



FFI-RAPPORT

16/00589

Overvåking og risikovurdering av hvitt fosfor-rester i Regionfelt Østlandet

prøvetaking 2015

—

Tove Engen Karsrud
Arnt Magne Johnsen

Overvåking og risikovurdering av hvitt fosfor-rester i Regionfelt Østlandet prøvetaking 2015

Tove Engen Karsrud
Arnt Magne Johnsen

Emneord

Røykgranater
Hvitt fosfor
Overvåking
Risikovurdering

FFI-rapport:

FFI-RAPPORT 16/00589

Prosjektnummer

514601

ISBN

P: ISBN 978-82-464-2728-7

E: ISBN 978-82-464-2729-4

Godkjent av

Øyvind Voie, Forskningsleder
Janet Blatny, Avdelingsleder

Sammendrag

Denne rapporten beskriver arbeid med og resultater fra prøvetaking av hvitt fosfor-rester i Regionfelt Østlandet (RØ) i 2015, et arbeid Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) gjennomfører årlig på oppdrag fra Forsvarsbygg.

Forbruk av ammunisjon registreres på digital blankett 750 (DBL 750), og oversikter over forbruket kan tas ut fra Forsvarssektorens miljødatabase (MDB). I 2014 er det innrapportert et forbruk av 32 artillerigranater med hvitt fosfor i målområdet for artilleri (Store Haraåsen). I 2015 ble det ikke rapportert noe forbruk av slike granater her. Mot PFA-sletta er det i 2015 skutt 20 81 mm bombekaster (BK) granater og 8 155 mm granater med hvitt fosfor.

Vannprøver er tatt i fastlagte prøvepunkt som skal overvåke avrenning fra målområder for hvitt fosfor til vannkilder nedenfor. Alle prøvene viste innhold av hvitt fosfor som var under deteksjonsgrensa, som er 1 ng hvitt fosfor per liter vann.

Det ble tatt jordprøver i fem kratre i målområdet for artilleri hvorav fire mest sannsynlig kommer fra skyting i 2014. Krater K8-2 er fulgt opp fra tidligere prøvetaking i 2013 og stammer fra skyting i 2012. De nye kratrene inneholder små mengder (1-91 mg/kg) med hvitt fosfor, mens det i krater K8-2 ble målt over 5150 mg/kg mot 650 mg/kg i 2013. At det er målt større mengde i 2015 i forhold til 2013 kan skyldes at det er tatt flere delprøver fra krateret samt at prøvene er fra dypere jordlag. Grunnen til at dette krateret inneholder mer hvitt fosfor enn de andre kan være forårsaket av forhold rundt detonasjonen ved at mer hvitt fosfor er presset ned i grunnen og mindre er gått til røykproduksjon. Det kan også være dårlig drenering av kratret, noe som vil gi fuktig jord og saktere nedbrytning av hvitt fosfor. Kratre med høye verdier av hvitt fosfor vil bli fulgt opp til neste år med videre prøvetaking og overvåking.

Det er konkludert med at mennesker og dyr som oppholder seg totalt 14 dager i nedslagsfeltet der det finnes enkelte kratre med konsentrasjoner på over 5,1 g hvitt fosfor per kg jord, utsettes for en akseptabel risiko. Mennesker og dyr som drikker av vannet nedstrøms nedslagsfeltene utsettes ikke for risiko.

Summary

This report describes the scope of work and the results from the monitoring of white phosphorous in the firing range Regionfelt Østlandet in 2015. The work is commissioned by the Norwegian Defence Estate Agency.

All use of ammunition in the Norwegian firing ranges is reported digitally on the form DBL 750. In 2014 32 artillery rounds containing white phosphorus were fired into the artillery impact area at Store Haraåsen compared to none in 2015. 20 mortar rounds and 8 artillery rounds with white phosphorus were fired in 2015 into the test range area called PFA.

Water was sampled at several locations to monitor possible flow of white phosphorus to water sources downstream the impact area. None of the samples contains detectable levels of white phosphorus.

Soil was sampled from five craters where at least three of the craters originate from firings in 2014. The concentration of white phosphorus in these craters is low (1-91 mg/kg). Crater K8-2 was sampled in 2013 showing concentration levels of white phosphorus to 650 mg/kg. New measurements in 2015 showed concentration levels above 5150 mg/kg. The increase in the concentration level might be due to the increased number of subsamples taken during this sampling compared to the one in 2013, and that soil was collected from deeper layers than last time. Crater K8-2 contains more residues than the other craters, which may be caused by larger amounts of white phosphorus pressed into the ground and not released as smoke. The soil may also be more humid caused by poor drainage, which leads to slower decomposition of white phosphorous. Craters identified to contain high levels of white phosphorus will be subject to future monitoring.

This study concludes that there is an acceptable risk for humans and animals when staying up to a total of 14 days in the impact area including single craters possessing concentration levels of white phosphorous above 5 g/kg. There is no risk drinking the water downstream the impact areas.

Innhold

Sammendrag	3
Summary	4
1 Innledning	7
2 Overvåking av aktiviteten	8
3 Prøvetaking	9
3.1 Befaring	9
3.2 Vannprøver	9
3.3 Jordprøver	14
4 Resultater og risikovurdering	17
4.1 Resultater	17
4.2 Risikovurdering	18
5 Konklusjon	19
A Vedlegg	20
Referanser	22



1 Innledning

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) har på oppdrag fra Forsvarsbygg i flere år overvåket hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet (RØ) etter skyting med røykammunisjon som inneholder hvitt fosfor (1,2). Ny kontrakt mellom Forsvarsbygg og FFI for årene 2015-2019 ble undertegnet høsten 2015. Oppdraget innebærer overvåking av aktiviteten, årlig befaringsprøvetaking i nedslagsområder for hvitt fosforgranater og risikovurdering. Denne rapporten inneholder resultater fra aktiviteten utført i 2015.

Røykammunisjon for feltartilleri og bombekaster i Forsvaret inneholder hvitt fosfor som røyksats. Hvitt fosfor er meget giftig og kan utgjøre en helse- og miljørisiko om rester blir liggende igjen på bakken etter skyting. Tross kunnskaper om hvitt fosfors potensielle helse- og miljørisiko, blir hvitt fosfor fortsatt benyttet av Forsvaret fordi det ikke finnes andre alternative røykgranater i Forsvarets ammunisjonsportefølje. Bruk av granater med hvitt fosfor er underlagt konsesjon og kan bare skytes inn i områder som er godkjente nedslagsområder. Forsvarsbygg forvalter ansvaret for skyting av hvitt fosfor i norske skytefelt.

Ved omsetning av hvitt fosforgranater blir ladningen med hvitt fosfor spredt i alle retninger. Det som går til luft, omsettes til røyk. Noe uforbrent hvitt fosfor vil lande på bakken, men omsettes og danner røyk om bakken er tørr. Ved detonasjon vil mye hvitt fosfor bli presset ned i bakken. Rester i bakken vil danne røyk ved tilgang på oksygen. Hvis rester kommer i et miljø med liten tilgang på oksygen, vil nedbrytningen gå veldig sakte, og hvitt fosfor vil bli uforandret over lang tid. Uønskede nedslagsområder er bekker, vann/tjern, myrområder eller jordsmonn med høy jordfuktighet. Dersom rester av hvitt fosfor blir liggende igjen i jord eller vann, kan dyr bli eksponert ved beite eller ved inntak av drikkevann. I RØ finnes det beitedyr, blant annet elg, rådyr, rein og sau.

Det er gitt utslippstillatelse til bruk av målområdene Store Haraåsen og Gråfjellet S, som også FFI har vurdert til å være de beste målområdene for røykammunisjon med hvitt fosfor (3). I tillegg er det gitt tillatelse til å skyte hvitt fosfor mot PFA-sletta (4). Det tillates et maksimalt forbruk på 3,5 tonn hvitt fosfor per år (4).

Målområdet på Store Haraåsen er definert som en sirkel med 250 meters radius, representert ved den heltrukne svarte linja i Figur 3.1. Området ligger i tregrensa i skrånende terreng med lite myr, bekker og vanddammer i umiddelbar nærhet. Målområdet på PFA-sletta er innenfor den heltrukne linja i Figur 3.2 og utgjør et område som er ca 250 meter bredt og 600 langt. PFA-sletta egner seg som nedslagsområde for hvitt fosfor fordi den er gruslagt og har ingen pytter og åpne vannkilder.

De siste års prøvetakinger (1,2) har vist lave verdier av hvitt fosfor i kratre på Store Haraåsen. Enkelte kratre har hatt konsentrasjoner i størrelsesorden 2-3 g/kg rett etter skyting, men konsentrasjonen reduseres raskt på grunn av nedbrytning av hvitt fosfor. I vannprøver er det ikke påvist hvitt fosfor de siste årene.

2 Overvåking av aktiviteten

Etter gjennomført skyting skal forbruk av ammunisjon rapporteres på Digital Blankett 750 (DBL 750). Dataene blir samlet i Forsvarssektorens miljødatabase (MDB), der informasjon om forbruk av ammunisjon på standplasser med tilhørende målområder kan hentes ut. En oversikt over det som er forbrukt av hvitt fosforammunisjon i RØ er vist i Tabell 2.1. Tallene i parentes angir mengde hvitt fosfor i granatene. I 2014 ble det ikke tatt prøver av hvitt fosfor kratre i RØ. Prøvetaking i 2015 vil derfor inkludere kartlegging av skyting foretatt både i 2014 og 2015.

Tabell 2.1 *Oversikt over forbruk av ammunisjon med hvitt fosfor i RØ i 2014 og 2015. Mengde hvitt fosfor i granatene er gitt i parentes.*

Sted	Ammunisjon	Antall skudd (kg WP)	
		2014	2015
Målområde artilleri (Store Haraåsen)	Granat 155 mm Røyk WP, M110	32 (227)	
PFA-slette	Granat 155 mm Røyk WP, M110		8 (56,8)
PFA-slette	Patron 81 mm Røyk WP, G40		20 (14,2)
Videregående sprengningsfelt	Patron 81 mm Røyk WP, G40		4 (2,8)

Oversikten viser at det er skutt 32 granater inn i målområdet for artilleri på Store Haraåsen i 2014. I 2015 er det skutt både artilleri – og bombekastergranater mot PFA-sletta. Totalt er det forbrukt 301 kg hvitt fosfor i de to årene. Det er Hærens våpenskole og Forsvarets logistikkorganisasjon (FLO) som har foretatt skytingene. Denne aktiviteten gir grunnlag for befarings- og prøvetaking på Store Haraåsen og prøvetaking av jordprøver i kratre der. Det må også tas vannprøver på tidligere vannprøvepunkt for å vurdere avrenning fra områdene på Store Haraåsen og ved PFA-sletta.

Aktiviteten på sprengningsfeltet er opplæring i destruksjon av ammunisjon ved Forsvarets Ammunisjons- og EOD skole. Dette er ikke et område som i utgangspunktet er godkjent for bruk av hvitt fosfor ammunisjon. Sprengningsfeltet bør derfor undersøkes nærmere med hensyn til egnethet og inkluderes i de områdene som skal overvåkes innenfor dette oppdraget.

3 Prøvetaking

3.1 Befaring

Befaring og prøvetaking ble foretatt 20.oktober 2015. Denne dagen var det tåke og liten sikt, noe som gjorde det vanskelig å orientere seg og vanskelig å få en oversikt over området. Basert på resultater fra tidligere overvåking (1,2) var det valgt ut noen krater for videre oppfølging. For å finne disse kratrene, var det nødvendig å gå etter tidligere registrerte GPS-posisjoner. Befaring i området identifiserte også en del nye kratre som det ble tatt prøver i. Figur 3.1 og Figur 3.2 viser hvor det ble tatt prøver i 2015. En beskrivelse av alle prøvepunktene er gitt i Tabell 3.1

Tabell 3.1 Oversikt og beskrivelse av prøvepunkter for vann og jord i RØ 2015.

Prøve ID	Beskrivelse av prøvepunkt
VPFA1	PFA-sletta, fast prøvepunkt for vann på østsiden av sletta
VPFA2	PFA-sletta, fast prøvepunkt for vann på vestsiden av sletta
V1	Store Haraåsen, fast prøvepunkt for vann (ny 2015)
V3	Store Haraåsen, fast prøvepunkt for vann
V4 Ny	Store Haraåsen, fast prøvepunkt for vann (ny 2015)
V5 Ny	Store Haraåsen, fast prøvepunkt for vann
K8-1	Store Haraåsen, Krater 8-1, jordprøve, 155 mm WP
K8-2	Store Haraåsen, Krater 8-2 (Krater 8), jordprøve, 155 mm WP
K10	Store Haraåsen, Krater 10, jordprøve, 155 mm WP (ny 2015)
K11	Store Haraåsen, Krater 11, jordprøve, 155 mm WP (ny 2015)
K12	Store Haraåsen, Krater 12, jordprøve, 155 mm WP (ny 2015)

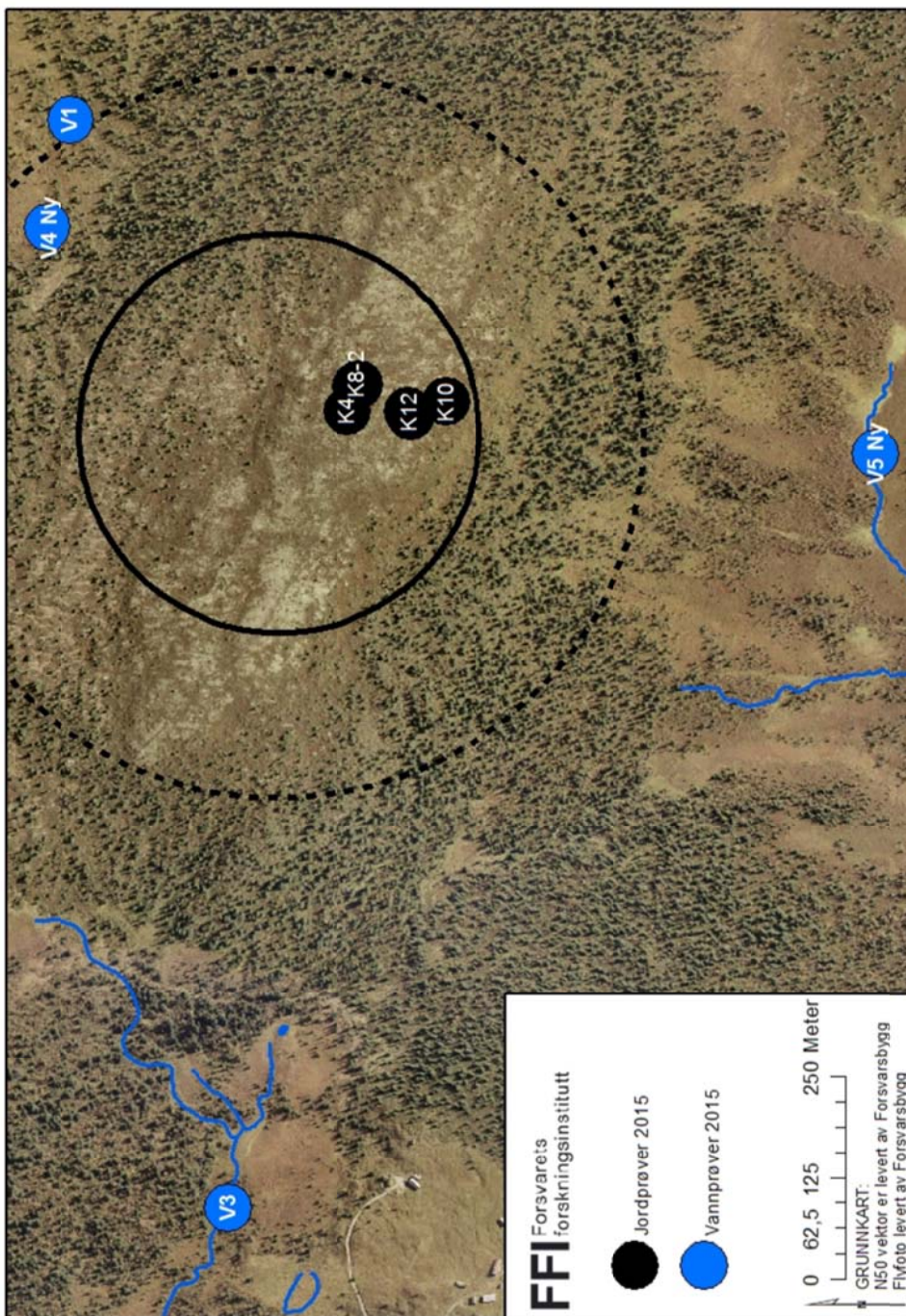
3.2 Vannprøver

Vannprøvene består av vann fra bekker eller vannansamlinger som samles i en 1 liters teflonflaske. Prøvene oppbevares mørkt og kaldt til de skal behandles videre for analyse.

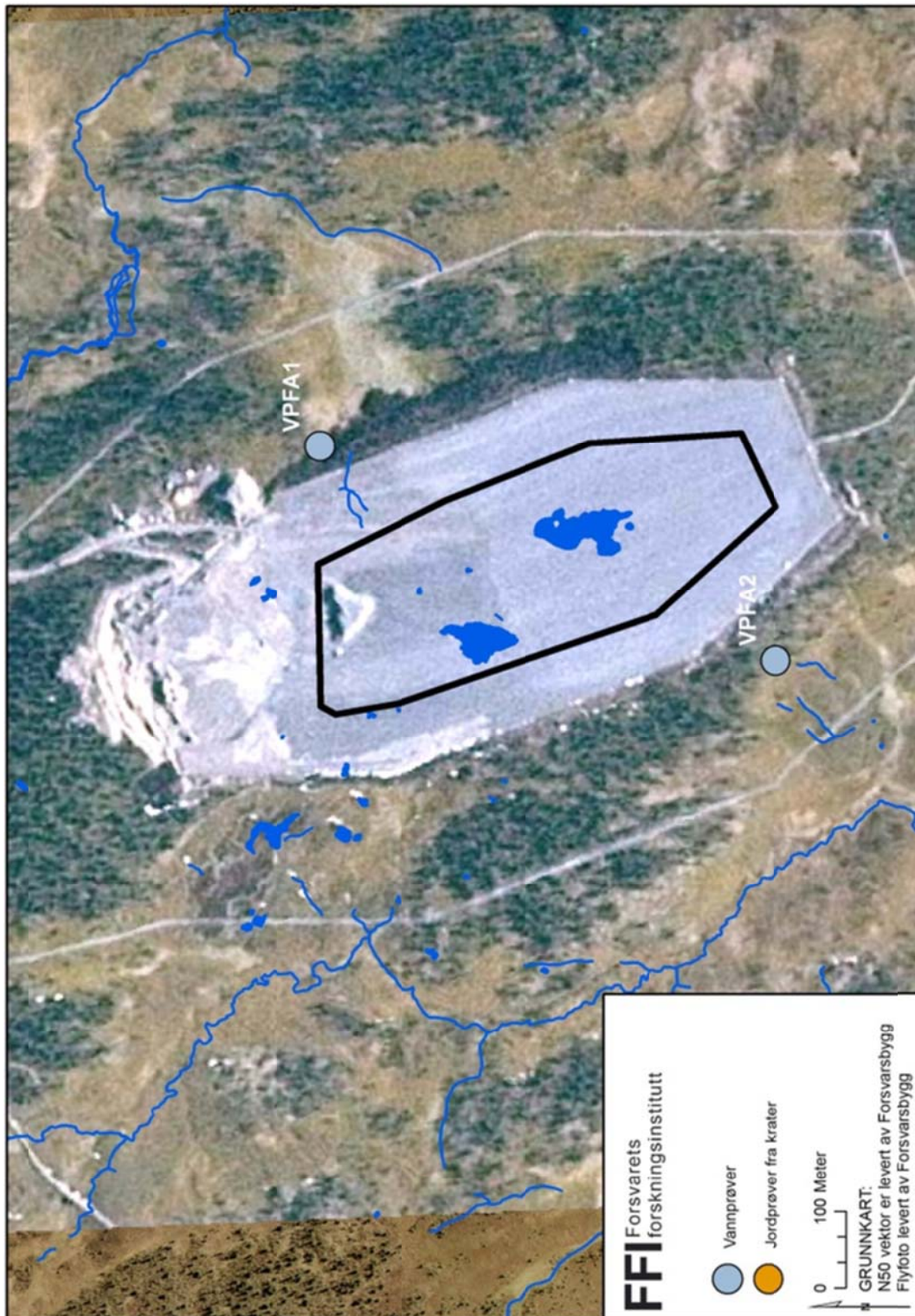
Følgende vannprøver ble tatt i området rundt Store Haraåsen, V1, V3, V4 Ny og V5 Ny. På de nøyaktige GPS-posisjonene for de tidligere prøvepunktene V1, V4 og V6 var det ingen opplagte muligheter for vannprøvetaking. Årets V1 ble derfor tatt i en liten vannansamling med noe strømning nedover mot nordøst, ganske nær posisjonen for tidligere V1. V4 Ny ble tatt i en liten bekk som renner ned på myra, nær tidligere V6. V5 er tatt fra en liten bekk som renner langs kanten av myra sør for Store Haraåsen. Her ble V5 tatt omtrent der den er tatt før, men ble kalt V5 Ny. Vannprøve V3 er tatt fra brua der stien, som går nordover litt vest for Nordsetra, krysser

en bekk. Figur 3.3 til Figur 3.6 viser bilder av de fire prøvelokasjonene for vannprøver rundt Store Haraåsen.

Ved PFA-sletta er det to faste prøvepunkter hvor det ble tatt prøver, ett på østsiden av sletta, VPFA1, og ett på vestsiden av sletta, VPFA2.



Figur 3.1 Lokasjon for prøvetakingspunkter på Store Haraåsen oktober 2015.



Figur 3.2 Lokasjoner for vannprøvepunkter ved PFA-sletta.



Figur 3.3 Vannprøve V1.



Figur 3.4 Vannprøve V4 Ny.



Figur 3.5 Vannprøve V5 Ny.



Figur 3.6 Vannprøve V3.

3.3 Jordprøver

Jordprøve fra et krater er en samleprøve bestående av 20 stikk tatt jevnt fordelt nede i krateret, totalt ca 500 gram jord. Jorda anbringes på 500-1000 ml teflonflasker som etterfylles med vann. Prøvene oppbevares mørkt og kaldt til de skal behandles videre for analyse.

Jordprøvene skal tas i kratre som ved tidligere målinger har vist seg å ha høye verdier av hvitt fosfor. Prøver tatt i 2013 (2) viser at krater K8, et 155 mm krater, inneholder 650 mg/kg WP. Det var ønskelig å fortsette overvåkingen av dette krateret. På GPS-posisjonen for K8 ble det observert to kratre rett ved siden av hverandre, og det var ikke mulig å avgjøre hvilket som var K8. Det ble derfor tatt prøver fra begge kratrene i oktober 2015, kalt K8-1 og K8-2. Senere ble det ut ifra bilder identifisert at K8-2 var det opprinnelige K8. Det var tydelig lukt av hvitt fosfor fra krater K8-2.

I området sør for K8-kratrene ble det identifisert flere kratre som så ganske nye ut og hvor man kjente det luktet hvitt fosfor. Tre av disse ble valgt for overvåkning og prøvetaking, K10, K11 og K12. Mest sannsynlig stammer disse kratrene fra skytingen i 2014. Bilder av de prøvetatte kratrene er vist i Figur 3.7 til Figur 3.11. Ingen av kratrene var vannfylte eller bar preg av å være vannfylte over lengre perioder..



Figur 3.7 Prøvepunkt krater K8-1.



Figur 3.8 Prøvepunkt krater K8-2.



Figur 3.9 Prøvepunkt krater K10.



Figur 3.10 Prøvepunkt krater K11.



Figur 3.11 Prøvepunkt krater K12.

4 Resultater og risikovurdering

4.1 Resultater

Vann- og jordprøver ekstraheres med karbondisulfid. Ekstraktene analyseres for innhold av hvitt fosfor på gasskromatograf (GC) med nitrogen fosfor detektor (NPD). En beskrivelse av metoden finnes i FFI-rapport 2003/01224 (5) og FFI-rapport 2004/00177 (6). Resultater fra årets målinger er vist i Tabell 4.1. Analyserapport er i vedlegg nr 1.

Tabell 4.1 Konsentrasjoner av hvitt fosfor i prøver fra RØ 2015.

Prøve	Hvitt fosfor
VPFA1, PFA-sletta, [ng/l]	< 1
VPFA2, PFA-sletta, [ng/l]	< 1
V1, Store Haraåsen, [ng/l]	< 1
V3, Store Haraåsen, [ng/l]	< 1
V4 Ny, Store Haraåsen, [ng/l]	< 1
V5 Ny, Store Haraåsen, [ng/l]	< 1
K8-1, Store Haraåsen, [mg/kg]	91
K8-2, Store Haraåsen, [mg/kg]	5150
K10, Store Haraåsen, [mg/kg]	10
K11, Store Haraåsen, [mg/kg]	1,6
K12, Store Haraåsen, [mg/kg]	18

Ingen av vannprøvene inneholder hvitt fosfor over deteksjonsgrensa. Dette viser at det ikke kan påvises avrenning av hvitt fosfor fra hverken Store Haraåsen eller PFA-sletta til prøvepunktene nedstrøms målområdene for hvitt fosforgranater.

Mengden av hvitt fosfor målt i kratrene varierer fra 1,6 til 5150 mg/kg jord. Den største mengden ble funnet i krater K8-2 som er det samme som krater K8, og som ble prøvetatt i 2013 med en verdi på 650 mg/kg hvitt fosfor. Det var tydelig lukt av hvitt fosfor fra krateret. Det er målt nesten 10 ganger så høy konsentrasjon i 2015 sammenliknet med 2013. Dette kan skyldes at prøven fra 2015 består av flere samleprøver (20 stikk) sammenliknet med prøven tatt i 2013 (> 3 stikk oppgitt). En prøve bestående av flere delprøver vil gi en mer representativ verdi for konsentrasjonen i prøvetatt område. Tidligere ble det tatt prøve av de øverste 2-3 cm av jordlaget. I denne analysen ble det gravd litt lenger ned i kratrene for å ta dypere prøver.

De andre kratrene inneholder mye lavere konsentrasjoner av hvitt fosfor enn K8-2. Dette kan skyldes forhold ved detonasjonen som har ført til mer deponering av hvitt fosfor i dette krateret sammenliknet med de andre kratrene. Selv om ingen av kratrene var vannfylte, kan det være forskjell i drenering i kratrene slik at krater K8-2 har fuktigere jord enn de andre. Vann i kratre og fuktig jord fører til saktere nedbrytning av hvitt fosfor rester på grunn av mindre tilgang på oksygen og hvitt fosfors lave løselighet i vann.

4.2 Risikovurdering

Det ble ikke påvist hvitt fosfor i noen av vannprøvene. Dette viser at hvitt fosfor i svært liten grad lekker ut til vannveier i området nedstrøms målområdet for hvitt fosfor. Mennesker og dyr som drikker av vannet vil ikke utsettes for uakseptabel risiko.

Det er kun ett av kratrene, K8-2, som inneholder høy konsentrasjon av hvitt fosfor, 5,15 g/kg. I en tidligere undersøkelse av hvitt fosfor i skytefelt i Troms (7) ble det påvist konsentrasjoner opp mot 5,7 g/kg. Når det tas høyde for at mennesker oppholder seg totalt 14 dager inne i nedslagsfeltet, ble det konkludert med at området har en akseptabel risiko (7,8). Gitt samme oppholdstid for mennesker på Store Haraåsen, og med tilsvarende vurderinger som for Troms, vil ikke forurensningen på Store Haraåsen utgjøre noen helserisiko for mennesker.

Dersom det begynner å gro gress og annen vegetasjon i kratre, vil dyr som beiter kunne få i seg hvitt fosfor. Det vil imidlertid gå noen år før det vokser noe nede i kratrene, og konsentrasjonen av hvitt fosfor reduseres over tid i grunnen på grunn av nedbrytningen. Om man gjør de samme vurderinger som for mennesker og antar en maksimal oppholdstid på 14 dager, vil dette gi akseptabel risiko for beitedyr. Om dette kratret blir vannfylt, vil dyr kunne drikke fra kratret og få i seg hvitt fosfor. Det er imidlertid lite som tyder på at dette kratret er fylt med vann over en lengre tidsperiode, og det antas ikke at dyr får i seg hvitt fosfor fra vannfylte kratre på Store Haraåsen.

5 Konklusjon

I oktober 2015 ble det foretatt prøvetaking av kratre på Store Haraåsen, i fastlagte vannprøvepunkter rundt Store Haraåsen og på begge sider av PFA-sletta. Ingen av vannprøvene inneholder hvitt fosfor over deteksjonsgrensa på 1 ng/l. I kratrene ble det målt små mengder hvitt fosfor mellom 1 og 91 mg/kg, bortsett fra i ett krater hvor konsentrasjon var over 5 g/kg. Tatt i betraktning en oppholdstid i området på 14 dager for mennesker og dyr, er dette en akseptabel risiko.

De lave konsentrasjonene med hvitt fosfor viser at nedslagsområdet er egnet for bruk av røykammunisjon og at det blir lite rester av hvitt fosfor igjen i bakken. Hvis enkeltkratre har høye konsentrasjoner, anbefales det å grave opp jord fra kratret og legge masser fra kratret på utsiden. Dette vil tørke ut massene og lette eksponering mot oksygen og dermed påskynde nedbrytning av hvitt fosfor.

A Vedlegg



Forsvarets forskningsinstitutt
Avdeling Beskyttelse og samfunnssikkerhet

Dato: 18.11.2015

Analyserapport M15/003

Side 1 av 2

Analyserapport nr M15/003 Analyse av hvitt fosfor

Oppdragsgiver: FFI
Anmerkninger:

Antall prøver: 11
Mottatt dato: 20.10.2015

Analyserapporten gjelder følgende analyser:

Analyse-parameter	Metode identitet	Omfattes av akkreditering	Måleområde
Hvitt fosfor i vann	F1	Nei	1 – 500 ng/l
Hvitt fosfor i jord	F2	Nei	0,005 – 0,5 mg/kg

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

Kjeller, 18. november 2015

Amt Johnsen
forsker

Saksbehandler: Amt Johnsen

Adresse : Postboks 25, 2007 Kjeller

Innvalg : 63 80 7884

Sentralbord: 63 80 70 00

Telefax: 63 80 75 09

Mil retn nr: 0505

Organisasjonsnr: 970 963 340 MVA

Bankgiro: 7101.05.00030

Postgiro: 0801 5045745



ANALYSE AV HVITT FOSFOR I VANN OG JORD

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

<i>FFI nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
15-1473	VPFA1, PFA-sletta, RØ
15-1474	VPFA2, PFA-sletta, RØ
15-1475	V1, Store Haraåsen, RØ
15-1476	V3, Store Haraåsen, RØ
15-1477	Ny V4, Store Haraåsen, RØ
15-1482	V5, Store Haraåsen, RØ
15-1483	K8-1, Store Haraåsen, RØ
15-1484	K8-2, Store Haraåsen, RØ
15-1485	K10, Store Haraåsen, RØ
15-1486	K11, Store Haraåsen, RØ
15-1487	K12, Store Haraåsen, RØ

<i>FFI nr</i>	<i>Hvitt fosfor, ng/l</i>
15-1473	< 1
15-1474	< 1
15-1475	< 1
15-1476	< 1
15-1477	< 1
15-1482	< 1

<i>FFI nr</i>	<i>Mengde tørr prøve, g</i>	<i>Hvitt fosfor, mg/kg</i>
15-1483	676,2	91
15-1484	517,4	5150
15-1485	854,5	10
15-1486	897,1	1,6
15-1487	601,4	18

Analyse av hvitt fosfor

Referanser

- [1] Strømseng A.E. og Johnsen A.M., “Miljøoppfølging av skyting med granater som inneholder hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet – overvåkingsresultater for 2009 og 2010.” FFI-rapport 2011/01459, 2011.
- [2] Strømseng A.E. og Johnsen A.M., “Miljøoppfølging av nedslagsområder for røykgranater fylt med hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet – overvåkingsresultater for 2012 og 2013.” FFI-rapport 2014/01441, 2014.
- [3] Søybye E., Strømseng A., Johnsen A. og Longva K.S., “Miljømessig vurdering av målområder for skyting med hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet”, FFI-notat 2004/00490, 2004.
- [4] Statens forurensningstilsyn, “Oversendelse av tillatelse etter forurensningsloven. Brev 18.3.2005 endret 28.05.2010. 12002/552 463&2008/188, 2004.
- [5] Søybye E., Johnsen A. og Strømseng A., “Kartlegging av hvitt fosfor forurensning i Hjerkinnskytefelt”, FFI-rapport 2003/01224, 2003.
- [6] Søybye E., Johnsen A., Longva K.S., Strømseng A., Ljønes M. og Oddan, A., “Spredning av hvitt fosfor ved detonasjon av røykgranater med hvitt fosfor. Sluttrapport.” FFI-rapport 2004/00177, 2004.
- [7] Strømseng A.E., Johnsen A., Voie Ø.A., og Longva K.S., “Risikovurdering av Forsvarets bruk av hvitt fosfor i Troms”, FFI-rapport 2006/02989, 2006.
- [8] Voie Ø.A., Johnsen A., Strømseng A., and Longva K., “Environmental risk assessment of white phosphorus from the use of munitions – A probabilistic approach”, Science of the total environment, vol 408, no. 8 pp. 1833-1841, 2010.

About FFI

The Norwegian Defence Research Establishment (FFI) was founded 11th of April 1946. It is organised as an administrative agency subordinate to the Ministry of Defence.

FFI's MISSION

FFI is the prime institution responsible for defence related research in Norway. Its principal mission is to carry out research and development to meet the requirements of the Armed Forces. FFI has the role of chief adviser to the political and military leadership. In particular, the institute shall focus on aspects of the development in science and technology that can influence our security policy or defence planning.

FFI's VISION

FFI turns knowledge and ideas into an efficient defence.

FFI's CHARACTERISTICS

Creative, daring, broad-minded and responsible.

Om FFI

Forsvarets forskningsinstitutt ble etablert 11. april 1946. Instituttet er organisert som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter underlagt Forsvarsdepartementet.

FFIs FORMÅL

Forsvarets forskningsinstitutt er Forsvarets sentrale forskningsinstitusjon og har som formål å drive forskning og utvikling for Forsvarets behov. Videre er FFI rådgiver overfor Forsvarets strategiske ledelse. Spesielt skal instituttet følge opp trekk ved vitenskapelig og militærteknisk utvikling som kan påvirke forutsetningene for sikkerhetspolitikken eller forsvarsplanleggingen.

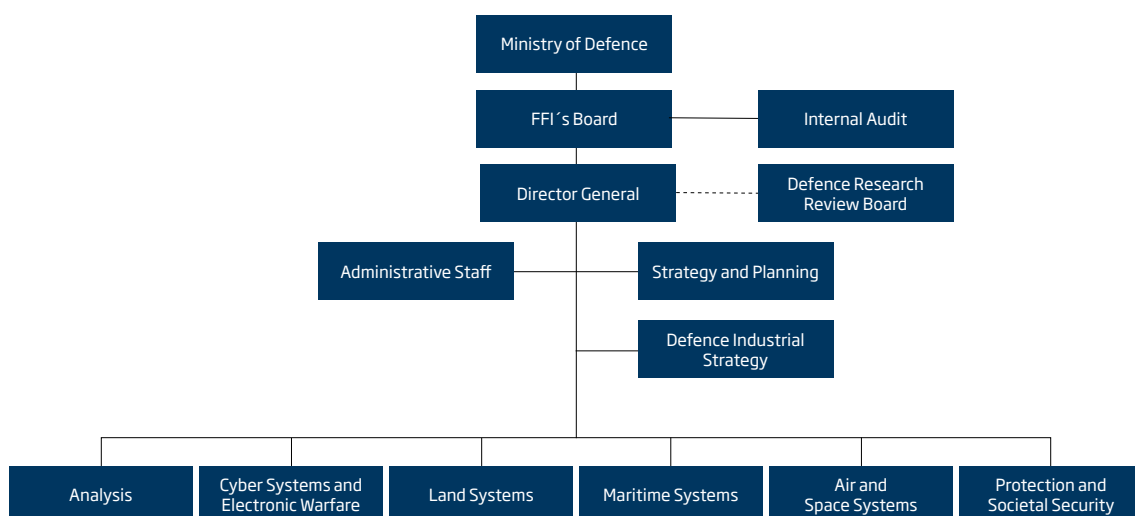
FFIs VISJON

FFI gjør kunnskap og ideer til et effektivt forsvar.

FFIs VERDIER

Skapende, drivende, vidsynt og ansvarlig.

FFI's organisation



Forsvarets forskningsinstitutt
Postboks 25
2027 Kjeller

Besøksadresse:
Instituttveien 20
2007 Kjeller

Telefon: 63 80 70 00
Telefaks: 63 80 71 15
Epost: ffi@ffi.no

Norwegian Defence Research Establishment (FFI)
P.O. Box 25
NO-2027 Kjeller

Office address:
Instituttveien 20
N-2007 Kjeller

Telephone: +47 63 80 70 00
Telefax: +47 63 80 71 15
Email: ffi@ffi.no