

Vurdering av miljørisiko ved Forsvarets bruk av hvitt fosfor i skytefelt i Troms – ny, revidert utgave



Parti fra Slettjället i Blåtind skytefelt. Søndre Blåtind i bakgrunnen. Foto: J.E. Løvik, NIVA

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 23 24 95

Midt-Norge

Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Vurdering av miljørisiko ved Forsvarets bruk av hvitt fosfor i skytefelt i Troms – ny, revidert utgave	Løpenr. (for bestilling) 5493-2007	Dato Desember 2007
	Prosjektnr. Undernr. O-23613 N	Sider Pris 52
Forfatter(e) Jarl Eivind Løvik Sigurd Rognerud	Fagområde Miljøgifter ferskvann	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Troms	Trykket CopyCat

Oppdragsgiver(e) Hærens styrker (HSTY) under ledelse av Forsvarsbygg Utvikling Indre Troms	Oppdragsreferanse Åshild Slåttå Watn
---	---

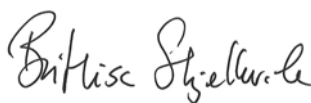
Sammendrag

Rapporten gir en vurdering av miljømessig risiko ved Forsvarets tidligere bruk av ammunisjon som inneholder hvitt fosfor (WP) i skytefelt i Troms. Prosjektet har omfattet skytefeltene Setermoen, Mauken og Blåtind. Foreslåtte målområder for eventuell videre bruk av hvitt fosfor er også vurdert. Hvitt fosfor brukes for å produsere røyk. Stoffet er ekstremt giftig, og alt WP omsettes ikke når granatene detonerer. Rester som havner i våtmarker, bekker og tjern, kan bli liggende i meget lang tid. Undersøkelsen indikerer at det finnes WP i så høye konsentrasjoner på enkelte lokaliteter at en ikke kan utelukke skadeeffekter på dyrelivet, men sannsynligvis kun på individnivå. Vi vurderer risikoen for skader på faunaen i Blåtind som meget liten fordi det er lite våtmarker, lite funn av WP og bruken av WP har vært minst her av de tre feltene. Forekomsten av våtmarker, funn og tidligere bruk av WP er noe høyere i Setermoen og Mauken. Likevel vurderes risikoen for faunaen som liten også i disse feltene. Av de 7 foreslåtte målområdene for eventuell videre bruk av hvitt fosfor, fikk 6 betegnelsen "mindre egnet", mens ett ble betegnet som "dårlig egnet". Flere av områdene kunne isolert sett virke egnet, men sjansen for detonasjon i våte områder ved feilskytinger (bom på mål) trakk ned totalinntrykket. En del forslag til tiltak er omtalt.

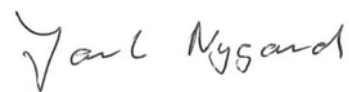
Fire norske emneord 1. Hvitt fosfor 2. Risikovurdering 3. Militære skytefelt 4. Troms	Fire engelske emneord 1. White phosphorus 2. Risk assessment 3. Military firing ranges 4. Troms county
---	--



Sigurd Rognerud
Prosjektleder



Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsleder



Jarle Nygard
Ansvarlig

**Vurdering av miljørisiko ved Forsvarets bruk av
hvitt fosfor i skytefelt i Troms – ny, revidert utgave**

Forord

Denne rapporten er en ny versjon av NIVA-rapport 5082-2005 "Vurdering av miljørisiko ved Forsvarets bruk av hvitt fosfor i skytefelt i Troms" (Løvik og Rognerud 2005) og erstatter denne. Årsaken er at det ble oppdaget intern forurensning av utstyret som ble benyttet ved ekstraksjon av hvitt fosfor (WP) i vann ved laboratoriet til Forsvarets forskningsinstitutt, FFI. Dette førte til at WP-konsentrasjoner i vann ble for høye, men det ble ikke funnet feil ved analysene av WP i jord og sedimenter. Da vår miljørisikovurdering var basert på disse dataene, måtte vi revidere vår rapport. I 2006 samlet FFI inn nye vannprøver og resultatene av disse er gitt i FFI-rapport 2006/02989. I tillegg har Asplan Viak og Sweco Grøner publisert data om WP i skytefeltene i Troms. Vår reviderte rapport er basert på data gitt i disse rapportene.

Prosjektet omfatter skytefeltene Setermoen, Mauken og Blåtind. Vurderingene er basert på beskrivelser av naturforhold og biologisk mangfold i skytefeltene, data over tidligere bruk av hvitt fosfor, resultater av en kartlegging av hvitt fosfor i jord og sediment sommeren 2005 og i vann i 2006, samt generell kunnskap om egenskapene til hvitt fosfor. Rapporten gir også en vurdering av egnethet av alternative målområder for eventuell framtidig bruk av hvitt fosfor i disse skytefeltene.

Oppdragsgiver for prosjektet har vært Hærens styrker (HSTY) under ledelse av Forsvarsbygg Utvikling Indre Troms. Kontaktpersoner for oppdragsgiver har vært Åshild Slåttå Watn og Hans Petter Dahlslett. Sigurd Rognerud har vært prosjektleder for NIVA. Kontrakt ble undertegnet den 7.12.2004 med endringsdokument av 15.6.2005. Den reviderte rapporten er bestilt av Grete Rasmussen ved Forsvarsbygg, Forretningsområde Rådgivning, Kompetansesenter Miljø ved email den 30. april 2007.

Første fase av prosjektet bestod i en historisk kartlegging av tidligere bruk av hvitt fosfor. Denne ble gjennomført høsten 2004 av Grete Rasmussen og Rune Søyland i Forsvarsbygg Kompetansesenter Miljø. De viktigste resultatene fra denne kartleggingen (Rasmussen og Søyland 2005) er gjengitt i foreliggende rapport. På grunnlag av denne kartleggingen utarbeidet Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) under medvirkning fra NIVA og Forsvarsbygg et program for prøvetaking i skytefeltene i Troms. Prøvetakingen ble gjennomført i august 2005 av FFI med assistanse fra Grete Rasmussen i Forsvarsbygg og Jarl Eivind Løvik i NIVA. Løvik foretok samtidig feltbefaringer til de foreslåtte alternative målområdene for eventuell framtidig bruk av hvitt fosfor i skytefeltene. Representanter for skytefeltforvaltningen bidro med lokalkunnskap og transport i forbindelse med undersøkelsene i 2005. Det gjaldt Joar Dahlkvist i Mauken, Lars Dolmseth i Blåtind, Ole Olstad og Håkon Strand i Setermoen samt miljøvernoffiser Ove Andreassen ved Setermoen. Innsamling av nye vannprøver ble gjort av FFI i juli 2006. Samtlige takkes for samarbeidet.

Ottestad 12. desember 2007


Sigurd Rognerud

Innhold

Sammendrag	6
1. Innledning	8
1.1 Bakgrunn for prosjektet	8
1.2 Målsetting	8
1.3 Program og gjennomføring	9
2. Hvitt fosfor – egenskaper og miljøeffekter	10
2.1 Fysiske og kjemiske egenskaper	10
2.2 Giftighet	10
2.3 Miljøundersøkelser	11
2.4 Andre bieffekter ved bruk av hvitt fosfor	13
2.5 Oppsummering	13
3. Tidligere bruk av hvitt fosfor i Troms	13
3.1 Kilder	13
3.2 Oversikt over totalmengder og mengder i hvert enkelt skytefelt.	14
4. Hvitt fosfor som forurensningsproblem i skytefeltene i Troms	15
4.1 Setermoen – Kobbryggdalen og Liveltskardet	15
4.2 Mauken	20
4.3 Blåtind	22
5. Miljørisikovurdering	25
5.1 Definisjoner og presisering av problemstillingen	25
5.2 WP-forurensning i skytefeltene	26
5.3 Dyr og fugler i skytefeltene	29
5.4 Biotilgjengelighet	31
5.5 Konklusjon - behov for tiltak	32
6. Vurdering av områder for eventuell videre bruk	33
6.1 Metoder	33
6.2 Vurdering	33
6.3 Konklusjon	34
7. Litteratur	42
8. Vedlegg	45

Sammendrag

Hovedhensikten med dette prosjektet har vært å gjennomføre en vurdering av miljømessig risiko forbundet med Forsvarets tidligere bruk av ammunisjon som inneholder hvitt fosfor (WP) i skytefelt i Troms. Tidligere ble det skutt både på våtmarker og snø, men dette ble forbudt i 2003. Prosjektet har omfattet skyte- og øvingsfeltene Setermoen (Kobbryggdalen og Liveltskaret), Mauken og Blåtind. Vurderingene baseres på en kartlegging av tidligere bruk av hvitt fosfor i skytefeltene, kartlegging av naturtyper og biologisk mangfold inkludert rødlistearter, data over forekomster av hvitt fosfor i vann, jord og sediment i utvalgte områder, samt generell kunnskap om egenskapene til hvitt fosfor. Videre skulle en del forslag til alternative målområder for eventuell framtidig bruk av hvitt fosfor vurderes. I forberedelsene til prosjektet ble det gitt føringer fra Fylkesmannen i Troms om at vi ikke skulle vurdere spesifikt hvor de ulike dyrene søker føde, i forhold til hvor det ble funnet hvitt fosfor.

Tidligere bruk av hvitt fosfor i skytefeltene er kartlagt av Forsvarsbygg Kompetansesenter Miljø, som også har omtalt naturtyper i skytefeltene og definert høyrisiko-områder (Rasmussen og Søyland 2005). Biologisk mangfold er kartlagt av Norsk institutt for naturforskning (NINA, Forsvarsbygg 2002), mens Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) har gjennomført undersøkelser av hvitt fosfor i vann og grunn samt foretatt en egen risikovurdering bl.a. av eksponering av beitedyr og mennesker (Strømseng mfl. 2007). I tillegg har Sweco Grøner gjennomført målinger av hvitt fosfor i vann (Mørch mfl. 2007), og Asplan Viak har gjennomført målinger av hvitt fosfor i jord og vann (Nordal og Kraft 2007).

Hvitt fosfor brukes i artillerigranater og bombekastergranater for å produsere røyk. Hensikten er dels å skjermegne styrker, dels å blende og isolere motstander samt å markere mål. Når granatene detonerer, omsettes imidlertid ikke alt hvitt fosfor, og hvis restene havner i fuktige omgivelser som bekker, pytter, tjern, myr eller annen våtmark, vil disse kunne bli liggende i meget lang tid. Hvitt fosfor er spesielt resistent mot kjemisk endring i anaerobt (oksygenfritt) miljø. Rester fra granatdetonasjoner vil ikke være jevnt fordelt utover i terrenget, men vil særlig kunne finnes i tilknytning til kratre. Variasjonen i konsentrasjoner kan derfor være ekstremt stor selv over relativt korte avstander. Der hvitt fosfor har blitt skutt på snø, kan rester ha blitt transportert med smeltevann til bekker, myrer og tjern. Tidligere ble det skutt både på våte områder og på snø, men dette ble forbudt i 2003.

Hvitt fosfor er ekstremt toksisk for mennesker og dyr, og inntak av stoffet i meget små mengder kan derfor føre til alvorlige skader og død. Akutt oral dose (LD_{50}) for rotter, mus og ender er 3-4 milligram pr. kg kroppsvekt. Fra utlandet (USA, Canada) er det kjent eksempler på omfattende forgiftninger av fisk og fugl pga. hvitt fosfor, som følge av utslipp fra fabrikk som produserte elementært fosfor (Vallentyne 1974) og fra militært skytefelt som brukte et våtmarksområde som nedslagsfelt (Nam mfl. 1999). I tillegg til akutte skader spesielt på lever og nyrer, kan hvitt fosfor forårsake kroniske effekter på diverse organer samt fosterskade og nedsatt fertilitet.

De områdene som har blitt brukt til hvitt fosfor i de aktuelle skyte- og øvingsfeltene, består delvis av relativt tørre, rabbepregete områder hvor hvitt fosfor vil nedbrytes over tid. Nedslagsfeltene omfatter imidlertid også en hel del fuktige naturtyper hvor rester av hvitt fosfor kan bli liggende i svært lang tid. I tillegg kan feilskytinger (bom på mål) ha ført til at rester av hvitt fosfor har havnet i slike naturtyper utenfor de definerte målene. Det er derfor rimelig å anta at noe hvitt fosfor kan ligge igjen slike steder i skytefeltene. Resultatene av analysene av jord- og sedimentprøver viste konsentrasjoner av hvitt fosfor over deteksjonsgrensa for analysemetoden i 28 av totalt 50 prøver (56 %) for alle feltene samlet (Strømseng mfl. 2007). Det må bemerkes at prøvetakingen var planlagt og ble gjennomført slik at en søkte aktivt etter lokaliteter hvor det kunne være stor sjanse for å finne rester av hvitt fosfor, f.eks. vannfylte eller fuktige kratre som så ut til å stamme fra detonasjon av fosforgranater. Det ble funnet 3 prøvepunkter med meget høye konsentrasjoner (2-5,7 g/kg tørt

materiale). Dette var sedimentprøver fra vannfylte kratre i Mauken (øst for bombekasterfeltet) samt i Kobbryggdalen (område 23) og i Liveltskardet (område 5) i Setermoen. I Blåtind ble det ikke funnet lokaliteter med høye konsentrasjoner i jord eller sediment. Det ble ikke registrert konsentrasjoner av hvitt fosfor i vann over deteksjonsgrensa (0,01 µg/l) i noen av feltene ved FFIs eller Sweco Grønners undersøkelser. Asplan Viak fant én lokalitet med konsentrasjon i vann over deteksjonsgrensa. Konsentrasjonen var imidlertid lav, og prøven ble tatt like nedstrøms myr i et målområde der det hadde blitt utført gravearbeid like før og under prøvetakingen.

Av disse feltene, ser det ut til å være mest rester av hvitt fosfor i Kobbryggdalen og Liveltskardet i Setermoen. Dette skyldes at nedslagsfeltene der har en større andel våte eller fuktige områder, samt at det er i disse feltene det antagelig har blitt brukt mest hvitt fosfor i den senere tid (1992-2002). I Mauken har også bruken av hvitt fosfor vært relativt stor, og feltet har en hel del ugunstige områder med tanke på lang nedbrytningstid av hvitt fosfor. Av de undersøkte skytefeltene, er trolig Blåtind det som er minst forurensset av hvitt fosfor. Denne antagelsen bygger på at bruken av hvitt fosfor ser ut til å ha vært minst i dette feltet (i hvert fall i de senere årene), at feltet har en mindre andel myr og fuktige områder i eller nær nedslagsfeltene, og at det ikke har blitt funnet lokaliteter med høye konsentrasjoner i jord og/eller sediment. Vi vurderer derfor sannsynligheten for at det finnes høye konsentrasjoner av hvitt fosfor i jord og sediment i Blåtind som liten.

Kartleggingen av naturtyper og bruken av hvitt fosfor i feltene samt FFIs målinger i 2005 og 2006 indikerer at det trolig finnes hvitt fosfor i så høye konsentrasjoner på enkelte lokaliteter at en ikke kan utelukke skadeeffekter overfor dyrelivet i området. Ender og vadefugl som søker føde i fuktige områder som myrer, pytter, bekker og tjern vil kunne være spesielt utsatt, dersom partikler av hvitt fosfor finnes der de søker føde. Inntak av en enkelt partikkel større enn ca. 1,5 mm vil for eksempel være tilstrekkelig til å representere en dødelig dose for en stokkand. Fisk og bunndyr vil også kunne rammes av forgiftning hvis de får i seg WP-partikler ved fødesøk. Pattedyr inklusive beitedyr vil kunne få i seg hvitt fosfor ved at de spiser noe jord på forurensede steder eller at de roter opp forurensset sediment i vannfylte kratre i forbindelse med drikking. Alt hvitt fosfor som befinner seg i feltene er imidlertid ikke like tilgjengelig for vilt og beitedyr. Partikler av hvitt fosfor som befinner seg på eller nær overflata av jord eller sediment, representerer den største risikoen. Det har ikke framkommet opplysninger om at det er observert døde dyr, fugl eller fisk som følge av forgiftninger med hvitt fosfor i de aktuelle skytefeltene. Det betyr imidlertid ikke at en kan utelukke at forgiftninger av beitedyr eller lokal fauna har forekommet, men eventuelle skadeeffekter må ha vært for enkelte individer av bestanden som har søkt næring i nedslagsområdene for WP.

Ett viktig tiltak for å unngå ytterligere forurensning, er gjennomført med de nye sikkerhetsbestemmelsene for Hæren der det bl.a heter at "all bruk av fosforgranater på snødekt mark, i myr og på våtmarker, i vann og ifm. vannveier er forbudt". Dersom det skal gjøres tiltak for å rense de mest forurensede lokalitetene, trengs en nøye vurdering av om tiltaket vil medføre at partikler av hvitt fosfor mobiliseres og risikoen for biotilgjengelighet øker. Vannforekomster hvor sedimentene er forurensset av hvitt fosfor, bør generelt ikke brukes som drikkevannskilder. Nedenforliggende deler av vassdrag kan benyttes hvis det er tilstrekkelig sedimentasjonsbasseng (innsjø) oppstrøms drikkevannskilden, god fortykning fra uforurensset sidevassdrag og/eller lang avstand til forurensningskilden.

Aktuelle målområder for eventuell videre bruk av hvitt fosfor ble vurdert på grunnlag av befaringer av områdene i august 2005, kartbetragtninger, vurderinger av mulige feilskytinger og generell kunnskap om hvitt fosfor. Isolert sett så flere av områdene ut til å kunne være egnet, men sjansen for detonasjoner i omkringliggende, ugunstige naturtyper utenfor selve målområdene (feilskytinger) trakk ned totalintrykket. Dermed fikk ingen av de 7 foreslåtte målområdene betegnelsen "egnet", 6 områder fikk betegnelsen "mindre egnet", mens ett område ble betegnet som "dårlig egnet". De 3 foreslåtte områdene i Blåtind kom litt bedre ut i vurderingene enn områdene i Kobbryggdalen og Liveltskardet, mens området i Mauken ble vurdert som dårligst egnet.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for prosjektet

I de senere årene har det blitt rettet en økende oppmerksomhet mot Forsvarets bruk av hvitt fosfor (WP) i norske skytefelt. Problemstillingen har kommet i fokus bl.a. i forbindelse med avviklingen av Hjerkinnskytefelt på Dovre hvor det har blitt brukt hvitt fosfor i en årrekke (Søbye mfl. 2003), og i forbindelse med etableringen av det nye Regionfelt Østlandet i Åmot kommune, Hedmark (Rognerud mfl. 2001, NIVA 2002, Søbye mfl. 2004a). Fosforgranater brukes av Artilleriet som ett av flere øvingsmomenter. Røyken fra granatene tjener bl.a. til skjerming av egne styrker, blending og isolering av motstander samt markering av mål. Hvitt fosfor er imidlertid meget giftig (EPAs nettside, Roebuck mfl. 1998), og rester av uomsatt hvitt fosfor kan bli liggende igjen i skytefeltene i lengre tid, spesielt i bekker, pytter, tjern, fuktige eller vannfylte kratere (fra detonasjon av granater), myr og annen våtmark (jfr. Walsh mfl. 1999, Søbye mfl. 2003). Inntak av hvitt fosfor gjennom føden selv i små mengder (mg-nivå pr. kg kroppsvekt) kan forårsake alvorlige lever-, nyre- og hjerteskerader samt død av for eksempel pattedyr og fugl.

I juni 2003 påla SFT Forsvarets Overkommando å redegjøre for bruken av hvitt fosfor i ammunisjon, med hjemmel i forurensningsloven (SFTs nettside). Videre tok Forsvarsbygg Utvikling Indre Troms og Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Troms initiativ til et prosjekt for kartlegging av Forsvarets tidligere bruk av ammunisjon som inneholder hvitt fosfor (Forsvarsbygg 2004 og 2005). Prosjektet omfatter skytefeltene Setermoen, Mauken og Blåtind og skal resultere i en vurdering av eventuelle miljøeffekter av denne bruken. Prosjektet gjennomføres på oppdrag fra Hærens styrker (HSTY) under ledelse av Forsvarsbygg Utvikling Indre Troms, med Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI), Forsvarsbygg Kompetansesenter Miljø og Norsk institutt for vannforskning (NIVA) som underleverandører.

1.2 Målsetting

I prosjektbeskrivelsen datert 24.11.2004 er følgende hovedmål og delmål for prosjektet gitt:

Hovedmål

- Avdekke i hvilken grad hvitt fosfor eventuelt kan representere et forurensningsproblem i skytefeltene i Troms.

Delmål

- Skaffe oversikt over ulike målområder der hvitt fosfor har vært benyttet, og finne mulige spredningsveier av hvitt fosfor (smeltet snø, nedbør, bekkesystem).
- Definere høyrisiko-områder på grunnlag av naturtyper i området.
- Definere høyrisiko-områder basert på tidligere gjennomførte kartlegginger av biologisk mangfold inkludert rødlistearter.
- Få en oversikt over forurensningsnivået av hvitt fosfor basert på prøvetaking av vann, sediment og jordsmonn.
- Foreta risikovurderinger.
- Vurdere nedslagsfelt for bruk av hvitt fosfor iht. gjeldende retningslinjer

I en kommentar til målsettingene i programmet for undersøkelsene skriver Fylkesmannen i Troms, Miljøvernnavdelingen (2005), bl.a. at:

”Eventuelle forekomster, eller sannsynlige forekomster av hvitt fosfor i skytefeltene Mauken, Blåtind og Setermoen skal så langt mulig finnes og lokaliseres. Mengde og forekomster av hvitt fosfor i eller

på grunnen, samt eventuell partikkelstørrelse, skal relateres til biotilgjengelighet. Med biotilgjengelig menes den teoretiske muligheten for at pattedyr, fugl og fisk kan få i seg hvitt fosfor, enten direkte ved forveksling mellom fødepartikler og hvitt fosfor, eller indirekte via næringsorganismer.”

og videre:

”I forbindelse med de delmål som er satt i FBs rapport om historisk kartlegging, vil Fylkesmannen påpeke at faren/risikoen for opptak i organismer ikke skal vurderes opp mot sannsynligheten for hvorvidt aktuelle organismer finnes i de områder det måtte være påvist eller sannsynliggjort en tilstedeværelse av hvitt fosfor. Utgangspunktet er at pattedyr, fugl og/eller fisk generelt, eventuelt spesifikke arter med kjent forekomst i Troms fylke, er til stede på funnstedene, og av den grunn ”i teorien” kan få i seg hvitt fosfor.” Vi har ikke tilgjengelige data over bestandsstørrelser av f.eks. arter av fugl og pattedyr innenfor nedslagsfeltene der hvitt fosfor er brukt. Vi tar utgangspunkt i at hvis artene er observert i skytefeltene eller i tilsvarende biotoper i Troms, så kan de i teorien også være i de aktuelle områdene, og et større eller mindre antall individer kan bli eksponert for hvitt fosfor. Disse presiseringene er lagt til grunn ved risikovurderingene i foreliggende rapport.

1.3 Program og gjennomføring

Undersøkelsene er avgrenset til å omfatte skytefeltene Mauken, Blåtind og Setermoen.

Fase 1: Historisk kartlegging og planlegging av prøvetakingsprogram

Høsten 2004 gjennomførte Forsvarsbygg Kompetansesenter Miljø en kartlegging av den historiske bruken av hvitt fosfor i de tre skytefeltene i Troms, og områdene som har vært benyttet til hvitt fosforammunisjon ble befart og beskrevet (Rasmussen og Søyland 2005). Med bakgrunn i denne kartleggingen og gjennomgang av kart og billedmateriale fra Forsvarsbyggs befarings utarbeidet FFI et program for prøvetaking i skytefeltene i Troms (FFI 2005).

Fase 2: Kartlegging i felt, risikovurdering og vurdering av nåværende praksis.

Feltarbeidet med prøveinnsamling ble gjennomført i perioden 22-26. august 2005 og 17-21. juli 2006 (nye vannprøver). FFI har hatt ansvaret for denne delen av prosjektet inklusive analyser og rapportering (Strømseng mfl. 2007) mens NIVA ved Sigurd Rognerud og Forsvarsbygg Kompetansesenter Miljø ved Grete Rasmussen har deltatt i diskusjoner omkring prøvetakingsprogrammet. Videre deltok G. Rasmussen og Jarl Eivind Løvik (NIVA) i selve feltarbeidet. I forbindelse med dette feltarbeidet ble også aktuelle målområder for eventuell framtidig bruk av WP-granater befart og vurdert av Løvik. Representanter for skytefeltadministrasjonen i de ulike feltene bidro med transport og lokalkunnskap i tilknytning til befaringsene. De viktigste resultatene fra Fase I (Rasmussen og Søyland 2005) er gjengitt i kapittel 3 og 4, og utgjør sammen FFIs rapport fra Fase 2 (Strømseng mfl. 2007) viktig grunnlagsmateriale for vurderingene i foreliggende rapport.

Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) foretok en risikovurdering av hvitt fosfor i 2006 (VKM 2006). Videre har Asplan Viak gjennomført undersøkelser av hvitt fosfor i jord og vann i Forsvarets skytefelt i Troms i 2006 (Nordal og Kraft 2007), og Sweco Grøner undersøkte i 2006 avrenning av hvitt fosfor i forbindelse med overvåkingen av vannforurensning bl.a. i Forsvarets skyte- og øvingsfelt i Troms (Mørch mfl. 2007). Resultatene fra disse rapportene er også tatt med i vurderingene i foreliggende rapport.

2. Hvitt fosfor – egenskaper og miljøeffekter

2.1 Fysiske og kjemiske egenskaper

Hvitt fosfor er et bløtt, voksaktig, delvis gjennomskinnelig stoff som består av tetraedriske P_4 -molekyler og som smelter ved $44,1^\circ\text{C}$ (Tabell 1). Tettheten er større enn vann, men løseligheten i vann er meget lav. Det har en mer lipofil karakter, dvs. at det er mer løselig i organiske stoffer som f.eks. fett. I finfordelt form er hvitt fosfor svært reaktivt. I nærvær av oksygen oksideres det spontant til fosforpentoxid: $(4P_{(s)} + 5 O_2 = P_4O_{10(s)})$ under sterk varmeutvikling. Når P_4O_{10} reagerer med vann i overskudd, dannes fosforsyre ($P_4O_{10} + 6H_2O = 4 H_3PO_4$). Det lave smeltepunktet gjør at hvitt fosfor lett sublimerer etter deposisjon. Hvitt fosfor er svært resistent mot kjemisk endring i anaerobt miljø.

Tabell 1. En del fysiske og kjemiske egenskaper til hvitt fosfor (ATSDR 1997, Walsh mfl. 2000 med ref.).

Karakteristikk	Informasjon
Kjemisk navn	Hvitt fosfor
Kjemisk formel	P_4
Kjemisk struktur	Tetraeder
Molekylvekt	123,895
Farge	Fargeløs, hvit, gul
Fysisk tilstand	Voksaktig, fast stoff
Smeltepunkt	$44,1^\circ\text{C}$
Kokepunkt	280°C
Tetthet ved 20°C	$1,82\text{ g/cm}^3$
Lukt	Hvitløk-aktig
Løselighet i vann ved 15°C	3 mg/L
Løselighet i benzen (20°C)	26 g/L
Løselighet i mineralolje	12 g/L
Tenntemperatur	$30-46^\circ\text{C}$

2.2 Giftighet

Hvitt fosfor (WP) er ekstremt giftig for mennesker og dyr (EPAs nettside og Roebuck mfl. 1998). For mennesker er dødelig dose så lav som 15 - 100 mg, eller en laveste dødelig dose på 1-1,4 mg/kg kroppsvekt (EPAs nettside, Marianne E. Walsh, CRREL, pers. oppl.). For rotter, mus og ender oppgis en akutt oral LD_{50} på 3-4 mg/kg. Som en illustrasjon kan nevnes at en enkelt partikkel større enn 1,5 mm er stor nok til å representere en dødelig dose for en stökkand (Roebuck mfl. 1998, Walsh mfl. 1999). Kroniske effekter (langtidseffekter) etter eksponeringer med hvitt fosfor kommer i form av skader på tannkjøtt, kjevebein og lever. Brannsåret forårsaket av WP er vanskelig å helbrede, og langvarig innånding av fosfordamp kan forårsake kroniske skader (Hägg 1969). Når det gjelder dyr, ses effekter av dødelige doser i første rekke som skader på lever og nyrer (Gordon et al. 1992). Både laboratorieforsøk og feltforsøk har vist at hvitt fosfor er giftig også for fisk og bunndyr. Forsøk på torsk og atlantehavslaks viste at en konsentrasjon på $14,4\text{ }\mu\text{g/l}$ etter 48 timers eksponering førte til at 50 % av individene døde ($LC_{50} = 14,4\text{ }\mu\text{g/l}$, sitert i Søybye mfl. 2003), mens ingen toksiske effekter ble påvist ved konsentrasjoner lavere enn $1\text{ }\mu\text{g/l}$. Bioakkumulasjonen er rask og effektiv, og opptaket er størst i lever og muskel hos fisk (Davidson mfl. 1987). Det er rapportert om letale forgiftninger av sauer som har spist hvitt fosfor i målområder for artilleri, og omfattende fiskedød er rapportert

nedstrøms et produksjonsanlegg for hvitt fosfor (sitert i Roebuck mfl. 1998). En svært omfattende letal forgiftning av andefugl er rapportert fra våtmarksområdet Eagle River Flats i Alaska (US Army nettside).

2.3 Miljøundersøkelser

Et ”klassisk” eksempel på omfattende miljøskade av hvitt fosfor er fra Long Harbour på New Foundland (Vallentyne 1974). Et kanadisk selskap etablerte en fabrikk for produksjon av elementært fosfor i desember 1968. Noen få dager etter at fabrikkens start, ble det oppdaget store mengder sild med buken i været og markerte blødninger fra gjeller og finner i sjøen utenfor. Pga. rødfargen rundt hodet og finnene ble fenomenet etter hvert kjent under betegnelsen ”red herring”. Undersøkelser viste videre at alt dyreliv på hele bunnen av Long Harbour ut til 4,5 meters dyp var utryddet. Etter flere undersøkelser ble det fastslått at utslipp av hvitt fosfor fra bedriften var årsaken til de omfattende miljøskadene; bl.a. var det sammenfall i tid mellom åpningen av bedriften og oppdagelsene av ”red herring”, og det ble påvist ekstremt høye konsentrasjoner av hvitt fosfor i lever, lavere konsentrasjoner i fettvev og enda lavere i muskelvev av død fisk. Ved bedriften som produserte hvitt fosfor, var en klar over toksisiteten til stoffet, men antok at det ville bli raskt oksidert og dermed harmløst når det slapp ut i vannet. Det var åpenbart ikke tilfelle.

Et av de best dokumenterte tilfellene av miljøskader som følge av hvitt fosfor er fra et våtmarksområde i Alaska (Eagle River Flats, ERF) som brukes som rasteplass for et stort antall trekkfugl vår og høst. Dette våtmarksområdet (egentlig et saltvannsestuarie) har blitt benyttet som målområde for US Armys artilleri med base i Fort Richardson siden 1949. Artilleriet benyttet bl.a. store mengder WP-granater som detonerte i våtmarksområdet (US Army nettside, Nam mfl. 1999). I 1982 ble det observert omfattende dødelighet blant andefugler (gjess, svaner og ender). Døde fugler ble samlet inn og sent til laboratorier for analyse. Dette fortsatte i 10 år uten at årsaken ble funnet. Først på slutten av 1990 ble det endelig fastslått at dødeligheten blant andefugl skyldtes hvitt fosfor.

Helt siden 1982 har mange tusen andefugl dødd årlig i ERF etter å ha spist små partikler av hvitt fosfor som lå bevart i sedimentene i våtmarkene (Vann mfl. 2000). Høyst sannsynlig hadde også et betydelig antall andefugler dødd før 1982, selv om dette ikke ble oppdaget eller koblet til militær bruk av WP. Etter dette sier de selv: ”With this discovery comes the overwhelming task of evaluating the human and ecological risks posed by this toxic material and trying to find effective methodologies for resolving or remediating the contamination problem” (Gossweiler 1994). EPA satte Eagle River Flats på sin nasjonale prioritetsliste, og US Army fikk et klart ansvar og bestemte retningslinjer for opprydding og tilbakeføring av området til naturlige tilstander (Nam mfl. 1999, Walsh 2003). Planene er at dødeligheten blant andefugl skal være redusert med 50 % fra 1996-nivå innen 2003, og videre til 1 % av populasjonen i 2016 (US Army nettside).

Før undersøkelsene i ERF trodde man at WP ikke kunne eksistere i lengre tid i miljøet uten at det sublimerte eller ble oksidert. Dette viste seg altså å være feil. Ved ufullstendig forbrenning av hvitt fosfor etter granatdetoneringene ble små partikler opptil noen millimeter i diameter spredt i våtmarkenes sedimenter hvor de ble liggende kjemisk uendret over lang tid. Det antydes at det kan gå flere hundre år før partiklene er omdannet til fosfat (Walsh mfl. 1996). Andefugl roter i sedimentet for å finne mat og får i seg WP-partikler sammen med føden. Det er skrevet et stort antall publikasjoner, rapporter, nyhetsbrev og avisartikler om forholdene i ERF (US Army nettside, Walsh 2003). Omfattende arbeider er gjort for å redusere tilgjengeligheten av WP-partikler i estuariets sedimenter (Walsh mfl. 1999). Dette omfatter bl.a. overdekking med ”nytt sediment” og uttørking av grunne dammer for å øke sublimasjon og oksidasjon av hvitt fosfor.

Foruten å være akutt giftig, kan hvitt fosfor også påvirke andefuglers fertilitet og klekkingseffektivitet (Vann mfl. 2000). Rester av hvitt fosfor i syke eller døde andefugler utgjorde i ERF også en risiko for predatorer som rovfugl. Individuer av ørn, falk og hauk har blitt funnet døde på grunn av forkomst av

hvitt fosfor i byttet, og det er gjort kontrollerte forsøk som viser at hvitt fosfor kan overføres fra bytte til predator og fra hunnfugl til egg (Roebuck mfl. 1998).

Erfaringene fra Eagle River Flats viser at deponering av hvitt fosfor i våtmarksområder kan føre til meget alvorlige forurensninger og forgiftninger. Stabiliteten av WP-partikler i sedimenter gjør at forgiftninger kan ha en lang tidshorison og følgelig kan være vanskelig å håndtere etter mange års bruk. Siden oppdagelsen av årsakene til den omfattende fugledøden i ERF, har undersøkelser vist at WP-forurensning finnes i en rekke andre militære skytefelt (Collins and Walsh 1995). Ved slutten av 1990-tallet hadde EPA 71 slike felter på sin "National Priority List", og de var fordelt på 29 stater (Sparling and Federoff 1997).

Ved en kartlegging FFI gjennomførte i Hjerkinns skytefelt på Dovre i 2002, ble det konstatert at WP-partikler fortsatt lå ureagert i vann og sedimenter ca. 1½ år etter at det sist ble skutt med WP-granater (Søbye mfl. 2003). Det ble også påvist lave konsentrasjoner av hvitt fosfor i en bekk som drenerer skytefeltet. Man konkluderte imidlertid med at partiklene var lite tilgjengelige for fugler og pattedyr, og at konsentrasjonene i bekken var for lave til at det kunne være skadelig for fisk og andre organismer som lever i vann eller fugl og pattedyr som drikker av vannet.

En undersøkelse av spredning av hvitt fosfor etter detonasjon av artillerigranater og bombekastergranater på Hjerkinns indikerte at hovedmengden av hvitt fosfor som landet på bakken etter detonasjon, havnet innenfor 20 m fra detonasjonspunktet (Søbye mfl. 2004b). På bakgrunn av disse forsøkene anslo man sikker avstand fra detonasjonskrateret mht. miljøeffekter til 70 m for bombekastergranater og 200 m for artillerigranater. Nesten halvparten av mengden hvitt fosfor i en artillerigranat (ca. 3 kg av totalt 7,1 kg) vil kunne treffe bakken i uforbrent tilstand innenfor en radius av 80 m, mens en betydelig mindre andel av fosforet (ca. 2 %) i bombekastergranatene landet på bakken utenfor detonasjonskrateret i uforbrent tilstand, dvs. ca. 12 g av totalt 0,71 kg pr. granat. Siden forsøkene ble utført med oppsamling av WP-partikler i kar med vann, må resultatene betraktes som "worst case", dvs. tilsvarende skyting mot våte områder med vannspeil. Det vil i tillegg kunne finnes seg betydelige mengder i selve detonasjonskrateret. Denne og andre undersøkelser har vist at det særlig befinner seg rester av hvitt fosfor i bombekasterens haleparti, og at disse ofte trykkes ned i jorda.

Undersøkelsene fra Hjerkinns og Alaska har vist at større mengder hvitt fosfor kan bli liggende i detonasjonskraterne i lengre tid (Søbye mfl. 2003 og 2004b, Walsh mfl. 1999, Walsh 2003). Kratere som fylles med vann eller detonasjoner i vannansamlinger og våtmarker, vil være mest ugunstig pga. den meget lange nedbrytningstiden av hvitt fosfor under slike forhold. Omsetningen av WP-partikler som blir liggende på tørrbakke eller i umetta jord/sediment, vil være betydelig større. Feltforsøk utført i Alaska har vist at under umetta forhold og tilstrekkelig høy temperatur (høyere enn 15 °C) vil det skje en markert reduksjon i mengden hvitt fosfor over tid (Walsh mfl. 2000, Walsh 2003). Resultater fra disse forsøkene tydet på at i løpet av ca. 4 varme sommermåneder ble mengden hvitt fosfor redusert med 30-95 % avhengig av temperatur og metningsgrad i jorda.

På Hjerkinns var det på 1980-tallet et tilfelle av moskus-død (5 dyr), høyst sannsynlig som følge av inntak av uomsatt hvitt fosfor (Tørnes 1988). I de senere årene er det etablert miljøkrav for bruk av hvitt fosfor, bl.a. med særskilte bestemmelser til målområdet for å forhindre at uforbrente rester av hvitt fosfor blir liggende igjen i naturen (Forsvarsbygg 2005). I UD2-1 Sikkerhetsbestemmelser for Hæren 2004/2005 heter det bl.a. at "All bruk av fosforgranater på snødekket mark, i myr og på våtmarksområder, i vann og ifm. vannveier er forbudt. Det skal etableres egne målområder på tørr morenegrunn eller fjell/berggrunn til bruk under skyting med fosforgranater".

2.4 Andre bieffekter ved bruk av hvitt fosfor

Oksidasjonen av hvitt fosfor fører til dannelse av fosforsyre. I vann med lav bufferkapasitet (liten motstandsevne overfor tilsetning av syrer) er det en risiko for forsuring. Vannet i skytefeltene i Troms er svakt surt til basisk (pH 6,5 – 7,7) og har jamnt over god bufferkapasitet (kalsium-konsentrasjon ca. 2,5-20 mg/l, Rognerud 2005). Risikoen for forsuring som følge av hvitt fosfor vurderes derfor som generelt lav i disse skytefeltene, selv om enkelte mindre vannforekomster kan ha noe dårligere bufferkapasitet.

Fosfor er et minimumsstoff for algevekst i vann. Oksidasjonen av hvitt fosfor fører til dannelse av fosfat. Det er derfor også en viss sjanse for økt algevekst. Dette vil i alle fall kun berøre lokale vannforekomster og neppe påvirke større vassdrag.

2.5 Oppsummering

Siden de omfattende miljøskadene som hvitt fosfor forårsaket i Eagle River Flats ble avdekket, har det blitt betydelig økt fokus på bruk av WP i militær sammenheng. US Army måtte slutte å bruke hvitt fosfor i Eagle River Flats (februar 1990), og betydelige kostnader er knyttet til oppryddingen. Det er nå ikke tillatt å bruke hvitt fosfor i skytefelt med våtmarker i USA; Ingen av skytefeltene i Alaska får bruke hvitt fosfor (Michael R. Walsh, CRREL, pers. oppl.). Det er også rimelig å anta at miljøskader forårsaket av militær bruk av hvitt fosfor også har forekommet her i landet. Det har tidligere, slik som i USA, ikke vært vanlig å knytte fugledød til bruk av hvitt fosfor. Fugl som er utsatt for subletale doser vil være svekket og utsatt for større predasjon, og død fugl omsettes raskt av åtselspisere. Det er derfor lite sannsynlig at eventuell fugledød i norske skytefelt (hvis det blir oppdaget) har blitt knyttet til bruk av hvitt fosfor. Fugledød i det omfanget som er dokumentert i Eagle River Flats er likevel ikke sannsynlig i norske skytefelt ettersom Forsvaret ikke benytter rasteplasser for store mengder sjøfugl som målområder. Det eneste tilfellet vi kjenner til gjelder ikke fugl, men en moskus som døde i Hjerkinnskytefelt på slutten av 1980-tallet, antagelig som følge av å ha spist WP. Sannsynligheten for å observere døde dyr øker med størrelsen på dyrene.

Hvitt fosfor er ekstremt giftig, og alt hvitt fosfor omsettes ikke ved detonering av granater. Undersøkelsene i Eagle River Flats viste at uomsatte WP-partikler kan bli liggende i anaerobt miljø, som sedimenter i dammer og innsjøer, i lang tid kanskje i århundrer (omtales som persistent i arbeidene fra Eagle River Flats) og være tilgjengelig for andefugl, fisk og akvatiske organismer i lange tider. Omsetningen av hvitt fosfor er mer fullstendig hvis restene fra detonasjonene blir liggende på tørrbakke.

3. Tidligere bruk av hvitt fosfor i Troms

3.1 Kilder

Dette kapitlet gjengir de viktigste resultatene fra Forsvarsbyggs kartlegging av historisk bruk av hvitt fosfor i skytefelt i Troms i 2004 (Rasmussen og Søyland 2005). For mer detaljerte informasjoner henvises det til nevnte rapport. Den historiske kartleggingen bygger på Forsvarets overkommandos kartlegging (Forsvarets overkommando 2003), opplysninger fra Forsvarets logistikkorganisasjon (FLO) sin vareoversikt og samtaler med Astrid Waarum (FLO) samt skytebaneforvaltningen i de enkelte feltene.

Følgende personer fra avdelingene har bidratt med opplysninger under befaringene i 2004 og 2005:

Navn	Avdeling
Lars Dolmseth	Troms Garnison/Blåtind
Joar Dahlkvist	Troms Garnison/Mauken
Ole Olstad	Troms Garnison/Setermoen
Håkon Strand	Troms Garnison/Setermoen

I tillegg bidro tidligere skytefeltforvalter Stig Bye med en del opplysninger for Blåtind. Han har vært ansatt ved Blåtind de siste 10 årene, fram til og med 2003. Jarl Foshaug som var skytefeltforvalter for Blåtind i en periode (startet i stillingen i 1987), ble også kontaktet.

Det framkom at bruken av hvitt fosfor i feltene ikke har vært begrenset til bestemte deler av nedslagsfeltene, men at det er brukt flere steder. Likevel er det deler av feltene som er brukt mer enn andre. De mest benyttede områdene ble merket av på kart av Skytebaneforvaltningen og dannet utgangspunkt for feltbefaringer i 2004 og vurderinger av videre prøvetakingsprogram i 2005.

3.2 Oversikt over totalmengder og mengder i hvert enkelt skytefelt.

Forsvarets bruk av ammunisjon som inneholder hvitt fosfor, går langt tilbake i tid. Forsvaret har relativt nøyaktige regnskap for bruk av slik ammunisjon fra 1992 (Tabell 2). Likevel har det framkommet i forbindelse med denne kartleggingen at ikke all bruk kan stedfestes, dette inkluderer bl.a. utenlandske enheters bruk av ammunisjon som inneholder hvitt fosfor under øvelser i Norge. Opplysninger som er fra perioden før 1992, har større grad av usikkerhet, både med hensyn til mengde ammunisjon som faktisk har blitt brukt og med hensyn til hvilke skytefelt ammunisjonen har blitt brukt i. Oversikten for perioden 1992-2002 gir imidlertid en meget klar indikasjon på mengde brukt pr. år, hvilke skytefelt hvor denne ammunisjonstypen er brukt og totalmengden brukt siden 1992.

Tabell 2. Oversikt over mengde hvitt fosfor antatt benyttet i hvert enkelt skytefelt og totalmengder for perioden 1992-2002. Alle tall er kg hvitt fosfor (Rasmussen og Søyland 2005, tallene er hentet fra brev fra Forsvarsstaben til SFT i 2003).

Skytefelt	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	TOTALT
Blåtind	245	38	380	641	802	60	218	81	259	62	192	2 978
Drevja	108	354	146									608
Evje		57	75									132
Giskås	75			151								226
Halkavarre	179	142	248	541	249	361	358	86	42	287	3	2 496
Hengsvann		111	110	829	2 252	2 661	1 250	141	83	143		7 580
Hjerkinn	258	1 133	791	2 252	446	1 317	714	1 676	1 245	611	4	10 747
Leksdalen	75			151								226
Mauken	189			1 342	492	12	558	578	300	223	743	4 437
Mjølfjell	75	75			113							263
Porsangmoen	269	213	372	812	373	542	537	128	63	430	5	3 744
Steinsjøen	75			45								120
Setermoen	575				86	2 983	3 928	3 463	3 559	2 954	2 402	19 950
Terningmoen	6											6
<i>Ikke identifiserte steder</i>	1 896	652	75		452	811		2 105	30			6 021
Totalt pr år	4 025	2 775	2 197	7 064	5 265	8 747	7 563	8 258	5 581	4 710	3 349	59 534

Forsvarets eget planverk tillater at det blir brukt ammunisjon (155 mm artillerigranater og 81 mm bombekastergranater (BK)) med til sammen ca. 15 740 kg hvitt fosfor pr år. Det faktiske forbruk har vært vesentlig mindre, ca. 2 000-9 000 kg. I de senere årene (1998-2002) har det blitt brukt ca. 60-260 kg i Blåtind, ca. 220-740 kg i Mauken og ca. 2 400-3 600 kg hvitt fosfor i Setermoen årlig. I perioden 2003-2005 har bruken av hvitt fosfor vært liten, men det ble skutt noe i Mauken i 2003 og i Blåtind vinteren 2003-2004.

4. Hvitt fosfor som forurensningsproblem i skytefeltene i Troms

I dette kapitlet vurderes sannsynlighet for at rester av hvitt fosfor finnes igjen i de aktuelle skytefeltene i større eller mindre mengder. Dette er i hovedsak basert på rapporten fra Fase 1 av prosjektet (Rasmussen og Søyland 2005), resultatene av FFIs undersøkelser i 2005 og 2006 (Strømseng mfl. 2007), NIVAs observasjoner ved befaringene i august 2005 samt generell kunnskap om hvordan hvitt fosfor opptrer og omdannes ved ulike naturbetingelser. Beskrivelsene av områdene, informasjon om tidligere bruk av hvitt fosfor og definering av høyrisiko-områder er i hovedsak hentet fra rapporten fra Fase I (Rasmussen og Søyland 2005).

4.1 Setermoen – Kobbryggdalen og Liveltskardet

Beskrivelse av området

Kobbryggdalen og Liveltskardet er de områdene i Setermoen som er benyttet til hvitt fosfor. Det gjelder både bombekastergranater (BK) og artillerigranater (ART) for begge disse dalenes vedkommende. Kobbryggdalen ligger nord for Liveltskardet. Arbeidet med utvidelsen av Setermoen skytefelt ble påbegynt i 1953/54, men det er sannsynligvis skutt i dalen før det. Dalen ble benyttet av tyske styrker som skytefelt under 2. verdenskrig, og det er mulig de var de første som brukte hvitt fosfor. Oversiktskart over de to dalene er vist i Fig. 1-2.

Informasjon om bruken av hvitt fosfor i området

Skytebaneforvaltningen mener at tallene fra WP-kartlegging i 2003 (Tabell 2) stemmer ganske bra, men at det kan være noen mangler i dataene. I oversikten er det ikke oppført tall for 1993 – 1995, selv om det ble skutt med hvitt fosfor i forholdsvis store mengder i denne perioden. Det antas at forbruket av hvitt fosfor har gått noe ned de siste årene (fra 1994-95), på grunn av endringer i innkallingsmønsteret. Det nye innkallingsmønsteret innebærer at det ikke er soldater i avdelingene i de periodene det er gunstigst å benytte hvitt fosfor.

Det er ikke skutt med hvitt fosfor i Sørskogen slik det står i rapporten fra FO. Det er også et bidrag fra utenlandske styrker som ikke er kommet med i oversikten fra FO. Ved utenlandsk aktivitet blir målområdene for WP-granater angitt av den norske skytefeltforvaltningen. Det utenlandske bidraget berører ikke andre områder enn de som benyttes ved ordinær bruk av feltet. Av praktiske hensyn har skytefeltforvaltningen ved Setermoen interne retningslinjer om at det ikke skal skytes over 800 meters høyde. Dette fordi blindgjengere og rester er svært vanskelige å hente ned fra de bratte områdene.

Før 1993 ble det skutt hele året. I den perioden det er gunstigst å skyte med hvitt fosfor (snøfritt og tørt), er det nå ikke soldater i leirene. Ellers blir det regnet som taktisk ugunstig å skyte i myr eller i områder med mye snø, siden dette vil motvirke røykutviklingen som er hovedformålet med granatene. De mest brukte områdene er derfor relativt tørre og snøfrie områder som for eksempel forblåste

rabber. I perioden 2003-2005 har det så og si ikke blitt skutt hvitt fosfor i Setermoen (O.Olstad pers. oppl.).

Kobbryggdalen

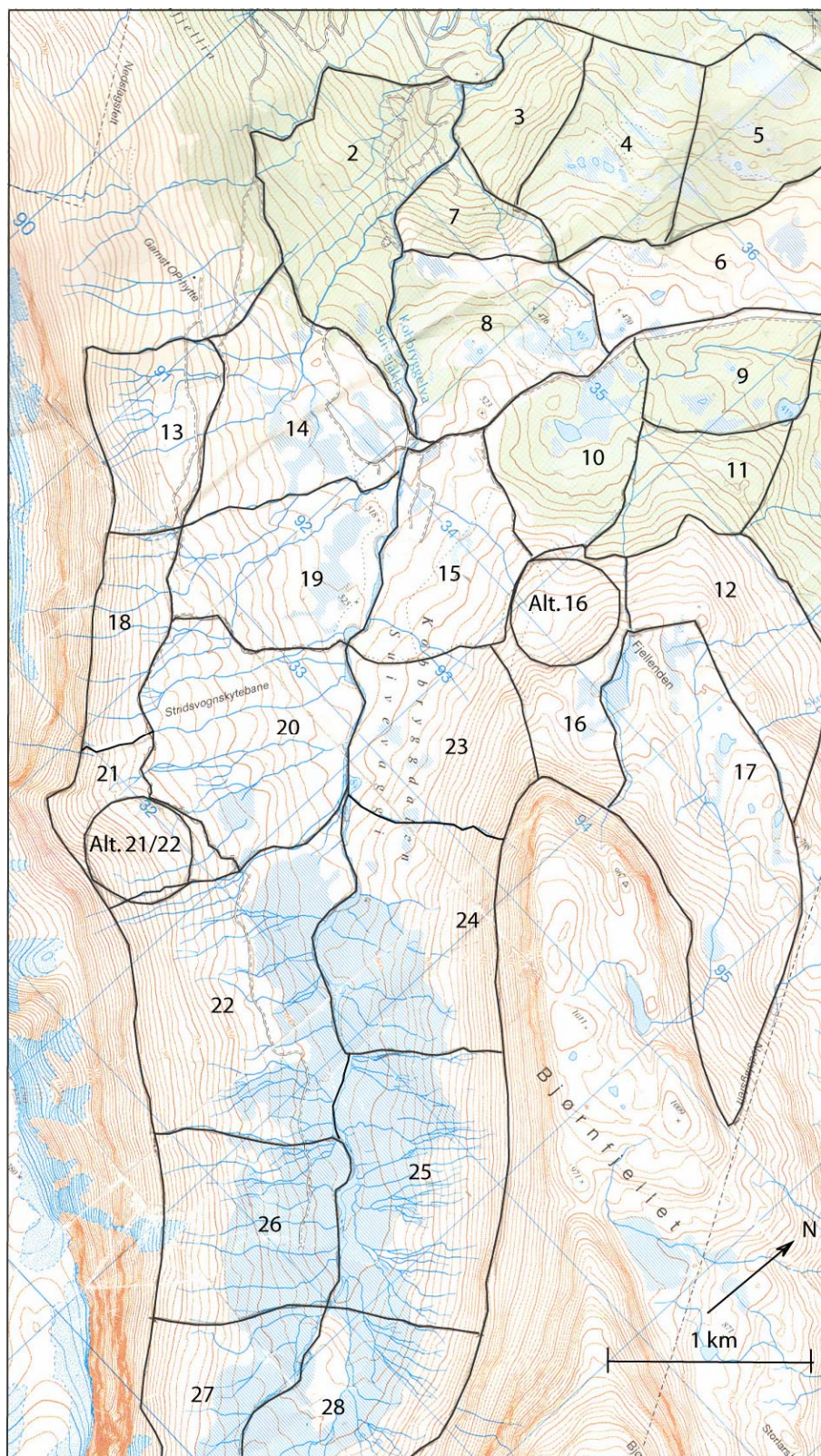
Det totale arealet på nedslagsfeltet er ca 15 km². Oversiktskart over området er vist i Figur 1, og en beskrivelse og vurdering av de enkelte delområdene er gitt i tabell 3.

Deler av de brukte områdene i Kobbryggdalen har ugunstige arealtyper med myr/våtmark, tjern/vannfylte krater og bekker samt kort avstand til selve Kobbryggelva. På bakgrunn av den omfattende bruken av WP-granater, befaringsene og kartbetraktninger anser vi sannsynligheten for at betydelige mengder hvitt fosfor-rester kan finnes i området som relativt stor. Sannsynligheten for å finne WP-rester er trolig størst i områdene 7/8 og 23, men ugunstige deler av andre områder kan også være aktuelle.

FFI fant hvitt fosfor i 6 av 9 jord/sedimentprøver i område 7/8 (0,011-2,4 mg/kg) og i 4 av 8 jord/sedimentprøver i område 23 (0,005-2000 mg/kg, Strømseng mfl. 2007). Konsentrasjonen kan betegnes som meget høy (>1000 mg/kg) i den ene prøven i område 23. Denne var fra et vannfylt krater i myr. Alle prøvelokalitetene for vann hadde konsentrasjoner under deteksjonsgrensa på 0,01 µg/l. Forsvaret vurderer å benytte områdene 16 og 21/22 i Kobbryggdalen til WP-granater i framtida (se kpt. 6).

Tabell 3. Beskrivelse av målområder i Kobbryggdalen etter befarings i september 2004, supplert med opplysninger fra vegetasjonskart over Bardu kommune (NIJOS 1991).

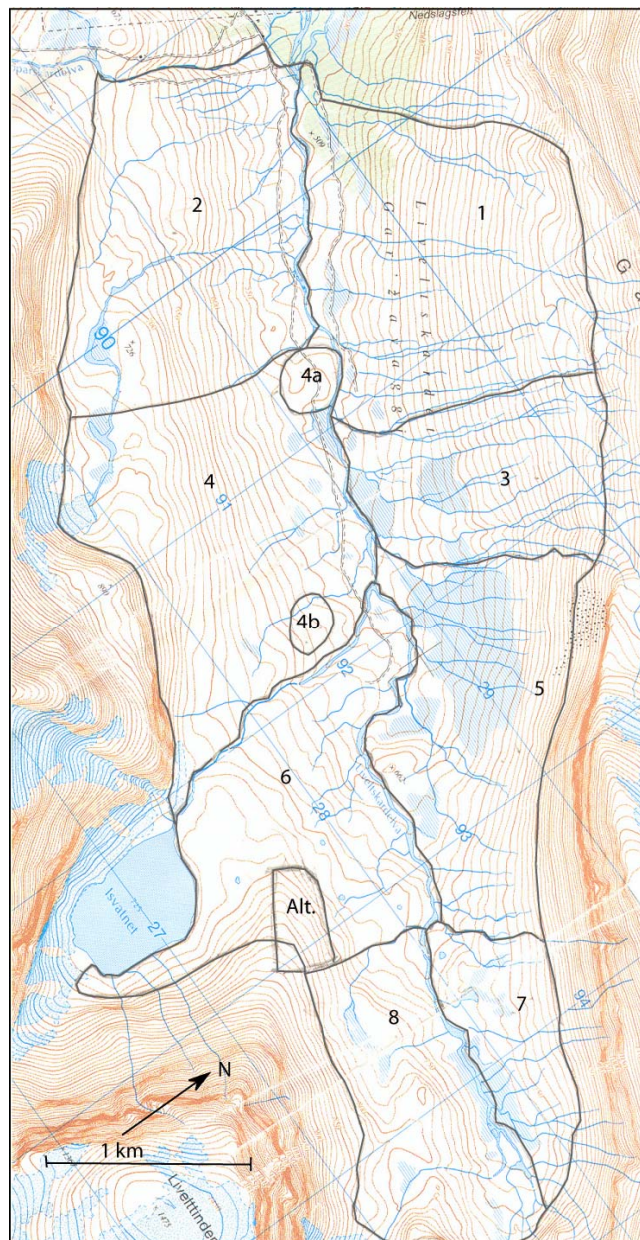
Målområde, bruk	Topografi, grunnforhold, avrenning	Vegetasjon	Vurdering
Område 7/8 Mye brukt, siden 1986-1987, hovedsakelig BK.	Rabber med skrint jorddekke og en del fjell i dagen. Myrbelte i bakkant. Avrenning til Kobbryggelva eller via bekk til Kobb-ryggelva.	Fjellbjørk, blåbær, krekling, dvergbjørk, røsslyng. En del fuktige partier med torvmose på platået.	Ugunstig område pga. myra i bakkant. I tillegg nær Kobbrygg-elva. En del vannfylte kraterer. Ant. det omr. innen Setermoen hvor sjansen for å finne WP-rester er størst.
Område 16 Skutt mye både BK og ART.	Tynt jorddekke. Som regel avblåst vinterstid. Mange krater i myrene ned mot elva.	Lyng, gress og krekling. Fjellbjørkeskog lenger nede. Også myrområder nedenfor kollen og ned mot elva.	Området er foreslått for evt. videre bruk (se vurdering i kapittel 6)
Område 21/22 Skutt mye med ART og BK. Skuddmengden trolig mindre enn i 7/8 og 16.	Helningen i området gjør at det ikke dannes direkte myrer: Likevel en del fuktige partier i form av mindre myrplataer	Øverst: Lågurteng og mellom-alpin heivegetasjon. Nedre deler: Rishei med vier og noe sigevanns-preget grasmyr. Kalkkrevende arter vanlig.	Området er foreslått for evt. videre bruk (se vurdering i kapittel 6)
Område 23 Skutt mye med både ART og BK, men trolig noe mindre enn i andre utpekte områder	Øvre del bratt, lite snø om vinteren. Avrenning til Kobbryggelva	Øverst: Høgstaudeeng med vier, reinrosehei. Nedre deler: Rishei med vier, lavhei og grasmyr med kalkkrevende arter.	Området betraktet fra avstand. Deler av området ugunstig pga. myr, kort avstand til Kobbryggelva.
Andre områder Det kan ha vært skutt lenger innover i dalen, men sannsynligvis betydelig mindre enn på de andre målene.	Variierende grunnforhold. Myr langs elva. Avr. til Kobbryggelva for de fleste. Noen med avr. mot Storbkn. eller Sæterbekn.	Variierende. Store myrområder i dalbunnen.	Mengden hvitt fosfor skutt mot disse områdene relativt små, men store ugunstige våtmarksarealer (myr).



Figur 1. Kobbryggdalen i Setermoen skytefelt. Delområder samt alternative forslag til områder for eventuell videre bruk av hvitt fosfor (Alt. 16 og Alt. 21/22) er markert.

Liveltskardet

Dette området er mest brukt til WP-granater av utenlandske styrker. Arealet på nedslagsfeltet er ca 13 km². En oversikt over området er vist i Figur 2. Hvor store mengder det er skutt her, er usikkert. Mye BK er skutt av briter og nederlendere, og amerikanerne skjøt spesielt mye WP ett år (155 mm M825, en sesong i perioden 1995-1997). Denne typen brukes ikke av nordmenn. Forsvaret vurderer å benytte øvre deler av område 6 i Liveltskardet til WP-granater i framtida (se kpt. 6).



Figur 2. Liveltskardet i Setermoen skytefelt. Delområder samt forslag til område for eventuell videre bruk av hvitt fosfor (Alt.) er markert.

Tabell 4. Beskrivelse av målområder i Liveltskardet etter befaring i september 2004, supplert med opplysninger fra vegetasjonskart over Bardu kommune (NIJOS 1991).

Målområde, bruk	Topografi, grunnforhold, avrenning	Vegetasjon	Vurdering
Område 4 a En del brukt som målområde for både BK og ART	Liten forhøyning, relativt tørr med en del silt og tykkere jordsmonn. En del stein. Avrenning til Liveltskardelva (svært nært), delvis via bekk.	Lyng- og grasvegetasjon.	Lite sannsynlig at det ligger mye WP i bakken, større sannsynlighet for at WP kan ha kommet ut i elva.
Område 4 b I utgangspunktet ikke nevnt som et av de mest brukte, men det kan likevel ha vært en del i bruk også til WP. Området er synlig fra OP-hytta (observasjons punkt).	Skråning. Flere myrer med synlige krater. En god del bekker som renner til Liveltskardelva.	Rishei og lavhei. Grasmyr med kalkkrevende arter.	WP kan ligge i myrene eller i bekkene.
Område 3 Brukt til WP, men ikke spesielt mye brukt	Skråning. Forblåst, antagelig relativt tørt. Omr. nedenfor fuktige (myrer og bekker). Avr. til Liveltskardelva.	Øverst: Ur og blokkmark Nedre deler: Høgstaudeeng med vier, rishei og lavhei. Nedenfor sigevannspreget myr med kalkkrevende arter.	Noe WP kan ligge i myrene og bekkene.
Område 5 Ett mye brukt mål ("trekantsteinen") kan også ha blitt noe brukt til WP. Et annet markert område er mye brukt til WP.	Det viktigste WP-målet i området er en liten haug med myr foran og bak, synlige krater. Ligger like ved Liveltskardelva og med bekk gj. målområdet.	Lavhei og rishei. Grasmyr foran og bak.	Ugunstig med tanke på fuktighetsforhold. Sannsynlig at det kan ligge WP-rester i myra. Ligger like ved elva (relativt stilleflytende parti), markert algevekst i elva.
Område 6 Området ved Isvatnet ikke synlig fra OP-hytta, men splinter tyder på at det likevel er brukt til WP.	Rygg/skråning. Deler av området tørre, andre fuktige. Øvre deler tørre og forblåste. Noe myr i nedre deler. Avr. til Liveltskardelva og utløpselva fra Isvatnet.	Mye stein, lav og mose i øvre deler. Rabbe- og snøleievegetasjon i veksling og sammen. Lågurteng og grasmyr i nedre partier.	Sannsynligvis lite WP i tørre områder. WP kan ha truffet Isvatnet eller smeltevann kan ha ført WP ned i vannet evt. i utløpsbekken. Hvis nedslag lenger ned, kan rester også ligge i myr eller småvann. Deler av området vurderes for framtidig bruk (kpt. 6).
Andre områder Flere krater i deler av skytefeltet kan skyldes WP-granater	Variierende topografi og grunnforhold. Avrenning til Liveltskardelva	Variierende. Noe myr særlig innerst i dalen og på sørsida.	Algevekst i en bekk i felt 2 kan skyldes WP.

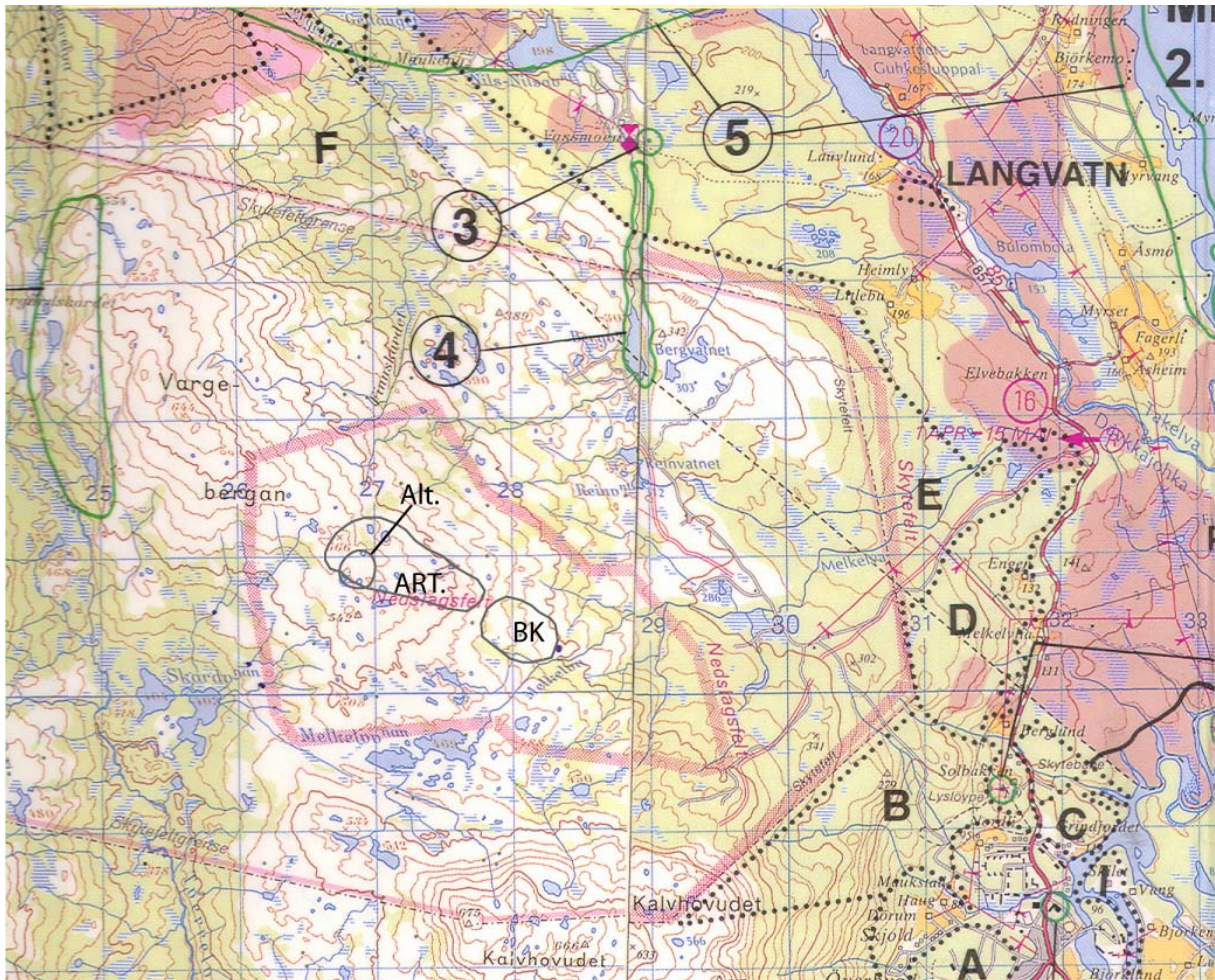
De delene av Liveltskardet som kan ha blitt influert av WP-rester, består av såvel relativt tørre, rabbepregete områder som fuktige partier dvs. myr og bekker. Videre er det kort avstand til Liveltskardelva og Isvatnet. Det er derfor rimelig å anta at hvitt fosfor kan ligge igjen spesielt i myrene i område 5, men også i ugunstige deler av områdene 3, 4b og 6. Hvitt fosfor-rester kan også ligge i Liveltskardelva og i Isvatnet.

Resultatene av analysene av jord- og sedimentprøver i 2005 viste konsentrasjoner over deteksjonsgrensa i 5 av 8 prøver med verdier i området 0,024-2300 mg/kg (Strømseng mfl. 2007). Prøven med den høyeste konsentrasjonen var fra et gammelt, krater med vann i torvmyr i område 5. Konsentrasjonen i denne ene prøven kan karakteriseres som meget høy, mens øvrige prøver hadde gjennomgående lave konsentrasjoner. Alle vannprøvene innsamlet i 2006 hadde konsentrasjoner under deteksjonsgrensa (0,01 µg/l).

4.2 Mauken

Beskrivelse av området

Nedslagsfeltet er på ca. 8-9 km² (Figur 3). Feltet har vært i bruk fra Skjold garnison ble opprettet tidlig på 50-tallet. Det er uvisst hvor lenge hvitt fosfor har vært i bruk i feltet, men antakelig så lenge WP-granater har vært godkjent og tilgjengelig. Det skytes med WP-granater i den sørlige delen av Vargebergan. Det er skutt på to områder (BK og ART). Disse er inngjerdet. Bortsett fra bomskudd er det ikke skutt utenfor disse. I dag benyttes området mot sørøst til BK. Området mot nordvest har tidligere blitt mest brukt til ART, men brukes i dag til TOW (Tube-launched, Optically-guided, Wire-guided missile). BK skytes hovedsakelig i BK-feltet, men begge typer granater finnes ved blindgjengerrydding igjen i begge feltene.



Figur 3. Sentrale deler av Mauken skytefelt. Nedslagsfelt for artilleri (ART) og bombekaster (BK) samt mulig område for eventuell videre bruk av hvitt fosfor (Alt.) er markert

Pga. skyting og blindgjengerfare da Forsvarsbygg besøkte området i september 2004, ble ikke selve målområdene befart (Rasmussen og Søyland 2005). Beskrivelsene av naturtyper og sannsynlighet for WP-forurensning bygger derfor på kartbetraktninger, rapport om biologisk mangfold (Forsvarsbygg 2002), NIVAs befaring i tilknytning til prøvetakingen i august 2005, opplysninger fra skytefeltforvaltningen, samt FFIs undersøkelser av hvitt fosfor i vann, jord og sediment (Strømseng mfl. 2007). Vegetasjonsskart over området finnes ikke.

Informasjon om bruken av hvitt fosfor i feltet

Før 1997 ble det skutt med både ART og BK i hele feltet. Etter 1997 ble BK hovedsakelig benyttet i det nåværende BK-feltet ("Puppen"). Artillerifeltet er ikke benyttet til WP-granater de siste tre årene siden det nå brukes til TOW. ART-granater er ikke benyttet siden 1996.

Det er skutt mye BK i feltet. Mengdene som er oppgitt i FO sin kartlegging (Tabell 2) ser ut til å stemme forholdsvis bra. I 2002 ble det blant annet skutt mye BK med WP i forbindelse med utfasing av en eldre type WP-granat. Tallet fra 1995 er noe usikkert da det virker noe høyt. Noe er kanskje brukt av andre avdelinger på andre områder. I 1998 var det åpning av et angrepsfelt, og det ble skutt en del i forbindelse med dette. Det er ammunisjonsplanen og forsynings situasjonen som stort sett har styrt hvor stort omfang av skyting har vært.

Det forekommer noen bomskudd. Eksempelvis ble det ved blindgjengerrydding funnet en BK-blindgjenger ved Melkelvatnan, som er ca. 1,5-2 km fra nedslagsfeltet. Siste BK med hvitt fosfor ble skutt på snø i 2003. Det meste av hvitt fosfor er skutt på snø da undervisningen foregår på høst-vinter-vår. Det blir flere blindgjengere når det skytes på snø. Det regnes med at ca 5 % av BK-granatene ender som blindgjengere. Det var ikke planer om å bruke WP-granater i feltet i 2004 eller 2005 pga. restriksjoner mht. skyting på snø.

Artillerifeltet

Dette er et i hovedsak skogbart, kollet høydedrag med en del mindre dalsøkk. Området består av en del bart fjell, men også morene av varierende tykkelse. I mer beskyttede partier fins en del bjørk og vier. Ellers domineres vegetasjonen av lyngarter (krekling, tyttebær), dvergbjørk og gras, starr og myrull på myrene. Det er flere småvann i området og en del mindre myrpartier særlig i tilknytning til tjerna. Høydedragene er relativt tørre, mens det er betydelig mer fuktig i dalsøkkene og i tilknytning til tjern og myrer. Sommeren 2001 ble det observert ni branner i feltet som trolig skyldtes bruk av hvitt fosfor. Dette var ifølge skytefeltadministrasjonen en ekstra tørr sommer, og brannene viser at hvitt fosfor lå i bakken. Feltet er ikke brukt de siste tre årene.

Avrenningen skjer antagelig til Reinvatnet (tidligere sprengningsfelt) og til bekken som renner ned til Bergvatnet, der partikler evt. kan sedimentere. Noe av avrenningen vil trolig også kunne skje til Melkelva. Elva som renner ut av Bergvatnet benyttes som drikkevann nede ved Vassmo. Målinger av tungmetaller har vist at det var noe høye konsentrasjoner inn i Bergvatnet, men konsentrasjonen på utløpsvannet var lave (Rasmussen og Søyland 2005). Dette tyder på at partikkelbundne metaller sedimenterer i innsjøen.

Bombekasterfeltet

Feltet er brukt til BK og M72. Det består av en del bart fjell, men også morene av varierende tykkelse samt torv i myrpartier. Området er mer fuktig og myrpreget enn ART-feltet. Ellers består vegetasjonen av lyngberg med særlig krekling, tyttebær og lavararter, mer gras og dvergbjørk på områder med større snødekke om vinteren samt en del vier og fjellbjørk i dalsøkkene og lavere deler av feltet. Avrenningen vil skje til Melkelva som renner ca. 100 m fra sentrum i nedslagsområdet. Det ble sist skutt med hvitt fosfor i 2003.

Sannsynlighet for WP-forurensning

Nedslagsfeltene for artilleri og bombekaster i Mauken omfatter delvis relativt tørre, rabbeprægete koller, men også dalsøkk og partier med mindre myrdrag og tjern. Til sammen 6-7 mindre tjern ligger innenfor de sentrale målområdene for ART og BK. I tillegg fins flere andre tjern innenfor det totale nedslagsfeltet, delvis relativt nær inntil de sentrale målområdene. BK-feltet er mer preget av fuktige områder enn ART-feltet. Melkelva med sidebekker renner også gjennom feltet, nær nedslagsområdet

for BK. Feltets beskaffenhet gjør at det er generelt dårlig egnet til bruk av hvitt fosfor. Det er rimelig å anta at det kan ligge igjen en del hvitt fosfor i vannfylte krater, myr og vannforekomster i Mauken.

Ved FFIs undersøkelse i 2005 ble det påvist hvitt fosfor i 4 av 11 jord/sedimentprøver (36 %). Konsentrasjonene varierte i området 0,08-5700 mg/kg, og den høyeste konsentrasjonen ble funnet i et nyere, vannfylt krater på myr nordøst for bombekasterfeltet. Denne ene verdien kan betegnes som meget høy, mens nest høyeste verdi var betydelig lavere (26 mg/kg). Ingen av vannprøvene innsamlet i 2006 hadde konsentrasjoner høyere enn deteksjonsgrensa på 0,01 µg/l (Strømseng mfl. 2007).

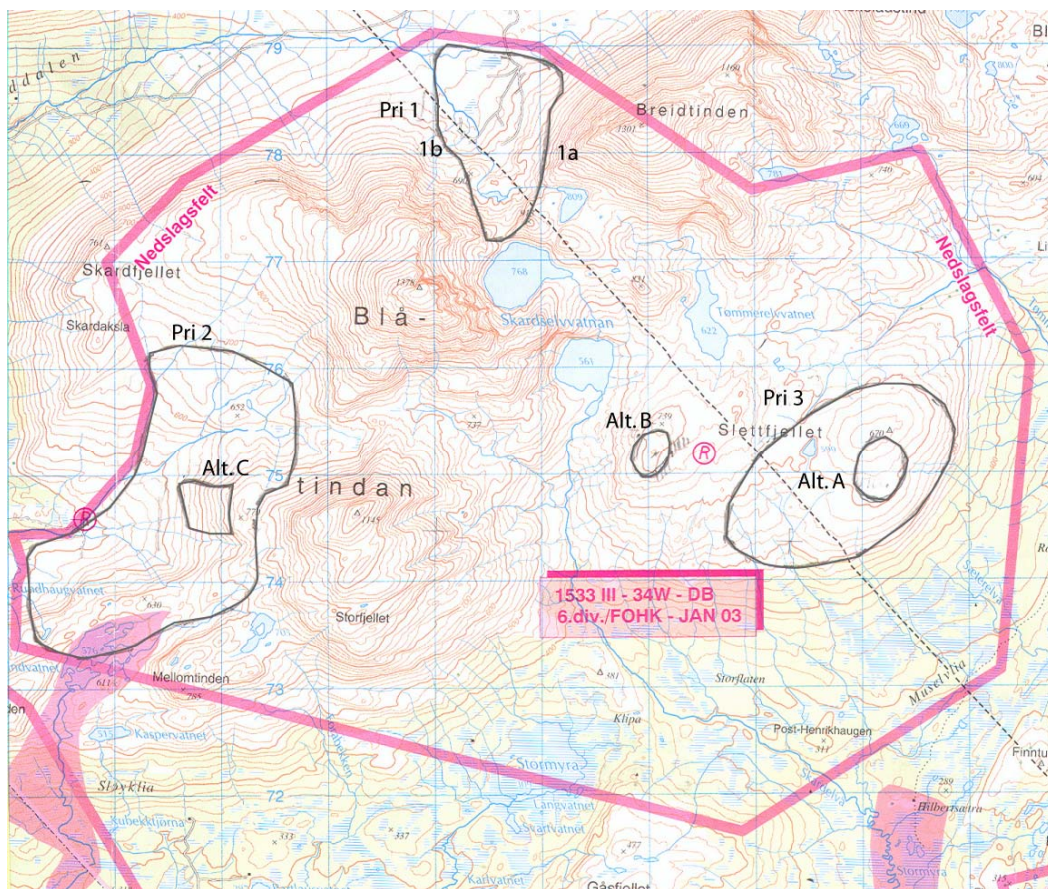
Videre bruk av WP-granater

Videre bruk av WP-granater er ikke planlagt i Mauken pga. de nye reglene. Men dagens BK-område er ikke aktuelt å bruke videre uansett, ettersom det er en relativt stor myrandel og kort avstand til Melkelva. I Mauken har det blitt skutt hvitt fosfor i perioder med snø, pga. at det er da undervisningen foregår. Skytefeltadministrasjonen har foreslått et alternativt målområde for hvitt fosfor i øvre del av artilleri-feltet i tilfelle det blir aktuelt å bruke WP-granater i framtida (se kpt. 6).

4.3 Blåtind

Beskrivelse av området

Oversiktskart over området er vist i Figur 4. Totalt areal av feltet er ca. 140 km², med et nedslagsfelt (blindgjengerfelt) på ca. 50 km². Blåtind er brukt siden 1950-tallet. Det er mulig hvitt fosfor har blitt brukt hele tiden, men det finnes det ingen informasjon om. Område 3 (Pri 3) er vanskelig å komme til og ble ikke befart i sesptember 2004, men i forbindelse med prøvetakingen i august 2005.



Figur 4. Sentrale deler av Blåtind skytefelt. Ulike delområder samt alternative områder for eventuell videre bruk av hvitt fosfor (Alt. A, B og C) er markert.

Målområdene har vært mot de tørre områdene i fjell, men det ligger noen vann nær nedslagsfeltene, og det er mange bekker som renner ved eller i nedslagsområdene. Berggrunnen ser ut til å ha en høy andel kalkholdige bergarter, og er mye oppsprukket (spesielt på Slettfjellet). Dette gjør at området er rikt på kildeframspring, dvs. mindre bekker som kommer rett ut av fjellet. Kildevannet har sannsynligvis nokså stabil temperatur og relativt høy konsentrasjon av bl.a. kalsium. Det gir gode vilkår for vekst av kildemoser som kan sees som irrgønne flekker i landskapet. Tilførsel av fosfor fra WP-skyting kan ha gitt ekstra næring til utvikling av disse mosesamfunnene. Det er fisk i innsjøene i området.

Informasjon om tidligere bruk av hvitt fosfor i feltet

Det er skutt flere steder i nedslagsfeltet, men tre områder ble pekt ut som mest brukt for WP-granater (Pri 1, 2 og 3). Samtlige områder er benyttet til både BK og ART, men i Pri 3 (Slettfjellet) er ART mest brukt. Pri 2 er det området som er mest brukt totalt sett, i alle fall i de senere årene. Det ligger noen vann i nedslagsfeltene, og det kan ikke utelukkes at WP-granater har truffet disse, selv om målene har vært de tørre områdene på fjell. Dette gjelder vannet som ligger i Pri 1, samt Tømmerelvatnet i Slettfjellet (Pri 3). Rundhaugvatnet ligger i området Pri 2, men her har det trolig ikke blitt skutt mye med hvitt fosfor (Stig Bye pers. oppl.).

Det er skutt mest WP på snø de senere årene, siden undervisningen foregår i perioder med snø. Tidligere var det også vanlig å skyte på sommeren. På bakgrunn av dette finnes det heller ikke så mange synlige krater i områdene. Kraterne som finnes, er sannsynligvis gamle. Det er skutt med WP-granater senest vinteren 2003/2004.

Område 1 (Pri 1)

Området består morene av varierende tjukkelse og tynt jordsmonn. Det er mange bekker i området, bl.a. passerer den sørøstre hovedgrenen til Skardelva gjennom området. Vegetasjonen består av både rabbesamfunn på værutsatte partier og snøleiesamfunn med dominans av gras, myrull og moser samt en del fuktig. I de nedre delene av området er det betydelige arealer med grasmyr. Det er mye helning i nedslagsfeltene, med enkelte flate partier. I de flate områdene fins en del pytter. Det var algevekst både i pytter og i en av de mer stilleflytende bekkene, noe som til dels kan skyldes ekstra næringssalttilførsler som følge av bruken av hvitt fosfor. Område 1 består av to hovednedslagsfelt for granater, Pri 1a og 1b. Det er skutt i begge disse områdene. Målet har vært å treffe de tørrere områdene i fjell, men det er mye bekker i området, og bomskudd kan ha truffet myrområdene. Avstanden til 2 tjern og øvre Skardelvatnet er kort. Terranget er imidlertid meget bratt i området, og det er usikkert om WP-granater kan ha havnet i noen av disse. Det var generelt lite av synlige krater etter granatnedslag i området.

Avrenningen fra målområdene går til bekker som drenerer de sørøstre, øvre delene av Skardelvas nedbørfelt. Mye av avrenningen går også til myrområder innen dette nedbørfeltet. Skardelva renner vestover, og er sideelv til Mårelva.

Område 2 (Pri 2)

Her var det uklart hvor det var skutt, og hvor det var skutt mest. Generelt sett er området tørrere enn Område 1. Sør i feltet er det derimot et fuktig parti (Område 2 sør), men dette skal ikke ha vært mye brukt til WP pga. at det er vanskelig å se fra OP-hytta (Stig Bye pers. oppl.). Område 2 ligger nær sørøstre hovedgren av Mårelva; dvs. på en strekning danner elva yttergrensen av nedslagsfeltet for granater.

Et av de aktuelle nedslagsområdene ligger på en kolle. Denne består av tørre morene/grus-områder øverst med mose, gras og lav. Lenger nede er sannsynligvis snødekket tjukkere om vinteren. Her er det mer myrlendt med torvmoser, gras, vier, krekling, og andre lyngarter. Det var synlige krater på

kollen. Avrenningen fra området skjer til Mårelva eller via myr og mindre bekker og videre til Mårelva. På topografisk kart i 1:50 000 er det avmerket et lite tjern i øvre del av nedslagsfeltet.

Område 2 sør består av rabber med gras, spredt fjellbjørk, lyng, samt noe myr. Den nedre delen av området består av myr og et vann (Rundhaugvatnet) som har en fiskebestand. Det er en del synlige krater i området. Ved eventuell bruk av hvitt fosfor i dette området kan noe ha havnet i vannet eller i bekkene, og det kan ligge rester i myra. Vannet, bekkene og myra har avrenning til Mårelva.

Område 3 (Pri 3)

Området ble befart i forbindelse med feltarbeidet i august 2005 (ikke befart av Forsvarsbygg i september 2004). Det består av et relativt oversiktig høydeparti som danner vannskillet mellom Tømmerelva og Skardelva. Tømmerelva renner nordover og østover til Sagelvatnet (avrenning via Sagelva til i Balsfjorden), mens Skardelva renner sørøstover og går sammen med Takelva (gren av Målselva). Løsmassene består av morene av varierende tykkelse, en del fjell i dagen, noe oppsprukket/forvitret fjell og blokkmark. Fastmark utgjør mesteparten av området, dvs. andelen myr og våtmark er meget beskjeden. Et karakteristisk trekk for området er de mange kildeframspringene som danner utgangspunktet for "overrislingsområder" med kildemoser, små bekker og en del fuktige partier i mindre dalsøkk. Et tjern (599 moh.) ligger relativt sentralt i målområdet.

Værutsatte koller har rabbepreget vegetasjon med krekling, rypebær, blokkebær, reinrose, moser og lav. I forsenkninger er det mer snøleiepreget vegetasjon med bl.a. dvergbjørk, blåbær og gras. Nærmest de tjukkeste snøleiene var det praktisk talt vegetasjonsfritt. Det lå fortsatt igjen noe snø den 23. august, men vinteren 2004/2005 var også spesielt snørik i dette området. I følge biologisk mangfold-kartleggingen er det et viktig våtmarksområde (Stormyra) sør for Område 3 (Forsvarsbygg 2002), og smeltevann kan eventuelt føre WP-partikler hit.

Det er hovedsakelig skutt i høyden i nedslagsområdet, der det sannsynligvis er relativt tørt. Men det finnes en del vannsig og bekker i området, og avstanden til det nevnte tjernet er ikke spesielt stor. Det er skutt mest med ART her, noe som øker sjansen for at det kan finnes rester av WP.

Sannsynlighet for WP-forurensning

Nedslagsfeltene for hvitt fosfor i Blåtind har mye relativt godt drenerte områder der grunnen består av fastmark, og hvor en kan forvente en rask omsetning av hvitt fosfor. Men det finnes også en del myr i eller like inntil nedslagsfeltene, spesielt i Område 1 og Område 2. Ellers er det mange mindre bekker og vannsig, noen større bekker samt 3-4 tjern og innsjøer som kan ha mottatt rester av hvitt fosfor.

Resultatene av FFIs undersøkelser viste at 9 av 14 jord/sedimentprøver (64 %) hadde konsentrasjoner over deteksjonsgrensa. Konsentrasjonene varierte i området 0,009-0,11 mg/kg og kan karakteriseres som lave. Høyeste konsentrasjon ble funnet i en myrpytt i Område 1. Ingen av vannprøvene hadde konsentrasjoner over deteksjonsgrensa på 0,01 µg/l. Totalt sett så områdene i Blåtind ut til å være lite forurenset og mindre forurenset enn de undersøkte områdene i Setermoen og Mauken.

Videre bruk

Skytefeltforvaltningen vurderer det som vanskelig å benytte WP-granater i fremtiden pga. restriksjonene om bruk på snø. I utgangspunktet er det ønskelig å benytte alle områdene, men problemet er at i de mest aktuelle periodene å bruke WP-granater, er det snø i feltet. 3 alternativer for mulige framtidige WP-mål er foreslått av skytefeltadministrasjonen (se vurdering i kpt. 6).

5. Miljørisikovurdering

5.1 Definisjoner og presisering av problemstillingen

I SFTs veiledning for risikovurdering av forurenset grunn heter det at "Risiko uttrykker sannsynligheten for at en mulig uønsket hendelse inntreffer og konsekvensen av at det skjer" (SFT 1999). Det skal gjennomføres en risikoanalyse basert på kunnskap om eksisterende forurensning og mulige framtidige aktiviteter i influensområdet. Videre består risikovurderingen i å sammenholde resultatene fra risikoanalysen med gitte akseptkriterier. En skal vurdere"sannsynligheten for at dyr, mennesker eller økosystem direkte eller etter spredning eksponeres for så høye konsentrasjoner av forurensning at dette kan medføre en uakseptabel risiko". I SFTs veiledning gis en oversikt over såkalte normverdier for følsom arealbruk for en rekke stoffer. Det er imidlertid ikke gitt slike verdier for elementært fosfor (hvitt fosfor). Når vi skal vurdere risikoen for skadelige miljøeffekter, må vi derfor støtte oss på det som finnes av relevante data i faglitteraturen. En oversikt over en del grenseverdier med referanser er gitt i Tabell 5 (se også kpt. 2).

Begrepet "uakseptabel risiko" knyttes opp mot identifiserte miljømål og hvorvidt en forurensning representerer fare for at gitte "akseptkriterier" overskrides eller ikke (SFT 1999). Her må vi da støtte oss på de føringer som er gitt av Fylkesmannen i Troms (se kpt. 1.2). Vi har ikke data som sier noe om antall av f.eks. hekkende andefugl eller vadefugl i de aktuelle nedslagsområdene for hvitt fosfor, men vi har oversikter over arter som er registrert innenfor skytefeltenes yttergrenser og i en del nærmere bestemte lokaliteter i skytefeltene (Forsvarsbygg 2002). Det blir svært vanskelig å si noe sikkert om hvor mange individer av fugl f.eks. som kan bli eksponert for hvitt fosfor og potensielt utsatt for skade. Som utgangspunkt mener vi at skader/dødsfall av beitedyr, fisk eller vilt på individnivå er uakseptabelt, spesielt mht. rødlistearter. I vurderingene gjør vi derfor følgende generelle forutsetninger:

- Hvis artene finnes i nærliggende områder i Troms og kan tenkes å ferdes i denne typen habitater, så antar vi at de kan være til stede i bl.a. målområdene for hvitt fosfor og dermed i teorien kunne bli eksponert for hvitt fosfor hvis de har et fødevalg og en adferd som tilsier det.
- Stor sannsynlighet for skader på eller dødsfall av beitedyr, fisk, fugl og vilt på individnivå anses som en ikke akseptabel risiko (gjelder spesielt rødlistearter). Vi er likevel oppmerksomme på at disponeringen av de aktuelle områdene til militære skytefelt (vedtatt av Stortinget) gjør at de må betraktes som noe annet enn "vanlige" naturområder; bl.a. er det rimelig å anta at enkeltindivider av f.eks. pattedyr og fugl som oppholder seg i nedslagsfeltene når skyting pågår, vil kunne bli påført skade og død som følge av selve skytingen.

Tabell 5. Aktuelle grenseverdier for hvitt fosfor. Der ikke annet er oppgitt, gjelder verdiene pr. kg kroppsvekt.

	Verdi	Referanse
Mennesker:		
Akutt dødelig dose (min.verdi)	1-1,4 mg/kg	EPAs nettside, M.E. Walsh pers. oppl.
Sterke toksiske effekter	0,2 mg/kg	Sitert i Søbye mfl. 2003
Kronisk oral referansedose (70 kg's person)	0,0014 mg/dag	M.E. Walsh pers. oppl.
Rotter og mus:		
Akutt oral dose, LD ₅₀	3-4 mg/kg	M.E. Walsh pers. oppl.
Minimal risk level	0,0004 mg/kg/dag	ATSDR 1997
Ender:		
Akutt dødelighet, LD ₅₀	4,05 mg/kg	Sparling mfl. 1997
Akutt dødelighet, LD ₅₀ , kubisk partikkel	1,3 mm	Roebuck mfl. 1998
Akutt dødelighet, LD ₅₀ , kuleformet partikkel	1,6 mm	Roebuck mfl. 1998
Akutt dødelighet for 1 kg's and	1,8 mg	Nam et al 1999
Fosterskade	0,5-2 mg/kg	Vann mfl. 2000
Eggleggingsfrekvens redusert	0,5 mg/kg	Vann mfl. 2000
Redusert fertilitet hos hanner	1,0 mg/kg	Vann mfl. 2000
Svaner:		
Akutt dødelighet, LD ₅₀	3,65 mg/kg	Sparling mfl. 1999
Fisk (torsk og laks):		
Dødelighet etter 48 t, LC ₅₀	14,4 µg/l	Sitert i Johnsen mfl. 2002
Ingen toksiske effekter	1 µg/l	Sitert i Johnsen mfl. 2002
Makrobunndyr:		
Akutt dødelighet, lavest LC ₅₀ , sedimentkons. ¹	256 µg/kg	Nam mfl. 1999
Lavest NOEL (nivå for ingen observerbar effekt), sedimentkonsentrasjon ¹	26 µg/kg	Nam mfl. 1999
Eagle River Flats, karakteristiske verdier:		
"Sikker fødehabitat", partikkelstørrelse	<1 mm (<1 mg)	Walsh mfl. 2000
"Høy konsentrasjon", sediment	>100 mg/kg	Walsh mfl. 1999
"Ingen partikulær forurensning", sedimentkons.	<0,1 mg/kg	Walsh mfl. 2000
"Meget lav" konsentrasjon i vann	<0,01 µg/l	Walsh mfl. 2000

¹ Gjelder fjærmygglarven *Chironomus riparia*

5.2 WP-forurensning i skytefeltene

Ut fra dataene over tidligere bruk av hvitt fosfor i de aktuelle naturtypene i skytefeltene er det rimelig å anta at rester av hvitt fosfor kan finnes i enkelte områder. Det er spesielt i våtmarker (inklusive myrer), sedimenter i bekker, innsjøer, tjern, vannpytter og vannfylte kratre. Det er først og fremst i slike omgivelser nedbrytningstiden kan bli meget lang, og større og mindre partikler av hvitt fosfor kan bli liggende i årevis, i en del tilfeller på nærmest ubestemt tid. Andelen åpent vannspeil og myr/våtmark innenfor nedslagsområdene er i denne sammenheng relevant. Vi har ikke foretatt noen eksakte beregninger, men ut fra kartbetragtninger gjort følgende grove anslag over andeler av de nevnte arealtypene innenfor nedslagsfeltene (Tabell 6):

Tabell 6. Anslag over prosentandel åpent vannspeil og myr/våtmark i neslagsfeltene.

	Kobbryggdalen	Liveltskardet	Mauken ¹	Blåtind ²
Åpent vannspeil, %	<2	<2	2	3
Myr/våtmark, %	25	10	5	2

¹ Sentrale deler, dvs. Vargebergan-området. Bl.a. Melkelvatnan og Skardvatnan er ikke medreknet.

² Samlet for områdene Pri 1, Pri 2 og Pri 3

I Tabell 7 gis et sammendrag av resultatene fra FFIs målinger i 2005 og 2006 (Strømseng mfl. 2007). Totalt ble det samlet inn og analysert 50 jord/sedimentprøver i 2005 og 26 vannprøver i 2006. Ved utvelgelsen av prøvelokaliteter ble det aktivt søkt etter å finne såkalte "hot spots", dvs. typer

lokaliteter der en regnet med at sjansen var størst for å påvise hvitt fosfor og eventuelt finne høye konsentrasjoner. Andelen av målingene som var høyere enn deteksjonsgrensa, andelen høyere enn 0,026 mg/kg (jf. lavest NOEC for fjærmygglarver) og andelen ”høye” verdier (>100 mg/kg, jf. Tabell 5) i jord/sediment er gitt. Andelen av vannprøvene med konsentrasjoner over deteksjonsgrensa og over miljørelaterede verdier er også gitt (jf. Tabell 5).

Tabell 7. Sammendrag av måleresultatene fra FFIs undersøkelser i skytefeltene i 2005 og 2006 (Strømseng mfl. 2007). Antall prøver, antall av målingene høyere enn deteksjonsgrensa og antall av målingene høyere enn miljørelaterede nivåer er gitt. Målingene er ikke representative for skytefeltene som helhet. Det ble søkt aktivt etter prøvelokaliteter der det kunne være mistanke om høye konsentrasjoner, som f.eks. krater fra ammunisjon med hvitt fosfor. Om ikke annet er oppgitt, er enheten mg/kg tørrvekt for jord/sediment og µg/l for vann. Det. gr. = deteksjonsgrensa.

Område	Kobbryggdalen		Livelt	Mauken	Blåtind		Alle
	7/8	23	5		1	3	
Jord							
Antall prøver	4	3	4	3	2	5	21
Høyeste kons.	0,11	0,008	0,08	0,08	<0,005	0,017	0,11
Ant. over det. gr.	3	1	2	1	0	2	9
Ant. over 100 ¹	0	0	0	0	0	0	0
Sediment							
Antall prøver	5	5	4	8	6	1	29
Maks kons.	2,4	2000	2300	5700	0,11	0,083	5700
Nest høyeste kons.	1,8	3,0	1,7	26	0,091	0,017	26
Ant. over det. gr.	3	3	3	3	6	1	19
Ant. over 0,026 ²	2	2	3	3	4	1	15
Ant. over 0,1 ³	2	0	1	1	1	0	5
Ant. over 100 ¹	0	1	1	1	0	0	3
Vann							
Antall prøver	6		4	6	4	6	26
Maks konsentrasjon	<0,01		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ant. over det. gr.	0		0	0	0	0	0
Ant. over 1 µg/l ⁴	0		0	0	0	0	0
Ant. over 14,4 µg/l ⁵	0		0	0	0	0	0

¹100 mg/kg er definert som høy konsentrasjon i sediment (jf. Walsh mfl. 1999). Antall gjelder alle lokaliteter.

²No effect concentration (NOEC) for fjærmygglarve – mest følsom organisme (U.S. Army Environmental Hygiene Agency, 1995).

³Antatt nedre grense for partikulær forurensning (jf. Walsh mfl. 2000). Antall gjelder større vannansamlinger (pytter og store vannfylte krater) samt tjern. Små krater ikke medreknet.

⁴NOEC for torsk og laks (sitert i Johnsen et al, 2002).

⁵LC50 - konsentrasjon hvor 50 % av individene (torsk og laks) døde etter 48 timers eksponering (sitert i Johnsen et al, 2002).

Resultatene viser at av alle jordprøvene hadde 9 av 21 (42 %) konsentrasjoner høyere enn deteksjonsgrensa, men at konsentrasjonene i jord generelt var lave. Av sedimentprøvene hadde 19 av 29 (66 %) konsentrasjoner høyere enn deteksjonsgrensa, og 52 % hadde konsentrasjoner høyere enn NOEC (”no effect concentration”) for fjærmygglarver. Det vil si at de var i et nivå som trolig kan karakteriseres som skadelig for deler av faunaen (for eksempel enkelte bunndyrarter). Det ble påvist 3 kratre med meget høye konsentrasjoner av hvitt fosfor i sediment (2000-5700 mg/kg), dvs. at disse prøvepunktene etter vår vurdering må karakteriseres som meget sterkt forurenset. Det var i Kobbryggdalen (bløt myr i område 23), Liveltskardet (bløt myr i område 5) og i Mauken (øst for BK-feltet) det ble funnet høye konsentrasjoner i sediment (vannfylte krater). I Blåtind ble det ikke funnet lokaliteter med høye konsentrasjoner i sediment.

Til sammenligning ble det målt konsentrasjoner på 5,5-2910 mg/kg i Placentia Bay (Long Harbour) på New Foundland. Dette var i nærheten av utslippet fra fabrikken som produserte elementært fosfor og før rensanlegget ble installert (ATSDR 1997). I Eagle River Flats ble konsentrasjoner høyere enn 100 mg/kg betegnet som høye konsentrasjoner, mens konsentrasjoner lavere enn 0,1 mg/kg ble betegnet som ingen partikulær forurensning (se Tabell 5). I en dam som ble karakterisert som sterkt forurenset, ble det målt konsentrasjoner på opp mot 10500 mg/kg (Walsh mfl. 2000).

Bortsett fra de nevnte høye konsentrasjonene i 3 relativt små, vannfylte krater, ble det funnet et mindre antall lokaliteter med lave til middels høye konsentrasjoner (<0,1-26 mg/kg). Når det gjelder næringssøk for vannfugl, må en anta at det først og fremst er noe større lokaliteter med vannspeil som har relevans, dvs. tjern og eventuelt store, vannfylte krater. For å få et begrep om forurensnings-situasjonen i forhold til vannfugl gjør vi følgende antagelse: De lokalitetene som kan utgjøre en risiko for vannfugl, antas å være vannansamlinger med en størrelse på minst ca. 2 m i diameter og hvor konsentrasjonen av hvitt fosfor er høyere enn 0,1 mg/kg (jf. Tabell 5, Walsh mfl. 2000). Av de undersøkte lokalitetene, var det 2 av 10 i Kobbryggdalen, 1 av 4 i Liveltskardet, 1 av 7 i Blåtind og 1 av 8 i Mauken som oppfylte kriteriene. Det vil si totalt 5 av 29 lokaliteter (17 %) som kan tenkes å utgjøre en risiko for vannfugl (se Tabell 7). Vi vil gjøre oppmerksom på at det i undersøkelsen er lett etter potensielt mest forurensede lokaliteter og at resultatene neppe er representativt for WP-forurensningen i målområdene i de enkelte skytefeltene.

Rester av hvitt fosfor vil ikke være fordelt jevnt utover i nedslagsområdet, men vil kunne finnes som "hot spots", først og fremst i tilknytning til kratre og fuktige områder. Variasjonene i konsentrasjoner i jord og sediment vil kunne være ekstremt store innenfor et relativt begrenset område (Walsh and Collins 1993, Walsh mfl. 1997, Søbye mfl. 2004a og b). Selv om det ved undersøkelsene i 2005 ble lagt opp til aktivt å finne og ta ut prøver fra "hot spots" (Strømseng mfl. 2007), vil det kunne finnes flere enkeltlokaliteter med rester av hvitt fosfor i jord og sediment, til dels i høye konsentrasjoner og primært i fuktige eller permanent vannfylte kratre. Asplan Viak påviste hvitt fosfor i 2 av i alt 31 jordprøver i skytefeltene i Mauken, Setermoen og Blåtind i 2006 (Nordal og Kraft 2007). De to funnene var fra kratere i målområder i de antatt mest påvirkete områdene i Kobbryggdalen og Liveltskardet. Konsentrasjonene kan imidlertid betegnes som lave til moderate (0,098 og 11 mg/kg).

Det ble ikke målt konsentrasjoner av WP over deteksjonsgrensa i noen av FFIs vannprøver fra feltene i 2006. Sweco Grøner påviste heller ikke hvitt fosfor i sine prøver i 2006 (Mørch mfl. 2007), mens det ved Asplan Viaks undersøkelser i 2006 ble påvist hvitt fosfor i én av i alt 30 vannprøver fra skytefeltene Blåtind, Mauken og Setermoen (Nordal og Kraft 2007). Denne ene prøven hadde en konsentrasjon på 0,037 µg/l, som er markert lavere enn det som f.eks. kan forventes å forårsake toksiske effekter på fisk (over 1 µg/l, jf. Tabell 5). Det er også lavere enn foreslått grenseverdi for drikkevann i Norge (0,1 µg/l, VMK 2006). Prøven ble tatt fra en bekk inne i et målområde i Kobbryggdalen hvor det oppstrøms er en dyp torvmyr som det hadde vært utført gravearbeider i like før (og under) prøvetakingen. Innsamlingen av prøver ble dessuten gjort i en periode med betydelig avrenning pga. nedbør som regn og smelting av nysnø. Resultatet viser imidlertid at hvitt fosfor kan transporteres i vann ved gitte situasjoner, i det minste over korte avstander.

Ettersom det tidligere har vært skutt på snø, må en regne med at noe hvitt fosfor kan ha fulgt med smeltevann og havnet i myr, bekkesystemer, innsjøer og tjern. Dette gjelder bl.a. fuktige områder og mindre tjern i Mauken, Tjern 599 ved Slettfjellet i Blåtind, myr og bekkesystemer i Kobbryggdalen og Liveltskardet samt muligens to tjern i Kobbryggdalen (område 8 og 10) og Isvatnet i Liveltskardet. I tillegg kan det ha forekommet feilskytinger hvor det har skjedd detonasjoner i eller nær slike områder.

På bakgrunn av egenskapene til hvitt fosfor og de refererte konsentrasjonene av WP i vann vurderes sannsynligheten for skadelige effekter på faunaen (i forbindelse med drikkevann) som meget liten.

5.3 Dyr og fugler i skytefeltene

Biologisk mangfold i skytefeltene er kartlagt av NINA (Forsvarsbygg 2002). I Tabell 8 har vi listet opp de mest aktuelle fugleartene knyttet til innsjøer, elver, myrer og fuktige områder. I tillegg vil det bl.a. kunne finnes en rekke ugler og rovfuglarter som perleugle, haukugle, hornugle, jordugle, spurvugle, hønsehauk, spurvehauk, dvergfalk, fjellvåk og kongeørn. Av disse er hønsehauk, fjellvåk og kongeørn rødlistede arter (jf. Gjershaug mfl. 2006). Flere av rovfuglene vil kunne predatere ender og vadefugl. Det gjelder f.eks. kongeørn, hønsehauk og muligens haukugle og hornugle. De andre vil først og fremst gå på smånagere og mindre fugl.

Setermoen

I følge skytefeltforvaltningen har det ikke vært rein eller andre beitedyr i de to aktuelle dalene på mange år (siste gang var muligens i 1989-90). Dalene er i utgangspunktet velegnet for rype og for spurvefugler generelt, og de mange myrpartiene og de fuktige områdene må forventes å benyttes av ulike arter av vadefugl og ender. Feltet benyttes til småviltjakt. I forbindelse med feltarbeidet i 2005 ble det observert bl.a. jerv og fjellvåk. Kobbryggelva har bestand av ørret hele vegen, og det er satt ut ørret i de to innerste vatna (700 og 715, Bjarne Nordberg, skytefeltadm. i Troms pers. oppl.). I to tjern med avrenning mot Barduelva, nord og nordvest for felt 16 er det bra bestander av røye, mens Tjern 457 sannsynligvis er fisketomt. Det går noe røye i Liveltskardelva, og røyebestanden i Isvatnet er tett (B. Nordberg pers. oppl.). Her har det vært drevet kultiveringsarbeid i den senere tid.

Ved kartleggingen av biologisk mangfold, utført av NINA (Forsvarsbygg 2002), ble det ikke funnet viktige naturtyper, viltområder eller rødlistede arter innenfor de to dalene som er benyttet som nedslagsområder for hvitt fosfor. I de lavereliggende delene av Setermoen skytefelt er det imidlertid flere områder som er klassifisert som viktige eller svært viktige viltområder på bakgrunn av et høyt antall arter og forekomst av rødlistede arter (bl.a. storlom, stjertand og sjøorre). Av rødlistede pattedyr er gaupe, jerv og oter observert i Setermoen.

Mauken

Feltet brukes som vinterbeite for reinsdyr. Gjerdet er dårlig vedlikeholdt, og rein går derfor inn i nedslagsområdene. Feltet benyttes til jakt, og det er fisk blant annet i Melkelvatnan (røye) og Skardvatnan (røye og ørret, J. Dahlkvist pers. oppl.). I de andre småtjerna i nedslagsfeltet er det sannsynligvis ikke fisk. Deler av blindgjengerfeltet benyttes av både ryper og vadefugl, samt av en del spurvefugler. Biologisk mangfold i Mauken-Blåtind er kartlagt av NINA (Forsvarsbygg 2002). Melkelvatnan er registrert som et B-område (viktig område for biologisk mangfold), og er blant annet hekke- og/eller næringslokalitet for den rødlistede fuglearten storlom. Flere andearter bruker innsjøene som myteområde.

Blåtind

Feltet brukes av reinsdyr (beite/trekk), og i Skarddalen beiter det også sau (nordre del av feltet, store arealer benyttes). I forbindelse med feltarbeidet i august 2005 så vi beitende storfe og sau i områdene ved Slettjellet. Det ble observert kongeørn i Område 1 både ved befaringen i september 2004 (Rasmussen og Søyland 2005) og i forbindelse med prøvetakingen i 2005. I følge Lars Dolmseth (pers. oppl.) er det fisk i Rundhaugvatnet (trolig røye), Skardselvatnan (røye), Sollitindvatnet (ørret og røye) og antagelig i Tømmerelvatnet. Det er sannsynligvis ikke fisk i Tjern 599, og fiskestatus er usikker for Tjern 809 og Tjern 705. Det fins ørret i Mårelva og et stykke opp i sidegreina Skardelva. Fiskestatus i Skardelva som renner sammen med Takelva, er usikker.

Blåtind skytefelt inneholder mange viktige naturtyper, en rekke rødlistede arter og flere svært viktige viltområder. Disse områdene ligger for størstedelen ikke innenfor selve nedslagsområdene for granater, men i randsonen utenfor. Det finnes mange andearter og viktige områder for vadefugler og våtmarksfugler generelt i Blåtind skytefelt. Av rødlistearter som er registrert innenfor skytefeltet, kan nevnes storlom, sangsvane, stjertand, sjøorre og bergand.

Tabell 8. Eksempler på fugler med tilknytning til vann som kan finnes i skytefeltene i Troms, måter de samler føde på og fødetype (Kilder: Forsvarsbygg 2002, Frislid og Semb-Johansson 1970 og 1972). **R** = Rødlisterarter (jf. Gjershaug mfl. 2006).

Art	Fødesøk	Fødetype
Lommer:		
Smålom	Dykker i tjern og små innsjøer omgitt av myrer	Småfisk, insekter og andre smådyr, litt plantekost
Storlom R	Dykker i større innsjøer	Mest småfisk, noe krepsdyr, insektlarver etc.
Lappedykkere:		
Horndykker R	Dykker i grunne innsjøer, elver og dammer	Småfisk, vanninsekter, krepsdyr
Hegre:		
Gråhegre	"Hogger" tak i byttet på grunt vann	Småfisk, mus, frosk, insekter og insektlarver
Andefugler:		
Stokkand	Stikker hodet og forkroppen ned i vannet, beiter på grunt vann	Gras, blader, frø, insekter, snegler, ormer
Krikkand	Stikker hodet og forkroppen ned i vannet, beiter på grunt vann	Gras og andre planter, insekter og smådyr
Brunnakke	Stikker hodet og forkroppen ned i vannet, beiter på grunt vann	Vesentlig gress og vannplanter
Stjertand R	Stikker hodet og forkroppen ned i vannet, beiter på grunt vann	Vesentlig vannplanter, en del smådyr
Bergand R	Dykker i innsjøer og større elver	Smådyr, særlig snegler og muslinger, lite plantekost
Toppand	Dykker, helst i grunne, vegetasjonsrike innsjøer	Muslinger, snegler, insekter, småfisk, vannplanter og frø
Kvinand	Dykker, i innsjøer og tjern i skogtrakter	Smådyr, snegler, krepsyr, plantekost
Havelle	Dykker, helst i innsjøer i bjørke- og vierbeltet	Krepsdyr, muslinger og vanninsekter
Sjørør R	Dykker, helst i innsjøer i skogtrakter	Bunndyr, særlig muslinger, snegler, insekter, mark og småfisk, litt plantekost
Svartand	Dykker, i innsjøer, elver og i saltvann	Bunndyr, mest muslinger, snegler, mark, insekter, en del plantedeler
Siland	Dykker i større innsjøer, elver og ved kysten	Mest småfisk
Laksand	Dykker i større innsjøer og elver	Mest småfisk
Kanadagås	Beiter på land og på grunt vann	Gras og annen plantekost, bl.a. alger
Sangsvane R	Beiter på relativt grunt vann i innsjøer	Vannplanter og små ferskvannsdyr
Vadefugler:		
Rødstilk	Beiter i myrer og på grunt vann i bekker, elver og innsjøer	Insekter, mark, snegler etc.
Grønnstilk	Beiter i myrer og på grunt vann i bekker, elver og innsjøer	Vanninsekter, mark, snegler etc.
Gluttsnipe	Beiter i myrer og på grunt vann i bekker, elver og innsjøer	Vanninsekter, snegler, rumpetroll etc.
Myrsnipe	Beiter i myrer og på grunt vann i bekker, elver og innsjøer	Alle slags smådyr
Skogsnipe	Beiter i myrer og på grunt vann i bekker, elver og innsjøer	Vanninsekter, snegler, andre smådyr, litt plantekost
Svømmesnipe	Beiter i pytter og dammer på myrer	Vanninsekter, særlig myggelarver, krepsdyr
Brushane	Beiter på våte grasmyrer nær vann og på grunna i innsjøer	Smådyr, frø etc.
Småspove	Beiter på tørre myrer og lyngheier, i bjørke og vierbeltet evt. i barskog	Insekter, meitemark, snegler, muslinger, krepsdyr, bær
Enkeltbekkasin	Beiter på fuktige myrer og enger med vierkratt nær vann	Insekter, meitemark, andre smådyr, frø
Heilo	Beiter på åpen mark med lyng, mose og vier i bjørke- og vierbeltet	Insekter, meitemark, snegler, krepsdyr etc., en del plantekost
Rugde	Beiter i bar- eller løvskog, helst med fuktig vegetasjonsrik skogbunn	Insekter, meitemark, små snegler, frø, plantedeler
Måker og terner:		
Fiskemåke	Finner mat bl.a. i/nær overflata av vann langs kysten og ved ferskvann	Småfisk, krepsdyr, insekter og andre landdyr, bær, korn og avfall
Makrellterne R	Finner mat i/nær overflata av vann langs kysten og ved ferskvann	Småfisk, krepsdyr, litt insekter
Rødnebbterne	Finner mat i/nær overflata av vann langs kysten og ved ferskvann	Småfisk, krepsdyr, litt insekter

5.4 Biotilgjengelighet

Pattedyr vil kunne få i seg hvitt fosfor hvis de roter opp forurensede sedimenter når de skal drikke. De vil også kunne få i seg noe forurenset jord ved beiting. FFI har i sin rapport foretatt beregninger med risikoverktøy basert på såkalt Bayesiansk nettverk og kom fram til følgende resultater for beitedyr: ”Dersom dyrene oppholder seg i målområdet til Blåtind, Setermoen og Mauken skyte- og øvingsfelt over tid, er det en viss sannsynlighet på henholdsvis 0,7 %, 5 %, og 4 % for at akutte og kroniske effekter skal kunne oppstå som følge av gjentatt eksponering” (Strømseng mfl. 2007). De konkluderer derfor med at en ikke kan utelukke at beitedyr (f.eks. sau, kyr, rein, elg og rådyr) som oppholder seg i områdene i lengre tid vil kunne bli eksponert for hvitt fosfor i et omfang som kan gi en eller annen form for skade. Dette gjelder særlig målområdene i Setermoen og Mauken. Setermoen skyte- og øvingsfelt benyttes imidlertid ikke til beite for husdyr eller tamrein.

Andefugl og vadefugl vil kunne få i seg WP-partikler når de leter i mudderet i innsjøer, tjern og pytter etter smådyr, frø og plantedeler, dersom det finnes hvitt fosfor der de søker føde. I våtmarksområdet Eagle River Flats i Alaska var det først og fremst gressender (stokkand, krikand, brunnakke og stjertand), måker og svaner som ble rammet (Walsh mfl. 1999), men også flere arter av vadefugl døde som følge av WP-forgiftning (Nam mfl. 1999). Eagle River Flats er et våtmarksområde med mye dammer og store arealer som settes under vann ved flo sjø og som bl.a. besøkes av store mengder fugl i forbindelse med trekket vår og høst. Forholdene er derfor betydelig annerledes enn i skytefeltene i Troms. Tabell 8 gir en oversikt over hvilke fuglearter med tilknytning til vann som kan tenkes å ferdes i skytefeltene i Troms. For mange av disse artene vil randsonene av skytefeltene trolig være vel så viktige som selve nedslagsområdene, men flere av dem vil også kunne oppholde seg i kortere eller lengre tid i områder hvor det finnes lokaliteter som er forurenset av hvitt fosfor. Vi har imidlertid ikke grunnlag for å si noe mer eksakt om antall individer, oppholdstid ved forurenset lokalitet etc.

Ender søker etter føde både i okygenerte og i anoksiske deler av innsjøer, tjern og pytter (M.R. Walsh, CRREL, pers. oppl.). Vannet der fuglene får i seg hvitt fosfor i Eagle River Flats, er i utgangspunktet oksygen-holdig, men blir anoksiske over tid. Sedimentene er sannsynligvis mer anoksiske pga. saktere diffusjon av oksygen fra vannet og atmosfæren. Det betyr at også myrpytter og vannfylte krater hvor det kan være oksygenfritt i bunnen, er aktuelle å søke føde i for slike fugler i skytefeltene i Troms. Det er først og fremst partikler av hvitt fosfor på eller nær sedimentoverflata som eventuelt vil kunne være tilgjengelig.

I myrpytter og myrtjern vil følgende fauna være vanlig (G. Kjellberg, tidligere NIVA, pers. oppl.): Døgnfluen *Leptophlebia vespertina*, gråsugge (*Asellus*), vårfluer, mudderfluen *Sialis lutaria*, øyenstikkere, fjærmygg, fåbørstemark, svevemygg, ertemusling (*Pisidium*) og snegl. I tillegg vil det være en del dyreplankton (krepser og hjuldyr). Der det er dårlig med oksygen, vil faunaen være dominert av visse arter fjærmygg og fåbørstemark og spesielt svevemygg (*Chaoborus*). I pytter og grunne vannforekomster som bunnfryser om vinteren, er faunaen mye fattigere, men i sommerhalvåret vil det kunne finnes stikkemygg og enkelte dyreplanktonarter. Bunnlevende organismer som lever av organisk materiale i sediment eller griper små partikler, er de som først og fremst vil kunne være utsatt for effekter av hvitt fosfor. Dyreplankton som størstedelen av sitt livsløp lever i de frie vannmasser, vil generelt være mindre utsatt. Fisk vil kunne få i seg WP-partikler i forbindelse med fødesøk dersom slike partikler finnes på eller nær sedimentoverflaten. Inntak av selv små partikler kan få fatale følger for de individene det gjelder.

Så vidt vi kjenner til, finnes det ikke dokumenterte skader på dyre- eller fugleliv i skytefeltene i Troms som skyldes hvitt fosfor. Dette er inntrykket vi får etter direkte spørsmål til sentrale personer i miljøvernforvaltningen i Troms (Børge Holte), skytefeltforvaltningen (Lars Dolmseth og Joar Dahlkvist) samt miljøvernoffiser Ove Andreassen ved Setermoen. Enkelte døde sau har blitt funnet i Blåtind uten at sikker dødsårsak har blitt konstatert (Lars Dolmseth pers. oppl.). Årakene kan være

flere, som melkefeber, rovdyr eller fallulykker. Ettersom en del av områdene benyttes til jakt og fiske, ville det trolig ha blitt reagert på unormale mengder av f.eks. døde pattedyr, fisk eller fugl.

Fra skytefelt i Finnmark hvor det har blitt brukt hvitt fosfor, som Høybuktnoen og Porsangmoen/Halkavarre, er det heller ingen kjente tilfeller av hvitt fosfor-skader på beitedyr eller fugl (Karstein Harr og Kjetil Hanssen pers. oppl.). Ved Porsangmoen/Halkavarre er det registrert uro omkring hvorvidt fiskebestanden i deler av elva Gaggajokka kan ha blitt skadet som følge av forurensning (hvitt fosfor og/eller tungmetaller) fra skytefeltet (Kjetil Hanssen pers. oppl.). Ved el-fiske av en 300 m lang strekning nedenfor skytefeltet ble det ikke påvist fisk, men årsakssammenhengen er etter det vi vet ikke klarlagt.

5.5 Konklusjon - behov for tiltak

Beskrivelsene av naturtyper, tidligere bruk av hvitt fosfor og resultatene fra kartleggingene i 2005 og 2006 har avdekket at det kan finnes enkelte lokaliteter i deler av skytefeltene i Troms som er betydelig forurenset av hvitt fosfor. Vi kjenner ikke til dokumenterte skader av hvitt fosfor på fugl, fisk eller pattedyr inklusive beitedyr i disse skytefeltene. Dette betyr likevel ikke at slike skader kan utelukkes, men eventuelle skader og dødsfall har trolig vært av begrenset omfang, dvs. på individnivå. På bakgrunn av målingene i 2005 og 2006 samt beregninger med risikoverktøy fant også FFI at sannsynligheten for akutte og kroniske effekter på beitedyr som oppholder seg i målområdene over lengre tid, er liten (0,7-5 %, Strømseng mfl. 2007). Premissene for beregningene var imidlertid konservative og usikre. De konkluderte derfor med at en ikke kan utelukke at forgiftninger av beitedyr eller lokal fauna har forekommet, men at eventuelle skader har vært på individnivå. Vi anser at det er en viss risiko for at enkeltindivider av fisk, pattedyr og fugl kan rammes av WP-forurensning i skytefeltene i Troms, men at risikoen for bestander generelt er meget liten.

De nye sikkerhetsbestemmelsene for Hæren tillater bl.a. ikke at det skytes fosfor-granater på snødekt mark, i våtmarker, bekker og tjern. Dette er et viktig tiltak for å unngå at feltene forurennes ytterligere. Eventuelle tiltak for å rense opp i forurensete lokaliteter, vil måtte gjøres etter nøye vurdering av fordeler og ulemper. Dersom det er mulig å gjennomføre på en forsvarlig måte, bør det muligens vurderes om enkelte sterkt forurensete lokaliteter skal renses. I så fall må det gjøres en mer detaljert kartlegging av forurensningsnivået i det aktuelle området på forhånd og i etterkant av tiltaket. Opprensingstiltak forutsetter imidlertid at det ikke skytes i området mens tiltakene pågår (i sommerhalvåret). På bakgrunn av erfaringene i Eagle River Flats vil aktiv opptørking av jord/sediment ved lokal senking av grunnvannstand sannsynligvis være den best egnede måten for større forurensete arealer, mens gjenfylling muligens kan være aktuelt i små "hot spots" (jfr. Walsh mfl. 1999 og 2000). Hvis oppgraving av forurenset jord/sediment vurderes gjennomført, må tiltaket gjøres med stor forsiktighet bl.a. fordi en ved denne metoden kan risikere at hvitt fosfor mobiliseres, blir mer biotilgjengelig og til en viss grad transporters ut med vann. Sikkerhetsmessige forhold mht. eventuelle blindgjengere må naturligvis tas hensyn til i forbindelse alle tiltak.

6. Vurdering av områder for eventuell videre bruk

6.1 Metoder

De foreslåtte målområdene for mulig videre bruk av hvitt fosfor ble befart i august 2005. Plasseringen er vist på kart (Fig. 1-4). Fotoene i Fig. 5-11 illustrerer karakteristiske trekk ved målområdene og de nærliggende arealene. Det ble gjort en skjønnsmessig vurdering av naturtypenes egnethet som nedslagsområder ut fra topografi, grunnforhold, vegetasjon, forekomst av pytter, bekker, tjern, myr osv. Egenskaper ved de omkringliggende områdene ble også vurdert på tilsvarende måte med tanke på mulige feilskytinger (bom på mål). Beskrivelser av områdene og resultatene av vurderingene er gitt i feltskjemaer i vedlegget, i Tab. 8 samt i tekstene til bildene. Hvert vurderingskriterium ble gitt en verdi (score) varierende fra 1-6 der 6 er best egnet. Det er beregnet middelscore for selve målområdet og for omkringliggende områder hver for seg. Til slutt er det beregnet en total-score for hvert målområde, som et uttrykk for en totalvurdering av egnethet. Det er brukt 7 kriterier for vurdering av selve målområdet og 3 kriterier for vurdering av omgivelsene. Derfor er disse vektet med henholdsvis 7/10 og 3/10 når totalscore er beregnet.

6.2 Vurdering

Resultatene av vurderingene er gitt i vedlegget (score og egnethet) og sammenstilt i Tabell 9.

Tabell 9. Vurdering av mulige nye målområder for eventuell videre bruk av hvitt fosfor. Selve målområdet og de nærmeste omgivelser er gitt en verdi (score: 1,0-2,9 = dårlig egnet, 3,0-4,9 = mindre egnet og 5,0-6,0 = egnet). Ved beregning av totalscore og vurdering av egnethet er selve målområdet vektet med 70 % og omgivelsene med 30 % (se tekst).

Område	Selve målomr.	Omgivelser	Totalscore	Egnethet
Setermoen: Kobbryggdalen, målområde 16	4,6	2,3	3,9	Mindre egnet
Setermoen: Kobbryggdalen, målområde 21/22	4,3	3,3	4,0	Mindre egnet
Setermoen: Liveltskardet, målområde 6	4,7	2,0	3,9	Mindre egnet
Mauken: Høydeparti 566	2,6	2,0	2,4	Dårlig egnet
Blåtind: Alt. A, Slettfjellet Triggpunkt 670	5,1	2,7	4,4	Mindre egnet
Blåtind: Alt. B, Slettfjellet sør for 739	5,1	2,7	4,4	Mindre egnet
Blåtind: Alt. C, Blåtindan vest for 770	5,0	3,3	4,5	Mindre egnet

Ingen av de foreslåtte områdene blir vurdert som egnet, 6 av 7 får karakteristikken mindre egnet, mens området i Mauken blir betegnet som dårlig egnet. De 3 områdene i Blåtind kom noe bedre ut enn områdene i Kobbryggdalen og i Liveltskardet. Vi mener det er grunn til å stille strenge krav til områder som eventuelt skal brukes til hvitt fosfor i framtida, selv med de nye retningslinjene som er innført i den senere tid (se kpt. 2.3). Dette kan begrunnes ut fra følgende:

- Hvitt fosfor er meget toksisk og persistent i fuktig miljø.
- Disse skytefeltene har allerede områder som er forurenset av hvitt fosfor.
- Selv om noen av målområdene isolert sett kan virke egnet, vil mulig feilskyting kunne føre til at hvitt fosfor havner i ugunstige omgivelser.

Vi har ikke hatt tilgang til noen statistikk over feilskytinger, dvs. hvor ofte det bommes på mål, og hvor grove slike bom kan være. Men erfaringsmessig vet vi at større eller mindre bom vil kunne forekomme fra tid til annen. Ole Olstad (TG/Setermoen) anslår at så og si alle nedslag fra artilleri bør havne innenfor et område på ca. 500 m x 500 m. BK-mål er såkalte områdemål, dvs. at det tas ut nærmere bestemte mål innenfor ei rute på 500 m x 500 m (J. Dahlkvist pers. oppl.). I FFI's vurdering av målområder for artilleri i Regionfelt Østlandet defineres et målområde som en sirkel med diameter

500 m, og bom som detonasjon av granater utenfor målområdet, dvs. mer enn 250 m fra målområdets sentrum (Søbye mfl. 2004a). Det opereres med et risikoområde for nedfall av partikler ved detonasjon i målområdets ytterkant, i en avstand av 450 m fra målområdets sentrum. Videre nevnes detonasjon 500 m fra målområdets sentrum som et realistisk eksempel på bom. Vi vil anta at grovere bom enn det som er antydnet her, også vil kunne forekomme enkelte ganger. Topografien i målområdet og terrenget rundt i forhold til skyteretningen har stor betydning. I Mauken har det blitt funnet blindgjenger ved Melkelvvatnan som er minst ca. 1 km fra målområdet (Rasmussen og Søyland 2005).

For å få en bredere vurdering, har vi konsultert Michael R. Walsh, en av ekspertene ved U.S. Army Corps of Engineers som har jobbet i mange år med opprensningene i Eagle River Flats. Han gir følgende kommentar til to fotos fra målområder for hvitt fosfor i henholdsvis Mauken og Blåtind (Fig. 8 øverst og forsidefoto): "The images you sent look like beautiful areas, but not for WP." Bildet fra Mauken er fra det foreslåtte målområdet for eventuell videre bruk, mens bildet fra Blåtind er fra sentral del av nedslagsfeltet (Slettfjellet). Han mener altså at denne typen områder er lite gunstige med tanke på å få omsatt rester av hvitt fosfor etter detonasjoner.

6.3 Konklusjon

Noen av de foreslåtte områdene ser ut til å være egnet. Vi mener imidlertid det er en betydelig risiko for at rester av hvitt fosfor vil kunne havne i ugunstige områder som bekker, tjern, myr etc. ved alle de foreslåtte alternativene. Vi vil derfor anbefale at hvitt fosfor ikke brukes ved noen av de foreslåtte målområdene. De tre alternativene i Blåtind er sannsynligvis minst dårlig egnet, mens alternativet i Mauken vurderes som dårligst egnet.

Kobbryggdalen – målområde 16



Figur 5. Det foreslåtte målet i område 16 i Kobbryggdalen består av et relativt oversiktlig, bratt høydeparti med morene (fastmark) og varierende humuslag. I framkant er det fuktigere partier. Øverst er det rabbevegetasjon med krekling, blokkebær og reinrose. Vegetasjonen nedover i sidene er lyng/grashei med bl.a. gullris og ljåblom. Videre nedover er det mer snøleiepreget samfunn med musøre og vier, samt partier med sparsom vegetasjon (foto nederst til venstre). Plantesamfunnene indikerer relativt kalkrik grunn. Foto nederst til høyre viser myr og bekk i bakkant av målområdet.

Kobbryggdalen – målområde 21/22



Figur 6. Målområde 21/22 i Kobbryggdalen består av en oversiktlig, bratt lisiide med morene og en hel del stein og blokk i dagen, antagelig i hovedsak tynt humusdekke, noe fuktigere mark langs bekken i øst (foto nederst til høyre). Vegetasjonen domineres av reinrose, krekling og blokkebær på rabbene; gras (smyle), rosenrot, svartopp, marikåpe og vier nedover lia. Artssammensetningen indikerer kalkrik grunn. Fuktighetskrevende vegetasjon fins langs bekken i øst. Det er et betydelig myrparti i framkant av målområdet samt bekker delvis innafor målområdet i nord og øst.

Liveltskardet – målområde 6



Figur 7. Målområde 6 i Liveltskardet består av et noe kupert, men oversiktlig høydeparti med morene og blokkmark, trolig godt drenert og med tynt humuslag. Vegetasjonen er rabbepreget øverst med krekling, reinrose, rypebær, blokkebær og dvergbjørk. Nedover i lisdalen er det mer gras, svarttopp, gullris, blåbær og vier. Plantefunnene indikerer relativt kalkrik grunn. Ca. 250 m øst for målområdet ligger ei myr med bekk ned mot Liveltskardelva. Øverste bilde er tatt fra målområdet mot nordvest nedover Liveltskardet med Liveltskardelva sentralt i bildet. Foto nederst til venstre viser deler av målområdet i front og Isvatnet ca. 400 m bak målområdet.

Mauken



Figur 8. Målområdet i Mauken som er foreslått for eventuell videre bruk av hvitt fosfor, er et kollet høydedrag med noen mindre dalsøkk. Grunnen er morene av varierende tjukkelse, en del fjell i dagen og noe sumpmark (torv). Flere mindre tjern finnes innenfor eller like inntil målområdet. Vegetasjonen i de høyere partiene er dominert av dvergbjørk, krekling, rypebær, tyttebær, gras, mose og lav; noe molte i fuktige partier samt mindre områder med fjellbjørk og vier. Rundt tjerna er det sump/myrvegetasjon med bl.a. sennegras, myrull og torvmoser.

Blåtind – alternativ A, Slettfjellet ved trigpunkt 670



Figur 9. Målområdet i Blåtind ved trigpunkt 670 på Slettfjellet består av et oversiktlig høydedrag med morene (fastmark) og humuslag av varierende tjukkelse. Grunnen er antagelig i hovedsak leddrenert, men det fins også noen mindre områder med fuktigere mark. På rabbene øverst er vegetasjonen dominert av krekling, reinrose, rypebær og blokkebær. Nedover langs sidene er det større innslag av gras og blåbær, og i øst snøleie med sparsom vegetasjon (ingen snø den 23.8.05). Plantesamfunnene tyder på en del kalk i grunnen. I utkanten av målområdet, i vest og øst, fins flere mindre bekker samt et tjern på ca. 150 x 100 m (foto nederst til høyre). Øverste bilde viser fremre (søndre) del av målområdet og Takvatnet i bakgrunnen.

Blåtind – alternativ B, Slettfjellet sør for høyde 739

Figur 10. Det foreslåtte området er en relativt bratt, avrundet rygg bestående av fastmark, overveiende tynt morenedekke, en del oppsprukket/forvitret fjell og stein i dagen. Øverst er det rabbevegetasjon med krekling, reinrose, gras og rypebær samt mose og lav. Lengre ned og i forsenkninger er vegetasjonen preget av dvergbjørk og museøre. I øst fins snøleier med sparsom vegetasjon og bl.a. fjellsyre. Det er lite våte/fuktige partier i selve målområdet, men relativt kort avstand (ca. 700 m) til nedre Skardselvatnet og utløpselva samt et snøleie like inntil målområdet.

Blåtind – alternativ C, Blåtindan, vest for høyde 770



Figur 11. Det foreslåtte målområdet er en oversiktig skråning opp mot en rygg vest for søndre Blåtind. Grunnen består av morene (fastmark) av varierende tjukkelse med overveiende tynt humuslag. Vegetasjonen kan betegnes som grashei med bl.a. smyle og fjellmarikåpe i områder med tjukkere snødekke om vinteren. Museøre er vanlig. I nedre del av området domineres vegetasjonen av vier. Det er ikke myr innenfor eller nær inntil området, men et fuktigere parti i framkant. En mindre bekk fins så vidt innenfor området. I tillegg fins flere bekker i relativt kort avstand nord, vest og sør for området.

7. Litteratur

ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1997. Toxicological profile for white phosphorus. U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. 212 pp. + Appendix.

Collins, C.M., and Walsh, M.E. 1995. The effects of environmental conditions on the persistence of White Phosphorous particles in Eagle River Flats, Alaska. Proceedings, The 1995 annual Conference of American water Resources Association, April 6-7, 1995, Janeau.

Davidson, K.A., Hovatter, P.S., and Sigmond, C.F. 1987. Water quality criteria for white phosphorus. NTIS, Springfield publishers. Ad-A186 613/6/Gar, VA, USA.

EPAs nettside, U.S. Environmental Protection Agency. <http://www.epa.gov>

Forsvarets forskningsinstitutt, FFI, 2005. Prøvetakingsprogram for undersøkelser av konsekvenser av Forsvarets bruk av hvitt fosfor i Troms. Datert 13.1.2005. 6 s.

Forsvarets overkommando 2003. Hvitt fosfor – kartlegging av Forsvarets bruk. Redegjørelse til SFT etter pålegg datert 19.6.2003 om kartlegging av hvitt fosfor i ammunisjon i skytefelt i Norge.

Forsvarsbygg 2002. Biologisk mangfold, Mauken og Blåtind skyte- og øvingsfelt. Målselv og Balsfjord kommuner, Troms. BM-rapport nr. 21.

Forsvarsbygg 2004. Prosjektbeskrivelse. Kartlegging av hvitt fosfor i skytefelt, Troms fylke. Datert 24.11.2004. 4 s.

Forsvarsbygg 2005. Informasjonsnotat angående hvitt fosfor prosjektet i Troms. Juni 2005. 1 s.

Frislid, R. og Semb-Johansson, A. (red.) 1970. Norges Dyr, 2. opplag. Bind II. Fugler. J.W.Cappelens Forlag AS. 507 s.

Frislid, R. og Semb-Johansson, A. (red.) 1972. Norges Dyr. Bind VI. Nøkkelbind. . J.W.Cappelens Forlag AS. 421 s.

Fylkesmannen i Troms, Miljøvern avdelingen 2005. Om prøvetakingsprogram i skytefeltene i Troms. Brev til Forsvarsbygg Utvikling Indre Troms, datert 17.3.2005. Saksbehandler B. Holte. 4 s.

Gjershaug, J.O., Kålås, J.A., Lifjeld, J., Stranna, K.-B., Strøm, H. og Thingstad, P.G. 2006. Fugler Aves – I: Kålås, J.A., Viken, Å. og Bakken, T. (red.). Norsk Rødliste 2006 – 2006 Norwegian Red List. Artsdatabanken, Norway.

Gordon, L., Hartley, W.R., and Roberts, W.C. 1992. White phosphorus. p. 399 – 445 in : Drinking water health advisory: Munitions. Lewis Publishers. Boca Raton.

Gossweiler, W.A. 1994. Eagle River Flats – An Army environmental rescue operation. Proceedings, SETAC 15th Annual meeting, Oct. 30.-Nov. 3. 1994. Denver, Co.

Hägg, G. 1969. Allmän och oorganisk kemi. Almqvist & Wiksell boktryckeri, Uppsala. 764 s.

Johnsen, A., Longva, K.S., Ringnes, H. og Strømseng, A. 2002. Helse- og miljømessige konsekvenser ved Forsvarets bruk av røykammunisjon med hvitt fosfor. FFI-rapport 2002/04042.

Løvik, J.E. og Rognerud, S. 2005. Vurdering av miljørisiko ved Forsvarets bruk av hvitt fosfor i skytefelt i Troms. NIVA-rapport 5085-2005. 51 s.

Maddock, B.G. and Taylor, D. 1976. The acute toxicity of dissolved elemental phosphorus to cod (*Gadus morhua*). *Water research* 10: 289-294.

Mørch, T., Pedersen, R., Sørli, S., Breyholtz, B., Lambertsen, E. og Farestveit, T. 2007. Avrenning fra Forsvarets skyte- og øvingsfelt. Overvåking av vannforurensning. Program Grunnforurensning 2006. Sweco Grøæner, Rapport nr. 152030-1. 103 s.

Nam, S.-I., Walsh, M.R., Collins, C.M., and Thomas, L. 1999. Eagle River Flats Remediation Project. Comprehensiv bibliography 1950 – 1998. US Army Corps of Engineers, Cold Regions Research & Engineering Laboratory, CRREL Report 99-13. 103 pp.

NIJOS 1991. Vegetasjonskart for Bardu kommune.

NIVA 2002. Notat til Forsvarsbygg fra NIVAs Østlandsavdeling vedr. deponisjon av metaller og bruk av hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet. Datert 24.6.2002. 10 s.

Nordal, O. og Kraft, P. 2007. Kartlegging av hvitt fosfor i jord og vann i Forsvarets skytefelt, Troms. Asplan Viak, rapport. Forsvarsbygg 500179/150. 54 s.

Rasmussen, G. og Søyland, R. 2005. Resultater fra historisk kartlegging av bruk av hvitt fosfor i skytefelt, Troms fylke, 21.-23. september 2004. Forsvarsbygg, Divisjon Rådgivning, Kompetansesenter Miljø- og kulturminnevern. Rapport. Arkivnr. 200400883 2185079. 14 s. + vedl.

Roebuck, B.D., Nam, S.-I., MacMillan, D.L., Baumgarten, K.J. and Walsh, M.E. 1998. Toxicology of white phosphorus (P_4) to ducks and risk for their predators: Effect of particle size. *Envir. Toxicology and Chem.* 17: 511-518.

Rognerud, S. 2005. Overvåking av metallforurensning fra militære skytefelt og demoleringsplasser. Resultater fra 14 års overvåking. NIVA-rapport lnr. 4944-2005. 62 s. + vedlegg.

Rognerud, S., Taugbøl, T., Østeraas, T., Løvik, J.E., Traaen, T.S., Lydersen, E. og Bækken, T. 2001. Regionfelt Østlandet. Konsekvensutredning for temaet: Vann og grunn, inklusive dyreliv i vann. NIVA-rapport lnr. 4447-2001. 61 s.

SFT 1999. Veiledning om risikovurdering av forurenset grunn. Veiledning 99:01a. TA-1629/99. 103 s.

SFTs nettside. <http://www.sft.no/nyheter/palegg>

Sparling, D.W. and Federoff, N.E. 1997. Secondary poisoning of kestrels by white phosphorus. *Ecotoxicology* 6: 239 - 247.

Sparling, D.W., Gustavson, M., Klein, P and Karouna-Renier, N. 1997. Toxicity of white phosphorus to waterfowl: Acute exposure to mallards. *J. Wildlife Diseases.* 32: 187-197.

Sparling, D.W., Day, D. and Klein, P. 1999. Acute toxicity and sublethal effects of white phosphorus in mute swans, *Cygnus olor*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 36: 0316-0322.

Strømseng, A.E., Johnsen, A.E., Voie, Ø.A., og Longva, K.S. 2007. Risikovurdering av Forsvarets bruk av hvitt fosfor i Troms. FFI/Rapport- 2006/02989. 75 s.

Søbye, E., Johnsen, A. og Strømseng, A. 2003. Kartlegging av hvitt fosfor forurensning i Hjerkinnskytefelt. FFI-rapport -2003/01224. 42 s.

Søbye, E., Strømseng, A. og Longva, K.S. 2004a. Miljømessig vurdering av målområder for skyting med hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet. FFI-notat -2004/00490. 24 s.

Søbye, E., Johnsen, A., Longva, K.S., Strømseng, A., Ljønes, M. og Oddan, A. 2004b. Spredning av hvitt fosfor ved detonasjon av røykgranater med hvitt fosfor. Sluttrapport. FFI-rapport -2004/00177. 71 s.

Tørnes, J.A. 1988. Bestemmelse av hvitt fosfor i prøver fra Forsvarets skytefelt på Dovre. FFI-rapport 6009.

US Army, Corps of Engineers nettside. <http://www.crrel.usace.army.mil/erf/monitoring>

Vallentyne, J.R. 1974. The algal bowl. Lakes and man. Miscellaneous special publications 22. Department of the environment fisheries and marine service. Ottawa. 186 pp.

Vann, S.L., Sparling, D.W., and Ottinger, M.A. 2000. Effects of white phosphorus on mallard reproduction. Environ. Toxicol. Chem. 19: 2525 – 2531.

Vitenskapskomiteen for mattrygghet, VKM, 2006. Risikovurdering av hvitt fosfor. 23. s. <http://www.vkm.no/eway/default.aspx>

Walsh, M.E. and Collins, C.M. 1993. Distribution of white phosphorus residues from the detonation of 81-mm mortar WP smoke rounds at an upland site. US Army Corps of Engineers, Cold Regions Research & Engineering Laboratory, CRREL. Special report 93-18. 15 pp.

Walsh, M.E., Collins, C.M., Bailey, R.N. and Grant, C.L. 1997. Composite sampling of sediments contaminated with white phosphorus. . US Army Corps of Engineers, Cold Regions Research & Engineering Laboratory, CRREL. Special report 97-30. 24 pp.

Walsh, M.E., Collins, C.M., and Racine, C.H. 1996. Persistence of white phosphorus (P₄) particles in salt marsh sediments. Environ. Toxicol. Chem. 15: 846 – 855.

Walsh, M.R. 2003. Eagle River Flats remediation project comprehensive bibliography – 1998 to 2003. US Army Corps of Engineers, Cold Regions Research & Engineering Laboratory, ERDC/CRREL TR-03-15. 55 pp.

Walsh, M.R., Walsh, M.E. and Collins, C.M. 1999. Enhanced natural remediation of white-phosphorus-contaminated wetlands through controlled pond draining. US Army Engineer Research and Development Center, Cold Regions Research & Engineering Laboratory, CRREL Report 99-10. 28 pp.

Walsh, M.R., Walsh, M.E. and Collins, C.M. 2000. Method for attenuation of white phosphorus contamination in wetlands. Journal of environmental engineering. Nov. 2000:1013-1018.

8. Vedlegg

Feltobservasjoner ved vurdering av målområder for hvitt fosfor, Troms 2005.

Skytefelt: Kobbryggdalen - Setermoen
 Målområde: 16
 Høyde over havet (senter) 620 moh.
 Dato for observasjoner: 25.08.2005
 Meteorologiske forhold: Overskyet, oppholdsvær
 Foto: 379-392

Beskrivelse og vurdering

1,0-2,9 = dårlig egnet; 3,0-4,9 = mindre egnet; 5,0-6,0 = egnet

		Score	
1	Topografi	Relativt bratt høydeparti, oversiktlig	5
2	Grunnforhold/humusdekke	Morene, fastmark, noe blokk og fjell i dagen, varierende humuslag, tjukkere i et par slukter i framkanten (lia)	5
3	Vegetasjon	Rabbevegetasjon med krekling, reinrose, blokkebær Lyng/grashei med gullris, ljåblom i lisdene, musøre og vier nedover i sidene (noe fuktigere)	4
4	Forekomst av pytter etc.	Lite	5
5	Forekomst av bekker	En i ytterkant, en liten i framkant	3
6	Forekomst av myr/våtmark	Ingen innenfor selve målområdet, fuktigere parti (snøleie) nederst i framkant	4
7	Forekomst av tjern	Ingen i selve målområdet	6
	Middelscore selve målområdet		4,6
8	Myr utenfor målomr.	Større myr like inntil i bakkant; mindre myr i framkant	1
9	Bekker utenfor målomr.	En i NØ, en i V	2
10	Tjern/innsjø utenfor målomr.	Et lite tjern i tilknytning til myra bak	4
	Middelscore områdene utenfor		2,3
	Totalscore		3,9

Kommentarer:

En betydelig del av målområdet oppgis å være stort sett snøbart om vinteren (blåser av)
 Selve målområdet ser ok ut, totalvurderingen avhenger av hvor stor vekt en legger på myra/våtmarksområdet bak og bekken som renner fra den.
 Vurderes som mindre egnet.

Feltobservasjoner ved vurdering av målområder for hvitt fosfor, Troms 2005.

Skytefelt: Setermoen - Kobbryggdalen
 Målområde: 21/22
 Høyde over havet (senter): 700 moh.
 Dato for observasjoner: 25.08.2005
 Meteorologiske forhold: Overskyet, oppholdsvær
 Foto: 393-411

Beskrivelse og vurdering

1,0-2,9 = dårlig egnet; 3,0-4,9 = mindre egnet; 5,0-6,0 = egnet

		Score
1	Topografi	5
2	Grunnforhold/humusdekke	4,5
3	Vegetasjon	4,5
4	Forekomst av pytter etc.	5
5	Forekomst av bekker	2
6	Forekomst av myr/våtmark	3
7	Forekomst av tjern	6
	Middelscore selve målområdet	4,3
8	Myr utenfor målomr.	2
9	Bekker utenfor målomr.	2
10	Tjern/innsjø utenfor målomr.	6
	Middelscore områdene utenfor	3,3
	Totalscore	4,0

Kommentarer:

Målområdet ligger i all hovedsak på fastmark som trolig er lettrenert (tørt i ferske krater, lite/ingen pytter)
 Bekkene i øst og nord samt myra ca. 200 m fra målområdet i framkant trekker ned.
 Vurderes som mindre egnet.

Feltobservasjoner ved vurdering av målområder for hvitt fosfor, Troms 2005.

Skytefelt: Setermoen - Liveltskardet
 Målområde: 6
 Høyde over havet (senter): 780 moh.
 Dato for observasjoner: 26.08.2005
 Meteorologiske forhold: Overskyet, oppholdsvær
 Foto: 424-441

Beskrivelse og vurdering

1,0-2,9 = dårlig egnet; 3,0-4,9 = mindre egnet; 5,0-6,0 = egnet

		Score
1	Topografi Høydeparti, noe kupert, oversiktlig.	5
2	Grunnforhold/humusdekke Morene, blokkmark, godt drenert, tynt/sparsomt humuslag	5
3	Vegetasjon Tynt humusdekke øverst, rabbesamfunn med kreklikng, noe reinrose, rypebær, blokkebær, dvergbjørk; mer gras, svartopp, gullris, litt musøre, blåbær og vier i lisdene	5
4	Forekomst av pytter etc. Lite	5
5	Forekomst av bekker Ikke permanente bekker, fins i snøsmeltinga	3
6	Forekomst av myr/våtmark Nei. Enkelte mindre, fuktigere parti	4
7	Forekomst av tjern Nei	6
	Middelscore selve målområdet	4,7
8	Myr utenfor målomr. Ca. 300 m i øst	2
9	Bekker utenfor målomr. I nord og øst, ca 700 m til Liveltskardelva	3
10	Tjern/innsjø utenfor målomr. Ca. 400 m til Isvatnet, kortere til noen mindre tjern	1
	Middelscore områdene utenfor	2,0
	Totalscore	3,9

Kommentarer:

Selve målområdet har en gunstig utforming og gunstige grunnforhold. Avgjørende hvor stor vekt en legger på mulige feilskytinger som kan få nedslag i/nær Isvatnet eller i myra i øst
 Skyteretning fra nordvest til nord
 O. Olstad opplyser at så å si alle nedslag bør havne innenfor et område på 500 ganger 500 m (artilleri).
 Isvatnet har bestand av røye
 Vurderes som mindre egnet.

Feltobservasjoner ved vurdering av målområder for hvitt fosfor, Troms 2005.

Skytefelt: Mauken
 Målområde: Høydeparti 566
 Høyde over havet (senter): Ca. 550 moh.
 Dato for observasjoner: 22.08.2005
 Meteorologiske forhold: Overeskyet oppholdsvær
 Foto: 217-221

Beskrivelse og vurdering

1,0-2,9 = dårlig egnet; 3,0-4,9 = mindre egnet; 5,0-6,0 = egnet

		Score
1	Topografi Kollet høydedrag, relativt oversiktlig, men noen mindre oversiktlige dalsøkk	3
2	Grunnforhold/humusdekke Morene av varierende tjukkelse, en del fjell i dagen, varierende tjukkelse av råhumus, noe sumpmark/torv.	3
3	Vegetasjon Hei m/krekling, dvergbjørk, rypebær, tyttebær, molte, gras og lav dominerer. Noe myr/sumpvegetasjon m/sennegras og myrull i søkkene rundt tjern. Mindre partier med vier og bjørk.	2
4	Forekomst av pytter etc. Lite	4
5	Forekomst av bekker Relativt lite, ingen større bekker å se	4
6	Forekomst av myr/våtmark Noen myrdrag særlig ved tjerna	1
7	Forekomst av tjern 3 tjern innenfor målområdet	1
	Middelscore selve målområdet	2,6
8	Myr utenfor målomr. Noen mindre i S, Ø og V	2
9	Bekker utenfor målomr. Bekker som renner til Skardvatnan i vest, bekker som går til Melkelva i sør og øst.	2
10	Tjern/innsjø utenfor målomr. Noen mindre tjern og ett større i SØ	2
	Middelscore områdene utenfor	2,0
	Totalscore	2,4

Kommentarer:

Evt. flytte sørøstover til nordvestre del av rute 27/60, men det er usikkert om en vinner mye på det pga. nærhet til sidebekker til Melkelva. Melkelvavatnan og Melkelva er attraktive lokaliteter for sportsfiske. BK-mål er såkalte områdemål, dvs. at det tas ut nærmere bestemte mål innenfor ei rute på ca. 500 m ganger 500 m (J. Dahlkvist pers. oppl.)
 Totalt sett vurderdes området som dårlig egnet.

Feltobservasjoner ved vurdering av målområder for hvitt fosfor, Troms 2005.

Skytefelt: Blåtind
 Målområde: Alt. A. Slettjellet Trigpunkt 670
 Høyde over have (senter): 630 m
 Dato for observasjoner: 23.08.2005
 Meteorologiske forhold: Overskyet oppholds
 Foto: 226, 231-238,266,268

Beskrivelse og vurdering

1,0-2,9 = dårlig egnet; 3,0-4,9 = mindre egnet; 5,0-6,0 = egnet

		Score
1	Topografi Avrundet høydedrag, oversiktlig	5
2	Grunnforhold/humusdekke Fastmark, morene, humuslag av varierende tykkelse, antagelig tjukkest i flatere parti	5
3	Vegetasjon Rabbevegetasjon med krekling, reinrose, rypebær, blokkebær. Overgang nedover sidene med gras, blåbær til mer snøleie i nordøst med tynn vegetasjon. Ingen snø nå.	5
4	Forekomst av pytter etc. Minimalt å se nå til tross for mye regn siste tida	5
5	Forekomst av bekker Ingen å se	6
6	Forekomst av myr/våtmark Ingen direkte myrområder, noen litt fuktigere område	4
7	Forekomst av tjern Ingen	6
	Middelscore selve målområdet	5,1
8	Myr utenfor målomr. Mer enn 1 km unna i S	5
9	Bekker utenfor målomr. I V og Ø	1
10	Tjern/innsjø utenfor målomr. 1 tjern (599) i V, ca. 500 m fra yttergrensa	2
	Middelscore områdene utenfor	2,7
	Totalscore	4,4

Kommentarer:

Området er oversiktlig med fastmark, ingen bekker, tjern eller våtmark. Grunnen er antagelig lettdrenert. Vegetasjonen tyder på en del kalk. Tjernet i vest (599 moh.) og noen bekker i vest og øst trekker i negativ retning. Avrenning kan skje mot svært viktig viltområde. Totalt sett vurderes området som mindre egnet.

Feltobservasjoner ved vurdering av målområder for hvitt fosfor, Troms 2005.

Skytefelt: Blåtind
 Målområde: Alt. B. Slettfjellet S for 739
 Høyde over have (senter): 720 moh.
 Dato for observasjoner: 23.08.2005
 Meteorologiske forhold: Delvis skyet, opphold, noe sol
 Foto: 273-286, 300

Beskrivelse og vurdering

1,0-2,9 = dårlig egnet; 3,0-4,9 = mindre egnet; 5,0-6,0 = egnet

		Score	
1	Topografi	Relativt bratt, avrundet høyde/kolle med forsenking i N	5
2	Grunnforhold/humusdekke	Fastmark, overveiende tynt morendekke, noe oppsprukket og forvitret fjell/stein, noe fjell i dagen	5
3	Vegetasjon	Rabbevegetasjon øverst m/krekling, reinrose, rypebær, noe mose og lav; dvergbjørk og museøre lengre ned og i forsenking; Snøleier og tynn vegetasjon med fjellsyre i Ø.	4
4	Forekomst av pytter etc.	Ingen direkte pytter å se	6
5	Forekomst av bekker	Ingen	6
6	Forekomst av myr/våtmark	Ikke direkte myrpartier å se, noen små, litt fuktigere omr.	4
7	Forekomst av tjern	Ingen	6
	Middelscore selve målområdet		5,1
8	Myr utenfor målomr.	Mer enn 1 km til nærmeste myr av betydning	5
9	Bekker utenfor målomr.	Særlig i V og S	2
10	Tjern/innsjø utenfor målomr.	Ca. 700 m til nedre Skardselvatnet. Lav score pga. at snøleiet i øst tas med under dette kriteriet	1
	Middelscore områdene utenfor		2,7
	Totalscore		4,4

Kommentarer:

Vurderes som mindre egnet. Selve målområdet kan synes egnet, men legges det stor vekt på snøleiene, vil konklusjonen bli at målområdet er mindre egnet. Det lå igjen betydelige mengder snø nå, men det opplyses at snømengdene var over middels sist vinter. Relativt kort avstand til nedre Skardselvatnet og Skardelva Avrenning delvis mot svært viktig viltområde.

Feltobservasjoner ved vurdering av målområder for hvitt fosfor, Troms 2005.

Skytefelt: Blåtind
 Målområde: Alt. C. Blåtindan Vest 770
 Høyde over havet (senter): 630 m
 Dato for observasjoner: 23.08.2005
 Meteorologiske forhold: Overskyet, NV bris, lett regn
 Foto: 302-303

Beskrivelse og vurdering

1,0-2,9 = dårlig egnet; 3,0-4,9 = mindre egnet; 5,0-6,0 = egnet

		Score
1	Topografi Skråning mot rygg, oversiktlig	5
2	Grunnforhold/humusdekke Morene av varierende tjukkelse, noe blokk i dagen, fastmark, overveiende tynt humuslag	5
3	Vegetasjon Grashei m/ bl.a. smyle, fjellmarikåpe i områder med tjukkere snødekke om vinteren, musøre vanlig, noe vier nederst	5
4	Forekomst av pytter etc. Ubetydelig	5
5	Forekomst av bekker En liten så vidt innafor i nedre kant	4
6	Forekomst av myr/våtmark Ikke direkte myrparti å se	5
7	Forekomst av tjern Ingen	6
	Middelscore selve målområdet	5,0
8	Myr utenfor målomr. Langt til nærmeste myr av betydning, men noe fuktigere parti i framkant av området (i Vest)	3
9	Bekker utenfor målomr. Noen, særlig i V, N og S	3
10	Tjern/innsjø utenfor målomr. Ca. 1 km til nærmeste tjern (lite)	4
	Middelscore områdene utenfor	3,3
	Totalscore	4,5

Kommentarer:

Området består av fastmark, trolig godt drenert. Ikke våtmark innenfor eller nær inntil. Bekkene utenfor målområdet trekker ned. Målområdet vurderes som mindre egnet.