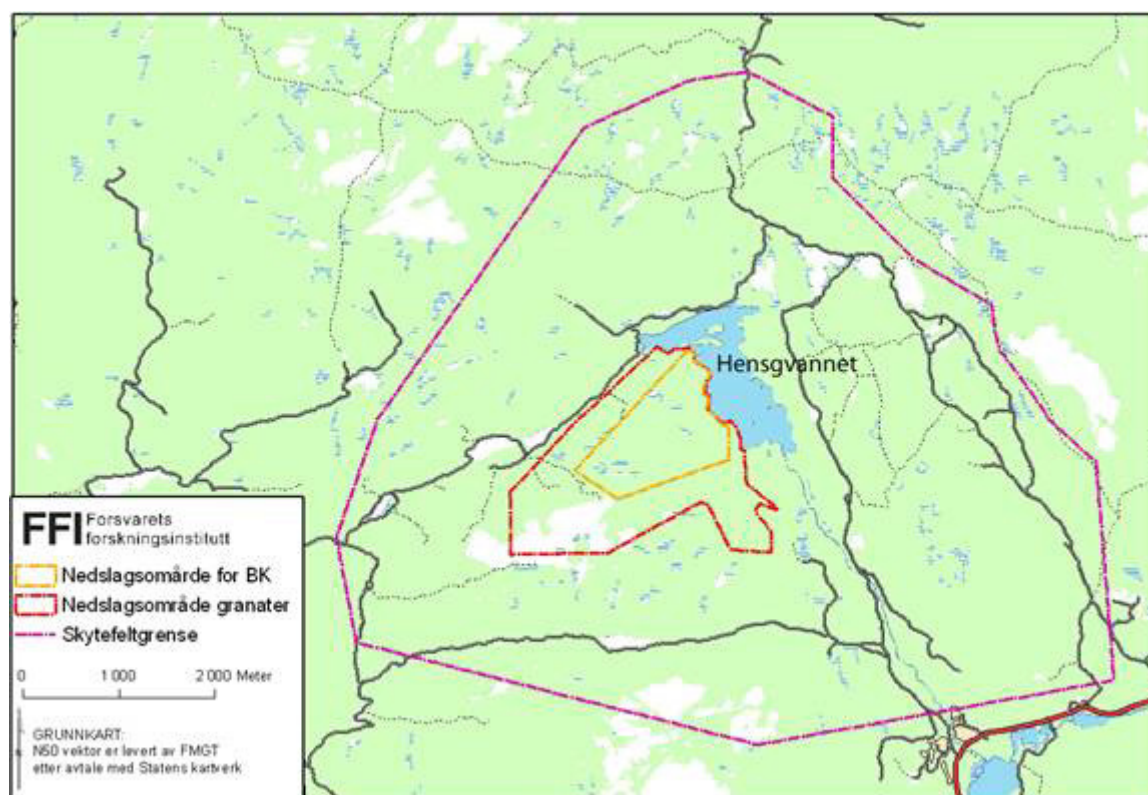
Med tanke på mulige negative effekter på bestandene av fisk i Hengsvann, er det ikke noe som indikerer at bestandsrekrutteringen er påvirket av WP og sprengstoffrester. Det anbefales derfor ingen videre undersøkelser for eventuelt å påvise slike mulige effekter, da disse vil være svært vanskelig å påvise.

Metaller Nivåene av metaller i sediment og fisk i Hengsvann er for det meste lave og reflekterer bakgrunnsnivåer, bortsett fra for kobber som viser noe forhøyede verdier. Resultatene tilsier at det ikke er grunn til å foreta utvidede undersøkelser av nivåer i fisk og sediment.”

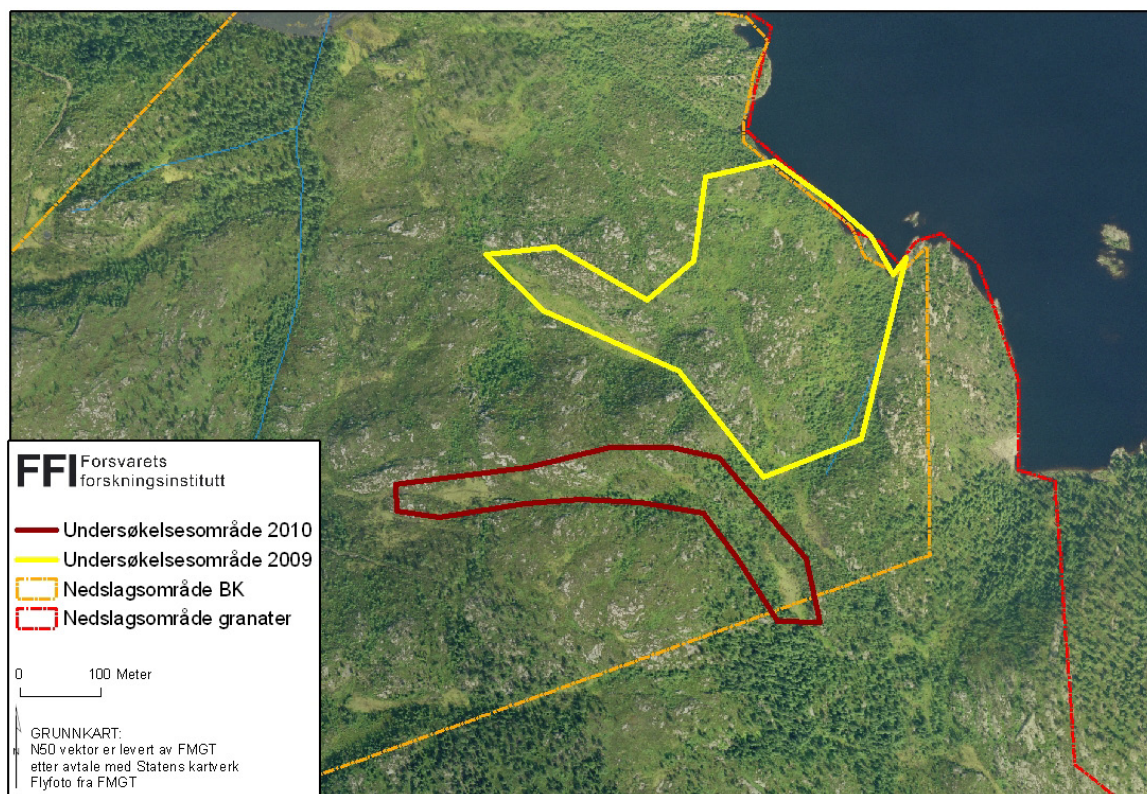
2 Metoder og materiale

2.1 Prøvetaking i nedslagsområdet for hvitt fosfor

I Figur 2.1 er det vist en oversikt over Hengsvann skyte- og øvingsfelt med indikasjon av nedslagsområder for granater og BK. Det ble høsten 2009 foretatt prøvetaking i målområdet for røykammunisjon med hvitt fosfor. Prøvetakingsområdet var på forhånd avgrenset til noen myrlandte områder i den sørøstre delen av målområdet som vist i Figur 2.2. I dette området var det synlige krater på flyfoto. Jan Solhaug fra skytefeltadministrasjonen i Hengsvann skyte- og øvingsfelt var med som kjentmann ved prøvetaking. Grete Rasmussen fra Forsvarsbygg Futura var også med ved prøvetaking. Da det viste seg ikke å være spor av hvitt fosfor i noen av jordprøvene som ble tatt fra krater, ble det i samråd med Forsvarsbygg bestemt at det skulle tas flere jordprøver i en annen del av målområdet. Det ble derfor gjort en ny prøvetakingsrunde i 2010, der det ble tatt prøver fra området noe lenger sørvest i forhold til det området som ble prøvetatt i 2009. Lokaliseringen av området som ble prøvetatt i 2010 er vist i Figur 2.2.



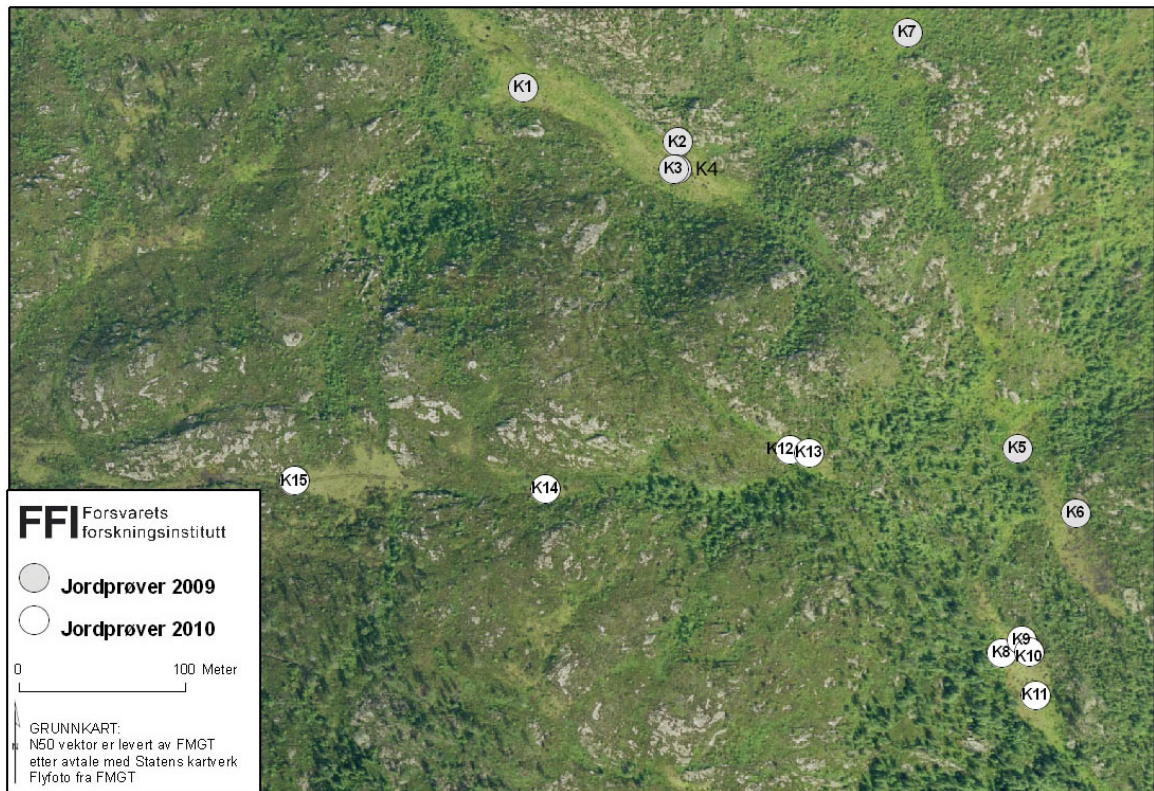
Figur 2.1 Oversikt over utstrekningen til Hengsvann skyte- og øvingsfelt med indikasjon på nedslagsområde for granater og bombekaster (BK).



Figur 2.2 Oversiktskart som viser området som ble prøvetatt i 2009 og 2010.

Begge de områdene det ble tatt prøve fra henholdsvis i 2009 og 2010 var områder med myr, der kratrene var vannfylt eller delvis grodd igjen. Etter som hvitt fosfor er veldig stabilt i fuktig miljø, er det i slike områder at en vil forvente å finne de største restene av hvitt fosfor. Visuelle kjennetegn i form av rester av ammunisjon med hvitt fosfor, kraterets utseende både med hensyn på romlig utbredelse og grad av plantevekst i nærområdet og i hvilken grad det observeres brennmerker ved kratret var viktige for identifisering av fosforkrater. FFI benyttet også et feltinstrument for å påvise "hot spots" av hvitt fosfor i 2010. Totalt ble det tatt 15 jordprøver fra krater som ble vurdert til å kunne være forårsaket av bombekastergranater som hadde inneholdt hvitt fosfor. En oversikt over lokaliseringen av disse prøvene er vist i Figur 2.3.

Jordprøvene fra kratrene ble tatt av overflatelaget. Dette ble gjort for å relatere forurensningsnivået av hvitt fosfor til biotilgjengelighet for dyr og mennesker. Dybden varierte litt fra prøvepunkt til prøvepunkt avhengig av myrens beskaffenhet i kratret. I områder der myren i kratrene var kraftig omdannet var dybden 2-3 cm, mens dybden i krater der myren var lite omdannet var opp mot 10 cm. Hvert angitt prøvepunkt bestod av flere delprøver fra kratret, noe som vil være med på å øke sannsynligheten for at partikler av hvitt fosfor skal bli prøvetatt. Jordprøvene ble tatt med metallspade eller en øse av metall, og overført til flasker med teflonkork som deretter ble fylt med vann. Tørrvekten på prøvene varierte fra 30 til 186 gram. Eksempel på prøvetatte krater er vist i Figur 2.4.



Figur 2.3 Oversikt over lokalisering av jordprøver som ble tatt i 2009 og 2010 nede i kratre fra bombekastergranater.



Figur 2.4 Eksempel på prøvetatte kratre som ble mistenkt å kunne være forårsaket av fosforgranater. Foto: Forsvarsbygg og FFI.

Det ble tatt noen vannprøver fra en bekk som rant gjennom det undersøkte nedslagsområdet. I 2009 ble det tatt en vannprøve fra bekken i det området der det ble tatt jordprøver, og en prøve litt ovenfor der bekken renner ut i Hengsvannet. Disse er merket henholdsvis V1 og V4 i Figur 2.5. I tillegg ble det tatt vannprøver fra to vannfylte kratre som kunne mistenkes å være forårsaket av fosforgranater (V2 og V3 i Figur 2.5). I 2010 ble det tatt ytterligere prøver av denne bekken, en rett på oversiden av V1 (nå kalt V5), en ved opprinnelsen av bekken omkring 100 meter oppstrøms og en ved utløpet av bekken i Hengsvannet (Bekk 1 i Figur 2.5). Det ble benyttet 1

liters teflonflasker som prøvebeholder for alle vannprøvene, og disse ble fylt helt fulle. Prøven ble lagret mørkt og kaldt inntil ekstraksjon. Posisjonene til alle prøvene er vist i Appendix A.

2.2 Prøvetaking i Hengsvannet

I 2010 foretok Forsvarsbygg prøvetaking i Hengsvannet. Det ble tatt to sedimentprøver fra den sørøstre bredden av Hengsvannet (referansestasjon 6 og 7) og vannprøver fra hver av de fem stasjonene (Stasjon 1-5) som det ble tatt sedimentprøve fra i 2009 [4]. Fra de samme fem stasjonene ble det satt ut garn for å fange ørret. I tillegg ble det tatt vannprøve fra en bekk som har utløp i Hengsvannets nordvestre del (Bekk 2).

Det ble benyttet en liten Ekman-grabb for innsamling av sediment. Sedimentprøvene fra de enkelte stasjonene består av en blandprøve av sediment fra 10 grabbskudd tatt fra et mindre område rundt prøvetakingspunktet. Sedimentprøvene fra hver grabb tas fra overflaten og ned til ca. 3 cm. Etter omrøring av sedimentene fra de 10 grabbskuddene, tas det ut prøve som fordeles på to teflonflasker (1 liter). Flaskene ble fylt til topps med vann.

Det ble benyttet en åpen gjennomstrømningsprøvetaker ved prøvetaking av vann, og vannprøvene ble tatt omkring to meter over bunnen. 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 konservert med salpetersyre. Vannprøver til bestemmelse av eksplosiver fylles i 1 liter glassflaske og konserveres med 1,2 gram natriumhydrogensulfat. Alle prøver ble lagret kaldt (+ 4°C) og mørkt så raskt som mulig. Figur 2.5 gir en oversikt over lokaliseringen til vannprøver og prøver tatt i Hengsvannet, mens posisjonen er vist i Appendix A.

I august 2010 ble det foretatt fiske med garn for å fange ørret fra fem av stasjonene i Hengsvannet (Stasjon 1-5). Dette arbeidet ble foretatt av Forsvarsbygg Futura. Målet var å fange fem ørreter på omkring 250 gram fra hver stasjon. For to av stasjonene ble fangsten av ørret mindre enn fem. Det ble derfor komplettert med abbor fra disse to stasjonene (Stasjon 1 og 4).



Figur 2.5 Oversikt over lokaliseringen av vannprøver tatt i nedslagsområdet for ammunisjon med hvitt fosfor, vann- og sedimentprøver fra Hengsvannet og vann fra to tilløpsbekker til Hengsvannet. I Stasjon 1 – 5 ble det i tillegg tatt fiskeprøver og sedimentprøver.

2.3 Forbehandling av prøver

Vann, jord 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 konserverert, 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 analyse av eksplosiver. Det er tatt ut separat prøve av lever og gjelle fra to av de største ørretene fra Stasjon 1-5 for analyse av metaller.

2.4 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 jord og 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 jord og 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.

Eksplosiver i sediment

1 gram tørket og malt prøve tilsettes isotopmerkede internstandarder og ekstraheres med acetonitril i mikrobølgeovn (MAE). Ekstraktet oppkonsentreres og filtreres gjennom et 0,45 µm sprøytefilter. Ekstraktene analyseres med en LC/MS (HPLC/MSQ; high performance liquid chromatography/ quadropole mass spectrometry). Det benyttes en multiionekilde for simultan bruk av elektropray ionisering (ESI) og kjemisk ionisering ved atomsfæretrykk (APCI) i negativ modus. Deteksjonsgrensen er 5 – 250 µg/kg avhengig av stoff.

Eksplosiver i vann

0,5 liter vannprøve tilsettes isotopmerkede internstandarder og ekstraheres ved bruk av fastfase-ekstraksjon. Prøven elueres med acetonitril, oppkonsentreres og ekstraktet filtreres gjennom et 0,45 µm sprøytefilter. Ekstraktene analyseres med en LC/MS (HPLC/MSQ; high performance liquid chromatography/ quadropole mass spectrometry). Det benyttes en multiionekilde for simultan bruk av elektropray ionisering (ESI) og kjemisk ionisering ved atomsfæretrykk (APCI) i negativ modus. Deteksjonsgrensen er 0,1 – 5 µg/l avhengig av stoff.

Eksplosiver i biologisk materiale

1-10 g våt prøve tilsettes isotopmerkede internstandarder, og ekstraheres med acetonitril i mikrobølgeovn (MAE). Ekstraktet oppkonsentreres og renses på en fastfase-kolonne. Ekstraktet oppkonsentreres og filtreres gjennom et 0,45 µm sprøytefilter. Prøven analyseres med en LC/MS (HPLC/MSQ; high performance liquid chromatography/ quadropole mass spectrometry). Det benyttes en multiionekilde for simultan bruk av elektropray ionisering (ESI) og kjemisk ionisering ved atomsfæretrykk (APCI) i negativ modus. Deteksjonsgrensen er 5 – 250 µg/kg avhengig av stoff.

Metaller

Alle prøvene er analysert hos ALS Scandinavia AS. Sedimentprøver er oppløst med kongevann (salpetersyre og saltsyre) i mikrobølgeovn, mens biologiske prøver er oppløst 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	Ikke oppgitt

Figur 2.6 Oversikt over deteksjonsgrenser for metaller i ulike prøver.

3 Resultater og diskusjon

I resultatene er det benyttet ulike enheter for konsentrasjon. I Appendix B er det gitt en oversikt over forholdet mellom disse.

3.1 Hvitt fosfor

Det var ikke mulig å påvise noe spor av hvitt fosfor i noen av jordprøvene som ble tatt fra krater som ble mistenkt å kunne være krater fra bombekastergranater med hvitt fosfor. Det ble heller ikke påvist spor av hvitt fosfor i de to sedimentprøvene som ble tatt i Hengsvannet. Analyse-resultatene er vist i Appendix B. Nedenfor er det i Tabell 3.1 vist en oversikt over målte konsentrasjoner av hvitt fosfor i vann fra både Hengsvannet, bekker og vannfylte krater fra 2009 og 2010. Ved flere stasjoner i Hengsvannet ble det påvist spor av hvitt fosfor. Det ble ikke påvist hvitt fosfor ved stasjon 3, selv om det var her det ble funnet høyest konsentrasjon av hvitt fosfor i sediment i undersøkelsene utført av Akvaplan-niva i 2009 [4]. Det er også påvist spor av hvitt fosfor i bekken som renner ut i Hengsvannets sørvestlige del. Prøven tatt øverst i denne bekken i 2010 hadde ikke spor av hvitt fosfor, mens de to prøvene tatt mer på midten av bekken i 2009 og 2010 viste spor av hvitt fosfor. Prøvene tatt nederst i bekken, der den renner ut i Hengsvannet, viste ingen spor av hvitt fosfor i 2009, mens det var spor av hvitt fosfor i 2010. I prøvepunkt Bekk 2 tatt fra bekken som renner ut i nordre del av Hengsvannet var det ikke spor av hvitt fosfor. I vann fra kratrene ble det ikke funnet spor av hvitt fosfor, noe som er i overensstemmelse med at det ikke ble funnet spor av hvitt fosfor i jordprøvene som ble tatt fra kratrene.

Prøvepunkt	Hvitt fosfor, µg/l		Prøvepunkt	Hvitt fosfor, µg/l
Stasjon 1	0,006		V1 (2009)	0,004
Stasjon 2	0,004		V2 (krater)	< 0,001
Stasjon 3	< 0,001		V3 (krater)	< 0,001
Stasjon 4	0,005		V4 (2009)	< 0,001
Stasjon 5	0,001		V5 (2010 samme sted som V1)	0,023
Bekk 1 (2010 samme sted som V4)	0,001		V6	< 0,001
Bekk 2	< 0,001			

Tabell 3.1 Oversikt over målte konsentrasjoner av hvitt fosfor i vannprøver tatt fra Hengsvannet, bekker og vann fra krater.

3.2 Eksplosiver

Det ble påvist HMX i fire av de 24 fiskene fra de fem prøvetatte stasjonene i Hengsvannet. Av 21 prøver av ørretfilet ble det hos en ørret tatt fra stasjon 2, målt 6,5 µg/kg HMX. Det ble ikke funnet eksplosiver i innvoller hos ørret. I de tre abborene som ble analysert, ble det i innvollene målt henholdsvis 53, 30, og 28 µg/kg HMX, mens det ikke ble funnet HMX i filet. Abbor ble hentet fra stasjon 1 og 4. Det ble påvist spor av ADNT i mesteparten av fiskene i innvoller og filet, men konsentrasjonen var under kvantifiseringsgrensen. ADNT er et nedbrytningsprodukt av TNT. Det ble ikke påvist RDX eller andre målte eksplosiver i noen av fiskene. Undersøkelsen i 2009 avdekket spor av RDX i innvoller i 2 av 12 analyserte fisk, og TNT og HMX i en fisk [4].

Det ble ikke påvist konsentrasjoner av eksplosiver i vann (Stasjonene 1 – 5 og Bekk 1 og 2) og sediment (referansestasjonene 6 og 7) over kvantifiseringsgrensen. I undersøkelsen fra 2009, ble det påvist moderate konsentrasjoner av HMX i sedimentet på tre av stasjonene – stasjon 3, 4 og 5 [2]. En oversikt over påviste mengder av eksplosiver i fiskeprøver, sedimentprøver og vannprøver er vist i Figur 3.1.

Prøvepunkt	Innvoller	Filet	Sediment	Vann
Stasjon 1	53 µg/kg HMX i en abbor	Ikke påvist		Ikke påvist
Stasjon 2	Ikke påvist	6,5 µg/kg HMX i en ørret		Ikke påvist
Stasjon 3	Ikke påvist	Ikke påvist		Ikke påvist
Stasjon 4	30 µg/kg HMX i en abbor 28 µg/kg HMX i en abbor	Ikke påvist		Ikke påvist
Stasjon 5	Ikke påvist	Ikke påvist		Ikke påvist
Stasjon 6			Ikke påvist	
Stasjon 7			Ikke påvist	
Bekk 1				Ikke påvist
Bekk 2				Ikke påvist

Tabell 3.2 Oversikt over funn av eksplosiver i ulike prøver tatt i Hengsvann skyte- og øvingsfelt. Tomme felt betyr at det ikke er tatt prøver fra lokaliteten.

3.3 Metaller

Konsentrasjonen av de målte metallene i vann er ganske lik ved de fem stasjonene i Hengsvannet. Høyest konsentrasjon av bly ble funnet ved Stasjon 4, mens den høyeste konsentrasjonen av kobber og sink ble funnet i Stasjon 1. Konsentrasjonen av antimon er lik ved alle de fem stasjonene. Den høyeste konsentrasjonen av metaller i sediment ble funnet på Referansestasjon 7. Både Referansestasjon 6 og 7 hadde lavere konsentrasjon av metaller enn det som ble funnet ved Stasjon 1, 2, 3 og 4 ved undersøkelsen i 2009 [4], der nivåene for bly lå i området 136-150 mg/kg og kobber i området 87-512 mg/kg. I henhold til tilstandsklasser for ferskvannssedimenter (SFT veiledning 97:04) [5] er sedimentenes tilstand i klasse I (ubetydelig forurenset) og klasse II, moderat forurenset. Analyseresultatene er vist i Appendix B.

Prøvepunkt	Bly	Kobber	Antimon	Sink
Stasjon 1, µg/l	4,12	2,53	0,0659	18,1
Stasjon 2, µg/l	5,10	1,33	0,0628	9,68
Stasjon 3, µg/l	3,28	0,970	0,0642	6,34
Stasjon 4, µg/l	8,76	1,55	0,0566	8,27
Stasjon 5, µg/l	2,35	1,31	0,0583	7,96
Stasjon 6, mg/kg TS	51,6	26,1	0,724	42,3
Stasjon 7, mg/kg TS	99,2	30,4	2,01	218

Tabell 3.3 Oversikt over målte konsentrasjoner av bly, kobber, antimon og sink i vann og sedimentprøver i Hengsvannet. Konsentrasjonen i sediment er angitt per kilo tørrstoff (TS).

I gjeller er det lave konsentrasjoner av metaller bortsett fra sink (Tabell 3.3). Det ser derfor ut til at sink i større grad akkumuleres i gjeller enn bly og kobber. I lever er det konsentrasjonen av kobber som dominerer. Det ser derfor ut til at kobber i større grad akkumuleres i lever enn de andre målte metallene. Det er lave konsentrasjoner av bly og antimon i både gjeller og lever. I ørret er normalkonsentrasjonen av kobber, bly og sink i lever henholdsvis 24-109 mg/kg, 0,04-0,2 mg/kg og 32-80 mg/kg [6]. Det er derfor tegn som tyder på at ørreten i Hengsvannet har et forhøyet nivå av kobber. De høyeste nivåene av kobber i lever er tilsvarende med det som er funnet i ørret i Hjerkinndammen [7]. Konsentrasjonen av kobber og sink i lever og gjeller er ganske likt med det som er funnet i ørret fanget i elven Rugla i Røros kommune [8]. Det ble funnet normale konsentrasjoner av metaller i fiskefilet i 2009 [4].

Prøve	Cu mg/kg våt vekt	Pb mg/kg våt vekt	Zn mg/kg våt vekt	Sb mg/kg våt vekt
Stasjon 1 Gjeller (Fisk 2)	0,394	0,121	41,4	0,0026
Stasjon 1 Gjeller (Fisk 3)	0,599	0,502	143	0,0035
Stasjon 2 Gjeller (Fisk 7)	0,509	0,116	99,1	<0,003
Stasjon 2 Gjeller (Fisk 9)	0,333	0,091	77,8	<0,002
Stasjon 3 Gjeller (Fisk 10)	0,378	0,073	127	0,0187
Stasjon 3 Gjeller (Fisk 14)	0,439	0,75	107	0,026
Stasjon 4 Gjeller (Fisk 15)	0,509	0,125	76,2	<0,002
Stasjon 4 Gjeller (Fisk 16)	0,602	0,177	84,4	<0,002
Stasjon 5 Gjeller (Fisk 20)	0,451	0,0908	52,1	0,0026
Stasjon 5 Gjeller (Fisk 24)	0,353	0,107	74,2	<0,002
Stasjon 1 Lever (Fisk 2)	62,2	<0,07	23,4	<0,007
Stasjon 1 Lever (Fisk 3)	94,4	0,0653	31,0	<0,006
Stasjon 2 Lever (Fisk 7)	11,9	<0,03	26,2	<0,003
Stasjon 2 Lever (Fisk 9)	80,9	0,0428	23,4	<0,004
Stasjon 3 Lever (Fisk 10)	398	<0,05	32,4	0,0396
Stasjon 3 Lever (Fisk 14)	211	0,0849	29,0	<0,005
Stasjon 4 Lever (Fisk 15)	141	0,0557	37,1	<0,004
Stasjon 4 Lever (Fisk 16)	392	0,131	28,7	0,011
Stasjon 5 Lever (Fisk 20)	222	<0,07	31,6	<0,007
Stasjon 5 Lever (Fisk 24)	71,7	0,0671	42,3	<0,006

Tabell 3.4 Oversikt over målte konsentrasjoner av metaller i gjelle og lever fra ørret fanget ved fem stasjoner i Hengsvannet. Nærmere data om de ulike fiskene er vist i Tabell 3.4.

3.4 Kondisjonsfaktor

Hver fisk ble veid og målt for å kunne bestemme kondisjonsfaktoren. Resultatene fra dette arbeidet er vist i Tabell 3.4. Her er også kjønn indikert, der det var lett synlig. Kondisjonsfaktoren

ligger nært 1,0 for omtrent alle ørretene, og det er derfor ingenting som tyder på at kondisjonen på fisken er unormal. Det ble heller ikke ved disseksjon av fisken observert noe unormale forhold.

Prøvestasjon	FFI-nr	Fisk	Type	Kjønn	Lengde (cm)	Vekt (g)	Kondisjonsfaktor
1	10-1528	Fisk 1	Ørret	Han	24	134	0,969
1	10-1530	Fisk 2	Ørret	Hun	26	177	1,007
1	10-1532	Fisk 3	Ørret	Han	30	269	0,996
1	10-1534	Fisk 4	Abbor	Hun	37	839	1,656
2	10-1536	Fisk 5	Ørret	Han	24	149	1,078
2	10-1538	Fisk 6	Ørret	Hun	28	228	1,039
2	10-1540	Fisk 7	Ørret	Hun	29	238	0,976
2	10-1542	Fisk 8	Ørret	Hun	27	213	1,082
2	10-1544	Fisk 9	Ørret	Hun	30	260	0,963
3	10-1546	Fisk 10	Ørret	Han	28	237	1,080
3	10-1548	Fisk 11	Ørret	-	23	150	1,233
3	10-1550	Fisk 12	Ørret	Hun	25	175	1,120
3	10-1552	Fisk 13	Ørret	Hun	26	210	1,195
3	10-1554	Fisk 14	Ørret	Han	28	223	1,016
4	10-1556	Fisk 15	Ørret	Hun	31	307	1,031
4	10-1558	Fisk 16	Ørret	Han	26	200	1,138
4	10-1560	Fisk 17	Ørret	Hun	25	182	1,165
4	10-1562	Fisk 18	Abbor	Hun	25	226	1,446
4	10-1564	Fisk 19	Abbor	-	28	274	1,248
5	10-1566	Fisk 20	Ørret	Han	27	215	1,092
5	10-1568	Fisk 21	Ørret	Hun	26	163	0,927
5	10-1570	Fisk 22	Ørret	Han	26	192	1,092
5	10-1572	Fisk 23	Ørret	Han	26	193	1,098
5	10-1574	Fisk 24	Ørret	Hun	29	246	1,009

Tabell 3.5 Oversikt over lengde og vekt på hver fisk og beregnet kondisjonsfaktor. Kjønn på fisken er også notert der det var lett synlig.

4 Risikovurdering

4.1 Hvitt fosfor

Hengsvann er benyttet som skyte- og øvingsfelt siden slutten av 1950-tallet. Forsvaret har frem til 2003 benyttet røykgranater for artilleri og bombekaster inneholdende hvitt fosfor i Hengsvann skyte- og øvingsfelt. En mengde på ca. 7,5 tonn ble benyttet i perioden 1993-2001 (Tabell 4.1). Ved bruk av granater med hvitt fosfor kan en stor del forbli uforbrent (8 % jfr. Spanggard et al.,

1985 [9]) og forurensning grunn og vann. I mettet jordsmonn har hvitt fosfor nærmest ubegrenset oppholdstid [10]. Ettersom det er myrer og vann i området hvor hvitt fosfor typisk har meget lang oppholdstid, kan det teoretisk fortsatt finnes seg mye hvitt fosfor i Hengsvann skyte- og øvingsfelt, selv om bruken av hvitt fosfor har opphørt for mange år siden. Dersom man tar utgangspunkt i at det har blitt benyttet gjennomsnittlig 750 kg hvitt fosfor i året fra 1958 til 2001, og at opp til 8 % av dette ikke er forbrent eller omsatt, gir dette en mengde på 0 – 2500 kg hvitt fosfor gjenværende i nedslagsområdet for røykammunisjon. Det ble imidlertid ikke påvist hvitt fosfor i kratre, noe som indikerer lite rester. Det er foretatt en risikovurdering av et tilsvarende målområde i Mauken, hvor granater med hvitt fosfor har blitt benyttet. Der ble det påvist hvitt fosfor i flere av kratrene. På tross av dette ble risikoen for mennesker beregnet til å være meget lav [12]. Ettersom det ikke er påvist hvitt fosfor i kratre i Hengsvann skyte- og øvingsfelt, vurderes risikoen for oralt inntak av jord forurenset med hvitt fosfor til å være mindre enn for Mauken.

1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Tot
-	111	110	829	2252	2661	1250	141	83	143	-	7580

Tabell 4.1 Oversikt over mengde hvitt fosfor (i kg) som er brukt i Hengsvann skyte- og øvingsfelt i perioden 1992 – 2002 [1].

Det er tidligere tatt sedimentprøver i Hengsvannet [4]. Det ble funnet hvitt fosfor i mengder fra 1 – 850 µg/kg tørrvekt i fem stasjoner. Fire av de fem stasjonene som var forurenset av hvitt fosfor befinner seg i et belte på ca. 500 meter langs nedslagsfeltet for røykammunisjon. Prøvene ble tatt ned til 15 cm dyp med grabb og hver prøve bestod av 10 delprøver som ble kombinert til en blandprøve. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen i dette område var på 358 µg/kg tørrvekt. Dersom man antar at dette beltet er 100 meter bredt og at forurensningen går ned til en dybde på 15 cm får vi en totalmengde på 3,5 kg hvitt fosfor i sedimentet. Det lave antallet prøver gjør at det er knyttet usikkerhet til dette estimatet. I følge Klifs veileder for risikovurdering av forurenset sediment [14] har en voksen person som bader et sedimentinntak på 350 mg tørrvekt per bad. Gitt konsentrasjonen på 358 µg/kg gir dette et maksimalt inntak på 0,12 µg per bad. Gitt at man bader 30 dager i året får man et gjennomsnittlig inntak på 1,4 ng/per kg kroppsvekt (kroppsvekt = 70 kg). Dette er langt under det maksimale tolererbare inntaket (MTDI) i et livstidsperspektiv på 0,00002 mg/kg kroppsvekt [11]. Det ble også påvist spor av hvitt fosfor i vannsøylen i nanogram nivå (1 nanogram = 0,00000001 gram). Gitt MTDI-verdien på 0,00002 mg/kg kroppsvekt per dag [11], kan man regne ut en norm for drikkevann på 0,7 µg/l vann. Til sammenlikning ble det påvist 0,006 µg/l i Hengsvannet, noe som ikke tyder på noen risiko.

Analysene påviste hvitt fosfor i mage/tarm hos 31 av 32 fisk [4]. Nivået varierte fra 0,1 – 22 µg/kg våtvekt med et gjennomsnitt på 2,2 µg/kg våtvekt. Det ble også påvist hvitt fosfor i muskelprøver (filet) fra 12 av totalt 32 fisk, hovedsakelig ørret, hvor nivåene varierte fra 0,1 – 0,3 µg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt nær deteksjonsgrensen. Resultatene indikerer at fisk kan få hvitt fosfor i seg, sannsynligvis ved næringsinntak. Et barn på 15 kg som spiser gjennomsnittlig 0,07 kg fisk per dag med 0,3 µg hvitt fosfor/kg filet vil få i seg 0,0014 µg/kg kroppsvekt per dag,

som er under MTDI-verdien på 0,02 µg/kg kroppsvekt per dag [11]. For et voksent menneske på 70 kg som spiser gjennomsnittlig 0,14 kg fisk per dag er dosen enda mindre.

Det er ingen risiko for at mennesker skal bli eksponert for skadelige konsentrasjoner av hvitt fosfor fra verken jord, vann, sediment eller fisk.

4.2 Eksplosiver

HMX var det eneste eksplosivet som ble kvantifisert i fisk. Kun 4 av 24 fisk hadde påvisbare mengder, og det var kun en fisk som hadde påvisbare mengder i filet. I 2009 ble det påvist HMX og RDX i to av fiskene og TNT i en fisk [4]. I filet ble det påvist 57 µg/kg RDX. Et barn på 15 kg som spiser gjennomsnittlig 0,07 kg fisk per dag med 57 µg RDX/kg filet vil få i seg 0,027 µg/kg kroppsvekt per dag, som er under MTDI-verdien på 3 µg/kg kroppsvekt per dag [13]. I alle de tre abborne som ble prøvetatt var det spor av eksplosiver i innvollene, noe som tyder på at de i større grad enn ørret blir eksponert for eksplosiver. Analyser av sediment viser at Hengsvannet er svakt forurensnet av eksplosiver, da det ble funnet HMX på tre stasjoner i 2009. Den høyeste konsentrasjonen på 19 mg/kg tørrvekt ble målt på Stasjon 3. Til sammenlikning ligger grenseverdien for HMX i sediment for beskyttelse av bunnlevende akvatiske organismer noe lavere (11,4 - 1287 µg/kg tørrvekt) [14]. Det ble ikke påvist eksplosivresten over kvantifiseringsgrensen i vann.

4.3 Tungmetaller

Metallanalyser i vann og sediment tyder på at Stasjon 1-4 mottar noe forurensning fra nedslagsfeltet. Konsentrasjonene i sediment klassifiseres som ubetydelig til markert forurensning i henhold til tilstandsklasser for ferskvannssedimenter. Spesielt nivåene av kobber og sink er høyere her enn det man finner på referansestasjonene (Stasjon 6 og Stasjon 7), og andre innsjøer i regionen [12]. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av metaller i innsjøen ligger under de grenseverdier som er satt for beskyttelse av vannlevende organismer. Det siktes her til grenseverdien på 7,2 µg/l for bly i vanddirektivet, og LBRL for ferskvann [15]. Kun bly overskrider sin respektive grenseverdi ved en prøvestasjon, men gjennomsnittet i vannet er likevel under. Metallnivået i filet holder bakgrunnsnivåer [4], mens det er en noe forhøyet konsentrasjon av kobber i lever [6]. Konsentrasjonene i sediment, vann og fisk tyder på en forurensning fra ammunisjonsrester, selv om det kan være vanskelig å peke på hvilke komponenter som er kilden. Styretråder fra TOW eller styrebånd på granater vil være en kilde for kobber.

5 Konklusjon

Undersøkelsene av omfang og utbredelse av ammunisjonsrelatert forurensning i Hengsvann skyte- og øvingsfelt har vist at det finnes spor av ammunisjonsrelatert 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. Kondisjonsfaktoren på fisk tyder ikke på at fisk er negativt påvirket av denne

forurensningen. Eksplosivrester i sedimentet kan enkelte steder være høyere enn det som anbefales for bunnlevende organismer. Det er ikke funnet hvitt fosfor i jord og vann i kratre i målområdene for hvitt fosfor granater, og risiko for mennesker og dyr er vurdert til å være ubetydelig.

Litteratur

- [1] Forsvarsstaben, "Oversikt over Forsvarets bruk av hvitt fosfor granater i perioden 1992 - 2002. Notat sendt til Statens forurensningstilsyn.," 2003.
- [2] Johnsen A., Longva K., Rignes H., and Strømseng A., "Helse- og miljømessige konsekvenser ved Forsvarets bruk av røykammunisjon med hvitt fosfor," 2002.
- [3] Voie Ø.A., "Toksikologiske og kjemiske egenskaper av sprengstoff og komponenter i ammunisjon.," FFI-rapport 2005/00444, 2005.
- [4] Dahl-Hansen G.A. and Engelstad F., "Kartlegging av hvitt fosfor, sprengstoff og metaller i fisk og sediment i Hengsvann skyte- og øvingsfelt, Kongsberg kommune. Akvaplan-niva AS Rapport: 4685-01," 2010.
- [5] SFT, *Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04*. Oslo.: Statens forurensningstilsyn., 1997.
- [6] Grande M., "Bakgrunnsnivåer av metaller i ferskvannsfisk, NIVA rapport 0-85167," 1987.
- [7] NIVA, "Analyse og vurdering av metallinnhold i muskel og lever fra ørret fanget i Hjerkinndammen våren 2009. Brev til Statskog fra NIVA 26. juni 2009.," 2009.
- [8] P. A. Olsvik, Gundersen P., Andersen R.A., and Zachariassen K.E., "Metal accumulation and metallothionein in two populations of brown trout, *Salmo trutta*, exposed to different natural water environments during a run-off episode.," *AQUATIC TOXICOLOGY*, vol. 50, pp. 301-316, 2000.
- [9] Spanggord RJ, Rewick R, Chou TS, Wilson R, Podoll RT, Parnas R, Platz R, and Roberts D, "Environmental fate of white phosphorus/felt and red phosphorus/butyl rubber military screening smokes. US Army Medical Research and Development Command. Fort Detrick, Frederick, Maryland.," 1985.
- [10] Walsh M.R., M. E. Walsh, and Collins C.M., "Persistence of white phosphorus (P4) particles in salt marsh sediments.," *Environmental Conservation*, vol. 15, pp. 845-855, 1996.
- [11] ATSDR, "Toxicological profile for White Phosphorus. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta GA, USA. 212 s.," 1997.
- [12] 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.
- [13] Voie Ø., Stømseng A., Johnsen A., Rossland H., Karsrud T., Longva K., "Veileder for undersøkelse, risikovurdering, opprydning og avhending av skytebaner og øvingsfelt. FFI rapport 2010/00116," 2010.
- [14] Pascoe GA., Kroeger K., Leisle D., Feldpausch RJ., "Munition constituents: Preliminary sediment screening criteria for the protection of marine benthic invertebrates. *Chemosphere* 81, 807-816," 2010.

- [15] Lydersen E., Lofgren S., Arnesen RT., “Metals in Scandinavian surface waters: Effects of acidification, liming, and potential reacidification. *Critical Rev. Environ. Sci. Technol.* 32, 73-295,” 2002.

Appendix A Prøvestasjoner

Prøvepunktene er angitt i UTM koordinater med geodetisk datum WGS84 sone 32N.

Prøvestasjon	N	E
K1	6613224	523866
K2	6613191	523959
K3	6613175	523956
K4	6613175	523958
K5	6613007	524163
K6	6612968	524198
K7	6613257	524097
K8	6612885	524153
K9	6612892	524165
K10	6612885	524170
K11	6612859	524174
K12	6613006	524026
K13	6613004	524038
K14	6612983	523879
K15	6612988	523729
Stasjon 1	6613186	524511
Stasjon 2	6613391	524273
Stasjon 3	6613422	524157
Stasjon 4	6613602	524163
Stasjon 5	6614109	523499
Stasjon 6	6613992	524443
Stasjon 7	6613608	524700
V1	6613029	524107
V2	6612968	524198
V3	6612994	524187
V4	6613240	524278
V5	6613018	524097
V6	6612990	524043
Bekk 1	6613252	524297
Bekk 2	6614006	523457

Appendix B Forhold mellom konsentrasjonsenheter

Enhet	Forhold	Enhet	Forhold	Prosent
g/kg	1 g/kg	g/l	1 g/l	0,1
mg/kg	0,001 g/kg	mg/l	0,001 g/l	0,0001
µg/kg	0,000001 g/kg	µg/l	0,000001 g/l	0,0000001
ng/kg	0,000000001 g/kg	ng/l	0,000000001 g/l	0,0000000001

Appendix C Analyserapporter



FORSVARETS FORSKNING SINSTITUTT
Avdeling Beskyttelse

Dato: 29. oktober 2009

Analyserapport M09/012

Side 1 av 2

Analyserapportmal versjon 2.6 15.05.98 LHB

Analyserapport nr M09/012 Analyse av hvitt fosfor

Oppdragsgiver: FFI
Adresse:
Anmerkninger: Ingen

Antall prøver: 11
Mottatt dato: 08.10.2009

Analyserapporten gjelder følgende analyser:

Analyse-parameter	Metode-identitet	Omfattes av akkreditering	Måleområde	Usikkerhet, %
Hvitt fosfor	F1	Nei	1 – 500 ng/l	30
Hvitt fosfor	F2	Nei	5 – 500 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, 29. oktober 2009

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



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Analyse av tungmetaller (V-2, enkeltmetaller)</p> <p>Metode: EPA metoder (modifisert) 200.7 (ICP-AES) og 200.8 (ICP-SFMS). Analyse av Hg er utført med AFS etter SS-EN 13506 (modifisert). 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 oppløst med HCl i autoklav (120°C) i 30 minutter. For analyse av S er prøven i tillegg konserveret med H₂O₂(10%).</p> <p>Forbehandling:</p>
2	<p>Analyse av tungmetaller (V-3A) Basis</p> <p>Metode: EPA metoder (modifisert) 200.7 (ICP-AES) og 200.8 (ICP-SFMS). Analyse av Hg er utført med AFS etter SS-EN 13506 (modifisert). Surgjøring med 1 ml salpetersyre per 100 ml prøve. Dette gjelder ikke prøver som er surgjort før ankomst til laboratoriet.</p> <p>Forbehandling:</p>

Godkjenner	
MOSA	Morten Sandell

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

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

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

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

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

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

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



Analyserapport nr M10/016

Analyse av hvitt fosfor

Oppdragsgiver: Forsvarsbygg
Adresse:
Anmerkninger: Ingen

Antall prøver: 10
Mottatt dato: 07.07.2010

Analyserapporten gjelder følgende analyser:

Analyse-parameter	Metode-identitet	Omfattes av akkreditering	Måleområde	Usikkerhet, %
Hvitt fosfor	F1	Nei	1 – 500 ng/l	30
Hvitt fosfor	F2	Nei	5 – 500 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, 8. desember 2010

Arnt Johnsen
Forsker



ANALYSE AV HVITT FOSFOR I JORD OG VANN

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

<i>FFI nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
10-684	V5, bekk fra nesten samme prøvepunkt som V1 i 2009. Prøvetatt på oversiden av prøvetatt område i 2009 med krater
10-685	V6, samme bekk som V5, men ved bekkens opprinnelse
10-897	K8, myrjord fra bunnen av krater 8
10-901	K9, myrjord fra bunnen av krater 9
10-902	K10, myrjord fra bunnen av krater 10
10-903	K11, myrjord fra bunnen av krater 11
10-900	K12, myrjord fra bunnen av krater 12
10-904	K13, myrjord fra bunnen av krater 13
10-898	K14, myrjord fra bunnen av krater 14
10-899	K15, myrjord fra bunnen av krater 15

<i>FFI nr</i>	<i>Hvitt fosfor</i>
10-684	23 ng/l
10-685	< 1 ng/l
10-897	< 5 µg/kg tørr prøve
10-898	< 5 µg/kg tørr prøve
10-899	< 5 µg/kg tørr prøve
10-900	< 5 µg/kg tørr prøve
10-901	< 5 µg/kg tørr prøve
10-902	< 5 µg/kg tørr prøve
10-903	< 5 µg/kg tørr prøve
10-904	< 5 µg/kg tørr prøve



Analyserapport nr M10/018

Analyse av hvitt fosfor

Oppdragsgiver: FFI
Adresse:
Anmerkninger: Ingen

Antall prøver: 9
Mottatt dato: 11.10.2010

Analyserapporten gjelder følgende analyser:

Analyse-parameter	Metode-identitet	Omfattes av akkreditering	Måleområde	Usikkerhet, %
Hvitt fosfor	F1	Nei	1 – 500 ng/l	30
Hvitt fosfor	F2	Nei	5 – 500 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, 9. desember 2010

Arnt Johnsen
Forsker

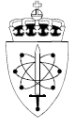


ANALYSE AV HVITT FOSFOR I SEDIMENT OG VANN

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

<i>FFI nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
10-1108	Vann fra Stasjon 1
10-938	Vann fra Stasjon 2
10-1109	Vann fra Stasjon 3
10-1110	Vann fra Stasjon 4
10-941	Vann fra Stasjon 5
10-1106	Bekk 1
10-1107	Bekk 2
10-943	Sediment fra Stasjon 6
10-944	Sediment fra Stasjon 7

<i>FFI nr</i>	<i>Hvitt fosfor</i>
10-1108	6 ng/l
10-938	4 ng/l
10-1109	< 1 ng/l
10-1110	5 ng/l
10-941	1 ng/l
10-1106	1 ng/l
10-1107	< 1 ng/l
10-943	< 5 µg/kg torr prøve
10-944	< 5 µg/kg torr prøve



Analyserapport nr M11/001

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter

Oppdragsgiver: Forvarsbygg
Anmerkninger: Ingen

Antall prøver: 48
Mottatt dato: August 2010

Analyserapporten gjelder følgende analyser:

Analyseparameter	Metode identitet	Omfattes av akkreditering	Måleområde $\mu\text{g}/\text{kg}$
HMX	G1, G4	Nei	5-5000
RDX	G1, G4	Nei	5-5000
TNB	G1, G4	Nei	5-5000
DNB	G1, G4	Nei	5-5000
TNT	G1, G4	Nei	50-5000
2,6-DNT	G1, G4	Nei	5-5000
2,4-DNT	G1, G4	Nei	5-5000
2-ADNT	G1, G4	Nei	5-5000
4-ADNT	G1, G4	Nei	5-5000
PETN	G1, G4	Nei	5-5000
NG	G1, G4	Nei	250-5000
Tetryl	G1, G4	Nei	250-5000

Denne analyserapporten består av i alt 4 sider. Analyserapporten gjelder analyse av prøvene slik de ble mottatt av FFI. Rapporten kan ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av FFI.

Kjeller, 26. mars 2011

Helle K. Rosslund
Helle K Rosslund
Senioringeniør

Marthe P. Parmer
Marthe Parmer
Forsker



ANALYSE AV EKSPLOSIVER OG NEDBRYTNINGSPRODUKTER I FISK FRA HENGSVANN

Instrument: LC-MS, single quadropole, simultan ESI/APCI i neg mode, Agilent Technologies.
Operator: Helle K Rosslund/Marthe P Parmer

<i>FFI-nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>	<i>FFI-nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
10-1528	Filet fisk 1 Stasjon 1 Ørret	10-1529	Innvoller fisk 1 Stasjon 1 Ørret
10-1530	Filet fisk 2 Stasjon 1 Ørret	10-1531	Innvoller fisk 2 Stasjon 1 Ørret
10-1532	Filet fisk 3 Stasjon 1 Ørret	10-1533	Innvoller fisk 3 Stasjon 1 Ørret
10-1535	Filet fisk 4 Stasjon 1 Abbor	10-1534	Innvoller fisk 4 Stasjon 1 Abbor
10-1536	Filet fisk 5 Stasjon 2 Ørret	10-1537	Innvoller fisk 5 Stasjon 2 Ørret
10-1538	Filet fisk 6 Stasjon 2 Ørret	10-1539	Innvoller fisk 6 Stasjon 2 Ørret
10-1540	Filet fisk 7 Stasjon 2 Ørret	10-1541	Innvoller fisk 7 Stasjon 2 Ørret
10-1542	Filet fisk 8 Stasjon 2 Ørret	10-1543	Innvoller fisk 8 Stasjon 2 Ørret
10-1544	Filet fisk 9 Stasjon 2 Ørret	10-1545	Innvoller fisk 9 Stasjon 2 Ørret
10-1546	Filet fisk 10 Stasjon 3 Ørret	10-1547	Innvoller fisk 10 Stasjon 3 Ørret
10-1548	Filet fisk 11 Stasjon 3 Ørret	10-1549	Innvoller fisk 11 Stasjon 3 Ørret
10-1550	Filet fisk 12 Stasjon 3 Ørret	10-1551	Innvoller fisk 12 Stasjon 3 Ørret
10-1552	Filet fisk 13 Stasjon 3 Ørret	10-1553	Innvoller fisk 13 Stasjon 3 Ørret
10-1554	Filet fisk 14 Stasjon 3 Ørret	10-1555	Innvoller fisk 14 Stasjon 3 Ørret
10-1556	Filet fisk 15 Stasjon 4 Ørret	10-1557	Innvoller fisk 15 Stasjon 4 Ørret
10-1558	Filet fisk 16 Stasjon 4 Ørret	10-1559	Innvoller fisk 16 Stasjon 4 Ørret
10-1560	Filet fisk 17 Stasjon 4 Ørret	10-1561	Innvoller fisk 17 Stasjon 4 Ørret
10-1562	Filet fisk 18 Stasjon 4 Abbor	10-1563	Innvoller fisk 18 Stasjon 4 Abbor
10-1564	Filet fisk 19 Stasjon 4 Abbor	10-1565	Innvoller fisk 19 Stasjon 4 Abbor
10-1566	Filet fisk 20 Stasjon 5 Ørret	10-1567	Innvoller fisk 20 Stasjon 5 Ørret
10-1568	Filet fisk 21 Stasjon 5 Ørret	10-1569	Innvoller fisk 21 Stasjon 5 Ørret
10-1570	Filet fisk 22 Stasjon 5 Ørret	10-1571	Innvoller fisk 22 Stasjon 5 Ørret
10-1572	Filet fisk 23 Stasjon 5 Ørret	10-1573	Innvoller fisk 23 Stasjon 5 Ørret
10-1574	Filet fisk 24 Stasjon 5 Ørret	10-1575	Innvoller fisk 24 Stasjon 5 Ørret

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
DNB	1,3-dinitrobenzen
NG	Nitroglyserin
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

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter



<i>FFI-nr</i>	<i>HMX</i>	<i>RDX</i>	<i>TNB</i>	<i>DNB</i>	<i>NG</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>
	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>
10-1555	< 5	< 5	< 5	< 5	< 250	< 250	< 50	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
10-1557	< 5	< 5	< 5	< 5	< 250	< 250	< 50	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
10-1559	< 5	< 5	< 5	< 5	< 250	< 250	< 50	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
10-1561	< 5	< 5	< 5	< 5	< 250	< 250	< 50	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
10-1563	28	< 5	< 5	< 5	< 250	< 250	< 50	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
10-1565	30	< 5	< 5	< 5	< 250	< 250	< 50	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
10-1567	< 5	< 5	< 5	< 5	< 250	< 250	< 50	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
10-1569	< 5	< 5	< 5	< 5	< 250	< 250	< 50	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
10-1571	< 5	< 5	< 5	< 5	< 250	< 250	< 50	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
10-1573	< 5	< 5	< 5	< 5	< 250	< 250	< 50	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
10-1575	< 5	< 5	< 5	< 5	< 250	< 250	< 50	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5



Analyserapport nr M11/002

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter

Oppdragsgiver: Forvarsbygg
Anmerkninger: Ingen

Antall prøver: 9
Mottatt dato: August 2010

Analyserapporten gjelder følgende analyser:

Analyse-parameter	Metode identitet	Omfattes av akkreditering	Måleområde G2 $\mu\text{g/l}$	Måleområde G3 mg/kg
HMX	G1, G2, G3	Nei	0,1-100	0,05-50
RDX	G1, G2, G3	Nei	0,1-100	0,05-50
TNB	G1, G2, G3	Nei	0,1-100	0,05-50
DNB	G1, G2, G3	Nei	0,1-100	0,05-50
TNT	G1, G2, G3	Nei	0,1-100	0,5-50
2,6-DNT	G1, G2, G3	Nei	0,1-100	0,05-50
2,4-DNT	G1, G2, G3	Nei	0,1-100	0,05-50
2-ADNT	G1, G2, G3	Nei	0,1-100	0,05-50
4-ADNT	G1, G2, G3	Nei	0,1-100	0,05-50
PETN	G1, G2, G3	Nei	0,1-100	0,05-50
NG	G1, G2, G3	Nei	5-100	2,5-50
Tetryl	G1, G2, G3	Nei	5-100	2,5-50

Denne analyserapporten består av i alt 3 sider. Analyserapporten gjelder analyse av prøvene slik de ble mottatt av FFI. Rapporten kan ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av FFI.

Kjeller, 26. mars 2011

Helle K. Rosslund
Helle K Rosslund
Senioringeniør

Marthe P. Parmer
Marthe Parmer
Forsker



ANALYSE AV EKSPLOSIVER OG NEDBRYTNINGSPRODUKTER I SEDIMENT OG VANN FRA HENGSVANN SKYTEFELT

Instrument: LC-MS, single quadropole, simultan ESI/APCI i neg mode, Agilent Technologies.
Operator: Helle K Rossland/Marthe P Parmer

FFI-nr	Prøveidentifikasjon
10-945	Sediment Stasjon 6
10-946	Sediment Stasjon 7
10-976	Vann Stasjon 3
10-977	Vann Stasjon 1
10-978	Vann Stasjon 2
10-979	Vann Bekk 1
10-980	Vann Bekk 2
10-981	Vann Stasjon 4
10-982	Vann Stasjon 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-trinitrobensen
DNB	1,3-dinitrobensen
NG	Nitroglyserin
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>DNB</i>	<i>NG</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>
	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>	<i>µg/kg</i>
10-945	< 5	< 5	< 5	< 5	< 250	< 250	< 50	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
10-946	< 5	< 5	< 5	< 5	< 250	< 250	< 50	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
<i>FFI-nr</i>	<i>HMX</i>	<i>RDX</i>	<i>TNB</i>	<i>DNB</i>	<i>NG</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>
	<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>	<i>µg/g</i>	<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>
10-976	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 5,0	< 5,0	< 1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
10-977	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 5,0	< 5,0	< 1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
10-978	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 5,0	< 5,0	< 1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
10-979	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 5,0	< 5,0	< 1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
10-980	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 5,0	< 5,0	< 1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
10-981	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 5,0	< 5,0	< 1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
10-982	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 5,0	< 5,0	< 1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1



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

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

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

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

Rapport

N1010432

Side 2 (4)

2H53RXXGZ5C



Deres prøvenavn	10-1472 bekkevann					
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	10-1473 bekkevann					
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	10-1474 bekkevann					
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	10-1475 bekkevann					
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	10-1476 bekkevann					
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
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Morten Sandell
2010.11.23 19:26:27
Client Service
morten.sandell@alsglobal.com

Rapport

N1010432

Side 3 (4)

2H53RXXGZ5C



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

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

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

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

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Morten Sandell
2010.11.23 19:26:27
Client Service
morten.sandell@alsglobal.com

Rapport

N1010894

Side 1 (4)

218HX1SBG1K



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

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

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

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

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

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

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

Rapport

N1010894

Side 2 (4)

218HX1SBG1K



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

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

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

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

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

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

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

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

Rapport

N1010894

Side 3 (4)

2I8HX1SBG1K



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
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

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



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon									
1	Analyse av tungmetaller (M-1C)								
	<table> <tr> <td>Metode:</td> <td>EPA metoder 200.7 og 200.8 (modifisert)</td> </tr> <tr> <td>Forbehandling:</td> <td>Sikting 2 mm.</td> </tr> <tr> <td>Oppslutning jordprøver:</td> <td>HNO₃ og 0,5 ml H₂O₂ i mikrobølgeovn.</td> </tr> <tr> <td>Oppslutning slam- og sedimentprøver:</td> <td>HNO₃/vann (1:1) i mikrobølgeovn.</td> </tr> </table>	Metode:	EPA metoder 200.7 og 200.8 (modifisert)	Forbehandling:	Sikting 2 mm.	Oppslutning jordprøver:	HNO ₃ og 0,5 ml H ₂ O ₂ i mikrobølgeovn.	Oppslutning slam- og sedimentprøver:	HNO ₃ /vann (1:1) i mikrobølgeovn.
Metode:	EPA metoder 200.7 og 200.8 (modifisert)								
Forbehandling:	Sikting 2 mm.								
Oppslutning jordprøver:	HNO ₃ og 0,5 ml H ₂ O ₂ i mikrobølgeovn.								
Oppslutning slam- og sedimentprøver:	HNO ₃ /vann (1:1) i mikrobølgeovn.								

Godkjenner	
CASL	Carina Slåtta

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

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

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Rapport

N1011147

Side 1 (6)

2J6ASGLPD80



Prosjekt
Bestnr **Hengsvann**
Registrert **2010-12-06**
Utstedt **2010-12-17**

Forsvarets forskningsinstitutt
Arnt Johnsen

Postboks 25
2027 Kjeller
Norge

Analyse av biologisk materiale

Deres prøvenavn	10-1530 Gjeller (fisk)					
Labnummer	N00129427					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.394	0.087	mg/kg	1	H	DOMA
Pb	0.121	0.025	mg/kg	1	H	DOMA
Zn	41.4	8.1	mg/kg	1	H	DOMA
Sb*	0.0026		mg/kg	1	S	DOMA

Deres prøvenavn	10-1531 Lever (fisk)					
Labnummer	N00129428					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	62.2	14.2	mg/kg	1	H	DOMA
Pb	<0.07		mg/kg	1	H	DOMA
Zn	23.4	4.7	mg/kg	1	H	DOMA
Sb*	<0.007		mg/kg	1	S	DOMA

Deres prøvenavn	10-1532 Gjeller (fisk)					
Labnummer	N00129429					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.599	0.120	mg/kg	1	H	DOMA
Pb	0.502	0.102	mg/kg	1	H	DOMA
Zn	143	30	mg/kg	1	H	DOMA
Sb*	0.0035		mg/kg	1	S	DOMA

Deres prøvenavn	10-1533 Lever (fisk)					
Labnummer	N00129430					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	94.4	18.0	mg/kg	1	H	DOMA
Pb	0.0653	0.0203	mg/kg	1	H	DOMA
Zn	31.0	6.5	mg/kg	1	H	DOMA
Sb*	<0.006		mg/kg	1	S	DOMA

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

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Dorthe Madsen
2010.12.17 15:54:46
Client Service
dorthe.madsen@alsglobal.com



Deres prøvenavn		10-1540 Gjeller (fisk)				
Labnummer		N00129431				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.509	0.111	mg/kg	1	H	DOMA
Pb	0.116	0.024	mg/kg	1	H	DOMA
Zn	99.1	20.1	mg/kg	1	H	DOMA
Sb*	<0.003		mg/kg	1	S	DOMA

Deres prøvenavn		10-1541 Lever (fisk)				
Labnummer		N00129432				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	11.9	2.4	mg/kg	1	H	DOMA
Pb	<0.03		mg/kg	1	H	DOMA
Zn	26.2	5.4	mg/kg	1	H	DOMA
Sb*	<0.003		mg/kg	1	S	DOMA

Deres prøvenavn		10-1544 Gjeller (fisk)				
Labnummer		N00129433				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.333	0.070	mg/kg	1	H	DOMA
Pb	0.0910	0.0191	mg/kg	1	H	DOMA
Zn	77.8	15.7	mg/kg	1	H	DOMA
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	DOMA

Deres prøvenavn		10-1545 Lever (fisk)				
Labnummer		N00129434				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	80.9	15.4	mg/kg	1	H	DOMA
Pb	0.0428	0.0138	mg/kg	1	H	DOMA
Zn	23.4	4.8	mg/kg	1	H	DOMA
Sb*	<0.004		mg/kg	1	S	DOMA

Deres prøvenavn		10-1546 Gjeller (fisk)				
Labnummer		N00129435				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.378	0.099	mg/kg	1	H	DOMA
Pb	0.0730	0.0154	mg/kg	1	H	DOMA
Zn	127	25	mg/kg	1	H	DOMA
Sb*	0.0187		mg/kg	1	S	DOMA

Rapport

N1011147

Side 3 (6)

2J6ASGLPD80



Deres prøvenavn	10-1547 Lever (fisk)					
Labnummer	N00129436					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	398	81	mg/kg	1	H	DOMA
Pb	<0.05		mg/kg	1	H	DOMA
Zn	32.4	6.7	mg/kg	1	H	DOMA
Sb*	0.0396		mg/kg	1	S	DOMA

Deres prøvenavn	10-1554 Gjeller (fisk)					
Labnummer	N00129437					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.439	0.112	mg/kg	1	H	DOMA
Pb	0.750	0.152	mg/kg	1	H	DOMA
Zn	107	23	mg/kg	1	H	DOMA
Sb*	0.0260		mg/kg	1	S	DOMA

Deres prøvenavn	10-1555 Lever (fisk)					
Labnummer	N00129438					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	211	41	mg/kg	1	H	DOMA
Pb	0.0849	0.0212	mg/kg	1	H	DOMA
Zn	29.0	6.0	mg/kg	1	H	DOMA
Sb*	<0.005		mg/kg	1	S	DOMA

Deres prøvenavn	10-1556 Gjeller (fisk)					
Labnummer	N00129439					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.509	0.112	mg/kg	1	H	DOMA
Pb	0.125	0.027	mg/kg	1	H	DOMA
Zn	76.2	17.2	mg/kg	1	H	DOMA
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	DOMA

Deres prøvenavn	10-1557 Lever (fisk)					
Labnummer	N00129440					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	141	28	mg/kg	1	H	DOMA
Pb	0.0557	0.0150	mg/kg	1	H	DOMA
Zn	37.1	7.3	mg/kg	1	H	DOMA
Sb*	<0.004		mg/kg	1	S	DOMA

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

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Dorthe Madsen
2010.12.17 15:54:46
Client Service
dorthe.madsen@alsglobal.com

Rapport

N1011147

Side 4 (6)

2J6ASGLPD80



Deres prøvenavn	10-1558 Gjeller (fisk)					
Labnummer	N00129441					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.602	0.119	mg/kg	1	H	DOMA
Pb	0.177	0.036	mg/kg	1	H	DOMA
Zn	84.4	17.2	mg/kg	1	H	DOMA
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	DOMA

Deres prøvenavn	10-1559 Lever (fisk)					
Labnummer	N00129442					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	392	74	mg/kg	1	H	DOMA
Pb	0.131	0.034	mg/kg	1	H	DOMA
Zn	28.7	5.7	mg/kg	1	H	DOMA
Sb*	0.0110		mg/kg	1	S	DOMA

Deres prøvenavn	10-1566 Gjeller (fisk)					
Labnummer	N00129443					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.451	0.090	mg/kg	1	H	DOMA
Pb	0.0908	0.0191	mg/kg	1	H	DOMA
Zn	52.1	10.2	mg/kg	1	H	DOMA
Sb*	0.0026		mg/kg	1	S	DOMA

Deres prøvenavn	10-1567 Lever (fisk)					
Labnummer	N00129444					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	222	42	mg/kg	1	H	DOMA
Pb	<0.07		mg/kg	1	H	DOMA
Zn	31.6	6.2	mg/kg	1	H	DOMA
Sb*	<0.007		mg/kg	1	S	DOMA

Deres prøvenavn	10-1574 Gjeller (fisk)					
Labnummer	N00129445					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	0.353	0.076	mg/kg	1	H	DOMA
Pb	0.107	0.022	mg/kg	1	H	DOMA
Zn	74.2	14.7	mg/kg	1	H	DOMA
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	DOMA

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

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Dorthe Madsen
2010.12.17 15:54:46
Client Service
dorthe.madsen@alsglobal.com

Rapport

N1011147

Side 5 (6)

2J6ASGLPD80



Deres prøvenavn	10-1575 Lever (fisk)					
Labnummer	N00129446					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cu	71.7	13.4	mg/kg	1	H	DOMA
Pb	0.0671	0.0215	mg/kg	1	H	DOMA
Zn	42.3	8.4	mg/kg	1	H	DOMA
Sb*	<0.006		mg/kg	1	S	DOMA

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

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Dorthe Madsen
2010.12.17 15:54:46
Client Service
dorthe.madsen@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 ₂ O ₂ i mikrobølgeovn. Note: Resultater er gitt i mg/kg egenvekt/våttvekt.

Godkjenner	
DOMA	Dorthe Madsen

Underleverandør ¹	
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

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

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).