



FFI-RAPPORT

17/00211

Kriterier for utvelgelse av nedslagsområder for ammunisjon med hvitt fosfor

—
Tove Engen Karsrud
Arnt Johnsen

Kriterier for utvelgelse av nedslagsområder for ammunisjon med hvitt fosfor

Tove Engen Karsrud
Arnt Johnsen

Emneord

Hvitt fosfor
Jordbunn
Målområde
Risikovurdering

FFI-rapport

FFI-RAPPORT 17/00211

Prosjektnummer

5145

ISBN

P: 978-82-464-2896-3

E: 978-82-464-2897-0

Godkjent av

Øyvind Voie, forskningsleder

Janet Blatny, avdelingsjef

Sammendrag

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) har på oppdrag for Forsvarsbygg utarbeidet kriterier for utvelgelse av nedslagsområder for røykammunisjon med hvitt fosfor. Fra før er det allerede strenge restriksjoner for bruk av hvitt fosfor, som krever at nedslagsområdene skal være tørre og snøfrie og at hvitt fosfor ikke skal lande i vann, bekker, myr eller våte områder. Det er behov for mer detaljerte retningslinjer når nye nedslagsområder skal godkjennes. Hæren har signalisert et økende behov for øving med røykammunisjon, og det er nødvendig å godkjenne flere områder for hvitt fosfor-granater.

I forkant av skyting med hvitt fosfor bombekasterammunisjon i Giskås skyte- og øvingsfelt i 2015, ble det foretatt vurderinger for å velge ut mest egnet målområde. Vurderingene besto av befaring og gjennomgang av kart og flyfoto over aktuelt nedslagsområde. Framgangsmåten og evalueringen etterpå er grunnlag for de kriteriene som nå er utarbeidet.

For skytingene i 2015 var det satt et krav om minsteavstand til åpne vannkilder på 120 meter. En ny vurdering tar hensyn til avvik knyttet til våpensystemet, innvirkning fra vindforhold og spredning fra et treffpunkt samt erfaringer fra gjennomført skyting i 2015. Vurderingen konkluderer med at sikkerhetsavstand fra yttergrensen på angitt målområde til overflatevann bør være 220 meter, mens avstand til myrområder uten overflatevann bør være 170 meter. For artilleriammunisjon, anbefales det en sikkerhetsavstand fra angitt målområde til overflatevann på 330 meter og til myrområder uten overflatevann på 230 meter. Før anbefaling av nedslagsområde for hvitt fosfor-ammunisjon bør det foretas en risikovurdering for å utelukke en uakseptabel risiko for helse og miljø.

Grunnen i et nedslagsområde for hvitt fosfor må være godt drenerende, og det er derfor nødvendig å karakterisere jordsmonnet. Befaring i området må gjøres for å vurdere grunnforholdene, gjerne flere ganger og særlig etter en nedbørsperiode. Etter skytinger bør området følges opp med kontroll av hvitt fosfor-rester i miljøet i utvalgte kratre og i vannkilder nedstrøms målområdet. Det bør vurderes om det skal skiltes med informasjon om forurenset grunn for personer someventuelt ferdes i området. Det bør settes opp tydelige markeringer i terrenget ved målpunktene, synlige fra enten standplass eller observasjonsposten, slik at nedslag og eventuelle bom på mål lettere kan lokaliseres. Nedslagsområder for hvitt fosfor-ammunisjon egner seg ikke til beiteområder.

Så langt det er mulig bør det benyttes nærhetsbrannrør ved bruk av hvitt fosfor granater. Dette vil hindre at det danner seg kratre på bakken, redusere mengden rester samt øke røykmengden. Det er også helt nødvendig at det foretas innskyting med sprenggranater.

Summary

The Norwegian Defence Research Establishment (FFI) has on commission from The Norwegian Defence Estates Agency (FB) established guidelines for selection and approval of impact areas for smoke ammunition containing white phosphorus. The existing guidelines for the use of white phosphorus ammunition require that the impact areas must consist of dry ground and be free of snow, and that white phosphorus shall not be spread to open water sources or wet areas. However, more detailed directions of how to select suitable impact areas for white phosphorus ammunition are required. The Army has announced an increasing need for practising with smoke ammunition and it is necessary to approve new impact areas for the use of white phosphorus ammunition.

Prior to the firing of white phosphorous ammunition in Giskås firing range in 2015, an assessment was performed in order to select the most suitable area for white phosphorus ammunition in the impact area for mortars. The assessment consisted of a visual inspection of the proposed impact areas and detailed studies of maps and aerial photos. This procedure and an evaluation of the method used have been a base for the criteria that have been developed for further use.

For the firings in 2015 a minimum distance between the impact areas to surface water was set to 120 meters. New safety distances have been recommended based on a new evaluation that considers the uncertainties related to the weapons system, the environmental conditions, and distribution of white phosphorus from the detonation point. A safety distance to surface water is now set to 220 meters, while the safety distance to marshland without surface water is set to 170 meters. For artillery ammunition the corresponding distances are 330 and 230 meters respectively. Prior to a recommendation of an impact area for white phosphorus ammunition, a risk assessment is necessary.

The ground and soil in impact areas need to be characterized in order to assure good drainage. Visual inspection of the area is necessary, often several times and preferably after a period of heavy rain to evaluate the moisture content. After firings, it is recommended to monitor the area for contamination of white phosphorus. To warn people who occasionally visit the area, a sign should be set up to inform about possible pollution of the ground and water sources. Target markers should be placed in the center of the impact areas to make them visible from either the firing point or the observation point. Impact areas are not recommended as grazing areas.

FFI recommends the use of proximity fuses with white phosphorus ammunition. This will prevent craters on the ground, reduce the amount of residues and increase the amount of smoke. It is strictly necessary to adjust the firings with high explosive (HE) shells.

Innhold

Sammendrag	3
Summary	4
1 Innledning	7
1.1 Bakgrunn	7
2 Skytinger i Giskås 2015	8
2.1 Utvelgelse av målområde	8
2.2 Skyting	14
2.3 Befaring i området	18
2.4 Resultater og risikovurdering Giskås	21
3 Hvitt fosfor i andre skytefelt	23
3.1 Hjerkin	23
3.2 Troms	25
3.3 Regionfelt Østlandet	25
3.4 Hengsvann	26
3.5 Halkavarre	26
4 Kriterier og anbefalinger ved etablering av målområde for ammunisjon med hvitt fosfor	27
4.1 Minsteavstand til våte områder	27
4.1.1 81 mm bombekasterammunisjon	28
4.1.2 155 mm artilleriammunisjon	28
4.2 Karakterisering av jordsmonnet	29
4.3 Befaring	29
4.4 Risikovurdering	29
4.5 Overvåkningsprogram	29
4.6 Skilting	30
4.7 Markering av målområdet	30
4.8 Krav til skyting	30
5 Tiltak for å redusere negativ påvirkning på helse og miljø ved bruk av ammunisjon med hvitt fosfor	31

5.1	Bruk av nærhetsbrannrør	31
5.2	Tilrettelegging og vedlikehold av nedslagsfelt	32
6	Konklusjon	32
	Referanser	34

1 Innledning

Forsvarsbygg har engasjert Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) for å anbefale en metode som beskriver hvordan en skal velge egnede nedslagsområder for bruk av hvitt fosfor-ammunisjon og hvilke kriterier en skal benytte for å godkjenne et nedslagsområde for bruk av hvitt fosfor. Erfaringer fra utvelgelse av målområder for skytinger i Giskås skyte- og øvingsfelt (SØF) i 2015 og evaluering av konsentrasjoner av hvitt fosfor fra denne skytingen, sammen med erfaringer fra liknende arbeider, skal danne grunnlag for anbefalt metode.

1.1 Bakgrunn

Det er innført strenge restriksjoner på hvordan hvitt fosfor-granater kan benyttes i Forsvarets skyte- og øvingsfelt. Bruk av hvitt fosfor-granater skal ikke foregå i områder der hvitt fosfor kan havne i fuktige områder eller i vann, der det er større sannsynlighet for at hvitt fosfor blir liggende uten å omdannes til ufarlige forbindelser. I henhold til Forsvarsbyggs skytefelthåndbok (1) er all bruk av hvitt fosfor-granater på snødekket mark, i myr og på våtmarksområder, i vann og i forbindelse med vannveier forbudt. Hvitt fosfor-granater (inkl. haleparti) som ved uhell havner i vannforekomster skal fjernes. I Stortingsmelding nr. 14 (2006–2007) står det at regjeringen ønsker å stramme inn reguleringen av Forsvarets bruk av hvitt fosfor ved kun å tillate bruken i områder hvor man er sikret fullstendig forbrenning av fosforet.

I Forsvarsbyggs miljøpolicy for skyte- og øvingsfelt står det at det skal etableres egne målområder på tørr morenegrunn eller fjell/berggrunn til bruk under skyting med fosfor-granater, slik at det hvite fosforet forbrennes. Dette betyr at før bruk av hvitt fosfor-granater tillates, må det velges ut egnede områder som godkjennes spesielt. Dette er allerede gjennomført for Regionfelt Østlandet (RØ). Generelt skal man unngå å plassere målområder i eller nær bekker, elver og vann. Ved valg av nedslagsfelt for hvitt fosfor, skal man spesielt unngå myr, fuktige områder og områder med overflatevann. Målområder som er tillatt for ammunisjon som inneholder hvitt fosfor, skal være regulert i skytefeltets instruks.

Det er få skytefelt hvor utvalgte nedslagsområder for hvitt fosfor-granater er utpekt, og det er kun RØ som har konsesjon for utslipp av hvitt fosfor. Hæren har signalisert et økende behov for å gjennomføre øving med ammunisjon som inneholder hvitt fosfor, også i felter hvor det per i dag ikke foreligger avsatte områder for slik ammunisjon. Det er behov for mer detaljerte retningslinjer for hvordan målområder skal velges ut for bruk av ammunisjon med hvitt fosfor.

I oktober 2015 var det planlagt skyting med hvitt fosfor-granater i skyte- og øvingsfeltet på Giskås i Trøndelag. Giskås SØF er ikke underlagt konsesjon, men Forsvarsbygg ønsker at det skal føres kontroll med nedslagsfelt og nærmeste resipienter for innhold av hvitt fosfor. Forsvarsbygg ønsker å sikre at bruk av granater med hvitt fosfor ikke fører til forurensninger som vil skade miljøet i vesentlig grad. FFI har tidligere utarbeidet retningslinjer for bruk av hvitt fosfor-ammunisjon og for miljøoppfølging ved bruk av slik ammunisjon (2,3).

Røykammunisjon til artilleri og bombekaster som brukes av Forsvaret inneholder hvitt fosfor som røykstoff. Hvitt fosfor er et av de beste røykstoffene (4,5), men er meget giftig og kan utgjøre en stor helse- og miljørisiko dersom det blir liggende igjen rester i miljøet (6). I luft og ved tilgang på oksygen vil hvitt fosfor sublimeres og reagere med oksygen og danne fosforpent-oxid. Oksidet vil videre reagere med vannet i lufta og danne fosforsyre. Det er fosforsyra som utgjør røykskjermen og den ønskede effekten ved bruk av hvitt fosfor som røykammunisjon. Dersom hvitt fosfor lander i våte omgivelser, vil sublimeringen ikke finne sted. I stedet blir hvitt fosfor liggende ureagert, men vil med meget lav hastighet løse seg i vannet, for deretter å reagere med oksygenet i vannet og danne fosforsyre. Hvitt fosfor er brannfarlig, og dersom mennesker og dyr får hvitt fosfor på huden, vil det dannes kompliserte brannsåre som følge av både varme og syreskade. Dødelig dose ved inntak er i størrelsesorden 1-10 mg/kg kroppsvekt for både mennesker og dyr (6). Det er derfor viktig at hvitt fosfor blir omsatt på tilsiktet måte og ikke blir liggende igjen i miljøet.

2 Skytinger i Giskås 2015

Utvelgelse av målområder for skytinger med hvitt fosfor i Giskås i 2015 er med og danner grunnlaget for hvilke kriterier som anbefales når målområder for hvitt fosfor-ammunisjon skal etableres. Det er derfor her beskrevet hvordan disse målområdene ble utpekt og evalueringen etter skyting.

Prøvetaking av jord- og vannprøver i etterkant av denne skytingen samt oversikt over målte konsentrasjoner av hvitt fosfor inkludert risikovurdering er beskrevet i egen rapport (7).

2.1 Utvelgelse av målområde

I henhold til data fra Forsvarsbygg skulle Giskås SØF ha et blindgjengerfelt for 81 mm bombekaster (BK) som illustrert innenfor lilla felt i Figur 2.1. Terrenget innenfor blindgjengerfeltet og målområdet for BK består av to rygger med en slukt med myrdrag, små vann og bekker. Den bakre åsryggen har vært brukt som målområde for 81 mm BK. De siste to årene har det vært skutt med hvitt fosfor i det samme området, og det er spor etter mange granatnedslag over et større område.

Forsvarsbygg var på befarings i området sommeren 2015, for å vurdere potensielle målområder for hvitt fosfor-granater. Hele området ligger øverst i en skråning med god oversikt fra standplass og gode muligheter for å observere røykskyene som dannes. Etter befaringsen, sendte Forsvarsbygg et forslag til FFI med innspill på hvor aktuelle målområder kunne være. FFIs vurderinger ble deretter foretatt på grunnlag av granskning av kart, flyfoto over området, bilder

tatt av Forsvarsbygg i målområdet, usikkerhet knyttet til treff med bombekaster og utkast av hvitt fosfor ved treff.

Kart og flyfoto viser at det på oversiden og nord for blindgjengerfeltet er en del små vann, mens det nedenfor skråningen er et belte med myr. Det må unngås både nedslag av og utkast fra granater i de våte områdene. Disse forholdene setter begrensninger for hvor målområdet for hvitt fosfor-granater kan legges. Bildene i Figur 2.2 viser de våte områdene nord og sør for målområdet.

En må regne med en spredning av treffpunkt for en bombekastergranat på omkring 50 meter (8). Dette betyr at om man sikter inn på et punkt, så vil en kunne regne med å kunne bomme opp mot 50 meter på dette punktet. En vil da få en sirkel med radius 50 meter hvor en kan forvente nedslag av granater. Spredning ved utkast av hvitt fosfor når granaten går av, er satt til 70 meter (9). Sikkerhetsavstand fra et målpunkt til vann og våte områder blir derfor 120 meter. Det er mest spredning i lengderetningen fra hvitt fosfor-granater.

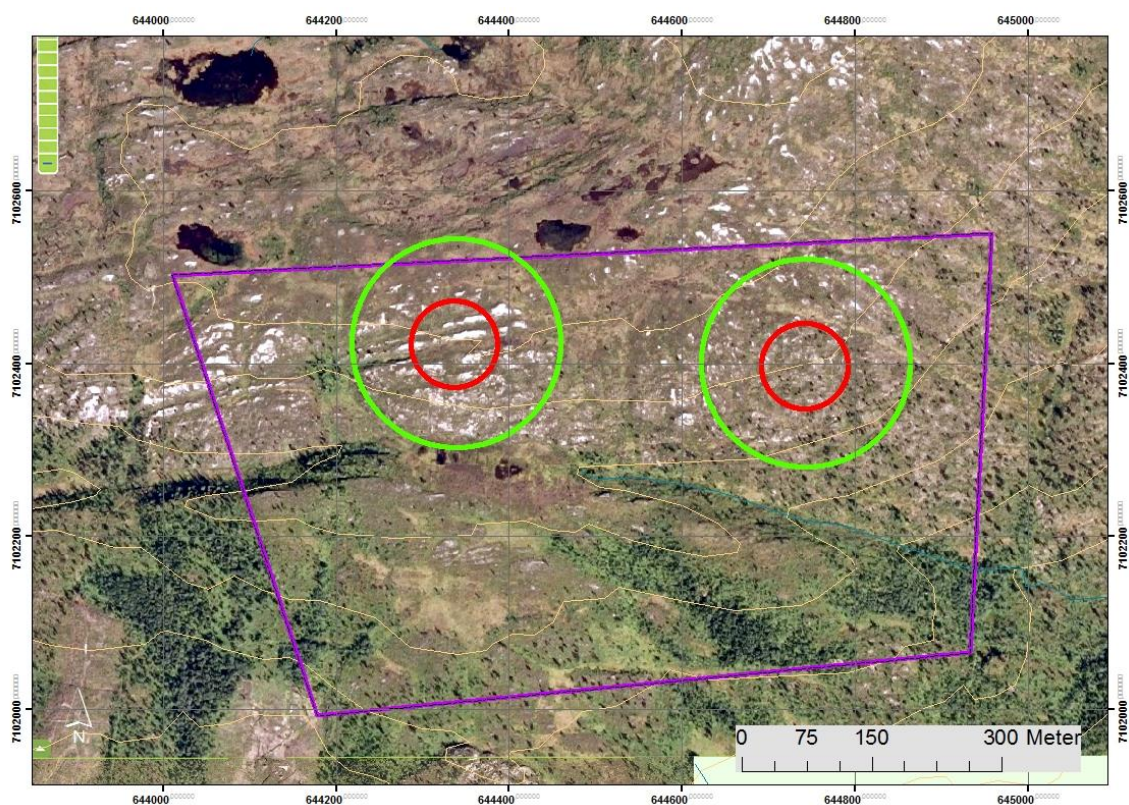
For å observere effekten av røyklegging med hvitt fosfor er det ønskelig å spre nedslagene av granatene ut over et større område, der 200 meter er nevnt som en aktuell størrelse. Figur 2.1 viser hvordan sikkerhetsavstanden på 120 meter til vann og våtmark legger begrensninger på bruken av blindgjengerfeltet som målområde for hvitt fosfor-granater. FFI har indikert to mulige målpunkt for henholdsvis østre og vestre del av blindgjengerfeltet. Målpunktene det kan skytes mot ligger midt i de røde sirklene som representerer spredning på treffsikkerhet i Figur 2.1. Den grønne sirkelen representerer mulig spredning av hvitt fosfor ved treff innenfor den røde sirkelen. Målområdet for 81 mm WP kan ikke legges nærmere blindgjengerfeltets grense enn 50 meter. Anbefalingene fra FFI var at det østligste området var å foretrekke og burde i hovedsak benyttes, men om man har bruk for to målområder så ville også det vestligste området kunne benyttes.

Forsvarsbygg vurderte det slik at nedfall av hvitt fosfor utenfor blindgjengerfeltet kan tillates i og med at dette er innenfor sikkerhetssonen til banen. Det kunne derfor legges målkoordinater langs en stiptet linje A til B (Figur 2.3) uten at minsteavstand til vann overskrides. Dette skulle gi tilstrekkelig avstand til bekk og myrtjern i sør, og de mindre vannene i nord utenfor blindgjengerfeltet. Det er ikke tilstrekkelig plass til å etablere et målområde med mer enn noen meters dybde på tvers av hele blindgjengerområdet. Forsvarsbygg anbefaler derfor at målkoordinatene kan legges på en linje mellom punkt A og B i Figur 2.3. Mot østre del er det derimot større avstand til bekker og åpent vann. Her er det plass til å utvide målområdet til 105/180 meters dybde og 240 meters bredde, se Tabell 2.1. Målområdet er illustrert med blå bokser i Figur 2.3. I vestre del av blindgjengerfeltet er det plass til et mindre målområde på ca 145 x 50 meter. Disse dataene om avgrensning av målområdet ble kommunisert mot skytende avdeling og skytebaneoffiser.

Det vestligste området gir ikke rom for mye bom på målet. Treff innenfor den røde sirkelen i Figur 2.3 både i øvre og nedre del, vil kunne gi nedfall av hvitt fosfor i både vann og myrområder nord og sør for målområdet. Området i øst ligger lenger unna både vann og

myrområder. Her er det rom for at en bommer noe på målområdet, uten at det vil føre til at hvitt fosfor havner i vannene nordvest for målområdet.

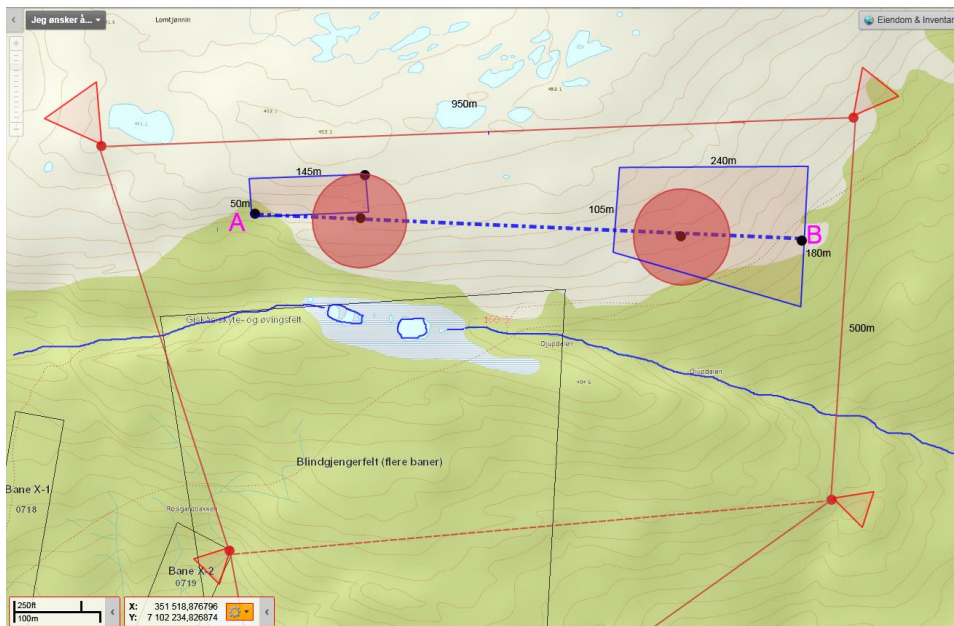
Sentrum av målområdene er tegnet inn som røde sirkler på bildet i Figur 2.4. Bildet er tatt fra standplass og viser en oversikt over hele målområdet. Nærmere oversikt over vestre målområde er vist i Figur 2.5.



Figur 2.1 Plassering av to individuelle målpunkt med inntegnet treffusikkerhet (50 m, rød sirkel) og sikkerhetsområdet (70 m, grønn sirkel) som kan motta nedfall av WP. Minste diameter for sikkerhetsområdet blir dermed en diameter på 240 m. Lilla linje viser blindgjengerfeltet.



Figur 2.2 De våte områdene nord og sør for nedslagsfeltet. Øverst til venstre ser man vannet på toppen og myrområdet som strekker seg langs den nordlige grensen til blindgjengerfeltet. Nederst vises myrområdet og de små tjernene nedenfor den østligste delen av nedslagsfeltet.



Figur 2.3 Målområdet kan angis som en akse mellom koordinat A og B, og blå kvadrater angitt med koordinater i Tabell 2.1. Rød sirkel representerer forventet spredning av granatnedslag ved skyting mot ett punkt.

Tabell 2.1 Kartreferanser for stiplede linje og bokser i Figur 2.3 som markerer målområder for skyting med 81 mm hvitt fosfor-granater. Posisjonene er angitt i EUREF89 UTM sone 33N.

	E	N
Linjepunkt A vest	351135	7102638
Linjepunkt B øst	351689	7102555
Kvadrat Ø-NØ hjørne	351706	7102648
Kvadrat Ø-SØ hjørne	351681	7102473
Kvadrat Ø-NV hjørne	351470	7102668
Kvadrat Ø-SV hjørne	351451	7102563
Kvadrat V-NØ hjørne	351150	7102690
Kvadrat V-SØ hjørne	351149	7102642
Kvadrat V-NV hjørne	351004	7102697
Kvadrat V-SV hjørne	351002	7102650



Figur 2.4 Bilde av målområdene med inntegnet sted for treff av granatene tilsvarende de to røde sirklene i Figur 2.1 og Figur 2.2. Bildet er tatt på standplass for fyringer 6.oktober 2015.



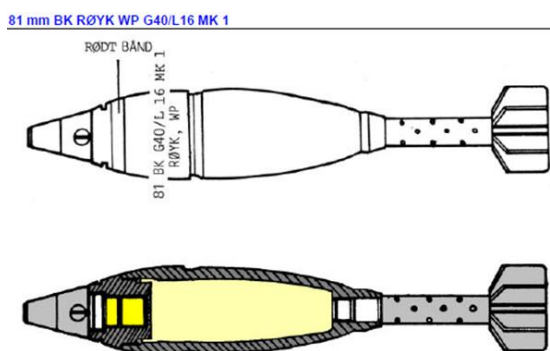
Figur 2.5 Det vestre målområdet sett fra standplass. Målområdet ble anbefalt lagt innenfor inntegnet blå firkant av Forsvarsbygg. Rød sirkel indikerer målområde anbefalt av FFI.

2.2 Skyting

Øvelsesskyting med bombekasterammunisjon ble gjennomført av Telemarksbataljonen 5.-6.oktober 2015. Til sammen 200 granater med hvitt fosfor ble skutt fra bane Å og inn i målområdet GÅ-18-1 X1 som benyttes for bombekasterammunisjon. Granaten er av typen G40/L16 MK1 som inneholder 710 g hvitt fosfor, Figur 2.6. Den samme røykgranaten ble også skutt i Giskås i 2013 og 2014, til sammen over 450 granater. Informasjon om forbruk av granater er hentet fra Forsvarssektorens miljødatabase (MDB) som har informasjon om all ammunisjon som benyttes i skyte- og øvingsfelt.

FFI var til stede ved skytingen 6.oktober og dokumenterte skytingen med videooptak og fotografering. Observasjonene ble foretatt fra standplass. Fra standplass til målområdet var det ca 1 250 meter i luftlinje. Omkring 100 granater ble skutt den 5. oktober og samme mengde ble skutt den 6.oktober.

Tre bombekasterlag foretok skytingen. Lagene fyrte av hvert sitt skudd etter hverandre, opptil 5-6 skudd fra hvert lag i hver serie. Det ble også kombinert skyting der et lag skjøt røyk, mens et annet skjøt sprenggranater. Før hver serie med røyk, ble det skutt sprenggranater for innskyting. Røykgranatene ble skutt i flere omganger i tidsrommet mellom kl 10 og kl 18.



Figur 2.6 81 mm BK-granat med hvitt fosfor

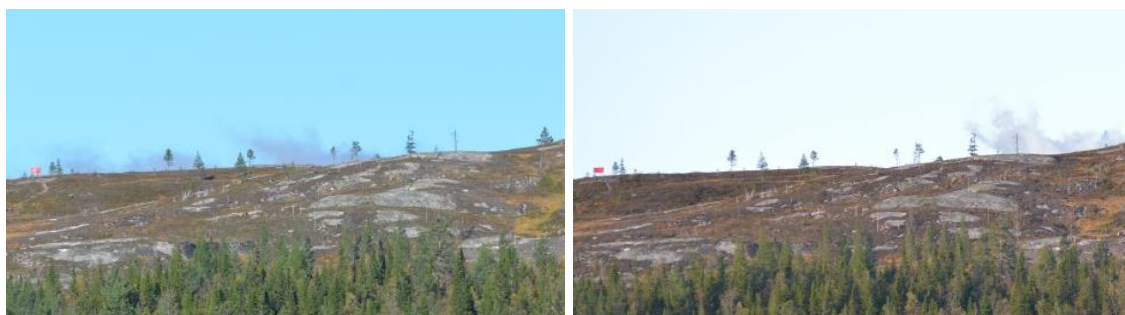
På skytedagen 6.oktober var det skyfri himmel. Temperaturen varierte mellom 6 og 10 °C med en relativ luftfuktighet mellom 47 og 55 %. Vindhastigheten var mellom 6 og 10 (kanskje 12) m/s hele dagen.

Ved starten av hver skyteserie ble flere av granatene skutt ned bak åsen ute av synsfeltet fra standplass. Kun røyken som steg opp etter anslag kunne ses fra standplass, se Figur 2.7. Dette

fant sted i det nordvestre hjørnet av blindgjengerfeltet i området ved vannet på toppen av åsen. Nedslagene ble hver gang korrigert slik at de kom innenfor nedslagsfeltet og inn i synsfeltet fra standplass.

Nedslagene så ut til å være konsentrert rundt steinrabbene og vest for “treklynga”, se bilder i Figur 2.8 til Figur 2.10. Noen ganger ble det observert mørk røyk som kom drivende fra øst, se Figur 2.11. Dette kan være røyk fra sprenggranater som ble skutt lenger øst.

Med unntak av noen nedslag, så det ut til at hovedtyngden av nedslagene kom vest for den grønne sirkelen til venstre i Figur 2.1. Den grønne sirkelen ser ut til å sneie ytterkanten av treklynga. Det ble også observert et treff nede i skogen, se Figur 2.12. Oppsummert er nedslagene konsentrert til innenfor den røde ringen i Figur 2.13, mens midtpunktet for treff ble angitt til den blå ringen og den blå firkanten. Observasjoner av nedslagene viser at de fleste nedslagene 6.oktober kom utenfor angitt målområde. Det kan se ut som om det er siktet inn på punkt A, og at nedslagene har en naturlig spredning fra dette. Skudd fra samme lag innenfor en serie på 5-6 granater, så ut til å ha bra treffsikkerhet mot samme punkt.



Figur 2.7 Granatnedslag bak åsen.



Figur 2.8 Granatnedslag til venstre for steinrabbene.



Figur 2.9 Granatnedslag ved treklynga.



Figur 2.10 Granatnedslag rundt steinrabbene.



Figur 2.11 Svart røyk driver inn fra høyre.



Figur 2.12 En av granatene landet i skogen.



Figur 2.13 Utpekt målområde i blå sirkel og boks, mens anslått område for feiltreff er vist med svart sirkel. Det ble observert flest nedslag innenfor rød ring.

2.3 Befaring i området

Befaring og prøvetaking ble foretatt i tre omganger i løpet av ett år etter skytingen. Prøvetaking ble foretatt i oktober 2015, juni 2016 og september 2016.

Basert på observasjoner av nedslag under dagen med skyting som viste at de fleste nedslagene var lokalisert innenfor og vest for det vestre målpunktet, var det dette området som ble prioritert for befaring og prøvetaking i oktober 2015. Det var kommet en del nedbør i tiden etter skyting, og bakken var veldig våt da denne befaringen og prøvetakingen ble gjennomført. Store deler av det undersøkte området inneholdt mange våte partier i form av myrdrag, dårlig drenerte partier, slukter med vann, og bekker som avrenner området. Ved prøvetakingen i begynnelsen av juni var det helt andre fuktighetsforhold i bakken. Vegetasjonen var tørr, og på steder med god drenering var bakken tørr. Kratre på slike lokaliteter var da tørre. Et eksempel er kratret nederst i slukten hvor det rant en bekk gjennom og hvor vannprøve VP2 ble tatt i oktober 2015. I juni året etter var dette kratret helt tørt. I slukter, renner, myrområder og i de partiene som har dårlig drenert grunn, var det fortsatt fuktig. Det ble også i juni 2016 observert vann i noen av kratrene. Det ser ut til at det er for vått klima i området til at kratrene i de fuktigste områdene tørker opp. Rett før siste prøvetaking hadde det vært mye nedbør i området, og det var flere veldig våte partier tilsvarende det som ble observert i oktober 2015. Gummistøvler eller vanntett fottøy er nødvendig når man skal ferdes i området.

Første befaring ble foretatt knappe tre uker etter skyting, og det luktet da hvitt fosfor av så og si alle kratrene. Sterkest lukt var det i de våteste kratrene i områder med myr. Røyk kom sivende

ut fra flere kratre. Ved siste prøvetaking luktet det fortsatt hvitt fosfor fra GK18, og det kom røyk fra GK1 og GK18.

Nord for nedslagsområdet ligger det flere små vann på rad i flukt med ytre grensen på blindgjengerfeltet. Det ble observert mange ferske kratre i vestre delen av denne myra samt noen i vannet nærmest nedslagsfeltet.

Ved prøvetakingen i juni 2016 ble det prioritert å befare området lenger øst i nedslagsområdet, for å undersøke om det var kratre fra røykgranater i dette området. Her ble det observert mye færre kratre enn i det vestre området, og disse så ut til å være fra sprenggranater. Det ble samlet en blandingsprøve fra to slike mulige kratre hvor en var litt usikker på hva slags kratre det var. Omkring halvparten av granatene under skytingen i oktober 2015 ble som nevnt skutt dagen før, men det foreligger ikke noen informasjon om hvilket nedslagsområde som ble benyttet. Befaringen lenger øst viste at det mest sannsynlig ikke var skutt hvitt fosfor mot dette området.

Det ble også bestemt å ta prøve i ett blant flere kratre som befinner seg vest for vannet på toppen. Gransking av bilder forut for andre befaring og prøvetaking, gjorde at granaten som landet i skogen nedenfor nedslagsområdet ble funnet og prøvetatt.

Ytterpunktene av blindgjengerfeltet er merket med store røde skilt i terrenget. Etter befaringen i juni 2016 ble det oppdaget at stedsangivelsen for det østre målområdet ikke samsvarte med hvor skiltene og grensen for blindgjengerfeltet var angitt i terrenget. Midtpunktet for det østre målpunktet ble derfor lagt inn i GPS-en, og ved siste befaringen gikk man til dette stedet. Da befant man seg utenfor grensene til blindgjengerfelt angitt i terrenget. I følge kart oversendt fra Forsvarsbygg, skulle denne grensen gått lenger øst (omring 300 m). Etter ytterligere kontakt med Forsvarsbygg, ble det klart at det første kartet som ble oversendt til FFI vedrørende utbredelsen av blindgjengerfeltet ikke var korrekt. Nyere og oppdatert informasjon ser derimot ut til å stemme med de observerte skiltene i terrenget, og som viser at blindgjengerfeltet er betydelig mindre utbredt østover enn først antatt. Det østligste målpunktet ligger i et mer egnet område med tanke på nedslag av hvitt fosfor-granater. Men i henhold til de korrekte grensene for blindgjengerfeltet, ligger det østlige området utenfor blindgjengerfeltet. Sirkelen som markerer feiltreff til dette punktet vil nå komme utenfor tillatt område, Figur 2.14.

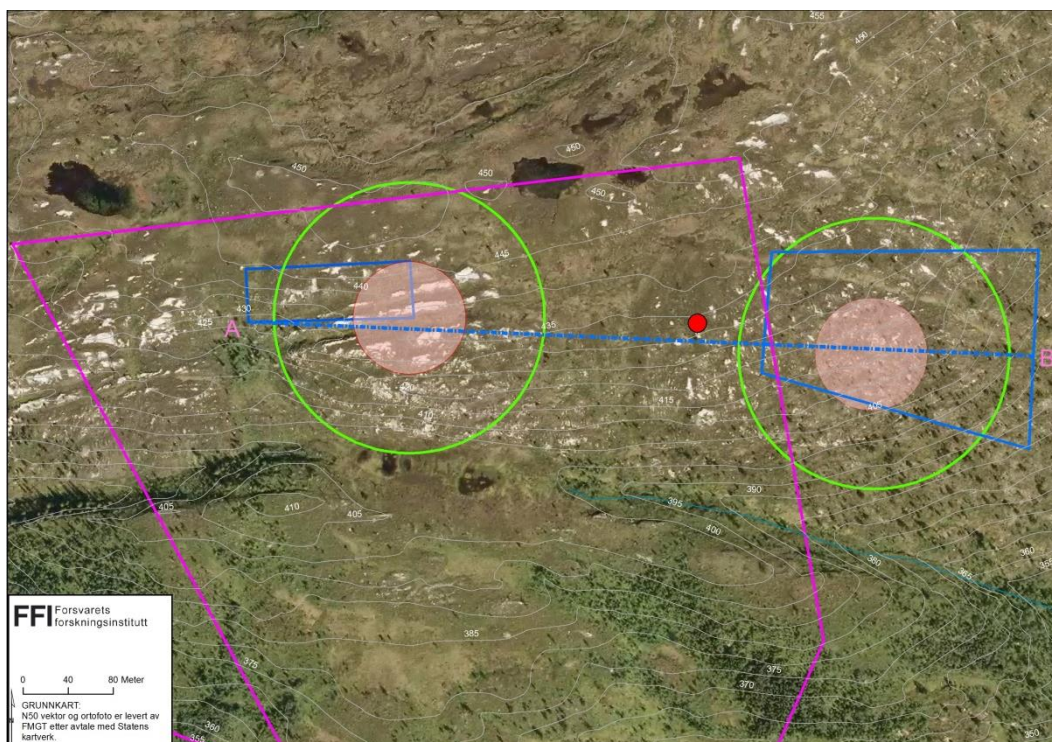
Posisjonen for det østligste målområdet er 25 meter lavere i terrenget sammenlignet med det vestligste målområdet. Nedslag av granater nedenfor dette området, vil kunne komme ut av syne fra standplass på grunn av en åsrygg med trær som ligger mellom standplass og målområdet. Lokaliseringen i øst er derfor ikke ideell med tanke på å observere nedslag av røykgranater. Hvis man ønsker et nedslagsområde så langt øst, bør anvist sentrum legges litt høyere i terrenget.

Hvis man flytter det østligste målområdet 150 meter vest- og nordover, vil man komme innenfor god synsvidde fra standplass (rødt punkt i Figur 2.14). Grunnen her er også ganske lik området lenger øst med tørre partier. Bom på målområdet vil imidlertid kunne gi mulige nedslag av granater i de to vannene rett utenfor blindgjengerfeltet mot nord eller at utkast av hvitt fosfor

havner her. Området vest for mulig nytt målområde består av ganske våt og myraktig grunn, noe som ikke er ideelt med tanke på nedslag av granater med hvitt fosfor.

En befaring i området gir et helt annet inntrykk av beskaffenheten til bakken enn informasjon fra flyfoto og bilder. Anbefalingene fra FFI angående målområder ble tatt ut i fra kart, flyfoto og bilder. Det er mye informasjon om myrområder og større vannansamlinger i kart og foto, men grunn og bakke må inspiseres for at man skal kunne si noe om vegetasjon og fuktighetsforholdene i bakken. Midtpunktet for det vestligste målområdet ligger i et område med mange myrdrag og med grunn som vil være veldig våt i perioder med mye nedbør og som ikke tørker opp tilstrekkelig i tørre perioder, Figur 2.15. Dette er ikke noe en får inntrykk av uten å ha vært på stedet.

Klimatiske forhold kan påvirke banen til en granat med noen få titalls meter ved en skyteavstand på 2 000 meter. Korrigeringer av treffpunkt gjøres i hovedsak ut fra visuelle observasjoner. Det er derfor viktig at det gjennomføres innskyting med sprenggranat før skyting med røykammunisjon. Dette ble fulgt under de aktuelle skytingene i oktober 2015. Allikevel landet flere røykgranater utenfor blindgjengerfeltet og i et område der det absolutt ikke skulle forekomme nedfall av hvitt fosfor-granater opptil flere hundre meter fra angitt målområde. Det er lite sannsynlig at det bare er vind som har ført til dette. Rutinene for skyting av bombekaster mot et mål bør derfor ses nærmere på.



Figur 2.14 Kart med inntegnet nye grenser for blindgjengerfeltet samt sentrum for mulig nytt målområde i rødt punkt.



Figur 2.15 Området rundt sentrum av det vestligste målområdet sett fra vest.

Vind og vindhastighet er viktig med tanke på røykspredning og dannelse av røykskyer. Er det vindstille vil røyken gå rett til værns av varmeløftet fra granaten, og røyken blir i liten grad spredd. Er vindhastigheten for høy, vil røykskyene drive fort avgårde og man vil ikke oppnå den ønskede skjermingseffekten som en røyksky er ment å gi. Vindforholdene 6.oktober var ikke ideelle for å trene røyklegging på grunn av høy vindhastighet. Vindretningen var korrekt fordi røyken gikk på tvers av synsfeltet.

2.4 Resultater og risikovurdering Giskås

Konsentrasjonen av hvitt fosfor målt i vann- og jordprøver fra Giskås etter skytingen i 2015 er gitt i Tabell 2.2 og Tabell 2.3. Konsentrasjonen av hvitt fosfor i kratre er høye kort tid etter skyting og på nivå med det som er målt i andre skytefelt eller høyere. Nivået av hvitt fosfor synker i alle kratre med tiden, noe som vi også har sett for andre områder som er undersøkt. I kratre som ligger på relativt tørr grunn reduseres konsentrasjonen av hvitt fosfor raskere enn i kratre som ligger på mer våt grunn. Gjentatte skytinger hvert år, med nedslag i våte partier, vil kunne resultere i mange kratre med relativt høy konsentrasjon av hvitt fosfor i et lengre tidsrom.

Flere granater havnet i og rett ved et lite vann i området. Dette førte til at det ble målt høye konsentrasjoner av hvitt fosfor i vannet. Nivået kort tid etter skyting lå 200 ganger høyere enn drikkevannsnormen (0,1 µg/L) (1). Kort tid etter skyting ble det også i en bekk nedstrøms det vestre målområdet målt høyere nivå av hvitt fosfor enn drikkevannsnormen.

Tabell 2.2 Målte konsentrasjoner av hvitt fosfor i vannprøver tatt i Giskås.

Prøvepunkt	Konsentrasjon av hvitt fosfor [$\mu\text{g/L}$]		
	Oktober 2015	Juni 2016	September 2016
GVP1	20	6,1	0,32
GVP2	0,75	Tørt	0,004
GVP3	0,005	0,011	0,002
GVP4	0,006	< 0,001	< 0,002
GVP5		0,023	< 0,002
GVP6		0,001	
GVP7			< 0,002

Tabell 2.3 Målte konsentrasjoner av hvitt fosfor i kratre i Giskås.

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	
GK20		< 0,005	
GK21		470	
GK22		1 550	

3 Hvitt fosfor i andre skytefelt

FFI har tatt prøver i flere skytefelt for å måle konsentrasjoner av hvitt fosfor. Her følger en oppsummering av resultater fra de tidligere arbeidene som er brukt som innspill for utvelgelse av målområder. FFI har også anbefalt målområder for hvitt fosfor i RØ og risikovurdert bruk av hvitt fosfor (2, 3, 10, 11, 12). Erfaringer fra dette arbeidet er også benyttet som grunnlag for å sette kriterier for valg av egnede målområder.

3.1 Hjerkin

På Hjerkin er det skutt hvitt fosfor i områder med ulike fuktighetsforhold i grunnen. I 2005 ble det gjennomført forsøk på Hjerkin med artillerigranater hvor man undersøkte forskjell i røykutbredelse og miljømessige forhold ved å bruke nærhetsbrannrør kontra anslagsbrannrør (13). Tabell 3.1 viser oversikt over nivået av hvitt fosfor i artillerikratene ved bruk av anslagsbrannrør for de fire skuddene som ble avfyrt. 10 måneder etter firing har konsentrasjonen av hvitt fosfor sunket betraktelig. Kratrene ble fulgt opp i enda tre år, og etter 4 år var det svært lave verdier i alle kratene.

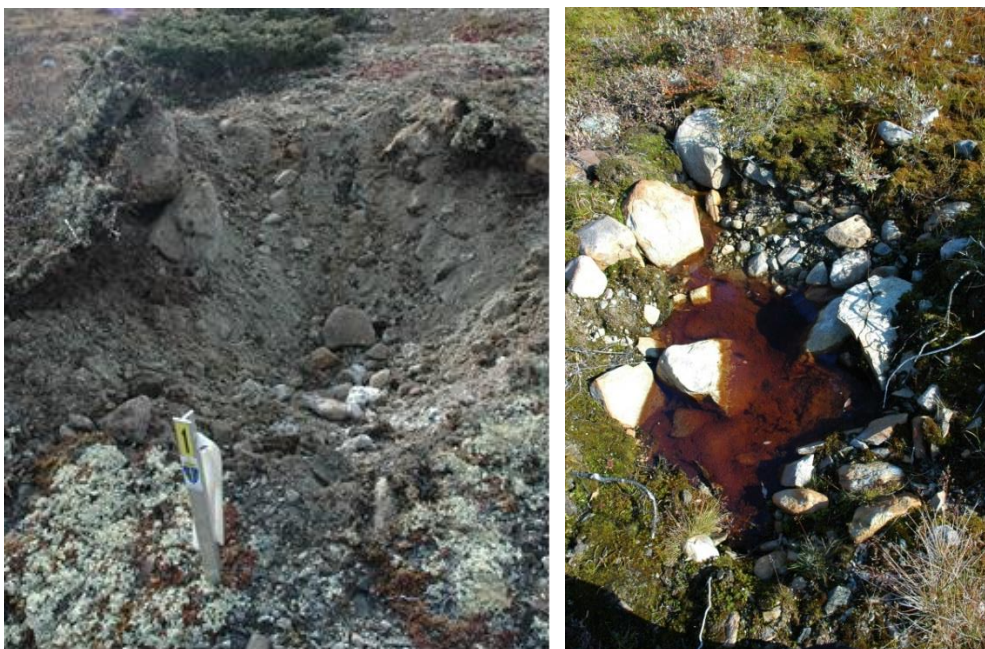
Bruk av nærhetsbrannrør gav ingen kratre, og det var vanskelig å lokalisere nedslag fra granatene. Det ble funnet sår på bakken der det øverste laget var flerret opp av metall fragmenter fra bøsingen. Konsentrasjonen av hvitt fosfor rundt disse nedslagspunktene var i størrelsesorden 1-10 mg/kg.

I Svånådalen på Hjerkin er det skutt med hvitt fosfor mot noen våte områder. Flere kratre i de våte områdene ble fulgt opp i flere år, se resultater i Tabell 3.2 (14). Nivåene varierer veldig fra år til år, men det er en total nedgang når man sammenligner første og siste prøvetaking. Med unntak av noen tørre perioder, var disse kratrene mer eller mindre konstant fylt med vann. Dette fører til en sakte nedbrytning av hvitt fosfor i kratrene. Figur 3.1 viser to ulike kratre på Hjerkin, hvorav det ene er fra det tørre området som ble benyttet under brannrørsforsøkene og det andre er fra det våte området i Svånådalen.

Siste skyting med hvitt fosfor på Hjerkin ble foretatt i 2007. Da ble det skutt 4 artillerigranater inn i Svånådalen.

Tabell 3.1 Konsentrasjon av hvitt fosfor i tørre artillerikratre i Grisungdalen på Hjerkin
målt fra 2005 til 2009.

Prøvepunkt	Konsentrasjon av hvitt fosfor [mg/kg]				
	2005	2006	2007	2008	2009
Artillerikrater 1	256	29	0,47	0,14	2,0
Artillerikrater 2	523	1,5	0,084	0,007	0,0001
Artillerikrater 3	482	19	0,11	0,044	< 0,0001
Artillerikrater 4	397	285	74	59	0,0002



Figur 3.1 Artillerikratre på Hjerkin, i tørt område til venstre og i vått til høyre.

Tabell 3.2 Konsentrasjon av hvitt fosfor i våte kratre i Svånådalen på Hjerkin målt fra 2003 til 2008.

Prøvepunkt	Konsentrasjon av hvitt fosfor [mg/kg]					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Krater 1	8 100	1 033	34	1 310	340	110
Krater 2	2 000	2 040	1 660	345	980	930
Krater 5					1 900	1 600

3.2 Troms

Forsvarets bruk av hvitt fosfor i Troms er kartlagt og vurdert av flere (15,16,17,18). FFI gjennomførte en risikovurdering av skytefeltene Mauken, Blåtind og Setermoen i 2005 etter at skytefeltene ble undersøkt for å finne kratre etter ammunisjon med hvitt fosfor (19,20,21). Det ble tatt prøver i kratre og fra vannkilder. I årene 1992 til 2002 ble det anslått at det årlig ble skutt mellom 100 og 2000 kg hvitt fosfor inn i disse feltene, lavest i Mauken og Blåtind og mest i Setermoen. Det var generelt lave verdier i kratrene, bortsett fra et par kratre i våte områder i Setermoen som viste verdier på 2000 -2300 mg/kg jord. Dette er sammenlignbare verdier med hva man måler i ferske kratre. Det ble ikke påvist innhold av hvitt fosfor i vannprøver.

Undersøkelsen til FFI konkluderte med at ingen av målområdene innebar noen akutt risiko for forurensning av mennesker eller beitedyr. Men enkelte beitedyr som sau, kyr og rein som kan være i området, har en viss sannsynlighet for å bli eksponert for hvitt fosfor i konsentrasjoner som kan gi skader ved gjentatt eksponering. Siden 2005 er det ikke registrert skyting med hvitt fosfor i Troms.

3.3 Regionfelt Østlandet

I Regionfelt Østlandet (RØ) er det tillatt å skyte hvitt fosfor mot PFA-sletta og Store Haraåsen. Det er konsesjon på et årlig forbruk på 3,5 tonn hvitt fosfor (22). Forsvarsbygg engasjerer FFI i oppdrag som sikrer regelmessig prøvetaking og overvåkning av nivået av hvitt fosfor i overflatevann nedstrøms målområdene på Store Haraåsen og PFA-sletta, og i kratre på Store Haraåsen (10,11,12). Siden 2008 er det skutt til sammen 2 320 kg hvitt fosfor i RØ.

Det er ikke funnet målbare mengder av hvitt fosfor i noen av vannprøvene tatt siden 2009. Disse vannprøvene er lokalisert flere hundre meter i avstand fra kratrene med hvitt fosfor. I kratre rett etter skyting blir det målt hvitt fosfor i størrelsesorden 300-3 000 mg/kg. Mengden reduseres for hvert år, og det måles generelt lave konsentrasjoner av hvitt fosfor bortsett fra i ett krater. I 2015 ble det målt 5 150 mg/kg i dette kratret som stammer fra skytinger i 2013. Med referanse til samme vurderinger som ble gjort i Troms for kratre med lignende konsentrasjoner med hvitt fosfor, ble det vurdert at det var akseptabel risiko for mennesker og dyr som ferdes inntil 14 dager i området.

Forut for utvelgelse av målområder for hvitt fosfor-ammunisjon i RØ, ble det gjort et grundig forarbeid for å vurdere alle aktuelle målområder som var plukket ut som mulige kandidater (2,3). Her ble det foretatt fotografering ved overflyging fra helikopter og ved befaringer i områdene for å lokalisere våtområder (myr, bekk, tjern). Jordsmonnet ble nøye karakterisert med prøvetaking med jordbor, og egnethet for mottak av hvitt fosfor-rester ble vurdert. Konsekvenser ved bom på opptil 500 m på aktuelle målpunkter ble evaluert og risikovurdert med tanke på nedslag i våte og vannfylte områder.

3.4 Hengsvann

Hengsvann er benyttet som skyte- og øvingsfelt siden slutten av 1950-tallet. Forsvaret har frem til 2003 benyttet røykgranater for artilleri og bombekaster inneholdende hvitt fosfor i Hengsvann skyte- og øvingsfelt. En mengde på ca. 7,5 tonn ble benyttet i perioden 1993-2001. Ved undersøkelse i 2009 ble det påvist hvitt fosfor i sedimentprøver fra Hengsvannet, og det ble påvist spor av hvitt fosfor i filet hos fisk fanget i vannet (23). Konklusjonen etter den undersøkelsen var at de registrerte funnene av hvitt fosfor, sprengstoff og metaller i sediment og fisk ikke utgjør noen fare for mennesker som bruker Hengsvannet til rekreasjon og fisk til konsum. En oppfølgende undersøkelse i 2010 viser at det er spor av hvitt fosfor i vannprøver fra området, men at det ikke ble påvist hvitt fosfor i det som ble mistenkt å være kratre fra hvitt fosforgranater (24). Det ble også da konkludert med at det er ingen risiko for at mennesker skal bli eksponert for skadelige konsentrasjoner av hvitt fosfor fra verken jord, vann, sediment eller fisk.

3.5 Halkvarre

Det ble i 2008 og 2009 foretatt kartlegging av ammunisjonsrelatert forurensning i sediment, vann og fisk i tre utvalgte innsjøer i Halkvarre skyte- og øvingsfelt (25). Det ble gjort undersøkelser i Store Russevatn, Nedre Bejavatn og Melkevatn som alle ligger i eller i nær tilknytning til nedslagsområder for hvitt fosfor-granater. Det ble ikke registrert hvitt fosfor i sediment eller i ørret fra Nedre Bejavatn. Det ble funnet lave nivåer av hvitt fosfor i sediment i Store Russevatn og i Melkevatn, samt i innvoller fra ørret i Melkevatn. Etter denne undersøkelsen ble det konkludert med at funnene av hvitt fosfor, metaller og sprengstoff er lave og medfører ingen risiko for mennesker som bruker vannene til rekreasjon og fiske og benytter fisk til konsum. I 2010 ble det gjort en oppfølgende undersøkelse, der flere lokaliteter ble undersøkt for innhold av hvitt fosfor (26). I denne undersøkelsen ble det ikke påvist hvitt fosfor i hverken vann, sediment eller fisk.

4 Kriterier og anbefalinger ved etablering av målområde for ammunisjon med hvitt fosfor

I dette kapitlet har FFI satt opp en rekke kriterier som må oppfylles for at et område skal kunne benyttes som målområde for ammunisjon med hvitt fosfor. I skytefeltinstruksen er det allerede fastlagt at all bruk av hvitt fosfor-granater på snødekket mark, i myr og på våtmarksområder, i vann og i forbindelse med vannveier er forbudt. Hvitt fosfor-granater (inkl. haleparti) som ved uhell havner i vannforekomster skal fjernes. I Stortingsmelding nr. 14 (2006–2007) står det at Forsvarets bruk av hvitt fosfor kun tillates brukt i områder hvor man er sikret fullstendig forbrenning av fosforet.

4.1 Minsteavstand til våte områder

De lange nedbrytningstidene av hvitt fosfor i vann (Tabell 4.1), tilsier at det ikke må forekomme stillestående vann, bekker og elver, eller myrområder i nedslagsområdet for ammunisjon med hvitt fosfor. Målområder for hvitt fosfor-granater må derfor ha en viss sikkerhetsavstand til slike områder, for å unngå at rester av hvitt fosfor blir liggende i naturen over lengre tid.

Hvordan røykskyene fra hver enkelt granat overlapper hverandre, er avhengig av vindretningen, vindhastighet og hvor røykleggingen observeres fra. Nødvendig areal på bakken for å oppnå ønsket initialspredning av granatene vil derfor variere med disse forholdene. Et målområde for hvitt fosfor-granater bør dimensjoneres slik at det kan benyttes under alle forhold. Når arealbehovet er satt, må det legges inn anbefalte sikkerhetsavstander til våte områder. Med bakgrunn i dette vil en kunne avgjøre hvilke områder som vil være egnet som målområde for hvitt fosfor-granater.

Tabell 4.1 Beregnet nedbrytningstid for hvitt fosfor i ulike miljøer. Beregningene baserer seg på kuleformede biter av hvitt fosfor med diameter på 1 mm.

Miljø	Eksempel	Nedbrytningstid
Stillestående	Tjern, vann, innsjø	> 100 år
Turbulent vann	Bekk, elv	1 – 10 år
Myrområde	Myr – tørrlagt 2 måneder i året	1 – 10 år
Jord - fuktig	Vanninnhold: 30 % Porøsitet: 40 %	~ 1 år

I en startfase bør kart og flyfoto studeres for å skaffe oversikt over områder som kan være egnet til hvitt fosfor-granater. Våte områder som tjern, bekk, elver, pytter og myrområder må markeres. Det må undersøkes om hvor transport av vann ut fra området foregår. Er det elver og

bekker som renner ut i vassdrag som ender opp i drikkevann eller er det drikkevannskilder i nærheten? Dette må avklares ved befaring i området.

4.1.1 81 mm bombekasterammunisjon

Under normale omstendigheter er maksimal avstand for bom med bombekasterammunisjon anslått til 50 meter. Dette avviket skyldes grunnforholdene der bombekasteren er montert samt våpen- og ammunisjonstekniske variasjoner. Vindforholdene under skyting vil påvirke granatens bane og gir avvik i forhold til planlagt treffpunkt. Ved skyting i sterk vind vil dette kunne forårsake et avvik større enn 100 meter avhengig av skyteavstand. Korreksjoner av treffpunkt gjøres så ut fra visuelle observasjoner av nedslag. Det er derfor spesielt viktig å foreta innskyting med sprenggranat før skyting med hvitt fosfor-granater, slik at en i best mulig grad kan korrigere for vind. Ved endringer av vindforholdene under skyting, anbefales det å foreta en ny innskyting med sprenggranat.

Når granaten detonerer, vil hvitt fosfor bli kastet opp og spredt utover. Ut fra studier som FFI har utført er det anslått at hvitt fosfor kan nå så langt ut som 70 meter fra et treffpunkt. En sikkerhetsavstand på 70 m til våte områder er derfor anbefalt.

Ut fra en samlet vurdering av avvik knyttet både til bombekaster og ammunisjon, vindforhold og mulig spredning ut fra et treffpunkt, anbefales det en sikkerhetsavstand fra ytre grense på angitt målområde til overflatevann på 220 meter. Det anbefales en avstand til myrområder uten overflatevann på 170 meter.

4.1.2 155 mm artilleriammunisjon

Som for bombekasterammunisjon vil det være været's innvirkning som vil kunne gi størst avvik på treffpunkt i målområdet. Ved skyting på lange avstander og med kraftig vind kan dette forårsake et avvik på flere hundre meter. I motsetning til ved skyting med bombekaster, blir været's innvirkning tatt hensyn til før skyting med artilleri. En vil derfor kunne oppleve mindre avvik forårsaket av været enn det som er tilfelle med bombekaster. Likevel vil været endre seg over tid og kunne forårsake avvik på treffpunkt. I tillegg vil det oppstå avvik som skyldes rent våpen- og ammunisjonstekniske forhold. Det er derfor viktig at det foretas innskyting med sprenggranat før skyting med hvitt fosfor-granater, slik at en er sikker på at hvitt fosfor-granatene havner i definert målområde. Ved endringer av vindforholdene under skyting kan det være behov for å foreta innskyting med sprenggranat på nytt.

Når granaten detonerer, vil hvitt fosfor bli kastet opp og spredt utover. Ut fra studier som FFI har utført er det anslått at hvitt fosfor kan nå så langt ut som 200 meter fra et treffpunkt (9). En sikkerhetsavstand på 200 m fra treffpunkt til våte områder er derfor anbefalt.

Ut fra en samlet vurdering av avvik knyttet både til artilleri og ammunisjon, vindforhold og mulig spredning ut fra et treffpunkt, anbefales det en sikkerhetsavstand fra den ytre kanten på angitt målområde til overflatevann på 330 meter. Det anbefales en sikkerhetsavstand fra målområdet til myrområder uten overflatevann på 230 meter.

4.2 Karakterisering av jordsmonnet

Ved tilgang på oksygen, vil hvitt fosfor brenne opp. Hvis hvitt fosfor blir kastet ut og spredt over et tørt område, vil hvitt fosfor bli forbrukt og i liten grad etterlate noen rester. I fuktig jord vil det som Tabell 4.1 viser, ta minst ett år før hvitt fosfor brytes ned. Vi anbefaler at det foretas en karakterisering av jordsmonnet i området man tenker å bruke som nedslagsområde for hvitt fosfor, slik at en velger det området med mest gunstig jordsmonn for nedbryting av hvitt fosfor. Dette er noe som kan gjøres samtidig med befaring i området. En slik karakterisering ble gjennomført ved utvelgelse av målområder for hvitt fosfor-granater i RØ (2).

4.3 Befaring

Man må gjennomføre befaring i området for å kartlegge området med tanke på våte partier. Da er befaring i hele det aktuelle området nødvendig. Befaringen kan gjerne gjentas flere ganger for å få inntrykk av området i flere årstider. Det bør i det minste foretas befaring etter en nedbørsrik periode, slik at en får god oversikt over våte partier i målområdet og omkringliggende sikkerhetsområde. Fuktige partier i søkk og groper i terrenget med dårlig drenering og hvor det står vann i grunnen, vil ikke oppdages uten at man er på stedet og ser på grunnforholdene. I Giskås ble det erfart at det var lokalt store forskjeller i grunnen innenfor små avstander. Dette oppdager en ikke uten å ha foretatt en befaring i området. Ved befaring er det nyttig å dokumentere områdene med fotografier.

4.4 Risikovurdering

Før endelig valg av målområde for hvitt fosfor-granater bør der foretas en risikovurdering. Basert på informasjon om antatt mengde hvitt fosfor som skal benyttes i området per år samt informasjon om ferdsel av mennesker og dyr i området, vil en kunne avdekke om området utgjør en risiko for mennesker eller dyr. Det bør vurderes å sette begrensninger på årlig mengde forbruk av hvitt fosfor. En bør også vurdere om det skal settes begrensninger på ferdsel av mennesker og dyr. En bør i utgangspunktet ikke tillatte at beitedyr bruker målområder med tilhørende sikkerhetsområde som beite.

4.5 Overvåkningsprogram

Det bør stilles krav til at det etableres overvåkningsprogram for å holde kontroll med konsentrasjoner av hvitt fosfor i området. Frekvensen av befaring og prøvetaking må vurderes på grunnlag av skutte mengder ammunisjon inn i området. Vannprøver bør tas i bekker og elver som ligger nedstrøms målområdet. Konsentrasjon av hvitt fosfor i utvalgte kratre bør bestemmes, slik at en stedsspesifikk risikovurdering kan etableres.

4.6 Skilting

Norske skyte- og øvingsfelt er normalt ikke avstengt med gjerder bortsett fra i målområder med stor blindgjengerfare. Det kan være vanskelig å regulere ferdsel av mennesker. I enkelte områder forekommer det jakt. I nedslagsfelt med rester av hvitt fosfor bør det settes opp skilt som varsler om helsefare ved å ferdes i området, se eksempel fra skilt på Store Haraåsen i RØ i Figur 4.1.



Figur 4.1 Skilting i RØ av fareområde for hvitt fosfor.

4.7 Markering av målområdet

Det er vesentlig at skytende avdelinger blir kjent med lokaliseringen av målområdet for hvitt fosfor-granater. Riktige koordinater som avgrensner målområdet må tilflytte skytterne. Det kan også være gunstig å sette ut skilt eller andre installasjoner midt i målområdet, slik at det er godt synlig fra aktuelle standplasser eller observasjonsposter. Da får man en rask visuell vurdering av hvordan nedslagene er i forhold til angitt målområde.

4.8 Krav til skyting

Studier som FFI har gjennomført viser at det for artilleriammunisjon blir mest røyk og minst rester av hvitt fosfor i miljøet ved bruk av nærhetsbrannrør. Det anbefales derfor at dette benyttes for artilleriammunisjon med hvitt fosfor. Dette er nærmere beskrevet i Kapittel 5.1.

Det er nødvendig at det foretas innskyting med sprenggranater før skyting med hvitt fosfor-ammunisjon. Ved større endringer i værforholdene bør det foretas innskyting på nytt. Ved skyting bør en registrere posisjoner til nedslag av hvitt fosfor-granater som havner utenfor angitt målområde. En kan da raskt vurdere i hvilken grad det vil være behov for å iverksette eventuelle tiltak. Andre unormale hendelser i form av blindgjenger eller at ammunisjonen ikke fungerer som forventet bør også registreres i Digital Blankett 750.

Utenlandske styrker må ikke benytte hvitt fosfor-granater som vil ha et større avvik på målområdet enn det som her er angitt i denne rapporten.

Spesielt for bombekasterammunisjon med hvitt fosfor, kan halepartiet på ammunisjonen etter skyting inneholde mye rester av hvitt fosfor. Det er derfor viktig at det på årlig basis blir foretatt rydding i målområdet, slik at færrest mulig slike fragmenter blir liggende over lengre tid i målområdet.

5 Tiltak for å redusere negativ påvirkning på helse og miljø ved bruk av ammunisjon med hvitt fosfor

Hvitt fosfor er et av de beste røykstoffene på markedet. De negative påvirkningene på helse- og miljø gjør imidlertid at bruken av hvitt fosfor-ammunisjon er lav. Norge har retningslinjer for bruk av denne typen ammunisjon for i størst mulig grad å redusere negativ påvirkning på helse og miljø. Ammunisjonen skal bare brukes mot tørre og snøfrie områder, og en skal sikre at det ikke blir nedfall i våte områder. Vi ser allikevel at bruken fører til rester av hvitt fosfor i miljøet på grunn av bom på målområder og fordi det er vanskelig å finne store nok områder uten våte partier.

5.1 Bruk av nærhetsbrannrør

De norske hvitt fosfor-granatene for bombekaster benyttes med anslagsbrannrør, og granatene detonerer og sprer ut hvitt fosfor først når de treffer bakken. Hvis granatene isteden ble benyttet med nærhetsbrannrør eller tidsbrannrør, ville granatene bli omsatt et stykke over bakken. Dette gir flere positive følger:

- Det blir ikke noe kraterdannelse og store sår på bakken
- Hvitt fosfor blir ikke presset ned i bakken ved detonasjonen
- Det blir færre rester med hvitt fosfor i bakken, eventuelt i vann
- Det blir mer røyk på grunn av bedre omsetning og spredning av hvitt fosfor i lufta

Ved eventuelle nyanskaffelser av hvitt fosfor bombekasterammunisjon bør det stilles krav om at granatene leveres med nærhetsbrannrør. Undersøkelser som FFI har gjennomført viser at bruk av nærhetsbrannrør på artillerigranater med hvitt fosfor gir både mer skjermingsrøyk og mindre rester i miljøet (13). Det er derfor anbefalt at nærhetsbrannrør benyttes for hvitt fosfor-artillerigranater.

Aller best var det om man anskaffet granater med et annet røykstoff som ikke er helse- og miljøskadelig. Forsvaret burde være pådriver for å utvikle mer miljøvennlige røyksatser.

5.2 Tilrettelegging og vedlikehold av nedslagsfelt

Små partier som er våte i et ellers egnet område, kan hvis mulig dreneres for å hindre vannansamlinger og sørge for at jorda i perioder kan tørke opp. Det kan også vurderes om man skal fylle grus i våte partier i et nedslagsområde.

Har det først blitt dannet krater i våte partier, kan oppgraving av kratrene være aktuelt. Jord fra kratre i våte partier kan spas opp, slik at jordmassene fra kratret blir endevendt. Eventuelle rester av hvitt fosfor kan da bli eksponert for luft, slik at hvitt fosfor brytes ned. Mengden av hvitt fosfor i kratret vil da kunne bli redusert raskere.

6 Konklusjon

FFI har anbefalt kriterier for valg av nedslagsområder for røykammunisjon med hvitt fosfor basert på overvåkning og evaluering av skyting med hvitt fosfor-granater i Giskås skyte- og øvingsfelt i 2015 samt bruk av hvitt fosfor i RØ.

Ved valg av egnede nedslagsområder for ammunisjon med hvitt fosfor er det viktig å sørge for at disse områdene er tørrest mulig. Selv om kart og flyfoto gir informasjon om synlige vannansamlinger, bekker og elver, må det foretas grundig befarings og karakterisering av jordsmonnet i aktuelle nedslagsområder før det tas en beslutning om bruk av hvitt fosfor. Grunnen kan inneholde myrdrag og områder med dårlig drenering som ikke oppdages ved å se på kart og flyfoto. Fuktige områder kan om nødvendig dreneres eller fylles igjen med grus for å tilrettelegges for bruk av hvitt fosfor.

Det må settes krav til minsteavstand til våte områder. For bombekasterammunisjon anbefales det en sikkerhetsavstand fra ytterkant på målområdet til overflatevann på 220 meter og 170 meter til myrområder uten overflatevann. For artilleriammunisjon anbefales en sikkerhetsavstand til overflatevann på 330 meter og 230 meter til myrområder.

Før anbefaling av nedslagsområde for hvitt fosfor-ammunisjon bør det foretas en risikovurdering for å utelukke en uakseptabel risiko for helse og miljø. FFI anbefaler at nedslagsområdene faremerkes for å redusere eventuell helserisiko.

Målområdet bør markeres på en slik måte at de som skal skyte ser ytterbegrensningene. Dette vil redusere sannsynligheten for at granater havner utenfor det utvalgte målområdet. Bom på

utvalgt målområde bør rapporteres, slik at eventuelle tiltak kan iverksettes. Det må foretas innskyting med sprenggranater før bruk av hvitt fosfor-ammunisjon. Halepartier fra bombekastergranater kan inneholde rester av hvitt fosfor, og en må være påpasselig med fjerning av disse etter endt skyting eller ved årlig rydding. I kratre med høy konsentrasjon av hvitt fosfor, kan forurenset masse graves opp for tørking/omdanning på stedet.

All bruk av hvitt fosfor bør overvåkes for å ha kontroll med rester i miljøet. Nedslagsområder for hvitt fosfor-ammunisjon egner seg ikke til planlagte beiteområder.

Såfremt det er mulig anbefaler FFI bruk av nærhetsbrannrør, da dette både vil gi mer røyk og redusere mengden av hvitt fosfor som kan bli liggende på bakken.

Referanser

- [1] Forsvarsbygg, “Håndbok for skyte- og øvingsfelt” 2014/2016.
- [2] Søbye 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.
- [3] Longva K.S., Strømseng A. E., Voie Ø. A., Johnsen A., “Miljøoppfølging av skyting med granater som inneholder hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet – anbefaling om retningslinjer”, FFI-rapport 2009/00636.
- [4] 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)
- [5] Field Manual No 3-50, Smoke operations, Headquarters Department of the Army, Washington DC, 1990.
- [6] 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.
- [7] Karsrud T.E., Johnsen A.M., Voie Ø., “Rester av hvitt fosfor etter skyting med bombekaster i Giskås SØF 2015”, FFI-rapport 2017/00210, 2017.
- [8] Muntlig kommunikasjon Ove Dullum, FFI.
- [9] Søbye 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] 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.
- [11] 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.
- [12] Karsrud T.E., Johnsen A.M., “Overvåkning og risikovurdering av hvitt fosfor-rester i Regionfelt Østlandet”, FFI-rapport 2016/00589.

-
-
- [13] Karsrud T.E., Wulvik E.A., Strømseng A.E., Johnsen A., Oddan A., Langseth J.O. og Longva K. S., "Forsøk med hvitt fosfor røykgranater med nærhetsbrannrør og anslagsbrannrør – vurdering av miljømessige forhold og røykskjermingsegenskaper", FFI-rapport 2007/01545.
- [14] Upubliserte resultater fra prøvetaking i Svånådalen, Hjerkin, FFI, 2003-2008.
- [15] Rasmussen G., Søyland R., "Resultater fra historisk kartlegging av bruk av hvitt fosfor i Troms 21.-23.september 2004, Forsvarsbygg.
- [16] Løvik J.E., Rognerud S., "Vurdering av miljørisiko ved Forsvarets bruk av hvitt fosfor i skytefelt i Troms", NIVA Rapport LNR 5085-2005.
- [17] Dahl-Hansen G.A., Hamnes A., "Kartlegging av hvitt fosfor i fisk i militære øvings- og skytefelt i Troms 2007.", Akvaplan-Niva rapport nr 3744-01, 2008.
- [18] Gjershaug J.O., Rusch G, Hanssen F, Døsen L, "Biotilgjengelighet av hvitt fosfor i skytefeltene i Midt-Troms", NINA Rapport 381, 2008.
- [19] 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.
- [20] Strømseng A., Johnsen A., Longva K., Voie Ø. A., "Analyse av hvitt fosfor i drikkevann i Troms", FFI-rapport 2006/00412, 2006.
- [21] Johnsen A., Voie Ø.A., Longva K., Strømseng A., "Analysetekniske problemer ved bestemmelse av konsentrasjonen til hvitt fosfor i vann - tilleggsnotat til FFI/RAPPORT-2005/03531: Risikovurdering av Forsvarets bruk av hvitt fosfor", FFI-rapport 2006/00512, 2006.
- [22] Statens forurensningstilsyn, "Oversendelse av tillatelse etter forurensningsloven. Brev 18.3.2005 endret 28.05.2010. 12002/552 463&2008/188, 2004.
- [23] Dahl-Hansen G.A. and Engelstad F., "Kartlegging av hvitt fosfor, sprengstoff og metaller i fisk og sediment i Hengsvann skyte- og øvingsfelt, Kongsberg kommune. Akvaplan-niva AS Rapport: 4685-01," 2010.
- [24] Johnsen A., Voie Ø., Strømseng A., Rosslund H.K., Parmer M.P., Larsen A., Myran A., "Undersøkelse av ammunisjonsrelatert forurensing i Hengsvann skyte- og øvingsfelt", FFI-rapport 2011/00758, 2011.
- [25] Dahl-Hansen G.A., "Kartlegging av hvitt fosfor, sprengstoff og metaller i fisk og sediment i Porsangmoen/Halkavarre skyte- og øvingsfelt, Finnmark 2008 og 2009.," Akvaplan-niva,Rapport nr 4328-02, 2010.

-
- [26] Johnsen A., Rosslund H.K., Voie Ø., Larsen A., Myran A., Parmer M.P. “Undersøkelse av ammunisjonsrelatert forurensing i Halkavarre skyte- og øvingsfelt”, FFI-rapport 2012/00805, 2012.

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.

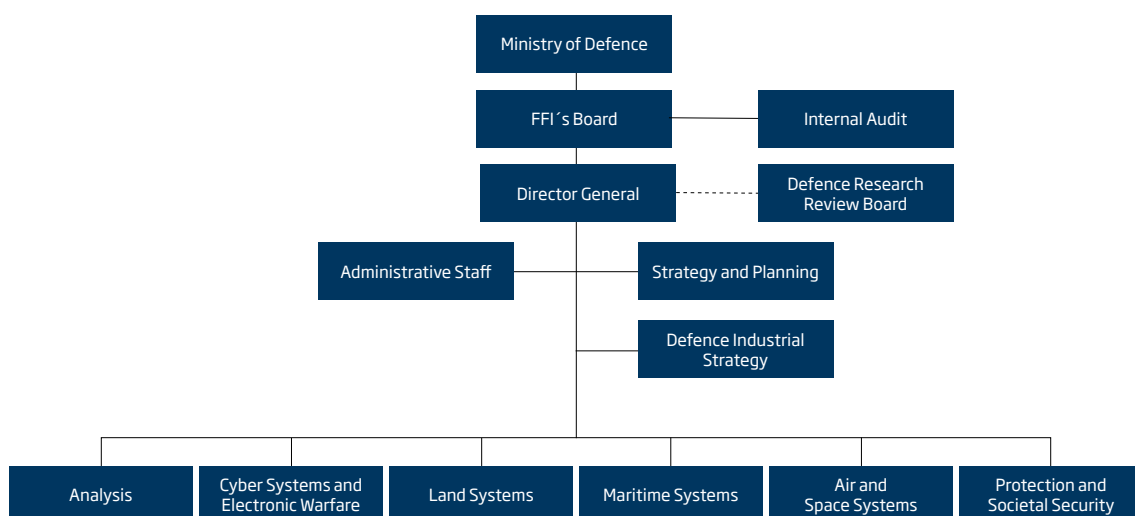
FFIs VISJON

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