

BRAND I AMMUNITION

S Lamnevik

1995

Försvarets forskningsanstalt

Stockholm 172 90 STOCKHOLM Tel 08 - 706 3000 Fax 08 - 706 4143

SAMMANFATTNING

FOA har på uppdrag av Statens Räddningsverk (SRV) utfört en studie av brand i ammunition. Studien har i samråd med SRV avgränsats till **brand i civil och militär explosiv vara vid vägtransport.**

Studien har som resultat givit ett förslag till checklista för insatspersonal. I avkortad version:

1. **Observera i skydd** och på avstånd **med kikare** och fastställ utgångsläget.
2. Om person(er) syns i eller bredvid bilen, kalla på denne/dessa **med högtalare**.
3. Fastställ riskavstånd.
4. Låt utrymma och avspärra riskområdet.
5. Gå in och rädda medvetslös person och bekämpa elden i följande fall:

Brand i motorutrymme

Brand i förarutrymme (risk för explosion av sprängkapslar!)

Brand i däck **om branden är av liten omfattning** och lastflaket ej börjat brinna

6. Håll området **avspärrat i två dygn även om explosion inträffat** eller brandbekämpning gjorts. Efterexplosioner kan inträffa under denna tid.

7. Se till att avsändaren tar hand om lasten. Har explosion inträffat måste genomsökning av terrängen ske efter utkastad explosiv vara. Vid utkastad militär vara måste amröjpersonal användas.

Följande förslag till forskning och utveckling föreslås:

Ett **flyttbart splitterskydd** kan minska ner riskavstånden för insatspersonal.

En **släckningsrobot** skulle ytterligare kunna minska riskerna.

Studier av **hur långt splitter kastas från fordon** vid explosion i dess sprängmedels-last bör göras. Försök med personbil föreslås i första hand.

Studier av teknik att göra **släckningsinsatser på avstånd** föreslås. I första hand bör vattengranat-skjutning och vattenkanon modell 2:a världskrigets fordons-monterade eldkastare studeras.

INNEHÅLL Sid

Sammanfattning 2

Uppdraget 4

Bakgrund 5

Explosiv vara 6

Explosivämnen och explosiva reaktioner 6

Explosiv vara vid transport 7

Civila bestämmelser 7

Militära bestämmelser	8
Transportbestämmelser	10
Mängder	10
Samlastning	10
Skyltning och märkning	10
Civila fordon	10
Militära fordon	10
Kännetecken för militär ammunition	12
Explosiv vara vid brandbelastning	14
Verkan vid explosion	15
Tryckverkan vid detonation	15
Splitterverkan	17
Förslag till checklista vid brand i ammunition	19
Kommentarer	20
Förslag till forskning och utveckling	21
Litteratur	22

UPPDRAGET

FOA har av Statens Räddningsverk fått i uppdrag att göra en studie avseende brand i ammunition, omfattande beskrivning av kunskapsläget, upprättande av checklista över åtgärder som bör vidtagas vid brand i ammunition samt sammanställning av behov av FoU inom området, SRV beställning nr 8423-01, 1995-03-29.

Med ammunition avses här alla slag av explosiv vara, d v s både ammunitionseffekter och sprängmedel.

Arbetet har närmare preciserats och avgränsats i samråd med SRV handläggare H Rundström och B Zetterström att gälla **brand vid transport av ammunition på väg**.

Brand i samband med *tillverkning* av explosiv vara bedömdes kunna hanteras/bekämpas tillfredsställande i enlighet med vid varje tillverkningsställe gällande beredskapsplan. Detsamma ansågs även gälla vid brand vid *förrådsförvaring* av explosiv vara.

BAKGRUND

Räddningstjänsten i kommunerna ställs ofta inför svåra avgöranden vid larm om brand: Vad är det som brinner? Kan vi gå in och bekämpa? Finns det risk för personskada? Vari består risken? Tidsaspekter?

Underlag för beslut finns inte så ofta att hämta hos *andra* vid brandplatsen. Man måste själv, på basis av vad man själv kan se och analysera på plats, ta beslut som direkt berör insatsstyrkans, och ibland också allmänhetens, säkerhet till liv och lem.

Detta gäller särskilt vid brand i explosiv vara. Branden kan här utveckla sig till en explosion efter kortare eller längre tid. Verkan kan bli betydande om så sker, särskilt om branden/explosionen skulle ske i tätort. Som exempel kan nämnas en explosion vid transport av 850 kg sprängämnen i en skåpbil genom en liten stad i England 1989, som förstörde fyra kvarter mer eller mindre fullständigt (Thomson 1993).

Det är därför av yttersta vikt vid en brand att veta om explosiv vara omfattas av branden eller ej. Det är vidare så att explosiv vara inbegriper ämnen och produkter av vitt skilda slag, som betar sig *olika* - ger skilda verkansformer - vid explosion. Man måste veta *vad för slags* explosiv vara det rör sig om.

För att bedöma hur stort ett riskområde vid explosion blir är det också nödvändigt att ha en uppfattning om *hur mycket* explosiv vara som en explosion skulle kunna innefatta.

EXPLOSIV VARA

Explosivämnen och explosiva reaktioner

Explosiv vara

är den sammanfattande benämning på ämnen och produkter som består av eller innehåller *explosivämnen*.

Explosivämnen är ämnen eller blandningar av ämnen, i fast eller flytande tillstånd, som kan bringas att reagera under frigörande av energi,

antingen i form av tryck/volym-arbete eller värme och ljus.

Den frigjorda energin ligger i intervallet 1 - 20 MJ/kg. De vanligaste ämnena ligger på ca 5 MJ/kg.

Det finns två sätt att frigöra energin på:

Deflagration

Start med värmpuls, omsättning i en tunn zon, som rör sig fram som en värmevåg med låg hastighet, ca 1 mm/s vid normalt tryck. Ger värmeverkan och, om bildade gaser stängs in, tryckverkan.

Detonation

Start med intensiv stöt*), omsättning i tunn zon, som rör sig fram som en stötvåg (liknar en seriekollision) med hög hastighet, 3-9 km/s.

Mycket höga tryck i stötvågen ger kraftig kontaktverkan och verkan på avstånd via luftstötvåg.

*) Kollisionshastighet flera hundra m/s

Den värme som utvecklas vid bränder kan starta deflagrationer i explosivämnen. De värmemängder och -effekter som krävs är små, storleksordning någon J och några W. Deflagration är sålunda det normalt förväntade förloppet vid bränder, i varje fall i början av en brand.

En deflagration är en lättpåverkad process. Om trycket ökas runt ett deflagrerande explosivämne, ökar deflagrationshastigheten. Så sker t ex om man stänger in ett deflagrerande ämne i en behållare, rum eller byggnad. **Inneslutning medför alltid ett accelererande förlopp.**

De allra flesta explosivämnen ger gaser som reaktionsprodukter. *Om dessa kan strömma framför deflagrationszonen och få upp hastigheten upp mot över ca 300 m/s kan tillräckligt kraftig "vindstöt" uppkomma som startar en detonation.* Så kan ske vid porösa ämnen typ fririnnande pulver, artiklar packade på varandra i flera lager etc. Det behövs en viss deflagrationssträcka (och normalt någon form av yttre begränsningsväggar) för att få upp tillräcklig "vindhastighet". Normalt krävs för sprängämnen mer än ca 0,3 m deflagrationssträcka vid kraftig inneslutning för att omslag till detonation skall ske.

Det finns fyra huvudtyper av explosivämnen:

Tändämnen

Har mycket kort deflagrationssträcka till detonation, 1 - 10 mm. Används i *sprängkapslar*. I varje sprängkapsel finns mindre än ett gram tändämne.

Sprängämnen

Detonation är det normala användningssättet.

Används civilt för sprängning, militärt i sprängladdad ammunition som granater, minor etc.

Krut

Deflagration är det normala användningssättet.

Gaser reaktionsprodukter. Används i patroner till vapen och i raketmotorer.

Pyrotekniska satser

Deflagration det normala användningssättet.

Mycket fasta och flytande reaktionsprodukter.

Energi som värme och ljus. Används i fyrverkeriartiklar, lys- och rökammuniton, spårlyjus.

En explosiv vara kan bestå av en eller flera slag av explosivämnen.

Explosiv vara vid transport

Civila bestämmelser

Vid transport sorterar explosiv vara under **reglerna för farligt gods**. Farligt gods har 9 klasser farligt gods, **explosiva varor är klass 1**. Bestämmelser för hur explosiv vara får transporteras på väg anges i ADR-S.

Explosiva varor är indelade i 6 underklasser beroende på hur de (i sin föreskrivna förpackning) **uppför sig vid brand- och sprängprov**:

1.1

Ämnen och föremål med risk för **massexplosion** (en massexplosion är en explosion som påverkar så gott som hela mängden praktiskt taget ögonblickligen).

Hit hör de flesta civila och militära sprängämnen och krut, många militära sprängladdade bomber, granater, raketer och torpeder.

1.2

Ämnen och föremål med risk för **splitter** (kaststycken) men utan risk för massexplosion.

Hit hör främst militär materiel som raketmotorer, tändrör, sprängladdade bomber utan tändanordning, men också vissa fyrverkeripjäser.

1.3

Ämnen och föremål med risk för **brand** och antingen en mindre risk för tryckvåg, eller för splitter (kaststycken) eller bådadera men utan risk för massexplosion

a) vilkas förbränning ger upphov till avsevärd strålningsvärme eller

b) vilka brinner efter varandra och ger upphov till mindre verkningar genom tryckvåg eller splitter (kaststycken) eller bådadera.

Hit hör vissa fyrverkeripjäser, militär brand- och lysammuniton, vissa röksvaga krut, nödsignaler för fartyg, rökammuniton med fosfor, vätskeraketmotorer mm.

1.4

Ämnen eller föremål vilka endast uppvisar **obetydlig explosionsrisk** i händelse av antändning eller initiering under transport. Verkningarna är i stort sett begränsade till förpackningen och inget utkast av splitter av betydelse kan förväntas. Brand utifrån får inte orsaka massexplosion av innehållet i förpackningen.

Hit hör tändhattar och sprängkapslar i speciella förpackningar, patroner till handeldvapen, viss typ detonerande stubin (MDF), signalpatroner, mindre fyrverkeriartiklar, viss övningsammuniton, vissa tändrör mm.

1.5

Mycket **okänsliga ämnen** med risk för massexplosion, men med mycket liten sannolikhet för initiering eller övergång från brand till detonation under normala transportbetingelser. Ett minimikrav är att de inte får explodera vid provet med yttre brand enligt FN:s testhandbok.

Hit hör vissa civila sprängämnen.

1.6 Tålig ammunition

. Ammunition som vid brand, långsam uppvärmning, beskjutning och splitterslag endast ger upphov till mindre verkningar genom värme, tryckvåg och splitter och ej ger upphov till massexplosion.

Hit hör viss ny militär ammunition

Militära bestämmelser

Vid transport av explosiv vara som utförs av försvarsmakten gäller IFTEX, Instruktion för Förvaring och Transport av försvarets Explosiva varor. IFTEX gäller till 1 juli 1996, därefter sker en övergång till bestämmelserna i ADR-S.

De explosiva varorna indelas här i:

Transportklass A

Blyazid, nitroglycerin och andra högkänsliga explosivämnen som inte kan anses transportsäkra

Endast som specialtransport med särskilt tillstånd och föreskrifter

Transportklass B

Sprängkapslar och andra sprängkraftiga tändmedel med undantag av detonerande stubin.

Liten transportvolym

Transportklass C

Dynamit, svartkrut samt, när det gäller transportsäkerhet, jämförliga sprängämnen och krutslag.

Liten transportvolym

Transportklass D

Mindre känsliga sprängämnen och krutslag, detonerande stubin och militära ammunitionseffekter i allmänhet.

Stor transportvolym

Transportklass E

Annan ammunition än ovan nämnts och icke sprängkraftiga tändmedel i allmänhet, såsom tändhattar och snabbstubin samt pyrotekniska varor.

Får transporteras fritt

TRANSPORTBESTÄMMELSER

Mängder

I Sverige finns för närvarande inga begränsningar i hur stora mängder explosiv vara man får transportera - man får lasta vad fordonet tål (har som tillåten maxlast).

I internationell transport gäller att lasten får vara högst 15 ton.

Samlastning

På samma fordon får utöver klass 1, explosiva varor, inte finnas annan klass farligt gods. Släpfordon och dragfordon kan däremot var för sig ha olika klasser farligt gods.

Skyltning och märkning

Civila fordon

För lastbil gäller (vid internationell transport) att **lastflaket skall vara täckt från alla håll** (presenning eller fast konstruktion).

Vid transport av explosiv vara skall fordonet vara försett med **rektangulära, orangefärgade farligt gods-skyltar** (utan siffror) fram och bak.

Vid transport av **mer än 30 kg explosiv vara** skall dessutom fordonet ha skylt synlig framifrån och bakifrån med texten **EXPLOSIV VARA** på gul botten samt **röd flagga**.

De varor som är lastade på fordonet skall var och en vara märkt med fastställd etikett för klass 1, en **på spetsen stående orange kvadrat med rund bomb som sprängs och siffran 1 nederst**. Vid underklasserna 1.4 och 1.5 är bomben som sprängs utbytt mot **1.4** respektive **1.5**.

Militära fordon

Militära transportfordon har militär registreringsskylt (gula siffror på svart botten) och är i allmänhet matt olivgröna eller kamouflagemålade.

För militära fordon gäller (till 96-07):

Ingen

särskild **skyltning** behöver ske **vid transport av** explosiv vara av **transportklass E** (ammunition till eldhandvapen, signalpatroner, rökfacklor, krevadpatroner, knallskott etc).

Fordon som är lastat med **mer än 30 kg av transportklass B och C** skall föra **röd flagg** minst 30 x 30 cm. Samma gäller vid mer än 30 kg transportklass D utanför eget grupperingsområde.

De varor som lastas skall vara märkta med röd text **Explosiv vara** och med transportklass, t ex **Tpk D**. Dessutom skall med svart eller gul text anges (om inte annat är föreskrivet):

förrådsbeteckning

förrådsbenämning

antalsmässigt innehåll

partinummer (om sådant finns)

TF-kod

bruttovikt

antal kolli i enhetslast

annan för särskild vara fastställd märkning

KÄNNETECKEN FÖR MILITÄR AMMUNITION

Huvuddelen av all militär ammunition är konstruerad att skada människor, fordon, farkoster och byggnader så effektivt som möjligt. Verkan

åstadkommes främst genom att låta sprängämnen *inneslutna i ett stålhölje* detonera. Splitter kastas ut med hög hastighet (storleksordning 1 -2 km/s), kraftig kontakt/krossverkan uppstår i angränsande material och en stötvåg sänd ut radiellt i luft. I allmänhet är det splittersverkan som dominerar verkans/risk-avståndet - splitter går långt.

En 15,5 cm spränggranat är exempel på en vanlig ammunitionseffekt. Den skjuts ut med haubits eller kanon. Den väger ca 50 kg och är fylld med ca 7 kg sprängämne. Den har vid sin användning en tändanordning "ombord" med sensorer som bestämmer när tändning skall ske och sprängkapslar som initierar sprängladdningen till detonation. Vid brisad kastas ca 20 000 stålsplitter ut åt alla håll. Dessa når ca 800 m som längst. Vid transport är tändanordning ej anbringad.

Det finns även övningsgranater, som har samma form och vikt men som har avsevärt svagare sprängladdning. De används vid utbildning i fred. Dessutom finns barlastade granater och granater utan någon explosiv laddning. För att skilja de olika slagen ammunition åt används **färgmärkning**.

Gul ring eller färg

Skarp, d v s sprängladdad ammunition

Blå ring eller färg

Övningsammunition

Grön färg

Blind ammunition, d v s ammunition *utan* explosivämnen

Brun ring eller färg

Barlastad ammunition

Orange ring eller färg

Brandammunition

Ljusgrå ring eller färg

Rökammunition

Svart ring eller färg

Pansarbrytande ammunition

Även bokstavsmärkning förekommer. Vanliga bokstäver på ammunition är:

T

Trotyl

F

Vit fosfor

RSV

Riktad sprängverkan

LYS

Lysladdning

Ammunition är i regel förpackad i emballage av trä eller plast. Emballaget har normalt mörkgrön färg.

Data och bilder på försvarets ammunition finns i följande publikationer:

M7779-002091 AMKAT DATA/BILD GM Gemensam del

M7779-002092 AMKAT DATA/BILD A Armén

M7779-002093 AMKAT DATA/BILD M Marinen

M7779-002094 AMKAT DATA/BILD FV Flygvapnet

Distribution sker via Försvarets bok- och blankettförråd, Box 1501, 172 29 SUNDBYBERG.

EXPLOSIV VARA VID BRANDBELASTNING

Som redan tidigare nämnts i avsnittet EXPLOSIV VARA så är det lätt att få explosivämnen att deflagrera vid brand. Start av deflagration sker då temperaturen hos explosivämnet stigit till **180 - 400 °C**. Härvid frigörs energi och utvecklas gaser.

Det bildas ungefär **10 m³ varma gaser per kg** explosivämne. Hur många kg som omsätts per tidsenhet bestäms av den totala, samtidigt deflagrerande ytan och av deflagrationshastigheten (ca 1 mm/s vid atmosfärstryck).

De varma gaserna strömmar ut från deflagrationszonen och tänder explosivämnen i närheten. Detta sker särskilt lätt vid mer eller mindre "nakna" explosivämnen, t ex sprängämnen i patronerad form.

[Figur se original]

Deflagrationen åter sig inåt från de yttre begränsningssytorna

Om bildade gaser stängs inne, stiger deras tryck och deflagrationshastigheten ökar.

Militär ammunition har normalt ett metallhölje, av stål eller, ibland, aluminium. Granater och bomber har ett förhållandevis tjockt stålhölje. Hållfastheten för inre övertryck är några tusen atmosfärer. Om en deflagration startar i en granat eller bomb kommer de bildade gaserna att göra att höljet brister av övertrycket och grova splitter kastas ut med hastigheter av något eller några hundra meter per sekund. Kastvidder blir ungefär som vid normal brisad, men antalet splitter blir betydligt färre, något hundratal. Vid stora bomber kan eventuellt deflagrationen övergå till detonation varvid "normal" verkan erhålles.

Militär ammunitions tålighet och uppförande vid brand provas genom två standardiserade test:

FAST COOK OFF Placering över standardiserat fotogenbål, omslutet av flammorna. **Tändning sker vid ammunition med stålhölje i allmänhet efter 3-3,5 min.**

SLOW COOK OFF Ammunitionen värms upp med 3,3 °C/h tills explosion sker. Detta skall efterlikna uppvärmning genom värmestrålning från brand i närheten. Tändning sker i allmänhet strax efter ett dygn.

VERKAN VID EXPLOSION

Tryckverkan vid detonation

Om brand leder till att explosivämnen detonerar uppkommer en stötvåg som rör sig radiellt ut från explosionscentrum. Stötvågens tryck och varaktighet bestämmer dess skadepotential.

Människor skadas vid trycknivåer över ca 35 kPa, dödligt över ca 180 kPa (1 % döda), 350 kPa (99 % döda). Känsliga organ är hörselorgan och lungor samt skallen och ryggraden (om man kastas iväg).

[diagram se original]

Byggnader skadas vid trycknivåer över ca 5 kPa, allvarligt över ca 40 kPa och 400

Pas. Känsligaste delar är fönster.

[diagram se original]

Splitterverkan

Hur långt splitter går beror på splittrets utgångshastighet, utkastningsvinkel och massa och form.

En utkastningsvinkel av 30-40 grader från horisontalplanet ger längst kastlängd.

Typiska **splittermassor** från **detonerande** ammunition är 0,1g - 1 kg, huvuddelen mindre än **10 g**. Antalet splitter från en 15,5 cm spränggranat är typiskt ca 20 000 st, kastlängd max. ca 800 m.

Typiska **splittermassor** från **deflagrerande** ammunition är 10g - 10 kg, huvuddelen **0,1 - 1 kg**. Antalet splitter från en 15,5 cm spränggranat blir ca 200 st, kastlängd max. ca 700 m.

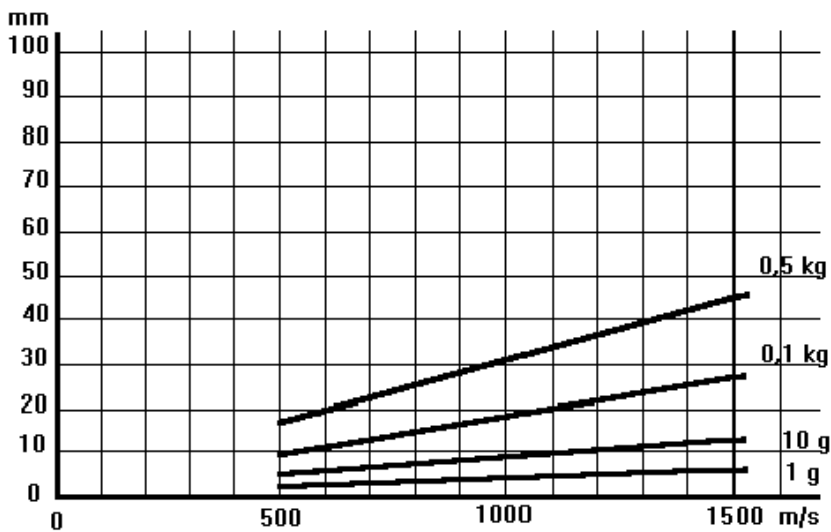
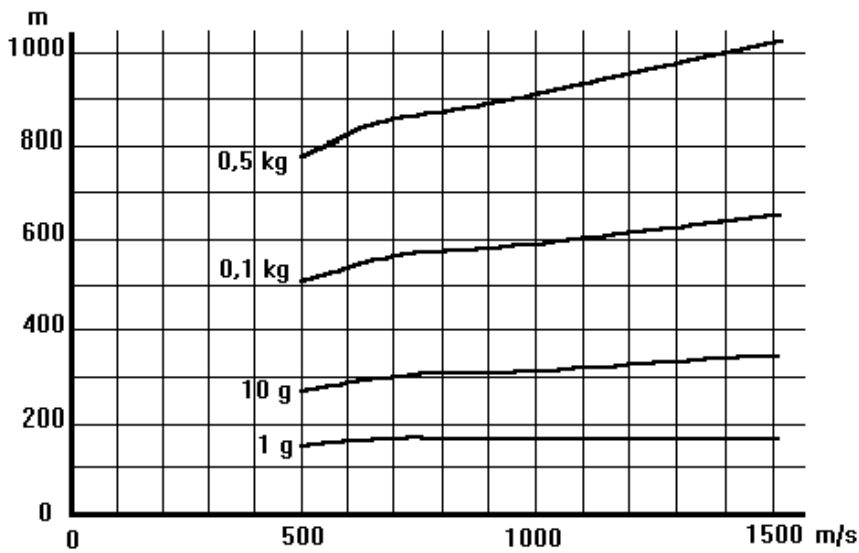
Typiska **utgångshastigheter** från **detonerande** ammunition är 500 - 2000 m/s, huvuddelen ca **1000 m/s**.

Typiska **utgångshastigheter** från **deflagrerande** ammunition är 30 - 300 m/s, huvuddelen ca **100 m/s**.

Maximal kastlängd för stålsplitter framgår av diagrammet nedan (Janzon, 1973).

Stålsplitters genomträngningsförmåga i handelsjärn som funktion av utgångshastighet och splittermassa (Janzon, 1973) framgår av diagrammet nedan.

Det går att översätta genomträngningsförmåga i handelsjärn till andra material genom att multiplicera värdet för handelsjärn med nedanstående materialfaktorer.



Ämne	Materialfaktor
Handelsjärn	1
Dubbelarmerad betong K 400	6
Furuträ	15
Sand	18
Vatten	50

10 mm handelsjärn motsvaras sålunda ur splittrergenomträngningssynpunkt av 150 mm furuträ eller 180 mm sand.

FÖRSLAG TILL CHECKLISTA VID BRAND I AMMUNITION

1. **Observera i skydd** och på avstånd **med kikare** och fastställ:

- A. Personbil eller lastbil?
- B. Civil eller militär registreringsskylt?
- C. Röd flagga?
- D. Skylt EXPLOSIV VARA?
- E. Oranga, fyrkantiga, farligt gods-skyltar?
- F. Syns någon person i eller bredvid bilen?
- G. Var brinner det? I motorutrymme, förarutrymme, däck, lastutrymme, på marken under bilen?

2. Om person(er) syns i eller bredvid bilen, kalla på denne/dessa **med högtalare**.

3. Fastställ riskavstånd.

Om bilen **ej** har **röd flagg** bedöms vikten explosiv vara vara 30 kg. Riskavstånd sätts till **200 m vid personbil, 600 m vid lastbil**. Personbil kan i först hand förväntas frakta sprängmedel och handvapenammunition, lastbil antingen sprängämnen (civilt fordon) eller sprängladdad ammunition med splitterverkan (militärt fordon). Sprängkapslar kan finnas transporterade för sig i förarutrymmet (civilt fordon), ihop med sprängämnen i (låst) utrymme i militärt fordon.

Om bilen har **röd flagg** bedöms vikten explosiv vara vara 200 kg vid personbil, 5 ton vid lastbil. Detta ger riskavstånd av **300 m för personbil** och **800 m för lastbil**.

Förutsättningarna är som ovan: sprängmedel och handvapenammunition i personbil, sprängladdad ammunition i lastbil.

4. Låt utrymma och avspärra riskområdet.

5. Gå in och rädda medvetlös person och bekämpa elden i följande fall:

Brand i motorutrymme

Brand i förarutrymme (risk för explosion av sprängkapslar!)

Brand i däck **om branden är av liten omfattning** och lastflaket ej börjat brinna

Skyddsutrustning

: Försvarets bombskyddsdräkt är bäst, men tung. Räddningstjänstens hjälm och kroppsskyddsväst klarar 1 g splitter, vilket motsvarar ca hälften av alla splitter från en detonerande 15,5 cm spränggranat, med hastigheter upp till ca 500 m/s.

6. Håll området **avspärrat i minst två dygn även om explosion inträffat** eller brandbekämpning gjorts. Efterexplosioner kan inträffa under denna tid.

7. Se till att **avsändaren** tar hand om lasten. Har explosion inträffat måste genomsökning av terrängen ske efter utkastad explosiv vara. Vid utkastad militär vara måste amröjpersonal användas.

Kommentarer

Fullständig säkerhet kan aldrig erhållas. Det är alltid förenat med viss risk att gå fram inom riskområdet och en viss risk finns alltid att enstaka splitter kan nå ut utanför riskområdet. Räddningsledaren har alltid själv att bestämma den risk som måste tas.

Nedanstående tabell visar sannolikheten att skadas på olika avstånd vid explosion av 5 ton explosiv vara. Här antas att 20 000 splitter fördelas likformigt (halvsfäriskt), att alla storlekar mellan 0,1 till 100 kg är resresenterade och att utgångshastigheten var lika för alla, 1500 m/s.

Avstånd, m	Tryckverkan	Sannolikhet att träffas av splitter
50	99 % dödlighet	1
70	1 % dödlighet	1
100	-	1
200	-	1
300	-	0,3
600	-	0,03

Hus skadas allvarligt av stötvågen i luft inom ca 200 m från en explosion av 5 ton explosiv vara men väggarna tar upp splitter och ger ett splitterskydd som kan utnyttjas.

Riskområdets storlek blir ungefär detsamma vid detonation som vid deflagration av militär ammunition. Riskområdets utsträckning bestäms i båda fallen av maximal kastlängd för splitter. Skillnaderna är att man vid detonation får ett avsevärt större antal splitter samt dessutom en kraftig krossverkan i brisadpunkten. Sannolikheten att träffas av splitter blir lägre vid deflagration, men träffas man blir skadan allvarlig p g a splittrens storlek.

Vid räddningsinsatser av detta slag kan det vara en fördel att medföra en videokamera och göra en inspelning av olycksplats och räddningsinsatser från en fast plats (och med kameran på stativ). Videoupptagningen kan efteråt användas som hjälp att leta efter utkastade föremål vid en eventuell explosion, vid utbildning och vid dokumentation av räddningsinsatsen.

Två dygns avspärrning efter explosion eller insats kan tyckas vara lång tid. Erfarenheterna från olyckor, militära och civila, visar dock att explosioner kan inträffa mer än ett dygn efter olycksstart. Explosioner efter någon timme är vanligt.

FÖRSLAG TILL FORSKNING OCH UTVECKLING

Det som ger stora riskavstånd är splitter. Om man hade ett splitterskydd som klarade att ge fullgott splitterskydd och hörselkåpor skulle riskavstånden för insatspersonal kunna minskas enligt nedan. Observera dock att risk finns för permanent hörselskada (diskantbortfall) vid explosion även om hörselskydd används.

Riskavstånd i meter

Kg explosivämne	Utan splitterskydd	Med splitterskydd och hörselskydd
30	600	50
200	800	100
5000	800	300

Splitterskyddet måste också klara påkänningen från luftstötvägen utan att kastas iväg. En studie bör göras av hur en sådant **flyttbart splitterskydd** skulle kunna se ut.

Ytterligare fördelar skulle kunna vinnas med hjälp av en fjärrstyrd rörlig anordning med viss släckningskapacitet, antingen via utrullad slang eller med egen tank. Likartade anordningar finns för omhändertagande av terroristbomber. En studie bör göras av hur en sådan **släckningsrobot** skulle kunna se ut.

Underlag saknas i stor utsträckning av hur långt **splitter från fordon** kastas vid explosion av sprängmedel ombord. Detta skulle även vara av intresse för polisen. Försök bör därför göras med laddningar i bilar, förslagsvis med utrangerade personbilar och med laddningsvikter 5, 10, 20, 30, 50, 100 och 200 kg. Försöken bör high speed filmas och videofilmade. Splitterstorlekar (vikter) och utkastningslängder noteras.

Utveckling av metoder för **släckningsinsatser på håll** bör göras. Två tekniker är i princip möjliga: utskjutning av "släckmedelsgranater" samt "vattenkanon" av samma principiella typ som användes för fordonsburna eldkastare under 2: världskriget. För att hålla hop strålen kan gelningsmedel användas. Längder av över 100 m bör kunna uppnås. En förstudie bör inleda arbetet där framför allt kunskapsläge och preliminär dimensionering bör klarläggas.

LITTERATUR

Bruce J Thomson: Explosives and Ebergetic Chemicals. Problems, Uses, Hazards and Control. Interdisciplinary science reviews **18**, No. 2, 1993, 133-143.

Bo Janson: Åtgärder vid sabotage och bombhot. Underlag för uppskattning av skydd mot splitter mm. FOA rapport A 2576-D4, juli 1973.