



**Kartlegging av hvitt fosfor,
sprengstoff og metaller i fisk og
sediment i Porsangmoen/Halkavarre
skyte- og øvingsfelt, Finnmark
2008 og 2009**



Forside: Store Russevatn i Halkavarre med Store Gagga i bakgrunnen.

Foto: Geir A. Dahl-Hansen

Rapporttittel / Report title Kartlegging av hvitt fosfor, sprengstoff og metaller i fisk og sediment i Porsangmoen/Halkavarre skyte- og øvingsfelt, Finmark 2008 og 2009	
Forfatter(e) / Author(s) Geir A. Dahl-Hansen	Akvaplan-niva rapport nr / report no 4328-02
Medarbeider(e) Anders Hammes	Dato / Date 07.01.10
	Antall sider / No. of pages 58 (inkl.forside)
	Distribusjon / Distribution Via oppdragsgiver
Oppdragsgiver / Client Forsvarsbygg	Oppdragsg. referanse / Client's reference Grete Rasmussen
Sammendrag / Summary Det ble i 2008 gjennomført undersøkelse av hvitt fosfor (WP), metaller og sprengstoffrester i sediment og fisk fra øvings- og skytefeltet Porsangmoen/Halkavarre i Finmark. Undersøkelsene omfattet Store Russevatn, Nedre Bejavatn og Melkevatn som alle ligger i eller i nær tilknytning til nedslagsområder for granater med WP. I 2009 ble det gjort supplerende undersøkelser av WP i fisk fra Store Russevatn og Melkevatn. <u>Resultater 2008:</u> Det ble ikke registrert WP i sediment eller i ørret fra Nedre Bejavatn. Det ble funnet små rester av WP i sediment i Store Russevatn og i Melkevatn, samt i innvoller fra ørret i Melkevatn. Det ble ikke registrert sprengstoffrester i sediment fra Nedre Bejavatn og Melkevatn. I en av tre sediment prøver fra Store Russevatn ble det funnet rester av RDX og HMX. Metallkonsentrasjonene i sedimentet er 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 Finmark. Dette skyldes for en stor del de geologiske forholdene i området. Det er ikke funnet sprengstoff i fisk. Nivåene av metaller i muskelvev fra fisk er generelt lave og ligger godt under grenseverdiene for konsum. <u>Resultater 2009:</u> Det ble ikke funnet WP i muskelfilé fra Store Russevatn og Melkevatn. Det ble funnet små rester av WP i innvoller fra ørret og røye i Store Russevatn og fra ørret i Melkevatn. Funnene av hvitt fosfor, metaller og sprengstoff og er lave og medfører ingen risiko for mennesker som bruker vannene til rekreasjon og fiske og benytter fisk til konsum.	
Prosjektleder / Project manager	Kvalitetskontroll / Quality control
	
Geir A. P. Dahl-Hansen	Guttorm N. Christensen

© 2007 Akvaplan-niva AS. Rapporten kan kun kopieres i sin helhet. Kopiering av deler av rapporten (tekstutsnitt, figurer, tabeller, konklusjoner, osv.) eller gjengivelse på annen måte, er kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Akvaplan-niva AS.

INNLEDNING	2
1 MATERIALE OG METODE.....	3
1.1 LITT OM HVITT FOSFOR	3
1.2 LOKALITETSBEKRIVELSE	4
1.3 INNSAMLING AV FISK OG SEDIMENT.....	8
1.4 ANALYSEMETODER.....	10
2 RESULTATER OG DISKUSJON.....	11
2.1 HVITT FOSFOR	11
2.1.1 Sediment.....	11
2.1.2 Fisk 2008.....	12
2.1.3 Fisk 2009.....	13
2.2 METALLER OG SPRENGSTOFF.....	16
2.2.1 Sediment.....	16
2.2.2 Fisk.....	20
2.3 KONKLUSJONER.....	22
3 LITTERATUR.....	23
4 VEDLEGG.....	25
4.1 ANALYSERAPPORTER.....	25
4.1.1 Analyseresultater for hvitt fosfor i sediment fra Store Russevatn, Nedre Bejavatn og Melkevatn 2008.....	25
4.1.2 Analyseresultater for metaller og sprengstoff i sediment og fisk fra Store Russevatn, Nedre Bejavatn og Melkevatn 2008.	27
4.1.3 Analyseresultater for hvitt fosfor i fisk fra Store Russevatn, Nedre Bejavatn og Melkevatn 2008.....	38
4.1.4 Analyseresultater for hvitt fosfor i fisk fra Store Russevatn og Melkevatn 2009.....	42
4.2 MULIGE TILFØRSELSVEIER AV HVITT FOSFOR TIL FISK I INNSJØ	45
4.3 LITT OM NOEN METALLER, MILJØGIFTER OG KOSTHOLDSRÅD FOR ULIKE STOFFER	46
4.4 NOTAT FORSVARSBYGG FOR UNDERSØKELSENE I TROMS 2007.....	47

Innledning

I forbindelse med Forsvarets bruk av artilleri- og bombekastergranater inneholdende hvitt fosfor (heretter forkortet WP), har Forsvarsbygg i perioden 2004 - 2007 gjennomført en omfattende kartlegging av WP i vann, sediment, jord og biologisk materiale i skyte- og øvingsfelt (forkortet SØF) i Troms fylke. Resultatene er rapportert i Rasmussen og Watn 2006, Nordal og Kraft 2008, Strømseng m. fl. 2006, Sweco Grøner 2007 og Dahl-Hansen og Hamnes 2008. Videre er det gjennomført en vurdering av miljørisiko ved bruk av WP i de tre skytefeltene i indre Troms (Løvik og Rognerud 2007; Gjershaug m.fl. 2008).

I Porsangmoen/Halkavarre SØF ved Porsangermoen i Finnmark er det blitt brukt betydelige mengde WP (Tabell 1), og det er skutt med WP granater både på snø, barmark og på fuktige område. Dette ble det forbud mot i 2003, og dette var også siste året det ble sist skutt med WP granater i Porsangmoen/Halkavarre SØF (Forsvarsstaben 2003). Det er tidligere ikke vært gjennomført undersøkelser av mulig tilstedeværelse av WP i sediment og fisk i innsjøer og vann i skyte- og øvingsfeltet. Områdene som inngår i foreliggende undersøkelse ligger i Porsangmoen skytefelt.

Tabell 1. Oversikt over mengde WP (i kg) som er brukt i Halkavarre/Porsangmoen SØF for perioden 1992 – 2002 (info fra notat fra Forsvarsstaben til SFT, september 2003).

Skytefelt	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	TOTALT (kg)
Halkavarre	179	142	248	541	249	361	358	86	42	287	3	2 496
Porsangmoen	269	213	372	812	373	542	537	128	63	430	5	3 744

I likhet med i flere av øvings- og skytefeltene i Troms, har nedslagsområdene for granater også i Porsangmoen/Halkavarre SØF, ligget i eller i nær tilknytning til vassdrag. WP omdannes raskt til ufarlige stoffer i kontakt med luft, men disse prosessene er mye saktere i vann. Det er derfor en mulighet for at partikler av uforbrent WP lagret i snø eller i våte områder i målområdene i nedslagsfeltet er kommet ut i elver og vann via snøsmelting og/eller overflateavrenning og/eller direkte ved detonasjon i eller tett opptil vann. I stillestående og roligflytende vann vil partikler av WP raskt sedimentere da WP er tyngre enn vann, og de vil derfor kunne finnes i bunnsstratet i vannene som er undersøkt.

Akvaplan-niva har i 2008 i samarbeid med Forsvaret, gjennomført undersøkelser av WP, sprengstoffrester og tungmetaller i fisk og sediment i Porsangmoen skytefelt i Porsangmoen/Halkavarre SØF. Undersøkelsene omfatter i alt 3 innsjøer. I 2009 ble det gjennomført supplerende undersøkelser av WP i fisk fra 2 av 3 innsjøer som inngikk i undersøkelsene i 2008.

Resultatene fra undersøkelsene er presentert i foreliggende rapport.

Akvaplan-niva vil takke Forsvarsbygg Futura, Kompetansesenter Miljø, for godt samarbeid i forbindelse med undersøkelsene.

1 Materiale og metode

1.1 Litt om hvitt fosfor

WP (P₄) er ustabil og reagerer meget raskt med oksygen til ufarlige stoffer. Ved detonasjon av røykgranater vil det meste av WP raskt forbrennes til fosforpentoxid, og videre med vann i luften og danne fosforsyre (hvitaktig røyk). Noe WP vil forbli uforbrent (opp til 8 %) (Spangjord m.fl. 1985), og noe WP kan dermed bli liggende igjen i nedslagsfeltet.

WP er til en viss grad løselig i vann (oppgitt til 3 mg/l ved 15°C), og vil dermed kunne også kunne spres i løst form (EPA 1991, Bullock and Newslands 1969, Weast 1985). I vann vil løst WP ha en moderat binding til partikler i vannet (K_{OC} er oppgitt til 3,05). Dermed kan WP også spres med suspendert mineralsk og organisk finstoff i vannet.

WP er tyngre enn vann, og i stillestående vann vil det derfor raskt sedimentere. I akvatisk miljø er nedbrytningstiden lang som følge av stor resistens mot kjemisk endring. Halveringstiden er avhengig av oksygenmengde, temperatur og strømningsforhold. Under forhold med svært lite oksygen eller anaerobe forhold (for eksempel nede i sedimenter i dypt, stillestående vann som dype skogstjern, med mye sedimentert organisk materiale) vil WP kunne ligge lagret i uforandret form over lang tid (flere ti-år). I stillestående oksygenfritt vann vil nedbrytningstida for en 1 mm partikkel kunne være mer enn 50-100 år (Søbye m. fl. 2004). I innsjøer og rennende vann som er godt oksygenert er WP ustabil over tid, og nedbrytningstida vil ligge mellom 1 – 10 år (Søbye m. fl. 2004). For eksempel vil halveringstiden for en partikkel WP på 1,8 gram i turbulent vann være ca 2,4 år (Spangjord m.fl. 1985)

Som følge av lang halveringstid i akvatisk miljø, vil WP kunne være tilgjengelig for akvatiske organismer (her fisk) i flere år etter at det er tilført vannsystemene (VKM 2006). Det er partikler på eller nær sedimentoverflaten i innsjøer og elver, samt drivende små partikler som vil utgjøre størst risiko for fisk, og muligheten for at fisk i berørte vann og elvesystemer i Porsangmoen/Halkavarre SØF kan ha fått eller får i seg partikler av WP i forbindelse med fødeopptak er tilstede.

WP er svært giftig og kan være skadelig for dyr, fugl og fisk ved lave konsentrasjoner (1-10 mg/kg kroppsvekt). For mennesker kan inntak av 1 mg WP per kg kroppsvekt være dødelig, og 0,2 mg per kg kroppsvekt kan gi kraftige toksiske effekter (National Research Council 2000). Eksponeringsforsøk med fisk og løst fosfor i vann har vist at torsk og atlantehavslaks ved en konsentrasjon på 14,4 µg/l hadde 50 % dødelighet (LC₅₀ lik 14,4 µg/l) etter 48 timers eksponering. Ingen giftige effekter ble observert under 1µg/l (Maddock, B. G and D. Taylor 1976). Akkumulering av WP i næringskjeden er teoretisk mulig, men på grunn av høy reaktivitet vil det i organismen raskt gå over til andre fosforforbindelser (VKM 2006). I fisk er halveringstiden fra 1-6 timer etter at de har fått stoffet i seg (VKM 2006). Dette betyr i praksis at WP ikke akkumuleres i næringskjeden, selv om det potensielt har mulighet for dette. For mer detaljert betraktning omkring dette, henvises til notat fra Engelstad og Rasmussen 2008 i Vedlegg 4.4.

1.2 Lokalitetsbeskrivelse



Figur 1. Kart over deler av Porsangmoen/Halkavarre SØF med plassering i Finnmark. A) Store Russevatn (Stuorra Russujavri), B) Nedre Bejavatn (Vuolit Bieddjajavri) og C) Melkevatn (Mielkejavri).

Store Russevatn (Stuorra Russujavri)

Store Russevatn (N69°55'11,4''; Ø25°04'28,6'') i Porsangmoen/Halkavarre SØF ligger ca. 121 m over havet ca. 6 km nord-øst for Porsangermoen. Vannet har areal ca. på 2,3 km² og er forholdsvis dypt (>40 m), men med flere grunne partier. Bunnen består av mudder på dyp større enn 10-15 m. På grunne områder (<10 m) består bunnen for en stor del av stein og grus. Siktedypet er stort (>12-15 m), noe som indikerer lav produksjon og lite tilsig av humus og annet organisk materiale. Store Russevatn har en god bestand av røye med god størrelse og kondisjon, og rekrutteringen synes å være god (K. Hansen pers. medd.). Røye er dominerende art, men vannet har også en god bestand av ørret. Store Russevatn er mye brukt til rekreasjonsfiske både sommer og vinter, og det er det eneste vannet i området der garnfiske er tillatt.

Det er fram til 2003 skutt betydelige mengder granater med WP mot mål ved vannets østre bredd helt sør i vannet (Figur 2). Med stor sannsynlighet er granater med WP detonert nær vannoverflaten og på land ved bredden. Vegetasjonen i nedslagsområdet (ved B på Figur 1) bar tydelig preg av dette (skadet av branner). Holmene i vannet benyttes også som mål ved øvelse med skarpt artilleri, men granater med WP er primært ikke brukt mot mål her (E. Helgesen pers. medd.).

Berggrunnen i nedslagsfeltet til Store Russevatn har et naturlig høyt innhold av flere metaller, bl.a. kobber, og NGU har undersøkt område med tanke på drivverdige forekomster (Davidsen 1989; B. Davidsen pers. medd.). Informasjon om de geologiske forholdene i nedslagsfeltet er gitt kapittel 2.2.1.



Figur 2. Store Russevatn i Porsangmoen/Halkavarre. Målområdet for WP granater og prøvetakingsområdet for sediment er avmerket.

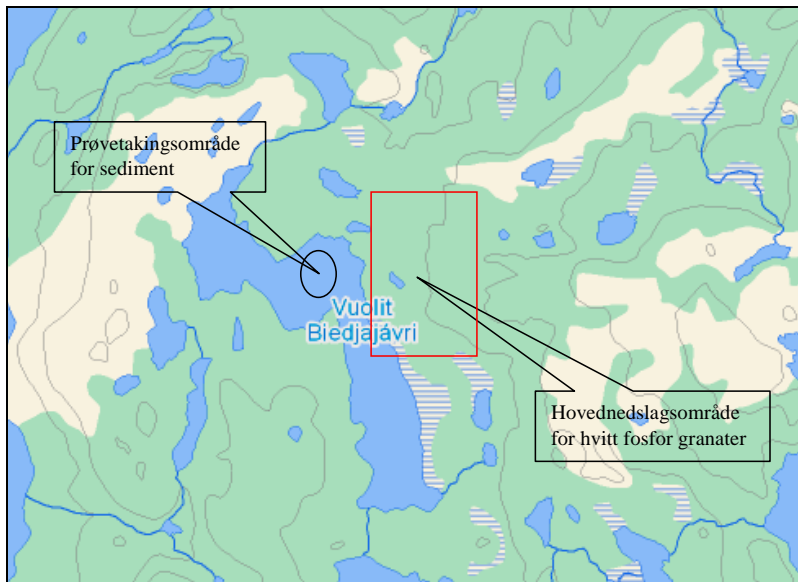


Figur 3. Store Russevatn i Halkavarre. Målområdet for WP granater ligger i lia bak holmene på bildet. (Foto: Geir A. Dahl-Hansen)

Nedre Bejavatn (Vuolit Bieddjávri)

Nedre Bejavatn (N69°54'46,0''; Ø25°06'40,2'') i Porsangmoen/Halkavarre SØF ligger 164 m over havet ca. 8,5 km øst for Porsangermoen. Vannene har et areal på ca. 0,14 km². Bunnen består av mudder på dypere partier og stein på grunne partier ved land. Siktedypet er bra (>5 m), og vannfargen er svakt brun på grunn av tilstedeværelse av humus fra nedslagsfeltet. Informasjon om de geologiske forholdene i nedslagsfeltet er gitt i kapittel 2.2.1. Vannet har en tett bestand av ørret med god kondisjon og kvalitet med størrelse opp mot 40 cm.

Det er skutt med WP granater mot mål nær vannet, spesielt i lia og fjellrabbene fra vannets østre bredd og ca. 300 m østover (Figur 4). Vegetasjonen (trær) i nedslagsområdet bar preg av å ha vært utsatt for brann.



Figur 4. Nedre Bejavatn i Porsangmoen/Halkavarre SØF. Målområdet for WP granater og prøvetakingsområdet for sediment er avmerket.



Figur 5. Nedre Bejavatn i Porsangmoen/Halkavarre SØF. Bildet er tatt fra hovednedslagsområdet for WP granater. (Foto: Geir A. Dahl-Hansen).

Melkevatn (Mielkejávri)

Melkevatn (N69°54'44,5''; Ø25°09'43,4'') i Porsangmoen/Halkavarre SØF ligger ca. 269 m over havet ca. 12 km øst for Porsangermoen (Figur 6 og 7). Vannet som ligger like under fjellet Store Gagga, har areal på ca. 0,12 km². Bunnen består for en stor del er uorganisk slam som tilføres vannet via Melkeelva. På grunn av dette har vannet en melkeaktig gråblå farge (derav navnet). Siktedypet er lavt (<3m) på grunn av slampartikler i vannmassene. Informasjon om de geologiske forholdene i nedslagsfeltet er gitt kapittel 2.2.1. Vannet har en tett bestand av ørret med god kondisjon med størrelse opp mot 40 cm. I vannets nedslagsområde er det i all hovedsak benyttet sprengstoffgranater (pers. medd. E. Helgesen). Det er i mindre grad enn for de to andre vannene, skutt med WP granater mot mål i vannets nærhet. Vegetasjonen i nedslagsområdet bærer heller ikke preg av branner forårsaket av forbrenning av WP. Hovednedslagsområde for granater ligger i den bratte vestre fjellsiden av Store Gagga.



Figur 6. Melkevatn i Porsangmoen/Halkavarre SØF. Målområdet for granater og prøvetakingsområdet for sediment er avmerket.



Figur 7. Melkevatn i Porsangmoen/Halkavarre SØF. (Foto: Geir A. Dahl-Hansen)

1.3 Innsamling av fisk og sediment

Fisk og sediment ble samlet inn i Store Russevatn, Nedre Bejavatn og Melkevatn i Porsangmoen/Halkavarre SØF ved Porsangermoen, Lakselv i juni, august og september 2008. I august 2009 ble fisk samlet inn i Store Russevatn og Melkevatn. Ansvarlig for innsamlingene har vært Akvaplan-niva v/Geir A. Dahl-Hansen og Miljøvernseksjonen ved FLO Base Troms og Finnmark RSF v/kaptein Anders Hamnes (Troms). Miljøvernoffiser ved Porsangermoen (Miljøvernseksjonen ved FLO Base Troms og Finnmark RSF (Finnmark)), major Kjetil Hansen, har bistått med tilrettelegging og innsamling av fisk. En oversikt over innsamlingene er vist i Tabell 2 - 4.

Valg av prøvetakingsområde for sediment på hver lokalitet er basert på avrenningskart og kunnskap om hvilke landarealer nær vannene som er benyttet til detonasjonsområder for granater med WP. Vannene i undersøkelsen ligger midt i nedslagsområdene for artilleri, og de er i tillegg mye benyttet for sportsfiske og er relativt lett tilgjengelige for allmennheten. Kilder for informasjon angående detonasjonsområder har vært skytefeltadministrasjonen for Halkavarre v/Emil Helgesen.

Fiskematerialet ble samlet inn i sommersesongen når beiteaktiviteten hos fisken normalt er stor og muligheten for å fange fisk med mat i magen er størst. På seinhøsten og i vintermånedene er næringsinntaket hos ørret og røye vanligvis svært lavt på grunn av lave vanntemperaturer. Derfor er fisken ofte tom for mageinnhold i denne tiden på året. I september-oktober er også en stor andel av den voksne fisken kjønnsmoden og i gang med gyting. Kjønnsmoden fisk tar normalt til seg lite eller ikke noe næring i perioden like før og under gyting, og sannsynligheten for å påvise WP i lever og mage/tarm i fisk fanget i denne perioden vil derfor være ekstra liten.

Til innsamlingen av fisk ble det benyttet bunn garn med lengde 25 m, dybde 1,5 m og maskevidder 26 - 29 mm. Garnene ble satt fra strandsonen og utover i vannet. Etter at garna var tatt opp ble disse (med fisken i) oppbevart kjølig frem til fisken ble tatt ut, pakket i aluminiumsfolie og frosset ned (singelfryst) for senere analyser av WP, sprengstoffrester og metaller. Tid fra garntrekking til nedfrysing av fisken var ca. 3 - 4 timer. Fisken ble sendt i frossen tilstand til laboratoriet. Det ble fra hver lokalitet sendt et større antall fisk enn det som skulle til analyse. Dette ble gjort for å kunne velge ut de fiskene med mest mat i mage og tarm.

Innsamlingen av fisk ble ikke gjort med tanke på registrering av arts-, størrelses- og alderssammensetning eller tetthetsberegninger. I Store Russevatn ble garna satt i området ved holmene i sørenden av vannet. I Nedre Bejavatn og i Melkevatn ble garn satt rundt hele vannet.

Sediment ble tatt ved bruk av Ekhman-grabb med areal 15 x 15 cm. Prøvetakingsområdet i innsjøene ble lagt så nært land (og nedslagsområdene for granater) som mulig på dyp >8 - 10 m. Her vil sedimentert organisk og uorganiske materiale og eventuelt partikler av WP, ligge forholdsvis stabilt. I slike sedimenterings-/akkumuleringsområder vil det være størst mulighet for å kunne finne og påvise partikler av WP. Hver prøve som ble analysert bestod av en blandprøve med overflatesediment (3 øverste cm) fra 10 enkelt-grabbprøver tatt fra et større område. Med en slik prøvetaking vil en på en bedre måte kunne eventuelt få samlet inn WP partikler som trolig vil være klumpet fordelt i sedimentene. Selv om analysene ikke påviser WP, kan det allikevel ikke utelukkes at partikler av WP kan være tilstede i sedimentene. Det ble tatt ut like mye sediment fra hver grabb, som ble blandet sammen i en ren glasskål og deretter frosset ned i en ren, tett pose beregnet for formålet. Sedimentet var mettet med vann og all luft ble presset ut av posen før lagring.

Tabell 2. Oversikt over innsamlet fiskematerialet og analyserer av fisk for WP i Porsangmoen/Halkavarre SØF, 2008.

Lokalitet	Skytefelt	Dato	Art, antall analyser planlagt, (antall fisk sendt til lab, i parantes)	Analyser
Store Russevatn	Halkavarre	August	Røye, 20 stk., (>40)	Blandprøve (á 5 fisk) mage-tarm: 4 stk. Blandprøve (á 5 fisk) lever: 4 stk.
Store Russevatn	Halkavarre	August	Ørret, 5 stk., (>30)	Blandprøve (á 5 fisk) mage-tarm: 1 stk. Blandprøve (á 5 fisk) lever: 1 stk
Melkevatn	Halkavarre	Juni	Ørret 10 stk., (>30)	Blandprøve (á 10 fisk) mage-tarm: 1 stk. Blandprøve (á 10 fisk) lever: 1 stk
Nedre Bejavatn	Halkavarre	Juni	Ørret, 10 stk., (>30)	Blandprøve (á 10 fisk) mage-tarm: 1 stk. Blandprøve (á 10 fisk) lever: 1 stk

Tabell 3. Oversikt over sedimentmaterialet som er analysert for WP, sprengstoffrester og metaller i Porsangmoen/Halkavarre SØF, 2008.

Lokalitet	Skytefelt	Dato	Analysert	Prøvetype
Store Russevatn	Halkavarre	Juni, september	3	Samleprøver á 10 grabbskudd
Melkevatn	Halkavarre	Juni	1	Samleprøve fra 10 grabbskudd
Nedre Bejavatn	Halkavarre	Juni	1	Samleprøve fra 10 grabbskudd

Tabell 4. Oversikt over innsamlet fiskematerialet og analyserer av fisk for WP i Porsangmoen/Halkavarre SØF, 2009.

Lokalitet	Skytefelt	Dato	Art, antall analyser, (antall fisk sendt til lab, i parantes)	Analyser
Store Russevatn	Halkavarre	August	Røye, 5 stk., (10)	Enkeltfisk, mage-tarm: 5 stk. Enkeltfisk, muskel: 2 stk.
Store Russevatn	Halkavarre	August	Ørret, 5 stk., (10)	Enkeltfisk, mage-tarm: 5 stk. Enkeltfisk, muskel: 5 stk.
Melkevatn	Halkavarre	August	Ørret 5 stk., (20)	Enkeltfisk, mage-tarm: 5 stk. Enkeltfisk, muskel: 2 stk.

1.4 Analysemetoder

Analyser 2008

Ansvarlig for analysene av WP har vært Analycen AS (nå Eurofins) i Moss, med analyselaboratoriet Lantmannen i Sverige som underleverandør for analysene. Følgende prosedyre ble brukt for analyse av WP i fisk: Fiskematerialet ble halvtint før lever og mage/tarm ble dissekert ut. Deretter ble materialet innfrost på nytt hver for seg. Antallet fisk som inngikk i analysen fra hver enkelt lokalitet er vist i Tabell 2. Fisk med mest innhold i magen ble valgt ut til analyse. Materialet ble så homogenisert. Deretter ble 5 gram av henholdsvis lever og mage/tarm veid opp, og WP ble så ekstrahert med 10 ml isooktan under omrøring i 3 timer. Analysen ble gjort på en GC-TSD, *Thermionic Specific Detector*. Metoden som er brukt er beskrevet i Sparling m. fl. 1997.

For analyse av WP i sediment ble det benyttet ca 40 gram av prøven. Analysemetoden er basert på EPA metode 7580 for bestemmelse av WP i prøver ved bruk av løsemiddel ekstraksjon og gasskromatografi.

For deteksjonsgrenser for WP henvises det til i Vedlegg 4.1.1 og 4.1.3.

Ansvarlig for analysene av metaller og sprengstoff i sediment og fisk har vært ALS Scandinavia. For analysemetoder og deteksjonsgrenser henvises det til Vedlegg 4.1.2.

Analyser 2009

Ansvarlig for analysene av WP i fisk har vært Forsvarets Forskningsinstitutt, avdeling Beskyttelse, på Kjeller.

Ved analyse av fiskeinnvoller ekstraheres hele prøvematerialet med karbondisulfid på ristebord. For fiskefilet er det tatt ut prøve fra en side av fisken og skinnet er fjernet fra prøven. Prøvemateriale er så ekstrahert med karbondisulfid på ristebord. Ekstraktet er rensert og analysert på en gasskromatograf med nitrogen/fosfor detektor (Gasskromatograf, Autosystem, Perkin Elmer med NPD) og kvantifiseres ut fra en ekstern kalibreringskurve.

For deteksjonsgrenser for WP henvises det til i Vedlegg 4.1.4.

2 Resultater og diskusjon

2.1 Hvitt fosfor

2.1.1 Sediment

Sedimentet som inngikk i samleprøven(e) fra hvert vann er tatt i det område av vannet der det ble vurdert til å være størst sannsynlighet for å kunne påvise WP (nær nedslagsområdene for granater). Resultatene fra sedimentundersøkelsene viser at lave konsentrasjoner av WP ble funnet både i Store Russevatn og Melkevatn.

I **Store Russevatn** ble det i samleprøven med sediment fra juni påvist WP med en konsentrasjon 0,24 mg/kg TS (Tabell 5). Dette er en lav konsentrasjon som ligger nært ned mot deteksjonsgrensen på 0,21 mg/kg TS. I de to samleprøvene fra august ble det ikke registrert WP over deteksjonsgrensen (Tabell 5, Vedlegg 4.1.1).

I **Nedre Bejavatn** (juni) ble det ikke påvist WP over deteksjonsgrensen (deteksjonsgrense <0,21 mg/kg TS).

I **Melkevatn** (juni) ble det påvist WP med en konsentrasjon 0,26 mg/kg TS. Også dette er en lav konsentrasjon nær deteksjonsgrensen.

Tabell 5. Analyseresultater for WP i sediment i Porsangmoen/Halkavarre SØF, 2008.

Lokalitet	Analyse	Dato	WP, mg/kg	WP, mg/kg TS	Tørrstoff (TS) %
Store Russevatn	Sediment	Juni	0,042	0,24	17,7
	Sediment	August	-	<0,004*	27
	Sediment	August	-	<0,004*	24
Nedre Bejavatn	Sediment	Juni	<0,1*	< 0,21*	48,3
Melkevatn	Sediment	Juni	0,014	0,26	5,4

* Deteksjonsgrense

2.1.2 Fisk 2008

Det ble ikke funnet WP over deteksjonsgrensen, verken i lever eller i mage/tarm fra røye og ørret fra **Store Russevatn** (august) (Tabell 6, Vedlegg 4.1.2).

I **Nedre Bejavatn** (juni) ble det i prøvene av ørret ikke funnet WP over deteksjonsgrense i lever eller i mage/tarm.

I **Melkevatn** (juni) ble det i leverprøven (blandprøve fra 10 fisk) av ørret ikke funnet WP over deteksjonsgrensen. I mage/tarm prøven (blandprøve fra 10 fisk) ble det påvist WP med en konsentrasjon på 2,9 µg/kg våtvekt (0,0029 mg/kg).

Tabell 6. Oversikt over fiskematerialet analysert for WP og resultater, Porsangmoen/ Halkavarre SØF, 2008.

Lokalitet	Analyse	Dato fangst	WP, µg/kg våtvekt	Kommentar
Store Russevatn	Røye lever	August	< 1,0*	Samleprøve 1, 2, 3 og 4
	Røye mage/tarm	August	< 1,0*	Samleprøve 1, 2, 3 og 4
	Ørret; lever	August	< 1,0*	Samleprøve 1
	Ørret; maget/tarm	August	< 1,0*	Samleprøve 1
Nedre Bejavatn	Ørret; lever	Juni	< 1,0*	Samleprøve 1
	Ørret; maget/tarm	Juni	< 1,0*	Samleprøve 1
Melkevatn	Ørret; lever	Juni	< 1,0*	Samleprøve 1
	Ørret; maget/tarm	Juni	2,9	1. analyse av ekstrakt
	Ørret; maget/tarm	Juni	< 10 *	Re-analyse av ekstrakt

* Deteksjonsgrense



Figur 8. Ørret fra Nedre Bejavatn. (Foto: G. A. Dahl-Hansen)

2.1.3 Fisk 2009

Det ble ikke funnet WP over deteksjonsgrensen i muskel fra røye og ørret fra **Store Russevatn** (Tabell 5, Vedlegg 4.1.4). I mage/tarm prøvene av ørret ble det funnet WP over deteksjonsgrensen i 5 av 5 fisk med konsentrasjoner fra 0,5 - 2,8 µg/kg våtvekt (0,0005 - 0,0028 mg/kg) (Tabell 7, Vedlegg 4.1.4). I i mage/tarm fra røye ble det funnet WP i 2 fisk med konsentrasjoner på henholdsvis 0,9 og 23 µg/kg våtvekt.

Det ble ikke funnet WP over deteksjonsgrensen i muskel fra røye og ørret fra **Melkevatn** (Tabell 7, Vedlegg 4.1.4). I mage/tarm prøvene (ørret) ble det funnet WP over deteksjonsgrensen i 2 av 5 fisk med konsentrasjoner på henholdsvis 0,4 og 0,5 µg/kg våtvekt.

Tabell 7. Analyseresultater for WP i mage/tarm og i muskel fra fisk i 2009. Enhet: µg/kg våtvekt.

Lokalitet	Art	WP, mage/tarm	WP, muskel
Store Russevatn	Røye	1,4	< 0,1*
	Røye	0,5	< 0,1*
	Røye	0,7	< 0,1*
	Røye	2,9	< 0,1*
	Røye	1,0	< 0,1*
	Ørret	23	< 0,1*
	Ørret	< 0,1*	< 0,1*
	Ørret	< 0,1*	< 0,1*
	Ørret	< 0,1*	< 0,1*
	Ørret	0,9	< 0,1*
Melkevatn	Ørret	< 0,1*	< 0,1*
	Ørret	< 0,1*	< 0,1*
	Ørret	< 0,1*	< 0,1*
	Ørret	0,4	< 0,1*
	Ørret	0,5	< 0,1*

* Deteksjonsgrense

I Porsangmoen/Halkavarre SØF er det historisk (fram til 2002) brukt mye WP (totalt 3744 kg i Porsangmoen skytefelt, Tabell 1). Melkevatn ligger utenfor hovedområdene for nedslag av WP granater (E. Helgesen pers. medd.). Det meste av detonasjoner har forgått på land og i god avstand fra vannet (Figur 6). I området rundt Melkevatn er det hovedsaklig skutt med skarpe granater, med hovednedslagsområdet på østre fjellside av Store Gagga. Det utelukkes ikke tilfeller av granatdetonasjoner med WP også i nærområdet til Melkevatn eller nær innløpsbekker som drenerer nedslagsområdene. Dersom det antas at dette er tilfelle, er det en viss mulighet for at partikler av WP kan ha blitt tilført vannet og at disse finnes spredt på og i overflatesedimentet. Det er dermed en mulighet at fisk vil kunne få disse i seg, noe resultatene tyder på. Allikevel vurderes denne muligheten som liten. I tillegg tyder sedimentet i Melkevatn på lav tilførsel og sedimentering av organisk materiale, og dermed også forbruk av oksygen ved nedbrytning av dødt, organisk materiale.

Det meste av granatdetonasjoner med WP har forgått på land nær Nedre Bejavatn og Store Russevatn. Ved Store Russevatn ligger nedslagsområde for granater svært nær vannet og sannsynligheten for at granater med WP har detonert nær strandsonen, på eller nær vannoverflaten eller nær bekker som drenerer ut i vannet er stor. Resultatene fra 2008 viser at selv om det er mer enn 5 år siden bruken av WP granater ble brukt i området, kan det fremdeles finnes rester av WP i sedimentene (0 - 3 cm). Undersøkelser fra innsjøer i Nord-Norge viser en sedimentasjonshastighet på mellom 0,2 og 0,8 mm per år (Larsen m.fl., submittet). I denne undersøkelsen inngår både høyfjellsinnsjøer med liten produktivitet til innsjøer med høyere produksjon som ligger i skogbeltet. Ut fra dette har i innsjøene i Halkavarre trolig en sedimentasjonshastighet på 0,5 - 0,8 mm per år noe som betyr at de 3 øverste cm representerer en tidsperiode på de siste 40 til 60 år (fra 1950/1970 og frem til i dag).

I en rapport utarbeidet av FFI (Søbye m.fl. 2004) gis det eksempler på hvordan WP kan spres, lagres og brytes ned i stillestående vann (tjern) og i rennende, samt hvilke mengder uforbrent WP som kan frigis etter detonasjon av granater på overflaten eller ved vann. WP partikler kan i en "worst case" situasjon (i stillestående og oksygenfritt vann) ha svært lang nedbrytningstid og dermed finnes i systemet i mange tiår fra spredningstidspunktet. I det grunne Melkevatnet og i Store Russevatn vil dette trolig ikke være tilfellet. Vind og bølger gir god omrøring av vannmassene, og bunnvannet og vannet i de øvre lagene av sedimentet vil være godt oksygenert i isfri periode. Nedbrytningstiden for små partikler av WP vil derfor være vesentlig kortere (anslagsvis +/- 10 år). Det er derfor rimelig å anta at mengden WP som eventuelt per dato ligger lagret i sedimentene i de undersøkte vannene er liten, noe som også støttes av analyseresultatene (lave nivåer av WP både i sedimenter og fisk).

Tilstedeværelse av WP i sedimentene fører til at også fisk vil kunne få dette i seg. Dette bekreftes ved at det ble funnet WP i mage/tarm innhold i ørret fra Melkevatn både i 2008 og 2009, samt i ørret og røye fra Store Russevatn i 2009. Fisken kan ha tatt opp WP direkte fra kolloider eller løst WP i vannfasen (evt. da via ny tilførsel fra kildeområder, men dette er lite sannsynlig), eller fisken kan ha kommet i kontakt med enkeltpartikler, eller enkeltområder i resipienten der WP er sedimentert. Mest sannsynlig har fisken da fått i seg WP ved beiting på bunndyr som lever på eller i bunnslammet.

Verdien som ble målt i innvollsprøven er langt under det som er satt som faregrense ved konsum dersom tilsvarende verdier hadde blitt målt i fiskekjøttet (VKM 2006) (se også notat av Engelstad og Rasmussen 2008 i Vedlegg 4.4). WP brytes raskt ned i organismen hos dyr, fugl og fisk (VKM 2006). I fisk er denne tiden beregnet til 1 - 6 timer, avhengig av bla. temperatur. Sannsynligheten for å kunne påvise WP i fiskekjøtt (muskel) vurderes derfor som generelt liten, dersom ikke WP finnes i store mengder i leveområdet. Basert på dette, samt annen litteratur om tilgjengelighet, og giftighet og omsetning av WP i levende organismer, vurderes de registrerte konsentrasjonene av WP i sediment og i fisk (mage/tarm) til ikke å gi nivåer i fiskemuskel som medfører fare med tanke på menneskelig

konsum. Mengden WP som er registrert, vurderes til ikke å utgjøre noen fare for mennesker som bruker de undersøkte vannene til rekreasjon, og som benytter fisk fra disse områdene i kostholdet.

Garnfangstene i Melkevatn og Nedre Bejavatn ga ingen indikasjon på at Forsvarets øvelsesaktivitet i nedslagsfeltet til disse vannene har påvirket fiskebestandene negativt med tanke på økt dødelighet og redusert rekruttering og tetthet. Fangst per innsatsenhet (antall fisk per garn per natt) var høy, og det var variert størrelse og god kondisjon på fisken i fangsten (det bemerkes at maskevidden på garna som ble benyttet gjør at fangsten ikke gir et riktig bilde av størrelsesvariasjonen av ørret i vannene). Med basis i diskusjonen ovenfor kan det allikevel ikke helt utelukkes at fisk i innsjøene kan ha fått (og får) WP i seg, og at inntak av partikler av WP kan ha medført forgiftninger for enkeltindivider av fisk uten at dette påvirker bestandene negativt. For fiskepisende fugl vurderes sannsynligheten for at de skal få i seg skadelige doser av WP som liten (jfr. vurderinger i Gjershaug m.fl. 2008).

2.2 Metaller og sprengstoff

2.2.1 Sediment

Metaller

Sedimentene i foreliggende undersøkelse er tilstandsklassifisert (vist med fargekode) for de metaller som er klassifisert iht. SFT veiledning 97:04 (Tabell 9). Verdiene i undersøkelsen er også vurdert i forhold til verdier funnet i upåvirkede innsjøer i en landsomfattende undersøkelse av metaller i innsjøsedimenter fra perioden 2004 - 2006 (Christensen m. fl. 2008).

Tabell 8. Tungmetaller i sediment fra vann i Porsangmoen/Halkavarre SØF 2008. Tilstandsklassifisering (vist med fargekode) for de metaller som er klassifisert iht. SFT veiledning 97:04 (Tabell 9). *Deteksjonsgrensen er for høy til at sedimentet kan tilstandsklassifiseres.

Element	Enhet	Store Russev. 19/6-08	Store Russev. 3/9-08	Store Russev. 3/9-08	Nedre Bejavatn 19/9-08	Melkevatn 19/6-08
Tørrstoff (L)	%	12,2	8,9	9,8	31,4	3,7
Kobber (Cu)	mg/kg TS	172	138	142	86,6	210
Kadmium (Cd)	mg/kg TS	0,248	0,18	0,173	<0.1*	5,08
Nikkel (Ni)	mg/kg TS	48,4	44,7	43,8	103	254
Sink (Zn)	mg/kg TS	83,3	72,8	72,5	93,6	453
Arsen (As)	mg/kg TS	<3*	3,2	4,03	<3*	3,21
Antimon (Sb)	mg/kg TS	0,159	0,156	0,17	0,129	0,175
Bly (Pb)	mg/kg TS	20,6	18	17,6	11,2	25,6
Kvikksølv (Hg)	mg/kg TS	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
Krom (Cr)	mg/kg TS	101	87,2	88,4	159	64,9
Tørrstoff (E)	%		11,6		35,2	4,21
TOC	% TS		4,26		1,02	13,6

Tabell 9. Tilstandsklasser for metaller i sediment (SFT veiledning 97:04).

Element og enhet	Tilstandsklasser				
	I "Ubetydelig forurenset"	II "moderat forurenset"	III "Markert forurenset"	IV "Sterkt forurenset"	V "Meget sterkt forurenset"
Kobber (mg/kg TS)	< 30	30 – 150	150 – 600	600 – 1800	> 1800
Kadmium (mg/kg TS)	< 0,5	0,5 – 2,5	2,5 – 10	10 – 20	>20
Nikkel (mg/kg TS)	< 50	50 – 250	250 – 1000	1000 – 3000	> 3000
Sink (mg/kg TS)	< 150	150 – 750	750 – 3000	3000 – 9000	> 9000
Bly (mg/kg TS)	< 50	50 – 250	250 – 1000	1000 – 3000	> 3000
Kvikksølv (mg/kg TS)	< 0,15	0,15 – 0,6	0,6 – 1,5	1,5 – 3	> 3

Litt om geologiske forhold i Halkavarre

Informasjonen om geologiske forhold i Halkavarre er gitt av NGU, med Børre Davidsen som kontaktperson (B. Davidsen pers. medd.).

Halkavarre SØF ligger innenfor en geologisk struktur som kalles Karasjok grønnsteinsbelte, som strekker seg fra bunnen av Porsangerfjorden, ned gjennom Karasjokområdet og inn i Finland. Den dekker hele dalbunnen av Lakselvdalføret, og består av en blanding av vulkanske og sedimentære bergarter. Langs dalsidene av Lakselvdalføret ligger yngre sedimentære bergarter (Gaissa-dekket og underliggende Dividalgruppe). I utgangspunktet er hele Karasjok grønnsteinsbelte å betrakte som en potensiell malmprovinns i forhold til bl.a. kobber (Cu), krom (Cr) og nikkel (Ni), i tillegg til gull (Au) og andre edelmetaller (platina, palladium). Forhøyde verdier av sink (Zn) og arsen (As) (som arsenkis) er heller ikke uvanlige. Dels opptrer disse metallene i forbindelse med sulfidrike soner som lett oksideres og brytes ned, og kan observeres bl.a. gjennom avrenning av rustvann (Figur 9), selv om metallgehalten, sett fra et malmsynspunkt, vanligvis er relativt lave i disse rustsonene.



Figur 9. Avrenning av rustvann i nærområdet sør-øst for Melkevatn. (Foto: G. A. Dahl-Hansen)

Vurdering av resultatene for metaller i sediment

Nivåene av metaller i sedimentet i Store Russevatn, Nedre Bejavatn og Melkevatn er for det meste lave og reflekterer bakgrunnsnivåer (Tabell 8). Allikevel viser resultatene at for noen metaller i en eller flere av lokalitetene ligger konsentrasjonene noe over det som er funnet i upåvirkede sjøer i Troms og Finnmark (Christensen m. fl. 2008).

Konsentrasjonen av kobber (Cu) er forhøyet i alle tre vatn (tilstandsklasse II-III). Dette har mest trolig sammenheng med at berggrunnen i nedslagsfeltet til de tre vannene har et naturlig høyt innhold av kobber (pers. medd. B. Davidsen, jfr. info ovenfor). Sammenlignet med resultatene fra den nasjonale innsjøundersøkelsen fra 2004 - 2006, ligger verdien noe over det som er vanlig å finne i innsjøer i Nordland, Troms og Finnmark (Christensen m. fl. 2008). I denne undersøkelsen (122 innsjøer) var median konsentrasjon av Cu 46,2 mg/kg tv. I Vouddajavri som ligger rett vest for Lakselv, ble nivåene i overflatesediment målt til 17,2 mg/kg tørrvekt, og de samme nivåene ble også målt i referansesedimentet. Dette tyder på at det er lite Cu som kommer til området som langtransportert luftforurensning.

Kadmium (Cd) viste en forholdsvis høy konsentrasjon i Melkevatn (tilstandsklasse III), noe som kan skyldes menneskelig aktivitet (se diskusjon senere i dette kapittelet). I Store Russevatn og Nedre Bejavatn lå konsentrasjonene på samme nivå som i upåvirkede innsjøer i Finnmark og Troms (tilstandsklasse I) (Christensen m. fl. 2008). Konsentrasjonene av nikkel (Ni) i sediment fra Nedre Bejavatn og Melkevatn ligger over det som er registrert i innsjøer i Nord-Norge, spesielt i Melkevatn (hhv. tilstandsklasse II og III) (Christensen m. fl. 2008). Dette er mest trolig naturlig med bakgrunn i de geologiske forholdene i området (se diskusjon senere i dette kapittelet). I Vouddajavri som ligger rett vest for Lakselv ble nivåene av Ni i overflatesediment målt til om lag 20,6 mg/kg tv og noe lavere i referansesedimentet. Dette tyder på at det ikke kommer Ni til området som langtransportert luftforurensning.

Sink (Zn) konsentrasjonen i sediment fra Melkevatn er en del høyere enn det som er målt i upåvirkede nord-norske innsjøer (Christensen m.fl. 2008) (tilstandsklasse II). Dette kan umiddelbart ikke forklares ut fra de geologiske forholdene i området (se diskusjon senere i dette kapitlet). Antropogen påvirkning kan ikke utelukkes. I de to andre vannene er nivåene lave og ligger på samme nivå som i de fleste innsjøer i Finnmark og Troms (tilstandsklasse I).

Både arsen (As), antimon (Sb) og bly (Pb) viste lave konsentrasjoner i sedimentene fra alle tre vannene, med verdier på nedre del av skalaene av det som er funnet innsjøer i Finnmark og Troms (Christensen m.fl. 2008).

Nivåene av krom (Cr) var noe forhøyet sammenlignet med det som ble funnet i andre innsjøer i Nordland, Troms og Finnmark med en median på 33,4 mg/kg tv (Christensen m.fl. 2008). Nivåene av krom er generelt noe høyere i innsjøer langs kysten noe som i hovedsak skyldes geologiske forhold.

Vurdering av metallresultatene gitt av NGU med Børre Davidsen som kontaktperson.

Med bakgrunn i de geologiske forholdene i Halkavarren må det kunne forventes forhøyde verdier av elementer som Cu, Cr og Ni, samt til dels As og Zn i sedimentene (ref NGU). Derimot kan det vanligvis ikke forventes forhøyde verdier Pb (med noen mulige unntak). For Cd er det ikke noe ved geologien i Karasjok grønnsteinsbelte som skulle tilsi forhøyde gehalter. Med dette som bakgrunn er det ikke noe i resultatene fra metallanalysene av sediment fra Store Russevatn og Nedre Bejavatn som indikerer antropogen forurensning (ref NGU).

For Melkevatn, derimot, er forholdene noe annerledes. Den forhøyde verdien av Cd kan skyldes menneskelig aktivitet. I tillegg har sedimentet fra vannet et atskillig høyere innhold av Ni enn Cr, noe som ofte tas som en indikasjon på antropogen opprinnelse for Ni (jfr. Store Russevatn og Nedre Bejavatn som har lavere Ni/Cr-forhold, og som er mer normale for geologisk deriverte metallprofiler). Men, det kan også finnes geologiske årsaker til at det er slik. De noe forhøyde verdien for Zn i Melkevatn kan ikke umiddelbart forklares ut fra geologiske forhold. Granater som er detonert i nedslagsfeltet har ikke inneholdt Zn (E. Helgesen pers. medd.).

Det er en geologisk forskjell mellom Melkevatn og de andre lokalitetene. Melkevatn ligger i kanten av dalbunnen og har tilførsel av vann fra Store Gagga i øst. Denne består av sedimentære bergarter fra Gaissadekket (kvartsrrike sandsteiner), med Dividalgruppen i basis (også sandsteiner). Blyforekomster er kjent fra flere steder innen Dividalgruppen, Zn kan tenkes å forekomme, mens anomalier for metaller som Cu, Cr og Ni er usannsynlige. Kadmium vil kunne opptre assosiert bly, men det er ikke spesielt mer bly i Melkevatn enn de andre to vannene. Et annet forhold er at det er et betydelig relieff i terrenget mot Store Gagga, noe som medfører høyere energi i vanntransportsystemet, og dermed mulighet for mer erosjon og større slamtransport. Muligens kan en prøvetaking langs tilførselselvene bidra til å spore metallkildene.

Sprengstoff

Det ble ikke registrert sprengstoffrester eller nedbrytningsprodukter i sediment fra Nedre Bejavatn og Melkevatn (Tabell 10). I en av totalt tre prøver fra Store Russevatn ble det funnet RDX med moderat konsentrasjon (34 mg/kg tørrstoff) og HMX med lav konsentrasjon (0,56 mg/kg tørrstoff). Nivåene av sprengstoffrester som ble funnet er lave, og de konsentrasjonene som ble registrert vurderes til ikke å utgjøre noen fare for mennesker som bruker vannet til rekreasjon.

Tabell 10. Sprengstoffrester i sediment fra vann i Porsangmoen/Halkavarre SØF 2008. For mer informasjon om giftighet av sprengstoff, se Voie 2005).

Element	Enhet	Store Russevatn 19/6-08	Store Russevatn 3/9-08	Store Russevatn 3/9-08	Nedre Bejavatn 19/9-08	Melkevatn 19/6-08
TOC (totalt organisk karbon)	% TS		4,26		1,02	13,6
Tørrstoff	%	20,3	20	25	43,9	7,7
2-Nitrotoluen	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
3-Nitrotoluen	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
4-Nitrotoluen	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
2,6-Dinitrotoluen	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
2,4-Dinitrotoluen	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
2,4,6-Trinitrotoluen	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
4-Amino-2,6-dinitrotoluen	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
2-Amino-4,6-dinitrotoluen	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
1,3-Dinitrobenzen	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
1,3,5-Trinitrobenzen	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
RDX	mg/kg TS	<0.010	<0.010	34	<0.010	<0.010
HMX	mg/kg TS	<0.010	<0.010	0,56	<0.010	<0.010
Heksyl	mg/kg TS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Tetryl	mg/kg TS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Etylenglykoldinitrat (EGDN)	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Dietylenglykolnitrat (DEGN)	mg/kg TS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Nitroglycerin	mg/kg TS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Nitropenta	mg/kg TS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10

Undersøkelser fra USA viser at i militære øvings- og skytefelt er rester av sprengstoff og relaterte stoffer vanlig forurensing i jord (Voie 2005). RDX og HMX sammen med TNT (udetonert sprengstoff) er de stoffene en vanligvis finner. RDX adsorberes i liten grad til sediment, og i tilfeller der det er påvist høye konsentrasjoner i sediment (400 - 12 0000 mg/kg TS) er dette RDX i partikkelform (Spangord m.fl. 1983 i: Voie 2005). RDX brytes ned av mikroorganismer, og nedbrytningsproduktene kan virke aktivitetshemmende på disse organismene. Hos dyr tas RDX langsomt opp i tarmen og metaboliseres (brytes ned) i lever, men akkumuleres ikke i noe særskilt kroppsvev. På mennesker virker RDX primært på nervesystemet, men ulike former for lesjoner er også observert. Maksimalt tolererbart daglig inntak av RDX og HMX for mennesker er på

henholdsvis 0,003 og 0,05 mg/kg kroppsvekt per dag (US EPA 2004 i: Voie 2005). For organismer i vann er RDX moderat giftig. Derimot er nedbrytningsproduktene hydrazin (halveringstid i damvann ca. 8 dager) og dimetylhydrazin, giftige. For sedimentlevende organismer (som fjærmygglarver) er RDX ikke spesielt giftig. Det er i denne undersøkelsen ikke analysert på sprengstoff i vann. Vurderinger av mulige toksiske effekter av sprengstoffrester på vannlevende organismer er lar seg vanskelig gjøre, både på grunn av fortykning og lave konsentrasjoner i vann, og mange andre påvirkningsfaktorer som påvirker bunndyr.

For utfyllende informasjon toksikologiske og kjemiske egenskaper til sprengstoff henvises det til Voie 2005 og 2008 (effekter av eksplosiver på vannlevende organismer der det er det satt opp normverdier for vann), samt Talmage m. fl. 1999 (her gis det forslag til normverdi for sediment for RDX, beregnet til 1,3 mg/kg organisk karbon).

2.2.2 Fisk

Metaller

Nivåene av metaller i muskelvev fra fisk i Store Russevatn (ørret, røye), Nedre Bejavatn (ørret) og Melkevatn (ørret) er generelt lave (Tabell 11). Kvikksølv (Hg) har verdier <0,0915 mg/kg våtvekt. Dette tilsvarer Tilstandsklasse I ("Ubetydelig forurenset") i henhold til SFT's Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997). Kobber (Cu) viste heller ikke forhøyet verdi med <0,39 mg/kg våtvekt, som ligger innenfor det som kan regnes som normalverdier. Også sink (Zn) med <2,9 mg/kg våtvekt og bly (Pb) med <0,026 mg/kg våtvekt har verdier innenfor det som kan regnes som normalrammen. Nivåene av metaller i fiskemuskel fra denne undersøkelsen er sammenlignbare med det som ble funnet i andre undersøkelser fra Nord-Norge (Christensen m.fl. 2008, Skjelkvåle m.fl. 2009).

Tabell 11. Metaller i fiskemuskel fra vann i Porsangmoen/Halkavarre SØF 2008.

Element	Enhet	Røye Store Russevatn	Ørret Store Russevatn	Ørret Nedre Bejavatn	Ørret Melkevatn
Pb	mg/kg	0,0253	<0.02	<0.02	<0.02
Cu	mg/kg	0,387	0,39	0,365	0,331
Zn	mg/kg	2,56	2,58	2,85	2,38
Sb	mg/kg	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
As	mg/kg	<0.04	<0.04	<0.03	<0.04
Cd	mg/kg	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Co	mg/kg	0,0055	0,0057	0,01	0,0073
Cr	mg/kg	0,0179	0,017	<0.01	<0.01
Hg	mg/kg	0,0327	0,0915	0,0852	0,0283
Mn	mg/kg	0,0344	0,0567	0,073	0,0643
Ni	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02

Sprengstoff

Det ble ikke funnet rester etter sprengstoff i fiskeprøvene fra Store Russevatn, Nedre Bejavatn og Melkevatn (Tabell 12). For utfyllende informasjon om toksisitet til sprengstoff henvises det til Voie 2005. For effekter av sprengstoff på vannlevende organismer henvises det til Voie 2008.

Tabell 12. Sprengstoffrester i fiskemuskel fra vann i Porsangmoen/Halkavarre SØF 2008. Verdier vist med <, betyr konsentrasjon lavere enn deteksjonsgrensen (angitt verdi).

Element	Enhet*	Røye	Ørret	Ørret	Ørret
		Store Russvatn	Store Russvatn	Nedre Bejavatn	Melkevatn
2-Nitrotoluen	mg/kg	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
3-Nitrotoluen	mg/kg	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
4-Nitrotoluen	mg/kg	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
3,4-Dinitrotoluen	mg/kg	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
2,6-Dinitrotoluen	mg/kg	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
2,4-Dinitrotoluen	mg/kg	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
2,3-Dinitrotoluen	mg/kg	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
2,4,6-Trinitrotoluen	mg/kg	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
4-Amino-2,6-dinitrotoluen	mg/kg	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
2-Amino-4,6-dinitrotoluen	mg/kg	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
1,3-Dinitrobensen	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
1,3,5-Trinitrobensen	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Heksyl	mg/kg	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Tetryl	mg/kg	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50

* 1 milligram (mg) = 1/1000 gram

2.3 Konklusjoner

Hvitt fosfor

Det ble funnet lave konsentrasjoner av WP i sediment i Store Russevatn og Melkevatn. Nivåene ligger ned mot deteksjonsgrensene. I Nedre Bejavatn ble det ikke påvist WP over deteksjonsgrensen. Det er rimelig å anta at mengden WP som per dato ligger lagret i sedimentene i de undersøkte vannene er liten, noe som også støttes av at analyseresultatene både i sedimenter og fisk.

I 2008 ble det ikke funnet WP over deteksjonsgrensen, verken i lever eller i mage/tarm i fisk fra Store Russevatn og Nedre Bejavatn. I Melkevatn ble det i mage/tarm prøven påvist WP med lav konsentrasjon (like over deteksjonsgrensen). I 2009 ble det ikke funnet WP i fiskekjøtt (muskel). WP ble funnet i mage/tarm i fisk fra Store Russevatn og Melkevatn. Dette indikerer at fisk kan få WP i seg ved næringsinntak (bunndyr). Verdien som ble målt i innvollsprøven er langt under det som er satt som faregrense ved konsum dersom tilsvarende verdier hadde blitt målt i fiskekjøttet. Konsentrasjonene i mage/tarm vil ikke gi nivåer i fiskemuskel som medfører fare med tanke på menneskelig konsum.

Det konkluderes med at de registrerte konsentrasjonene av WP i sediment og i fisk ikke utgjør noen fare for mennesker som bruker de undersøkte vannene til rekreasjon og fisk til konsum.

Metaller

Nivåene av metaller i sedimentet i Store Russevatn, Nedre Bejavatn og Melkevatn er for det meste lave og reflekterer bakgrunnsnivåer. For noen metaller i en eller flere av lokalitetene ligger konsentrasjonene noe over det som er funnet i upåvirkede sjøer i Troms og Finnmark, men for de fleste metallene har dette mest sannsynlig sammenheng med de geologiske forholdene i berggrunnen i nedslagsfeltet til de tre vannene. Det er lite som tyder på at menneskelig aktiviteter har forårsaket de noe forhøyede nivåene for enkelte metaller.

Nivåene av metaller i muskelvev fra fisk i Store Russevatn, Nedre Bejavatn og Melkevatn er generelt lave, og er sammenlignbare med det som er funnet i andre undersøkelser fra Nord-Norge og innenfor det som kan regnes som normalverdier. Konsentrasjonene av metaller som ble funnet i sediment og fisk utgjør ingen noen fare for mennesker som bruker vannet til rekreasjon og fisk til konsum.

Sprengstoff

Det ble ikke registrert sprengstoffrester med nedbrytningsprodukter over deteksjonsgrensene i sediment fra Nedre Bejavatn og Melkevatn. En av tre prøver fra Store Russevatn inneholdt RDX med moderat konsentrasjon og HMX med lav konsentrasjon. Prøvetakingen av sediment i Store Russevatn ble foretatt i umiddelbar nærhet til hovednedslagsområdene/målområdene for artillerigranater i skytefeltet. Funn av sprengstoffrester i innsjøsedimentene er derfor noe som kan forventes i et område slikt som i Store Russevatn (Ø. Voie pers. medd.). Det ble ikke funnet rester etter sprengstoff i noen av fiskeprøvene fra området.

Det konkluderes med at mengden sprengstoff og nedbrytningsprodukter registrert i sedimentet i Store Russevatn ikke utgjør noen fare for mennesker som bruker vannet til rekreasjon og fisk til konsum.

3 Litteratur

Bullock, E. and M. J. Newslands 1969. Decomposition of phosphorus in water. Proceedings of the Chemical Institute of Canada Conference on Pollution, Halifax, NS, August 24-26, pp 23-24.

Christensen, G. N., A. Evenset, S. Rognerud, B. L. Skjelkvåle, R. Palerud, E. Fjeld og O Røyset 2008. Nasjonal innsjøundersøkelse 2004-2006, Del III: AMAP. Status for metaller og miljøgifter i innsjøer og fisk i den norske del av AMAP regionen. Statens forurensingstilsynforurensningstilsyn, SFT, SPFO-rapport: 1013/08.

Dahl-Hansen, G. A. og G. N. Christensen 2005. Fiskeribiologiske undersøkelser i militære øvingsfelt i Troms, 2004. Akvaplan-niva rapport APN-510.3130.

Dahl-Hansen, G. A. og A. Hamnes 2008. Kartlegging av hvitt fosfor i fisk i militære øvings- og skytefelt i Troms 2007. Akvaplan-niva rapport APN-3744-01.

Davidson, B. 1989. Feltrapport fra Lakselvområdet, Finnmark, sommeren 1988. NGU-rapport No.89.016; 35 s.

Engelstad, F. og G. Rasmussen 2008. Begrunnelse for hvilke undersøkelser som er iverksatt, utdyping av virkningen av hvitt fosfor i organismer (og eventuelt i fiskekjøtt til menneskelig konsum (hypotetisk)). I: Dahl-Hansen, G. A. P. og A. Hamnes 2008. Kartlegging av hvitt fosfor i fisk i militære øvings- og skytefelt i Troms 2007. APN Rapport: 3744 – 01.

Environmental Protection Agency. EPA 500/8-891072. NTIS PB91-161026/AS.

EPA. 1991. White phosphorus: Health advisory. Washington, DC: Office of Drinking Water, U.S.

Forsvarsstaben 2003. Oversikt over Forsvarets bruk av hvitt fosfor granater i perioden 1992 – 2002. Notat sendt til SFT.

Gjershaug, J. O., G. Rusch, F. Hanssen og L. Døsen 2008. Biotilgjengelighet av hvitt fosfor i skytefeltene i Midt-Troms. NINA rapport 381. 39 s.

Larsen, J., P.G. Appleby, G.N. Christensen, T. Berg, I. Eide. Historical and geographical trends in sediment chronology from lakes and marine sites along the Norwegian coast. *Water Air Soil Pollut.* Submitted.

Løvik, J. E og S. Rognerud 2007. Vurdering av miljørisiko ved Forsvarets bruk av hvitt fosfor i skytefelt i Troms – ny, revidert utgave. NIVA rapport LNR 5493-2007.

Maddock, B. G and D. Taylor 1976. The acute toxicity and dissolved elemental phosphorus to cod (*Gadus morhua*), *Water Research* 10, 289-294

National Research Council 2000. Toxicity of Military Smokes and Obscurants, Volume 2, The National Academy Press, Washington DC, 18-44.

Nordal, O. og P. Kraft 2008. Kartlegging av hvitt fosfor i sedimenter i forsvarets skytefelt, Troms. Asplan Viak rapport. Oppdragsnummer 500179/150.

Rasmussen, G og Å. S. Watn 2006 (revideres). Kartlegging av hvitt fosfor i skytefeltene i Troms. Forsvarbygg rapport 2006. Forsvarbygg, Divisjon Rådgivning, Kompetansesenter Miljø- og kulturminnevern. Rapport, arkivnummer 200400883, oppdragsnummer 2185079.

Skjelkvåle, B. L., G. N. Christensen, M. Mjelde, T. Bækken, S. Rognerud, G. Dahl-Hansen, Ø.A. Garmo and T. Smith 2009. StatoilHydros miljøovervåkingsprogram for Snøhvit. Overvåking av vann- og sedimentkjemi, vannvegetasjon, bunndyr og fisk - 2008, NIVA rapport in press.

Spangord, R. J., R. Rewick, T. S. Chou, R. Wilson, R. T. Podoll, R. Parnas, R. Platz and D. Roberts 1985. Environmental fate of white phosphorus/felt an red phosphorus/butyl rubber military screening smokes. US Army Medical Research and Development Command, Fort Detrick, Frederick, Maryland.

Sparling, D. W., M. Gustavson, P. Klein and N. Karouna-Renier 1997. Toxicity of white phosphorus to waterfowl: acute exposure to mallards. *Journal of Wildlife Disease*. 32(2): 187-197.

Strømseng, A., E. Johnsen, Ø. A. Voie og K. S. Longva 2006. Risikovurdering av forsvarrets bruk av hvitt fosfor i Troms. FFI rapport 2006/02989.

Søbye, E., A. Johnsen, K. S. Longva, A. Strømseng, M. Ljønes og A. Oddan 2004. Spredning av hvitt fosfor ved detonasjon av røykgranater med hvitt fosfor. Sluttrapport. FFI rapport 2004/00177.

Sweco Grøner/Forsvarsbygg, 2007. Avrenning fra Forsvarets skyte- og øvingsfelt. Overvåking av vannforurensning. Program Grunnforurensning 2006-2007.

Talmage, S. S., D. M. Opresko, C. J. Maxwell, C. J. E. Welsh, F. M. Cretella, P. H. Reno and F. P. Daniel 1999. Nitroaromatic munition compounds: environmental effects and screening values. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 161: 1-156.

VKM, Vitenskapskomiteen for mattrygghet, 2006. Opinion of the Head Committee of the Norwegian Scientific Committee for food safety. Risk assessment of white phosphorus. 13. september 2006. 23 s. (www.vkm.no)

Voie, Ø. A. 2005. Toksikologiske og kjemiske egenskaper av sprengstoff og komponenter i ammunisjon. Forsvarets forskningsinstitutt. FFI-rapport-2005/00444.

Voie, Ø. A. 2008. Effekter av eksplosiver på vannlevende organismer. Forsvarets forskningsinstitutt. FFI-rapport-2008/00451.

Weast, R.C. (ed.) 1985. CRC handbook of chemistry and physics, 66th ed., Boca Raton, FL: CRC Press, B-100; B-122 to B-123.

Personlig meddelelse

Børre Davidsen; Senioringeniør Norges Geologiske Undersøkelser, NGU. Info i brev av 10.03.09, ref. 09/00124-2

Emil Helgesen; Leder skytefeltadministrasjonen for Halkvarre SØF, RSF, GP.

Kjetil Hansen; Major, miljøvernoffiser ved Porsangermoen (Miljøvernseksjonen ved FLO Base Troms og Finnmark RSF (Finnmark)).

Øyvind Voie; Forsvarets Forskningsinstitutt, Kjeller

4 Vedlegg

4.1 Analyserapporter

4.1.1 Analyseresultater for hvitt fosfor i sediment fra Store Russevatn, Nedre Bejavatn og Melkevatn 2008.

Analyserapport

Moss

AnalyCen 

Forsvarsbygg
Divisjon Rådgivning
Grete Rasmussen
Postboks 405 Sentrum
0103 Oslo

Side 1 (1)

Kundenummer	8188008-1312384	Prøvemottak	02.07.2008
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analyserapport klar	02.12.2008
Oppdragsmerket	Bestnr: 53707 (Hvitt fosfor)		
Sted for prøvetaking	Melkevatn		

Lab.nr.		NOV023806-08	NOV023807-08	NOV023879-08			
Tatt ut		20.06.2008	20.06.2008	19.06.2008			
Merket		Nedre Bejavatn	Melkevatn	Store Russevatn			
Parameter	Enhet	samleprøve sediment	samleprøve sediment	Samleprøve Sediment	Måleu.	Ref/Metode basert på	Lab
Tørstoff	%	48.3	5.4	17.7	±10%	A328:8, SS 0281	L
Hvitt fosfor	mg/kg TS	<0.21	0.26	0.24			L

Anna A Kubberød

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon 69279803 / 69279822

Analysereport

Moss

Forsvarsbygg
Divisjon Rådgivning
Grete Rasmussen
Postboks 405 Sentrum
0103 Oslo



Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 1 (1)

Kundenummer	8188008-1405372	Prøvemottak	03.12.2008
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analysereport klar	18.02.2009
Oppdragsmerket	Ressursnummer: 73707. Sedimentprøver.		
Sted for prøvetaking	Halkvarre store Russevatn		

Lab.nr.		NOV054173-08	NOV054174-08			
Tatt ut		03.12.2008	03.12.2008			
Merket		pr.1 Store Russevatn	pr.2 Store Russevatn			
Parameter	Enhet			Måleu.	Ref/Metode basert på	Lab
Tornsubstans	%	24	27	±10%	SS-EN 12880	L
*Hvitt fosfor	mg/kg T5	<0.004	<0.004			L

Kemisk kommentar:

NOV054173-08 Denne rapport erstatter tidligere utsendt rapport.

NOV054174-08 Denne rapport erstatter tidligere utsendt rapport.

Marianne Isebakke

Denne rapport er elektronisk signert!

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon 69279803 / 69279822

Analysевurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analysereporten

4.1.2 Analyseresultater for metaller og sprengstoff i sediment og fisk fra Store Russevatn, Nedre Bejavatn og Melkevatn 2008.

Rapport

N0806086

Page 6 (6)

PHB4X9X6YE



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Analyse av tungmetaller (M-1C)</p> <p>Metode: EPA metoder 200.7 og 200.8 (modifisert) Sikting 2 mm. Forbehandling: HNO₃ og 0,5 ml H₂O₂ i mikrobølgeovn. Oppslutning jordprøver: HNO₃/vann (1:1) i mikrobølgeovn. Oppslutning slam- og sedimentprøver:</p>
2	<p>Bestemmelse av TOC.</p> <p>Metode: ISO 10694, EN 13137 Coulometrisk Deteksjon og kvantifisering: 0,01 %TS Kvantifikasjonsgrenser: Coulometrisk bestemmelse er en elektrolyse, der forbindelser blir oksidert til en kjent sammensetning. Mengden av elektroner som trengs for å fullføre elektrolysen blir målt. Note:</p>
3	<p>Bestemmelse av eksplosivrester.</p> <p>Metode: DIN 38407-F17/DIN 38407-F21 Deteksjon og kvantifisering: GC-MSD/SPE, HPLC-DAD Kvantifikasjonsgrenser: 0,050 mg/kg TS</p>

Underleverandør ¹	
E	ICP-AES
S	ICP-SFMS
V	Våtkemi
1	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekia Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163, registreringsnr. 586/2007</p>
2	<p>Ansvarlig laboratorium: GBA, Flensburger Strasse 15, 25421 Pinneberg, Tyskland Akkreditering: DAR, registreringsnr. DAC-PL-0040-97</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

Laboratorier akkrediteres av Styrelsen for akkreditering og teknisk kontroll (SWEDAC) etter svensk lov. Den akkrediterte virksomheten ved laboratoriene oppfyller kravene i SS-EN ISO/IEC 17 025 (2005).

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Scandinavia) eller laboratorium (underleverandør).

ALS Scandinavia NUF
 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

Morten Sandell
 Kjemiker

The ALS Laboratory Group

Rapport

N0806086

Page 1 (8)

PHB4X9X8YE



Prosjekt
Bestnr
Registrert 2008-10-16
Utstedt 2008-11-05

Forsvarsbygg
Grete Rasmussen, 53707
Div. rådgivning
Pb 405 Sentrum
0103 Oslo

Forsvarsbygg	
Saksnr.-dok.nr.	20070116892
07 NOV 2008	Arkivkode: 610

23 09 31 76

Analyse av faststoff

Deres prøvenavn		Store Russevatn 19/6-08			
Labnummer		N00049004			
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørstoff (L)	12.2		%	1	V
As	<3		mg/kg TS	1	E
Cd	0.248	0.078	mg/kg TS	1	E
Cr	101	19	mg/kg TS	1	E
Cu	172	27	mg/kg TS	1	E
Hg	<1		mg/kg TS	1	E
Ni	48.4	8.8	mg/kg TS	1	E
Pb	20.6	3.5	mg/kg TS	1	E
Zn	83.3	15.2	mg/kg TS	1	E
Sb*	0.159		mg/kg TS	1	S

Deres prøvenavn		Store Rieppi * 3/9-08			
Labnummer		N00049005			
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørstoff (L)	8.9		%	1	V
As	3.20	1.46	mg/kg TS	1	E
Cd	0.180	0.073	mg/kg TS	1	E
Cr	87.2	16.3	mg/kg TS	1	E
Cu	138	22	mg/kg TS	1	E
Hg	<1		mg/kg TS	1	E
Ni	44.7	8.1	mg/kg TS	1	E
Pb	18.0	3.0	mg/kg TS	1	E
Zn	72.8	13.3	mg/kg TS	1	E
Sb*	0.156		mg/kg TS	1	S

Deres prøvenavn		Store Russevatn 3/9-08			
Labnummer		N00049006			
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørstoff (L)	9.8		%	1	V
As	4.03	2.40	mg/kg TS	1	E
Cd	0.173	0.073	mg/kg TS	1	E
Cr	88.4	16.5	mg/kg TS	1	E
Cu	142	22	mg/kg TS	1	E
Hg	<1		mg/kg TS	1	E
Ni	43.8	8.0	mg/kg TS	1	E
Pb	17.6	2.9	mg/kg TS	1	E
Zn	72.5	13.2	mg/kg TS	1	E
Sb*	0.170		mg/kg TS	1	S

ALS Scandinavia NUF
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

Morten Sandell
Morten Sandell
Kjemiker

The ALS Laboratory Group

* Store Rieppi = Store Russevatn

Rapport

N0806086

Page 2 (8)

PHB4X9X6YE



Deres prøvenavn		TOC Russevatn 3/9-08			
Labnummer		N00049007			
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Terrstoff (E)	11.6	1.16	%	2	1
TOC	4.26		% TS	2	1

Deres prøvenavn		Store Russevatn sprengst.			
Labnummer		N00049008			
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	
Terrstoff (G)	20.3	%	3	2	
2-Nitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
3-Nitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
4-Nitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
2,6-Dinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
2,4-Dinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
2,4,6-Trinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
4-Amino-2,6-dinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
2-Amino-4,6-dinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
1,3-Dinitrobensen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
1,3,5-Trinitrobensen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
RDX	<0.010	mg/kg TS	3	2	
HMX	<0.010	mg/kg TS	3	2	
Heksyl	<0.10	mg/kg TS	3	2	
Tetryl	<0.10	mg/kg TS	3	2	
Etylenglykoldinitrat (EGDN)	<0.010	mg/kg TS	3	2	
Dietylenglykolinitrat (DEGN)	<0.10	mg/kg TS	3	2	
Nitroglycerin	<0.10	mg/kg TS	3	2	
Nitropenta	<0.10	mg/kg TS	3	2	

Deres prøvenavn		Store Russevatn sprengst.			
Labnummer		N00049009			
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	
Terrstoff (G)	20.0	%	3	2	
2-Nitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
3-Nitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
4-Nitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
2,6-Dinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
2,4-Dinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
2,4,6-Trinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
4-Amino-2,6-dinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
2-Amino-4,6-dinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
1,3-Dinitrobensen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
1,3,5-Trinitrobensen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
RDX	<0.010	mg/kg TS	3	2	
HMX	<0.010	mg/kg TS	3	2	
Heksyl	<0.10	mg/kg TS	3	2	
Tetryl	<0.10	mg/kg TS	3	2	
Etylenglykoldinitrat (EGDN)	<0.010	mg/kg TS	3	2	
Dietylenglykolinitrat (DEGN)	<0.10	mg/kg TS	3	2	
Nitroglycerin	<0.10	mg/kg TS	3	2	
Nitropenta	<0.10	mg/kg TS	3	2	

ALS Scandinavia NUF
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


Morten Sandell
Kjemiker

The ALS Laboratory Group

Rapport

N0806086

Page 3 (6)

PHB4X9X6YE



Deres prøvenavn		Store Russevatn sprengst.			
Labnummer		N00049010			
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	
Tørrstoff (G)	25.0	%	3	2	
2-Nitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
3-Nitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
4-Nitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
2,6-Dinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
2,4-Dinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
2,4,6-Trinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
4-Amino-2,6-dinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
2-Amino-4,6-dinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
1,3-Dinitrobenzen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
1,3,5-Trinitrobenzen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
RDX	34	mg/kg TS	3	2	
HMX	0.56	mg/kg TS	3	2	
Heksyl	<0.10	mg/kg TS	3	2	
Tetryl	<0.10	mg/kg TS	3	2	
Etylenglykoldinitrat (EGDN)	<0.010	mg/kg TS	3	2	
Dietylenglykolnitrat (DEGN)	<0.10	mg/kg TS	3	2	
Nitroglycerin	<0.10	mg/kg TS	3	2	
Nitropenta	<0.10	mg/kg TS	3	2	

Deres prøvenavn		Melkevatn 19/6-08			
Labnummer		N00049011			
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	3.7		%	1	V
As	3.21	1.53	mg/kg TS	1	E
Cd	5.08	0.81	mg/kg TS	1	E
Cr	64.9	12.1	mg/kg TS	1	E
Cu	210	33	mg/kg TS	1	E
Hg	<1		mg/kg TS	1	E
Ni	254	46	mg/kg TS	1	E
Pb	25.6	4.2	mg/kg TS	1	E
Zn	453	83	mg/kg TS	1	E
Sb*	0.175		mg/kg TS	1	S

Deres prøvenavn		TOC Melkevatn			
Labnummer		N00049012			
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (E)	4.21	0.43	%	2	1
TOC	13.6		% TS	2	1

ALS Scandinavia NUF
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

Morten Sandell
Kjemiker

The ALS Laboratory Group

Rapport

N0806086

Page 4 (8)

PHB4X9X8YE



Deres prøvenavn		Store Melkevatn sprengst			
Labnummer		N00049013			
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	
Tørrstoff (G)	7.7	%	3	2	
2-Nitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
3-Nitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
4-Nitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
2,6-Dinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
2,4-Dinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
2,4,6-Trinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
4-Amino-2,6-dinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
2-Amino-4,6-dinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
1,3-Dinitrobenzen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
1,3,5-Trinitrobenzen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
RDX	<0.010	mg/kg TS	3	2	
HMX	<0.010	mg/kg TS	3	2	
HeksyI	<0.10	mg/kg TS	3	2	
Tetryl	<0.10	mg/kg TS	3	2	
Etylenglykoldinitrat (EGDN)	<0.010	mg/kg TS	3	2	
Dietylenglykolnirat (DEGN)	<0.10	mg/kg TS	3	2	
Nitroglycerin	<0.10	mg/kg TS	3	2	
Nitropenta	<0.10	mg/kg TS	3	2	

Deres prøvenavn		Nedre Bejavatn 19/9-08			
Labnummer		N00049014			
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørrstoff (L)	31.4		%	1	V
As	<3		mg/kg TS	1	E
Cd	<0.1		mg/kg TS	1	E
Cr	159	30	mg/kg TS	1	E
Cu	86.6	13.7	mg/kg TS	1	E
Hg	<1		mg/kg TS	1	E
Ni	103	19	mg/kg TS	1	E
Pb	11.2	2.0	mg/kg TS	1	E
Zn	93.6	17.0	mg/kg TS	1	E
Sb*	0.129		mg/kg TS	1	S

ALS Scandinavia NUF
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

Morten Sandell
Kjemiker

The ALS Laboratory Group

Rapport

N0806086

Page 5 (6)

PHB4X9X8YE



Deres prøvenavn	Nedre Bejavatn Sprengst				
Labnummer	N00049015				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	
Tørstoff (G)	43.9	%	3	2	
2-Nitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
3-Nitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
4-Nitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
2,6-Dinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
2,4-Dinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
2,4,6-Trinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
4-Amino-2,6-dinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
2-Amino-4,6-dinitrotoluen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
1,3-Dinitrobensen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
1,3,5-Trinitrobensen	<0.010	mg/kg TS	3	2	
RDX	<0.010	mg/kg TS	3	2	
HMX	<0.010	mg/kg TS	3	2	
Heksyl	<0.10	mg/kg TS	3	2	
Tetryl	<0.10	mg/kg TS	3	2	
Etylenglykoldinitrat (EGDN)	<0.010	mg/kg TS	3	2	
Dietylenglykolnitrat (DEGN)	<0.10	mg/kg TS	3	2	
Nitroglycerin	<0.10	mg/kg TS	3	2	
Nitropenta	<0.10	mg/kg TS	3	2	

Deres prøvenavn	Nedre Bejavatn TOC				
Labnummer	N00049016				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Tørstoff (E)	35.2	3.52	%	2	1
TOC	1.02		% TS	2	1

ALS Scandinavia NUF
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


Morten Sandell
Kjemiker

The ALS Laboratory Group

Rapport

N0806049

Page 5 (5)

QRCUGGVN5D



* 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.
2	Bestemmelse av eksplosivrester. Metode: DIN 38407-F17/DIN 38407-F21 Deteksjon og kvantifisering: GC-MSD/SPE, HPLC-DAD Kvantifikasjonsgrenser: 0,050 mg/kg TS

Underleverandør ¹	
H	ICP-SFMS
S	ICP-SFMS
1	Ansvarlig laboratorium: GBA, Flensburger Strasse 15, 25421 Pinneberg, Tyskland Akkreditering: DAR, registreringsnr. DAC-PL-0040-97

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

Laboratorier akkrediteres av Styrelsen for akkreditering og teknisk kontroll (SWEDAC) etter svensk lov. Den akkrediterte virksomheten ved laboratoriene oppfyller kravene i SS-EN ISO/IEC 17 025 (2005).

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Scandinavia) eller laboratorium (underleverandør).

ALS Scandinavia NUF
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


Morten Sandell
Kjemiker

The ALS Laboratory Group

Rapport

Page 1 (5)

N0806049

QRUGGVN5D



Prosjekt
Bestnr
Registrert 2008-10-15
Utstedt 2008-11-20

Forsvarsbygg
Grete Rasmussen, 53707
Div. rådgivning
Pb 405 Sentrum
0103 Oslo

Forsvarsbygg	
Saksnr.-dok.nr.	
2007/01168-100	
2 6 NOV 2008	Arkivkode 610

23 09 31 76

Analyse av biologisk materiale

Deres prøvenavn	Røye Store Russvatn				
Labnummer	N00048878				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Pb	0.0253	0.0087	mg/kg	1	H
Cu	0.387	0.079	mg/kg	1	H
Zn	2.56	0.55	mg/kg	1	H
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S
As	<0.04		mg/kg	1	H
Cd	<0.002		mg/kg	1	H
Co	0.0055	0.0031	mg/kg	1	H
Cr	0.0179	0.0110	mg/kg	1	H
Hg	0.0327	0.0157	mg/kg	1	H
Mn	0.0344	0.0103	mg/kg	1	H
Ni	<0.02		mg/kg	1	H
2-Nitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
3-Nitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
4-Nitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
3,4-Dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
2,6-Dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
2,4-Dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
2,3-Dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
2,4,6-Trinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
4-Amino-2,6-dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
2-Amino-4,6-dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
1,3-Dinitrobenzen	<0.10		mg/kg	2	1
1,3,5-Trinitrobenzen	<0.10		mg/kg	2	1
Heksyl	<0.50		mg/kg	2	1
Tetryl	<0.50		mg/kg	2	1

ALS Scandinavia NUF
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

Morten Sandell
Morten Sandell
Kjemiker

The ALS Laboratory Group

Rapport

N0806049

Page 2 (5)

QRCUGGVN5D



Deres prøvenavn		Ørret Store Russvatn				
Labnummer		N00048879				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	
Pb	<0.02		mg/kg	1	H	
Cu	0.390	0.081	mg/kg	1	H	
Zn	2.58	0.56	mg/kg	1	H	
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S	
As	<0.04		mg/kg	1	H	
Cd	<0.002		mg/kg	1	H	
Co	0.0057	0.0033	mg/kg	1	H	
Cr	0.0170	0.0067	mg/kg	1	H	
Hg	0.0915	0.0316	mg/kg	1	H	
Mn	0.0567	0.0135	mg/kg	1	H	
Ni	<0.02		mg/kg	1	H	
2-Nitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1	
3-Nitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1	
4-Nitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1	
3,4-Dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1	
2,6-Dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1	
2,4-Dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1	
2,3-Dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1	
2,4,6-Trinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1	
4-Amino-2,6-dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1	
2-Amino-4,6-dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1	
1,3-Dinitrobenzen	<0.10		mg/kg	2	1	
1,3,5-Trinitrobenzen	<0.10		mg/kg	2	1	
Heksyl	<0.50		mg/kg	2	1	
Tetryl	<0.50		mg/kg	2	1	

ALS Scandinavia NUF
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


Morten Sandell
Kjemiker

The ALS Laboratory Group

Rapport

N0806049

Page 3 (5)

QRCUGGVN5D



Deres prøvenavn	Melkevatn				
Labnummer	N00048880				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Pb	<0.02		mg/kg	1	H
Cu	0.331	0.073	mg/kg	1	H
Zn	2.38	0.53	mg/kg	1	H
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S
As	<0.04		mg/kg	1	H
Cd	<0.002		mg/kg	1	H
Co	0.0073	0.0034	mg/kg	1	H
Cr	<0.01		mg/kg	1	H
Hg	0.0283	0.0158	mg/kg	1	H
Mn	0.0643	0.0146	mg/kg	1	H
Ni	<0.02		mg/kg	1	H
2-Nitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
3-Nitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
4-Nitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
3,4-Dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
2,6-Dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
2,4-Dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
2,3-Dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
2,4,6-Trinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
4-Amino-2,6-dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
2-Amino-4,6-dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
1,3-Dinitrobensen	<0.10		mg/kg	2	1
1,3,5-Trinitrobensen	<0.10		mg/kg	2	1
Heksyl	<0.50		mg/kg	2	1
Tetryl	<0.50		mg/kg	2	1

ALS Scandinavia NUF
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


Morten Sandell
Kjemiker

The ALS Laboratory Group

Rapport

N0806049

Page 4 (5)

QRUGGVN5D



Dores prøvenavn	Nedre Bejvatn				
Labnummer	N00048881				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Pb	<0.02		mg/kg	1	H
Cu	0.365	0.076	mg/kg	1	H
Zn	2.85	0.60	mg/kg	1	H
Sb*	<0.002		mg/kg	1	S
As	<0.03		mg/kg	1	H
Cd	<0.002		mg/kg	1	H
Co	0.0100	0.0036	mg/kg	1	H
Cr	<0.01		mg/kg	1	H
Hg	0.0852	0.0295	mg/kg	1	H
Mn	0.0730	0.0177	mg/kg	1	H
Ni	<0.02		mg/kg	1	H
2-Nitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
3-Nitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
4-Nitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
3,4-Dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
2,6-Dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
2,4-Dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
2,3-Dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
2,4,6-Trinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
4-Amino-2,6-dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
2-Amino-4,6-dinitrotoluen	<0.050		mg/kg	2	1
1,3-Dinitrobenzen	<0.10		mg/kg	2	1
1,3,5-Trinitrobenzen	<0.10		mg/kg	2	1
Heksyl	<0.50		mg/kg	2	1
Tetryl	<0.50		mg/kg	2	1

ALS Scandinavia NUF
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


Morten Sandell
Kjemiker

The ALS Laboratory Group

4.1.3 Analyseresultater for hvitt fosfor i fisk fra Store Russevatn, Nedre Bejavatn og Melkevatn 2008.

Analyserapport

Moss

AnalyCen 

Forsvarsbygg
Divisjon Rådgivning
Grete Rasmussen
Postboks 405 Sentrum
0103 Oslo

Kundenummer	8188008-1312434	Prøvemottak	02.07.2008	Side 1 (11)
Prøvetype	Miljøprøve	Analyserapport klar	07.10.2008	
Oppdragsmarking	Ressursnr: 53707 (biota)			

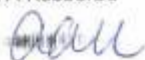
Lab.nr.	NOV023824-08	NOV023825-08	NOV023826-08	NOV023827-08
Sted for prøvetaking	Melkevatn	Nedre Bejavatn	Melkevatn	Melkevatn
Tatt ut	20.06.2008	20.06.2008	20.06.2008	20.06.2008
Merket	Nedre Bejavatn Ørret lever	Nedre Bejavatn Ørret mage/tarm	Melkevatn Ørret lever	Melkevatn Ørret mage/tarm

Parameter	Enhet				
Hvitt fosfor	µg/kg	<1.0	<1.0	<1.0	2.9

Kommentar:

NOV023824-08 Enheten avser fersk vikt (FW)
NOV023825-08 Enheten avser fersk vikt (FW)
NOV023826-08 Enheten avser fersk vikt (FW)
NOV023827-08 Enheten avser fersk vikt (FW)

Anna A Kubberød



Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon 69279803 / 69279822

Analyserapport

Moss



Forsvarsbygg
Divisjon Rådgivning
Grete Rasmussen
Postboks 405 Sentrum
0103 Oslo

Kundenummer	8188008-1405317	Prøvemottak	03.12.2008	Side 1 (11)
Prøvetype	Miljøprøve	Analyserapport klar	05.02.2009	
Oppdragsmarking	53707. Fiskeprøver til hvitt fosfor analyse.			

Lab.nr.	NOV054088-08	NOV054089-08	NOV054090-08	NOV054091-08
Sted for prøvetaking	Halkvarre store F	Halkvarre store F	Halkvarre store F	Halkvarre store F
Tatt ut	03.12.2008	03.12.2008	03.12.2008	03.12.2008
Merket	Bl.pr.1 lever Røye	Bl.pr.2 lever Røye	Bl.pr.3 lever Røye	Bl.pr.4 lever Røye
	Store Russevatn	Store Russevatn	Store Russevatn	Store Russevatn

Parameter	Enhet				
Hvitt fosfor	µg/kg	<1	<1	<1	<1

Kommentar:	
NOV054088-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
NOV054089-08	Reported values refer to fresh weight (FW)
NOV054090-08	Blandprov består av 4 fiskar
NOV054091-08	Blandprov består av 4 fiskar
NOV054092-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
NOV054093-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
NOV054094-08	Blandprov består av 4 fiskar
	Reported results refer to fresh weight (FW)
NOV054095-08	Composite sample contains 4 fish
	Reported results refer to fresh weight (FW)
NOV054096-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
NOV054097-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
NOV054098-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
	Higher quantification limit due to low sample weight
NOV054099-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
	Higher quantification limit due to low sample weight
NOV054100-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
	Higher quantification limit due to low sample weight
NOV054101-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
	Higher quantification limit due to low sample weight
NOV054102-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
	Higher quantification limit due to low sample weight
NOV054103-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
	Higher quantification limit due to low sample weight
NOV054104-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
	Higher quantification limit due to low sample weight
NOV054105-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
	Higher quantification limit due to low sample weight
NOV054106-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
	Higher quantification limit due to low sample weight
NOV054107-08	Reported results refer to fresh weight (FW)

Analyserapport

Moss



Forsvarsbygg
Divisjon Rådgivning
Grete Rasmussen
Postboks 405 Sentrum
0103 Oslo

Kundenummer	8188008-1405317	Prøvemottak	03.12.2008	Side 2 (11)
Prøvetype	Miljøprøve	Analysereport klar	05.02.2009	
Oppdragsmarking	53707. Fiskeprøver til hvitt fosfor analyse.			

Lab.nr.		NOV054092-08	NOV054093-08	NOV054094-08	NOV054095-08
Sted for prøvetaking		Halkvarre store F	Halkvarre store F	Halkvarre store F	Halkvarre store F
Tatt ut		03.12.2008	03.12.2008	03.12.2008	03.12.2008
Merket		Bl.pr.1 mage/tarm	Bl.pr.2 mage/tarm	Bl.pr.3 mage/tarm	Bl.pr.4 mage/tarm
		Røye Store	Røye Store	Røye Store	Røye Store
Parameter	Enhet	Russevatn	Russevatn	Russevatn	Russevatn
Hvitt fosfor	µg/kg	<1	<1	<1	<1
NOV054108-08	Reported results refer to fresh weight (FW) Higher quantifaction limit due to low sample weight				
NOV054109-08	Reported results refer to fresh weight (FW)				
NOV054110-08	Reported results refer to fresh weight (FW)				
NOV054111-08	Reported results refer to fresh weight (FW)				
NOV054112-08	Reported results refer to fresh weight (FW)				
NOV054113-08	Reported results refer to fresh weight (FW)				
NOV054114-08	Reported results refer to fresh weight (FW)				
NOV054115-08	Reported results refer to fresh weight (FW)				
NOV054116-08	Reported results refer to fresh weight (FW)				
NOV054117-08	Reported results refer to fresh weight (FW)				
NOV054118-08	Reported results refer to fresh weight (FW)				
NOV054119-08	Reported results refer to fresh weight (FW)				
NOV054120-08	Reported results refer to fresh weight (FW)				
NOV054121-08	Reported results refer to fresh weight (FW)				
NOV054122-08	Reported results refer to fresh weight (FW)				
NOV054123-08	Reported results refer to fresh weight (FW)				
NOV054124-08	The sample is a composite sample consisting of 5 fish Reported results refer to fresh weight (FW) Higher quantifaction limit due to low sample weight				
NOV054125-08	The sample is a composite sample consisting of 5 fish Reported results refer to fresh weight (FW) Higher quantifaction limit due to low sample weight				
NOV054126-08	The sample is a composite sample consisting of 5 fish Reported results refer to fresh weight (FW) Higher quantifaction limit due to low sample weight				
NOV054127-08	The sample is a composite sample consisting of 5 fish Reported results refer to fresh weight (FW) Higher quantifaction limit due to low sample weight				
NOV054128-08	Reported results refer to fresh weight (FW)				
NOV054129-08	Reported results refer to fresh weight (FW)				
NOV054130-08	Reported results refer to fresh weight (FW)				

Analysrapport

Moss



Forsvarsbygg
Divisjon Rådgivning
Grete Rasmussen
Postboks 405 Sentrum
0103 Oslo

Kundenummer	8188008-1405317	Prøvemottak	03.12.2008	Side 3 (11)
Prøvetype	Miljøprøve	Analysrapport klar	05.02.2009	
Oppdragsmarking	53707. Fiskeprøver til hvitt fosfor analyse.			

Lab.nr.	NOV054096-08	NOV054097-08	NOV054098-08	NOV054099-08
Sted for prøvetaking	Halkvarre store F	Halkvarre store F	Mauken Bergvatn	Mauken Bergvatn
Tatt ut	03.12.2008	03.12.2008	03.12.2008	03.12.2008
Merket	Bl.pr.1 lever Øret	Bl.pr.1 mage/tarm	pr.1 Bergvannet	pr.2 Bergvannet
	Store Russevatn	Ørret Store Russevatn	Ørret lever	Ørret lever

Parameter	Enhet				
Hvitt fosfor	µg/kg	<1	<1	<2	<1,5

NOV054131-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
NOV054132-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
NOV054133-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
NOV054134-08	The sample is a composite sample consisting of 5 fish Reported results refer to fresh weight (FW) Increased quantification limit due to low sample weight
NOV054135-08	The sample is a composite sample consisting of 5 fish Reported results refer to fresh weight (FW)
NOV054136-08	The sample is a composite sample consisting of 5 fish Reported results refer to fresh weight (FW) Higher quantification limit due to low sample weight
NOV054137-08	The sample is a composite sample consisting of 5 fish Reported results refer to fresh weight (FW) Higher quantification limit due to low sample weight
NOV054138-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
NOV054139-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
NOV054140-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
NOV054141-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
NOV054142-08	Reported results refer to fresh weight (FW)
NOV054143-08	Reported results refer to fresh weight (FW)

Grethe Arnestad

Cand.Mag

Denne rapport er elektronisk signert!

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon 69279803 / 69279822

4.1.4 Analyseresultater for hvitt fosfor i fisk fra Store Russevatn og Melkevatn 2009.



FORSVARETS FORSKNINGSINSTITUTT
Avdeling Beskyttelse

Dato: 19. oktober 2009

Analyserapport M09/007

Side 2 av 3

Analyserapportmal versjon 2.6 15.06.98 LHB

ANALYSE AV HVITT FOSFOR I BIOTA

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

Operator: Arnt Johnsen

<i>FFI nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
09-766-2	Innvoller fra ørret S. Russevatn, Halkavare skytefelt
09-766-3	Innvoller fra ørret S. Russevatn, Halkavare skytefelt
09-766-4	Innvoller fra ørret S. Russevatn, Halkavare skytefelt
09-766-5	Innvoller fra ørret S. Russevatn, Halkavare skytefelt
09-766-6	Innvoller fra ørret S. Russevatn, Halkavare skytefelt
09-767-1	Innvoller fra røye S. Russevatn, Halkavare skytefelt
09-767-2	Innvoller fra røye S. Russevatn, Halkavare skytefelt
09-767-3	Innvoller fra røye S. Russevatn, Halkavare skytefelt
09-767-4	Innvoller fra røye S. Russevatn, Halkavare skytefelt
09-767-6	Innvoller fra røye S. Russevatn, Halkavare skytefelt
09-768-1	Innvoller fra ørret Melkevatn, Halkavare skytefelt
09-768-2	Innvoller fra ørret Melkevatn, Halkavare skytefelt
09-768-3	Innvoller fra ørret Melkevatn, Halkavare skytefelt
09-768-4	Innvoller fra ørret Melkevatn, Halkavare skytefelt
09-768-5	Innvoller fra ørret Melkevatn, Halkavare skytefelt



<i>FFI nr</i>	<i>Hvitt fosfor, µg/kg våt prøve</i>
09-766-2	1,4
09-766-3	0,5
09-766-4	0,7
09-766-5	2,8
09-766-6	1,0
09-767-1	23
09-767-2	< 0,1
09-767-3	< 0,1
09-767-4	< 0,1
09-767-6	0,9
09-768-1	< 0,1
09-768-2	< 0,1
09-768-3	< 0,1
09-768-4	0,4
09-768-5	0,5



ANALYSE AV HVITT FOSFOR I BIOTA

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

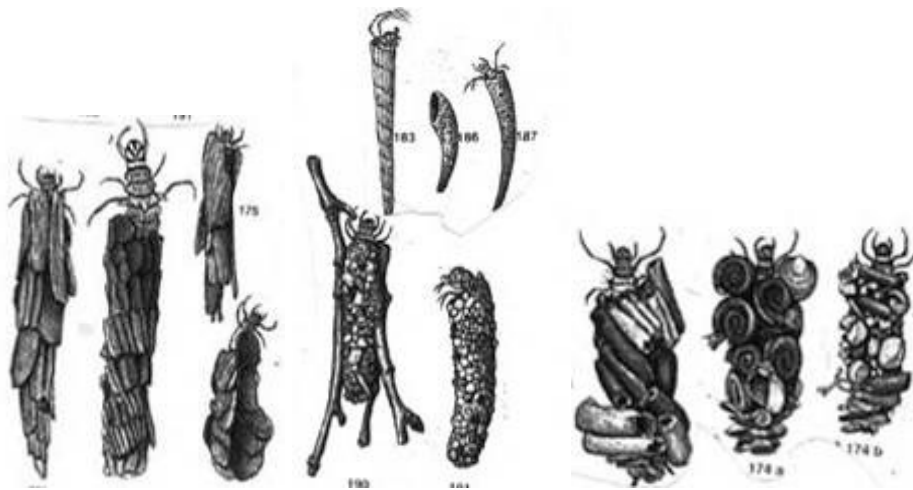
<i>FFI nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
09-766-8	Filet av ørret fra S Russevann, Halkvarre skytefelt
09-766-9	Filet av ørret fra S Russevann, Halkvarre skytefelt
09-766-10	Filet av ørret fra S Russevann, Halkvarre skytefelt
09-766-11	Filet av ørret fra S Russevann, Halkvarre skytefelt
09-766-12	Filet av ørret fra S Russevann, Halkvarre skytefelt
09-767-8	Filet av røye fra S Russevann, Halkvarre skytefelt
09-767-9	Filet av røye fra S Russevann, Halkvarre skytefelt
09-768-8	Filet av ørret fra Melkevann, Halkvarre skytefelt
09-768-9	Filet av ørret fra Melkevann, Halkvarre skytefelt

<i>FFI nr</i>	<i>Hvitt fosfor, µg/kg våt prøve</i>
09-766-8	< 0,1
09-766-9	< 0,1
09-766-10	< 0,1
09-766-11	< 0,1
09-766-12	< 0,1
09-767-8	< 0,1
09-767-9	< 0,1
09-768-8	< 0,1
09-768-9	< 0,1

4.2 Mulige tilførselsveier av hvitt fosfor til fisk i innsjø

Funn av WP i samleprøven av mage-tarm fra ørret fra Melkevatn, samt at det også ble påvist WP (med lav konsentrasjon) i samleprøven av sediment, indikerer at det kan finnes partikler av WP i sedimentene i vannet, og at fisk kan få dette i seg. Eneste sannsynlige måte fisken kan få fosforpartikler i seg er via næringsøk og beiting på bunndyr. Ofte følger uorganiske partikler og organisk materiale (små planterester) med når fisk beiter på bunnlevende næringsdyr (for eksempel insektlarver, små krepsdyr, bløtdyr etc.) som har sitt levested på og i bunnsedimenter i innsjøer og elver. For å få tak i disse næringsdyrene må fisk ofte rote i sedimentet, og partikler som virvles opp kan da følge med når byttet fanges og svelges. Det er derfor en viss sannsynlighet for at mindre fraksjoner av uforbrent WP kan komme inn i fisk ved fødeopptak.

Noen insektlarver (primært husbyggende vårfluelarver) bruker uorganiske materiale (ofte små sand og gruspartikler) og små planterester til bygging av hus som fungerer som beskyttelse og kamuflasje og som larvene bærer med seg (Figur 12). Vårfluelarver er viktige næringsdyr for fisken hele året, og de finnes i både stille vann og i elver. Det er derfor også en mulighet for at partikler av WP har blitt brukt som byggemateriale og inkorporert i slike hus, og at fisken ved predasjon på disse insektlarvene kan ha fått WP i seg.



Figur 12. Eksempler på husbyggende vårfluelarver.

Uforbrente WP som kan ha blitt tilført Melkevatn vil mest sannsynlig ha vært i form av mindre klumper og flak (>0 – noen få millimeter). De små partiklene vil rask sedimentere og bli liggende på eller i bunnsedimentet. Fisk i vann (ørret og røye) vil for en stor del basere sitt fødeinntak på bunnlevende insektlarver, krepsdyr og bløtdyr (snegl, muslinger). Ved beiting på disse må fisken ofte rote i bunnsedimentene for å få tak i byttet. En mulig tilførselsveg for WP fra sediment til fisk er via husbyggende vårfluelarver (som kan ha inkorporert WP i husene sine) som er viktige byttedyr for ørret og røye i stillestående vann. I mange tilfeller ser en også at fisk får i seg uorganiske og organiske partikler som rotes opp fra bunnen og spises sammen med byttedyret under næringsøk.

4.3 Litt om noen metaller, miljøgifter og kostholdsråd for ulike stoffer


Metaller finnes naturlig i naturen i berggrunn, jord, planter og dyr. Metaller opptrer som ioner i vann, i salter eller som mineraler i berg, jord og sand. De kan også binde seg til organisk og uorganiske molekyler eller feste seg til partikler. En rekke metaller er viktige mikro-næringsstoffer, men i noen former kan enkelte metaller være giftige, selv i små mengder. Både naturlige og menneskeskapte prosesser er kilder til metaller i luft og vann, f. eks. gruvedrift, metallforedling, fossilt brennstoff, og de spres til naturen via produkter dumpet på avfallsplasser, via røyk og avgasser osv. Av de viktigste tungmetallene som kan være giftige i mengder som bare ligger moderat over naturlig bakgrunnsnivå er kvikksølv, bly og kadmium.

Kvikksølv (Hg) opptrer i rein form og i organiske og uorganiske forbindelser. Mye er bundet i sedimenter og organiske stoffer og er derfor ikke tilgjengelig for organismer. Mikroorganismer kan omdanne rent kvikksølv til metyl-kvikksølv som er fettløselig, som lagres i dyr og derfor anrikes oppover i næringskjeden. Kvikksølv er en nervegift som kan forårsake en rekke fysiologiske forstyrrelser hos dyr og fugl. Hos fisk inkluderer dette bla. nedsatt luktesans, skade på gjeller og endringer i innvollenes evne til å ta opp næringsstoffer fra mat. Kilder til naturen er bla. fossilt brensel, spesielt kull og søppelforbrenning, industri, termometre, lysstoffrør, batterier.

Kadmium (Cd) kan tas direkte opp fra vann og metallet er giftig for de fleste organismer. Det er moderat giftig for virvelløse dyr i vann og forårsake redusert vekst og overlevelse hos larver. I fisk kan det føre til ionisk ubalanse og forstyrre kadmium-stoffskiftet. Hos høyerestående dyr lagres det i lever og nyre, og ved spesielt høyt inntak kan kadmium ødelegge nyrer og endre stoffskiftet ad vit. D og kalsium.

Bly (Pb) blir lett absorbert i sedimenter og jord og er derfor stort sett utilgjengelig for planter og dyr. Mange uorganiske blysalter er ikke vannløselige og felles derfor ut i sedimentet. Opptaket i akvatiske miljø er bestemt av bla. temperatur, saltholdighet, surhet, mengde organiske stoffer osv. Bly lagres primært i lever, nyre, milt og i skjelettet og kan bla. skade nervesystemet og produksjonen av røde blodlegemer. I fisk lagres bly hovedsaklig i gjeller, lever, nyrer og i bein, og metallet kan bla. skade ryggrad og redusere overlevelse av yngel. Viktige kilder til naturen er bensin, industri, gruvedrift, søppelforbrenning og ammunisjon. (*Info: Forurensing i Arktis: Tilstandsrapport om det arktiske miljøet*)

4.4 Notat Forsvarsbygg for undersøkelsene i Troms 2007

		Miljø
Notat Seniorrådgiver Dr. scient Freddy Engelstad Seniorrådgiver Dr. scient Grete Rasmussen		24. januar 2008

Begrunnelse for hvilke undersøkelser som er iverksatt, utdyping av virkningen av hvitt fosfor i organismer (og eventuelt i fiskekjøtt til menneskelig konsum (hypotetisk)).

Bakgrunn

Bruken av hvitt fosfor i røykgranater har vært benyttet siden siste krig i det norske Forsvaret. I våte og snødekte målområder vil ikke det hvite fosforet alltid brenne opp fullstendig, noe som kan medføre at rester blir værende uforbrent igjen i nedslagsområdet. Under forhold hvor luft ikke kommer til, i anaerobe soner, kan det hvite fosforet forbli uforbrent i årevis. Hvitt fosfor er giftig og bare små mengder skal til for å gi skader på organismer om det spises (1-10 mg/kg kroppsvekt).

For å finne ut hvor omfattende dette problemet med uforbrent fosfor er, har Forsvarsbygg gjennomført flere undersøkelser og risikovurderinger. Det følgende notatet gir en oppdatert oversikt over gjennomførte undersøkelser og oppsummering av risikovurderinger, med en spesiell fokusering på betydningen overfor mennesker og beitedyr.

Gjennomførte undersøkelser (sortert etter tidspunkt for gjennomføringen).

Etter en forespørsel fra Statens forurensningstilsyn (SFT) ga Forsvaret en oversikt over forbruket av fosforgranater de siste 10 årene. Det største forbruket var i Troms og Fylkesmannens miljøvernavdeling, som er forurensningsmyndighet for skyte- og øvingsfelt i Troms, ba om en undersøkelse over mulige uforbrente rester i målområdene. Etter den første undersøkelsen har Fylkesmannens miljøvernavdeling gitt pålegg om ytterligere undersøkelser. Forsvarsbygg gjennomførte en historisk kartlegging i Mauken, Blåtind og Setermoen i 2004, som er brukt som et utgangspunkt for hvor undersøkelsene er gjennomført (Rasmussen og Søyland, 2005). Det følgende er en oversikt over hvilke undersøkelser som er gjennomført. Fullstendig prøvetakingsliste er lagt som vedlegg.

(1) Forsvarets forskningsinstitutt, Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) og Forsvarsbygg har gjennomført kartlegging av gjenværende hvitt fosfor i skytefeltene Setermoen, Mauken og Blåtind (2005). Områder med høyest sannsynlighet for å finne rester, ble prøvetatt. Totalt er det tatt 50 jord/sedimentprøver fra målområder, hvorav det ble funne tre prøver med høye konsentrasjoner av

hvitt fosfor (og 25 prøver med lave konsentrasjoner). Det er tatt 26 vannprøver i bekker og elver uten å detektere hvitt fosfor i noen av prøvene (FFI, 2007) i tillegg til 26 drikkevannsprøver (FFI, 2006).

(2) Asplan Viak (2006) har gjennomført kartlegging av hvitt fosfor i 8 ikke tidligere undersøkte målområder i skytefeltene i Troms. Det påvises hvitt fosfor i to av 31 jord/sedimentprøver fra nedslagskratere etter hvitt fosforgranater. Videre er det tatt 30 vannprøver fra elver og bekker. I en av prøvene er det funnet hvitt fosfor, mens det i de 29 andre ikke er påvist hvitt fosfor i det hele tatt. Utgraving av drensveier med gravemaskin i et myrområde antas å være årsaken til utlekking av det hvite fosforet. Konsentrasjonen er under anbefalt grense for drikkevann til mennesker (0,1 µg/l) (Asplan Viak, 2007).

(3) I en undersøkelse over avrenningen fra alle aktive skytefelt over hele landet, gjennomført av Sweco Grøner og Forsvarsbygg (2006-2007), er det ikke funnet hvitt fosfor i de 315 vannprøvene som er analysert med hensyn på hvitt fosfor. Sweco Grøner har samlet inn vannprøver fra Mauken, Blåtind og Setermoen tre ganger i løpet av ett år (totalt 100 prøver) (Sweco Grøner/Forsvarsbygg 2007).

(4) Det er gjennomført prøvetaking av vann- og elvedeponier av Asplan Viak (2007), samt prøvetaking av fisk i et samarbeid mellom Forsvaret og Akvaplan-niva (2007). Resultatene vil bli sammenstilt av Asplan Viak og Akvaplan-niva.

(5) Det er tatt prøver av vegetasjon (beiteplanter i nedslagskrater), sopp og bær fra områdene intill kraterne i et samarbeid mellom Forsvarsbygg og Norsk institutt for naturforskning (NINA)(2007). Resultatene rapporteres i mars 2008. Analysene viser så langt at det ikke påvises hvitt fosfor verken i planter, sopp eller bær.

Det er gjennomført tre risikovurderinger som omhandler problemstillingen (A, B og C) og en fjerde vurdering er under arbeid (D).

(A) Forsvarets forskningsinstitutt sin risikovurdering konkluderer med at det ikke er helserisiko knyttet til menneskelig eksponering i skytefeltene, verken ved opphold i skytefeltet eller ved å drikke vann som avvanner skytefeltene (FFI, 2007).

”For de beitedyrene som ferdes hyppigst i området, er det en viss sannsynlighet for at de kan bli eksponert for hvitt fosfor i et omfang som kan gi en eller annen form for skade. Etersom dyrene kan oppholde seg i områdene over lengre tid og at flere dyr kan beite over et større område, kan man ikke utelukke at forgiftninger kan forekomme. Dette gjelder særlig målområdene i Setermoen og Mauken skyte- og øvingsfelt. Setermoen skyte- og øvingsfelt benyttes imidlertid ikke til beite. Det er lite trolig at beitedyr vil akkumulere så store mengder med hvitt fosfor at det vil være knyttet noen helserisiko til det å benytte beitedyr som har oppholdt seg i skytefeltene til matproduksjon”. Beregningene er foretatt etter en ”Bayesiansk nettverks-modell” og er svært konservativ i tilnærming for å oppnå høyeste grad av sikkerhet.

(B) Risikovurderingen som NIVA har gjennomført er en vurdering over miljømessig risiko uten spesifikt å vurdere hvilke arter som faktisk befinner seg i de ulike målområdene (Løvik og Rognerud, 2007). NIVA oppsummerer at ”Det har ikke fremkommet opplysninger om at det er observert døde

dyr, fugl eller fisk som følge av forgiftninger med hvitt fosfor i de aktuelle skytefeltene. Det betyr imidlertid ikke at en kan utelukke at forgiftninger av beitedyr eller lokal fauna har forekommet, men eventuelle skadeeffekter må ha vært for enkelte individer av bestanden som har søkt næring i nedslagsområdene for WP. NIVA vurderer risikoen for skader på faunaen i Blåtind som meget liten, og selv om risikoen sannsynligheten for skader er høyere i de to andre skytefeltene vurderes risikoen som liten også her.

(C) Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM, 2006) har på oppdrag fra Mattilsynet i Troms gitt en grundig og god framstilling av problemstillingene rundt hvitt fosfor, vesentlig toksisitet og toksisk virkning. Hvitt fosfor kan inkorporeres i muskelvev, men halveringstiden er kort, for fisk er den oppgitt til å være 1-6 timer. Det er ingen indikasjoner på at hvitt fosfor vil akkumuleres i næringskjeden. VKM anser at det for menneskelig konsum av fisk og vilt fra skytefeltene er svært usannsynlig at inntatt dose overskrider sikkerhetsmarginen. Det er også "svært usannsynlig" at hvitt fosfor finnes i spiselige deler av planter, bær og sopp.

(D) Norsk institutt for naturforskning (NINA) gjennomfører en risikovurdering av biotilgjengeligheten av det hvite fosforet som ligger uforbrent igjen på skytefeltene i Troms. Rapporteringen forventes ferdig medio mars 2008.

Oppsummering av situasjonsbildet

Vi kan slå fast at etter 60 års bruk av hvitt fosfor er det uforbrente rester i vannfylte /våte groper/krater i målområdene for artilleri- og bombekasterskyting. Når en leter spesifikt etter fosforkrater i målområdene finner en lave konsentrasjoner i omkring halvparten av prøvene som blir tatt. I noen få prøver (3) er det påvist høye konsentrasjoner.

Det er påvist hvitt fosfor i to vannprøver fra samme lokalitet i Kobbryggdalen i Setermoen skytefelt. I ca 400 vannprøver (inkludert drikkevannsprøver) fra skytefelt i Norge påvises ikke hvitt fosfor.

Det er ikke påvist hvitt fosfor i vegetasjon, bær eller sopp fra nedslagskratere hvor det er påvist hvitt fosfor.

Det påvises ikke hvitt fosfor i prøver av fiskekjøtt innhentet i vann og vassdrag i skytefeltene i Troms. Der funnet spor av hvitt fosfor i innvoller av fisk i totalt tre av fiskeprøvene. Det ble samlet inn 20 blandprøver og 7 enkeltprøver – totalt 148 fisk.

Det gjenstår å finne ut i hvor stor grad beitedyr vil kunne bli eksponert overfor hvitt fosfor. Undersøkelser er iverksatt og forventes rapportert i løpet av første halvår 2008.

Virkning av hvitt fosfor på organismer

Hvitt fosfor er fosfor på en elementær form og foreligger dermed på en sterkt redusert form (på skalaen reduksjon - oksidasjon). Fosfor er et av de stoffene som kan foreligge på flest oksidasjonstrinn. Hvitt fosfor er svært reaktivt og reagerer spontant med oksygen i luft i romtemperatur. Ortofosfat (PO_4^{3-}) (fra fosforsyre: H_3PO_4) er det stabile endeproduktet ved omdanning av hvitt fosfor. Dette er den formen hvor organismer håndterer fosfor og er den formen som er handelsvare (natur- og kunstgjødsel).

I organismer vil det hvite fosforet kunne absorberes, sammen med næringsstoffer, i mage/tarm og transporteres med blodstrømmen til ulike deler av organismen. Normalt vil næringsstoffer fanges opp av reseptorer og utnyttes som energikilde eller grunnlag for vekst og vedlikehold av organismen.

Fremmedstoffer som ikke er ønskelige, eller er giftige, vil transporteres til lever og nyre for omdanning og utskilling.

Det foreligger relativt få eksperimentelle studier på hvordan hvitt fosfor oppfører seg i organismer (toksikokinetikk). I forbindelse med hvitt fosforproblematikken ved skytefeltet "Eagle River Flats" i Alaska er det gjennomført "foringsforsøk" med blant annet ender for å se på opptak, fordeling i organismen og fysiologiske/histologiske endringer som følge av eksponering. Det foreligger også "cases" fra fabrikker som har produsert hvitt fosfor, med skadevirkninger på både mennesker og miljø. Likeledes er det kliniske data fra mennesker som har forsøkt, eller lykkes med, å ta sitt eget liv ved å spise hvitt fosfor. Hvitt fosfor har tidligere vært benyttet i fyrstikker, fyrverkeri og som rottegift, og har derfor vært kommersielt tilgjengelig. Det amerikanske instituttet "Agency for Toxic Substances and Disease Registry" (ATSDR) (U.S. Dept of Health and Human Services) har utarbeidet en toksikologisk profil for hvitt fosfor hvor all relevant litteratur og kunnskap er gått igjennom (ATSDR 1997). Denne kunnskapen inngår også i det materiale den norske Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) har gjennomført.

Det følgende er en oversikt over hvordan hvitt fosfor "oppfører seg" nå det kommer inn i organismer (all sitering er hentet fra ATSDR 1997). Det hentes eksempler og kunnskap fra alle virveldyr (mennesker og andre pattedyr, fugl og fisk). Eksponeringsveien som tas i betraktning er oralt inntak, noe som synes det mest relevante i forhold til situasjonen i norske skytefelt.

Absorpsjon

Etter inntak av hvitt fosfor vil absorpsjon fra tarm foregå hurtig hos pattedyr og fugl. I forsøk (rotter) er ^{32}P absorpsjonen høy i lever, nyrebark, binyrebark, slimlag i tarmsystemet, hud, hårsekker, mens den er lav i hjerne, muskulatur, fett og bein. Den akutte eksponeringen leder i første omgang til kollaps i blodssystemet og hjertefunksjonen. En sekundærfase medfører ødeleggelse av lever, nyre og andre organer. Vanligvis oppstår en oppsamling av fett i lever, noe som forårsakes av en inhibering av proteinsyntesen for transport av fett (lipoproteiner).

Fordeling i organismen

Forsøk med radioaktivt merket fosfor (^{32}P) viser langt høyere konsentrasjon i lever enn andre organer både etter kort tid (1-3 timer) og etter lengre tid (1 dag og etter 5 dager). Fosforet foreligger ikke lenger som hvitt fosfor men gjenfinnes i andre fosforfraksjoner (bl.a. som fosfat).

Metabolisme

Det hvite fosforet har en lav løselighet i vann og ca. 20 % av en dose hvitt fosfor skilles ut i urin etter 4 timer (forsøk med rotter). Dette viser at omsetningen av hvitt fosfor er ekstremt hurtig. Radioaktive urinprodukter består av to hovedgrupper, en polar fraksjon som er fosfat (PO_4^{3-}), og en mindre polar fraksjon som er en organisk fosforfraksjon.

Ekskresjon

Ekskresjonen via urin er høyest etter kort tid (inntil 4 timer, hos rotter). Ekskresjonen via feces øker sterkt fra 4 timer til 5 dager etter en dosering av hvitt fosfor.

Konklusjoner fra risikovurderingene

FFI konkluderer som følger:

Menneskelig ferdsel i målområdene:

Ut fra dagens arealbruk av skytefeltene i Troms er det ingen helserisiko knyttet til hvitt fosfor.

Inntak av drikkevann:

Det er ingen sannsynlighet for at hvitt fosfor kan føre til helseeffekter ved inntak av drikkevann fra elver som avvanner skytefeltene.

Risiko for beitedyr og annen fauna:

Det er lite trolig at beitedyr vil akkumulere så store mengder med hvitt fosfor at det vil være noen helserisiko å benytte beitedyr som har oppholdt seg i skytefeltene til matproduksjon.

Det kan ikke utelukkes at lokal stedbundet fauna kan bli eksponert for hvitt fosfor i et omfang som kan gi effekt på individnivå i skytefeltenes målområder.

Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) konkluderer slik (basert på de opprinnelige vannanalysene som var feil):

Livstidseksponering gjennom drikkevann er satt til 0,1 µg WP/l. (Denne verdien er avledet fra en TDI-verdi (tolererbart daglig inntak) på 0,02 µg/kg fastsatt av USEPA (referansedose)).

På grunn av opptaksmekanismene hos planter, og den oksidative metabolismen i planter, anser VKM at det er svært usannsynlig at hvitt fosfor er til stede i spiselige deler av planter og sopp.

Ved inntak av et enkelt måltid av vilt (fugl), med den høyeste konsentrasjonen av hvitt fosfor i kjøtt som er rapportert i litteraturen, har en allikevel en god margin på å få i seg skadelige mengder. Dosen må økes 40 ganger for å få i seg så mye hvitt fosfor at det skal gi alvorlig helseskade.

For inntak av fisk er sikkerhetsmarginen enda større. Konsentrasjonen av hvitt fosfor i fiskekjøtt må økes 500 ganger (i forhold til høyeste konsentrasjon som er målt i fiskekjøtt i litteraturen) for å få en dose som kan gi en alvorlig helseskade.

Problemstillingen: biotilgjengelighet av uforbrent hvitt fosfor.

Problemstillingen det arbeides med nå er om biotilgjengeligheten av hvitt fosfor i skytefeltene er av en slik karakter at beitedyr eller fisk kan få i seg hvitt fosfor. I Setermoen skyte- og øvingsfelt er det ikke beitende husdyr, men elg beiter i målområdene på sommeren og høsten. Det er derfor valgt å undersøke om elg har påviselige skader eller tegn på eksponering overfor hvitt fosfor. Prøver fra elg (lever og kjøtt) hentes inn fra Setermoen og Blåtind SØF og sammenlignes med prøver hentet fra et referanseområde ved Narvik. Siden hvitt fosfor omsettes hurtig, søker en først å finne skader på lever og nyrer. Det foreligger ikke resultater fra denne undersøkelsen pr dags dato.

Vegetasjonsprøver er også analysert, men det er ikke funnet spor av hvitt fosfor i verken beiteplanter (gress, starr, bukkeblad mm), sopp eller bær.

Det er også samlet inn sediment- (33) og fiskeprøver (148 fisk) fra ulike vann og elver som har avrenningen fra målområdene (20 blandprøver av flere prøver/individer og 7 enkeltprøver). Det

påvises hvitt fosfor i to prøver av mage/tarm fra fisk (fra Liveltskardelva i Setermoen skytefelt og Melkelvvatnet i Mauken SØF).

Dette funnet fra tarmsystemet hos fisk er overraskende tatt i betraktning både omsetningshastigheten på hvitt fosfor i organismer og lokalitetene dette er påvist på. For å bekrefte funnet ble det tatt nye prøver av fisk noe senere (oktober). Igjen fikk vi en positiv prøve fra Melkelvvatnet, mens det ikke ble påvist hvitt fosfor i fisk fra Liveltskardet. I de 24 andre fiskeprøvene (og altså alle prøvene av fiskekjøtt) påvises ikke noe hvitt fosfor.

Det presiseres at det ikke er påvist hvitt fosfor i deler av fisken som spises (fiskekjøttet) og altså bare i mage/tarm. Forsvarsbygg vil følge opp funnet med ytterligere undersøkelser til sommeren.

Tankeeksperiment:

Inntak av fiskekjøtt (dersom det ville ha inneholdt hvitt fosfor).

Utgangspunkt er en referansedose (U.S. Environmental Protection Agency, EPA):

Ref dose: (tilsvarer TDI, tolererbart daglig inntak, som er termen som benyttes i risikovurderinger i Norge) = 0,02 µg/kg kroppsvekt/dag.

Av denne referansedosen er det avledet et tolererbart daglig inntak av drikkevann. Denne er 0,1 µg/Liter.

(Tallene og referansene til denne opplysningen finnes i rapporten "Risk Assessment of White Phosphorus". Dette er rapporten fra den norske vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) og kan lastes ned fra internett på www.vkm.no/).

Eksempel på inntak av hvitt fosfor gjennom et fiskemåltid:

En person på 100 kilo spiser normalt ca. 200 gram fisk i et måltid.

Inntaket av hvitt fosfor kan da være: $100 \text{ kg} \times 0,02 \text{ µg/kg kroppsvekt/dag} = 2 \text{ µg/dag}$.

For et fiskemåltid på 200 gram fisk vil dette utgjøre en konsentrasjon på: $2 \text{ µg}/0,200 \text{ kg} = 10 \text{ µg/kg}$. Dette er konsentrasjonen av hvitt fosfor en kan akseptere om en spiser et fiskemåltid hver dag gjennom hele livet.

Resultatene fra prøvafisken viser bla. følgende konsentrasjoner (i mage/tarmsystemet (innvoller))

Melkelvvatna	1)	4,31 µg/kg
	2)	1,73 µg/kg
Liveltskardelva	3)	5,50 µg/kg

Dersom dette hadde vært konsentrasjonen i fiskekjøttet (worst case /høyest konsentrasjon):

Et måltid på 200 gram fisk ville ha gitt en dose på $5,50 \mu\text{g}/\text{kg} \times 0,2 \text{ kg}/\text{dag} = 1,1 \mu\text{g}/\text{dag}$.

Konsentrasjonen vil gi en dose som fremdeles er under grenseverdien for tolererbart daglig inntak.

For en person på 60 kilo (og et måltid på 150 gram fiskekjøtt) vil tilsvarende resonnement være:

Daglig dose: $0,02 \mu\text{g}/\text{kg} \text{ kroppsvekt}/\text{dag} \times 60 \text{ kg} = 1,2 \mu\text{g}/\text{dag}$.

Et måltid: $1,2 \mu\text{g}/\text{dag} / 0,150 \text{ kg} = 8,0 \mu\text{g}/\text{kg}$

Også for denne personen vil de målte konsentrasjonene være akseptable i fiskekjøtt.

Hvilke konsentrasjoner skal en opp i før det gir alvorlige skadevirkninger?

Fra litteraturen er det henvist til at en dose på 0,2 mg WP/kg kroppsmasse har forårsaket alvorlig giftvirkning.

For en person på 100 kilo må en spise $0,2 \text{ mg} \times 100 \text{ kg} = 20 \text{ mg} (= 20\,000 \mu\text{g})$ for å få alvorlige skader.

Dersom fiskekjøttet har en konsentrasjon av hvitt fosfor på $5,5 \mu\text{g}/\text{kg}$ må vedkommende spise: $20 \text{ mg} / 0,0055 \text{ mg}/\text{kg} = 3636$ kilo fiskekjøtt. Om dette er et barn på 10 kg, må barnet spise $0,2 \text{ mg} \times 10 \text{ kg} = 2 \text{ mg}$ for å få alvorlige skader. Ved samme konsentrasjon i kjøttet må barnet spise $2 \text{ mg} / 0,0055 \text{ mg}/\text{kg} = 363$ kilo fiskekjøtt.

Referanser

Asplan Viak (2006). Kartlegging av hvitt fosfor i jord og vann i Forsvarets skytefelt, Troms.

Asplan Viak (2008). Kartlegging av hvitt fosfor i sediment i Forsvarets skytefelt, Troms.

Dahl-Hansen, G.A., og A. Hamnes (2008). Hvitt fosfor i fisk i militære skytefelt i Troms 2007. Akvaplan-niva rapport nr 3744-01.

FFI 2006. Analyse av hvitt fosfor i drikkevann i Troms. FFI/NOTAT-2006/00412.

Løvik, J.E. og S. Rognerud (2007). Vurdering av miljørisiko ved Forsvarets bruk av hvitt fosfor i skytefelt i Troms – ny, revidert utgave. Niva rapport 5493-2007.

Rasmussen, G og R. Søyland (2005). Resultater fra historisk kartlegging av bruk av hvitt fosfor i skytefelt, Troms fylke, 21.-23. september 2004. Utgitt av Forsvarsbygg 07.01.2005.

Strømseng A. E., Voie Ø. A., Johnsen A., Longva K. S. (2007). Risikovurdering av Forsvarets bruk av hvitt fosfor i Troms. FFI-rapport 2006/02989.

Sweco Grøner/Forsvarsbygg (2007). Avrenning fra Forsvarets skyte- og øvingsfelt. Overvåking av vannforurensning. Program Grunnforurensning (2006-2007).

TOXICOLOGICAL PROFILE FOR WHITE PHOSPHORUS Prepared by: Sciences International, Inc. under subcontract to: Research Triangle Institute under contract No. 205-93-0606 Prepared for: U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry, September 1997.

VKM, Vitenskapskomiteen for mattrygghet, (2006). Opinion of the Head Committee of the Norwegian Scientific Committee for food safety. Risk assessment of white phosphorus. 13. september 2006. 23 s. (www.vkm.no).