

FFI-RAPPORT

17/00210

Rester av hvitt fosfor etter skyting med bombekaster i Giskås SØF 2015

—

Tove Engen Karsrud
Arnt Johnsen
Øyvind Voie

Rester av hvitt fosfor etter skyting med bombekaster i Giskås SØF 2015

Tove Engen Karsrud
Arnt Johnsen
Øyvind Voie

Emneord

Bombekastere
Hvitt fosfor
Røykammunisjon
Prøvetaking
Risikovurdering

FFI-rapport

FFI-RAPPORT 17/00210

Prosjektnummer

5145

ISBN

P: 978-82-464-2894-9

E: 978-82-464-2895-6

Godkjent av

Øyvind Voie, *forskningsleder*

Janet Blatny, *avdelingssjef*

Sammendrag

FFI har gjennomført risikovurdering av skyting med bombekasterammunisjon (BK) med hvitt fosfor som foregikk i Giskås skyte- og øvingsfelt i 2015. Giskås har de tre siste årene blitt benyttet for skyting med BK med hvitt fosfor. Det er et økende behov for øving med ammunisjon som inneholder hvitt fosfor, og nye målområder for slik bruk må godkjennes. Forsvarsbygg forvalter skyte- og øvingsfeltene og ønsker at bruk av hvitt fosfor ikke skal medføre risiko for helse og miljø. Forsvarsbygg engasjerte derfor FFI til å overvåke skytingen i 2015 og foreta en risikovurdering av rester av hvitt fosfor.

Det valgte nedslagsområdet i Giskås har liten utstrekning med tanke på spredning av hvitt fosfor ved nedslag og den generelle treffsikkerheten til bombekasterammunisjon. Treff utenfor målområdet vil kunne føre til at hvitt fosfor spres til de mange våte partiene i området. Flere av granatene som ble skutt gikk for langt og landet i myra og i tjernet rett utenfor blindgjengerfeltet i nord. Det viser seg også at nedslagsområdet har innslag av myr, våte slukter og partier hvor nedslag av hvitt fosfor er ugunstig.

Prøver ble tatt i tre omganger, den første et par uker etter skyting, den andre etter syv måneder og den siste etter ett år. Det ble tatt vannprøver fra syv lokaliteter med åpne vannkilder både innenfor og utenfor målområdet. Ved seks av disse lokalitetene ble det stort sett målt svært lave konsentrasjoner av hvitt fosfor ($<0,004 \mu\text{g/L}$). I tjernet øverst i området ble det målt høye nivåer av hvitt fosfor ($20 \mu\text{g/L}$) rett etter skyting. Etter ett år er nivået redusert til $0,32 \mu\text{g/L}$, noe som fortsatt er over anbefalt drikkevannsnorm ($0,1 \mu\text{g/L}$).

Grunnforholdene er veldig varierende i nedslagsområdet, og det er alt fra tørre og godt drenerende partier til myrpartier og slukter med svært fuktige forhold. Kratrene ble valgt ut fra ønske om å se på variasjon i mengde rester som funksjon av de ulike grunnforholdene og fuktighetsnivået i jorden. Det ble tatt prøver fra til sammen 14 kratre. Stort sett alle kratre har høye konsentrasjoner av hvitt fosfor ($2\ 000\text{-}152\ 000 \text{ mg/kg}$), og det er de fuktigste kratrene som har de høyeste konsentrasjonene. Etter ett år er nivået av hvitt fosfor redusert i alle kratrene. I de tørre kratrene er det da svært lave nivåer av hvitt fosfor. Det våteste kratret i det fuktigste myrpartiet, har etter ett år fortsatt en konsentrasjon på $70\ 000 \text{ mg/kg}$ hvitt fosfor.

En risikovurdering viser at det ikke er noen risiko for mennesker som befinner seg i området et begrenset antall dager (<14) i året. Kratre som inneholder høye konsentrasjoner av hvitt fosfor ($> 1\text{g/kg}$), kan utgjøre en risiko for husdyr som beiter i området.

Gjentatte skytinger inn i det undersøkte området vil føre til en oppkonsentrering av mengde hvitt fosfor siden nedbrytningen av dette stoffet i de fuktige partiene tar tid. Det vestre målområdet er lite egnet for hvitt fosfor granater. En må se nærmere på om det østre området kan benyttes da det er tørrere, og det er lenger avstand til overflatevann.

Summary

The Norwegian Defence Research Establishment (FFI) has performed a risk assessment of mortar ammunition with white phosphorous in Giskås firing range. This range has been used for firing of white phosphorus ammunition the last three years. The need to practice with white phosphorous ammunition is increasing, and new impact areas need to be approved. The Norwegian Defence Estates Agency (FB) must ensure that the use of white phosphorous ammunition does not pose a risk for health and environment. FFI has collected soil and water samples after the firings in 2015 in order to perform a risk assessment.

The selected impact area in Giskås is limited in size considering the general accuracy of the ammunition and the distribution of white phosphorus after impact. Impact outside the target area will increase the probability for white phosphorous to reach wet areas. During the shooting it was experienced that several mortars landed in the marshes and in the small pond at the top of the hill outside the target area. The target area contains several wet areas and is therefore not suitable for white phosphorous ammunition.

Sampling was performed three times; two weeks after, seven months after, and the last a year after the firings. Water samples from seven locations were collected both within and outside the impact area. At six of the locations the concentration of white phosphorous was very low ($<0.004 \mu\text{g/L}$). The highest concentration ($20 \mu\text{g/L}$) was measured in the pond on the top of the hill shortly after the firings. Degradation of the phosphorous is linear with time and the value is reduced to $0.32 \mu\text{g/L}$ within a year. This level is above the drinking water limit ($0.1 \mu\text{g/L}$).

The ground conditions are varying within the impact area, and the craters were selected in order to observe any variation in the reduction of white phosphorous dependent of the ground conditions. Soil was sampled from 14 craters. All craters contain high concentration of white phosphorus ($2\ 000 - 152\ 000 \text{ mg/kg}$), and the wet craters contained the highest concentrations. After a year the level of white phosphorus has decreased in all craters, and the dry craters contain very small amounts of residues. The crater with the wettest conditions still has a concentration of $70\ 000 \text{ mg/kg}$ white phosphorous in the soil after a year.

A risk assessment concludes with no risk for humans if they stay in the area a limited numbers of days (<14) per year. The high levels of white phosphorous in the craters may pose a risk for animals grazing in the area.

Yearly firings of white phosphorous ammunition into the area may result in accumulation in the wet areas due the slow decomposition of white phosphorous. The western target area is not suitable for use of white phosphorus ammunition. An evaluation of the suitability of the eastern area as target area for white phosphorus ammunition is recommended due to dryer areas and longer distances to surface water.

Innhold

Sammendrag	3
Summary	4
1 Innledning	7
1.1 Bakgrunn	7
2 Skyting	8
3 Metoder	9
3.1 Befaring og prøvetaking	9
3.2 Kjemisk analyse	10
4 Resultater og diskusjon	13
4.1 Vannprøver	14
4.2 Jordprøver	16
5 Risikovurdering	17
6 Konklusjon	20
Vedlegg	21
A Bilder av prøvepunkter	21
A.1 Bilder av vannprøvepunkter	21
A.2 Bilder av kratre	26
B Analyserapporter	37
B.1 Prøvetaking oktober 2015	37
B.2 Prøvetaking juni 2016	40
B.3 Prøvetaking september 2016	43
Referanser	46



1 Innledning

Forsvarsbygg har engasjert Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) for å evaluere miljøkonsekvenser av skyting med hvitt fosfor i Giskås skyte- og øvingsfelt. Dette arbeidet er del av et større oppdrag der FFI skal utarbeide kriterier for å velge egnede nedslagsområder for ammunisjon med hvitt fosfor, slik at hvitt fosfor ikke fører til forurensninger som vil skade miljøet i vesentlig grad.

1.1 Bakgrunn

Hæren har signalisert et økende behov for å gjennomføre øving med røykammunisjon som inneholder hvitt fosfor (WP), også i felter hvor det per i dag ikke foreligger avsatte områder for slik ammunisjon. I oktober 2015 ble det gjennomført skyting med hvitt fosfor bombekastergranater i Giskås skyte- og øvingsfelt (SØF) i Trøndelag. Forsvarsbygg forvalter skyte- og øvingsfeltene og ønsker å sikre at bruk av granater med hvitt fosfor ikke fører til forurensninger som vil skade miljøet. Giskås SØF er ikke underlagt konsesjon, men Forsvarsbygg ønsker at det skal føres kontroll med nedslagsfelt og nærmeste resipienter for innhold av hvitt fosfor. FFI har tidligere kommet med retningslinjer for bruk av hvitt fosfor-ammunisjon og for miljøoppfølging ved bruk av slik ammunisjon.

Røykammunisjon til artilleri og bombekaster som det norske Forsvaret har inneholder hvitt fosfor (WP) som røykstoffer. Hvitt fosfor er et av de beste røykstofferne (1,2), men er meget giftig og kan utgjøre en stor helse- og miljørisiko dersom det blir liggende igjen rester av hvitt fosfor i miljøet (3). Ved tilgang på oksygen vil hvitt fosfor selvantenne og brenne opp. I vann går nedbrytning av hvitt fosfor veldig sakte (4,5). Det er derfor viktig at omsetning av granatene og nedfall av hvitt fosfor skjer der bakken er tørr og uten våte eller snødekte områder.

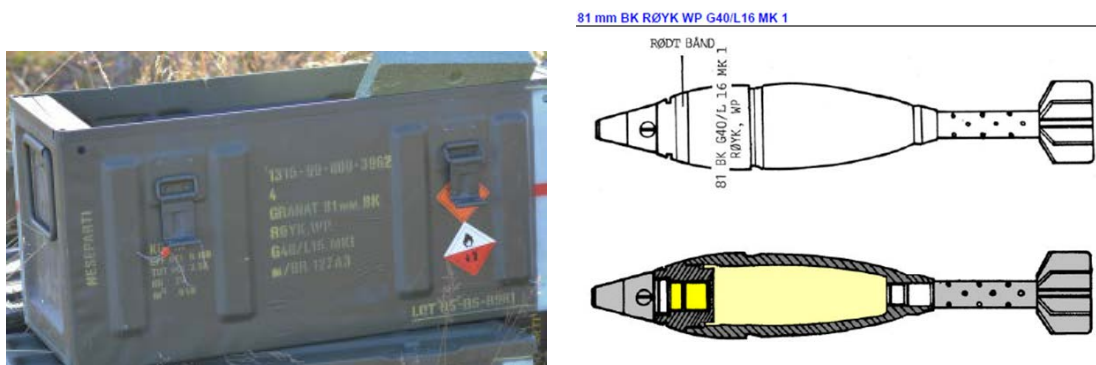
Hensikten med denne undersøkelsen er å måle konsentrasjoner av hvitt fosfor i det valgte nedslagsområdet for skytinger i oktober 2015, og vurdere om området er egnet som målområde for ammunisjon som inneholder hvitt fosfor. Denne rapporten beskriver arbeidet med prøvetaking i nedslagsområdet, og resultater og risikovurdering over målte konsentrasjoner i vann- og jordprøver som er tatt tre ganger i løpet av et år etter skytingen. Vurdering av metodikken for utvelgelse av målområdet vil bli presentert i egen rapport sammen med anbefalinger om hvilke kriterier som bør settes for at et område skal godkjennes for nedslag av hvitt fosfor-ammunisjon (6).

2 Skyting

Telemarksbataljonen gjennomførte øvelsesskyting med bombekasterammunisjon i Giskås SØF 2.-9.oktober 2015. Til sammen 200 granater med hvitt fosfor ble skutt fra bane Å og inn i nordre del av blindgjengerfeltet (registret som GÅ-18-1 X1 i miljødatabasen) 5. og 6.oktober. Granaten var av typen G40/L16 MK1 som inneholder 710 g hvitt fosfor. Merking av ammunisjonskasse og illustrasjon av granaten er vist i Figur 2.1. Total mengde hvitt fosfor som ble skutt inn i området i løpet av denne skytingen var 142 kg. Øvelsen omfattet også skyting med lys- og sprenggranater, men den aktiviteten er ikke av direkte betydning for vurderingen av øvelsen med røykammunisjon. Den samme røykgranaten ble også skutt fra samme bane (bane Å) i 2013 og 2014, til sammen over 430 granater. Det samme blindgjengerfeltet benyttes for all skyting med bombekasterammunisjon i Giskås.

FFI var til stede 6.oktober og dokumenterte skytingen med videoopptak og fotografering. Omkring halvparten av de 200 granatene ble skutt denne dagen.

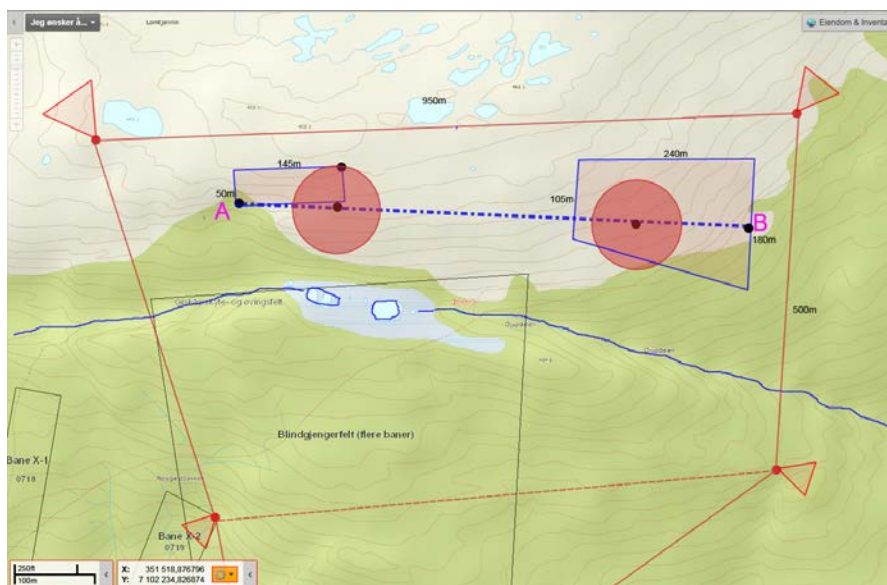
Det var skyfri himmel med sol på dagene med skyting. Temperaturen varierte mellom 6 °C og 10 °C med relativ luftfuktighet mellom 47 % og 55 %. Det antas at vindhastigheten lå mellom 6 og 10 (kanskje 12) m/s.



Figur 2.1 81 mm BK-granat med hvitt fosfor.

Målområdet består av varierende grunnforhold med innslag av mange fuktige partier. Et myrområde og noen små vann rett nord og utenfor blindgjengerfeltet, samt området i midten av blindgjengerfeltet hvor det befinner seg en myr, et par små tjern og en bekk som renner tvers gjennom blindgjengerfeltet, setter begrensninger for lokalisering av målområde for granater med hvitt fosfor. Under befaring i blindgjengerfeltet gjennomført av Forsvarsbygg sommeren 2015, ble det identifisert to områder som kunne egne seg som målområde for hvitt fosforammunisjon. Basert på FFIs erfaringer knyttet til spredning av hvitt fosfor ved nedslag og spredning i treffpunkt ved skyting, samt studier av flyfoto og bilder tatt av Forsvarsbygg under befaring, anbefalte FFI to områder som kunne egne seg som målområde for hvitt fosforammunisjon. Det ene området i øst ble foretrukket som målområde, da det var knapp sikkerhetsmargin til nærliggende våte områder i det andre området. Med bakgrunn i FFIs innspill utarbeidet Forsvarsbygg to utvalgte målområder og en linje som det kunne skytes mot.

Dette er skissert i Figur 2.2 med blå heltrukken linje som viser anbefalte målområder og en stiplet blå linje mellom punkt A og B som ble ansett å kunne egne seg som målområde. Midtpunktet av de røde sirklene viser målområde anbefalt av FFI.



Figur 2.2 Målområde for skyting med 81 mm ammunisjon med hvitt fosfor. Kartutskrift fra Forsvarsbygg.

3 Metoder

3.1 Befaring og prøvetaking

FFI foretok befaring og prøvetaking i området i tre omganger etter skytingen. Den første ble gjennomført 23.oktober 2015, 17 dager etter skyting. Andre prøvetaking ble foretatt 8.juni 2016, 35 uker etter skyting. Den siste prøvetakingen ble gjennomført 13.september 2016, nesten ett år etter skyting.

I oktober 2015 og september 2016 var det veldig fuktig grunn i området, mens det i juni 2016 var forholdsvis tørt. Nedbørsdata fra Steinkjer (7) viser at det ble registrert 50 og 93 mm nedbør i henholdsvis september og oktober 2015, og 106 mm i august 2016, sammenlignet med 21 mm og 18 mm i mai og juni 2016. Nedbørsdata for Giskås vil være noe forskjellig fra det som er registrert ved Steinkjer.

Det er varierende grunnforhold i nedslagsområdet; små vann, pytter, bekker, myrpartier med varierende fuktighetsgrad, steinrabber med og uten tynne jordlag, varierende vegetasjon (gress, mose, kratt, lyng, vier, trær) og jordlag av forskjellig kvalitet og tykkelse. Prøvepunkter er valgt ut i fra ønske om å se på variasjon i mengde WP-rester og forskjell i reduksjon i mengde rester avhengig av hva slag grunn og jordtype det er på stedet der krateret er. Vannprøver er tatt i åpne vannkilder nedstrøms nedslagsområdet for å undersøke avrenning av hvitt fosfor. Det ble også tatt vannprøve i de to små tjernene øverst i terrenget som ikke har noe tydelig utløp. Disse tjernene ligger utenfor blindgjengerområdet, og det var viktig å undersøke om det er nedfall av hvitt fosfor i disse. Befaringen viste at det var skutt flere granater som landet nær til og i tjernet på toppen og rett bak blindgjengerfeltet (6). Vurdering av resultater underveis, har vært avgjørende for om det har vært nødvendig å ta prøve på samme lokasjon flere ganger. Noen kratre med høy konsentrasjon er blitt fulgt opp i flere omganger, mens tørre kratre med lav konsentrasjon er ikke fulgt opp med videre prøvetaking.

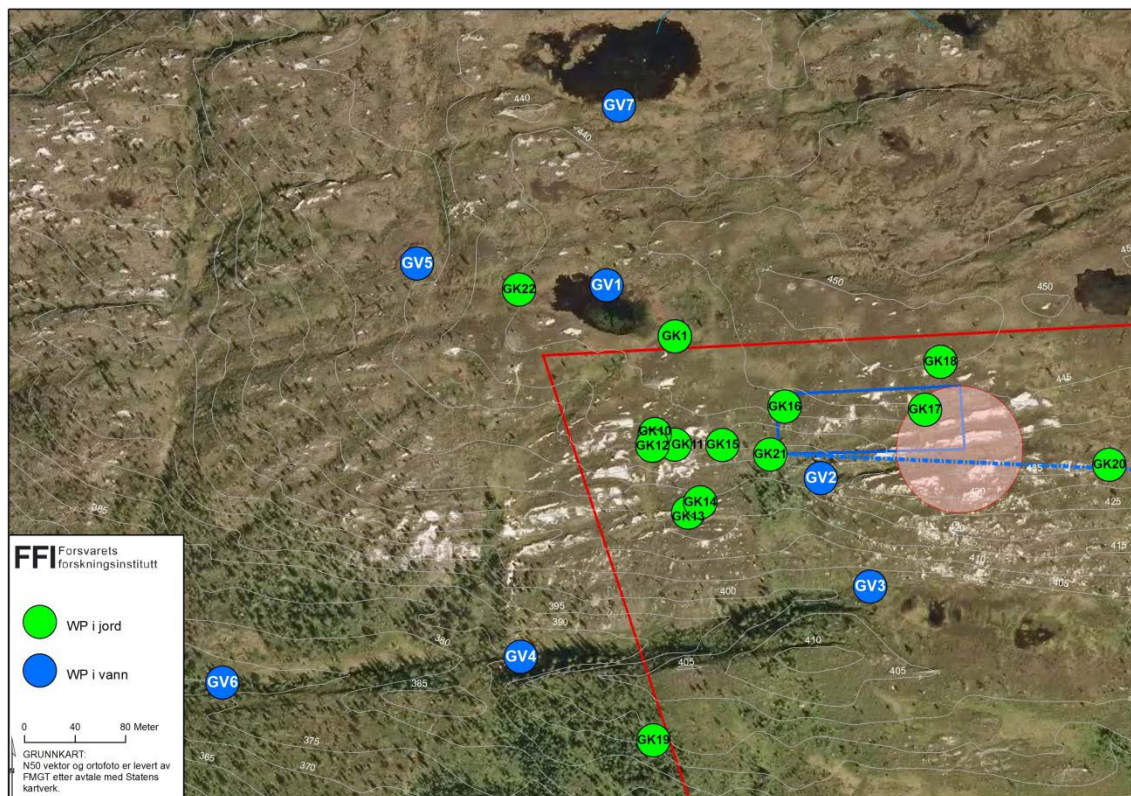
De utvalgte prøvepunktene er resultat av funn av kratre i løpet av de tre befaringene. Hovedtyngden av kratrene ble funnet i den vestre delen av blindgjengerfeltet. En oversikt over lokasjon av prøvepunktene er vist i Figur 3.1 sammen med de to angitte målområdene og linjen mellom A og B. En beskrivelse av alle prøvepunktene er samlet i Tabell 3.1, mens bilder av prøvepunktene er vist i Vedlegg A. Til sammen er det tatt vannprøver fra 7 prøvepunkt og jordprøver fra 14 kratre samt en prøve av jord som tidligere er gravd ut fra et av kratrene og lagt på siden av kratret i forbindelse med prøvetaking.

En vannprøve består av 1 liter vann tatt fra aktuelt prøvested. Vannet anbringes i teflonflasker og oppbevares kjølig til det skal analyseres. Ved prøvetaking av jord i kratre lages det en samleprøve av 10 – 20 delmengder fra massene nede i kratret, avhengig av størrelsen på prøven. Det benyttes først en større spade for å grave opp jord fra flere punkter nede i kratret. Deretter tas delmengder med en mindre prøveskje fra de oppgravde massene. Flere av kratrene lå i myr, og prøvene derfra bestod mest av røtter og ulike vekster som vokste i myra. I oktober 2015 ble det brukt 1 liters prøveflasker, og det ble tatt 20 delmengder fra hvert krater. Dette gav store jordprøver som skulle ekstraheres. Ved høy konsentrasjon av hvitt fosfor i prøven, ble det store mengder hvitt fosfor som ble ekstrahert fra jorden, noe som førte til en rekke små branttilløp under ekstraksjonen av disse prøvene. Ved de neste prøvetakingene ble prøvemengden derfor redusert til 10 delmengder som ble samlet i en 500 ml flaske. Flaskene etterfylles med vann, for å hindre antenning av eventuell hvitt fosfor i prøven, og oppbevares kjølig til prøvene skal analyseres.

3.2 Kjemisk analyse

Både vann- og jordprøver ekstraheres med karbondisulfid i teflonbeholdere. For vann ekstraheres det 1 liter, mens hele jordprøven ekstraheres. Dette betyr at deteksjonsgrensen for jord vil være avhengig av vekten på jordprøven. Den ekstraherte jorden tørkes og veies, slik at resultatene kan oppgis i mengde hvitt fosfor per mengde tørr jord. Mengde tørr jord i prøven er også oppgitt i analyserapporten. Ekstraktene fortyndes før de analyseres for innhold av hvitt

fosfor på en gasskromatograf med nitrogen-fosfor detektor. Metoden er beskrevet nærmere i FFI-rapport 2003/01224 (8).



Figur 3.1 Lokasjoner for prøvepunkter.

Tabell 3.1 Oversikt over prøvepunkter for vann- og jordprøver analysert for innhold av hvitt fosfor. X angir tidspunkt for prøvetaking i aktuelt prøvepunkt.

Prøvepunkt	Beskrivelse av punkt	Oktober 2015	Juni 2016	September 2016
GV1	Vannprøve fra lite tjern på toppen av åsen	X	X	X
GV2	Vannprøve i bekk som renner gjennom et krater, avrenning fra øvre myrområde	X	Tørt	X
GV3	Vannprøve fra bekk som renner fra myra nedenfor det østligste målområdet	X	X	X
GV4	Vannprøve fra bekk med avrenning fra hele området, i kryss med stien	X	X	X
GV5	Vannprøve fra pytt fra avrenning vest for området og nedenfor vannet på toppen av åsen		X	X
GV6	Vannprøve fra bekk som nedstrøms hele området, ca 250 m nedstrøms GV4		X	
GV7	Vannprøve fra tjern som ligger 130 m nord og nedenfor tjernet på toppen av åsen			X
GK1	Fuktig krater i myra på toppen av åsen helt vest i nedslagsområdet	X	X	X
GK10	Fuktig krater i vest oppe i skråningen, våt gressbunn mellom bergrabber	X		X
GK11	Tørt krater over bergrabber vest i området	X		
GK12	Krater i leirete jord mellom bergrabber vest i nedslagsområdet	X	X	X
GK13	“Gammelt” krater på våt flate vest og nederst i nedslagsområdet	X	X	
GK14	Nytt krater på våt flate vest og nederst i nedslagsområdet	X		X
GK15	Krater oppe i skråningen	X		
GK16	Krater i myrområde ovenfor treklynge vest i nedslagsområdet	X	X	X
GK17	Krater i tørt område på toppen over bergrabber midt i området	X	X	X
GK18	Krater i myrområde på toppen over bergrabber midt i området	X	X	X
GK18U	Jordmasse tatt ut fra krater ved tidligere prøvetakinger i krater GK18			X
GK19	Krater fra granat som gikk av nede i skogen		X	
GK20	To kratre i østre nedslagsområde		X	
GK21	Krater rett ovenfor treklynga litt vest i området		X	
GK22	Ett krater blant flere vest for tjernet på toppen av åsen		X	

4 Resultater og diskusjon

En oversikt over resultatene fra målingene av hvitt fosfor i vannprøver er vist i Tabell 4.1, mens tilsvarende for jordprøver tatt fra kratre er vist i Tabell 4.2. Analyserapporter er gjengitt i Vedlegg B.

Tabell 4.1 Målte konsentrasjoner av hvitt fosfor i vannprøver tatt i Giskås SØF.

Prøvepunkt	Konsentrasjon av hvitt fosfor [$\mu\text{g/L}$]		
	Oktober 2015	Juni 2016	September 2016
GV1	20	6,1	0,32
GV2	0,75	Tørt	0,004
GV3	0,005	0,011	0,002
GV4	0,006	< 0,001	< 0,002
GV5		0,023	< 0,002
GV6		0,001	
GV7			< 0,002

Tabell 4.2 Målte konsentrasjoner av hvitt fosfor i jord fra kratre i Giskås SØF.

Prøvepunkt	Konsentrasjon av hvitt fosfor [mg/kg]		
	Oktober 2015	Juni 2016	September 2016
GK1	152 000	33 400	70 000
GK10	14 000		1 420
GK11	2 660		
GK12	7 450	360	86
GK13	2 090	1 890	
GK14	15 300		201
GK15	1 840		
GK16	77 300	14 000	4 240
GK17	8 140	430	47
GK18	37 600	2 920	3 300
GK18U			4 580
GK19		420	
GK20¹		< 0,005	
GK21		470	
GK22		1 550	

¹ Sannsynligvis ikke et krater forårsaket av hvitt fosfor-ammunisjon

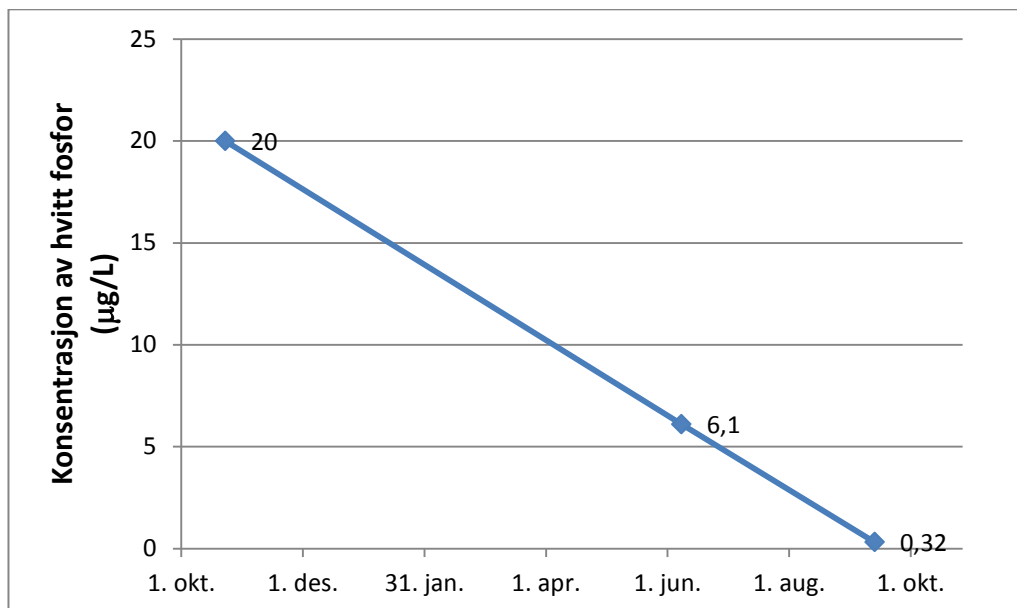
4.1 Vannprøver

Flere av granatene hadde landet i og rundt det lille tjernet rett utenfor blindgjengerfeltet på toppen av åsen. Prøve GV1 er fra dette vannet og inneholdt høy konsentrasjon av hvitt fosfor snaue 3 uker etter skyting i oktober 2015. I juni 2016 er konsentrasjonen gått ned til 6,1 µg/L, en nedgang på 70 %. Ved prøvetaking i september 2016 er konsentrasjonen redusert ytterligere og er nede i 0,32 µg/L, en total nedgang på 98 % siden første prøvetaking kort tid etter skytingen. Nedgangen kan tenkes være forårsaket av en utskiftning av vannet som følge av mye nedbør og avrenning, men det er imidlertid ingen tydelige avrenningspunkter i form av bekker fra dette tjernet. Avrenningen skjer nok mot vest, der det kan ses åpent vann enkelte steder nedstrøms.

Forklaringen på reduksjonen av konsentrasjonen til hvitt fosfor i tjernet kan heller være at det har foregått en nedbrytning over tid. Hvitt fosfor har liten løselighet i vann (3 mg/L), men langt over det som er målt i dette tjernet. Oppløsningshastigheten for klumper med hvitt fosfor er bestemt til 0,1 µg/cm² per time i stillestående vann, mens den kan være 10-100 ganger høyere i turbulent vann (4). Halveringstiden for en bit hvitt fosfor med diameter på 1,2 cm (1,8 gram) i turbulent vann er beregnet til ca 2,4 år (9). Halveringstiden kan imidlertid være lengre hvis vannet er oksygenfattig. Halveringstiden for hvitt fosfor løst i vann er mellom 3,5 til 6 timer (5). I oksygenfattige vannmasser vil imidlertid halveringstiden til løst hvitt fosfor økes betraktelig (42 timer). Faktorer som er av betydning for bestemmelse av halveringstiden er mengden løst oksygen, temperatur og pH i vannet (høy pH gir lavere halveringstid).

Når en plotter vannets konsentrasjon av hvitt fosfor i tjernet, observeres det en lineær reduksjon med hensyn til tiden (Figur 4.1). Hadde det ikke vært en jevn tilførsel av hvitt fosfor til vannet i tjernet, ville konsentrasjonen ikke vært målbart etter ett år, basert på at halveringstiden for løst hvitt fosfor sannsynligvis er under to dager i tjernet. Den gradvise nedgangen som observeres i tjernet av hvitt fosfor, skyldes derfor mest sannsynlig at det stadig lekker ut hvitt fosfor fra klumper som har havnet i tjernet. Det kan være at den gradvise endringen som er vist i løpet av ett år blir noe redusert med tiden, men nivået i tjernet vil reduseres år for år. Nedbrytningstiden for hvitt fosfor i stillestående vann (løselighet i vann og nedbrytning) er lenger enn 100 år.

Ved stadig innskyting i området vil en ikke observere samme reduksjon i konsentrasjon av hvitt fosfor som nå. Området har ikke vært beskyttet med hvitt fosfor-ammunisjon siden det ble skutt i oktober 2015. Ut fra de målinger som er gjort i tjernet ser det ut til at nivået av hvitt fosfor reduseres med 1,8 µg/L i måneden det første året. Ved en antagelse om en gjennomsnittlig dybde i tjernet på 1,5 meter og et areal av tjernet på 2 200 m², fjernes det 6 gram hvitt fosfor i måneden fra tjernet. Ettersom halveringstid for løst hvitt fosfor i vann er ganske kort, vil det være oppløsningen av hvitt fosfor-klumper i tjernet som er den tidsbegrensende faktoren. Sannsynligvis ligger det flere hundre gram hvitt fosfor i tjernet som følge av at flere granater både har landet i tjernet og like utenfor. En del av denne mengden er sannsynligvis begravd i mudderet i tjernet og vil derfor i liten grad løses opp i vannet.



Figur 4.1 Konsentrasjon av hvitt fosfor målt i tjernet ved de tre prøvetakingene som er gjort.

Prøve GV2 ble tatt fra et krater med stor gjennomstrømning av vann som kommer fra skråningen ovenfor og hvor det befinner seg flere kratre. Her ble det målt 0,75 µg/L i oktober 2015. I juni var dette kratret tørt, og det var ikke mulig å ta vannprøve derfra. Ved tredje prøvetaking var det kun en liten vannmengde som rant gjennom dette kratret, men det var mulig å ta en prøve. Prøven viste nå bare spormengder av hvitt fosfor (0,004 µg/L).

De to andre vannprøvene (GV3 og GV4) som ble tatt i oktober 2015, ble begge tatt nedenfor det vestre nedslagsområdet som vil fange opp eventuell avrenning fra hele området. Begge prøvene viser lave verdier av hvitt fosfor ved alle tre prøvetakingene. I juni 2016 ble det tatt en vannprøve lenger nede i den samme bekken som GV4 ble tatt. Dette prøvepunktet (GV6) er ca 250 meter lenger vest. Konsentrasjonen i denne prøven var 0,001 µg/L. Videre prøvetaking i dette prøvepunktet ble vurdert ikke nødvendig.

Nedstrøms tjernet på toppen mot vest, og ca 100 meter nedenfor er det en liten flate med små vannansamlinger. I en av disse pyttene ble det tatt prøve både i juni og september 2016. Dette området anses som utløp fra tjernet på toppen av åsen. I juni ble det målt 0,023 µg/L i denne prøven og nivået var sunket til under 0,002 µg/L i september 2016.

Ca 130 meter nord for vannet på toppen av åsen ligger det et litt større tjern noe lenger ned i terrenget. Mellom disse to vannene er det et vått og myrete område. For å undersøke mulige utkast av hvitt fosfor i dette vannet, ble det ved siste prøvetaking tatt en vannprøve herfra. Her ble det ikke påvist innhold av hvitt fosfor (< 0,002 µg/L).

Ett år etter skytingen registreres det svært lave nivåer av hvitt fosfor i vannkilder nedstrøms nedslagsfeltet. Verdiene i GV2-GV7 ligger så vidt over det nivået som kan påvises.

4.2 Jordprøver

Alle prøver tatt i kratrene rett etter skyting viser høye verdier av hvitt fosfor (Tabell 4.2). Når det graves nede i kratrene, er det en markant lukt av hvitt fosfor i de fleste kratrene, og enkelte steder er det synlig røyk fra kratret. Kratrene lokalisert i de våteste partiene i området inneholder høyest nivå av hvitt fosfor, mens kratrene i de tørreste partiene har lavest konsentrasjon. Lander hvitt fosfor på steder med tilgang på oksygen, vil stoffet brenne opp. Når hvitt fosfor kommer i vann, vil forbrenningen stoppe og nedbrytningen reduseres derfor kraftig.

Konsentrasjonen av hvitt fosfor har gått ned i alle kratrene ved de to siste prøvetakingene sammenlignet med første prøvetaking gjort kort tid etter skytingen. Hvor raskt nedbrytningen går, avhenger av hvor tørt det er i kratrene. Jo tørrere krater en har jo større tilgang på oksygen vil det være som i hovedsak er begrensende faktor for nedbrytning av hvitt fosfor.

Ved siste prøvetaking var det lavest mengde hvitt fosfor i GK12 og GK17. I disse kratrene var det ganske tørre forhold ved alle prøvetakingene, noe som gir gode betingelser for nedbrytning av hvitt fosfor. GK11 ble kun prøvetatt ved første prøvetaking. Siden dette krateret hadde relativt lavt innhold av hvitt fosfor ved første prøvetaking, inneholdt tørr jord og lå i en skråning i overkant av en bergknaus, ble det antatt at nedbrytningen av hvitt fosfor ville gå raskt i dette kratret. Videre oppfølging av dette kratret ble ikke ansett som nødvendig.

GK13 og GK14 lå nær hverandre på en smal flate nedenfor bergrabbene til venstre i feltet. GK14 stammer fra skytingen i oktober 2015, mens GK13 ble antatt å være eldre ut ifra tilstanden nede i krateret og på plantene rundt kraterkanten. Ved første prøvetaking viser GK14 en mye høyere konsentrasjon av hvitt fosfor enn GK13, noe som skyldes at GK14 var ferskt, mens GK13 var fra en tidligere skyting i 2014 eller 2013. Konsentrasjonen av hvitt fosfor holder seg imidlertid ganske konstant i det eldre kratret fram til neste prøvetaking, mens nivået i det nye kratret reduseres mye. At GK13 ender opp med høyere konsentrasjon enn GK14, kan skyldes fuktigere forhold i jorda ved GK13 enn ved GK14.

En av granatene falt ned i skogen langt nedenfor og utenfor det aktuelle nedslagsområdet. Ved første prøvetaking ble ikke dette kratret lokalisert. Nærmere granskning av bilder og videoopptak førte til at kratret ble funnet ved prøvetakingen i juni 2016 navngitt som GK19. Kratret var tørt og lå på skogbunn i en skråning med blåbærlyng og annen vegetasjon. I denne prøven ble det funnet 420 mg hvitt fosfor/kg jord. Dette kratret ble ikke fulgt opp videre på grunn av relativt lav konsentrasjon av hvitt fosfor.

Noen av kratrene lå i myrete og svært våte partier. Dette gjelder GK1, GK10, GK16 og GK18. Disse kratrene hadde de høyeste konsentrasjonene av hvitt fosfor i tillegg til GK14, som også inneholdt mye vann ved første prøvetaking. GK1 har høyest konsentrasjon ved alle prøvetakingene, og det måles også dobbelt så mye ved tredje prøvetaking som ved andre gang. Selv ved tredje prøvetaking bobler det opp røyk når det graves nede i de våte massene i krateret, noe som indikerer at det ligger mye rester igjen og at nedbrytningen går sakte. Massen i kratret var for det meste myr og humus, noe som førte til at prøven her utgjorde minst masse av alle

prøvene. Uttak av masse fra dette kratret var vanskelig på grunn av mye røtter og vegetasjon og lite jord i kratret. Dette kan ha gitt lite representativ prøvetaking i akkurat dette kratret. Resultatene viser allikevel at det fortsatt er mye hvitt fosfor i kratret.

Vest for tjernet på toppen av åsen ble det i juni 2016 tatt prøve i ett blant flere kratre (GK22). Området her er myraktig, så jorda var fuktig, men det stod ikke vann nede i kratret på tidspunktet for prøvetaking. Konsentrasjonen av hvitt fosfor ble målt til 1 550 mg/kg. Ved prøvetaking i september 2016, ble ikke dette kratret prøvetatt. Men det ble observert at området hvor dette kratret var lokalisert, var veldig fuktig og vått. I områder med vekslende våte og litt tørrere perioder, vil det kunne foregå nedbrytning av hvitt fosfor i de tørre periodene. Det samme observeres i GK10 som befinner seg på et sted hvor det tidvis er veldig fuktig avhengig av nedbørsmengde og værforhold.

Nedslag av hvitt fosfor-granater var i denne skytingen lokalisert til det vestligste området av det foreslåtte målområdet (6). Jo lenger øst man gikk, jo færre kratre fra hvitt fosfor nedslag ble observert. GK20 var det østligste kratret som ble undersøkt. Her ble det ikke funnet målbare verdier av hvitt fosfor, noe som indikerer at dette er et krater fra en sprenggranat.

5 Risikovurdering

Konsentrasjonen av hvitt fosfor i vannet fra tjernet på toppen av åsen var høy kort tid etter skyting. Nivået var omkring 200 ganger over det som er anbefalt drikkevannsnorm i Norge (0,1 µg/L) (10). En bekk nedstrøms nedslagsområdet for hvitt fosfor hadde kort tid etter skyting et nivå som var syv ganger høyere enn drikkevannsnormen. Selv etter ett år er nivået av hvitt fosfor i tjernet høyere enn drikkevannsnormen. Tjernet eller bekker i nedslagsområdet benyttes ikke som drikkevannskilde for mennesker. Målingene viser også at innholdet av hvitt fosfor i åpne vannkilder reduseres kraftig når en kommer et stykke bort fra selve nedslagsområdet.

Akseptabelt livstidsinntak av hvitt fosfor er satt til < 0,02 µg/kg kroppsvekt/dag, mens grensen for kronisk eksponering er satt til 0,02 mg/kg kroppsvekt/dag (10,11). Når en tar utgangspunkt i de målte nivåene av hvitt fosfor kort tid etter skyting, vil det for en person på 70 kg bety at en kan drikke 0,07 liter før daglig akseptabelt livstidsinntak er nådd. Ettersom vannet i området ikke benyttes til drikkevannskilder, er det mer aktuelt å vurdere nivået opp mot kronisk eksponering. Dette vil inkludere tilfeldig besøk i området med inntak av vann fra området. En person vil da kunne drikke 70 liter vann daglig før effekter kan oppstå. I vurderinger regner en gjerne med at inntak av vann utgjør 20 % av totalinntaket av et stoff. Når en tar hensyn til dette, vil en fortsatt kunne drikke 14 liter daglig før helseeffekter kan oppstå. Dette er en mengde som overstiger det et menneske normalt inntar i løpet av en dag.

Det er også for dyr satt en grense på 0,1 µg/L som drikkevannsnorm for hvitt fosfor (10). Fra tid til annen vil det ferdes beitedyr i området, og de vil høyst sannsynlig drikke fra dette vannet. Det er ikke kjent at beitedyr oppholder seg over lengre tid i nedslagsfeltet for hvitt fosfor-ammunisjon. FFI har ved tidligere vurderinger benyttet 50 kg som vekt på beitedyr og at de drikker fire liter vann daglig. Vurdering av kronisk eksponering fra drikkevann tilsier at beitedyr kan drikke 50 liter daglig, noe som er betydelig mer enn det inntaket som beitedyr har. Selv om en regner at bare 20 % av totalinntaket av hvitt fosfor kommer fra vann, vil en ikke overskride de grenser som gjelder for daglig inntak av hvitt fosfor. Konsentrasjonen av hvitt fosfor i vannet vurderes derfor som akseptabel i forhold til beitedyrs aktivitet i området.

Studier viser at dødelig konsentrasjon (LC₅₀) av hvitt fosfor for fisk er 14,4 µg/L, mens 1 µg/L ikke gir noen effekter (11). I og med at konsentrasjonen av hvitt fosfor i tjernet ble målt til 20 µg/L kort tid etter skyting, kan en ikke utelukke at hvitt fosfor har ført til effekter hos eventuelle fisk i tjernet. Tjernet er lite og det er derfor lite sannsynlig at fisk har tilhold i tjernet.

Enkelte fugler kan få i seg mindre klumper med hvitt fosfor ved at de forveksler disse med mat. Det er påvist fugledød inne i skytefelt i Alaska som følge av dette (12). Det aktuelle tjernet på toppen av åsen i nedslagsfeltet er lite, og vi anser at det i liten grad inneholder mat som vil tiltrekke seg fugler. Vi vurderer derfor at forurensningen i tjernet i liten grad vil medføre risiko for fugler.

Konsentrasjonen av hvitt fosfor nede i kratrene er høye. De våteste kratrene har etter ett år et innhold på 3 000-5 000 mg hvitt fosfor/kg jord, mens gjennomsnittskonsentrasjonen kort tid etter skyting ble funnet å være 31 838 mg hvitt fosfor/kg jord. I tidsrommet 2013 til 2015 er det skutt inn 650 granater i et område med størrelse på 58 000 m². Om en antar at et krater har en størrelse på 1 m², vil arealet av krater i området utgjøre 1,1 % av området. Det er derfor en viss sannsynlighet for at personell som oppholder seg kortvarig i området kan komme i kontakt med hvitt fosfor krater. Hvis en uforvarende trårer ned i et krater som er vått, vil det potensielt kunne føre til brannskader, da hvitt fosfor gjerne tar fyr når det kommer i kontakt med hud og er vanskelig å slukke. I mindre grad vil det være aktuelt at personell som ferdes kortvarig i området vil spise jord.

I veiledning for forurenset jord utgitt av Miljødirektoratet er det anslått et daglig inntak av jord og støv på 50 mg for voksne (13). Det er grunn til å anta at nivået av hvitt fosfor er svært lavt utenfor kratrene (9). Det vil derfor bare være 1,1 % av overflaten som er forurenset i nedslagsområdet etter tre års bruk av hvitt fosfor-ammunisjon. Om en antar at personell daglig inntar 50 mg jord og at 1,1 % av dette kommer fra krater, vil mengden jord inntatt fra krater være i størrelsesorden 0,55 mg. Under forutsetning av en konsentrasjon av hvitt fosfor på 3 000-5 000 mg/kg jord, vil en kunne eksponeres for 0,0017-0,0028 mg hvitt fosfor daglig. Tilsvarende tall kort tid etter skyting vil være omkring 0,0175 mg (antatt at det blir skutt 650 granater over en kort periode). Grensen for kronisk eksponering av hvitt fosfor er satt til 0,02 mg/kg kroppsvekt/dag. Nivået observert i nedslagsområdet er derfor tilstrekkelig lavt til at det ikke er forbundet med risiko å ferdes kortvarig i nedslagsområdet.

Det er større sannsynlighet for at dyr som beiter i området får i seg forurenset jord. Beitedyr vil ha et større inntak av jord per dag og de vil også kunne spise jord fra et større areal. Nedslagsområdet blir ikke benyttet som beiteområde for dyr, men streifdyr vil kortvarig kunne ferdes i området og beite. Studier viser at beitedyr ikke oppsøker områder som er forurenset med hvitt fosfor (14). Det vil derfor være tilfeldig om beitedyr vil komme i kontakt med områder forurenset av hvitt fosfor. En antar at beitedyr har et daglig inntak av jord på 50 gram. Som nevnt over antas det at 1,1 % av arealet i nedslagsområdet består av kratere. Om en da også antar at 1,1 % av mengden jord som inntas kommer fra kratrene, vil det daglige inntaket av hvitt fosfor fra jord hos beitedyr være fra 1,7 – 2,8 mg hvitt fosfor under forutsetning av en hvitt fosfor konsentrasjon på 3 000-5 000 mg/kg. Tilsvarende tall kort tid etter skyting vil være omkring 17,5 mg (antatt at det blir skutt 650 granater over en kort periode). Etersom grensen for kronisk eksponering er 0,02 mg/kg kroppsvekt/dag, vil forurensningen av hvitt fosfor i nedslagsfeltet kunne utgjøre en risiko for dyr som periodevis oppholder seg i nedslagsfeltet og beiter.

Streifdyr som kortvarig ferdes inne i nedslagsområdet for hvitt fosfor, vil kunne tråkke ned i kratre med hvitt fosfor. Etersom konsentrasjonen av hvitt fosfor kan være høy i kratrene, kan dette føre til brannskader på beina til dyrene. En naturlig reaksjon hos dyr vil være å slikke seg i det området de opplever smerte. Det er derfor en viss sannsynlighet for at de som følge av dette kan eksponeres for hvitt fosfor avsatt på beina. En brannskade på beina kan føre til problemer med å gå, og det kan oppstå infeksjoner. Disse dyrene vil derfor kunne få problemer med å skaffe seg mat og de vil lettere kunne bli offer for rovdyr.

Vi har også benyttet en spesialisert risikomodell basert på Bayesiansk nettverk som tar hensyn til den heterogene fordelingen av hvitt fosfor for å beregne risiko for mennesker og dyr. Denne modellen er beskrevet nærmere i FFI-rapport 2006/02989 (11). Beregninger gjort med denne modellen viser at forurensningen av hvitt fosfor i Giskås SØF ikke utgjør en helserisiko tatt i betraktning begrenset ferdsel i området. Beregninger gjort for beitedyr indikerer lav risiko også for disse, men vi anbefaler likevel at nedslagsområdet for hvitt fosfor ikke benyttes til planlagt beiteområde.

Rett etter skyting er konsentrasjonen av hvitt fosfor høy i de fleste kratrene. Årlige skytinger med ammunisjon som inneholder hvitt fosfor, vil jevnlig medføre tilførsel av kratre med høye konsentrasjoner av hvitt fosfor der det er våte partier. Siden nedbrytningen går saktere enn tilførselen av hvitt fosfor, vil det føre til en akkumulering av hvitt fosfor i de våte partiene. Det vil også føre til flere punktkilder med hvitt fosfor, noe som ytterligere øker risikoen for kontakt med forurensete områder.

6 Konklusjon

I 2015 ble det skutt 200 bombekastergranater med hvitt fosfor i Giskås skyte- og øvingsfelt. Angitte målområder skulle redusere nedslag av granater i våte områder. Feilskytinger førte imidlertid til flere treff i og rundt tjernet nordvest for blindgjengerfeltet. Det ble også ved prøvetaking observert områder med våte partier i de angitte målområdene.

Etter ett år inneholder kratre i tørre og godt drenerte partier lav konsentrasjon av hvitt fosfor. I nedslagsområdet er det lokalt mange våte partier, og kratrene i disse partier har høye nivåer av hvitt fosfor også etter ett år, selv om konsentrasjonen har sunket betraktelig siden skyting. De høye konsentrasjonene i våte kratre utgjør imidlertid ingen helsefare for mennesker som sporadisk ferdes i området. Det er liten sannsynlighet for at dyr vil beite nede i kratrene, men hvis de trækker nedi kratrene kan de få hvitt fosfor på seg, noe som kan forårsake brannskader når partiklene tørker. Selv om beregninger indikerer lav risiko for beitedyr, bør nedslagsområder for hvitt fosfor-ammunisjon ikke benyttes til planlagt beiteområde.

Vannet i tjernet på toppen av åsen inneholdt et høyt nivå av hvitt fosfor, og det ble i en bekk, kort tid etter skyting, også registret konsentrasjoner over drikkevannsnormen (0,1 µg/L). Forurensning av hvitt fosfor i vann vurderes ikke å utgjøre noen helserisiko eller å utgjøre noen risiko for beitedyr. Med bakgrunn i tjernets størrelse, er det liten grunn til å tro at forurensingen i tjernet medfører risiko for fugler.

Selv om det i dag er beregnet lav risiko knyttet til rester av hvitt fosfor i området, vurderes det benyttede nedslagsområdet i Giskås som ikke egnet som målområde for hvitt fosfor-ammunisjon. Området har for liten sikkerhetsavstand til åpne vann eller bekker, og risikoen er derfor stor for direkte treff eller nedfall av hvitt fosfor i slike områder. I tillegg befinner det seg for mange våte partier i målområdet, noe som vil gi kratre med høye konsentrasjoner av hvitt fosfor i lang tid. Gjentatte skytinger vil føre til en akkumulering av hvitt fosfor i området. FFI anbefaler eventuelt å se nærmere på om blindgjengerfeltet kan utvises mot øst for å finne et målområde som kan være bedre egnet for hvitt fosfor-ammunisjon. FFI anbefaler at nedslagsområdet for hvitt fosfor-ammunisjon overvåkes for å kontrollere at nivået av hvitt fosfor reduseres ned mot null.

Vedlegg

A Bilder av prøvepunkter

A.1 Bilder av vannprøvepunkter



Figur A.1 Vannprøvepunkt VP1. Oktober 2015 øverst, september 2016 nederst.



Figur A.2 Vannprøvepunkt VP2. Venstre oppe oktober 2015. Høyre oppe juni 2016. Nederst september 2016.



Figur A.3 Vannprøvepunkt VP3. Venstre oppe oktober 2015. Høyre oppe juni 2016. Nederst september 2016.



Figur A.4 Vannprøvepunkt VP4. Venstre oktober 2015. Høyre september 2016.



Figur A.5 Vannprøvepunkt VP5. Venstre juni 2016. Høyre september 2016.



Figur A.6 Vannprøvepunkt VP6. Juni 2016.



Figur A.7 Vannprøvepunkt VP7. September 2016.

A.2 Bilder av kratre



Figur A.8 Krater GK1. Øverst oktober 2015. Midten juni 2016. Nederst september 2016.



Figur A.9 Krater GK10. Venstre oktober 2015. Høyre september 2016.



Figur A.10 Krater GK11. Oktober 2015.



Figur A.11 Krater GK12. Venstre oppe oktober 2015. Høyre oppe juni 2016. Nederst september 2016.



Figur A.12 Krater GK13. Øverst oktober 2015. Nederst juni 2016.



Figur A.13 Krater GK14. Øverst oktober 2015. Nederst september 2016.



Figur A.14 Krater GK15. Oktober 2015.



Figur A.15 Krater GK16. Øverst oktober 2015. Midten juni 2016. Nederst september 2016.



Figur A.16 Krater GK17. Venstre oktober 2015. Høyre juni 2016. Nederst september 2016.



Figur A.17 Krater GK18. Venstre øverst oktober 2015. Høyre øverst juni 2016. Nederst september 2016.



Figur A.18 Krater G19. Juni 2016.



Figur A.19 Krater G20. Juni 2016.



Figur A.20 Krater G21. Juni 2016.



Figur A.21 Krater G22. Juni 2016.

B Analyserapporter

B.1 Prøvetaking oktober 2015



Forsvarets forskningsinstitutt
Avdeling Beskyttelse og samfunnssikkerhet

Dato: 18.11.2015

Analyserapport M15/004

Side 1 av 3

|

Analyserapport nr M15/004 Analyse av hvitt fosfor

Oppdragsgiver: FFI

Antall prøver: 14

Anmerkninger:

Mottatt dato: 23.10.2015

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

Kjeller, 18. november 2015

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 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>
15-1478	GVP1, Giskås skytefelt
15-1479	GVP2, Giskås skytefelt
15-1480	GVP3, Giskås skytefelt
15-1481	GVP4, Giskås skytefelt
15-1494	GK1, Giskås skytefelt
15-1495	GK10, Giskås skytefelt
15-1496	GK11, Giskås skytefelt
15-1497	GK12, Giskås skytefelt
15-1498	GK13, Giskås skytefelt
15-1499	GK14, Giskås skytefelt
15-1500	GK15, Giskås skytefelt
15-1501	GK16, Giskås skytefelt
15-1502	GK17, Giskås skytefelt
15-1503	GK18, Giskås skytefelt

<i>FFI nr</i>	<i>Hvitt fosfor, ng/l</i>
15-1478	20000
15-1479	720
15-1480	5
15-1481	6



<i>FPI nr</i>	<i>Mengde tørr prøve, g</i>	<i>Hvitt fosfor, mg/kg</i>
15-1494	40,8	152000
15-1495	538,8	14000
15-1496	595,3	2660
15-1497	816,0	7450
15-1498	377,1	2090
15-1499	147,1	15300
15-1500	612,0	1840
15-1501	57,7	77300
15-1502	809,7	8140
15-1503	143,7	37600

B.2 Prøvetaking juni 2016



Forsvarets forskningsinstitutt
Avdeling Beskyttelse og samfunnssikkerhet

Dato: 08.08.2016

Analyserapport M16/003

Side 1 av 3

Analyserapport nr M16/003 Analyse av hvitt fosfor

Oppdragsgiver: FFI
Anmerkninger:

Antall prøver: 15
Mottatt dato: 08.06.2016

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

Kjeller, 8. august 2016

Amt Johnsen
forsker

Saksbehandler: Amt 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 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>
16-303	GK2 - VP1, Giskås skytefelt
16-304	GK2 - VP3, Giskås skytefelt
16-305	GK2 - VP4, Giskås skytefelt
16-306	GK2 - VP5, Giskås skytefelt
16-307	GK2 - VP6, Giskås skytefelt
16-308	GK2 - 1, Giskås skytefelt
16-309	GK2 - 12, Giskås skytefelt
16-310	GK2 - 13, Giskås skytefelt
16-311	GK2 - 16, Giskås skytefelt
16-312	GK2 - 17, Giskås skytefelt
16-313	GK2 - 18, Giskås skytefelt
16-314	GK2 - 19, Giskås skytefelt
16-315	GK2 - 20, Giskås skytefelt
16-316	GK2 - 21, Giskås skytefelt
16-317	GK2 - 22, Giskås skytefelt

<i>FFI nr</i>	<i>Hvitt fosfor, ng/l</i>
16-303	6100
16-304	11
16-305	< 1
16-306	23
16-307	1

Analyse av hvitt fosfor



<i>FFI nr</i>	<i>Mengde tørr prøve, g</i>	<i>Hvitt fosfor, mg/kg</i>
16-308	24,5	33400
16-309	391,9	360
16-310	178,7	1890
16-311	28,5	14000
16-312	332,0	430
16-313	61,4	2920
16-314	90,2	420
16-315	146,8	< 0,005
16-316	93,5	470
16-317	53,0	1550

B.3 Prøvetaking september 2016



Forsvarets forskningsinstitutt
Avdeling Beskyttelse og samfunnssikkerhet

Dato: 07.10.2016

Analyserapport M16/005

Side 1 av 3

Analyserapport nr M16/005 Analyse av hvitt fosfor

Oppdragsgiver: FFI
Anmerkninger:

Antall prøver: 14
Mottatt dato: 13.09.2016

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

Kjeller, 7. oktober 2016

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 5046745



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>
16-442	GK3 - VP1, Giskås skytefelt
16-443	GK3 - VP2, Giskås skytefelt
16-444	GK3 - VP3, Giskås skytefelt
16-445	GK3 - VP4, Giskås skytefelt
16-446	GK3 - VP5, Giskås skytefelt
16-447	GK3 - VP7, Giskås skytefelt
16-448	GK3 - 1, Giskås skytefelt
16-449	GK3 - 10, Giskås skytefelt
16-450	GK3 - 12, Giskås skytefelt
16-451	GK3 - 14, Giskås skytefelt
16-452	GK3 - 16, Giskås skytefelt
16-453	GK3 - 17, Giskås skytefelt
16-454	GK3 - 18 nede i krater, Giskås skytefelt
16-455	GK3 - 18 rundt krater, Giskås skytefelt

<i>FFI nr</i>	<i>Hvitt fosfor, ng/l</i>
16-442	319
16-443	3,9
16-444	2,3
16-445	< 2,0
16-446	< 2,0
16-447	< 2,0



<i>FFI nr</i>	<i>Mengde tørr prøve, g</i>	<i>Hvitt fosfor, mg/kg</i>
16-448	36,07	70000
16-449	284,90	1420
16-450	640,60	86
16-451	108,93	201
16-452	61,43	4240
16-453	365,87	47
16-454	73,72	3300
16-455	82,95	4580

Referanser

- [1] Engineering Design Handbook, Military Pyrotechnic Series, Part Four, Design of Ammunition for Pyrotechnic effects, Army Material Command, Alexandria Virginia USA, 1974. (Distributed by NTIS National Technical Information Service U. S. Department of Commerce.)
- [2] Field Manual No 3-50, Smoke operations, Headquarters Department of the Army, Washington DC, 1990.
- [3] Johnsen A, Longva K.S., Ringnes H., Strømseng A, “Helse- og miljømessige konsekvenser ved Forsvarets bruk av røykammunisjon med hvitt fosfor”, FFI-rapport 2002/04042.
- [4] Spangord RJ, Rewick R, Chou TS, Wilson R, Podoll RT, Parnas R, Platz R, Roberts D (1985): Environmental fate of white phosphorus/felt and red phosphorus/butyl rubber military screening smokes. US Army Medical Research and Development Command. Fort Detrick, Frederick, Maryland.
- [5] Lai M, Rosenblatt D (1977): Identification of transformation products of white phosphorus in water. DAMD17-77-C-7027. US Army Medical Research and Development Command, Ft Detrick, Maryland. ADA041068
- [6] Karsrud, T.E og Johnsen, A. “Kriterier for utvelgelse av nedslagsområder for ammunisjon med hvitt fosfor”, FFI-rapport 2017/00211, 2017.
- [7] Meteorologisk institutts vær- og klimadata, klima.met.no.
- [8] Søybye E., Johnsen A. og Strømseng A., “Kartlegging av hvitt fosfor forurensning i Hjerkinnskytefelt”, FFI-rapport 2003/01224, 2003.
- [9] 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.
- [10] Vitenskapskomiteen for mattrygghet, “Risk Assessment of White Phosphorus”, 06-504-7-endelig, 2006.
- [11] 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.
- [12] Nam S-I, Walsh M R, Collins C M, Thomas L, “Eagle River flats remediation project. Comprehensive bibliography–1950 to 1998”, 1999.

-
-
- [13] Miljødirektoratet, “Veiledning om risikovurdering av forurenset grunn”, SFTs veiledning 99:01, 1999.
- [14] Steinheim G, Voie Ø, Holand Ø, Ådnøy T and Longva K, “Effects of contamination of water with white phosphorus on drinking behavior in sheep”, FFI-rapport 2010/00691, 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.

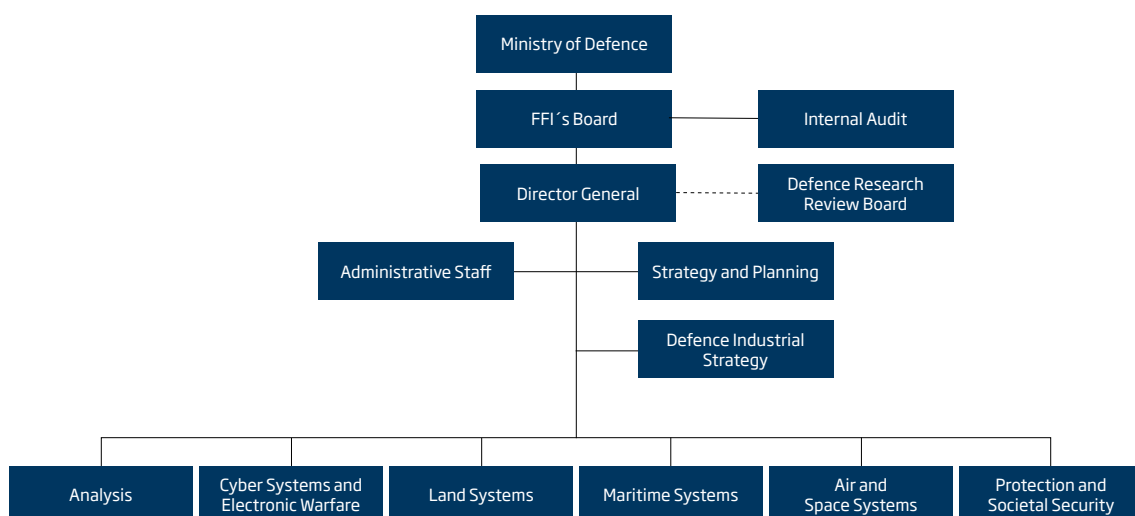
FFIs VISJON

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