

Vurdering av kjemiske stoffer i ammunisjon

Arnt Johnsen

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)

1. desember 2009

FFI-rapport 2009/02048

108902

P: ISBN 978-82-464-1690-8

E: ISBN 978-82-464-1691-5

Emneord

Ammunisjon

Kjemiske stoffer

Vurdering

Godkjent av

Kjetil Sager Longva

Prosjektleder

Jan Ivar Botnan

Avdelingssjef

Sammendrag

Det er viktig å ha kjennskap til hvilke kjemiske stoffer ammunisjon inneholder av flere grunner:

- Miljøinformasjonsloven pålegger Forsvaret å ha kjennskap til hvilke kjemiske stoffer som deponeres i skytefelt ved bruk av ammunisjon
- Ved avhending av ammunisjon er det lettere å påse at dette blir gjort på en miljømessig forsvarlig måte
- Det blir mulig å stille krav til leverandører om substitusjon av de stoffene som utgjør en stor risiko for helse og miljø
- Forvalte skytefeltene på en slik måte at minimale miljøpåvirkninger oppstår fra bruk av ammunisjon

Det er gjort en oppsummering av de kjemiske stoffene i ammunisjon som det så langt er skaffet informasjon om. Total gjelder dette omkring 170 ammunisjonsartikler. I disse ammunisjonsartiklene er det identifisert totalt 407 ulike kjemiske stoffer. En relativt stor andel av disse stoffene har en eller annen form for fareklassifisering. Av de 407 stoffene er det 18 det ikke har vært mulig å finne noen fareklassifisering for i litteraturen og 94 som ikke er klassifiseringspliktig.

Over 50 av stoffene identifisert i ammunisjon er klassifisert som meget giftig eller giftig, noe som betyr at selv relativt lave konsentrasjoner av disse stoffene i miljøet kan føre til effekter på helse og/eller miljø. I tillegg er et betydelig antall stoffer klassifisert som helseskadelige eller irriterende. En kan derfor ikke utelukke at det vil forekomme forurensninger fra ammunisjon i enkelte områder som kan utgjøre en risiko for helse og/eller miljø.

Nærmere 70 stoffer av de som så langt er identifisert i ammunisjon er satt opp på miljøvernmyndighetenes Obs-liste. Med bakgrunn i dette kan det være et potensial i substitusjon av kjemiske stoffer ved nyanskaffelse av ammunisjon.

English summary

It is important to have knowledge of the chemical constituents of munitions for several reasons:

- International legislation requires a knowledge of which chemicals that are deposited in the military shooting ranges by munitions
- It makes it easier to gain risk control during destruction of ammunition
- It is possible to make demands for substitution of the most toxic and environmental hazardous chemicals
- Able to manage the shooting ranges to give a minimum of environmental effects due to use of munitions

A summary of the chemicals identified in munitions is made. Information of about 170 munitions is so far obtained and a total of 407 different chemicals are identified in these munitions. A large fraction of these chemicals has some kind of hazard code. For 18 chemicals it has not been possible to find a hazard code in the literature. There are identified 94 chemicals that are not classified as hazardous.

More than 50 chemicals in munitions are classified as very toxic or toxic, which means that even low concentrations of these chemicals in the environment, can cause effects on health and environment. In addition substantial numbers of chemicals are classified as hazardous. Hence it is not possible to exclude that contamination from munitions in some areas can pose a risk for health and environment.

Close to 70 chemicals identified in munitions are listed in the Obs-list from the Norwegian environment authorities. This indicates that there is a potential for substitution of chemicals in munitions.

Innhold

1	Innledning	7
1.1	Bakgrunn	7
2	Ammunisjonens sammensetning	8
3	Metode	8
4	Resultater og vurdering	9
4.1	Klassifisering av farlig kjemikalier	10
4.2	Oppsummering av farebetegnelse for stoffer registrert i ammunisjon	11
4.3	Vurdering av stoffenes effekt på helse og miljø	12
4.4	Substitusjon av kjemikalier	13
5	Konklusjon	14
	Referanser	15

1 Innledning

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) har i samarbeid med Forsvarets logistikkorganisasjon (FLO) etablert en database (AMIN) for å samle og systematisere informasjon om kjemiske stoffer i ammunisjon. Det er gjort henvendelser til ammunisjonsleverandører for å få kjennskap til hvilke kjemiske stoffer ammunisjonen består av og i hvilke deler av ammunisjonen disse kjemiske stoffene finnes.

Forsvaret er i besittelse av et stort antall ammunisjonsartikler. En del av disse artiklene er utfaset og skal kasseres. FLO har gått gjennom sine ammunisjonslister og kommet frem til et utvalg på i underkant av 600 artikler der det er ønskelig å få kjennskap til den kjemiske sammensetningen.

Det har vært en tung prosess å innhente den kjemiske sammensetningen til ammunisjonsartiklene. Nammo AS er den største leverandøren av ammunisjon til Forsvaret. Det har vært en kontinuerlig prosess de siste årene for å få kjennskap til den kjemiske sammensetningen til de ammunisjonsartiklene som er levert av Nammo AS. En del andre ammunisjonsleverandører har vært kontaktet, og for noen ammunisjonsartikler er det mottatt informasjon, mens det for andre ikke har vært mulig å innhente informasjon om den kjemiske sammensetningen.

Per 1. juli 2009 er det lagt inn 68 ammunisjonsartikler i databasen AMIN, mens informasjon for rundt 100 artikler er under bearbeiding for innlegging. I denne rapporten er den kjemiske sammensetningen for disse ammunisjonsartiklene gjennomgått og det er foretatt en grov vurdering av i hvilken grad utslipp fra ammunisjon kan utgjøre en risiko for helse og miljø. Rapporten er en levering i Prosjekt 1089 "Forsvarets ammunisjonsforbruk: Forurensning, miljørisiko og tiltak".

1.1 Bakgrunn

Det er flere grunner til at det er behov for å ha kjennskap til hvilke kjemiske stoffer som ammunisjon inneholder: Miljøinformasjonsloven [1] stiller krav til at Forsvaret skal ha kjennskap til hvilke kjemiske stoffer som deponeres i skyte- og øvingsfelt. Ved destruksjon av ammunisjon er det behov for å kjenne til hvilke stoffer som er i ammunisjonen, slik at eventuelle tiltak kan iverksettes. Når en har oversikt over hvilke kjemiske stoffer som inngår i ammunisjonen, er det mulig å stille krav til leverandører om substitusjon av de stoffene som utgjør en stor risiko for helse og miljø. Det er også viktig å ha kjennskap til ammunisjonens sammensetning, slik at skytefeltene kan forvaltes på en slik måte at minimale miljøpåvirkninger oppstår fra bruk av ammunisjon.

2 Ammunisjonens sammensetning

Ammunisjon er en felles betegnelse som omfatter all slags våpenteknisk materiell som kan sendes i en ballistisk eller styrt bane, slik som prosjektiler, raketter, granater, torpedoer, bomber og styrte missiler med nødvendige drivladninger, tennmidler, brannrør, detonatorer og ladninger, kjemiske ladninger eller ladninger av andre stoffer. I sin videste betydning er betegnelsen ikke begrenset til det som er nevnt ovenfor, men inkluderer i tillegg alle eksplosiver og pyrotekniske innretninger som kan anvendes til belysning, saluttering, minering, utsprengning, hastighetsøkning, retarderende adskillelse, utskytning av personell, materielloperering, eller stopping av mekanismer, demolering, narring, øvelse, trening, bevoktning, jakt eller sport [2].

I all ammunisjon vil det forekomme eksplosiver. Et eksplosiv er et stoff eller en blanding av stoffer som skal frembringe en eksplosiv eller pyroteknisk effekt. Betegnelsen omfatter ikke en eksplosiv atmosfære av gass, damp eller støv [2]. For mange typer ammunisjon vil det være en drivladning som får ammunisjonen til å gå i en bane mot målet. For slik ammunisjon vil det forekomme utslipp på standplass og mot målet. Ammunisjonen kan også inneholde sprengladning som detonerer i målområdet. Det vil derfor være mulig å finne rester av eksplosiver både på standplass og i målområdet. I tillegg vil en rekke av bestanddelene til ammunisjonen deponeres i målområdet.

Mye av vekten til ammunisjon er rent metall eller legeringer av flere metaller. Det benyttes for eksempel mye stål, aluminium og messing i ammunisjon. En god del av dette blir samlet opp i forbindelse med blindgjengerrydding i skyte- og øvingsfeltene.

I en del ammunisjon vil det også forekomme elektroniske komponenter. Dette kan være standard kretskort eller andre elektroniske komponenter som er en del av ammunisjonen. Innholdet av elektroniske komponenter vil være størst i avansert ammunisjon med for eksempel innebygd målsøker.

En god del av ammunisjonen vil være overflatebehandlet med korrosjonsbeskyttende maling og merkemaling. Dette vil i liten grad gjelde håndvåpenammunisjon, men i første rekke ammunisjon med større kaliber enn 20 mm. Denne malingen vil utgjøre små mengder av den totale vekten av ammunisjonen.

3 Metode

Fra alle kjemiske stoffer som hittil er registrert i AMIN samt alle de kjemiske stoffene i ammunisjon som vi har fått informasjon om, men som ikke er registrert i AMIN, er det laget en liste med oversikt over kjemiske stoffer i ammunisjonsartikler. Denne listen er gjennomgått og kvalitetssikret med hensyn til kjemiske navn og CAS-nummer, for å sikre at et stoff kun forekommer en gang i listen. De kjemiske stoffene i ammunisjonsartiklene er gruppert etter om stoffene er organiske, uorganiske, metallorganiske, metaller eller eksplosiver.

Listen over kjemiske stoffer i ammunisjonsartikler er sammenlignet med flere lister fra miljømyndighetene; listen med oversikt over farlige stoffer (stofflisten) [3], listen over spesielt helse- og miljøfarlige stoffer som benyttes i et slikt omfang at de kan representere særlige problemer på nasjonalt nivå (Obs-listen) [4] og listen over stoffer som er forbudt eller strengt begrenset til visse former for bruk i EØS-lovgivningen som følge av deres virkning på helse og miljø [5].

Stofflisten er en liste på over 3000 farlige stoffer som er klassifisert for helse, miljø, brann og/eller eksplosjonsfare. Ved denne sammenligningen er fareklassifiseringen registrert i stofflisten overført til de stoffene som er sammenfallende med dem funnet i ammunisjon. For de resterende stoffene er det gjort litteratursøk for å finne hvilken fareklassifisering de har. Med bakgrunn i stoffenes fareklassifisering sammen med informasjon om hvordan de opptrer i ammunisjonen, er det gjort en grov vurdering av mulige utslipp til miljø av disse stoffene og om de kan utgjøre en risiko for helse og miljø.

Obs-listen er en liste over spesielt helse- og miljøfarlige stoffer som benyttes i et slikt omfang at de kan representere særlige problemer på nasjonalt nivå. Bruken av disse stoffene bør reduseres dersom det er risiko for helse og/eller miljøskade ved bruk, produksjon, lagring eller håndtering av avfall. Obs-listen er blant annet ment å være et egnet hjelpemiddel når virksomheter skal gjennomgå sin kjemikaliebruk med tanke på substitusjon.

Det er gjort en grov vurdering av kun de kjemiske stoffene som ammunisjonene består av. De kjemiske stoffene som dannes som følge av at ammunisjonen brukes, er ikke tatt med i vurderingen. De eksplosivene som ammunisjonen inneholder vil ved bruk omdannes til andre kjemiske stoffer enn utgangspunktet. Dette kan også være tilfellet for en del andre stoffer som ammunisjonen består av. Eventuelle nedbrytningsprodukter er heller ikke inkludert i vurderingen. Det er ikke foretatt en vurdering av mulig eksponering og stoffenes persistens i miljøet.

4 Resultater og vurdering

Det er gjort en gjennomgang av databasen AMIN, der innhold av kjemiske stoffer i ammunisjon blir registrert. Det ble per juli 2009 registrert litt over 130 forskjellige kjemiske stoffer. Når en tar med kjemiske stoffer i ammunisjon som er under behandling for å legges inn i AMIN, er antallet kjemiske stoffer i overkant av 400. Det er altså et betydelig antall kjemiske stoffer som finnes i ammunisjon. Totalt er data for omkring 170 forskjellige ammunisjonstyper inkludert.

Det er registrert 35 kjemiske stoffer som kan klassifiseres som eksplosiver. Av de som benyttes mest kan nevnes TNT, HMX, RDX, nitrocellulose og nitroglyserin. Dette er stoffer som også klassifiseres som giftige eller helseskadelige. Ved bruk vil mesteparten av eksplosivene omdannes til ulike gasser som nitrogen, karbonmonoksid og karbondioksid i tillegg til en rekke andre komponenter. Det vil kun være små mengder av eksplosivene som deponeres i skytefeltet.

Av de 407 kjemiske stoffene som hittil er registrert, er 32 metaller. Metallene er som oftest i legering med andre metaller. Av metallene er det ulike stållegeringer som utgjør den største mengden. Metallene vil som regel deponeres i skytefeltet, og de kan derfor over tid korrodere og føre til utslipp av de enkelte bestanddelene av legeringen. I og med at Forsvaret gjennomfører regelmessige blindgjengerryddinger, vil mesteparten av det deponerte metallet blir fjernet ved denne type rydding av skytefeltene. Flere av metallene som finnes i ammunisjonen blir klassifisert til å være både helse- og miljøskadelige.

Over 50 % av de kjemiske stoffene som så langt er registrert i ammunisjon er organiske stoffer. En del av disse stoffene er løsemidler eller oljerelaterte stoffer. En stor andel er også stoffer i plast- og gummimateriale. Et fåtall av stoffene er metallorganiske forbindelser.

Den andre store gruppen av kjemiske stoffer er uorganiske forbindelser. Litt over 20 % av alle de kjemiske stoffene som hittil er registrert i ammunisjon er i denne gruppen. Denne gruppen består av blant annet av oksider, karbonater, sulfater og klorider.

4.1 Klassifisering av farlig kjemikalier

For å skaffe seg et inntrykk av stoffenes farlighet, er det gjort litteratursøk for å innhente informasjon om stoffenes fareklassifisering i henhold til "Forskrift om klassifisering, merking mv. av farlige kjemikalier" [6]. For de aller fleste stoffene har det vært mulig å innhente denne informasjonen. Mulighetene for å legge denne informasjonen inn i AMIN vil utredes. FFI har tidligere gjort en oppsummering av toksikologiske og kjemiske egenskaper av sprengstoff og komponenter i ammunisjon [7].

Farlige kjemikalier skal klassifiseres på grunnlag av den kunnskap som er nødvendig for å avgjøre helse-, brann-, eksplosjons- og miljøfare knyttet til stoffet eller stoffblandingen [6].

Stoffer skal klassifiseres på grunnlag av deres iboende egenskaper og plasseres i en eller flere av fareklassene som vist i Tabell 4.1. Klassifiseringen skal dekke alle forhold som kan medføre fare knyttet til normal håndtering og bruk av kjemikaliene. I Tabell 4.1 er det gitt en oversikt for hvordan farlige kjemikalier skal klassifiseres.

Fareklasse	Farebetegnelse	Farekode	R-setninger
Ekspllosiv	Ekspllosiv	E	R2, R3
Oksiderende	Oksiderende	O	R7, R8, R9
Ekstremt brannfarlig	Ekstremt brannfarlig	F+	R12
Meget brannfarlig	Meget brannfarlig	F	R11, R15, R17
Brannfarlig			R10
Meget giftig	Meget giftig	T+	R26, R27, R28
Giftig	Giftig	T	R23, R24, R25
Helseskadelig	Helseskadelig	Xn	R20, R21, R22, R65
Etsende	Etsende	C	R34, R35
Irriterende	Irriterende	Xi	R36, R37, R38, R41
Allergifremkallende	Helseskadelig	Xn	R42, R43
Kreftfremkallende, Kreft1 og 2	Giftig	T	R45, R49
Kreftfremkallende, Kreft3	Helseskadelig	Xn	R40
Arvestoffskadelig, Mut1 og 2	Giftig	T	R46
Arvestoffskadelig, Mut3	Helseskadelig	Xn	R68
Reproduksjonsskadelig, Rep1 og 2	Giftig	T	R60, R61
Reproduksjonsskadelig, Rep3	Helseskadelig	Xn	R62, R63
Miljøskadelig	Miljøskadelig	N	R50, R51, R52, R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59

Tabell 4.1 Oversikt over fareklasser, farebetegnelse, farekode og R-setninger for farlige kjemikalier.

4.2 Oppsummering av farebetegnelse for stoffer registrert i ammunisjon

Den største andelen av kjemikaliene registrert i ammunisjon er tilordnet en fareklassifisering. Det er 19 kjemiske stoffer som det ikke har vært mulig å finne en fareklassifisering for i litteraturen. Noen av disse vil sannsynligvis ikke være klassifiseringspliktige (trietylenglykol), mens andre vil ha en fareklassifisering (f eks kromblysilikat). Det er 94 kjemiske stoffer som ikke er klassifiseringspliktig. De stoffene som ikke er klassifiseringspliktig regnes ikke for å være helse- eller miljøskadelige.

Mange av de stoffene som finnes i ammunisjon har flere fareklasser, det vil si at de for eksempel både kan være giftig og meget brannfarlig. I Tabell 4.2 er det gitt en oversikt over antall stoffer registrert i ammunisjon som klassifiseres i de ulike farekodene. Det er kun åtte stoffer som blir klassifisert meget giftig (T+), mens antallet stoffer som blir klassifisert giftig (T) er 48. Det er hele 122 stoffer som blir klassifisert helseskadelige (Xn), og 85 stoffer som klassifiseres irriterende (Xi). Det er 30 stoffer som klassifiseres etsende (C) og hele 90 stoffer som

klassifiseres miljøskadelig (N). Det er syv stoffer som klassifiseres ekstremt brannfarlig (F+) og 42 stoffer som er meget brannfarlige (F). Det er 35 stoffer som er eksplosiver (E) og 19 stoffer som klassifiseres oksiderende (O).

Farekode	Antall kjemiske stoffer registrert i ammunisjon
E	35
O	19
F+	7
F	43
T+	8
T	48
Xn	122
C	30
Xi	85
N	90

Tabell 4.2 Oversikt over antall stoffer registrert i ammunisjon som er klassifisert i de ulike farekodene.

4.3 Vurdering av stoffenes effekt på helse og miljø

De åtte stoffene som er klassifisert som meget giftige er beryllium, hvitt fosfor, kadmium, kadmiumfosfat, kromsyre, natriumdikromat, natriumpentaklorfenolat og nitroglyserin. Dette er stoffer som i svært lave konsentrasjoner vil gi helseskade. Av disse stoffene er det hvitt fosfor og nitroglyserin som det finnes større mengder av i ammunisjon. Det er derfor ikke usannsynlig at det kan finnes rester av disse to stoffene i miljøet i en konsentrasjon der en ikke kan utelukke at effekter på menneske og miljø kan forekomme. En har i flere områder i skyte- og øvingsfelt påvist høye konsentrasjoner av hvitt fosfor, og resultatet fra risikovurdering viser at det kan være en risiko for beitedyr [8]. Nitroglyserin finnes hovedsakelig som bestanddel i krutt, og det vil kunne finnes rester av dette stoffet på standplass. I undersøkelser som FFI har foretatt i skyte- og øvingsfelt er det så langt ikke påvist høye konsentrasjoner av nitroglyserin [9]. Ved bruk vil i all hovedsak nitroglyserin forbrenne til mer ufarlige stoffer, og det er sannsynligvis dette som er årsaken til at lite rester av nitroglyserin finnes i miljøet. Undersøkelser gjort av utslipp fra håndvåpenammunisjon viser at noe nitroglyserin slippes uforbrent ut [10]. Det ble anslått at mengden uforbrent krutt som slippes ut er i størrelsesorden 1 % av total kruttmengde. Det er ikke urimelig å anta at det også for større våpen vil være et visst utslipp av uforbrent krutt. Undersøkelser gjort i USA og Canada viser at det er funnet tildels høye konsentrasjoner av nitroglyserin på standplasser [11].

Beryllium finnes som små mengder i ulike metallegeringer. Det er kun spormengder av beryllium i enkelte legeringer. Det antas derfor at det i liten grad foregår utslipp av dette stoffet i miljøet fra ammunisjon. Kadmium- og kromatforbindelser er tilsatsstoffer i maling benyttet for

overflatebehandling av ammunisjon. En kan derfor ikke se bort fra at det vil kunne finnes rester av kadmium og kromat i målområder for ammunisjon. Undersøkelser gjort i demoleringsfeltet i Lærdal, der store mengder ammunisjon med korrosjonsbeskyttende maling blir demolert, er det imidlertid ikke funnet unormalt høye konsentrasjoner av disse metallene [12]. Mengden av disse stoffene i ammunisjon ser derfor ut til å være så lav at det ikke medfører utslipp som kan utgjøre en risiko for helse eller miljø.

Natriumpentaklorfenolat er benyttet i små mengder i et lim som finnes i en enkelt ammunisjonsartikkel. Etter som natriumpentaklorfenolat så langt kun finnes i en ammunisjonsartikkel og i små mengder, samtidig som at dette stoffet sannsynligvis destrueres ved detonasjon av ammunisjon, antas det minimale utslipp til miljøet. Forsvarets forbruk av denne ammunisjonen har vært minimal de siste åra ut fra registreringer i Forsvarssektorens miljødatabase. Det vurderes derfor til at natriumpentaklorfenolat ikke utgjør en risiko for helse eller miljø.

I tillegg til de meget giftige stoffene som er identifisert i ammunisjon, er det et stort antall stoffer som er klassifisert som giftige, helseskadelige eller irriterende. Blant de stoffene som blir klassifisert som giftige er det en rekke bly- og kromforbindelser. I tillegg klassifiseres noen eksplosiver i denne gruppen i tillegg til flere organiske og uorganiske stoffer. I gruppen av helseskadelige og irriterende stoffer er det en rekke forskjellige organiske og uorganiske stoffer i tillegg til noen metaller og metallorganiske stoffer. En kan ikke utelukke at det kan forekomme utslipp til miljøet av stoffer klassifisert i disse gruppene i et omfang som kan utgjøre en risiko for helse og miljø. Det er for eksempel påvist tildels høye konsentrasjoner av enkelte eksplosiver i noen områder av skyte- og øvingsfelt [9]. På baner for trening med håndvåpen er det funnet konsentrasjoner av enkelte tungmetaller som kan utgjøre en risiko for helse og miljø [13-15]. Det antas at de organiske stoffene i all hovedsak forbrenner når eksplosivene i ammunisjonen initieres. Mange av de uorganiske stoffene vil kunne dekomponere på grunn av høyt trykk og temperatur under initiering av ammunisjonen.

Det er funnet noen få stoffer i ammunisjon som er vist å være kreftfremkallende hos mennesker. I tillegg er det påvist noen flere stoffer som skal antas å ha kreftfremkallende virkning hos mennesker og noen som gir grunnlag for bekymring for mulig kreftfremkallende virkning hos mennesker.

De fleste av stoffene som er klassifisert som meget giftige, giftige, helseskadelige og irriterende, vil også være miljøskadelige. Det er kun 11 stoffer i ammunisjon som kun er klassifisert som miljøskadelige.

4.4 Substitusjon av kjemikalier

Av de 407 kjemiske stoffene som så langt er registrert i ammunisjon, er 69 satt opp på miljøvernmyndighetenes Obs-liste [4]. Obs-listen er blant annet ment å være et egnet hjelpemiddel når virksomheter skal gjennomgå sin kjemikaliebruk med tanke på substitusjon.

Alle bly- og kadmiumforbindelser i ammunisjon er inkludert i Obs-listen. I tillegg er en rekke kromforbindelser inkludert. Noen petroleumsprodukter og løsningsmidler benyttet i ammunisjon er satt opp på Obs-listen. Disse stoffene finnes i mange ammunisjonstyper, men som regel i mindre mengder og i produkter for korrosjonsbeskyttelse av ammunisjon eller som smøremidler. Noen av stoffene er også eksplosiver.

Det finnes to stoffer i ammunisjon som står på listen over stoffer som er forbudt eller strengt begrenset til visse former for bruk i EØS-lovgivningen som følge av deres virkning på helse og miljø [5]. Dette er asbest og natriumpentaklorfenolat.

5 Konklusjon

Innhold av kjemiske stoffer i ammunisjon fra omkring 170 ammunisjonsartikler er så langt samlet inn. I disse artiklene er det identifisert totalt 407 ulike kjemiske stoffer. En relativt stor andel av disse stoffene har en eller annen form for fareklassifisering. Av de 407 stoffene er det 18 det ikke har vært mulig å finne noen fareklassifisering for. Det er 94 stoffer som ikke er klassifiseringspliktig, noe som betyr at de regnes for å være ufarlige stoffer.

Over 50 av stoffene identifisert i ammunisjon er klassifisert som meget giftig eller giftig, noe som betyr at selv relativt lave konsentrasjoner av disse stoffene i miljøet kan føre til effekter på helse og eller miljø. I tillegg er et betydelig antall stoffer klassifisert som helseskadelige eller irriterende. En kan derfor ikke utelukke at det vil forekomme forurensninger fra ammunisjon i enkelte områder som kan utgjøre en risiko for helse og/eller miljø.

Nærmere 70 stoffer av de som så langt er identifisert i ammunisjon er satt opp på miljøvernmyndighetenes Obs-liste. Med bakgrunn i dette kan det være et potensial for substitusjon av kjemiske stoffer ved nyanskaffelse av ammunisjon.

Referanser

- [1] Miljøverndepartementet, "Lov om rett til miljøinformasjon og deltagelse i offentlige beslutningsprosesser av betydning for miljøet (miljøinformasjonsloven)", 2003.
- [2] Forsvarsstaben, "UD-2-1 Forsvarets Sikkerhetsreglement for landmilitær virksomhet", 2008.
- [3] Miljøverndepartementet, "Stofflisten", 2008.
- [4] Statens forurensningstilsyn, "Obs-listen. Miljøvernmyndighetenes liste over helse- og miljøfarlige stoffer man skal være spesielt oppmerksom på". TA-1910/2002, 2002.
- [5] Miljøverndepartementet, "Forskrift om eksport og import av visse farlige kjemikalier", 1995.
- [6] Miljøverndepartementet, "Forskrift om klassifisering, merking mv. av farlige kjemikalier", 2002.
- [7] Voie Ø.A., "Toksikologiske og kjemiske egenskaper av sprengstoff og komponenter i ammunisjon", FFI-rapport 2005/00444, 2005.
- [8] Strømseng A.E., Johnsen A., Voie Ø.A., and Longva K.S., "Risikovurdering av Forsvarets bruk av hvitt fosfor i Troms". FFI-rapport 2006/02989, 2006.
- [9] Johnsen A., Karsrud T.K., Rossland H.K., Larsen A., Myran A., and Longva K., "Forurensninger av eksplosiver i Forsvarets skyte- og øvingsfelt - forundersøkelse av ulike baner med vekt på prøvetakingsmetoder". FFI-rapport 2008/00535, 2008.
- [10] Strømseng A.E., Voie Ø.A., Johnsen A., Bergsrud S.M., Parmer M.P., Røen B.T., Ljønes M., Johannessen T.C., and Longva K.S., "Helseplager i forbindelse med bruk av HK416 - vurdering av årsak og helserisiko". FFI-rapport 2009/00820, 2009.
- [11] Pennington J.C., Jenkins T.F., Ampleman G., Thiboutot S., Brannon J.M., Hewitt A.D., Lewis J., Brochu S., Diaz E., Walsh M.E., Taylor S., Lynch J.C., Clausen J., Ranney T.A., Hayes C.A., Grant C.L., Collins C.M., Bigl S.R., Yost S., and Dontsova K., "Distribution and fate of energetics on DoD test and training ranges: final report", USA Engineer Research and Development Center, Technical Report 06-13, 2006.
- [12] Johnsen A., "Overvåking av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune". FFI-rapport 2008/02017, 2008.
- [13] Voie Ø., Strømseng A., Johnsen A., and Longva K., "Veileder for avhending av skytebaner og øvingsfelt - Del 1 Tungmetaller". FFI-rapport 2006/01341, 2006.
- [14] Strømseng A.E., Voie Ø.A., and Longva K.S., "Grunnforurensning på en nedlagt skytebane i Skurvadalen - forslag til tiltak for etablering av tiltaksplan". FFI-rapport 2001/04882, 2001.
- [15] Voie Ø.A. and Strømseng A.E., "Risikovurdering av tungmetallforurensning på en utendørs skytebane". FFI-rapport 2000/06166, 2000.