

Försvarets materielverks Handbok ammunitionsövervakning

H AmÖ

Förord

1. Allmänt

2. Okulärkontroll

3. Säkerhetsteknisk
kontroll

4. Status- och
livslängdskontroll

5. Felrapporteringsrutiner

6. Regler för uppställning av
provningsspecifikation för
ammunitionsövervakning

7. Provningsplan

Förkortningar

Central lagerhållning:

FÖRORD

FMV ansvarar, på uppdrag från Försvarsmakten, för säkerheten beträffande förnödenheternas funktion, förvaring och transport. Detta kräver en fortlöpande övervakning av ammunitionens tillstånd.

Handbok för ammunitionsovervakning beskriver och ger råd om hur man på ett framgångsrikt sätt genomför ammunitionsovervakning för att säkerställa tillgängligheten hos ammunition övertiden.

Handbok ammunitionsovervakning är i sig inte ett styrande dokument vilket betyder att de krav som redovisas i handboken endast utgör riktlinjer för verksamheten.

Syftet är också att kunna förhindra att olyckor inträffar i förråd eller i samband med transport och användning samt att kunna upptäcka felfunktioner och ge underlag för revidering eller utgallring.

Handboken är främst avsedd att användas av handläggare vid FMV enheter men berör även tillverkare av ammunition varför aktuell industri får tillgång till publikationen.

Därutöver fördelas publikationen till materielenheter vid militära förband.

Kapitelinhåll:

Kapitel 1, Allmänt ger bakgrundsinformation, definitioner, ansvarsfördelning och riktlinjer för verksamheten.

Kapitel 2, Okulärkontroll behandlar hur ammunition kontrolleras okulärt.

Kapitel 3, Säkerhetsteknisk kontroll innehåller regler för säkerhetsteknisk kontroll av ammunition.

Kapitel 4, Status- och livslängdskontroll behandlar funktionskontroller, livslängdspredikteringar och ger grunderna för innehållet i provningsspecifikationer för ammunitionsovervakning.

Kapitel 5, Felrapporteringsrutiner behandlar de rutiner som tillämpas vid rapportering av inträffade felfunktioner och påträffade fel hos ammunitionen.

Kapitel 6, Regler för uppställning av provningsspecifikation för ammunitionsovervakning innehåller text med exempel på hur sådana specifikationer bör utformas.

Förord

Kapitel 7, Provningsplan innehåller ett exempel på hur en provningsplan kan upprättad.

Innehåll

Förord	3
1 Allmänt	9
1.1 Inledning	9
1.2 Grunder	9
1.3 Omfattning	10
1.3.1 Tillsyn/ammunitionsövervakning	10
1.3.2 Översyn	10
1.3.3 Användning av ammunition utanför Sverige	10
1.4 Definitioner	10
1.5 Syftet med ammunitionsövervakning	11
1.6 Inriktning av verksamheten	12
1.7 Ansvarförhållanden	12
1.7.1 Förebyggande underhåll	12
1.7.2 Tekniskt underlag	13
1.8 Underlags- och genomförandeverksamhet	13
1.8.1 Underlagsverksamhet för ammunitionsövervakning	13
1.8.2 Medverkan i TTEM-arbete	13
1.8.3 Upphandlingsunderlag vid nyanskaffning	14
1.8.4 Upphandlingsunderlag vid anskaffning av ammunition utomlands	15
1.8.5 Underlag för ammunitionsövervakning av äldre ammunition	15
1.8.6 Revidering/modifiering av ammunition	16
1.8.7 Genomförandeverksamhet för ammunitionsövervakning	16
1.8.8 Planering	18
1.8.9 Genomförandeplaner	18
1.8.10 Planer för okulärkontroll	19
1.8.11 Planer för säkerhetsteknisk kontroll	19
1.8.12 Planer för status- och livslängdskontroll	20
1.8.13 Planer för kontroll vid tillsyn/översyn	20
1.8.14 Planeringscykel för ammunitionsövervakning	21
1.8.15 Genomförande av planerad verksamhet	22
1.8.16 Redovisning av resultat	22
1.8.17 Utvärdering och beslut om åtgärd	23

2	Okulärkontroll.....	25
2.1	Omfattning	25
2.2	Genomförande	26
2.2.1	Kontroll före användning	26
2.2.2	Kontroll vid materielinspektioner	26
2.2.3	Okulärkontroll vid säkerhetsteknisk kontroll och funktionskontroll	27
2.2.4	Kontroll vid tillsyn/översyn	27
2.3	Kontrollinstruktion för okulärkontroll	28
3	Säkerhetsteknisk kontroll.....	29
3.1	Arbetsmetodik	29
3.2	Säkerhetsanalys	30
3.2.1	Särskilda anvisningar	31
3.3	Kontroll av ammunitionens objekt	32
3.3.1	Inledning	32
3.3.2	Behov av säkerhetsteknisk kontroll	32
3.3.3	Planering och genomförande	32
3.3.4	Definition av provobjekt	33
3.3.5	Provning	33
3.3.6	Provuttag	34
3.3.7	Referensprovning	35
3.3.8	Provningsintervall	35
3.3.9	Bedömning av provresultat	36
3.3.10	Förteckning över komponenter som ingår i kompositkrut ...	37
3.3.11	Mall för säkerhetsanalys och bedömning av erforderlig omfattning för säkerhetsteknisk kontroll av kruttraketmotorer, krutgasgeneratorer med mera	38
3.4	Kontroll av kompositkrut	44
3.4.1	Inledning	44
3.4.2	Provningsmetoder	44
3.4.3	Förteckning över exempel på komponenter som är vanliga i kompositkrut	45
3.5	Kontroll av NC-, NGL-, DGL-, NIGU-, FNH- och LOVA-krut	45
3.5.1	Inledning	45
3.5.2	Nyttillverkade krutpartier	46
3.5.3	Äldre krutpartier	47
3.5.4	Provningsmetoder	48
3.5.5	Kriterier för godkännande	49
3.5.6	Särskild bedömning av speciella krut	51
3.5.7	Förteckning över exempel på komponenter som vanligen ingår i NC- och flerbaskrut	52

3.6	Kontroll av sprängämnen	54
3.6.1	Inledning	54
3.6.2	Bakgrund	54
3.6.3	Omfattning	55
3.6.4	Provtagning	55
3.6.5	Provningsmetoder	56
3.6.6	Resultat, förslag till åtgärder och beslut	57
3.6.7	Förteckning över sprängämnen som inte erfordrar säkerhetsteknisk kontroll	58
3.7	Kontroll av tändämnen	59
3.7.1	Inledning	59
3.7.2	Provningsmetoder	59
3.7.3	Förteckning av vanliga tändämnen	60
3.8	Kontroll av pyroteknik	60
3.8.1	Inledning	60
3.8.2	Provningsmetoder	60
3.8.3	Förteckning av vanliga komponenter i pyrotekniska satser ..	62
3.9	Kontroll av tändsystem	62
3.9.1	Inledning	62
3.9.2	Planering	63
3.9.3	Provningsmetoder	64
3.9.4	Kontrollnivåer	68
3.9.5	Elektronik i tändsystem	70
3.9.6	Provningsmetoder av nya material	71
3.9.7	Genomförande	72
3.10	Kontroll av tryckkärl	76
3.11	Rapportering av kontrollresultat, beslutsunderlag och dokumentation	77
3.11.1	Kontrollresultat och beslutsunderlag	77
3.11.2	Beslut om åtgärder	77
4	Status- och livslängdskontroll	79
4.1	Inledning	79
4.2	Syfte och bakgrund	79
4.3	Driftssäkerhet	80
4.3.1	Sammanfattning	80
4.3.2	Definierade produkttegenskaper	80
4.3.3	Samband	82
4.3.4	Tillämpning på statuskontroll av ammunition	85
4.4	Livslängdsarbete	86
4.4.1	Sammanfattning	86
4.4.2	Definition av begreppet livslängd, livslängdsteknik och livslängdsarbete	87
4.4.3	Målsättning, syfte och effekter av livslängdsarbete	90
4.4.4	Livslängdsarbetets uppläggning	91
4.4.5	Livslängdsanalysens syfte och uppläggning	92

4.4.6	Mall för livslängdsanalysen	92
4.4.7	Redovisning av resultat från livslängdsanalysen	97
4.4.8	Livslängdsprovning (LLP)	97
4.4.9	Karakteriseringsmetoder	99
4.4.10	Predikteringsmetoder	102
4.5	Sambandet mellan livslängdsarbete och ammunitionsövervakning	106
4.5.1	Provtagningsintervall	108
4.6	Ammunition där provningsspecifikation för ammunitions- övervakning utarbetats under produktframtagningen	109
4.6.1	Rubriker	109
4.6.2	Syfte	109
4.6.3	Beskrivning	109
4.6.4	Tillämpliga handlingar	110
4.6.5	Produktfordringar	110
4.6.6	Genomförande	112
4.6.7	Bedömning av resultat	114
4.6.8	Produktspecifika åldringsegenskaper	115
4.7	Ammunition där provningsspecifikation för ammunitions- övervakning inte utarbetats under produktframtagningen	121
5	Felrapporteringsrutiner	123
5.1	FERAM	123
5.1.1	Syfte	123
5.1.2	Omfattning	123
5.1.3	Tillämpning	124
5.2	Undervattensvapenammunition	124
5.3	Flygburen ammunition	124
5.4	LIFT	125
5.4.1	Databas	125
6	Regler för uppställning av provningsspecifikation för ammunitionsövervakning	127
6.1	Definition	127
6.2	Omfattning	127
6.3	Disposition	128
6.4	Skrivregler	129
6.5	Ändringar	129
6.6	Kommentarer med exempel	129
6.6.1	0 Dokumenthuvud	129
6.6.2	1 Ammunitionsövervakning	130
6.6.3	2 Tillämpliga handlingar	131
6.6.4	3 Okulär kontroll	131
6.6.5	4 Status- och livslängdskontroll	132
6.6.6	5 Säkerhetsteknisk kontroll	133
6.6.7	6 Kvalitetssäkring	135
6.6.8	7 Övriga fordringar	135

7 Provningsplan	137
7.1 Grunder	137
7.1.1 Säkerhetsrisker vid avveckling	138
7.1.2 Miljöaspekter vid avveckling	138
7.2 Okulär kontroll	139
7.3 Funktionskontroll	139
7.3.1 Tändrör Ö HK SAR m/485	139
7.4 Säkerhetsteknisk kontroll	144
7.4.1 Tändrör	144
7.5 Provplan	158
Bilaga 1 Förkortningar	159

1 ALLMÄNT

Kapitel 1 Allmänt ger bakgrundsinformation, definitioner, ansvarsfördelning och riktlinjer för verksamheten.

1.1 INLEDNING

Handbok för Ammunitionsovervakning (H AMÖ) utgör en sammanställning av de erfarenheter som erhållits från tidigare undersökningar och analyser av ammunitionssystemens tekniska livslängd.

Handboken avser att täcka de flesta ammunitionsslag såsom artilleri, granatkastare, rekylfria system, robot (missiler), motmedelseffekter, bomber, landminor, sjöminor, torpeder, gevärsgranater, handgranater samt röjningssystem.

Handboken ska ses som ett komplement till både Försvaretsmaktens Handbok för Systemsäkerhet (H SystSäk) M7740–784851 och Handbok för Vapen- och Ammunitionssäkerhet (H VAS) M7762–000212.

1.2 GRUNDER

Materielunderhåll omfattar

- förebyggande underhåll
- avhjälpande underhåll
- reservmaterieförsörjning
- omhändertagande av materiel.

Förebyggande underhåll omfattar

- tillsyn
- översyn.

Tillsyn omfattar

- driftvård
- service

1.3 OMFATTNING

Förebyggande underhåll på ammunition omfattar tillsyn (begränsad materielvård), översyn (genomgripande materielvård) samt ammunitionsövervakning i form av funktions- och säkerhetsteknisk kontroll (jämför MVIF).

1.3.1 Tillsyn/ammunitionsövervakning

En stor del av ammunitionsobjekten omfattas enbart av tillsyn och ammunitionsövervakning. Till denna grupp hör främst kaliberbunden ammunition, landminor, motmedel samt fältarbetsammunition.

1.3.2 Översyn

Viss ammunition ska genomgå periodiska översyner och vid behov reparationer. Exempel på detta är robot-, torped- och sjömins-system samt även sjöminröjningsammunition och explosiva och pyrotekniska varor i flygplansräddningssystem.

1.3.3 Användning av ammunition utanför Sverige

När ammunition används utanför Sverige kan det innebära att ammunitionen utsätts för miljöpåkänningar som den inte är konstruerad för. Nödvändiga åtgärder som då kan krävas för att säkerställa ammunitionens säkerhet, funktion och prestanda, omfattas inte.

1.4 DEFINITIONER

Ammunitionsövervakning är en fortlöpande kontroll av ammunitionens tillstånd och egenskaper avseende *säkerhet*, *funktion* och *prestanda* under ammunitionens livslängd.

Det är också viktigt att verifiera vidmakthållande av systemsäkerhet, baserade på dagens krav och dagens användning.

- okulärkontroll
- säkerhetsteknisk kontroll
- status- och livslängdskontroll
- kontroll i samband med tillsyn/översyn (materielunderhåll)
- information från användning av ammunitionen vid Försvarmakten (FM).

Okulärkontroll, är en kontroll genom syning, dvs. visuell undersökning med eller utan optiska hjälpmedel. Även förekomst av onormal lukt ska noteras.

Säkerhetsteknisk kontroll, avser verksamhet för att konstatera om ammunitionen förändrats under förrådsfasen så att säkerheten vid förvaring, transport, användning eller övrig hantering kan äventyras. Kontrollen utförs i huvudsak som laboratorieundersökning av krut, sprängämne och tändsystem samt av drivdelar till ammunition.

Status- och livslängdskontroll, avser fastställa ammunitionens status med hänsyn till funktion och prestanda samt ge en prognos om objektets kvarvarande livslängd. Statuskontroll utförs genom provning och kontroll av komponenter och/eller funktionsprov av komplett ammunition. Livslängdskontroll utförs med hänsyn av forcerad åldring.

Kontroll vid tillsyn/översyn, är verksamhet som med viss periodicitet utförs i huvudsak på robot- och undervattensvapenammunition enligt särskilda underhållsföreskrifter i syfte att undersöka om angivna krav på säkerhet och funktion innehålls.

1.5 SYFTET MED AMMUNITIONSÖVERVAKNING

Resultaten av ammunitionsövervakningen syftar till att ge objektansvariga inom FMV:

- Underlag för prognos om objektets fortsatta livslängd.
- Underlag för åtgärder i avsikt att exempelvis vidmakthålla eller öka funktionssannolikhet och ammunitionssäkerhet.
- Underlag för beslut om fortsatt förrådsförvaring utan särskilda åtgärder, utgallring, kassation och/eller destruktion.

1.6 INRIKTNING AV VERKSAMHETEN

Ammunitionsövervakningen ska främst inriktas på att identifiera, analysera och med ledning av erhållna analysresultat, kontrollera de komponenter eller apparater som är styrande för ammunitionsobjektens livslängd med avseende på säkerhet, funktion och prestanda.

Kontrollerna ska genomföras på grundval av tekniskt underlag för ammunitionsövervakning som ska utarbetas under objektens anskaffningsfas.

Vid övervakningen värderas erhållna resultat gentemot de krav som ställs på objektet efter längre tids förrådsförvaring. På grundval av värderingen fattas beslut om erforderliga åtgärder.

Inriktningen innebär att underlagsarbetet för ammunitionsövervakningen ska påbörjas redan under utrednings- och konstruktionsskedet.

Komponent- och apparatkontrollen kompletteras med resultat från okulärkontroll vid inspektioner och användning. Vid behov kan det för funktionskontroll erfordras skjutning (sprängning etc.) med komplett ammunitionsobjekt.

En strävan är att begränsa eller helt undvika periodisk översyn i framtida projekt.

1.7 ANSVARFÖRHÅLLANDEN

1.7.1 Förebyggande underhåll

De delar av materielsystemen (delsystemen) som innehåller explosivämnen eller andra vådliga ämnen ska genomgå ammunitionsövervakning enligt riktlinjerna i denna handbok.

FMV har ansvaret för sådan övervakning av ammunition.

1.7.2 Tekniskt underlag

Under berednings- och upphandlingsfasen sker underhållsberedning. Härvid ska även tekniskt underlag i form av provningsspecifikationer för ammunitionsövervakning tas fram och samordnas med övrigt underhåll, se *kapitel 6, Regler för uppställning av provningsspecifikation för ammunitionsövervakning*.

1.8 UNDERLAGS- OCH GENOMFÖRANDEVERKSAMHET

Ammunitionsövervakning kan indelas i underlagsverksamhet och genomförandeverksamhet.

1.8.1 Underlagsverksamhet för ammunitionsövervakning

Denna verksamhet omfattar främst följande delaktiviteter:

- Utarbeta förslag till tidsrelaterade kravnivåer för ammunition.
- Verifiera att angivna tidsrelaterade krav uppfylls.
- Genomföra säkerhetsanalys (ingår i säkerhetsplan).
- Identifiera och kartlägga komponenter och apparater hos ammunitionsobjekt som är styrande för livslängden (livslängdsprovning).
- Utarbeta tekniskt underlag för ammunitionsövervakning (provningsspecifikationer).
- Utarbeta förslag till plan för ammunitionsövervakning.

Mycket av detta kan utföras av industri om detta inkluderas vid upphandling.

1.8.2 Medverkan i TTEM-arbete

För att bedöma om ammunitionens tillstånd (status) är acceptabelt efter långvarig förrådsförvaring är det nödvändigt att kunna jämföra erhållna provningsresultat med uppställda krav.

Detta innebär att det i TTEM bör fastställas vilka krav som ska gälla för ammunitionen efter längre tids förvaring.

Härvid kan det vara lämpligt att ange olika kravnivåer avseende

- leveranstillfället
- efter 10, 15 och 20 års förvaring i definierad förrådsmiljö.

I TTEM-arbetet ska den för objektet objektansvarige ge förslag till kravnivåer relaterade till ammunitionens framtida ålder i definierad förvaringsmiljö för funktion, prestanda och säkerhet.

1.8.3 Upphandlingsunderlag vid nyanskaffning

I upphandlingsunderlaget ska:

- De åldersrelaterade kraven i TTEM definieras i tekniska termer på ett entydigt och verifierbart sätt.
- Leverantören åläggas att genom bland annat livslängdsprovningar verifiera att ställda krav på funktion, prestanda och säkerhet kan uppfyllas under ammunitionens bedömda livslängd.
- Erforderliga säkerhetsanalyser ingå.
- Leverantören utarbeta förslag till plan för ammunitionsovervakning omfattande:
 - Förteckning över de komponenter, detaljer och apparater som är styrande för livslängden och som erfordrar övervakning.
 - Kontrollomfattning.
 - Periodicitet och tidsplaner.
 - Behov av extra komponenter, detaljer och apparater för separat referensprovning eller ersättning för den materiel som förbrukas vid störande provning.
 - Behov av provningsutrustning.
 - Eventuellt behov av skjutprovning (motsvarande) av komplett ammunition som komplement till komponent/detalj/apparatprovningen.
- Leverantören ska tillhandahålla krut för stabilitetskontroll från samtliga partier, se *avsnitt 3.5, Kontroll av NC-, NGL-, DGL-, NIGU-, FNH- och LOVA-krut.*

- Leverantören skall ange krutinfo i samtliga ingående delar i objektet till ansvariga för AMÖ. Ansvarig projektledare vid FMV tillser att så sker.
- Leverantören i samband med något av de första partierna utföra och redovisa livslängdsprovning med avseende på säkerhet, funktion och prestanda som referensprov (nollprov).

1.8.4 Upphandlingsunderlag vid anskaffning av ammunition utomlands

Vid anskaffning av ammunition från utlandet bör utöver vad som angivits ovan angående underlag för ammunitionsövervakning även tas upp krav i beställningen att erfarenheter från övervakningen i tillverkarlandet delges FMV. Det bör också övervägas om FMV kan köpa hela eller delar av ammunitionsövervakningen av den utländske tillverkaren. Detta kan bli aktuellt för sådan ammunition som innehåller konstruktioner som av sekretesskäl inte får delges tredje man av FMV.

En annan möjlighet som bör tillvaratas är att sluta samarbetsavtal med tillverkarlandets myndigheter. Förutsättning för detta är att:

- de har anskaffat ifrågavarande ammunition
- kraven på ammunitionsobjektet är likartade
- förvarings- och hanteringsmiljön i tillverkarlandet överensstämmer med Sveriges.

1.8.5 Underlag för ammunitionsövervakning av äldre ammunition

För den äldre ammunitionen i förråd finns som regel varken krav relaterade till ålder och miljö, i vad avser funktion och prestanda, eller tekniska bestämmelser för kontroll av dessa krav. Däremot finns underlag för säkerhetsteknisk kontroll.

Innan beslut fattas om utarbetande av underlag för övervakning av denna ammunition bör en prioritering ske beträffande vilken ammunition som bör funktionskontrolleras enligt grundprinciperna i denna publikation.

Härvid gäller som inriktning att övningsammunition som kontinuerligt används under utbildning, ammunition med kort omsättningstid samt äldre stridsammunition som avses kasseras inom en kort tidsrymd bör undantas från funktionskontroll.

Exempel sådan ammunition är

- nödsignalammunition
- annan signal- och lysammunition
- spräng- och rökhandgranater
- markeringsmedel.

För den övriga äldre ammunitionen som ska funktionskontrolleras utarbetar ansvarig inom FMV krav på funktion och prestanda relaterade till planerad kvarvarande livslängd.

För ammunition av utländsk härkomst kan uppdrag ges till svensk industri under förutsättning att ammunitionen inte innehåller konstruktionshemligheter som inte får utlämnas av FMV till tredje man.

För övrig utländsk ammunition tas förhandling upp med respektive leverantör om att ta fram underlag enligt svenska krav. Alternativt bör det klaras ut om övervakningen kan genomföras i tillverkarlandet.

1.8.6 Revidering/modifiering av ammunition

Vid revidering/modifiering av ammunition som innebär att säkerhet och/eller funktionsegenskaper ändras ska den tekniska beredningen handläggas som vid nyutveckling av ammunition, jämför avsnittet ”Upphandlingsunderlag vid nyanskaffning”.

1.8.7 Genomförandeverksamhet för ammunitionsövervakning

Genomförandet kan indelas i följande verksamheter:

- Planering
 - långtidsplaner
 - genomförandeplaner
 - samordning av planerna.
- Ledning och genomförande.
- Utvärdering av resultatet. Förslag till åtgärder.
- Beslut.

De olika aktiviteterna vid genomförandet av ammunitionsovervakningen framgår av nedanstående blockschema.

<p>Okulärkontroll Utförs</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Vid inspektioner B. Före användning C. Vid säkerhetsteknisk kontroll, status- och livslängdskontroll D. Översyner 	<p>De fem blocken ska sammantaget ge bilden av ammunitionens status avseende säkerhet och användbarhet under ammunitionens livslängd</p> <p style="text-align: center;">Beslutsunderlag</p>
<p>Säkerhetsteknisk kontroll Styrs av FMV: Avser främst säkerhet och utförs i huvudsak som laboratorieundersökning av krut, sprängämne och tändsystem.</p>	
<p>Status- och livslängdskontroll Styrs av FMV: Utförs dels vid provplats, dels vid förband och dels vid industrier. Avser främst funktion och i vissa fall prestanda.</p>	
<p>Översyner Styrs av FMV enligt Underhållsföreskrifter (motsvarande) Avser i huvudsak robot- och undervattensvapenammunition. Utförs på komponenter och apparater. Avser funktion och säkerhet.</p>	
<p>Felrapportering Avser</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Felrapporteringsrutiner för felfunktion vid användning. B. Rapportering av felaktigheter som framkommer vid okulärkontroll. 	

Bild 1:1 Aktiviteter

1.8.8 Planering

Ammunitionsövervakningen grundas på långtidsplaner, vilka utarbetas av ansvariga för ammunitionsövervakningen. Planerna löper normalt sett under tre år.

Långtidsplanen bör för varje objekt innehålla:

- tillverkningsår
- tidpunkt för genomförda referensprovningar
- inskränkningar rörande objektets användning
- uppgift över vilka typer av kontroll som ska utföras
- tidpunkt när nästa övervakningstillfälle ska inplaneras
- uppgift om tekniskt underlag finns för kontrollerna.

För sådana objekt som endast erfordrar säkerhetsteknisk kontroll kan generella långtidsplaner för likartade objekt upprättas. Detta gäller exempelvis för objekt där endast åldern på ingående röksvagt krut eller sprängämne är styrande för när den säkerhetstekniska kontrollen ska utföras. Föreskrifter för säkerhetsteknisk kontroll av krut respektive sprängämnen enligt *kapitel 3, Säkerhetsteknisk kontroll* kan då användas som generell långtidsplan.

1.8.9 Genomförandeplaner

Planerna för genomförande av ammunitionsövervakningen utgör:

- Arbetsplaner för närmast förestående verksamhet.
- Underlag för kostnads- och resursplanering.
- Underlag för uppdrag till FMV, FOI, industrin med flera.

Genomförandeplanerna bör omfatta objektets planerade livslängd. De utarbetas som delplaner för

- okulärkontroll
- säkerhetsteknisk kontroll
- status- och livslängdskontroll (funktionskontroll)
- kontroll vid tillsyn/översyn.

1.8.10 Planer för okulärkontroll

Separata planer för okulärkontroll utarbetas inte vid FMV.

Däremot bör plan för okulärkontroll ingå som delplan vid materielinspektioner, se *kapitel 2, Okulärkontroll*. Som underlag för denna planering gör ansvariga linjeenheter årligen en sammanställning över ammunition som bedöms erfordra särskild uppmärksamhet vid okulärkontroll.

1.8.11 Planer för säkerhetsteknisk kontroll

Planer för säkerhetsteknisk kontroll bör omfatta objektets planerade livslängd.

Mot bakgrund av att ammunition som regel är sammansatt av ett flertal komponenter är det av praktiska skäl lämpligt att uppställa genomförandepLANEN komponentvis. Härvid bör verksamheten indelas i följande huvudgrupper, se *kapitel 3, Säkerhetsteknisk kontroll*.

- explosivämnen
- tändsystem
- raketmotorer
- gasgeneratorer
- tryckbärande anordningar.

Planer för flera olika komponenter ingående i samma huvudgrupp bör sammanföras. För varje komponent i respektive huvudgrupp beaktas

- partitillhörighet
- resultat från referensprov (nollprov)
- materielens status efter föregående provningsperiod
- tekniskt underlag för provning och bedömning av resultatet
- erforderliga provningar
- antal enheter som ska tas ut för kontroll från statistisk synpunkt
- ur vilka förråd proverna ska tas ut
- var provningen ska genomföras

- vem som ska genomföra provningen
- behov av särskild provningsutrustning
- samordning med planen för funktionskontroll.

1.8.12 Planer för status- och livslängdskontroll

Planerna bör omfatta objektets planerade livslängd.

Planerna ska i första hand inriktas på kontroll av komponenter och apparater som är styrande för livslängden. Om detta inte är möjligt utförs funktionskontrollen som skjutning med komplett ammunitionsobjekt.

För varje objekt beaktas

- partitillhörighet
- resultat från referensprov/senaste övervakningstillfälle
- materielens status efter föregående provningsperiod
- tekniskt underlag
- kontrollomfattning
- ur vilka förråd ammunitionen ska tas
- var kontrollen ska utföras och av vem
- behov av särskild provningsutrustning
- samordning med planen för säkerhetsteknisk kontroll.

Planen fastställs efter samråd med berörda enheter.

1.8.13 Planer för kontroll vid tillsyn/översyn

Planerna upprättas av FMV i samråd med berörda enheter. Kontrollen avser främst robotar och torpedmateriel.

Planerna bör omfatta objektet planerade livslängd.

Planeringen syftar till att ange vilka av kontrollerna som ska ingå i ammunitions- övervakningssystemet och vars resultat ska rapporteras enligt särskild rutin. Planerna ingår som delplaner i respektive underhållsavdelningsplaner av periodisk tillsyn/översyn av robotar, torpeder, sjöminor etc.

Delplanen ska redovisa planerad kontroll enligt underhållsföreskrifter eller motsvarande av sådana komponenter och apparater som klassificerats som styrande för respektive objekts funktion och säkerhet under dess livslängd.

1.8.14 Planeringscykel för ammunitionsövervakning

Tabell 1:1 Planeringscykel

Ammunition/robotar	Aktivitet vid linjeenhet	Tidpunkt
Ammunition	Rullning av långtidsplaner	var 3:e år
	Genomförandeplan för säkerhetsteknisk kontroll	Var annat år
	Genomförandeplan för status och livslängdskontroll	Var annat år
	Beställningsunderlag för ammunition som ska kontrolleras	8 mån före intagning
	Sammanfattande rapporter över erhållna resultat under genomförandeåret	Årligen
	Utarbetande av förteckning över ammunition som erfordrar särskild uppmärksamhet vid inspektioner etc	Årligen
Robotar	Rullning av långtidsplaner	Var femte år
	Rullning av genomförandeplaner för säkerhetsteknisk kontroll och funktionskontroll	Var femte år
	Översyn av genomförandeplaner	Årligen
	Översyn av genomförandeplaner	8 mån före intagning
	Redovisning av provresultat samt beslut om åtgärder	Var femte år

1.8.15 Genomförande av planerad verksamhet

Planerna genomförs genom att uppdrag ges till FOI, FMV, industri och FM enligt nedan.

Uppdrag	Utförs av
Uttag av prover för säkerhetsteknisk kontroll av röksvagt krut	FMV och ammunitionsinspektörer
Mottagning, provberedning och försändning av prover för säkerhetsteknisk kontroll	FMV, FOI, industrin
Komponent- och apparatprovning	FOI, industrin
Beställning avseende avtal om laboratoriefunktion vid FOI eller industri	FMV
Säkerhetsteknisk kontroll av krut	FOI, industrin
Säkerhetsteknisk kontroll av tändsystem	FOI, industrin
Status- och livslängdskontroll	FMV, FOI, industrin och FM
Skjutprovning av komplett ammunitionsobjekt	FMV, FOI, industrin och FM
Tillsyn/översyn	FMV, industrin och FM

Okulärkontroll och felrapportering från användning enligt *kapitel 2* och *5*.

1.8.16 Redovisning av resultat

Erhålls vid provning och kontroll resultat som påvisar brister i säkerhet eller väsentliga fel i funktion ska rapport omgående överlämnas till ansvarig funktion för åtgärd.

Övriga rapporter sammanställs efter genomförandet och överlämnas successivt till ansvarig linjeenhet.

Felrapporter från okulärkontroll och användning för ammunition registreras i system FERAM (Felrapporteringsrutin för ammunition inom försvaret). Övriga rapporter sänds direkt till ansvarig linjeenhet för registrering i befintliga system, se *kapitel 5, Felrapporteringsrutiner*.

FMV sammanställer årligen en rapport över genomförd ammunitionsövervakning, inkomna rapporter samt pågående verksamhet.

1.8.17 Utvärdering och beslut om åtgärd

Resultaten från ammunitionsövervakningen utvärderas och beslut om eventuella åtgärder fattas av ansvarig funktion.

2 OKULÄRKONTROLL

2.1 OMFATTNING

Okulärkontroll omfattar kontroll av att ammunitionen och/eller ammunitionsemballaget inte har sådana yttre skador (förändringar) som indikerar att säkerhet och funktion har påverkats under förvaring och hantering.

Exempel på skador (förändringar) som kan upptäckas vid denna kontroll är mekaniska skador på grund av ovarsam hantering, korrosionsangrepp, hylssprickor, mögel, skadedjursangrepp samt förekomst av lukter som kan tyda på kemiska förändringar.

All ammunition bör vara föremål för okulärkontroll inom en tidsperiod av fyra år.

Okulärkontroll utförs

- före användning av ammunitionen
- vid inspektioner
- vid säkerhetsteknisk kontroll
- vid status- och livslängdskontroll
- vid tillsyn/översyn.

2.2 GENOMFÖRANDE

2.2.1 Kontroll före användning

Föreskrifter och omfattning av kontroll framgår av FM:s SäkR. I princip innebär föreskrifterna att före användning ska all ammunition minst kontrolleras med avseende på att:

- rätt ammunition erhållits
- ammunitionen är komplett
- ammunitionen är ren och fri från skador
- korrosions- och/eller mögelangrepp inte förekommer.

Utlämnad felaktig eller skadad ammunition får inte användas utan ska rapporteras av övningsledare, som insänder rapport till FMV och kopia till FM HKV. Härvid tillämpas Felrapporteringsrutin för ammunition inom försvaret (FERAM), vilken närmare beskrivs i *kapitel 5*.

2.2.2 Kontroll vid materielinspektioner

Denna kontroll utförs vid de inspektioner av ammunitionsförråd som genomförs av FM eller MSB.

Inspektionerna avser dels förråd och förrådsuppläggning gentemot krav i IFTEX, dels ammunitionens status i okulärt avseende.

Kontrollen bör härvid inriktas mot sådan ammunition som tidigare under förvaring visat indikationer på åldersförändringar. Som underlag för planering av okulärkontrollen gör linjeenhet årligen en sammanställning över ammunition som bedöms erfordra särskild uppmärksamhet.

Exempel på generell kontrollinstruktion vid inspektion av ammunition, se nedan.

2.2.3 Okulärkontroll vid säkerhetsteknisk kontroll och funktionskontroll

Denna kontroll genomförs i samband med isärtagning av ammunition för provberedning av krut och tändsystem eller vid ordinarie funktionskontroll av komplett skott.

Härvid kontrolleras att

- emballaget inte är skadat på grund av yttre våld
- fukt, mögel eller skadedjursangrepp inte finns
- märkning på ammunition och förpackning överensstämmer inbördes och med kontrollunderlaget
- ammunitionen inte har hanteringskador eller korrosions-, fukt-, mögel- eller andra skador som kan nedsätta funktion och säkerhet såsom exempelvis:
 - hylsprickor
 - rostangrepp
 - trasiga karduser
 - skadat krut
 - kaviteter eller sprickor i sprängladdningar
 - skadade tändrör
 - skadade tändrörslägen.

2.2.4 Kontroll vid tillsyn/översyn

Se respektive MVIF.

2.3 KONTROLLINSTRUKTION FÖR OKULÄRKONTROLL

Kontrollera att:

- Emballage (förpackning) är oskadat och fritt från korrosion, mögel och skadedjursangrepp.
- Märkning på emballage (förpackning) och ammunition är oskadad.
- Oemballerad ammunition är hel ren och fri från korrosion, mögel och skadedjursangrepp.
- Hylsor är fria från sprickor, karduser är hela och att anfyrningsladdningar inte är stenlupna.
- Ingen onormal lukt förekommer.

Påträffas skador på emballage (förpackning) bryts dessa och kontroll utförs att ammunitionen inte är skadad.

Rapport över skador och andra avvikelser görs till FMV och HKV med tillämpning av Felrapporteringsrutin för ammunition inom försvaret (FERAM) vilken närmare beskrivs i *kapitel 5, Felrapporteringsrutiner*.

3 SÄKERHETSTEKNISK KONTROLL

3.1 ARBETSMETODIK

Utgångsvärdena för planläggning av säkerhetsteknisk kontroll utgörs av:

- Resultat av livslängdsprovning under utvecklingen.
- Resultat av säkerhetsanalys för det aktuella objektet, se *avsnitt 3.2, Säkerhetsanalys*.
- Resultat av genomförda referensprov vid leveranstidpunkten (nollprov) eller för utomlands utvecklad materiel motsvarande dokumentation (planer, tekniskt underlag etc.).
- Resultat av tidigare utförd säkerhetsteknisk kontroll.

Ytterligare anvisningar härför framgår av detta kapitel. Med stöd av utgångsvärdena uppgörs en långtidsplan och genomförandeplaner enligt *kapitel 1*.

Planläggningen ska eftersträva samordning mellan den säkerhetstekniska kontrollen och funktionskontrollen (status- och livslängdskontroll).

Med stöd av anvisningar i detta kapitel och *kapitel 7, Provningsplan* samt tekniskt underlag från tillverkningen utarbetas erforderliga bestämmelser för provningens genomförande.

Bestämmelserna bör för varje prov ange definierade krav för godkännande jämte underlag för bedömning av provresultat.

Erhållna resultat analyseras och jämförs med befintliga utgångsvärden och/eller med upprättade säkerhetskrav. Analysen bör utmynna i en prognos avseende objektets återstående livslängd utifrån säkerhetstekniska bedömningsgrunder. Dessutom ska förslag till erforderliga åtgärder med anledning av provresultaten utarbetas.

Beslut om åtgärder och härav betingade ändringar av långtidsplan för säkerhetsteknisk kontroll fattas av ansvarig funktion.

Beslut meddelas den enhet som ansvarar för kontrollens genomförande, så att erforderliga justeringar av genomförandeplanen säkerställs.

3.2 SÄKERHETSANALYS

Säkerhetsanalys av ett ammunitionsobjekt avser att klarlägga vilka detaljer i konstruktionen som på grund av miljöpåverkan eller åldringsförändringar kan komma att leda till vådahändelse.

Viss säkerhetsanalys görs i samband med förvaringskodifiering (F-kod) av ammunition enligt *IFTEX* bestämmelser, exempelvis vad gäller behov av säkerhetsteknisk kontroll av i ammunition ingående explosivämnen, till exempel risk för kopparazidbildning, självantändning av NC-baserade krut.

Härutöver måste ammunitionseffektens säkerhet utanför den transport- och förrådsförvaringsmiljö som är bunden till F-koden bedömas, det vill säga den miljö som råder vid ammunitionseffektens användning. Miljön är då i regel svårare än den F-koden tar hänsyn till.

Den säkerhetsanalys som berör säkerhetsteknisk kontroll avser främst tids- och miljöberoende förändringar.

Omfattningen blir därför mindre än vid säkerhetsanalys av nyutvecklade objekt.

Underlaget för säkerhetsanalys av äldre ammunition är ofta bristfällig men även enkla analyser, se *avsnitt 3.3.11*, ger väsentliga grundvärden för inriktning av den säkerhetstekniska kontrollen.

Generellt kan sägas att säkerhetsteknisk kontroll ska utföras då vådahändelse kan leda till person- eller materielskador. Undantag kan eventuellt göras för ringa materielskador där verkan begränsas inom ammunitionseffekten.

Säkerhetsanalysen ger bland annat underlag för bedömning av

- vad som ska kontrolleras
- om särskilda riskminskande åtgärder erfordras.

Säkerhetsanalys ska utföras på all ammunition för att undersöka om den innehåller vådliga ämnen eller enheter.

Säkerhetsanalysen ska inventera tänkbara vådahändelser vid transport, förvaring, användning eller övrig hantering, främst sådana som förorsakas av åldringsförändringar.

Detta innebär bedömning av risker för vådahändelser, till exempel vådaanvändning, oavsiktlig funktion och felfunktion (brand, explosion med mera) på grund av försämrade kemisk stabilitet, andra tekniska eller fysikaliska förändringar eller försämrade mekaniska eller elektriska egenskaper.

Säkerhetsanalysen ska även innefatta bedömning av risker för personella och materiella skador vid vådahändelse. Härvid ska även vådahändelser förorsakade av sekundära effekter uppmärksammas, det vill säga att en händelse kan starta en annan.

Från stabilitetsprovningssynpunkt är sådana ammunitionseffekter som enligt *IFTEX* betecknas som ”stabila under förutsättning av säkerhetsteknisk kontroll” av intresse.

Vid (ny)utveckling av ammunitionens objekt ska såväl säkerhetsanalys och vid behov utarbetande av provningsspecifikationer för ammunitionsovervakning ingå i utvecklingsuppdraget.

Vid köp från utlandet ska utfört säkerhetsarbete i form av säkerhetsanalyser och säkerhetsprovningar samt eventuellt utarbetade provningsspecifikationer för ammunitionsovervakning ingå i beställningen.

3.2.1 Särskilda anvisningar

Ovan angivna grunder för genomförande av säkerhetstekniska kontroller gäller alla typer av ammunition. När det gäller att för viss ammunitionstyp utarbeta tekniska bestämmelser (provningsspecifikationer) för säkerhetsteknisk kontroll krävs emellertid särskilda detaljöverväganden, vilka tar hänsyn till de olika objekternas karaktär. Anvisningar för detta framgår av *avsnitt 3.3–3.10*.

3.3 KONTROLL AV AMMUNITIONSOBJEKT

3.3.1 Inledning

Omfattningen av den säkerhetstekniska kontrollen fastställs under utvecklingsfasen genom säkerhetsanalys och livslängdsarbete på objektet.

Grundmålsättningen för kontrollen av objektet och däri ingående enheter är att verifiera att säkerheten inte försämrats under lagringstiden.

För dyrbara objekt kan kontrollen, som ofta innebär en förstörande provning, endast omfatta ett mycket litet provuttag. Man kan därför endast inrikta verksamheten på att upptäcka systematiska fel som drabbar en stor del av populationen.

Säkerhetsteknisk kontroll av kompositkrut, röksvagt krut, sprängämnen, tändämnen, pyrotekniska satser och tändsystem behandlas separat, se *avsnitt 3.4–3.9*.

3.3.2 Behov av säkerhetsteknisk kontroll

Behovet av säkerhetsteknisk kontroll avgörs efter säkerhetsanalys av objektet.

3.3.3 Planering och genomförande

För planeringen erfordras tekniskt underlag omfattande till exempel:

- Tekniska bestämmelser för tillverkning och leveranskontroll.
- Rapport över utförd kvalificering.
- Rapporter över tidigare utförd säkerhetsteknisk kontroll.
- Information beträffande svagheter hos objektet, som framkommit under utvecklingsarbetet (till exempel tekniska rapporter, livslängdsprovning eller säkerhetsanalyser).
- Erfarenheter från tillverkning och användning av objektet.
- Erfarenheter av användning av liknande objekt.
- Resultat av säkerhetsteknisk kontroll avseende likartade objekt. Tolerans gränser, för till exempel drivkraft från raketmotor mm.

3.3.4 Definition av provobjekt

För att genomföra den säkerhetstekniska kontrollen på ett riktigt sätt vid varje provtillfälle, ska det aktuella objektet definieras noggrant med avseende på typ, konstruktion, funktion och utförande. Underlag för detta erhålls till exempel ur tekniska bestämmelser för tillverkning och kontroll samt ritningsunderlag.

Det är viktigt att klarlägga om hela beståndet av objektet kan anses homogent eller om hänsyn måste tas till skillnader på grund av modifieringar eller spridning mellan tillverkningspartier eller miljöfaktorer.

3.3.5 Provning

Provningsresultaten kan variera med provningsutrustningen och dess handhavande. Man ska därför sträva efter att vid varje provningstillfälle utnyttja samma provningsrutiner. Provningsutrustning och provningsförfarande definieras noggrant. Provningsmetoderna kan indelas i följande grupper:

- *Icke förstörande provning*

Metoder finns för kontroll av till exempel sprickbildning i krutladdningar och kontroll av att montering är riktigt utförd (röntgen, datortomografi). Drivladdningar kan kontrolleras utan urmontering med avseende på hårdhet och även andra parametrar kan kontrolleras genom uttag av så små prov att funktionen inte påverkas.

Noggrann syning kan ofta ge värdefull information.

- *Förstörande provning*

Utförs främst på krutladdningar med isolering, tätningselement samt övriga delar som är av stor betydelse för säkerheten. Provningen kan avse såväl kemiska (stabilitet) som mekaniska (hållfasthet) egenskaper. Provningen kan även göra det möjligt utföra kvalitativ bedömning av säkerheten vid användning.

- *Funktionsprovning*

Funktionsprovning av hela objektet eller vissa komponenter är ofta nödvändigt för att verifiera säkerheten vid funktion. Förändringar i prestanda kan även påverka säkerheten vid användning.

3.3.6 Provuttag

Provuttaget grundas på

- genomförd säkerhetsanalys
- provmetoder
- behov av funktionsprovning och om provning erfordras vid olika
- behov att klarlägga spridning mellan olika tillverkningspartier.

Provning med icke förstörande provmetoder möjliggör stora provuttag som i sin tur ger möjlighet till en statistisk bedömning av provresultaten. Är man hänvisad till att använda komplicerade och dyrbara provmetoder eller förstörande provning måste provuttaget av kostnadsskäl begränsas till ett litet antal enheter (3–5) per provomgång. Detta ställer krav på att provuttaget kan anses representativt för hela populationen och att provprogrammet är lämpligt utformat.

Erfarenheter av tidigare utförd provning kan nyttjas för att minska provuttaget. Den säkerhetstekniska kontrollen bör utföras med operativ materiel. För att undvika att hela enheter (till exempel robotar) störtas vid provuttag bör reservmateriel anskaffas för att ersätta materiel som förbrukas vid provning.

Ett alternativ till provning av operativ materiel är att utföra provning med materiel som anskaffats speciellt för ändamålet. Denna materiel bör vara av serieutförande. Av kostnadsskäl kan det dock i vissa fall vara nödvändigt att vid laboratorieprovning av krut använda speciellt tillverkade provstycken. Detta ställer dock krav på att laddningen är emballerad så att inneslutningen är likvärdig med den operativa materielens.

Kompletterande provning med operativ materiel bör vid något tillfälle ske för att verifiera att realistiska resultat erhållits. Om provningen inte utförs med operativ materiel bör man noga analysera om provet lagrats vid ur åldringssynpunkt representativ miljö. Om så inte är fallet kan miljöbehandling ingå i den säkerhetstekniska kontrollen.

För nytillverkade NC-baserade krutpartier ska ett referensprov om 3×1 kg iordningställas se *avsnitt 3.5.2, Nytillverkade krutpartier*.

3.3.7 Referensprovning

Bedömning av resultat av säkerhetsteknisk kontroll underlättas om materielens status vid leveranstidpunkten fastställts genom referensprovning, som omfattar samma provningsmoment som den kommande säkerhetstekniska kontrollen. Man måste därvid tillse att leveranskontroll och säkerhetsteknisk kontroll utförs enligt samma provningsförfarande.

Dokumentationen från leveranskontroll omfattar normalt inte mekaniska undersökningar av krut och isoleringar. Denna dokumentation bör inkluderas i leveranshandlingarna som även i övrigt bör redovisa resultat av all kontroll som kan vara av betydelse vid framtida säkerhetsteknisk kontroll. Vid leveransen bör så många partier som möjligt undersökas, så att man får en uppfattning om spridning mellan olika partier.

3.3.8 Provningsintervall

Någon generell regel beträffande val av lämplig tidpunkt för första säkerhetstekniska kontroll efter leverans kan inte anges. Tidpunkten bestäms främst av tidigare erfarenheter av liknande objekt (komponenter) och om forcerade åldringsprov eller dylikt utförs i samband med typprovningen. Raketmotorer som tillverkats enligt kända konstruktionsprinciper behöver i regel kontrolleras efter fem år. Beträffande tryckkärl och liknande kan anvisningarna som ges i Arbetsmiljöverkets författningssamling användas som riktvärden, även om de inte gäller för försvarsmateriel.

Provningsintervallen för fortsatt säkerhetsteknisk kontroll kan inte heller fastställas genom generella regler. Vid långtidsplanering måste tidigare erfarenheter av liknande objekt (komponenter och detaljer, till exempel kruttyp) användas. Intervallens längd justeras med ledning av den prognos för materielens åldring och tekniska livslängd som görs efter varje provomgång. Riktvärde för provningsintervall är 2–4 år.

Provningsprogram för den säkerhetstekniska kontrollen ska vara så detaljerad att provningen kan genomföras på samma sätt vid varje provtillfälle.

För att provning ska kunna genomföras krävs oftast att objektet demonteras. Metodbeskrivning för demontering bör i sådana fall anskaffas i samband med seriebeställning.

Beskrivningen som utarbetas senare i samband med den säkerhetstekniska kontrollen, ska godkännas av den instans som ska utföra arbetet. Vid utarbetande av beskrivningen avgörs från fall till fall var erforderlig kompetens härför finns att tillgå, till exempel hos

- tillverkaren
- provningsinstans
- ansvarig enhet.

3.3.9 Bedömning av provresultat

Resultatet av den säkerhetstekniska kontrollen ska ge underlag för beslut beträffande

- fortsatt användning
- provningsintervall
- omfattning av fortsatt säkerhetsteknisk kontroll.

Åldring av komponenter kan medföra att vissa ursprungliga krav inte innehålls. I många fall kan materielen trots detta användas med bibehållen säkerhet, eventuellt efter begränsningar i den operativa användningen.

Provningsprogrammet ska dock utformas så att det ger tillräckligt underlag för ett ställningstagande beträffande fortsatt användning.

Provningsresultaten ska också ge underlag för en prognos för objektets fortsatta tekniska livslängd samt beslut beträffande intervall till nästa provningstillfälle. Därvid ska hänsyn tas till resultat av all relevant provning som utförts med materielen inklusive leveransprovning.

3.3.10 Förteckning över komponenter som ingår i kompositkrut

Nedanstående lista är *inte* heltäckande, ett flertal varianter kan förekomma och olika polymera matriser kan komma att användas.

3.3.10.1 Matris eller bränsle

- Hydroxylterminerad polybutadien (HTPB)
- Carboxylterminerad polybutadien (CTPB)
- Polyuretan (UP)
- Polyetylglykol (PEG)
- Cellulosa acetat byrat (CAB)
- Polyvinylklorid (PVC)

Hänsyn är inte tagen till härdsystem som ingår i en del av de ovanstående plasterna, de flesta bygger på någon 2 eller 3 värd isocyanatförening såsom IPDI, DDI och MAPO.

3.3.10.2 Mjukgörare

- Trimetyloletentrinitrat (THMETN)
- 1, 2, 4 Butantrioltrinitrat (BTTN)
- N-metyl-para-nitroaniline (MNA).

3.3.10.3 Oxidatorer

- Ammoniumperklorat (AP)
- Ammoniumnitrat (AN)
- Kaliumnitrat
- Hexogen (RDX)¹
- Oktogen (HMX)¹.

Olika typer av antioxidanter förekommer för att skydda den polymera matrisen. Exempel: 2.2' -Metylen-bis-4-metyl-6-tert-butyl-fenol (BKF), Tetraciklin.

1. Bygger på att föreningen kan utveckla energi på egen hand, går även under namn som nitraminer.

3.3.10.4 *Ballistiska tillsatsmedel, katalysatorer*

- Blyoxid
- Järnoxid
- Kromoxid
- Kimrök
- Aluminium
- Aluminiumtrioxid
- Zirkoniumoxid samt vissa nitroföreningar.

3.3.11 Mall för säkerhetsanalys och bedömning av erforderlig omfattning för säkerhetsteknisk kontroll av krutraketsmotorer, krutgasgeneratorer med mera

En generisk krutraketsmotor kan bestå av följande komponenter

- raketmotorhylsa
- isolering
- liner
- krutladdning
- dysa
- tätningselement
- raketmotortändare.

3.3.11.1 Raketmotorhylsa

Raketmotorhylsan ska motstå de mekaniska påkänningarna som hylsan utsätts vid utskjutning och vid friflykt.

- *Felsätt*
Bristfällig täthet på grund av sprickor, porer, deformation med mera.
- *Effekt*
Genombränning.
- *Kontrollomfattning*
Täthetsprovning, tryckhållfastsprovning.
Ultraljudsundersökning, fluoroscens.
Draghållfasthetsprovning axiellt och radiellt.
- *Applicerbarhet*
Samtliga objekt.

3.3.11.2 Isolering

Isoleringen har som uppgift att skydda raketmotorhylsan från genombränning det är därför viktigt med god vidhäftning mellan raketmotorhylsa, liner, isolering, liner och krutladdning.

- *Felsätt*
Isoleringen har sprickor alternativt dålig vidhäftning mellan något av skikten, (raketmotorhylsa, liner, isolering liner och krutladdning).
- *Effekt*
Genombränning.
- *Kontrollomfattning*
Knackning.
Röntgen vid låg temperatur och undertryck i motorn, (för att om möjligt vidga eventuell släppning och därmed öka upptäckbarheten).
Besiktning efter statisk provbränning.
- *Applicerbarhet*
Objekt med hylsbunden krutladdning.
- *Anmärkning*
Det är viktigt att notera att det är svårt att upptäcka släppningar om de är lokala.

3.3.11.3 Liner

Liner har som uppgift att binda krutladdning och isolering till raketmotorhylsan.

- *Felsätt*
Släppning mellan liner och krutladdning eller isolering. Risk för släppning på grund av försämrade vidhäftning mellan liner och krutladdning eller isolering.
- *Effekt*
Ökat tryck (eventuellt hylsprängning) alternativt genombränning.
- *Kontrollomfattning*
Knackning
Röntgen vid låg temperatur och undertryck i motorn, (för att om möjligt vidga eventuell släppning och därmed öka upptäckbarheten).
Besiktning efter statisk provbränning.
Provning av isoleringens vidhäftning genom dragprov.
- *Applicerbarhet*
Objekt med hylsbunden krutladdning.
- *Anmärkning*
Det är viktigt att notera att det är svårt att upptäcka släppningar om de är lokala.

3.3.11.4 Inhibering

Inhibering har som uppgift att begränsa krutets brinnyta.

- *Felsätt*
Släppning mellan krut och inhibering.
- *Effekt*
Ökat tryck (eventuellt hylsprängning) alternativt genombränning.
- *Kontrollomfattning*
Provning av inhiberingens vidhäftning genom dragprov.
- *Applicerbarhet*
Objekt med inhibering.
- *Anmärkning*
Det är viktigt att notera att det är svårt att upptäcka släppningar om de är lokala.

3.3.11.5 Krutladdning

För att krutet ska fungera på tänkt sätt är det viktigt att krutets brinnyta inte förändras okontrollerat samt att krutet är stabilt.

- *Felsätt*
Bristande stabilitet, sprickor, risk för sprickor på grund av gasutveckling. Försämrade kruthållfasthet, risk för sprickor eller laddningsdeformation. Ökad brinnhastighet.
- *Effekt*
Självantändning alternativt ökat tryck leder eventuellt till hylsprängning.
- *Kontrollomfattning*
Stabilitetsundersökning (mikrokalorimetri, HPLC).
Röntgenundersökning (isotop).
Provning av mekanisk hållfasthet (drag- och tryckhållfasthetsprov, DMA och TMA).
Glasomvandlingstemperatur (DMA, DSC).
Undersökning av linjär förbränningshastighet genom strängförbränning (Crawford)
Statisk brännprov vid hög temperatur.
Undersökning av sprickbildning genom gasutveckling.
- *Applicerbarhet*
Stabilitet och gasutveckling gäller dubbelbaskrut i övrigt samtliga objekt.

3.3.11.6 Tändare

Tändaren består oftast av eltändare, primär och sekundärladdning. Sekundärladdningen initierar krutmotorn.

- *Felsätt*
Vådatändning, utebliven initiering.
- *Effekt*
Om eltändaren oavsiktligt initieras och om säkringsenhet saknas startar raketmotorn.
Om eltändarens funktion uteblir startar inte raketmotorn
- *Kontrollomfattning*
Resistans- och isolationsresistansmätning samt undersökning av ingående explosiver.
- *Applicerbarhet*
Normalt på demonterade enheter, samtliga objekt med tändare.

3.3.11.7 Dysa/miljöskydd

Miljöskydd ska skydda motorns insida från främmande föremål och fukt.

- *Felsätt*
Hanteringsskada på miljöskydd, släppningar limförband.
- *Effekt*
Risk för hög fukthalt och främmande partiklar. Förändrade kemiska och eller mekaniska egenskaper hos krutladdningen.
- *Kontrollomfattning*
Syning, tryckkontroll.
- *Applicerbarhet*
Samtliga objekt.

3.3.11.8 Tätningselement

O-ringar och övriga tätningselement avser täta raketmotorn så att alla reaktionsprodukter passerar ut ur motorn genom dysan samt behålla inre atmosfär.

- *Felsätt*
Felaktig montering alternativt att materialet i tätningselementet deformeras eller får sprickor.
- *Effekt*
Genombränning, miljöpåverkan på krutladdning.
- *Kontrollomfattning*
Röntgenundersökning.
Uppmätning av deformation.
Kontroll av hårdhet.
Kontroll av glastemperatur.
Tryckprovning.
- *Applicerbarhet*
Samtliga objekt.

3.3.11.9 Komplet motor

Det är viktigt att motorn fungerar på avsett sätt för att bland annat undvika skador på flygplan, fartyg och andra plattformar.

- *Felsätt*
Flera tänkbara felsätt finns till exempel otillräcklig drivkraft
- *Effekt*
Försämrad separation, risk för islag i flygplanet.
- *Kontrollomfattning*
Statiskt brännprov.
- *Applicerbarhet*
Motorer för robotar och raketer som avfyras från rörliga plattformar.

3.4 KONTROLL AV KOMPOSITKRUT

3.4.1 Inledning

Syftet vid säkerhetsteknisk kontroll av kompositkrut är att säkerställa att dess kemiska och mekaniska egenskaper inte förändras i en för funktionen negativ riktning. I de flesta fall återfinns kompositkrut som en del av ammunition och då typiskt i raketmotorer. Provningsmetoderna nedan är inte heltäckande.

3.4.2 Provningsmetoder

3.4.2.1 Bestämning av kemiska egenskaper

Provning enligt följande standarder gör det möjligt att bestämma kompositkrutets kemiska egenskaper:

- Fukthalt enligt FSD 0214(Karl-Fisher).
- Halt mjukgörare FSD 0214
- Halt stabilisator enligt FSD 0214
- Åldringsbenägenhet enligt FSD 0214

3.4.2.2 Bestämning av mekaniska egenskaper

Provning enligt följande standarder gör det möjligt att bestämma kompositkrutets mekaniska egenskaper:

- Enaxligt dragprov enligt FSD 0135
- Hårdhet enligt FSD 0140
- Enaxligt tryckhållfasthetsprov enligt FSD 0134
- Glastemperatur med DMA enligt FSD 0214

3.4.2.3 Bestämning av funktion

Provning enligt följande standarder gör det möjligt att bestämma kompositkrutets funktions egenskaper:

- Strängbränning enligt FSD 0133.
- Raketmotorbränning enligt FSD 0119.

3.4.3 Förteckning över exempel på komponenter som är vanliga i kompositkrut

- Bränsle:
 - Aluminium
- Oxidationsmedel:
 - Ammoniumperklorat
- Bindemedel/bränsle:
 - CTPB, karboxyterminerad polybutadien
 - HTPB, hydroxyterminerad polybutadien.

3.5 KONTROLL AV NC-, NGL-, DGL-, NIGU-, FNH- OCH LOVA-KRUT

3.5.1 Inledning

Grundmålsättningen vid säkerhetsteknisk kontroll av krut är att med största möjliga säkerhet förhindra att självantändning inträffar vid förrådsförvaring, förrådshantering och transport. Den ska även förhindra att krutpartier kasseras tidigare än nödvändigt med hänsyn till kemisk stabilitet.

Säkerhetsteknisk kontroll av krut innefattar enbart kontroll av stabiliteten hos krutet i sig. Den avser inte ta hänsyn till om för krutet stabilitetsned-sättande komponenter förekommer i den konstruktion vari krutet ingår. Dålig förenlighet av detta slag är ett objektbundet problem, som inte hän-för sig enbart till själva krutet.

Vid förenlighetsundersökningar, som görs i samband med utveckling av nya ammunitionsobjekt, kan det förekomma att säkerhetsteknisk kontroll av ett helt ammunitionsojekt visar sig erforderlig. Denna objektbundna kontroll behandlas inte här.

Från nytillverkade krutpartier, som anskaffas i lös vikt eller som ingår i sammansatt ammunition, samt äldre krutpartier, ska provuttag och provning ske enligt 1–17 nedan. (Gäller inte krut ingående i patronerad ammunition av 9 mm kaliber eller mindre såvida det inte är fråga om krut av typ Ball powder.)

3.5.2 Nyttillverkade krutpartier

- 1 Antal referensprov slumpvis utvalda i samband med tillverkning 10×350g.
- 2 På samtliga prov bestäms kvantitativt stabilisatorhalten samt NOD-halten för DFA-stabiliserande krut. Di- och trinitroderivat bestäms kvalitativt.
- 3 Varje krutparti stabiliserat med CEN I eller II kontrolleras om de är ytbehandlade med CEN I eller II, om det inte framgår av leveranshandlingar.
- 4 Av de 10 uttagna proverna sammanställs ett prov på 250 g. På detta prov bestäms stabilisatorförbrukningen efter 3 och 6 månaders lagring vid 65 °C. På flerbaskrut stabiliserat med DFA utförs dock bestämningar efter ½, 1 och 6 månader.
- 5 För långtidsförvaring av referensprov iordningställs 3×1 kg krut som sätts i n i referensförråd enligt följande:
 - Ett prov förvaras i glasburk med perforerat lock i icke avfuktat förråd.
 - Ett prov förvaras i glasburk med lock i avfuktat förråd.
 - Ett prov förvaras i glasburk med perforerat lock i avfuktat förråd.

- 6 Efter sex år, räknat från krutets tillverkningsår tas ett prov från vardera glasburk i respektive förråd. Därefter sker provtagning vart fjärde år. Dessa tre prov analyseras med avseende på stabilisatorhalt och derivat. I mån av tillräcklig kapacitet utförs dessutom en mikrokälmeterbestämning per parti oavsett stabiliseringsmedel. Krut som enbart har CEN som stabiliseringsmedel prioriteras.

För jämförelse ska provtagning från referensförrådet i lämplig omfattning kompletteras med provtagning av apterat krut från förrådsställd ammunition.

3.5.3 Äldre krutpartier

Äldre krutpartier där referensprov inte uttagits enligt avsnittet ”Nyttillverkade krutpartier”.

- 7 Antal prov per parti: vid ”sammanhållet” krutparti minst 3×25 g, vid ”splittrat” krutparti 8×25 g.

Anmärkning: Med ”sammanhållet” krutparti menas krutparti som vid provningstillfället i sin helhet är förrådsställt inom ett begränsat geografiskt område. Sådant krut förekommer i leverans- eller beredskapslager eller grovkalibrig ammunition, där ett sammansättningsparti är apterat med krut från ett krutparti. Med ”splittrat” krutparti avses alla övriga fall.

- 8 Provningsintervall: Fyra år till dess att minst 20 kvantitativa värden på stabilisatorhalt erhållits, fördelade på minst fyra provningstillfällen.
- 9 Sedan minst 20 godkända värden erhållits enligt *punkt 8* iordningställs 3×1 kg krut för förvaring i referensförrådet enligt *punkt 5*. Därefter sker provtagning vart fjärde år i referensförrådet. Detta gäller alla krutsorter utom KKR VIII, IX samt icke apterat krut som alltid tas ut enligt *punkt 7* med fyra års intervall från andra ammunitionsförråd än referensförrådet.

- 10 På prover enligt *punkt* 7 och 9 bestäms kvantitativt stabilisatorhalten samt NOD-halten för DFA-stabiliserade krut. Di-och trinitroderivat bestäms kvalitativt.
- 11 I kritiska fall då stabilisatorhalten ligger nära gällande gränsvärden ska en mikrokolorimeterbestämning per parti utföras.
- 12 I mån av tillräcklig kapacitet utförs dessutom en mikrokolorimeterbestämning per parti oavsett stabiliseringsmedel. Krut med enbart CEN som stabiliseringsmedel prioriteras.

3.5.4 Provningsmetoder

De provningsmetoder som är aktuella för uppföljning av förändringar hos krut är

- högtrycksvätskekromatografi (HPLC)
- tunnskikt-kromatografi (TLLC)
- mikrokolorimetri (HFC)
- förvaring i 65 °C temperatur med efterföljande HPLC.

Nedan följer riktvärden för vissa metodanknutna provningsbetingelser som bör användas.

Noggrann dokumentation av använda provningsbetingelser ska göras.

3.5.4.1 Högtrycksvätskekromatografi

Kolonntemperatur	26 °C
Våglängd	254 nm stabil, 220 nm variabel. Injektionsvolym 2 µl
Mobil fas	
Stationär fas	
Uppehållstid	cirka 11–20 min.

3.5.4.2 Mikrokalorimetri

Temperatur	65 °C
Provmängd	1–2 g (glasampull/lock)
Mätförfarande	Punktmätning en gång per dygn under minst 13 dygn. Krut med stabilisatorhalt nära gränsvärdet registreras dock kontinuerligt initialt till och med maxvärdet

3.5.4.3 Förvaring i 65 °C temperatur

Temperatur	65 °C
Provmängd	250 g
Mätförfarande	Se <i>punkt 4</i> under ”Nyttillverkade partier”.

3.5.5 Kriterier för godkännande

- 13 Krut stabiliserat med enbart DFA med eller utan CEN som ytbehandlingsmedel: halt DFA $\geq 0,2\%$, nitroderivat av DFA högre än Di får inte förekomma.
- 14 Krut stabiliserat med enbart CEN I eller II: halt CEN $\geq 0,2\%$. Derivat med två eller fler NO₂ -grupper per CEN-molekyl eller per dess nedbrytningsmolekyler får inte förekomma. Eventuellt förekommande CEN som ytbehandlingsmedel ska vid analys kunna skiljas från CEN som stabilisator tillsats.
- 15 Krut stabiliserat med antingen DFA och CEN eller 2-NO₂-DFA och CEN.

Stabilisatorerna bestäms kvalitativt och kvantitativt. Halten stabilisator ska vara $>0,2\%$. Nitroderivat av DFA högre än Di i DFA stabiliserade krut, tri eller högre nitroderivat av DFA i 2-NO₂-DFA stabiliserade krut samt högre nitroderivat av CEN än dinitroderivat får inte förekomma.

- 16 Krut stabiliserat enbart med 2-NO₂-DFA: halt 2-NO₂-DFA ≥ 0,4%. Tri- eller högre nitroderivat av DFA får inte förekomma.
- 17 Krut stabiliserat med enbart Akardit eller Akardit och 2-NO₂-DFA, halten stabilisator ska vara ≥ 0,2%.
- 18 Krav på mikrokalorimeterbestämning.

Krut där stabilisatorn ligger nära gällande gränsvärde ska vid provning i mikrokalorimeter uppfylla följande kriterier:

- Värmeeffekten får inte vid något tillfälle överstiga 700 μW/g för anfyngskrut eller 150 μW/g för övriga röksvaga krut.
- Efter att initialeffekten avklingat får mikrokalorimeterkurvan inte uppvisa tecken på autokatalys.
- Efter att initialeffekten avklingat och en stabil nivå har inställt sig får värmeeffekten inte överstiga 30 μW/g. Undantag kan göras för några dubbel eller flerbaskrut med upp till 45 μW/g krut, jämför då tidigare värden för aktuell krutsort.

Undantag från dessa kriterier kan göras för vissa speciella krut, se *avsnitt 3.5.6, Särskild bedömning av speciella krut*.

Godkännande av ett krutparti vid säkerhetsteknisk kontroll innebär att partiet provas på nytt vid nästa provningstillfälle enligt ovanstående normer beträffande periodicitet, antal och val av metoder.

Icke godkända resultat kan, efter eventuell granskning i FMV:s Rådgivningsgrupp Explosivämnen föranleda:

- Omprovning av samma krutparti.
- Utökat antal prover.
- Provtagning i flera förekommande förråd.
- Tätare provtagningsintervaller.
- Provning med andra provningsmetoder.
- Förslag till ökad förbrukningstakt av berört sammansättningsparti ammunition.
- Förslag till revidering av ammunition alternativt kassation och destruktion.

Vid bedömning av ett parti med icke godkända resultat tas hänsyn till:

- Tidigare under åren erhållna resultat.
- Hur snabbt stabilisatorförbrukningen skett mellan provningstillfällena.
- Spridningen inom partiet.
- Sammanvägd bedömning av övrig provning såsom uppföljning av ett nystartat 65 °C prov, mikrokalorimetri eller annat prov, varvid resultaten jämförs med ”normalbilden” för krutsorten i fråga.
- Bedömning av objektets laddningstäthet och värmeledningsförmåga.

3.5.6 Särskild bedömning av speciella krut

För nedanstående objekt fastställs från fall till fall, eventuellt efter behandling i FMV Rådgivningsgrupp Explosivämnen, provtagningsfrekvens, provantal, kriterier för bedömning etc.

- Röksvagt krut ingående i motorer till raket- och robotammunition, krutgasgeneratorer, bränsle- och utskjutningspatroner och liknande objekt.
- Ballpowder.
- Krut med ursprunglig stabilisator tillsats eller andra komponenter som inte är upptagna i nedanstående förteckning.
- Krutpartier med onormalt snabb stabilisatorförbrukning även om minimihalten stabiliseringsmedel innehålls.
- Krut som utsatts för onormal miljöpåverkan i förråd eller på förband.
- Porösa krut.
- Anfyringsladdningar med röksvagt krut och andra komponenter.
- Krut innehållande andra stabiliseringsmedel än de i förteckningen över komponenter.

3.5.7 Förteckning över exempel på komponenter som vanligen ingår i NC- och flerbaskrut

<i>Baskomponenter</i>	Dibutylftalat
Diglykoldinitrat	Dietylftalat
Nitrocellulosa	Dimetylftalat
Nitroglycerin	Dinitrotoluen (DNT)
Nitroguanidin	Etylfenyluretan
<i>Stabiliseringsmedel</i>	Grafit
2-nitrodifenylamin	Harts
Arkardit II	HMX
Centralit I och II	Kaliumkarbonat
Difenylamin	Kaliumkryolit K_3AlF_6
<i>Övriga komponenter</i>	Kaliumnitrat KNO_3
Aluminium	Kaliumperklorat
Aluminiumstearat $Al(C_{18}H_{35}O_2)_2$	Kaliumsulfat K_2SO_4
Antimon	Kalciumkarbonat
Bariumnitrat $Ba(NO_3)_2$	Kalciumnitrat
Blyacetat	Kalciumsulfat
Blyoxid PbO	Kopparresorcylat
Blyresorcylat	Kromoxid
Blysalicylat	Magnesium
Blystearat $Pb(C_{18}H_{35}O_2)_2$	Magnesiumoxid MgO
Caudellavax	Metylfenyluretan
Cellulosaacetatbutyrat	Natriumkryolit Na_3AlF_6
Diamylftalat	Natriumoxalat

RDX

Sot

Stearin

Sukrose oktaacetat

Tennpulver

Tennoxid

Triacetin

Triaminoguanyltrinitrat

Träkol

Trinitrotoluen (TNT)

Vaselin

Vinsten

Komponenter som i vissa fall förkortar livslängden på krut

Bariumnitrat

Kalciumnitrat

Kaliumnitrat

Kaliumkryolit

Natriumkryolit

Svavel

3.6 KONTROLL AV SPRÄNGÄMNEN

3.6.1 Inledning

Grundmålsättningen vid säkerhetsteknisk kontroll av sprängämnen är att med största möjliga säkerhet förhindra att självantändning inträffar vid förrådsförvaring, förrådshantering och transport. Den ska även förhindra att sprängämnen kasseras tidigare än nödvändigt med hänsyn till kemisk stabilitet.

Säkerhetsteknisk kontroll av sprängämnen innefattar enbart kontroll av stabiliteten hos sprängämnet i sig. Dålig förenlighet mellan sprängämnet och övriga komponenter är ett objektbundet problem, som inte hänför sig enbart till sprängämnet självt.

Vid förenlighetsundersökningar, som görs i samband med utveckling av nya ammunitionsobjekt, kan det förekomma att säkerhetsteknisk kontroll av ett helt ammunitionsobjekt visar sig erforderlig. Denna objektbundna kontroll behandlas inte här.

3.6.2 Bakgrund

Den kemiska stabiliteten hos flertalet konventionella sprängämnen är i regel så god, att det med för närvarande tillgängliga metoder för rutinmässig undersökning inte är meningsfullt att försöka bestämma något kemiskt sönderfall som skulle vara betingat av kontinuerlig försämring under förvaring. Härvid förutsätts kvalitetssäkring under tillverkningen av sprängämnen samt att de vid tillverkningstillfället underkastats leveranskontroll enligt gällande tekniska bestämmelser. Vidare förutsätts att inga främmande ämnen eller konstruktionsmaterial påverkar sprängämnets stabilitet, det vill säga att god förenlighet föreligger med förekommande omgivande material mm. För de inom försvaret för närvarande använda sprängämnen är sålunda kontinuerlig säkerhetsteknisk kontroll inte erforderlig.

3.6.3 Omfattning

Sprängämnen som erfordrar säkerhetsteknisk kontroll.

Säkerhetsteknisk kontroll bör göras av nytillkommande sprängämnen. FMV Rådgivningsgrupp Explosiv bedömer från fall till fall vilka provtagningstillfällen, provningsmetoder med mera som ska användas för dessa sprängämnen. Ett exempel på detta är plastbundna sprängämnen, (PBX).

3.6.4 Provtagning

Uttagning av referensprov vid anskaffning.

Vid anskaffningstillfället ska referensprov av sprängämnen som erfordrar säkerhetsteknisk kontroll tas ut för bestämning av vissa utgångsvärden. I tekniskt underlag för respektive beställning ska ingå krav på att sprängämnesprov ska levereras samt att uppgift ska lämnas om sprängämnets sammansättning inklusive uppgift om ingående flegmatiseringsmedel eller andra tillsatser. Uppgift om sprängämnessammansättning ska för övrigt lämnas i leveranskontrollhandlingar oavsett om referensprov ska tas ut eller inte.

Mängden referensprov ska vara cirka 50 g per prov.

Antalet prov ska vara 10/sprängämnesparti, uttagna slumpvis från olika förpackningar av sprängämne i lös vikt eller från olika enheter ammunition motsvarande ett sprängämnesparti. Provtagning av större ammunitionsobjekt såsom robotar med mera bestäms från fall till fall.

3.6.5 Provningsmetoder

De provningsmetoder som är aktuella för uppföljning av förändringar hos sprängämnen är:

- termisk analys (DTA)
- termogravimetri (TG)
- differentiell scanning kalorimetri (DSC)
- mikrokalorimetri (HFC)
- tunnskiktskromatografi
- viktförlust enligt kapillärmetoden
- vakuumstabilitet.

Nedan följer riktvärden för vissa metodanknutna provningsbetingelser som tills vidare bör användas. Noggrann dokumentation av använda provningsbetingelser ska göras.

3.6.5.1 *Differentialtermisk analys, termogravimetri och differentiell svepkalorimetri*

Temperaturintervall	25–300 °C
Linjär temperaturstigning	6–8 °C/min
Provningsatmosfär	Kvävgas
Provmängd	10–50 mg (DTA/TG) 2–5 mg (DSC)

3.6.5.2 *Mikrokalorimetri*

Temperatur	65 °C
Provmängd	1–2 g (glasampull/lock)
Lagringstid	minst 12 dygn

3.6.5.3 Kromatografi

Lösningsmedel för sprängämnen och lämpliga elueringsmedel beror av sprängämnestyp. Några bestämda provningsbetingelser kan därför inte anges. Se FOA rapport A 1088-F1 1 02, 1963, Analys av sekundärsprängämnen.

3.6.5.4 Viktförlust enligt kapillärmetoden

Kapillärdiameter	0,2 mm
Provmängd	2 g
Lagringstid	10 dygn (om inte autokatalys inträffat dessförinnan)
Temperatur	132 °C eller lägre, bestämd enligt Rådgivningsgrupp explosiv rekommendation.

3.6.5.5 Vakuumbeständighet

Utföres enligt FSD 0214, provningsmetod 113.2

3.6.6 Resultat, förslag till åtgärder och beslut

Resultaten från provningen av samtliga sprängämnen föredras tills vidare i FMV Rådgivningsgrupp Explosiv som i sin tur föreslår åtgärder. Föreslagna åtgärder kan vara utökad provning, kassation eller förbrukning i första hand av den ammunition vari provat sprängämne ingår. Efter rekommendation från FMV Rådgivningsgrupp Explosiv fattas beslut om åtgärder av ansvarig enhet.

3.6.7 Förteckning över sprängämnen som inte erfordrar säkerhetsteknisk kontroll

Sprängämne	Utan tillsats/känd tillsats
Hexal	Utan tillsats Grafit Granuleringsmedel bestående av Desmophen 1200, Desmophen 1700 och Desmodur L löst i etylacetat
Hexogen	Utan tillsats Vaxkomposition 2 (KATF 53283) Flegmatiseringsvax 1 (KAT F 53285) Vaxkomposition 1 (KATF 53282) Sot (KATF 53287)
Hexotol	Utan tillsats Flegmatiseringsmedel enligt teknisk bestämmelse för hexotol 60/40 (KATF 53141, bilaga 1) Flegmatiseringsvax I (KATF 53285)
Hexotonal	Flegmatiseringsmedel enligt teknisk bestämmelse för hexotol 60/40 (KATF 53141, bilaga 1) Sprickinhibitor, bestående av 25% cellulosaacetatbutyrat, 37,5% o-nitrotoluen och 37,5% p-nitrotoluen (Bofors beteckning NT60)
Oktogen	Utan tillsats
Oktol	Utan tillsats
Oktonal	Utan tillsats
Pentyl	Utan tillsats Paraffin (KKV 3038) Flegmatiseringsvax 1 (KATF 53285) Flegmatiseringsvax 3 (KATF 3125) Mineralolja (KATF 3130)=sprängdeg
Tetryl	Utan tillsats Grafit (KATF 3129)
Trotyl	Utan tillsats Hexanitrostilben o-nitrotoluen p-nitrotoluen
Nabit/Nitrolit	gäller sammansättningar som för närvarande förekommer inom Försvarmakten

3.7 KONTROLL AV TÄNDÄMNINGEN

3.7.1 Inledning

Säkerhetsteknisk kontroll av tändämnen avser främst provning för att konstatera om sådana förändringar skett under dess förrådsfas att säkerheten vid hantering kan äventyras. Kontrollen utförs i huvudsak som laboratorieundersökning.

Tändämnen initieras normalt med värme eller slag. Värmen kan till exempel genereras av glödtråd och slag till exempel med slagstift.

3.7.2 Provningsmetoder

3.7.2.1 *All-fire Test*

Typiskt genomförs ett *all-fire test* som ett *up and down test* för att bestämma vid vilken energinivå tändämnet säkert initieras. Provmetoden bör anpassas så att den efterliknar den upptändning som används i den specifika applikationen där tändämnet används.

3.7.2.2 *No-fire Test*

Typiskt genomförs ett *no-fire test* som ett *up and down test* för att bestämma vid vilken energinivå tändämnet säkert inte initieras. Provmetoden bör anpassas så att den efterliknar den upptändning som används i den specifika applikationen där tändämnet används.

3.7.2.3 *Bestämning av stabilitet och reaktivitet*

Ett tändämnes stabilitet kan provas med DSC FSD 0112 där det säkerställs att ingen reaktion sker före den förväntade reaktionen. Reaktivitet bestäms vid samma prov genom att säkerställa att *on-set* temperatur och energiinnehåll överensstämmer med tändämnetts förväntade egenskaper.

3.7.3 Förteckning av vanliga tändämnen

Förteckningen nedan listar de idag vanligaste tändämnen dessa tändämnen blandas ofta med varandra och i pyrotekniska satser:

- blyazid
- silverazid
- blydinitroresorcinat
- blytrinitroresorcinat
- tetrazen
- blydinitrifenol
- pikrat
- diazodinitrofenol.

3.8 KONTROLL AV PYROTEKNIK

3.8.1 Inledning

Säkerhetsteknisk kontroll av pyroteknik avser främst provning för att konstatera om sådana förändringar skett under dess förrådsfas att dess funktion försämrats.

Pyrotekniska satser används ofta som ett pyrotekniskt tåg, det vill säga att en pyroteknisk sats initieras av en annan pyroteknisk sats som i sin tur tänds upp nästa pyrotekniska sats. Detta innebär att kritiska egenskaper är upptändbarhet och avgiven effekt.

3.8.2 Provningsmetoder

3.8.2.1 Bestämning av upptändbarhet

Upptändbarhet av en pyroteknisk sats kan bestämmas genom provning enligt FSD 0105.1 – FSD 0105.6 genom att välja den metod som bäst överensstämmer med den upptändningsmetod som används i den provade applikationen.

3.8.2.2 Bestämning av avgiven effekt

Avgiven effekt av en pyroteknisk sats kan bestämmas genom provning enligt

- avgiven energi med DSC enligt FSD 0214
- fördröjningstid
- avgiven ljus-, värme- och tryckeffekt.

3.8.2.3 Bestämning av funktion

Funktionen hos en pyroteknisk sats provas enklast genom att prova den som en del i det pyrotekniska tåget.

3.8.2.4 Typiska felsätt

Pyrotekniska satser kännetecknas av att de över tiden tappar sitt energi-innehåll genom att bränslet oxideras/hydrolyseras med mera. Detta får till följd att till exempel fördröjningselement i tändkedjor blir långsammare eller att övertändningen av en lyskropp uteblir.

3.8.2.5 Bestämning av förenlighet

Med förenlighet hos en pyroteknisk sats avses oftast dess förmåga att inte degraderas av fukt eller andra i produkten ingående substanser. Satsen reaktion är i alla fall initialt beroende av bränslets reaktiva ytor. Dessa ytor kan lätt oxideras eller inhiberas av syre eller flyktiga ämnen.

Förenlighet provas vanligtvis i utvecklingsfasen. Vid säkerhetsteknisk kontroll har normalt reaktioner på grund av förenlighetsproblem avstannat då de reaktiva ytorna är förbrukade.

Förenlighet bestäms vanligen genom mikrokolorimetri enligt FSD 0214.

3.8.2.6 Bestämning av reaktivitet

En pyroteknisk sats reaktivitet kan provas med DSC enligt FSD 0112 där *on-set* temperatur och energiinnehåll bestäms.

3.8.3 Förteckning av vanliga komponenter i pyrotekniska satser

Förteckningen nedan listar några vanliga komponenter det är dock omöjligt att täcka in alla varför listan kan upplevas som ofullständig:

- Bränslen: zirkonium, titan, kisel, magnesium, aluminium, bor.
- Oxidationsmedel: metalloxider, kromater, nitrater, sulfater.
- Bindemedel: PVC, metakrylater, Viton.

3.9 KONTROLL AV TÄNDSYSTEM

3.9.1 Inledning

Säkerhetsteknisk kontroll av ett tändsystem avser främst provning för att konstatera om sådana förändringar skett under dess förrådsfas att säkerheten vid hantering kan äventyras. Kontrollen utförs i huvudsak som laboratorieundersökning.

Ändamålet med säkerhetsteknisk kontroll av tändsystem är att minimera riskerna för att en vådahändelse ska kunna inträffa under ett tändsystems förråds- och användningsfas.

Kontrollen av tändsystem innebär att en systematisk provning och uppföljning av tändsystemens säkerhetsegenskaper i förråd genomförs. Provingen ska ge faktiska erfarenheter och numeriska data om tändsystemens tillförlitlighetsegenskaper. För att de på lång sikt verkande miljöpåkänningarna ska hållas under övervakning bör provningen även kunna indikera kommande allvarliga fel.

3.9.2 Planering

3.9.2.1 Allmänt

Säkerhetsteknisk kontroll av tändsystem genomförs i allmänhet som förstörande provning. Provningen omfattar såväl enskilda mekaniska och elektroniska komponenter som i tändkedjan ingående explosivämnen. En noggrann planläggning av den säkerhetstekniska kontrollen är därför av största vikt och ska i huvudsak följa här angivna riktlinjer. Dessa förutsätter att tändsystemen har utsatts för normal förrådsmiljö och övrig hantering.

Planeringen utgår från en definiering av provningsobjektet och en granskning av tillämpligt tekniskt underlag. Förutom den planering som här redovisas bör även tid- och resursplanering som medger utrymme efter provningen för åtgärder med anledning av provningsresultaten.

3.9.2.2 Provningsobjekt

Den administrativa indelningen av tändsystem i förråd med hjälp av förrådsbenämning och förrådsbeteckning är för den säkerhetstekniska kontrollen inte helt tillräcklig för att definiera ett tändsystem för provning. Det är här lika viktigt att klarlägga om hela beståndet i förråd av en tändsystemstyp kan anses homogent; eller om hänsyn måste tas till skillnader på grund av modifieringar, eller spridning i tillverkningskvalitet mellan leveranspartier, eller på miljöfaktorer i förråd. Med provningsobjekt avses därför här den population ur vilken provföremålen eller provexemplaren ska väljas. Ett provningsobjekt kan således bestå av ett eller flera leveranspartier från ett bestämt tändsystem i förråd. (Provningsutlåtanden efter utförd säkerhetsteknisk kontroll ska kunna referera till respektive provningsobjekt).

För tändsystem till eldrörsammunition gäller att om flera partier tillverkats efter samma tekniska underlag och under för övrigt likartade premisser må dessa slås samman till ett provningsobjekt.

Begränsningen av antalet provningsobjekt utgörs främst av ingående åldring känsliga komponenters tillhörighet, till exempel tändsatsparti, tändhatt-, sprängkapsel eller sprängkapselsäkringsparti.

3.9.2.3 *Ingångsdata/tekniskt underlag*

Det tekniska underlaget för den säkerhetstekniska kontrollen bör omfatta produktunderlag (inklusive förpackning) i form av ritningar och kravspezifikationer, produktionsunderlag med avseende på kontrolloperationer samt tekniska rapporter, till exempel livslängdsanalys och säkerhetsanalys (se nedan). Därutöver bör även följande beaktas

- Rekommendationer/uttalande från FMV Rådgivningsgrupp Tändsystem vid granskning av konstruktionen avseende bland annat risk för kopparazidbildning.
- Praktiska erfarenheter från tillverkning och användning av aktuellt tändsystem.
- Resultat av tidigare genomförd säkerhetsteknisk kontroll av likartade objekt.

För att få tillräckligt underlag för bestämning av kontrollomfattning bör den information som genereras från alla provningar av tändsystemet, till exempel livslängdsprov, typprov, leveransprov och säkerhetsteknisk kontroll dokumenteras i en databas. En sådan databas ger effektiva möjligheter att söka reda på tidigare försöksresultat. Referensvärden som erhålls vid produktions- och leveranskontroller ska bevakas särskilt så att de finns dokumenterade i respektive tillverkningspartis leveranshandlingar.

3.9.3 *Provningsmetoder*

Respektive underrubrik belyser riktlinjer för den säkerhetstekniska kontrollen med avsikt att optimera provningsförfarandet. Utöver dessa ska det, bland annat tas hänsyn till vid respektive provningstillfälle, aktuella säkerhetskrav angivna i befintliga säkerhetsföreskrifter. Även ett beaktande av ställda produktfordringar på motsvarande nyutvecklade tändsystem bör göras som uppföljning under ett tändsystems livslängd. Detta för att eventuellt kunna välja en annan utformning av provningen samt för att kunna göra jämförande utvärderingar.

3.9.3.1 Säkerhetsgranskningar som underlag för val av provningsmetoder

Valet av provningsmetoder för den säkerhetstekniska kontrollen grundas i huvudsak på säkerhetsgranskningar av tändsystemets tekniska underlag från produktframtagningen (enligt ovan). Sedan provningsobjektets svaga punkter kartlagts kan lämpliga provningsmetoder för den säkerhetstekniska kontrollen väljas. I tabell nedan redovisas några exempel på tillämpliga provningsmetoder av ett tändsystems komponenter med tillhörande felsätt och dess effekt.

För att med god sannolikhet finna de säkerhetsmässigt svaga punkterna i ett tändsystem krävs i regel tillgång till en säkerhetsanalys till exempel fel-effektanalys (FMEA) och felträdsanalys (FTA). För äldre tändsystem saknas i regel de fullständiga analyser som idag ingår som ett led i konstruktionsarbetet. Det förenklade analys-schemat nedan kan då användas för bestämning av vilka funktioner och detaljer som behöver provas.

3.9.3.2 *Mall för säkerhetsanalys och bedömning av erforderlig omfattning för säkerhetsteknisk kontroll.*

Mallen är applicerbar för eldrörs-, raket- och robotammunition, torpeder samt bomber med mera.

Komponent/funktion	Säkerhetsanalys		Kontrollomfattning
	Felsätt	Effekt	
Sprängkapsel	Sprängkapseln loss	Chocktändning	Kopparazidundersökning
	ökad känslighet		Objektbundet försök
	Kopparazid		Initieringsprov med laser
	Satsdamm		
Tändhatt	Kopparazidangrepp	Chocktändning	Kopparazidundersökning
	Satsdamm		Objektbundet försök
Initialladdning	Sprickor och sönderigheter	Chocktändning	Röntgenundersökning
	Satsdamm		

Komponent/funktion	Säkerhetsanalys		Kontrollomfattning
	Felsätt	Effekt	Rekommenderad undersökning
Sprängkapselsäkring	Utmattning Korrosion Kopparazid	För tidig armering (lopp- eller mynningsbrisad)	Röntgenundersökning rotationsprov
Masksäkring	Utmattning Korrosion ”Gångtid”	Mynningsbrisad	Skjutprov, rotationsprov, materialundersökningar
Bansäkring	Utmattning Korrosion	Banbrisad	Skjutprov, materialundersökningar
Autodestruktionsinrättning	Utmattning Korrosion ”Gångtid”	Felaktig autodestruktion (lopp-, mynningsbrisad eller OXA)	Röntgenundersökning, rotationsprov, skjutprov

3.9.3.3 *Mall för säkerhetsanalys och bedömning av erforderlig omfattning för säkerhetsteknisk kontroll av elektriska tändsystem med mekanisk säkringsenhet*

Mallen är applicerbar för eldrörs-, raket- och robotammunition, torpeder, minor, elektriska utlösansordningar samt bomber med mera.

Komponent/funktion	Säkerhetsanalys		Kontrollomfattning
	Felsätt	Effekt	Rekommenderad undersökning
Sprängkapsel	Kopparazid Satsdamm Ökad känslighet	Chocktändning För tidig tändning	Kopparazidundersökning Objektbundet försök Materialundersökning
Eltändare	Kopparazid Förändrad elektrisk karaktäristik ^b Satsdamm Ändrad känslighet	Chocktändning	Kopparazidundersökning Objektbundet försök
Initialladdning	Sprickor och söndrigheter Satsdamm	Chocktändning	Röntgenundersökning

Komponent/ funktion	Säkerhetsanalys		Kontrollomfattning
	Felsätt	Effekt	Rekommenderad undersökning
Sprängkapselsäkring	Utmattning Korrosion Kopparazid	För tidig armering (lopp eller mynningsbrisd)	Röntgenundersökning rotationsprov
Masksäkring	Korrosion ”Gångtid”	Mynningsbrisd	Skjutprov, materialundersökningar
Bansäkring	Utmattning Korrosion	Banbrisd	Skjutprov, materialundersökningar
Autodestruktionsinrättning	Utmattning Korrosion ”Gångtid”	Felaktig autodestruktion (lopp-, mynningsbrisd eller OXA)	Röntgenundersökning, rotationsprov, skjutprov
Stötgenerator	Utmattning Korrosion	Utebliven anslagsfunktion	Röntgenundersökning
Elektronikkomponenter ^c		Se ovan utom chocktändning	Se ovan (samtliga) + mätning
Sprängkapsel i obrutna tändkedjor	Satsdamm Bristande stabilitet	Chocktändning	Materialundersökning

- Allvarlighetsgraden avgörs från fall till fall, bland annat beroende på om tändsystemet är apterat eller inte. Är tändsystemet apterat ska hänsyn även tas till typ av stridsdel och kaliber.
- Glödtrådständare övergår till spalttändare.
- Se MIL-HDBK 217.

3.9.3.4 Kopparazidundersökning

Ett säkerhetstekniskt problem har varit korrosionen av koppar och kopparlegeringar i tändsystem. Korrosionsprodukterna, koppar (I) azid och en rad basiska koppar (II) azider är i sig mycket känsliga tändämnen och har historiskt orsakat ett antal vådahändelser. Konstruktioner innehållande kombinationer av blyazid och kopparlegeringar kräver sålunda en fortlöpande kontroll.

I nya tändrörskonstruktioner förhindrar man kopparazidbildning genom att till exempel välja annat konstruktionsmaterial eller annat tändämne, till exempel silverazid (AgN_3). Hitintills har påvisande av kopparazid skett med hjälp av järnklorid (FeCl_3) enligt metod beskriven i FOA-rapport 1 407-837002.

En nyutvecklad alternativ metod är FTIR. Det är en IR-spektrofotometrisk metod för att detektera och kvantifiera kopparazidkorrosion. Undersökningen som utförs som laboratorieprov har kompletterats med möjligheter att kunna överföra prov från respektive fältplats eller förråd till provningsplats.

3.9.3.5 *Bedömning av provningsobjektens status som underlag för val av provningsmetod*

En annan omständighet som det måste tas hänsyn till vid valet av kontrollaktiviteter är provningsobjektens status i förråd. Nya tändsystem kräver i regel mindre provning än dito äldre (> 10 år i förråd). Det är därför lämpligt att beskriva övervakningen i kontrollnivåer. Här görs ett för mekaniska tändsystem tillämpligt förslag på indelning i två kontrollnivåer, där varje nivå kräver sin egen kontrollomfattning.

3.9.4 Kontrollnivåer

3.9.4.1 *Kontrollnivå 1*

I början av ett tändsystems förrådsfas kan kontrollaktiviteterna utgöras av en mindre omfattning och vara inriktade på att identifiera förändringar hos objektens mest åldringskänsliga komponenter.

Det gäller till exempel övervakning av tändsatser. Tändkänslighet vid typprov och leveransprov mäts normalt med hjälp av *up-and-down* metoder i konventionella fallapparater.

Genom att låta en del av provuttaget genomgå termisk åldring erhålls även underlag för att prognostisera objektens status fram till nästa provningstillfälle. Då metoden är kopplad till objektets funktionssätt, dess initieringsfunktion, ger den ett klart och entydigt utfall ur säkerhetssynpunkt i termer av känsligare eller okänsligare sats. Metodens utförande beskrivs här närmare i *avsnitt 3.9.6, Provningsmetoder av nya material*.

3.9.4.2 Kontrollnivå 2

Då en konstaterad degenerering har ägt rum hos provningsobjekten ska övervakningen bedrivas så att eventuella konsekvenser av förändringarna kan bedömas.

Vid val av kontrollaktiviteter på denna nivå bör också övervägas andra kontroller för att hålla uppsikt över inte förväntade förändringar. I samband med ett tändsystems produktframtagning ges ett typgodkännande efter ett genomfört och lyckat typprov. Den säkerhetstekniska kontrollen kan därför här betraktas som en sorts typefterkontroll – med inriktning mot personsäkerhet – för fortsatt typgodkännande. Följaktligen kommer därför de kontrollmetoder som enbart genomförs i samband med säkerhetsteknisk kontroll att här kompletteras av en del av de typ- och leveransprov som genomförs vid respektive tändsystems framtagning.

Ett problem kan vara att vissa kontroller av typegenskaper för äldre tändsystem inte ger de upplysningar man önskar för fortsatt säkerhetsteknisk kontroll; till exempel så ger attributkontroller, som fyller sin funktion vid nytillverkning, ringa informationer – i jämförelse med variabelkontroll – om tendenser/förändringar. I de fall en sådan ny kontroll av en typegenskap behöver införas bör den så nära som möjligt simulera provobjektens funktion vid hantering och/eller efterlikna respektive komponents påkänning och funktion vid gående skott. Detta för att underlätta utvärderingar av felegenskaper med avseende på eventuella konsekvenser för tändsystemens användande.

Provmetoderna bör dessutom ha god repeterbarhet (för att erhålla jämförbara resultat) samt vara anpassad till tändsystemets konstruktion. Sådana särskilda objektbundna provmetoder för säkerhetsteknisk kontroll ska ha beaktats i samband med nyanskaffning, bland annat för att tillgodose senare provtillfällens behov av referensvärden.

3.9.4.3 Prognostiseringar som underlag för val av provningsmetod

Provmetoder för den säkerhetstekniska kontrollen ska dels kunna ge en prognos om provningsobjektens fortsatta livslängd, dels kunna utvärdera tändsystemets säkerhet vid hantering. Hela eller delar av provuttaget ska därför genomgå termisk åldring och någon form av mekanisk miljöbehandling, till exempel fall-, skak- eller vibrationsprovning.

Den termiska åldringen bör härvid minst omfatta tiden fram till nästa provningstillfälle. Provmeter för termisk åldring och mekanisk miljöbehandling ska följa gällande standarder och respektive miljöbehandlings stränghetsgrad ska i första hand anpassas till tändsystemens kondition.

Vid val av miljöbehandlingar bör en sekvensprovning; till exempel termisk åldring åtföljt av skak- eller vibrationsprov, alltid övervägas och införas då så är möjligt. Sekvensprovningen bör därvid syfta till att på ett realistiskt sätt simulera förrådslagring och användning. (Användaren får då veta tändsystemens status under operativ verksamhet ett önskat antal år fram i tiden.)

Provning av egenskaper som hållfasthet, hårdhet, stabilitet mot åldring (till exempel konditionsbestämning med mikrokolorimetri) och liknande hos de material som ingår i tändsystem genomförs normalt som livslängdsprov under respektive produkts framtagning. De nyss beskrivna miljöbehandlingar kan dock vara tillräckliga för att framkalla eller indikera eventuella hållfasthetsproblem hos i tändröret ingående material. Det kan yppa sig i form av till exempel sprickor, deformationer, avmattning hos fjädrar, nötta komponenter eller instabilitet i mätvärden; vid efterföljande provning: okulär kontroll, röntgenkontroll, rotationsprovning, etc.

3.9.5 Elektronik i tändsystem

3.9.5.1 Provningsmetoder för elektriska tändsystem

För tändsystem som innehåller elektronik gäller ofta att säkerheten i konstruktionen bygger på att det är osannolikt att fel på två av varandra oberoende komponenter inträffar under den relativt korta tid som ammunitionen används (är spänningssatt).

I vissa fall görs regelbunden funktionstest med speciellt anpassad testutrustning men principen att inget förebyggande underhåll eller test ska utföras under materielens livslängd har alltmer börjat införas.

Problemet är att de flesta fel som uppkommer på elektronikkomponenter inte går att upptäcka i förväg utan de är av typen plötsliga fel och de kan inträffa när som helst under livscykeln. För många elektronikkomponenter vet man inte hur gamla de kan bli innan de fallerar även om de är spänningssatta.

Vissa åldringsfel finns dock och vid säkerhetsteknisk kontroll bör därför en noggrann genomgång utföras av tidigare säkerhetsanalys så att de kritiska delarna i systemet kan inspekteras och testas.

De åldringsfel som kan upptäckas vid inspektion är exempelvis sprickor i skyddslack på kretskort, oxidation, åldersförändringar i anslutningsdons isolator, elektrolytläckage och dåliga lödningar. Mätbara fel kan vara isolationsändringar och parameterförändringar hos komponenter. Orsakerna till åldringsfelen kan vara kemiska förändringar i isolations- eller ledarmaterialen.

Eftersom en 100%-ig funktionstest ofta är svår att utföra finns alltid risk att ackumulerade fel inte upptäcks framförallt i dubblerade kretsar. Man erhåller normal funktion genom att en av kretsarna fungerar. Man bör därför i kritiska delar av systemet även testa (mäta) enskilda komponenter.

En annan viktig del av kontrollen är också att gå igenom komponentförteckningen för att göra jämförelser med andra utrustningar där man haft onormalt stort felutfall på en viss komponenttyp eller fabrikat.

När elektroniska tändsystem anskaffas bör möjligheten att samtidigt anskaffa en testutrustning övervägas. De elektroniska systemen möjliggör i regel långtgående oförstörande provning av systemets alla funktioner. Viktigt är dock att utrustningen säkerställer att alla kondensatorer garanterat är urladdade efter provning.

Om denna provning kan genomföras nära eller i objektets förråd, så kallad *All Up Round* test, skulle det innebära minskade provningskostnader samt förhindra ytterligare miljöpåkänningar på objektet från transporter.

3.9.6 Provningsmetoder av nya material

I tändsystem införs moderna material i allt större omfattning. De används också i större utsträckning för funktions- och säkerhetstillämpningar i systemen, vilket medför att åldersförändringar kan medföra både funktions- och säkerhetsproblem. Riskerna minskas inte av att nya och tidigare oprövade material kontinuerligt införs i tändsystem. Det är också svårt att i förväg bilda sig en klar uppfattning om hur dessa nya material klarar den långa livslängd som i regel ammunition (ibland över 50 år) ställs inför.

Ett sätt att genomföra kontroll av detta är att med objekten bipacka så kallade dragprovstavar med känd hållfasthet och sedan vid kontroller under årens lopp prova hur kritiska materialparametrar förändras med tiden. Detta är särskilt viktigt (skall-krav) när dessa nya material används i säkerhetskritiska tillämpningar.

3.9.7 Genomförande

3.9.7.1 Provantal

Utgångspunkten för val av antalet provenheter, efter det att provningsobjektet har definierats, är normalt beroende av den precision man behöver i bestämningen av vald storhet. Att bestämma antalet prov vid funktionskontroll utifrån rent statistiska metoder med hjälp av önskat eller predikerat tillgänglighetsmått och den felbeslutsrisk man är villig att ta kan till exempel göras med standardiserade kontrollplaner. Härvid kontrolleras provobjektets funktionssannolikhet.

För den säkerhetstekniska kontrollen är emellertid felsannolikhet ett mer användbart begrepp. Det används ofta istället för funktionssannolikhet då denna är mycket nära ett eller då man avser en viss felförekomst och dess verkan. I det här fallet mycket allvarliga (säkerhets-) fel. Felsannolikheten blir därmed ett mått på personsäkerhet (komplementet). Beteckning för felsannolikheten är $F(t)$. Då felsannolikheten måste vara mycket låg (10^{-6}) och då den säkerhetstekniska kontrollen i huvudsak utgörs av förstörande provning kan man inte lika enkelt utifrån tillgänglighetsmått och felbeslutsrisk välja antalet provföremål.

Antalet prov får därför väljas utifrån andra grunder:

1. Baserat på bland annat befintlig kunskap om tändsystemets konstruktion och erfarenheter från provning fastställs vilka kontrollaktiviteter som ska genomföras vid nästa provningstillfälle (se provningsspecifikation). I de flesta fall kommer därför det totala provuttaget att bestämmas av behoven för enskilda kontroller, typ accelerationsprov, rotationsprov och andra skjutsimuleringar.

Vid prov med till exempel laserinitiering av tändare genomförs oftast två serier. En serie där provföremålen har genomgått termisk åldring och en referens serie. Provningen syftar till att upptäcka skillnader i känslighet mellan termiskt åldrade tändare och icke åldrade tändare. I vissa fall kan

det vara svårt att upptäcka eventuella skillnader mellan serierna, till exempel beroende på att tändämnets blandning inte är homogen. Ett sätt att minska provutfallens konfidensintervall är naturligtvis att testa större serier.

Enligt teorin minskar konfidensintervallet till hälften om det statistiska materialet är fyra gånger större. Ett rekommenderat minsta antal för statistisk utvärdering (hypotesprövning) av resultaten är i det här fallet cirka 15 st/serie. Resonemanget är för övrigt inte bara användbart då man genomför två olika serier vid ett provningstillfälle utan även då man har en parameter/variabel som jämförs med provutfall från tidigare övervakning.

2. Provobjektets tid i förråd är också av avgörande betydelse vid valet av antal provenheter. Provuttagens storlek är således beroende av om provobjektets egenskaper har åldrats. Förutom att det med tiden eventuellt krävs mer kontrollaktiviteter kan behovet av statistisk information om felförekomst av mindre allvarliga fel, som senare kan leda till säkerhetsfel, vara nödvändig och därmed föranleda ett utökat provantal.

I början av ett provobjekts förrådsfas, då provningen är inriktad på att identifiera eventuella förändringar hos objektets mest åldringsbenägna komponenter, kan omfattningen utgöras av ett mindre antal provföremål. Då en konstaterad degenerering har ägt rum hos provobjektet bör övervakningen bedrivas så att eventuella konsekvenser av förändringarna kan bedömas. Följaktligen krävs vid nästa provningstillfälle ett större provantal – för tändrör till eldrörsammunion i regel cirka 100–300 st.

Slutligen kan ett omfattande och verifierande skjutprov genomföras för ett definitivt ställningstagande om beslut av åtgärd. Provuttagens storlek följer således ett tändsystems gradvisa försämring under dess hela återstående livslängd.

Generellt gäller dock att ju mer information som genereras vid provningen i form av statistisk information om felförekomst, till exempel antal fel eller tiderna till fel, och teknisk information om felsätt, orsakande komponenter och felmekanismer, desto säkrare blir slutsatserna i form av skattning av felsannolikhet och beslut om åtgärder.

3.9.7.2 *Provningsplan*

Innan den säkerhetstekniska kontrollen påbörjas ska en provningsplan ha dokumenterats. Provningsplanen, som kan utgöras av ett enkelt block-schema, ska bland annat beskriva arbetsgång, i vilken ordningsföljd proven ska genomföras samt hur provföremålen ska fördelas på olika provningar. Provningsplaner angivna i provningsspecifikationer avser att beskriva det planerade utförandet för nästa säkerhetstekniska kontroll. Den kan därför behöva uppdateras efter rekommendationer från genomförda övervakningar.

3.9.7.3 *Provningsspecifikation*

Regler för uppställning av provningsspecifikation för ammunitionsövervakning kan med viss modifiering också användas för säkerhetsteknisk kontroll.

3.9.7.4 *Avgränsningar mot annan provning*

Den säkerhetstekniska kontroll som här beskrivs avser i huvudsak konventionella tändsystem för eldrörsammunition; där kostnads- och kontrollföretsättningar medger en övervakning som bygger på faktiska erfarenheter och numeriska data av tändsystemens tillförlitlighet. Andra överväganden, orsakade av ekonomiska eller praktiska skäl, måste göras då endast ett fåtal ner till enstaka exemplar finns tillgängliga för säkerhetsteknisk kontroll. Ett underhållsmässigt förfarande bör härvid övervägas.

En annan möjlighet vid nyansskaffning av kostnadskrävande ammunition; innehållande tändsystem med behov av säkerhetsteknisk kontroll, är att reservera provenheter, kompletta tändsystem (oapterade) eller kritiska komponenter därav, i ordinarie förpackningar för framtida övervakning. Reserverade provenheter ska naturligtvis utgöras av relevanta leverans-exemplar av provningsobjektet I sammanhanget kan man även diskutera plats för förvaring av ett sådant referensobjekt.

Om man eftersträvar ”värsta fall” av åldring ska förrådet väljas så att det är beläget nära kusten i sydvästra Sverige. Avsikten är att därigenom initiera och påskynda de förändringar som avslöjar svagheter. Svårigheten med förfarandet kan vara att utvärdera eventuella fel vid efterföljande provning; huruvida dessa är relevanta eller icke relevanta för det provob-

jekt som egentligen avses. Sådan provning måste därför användas med försiktighet och med ingående kännedom om provningsobjektet, så att inte extra osäkerheter, utöver de statistiska införs i kontrollen.

Ibland kan erhållna resultat från säkerhetsteknisk kontroll föranleda att en kompletterande eller verifierande provning behöver göras genom att tändsystemets säkerhetsegenskaper, till exempel masksäkring, provas under gående skott. Dessa prov bör då i möjligaste mån samordnas med traditionell funktionsskjutprovning.

3.9.7.5 Förfarande vid provurvalet

Huvudregeln är att man väljer provenheterna slumpvis ur den avsedda populationen eller för provningen tillgängliga delen av provningsobjektet. Provenheterna och komponenter därav ska märkas så att eventuella fel kan härledas till sitt ursprung, till exempel sammansättningsparti eller förråd.

3.9.7.6 Metodbeskrivningar

Vid genomförande av den säkerhetstekniska kontrollen krävs förutom dokumenterade demonteringsanvisningar även beskrivningar av provningsmetoder och provutrustningar. Vid mätningar och registreringar av olika fysikaliska förlopp är det ett skall-krav på att kalibrerade mätutrustningar används. Kalibreringen ska vara utförd på riksmätplats eller på utrustning som är godkänd av ackrediterad firma eller person. Detta gäller även för olika typer av referenser som används till kalibrering av mätutrustningar. För nya mätinstrument som är klassade gäller även att dessa är kalibrerade enligt ovan. För den skriftliga dokumentationen ska namn, fabrikat, toleranser samt kalibreringstidpunkt listas upp på använda mätutrustningar. Detta för att erhållna resultat från olika provningstillfällen ska vara jämförbara.

3.9.7.7 Genomförande av provningen

Provning enligt provningsplan genomförs. Antalet prov och därav antalet lyckade och misslyckade försök noteras och utvärderas. Den tekniska felanalysen ska göras så att avvikelser eller fel klassificeras enligt beskrivning i provningsspecifikation samt ge information om felsätt och orsak.

Rapport eller provningsutlåtande efter utförd säkerhetsteknisk kontroll av tändsystem ska innehålla: en beskrivning av provningsprogrammet, en presentation av alla viktigare resultat, en teknisk felanalys av avvikelser och en statistisk utvärdering av dessa eller beräkningar av funktionssäkerhetsvärden, en prognos om objektets fortsatta livslängd, en rekommendation av eventuella åtgärder med anledning av erhållna provningsresultat samt vilka som ska ta del av informationen.

3.10 KONTROLL AV TRYCKKÄRL

Föreskrifter om tryckkärl och andra tryckbärande anordningar finns i Arbetsmiljöverkets författningssamling (AFS). Föreskrifterna gäller dock inte för tryckbärande anordning som är fast monterad i krigsmateriel. De kan dock tjäna som ledning då kontrollplaner för tryckkärl och liknande utarbetas. För tryckkärl eller liknande, som inte är fast monterad i ammunition utan hanteras separat, ska AFS tillämpas.

Säkerhetsteknisk kontroll av tryckkärl utföres som återkommande besiktning, omfattande ut- och invändig kontroll beträffande förekomst av korrosion eller andra skador. Provtryckning, kontroll av täthet, förekomst av sprickor samt uppmätning av deformationer vid belastning bör genomföras, åtminstone som stickprov. Provningsomfattning och provningsintervall anpassas till driftprofil och användningssätt och kärlets innehåll.

3.11 RAPPORTERING AV KONTROLLRESULTAT, BESLUTSUNDERLAG OCH DOKUMENTATION

3.11.1 Kontrollresultat och beslutsunderlag

Resultat från säkerhetsteknisk kontroll bör av hanteringsskäl fördelas på följande huvudgrupper:

- Explosivämnen
- Tändsystem
- Motorer och anordningar för kraftförsörjning till raketer och robotar.

Erhållna resultat jämförs med för objektet gällande bestämmelser. Konstaterade avvikelser ger underlag för bedömning av erforderliga åtgärder och prognos rörande objektets fortsatta livslängd.

3.11.2 Beslut om åtgärder

Resultat med rekommendation meddelas ansvarig funktion på FMV.

Fattade beslut om åtgärder kan komma att medföra ändringar av fastställda långtidsplaner för säkerhetsteknisk kontroll.

4 STATUS- OCH LIVSLÄNGDSKONTROLL

4.1 INLEDNING

När en provningsspecifikation för ammunitionsövervakning ska skrivas bör innehållet i detta kapitel ligga till grund för en sådan.

I *avsnitt 4.6.8, Produktspecifika åldringsegenskaper* finns exempel på produktspecifika åldringsegenskaper. Om så erfordras kan bland annat en del bakgrund och definitioner inom driftsäkerhets- och livslängdsarbete sökas under dessa avsnitt.

Om det gäller en äldre produkt för vilken provningsspecifikation ska skrivas används främst *avsnitt 4.7, Ammunition där provningsspecifikation för ammunitionsövervakning inte utarbetats under produktframtagningen*.

I *kapitel 6* finns regler för hur en provningsspecifikation ska struktureras och i *kapitel 7, Provningsplan* finns ett exempel för ett specifikt objekt.

4.2 SYFTE OCH BAKGRUND

Provningsspecifikation för ammunitionsövervakning utarbetas i samband med det driftsäkerhets- och livslängdsarbete som utförs under utvecklingen av en ny produkt. Bästa förutsättningarna erhålls om driftsäkerhets- och livslängdsarbetet både är styrande och verifierande. Under arbetets gång är det viktigt att specifika övervakningskrav beaktas. Ett exempel på krav kan vara att åldringsbenägna material och komponenter ska vara lätta att revidera. Vid planering av typprov bör hänsyn tas till framtida behov av referenskomponenter för ammunitionsövervakningen.

1. Statuskontrollen:

- fastställer statusen hos ammunition vid övervakningstillfället
- funktionskontrollen är också en verifiering av att föregående övervakningstillfälles accelererade miljöbehandling gav rätt åldring av produkten

2. Livslängdskontrollen:

- Ger svar på hur ytterligare en period i förråd påverkar funktionssannolikhet och prestanda. Arbetet går ut på att man gör en accelererad miljöbehandling som simulerar kommande förrådslagring varefter produkten funktionskontrolleras enligt ovan.
- Ett beslutsunderlag för kommande åtgärder (fortsatt förrådsförvaring, revidering eller kassation).
- Ger underlag för ny tidpunkt och kontrollomfattning vid nästa övervakningstillfälle.

4.3 DRIFTSSÄKERHET

4.3.1 Sammanfattning

Driftsäkerhetsarbetet under utvecklingsarbetet ska ge oss besked om när den slumpmässiga felintensiteten har reducerat sannolikheten för funktion till en nivå som kräver ett förebyggande underhåll. Förhoppningsvis ger den vid handen att hela den planerade livslängden klaras utan underhåll och verksamheten ger då endast en predikerad nedgång av funktionssannolikheten mot vilken funktionskontrollens observationer ska ställas/jämföras.

4.3.2 Definerade produkttegenskaper

Funktion

Anger syftet med produkten (till exempel bekämpa stridsfordon).

Prestanda

Anger hur mycket en produkt klarar av vid korrekt funktion (till exempel storleken av genomslag i stridsfordon).

Funktionssäkerhet

Anger hur ofta produkten ger prestanda (till exempel sannolikheten för att erhålla RSV-funktion).

Driftsäkerheten är en produkts egenskap att tillhandahålla sina funktion(er) vid behov. Det mått som används är tillgänglighet.

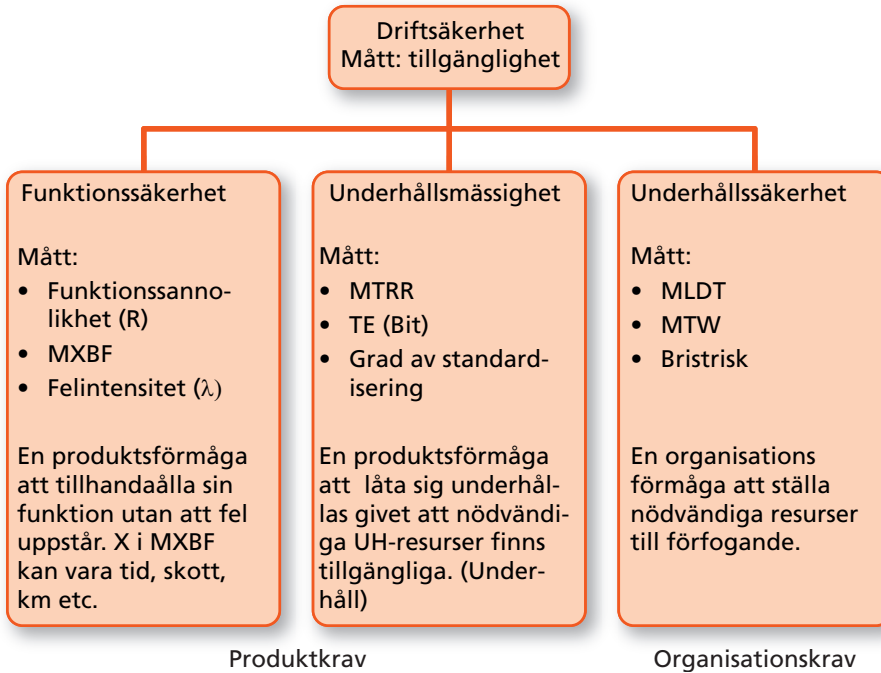


Bild 4:1 Produkttegenskaper

Förklaringar

MXBF	Mean (time, rounds, etc) Before Failure Medeltid mellan fel
MTTR	Mean Time To Repair Medelreparationstid
TE	Test Effectiveness Testeffektivitet
MLDT	Mean Logistic Down Time Medelväntetid för resursförsörjning
MTW	Mean Time Waiting Medelstilleståndstid

4.3.3 Samband

$$A = \frac{MXBF}{MXBF+MTTR+MTW} \quad \text{Tillgänglighet, organisationsberoende}$$

$$A_i = \frac{MTRF}{MXBF+MTTR} \quad \text{Tillgänglighet, inbyggd (produkttegenskap)}$$

Bild 4:2 Sambandet mellan inbyggd och organisatorisk tillgänglighet

Funktionssäkerheten och underhållsmässigheten ska båda visa sig vara de väsentliga byggsystemen för den funktionskontrollverksamheten.

Funktionssäkerhetsarbetet under utvecklingsarbetet ska ge oss besked om när den slumpmässiga felintensiteten (se definition nedan) har reducerat funktionssannolikheten till en nivå som kräver ett förebyggande underhåll. Förhoppningsvis ger den vid handen att hela den planerade livslängden klaras utan underhåll och verksamheten ger då endast en predikterad nedgång av funktionssannolikheten mot vilken funktionskontrollens observationer ska ställas/jämföras.

Underhållsmässighetsverksamheten ska resultera i att nödvändiga resurser för att genomföra antingen ett planerat underhåll eller en funktionskontroll kan hållas låga.

Ett försök att definiera funktionssannolikhetsbegreppet och livslängdsbegreppet presenteras nedan i badkarskurvan.

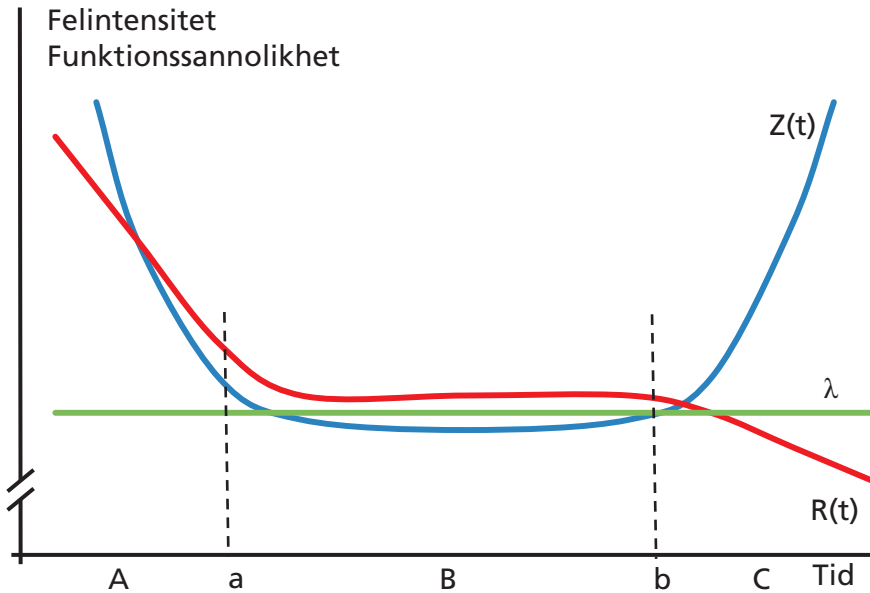


Bild 4:3 Badkarskurvan

Förklaringar

$R(t)$	Funktionssannolikheten som funktion av tiden.
$Z(t)$	Felintensiteten som funktion av tiden. Medelreparationstid
λ	Den konstanta felintensiteten
Fas A	Denna fas brukar kallas inkörningsfas och kännetecknas av en ständigt avtagande felintensitet. Detta förklaras fysikaliskt av att vissa komponenter eller apparater är behäftade med defekter som gör att de skiljer sig signifikant från den övriga populationen och som leder till att fel uppstår hos dessa komponenter tidigt i "livet".
Metoder	Screening Felanlys

Förklaringar

- Fas B Denna fas brukar kallas för ”bästa perioden” av en produkts livslängd. Bästa perioden kännetecknas av att felintensiteten A är konstant eller tidsberoende.
- Fysikaliska förklaringen till denna fas är ofullkomligheter som leder till att fel uppstår helt slumpmässigt. Definitionsmässigt är sannolikheten att fel uppstår i det lika stora tidsintervallet Δt konstant oavsett var inom ”bästa perioden” som Δt läggs in.
- Metoderna att behandla ”tillförlitlighet under bästa perioden” är:
- Prediktering
 - databaser
 - jämförelser/extrapolering från tidigare kända objekt
 - FMEA (Fel Mods Effekt Analys)
- Fas C Under utslitningsfasen ökar felintensiteten på grund av utslitning eller åldring.
- För ammunition gäller främst alternativet åldring och fasen kännetecknas av att felintensiteten stiger, det vill säga sannolikheten att fel uppstår i intervallet Δt ökar ju större t blir, givet att man överlevt till t . Den fysikaliska förklaringen är att livslängden här går från att ha varit exponentialfördelad under bästa perioden till att bli normalfördelad. Man kan säga att båda fördelningarna existerar hela tiden men dominansen varierar.
- När tar denna fas över och höjer $Z(t)$ över acceptabel nivå, är den frågeställning och målsättning som är formulerad för livslängdsarbetet. Här går med andra ord snittet driftsäkerhetsverksamheten – livslängds verksamheten.
- Livslängdsverksamheten ger som resultat ett besked om hur länge det konstanta λ kan antas gälla.

Relationer mellan olika begrepp:

$R \times (t) = R_0 \times e^{-\lambda \times t}$ = funktionssannolikheten vid leverans som funktion av tid från punkt a.

R_0 = funktionssannolikheten vid leverans (punkt a).

A = konstant, felintensitet under den tid som beräkningen gäller.

t = tid i förråd eller motsvarande (från punkt a).

$$MTBF = F \times \frac{1}{\lambda}$$

F = produktberoende parameter.

En alternativ funktionssannolikhetsmodell kan baseras på att livslängdsarbetet lämnar ifrån sig en sannolikhet att livslängden uppnås. Detta bör ske då skillnader mellan den kravställda livslängden och den beräknade här fastställts. Detta förtar inte den beräkning av λ som livslängdsanalys och prov aldrig kan få grepp på.

$$R(t) = R_0 \times e^{-\lambda \times t} \times R(s) \text{ där}$$

$R(s)$ = sannolikheten att livslängden tar slut före kravställd livslängd.

S = kravställd livslängd.

Om stora skillnader föreligger leder detta till någon form av förebyggande underhåll där den/de livslängdsbegränsande enheten/komponenten måste bytas ut vid en viss tidpunkt innan felutfall. Ett exempel är en pyroteknisk sats som byts efter 10 år i förråd i syfte att hela ammunitionsobjektet ska klara 18 år.

4.3.4 Tillämpning på statuskontroll av ammunition

1. Det förutsätts att leverantörer av ammunition förmår att nå ”bästa perioden” för produkterna före leverans. Detta kanske är utopiskt, men det fortsatta handläggandet blir ändå detsamma eftersom eventuellt resterande ”inkörningsfas” kommer att följas i första kontrollintervallet.
2. Driftsäkerhetsarbetet ger en predikterad funktionssannolikhet som funktion av tid.

I det vanliga fallet för eldrörsammunition genomförs inget förebyggande underhåll (FU) utan funktionssannolikheten reduceras kontinuerligt under livslängden.

För mer komplex ammunition, av typen robotar, minor, slutfasstyrd ammunition etc., kan det förutses ett FU och funktionssannolikheten ökar stegvis vid varje FU-tillfälle (sågtandad $R(t)$ -kurva). UH-mässighet och felutfall definierar resursåtgång för varje UH-aktivitet.

3. Livslängdsarbetet ger besked om hur länge det kontinuerliga, exponentiella funktionssannolikhetsavtagandet kan beräknas fortgå.

4.4 LIVSLÄNGDSARBETE

4.4.1 Sammanfattning

En produkts livslängdsegenskaper visar tillförlitlighetens och säkerhetens tidsberoende under förrådsförvaring och användning. Driftprofilen fastställer ramarna.

I begreppet åldring innefattas både irreversibla (bestående) och reversibla processer som påverkar tillförlitlighet och säkerhet.

Verksamheten inriktas huvudsakligen mot explosivämnen och organiska material, främst polymerer. Inom dessa områden är ofta nyheterna många och åldringserfarenheterna i realistisk lagrings- och funktionsmiljö små. Även oorganiska materials åldringsegenskaper studeras, då främst korrosion i olika miljöer.

Livslängdsarbetet bedrivs parallellt med driftsäkerhets-, personsäkerhets- och miljötålighetsarbetet. Verksamheterna samordnas så att genomförda prov har rätt upplägning och ger optimal information.

Livslängdsarbetet syftar till att styra utvecklingsarbetet så att ställda krav m.a.p. livslängd kan uppnås och verifieras, samt ge underlag för funktions- och säkerhetsteknisk kontroll. Arbetet startas med en livslängdsanalys (LLA) där främst material och komponenter som bedöms kunna ändra egenskaper som funktion av tiden, tas upp. Livslängdsprov LLP, (LLP 1 på material- och komponentnivå, LLP 2 på underenhetsnivå och LLP 3 på systemnivå) genomförs i olika omfattning för att kunna byta ut/förbättra/karakterisera livslängdsbegränsade komponenter. Provningsen ger också underlag (0-prover) för kommande funktionskontroller under produktens livscykel.

Ofta inkluderar man även skrivandet av en provningsspecifikation för ammunitionsövervakning i livslängdsarbetet.

4.4.2 Definition av begreppet livslängd, livslängdsteknik och livslängdsarbete

Livslängd är den tid en produkt brukas från det att den är ny tills den kasseras. Livslängd kan anges som teknisk, ekonomisk och taktisk.

Teknisk livslängd är den tid som en produkt kan förrådsförvaras, hanteras och brukas, förutsatt att föreskrivet förebyggande underhåll utförts, med en funktionssannolikhet, prestanda och säkerhet som fortfarande innehåller kraven för produkten.

I FSD 0223 behandlas huvudsakligen den tekniska livslängden med specialriktning på den kemiska livslängden hos material och materialkombinationer i förråd (kemisk miljö). En liten del transportpåkänningar (mekanisk miljö), från förråd till användningsplats, ingår också.

Materielen i ett modernt nationellt försvar, som engageras i internationella FN-uppdrag, kan utsättas för miljöer och hantering som är mycket svårare än vad som vanligtvis styr livslängdsarbetet. Det är därför viktigt att redan på planeringsstadiet styra livslängdsarbetet så att konstruktionsarbetet och verifieringen av livslängden även täcker detta användningssätt.

Ett utvidgat begrepp skulle även kunna innefatta kontinuerligt bruk av produkten där större vikt lades vid förslitning, utmattning och brottmekanik.

Livslängdsarbetet är det systematiska arbetet som görs under produktutvecklingen för att bygga in önskad livslängd i produkten.

Vanligtvis ingår följande moment i arbetet:

- En systematisk genomgång av produkten med avseende på ingående material och materialkombinationer samt ett urvalsförfarande där tidigare erfarenheter utnyttjas, för att sälla bort olämpliga materialval och konstruktionslösningar.
- Undersökande och verifierande provning av ingående material, komponenter och produkter med avseende på livslängd.
- Om möjligt ges rekommendation av ett förfarande för beräkning av livslängd.

Livslängdsarbetet ska resultera i en livslängdsrapport. Denna rapport beskriver produkten med utgångspunkt från vad som framkommit vid livslängdsarbetet och vilka provningar som utförts samt resultaten av dessa.

Resultatet av arbetet ligger också till grund för innehållet i provningsspecifikation för ammunitionsövervakning som utgör det tekniska underlaget för provningsaktiviteter under en produkts förrådsfas. Se även *avsnitt 4.5, Sambandet mellan livslängdsarbete och ammunitionsövervakning*.

Livslängdsteknik är metodiken som gör det möjligt att prediktera hur material och produkter åldras i olika miljöer och belastningar.

Schemat i *bild 4:4* beskriver livslängdsarbetet under en produkts livscykel.

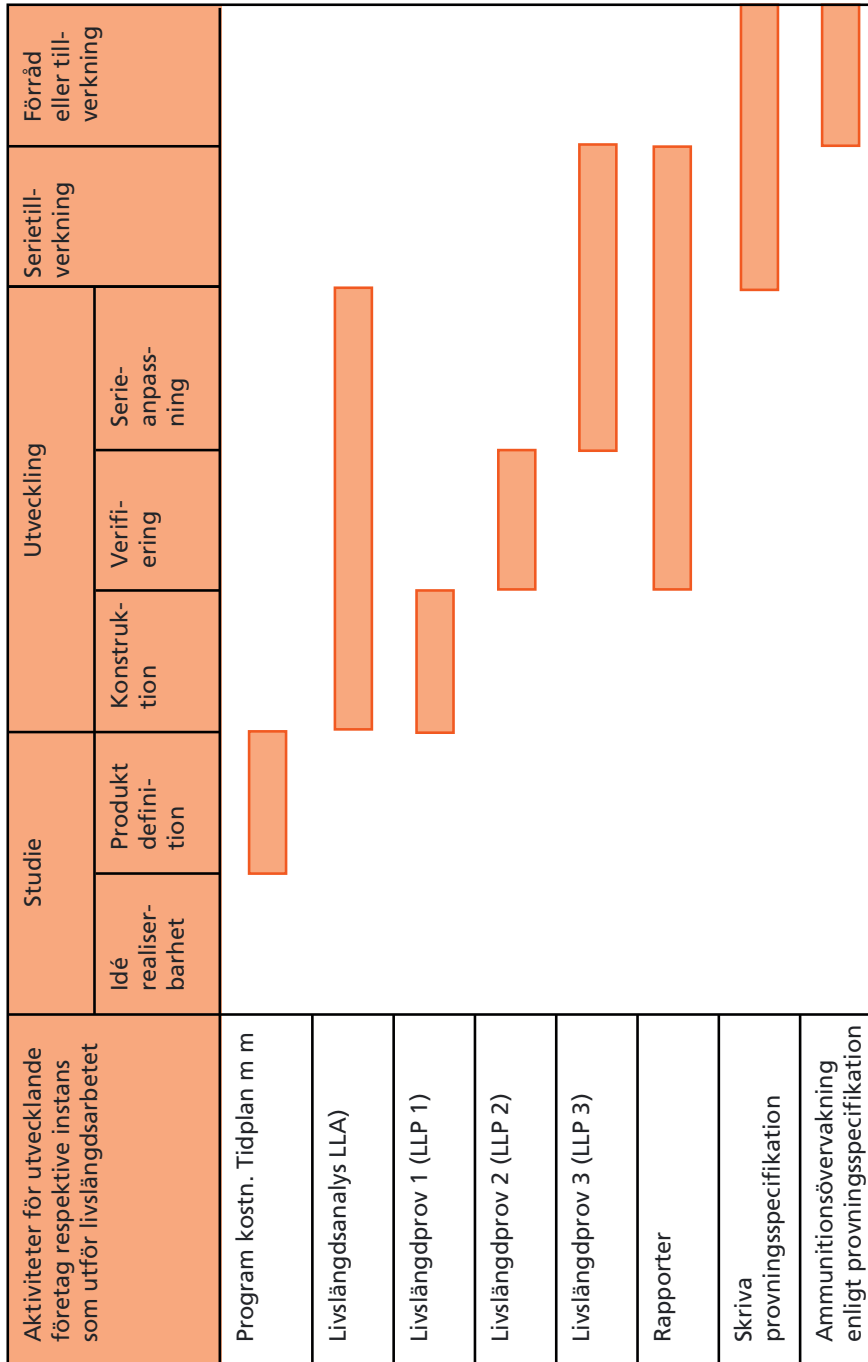


Bild 4:4 Livslängdsarbetet under en produkts livscykel

4.4.3 Målsättning, syfte och effekter av livslängdsarbete

Livslängdsarbetet syftar till att, under produktutvecklingen, bygga in och verifiera önskad livslängd. Gränsen för livslängd kan uttryckas i det maximala antal år i till exempel ett förråd då produkten fortfarande har kvar det minimimått på säkerhet och funktion som användaren begärt.

Livslängdsarbetet ska också leda till att man tar fram och noggrant dokumenterar lämpliga karaktäriseringsmetoder för att beskriva åldringsstatusten hos en produkt. Mätresultaten från dessa metoder, tillämpade på produkter i nyskick, ska sedan användas som referensvärden (nollvärden) i det framtida produktövervakningsarbetet.

Syftet med livslängdsarbetet kan sammanfattas med följande delmål:

- Påverka utvecklingen så att ställda krav uppnås och verifieras.
- Verifiera kravuppfyllnad för produkten.
- Ge tekniskt underlag för bedömning av produkters livslängd och för garantiåtagande.
- Ge underlag för funktions- och säkerhetsteknisk kontroll.

Huvudsakliga effekter av livslängdsarbete:

- Man begränsar eller eliminerar enskilda material, komponenter, konstruktionslösningar, med mera vars åldring annars skulle medfört att produktens livslängd blivit kortare än avsett.
- Med erfarenhet av livslängdsarbetet ska man, i möjligaste mån, se till att livslängdsbegränsande delar lätt kan bytas ut eller underhållas. Detta för att erhålla låga livscykelkostnader (LCC).
- Genom provning, analyser, utvärdering, med mera verifierar man att produkten har rätt livslängd i den avsedda miljön.
- Man erhåller en gedigen dokumentation om produkten och dess livslängdsegenskaper som följer produkten under dess livslängd och även kan användas vid utveckling av liknande produkter.
- Genom upprättande av rutiner för övervakning och kvalitetsarbete ser man till att produkten även under produktion och i förråd hos användare håller avsedd säkerhet och funktion.

För övrigt påverkar livslängdsarbetet i allmänhet även konstruktionen på så sätt att man genom kunskapsöverföring och provning vågar satsa på ett mer avancerat materialval som därmed ger en modernare konstruktion.

4.4.4 Livslängdsarbetets uppläggning

Under produktdefinitionsfasen görs en plan för kommande aktiviteter. Livslängdsarbetet läggs in i projekttidplanen och kostnader för arbetstid, provobjekt, miljöprovning, uppmätning, analys och så vidare kalkyleras.

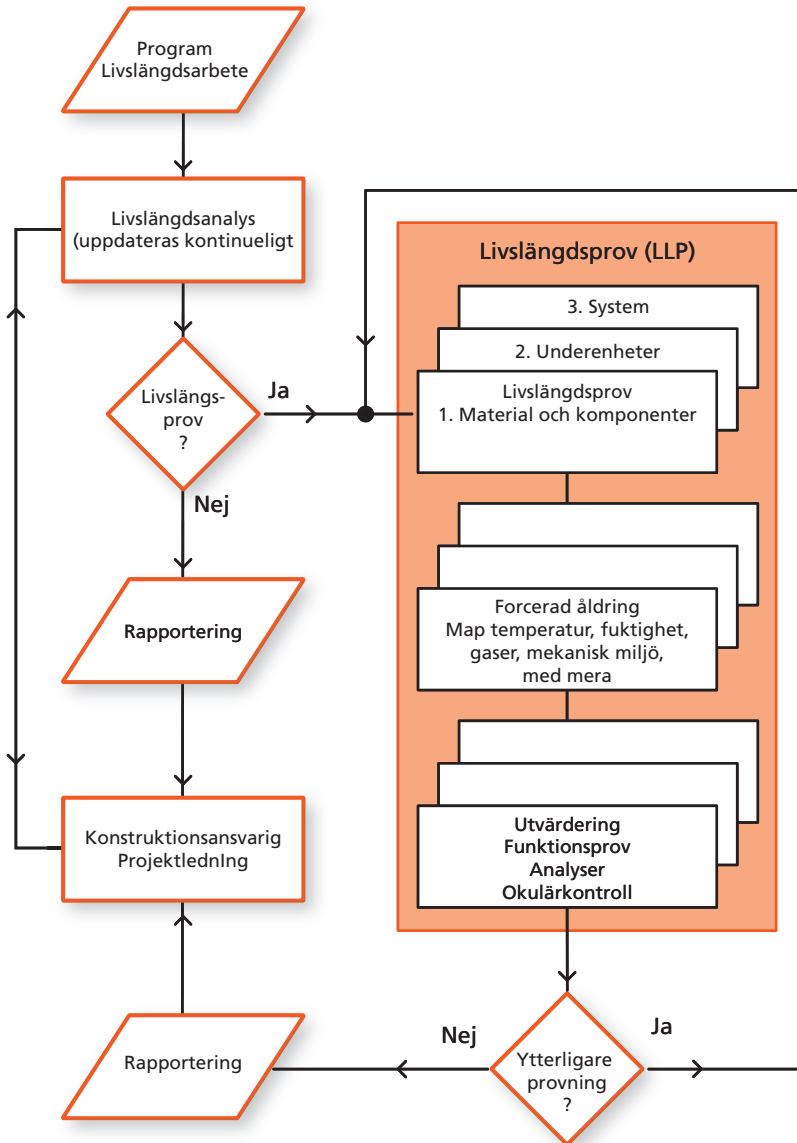


Bild 4:5 Komplet flödesschema över alla delar i ett livslängdsarbete

4.4.5 Livslängdsanalysens syfte och uppläggning

Livslängdsanalysen (LLA) är en systematisk genomgång av konstruktionen med en bedömning av olika miljöfaktorerers inverkan på säkerhet, funktions-sannolikhet och prestanda.

Det praktiska arbetet går till så att specialister på livslängdsarbete, vilka bör ha kemisk, fysikalisk och materialteknisk utbildning, planerar arbetet tillsammans med konstruktörer, provningspersonal, med mera Konstruktören, som har det övergripande ansvaret för konstruktionen, initierar vid lämpliga tillfällen under konstruktionsarbetets gång möten med specialisterna för att upprätta ett dokument där produkten dokumenteras m.a.p. livslängd. Detta dokument kallas för livslängdsanalys. Exempel på uppläggning, se *bild 4:4*.

Syftet med livslängdsanalysen är bland annat att:

- Sortera fram kritiska komponenter och ge direkta ändringsförslag i material- och konstruktionsfrågor.
- Under utvecklingsarbetet fungera som ett planeringsverktyg där uppgifter rörande konstruktion, material, miljöer, med mera alltid finns uppdaterade.
- Ge programförslag inför livslängdsprovningen.
- Definiera klimatisk och kemisk miljö för konstruktionen.
- Kartlägga vägar och hastigheter för vandrigen av fukt och kemiska ämnen i konstruktionen.
- På ett tidigt stadium ge konstruktörerna materialtekniskt stöd rörande val av material, förenlighet, fuktkänslighet, med mera.

4.4.6 Mall för livslängdsanalysen

Följande information ska vara med i en komplett livslängdsanalys av material och komponenter i en produkt. Mycket av det som omnämns i livslängdsanalysen är subjektiva värderingar baserade på erfarenheter från liknande arbeten och analyser på andra produkter.

<i>Rubrik</i>	<i>Syfte</i>
System:	Definiera namnet på systemet.
Utfärdare:	Namnet på den som ansvarar för informationen.
Avdelning:	Utfärdarens organisationstillhörighet.
Konstruktör:	Ansvarig konstruktör.
Underenhet:	Namnet på den enhet som beskrivningen avser.
Material eller komponent:	Definition av beskrivet material, komponent, ytbehandling, med mera
Funktionsätt:	Beskrivning av materialets eller komponentens funktion i produkten.
Kritisk egenskap:	Beskrivning av materialets eller komponentens kritiska (viktiga) egenskap i denna applikation.
Åldringserfarenhet	Beskrivning av åldringserfarenheter av materialet eller komponenten från andra produkter eller applikationer samt från litteraturstudier.
Rapport nummer:	Exempel på tidigare publicerade rapporter som kan vara till nytta för bedömning av komponenten.
Förslag på åtgärder:	Förslag på lämpliga åtgärder för att verifiera materialets eller komponentens livslängd i aktuell applikation.
Miljöfaktor:	Här anges vilka miljöfaktorer som, med utgångspunkt från tillgänglig information om konstruktionen, kan tänkas uppstå runt materialet eller komponenten. En miljöfaktor är en vid provning separerbar del av den totala miljön. Följande tre punkter är exempel på tänkbara miljöfaktorer.
Krut:	Denna rad fylls i om krut finns närvarande.
Fukt:	Denna rad fylls i om fukt finns i konstruktionen.
Syre ozon:	Denna rad fylls i om syre eller ozon finns närvarande.

<i>Rubrik</i>	<i>Syfte</i>
Reaktivitet:	<p>Reaktiviteten anger hur stor tendens materialet eller komponenten har att åldras under obegränsad inverkan av den angivna miljöfaktorn. Här ska inte tas hänsyn till hur svår miljön (applikationen) är utan bara till att reaktivitet i betydande utsträckning kan förekomma.</p> <p>Följande bedömningssteg finns för reaktivitet:</p> <p>1 = liten 2 = tveksam eller okänd 3 = stor.</p>
Exponeringsgrad:	<p>Exponeringsgraden anger sannolikheten för att materialet eller komponenten verkligen utsätts för den angivna miljöfaktorn under de förhållanden som råder i denna applikation.</p> <p>Bedömningsstegen är:</p> <p>1 = liten 2 = tveksam eller okänd 3 = stor.</p>
Felsätt:	<p>Här beskrivs på vilket sätt de olika miljöfaktorerna påverkar materialet eller komponenten.</p>
Effekt på komponentens funktion:	<p>Här anges i klartext den huvudsakliga effekten som åldrandet i angiven miljöfaktor får på materialets eller komponentens egenskaper och funktion.</p>
Kritiskhet:	<p>Kritiskhet anger hur allvarlig åldringseffekten är på materialets eller komponentens funktionssätt.</p> <p>Följande bedömningssteg finns för kritiskhet.</p> <p>1 = liten sannolikhet 2 = tveksam eller okänd 3 = stor sannolikhet.</p>

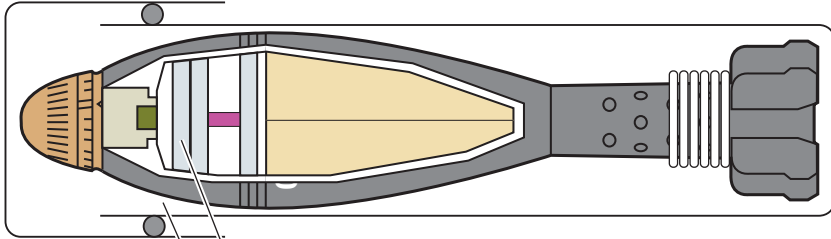
<i>Rubrik</i>	<i>Syfte</i>
Felsättsfaktorn:	Felsättsfaktorn är produkten av reaktivitet, exponeringsgrad och kritiskhet. Den anger sannolikheten för att komponenten kommer att åldras så pass mycket i sin applikation att dess funktionssätt kraftigt försämras. Arbetet inriktas under den fortsatta verksamheten på material och komponenter med felsättsfaktorer på 4 och över.
Effekt på produktens funktion:	Här anges i klartext den huvudsakliga effekten som åldrandet i angiven miljöfaktor får på produktens eller systemets egenskaper och funktion.

För att bland annat erhålla sökbarhet i livslängdsanalyser rekommenderas att denna registreras i ett datasystem. Det är också viktigt att dela in produkten i ett logiskt system av komponenter och underenheter för att underlätta förståelsen för hur produkten är uppbyggd.

Angivandet av reaktivitet, exponeringsgrad, kritiskhet och deras produkt felsättsfaktorn har till syfte att livslängdstekniskt klassa material och komponenter i produkten. Denna klassning sorterar på ett kostnadseffektivt sätt ut de kritiska delar som man bör lägga ned arbete på.

En felsättsfaktor på fyra eller högre innebär att åtgärder bör sättas in på att verifiera livslängden eller ändra till ett bättre alternativ ur livslängdssynpunkt.

Figuren nedan visar ett exempel på livslängdsanalys av en komponent (krutladdningsbehållare för isärskjutning) bestående av ett enda material. Komponenten sitter i främre delen av en lysgranat. Denna detalj representerar en av många komponenter i produkten.



Reaktiviteten anger hur stor tendens materialet polyester har att åldras under obegränsad inverkan av t ex fukt och närliggande material.

Kritiskheten anger hur allvarlig åldringseffekten är på komponenten delladdningsbehållarens funktion (komponentegenskap)

Exponeringsgraden anger sannolikheten för att delladdningsbehållaren verkligen utsätts för de angivna miljöfaktorerna i denna applikation (konstruktionsegenskap)

Nr 12	System	81 mm granatsystem		Utf	nn	Skapad	20150101
	Underenhet	Lysgranat		Konstr	nn	Avd	nnn
Material/ komponent	Polyester Krutladdningsbehållare				Mtrl-kod		Plast
Funktionsätt	Utgör en behållare för isärskjutningskrut						
Kritisk egenskap	Hållfasthet i samband med granatavfyring						
Åldrings- erfarenhet	Polyester i krutmiljö se ref. 10						
Anmärkning	Materialet kan innehålla mindre mängder styren i monomer form			Förslag på åtgärder	Forcerad lagring i 60 °C under 3 månader följt av hållfasthetsprov på plastmaterialet		
Rapportnr.				Skapad:			
Miljöfaktor	R	E	Felsätt	Effekt på komponentens funktion	K	F	Effekt på produktens funktion
Dubbelbaskrut	3	1	Degenering	Lågt delningstryck om mtrl brister	2	6	Granaten delar sig felaktigt
Fukt	2	1	Hydrolys	Lågt delningstryck om mtrl brister	2	4	Granaten delar sig felaktigt

Bild 4:6 Exempel på hur en livslängdsanalys (LLA) av delladdningsbehållare i 81 mm lysgranat (fiktiv) kan dokumenteras

4.4.7 Redovisning av resultat från livslängdsanalysen

Redovisningen av resultatet sker i form av en komplett rapport över analysarbetet. Rapporteringstillfällena kan vara flera under utvecklingens gång.

Rapporten ska innehålla följande punkter:

- Kompletta LLA-lista omfattande samtliga komponenter
- Tabell över de mest kritiska komponenterna och deras felsättsfaktorer.
- Förslag till materialval och konstruktionsändringar.
- Förslag till laboratorieprovning av åldringskänsliga komponenter, för- enlighet, fukt-känslighet, med mera
- Resultat från teoretiska livslängdsberäkningar.
- Beskrivning av kemisk och klimatisk miljö.

4.4.8 Livslängdsprovning (LLP)

Livslängdsprovning görs för att verifiera användning av nya material, materialkombinationer och komponenter, för en speciell applikation.

Åldringens inverkan simuleras med en miljö som är flera gånger värre än den normala förrådsmiljön vad avser temperatur, fuktighet, gaser, kemikalier, mögel, med mera. Detta för att accelerera de förlopp som kan tänkas ske under lagringen. En accelerationsfaktor större än 60 ska normalt inte accepteras. Det innebär att åldringsförändringar som vid normala förhållanden tar 30 år simuleras på 6 månader.

Anmärkning: Vid ammunitionsovervakning används normalt betydligt lägre accelerationsfaktorer då simuleringens tillförlitlighet i högre grad prioriteras. Ju längre produktutvecklingen framskrider desto mer realistisk, med tanke på alla miljöfaktorer, bör provningsmiljön vara. För komplicerade produkter bör provningen ske i tre steg, på komponentnivå, på underenhetsnivå och på systemnivå.

4.4.8.1 Livslängdsprovning på material och komponentnivå (LLP 1)

Detta provningssteg syftar till att undersöka åldringsegenskaper hos material, materialkombinationer och komponenter.

Vanligtvis sker provningen med en kombination av olika typer av kontrollmetoder och instrumentell utrustning. Antalet provobjekt kan vara stort om man arbetar med komplexa produkter. Eftersom man i detta tidiga skede av produktutvecklingen ofta har mer än ett tänkbart material att välja på i konstruktionen, är LLP 1 en lämplig tidpunkt att göra en gallring.

Accelererad åldring utförs ofta vid 50% RH och 60 °C under tre månader och om befogat, i närvaro av ämnen som påverkar den kemiska miljön, främst krut. Utvärderingen av de åldrade testobjekten görs med visuell kontroll, funktionskontroll, mekaniska tester och olika typer av analyser.

LLP 1 är normalt det enda provet som verkligen kan skraddarsys för det provade materials livslängdsekvation under förutsättning att den är känd alternativt bestäms. Det kan därför ofta vara befogat att noga tänka igenom valt av klimat vid den accelererade åldringen speciellt om det kan förutses att komponenten kommer att bli över- eller underprovad i det klimat som valts för den kommande provningen i LLP 3.

4.4.8.2 Livslängdsprovning på underenhetsnivå. (LLP 2)

När utvecklingsarbetet framskridit så långt att underenheter börjar bli färdiga för provning utförs livslängdsprov 2. Provningsen sker oftast med accelererad miljöpåkänning. Utvärderingen görs genom visuell kontroll, funktionskontroll, mekanisk provning och analyser.

Då det i LLP 2 är sammansatta underenheter som provas innebär det nästan alltid att man får acceptera att många komponenter blir över eller underprovade och att det måste hanteras i den efterföljande kontrollen.

4.4.8.3 Livslängdsprovning på systemnivå. (LLP 3)

Livslängdsprov 3 utförs på serielika systemenheter det vill säga på produkten i sitt emballage. Provningsen ska vara verifierande för livslängden.

Livslängdsprov 3 utförs också i accelererad miljö. Miljöbehandlingen syftar till att på ett realistiskt sätt under kort tid simulera förrådslagring, fältlagring, fältexponering, transport och hantering.

Då det även i LLP 3 är sammansatta system som provas innebär det precis som i LLP 2 att man i den efterföljande kontrollen måste hantera det faktum att många komponenter blir över eller underprovade.

Den forcerade miljön bör i allmänhet skraddarsys för att på rätt sätt åter spegla den miljö som produkten verkligen utsätts för. Temperaturvariationerna under dygnet hålls dock kvar på rätt nivå liksom luftfuktigheten (RH).

FSD 0168 beskriver den verkliga miljön i svenska förråd.

4.4.9 Karakteriseringsmetoder

Provningsmetoder, hjälpmedel, med mera som syftar till att fastställa status hos provobjektet före respektive efter åldrande.

Det är viktigt att inse att det inte finns någon enskild metod som kan detektera samtliga degraderingsprocesser. Det är därför viktigt att analysera ett material med flera av metoder hämtade från okulär-, fysikalisk/kemisk-, mekanisk- och funktionskontroll.

Ett exempel på detta är att om CTPB krut enbart analyseras med mikrokalorimetri så skulle metoden indikera att ingen reaktion sker men om de mekaniska egenskaperna analyseras ses att krutet övergår från ett gummi-liknande material till ett poröst material. Detta beror på att bindemedlet i krutet sönderdelas genom hydrolys varvid polymerkedjorna klipps till allt kortare kedjor. Den annars så universella analysmetoden mikrokalorimetri kan inte direkt detektera den degenereringsreaktion som pågår eftersom reaktionsvärmets för reaktionen är nära noll.

Det är också viktigt att det är de för komponenten eller materialet kritiska egenskaperna som analyseras.

Det finns ett flertal standarder som kan användas för att mäta olika egenskaper. Det är viktigt att komma ihåg att då de är designade för att ge reproducerbara resultat ofta startar de med att konditionera provobjektet. Detta steg ska som regel utgå vid ammunitionsövervakning då det är materialets tillstånd så som det är i ammunitionen som är relevant.

4.4.9.1 Okulärkontroll

Okulärkontrollen används främst för att upptäcka synliga defekter såsom korrosion, sprickor, dimensionsförändringar, släppning, migrering, med mera. Som hjälpmedel vid ett mer omfattande utvärderingsarbete kan exempelvis ljusmikroskopi, elektronmikroskopi, tomografi och röntgen användas.

4.4.9.2 Fysikalisk och kemisk analys

Fysikalisk/kemisk analys utförs på material och komponenter efter demonteringen. Nedan finns en sammanställning av ett antal karakteriseringstekniker som tillsammans har visat sig vara användbara.

Mikrokalorimetri (MC), tekniken bygger på mätning av det värme som omsätts i samband med kemiska och fysikaliska processer i provet. Som karakteriseringsmetod används MC exempelvis vid bestämning av lagringsstabilitet hos krut och andra explosivämnen (FSD 0214, provningsmetod 113.1) samt vid fastställande av åldringsstatus hos vissa typer av pyrotekniska satser.

Termisk analys (TA), används ett antal analysmetoder för att mäta glasomvandlingstemperaturer (FSD 0214, provningsmetod 139), fasomvandlingar, smältpunkter, oxidationsstabilitet, termisk expansion (FSD 0214, provningsmetod 146), på polymera material och explosivämnen. Även mekaniska egenskapers såsom E-modul och hårdhet (FSD 0214, provningsmetod 140) kan bestämmas före och efter åldrande av provet. För explosivämnen används TA dessutom för mätning av termiska stabilitetsegenskaper (FSD 0214, provningsmetod 112).

Infrarödspektroskopi (IR), används främst att identifiera material och substanser, karaktärisera kemiska förändringar på ytor och absorption/desorption av gasformiga föreningar. IR används också för att kvalitativt bestämma föroreningar på optiska ytor (fogging).

Kromatografi, används bland annat för att bestämma stabilisatorhalter i krut och polymerer, bestämning av molekylvikt samt för analys av nedbrytningsprodukter.

Kemiluminiscens (CL), är en mätteknik där man specifikt detekterar oxidationsförlopp i organiska material. För karakteriseringsändamål kan CL främst användas för bestämning av ”oxidationsgrad” (hydroperoxidhalt) och kvarvarande stabilisering mot oxidativ nedbrytning. CL-teknik är även tillämpbar vid stabilitetsmätningar på krut och explosivämnen genom mätning av oxidationen av olika nitrös gaser. CL är ett utmärkt komplement till MC eftersom MC är en metod som mäter total aktivitet i provet medan CL specifikt mäter oxidation.

4.4.9.3 Mekanisk provning

De vanligaste provningsteknikerna är drag-, tryck- och slagprovning. Tillämpningen av dessa tekniker på explosivämnen beskrivs i FSD 0214, provningsmetod 134, 135 respektive 143.

4.4.9.4 Funktionskontroll

Funktionskontroll kan vara allt i från en enkel oförstörande uppmätning av elektriska kretsar till ett omfattande och förstörande fullskaleprov.

4.4.9.5 Referensdata

Livslängdsarbetets provningssteg leder till att man erhåller diverse mätresultat (nollvärden) som beskriver statusen på produkten då den är ny. Erfarenheter under arbetet leder också till att det är möjligt att göra en uppskattning av vilka toleranser hos dessa nollvärden som kan accepteras. Dessa mätresultat kommer till användning i det framtida ammunitionsövervakningsarbetet.

Resultaten från livslängdsarbetet har sin stora fördel i att under produktens hela liv tjäna som databank. I denna kan ny uppgifter successivt läggas in. Från utvecklingsarbetet härrör till exempel uppgifter om materials förenlighet, hur olika material klarar vissa miljöbelastningar, mekaniska hållfasthetsdata, referens till provningsmetoder, med mera. Kompletteringar kan komma från ammunitionsövervakning, modifiering, livslängdsförlängning, avveckling, med mera. Uppgifterna kan vid behov tas fram sammanställda eller enskilt.

Den absolut största användningen för dessa data finns när man utför ammunitionsövervakning. Ammunitionsövervakningen bygger på att man letar efter åldringsförändringar hos de kritiska delarna i produkten. Det är vid detta arbete som det är viktigt att ha tillgång till de provningsbeskrivningar och referensdata som gällde för produkten när den var ny, samt data från produkt som utsatts för accelererat åldrande.

4.4.10 Predikteringsmetoder

Metoder, beräkningsmodeller, teoretiska modeller samt andra hjälpmedel som används i syfte att förutsäga hur en produkt kommer att åldras under realistiska lagrings och hanterings betingelser.

4.4.10.1 Allmänt om materialåldring och miljöfaktorer

De flesta material förändras med tiden – de åldras. Ett undantag är möjligen ädla metaller. Förändringarna kan dels bero på materialens egna spontana sönderdelning, dels på att materialen reagerar med omgivningen. De viktigaste faktorerna i det sistnämnda fallet är inverkan av:

- luftens syre
- luftens fuktighet
- andra närliggande material (förenlighet).

Ljus, ozon med mera kan också påverka åldringen men dessa faktorer är av mindre betydelse när det gäller förpackad materiel lagrad i ammunitionsförråd. I andra sammanhang när det inte gäller enbart förrådslagring kan naturligtvis nötning och annan mekanisk påverkan också förändra material.

Åldersförändringar är resultatet av kemiska och/eller fysikaliska processer i materialen. Dessa processer kan vara många till antalet, varierande i intensitet, och varierande under olika faser av åldrandet. Den materiel vi studerar innehåller vanligtvis många olika material vilket gör att det totalt sett i en konstruktion kan försiggå en mängd olika reaktioner. Det är lätt att tänka sig komplicerade reaktionsmönster med åtföljande problem att förutsäga materialåldringen.

I denna sammanställning är de teoretiska och matematiska sambanden förklara i förhållande till den nivå som tillämpas inom exempelvis materialforskningen.

4.4.10.2 Materialåldringens temperaturberoende och forcerat åldrande

All forcerad åldring genom en höjning av temperaturen bygger på det förhållandet att en lång tids förvaring under relativt låg temperatur kan simuleras med en högre temperatur under kort tid. En av grundförutsättningarna för att detta ska gälla är att inga fasomvandlingar sker i temperaturområdet mellan naturlig och accelererad åldring (jämför de olika faserna is och vatten).

I de flesta fall ökar reaktionshastigheten med ökande temperatur. Vanligen sker kemiska reaktioner 2–3 gånger snabbare när temperaturen höjs 10 °C, men variationerna från detta mönster är stora. Matematiskt beskrivs kemiska reaktioners temperaturberoende med Arrhenius-formeln.

$$k = A_0 \times e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

k = hastighetskonstanten

A_0 = en konstant

E_a = aktiveringsenergin

T = temperaturen (absoluta temperaturen)

R = gaskonstanten (8,31439 J/mol K)

Skär inga större koncentrationsändringar under mätperioden kan man approximativt säga att hastighetskonstanten är lika med reaktionshastigheten. Kan man inte göra denna approximation gäller sambandet:

$$\text{Reaktionshastigheten} = \frac{d\alpha}{dt} = k(1 - \alpha)^n$$

α = reaktionsgraden (= 0 om ingen större omsättning sker).

t = tid

n = reaktionsordningen

En tillämpning kan se ut på följande sätt.

$$K_T = e^{\frac{E_a}{R\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)}}$$

K_T = accelerationsfaktorn

T_1 = förvaringstemperatur

T_2 = accelerationstemperatur

Logaritmen av K avsatt mot $1/T$ i ett så kallat Arrhenius-diagram ska enligt teorin ge en rät linje med lutningen $-E/R$. Aktiveringsenergin används som mått på temperaturberoendet. Egentligen är aktiveringsenergies kopplade till enskilda kemiska reaktioner, men också för komplexa system används begreppet aktiveringsenergi för att beteckna temperaturberoende, trots att det i dessa fall är fråga om resultatet av flera olika reaktioners aktiveringsenergies. Även rent fysikaliska förlopp beskrivs på detta sätt.

Följande bör beaktas då man arbetar med komplexa åldringsförlopp:

- Det är aktiveringsenergin för det hastighetsbestämmande steget i åldringsprocessen som ska användas vid omräkningen av accelererade miljöer till verkliga lagringsmiljöer. Vid reaktioner som inkluderar transportmekanismer (till exempel oxidation av tjockväggiga polymera material) kan diffusionsprocesser mycket väl vara den begränsande faktorn. Diffusion har normalt mycket lägre aktiveringsenergi än kemiska reaktioner.
- Skillnaden mellan provningstemperatur och verklig lagrings- eller driftstemperatur bör vara så liten som möjligt. Detta gäller särskilt om Arrhenius-kurvan uppvisar dålig linearitet.

För ammunition och ammunitionskomponenter bör *inte* forcerad åldring utföras vid temperaturer över 70 °C.

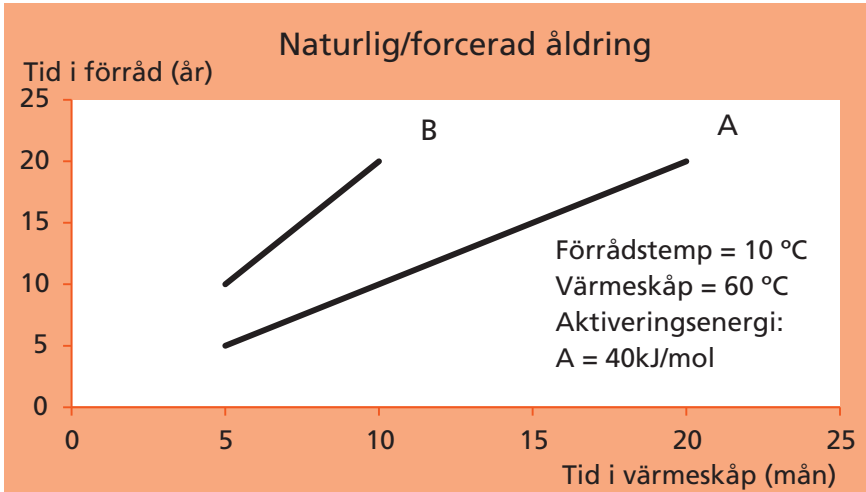


Bild 4:7 Sambanden mellan lagringstid i 10-gradigt förråd och åldringstid i 60-gradigt värmeskåp (forcerad åldring) vid två olika värden på aktiveringsenergin.

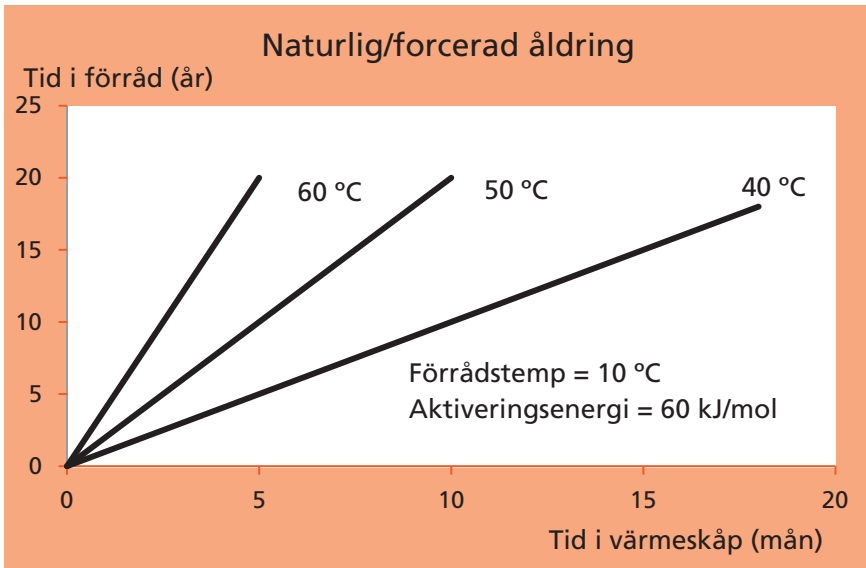


Bild 4:8 Sambanden mellan lagringstid i 10-gradigt förråd och åldringstid i värmeskåp vid olika temperaturer, för ett degraderingsprocess med en aktiveringsenergi på 60 kJ/mol.

4.5 SAMBANDET MELLAN LIVSLÄNGDSARBETE OCH AMMUNITIONSÖVERVAKNING

Under senare tid har man i samband med livslängdsarbetet förberett nya produkter för ammunitionsovervakning genom att samtidigt med rapporteringen av livslängdsarbetet skriva en produktsspecifikation för ammunitionsovervakning. Det vanliga förfarandet, när det gäller att kontrollera gammal ammunition, har varit funktionsprovning genom provskjutning. Om den då visar sig fungera uppstår frågan ”Hur länge”?

I ammunitionsovervakningsarbetet kan man i stor omfattning använda laboratorieanalyser i stället för provskjutning. Forcerad termisk åldring i kombination med analyser ger svar på hur ammunitionen i förrådet beter sig efter ett antal års fortsatt lagring. Är man i stället intresserad av hur ammunitionen beter sig ute vid pjäsen måste man även lägga in en sekvens av forcerad mekanisk påfrestning för att simulera transporten från förrådet till pjäsen. Detta sätt att arbeta med forcerade miljöer kallas livslängdspre-diktering.

<i>Arbetsinsatser</i>	<i>Enkel ammunition</i>	<i>Komplex ammunition</i>	<i>Robotar, missiler</i>
Okulärkontroll	Ja	Ja	Ja
Skjutprov	Ja, vanligtvis	I undantagsfall	Nej
Säkerhetsteknisk kontroll av krut	Ja	Ja	Ja
Säkerhetsteknisk kontroll av tändsystem	Ja	Ja	Ja
Laboratorietester	Inte så vanligt	Ja	Ja
Livslängdspre-dikteringar	Inte så vanligt	Ja	Ja

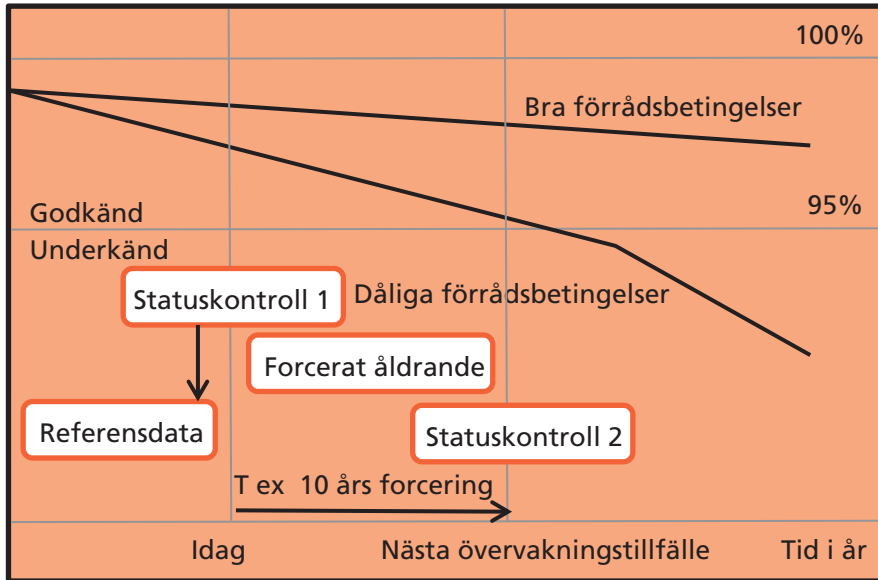


Bild 4:9 Schematisk bild av ammunitionsövervakning vid ett tillfälle

<i>Statuskontroll 1</i>	Presenterar nuvarande status samt referensdata inför nästa övervakningstillfälle
<i>Program för forcerat åldrande</i>	Accelererad miljöprovning för att simulera tiden fram till nästa övervakningstillfälle
<i>Statuskontroll 2</i>	Förväntad status vid nästa övervakningstillfälle utgående från miljöprovningen

Livslängdsprognoser avseende gammal ammunition jämfört med traditionell funktionsprovning.

När det gäller att fastställa förhållandena i den forcerade miljöbehandlingen är det viktigt att ta rätt hänsyn till vad produkten kommer att utsättas för i verkligheten. Riktmärke kan vara den typ av miljöbehandling som utförts under livslängdsprov 3 enligt FSD 0223 eller under serietypprovningen vid utvecklingsarbetet. Exempelvis kan man, under några månader i rätt accelererad miljö, simulera fem till tio års lagring av ammunitionen i en viss typ av förråd. Den del av miljöbehandlingen som berör mekanisk belastning bör halveras i tid jämfört med ett komplett serietypprov eftersom mekanisk påkänning under transport från förråd till uppställd pjäs endast motsvarar en del av den totala transportbelastningen.

Se bild 4:9 ovan om ammunitionsövervakning.

Provningsmetodik kan vara olika från fall till fall men bygger alltid på samma principer som vid nykonstruktion. Olikheterna kan bero på typen av ammunition, användarnas behov, vilka åtgärder man kan tänkas vidta med ammunitionen, miljön som ska simuleras, med mera. Arbetet börjar ofta med att man i rapporten från livslängdsarbetet identifierar de kritiska komponenterna eller materialen och utformar provning med hänsyn till dessa och med hänsyn till den miljö de ska förvaras i. Om livslängdsarbete inte har utförts på produkten, måste någon form av grundutredning av produktens egenskaper göras. Denna utredning kan i princip vara en kortare form av livslängdsarbete.

Som regel ingår en forcerad åldring i någon form i provningen. Olika kemiska reaktioner i olika material påverkas olika mycket av en viss temperaturhöjning. Kemiska reaktioner och fysikaliska förlopp som till exempel diffusion kan äga rum parallellt vilket kan försvåra utredningen. I regel accelereras inte diffusionsförloppen i samma utsträckning som de kemiska reaktionerna vid en temperaturhöjning.

För att undersöka åldringens beroende av temperaturen har vi god nytta av mikrokolorimetriska metoder, med vars hjälp vi relativt enkelt kan studera olika materials beteende vid olika temperaturer. Detta är en viktig del vid design och utvärdering av en forcerad åldring. Viktigt är att utforma den forcerade åldringen så att den efterliknar den naturliga lagringsmiljön. Det är till exempel ofta förkastligt med ”vanligt ugnsåldring” som innebär en temperaturhöjning utan hänsyn till luftfuktigheten. Ett krut, en pyroteknisk sats eller en plast kan under en sådan behandling torka ut och möjligheten att simulera fuktens inflytande under lagringen går därmed mer eller mindre förlorad.

4.5.1 Provtagningsintervall

De första provningsintervallen definieras i provningsspecifikation för ammunitionsövervakning.

Efterföljande provtagningsintervaller bestäms med utgångspunkt från resultatet vid det närmast föregående övervakningstillfället.

4.6 AMMUNITION DÄR PROVNINGSSPECIFIKATION FÖR AMMUNITIONSÖVERVAKNING UTARBETATS UNDER PRODUKTFRAMTAGNINGEN

Vid utveckling av ammunition ska underlag enligt nedan tas fram.

4.6.1 Rubriker

- Syfte
- Beskrivning
- Tillämpliga handlingar
- Produktfordringar
- Genomförande
- Bedömning av resultat
- Produktspecifika åldringserfarenheter.

4.6.2 Syfte

Målsättningen med verksamheten beskrivs.

4.6.3 Beskrivning

Produktens konfiguration beskrivs genom en uppdelning i underenheter och i vissa fall i komponenter.

4.6.4 Tillämpliga handlingar

Produktunderlag

- Produktspecifikation för produkten
- Sammanställningsritningar för
 - produkten
 - innerförpackning
 - ytterförpackning
 - enhetslast
- Tillförlitlighetsrapport
- Livslängdsrapport
- Säkerhetsanalys
- Miljöspecifikation
- Typprovrappport
- Databas för provresultat
- Övrigt.

Kontrollunderlag

Består exempelvis av olika bestämmelser och instruktioner.

4.6.5 Produktfordringar

4.6.5.1 Säkerhet

Beskrivning, se *kapitel 3*.

4.6.5.2 *Prestanda*

I produktspecifikationen formulerade prestanda gäller i princip även efter lång tids förrådsförvaring. I *avsnitt 4.6.8, Produktspecifika åldringsegenskaper* tas några produktspecifika åldringsegenskaper upp.

Prestanda verifieras normalt vid typprov med hjälp av en eller flera, av en mångfald olika tillgängliga, metoder inkluderande teoretisk analys, provskott, simuleringar med mera.

Vid funktionskontroll är det av betydelse att använda lämpliga metoder att verifiera prestanda hos produkten. Det kan därför bli nödvändigt att anpassa typprov- eller leveransprovmetoder till att passa omständigheterna vid funktionskontroll.

4.6.5.3 *Funktions säkerhet*

Totalfunktionen hos komplett produkt uppdelas i delfunktioner, till exempel utskjutning, träff, verkan. Funktions sannolikhetskrav kan anges för delfunktioner och totalfunktion.

För varje egenskap anges krav för godkännande. Kravet ska vara så utformat, att verifiering kan genomföras.

Åldring kan medföra att vissa ursprungliga krav på komponenter inte innehålls. I många fall kan materielen trots detta användas med godtagbar funktions säkerhet, eventuellt efter begränsningar i användning eller miljö.

4.6.5.4 *Märkning*

Vad som ska märkas och hur märkningen ska se ut anges.

4.6.5.5 *Förpackning*

Dokumentation som beskriver förpackningens utseende och egenskaper.

4.6.6 Genomförande

4.6.6.1 Kontrollparti

Vilken population som utgör ett kontrollparti anges. Kontrollpartierna, som utgörs av ett antal leveranspartier, bör väljas så att produktions- och materialförhållandena inte ändrats under tiden (homogent parti). Produktion under längre tid (flera år) bör delas upp i flera kontrollpartier.

4.6.6.2 Provuttag

För att hålla nere kostnaderna för funktionskontrollen kan provenheter av komponenter och underenheter som bedöms vara livslängdsbegränsade förrådsförvaras separat, dock under realistiska förhållanden. Predikteringsarnas riktighet kan, genom att följa dessa enheters förändring med tiden, visas och dokumenteras.

Kontrollpartiets och provuttagets storlek anges. Provuttaget omfattar ett antal förpackningar med innehåll. Föreskrifter för individmärkning anges.

I tillämpliga fall används konfidensgrad 0,8. Vid vapen som används vid enstaka insats används dock 0,9. Angivna konfidensnivåer gäller inte i de fall endast små provuttag kan göras.

Det kan ofta vara värdefullt (särskilt för dyra produkter) att vid tillverkning eller leverans göra speciella kontroller eller mätningar, till exempel av elektriska egenskaper, på ett antal produkter eller komponenter. Dessa märkes på ett sådant sätt, att individuell jämförelse kan göras vid funktionskontrollen. Lagringen ska ske tillsammans med partiet i övrigt. Även materialprovstavar kan behöva lagras, varvid man dock får ta hänsyn till att den konstruktiva utformningen och inbyggnaden kan förändra förutsättningarna.

4.6.6.3 Övervakningstillfällen

Första provningen kombineras med leveranskontrollen, som kan behöva utökas med för kommande ammunitionsövervakning särskilda prov. Tidpunkten för det första provuttaget anges i provningsspecifikation för ammunitionsövervakning. Tidpunkten för nästa övervakningstillfälle (ÖT) bestäms med ledning av resultaten av föregående provning samt predikterad livslängd för material, komponenter och system. Normalt intervall är 5 till 7 år och övervakningen ska i möjligaste mån samordnas med den säkerhetstekniska kontrollen.

4.6.6.4 Provningsföreskrifter

En uppdelning av ammunitionen från provuttagen görs till

- oförstörande prov (okulärkontroll, uppmätningar etc.)
- förstörande prov (demontering, funktionskontrollanalys av komponenter och material, skjutprov etc.).

Provningen ska ha inriktningen att inte enbart ge svar på status vid övervakningstillfället utan även innehålla aktiviteter (till exempel accelererad åldring och tendenskurvor) som så långt som möjligt ger svar på hur livslängdsbegränsade komponenter klarar sig ytterligare en tid i förråd. Fördelningen mellan de olika provningsförfarandena bestäms av bland annat styckekostnad, uppmätningssannolikheter, predikterade livslängdsbegränsade komponenter, funktionssannolikhetskrav efter förrådsförvaring och hantering med mera.

Hur länge specificerade metodbeskrivningar, provvärden och provutrustningar ska sparas anges. Så långt som möjligt bör samma metoder och utrustningar användas som vid leveranskontrollen. Den säkerhetstekniska kontrollverksamheten kan i många fall utgöra en del av funktionskontrollen.

Provrappport ska förutom sedvanligt rapportinnehåll som omfattning och resultat från ammunitionsövervakning innehålla:

- En utvärdering av provet (i förekommande fall uttryckt i statistiska termer).
- En prognos om objektets fortsatta livslängd.
- Rekommendationer beträffande tidpunkt och kontrollnivå för nästa ammunitionsövervakningstillfälle.
- Rekommendationer beträffande åtgärder i avsikt att vidmakthålla eller öka funktionssannolikhet respektive ammunitionssäkerhet.

4.6.6.5 Klassificering av fel

Fel kan uppdelas i följande grupper:

- säkerhetspåverkande fel
- funktionshinderande fel
- prestandanedläggande fel
- försumbara fel.

4.6.7 Bedömning av resultat

Bedömningen görs som en jämförelse mellan erhållna resultat och i specifikationen för produkten angivna krav på tillförlitlighetsnivåer. Tendenser jämfört med utgångsvärden och föregående funktionskontroll anges. För vissa egenskaper, till exempel materialdegradering erhålls inga tillförlitlighetsvärden utan nivåerna på materialkraven är direkt kopplade till fortsatt användning, revidering respektive skrotning.

Med tanke på det begränsade provuttag som görs krävs för ett direkt godkänt provresultat att inga avvikelser jämfört med produktfordringarna, se *avsnitt 4.6.5, Produktfordringar* kan noteras vid funktionskontrollen. Avvikelser kan leda till ytterligare ett provuttag i direkt anslutning till det första.

Om leverantören utför funktionskontrollen kan denne lämna rekommendation till fortsatt användning, revidering eller skrotning samt tidpunkt och kontrollomfattning för nästa ammunitionsövervakningstillfälle men beslutet fattas av FMV. En jämförelse med i tillförlitlighetsanalysen predikterade värden ger erfarenheter för framtida predikteringar.

4.6.8 Produktspecifika åldringsegenskaper

4.6.8.1 A Kaliberbunden ammunition

A1	Komplett skott
A2	Tändrör
A3	Projektil
A31	Spränggranat
A32	Pyroteknisk verkansgranat
A4	Drivladdning
A5	Patronhylsa
A6	Antändningsmedel
A7	Förpackning

Provningen ska inriktas mot material, komponenter och underenheter som under utvecklingen bedömts som livslängdsbegränsade för systemet. Nedan följer en beskrivning av olika produkters speciella livslängdsegenskaper. Generellt är det främst fukt, syre och ozon som kan påverka ammunitionen under förrådsförvaring. Elektronikinnehållande komponenter har en tidsberoende felintensitet (under bästa perioden) som beskrivs i *avsnitt 4.3, Driftssäkerhet*.

Tabell 4:1 Exempel på produktspecifikations- och livslängdsegenskaper

		Felorsaker	Effekt	Provmetod
A1	Tändrör	Fuktkänsliga pyrosatser	Ökad/minskad känslighet	Termisk analys (ex mikrokolorimetri) initieringsprov (ex Jolt-test)
A2	Tändrör mekaniskt	Oxidation metalltor	Spärrar går trögt	Accelerations- och rotationsprov (ex chockprov och slunga)
A2	Tändrör elektroniskt	Konstant felintensitet, fukt	Utebliven funktion	Elektrisk uppmätning (ex resistans)
A3	Projektil	Otätthet	Ökad fuktmängd i projektil	Tätthetskontroll (ex läckttest)
A31	Spränggranat	Exudation sekundärsprängämne	Ökad känslighet	Analys (ex DSC, HPLC)
A32	Pyroverkan	Fuktkänslig pyroteknik	Utebliven funktion	Analys/bränning/initiering (mikrokolorimetri)
A32	Pyroverkan	Fuktkänslig delningsladdning	Blindgångare	Analys/statistiskt delningsprov (ex DSC)
A4	Drivladdning	Kemisk/fysikalisk åldring	Instabilitet/ändrad V_0	Analys/förbränningsprov (ex mikrokolorimetri)
A6	Antändningsmedel	Fuktkänsliga pyrosatser	Ökad/minskad känslighet	Analys/initieringsprov (ex mikrokolorimetri)
A7	Förpackning	Otätthet	Ökad fuktmängd i projektil	Tätthetskontroll

4.6.8.2 B Lätta robotar

B1	Robotbehållare
B2	Robot
B21	Drivsystem
B22	Verkansdel (inklusive säkrings-, armerings- och tänddon)
B23	Styrsystem
B24	Måldetektor

Då robotbehållare oftast förses med torkanordning hålls den relativa fuktigheten nere inne i roboten. En snabb avkylning av en robotbehållare där fuktigheten närmar sig femtio procent kan innebära lokal kondensation speciellt om roboten var varm.

Tabell 4:2 Exempel på produktspecifika funktions- och livslängdsegenskaper

		Felorsaker	Effekt	Provmethod
B1	Robotbehållare	Utvändig fukt-påverkan	Till exempel att en limfog lossnar	Okulärkontroll provbelastning
B21	Drivsystem	Kemisk/fysikalisk åldrings-sprickor i gjutet krut	Ojämn förbränning	Okulärkontroll/ röntgen/kemisk analys
B22	Verkansdel (se även A1-A2)	Fysikalisk åldring av pyroteknik i SAT-don	Utebliven initiering	Analys/ funktionsprov
		Oxidation (korrosion) i SAT-don	Urverk/spärrar går trögt	Okulärkontroll/ funktionsprov
B23	Styrsystem	Oxidation av metallytor i roder/vingar	Långa uppfällnings- och omslagstider	Okulärkontroll/funktionsprov
B24	Måldetektor	Fysikalisk åldring	Utebliven initiering	Okulärkontroll/funktionsprov

4.6.8.3 C Tunga robotar

C1	Robotbehållare
C11	Tub
C12	Lavett
C2	Robot
C21	Målsökare
C22	Drivsystem
C23	Verkanssystem (inklusive säkrings-, armerings- och tänddon)
C24	Styrssystem (inklusive styrytor, servosystem och styrautomat)

Slutna robotbehållare förses med torkmedel och därigenom hålls den relativa fuktigheten nere inne i roboten.

Vid långtidsförvaring i förråd ligger såväl robotar i slutna tuber som robotar med påmonterad lavett i avfuktade icke temperaturkontrollerade förråd.

Tabell 4:3 Exempel på produktspecifika funktions- och livslängdsegenskaper

		Felorsaker	Effekt	Provmetod
C11	Tub	Utvändig fukt-påverkan	Korrosion/försvagning	Okulärkontroll hållfasthetsprov
C12	Lavett	Utvändig fukt-påverkan	Korrosion/försvagning	Okulärkontroll hållfasthetsprov
C21	Målsökare	Åldring/förändring av radom	Försämrade egenskaper	Okulärkontroll/funktionsprov
C22	Drivsystem	Kemisk/fysikalisk åldrings-sprickor i gjutet krut	Ojämn förbränning	Okulärkontroll/röntgen/kemisk analys
C23	Verkanssystem	Fysikalisk åldring av pyroteknik	Utebliven initiering	Funktionsprov med provuttag, analys
C24	Styrssystem	Korrosion av metallytor, sättning i lager läckage i hydraulsystem	Försämrade eller uteblivna styrprestanda	Okulärkontroll/funktionsprov

4.6.8.4 D Ammunition till undervattensvapen

Alternativ 1, passande exempelvis sjunkbomber.

- D1 Kompletta ammunitionsenhet
- D2 Undervattenståndare
- D3 Verkansdel
- D4 Emballage

Alternativ 2, passande exempelvis sjöminor, minförstörelsladdningar.

- D1 Kompletta ammunitionsenhet
- D2 Instrumenteringsdel inklusive sensorer, elektronik och batteri
- D3 SAT-enhet/anordning
- D4 Verkansdel
- D5 Emballage

Tabell 4:4 Exempel på produktspecifika funktions- och livslängdsegenskaper

		Felorsaker	Effekt	Provmethod
D3	SAT-enhet inkl sjömintändare	Pyrosatser fuktscadade, kemiskt/fysikaliskt åldrade	Ökad/minskad känslighet, utebliven initiering	Termisk analys (t ex mikrokolorimetri/initieringsprov)
		Oxidation av metallytor	Kolvar/spärrar går trögt	Okulärbesiktning, prov med kraft eller tryckbelastning
		Sättning, åldring, fastvulkning av gummelement	Läckage trög gång	Täthets- och funktionskontroll
D2	Instrumenteringsdel, elektronik	Konstant felintensitet, fukt	Utebliven funktion	Elektrisk uppmätning (t ex resistans)
		Batterier, läckage kapacitetsnedgång	Kemisk korrosion, reducerad drifttid, utebliven funktion	Okulärkontroll, mätning, förstörande provning

		Felorsaker	Effekt	Provmetod
D2	Instrument- eringsdel, me- kanik	Sättning, åld- ring av gummi- detaljer	Läckage	Tätthetskontroll. Sätt- ningsmätning, okulär- kontroll/
D3	Verkansdel	Sprängämne	Ökad/minskad	Analys
D4		(aluminiumhal- tigt) fukt/vat- tenskadat	känslighet	
		Hölje korrode- rat	Reducerad säker- het	Okulärkontroll
D4	Emballage	Otäthet	Ökad fukt mängd i förpackat objekt	Tätthetskontroll
D5				

4.6.8.5 E Landminor, fältarbetsammunion

Uppdelat enligt nedan:

- E1 Komplett mina
- E11 Tändsystem
- E111 Tändsystem, mekaniskt
- E112 Tändsystem, elektroniskt
- E13 Verkansdel
- E131 Verkansdel, sprängverkan
- E132 Verkansdel, larmverkan
- E14 Förpackning

Minmateriel utsätts vid användning generellt för en starkt korrosiv miljö, varför miljötålighetskrav vid provningen måste beaktas särskilt. Spänningskällor på nyutvecklade landminor kräver ett förebyggande underhåll under den planerade livslängden.

4.7 Ammunition där provningsspecifikation för ammunitionsövervakning inte utarbetats under produktframtagningen

Tabell 4:5 Exempel på produktspecifika funktions- och livslängdsegenskaper

		Felorsaker	Effekt	Provmetod
E1	Komplett mina	Otäthet Oxidation av oorganiska material	Fuktinträngning Spärrar går trögt	Täthetskontroll Saltsprayprov
E11	Tändsystem	Otäthet fukt-känslig pyroteknik	Fuktinträngning Utebliven funktion	Analys, bränning initiering
E111	Tändsystem, mekaniskt	Oxidation av metallytor	Spärrar går trögt	Armeringstid uppmäts
E13	Verkansdel			
E131	Sprängverkan	Smältning sekundär sprängämne	Ökad känslighet	Analys
E132	Larmverkan	Fukt-känslig pyroteknik	Ökad/minskad känslighet	Analys, statistiskt delningsprov
E14	Förpackning	Otäthet	Ökad fukt-mängd i mina	Täthetskontroll

4.7 AMMUNITION DÄR PROVNINGSSPECIFIKATION FÖR AMMUNITIONSÖVERVAKNING INTE UTARBETATS UNDER PRODUKTFRAMTAGNINGEN

Denna ammunition skiljer sig jämfört med den under *avsnitt 4.6, Ammunition där provningsspecifikation för ammunitionsövervakning utarbetats under produktframtagningen* främst genom att:

- Driftsäkerhets- och livslängdsarbete i de flesta fall inte bedrivits enligt nu gällande principer.
- Dokumentation av ursprungsvärden (0-värden) oftast saknas.
- Kännedom om livslängdsbegränsande komponenter oftast saknas.
- Provningstrustningar och metodbeskrivningar kan saknas.
- Kvalitetsstyrningen vid tillverkningen kan vara bristfällig.

Inför det fortsatta ammunitionsövervakningsarbetet är det av största vikt att provningsspecifikation för ammunitionsövervakning utarbetas även för denna äldre typ av ammunition.

Detta genomförs lämpligen i form av en enklare typ av livslängdsanalys som koncentrerar sig på produktens livslängdsbegränsande komponenter. Målsättningen är härvid att formulera lämpliga prov och analyser för att kunna karakterisera produktens status på bästa sätt med ett minimum av skjutprov. Härigenom använder man sig av samma teknik som under *avsnitt 4.6, Ammunition där provningsspecifikation för ammunitionsovervakning utarbetats under produktframtagningen*. Under dessa premisser kan de första ammunitionsovervakningstillfällena få utgöra 0-prover för fortsatta övervakningstillfällen.

För produkter där ovanstående metodik inte är tillämplig kan dock statistiska provuttag med efterföljande funktionskontroll genom skjutning fortfarande användas.

5 FELRAPPORTERINGSRUTINER

5.1 FERAM

För rapportering av felfunktion i samband med användning av försvarets ammunition, utom undervattensammunition och flygburen ammunition, ska *Felrapporteringsrutin för ammunition inom försvaret* (FERAM) tillämpas.

Med felfunktion avses här sådana fel hos ammunition som kan uppkomma under dess livscykel vid transport, förvaring och användning.

Enstaka felfunktioner kan ofta hänföras till i kravspecifikationer accepterade sannolikhetsvärden för utebliven funktion hos någon komponent.

Uppträder sådana fel i stor omfattning, eller finns det andra fel som inte kan hänföras till accepterad tillförlitlighet, är det viktigt att ansvariga inom FMV underrättas om detta. Åtgärder kan därvid vidtas för att säkerställa riktig funktion och god säkerhet.

5.1.1 Syfte

FERAM är en rapporteringsrutin för ammunition under användning samt för rapportering av felaktigheter som framkommer vid okulärkontroll. Rutinen ingår i FMV system för ammunitionsövervakning för att skapa underlag för beslut om eventuella åtgärder med ammunitionen.

5.1.2 Omfattning

FERAM ska:

- Omfatta alla försvarsgrenarna.
- Omfatta all ammunition utom i *avsnitt 5.2–5.3* angivna undantag.
- Säkerställa snabb och allomfattande rapportering av felfunktioner till FMV.
- Vara dubbelriktat med information även från FMV.
- Vara enkelt att tillämpa för övningsledare (motsvarande).

5.1.3 Tillämpning

Bestämmelser för rapportering finns i SäkR G.

Det blankettset som används för uttag av ammunition och redovisning av ammunitionsförbrukning har fyra blad. Det fjärde bladet är tillika felrapport (System LIFT se nedan).

Blankettens baksida ifylles vid rapportering av övningsledare (motsvarande) och inlämnas till ammunitionsutlämnande enhet, som omgående insänder rapporten till FMV med kopia till ansvarig ammunitionsinspektör.

5.2 UNDERVATTENSVAPENAMMUNITION

Felfunktion vid skjutning av torpeder rapporteras enligt system T-PLUS som är anknutet till MARIS. Även *Tekniska och ekonomiska föreskrifter för torpedvapnet* (TEFT) innehåller bestämmelser om rapportering av fel på torpedammunition.

För min- och minröjningsmateriel rapporteras enligt föreskrifter i IVM/Min och IVM:Minröj.

Sjukbomber rapporteras enligt ISF/Ubj Vapen.

5.3 FLYGBUREN AMMUNITION

Felrapport insänds snarast direkt till FMV. Därefter upprättas snarast en materielfelsrapport (MR) enligt *Rapporteringsanvisningar flygmateriel-tjänst*, RAFT (M7762-410190). Ansvarig för rapporteringen är chef för förband, utbildningsanstalt, verkstad eller annan organisationsenhet som förfogar över materiel för flygverksamhet.

5.4 LIFT

LIFT står för *Lednings- och Informationssystem för Förnödenhetsförsörjning och Teknisk tjänst*.

Blankettsetet används fortfarande vid vissa enheter mellan utlämnande enhet (förrådet) och brukaren för att sedan ligga till grund för redovisning efter övning. Det är också så att FERAM finns inlagd i LIFT och kan därför lämnas ut via LIFT till brukaren i samband med utskrift av kvitto för färdig beställning. Allt detta finns under menykod UTLAM.

5.4.1 Databas

Vid FMV finns en databas som kontinuerligt ska uppdateras med erforderliga uppgifter om respektive ammunition (uppgifter från kravspecifikation, resultat från serietypprovningar, leverans och funktionskontroll etc.).

Databasen utgör en referens till ammunitionsövervakning, användning och eventuella felrapporter.

5.4.1.1 Registrering

Uppgifter i inkommen felrapport ska registreras i databasen. Efter registrering ska felrapporten översändas till för ammunitionsobjektet ansvarig enhet.

5.4.1.2 Listning/analys

Som underlag för analys tas periodiska listor fram ur databasen med följande uppgifter:

- förrådsbeteckning
- förrådsbenämning
- parti
- (komponent)
- feltyp(er)
- felfrekvens
- förrådsansvarig myndighet
- ansvarig enhet FMV.

Listfrekvens, årligen eller vid behov.

Underlaget från databasen lämnas till ansvarig enhet FMV för analys och som grund för beslut om eventuella åtgärder.

5.4.1.3 Delgivning

FMV sammanställer och delger resultaten av felrapporteringen enligt särskild rutin. En sammanställning (statistik) av inrapporterade felfunktioner ska delges FM SÅKINSP och Ammunitionsinspektör årligen genom FMV:s försorg.

5.4.1.4 Metodutveckling

Rapporteringsrutinen vidmakthålls och förbättras av FMV i samarbete med FM som ansvarar för eventuella förändringar i dessa rutiner.

För robotammunition, undervattensvapenammunition och flygburen ammunition gäller följande rutiner.

6 **REGLER FÖR UPPSTÄLLNING AV PROVNINGSPECIFIKATION FÖR AMMUNITIONSÖVERVAKNING**

6.1 DEFINITION

Provningsspecifikation för ammunitionsövervakning utgör det tekniska underlaget för provningsaktiviteter under en produkts förrådsfas. Den sammanbinder det tekniska underlaget från produktframtagningen med de särskilda krav på provningsaktiviteter som ska bedrivas under ammunitionsövervakningen. Provningsspecifikation för ammunitionsövervakning utgör huvudbilaga till skriftligt avtal av sådan provningstjänst.

6.2 OMFATTNING

Innehållet ska begränsas till de aktiviteter som kan utföras vid ammunitionsövervakning. Samtliga kontrollkrav på produkten från dess framtagning, kompletterad med särskild provning för ammunitionsövervakning, bör således finnas angivna. Detta för att kontrollaktiviteterna ska vara lätt åtkomliga de gånger då ett provutfall från en övervakning föranleder annan sorts provning än den från början planerade. Dessutom kan det vid behov refereras till provningsspecifikationen vid sammanställningar av objektets provningsstatus och särskilda provutfall.

Eftersom det refereras till provningsspecifikationen vid upphandling ska vidare fordringar på leverantörens/provningsenhetens kvalitetssäkrande åtgärder också finnas dokumenterade.

I de fall då det finns risk för att provningsspecifikationen kan bli alltför omfattande för ett sammansatt objekt kan det vara lämpligt att utarbeta separata bestämmelser för ingående detaljer och hänvisa till dessa specifikationer i huvudbestämmelsen.

6.3 DISPOSITION

Dispositionen ska vara anpassad för ammunitionsövervakning samt vara enkel och tydlig. Provningsspecifikation bör ställas upp enligt följande disposition.

0	Dokumenthuvud
1	Ammunitionsövervakning
2	Tillämpliga handlingar
3	Okulärkontroll
4	Status- och livslängdskontroll
5	Säkerhetsteknisk kontroll
6	Kvalitetssäkring
7	Övriga fordringar

Huvudgrupperna indelas vid behov i undergrupper rubricerade med fortsatt numrering och lämplig benämning på innehåll. Detta gäller i synnerhet om de i sin tur behöver delas in i underavsnitt. Genom lämplig disposition bör eftersträvas att ytterligare uppdelning i femsiffriga avsnitt undviks.

Avsnitt under huvudgrupperna 3, 4 och 5 bör innehålla följande punkter:

- Benämning på provningsobjekt. Provningsobjektet anges lämpligen i underrubrik.
- Förteckning av tekniskt underlag. Provningsobjektet bör vara definierat med ritningar och specifikationer på enhet ned till komponent från produktframtagningen. Finns ett dokumenterat livslängdsarbete utfört vid produktframtagningen ska detta användas vid planering av provningen och som databank.
- Beskrivning av provningsobjektet. En noggrann funktionsbeskrivning över produkten i textform dokumenteras här med refererande till figur eller ritning. Alternativt kan hänvisning göras till annan dokumentation eller refereras till som bilaga.

- Provmethod. Kontrollaktiviteten ska vara angiven med provningsmetod, noggrant beskriven eller refererad till som bilaga. För att kunna jämföra provningsresultat från olika provningstillfällen bör man sträva efter att, under produktens hela livslängd, använda samma provningsmetoder och provutrustningar.
- Produktkrav – från produktframtagningen anges tillsammans med felgräns (% AQL).
- Klassificering av fel.

Produktkrav och klassificering av fel bör anges för att enkelt kunna utvärdera erhållna provutfall.

6.4 SKRIVREGLER

Uppgifterna ska vara fullständiga och entydiga. De ska uttryckas enkelt och kortfattat. SI-enheter ska användas då så är möjligt. Förkortningar ska vara allmänt vedertagna.

6.5 ÄNDRINGAR

Provningsspecifikationen ska vara föremål för ändringstjänst. De avsnitt som blivit ändrade i jämförelse med tidigare utgåva förses med ett streck i marginalen.

6.6 KOMMENTARER MED EXEMPEL

Härunder ges kortfattade kommentarer till de enskilda rubrikerna regler för uppställning av provningsspecifikation för ammunitionsövervakning.

6.6.1 0 Dokumenthuvud

Dokumenthuvudet ska innehålla dokumentnamn, registreringsnummer, datum samt identifiering av provningsobjekt med fastställd förrådsbeteckning och förrådsbenämning på produkten. Här bör också presenteras erforderlig bakgrundsinformation om produkten, dess uppgifter, ammunitionsdata och användningsområde.

Dokumentets utfärdare bör finnas förtecknade omedelbart i anslutning till dokumenthuvudet. Exempel på dokumenthuvud finns i *avsnitt 7.1, Grunder*.

6.6.2 1 Ammunitionsövervakning

Här anges syftet med ammunitionsövervakningen, förutsättningar för att provningsspecifikation ska vara giltig, en beskrivning av hur övervakningen ska bedrivas eller samordnas, etc.

Exempel

Ammunitionsövervakning av rubricerad ammunition ska bestå av i denna provningsspecifikation beskriven okulära kontroll, säkerhetstekniska kontroll, funktionskontroll och livslängdsprediktering.

- Okulär kontroll genomföres vid inspektioner, före användning (enligt bestämmelser i SäkR), i samband med säkerhetsteknisk kontroll och funktionskontroll samt vid behov på ammunition som utsatts för onormal hantering i förrådslagring eller visat tecken på åldersförändringar.
- Funktionskontroll genomföres enligt långtidsplan för provningsobjektet. Provningsintervall cirka 5–7 år.
- Livslängdsprediktering erhålls genom att produkten snabbåldras i en forcerad miljö, motsvarande ett visst antal år i förråd kompletterat med transportpåkänning, varefter en ny funktionskontroll görs.
- Säkerhetsteknisk kontroll av tändsystem genomföres med provningsintervall cirka 5–7 år. Vid ammunitionsövervakning ska samordning ske så att säkerhetsteknisk kontroll föregår funktionskontroll i form av skjutprov. Säkerhetsteknisk kontroll av drivkrut ska följa ordinarie provningsrutin.

Provningsspecifikationen förutsätter vidare att provningsobjektet har lagrats under normala, likvärdiga, förrådsbetingelser och att det inte har utsatts för onormal hantering.

6.6.3 2 Tillämpliga handlingar

Här anges övergripande dokumentation som har betydelse för hur ammunitionsovervakningen ska bedrivas och dokument som har använts i samband med framtagningen av provningsspecifikationen, till exempel aktuell ammunitionssäkerhetshandbok. För samtliga handlingar som det refereras till i provningsspecifikationen och tekniskt underlag från produktframtagningen utarbetas lämpligen en bilaga.

Exempel på text finns i *avsnitt 7.1, Grunder*.

6.6.4 3 Okulär kontroll

Här anges de kontrollaktiviteter som utföres som okulär kontroll på enhetslast, förpackning och komplett ammunitionsobjekt av typ patron. Avsnittet bör således indelas i underavsnitt, till exempel:

- 3.1 Enhetslast
- 3.2 Förpackning
- 3.3 Ammunitionsobjekt

Respektive underavsnitt kan i sin tur indelas vidare, till exempel så kan 3.2 Förpackning delas upp i 3.2.1 Ytterförpackning och 3.2.2 Innerförpackning.

Provmeter angivna under detta avsnitt ska göras med angivande av vilka egenskaper som ska kontrolleras okulärt och eventuella okulära hjälpmedel.

Förutom okulära kontrollaktiviteter kan här också miljöbehandlingar anges – i första hand av informativt syfte – på respektive provningsobjekt. Annan oförstörande provning, till exempel måttkontroll på patron, kan avslutningsvis dokumenteras under aktuellt ammunitionsobjekt.

Punkter i underavsnitten bör anges i den ordningsföljd som kontrollaktiviteterna planeras att genomföras. Detta för att underlätta kontrollens genomförande.

Exempel på text finns i *avsnitt 7.2, Okulär kontroll*.

6.6.5 4 Status- och livslängdskontroll

Här anges förutom de kontrollaktiviteter som traditionellt utförs under rubricerad benämning, det vill säga skjutprov, även laborietester och livslängdsprediktering.

6.6.5.1 Funktionskontroll

Skjutprovning är det traditionella sättet att fastställa statusen på i huvudsak enklare typer av ammunition. Avsnittet ska i huvudsak vara inriktat på kontroll för att bedöma om provobjektet kan uppvisa fullgod funktion i avsedd miljö.

Provmeter vid skjutprov anges med pjästyp/eldrör, eventuell ammunition (om till exempel övningsgranat ska användas), laddning, miljöbehandlingar, måltyp, mätningar, observationer, osv. Skjutprovet bör specificeras nogga med avseende på alla faktorer som kan vara relevanta, dessutom bör antalet underkända som accepteras specificeras.

Krav på kontroller under avsnitt 4. 1 bör indelas och numreras vidare i punkter. Den inledande punkten bör därvid bland annat innehålla ett angivande av vilken behandling som ammunitionen ska genomgå innan den egentliga funktionskontrollen påbörjas. Det kan till exempel i vissa fall behövas kontrollinsatser före skjutning. Normalt utförs skjutprovning i syfte att fastställa aktuell status hos ammunitionen. För att prova ammunitionens status efter simulering av ytterligare ett antal år i förråd kan man som beskrivs i 4.2 göra en forcerad miljöbehandling före skjutprovet.

Exempel på text finns i *avsnitt 7.3, Funktionskontroll*.

6.6.5.2 4.2 Laborietester och livslängdsprediktering

I ammunitionsövervakningsarbetet kan man också i stor omfattning använda laborietester i stället för provskjutning. Detta förfarande är speciellt lämpligt för tekniskt avancerad och dyr ammunition.

Forcerad termisk och mekanisk miljöbehandling i kombination med laborietester ger svar på hur de olika komponenterna i förrådslagrad ammunition beter sig efter ett antal års fortsatt lagring och transport.

När det gäller att fastställa förhållandena i den forcerade miljöbehandlingen är det viktigt att ta rätt hänsyn till vad produkten kommer att utsättas för i verkligheten. Riktmarke kan vara den typ av miljöbehandling som

utförts under livslängdsprov 3 enligt FDS 0223 eller under serietypprovningen vid utvecklingsarbetet. Den del av miljöbehandlingen som berör mekanisk belastning bör begränsas jämfört med ett komplett serietypprov eftersom mekanisk påkänning under transport från förråd till uppställd pjäs endast motsvarar en del av den totala transportbelastningen.

Här anges miljöbehandling, kontrollaktiviteter och provningsmetoder för varje enskild kritisk komponent i produkten vilket syftar till att bedöma status och resterande livslängd hos ammunitionsojektet. Det är viktigt att samma typ av provningsmetoder och utrustning används för att man ska kunna jämföra resultat och fastställa förändringar som härrör från åldringsfenomen.

Vad gäller ammunition utvecklad i Sverige efter 1985 så finns det i allmänhet ett dokumenterat livslängdsarbete enligt FSD 0223. Resultatet från detta livslängdsarbete bör ligga till grund för bedömningen av vilken status material och komponenter hade då produkten var ny. Dessa data samt data som erhålls vid varje ny provningsaktivitet kommer att samlas till en växande databank som under hela produktens livslängd kommer att underlätta övervakningen.

.

6.6.6 5 Säkerhetsteknisk kontroll

Avsnittet ska i huvudsak vara inriktat på de kontrollaktiviteter som behöver utföras för att produkten ska kunna bedömas ha erforderlig säkerhet. Med säkerhet avses främst säkerhet för egen personal och materiel vid förvaring och hantering. Här anges därför de kontrollaktiviteter som traditionellt utförs under rubricerad benämning, dvs kontroll av drivkrut och tändsystem till verkansdelar.

Avsnittet bör således indelas i underavsnitten

5.1 Drivladdning

5.2 Tändsystem

Säkerhetsteknisk kontroll av drivkrut behandlas enligt särskilda rutiner. Därför kan det här ofta vara fullt tillräckligt om det i en inledande punkt refereras till dylika provmetoder.

Säkerhetsteknisk kontroll av tändsystem genomförs normalt som komponentprov. Förutom krav på kontroll av säkerhetskrav bör även de funktionskontroller på komponentnivå som kan utföras för att delsammansättningar och kompletta tändsystem ska kunna bedömas ha fullgod funktion anges här.

Krav i punkt 5.2 bör indelas och numreras vidare i punkter. Den inledande punkten bör därvid bland annat innehålla ett angivande av vilka provningar som det ska tas hänsyn till innan den egentliga säkerhetstekniska kontrollen påbörjas, till exempel olika typer av miljötålighetsprov.

Påföljande punkter i underavsnittet bör anges i den ordningsföljd som punkterna planeras att genomföras för att underlätta kontrollens genomförande. Således bör kontrollpunkterna för ett komplett tändsystem åtföljas av de eventuella kontroller som ska göras under dess demontering.

Slutligen anges kontrollaktiviteter/provmetoder som avser att bedöma resterande livslängd hos objektets kritiska komponenter samt annan analysverksamhet för att undersöka satser, material och materialkombinationer. Samtliga aktiviteter med avseende på livslängdsprovning från produktens framtagning ska dokumenteras samt ev kompletteras med särskilda (nya) prov för ammunitionsövervakning.

Exempel på text finns i *avsnitt 7.4, Säkerhetsteknisk kontroll*

6.6.7 6 Kvalitetssäkring

Här behandlas de principer och procedurfrågor som ska gälla beträffande uppföljning av beställt arbete och kontroll i kvalitetstekniskt avseende, till exempel fasta rutiner, tillämpning av viss standard, klassificering av produktens egenskaper. Avsnittet bör innehålla fordringar på:

- Leverantörens kvalitetssäkring – det kan till exempel gälla krav på att ett produktbundet kvalitetssystem ska finnas enligt ISO9002 eller motsvarande.
 - Tillgänglighet av leverantörens kvalitetsstyrande dokumentation.
 - Förfarande vid ändringar av överenskommen provningsplan under genomförandet.
 - Rapportering av avvikelser under provningens genomförande.
 - Teknisk rapport eller provningsutlåtande.
 - Klassificering av fel. Krav på säkerhet och funktion ska klargöras så att varje provat eller genomfört försök kan klassificeras som lyckat eller misslyckat. Även övriga fel bör klassificeras.
-
- Ansvar och förfarande vid transport av provenheter.
 - Provningsplan. Kontrollomfattning för nästa ammunitionsovervakningstillfälle, säkerhetstekniska kontroll och/eller funktionskontroll ska framgå, till exempel i form av en provningsplan som beskriver ordningsföljd för genomförande av respektive kontrollpunkter. Provningsplaner upprättade enligt denna specifikation ska efter genomförande kunna ge upplysningar om den rubricerade ammunitionens kondition vid provningstillfället med avseende på dess säkerhet, funktion och prestanda. Man ska också kunna göra en livslängdsprediktering och få underlag för bestämmande när nästa övervakningstillfälle (ÖT) ska inplaneras.

6.6.8 7 Övriga fordringar

Här införs uppgifter som inte har kunnat införas under övriga rubriker, till exempel föreskrifter som har betydelse för hantering och transport.

7 PROVNINGSPLAN

7.1 GRUNDER

Förrädsbeteckning M4703-171509		Förrädsbenämning ÖHKSAR485		Datum 2017-05-02				Reg nr AMÖ: 99035B				
Förkortad förrädsbenämning Ö hk sar m/485		Vikt kg 0,054	Delförpackning Förpackningsenhet Enhetslast	Innehåll	Vikt kg	Drivladdning Lng Vikt V_0 P_{max} kg m/s				Projekt Vikt Huvud Primär Deto- kg lng kg lng nator		

Sprängkapsel Mask Ban

Säkringar: × × ×

Rörgrupp:

Vikt av bottenladdning: 1,1 g

Röret armeras (m från mynningen) 55–205 m (gäller för V_0 1 000 m/s). För skjutning i 40 mm tubkanon V_0 680 m/s gäller 5–120 m.

Fördröjning: 0,00025 s

Självsprängning 10-17 s

Ö HK SAR m/485 är apterade på 40 mm SLÖVNGR m/484E och SLSGR m/485M.

Provningsobjektet består av samtliga leveranspartier i förråd av Ö HK SAR m/485. Detta under förutsättning att provningsobjektet har lagrats under normala likvärdiga förrädsbetingelser och utsatts för normal hantering. Ammunitionsövervakningen består av okulär kontroll av förpackning, funktionskontroll i form av skjutprov samt säkerhetsteknisk kontroll. En normal kontrollomfattning under ammunitionsövervakningen framgår av bilaga 1. Provningsintervall under ammunitionsövervakning av Ö HK SAR m/485 bör vara 5–7 år.

7.1.1 Säkerhetsrisker vid avveckling

Det föreligger ingen risk för kopparazidbildning. Tändsystemet innehåller bland annat säkringsfunktioner för transport och hantering. Dess tändkedja är därvid bruten, genom att sprängkapsel (innehållande tändämne) hålls excentriskt placerad i tändröret, och skulle därför vid en eventuell vådantändning inte kunna initiera bottenladdning eller laddning i granat. Rapport från utförd ammunitionsovervakning av Ö HK SAR m/485 ska innehålla en bedömning om det föreligger sådana egenskapsförändringar hos objektet att det skulle kunna påverka dess säkerhet i samband med transport och hantering vid en eventuell avveckling.

7.1.2 Miljöaspekter vid avveckling

I objektet ingår material som kräver särskild miljöhänsyn vid avveckling. I tabellerna nedan redovisas sammanställningar av ingående material i patron.

Tabell 7:1 Sammanställning av tändkedjor för ingående explosivämnen

Verkansdel	Autodestruktion	Masksäkring
Tändhatt: NTT69 65 mg (täandsats), svartkrut Gyttorp 1930 Korn I 15 mg	Laddning i tändhatt: NTT 40 30 mg (täandsats) Svartkrut 21 50 mg	Bansäkringspiller: Svartkrut 931 0,01 g
Tändhatt (bryttändhatt): NTB11 50 mg, NSH13 15jmg.	Satsskiva: NOF82 ca 2 g.	
Fördröjning (monterad i la- byrint): NTT 66. 0,04 g.	Överföringspiller NTT 101 130 mg	
Tandhatt: Blyazidtricinat NTT43 125 mg.	Anfyringspiller NOA13 0,07	
Kanalladdning i tändrör: NSR13		
Bottenladdning i tändrör: NSH42		
Totalt 1,1 g		

Tabell 7:2 Sammanställning av övrigt ingående material

Massa (g)							
Bly	Stål	Aluminium	Alzen ^a	Mässing	Tenn	Zink	Polyeten
1,9	1,2	42,5	4,25	–	–	–	0,001

a. Alzen är en legering av zink, aluminium och koppar

Material för respektive detalj finns angivet under *avsnitt 7.4, Säkerhetsteknisk kontroll*.

7.2 OKULÄR KONTROLL

Okulär kontroll vid ammunitionsövervakning genomföres i huvudsak på förpackning. Ö HK SAR m/485 är apterade på 40/481 SLÖVNGR484E eller 40/48 SLSGR485M.

7.3 FUNKTIONSKONTROLL

Funktionskontroll vid ammunitionsövervakning genomföres i huvudsak som skjutprov och kontroll av hel patron. Under ammunitionsövervakning bör skjutprov genomföras vid behov efter utförd säkerhetsteknisk kontroll.

7.3.1 Tändrör Ö HK SAR m/485

Kontroll och provning. Följande egenskaper kontrolleras eller provas i tillämplig omfattning vid ammunitionsövervakning.

7.3.1.1 Tändrörets märkning

Okulär kontroll vid ammunitionsövervakning ska utföras av märkningens tydlighet samt av att märkningen överensstämmer med förpackningens dito. Tändrören skulle vara märkt enligt ritning 6206604. ”Felgräns -2% för förekomsten. Felmärkning får inte förekomma”.

7.3.1.2 Tändrörets yttre okulära egenskaper

Okulär kontroll vid ammunitionsövervakning av förändringar uppkomna under hantering och lagring, det vill säga eventuell förekomst av korrosion, föroreningar eller skador. Vid behov utförs undersökning med mikroskop.

Produktkrav: tändrörets detaljer ska vara väl rengjorda och fria från sprickor, grader, avstickningstappar och dylikt. Felgräns väsentliga fel (funktionsstörande) - 1%. Felgräns oväsentliga fel - 6%.

7.3.1.3 Tändrörets montering

Okulär kontroll vid ammunitionsövervakning av överensstämmelse med ritning (alt. figurer). Kontroll ska även utföras av gängförband mellan toppskruv/fördröjningshylsa samt bottenskruv/rörkropp.

7.3.1.4 Tändrörets måttegenskaper – apterbarhet

Ammunitionsövervakning: Tändrören är apterade på granater. Övriga mått kontrolleras vid behov med tillämplig mätmetod. Fordringar på tändrörets anslutningsmått: Anslutningsgänga felgräns -1%. Avståndet mellan tändrörets anliggningskona och bottenplan över max. felgräns -1%.

7.3.1.5 Tändrörets massa

Total vikt 0,054 kg. För provning vid ammunitionsövervakning används en standardvåg.

7.3.1.6 Tändrörets miljötålighet

Utförs vid behov under ammunitionsövervakning med tillämplig behandling och stränghet.

Skakprovning

Skakprovning utföres under 8 timmar, fallhöjd 30 mm och med cirka 23 slag/ minut. Tändrören ska vid skakprovet vara insatta i en speciell skaklåda, som ska vara fastspänd vid skakmaskinens fallbord. Se även *provningsplan 7.3.1.8, Tändrörets funktionsområde*.

Fallprovning

Fallprovning utföres genom att röret fälls insatt i en vikt om 30 kg från 9 m höjd, såväl på spetsen, på basen som på sidan, mot en 10 mm tjock stålplatta cirka 100 × 100 mm. Stålplattan ska vila på ett underlag av sand. Fallprovet utföres med 5 st tändrör. Inget fel får förekomma. Tändröret får inte armeras vid fallprovning och ska efter provet vara hanteringssäkert.

7.3.1.7 Tändrörets lagringsbeständighet

Provning vid ammunitionsövervakning utföres vid behov på komplett tändrör enligt FSD 0129:202. Här bör dock provningsobjektet förpackas i fuktavtätad aluminiumpåse och metoden modifieras med stränghetsgrad +60 °C under 23 dygn.

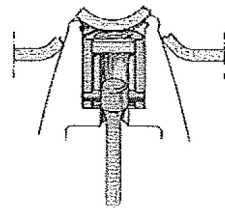
7.3.1.8 Tändrörets funktionsområde

Provning vid ammunitionsövervakning i avsedd pjäs bör utföras med tändrörstemperatur -30 °C eller +40 °C. Tändröret ska efter skakprovning innehålla säkerhets- och funktionskrav vid skjutprov inom temperaturområdet -30 °C till +40 °C.

7.3.1.9 Tändrörets känslighet vid anslag

Funktionsbeskrivning

Rörets topphylsa som bildar membran gör röret högkänsligt för anslag efter armering. Vid träff i mål, påverkas tändrörets hela anslagsyta, plåt från mål stansas ut av spetsens utformning, varvid topphylsans fläns bryts liksom dess botten. Därefter kastas systemet topphylsa–tvärpinne–toppinne–tändstift mot sprängkapseln. Tändstiftet tränger in i sprängkapselns primärsats, som initieras. Tändningen förs vidare till tändrörets kanal- och bottenladdning, granatens primär- och huvudladdning varvid brisad sker.



Produktkrav

Tändröret ska ge fullständiga brisader i eller högst 1,0 m bakom 2 mm duralplåt vid anslagshastighet 500 till 970 m/s och anslagsvinklar mellan 30° och 90° Felgräns - 4%. Skjutprov utföres i eldrör m/48 med räffelstigning 46/27 kaliber eller i speciellt eldrör med räffelstigning 29,5/18 (lägsta anslagshastighet).

Skjutproven utfördes med skakprovade eller obehandlade tändrör vid överenskommen temperatur. Provning vid ammunitionsövervakning utföres enligt dito från produktframtagning av produktkrav i tillämpliga delar.

Provtagning vid produktframtagning, felgräns 4%, n1=17 c=0, r=4, n2=17, c=3 r=4.

7.3.1.10 Tändrörets verkan i mål

Provning vid ammunitionsövervakning, som utföres samordnat med annat skjutprov, av att tändrör fullständigt initierar granat.

7.3.1.11 Tändrörets autodestruktion i banan

Funktionsbeskrivning

Om anslag inte inträffar erhålls självsprängning genom att den inspända fjädern trycker in tändstift (via kulhållaren) i sprängkapsel. Detta sker när granatens rotation nedgått så mycket att fjäderkraften kan övervinna kulornas lyftande kraft på kulhållaren. Självsprängning inträffar efter 10–17s.

Produktkrav

Tändröret ska ge autodestruktion vid skjutning i 40 mm akan m/48. Autodestruktionstiden ska vara 14 ± 2 s vid +15 °C ammunitionstemperatur. Felgräns -10%. Tider under 9 s får inte förekomma. Skjutprov utföres i eldrör m/48 med räffelstigning 46/27 kaliber eller i speciellt eldrör med räffelstigning 29,5/18 (lägsta anslagshastighet). Provning vid ammunitionsövervakning utföres enligt dito från produktframtagning av produktkrav i tillämpliga delar.

Provtagning vid produktframtagning: felgräns 10%, n1=10, c=1, r=5, n2=20 c=5 r=6.

7.3.1.12 Tändrörets mynnings säkerhet

Skjutprov vid ammunitionsövervakning utförs av produktkrav vid särskilt behov.

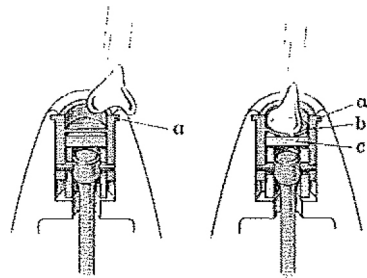
Produktkrav

Tändröret ska ha fördröjd armering (marksäkring), som förhindrar brisad intill 60 m från mynningen. Vid prov mot 2,5 mm järnplåt placerad på 55 m avstånd från mynningen får brisad inte inträffa i målet. Felgräns 10%. Skjutprov utföres i eldrör m/48 med räffelstigning 46/27 kaliber eller i speciellt eldrör med räffelstigning 29,5/18 (lägsta anslagshastighet). Skjutproven utfördes med skakprovade eller obehandlade tändrör vid överenskommen temperatur. Provning vid ammunitionsövervakning utföres enligt dito från produktframtagning av produktkrav i tillämpliga delar.

Provtagning vid produktframtagning: felgräns 10% $n_1=10$, $c=1$, $r=5$, $n_2=20$ $c=5$ $r=6$.

7.3.1.13 Tändrörets regnsäkerhet

Beskrivning av funktion: Toppfylsa utgör tillsammans med skyddshylsa tändrörets membran. Konstruktionen ska ge regnsäkerhet, det vill säga den ska kunna motstå regn i projektilbanan men den ska även vara högkänslig för anslag i mål vid höga hastigheter. Regndroppar som träffar i kanten vid rörkroppens övervikning, slås sönder utan att skada topphylsans fläns (a). Om regndroppen träffar i centrum slås topphylsans botten (b) sönder, men kraften eller anslaget från droppen absorberas helt av rörkroppen med hjälp av skyddshylsan (c). Provning vid ammunitionsövervakning utförs normalt inte.



Produktkrav

Tändröret ska vara regnsäkert mot droppar av upp till 8 mg vikt. Felgräns 4%.

7.4 SÄKERHETSTEKNISK KONTROLL

Säkerhetsteknisk kontroll är inriktad på kontroll och provning av delsamansättningar och ingående detaljer i Ö HK SAR m/485.

7.4.1 Tändrör

Provningsobjekt Ö HK SAR m/485. Tändrören levererades i partier om cirka 10 000 st tändrör. Konstruktionen består i huvuddelar av anslags- och självsprängningsinrättning, sprängkapselsäkring och bottenladdning.

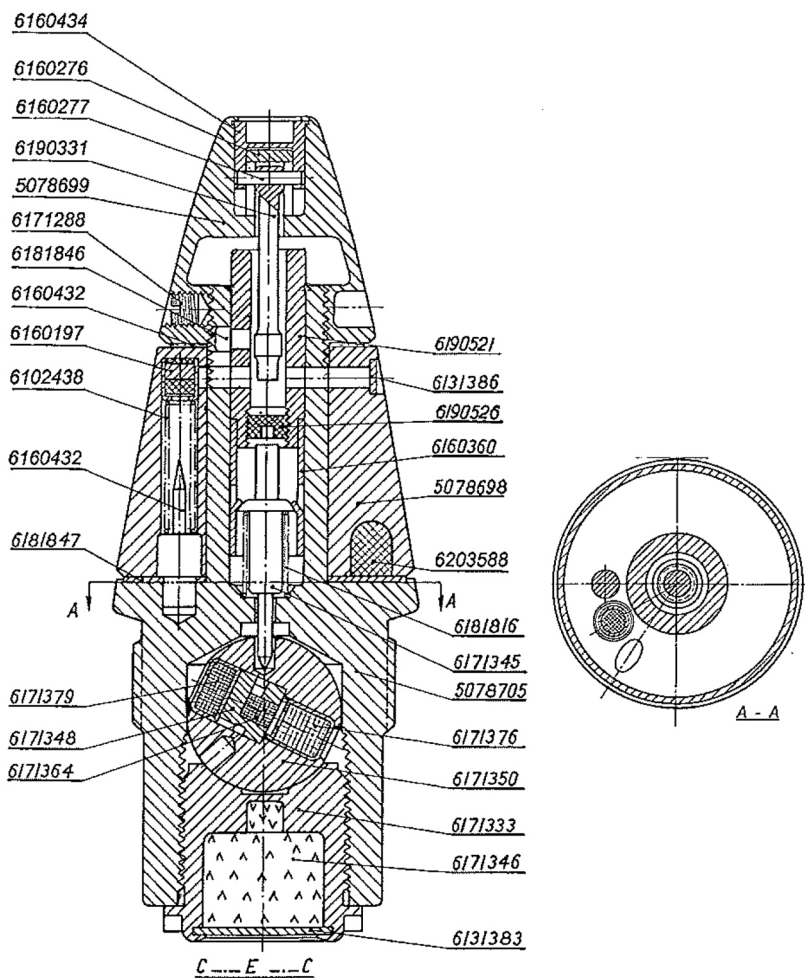


Bild 7:1 Ö HK SAR m/485 i genomskärning

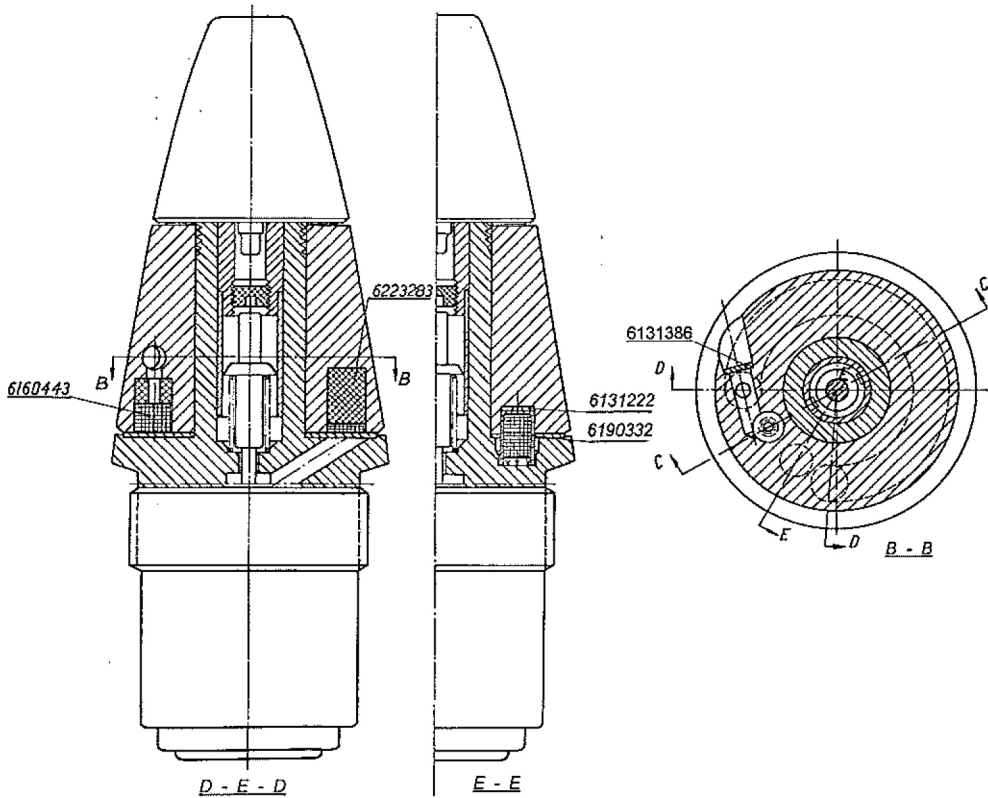


Bild 7:2 Ö HK SAR m/485

Sprängkapselsäkring åstadkoms med rotorn. Tändstiftet håller rotorn i säkrat läge. Tändstiftet är i sin tur fixerat i sitt nedre säkrade läge av bansäkringspillret. I skottögonblicket pressas anfyrringständhatten bakåt av accelerationskrafterna ned mot tändspetsen, övervinnande kraften från fjädern. Den initierade tändhatten antänder bansäkringspillret. Efter det att projektilen passerat masksäkringsavståndet, det vill säga när bansäkringspillret har brunnit upp, kan tändstiftet pressas framåt i tändröret. Kraften från tändstiftets fjäder övervinner därvid motstånd från spärrfjäderflikamas invikning. Rotorn är frilagd och kan av rotationskrafterna vridas till armerat läge med tändhatt för initiering centrerad under tändstiftet.

Vid ett rakt anslag kastas systemet topphylsa–tvärpinne–toppinne mot tändstiftet som förs mot initieringständhatten. Denna tänds varefter detonationen förs vidare till bottenladdningen via fördröjningskuts och tänd-

hatt för överföring. Vid sneda anslag initieras en bryttändhatt, som finns monterad mellan rörkropp och mellandel. Dess tändpuls överförs därefter till initieringständhatt i rotor och så vidare.

Autodestruktion, det vill säga om anslag inte inträffar erhålls självsprängning, genom att en tändkedja startas i skottögonblicket. Anfyrringständhatten initierar förutom bansäkringspillret även en satsskiva via ett anfyrringspillret. När satsskivan brunnit till sin bortre ände antänds ett överföringspillret, som överför tändpuls till tändkedja i rotor och bottenskruv. Kontroll och provning: följande egenskaper kontrolleras eller provas i tillämplig omfattning vid ammunitionsövervakning.

7.4.1.1 Tändrörets täthet

Kontroll vid ammunitionsövervakning ska utföras av att tändröret är tätt vid ett inre tryck av 0,3 kPa.

Produktkrav

–

7.4.1.2 Tändrörets lagringsbeständighet

En simulering av långtidslagring ska utföras på tändrör enligt FSD 0129:202. Här är dock metoden modifierad med stränghet +60 °C under 23 dygn samt provningsobjektet förpackad i fuktavtätad aluminiumpåse med fuktad substans. Provet bör åtföljas av en transportsimulering: fram till och med fältplats i form av skakprov (eventuellt flaktransport). En kontroll av eventuella egenskapsförändringar uppkomna under lagring, till exempel korrosion, ska också genomföras vid ammunitionsövervakning.

7.4.1.3 Tändrörets miljötålighet

Ammunitionsövervakning

Tillämpligt prov från produktframtagning genomförs vid behov.

Produktframtagning

- Tändröret får inte armeras vid följande fallprov. Röret fälls iskruvat i en 40 mm granat med totalvikt cirka 1 kg från 5 meters höjd först på basen därefter på spetsen mot en 10 mm tjock stålplatta cirka 100 × 100 mm. Stålplattan ska vila på underlag av sand. Fel får inte förekomma.
- Tändröret ska fungera (fylla funktionsfordringarna) efter skakprov med 40 000 slag vid en fallhöjd av 30 mm och slaghastighet 20 – 50 slag/min. Vid provet ska tändrören vara fastspända vid skakmaskinens fallbord.

Vid leveranskontroll togs normalt 10 st tändrör ut för inre okulär kontroll.

7.4.1.4 Tändrörets montering

Provning vid ammunitionsövervakning

- Kontroll av att bottenladdning och hus är väl åtdragna i rörkropp.
- Kontroll av lossdragningsmoment för bottenladdning och hus ur rörkropp.
- Okulär kontroll av utförande, att samtliga säkringssegment är ritningsenligt monterade, att delsmst är ritningsenliga - slid, etc.

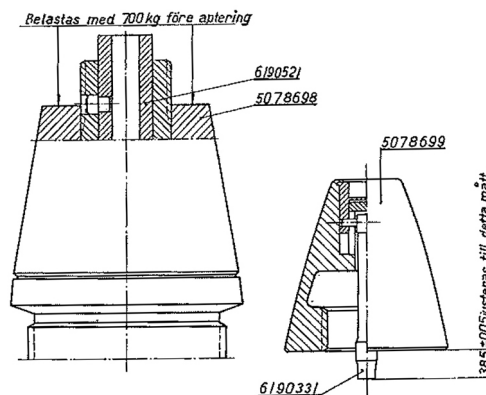


Bild 7:3 Monteringsanvisningar

7.4.1.5 Tändrörets membranfunktion

Membranfunktion utgörs av topphylsa tillsammans med skyddshylsa. Konstruktionen ska ge regnsäkerhet, det vill säga den ska kunna motstå regn i projektilbanan, men den ska även vara högkänslig för anslag i mål vid höga hastigheter.

Provning vid ammunitionsövervakning:

- Okulärkontroll m.a.p. rörkroppens övervikning av topphylsans fläns.
- Belastningsprov av topphylsans infästning i rörkropp.

7.4.1.6 Tändrörets funktionsområde

Provning vid ammunitionsövervakning, funktionskontroll, utförs i avsedd pjäs med tändrörstemperatur -30 °C eller +40 °C. Tändrörets yttre temperaturområde bör verifieras även vid skjutsimuleringar på komponentnivå av funktion eller säkerhet.

7.4.1.7 Tändrörets chocksäkerhet

Provning vid ammunitionsövervakning utförs på sprängkapsel i chockskjutningskanon med en påkänning av minst 70 000 g.

7.4.1.8 Tändrörets säkerhet mot övertändning vid en eventuell vådainitiering av primärsats

Provning vid ammunitionsövervakning

Prov utförs i ordinarie tändrör med sprängkapsel initierad i säkrat läge. Varvid kontrolleras att ingen övertändning sker till kanalladdning eller bottenladdning.

7.4.1.9 Tändrörets armeringsfunktion

Provning vid ammunitionsövervakning utförs genom bärighetsprov av spärrfjäder och armeringsfjäder.

7.4.1.10 Tändrörets masksäkringsfunktion

Provning vid ammunitionsövervakning genom bärighetsprov av tändhattsfjäder.

7.4.1.11 Tändrörets armeringssträcka

Provning vid ammunitionsövervakning genom registrering av brinntid för svartkrutkuts. Tiden mäts från masksäkringstidens initiering till dess att den fjäderbelastade tändspetsen frigör rotorn.

7.4.1.12 Tändrörets armeringsfunktion

Provning vid ammunitionsövervakning utförs genom bärighetsprov av spärrfjäder och armeringsfjäder.

7.4.1.13 Tändrörets initieringsfunktion – känslighet

Tändröret är avsett att vara högkänsligt för anslag i mål och därvid ge en fördröjd tändning av granat.

Provning vid ammunitionsövervakning

- a. Initieringsprov i konventionell fallapparat med fallvikt 0,5 kg från 200 mm, varvid fördröjningstiden registreras från fallviktens anslag till bottenladdningens initiering.
- b. Initieringsprov av sprängkapsel med laser enligt metod beskriven i FOA-rapport B20079.

7.4.1.14 Tändrörets autodestruktionsfunktion

Provning vid ammunitionsövervakning av tändkedja utförs i modifierat tändrör med rotorn fixerad i armerat läge. Provningstemperatur -30 °C.

7.4.1.15 Tändrörets autodestruktionstid

Provning vid ammunitionsövervakning ska ske av autodestruktionstid. Tiden från satsskivans initiering till dess att förstärkarpillret initierats registreras. Provningstemperatur -30 °C, +20 °C och +40 °C. Provningen får samordnas med kontroll av masksäkringstiden.

7.4.1.16 Tändrörets verkansfunktion

Tändrörets verkansfunktion åstadkoms av kanalladdning och bottenladdning. De är båda monterade i bottenskruv. I bottenskruven skyddas laddningen av en bottenbricka. Provning vid ammunitionsövervakning: kanalladdning initieras i ordinarie tändrör av sprängkapsel, varvid tändning och övertändning till bottenladdning observeras.

7.4.1.17 Ingående detaljers egenskaper

Allmänna produktkrav vid produktframtagning. Tändröret får inte innehålla material som kan inverka menligt på funktion och lagringshållbarhet. Tändröret får inte innehålla sådana kombinationer av material att koppazid kan bildas.

Ammunitionsövervakning

- Okulär kontroll (vid behov mikroskopundersökning) av förändringar uppkomna under hantering och lagring detaljernas ytbeskaffenhet, eventuell förekomst av korrosion, föroreningar eller skador samt av tillämplig kontroll från produktframtagning ska genomföras.
- Måttkontroll genomföres vid behov.
- Tillämpliga materialundersökningar genomföres vid behov.

För särskild kontroll eller materialundersökning från produktframtagning, till exempel av kemiska eller fysikaliska egenskaper se beskrivning av respektive detalj.

Beskrivning av ingående detaljer:

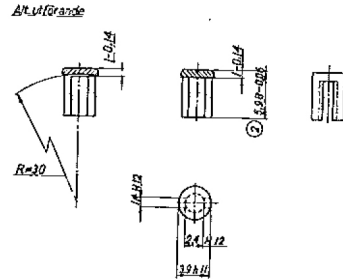
- **Toppskruv 5078699**
Inhyser tändrörets membrandetaljer. Den är gängad på tändrörets rörkropp. Material BML 75/H105. Massa $\approx 4,57$ g.
- **Skruv 6171288**
Fixerar toppskruv mot rörkropp. Material Stål/Y053.
- **Bricka 6171246**
Bricka mellan toppskruv och satsskiva (mellanstycke). Material Polyeten. Massa $\approx 0,001$ g.

- **Toppfylsa 6160434**

Toppfylsa utgör tillsammans med skyddshylsa tändrörets membran. Konstruktionen ska ge regnsäkerhet, det vill säga den ska kunna motstå regn i projektilbanan. men den ska även vara högkänslig för anslag i mål vid höga hastigheter. Regndroppar som träffar i kanten vid rörkroppens övervikning, slås sönder utan att skada toppfyllsfläns. Om regndroppen träffar i centrum slås toppfyllsflänsens botten sönder, men kraften eller anslaget från droppen absorberas helt av rörkroppen med hjälp av skyddshylsan. Vid träff i mål, påverkas tändrörets hela anslagsyta, varvid plåt från mål stansas ut av spetsens utformning, toppfyllsfläns bryts liksom dess botten. Toppfyllsan, medförande tändstift via förbindelsen tvärpinne och topppinne, trycks bakåt i tändröret. Anslagsinrättningens rörelse gör att tändstiftet kan tränga in i sprängkapsel. Material i aluminium: BML75. Behandling: H105. Massa $\approx 0,15$ g.

- **Skyddshylsa 6160276**

Skyddshylsans funktion är att motstå regndroppar som träffar i centrum och överföra kraften till rörkropp. I övrigt se funktionsbeskrivning under toppfylsa. Material i aluminium: BML75. Behandling: H105. Massa $\approx 0,1$ g.

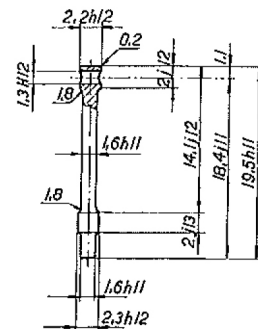


- **Tvärpinne 6160277**

Tvärpinnen överför toppfyllsflänsens rörelse vid anslag i mål till topppinne. Produktkrav på ritning angav att tvärpinne skulle vara gradfri så att pinnen kunde passera genom ett 1,05 mm hål. Material i stål: BMA32. Behandling: K530. Massa $\approx 0,02$ g.

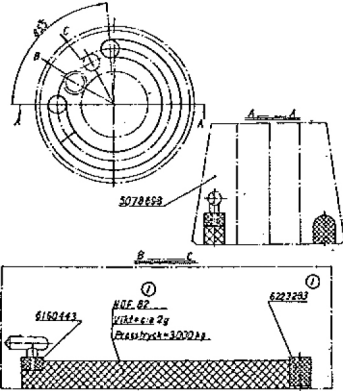
- **Toppinne 6190331**

Toppininen överför anslagsrörelsen från toppfyllsa/tvärpinne till tändstift. Produktkrav på ritning: detaljen ska vara utan grader. Material i aluminium: BML75. Behandling: H105. Massa $\approx 0,02$ g.



- **Satsskiva 5078698**

Satsskivan utgör mellandel mellan topphylsa och rörkropp. Den inhyser flera pyrotekniska detaljer bland annat laddning. Material BML75/H105. Massa $\approx 14,9$ g.

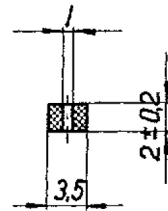


- **Laddning 6203588**

Laddning utgör huvudkomponent i tändrörets autodestruktion. Dess brinntid är avgörande för tändrörets autodestruktionstid. Satsskivans laddning antänds av anfyrsingpillret. Laddningen antänder i sin tur överföringspillret. Satsskivans brinntid tändrörets autodestruktionstid. Leverantörens benämning på laddningens innehåll: NOF 82. Presstryck = 3 000 kg. Vikt ≈ 2 g.

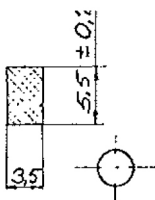
- **Anfyrsingpillret 6160443 NOA13**

Anfyrsingpillret initieras av tändhatt 6160197 och tänds över till laddning i satsskiva. Presstryck = 75-100 kg. Vikt = 0,07 g.



- **Överföringspillret 6223283 NTT 101**

Överföringspillret antänds då laddning i satsskiva brunnit till sin bortre ände. Överföringspillret antänder i sin tur tändhatt 6171379 i rotor. Massa 130 mg.

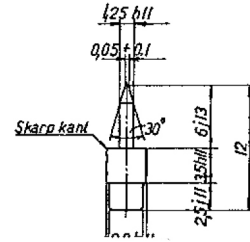


- **Bricka 6181847**

Bricka monterad invid laddning mellan satsskiva (mellanstycke) och rörkropp. Material: bly. Massa $\approx 1,92$ g.

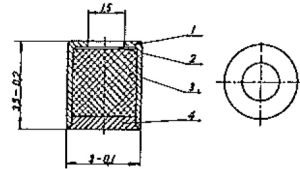
- **Tändspets 6160432**

Tränger in i och initierar tändhatt 6160197 i skottögonblicket. Vid montering utgör den även styrning för tändrörets satsskiva (mellandel). Förzinkas 5-10 μm + kromatbehandlas. Material BMA 54 K230. Vikt $\approx 0,4\text{g}$.



- **Tändhatt 6160197**

Tändhatten slungas i skottögonblicket ned mot tändspets, varvid den initieras. Dess överföringsats antänder både laddning i satsskiva givande autodestruktion och bansäkringspiller, som utgör tändrörets masksäkring.



- 1) Aluminiumkapsel 6160198.
- 2) Aluminiumbricka 0,022-0,025.
- 3) Tändsats NTT 40.
- 4) Svartkrut Gyttorp 1930 Korn 1.

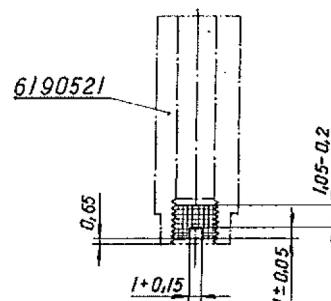
Massa 10 mg.

- **Fjäder 6102438**

Fjädern utgör en viktig del i tändrörets mask- och laddningssäkring. Den håller under dessa faser tändhatt och tändspets åtskilda. I skottögonblicket övervinner tändhattens massa genom accelerationspåkänning fjäderns bärfkraft. Dkompr. = 2,8+3mm L fri.min. = 16 mm. L kompr. max=5 mm Bärförmåga vid 7 mm längd = 275-325 g. Vänsterlindad $\frac{3}{4}$ varv i varje ända utan stigning. Trådtjocklek = 0,27 mm. Material BMA32 K500. Massa $\approx 0,04\text{ g}$.

- **Bansäkringspiller 6190526**

Bansäkringspillret utgör huvudkomponent för tändrörets transport-, laddnings-, lopp-, mynnings- och masksäkring. Pillret förhindrar under dessa faser kontakt



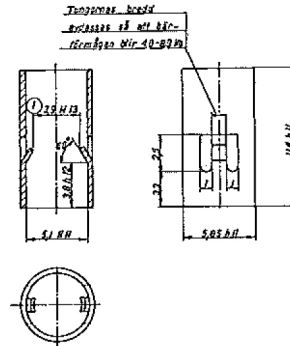
mellan toppinne och tändstift. Den antänds av tändhatt 6160197. Svartkrut 931.

- **Bricka 6131386**

Brickans uppgift är att dels utgöra tätning under hantering och vid användning när bansäkringspillret är antänt lossa från satsskiva (mellanstycket) och ge fri passage för krutgaserna. Material bly. Massa $\approx 0,01$ g.

- **Spärrfjäder 6160360**

Spärrfjäders utgör tillsammans med bansäkringspillret tändrörets mask-, laddnings-, lopp-, mynnings- och masksäkring. När bansäkringspillret brunnit upp pressas det fjäderbelastade tändstiftet framåt i tändröret. Tändstiftsfjäders kraft övervinner därvid invikningen hos de båda flikarna i spärrfjäders. Förzinkad 5-10 μm + kromatbehandling. Blankt stålrör 8 LM. Massa $\approx 0,5$ g.



- **Fördröjningshylsa 6190521**

Inhyser bansäkringspillret och utgör styrning för toppinne vid anslag. Material BML75. Massa $\approx 0,88$ g.

- **Stift 6181846**

Fixerande fördröjningshylsa i rörkropp. Förzinkad 5-10 μm + kromatbehandling. Material BMA52 K140. Massa $\approx 0,04$ g.

- **Tändstift 6171345**

Tändstiftets uppgift är att dels tränga in i och initiera tändsats i sprängkapsel vid användning, dels hålla rotorn i snedställt säkrat läge under transport-, laddnings-, lopp-, mynnings och masksäkringsfasen. Tändstiftets krage förhindrar därvid rotorn från att vrida sig till armerat läge. Efter det att bansäkringspillret brunnit upp pressas det fjäderbelastade tändstiftet framåt i tändröret frigörande rotorn. Material i aluminium: BML75. Behandling: H105. Massa $\approx 0,2$ g.

- **Fjäder 6181816**

Fjäderens uppgift är att armera tändröret efter det att bansäkringspillret brunnit upp. För att lyfta tändstiftet från dess låsning av rotorn krävs att dess kraft är starkare än låsningen av tändstiftet från spärrfjäderens flikar. Di (invändig diameter)= 2,8 +0,2. D = 0,5 mm L kompr max = 7,0 mm. L fri min = 17 mm. Kraft P = 1,4± 0,1 kg vid L=7,5 mm. Massa ≈ 0,2 g.

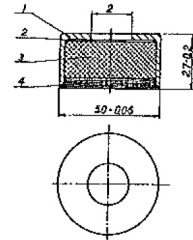
- **Rotor 6171350**

Rotorn utgör tändrörets sprängkapselsäkring. Rotorn inhyser tändrörets explosivämnen sam tänder över till bottenladdning. I säkrat snedställt läge är tändrörets tändkedja bruten. Rotorn fixeras i säkrat läge av tändstiftet. Material: Alzen 305. Massa ≈ 4,25 g.

- **Tändhatt 6171379**

Tändhatten är monterad i rotor. Efter rotoromslag kan den ta emot tändimpuls från autodestruktionsinrättningen eller initieras av tändstift vid anslag.

- 1) Aluminiumkapsel 6171380-1.
- 2) 0,025 Aluminiumbricka 6171380-2.
- 3) 65 mg Tändsats NTT69
- 4) 15 mg svartkrut Gyttorp 1930 korn 1.

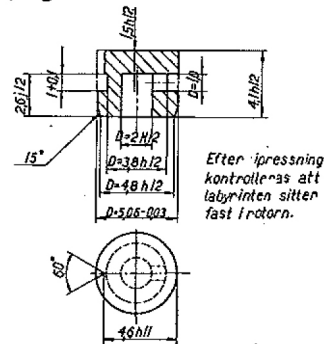


- **Labyrint 6171348**

Labyrinten är monterad i rotorn och inhyser fördröjning. Material BML75 H105. Massa ≈ 0,15 g.

- **Fördröjning 6171364 NTT 66**

Fördröjningskutsens funktion är att vid anslag fördröja tändpulsens varaktighet givande en fördröjd verkan hos granaten i mål. Initieras av tändhatt 6171379 och tänder över till tändhatt 6171376. Antal pressningar=1. Presstryck 800 N. Massa ≈ 0,04 g.

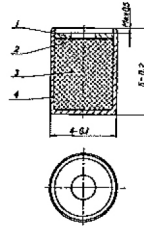


- **Tändhatt 6171376**

Tändhatten är monterad i rotorns nedre del Dess uppgift är att föra över tändpulsen från fördröjning till kanal-laddning. Presstryck = 800 N totalt 8000 N/cm².

- 1) Aluminiumbricka 6171378.
- 2) Shirtingbricka 6171377-2.
- 3) 125 mg blyazid-tricinat NTT43
- 4) Aluminiumkapsel 6171377-1.

Massa ≈ 0,15 g.



- **Rörkropp 5078705**

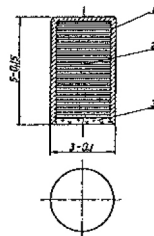
Rörkroppen utgör säte för tändrörets huvuddelar- toppskruv, satsskiva (mellandel) och bottenskruv. Material BML75 H105. Massa ≈ 19,88 g.

- **Tändhatt 6190332**

Tändhatten eller bryttändhatten är monterad i läge vid satsskiva (mellanstycke) och rörkropp. Dess uppgift är att vid sneda anslag initieras och tända över till tändhatt 6171379 i rotor.

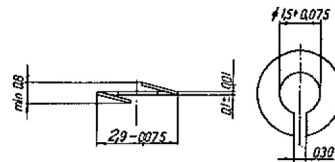
- 1) Aluminiumkapsel 6190333
- 2) 50 mg NTB11
- 3) 15 mg NSH13.

Presstryck (för pos 2 och 3), en pressning, 390 N totalt. Massa ≈ 0,05 g.



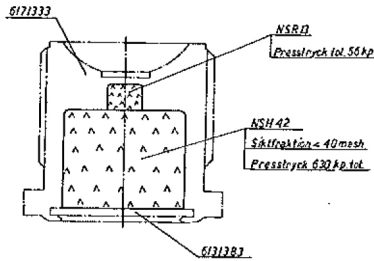
- **Fjäderbricka 6131222**

Fjäderbrickan har en stödjande funktion för tändrörets bryttändhatt vid dess läge i satsskiva (mellanstycke). Rostfritt fjäderstål. H = 1300-1400 N/mm². Massa ≈ 0,01 g.



- **Bottenskruv 6171333**

Bottenskraven är gängad på rörkroppen och innehåller tändrörets bottenladdning. Material BML75 H105. Massa ≈ 2 g.



- **Laddning 6171346**

Laddning i bottenskruv utgörs av dels kanalladdning NSR13, dels bottenladdning NSH42. Kanalladdningen tar emot tändpuls från tändhatt 6173376 i rotor och initierar bottenladdning. Bottenladdningen initierar i sin tur laddning i granat. Kanalladdning NSR13- presstryck totalt 560 N. Bottenladdning NSH 42, siktfraktion < 40 mesh. Presstryck 630 N totalt.

- **Bricka 6131383**

Brickan är monterad i bottenskruv och utgör tändrörets bottenbricka. Material BML75 H105. Massa $\approx 0,2$ g.

7.5 PROVPLAN

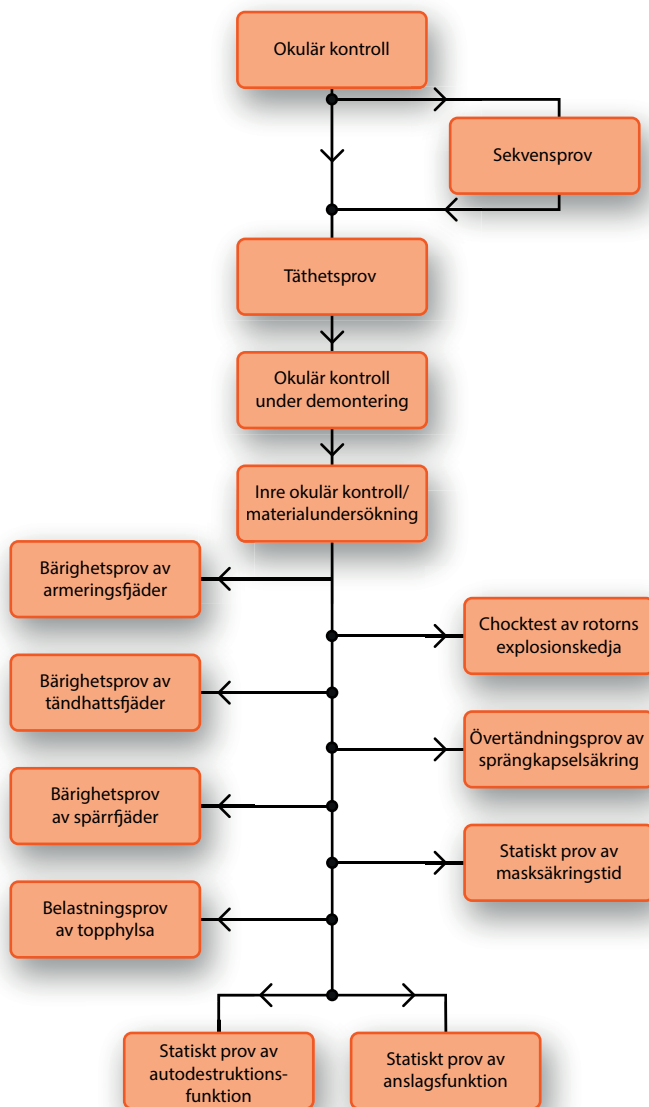


Bild 7:4 Provplan för ammunitionsovervakning av Ö HK SAR m/485

Bilaga 1 Förkortningar

<i>Förkortning</i>	<i>Förklaring</i>
CEN	Centralit
DFA	Difenylamin
DGL-krut	Diglykolkrut
DMA	Dynamisk-mekanisk analys
DSC	Differentiell svepkalorimetri
DTA	Differentialtermisk analys
F-kod	Förvaringskod, se <i>IFTEX</i>
FERAM	Felrapporteringsrutin för ammunition inom försvaret
FMEA	Feleffektanalys
FNH-krut	<i>Flashless nonhydroscopic powder</i>
FTA	Felträdsanalys
FTIR	Fourier transform infraröd spektroskopi
H SystSäk	Försvarets handbok Systemsäkerhet
H VAS	Handbok vapen och ammunitionssäkerhet
HFC	Mikrokalorimetri
HPLC	Högupplösande vätskekromatografi <i>High-performance Liquid Chromatography</i>
IFTEX	Försvarets instruktion för förvaring och transport av ammunition och övriga explosiva varor
ISF/Ubj Vapen	
KKR VIII	Kanonkrut 8

<i>Förkortning</i>	<i>Förklaring</i>
KKR IX	Kanonkrut 9
LCC	Livscykelkostnad <i>Life Cycle Cost</i>
LIFT	Lednings- och Informationssystem för förnödenhetsförsörjning och Teknisk tjänst
LLA	Livslängdsanalys
LLP	Livslängdsprov
LOVA-krut	Krut med låg känslighet mot initiering på grund av brand eller inverkan från hotmiljön. <i>Low Vulnerability Ammunition</i>
MARIS	System för materieluppföljning, marinmateriel
MR	Materialfelsrapport
MVIF	Materialvårdsinstruktion för Försvarmakten
NC-krut	Nitrocellulosakrut
NGL-krut	Nitroglycerinkrut
NIGU-krut	Nitroguanidinkrut
NOD-halt	Nitroderivathalt
PBX	Plastbundna sprängämnen
RAFT	Rapporteringsanvisningar flygmaterieltjänst
RG explosiv	Rådgivningsgrupp explosiv
RH	Relativ luftfuktighet
STANAG	Standard NATO Agreement
Säkr	Försvarmaktens säkerhetsreglemente för vapen och ammunition med mera
T-PLUS	System för planering och uppföljning av underhåll av torpeder

<i>Förkortning</i>	<i>Förklaring</i>
TGA	Termogravimetrisk analys
TLC	Tunnskiktskromatografi
TMA	Termomekanisk analys
TTEM	Teknisk taktisk ekonomisk målsättning
V_0	Utgångshastighet

