



FFI-RAPPORT

18/00391

Miljøoppfølging etter bruk av hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet

— prøvetaking 2017

Tove Engen Karsrud
Arnt Johnsen

Miljøoppfølging etter bruk av hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet – prøvetaking 2017

Tove Engen Karsrud
Arnt Johnsen

Emneord

Skytefelt
Røykgranater
Hvitt fosfor
Overvåking
Risikovurdering

FFI-rapport

FFI-RAPPORT 18/00391

Prosjektnummer

514601

ISBN

P: 978-82-464-3054-6

E: 978-82-464-3055-3

Godkjent av

Øyvind Voie, *forskningsleder*

Janet Blatny, *forskningsdirektør*

Sammenheng

I Regionfelt Østlandet (RØ) benyttes hvitt fosfor i røykammunisjon til artilleri og bombekaster etter konsesjon gitt av miljømyndighetene. Hvitt fosfor er meget giftig, og Forsvarets bruk av hvitt fosfor i RØ blir fulgt opp og overvåket. Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) gjennomfører miljøoppfølgingen av hvitt fosfor i RØ årlig på oppdrag fra Forsvarsbygg. Oppdraget består av befarings i målområdet i tillegg til prøvetaking av jord i kratre på Store Haraåsen og vannprøver fra faste prøvepunkt nedstrøms Store Haraåsen og ved PFA-sletta. Denne rapporten beskriver arbeid og resultater for 2017 og tilhørende risikovurderinger.

I 2017 ble det skutt både artilleri- og bombekastergranater med hvitt fosfor mot Store Haraåsen og noen bombekastergranater mot PFA-sletta. Konsentrasjonen av hvitt fosfor målt i kratrene på Store Haraåsen fra disse skytingene ligger mellom 10 og 1430 mg/kg jord, som er et forventet nivå i denne typen kratre noen måneder etter skyting. Krater K8-2, som stammer fra skytinger i 2013, har ved tidligere prøvetakinger hatt en høy konsentrasjon av hvitt fosfor sammenliknet med andre kratre. I år ble konsentrasjonen målt til 1610 mg/kg, som er en reduksjon på 70 prosent siden prøvetakingen i 2015. Forurensningen av hvitt fosfor i kratrene utgjør ingen helserisiko for mennesker og dyr.

I vannprøvene tatt ved PFA-sletta ble det ikke påvist spor av hvitt fosfor. I de fire vannprøvene tatt nedstrøms Store Haraåsen ble det imidlertid påvist spor av hvitt fosfor i størrelsesorden 1-2 ng/L i tre av prøvene, mens det i én prøve ble påvist 61 ng/L. Denne vannprøven er lokalisert nærmest målområdet. Konsentrasjonen er for lav til å utgjøre noen helserisiko for mennesker eller dyr som måtte få i seg vann fra dette området.

Årlige prøvetakinger gjennom flere år nedstrøms målområdet på Store Haraåsen har ikke påvist hvitt fosfor i vannprøver. Store nedbørmengder i tiden etter skytingene i 2017 kan ha ført til transport av hvitt fosfor til overflatevann nedstrøms Store Haraåsen. FFI anbefaler en mer omfattende prøvetaking av vann i 2018 for å avklare om dette var et engangstilfelle som følge av mye nedbør etter skyting. Prøvetakingen bør i så fall gjennomføres før nye WP-granater skytes inn i området.

Befaringen viste at flere bombekastergranater hadde landet i buffersonen utenfor det godkjente målområdet. I videre skytinger bør det tilstrebes at slike granater skytes innenfor målområdet. For å redusere eventuell avrenning av hvitt fosfor mot overflatevann i nordøst, bør nedslag av artillerigranater ikke legges helt ut mot den nordøstre delen av målområdet.

Summary

Artillery and mortar smoke rounds containing white phosphorous (WP) are fired into approved impact areas in the firing range Regionfelt Østlandet (RØ) in agreement with the Norwegian environmental authorities. WP is a very toxic compound and the use of smoke ammunition with WP is therefore controlled and monitored in RØ. The Norwegian Defence Research Establishment (FFI) monitors the use and contamination of WP in RØ on commission from The Norwegian Defence Estate Agency. This monitoring includes a survey of the impact areas in addition to collection of soil samples from craters in the impact area located at Store Haraåsen and surface water samples downstream the impact area and near the test range area PFA. The samples are analysed for WP. This report describes the results from the monitoring performed in 2017 and the risk assessments.

In 2017 both artillery and mortar rounds with WP were fired into the impact area at Store Haraåsen and some mortars were fired into the PFA test area. The concentration of WP in craters from these firings lies between 10 and 1430 mg/kg soil. Such values are expected in this type of craters a few months after the firings. The crater K8-2, which originates from firings in 2013, has shown a higher concentration of WP compared to other craters in the same area. The concentration of WP in K8-2 was 1610 mg/kg in 2017, which represents a 70 per cent reduction compared to 2015.

The water samples collected in the vicinity of the PFA area do not contain any traces of WP. However, in the samples taken downstream Store Haraåsen traces of WP are detected. In three of the samples the concentration is in the range 1-2 ng/L, while one sample did contain 61 ng/L. This sample point is located closest to the impact area. The concentration of WP is still too low to represent any health risk to humans or animals in the area.

The annual monitoring of WP contamination in surface water downstream the impact area at Store Haraåsen has not previously shown traces of WP. Heavy rainfalls after the WP firings in 2017 may have transported WP to open water sources downstream Store Haraåsen. FFI recommends a more thorough sampling of water in 2018 in order to investigate if this was just a single event caused by heavy rainfalls. Such an investigation should be done before further WP ammunition is fired into the area.

The site inspection revealed that several of the mortars had landed in the buffer zone outside the approved impact area at Store Haraåsen. Future firings must assure that WP mortars are fired into the approved impact area. In order to reduce transport of WP to surface water located northeast, artillery shells with WP should not be fired into the far north-eastern part of the impact area.

Innhold

| | |
|--|-----------|
| Sammendrag | 3 |
| Summary | 4 |
| 1 Innledning | 7 |
| 2 Bakgrunn | 7 |
| 3 Prøvetaking 2017 | 9 |
| 3.1 Befaring | 9 |
| 3.2 Jordprøver | 9 |
| 3.3 Vannprøver | 10 |
| 3.4 Analyse | 10 |
| 4 Resultater og risikovurdering | 19 |
| 5 Konklusjon | 23 |
| A Analyserapport | 24 |
| Referanser | 27 |



1 Innledning

I Regionfelt Østlandet (RØ) benytter Forsvaret røykammunisjon med hvitt fosfor. Tillatte nedslagsfelt for hvitt fosfor er et målområde på Store Haraåsen og testområdet PFA-sletta sør for Ørnhaugen. Totalt kan det årlig slippes ut 3500 kg hvitt fosfor i dette skytefeltet (1) etter konsesjon gitt av miljømyndighetene.

Aktiviteten overvåkes ved at det føres kontroll over konsentrasjoner av hvitt fosfor i jordsmonnet i nedslagsfeltet på Store Haraåsen og i vannkilder nedstrøms Store Haraåsen og på steder som fanger opp avrenning fra PFA-sletta. Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) foretar denne overvåkingen på årlig basis (senhøstes) på oppdrag fra Forsvarsbygg. Denne rapporten beskriver prøvetaking gjennomført i 2017 med resultater og risikovurderinger.

Resultater fra prøvetakinger foretatt i tidligere år er beskrevet i flere FFI-rapporter (2,3,4).

2 Bakgrunn

Røykammunisjon benyttes for å beskytte eller skjerme egne styrker og egne styrkers bevegelser mot fiendtlig innsyn. Røyk kan også benyttes til å blende fienden eller til å skape forvirring og kaos hos en motstander. Hvitt fosfor (WP) er den beste røyksatsen for skjerming i visuelt område, og en veldig konsentrert røykskjerm har også noe skjerming i termisk (5,6). Norge har WP i røykammunisjon til artilleri og bombekaster (BK).

Hvitt fosfor er et meget giftig stoff (7). Rester av hvitt fosfor kan bli liggende lenge i miljøet ved nedslag i fuktig miljø, noe som kan føre til forgiftning av dyr og mennesker som ferdes på stedet. Det er derfor satt krav i Norge om at ammunisjon med hvitt fosfor ikke skal brukes mot fuktige eller snødekte mål, og målområder skal velges slik at det er tilstrekkelig avstand til åpent vann og fuktige områder. Det er også stilt krav om overvåking for å sikre at det ikke blir liggende store mengder hvitt fosfor i målområdene og at det ikke forekommer vesentlig avrenning av hvitt fosfor fra målområdene.

Grunnet høy giftighet til hvitt fosfor arbeides det for å erstatte denne røyksatsen med mindre giftige stoffer. En ny røyksats må utgjøre en mindre helse- og miljørisiko enn hvitt fosfor. Samtidig må røykskjermingsegenskapene i visuelt område være like gode, og det er ønskelig med skjerming i infrarødt område. I påvente av røykammunisjon med nye røyksatser, benytter Norge fortsatt røykammunisjon med hvitt fosfor til artilleri og BK.

Det er satt restriksjoner på bruk av hvitt fosfor (8, 9). Anbefalt bruk skal øke omsetningen av hvitt fosfor og hindre at hvitt fosfor havner i områder der den brytes langsomt ned. Ammunisjon

med hvitt fosfor kan bare skytes mot tillatte nedslagsfelt der bakken skal være tørr og drenerende og ikke ha åpne vannkilder som tjern, bekker eller myrområder. Utkast av WP-partikler kan nå 70 m fra en BK-granat og 200 m fra en artillerigranat (10). Ytre grense på nedslagsfeltet bør derfor være minst 70 m for BK og 200 m for artilleri fra våte områder for å hindre at utkast fra detonasjonen havner i fuktig miljø. FFI har kommet med nye anbefalinger av sikkerhetsavstander basert på erfaringer fra skyting med BK-granater i Giskås SØF og artillerigranater i RØ samt påvirkning knyttet til våpensystemet og ammunisjonen og vindforhold (9). Det anbefales minimumsavstander fra ytre grense på nedslagsfeltet til myrområder uten overflatevann på henholdsvis 170 m for BK og 230 m for artilleri. Minimumsavstanden økes til 220 m for BK og 330 meter for artilleri til områder med overflatevann. Hvitt fosfor skal heller ikke anvendes på snødekt mark (8).

Informasjon om forbruk av ammunisjon føres på Digital blankett 750. Dataene lagres digitalt og oversikter over forbruk av ammunisjon kan hentes fra Forsvarssektorens Miljødatabase (MDB), som driftes av FFI. Uttak av data viser at det i juni 2017 ble skutt både artillerigranater og BK-granater med WP mot Store Haraåsen og noen BK-granater mot PFA-sletta. Total mengde hvitt fosfor skutt i RØ i 2017 var 145 kg, se Tabell 2.1. Ammunisjonen er anvendt til øving, kvalitetskontroll og undervisning.

I 2016 ble det ikke skutt ammunisjon med hvitt fosfor i RØ. Det ble imidlertid sprengt noen BK-granater på sprengningsfeltet i slutten av 2015 (etter prøvetakingen det året), og i januar 2016 ble det sprengt både noen BK-granater og artillerigranater der. Siden det ikke ble funnet hvitt fosfor i vannprøvene tatt i 2015 (4), og det ikke ble skutt røykammunisjon i 2016, ble det i 2016 derfor kun foretatt prøvetaking på sprengningsfeltet, og vannprøvene ved PFA-sletta ble tatt og kontrollert. Det ble ikke påvist WP i noen av prøvene tatt i 2016 (Tabell 4.1).

Tabell 2.1 Oversikt over utslipp av hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet i årene 2014-2017.

| Nedslagsfelt | Utslipp WP (kg) | | | |
|-----------------|-----------------|------|------|-------|
| | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| Store Haraåsen | 227 | | | 133,6 |
| PFA-sletta | | 71 | | 11,4 |
| Sprengningsfelt | | 2,8 | 31,2 | |

3 Prøvetaking 2017

3.1 Befaring

Målområdet på Store Haraåsen er definert som en sirkel med 250 meters radius, der senter har følgende posisjon: Ø 634500, N 6803770 (UTM, sone 32). Målområdet (heltrukken svart linje i Figur 3.1) ligger i tregrensa i skrånende terreng med lite myr, bekker og vanddammer i umiddelbar nærhet. Avstanden fra ytre grense på målområdet til nærmeste tjern er drøyt 200 meter, og ca. 250 meter på nordøstsiden av målområdet er det et myrdrag og flere små vanddammer. Området som er tørt og med drenerende grunn er vurdert som egnet nedslagsområde for granater med hvitt fosfor. Utenfor målområdet er det en buffersone som går 200 meter lenger ut enn målområdet (stiplet linje i Figur 3.1). Her kan det påregnes nedfall av WP fra utkast fra detonasjoner som finner sted innenfor målområdet (11,12).

Befaring og prøvetaking ble foretatt 18.oktober 2017. Det var klart vær og skyfri himmel, men mye vind. Temperaturen lå rundt null grader. Så å si alle kratrene fra årets skytinger, både artilleri og BK-granater, ble funnet og observert. Nesten midt i nedslagsområdet står det utplassert to oljefat i rødt og gult for å markere sentrum av målområdet. Standplassene er lokalisert i østlig retning for nedslagsområdet, og det ser ut til at spredningen av nedslagene er størst i skyteretningen. Artillerigranatene var skutt nærmere midtpunktet av målområdet enn BK-granatene. Noen artillerigranater var skutt lenger enn midtpunktet, men de fleste artillerigranatene var landet i forkant av midtpunktet, men alle godt innenfor målområdet (heltrukken linje). Ingen av BK-granatene hadde nådd så langt som til midtpunktet av målområdet. Nedslagene til BK-granatene var mye nærmere yttergrensa for målområdet, og flere var landet utenfor målområdet i buffersonen, som strekker seg 200 m utenfor målområdet (stiplet linje i Figur 3.1). Flere av kratrene ble funnet innimellom trærne i buffersonen, krater BK1 er eksempel på et slikt krater.

3.2 Jordprøver

Det ble tatt jordprøver fra 4 artillerikratere. Den ene prøven ble tatt fra krater K8-2 som stammer fra skytinger i 2013 og hvor det to ganger tidligere er målt høye verdier av hvitt fosfor (3,4). Krater K8-2 skulle derfor følges opp med fortsatt prøvetakinger for å overvåke konsentrasjonen. De tre andre kratrene var nye for året. Det forsøkes å finne kratere som er ulike med tanke på jordsmonn og grunnforhold for å se om forholdene kan påvirke konsentrasjonen av WP i kratrene. Det ble ikke observert nevneverdige forskjeller i beskaffenheten til de observerte eller prøvetatte artillerikratrene. BK-kratrene lå lenger ned i skråningen med mer vegetasjon og trær. Her var det litt variasjon i jordsmonnet. Det ble tatt jordprøver fra tre av BK-kratrene. Kratrene BK1 og BK2 hadde innslag av mer sandaktig jord enn krater BK3, som virket mer myraktig. Oversikt over lokalisering av prøvepunktene ved Store Haraåsen er gitt i Figur 3.1 og Figur 3.2. Prøvepunktene er beskrevet i Tabell 3.1. Bilder av kratrene er vist i Figur 3.4 - Figur 3.10.

I alle kratrene ble det tatt 20 delprøver av jord som ble spadd opp og vendt opp fra forskjellige steder i kraterbunnen. Jorda fra hvert krater ble samlet på en 500 ml glassflaske som ble etterfylt med vann. Ved ankomst til FFI ble prøvene oppbevart kaldt og mørkt til de ble analysert. Det ble ikke observert at stillestående vann var frosset i kratrene, men i flere av kratrene var det iskrystaller i jorda som tyder på at jorda har vært fuktig. Det ble observert fjær av ryper i enkelte artillerikrater, noe som kan tyde på at ryper søker ly i disse kratrene.

3.3 Vannprøver

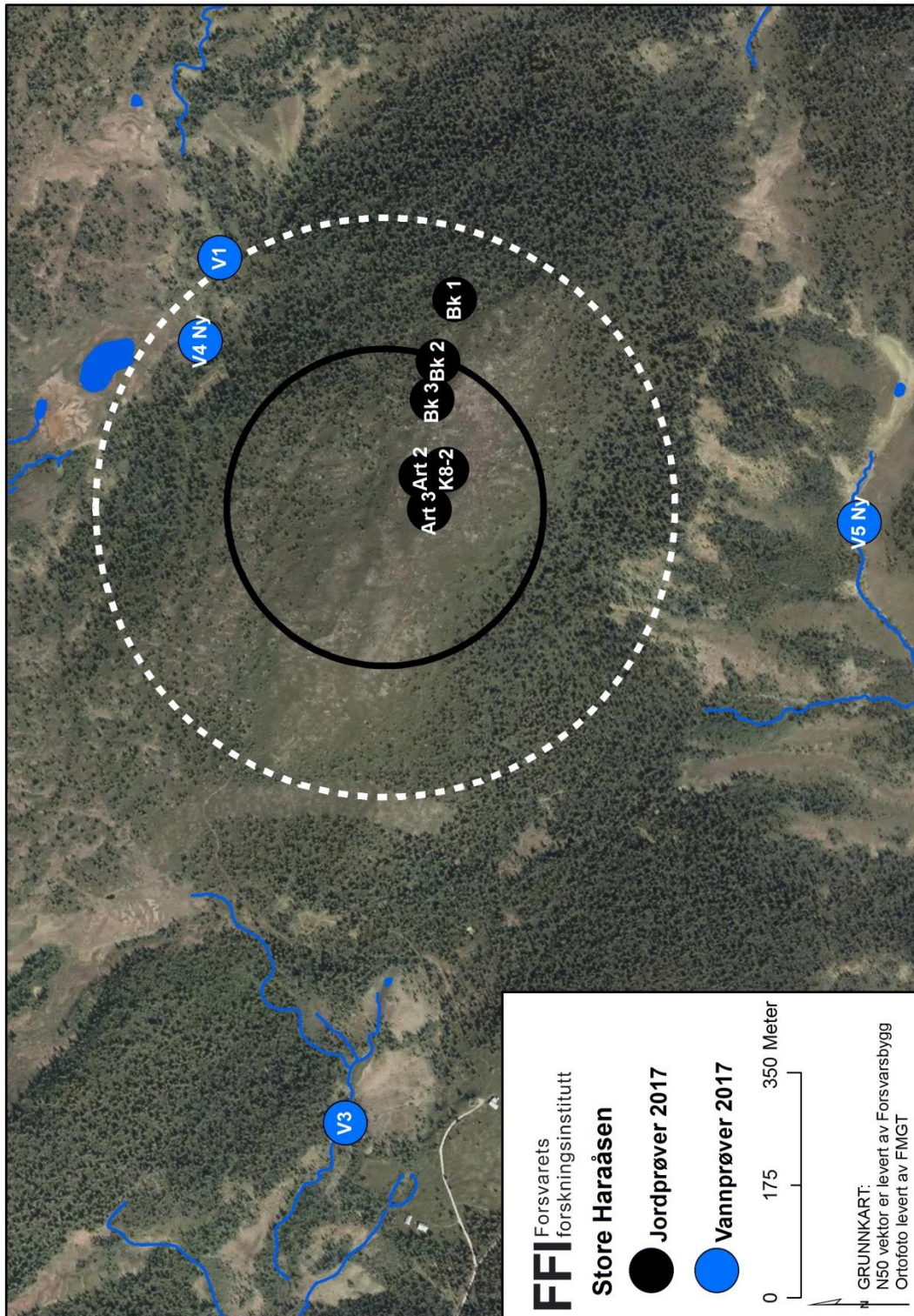
Vannprøvene ble tatt i faste prøvepunkter nedstrøms Store Haraåsen på tre kanter av åsen, se Figur 3.1. Det er også to faste vannprøvepunkter på hver sin side av PFA-sletta, se Figur 3.3. Bilder av punktene for vannprøver er i Figur 3.11 - Figur 3.16. Til vannprøvene ble det tatt 1 liter vann fra de aktuelle prøvestedene. Vannet ble anbragt på 1 liters teflonflasker. Ved ankomst til FFI ble prøvene oppbevart kaldt til de ble analysert.

3.4 Analyse

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 (13) og FFI-rapport 2004/00177 (10).

Tabell 3.1 Beskrivelse av punkter for prøvetaking av hvitt fosfor i 2017.

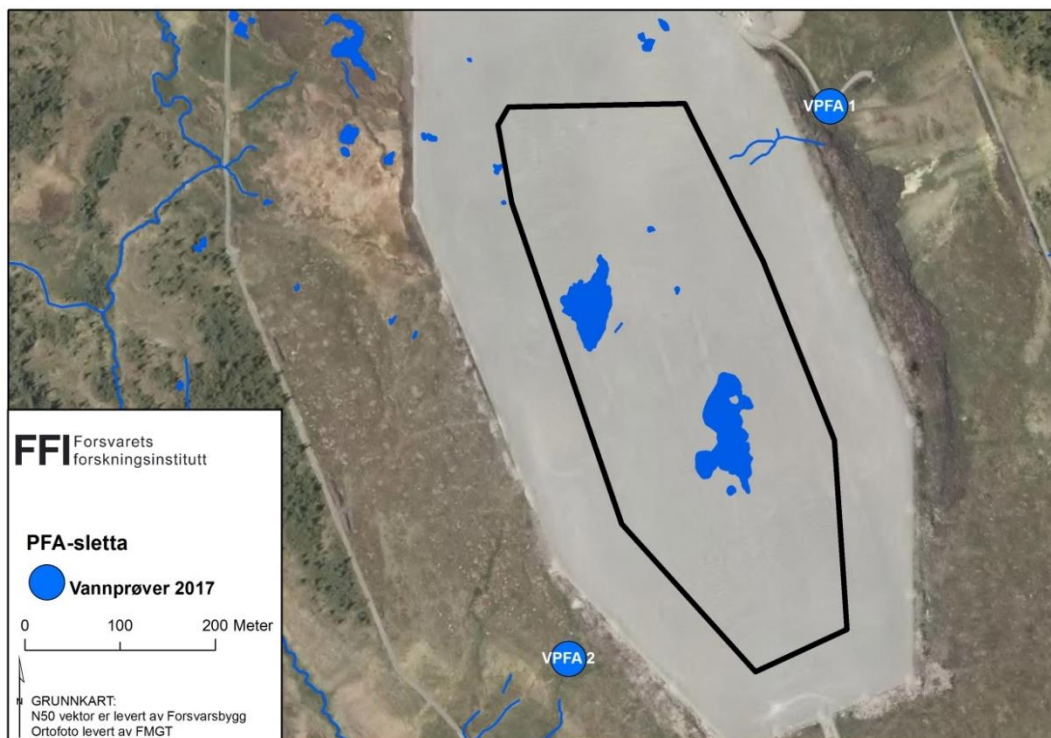
| Prøve ID | Beskrivelse av prøvepunkt |
|----------|--|
| VPFA1 | PFA-sletta, fast prøvepunkt for vann på østsiden av sletta |
| VPFA2 | PFA-sletta, fast prøvepunkt for vann på vestsiden av sletta |
| V1 | Store Haraåsen, fast prøvepunkt for vann (ny 2015) |
| V3 | Store Haraåsen, fast prøvepunkt for vann |
| V4 Ny | Store Haraåsen, fast prøvepunkt for vann (ny 2015) |
| V5 Ny | Store Haraåsen, fast prøvepunkt for vann |
| K8-2 | Store Haraåsen, Krater 8-2 (Krater 8 fra 2013), jordprøve, 155 mm WP |
| Art1 | Store Haraåsen, Krater Art 1-17, jordprøve, 155 mm WP (ny 2017) |
| Art2 | Store Haraåsen, Krater Art 2-17, jordprøve, 155 mm WP (ny 2017) |
| Art3 | Store Haraåsen, Krater Art 3-17, jordprøve, 155 mm WP (ny 2017) |
| BK1 | Store Haraåsen, Krater BK 1-17, jordprøve, 81 mm WP (ny 2017) |
| BK2 | Store Haraåsen, Krater BK 2-17, jordprøve, 81 mm WP (ny 2017) |
| BK3 | Store Haraåsen, Krater BK 3-17, jordprøve, 81 mm WP (ny 2017) |



Figur 3.1 Prøvetakingspunkter ved Store Haraåsen 2017. Sorte punkter er årets jordprøver tatt i kratre. Blå punkter er vannprøver.



Figur 3.2 Lokalisering av jordprøver tatt i kratrene på Store Haraåsen 2017.



Figur 3.3 Faste vannprøvepunkter ved PFA-sletta.



Figur 3.4 Krater K8-2



Figur 3.5 Krater Art1.



Figur 3.6 Krater Art2.



Figur 3.7 Krater Art3.



Figur 3.8 Krater BK1.



Figur 3.9 Krater BK2.



Figur 3.10 Krater BK3.



Figur 3.11 Vannprøve VPFA1 ved PFA-sletta.



Figur 3.12 Vannprøve VPFA2 ved PFA-sletta.



Figur 3.13 Vannprøve V5 Ny.



Figur 3.14 Vannprøve V1.



Figur 3.15 Vannprøve V4 Ny.



Figur 3.16 Vannprøve V3.

4 Resultater og risikovurdering

Resultater fra målinger av WP i prøvene fra prøvetakingen i 2017 er vist i Tabell 4.1. I samme tabell er også ført resultater fra målinger de to foregående årene. Analyserapporter fra årets målinger er i vedlegg A.

I alle kratrene det ble tatt prøve, kunne man mer eller mindre kjenne lukten av hvitt fosfor.

I de nye kratrene fra 2017 er det målt konsentrasjoner av hvitt fosfor mellom 10 og 1430 mg/kg. De høyeste verdiene over 1000 mg/kg er på nivå med hva som kan forventes ved målinger så kort tid etter skyting (4 måneder). Det er målt betydelig lavere konsentrasjoner i artilleri-kratrene enn i BK-kratrene, dette til tross for at artillerigranatene inneholder ca. 10 ganger mer hvitt fosfor enn BK-granatene. Omsetningen av hvitt fosfor ser dermed ut til å være mer effektiv ved bruk av artilleri enn ved bombekaster. Mengden av hvitt fosfor som presses ned i bakken ved detonasjonen er antageligvis større ved bruk av bombekaster enn ved bruk av artilleri. Kratrene fra artillerigranatene er dypere og videre enn BK-kratrene, noe som tyder på at et dypere lag med jord og betydelig mer jord blir kastet opp i lufta ved detonasjonen. Dermed øker også omsetningen av WP og andelen rester blir mindre. Noe av forskjellen kan også

skyldes ulike grunnforhold der granatene ble omsatt. BK-kratrene var lokalisert litt i utkanten av nedslagsområdet for hvitt fosfor der det er mer innslag av skog og hvor jordsmonnet var litt mer myrete enn der artillerinedslagene fant sted. Nedbrytningen av hvitt fosfor kan ha gått saktere med denne typen jordsmonn. Det var imidlertid ikke merkbart fuktigere i BK-kratrene, så konsentrasjonsforskjellene i kratrene skyldes nok mer forskjell på granatene og forhold rundt omsetningen av dem. BK-kratrene er mindre i omfang noe som medfører at mer prøve blir tatt mot midten av kratret sammenliknet med artillerikratre. Dette kan føre til at mer WP-rester blir prøvetatt i et BK-krater sammenliknet med et artillerikrater.

Tabell 4.1 Konsentrasjoner av hvitt fosfor i prøver tatt i RØ 2015-2017.

| Prøve | Hvitt fosfor | | |
|-------------------------------|--------------|------|------|
| | 2017 | 2016 | 2015 |
| VPFA1, PFA-sletta, [ng/L] | < 1 | < 1 | < 1 |
| VPFA2, PFA-sletta, [ng/L] | < 1 | < 1 | < 1 |
| V1, Store Haraåsen, [ng/L] | 1,3 | - | < 1 |
| V3, Store Haraåsen, [ng/L] | 1,8 | - | < 1 |
| V4 Ny, Store Haraåsen, [ng/L] | 61 | - | < 1 |
| V5 Ny, Store Haraåsen, [ng/L] | 2,1 | - | < 1 |
| K8-2, Store Haraåsen, [mg/kg] | 1610 | - | 5150 |
| Art1, Store Haraåsen, [mg/kg] | 181 | - | - |
| Art2, Store Haraåsen, [mg/kg] | 10,2 | - | - |
| Art3, Store Haraåsen, [mg/kg] | 191 | - | - |
| BK1, Store Haraåsen, [mg/kg] | 808 | - | - |
| BK2, Store Haraåsen, [mg/kg] | 1430 | - | - |
| BK3, Store Haraåsen, [mg/kg] | 1160 | - | - |

I 2015 ble det skutt 200 BK-granater med hvitt fosfor i Giskås SØF i Trøndelag. Konsentrasjonen av hvitt fosfor ble målt i ulike typer kratre tre ganger i løpet av året etter skytingen (14). Det var stor variasjon av mengde hvitt fosfor i kratrene siden nedslagsfeltet bestod av veldig varierende grunnforhold med tanke på fuktighet. I alle typer kratre på Giskås ble imidlertid konsentrasjonen av hvitt fosfor kraftig redusert i løpet av tiden etter fyingene. BK-kratrene på Store Haraåsen kan sammenliknes med de tørre kratrene på Giskås som etter et år inneholdt mindre enn 100 mg/kg hvitt fosfor. På Store Haraåsen som er et tørrere nedslagsområde enn

Giskås, bør en anta at konsentrasjonen av hvitt fosfor i kratrene vil reduseres betydelig med tiden.

I krater K8-2 ble det målt den høyeste konsentrasjonen med hvitt fosfor, 1610 mg/kg. For to år siden ble det målt 5150 mg/kg i dette kratret. Mengden av hvitt fosfor er redusert med nesten 70 % på to år. Krater K8-2 har hatt en høyere konsentrasjon av hvitt fosfor enn andre tilsvarende kratre på Store Haraåsen (3,4). Forklaringen kan skyldes at dreneringen fra dette kratret kan ha vært dårligere enn andre kratre i området og at nedbrytningen av hvitt fosfor har gått saktere i et fuktigere krater. Det kan også skyldes forhold rundt detonasjonen som har ført til mer deponering av hvitt fosfor i dette kratret sammenliknet med andre kratre. Rett ved siden av krater K8-2 er det to andre kratre som er undersøkt og som begge har betydelig lavere konsentrasjoner av hvitt fosfor enn K8-2. Dette er krater K8-1 som ble prøvetatt i 2015 og som da inneholdt 91 mg/kg, og det er krater Art1 som inneholder 181 mg/kg etter årets prøvetaking. Dette kan styrke teorien om at det er forhold rundt selve detonasjonen som har vært annerledes, og ikke at grunnen er veldig annerledes akkurat ved krater K8-2.

Nivået av WP i BK-kratrene er til dels høye. Arealet av kratrene på Store Haraåsen utgjør et svært lite areal av det totale arealet i målområdet. I tidligere undersøkelser av WP i skytefelt i Troms (15) ble det påvist konsentrasjoner opp mot 5700 mg/kg i kratrene. Når det tas høyde for at en person oppholder seg totalt 14 dager inne i målområdet, ble det konkludert med at området har en akseptabel risiko (15,16). Gitt samme oppholdstid for mennesker på Store Haraåsen, og med tilsvarende vurderinger som for Troms, vil ikke forurensningen av WP 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 WP. Det vil imidlertid gå noen år før det vokser noe nede i kratrene, og konsentrasjonen av hvitt fosfor reduseres over tid på grunn av nedbrytning. Det er observert lite vegetasjon i kratrene på Store Haraåsen, selv etter flere år. Studier som FFI har foretatt viser at beitedyr ikke tiltrekkes områder som er forurenset med WP (17). Ettersom arealet av kratrene utgjør en svært liten andel av det totale arealet av målområdet, vil det også utgjøre en svært liten andel av beiteområdet for dyr. Om man gjør de samme vurderinger for dyr som for mennesker og antar en maksimal oppholdstid på 14 dager, vil forurensningen av WP ikke utgjøre noen risiko for beitedyr. Om et WP-krater blir vannfylt, vil dyr kunne drikke fra kratret og få i seg hvitt fosfor. Det er imidlertid lite som tyder på at WP-kratre på Store Haraåsen er fylt med vann over en lengre tidsperiode, og det antas ikke at dyr får i seg hvitt fosfor fra vannfylte kratre.

Det ble observert fjær av ryper nede i noen av artillerikratrene, noe som kan tyde på at ryper søker ly her. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av WP i artillerikratrene ved prøvetaking i 2017 var 498 mg/kg tørr jord. Med utgangspunkt i et akseptabelt livsinntak av WP på 0,02 g/kg kroppsvekt/dag og en vekt av rypen på 0,5 kg, vil en rype kunne spise 0,08 g tørr jord hver dag uten at det vil kunne føre til gifteffekter. Vi har ikke funnet noen anslag over hvor mye jord en rype spiser daglig, men en kan ikke se bort fra at det er konsum av jord fra kratret. Dette kan være både for påfyll i kråsen eller gjennom inntak av mat i form av frø eller annet i kratret. Vi antar imidlertid at eventuelt inntak av jord fra kratret ikke vil kunne føre til kroniske skader eller død hos ryper, men kan ikke helt utelukke dette.

I vannprøvene tatt ved PFA-sletta ble det ikke funnet detekterbare mengder av hvitt fosfor. Derimot er det i vannprøvene nedstrøms Store Haraåsen funnet målbare mengder av hvitt fosfor. Tre av prøvene har imidlertid veldig lave verdier og er så vidt over det som er målbart, mens en prøve inneholdt 61 ng/L. Denne prøven er tatt på nordsiden av nedslagsområdet og er det vannprøvepunktet som ligger nærmest målområdet. De fleste granatene fra årets skyting har hatt nedslag på den siden av Store Haraåsen som vil ha avrenning nordover til området der vannprøvene V1 og V4 Ny er tatt, og hvor V4 Ny ligger nærmest. Gjennom mange år er det ikke påvist hvitt fosfor i vannkilder i RØ (2,3,4). Det var derfor uventet at det i år ble påvist innhold av hvitt fosfor i prøvene.

Nedbørsmålinger (18,19) viser at det var store mengder nedbør både på Rena og i Rena øvingsfelt sommeren og høsten 2017. På Rena ble det i august registrert 49 % mer nedbør sammenliknet med normalen. På Rena øvingsfelt er det ikke oppgitt noen normalnedbør, men nedbøren der var enda høyere enn på Rena, 127,1 mm sammenliknet med 108,5 mm på Rena. I juni og juli ble det registrert henholdsvis 111,6 mm og 145,2 mm nedbør i Rena øvingsfelt, som er mye mer enn på Rena og sannsynligvis over normalen. Den store nedbørsmengden i tiden etter skyting kan ha ført til transport av hvitt fosfor med vann fra målområdet på Store Haraåsen og til overvann nedstrøms målområdet. I Giskås var det også mye nedbør i tiden etter skyting, og der ble det målt hvitt fosfor i ulike vannkilder nedstrøms nedslagsfeltet (14). Konsentrasjonen av WP i disse vannprøvene avtok med tiden.

En forklaring på forekomst av hvitt fosfor i overflatevann nedstrøms målområdet for WP, kan være at det har landet partikler i eller i nærheten av disse overvannskildene. Utkast av hvitt fosfor fra artillerigranater kan nå så langt ut som 200 m fra nedslaget og ut til 70 m fra nedslaget av BK-granater (10). V4 Ny er nærmest nedslagsfeltet, og dersom WP skulle ha blitt kastet ut til V4 Ny ved detonasjon, må granaten ha landet ganske nær grensen for målområdet, markert ved heltrukken linje i Figur 3.1. Ved befaring og prøvetaking ble det ikke observert artillerikratre ut mot grensen av målområdet i nord, og avstanden fra artillerikratrene til nærmeste vannprøvepunkt (V4 Ny) er over 350 meter (Figur 3.1). Utkast av hvitt fosfor fra artillerigranater kan derfor ikke ha nådd helt ut til overflatevann, men kan ha landet omkring 150 meter fra overflatevann.

FFI har anbefalt en økning i buffersonen mellom målområdet for WP-granater og overflatevann som følge av at værpåvirkning og feilskytinger kan føre til bom på målområdet. V1 og V4 Ny ligger nærmere inne i det som nå er anbefalt buffersoner rundt målområdet. Ved Store Haraåsen er artillerigranatene imidlertid godt innenfor det som er avsatt til målområde, mens BK-granatene er i ytterkant og utenfor målområdet. For å unngå eventuelle utkast til overvann nord for målområdet, bør nedslag av granater ikke legges mot nordøstre del av målområdet.

Anbefalt drikkevannsnorm i Norge er 100 ng/L (20). Høyeste konsentrasjon av WP i vannprøvene ble registrert til 61 ng/L i V4 Ny. Det var derfor ingen av vannprøvene som oversteg drikkevannsnormen. Akseptabelt livsinntak av WP er < 0,02 g/kg kroppsvekt/dag. En person på 70 kg må innta ca 23 liter vann hver dag for å nå dette nivået. Overflatevannet nedstrøms målområdet for WP på Store Haraåsen benyttes ikke til drikkevann. Mengden av hvitt fosfor målt i V4 Ny vil ikke utgjøre noen risiko for mennesker som måtte få i seg vann fra dette området.

Om Nordsætra benytter drikkevann fra bekken (V3) der spormengder av WP ble målt, vil dette ikke utgjøre noen helserisiko. Om forsyning av drikkevann til Nordsætra kommer fra sistene eller brønn, antas det ikke at konsentrasjonen av WP er vesentlig forskjellig fra det som er målt i prøvepunkt V3. WP vil derfor ikke utgjøre noen helsefare om slikt vann benyttes til drikkevann. Drikkevannsnorm for WP vil også gjelde for dyr. Det er dermed ikke noen risiko for dyr å drikke vann nedstrøms målområdet for WP-granater.

Tross jevnlig skyting med WP-ammunisjon inn i området gjennom mange år, er det ikke påvist WP i vannprøver de foregående årene. At det ble påvist WP i vannprøvene i 2017, var derfor uventet. Konsentrasjonen er imidlertid så lav at WP ikke utgjør noen risiko, men en bør vurdere en mer omfattende prøvetaking av vann i 2018 for å avklare om dette var et engangstilfelle som følge av mye nedbør etter skyting. Det kan også være aktuelt å følge opp med prøvetaking våren 2018 etter at snøsmeltingen er ferdig, og før eventuelle flere WP-granater skytes inn i området.

5 Konklusjon

I 2017 ble det skutt røykammunisjon med hvitt fosfor mot Store Haraåsen og mot PFA-sletta i Regionfelt Østlandet. Ved befarung ble det observert nedslag av BK-granater utenfor det avsatte målområdet. Det bør tilstrebes å holde seg innenfor det avsatte målområdet og for artilleri bør nedslag av granater ikke legges mot nordøstre del av målområdet. Konsentrasjonen av hvitt fosfor målt i både artilleri- og BK-kratre ligger mellom 10 og 1610 mg/kg. Dette er tilsvarende med konsentrasjoner som er målt tidligere i slike kratre. Konsentrasjonen av hvitt fosfor er jevnt over høyere i BK-kratre enn det som er tilfellet for artillerikratre. Ved PFA-sletta er det ikke påvist spor av hvitt fosfor.

Etter mange år uten at det er påvist hvitt fosfor i vannprøver tatt i RØ, ble det i 2017 funnet WP i vannprøvene tatt nedstrøms Store Haraåsen. Det ble målt høyest konsentrasjon i prøvepunktet V4 Ny som ligger i nord og nærmest målområdet. Konsentrasjonen er allikevel for lav til å utgjøre noen risiko for mennesker og dyr. Årsaken til at det denne gangen ble påvist hvitt fosfor i vannprøvene, kan være at de store nedbørsmengdene i månedene etter skytingene i juni 2017 har ført til større transport av hvitt fosfor fra målområdet og buffersonen. En bør vurdere en mer omfattende prøvetaking av vann i 2018 for å avklare om dette var et engangstilfelle som følge av mye nedbør etter skyting. Det kan også være aktuelt å følge opp med prøvetaking våren 2018 etter at snøsmeltingen er ferdig, og før flere WP-granater skytes inn i området.

Det er vurdert at forurensingen av hvitt fosfor på Store Haraåsen ikke utgjør en risiko for mennesker eller dyr som ferdes i området. Bruk av overvann, grunnvann eller oppsamlet regnvann som drikkevann til Nordsætra vil ikke utgjøre noen helsefare.

A Analyserapport



Forsvarets forskningsinstitutt
Avdeling Beskyttelse og samfunnsikkerhet

Dato: 24.11.2017

Analyserapport M17/001

Side 1 av 3

I

Analyserapport nr M17/001 Analyse av hvitt fosfor

Oppdragsgiver: FFI
Anmerkninger: To lokk til jordprøveruten
tefloninnlegg.

Antall prøver: 13
Mottatt dato: 18.10.2017

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 | 0,001 – 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, 24. november 2017

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 OG JORD

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

| <i>FFI nr</i> | <i>Prøveidentifikasjon</i> |
|---------------|---|
| 17-550 | VPFA 1, PFA sletta, Regionfelt Østlandet |
| 17-551 | VPFA 2, PFA-sletta, Regionfelt Østlandet |
| 17-552 | V1, Store Haraåsen, RØ |
| 17-553 | V3, Store Haraåsen, RØ |
| 17-554 | Ny V4, Store Haraåsen, RØ |
| 17-555 | Ny V5, Store Haraåsen, RØ |
| 17-601 | K8-2, Store Haraåsen, RØ |
| 17-602 | Artillerikrater 1 (Art 1), Store Haraåsen, RØ |
| 17-603 | Artillerikrater 2 (Art 2), Store Haraåsen, RØ |
| 17-604 | Artillerikrater 3 (Art 3), Store Haraåsen, RØ |
| 17-605 | Bombekasterkrater 1 (BK1), Store Haraåsen, RØ |
| 17-606 | Bombekasterkrater 2 (BK2), Store Haraåsen, RØ |
| 17-607 | Bombekasterkrater 3 (BK3), Store Haraåsen, RØ |

| <i>FFI nr</i> | <i>Hvitt fosfor, ng/l</i> |
|---------------|---------------------------|
| 17-550 | < 1,0 |
| 17-551 | < 1,0 |
| 17-552 | 1,3 |
| 17-553 | 1,8 |
| 17-554 | 61 |
| 17-555 | 2,1 |

Analyse av hvitt fosfor



| <i>FFI nr</i> | <i>Mengde tørr prøve, g</i> | <i>Hvitt fosfor, mg/kg</i> |
|---------------|-----------------------------|----------------------------|
| 17-601 | 190,9 | 1610 |
| 17-602 | 333,2 | 181 |
| 17-603 | 310,5 | 10,2 |
| 17-604 | 314,9 | 191 |
| 17-605 | 204,5 | 808 |
| 17-606 | 291,7 | 1430 |
| 17-607 | 99,6 | 1160 |

Referanser

- [1] Statens forurensningstilsyn, “Oversendelse av tillatelse etter forurensningsloven. Brev 18.3.2005 endret 28.05.2010. 12002/552 463&2008/188, 2004.
- [2] Strømseng A.E. og Johnsen A.M., “Miljøoppfølging av skyting med granater som inneholder hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet – overvåkningsresultater for 2009 og 2010”, FFI-rapport 2011/01459, 2011.
- [3] Strømseng A.E. og Johnsen A.M., “Miljøoppfølging av nedslagsområder for røykgranater fylt med hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet – overvåkningsresultater for 2012 og 2013”, FFI-rapport 2014/01441, 2014.
- [4] Karsrud, T.E. og Johnsen, A.M., “Overvåkning og risikovurdering av hvitt fosfor-rester i Regionfelt Østlandet, prøvetaking 2015”, FFI-rapport 2016/00589, 2016.
- [5] 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)
- [6] Field Manual No 3-50, Smoke operations, Headquarters Department of the Army, Washington DC, 1990.
- [7] Johnsen A., Longva K.S., Ringnes H. og Strømseng A., “Helse- og miljømessige konsekvenser ved Forsvarets bruk av røykammunisjon med hvitt fosfor”, FFI-rapport 2002/04042, 2002.
- [8] Forsvarsbygg, “Håndbok for skyte- og øvingsfelt” 2016/2018.
- [9] Karsrud, T.E. og Johnsen, A.M., “Kriterier for utvelgelse av nedslagsområder for ammunisjon med hvitt fosfor”, FFI-rapport 17/00211, 2017.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] Longva K.S., Strømseng A.E., Voie Ø. A. og Johnsen A., “Miljøoppfølging av skyting med granater som inneholder hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet – anbefaling om retningslinjer”, FFI-rapport 2009/00636, 2009.

-
-
- [13] Sjøbye E., Johnsen A. og Strømseng A., “Kartlegging av hvitt fosfor forurensning i Hjerkins skytefelt”, FFI-rapport 2003/01224, 2003.
- [14] Karsrud T.E., Johnsen A. og Voie Ø., “Rester av hvitt fosfor etter skyting med bombekaster i Giskås SØF 2015”, FFI-rapport 2017/00210, 2017.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] Steinheim G., Voie Ø., Holand Ø., Ådnøy T. and Longva K., “Effects of contamination of water with white phosphorus on drinking behaviour in sheep”, FFI-rapport 2010/00691, 2010.
- [18] <https://www.yr.no/sted/Norway/Hedmark/Åmot/Rena/statistikk.html>.
- [19] https://www.yr.no/sted/Norway/Hedmark/Åmot/Rena_øvingsfelt_målestasjon/statistikk.html.
- [20] Vitenskapskomiteen for mattrygghet, “Risk Assessment of White Phosphorus”, 06-504-7-endelig, 2006.

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.

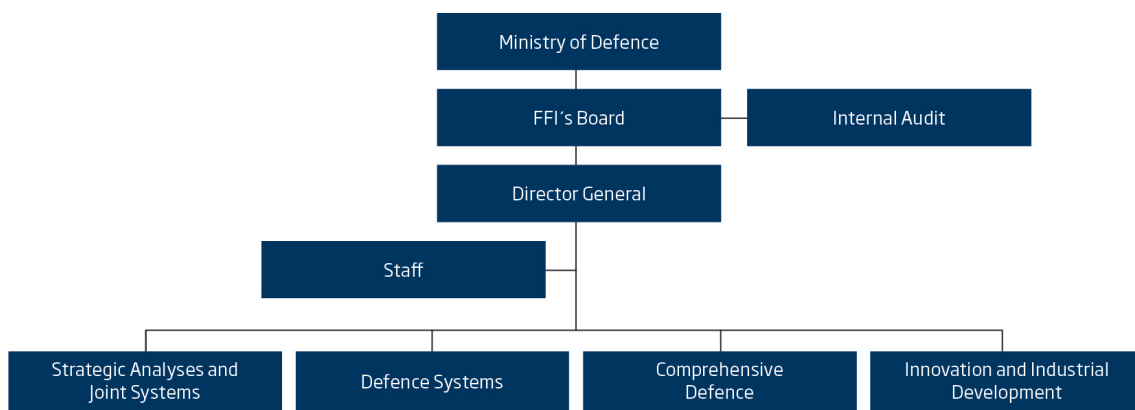
FFIs VISJON

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