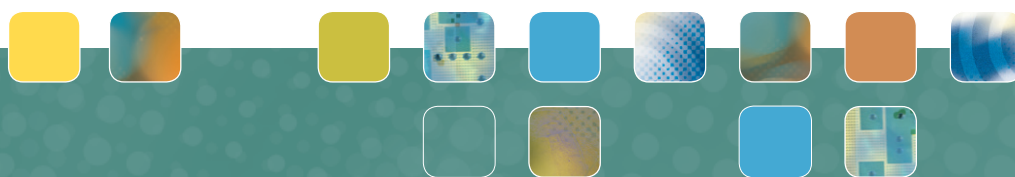




FFI-rapport 2014/01441

Miljøoppfølging av nedslagsområder for røykgranater fylt med hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet – overvåkingsresultater for 2012 og 2013



Arnljot Einride Strømseng og Arnt Magne Johnsen

Miljøoppfølging av nedslagsområder for røykgranater fylt med hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet – overvåkingsresultater for 2012 og 2013

Arnljot Einride Strømseng og Arnt Magne Johnsen

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)

10. november 2014

FFI-rapport 2014/01441

P3695

P: ISBN 978-82-464-2450-7

E: ISBN 978-82-464-2451-4

Emneord

Hvitt fosfor

Røykgranater

Artilleri

Bombekaster

Overvåking

Regionfelt Østlandet

Godkjent av

Kjetil Sager Longva

Prosjektleder

Janet M Blatny

Avdelingsjef

Sammendrag

I 2004 ble det av Statens forurensningstilsyn (SFT), nå Miljødirektoratet, gitt utslippstillatelse for bruk av målområdet Store Haraåsen og Gråfellet S i Regionfelt Østlandet som målområde for røykgranater med hvitt fosfor. Det er i seinere tid (2010) gitt tillatelse for skyting av røykgranater med hvitt fosfor mot PFA-sletta. Det er etablert et overvåkningsprogram, der all bruk av granater med hvitt fosfor skal dokumenteres. Det skal undersøkes i hvilken grad bruken fører til forurensing, og risiko for negative miljøkonsekvenser skal vurderes. Resultatene skal danne grunnlag for rapportering til miljømyndighetene om bruk av hvitt fosfor i RØ.

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) har på oppdrag fra Forsvarsbygg Utleie, Markedsområde Østlandet, gjennomført prøvetaking av jord og vann i to målområder for hvitt fosfor i helt fra 2009 til og med 2013 i Regionfelt Østlandet. Denne rapporten omhandler analyse av hvitt fosfor i jord og vann fra prøvetakinger gjort i 2012 og 2013. Fra 2008 til 2013 er det registrert et forbruk av ammunisjon med hvitt fosfor på 184 artillerigranater (155 mm) og 152 bombekaster-granater (81 mm) i Regionfelt Østlandet. Til sammen utgjør dette 1414 kg hvitt fosfor.

I 2012 ble den høyeste konsentrasjonen av hvitt fosfor (10 mg/kg) påvist i en jordprøve fra et artillerikrater med prøvenummer K4. Ved å sammenligne analyseresultater av hvitt fosfor fra tidligere prøvetakinger gjort på Store Haraåsen mot analyser gjort i 2012 og 2013, viser dette at konsentrasjonen av hvitt fosfor i K4 er blitt redusert med mer enn 97 % siden krateret første gang ble prøvetatt i 2009. For andre kratre som det tidligere er tatt prøver fra, er nedgangen i konsentrasjonen av hvitt fosfor på over 99,9 %. Det er ikke gjort funn av hvitt fosfor i vannprøver hverken rundt Store Haraåsen eller PFA-sletta i 2012 eller 2013. Dette viser at målområdet er egnet for denne type skyting, under forutsetning at treff på utsiden av målområdet unngås.

English summary

At Regionfelt Østlandet (RØ), which is a military training area, there are three target areas for smoke ammunition containing white phosphorus (WP). These sites are called Store Haraåsen, Gråfjell S and PFA- sletta. The Norwegian Environmental Agency permitted use of WP at Store Haraåsen and Gråfjell S in 2004, and in 2010 at the PFA-sletta. A surveillance program, started in 2009, was established to monitor contamination and use of WP at the target areas, in order to assess any potential environmental risk. On assignment from The Norwegian Defence Estates Agency, FFI (Norwegian defence research establishment) analyzed soil and water samples from the target areas at RØ. The findings from the surveillance program are reported to the environmental authorities in Norway. This report mainly focuses on the survey of water and soil samples collected from the target areas in 2012 and 2013.

From 2008 to the end of 2013 it has been fired 184 WP artillery shells (155 mm) and 152 WP mortar shells (81 mm) at RØ. The total amount of WP fired in this period is 1414 kg.

In the samples collected in 2012 the highest concentration of WP (10 mg/kg) was observed in soil taken from an artillery crater named K4. The concentration of WP in the soil from this crater has decreased by more than 97 % since the first time soil from this crater were analyzed in 2009. Similar were observed in soil samples taken from other WP craters in the area, which shows that the WP concentration has decreased more than 99.9 % since the start of the surveillance program in 2009. No traces of WP were detected in the water samples collected from the target areas in 2012 and 2013.

These results indicate that there is limited spread of WP from the target areas for WP shells in the military training area at RØ. The sites appear suitable for the purpose as long as the shells are not fired outside the borders of the target areas.

Innhold

1	Innledning	7
1.1	Formål	7
1.2	Bakgrunn	7
1.3	Utslippstillatelse	7
1.4	Bruk av hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet	8
2	Prøvetaking	8
2.1	Beskrivelse av målområdene	8
2.1.1	Store Haraåsen	8
2.1.2	PFA-sletta	9
2.2	Prosedyrer for prøvetaking	9
2.2.1	Prøvetaking av jordsmonnet	9
2.2.2	Prøvetaking av vann	9
2.2.3	Beskrivelse av prøvene	9
2.3	Analyse	9
2.4	Lokalisering av jord- og vannprøver	12
3	Resultater og diskusjon	15
3.1	Analyse av vann	15
3.2	Analyse av jord	16
3.3	Risikovurdering	16
4	Oppsummering og konklusjon	17
5	Anbefaling	17
	Litteratur	18
	Vedlegg A Analyserapport 2012 og 2013	19
	Vedlegg B Bilder av utvalgte prøvepunkter	23

1 Innledning

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) har på oppdrag fra Forsvarsbygg Utleie, Markedsområde Østlandet foretatt prøvetaking av jord og vann i målområdene for røykgranater fylt med hvitt fosfor (WP) i Regionfelt Østlandet (RØ). Bakgrunnen for oppdraget er at det i henhold til utslippstillatelsen for bruk av hvitt fosfor i RØ skal føres kontroll med nedslagsfelt og nærmeste resipienter for innhold av WP. FFI har tidligere anbefalt retningslinjer for miljøoppfølging av nedslagsområdene i RØ for røykgranater fylt med hvitt fosfor [1]. Forsvarsbygg ønsker å sikre at bruk av slike granater ikke fører til forurensing som vil skade miljøet i vesentlig grad, og har derfor bedt FFI om å bistå med overvåking og miljørisikovurdering. FFI har også tidligere rapportert analyseresultater fra overvåking av hvitt fosfor i RØ [2].

1.1 Formål

Med bakgrunn i overvåkingsprogrammet skal bruk av granater med hvitt fosfor dokumenteres. Det skal undersøkes i hvilken grad det fører til forurensing, og risiko for negative miljøkonsekvenser skal vurderes. Resultatene skal danne grunnlag for rapportering til miljømyndighetene om bruk av hvitt fosfor i RØ.

1.2 Bakgrunn

Hovedproblemet med hvitt fosfor, er om det kommer i et miljø med liten tilgang til oksygen, som for eksempel bekker, vann/tjern, myrområder eller jordsmonn med høy jordfuktighet. I slike miljø vil hvitt fosfor forbli uforandret over lang tid. Hvitt fosfor er meget giftig for alle organismer, og det er rapportert om dødsfall både hos mennesker, pattedyr, fugler og fisk [3]. I RØ finnes det beitedyr, blant annet elg, rådyr, rein og sau. Dersom rester av hvitt fosfor blir liggende igjen i jord eller vann, kan dyr bli eksponert ved beite eller ved inntak av drikkevann. Det er derfor viktig at bruken av hvitt fosfor i målområdet på Store Haraåsen og PFA-sletta blir overvåket og vurdert opp i mot de resultatene man finner.

1.3 Utslippstillatelse

I 2004 ble det av Statens forurensningstilsyn (SFT), nå Miljødirektoratet, gitt utslippstillatelse for RØ [4]. Her ble det gitt tillatelse til bruk av målområdet Store Haraåsen og Gråfellet S, som også av FFI ble vurdert til å være de beste målområdene for røykammunisjon med hvitt fosfor [5]. I tillegg skal det stilles i reserve et opparbeidet nedslagsfelt for hvitt fosfor som ikke skal benyttes til andre aktiviteter. Det er i seinere tid (datert 28.05.2010) gitt tillatelse for skyting av hvitt fosfor mot PFA-sletta [4]. Følgende tekst som angår bruk av hvitt fosfor er hentet direkte fra utslippstillatelsen fra SFT [4] :

”Det skal føres dokumentert kontroll med nedslagsfeltet etter hver skyting, og nærmeste resipienter skal kontrollmåles m.h.t. hvitt fosfor. Ammunisjonsforbruket i målområdet skal overvåkes, og det skal gjennomføres prosedyrer med logging av antall bom og antall treff med sikte på å registrere feilskyting (treff utenfor angitt målområde) og lokalisere nedslagsområdet

med sikte på å vurdere tiltak. Meteorologiske forhold, forhåndsvarsling og statistikk, skal brukes aktivt når det planlegges bruk av hvitt fosfor i øvelsessammenheng, for eksempel fare for snønedfall, annen nedbør m.m. Det tillates et maksimalt forbruk på 3,5 tonn hvitt fosfor per år.”

For å imøtekomme de krav som Miljødirektoratet (tidligere SFT) stiller i utslippstillatelsen, har Forsvarsbygg utarbeidet et forslag til overvåkingsprogram for RØ [6]. Med utgangspunkt i dette og utslippstillatelsen fra Miljødirektoratet har FFI utarbeidet en detaljert beskrivelse av hvordan overvåkningen bør gjennomføres i nedslagsfeltene til ammunisjon med hvitt fosfor [1].

1.4 Bruk av hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet

I RØ er det gjennomført flere skytinger med hvitt fosfor mot målområdet Store Haraåsen og PFA-sletta. I perioden fra 2008 til 2013 ble det rapportert et forbruk på 184 artillerigranater (155 mm) og 152 bombekastergranater (81mm) mot Store Haraåsen og PFA-sletta. Den totale mengden hvitt fosfor som er benyttet i RØ utgjør 1414 kg (2013).

Mesteparten av skytingene med hvitt fosfor fra 2008 til 2013 har blitt gjennomført av Forsvarets logistikkorganisasjon (FLO Felleskap AMM sikkerhet) i samarbeid med NAMMO. Formålet med skytingene har vært å kvalitetssikre lagret ammunisjon. De siste tre årene er det PFA-sletta som er valgt som målområdet for denne typen skytinger. Av andre aktører er det kun Våpenskolen på Rena som har benyttet seg av noen få granater med hvitt fosfor i feltet til opplæring av kadetter.

2 Prøvetaking

I 2012 og 2013 ble det gjennomført prøvetaking i henhold til program for overvåking . I tillegg ble tatt vannprøver på to prøvepunkter ved PFA-sletta. Lokaliseringen av de to målområdene er vist i Figur 2.1 og Figur 2.2. I 2012 ble det tatt fire jordprøver fra granatkratre på Store Haraåsen. I 2013 ble det tatt jordprøver fra tre nye kratre i nedslagsfeltet på Store Haraåsen. Det ble ikke tatt jordprøver fra PFA-sletta siden denne ofte blir sloddet, og det i praksis er vanskelig å merke et prøvepunkt uten teknisk avansert utstyr.

2.1 Beskrivelse av målområdene

2.1.1 Store Haraåsen

Målområdet er definert som en sirkel med 250 meters radius, der senter har følgende posisjon: Ø 634500, N 6803770 (UTM, sone 32). Målområdet (Figur 2.1) ligger i tregrensen i skrånende terreng med lite myr, bekker og vanddammer i umiddelbar nærhet. Avstanden til nærmeste tjern er drøyt 400 meter og ca 300 meter på nordøstsiden av målområdet er det et myrdrag og flere små vanddammer. Området er vurdert som egnet nedslagsområde for granater med hvitt fosfor.

2.1.2 PFA-sletta

Målområdet er definert slik

Figur 2.2 viser. Målområdet er innenfor den heltrukne svarte streken og utgjør omkring 125 mål (bredde på 250 meter og lengde 600 meter). Buffersonen går til kanten av den gruslagte sletta og er merket med en stiplet strek (75 meter fra den heltrukne svarte streken i bildet). Målområdet er meget godt egnet som nedslagsområde for hvitt fosfor, fordi det er gruslagt og har ingen pytter og åpne vannkilder.

2.2 Prosedyrer for prøvetaking

2.2.1 Prøvetaking av jordsmonnet

Ved prøvetaking av jordsmonnet ble det tatt prøve av overflatelaget av jorden nede i kratre. Er krateret vannfylt, tas jordprøven i bunnen av vannansamlingen. Jordprøven blir tatt slik at det er de øverste 2-3 cm som det blir prøvetatt. Hvert angitt prøvepunkt bestod av minst tre delprøver som ble samlet til en samleprøve. Et prøvepunkt er et krater, eller en kvadratmeter stor flate dersom prøven ikke tas i krater. Prøvene av jordsmonnet ble tatt med en spade/øse/skje av metall og overført til 1000 ml teflonflasker med kork. Den totale mengden jordsmonn som ble samlet opp var omkring 500 gram. Til slutt ble det fylt vann på flaskene, slik at vannet oversteg jordprøven. I praksis fylles disse flaskene helt fulle med vann. Prøvene ble transportert umiddelbart etter prøvetaking til FFI, hvor de ble lagret mørkt og kaldt (kjøleskap).

2.2.2 Prøvetaking av vann

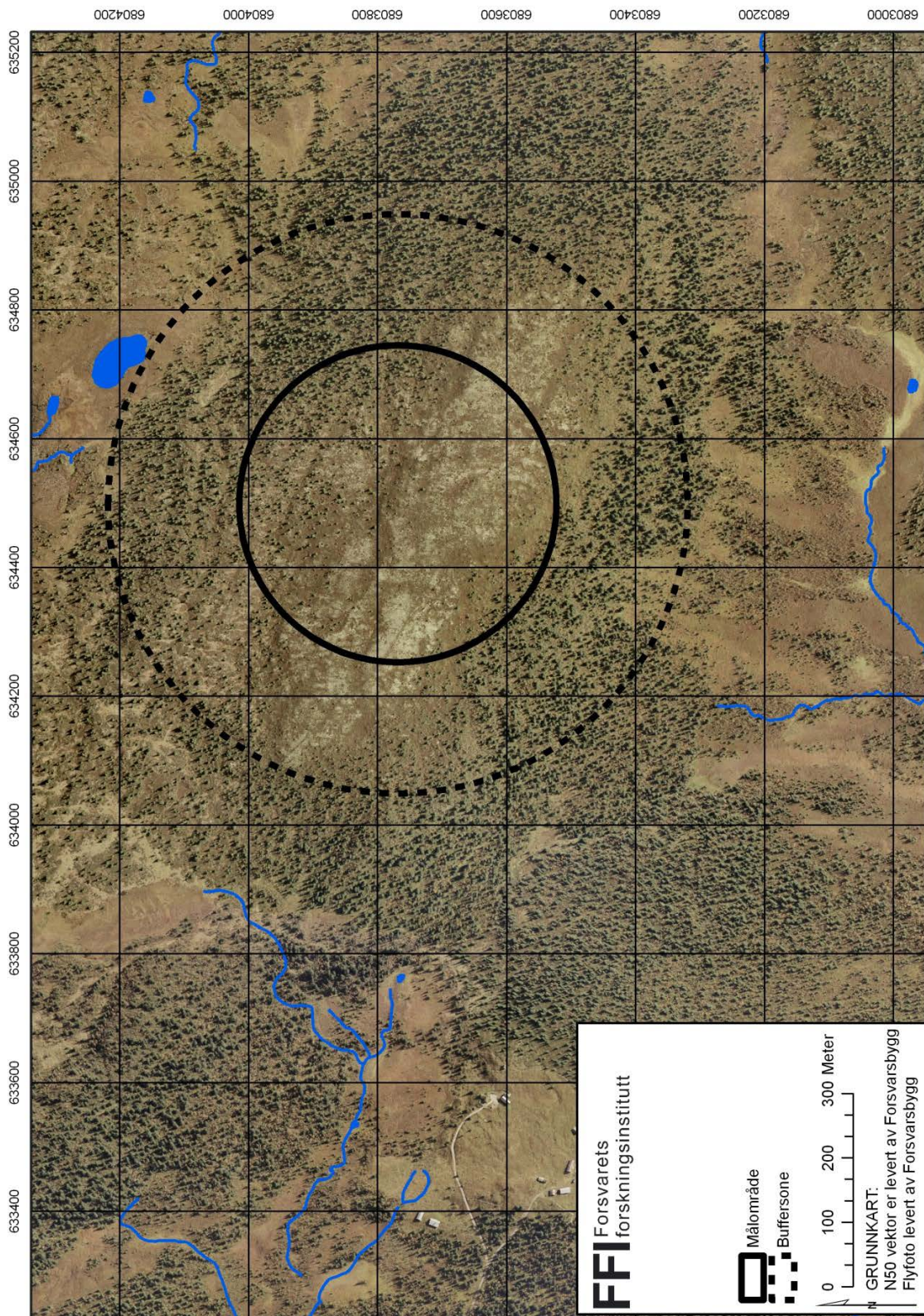
Vannprøvene ble tatt ved å fylle en 1000 ml teflonflaske helt full. Deretter ble korken satt på, slik at det ikke lakk inn luft i flasken. Vannprøvene ble lagret mørkt og kaldt før de ble ekstrahert og analysert.

2.2.3 Beskrivelse av prøvene

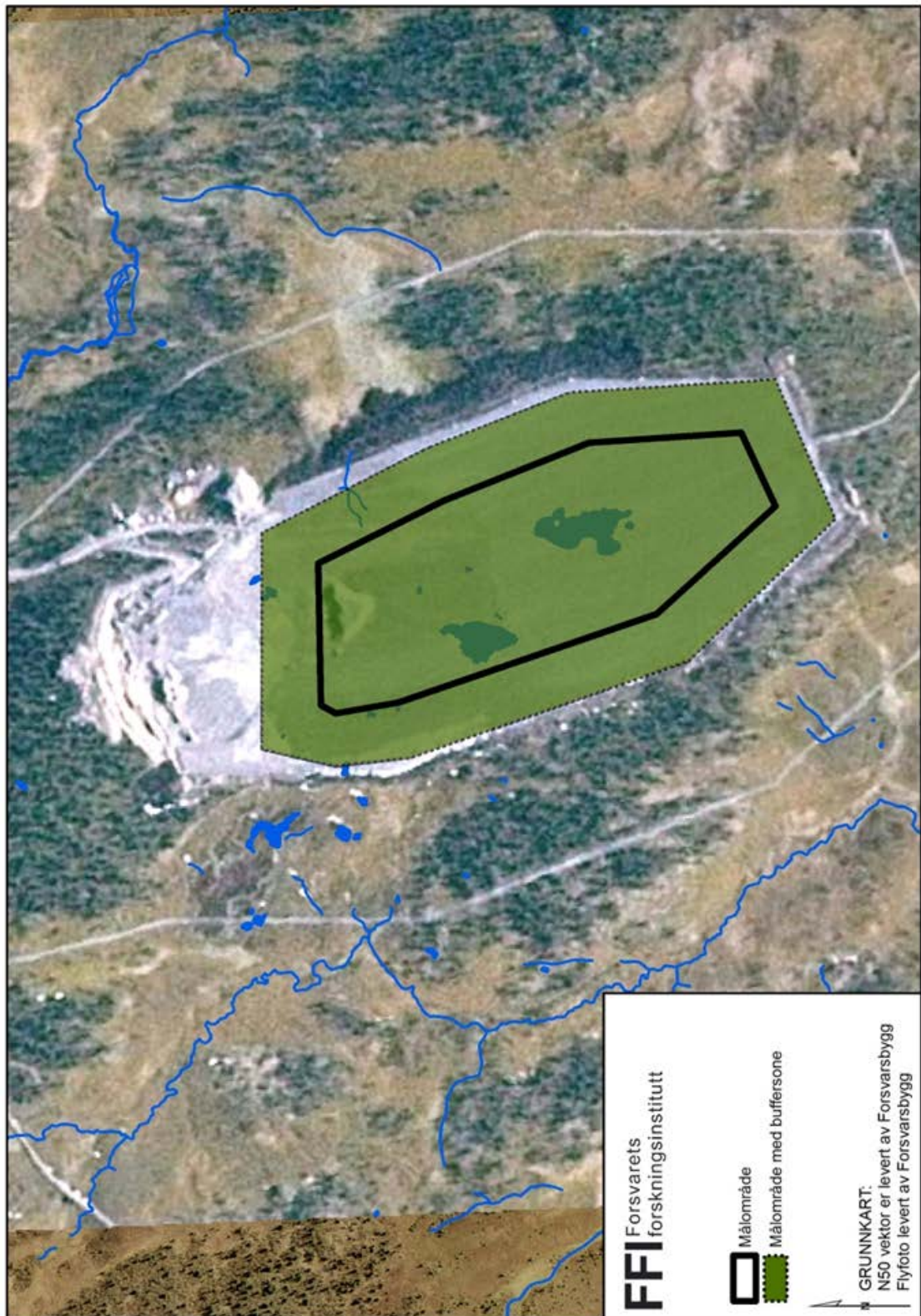
Beskrivelse av de enkelte prøvene er oppsummert i Tabell 2.1. Lokaliseringen av vannprøve V1 er vist i Figur 2.3. Dette prøvepunktet ble flyttet vestover under prøvetakingen i 2010 og fikk da navnet V4. Denne lokaliseringen vil få med seg mer av nedbørsfeltet fra Store Harasåsen. Figur 2.3 og Figur 2.4 viser hvordan de enkelte prøvepunktene for jord og vann ligger i forhold til målområdet på henholdsvis Store Haraåsen og PFA-sletta.

2.3 Analyse

Hvitt fosfor i jord- og vannprøver ekstraheres med karbondisulfid på ristebord. Prøvene ble ekstrahert snarlig etter prøvetaking og analysert på gasskromatograf (GC) med NPD (nitrogen fosfor detektor). En nærmere beskrivelse av metodene er gjort i FFI-rapport 2003/01224 [7] og FFI-rapport 2004/00177 [8].



Figur 2.1 Målområdet og buffersone for skyting med hvitt fosfor granater. Målområdet ligger i Store Haraåsen i Regionfelt Østlandet.



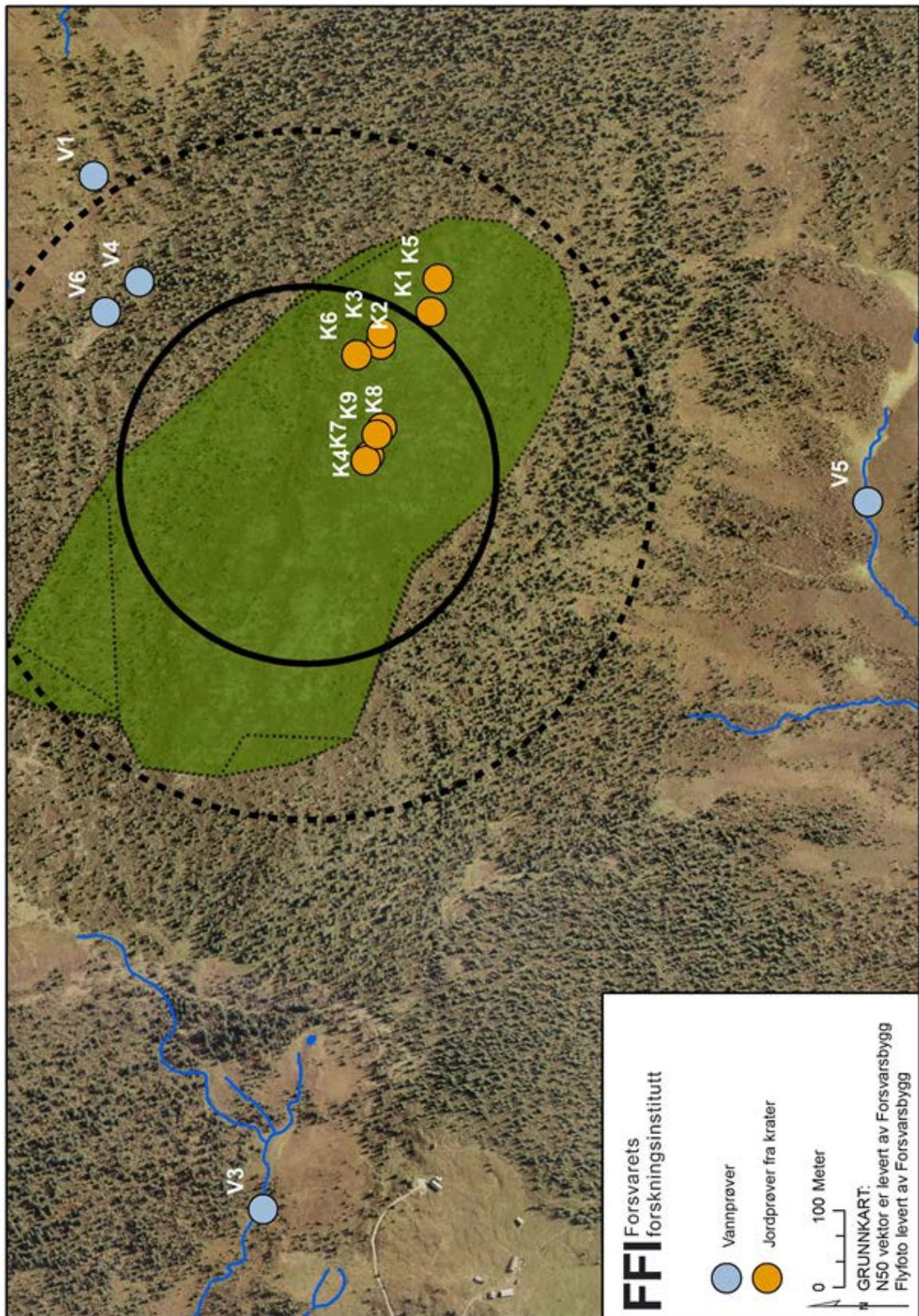
Figur 2.2 Målområdet og buffersone for hvitt fosfor på PFA-sletta.

2.4 Lokalisering av jord- og vannprøver

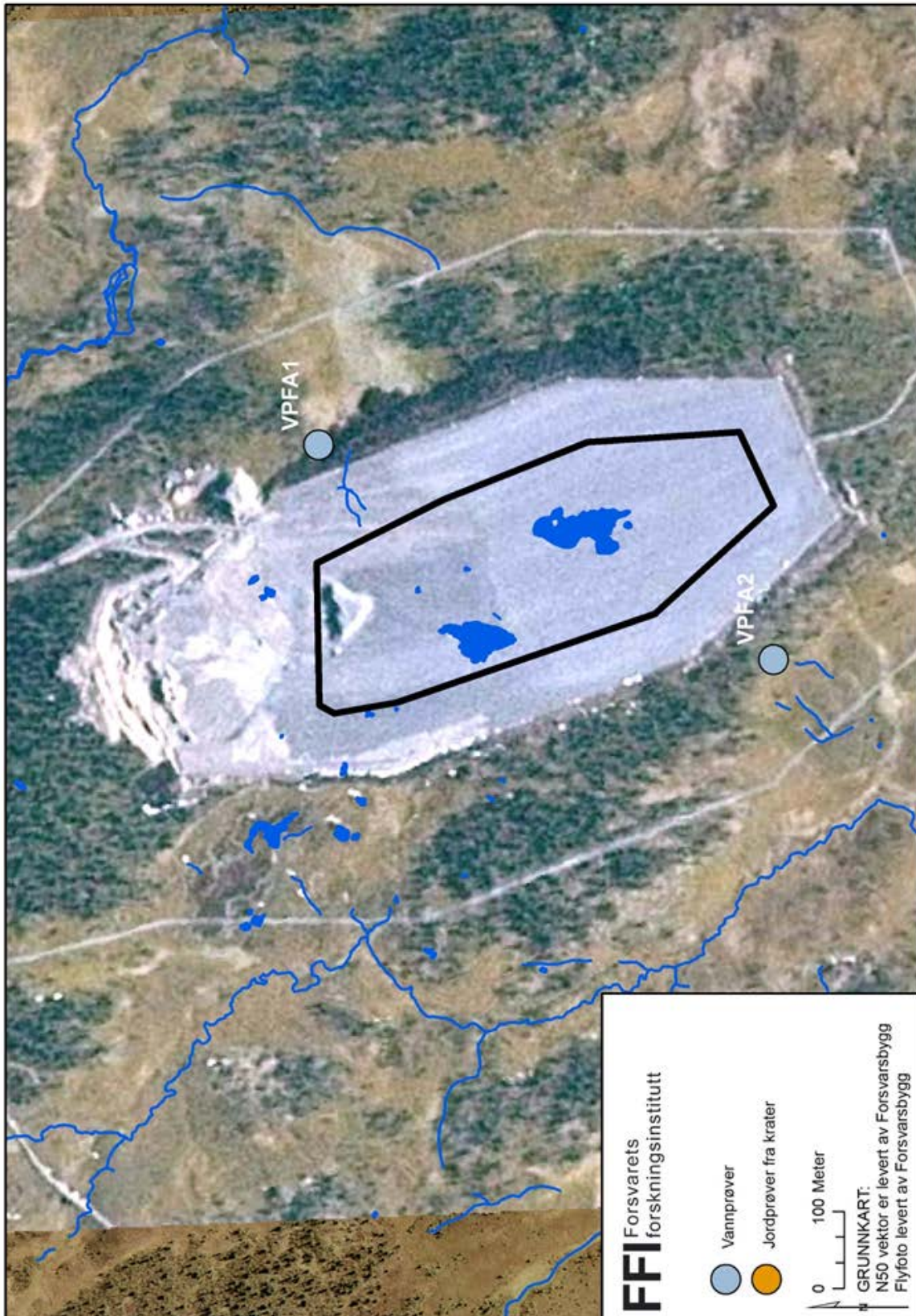
Figur 2.3 og Figur 2.4 viser hvor de ulike prøvene av jord og vann ble tatt i 2012 og 2013. I 2012 ble det tatt fire vannprøver (V1, V3, V4 og V5) og fire jordprøver (K2, K3, K4 og K5) fra Store Haraåsen, mens det i 2013 ble tatt fire vannprøver (V1, V3, V4, V5) og tre jordprøver (K7, K8 og K9) fra samme sted. Fra PFA-sletta ble det både i 2012 og 2013 tatt to vannprøver (VPFA1 og VPFA2).

Tabell 2.1 Oversikt og beskrivelse av de ulike prøvepunktene for vann og jord på Store Haraåsen i 2009, 2010, 2012 og 2013.

Prøve id	Beskrivelse av prøvepunkter
V1	Store Haraåsen, RØ, fast prøvepunkt vann
V2	Store Haraåsen, RØ, fast prøvepunkt vann (Flyttet til V5)
V3	Store Haraåsen, RØ, fast prøvepunkt vann
V4	Store Haraåsen, RØ, 150 m sørvest av V1, ny i 2010
V5	Store Haraåsen, RØ, 130 m vest for V2 vann
V6	Store Haraåsen, RØ, 60 m nordvest for V4, ny i 2013
K1	Store Haraåsen, RØ, Krater 1, jordprøve 155 mm WP
K2	Store Haraåsen, RØ, Krater 2, jordprøve 155 mm WP
K3	Store Haraåsen, RØ, Krater 3, jordprøve 155 mm WP
K4	Store Haraåsen, RØ, Krater 4, jordprøve 81 mm BK WP
K5	Store Haraåsen, RØ, Krater 5, jordprøve 155 mm WP
K6	Store Haraåsen, RØ, Krater 6, jordprøve 155 WP
K7	Store Haraåsen, RØ, Krater 7, jordprøve 155 mm WP (ny 2013)
K8	Store Haraåsen, RØ, Krater 8, jordprøve 155 mm WP (ny 2013)
K9	Store Haraåsen, RØ, Krater 9, jordprøve 155 mm WP (ny 2013)
VPFA1	PFA-sletta, RØ, fast prøvepunkt vann på østsiden av sletta (ny 2012)
VPFA2	PFA-sletta, RØ, fast prøvepunkt vann på vestsiden av sletta (ny 2012)



Figur 2.3 Lokalisering av prøvepunkter for jord og vann på Store Haraåsen.



Figur 2.4 Lokalisering av prøvepunkter for vann på PFA-sletta.

3 Resultater og diskusjon

Resultater fra analyse av hvitt fosfor i jord og vann ved prøvetaking i 2012 og 2013 er vist i Tabell 3.1. Her er også resultater fra 2009 og 2010 (rapportert i FFI-rapport 2011/01459 [2]) tatt med for oversiktens skyld.

3.1 Analyse av vann

Resultatene viser at det etter skytingen i 2009 var en vannprøve (V1) som inneholdt spor av hvitt fosfor. Ingen av de andre faste prøvepunktene for vann hadde innhold av hvitt fosfor over deteksjonsgrensen i 2009, 2010, 2012 eller i 2013. Prøven fra V1, ble tatt samme dag som skytingen hadde foregått. Det er usikkert hva dette resultatet skyldes, men det kommer sannsynligvis av at partikler av uforbrent hvitt fosfor har drevet med vinden et stykke, for deretter å ha falt ned på bakken. Vindretningen ved skyting av disse granatene var fra syd og røyken drev nordover fra målområdet. Det anses for mindre sannsynlig at hvitt fosfor er slynget ut med jord og stein etter omsetning av granaten, for deretter å havne i våte områder som drenerer ned til prøvepunkt V1. Analyseresultatene for prøver av vann tatt ved Store Haraåsen eller PFA- sletta i 2012 og 2013 viser ikke spor av hvitt fosfor.

Tabell 3.1 Resultater fra analyse av hvitt fosfor (WP) i vann- og jordprøver tatt i 2009, 2010, 2012 og 2013.

Prøve	WP 2009	WP 2010	WP 2012	WP 2013
V1 (ng/l)	2	<1	<1	<1
V2 (ng/l)	<1			
V3 (ng/l)	<1	<1	<1	<1
V4 (ng/l)		<1	<1	<1
V5 (ng/l)		<1	<1	<1
V6 (ng/l)				<1
VPFA 1 (ng/l)			<1	<1
VPFA 2 (ng/l)			<1	<1
K1 (mg/kg)	2900			
K2 (mg/kg)	2000	4,0	0,03	
K3 (mg/kg)	130	0,08	<0,005	
K4 (mg/kg)	340	38	10	
K5 (mg/kg)		0,01	0,005	
K6 (mg/kg)		0,16		
K7 (mg/kg)				0,05
K8 (mg/kg)				650
K9 (mg/kg)				0,20

3.2 Analyse av jord

Konsentrasjonen av hvitt fosfor rett etter skyting i 2009 var henholdsvis 2900 mg/kg, 2000 mg/kg, 130 mg/kg og 340 mg/kg i jordprøve K1, K2, K3 og K4. K4 er et krater fra en 81 mm bombekastergranat skutt i 2008. Dette krateret har vært vannfylt under to av de tidlige prøvetakingene, men var ikke vannfylt under prøvetakingen i 2012. Nivået av hvitt fosfor i de nevnte kratrene var redusert betraktelig ved prøvetaking i 2012 i forhold til det som ble registrert ved første prøvetaking (> 97 % reduksjon). K1 er ikke prøvetatt etter 2009, fordi det har vært et tørt krater, mens K2, K3, K4 og K5 ble prøvetatt i 2010 og 2012. Det ble registrert følgende konsentrasjoner av hvitt fosfor i disse kratrene i 2012: 0,03 mg/kg, <0,005 mg/kg, 10 mg/kg og 0,005 mg/kg for henholdsvis K2, K3, K4 og K5. Det har vært minst nedbrytning i krater K4, som sannsynligvis er forårsaket av at dette krateret er vannfylt store deler av året. I dette krateret er nå 97 % av mengden hvitt fosfor brutt ned fra 2009 til 2012. Til sammenligning er mer enn 99,9 % av mengden hvitt fosfor brutt ned i krater K2 og K3. Disse to kratrene er mest sannsynlig sjeldent fylt med vann, da de ligger i en skråning. I 2013 ble det ikke foretatt prøvetaking fra K1 til K5 men det ble tatt jordprøver fra nye tre nye krater med betegnelsen K6, K7 og K8. Disse inneholdt en konsentrasjon på henholdsvis 0,05 mg/kg, 650 mg/kg og 0,20mg/kg.

3.3 Risikovurdering

Det er kun i en vannprøve det er blitt påvist hvitt fosfor. Dette var rett etter skyting i 2009 i prøvepunkt V1. Konsentrasjonen var svært lav (2 ng/l), og vil ikke utgjøre noen risiko for helse eller miljø. En nærmere redegjørelse av metodikk for risikovurdering av hvitt fosfor er gjort av FFI i 2006 [9].

I forbindelse med vurdering av risiko knyttet til hvitt fosfor i skytefelt i Troms, ble det konkludert med at områder med hvitt fosfor kratre har en akseptabel risiko [9;10]. Her ble det påvist konsentrasjoner av hvitt fosfor opp til 5,7 g/kg, og tatt høyde for at mennesker oppholder seg totalt 14 dager inne i nedslagsområdet. Den maksimale konsentrasjonen av hvitt fosfor målt i krater på Store Haraåsen er 2,9 g/kg, og dermed tilsvarende med det som ble funnet ved kartleggingen av skytefelt i Troms. Det antas at det ikke oppholder seg mennesker i mer enn 14 dager i målområdet på Store Haraåsen. Basert på de vurderinger som ble gjort for skytefelt i Troms, utgjør ikke forurensningen av hvitt fosfor på Store Haraåsen noen helserisiko.

I studier gjort av UMB (Universitet for miljø- og biovitenskap) og FFI med beitende sau som ble eksponert for vann forurenset med hvitt fosfor, ble det konkludert med at sau ikke aktivt søker etter vann forurenset med hvitt fosfor [11;12]. Det ble også konkludert med at man ikke kunne utelukke at sau drakk fra kratre med hvitt fosfor. Det var ingen tendens til at sauene drakk hverken mer eller mindre av de forurensete kratrene over tid. I dag er det ingen beitende sau på Store Haraåsen, men om man antar at andre dyr også følger noe av det samme mønsteret som sauer, er det en viss sannsynlighet at noen dyr vil kunne drikke av hvitt fosfor kratre fylt med vann på Store Haraåsen. Det er ikke foretatt analyser av hvitt fosfor i vann fra krater i Regionfelt Østlandet, men FFI har erfaring med at nivået av hvitt fosfor i slike karter kan bli ganske høyt. Dette gjør at vi poengterer behovet for at FFIs forslag til tiltak listet opp i FFI-RAPPORT

2009/00636 [1] blir fulgt, slik at risikoen for dyr som ferdes i målområdet på Store Haraåsen blir lavest mulig.

4 Oppsummering og konklusjon

Det ble høsten 2009, 2010, 2012 og 2013 foretatt prøvetaking av jord og vann i og rundt Store Haraåsen og av vann utenfor PFA-sletta i Regionfelt Østlandet. I en av vannprøvene fra 2009 var det spor av hvitt fosfor (2 ng/l). Dette skyldes sannsynligvis at små mengder av uforbrent hvitt fosfor driver med røyken og faller til bakken i nærheten av målområdet. Dette utgjør ingen risiko for dyr og mennesker, da nivået av hvitt fosfor i vann er svært lavt. Resultater fra 2012 viser at nivået av hvitt fosfor i kratrene er redusert med mer enn 97 % i løpet av tre år, avhengig av om kratre er vannfylt deler av året eller ikke. Den høyeste konsentrasjonen som ble målt i jord i 2012 var i krater K4 med en konsentrasjon på 10 mg/kg, noe som utgjør bare 3 % av mengden hvitt fosfor som ble registrert i jord fra dette krateret i 2009. I 2013 ble den høyeste konsentrasjonen målt i krater K8 (650 mg/kg). Over tid vil innholdet av hvitt fosfor i kratrene i målområdet forsvinne, slik at det i liten grad vil akkumuleres hvitt fosfor i målområdene. Nye kratre vil inneholde høyest konsentrasjon av hvitt fosfor, og vil derfor utgjøre den største risikoen for helse og miljø. Resultatene viser at målområdet som er valgt for skyting med hvitt fosfor granater er egnet, dersom det unngås feilskyting på utsiden av målområdet og at kratre med vann innenfor målområdet fylles med jord eller dreneres.

5 Anbefaling

Det er påvist hvitt fosfor i kratre på grunn av høy jordfuktighet og vann i deler av året (snøsmelting eller nedbørsepisoder). Det er derfor viktig at tidligere anbefaling av tiltak som beskrevet i FFI-rapport 2009/00636 [1] blir fulgt. Ikke minst på grunn av at det i utslippstillatelsen fra SFT oppfordres til å følge anbefalinger gitt i FFI-notat 2004/00490 [5]. Ved funn av hvitt fosfor i prøver tatt av jordsmonn i eller utenfor målområdet skal følgende tiltak vurderes:

- Fjerne gjenstander/materiale som kan hindre nedbrytning av hvitt fosfor (for eksempel haleparti til bombekastergranat)
- Fjerning av forurenset masse
- Oppgraving av forurenset masse for tørking/omdanning på stedet
- Drenering av mindre vannansamlinger
- Overdekning med rene masser
- Adgangsbegrensning i form av inngjerding/merking
- Justering av målområdets plassering

Litteratur

- [1] Longva K.S., Strømseng A.E., Voie Ø.A., and Johnsen A., "Miljøoppfølging av skyting med granater som inneholder hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet - anbefaling om retningslinjer. FFI-rapport 2009/00636.," 2009.
- [2] Strømseng A.E. and Johnsen A., "Miljøoppfølging av skyting med granater som inneholder hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet - overvåkningsresultater for 2009 og 2010. FFI-rapport 2011/01459.," 2011.
- [3] Johnsen A., Longva K., Rignes H., and Strømseng A., "Helse- og miljømessige konsekvenser ved Forsvarets bruk av røykammunisjon med hvitt fosfor," 2002.
- [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, Strømseng A, Johnsen A, and Longva KS, "Miljømessig vurdering av målområder for skyting med hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet. FFI-notat 2004/00490," 2004.
- [6] Forsvarsbygg Utvikling Øst, "Utslippstillatelse for Rena leir, Rødsmoen og Regionfelt Østlandet (18. mars 2004): Forslag til overvåkningsprogram. Vann og grunn.," 2007.
- [7] Søybye E, Johnsen A, and Strømseng A, "Kartlegging av hvitt fosfor forurensning i Hjerkinnskytefelt. FFI-rapport 2003/01224," 2003.
- [8] Søybye E, Johnsen A, Longva KS, Strømseng A, Ljønes M, and Oddan A, "Spredning av hvitt fosfor ved detonasjon av røykgranater med hvitt fosfor. Sluttrapport. FFI-rapport 2004/00177," 2004.
- [9] Strømseng A.E., Johnsen A., Voie Ø.A., and Longva K.S., "Risikovurdering av Forsvarets bruk av hvitt fosfor i Troms. FFI-rapport 2006/02989.,"2006.
- [10] Voie Ø.A., Johnsen A., Strømseng A., and Longva K.S., "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.
- [11] Steinheim G., Voie Ø., Holand Ø., Ådnøy T., and Longva K., "Effect of contamination of water with white phosphorus on drinking behaviour in sheep. FFI-report 2010/00691,"2010.
- [12] Steinheim G., Voie Ø.A., Longva K.S., Ådnøy T., and Holand Ø, "Sheep show partial avoidance of water contaminated with white phosphorus," *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science*, no. 15, pp. 60-63, 2011.

Appendix A Analyserapport 2012 og 2013



Forsvarets forskningsinstitutt
Avdeling Beskyttelse

Dato: 14.01.2013

Analyserapport M13/002

Side 1 av 2

Analyserapport nr M13/002 Analyse av hvitt fosfor

Oppdragsgiver: FFI
Anmerkninger: Ingen

Antall prøver: 10
Mottatt dato: 11. oktober 2012

Analyserapporten gjelder følgende analyser:

Analyse-parameter	Metode identitet	Omfattes av akkreditering	Måleområde
Hvitt fosfor i vann	F1	Nei	1 – 1000 ng/l
Hvitt fosfor i jord	F2	Nei	0,005 – 0,50 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, 14. januar 2013


Arnt Johnsen
forsker

Saksbehandler : Arnt Johnsen
Adresse : Postboks 25, 2007 Kjeller

Innvalg : 63 80 7884
Sentralbord : 63 80 70 00

Telefax : 63 80 75 09
Mil retn nr: 0505

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



ANALYSE AV HVITT FOSFOR I VANN/JORD

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

<i>FFI nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
12-1451	Jordprøve K4, RØ, Store Haraåsen krater 4, jordprøve fra krater til BK WP, 2008
12-1452	Jordprøve K5, RØ, Store Haraåsen krater 5, jordprøve fra krater til 155 mm WP, 2010
12-1453	Jordprøve K2, RØ, Store Haraåsen krater 2, jordprøve fra krater til 155 mm WP, 2010
12-1454	Jordprøve K3, RØ, Store Haraåsen krater 3, jordprøve fra krater til 155 mm WP, 2010
12-1455	Vannprøve VPFA1, PFA-sletta, RØ
12-1456	Vannprøve VPFA2, PFA-sletta, RØ
12-1457	Vannprøve V1, fast prøvepunkt Store Haraåsen, RØ
12-1458	Vannprøve V3, fast prøvepunkt Store Haraåsen, RØ
12-1459	Vannprøve V4, fast prøvepunkt Store Haraåsen, RØ
12-1460	Vannprøve V5, fast prøvepunkt Store Haraåsen, RØ

<i>FFI nr</i>	<i>Hvitt fosfor, mg/kg tørr jord</i>
12-1451	10
12-1452	0,005
12-1453	0,03
12-1454	< 0,005

<i>FFI nr</i>	<i>Hvitt fosfor, ng/l</i>
12-1455	< 1
12-1456	< 1
12-1457	< 1
12-1458	< 1
12-1459	< 1
12-1460	< 1

Analyse av hvitt fosfor



Analyserapport nr M13/007 Analyse av hvitt fosfor

Oppdragsgiver: FFI
Anmerkninger: Ingen

Antall prøver: 9
Mottatt dato: 07.10.2013

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 – 0,50 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, 20. desember 2013

Arnt Johnsen
forsker

Saksbehandler : Arnt Johnsen

Innvalg : 63 80 7884

Telefax : 63 80 75 09

Organisasjonsnr: 970 963 340 MVA

Adresse : Postboks 25, 2007 Kjeller

Sentralbord : 63 80 70 00

Mil retn nr: 0505

Bankgiro: 7101.05.00030

Postgiro: 0801 5045745



ANALYSE AV HVITT FOSFOR I JORD OG VANN

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

<i>FFI nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
13-2105	V1, Store Haraåsen, RØ
13-2106	V3, Store Haraåsen, RØ
13-2107	V4, Store Haraåsen, RØ
13-2108	V5, Store Haraåsen, RØ
13-2109	VPFA1, PFA-sletta, RØ
13-2110	VPFA2, PFA-sletta, RØ
13-2111	K7, krater fra 155 mm granat, Store Haraåsen, RØ
13-2112	K8, krater fra 155 mm granat, Store Haraåsen, RØ
13-2113	K9, krater fra 155 mm granat, Store Haraåsen, RØ

<i>FFI nr</i>	<i>Hvitt fosfor, ng/l</i>
13-2105	< 1
13-2106	< 1
13-2107	< 1
13-2108	< 1
13-2109	< 1
13-2110	< 1

<i>FFI nr</i>	<i>Hvitt fosfor, mg/kg tørr jord</i>
13-2111	0,05
13-2112	650
13-2113	0,20

Analyse av hvitt fosfor

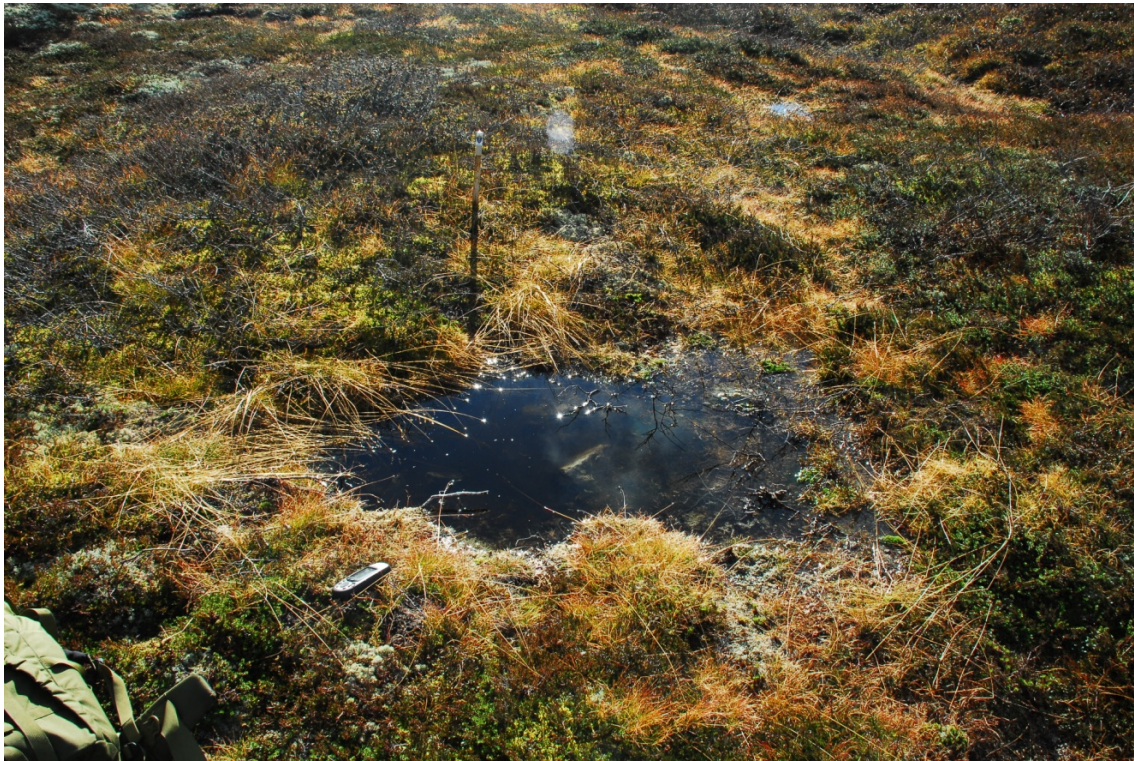
Appendix B Bilder av utvalgte prøvepunkter



Figur B.1 Prøvepunkt K2 er et 155 mm granatkrater. Bilde er tatt rett etter skyting i 2009.



Figur B.2 Prøvepunkt K3 er et 155 mm granatkrater. Bildet er tatt i 2010.



Figur B.3 Prøvepunkt K4. Krater fra hvitt fosfor bombekastergranat på 81 mm fra skyting i 2008.



Figur B.4 Prøvepunkt K5 er et vannfylt 155 mm granatkrater. Prøve tatt første gang i 2010.



Figur B.5 Krater K6: Prøve tatt første gang i 2010. Krateret er fylt med vann og har store fragmenter fra demolering av hvitt fosfor granater (155 mm).



Figur B.6 Prøvepunkt V4.



Figur B.7 Prøvepunkt V3.