



Försvarshögskolan

Rapport självständigt arbete

Kurs: Påbyggnadskurs Militärteknik: Självständigt arbete C-nivå	
Kurskod: 1OP482	Poäng: 15 hp
Handledare: Jens Lindh	Datum: 2022-04-04
Examinator: Hans Liwång	Antal ord: 12645
Militär användning av civila sprängämnen för att öka förmågan till förstörelse	
Sammanfattning	
<p>I näringslivet nyttjas dagligen sprängämnen för att uträtta sprängarbeten främst inom bygg- och gruvbranschen. Dessa sprängämnen tillverkas i och utanför Sverige. I samhället finns det åtskilliga aktörer som nyttjar stora volymer utav sprängämnen. Vid en konflikt på svenskt territorium finns det alltså en möjlighet att tillföra sprängämnen som nyttjas i näringslivet till de militära förbanden.</p> <p>Studien syftar till att beskriva hur förmågan att förstöra objekt skulle öka om civila sprängämnen kunde nyttjas av militära förband. För att påvisa detta måste civila sprängämnen värderas i militära kontexter.</p> <p>För att beskriva hur väl de civila sprängämnena skulle kunna öka de stridande förbandens förmåga till förstörelse, genomfördes en undersökning av sju civila sprängämnen samt en värdering av dessa utifrån militära krav. Dessa sprängämnen jämfördes sedan med sprängdeg för att på ett tydligt sätt beskriva hur väl de olika sprängämnena uppfyllde kraven. Slutligen diskuterades resultaten utifrån grundförmågorna verkan, uthållighet och tillgänglighet.</p> <p>Resultaten visar att tack vare det breda utbudet av civila produkter kan de flesta militära sprängarbeten utföras med civila sprängämnen, om rätt sprängämne nyttjas till rätt objekt. Över lag passar civila sprängämnen bäst till inneslutna laddningar på grund av den höga relativ arbetsförmåga.</p> <p>För att öka förmågan till förstörelse måste verkan säkerställas genom praktiska prov. Tillgängligheten måste säkerställas genom utbildning för militär personal samt krigsplanering av sprängämnen. Uthålligheten ökar genom att de militära förbanden kan ersätta förbrukade sprängämnen. När förbanden får tillgång till mer sprängämnen kan de lösa fler uppgifter och förmågan till förstörelse ökar.</p>	
Nyckelord: Civila sprängämnen, sprängdeg, Militära grundförmågor, verkan, uthållighet, tillgänglighet, militär nytta.	



Thesis report

Course: Advanced Course Military Technology, Independent Project	
Course code: 1OP482	Credits: 15 ECTS
Supervisor: Jens Lindh	Date: April 04, 2022
Examiner: Hans Liwång	Number of words: 12645
Military use of commercial explosives to increase the ability to demolish	
Abstract	
<p>Explosives are used daily in business by construction sites and mines. These explosives are made both in and outside of Sweden. In the society, there are several actors who deal in large quantities explosives. In a conflict on Swedish territory, there are accordingly a possibility to add commercial explosives to the armed forces.</p>	
<p>The aim of this study is there for to describe how the ability to demolish objectives will increase if the armed forces where to use commercial explosives. To demonstrate this the commercial explosives must be rated in a military context.</p>	
<p>To describe how well the use of commercial explosives will increase the ability to demolish, survey was implemented where seven different commercial explosives from the Swedish market were rated by military requirements. These explosives where then compared with blasting dough to, in a distinct way, describe how well the commercial explosives preformed. Lastly the results were discussed in terms of the military abilities effect, endurance and availability.</p>	
<p>The results shows that thanks to the great deal of different explosives that the market provides, most of the military tasks can use commercial explosives if the right explosive is used for the right task. Overall, the commercial explosives are best suited for enclosed charges due to its ability to throw away masses.</p>	
<p>To increase the ability to demolish, the effect must be proven by practical tests. The availability must be ensured through education for military personal and war plans for commercial explosives. Endurance increases by the replacement of consumed explosives to the military units. When the units can use more explosives, they can complete more tasks and the ability to demolish increases.</p>	
Keywords: commercial explosives, blasting dough, military ability, effect, endurance, availability, military utility.	

1. INTRODUKTION	4
1.1 BAKGRUND.....	4
1.2 PROBLEMATISERING	5
1.3 SYFTE	6
1.4 FRÅGESTÄLLNING.....	6
2. TIDIGARE FORSKNING.....	6
2.1 ARTIKLAR SOM BELYSER KEMINS ROLL HOS EXPLOSIVÄMNEN	6
2.2 RAPPORTER ANGÅENDE PROBLEMATIKEN ATT TEORETISKT JÄMFÖRA SPRÄNGÄMNEN.....	7
2.3 TIDIGARE ARBETE FÖR ATT BEDÖMA CIVILA EXPLOSIVÄMNENS MILITÄRA NYTTA	8
3. TEORI.....	8
3.1 KEMIN BAKOM EXPLOSIVÄMNEN	8
3.2 METODER FÖR ATT MÄTA EFFEKTER AV OLIKA SPRÄNGÄMNEN.....	10
3.3 GRUNDLÄGGANDE FÖRMÅGA OCH TILLGÄNGLIGHET	11
3.4 MILITÄR NYTTA.....	13
4. METOD.....	15
4.1 HUR ARBETET GENOMFÖRDES	15
4.2 METODDISKUSSION	17
5. EMPIRI.....	18
5.1 EXPLOSIVÄMNENS VERKAN.....	18
5.2 EXPLOSIVÄMNENS ANVÄNDNING I MILITÄR KONTEXT	21
5.3 EXPLOSIVÄMNENS ANVÄNDNING I CIVIL KONTEXT.....	21
5.4 INNESLUTNA LADDNINGAR	22
5.5 FRILIGGANDE LADDNINGAR.....	22
5.6 SPRÄNGÄMNEN I NÄRINGSLIVET.....	22
5.7 CARLETONS ARBETE OCH DESS SLUTSATSER	23
6. UNDERSÖKNING AV FORCITS PRODUKTER I MILITÄR KONTEXT.....	27
6.1 MILITÄRA KRAV FÖR ATT VÄRDERA CIVILA SPRÄNGÄMNEN.....	27
6.2 MILITÄRA UPPDRAG FÖR ATT VÄRDERA CIVILA SPRÄNGÄMNEN.....	29
6.3 CIVILA SPRÄNGÄMNEN SOM UNDERSÖKTES.....	30
7. RESULTAT OCH ANALYS AV UNDERSÖKNINGEN	31
7.1 RESULTAT.....	31
7.2 SWOT-ANALYS.....	35
8. DISKUSSION OCH SLUTSATSER	39
8.1 VERKANSEFFEKT	41
8.2 UTHÅLLIGHET OCH TILLGÄNGLIGHET.....	41
8.3 SLUTSATSER	42
8.4 VIDARE FORSKNING.....	43
9. REFERENSER	44
10. BILAGOR	46
10.1 BILAGA 1: BERÄKNING AV STÖTVERKAN OCH RELATIV ARBETSFÖRMÅGA.....	46
10.2 BILAGA 2: LADDNINGSBERÄKNING TRUMMA MED ANFO OCH SPRÄNGDEG.....	48
10.3 BILAGA 3: RÄKNE EXEMPEL TRUMMA	48
10.4 BILAGA 4: MAIL FRÅN MYNDIGHETEN FÖR SAMHÄLLSSKYDD OCH BEREDSKAP	49

1. Introduktion

1.1 Bakgrund

1978 konstaterade Hendrik D Carleton i artikeln: *Military use of bulk explosive*, att vid en invasion från Sovjetunionen, skulle det tidigt i konflikten, bli problematiskt att försörja de europeiska förbanden, med tillräckliga mängder explosivämnen. Carletons argument var att tillgängligheten på explosivämnen inte skulle vara tillräcklig, på grund av logistik som det skulle krävas, inte var möjlig tidigt i en konflikt.¹ Behovet av att kunna förstöra objekt och konstbyggnader var stort under kalla kriget, för att kunna begränsa en invaderande styrkas förbands utbredning. Idag skulle behovet att begränsa en invaderande styrkas förbands utbredning vara stort, även i Sverige. Återigen ligger fokus på det svenska försvaret på att försvara eget territorium. Att begränsa en fiendes utbredning kräver att viktig infrastruktur, som möjliggör fiendens rörlighet, kan förstöras. Detta innebär att infallsportar vid behov måste kunna förstöras. Förmågan är även en del i den tröskeffekt som skapas under fredstid.² För att undvika kulmination genomförs en noga övervägning mellan verkan och uthållighet. Med andra ord måste de resurser som finns noga övervägas och prioriteras, för att uppnå störst effekt. I doktrin för gemensamma operationer beskrivs hur uthålligheten ska upprätthållas genom en fungerande logistik och flera olika ammunitionsupplag och förråd. Det poängteras dock att uthålligheten är beroende av en kontinuerlig tillförsel av materiel.³ Idag använder sig Försvarsmakten nästan uteslutande utav sprängdeg. Vissa förtillverkade laddningar, använder andra explosivämnen och de flesta landminor som nyttjas av Försvarsmakten använder inte heller sprängdeg. Däremot bygger alla *inte förtillverkade laddningar* i dagens försvarsmakt på sprängdeg. Hur väl resurserna matchar behovet är svårt att avgöra, dock kan ett räkneexempel på en sprängning av en vägtrumma, påvisa hur mycket sprängämnen det krävs för ett sprängarbete. Om flera sprängarbeten ska genomföras blir behovet av sprängämnen snabbt stort.

¹ Carleton, H. *Military use of bulk explosives*. Vicksburg: U. S. army engineer waterways experiment station, 1978, 1.

² Försvarsmakten. *Doktrin för Gemensamma operationer*. Stockholm, 2020, 64.

³ Försvarsmakten. *Doktrin för gemensamma operationer*, 90.

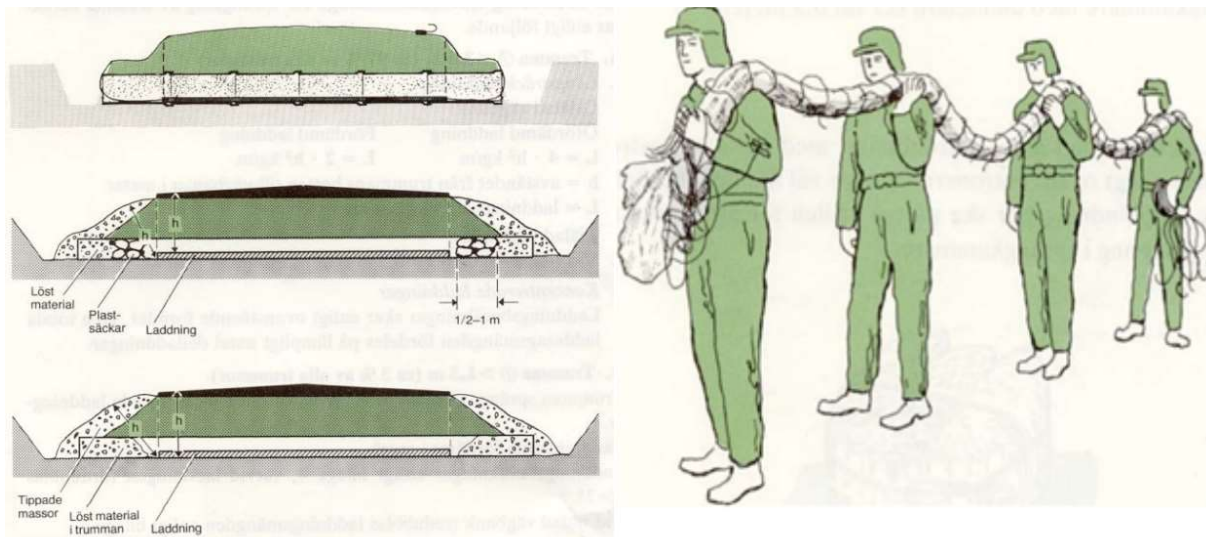


Bild 1: till vänster visas hur en långsträckt laddning placeras i en vägtrumma. Till höger visas en provisorisk slangladdning (långsträckt laddning).⁴

Att spränga en vägtrumma som löper tvärs under Europaväg 4, med två filer väg i båda riktningarna skulle kräva: 864 kilo.⁵ Detta kan jämföras med de cirka 2000 kilo sprängdeg det ungefär finns på ett ingenjörkompani.

Med en stor efterfrågan på explosivämnen skulle tillgängligheten kunna öka om Försvarsmakten, enligt Carletons argument, hade förmågan att nyttja civila explosivämnen. Det skulle innebära att mängden explosivämnen som kan nyttjas blir större. De civila explosivämnens geografiska närhet, i form utav byggarbetsplatser och fabriker, är också intressant kopplat till ammunitionsupplag och förråd, för att snabbt kunna transporteras ut till de stridande trupperna.

1.2 Problematisering

Det finns dock en anledning till att just sprängdeg nyttjas i militära sammanhang och inte i civila samt tvärt om för civila explosivämnen. De olika explosivämnena har olika egenskaper och är bäst lämpade för det specifika syftet de är framtagna till.⁶ Hur väl förberedd Försvarsmakten är att nyttja andra explosivämnen, kan diskuteras. Utan soldater och officerare, med utbildning på dessa explosivämnen, är det svårt att värdera hur tillgängliga dem faktiskt skulle vara. Hur väl explosivämnenas egenskaper tillåter hantering, lagring,

⁴ Försvarsmakten. *Fältsarbetsreglemente för Försvarsmakten – sprängning*. Stockholm, 1980.

⁵ Bilaga 3: Räkneexempel trumma.

⁶ Sejlitz, Ingvar. *Explosivämnes kunskap*. Karlskoga: KCEM AB, 2009, 127.

transportering samt förmågan att krossa material, påverkar även deras förmåga till verkan och uthållighet, samt tillgänglighet. För att ta reda på om civila explosivämnen skulle kunna påverka tillgängligheten på explosivämnen i en konflikt, måste de värderas i en militär kontext och dess krav på explosivämnen.

1.3 Syfte

Syftet med den här studien var att beskriva hur nyttjandet av civila explosivämnen skulle påverka Försvarmaktens förmåga att förstöra objekt under en pågående konflikt på svenskt territorium. Samt beskriva varför det skulle vara aktuellt för militära förband att öva med civila sprängämnen i fredstid.

1.4 Frågeställning

Hur påverkar de civila explosivämnen grundförmågorna verkan, uthållighet och tillgänglighet?

I vilka militära situationer skulle civila explosivämnen vara mest lämpliga att nyttja?

2. Tidigare forskning

2.1 Artiklar som belyser kemins roll hos explosivämnen

2.1.1 A review of advanced high performance, insensitive and thermally stable energetic materials emerging for military and space applications

I artikeln beskriver A.K. Sikder och Nirmala Sikder hur kraftfulla explosivämnen används både i civila och militära sammanhang. Syftet med artikeln är att undersöka hur man i framtiden kan nyttja kraftfullare explosivämnen för en ökad effekt, samtidigt som de är tillräckligt stabila för en säker användning.⁷ Artikeln belyser problematiken med kraftfulla kemiska ämnen, som har potential att vara effektiva explosivämnen men som är svåra att använda i praktiken eftersom de är för ostabila. Artikeln beskriver olika explosivämnen på en väldigt grundlig kemisk nivå och presenterar slutsatser om ämnen som i framtiden kan vara aktuella som explosivämnen.⁸ Denna artikel är relevant för arbetet då den tydligt beskriver kemins roll vid värdering av explosivämnen. Den belyser även hur säkerheten är en viktig faktor både för civila och militära explosivämnen.

⁷ Sikder, A. och Sikder, Nirmala. *A review of advanced high performance, insensitive and thermally stable energetic materials emerging for military and space applications*. JHM, 2004, 1.

⁸ Sikder, A. och Sikder, Nirmala. *A review of advanced high performance, insensitive and thermally stable energetic materials emerging for military and space applications*, 13.

2.1.2 Evaluation of a CL-20/TATB Energetic Co-crystal

I artikeln beskriver Chapman och Groven hur ett explosivämne som bygger på Co-crystal skulle ha potentialen till en hög effekt och vara ett effektivare explosivämne. I artikelns slutsatser konstateras dock hur tekniken för att framställa explosivämnet i ett tillräckligt säkert format inte finns i dagsläget.⁹ Artikeln är relevant för arbetet då även denna artikel poängterar hur kravet på ett stabilt explosivämne kompromissar med explosivämnets effekt. Artikeln studerar även olika explosivämnen på en kemisk nivå och konstaterar vilka egenskaper som är viktiga för effekt och stabilitet.

2.2 Rapporter angående problematiken att teoretiskt jämföra sprängämnen.

2.2.1 The trouble with TNT equivalence

I rapporten beskriver P. M. Locking problematiken med att jämföra olika sprängämnen med TNT ekvivalenten. TNT ekvivalenten används för att jämföra olika sprängämnenas effekter med TNT som utgångspunkt. Locking genomförde egna tester där han mätte effekterna av olika sprängämnen och jämförde dem med värdena från TNT ekvivalenten. Resultatet visade att i vissa tester, så skilde sig de uppmätta värdena, upp emot 23% med ifrån värdena i TNT ekvivalenten och studien visar att TNT ekvivalenten förändras med avståndet, impulsen och trycket.¹⁰ Rapporten påvisar att teoretiska värden kan stämma mindre bra beroende på den specifika sprängningen som ska genomföras.

2.2.2 Blast characteristics and TNT equivalence values some commercial explosives detonated at ground level

I rapporten genomför S. A Formby och R. K Wharton tester för att mäta hur tryckvågen från olika sprängämnen beter sig när den färdas genom materialet. Studien visar att värdena som uppmättes inte skiljer sig märkvärt i jämförelse med värden från TNT ekvivalenten när laddningen detonerar på ett längre avstånd från materialet. Däremot visar resultaten att värdena skiljer sig från TNT ekvivalenten om tryckvågen verkar under övertryck eller impuls.¹¹ Rapporten är relevant för den egna undersökningen då den påvisar att det är viktigt att beskriva vilken typ av sprängarbete som ska utföras för att de teoretiska värdena ska kunna användas.

⁹ Chapman, C och Groven, L. *Evaluation of a CL-20/TATB Energetic Co-crystal*. PEP, 2019, 299.

¹⁰ Locking, P. *The trouble with TNT equivalence*. ISOBM, 2011, 12.

¹¹ Formby, S, och Wharton, R. *Blast characteristics and TNT equivalence values some commercial explosives detonated at ground level*. JHM, 1996, 183.

2.3 Tidigare arbete för att bedöma civila explosivämnen militära nytta

I artikeln *Military use of bulk explosives* beskriver Hendrik D Carleton hur användningen av så kallade "bulk explosives" skulle vara till militär nytta under en militär konflikt i Europa under kalla kriget. Med bulk explosives eller bulksprängämnen menas sprängämnen som inte tillverkas som patroner utan hälls eller pumpas in i ett borrhål. I artikeln menar Carleton att det skulle ta för lång tid att få fram militära explosivämnen, till viktiga platser, tidigt i en konflikt.¹² Han beskriver vidare hur civila explosivämnen av typen "bulk explosives" skulle vara ett passande alternativ till militära explosivämnen eftersom de skulle finnas tillgängliga i civilsamhället. Carleton konstaterar dock att även de civila explosivämnen skulle ta för lång tid att frakta fram till viktiga objekt från fabriker i ett tidigt stadium i konflikten. Lösningen skulle vara att förvara explosivämnen invid objekten i fredstid, för att slippa transportera ut dem senare.¹³ Att hitta förvaringsmöjligheter samt förvara explosivämnen i färdiga laddningar som snabbt kan placeras ut, utan att en provisorisk laddning måste tillverkas, menar Carleton är avgörande för att bulk explosives ska kunna fylla behovet.¹⁴ Han undersöker i sin studie olika typer av bulkexplosives och värderar dem i termen "militära krav". Studien är relevant eftersom den undersöker hur civila explosivämnen skulle kunna vara ett alternativ för att öka förmågan att förstöra objekt under en pågående konflikt. Artikeln belyser även hur tillgängligheten är avgörande för förmågan att förstöra objekt. Carleton påvisar även hur civila explosivämnen kan värderas till militär verksamhet genom en teoretisk undersökning. Carletons undersökning kommer utgöra grunden för arbetet och de militära kraven som Carleton använder kommer vara utgångspunkten i den egna mätningen.

3. Teori

3.1 Kemin bakom explosivämnen

Här beskrivs den grundläggande kemin bakom explosivämnen för att ge en grundläggande förståelse för händelseförloppet vid en explosion.

Med explosivämne menas ett eller flera olika ämnen som innehåller energi. Efter tillförsel av en specifik mängd energi, kan dessa ämnen sönderfalla till flera produkter som innehåller

¹² Carleton, H. *Military use of bulk explosives*. Vicksburg: U. S. army engineer waterways experiment station, 1978, 1.

¹³ Carleton, H. *Military use of bulk explosives*, 2.

¹⁴ *Ibid.*, 2.

väldigt lite energi. I processen har energin, som tidigare var lagrad i explosivämnet, frigjorts. Denna process, där mycket energi frigörs under kort tid, kallas explosion.¹⁵

En explosion kan ha olika egenskaper som beror av fem parametrar:

1. *Aktiveringsenergin* - är den energi som tillförs för att starta processen. Hur mycket energi som måste tillföras talar om hur känsligt ett explosivämne är. Energin tillförs genom en låga, elektricitet, stöt eller rivning.
2. *Sönderfallet* – sker i regel som förbränning, där syret kommer från själva explosivämnet.
3. *Sönderfallshastigheten* – är för en explosion ofta väldigt hög och kan komma upp i storleken kilometer/sekund.
4. *Värmeutvecklingen* – som även den är mycket hög och kan komma upp i storleken flera tusen grader.
5. *Gasutvecklingen* – är kraftig. Gasmolekylerna får vid sönderfallet en rörelseenergi och ett tryck skapas, vilket utövar en kraft på dess omgivning.¹⁶

En explosion sker antingen genom deflagration eller detonation och beror på sönderfallet och sönderfallshastigheten. Vid deflagration fortplantar sig förbränningen på ytan av kroppar eller partiklar och sker med en förbränningshastighet i storleken decimeter/sekund, som är under ljudhastigheten i ämnet. Vid en detonation fortplantar sig förbränningen som en stötvåg genom ämnet som inuti massan ger upphov till ett sönderfall. Detonationen sker med en hastighet i storleken kilometer per sekund och är över ljudhastigheten i ämnet.¹⁷

3.1.1 Fyra kategorier utav explosivämnen

Explosivämnen delas in i fyra olika kategorier: sprängämnen, drivämnen, tändämnen samt pyrotekniska satser. Dessa kategoriseras efter vad syftet med explosivämnet är. Nedan beskrivs kort deras olika användningsområden.¹⁸

Sprängämnen – initieras genom stötvåg och detonerar. Sprängämnen utgör verkandsdelen i de flesta vapen och spränganordningar. När man talar om sprängladdningar är det därför sprängämnet som omtalas. De finns i exempelvis granater och minor samt

¹⁵ Andersson, Kurt et al. *Lärobok i Militärteknik, vol. 4: Verkan och skydd*. Vällingby: Elanders, 2009, 17.

¹⁶ Sejlitz, Ingvar. *Explosivämnes kunskap*. Karlskoga: KCEM AB, 2009, 7.

¹⁷ Sejlitz, Ingvar. *Explosivämnes kunskap*, 7.

¹⁸ Andersson, Kurt et al. *Lärobok i Militärteknik, vol. 4: Verkan och skydd*. Vällingby: Elanders, 2009, 18.

bergsprängningsfattor med mera. De kan även vara komponenter i tändkedjor till sprängladdningar.¹⁹

Drivämnen – initieras genom en låga och deflagrerar. Drivämnen används för att driva fram verkansdelar och används exempelvis i eldvapen och missiler.

Tändämnen – ingår i tändmedel och tändkedjor och utgör aktiveringsenergin till sprängladdningar. De initieras genom slag, gnista, rivning, stötvåg, låga eller värme och kan därför detonera eller deflagrera.

Pyrotekniska satsar – initieras genom direkt värme eller mekaniska påkänningar och deflagrerar. Pyrotekniska satsar kan användas som verkansdel, exempelvis rökutveckling eller ljus, men även som en funktion i en tändkedja, exempelvis fördröjning.²⁰

Av dessa fyra kategorier är sprängämnen och tändämnen det som är mest intressant för den här studien. Sprängämnen är intressanta eftersom det är deras verkans effekt som avgör utfallet vid en explosion. Tändämnen blir intressanta eftersom de krävs för att initiera sprängämnen. I en undersökning där olika sprängämnen ska jämföras och beskrivas blir följden att tändämnen också måste undersökas, för att kunna beskriva nya eller andra sprängämnen i en redan befintlig organisation. Eftersom studien behandlar friliggande laddningar blir drivämnen ointressanta. Sprängladdningen placeras ut manuellt där den ska verka och ska inte transporteras till objektet genom en granat eller liknande. Pyrotekniska satsar kommer inte behandlas verkansmässigt eftersom det inte är effekter som rök eller ljus som efterfrågas i studien. Pyrotekniska satsar i tändkedjor kan bli aktuellt vid närmare undersökning av befintliga tändsystem. Således kommer stor vikt läggas vid sprängämnen, främst när den militära effekten ska värderas. Även tändmedel behandlas när den militära lämpligheten ska värderas.

3.2 Metoder för att mäta effekter av olika sprängämnen

Här beskrivs olika metoder för att värdera olika sprängämnenes verkan

Blyblocksprov – är en gammal metod för att mäta ett sprängämnes styrka. Det genomförs genom att 10 gram sprängmedel placeras i ett hål i ett blyblock. Volymen på den hålighet som explosionen skapar ger en indikation på sprängämnet styrka. Sprängämnen som inte är

¹⁹ Sejlitz, Ingvar. *Explosivämnes kunskap*. Karlskoga: KCEM AB, 2009, 10.

²⁰ Sejlitz, Ingvar. *Explosivämnes kunskap*, 10.

sprängkapselkänsliga kräver dock en större laddningsmängd för att resultaten ska vara rättvisande.²¹

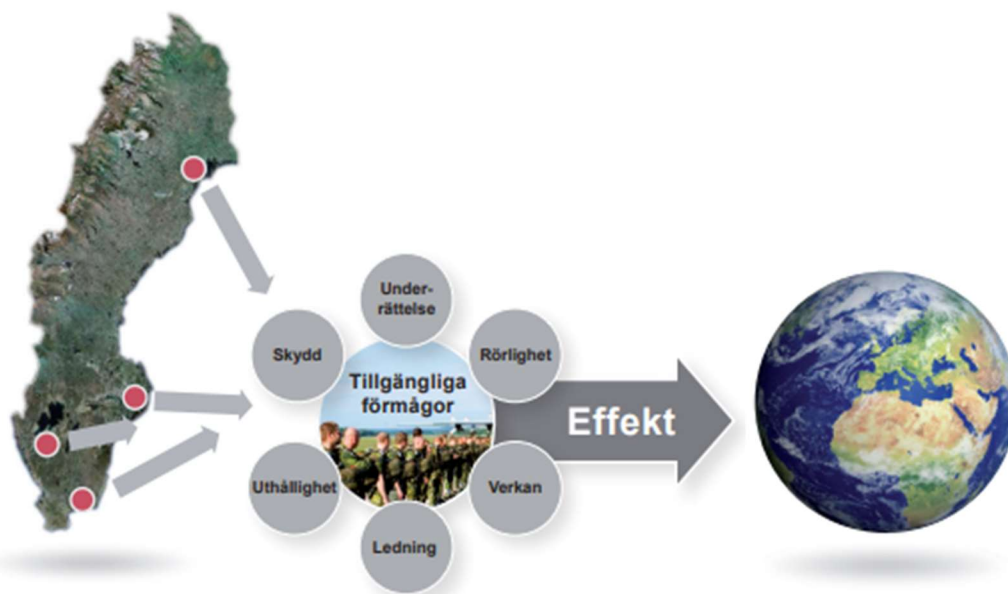
Undervattens prov – genomförs genom att sprängämnet placeras under vatten och detonerar. Här mäts energin i den tryckvåg som uppstår, samt arbetet som uträttas vid gasexpansionen. Det totala uträttade arbetet är summan av stötvågens energi och bubbelenergin. Undervattens prov är lämpligt för större laddningsmängder.

Nitrodyn – är ett program som teoretiskt utvärderar den tillgängliga energin i ett sprängämne och ger indikation på sprängämnets styrka. I Sverige utgår mätningen från värdena för Dynamex.²²

3.3 Grundläggande förmåga och tillgänglighet

Här beskrivs de grundläggande förmågorna samt hur de används i arbetet.

I *handbok målsättningsarbete - förband 2011*, beskrivs en modell för att beskriva de övergripande behov som finns och vilka förmågor som krävs för att uppnå militärstrategiska, operativa och taktiska mål. Med modellen beskrivs även det övergripande manövertänkandet och hur stridskrafter bör samordnas och kombineras för att ge största möjliga effekt. Modellen innehåller de militära förmågorna: underrättelser, rörlighet, verkan, ledning, uthållighet, skydd och tillgänglighet.



²¹ Olofsson, Stig. *Modern Bergsprängningstekniker*. Ärla: Applied Explosives Technology, u. å, 21.

²² Olofsson, Stig. *Modern Bergsprängningstekniker*. Ärla: Applied Explosives Technology, u. å, 21.

Bild 2: modell på de militära grundförmågorna.²³

De grundläggande förmågorna kan användas för att kvalitativt analysera ett systems förmågor, vilket blir intressant för den här studien, då explosivämnen ska värderas som en del i organisationen. För att fånga aspekten om när och var de grundläggande förmågorna ska kunna ge effekt används begreppet tillgänglighet.²⁴

3.3.1 Tillgänglighet

Med tillgänglighet menas att rätt förband, med rätt resurser, finns tillgängliga på rätt plats, i rätt tid. I målsättnings sammanhang innebär detta ett krav på beredskap för att den förmåga som har skapats ska kunna användas och kan innefatta krav för mobilisering och geografisk närhet. Dessa krav relaterar till krav avseende tid på förutsättningskapande militärstrategisk, operativ och taktisk planering. I denna studie blir begreppet tillgänglighet därför intressant att studera eftersom nyttjandet av civila sprängämnen skulle kunna bidra till att sprängmedel finns på rättplats på rätt tid genom sin geografiska närhet.²⁵

Av de sex grundförmågorna är verkan och uthållighet mest intressanta för den här studien då fokus kommer ligga på civila explosivämnens förmåga att förstöra konstbyggnader och objekt, samt hur de bidrar till att vidmakthålla förmågan till förstöring hos aktuella förband under en konflikt.

3.3.2 Verkan

Verkan innebär att på något sätt påverka motståndarens vilja till att fortsätta bedriva strid. Verkan syftar alltid till att uppnå det egna utsatta målet med militär verksamhet. Effekterna av verkan kan vara både fysiska och psykiska hos motståndaren. Verkan anpassas efter vilket mål som ska bekämpas och metoder ska avvägas för att nå en effektiv stridsekonomi. I arbetet kommer verkan att beskrivas som förmågan att förstöra ett objekt hos ett explosivämne. Det är alltså ett explosivämnens samlade förmåga att förstöra ett objekt. Under beskrivningen av explosivämnens verkan används begreppet i andra sammanhang, exempelvis stötverkan och ska inte blandas ihop med grundförmågan verkan.²⁶

²³ Försvarsmakten. *Handbok för Försvarsmaktens målsättningsarbete – förband*. Stockholm, 2011, 21

²⁴ Försvarsmakten. *Handbok för Försvarsmaktens målsättningsarbete – förband*, 21.

²⁵ *Ibid.*, 22.

²⁶ *Ibid.*, 22.

3.3.3 Uthållighet

Uthållighet innebär att vidmakthålla tillgängligheten på egen materiel och personal i syfte att uppnå det egna målet med verksamheten. Uthålligheten är beroende av egen logistik men berör även den psykologiska aspekten kopplat till moral och attityders inverkan på verksamheten. För att uppnå uthållighet krävs ett helhetstänk och väl fattade beslut utifrån dokumenterade erfarenheter inför och under insatser. I den här studien kommer uthållighet användas för att beskriva civila explosivämnen inverka på förmågan att förstöra objekt och konstbyggnader, samt hur tillgång på explosivämnen under en konflikt påverkas. Studien har även en utgångspunkt i att explosivämnen som inte finns i organisationen i fred, inte kommer vara problemfria att tillföra till organisationen under en konflikt och är starkt kopplat till begreppet uthållighet.²⁷

I framtagandet av Handbok målsättningsarbete – förband genomförde FOI en rapport angående hur en modellbaserad beskrivning av dokument kan tas fram med stöd av ett kvalificerat beskrivningsramverk och ett informationshanteringsverktyg. Några av slutsatserna som drog var att ramverket stödjer redan befintliga sätt att modellera strategiska inriktningar, men också att det finns potential att vidareutveckla befintligt innehåll genom att göra definierade förändringsmå mätbara.²⁸ För att kunna nyttja begreppen tillgänglighet, verkan och uthållighet för att analysera explosivämnen används därför begreppet militär nytta till att förtydliga specifika explosivämnen inverkan på grundförmågorna.

3.4 Militär nytta

Här beskrivs hur militär nytta kan mätas och varför det är viktigt för arbetet.

Den militära nyttan beskriver hur väl någonting uppfyller de krav som ställs på ett system eller liknande för att nå de militära målen med en insats. Detta kan verka otydligt och ospecifikt och att konstatera om någonting har militär nytta, eller hur mycket militär nytta någonting har, är således inte helt enkelt. En definition av militär nytta är: om målen med en militär insats kan nås till lägre kostnad har systemet, materielen eller vad det nu handlar om, militär nytta. Den militära nyttan beror således både på hur väl någonting uppnår de militära målen, samt vad kostnaderna blir. Kostnaden kan vara ekonomisk, alltså mätt i pengar, men

²⁷ Försvarsmakten. *Handbok för Försvarsmaktens målsättningsarbete – förband*. Stockholm, 2011, 23.

²⁸ Sparf, Magnus. *Modellbaserad representation av Strategiskt styrdokument för Försvarsmakten*. Linköping, 2010, 20.

även i form av materialåtgång, människoliv, risk, med mera. Begreppet kostnad är således väldigt brett och kan definieras i olika termer beroende på specifik situation.²⁹

I Andersson et al. artikel x presenteras en modell för militär nytta och hur den kan påvisas. För att kunna mäta militär nytta krävs en specifik situation eller scenario målas upp, med tydliga ramar och avgränsningar. Med andra ord måste ett specifikt system sättas in i en militär kontext. I den specifika kontexten kan sedan slutsatser om den militära nytta som systemet eventuellt tillför, i just den specifika situationen, mätas och värderas mot exempelvis andra system, i samma situation. Detta blir relevant för denna studie då olika explosivämnen ska värderas. Genom att skapa en specifik situation, kan därför olika explosivämnens förmåga värderas utifrån militär nytta.

Modellen för militär nytta består utav tre delnivåer, som mäts och värderas enskilt genom den tredje nivån där specifika faktorer som ska värderas presenteras.³⁰

3.4.1 Militär effektivitet

Militär effektivitet beskriver hur väl förmågan att utföra uppgiften påverkas av ett specifikt system. I den specifika situationen värderas hur väl systemet uppfyller målet i relation till tid, kostnad och risk. Systemet måste kunna leverera önskad effekt vid rätt tid, till en acceptabel kostnad samt till en acceptabel risk.³¹

3.4.2 Militär lämplighet

Militär lämplighet beskrivs som hur väl ett system kan integreras med en befintlig organisation. Ett system måste på något sätt passa in i den befintliga organisationen för att den ska ha militär lämplighet. Det kan exempelvis handla om hur väl ett system passar in angående utbildnings tid, teknisktjänst, materiell mässigt eller förvaringsmässigt.³²

3.4.3 Kostnadseffektivt

Kostnadseffektivt beskrivs som den mängd resurser systemet kräver i relation till ett bestämt tidsperspektiv. Med kostnader menas resurser som krävs för införskaffning av systemet, underhållet för systemet, utbildning på systemet med mera. Kostnaderna behöver inte mätas

²⁹ Axberg, Stefan et al. *Lärobok i Militärteknik, vol. 9: Teori och metod*. Vällingby: Elanders, 2013, 13-16.

³⁰ Andersson, K et. al. *Military Utility, a proposed concept to support decision-making*. TIS, 2015, 6.

³¹ Andersson, K et. al. *Military Utility, a proposed concept to support decision-making*, 12.

³² *Ibid.*, 13.

under hela perioden ett system skulle vara i bruk utan kan även mätas under en begränsad tid som systemet är i bruk, exempelvis under en insatts.³³

4. Metod

4.1 Hur arbetet genomfördes

4.1.1 SWOT- analys

Studien genomfördes som en SWOT-analys där Carletons undersökning utgjorde grunden i den egna undersökningen. undersökningen har samma upplägg och sprängämnen analyseras på ett liknande sätt som i Carletons undersökning. Detta eftersom Carletons undersökning beskriver hur civila explosivämnen kan värderas efter militära krav.

En SWOT-analys används för att analysera militärtekniska system, produkter med mera. Analysen går ut på att identifiera förbättringar i det som analyseras.³⁴ SWOT analysen delas in i fyra steg. Det första steget: *fastställa målen*. Målen utgör syftet med analysen och beskriver hur bedömningen eller arbetet ska ge en lösning på ett problem. Det andra steget: *identifiera faktorer*. Här identifieras faktorer som bidrar till att problemet kan lösas eller försvårar lösandet av problemet. Faktorerna delas in i styrkor, svagheter, möjligheter och hot.³⁵ Det tredje steget: *dra slutsatser*. Här ställs faktorerna mot varandra och slutsatser om hur systemet kan förbättras dras. Det fjärde steget: *utveckla förbättringar*. Här beskrivs hur systemet/produkten kan förbättras och ett arbete för att utforma konceptet påbörjas.³⁶

Inledningsvis fastställdes målet med SWOT-analysen genom att sju krav och tre uppdrag fastställdes utifrån Carletons undersökning, teorin om militär nytta, samt teorin om sprängämnens verkan. Utifrån dessa krav och uppdrag värderades sju sprängämnen som finns tillgängliga på den civila marknaden samt även sprängdeg. Skillnaden från Carletons undersökning var att den egna undersökningen inte endast behandlade Bulk-sprängämnen utan även andra typer av sprängämnen. Därför var inte kraven som Carleton använde nödvändiga för alla sprängämnen som värderades. Vissa krav användes därför inte i arbetet. Några ytterligare krav lades även till i arbetet. Exakt vad dessa krav innebär samt hur de mättes beskrivs även för varje krav och uppdrag. Dessa krav var:

- *Antalet komponenter som behöver blandas i fält*

³³ Andersson, K et. al. *Military Utility, a proposed concept to support decision-making*. TIS, 2015, 14.

³⁴ Axberg, Stefan et al. *Lärobok i Militärteknik, vol. 9: Teori och metod*. Vällingby: Elanders, 2013, 116.

³⁵ Axberg, Stefan et al. *Lärobok i Militärteknik, vol. 9: Teori och metod*, 116.

³⁶ Ibid., 117.

- *Säker att: lagra, blanda, transportera och hantera*
- *Enkelt att ladda.*
- *Går att placera ut och spränga under alla temperaturförhållanden.*
- *Går att placera ut och spränga under alla temperaturförhållanden.*
- *Kan laddas och skjutas utan fördröjning*
- *Kan initieras med Försvarsmaktens egna tändmedel.*

Uppdragen var:

- *Friliggande laddningar*
- *Inneslutna laddningar*
- *Lagras under lång tid.*

För att tala om hur väl ett krav eller uppdrag uppfylldes av respektive sprängämne användes en färgkod. Grön färg innebar uppfyller, gul färg innebar uppfyller delvis, röd färg innebar uppfyller inte.

Utifrån resultaten av den mätningen analyserades de civila sprängämnena som ett kollektiv enligt SWOT-analysens identifierade faktorer: fördelar, nackdelar, möjligheter och hot. Dessa presenterades i följande tabell:

Fördelar	Nackdelar
Möjligheter	Hot

Därefter diskuterades hur de civila sprängämnena påverkar grundförmågorna verkan uthållighet och tillgänglighet.

Slutligen presenterades slutsatser och frågeställningen besvarades utifrån diskussionen om civila sprängämnenas påverkan på grundförmågorna.

För att värdera hur väl de civila sprängämnena uppfyllde de militära kraven och uppdragen jämfördes de med sprängdeg, som nyttjas i militära sprängningar. Jämförelsen gav en indikation om de civila sprängämnena klarade de militära uppdragen bättre eller sämre än sprängdeg, vilket bidrog till att analysen fick ett tydligare riktvärde att utgå ifrån.

4.1.2. Dokumentinsamling

Som datainsamlingsmetod användes dokumentärstudie. De dokument som samlades in var produktbeskrivningar för explosivämnen från FORCIT hemsida. FORCIT är ett bolag som tillverkar sprängämnen för gruv- och byggbranschen. FORCIT är en av de större aktörerna som behandlar sprängämnen i Sverige. Produktbeskrivningarna användes för att beskriva de utvalda explosivämnenas egenskaper. För att beskriva sprängdegens egenskaper användes fältarbetsreglemente spräng. militära reglementen användes även för att definiera olika typer av laddningar och hur ett explosivämnes egenskaper tas tillvara i militära syften. För att definiera militära krav användes även teori om militär nytta samt Carletons artikel. Dessa hämtades från Anna Lindhbibliotekets databas Primo. Övriga artiklar som presenterades i tidigare forskning hämtades även dem i databasen Primo.

4.2 Metoddiskussion

Att analysera explosivämnen på ett teoretiskt sätt har sina nackdelar. Kemin bakom explosivämnen är relevanta för att beskriva fenomenet samt dess effekter. Däremot är det förenklade värden som inte kan ge en exakt förklaring av händelseutloppet. Det finns modeller för att räkna på effekterna av en explosion, men exakt hur energin fördelar sig mellan exempelvis stötvåg och värmeutveckling bygger på antaganden. Varje sprängning har unika förutsättningar och effekterna är därför svåra att förutse. Därför används praktiska prov när man vill beskriva en exakt händelseutveckling i en specifik situation. Exempelvis vattentest. De teoretiska modellerna beskriver dock händelseförloppet i den kemiska reaktionen och talar om vilka värden som är avgörande för utfallet. Studien blir därför relevant eftersom den beskriver hur lämpligt ett visst explosivämne skulle vara för att nyttjas som exempelvis friliggande laddning. Det kan skilja sig i specifika fall, men ett generellt händelseförlopp kommer att ske i den givna situationen.

Dokumentärinsamlingen var relevant eftersom information om specifika produkter skulle värderas efter ett framtaget analysverktyg. Däremot skulle informationen från produktbladen kunnat kombineras med exempelvis en intervju med en person från företaget. Produktbladen är till för att sälja produkten och har information som en potentiell kund behöver. De militära handböckerna är relevanta eftersom de bygger på beprövad erfarenhet. Dock kan det vara svårt att spåra vad informationen kommer ifrån. En äldre handbok kan ha föråldrade värden på grund av nya tekniker och metoder. Fältarbetsreglemente spräng beskriver dock metoder för sprängning som fortfarande nyttjas idag. Sprängdegen är den samma som när boken skrevs och boken bygger på fysik och kemi som fortfarande är relevant. Därför är den även

relevant för arbetet när metoder och laddningsberäkning beskrivs. Arbetet nyttjar teori om sprängämnen på en generell nivå. Specifika metoder för bergsprängning samt alla fysiska och kemiska fenomen beskrivs inte på en avancerad nivå. En mer detaljerad studie om kemin bakom sprängämnen och fysiken bakom det som händer i materialet som sprängs, hade givit en mer nyanserad och korrekt beskrivning om explosionen som fenomen. I arbetet ansågs en mer förenklad bild av explosioner vara tillräcklig för att kunna påvisa syftet med arbetet, som var att beskriva hur civila explosivämnen skulle påverka Försvarmaktens förmåga att förstöra objekt.

SWOT - analysen är lämplig för att på ett strukturerat sätt analysera produkter och koncept.³⁷ I arbetet används SWOT – analysen för att analysera de mätvärden som mättes till de grundläggande förmågorna. Eftersom ett bestämt sprängämne skulle analyseras utifrån en bestämd organisation, var det lämpligt att först studera vad som var relevant att mäta. När det var gjort kunde styrkor, svagheter, möjligheter och hot på ett enkelt sätt identifieras och analyseras.

5. Empiri

5.1 Explosivämnens verkan

5.1.1 Energi

När ett explosivämne sönderfaller frigörs kemiskenergi i form av:

Värme som finns i förbränningsprodukterna.

Värme, ljus och ljud som strålas ut i omgivningen.

Rörelseenergi förbränningsprodukter.

Rörelseenergi hos splitter, kaststycken och omgivande luft.

Vilken effekt som uppstår när ett explosivämne sönderfaller beror på dessa faktorer: energiinnehåll och effekt, sönderfallsprodukter, stötverkan, tryckutbredning, värmestrålning samt skadeeffekter.³⁸

³⁷ Axberg, Stefan et al. *Lärobok i Militärteknik, vol. 9: Teori och metod*. Vällingby: Elanders, 2013, 116.

³⁸ Sejlitz, Ingvar. *Explosivämnes kunskap*. Karlskoga: KCEM AB, 2009, 88.

5.1.2 Energiinnehåll och effekt

Den energimängd som finns lagrad i explosivämnet är den energin som kan frigöras. Energimängden i ett explosivämne är dock inte märkvärdigt stor om man jämför med exempelvis samma mängd olja som förbränns är energimängden cirka 10 gånger större. Det som gör explosivämnen speciellt är, som tidigare nämnt, att energin utvecklas under en väldigt kort tid. Detta är exempelvis anledningen till att en detonation ger större effekt än en deflagration. Den totala frigjorda energimängden går att fastställa både teoretiskt och praktiskt, dock är det svårt att avgöra fördelningen på olika energislag.³⁹ I den här studien kommer den totala energimängden att hämtas från fasta värden för olika explosivämnen och inte undersökas djupare.

5.1.3 Sönderfallsprodukter

Sönderfallsprodukter är de produkter som skapas under sönderfallet. Den kemiska termen för sönderfallet är exotermreaktion. Exotermreaktion innebär att energi frigörs i reaktionen, vilket tidigare har beskrivits. Explosivämnen har syret, som krävs för förbränningen (sönderfallet), lagrat i samma molekyl som utgör explosivämnet. I sönderfallet frigörs produkter och energi enligt formeln:

Enkomponentssystem \rightarrow produkter + energi⁴⁰

Vilka produkter som utvinns beror på vilket explosivämne som sönderfaller.

5.1.4 Stötverkan

Stötverkan uppstår när ett sprängämne detonerar mot ett fast underlag och beräknas enligt formeln:

$$p = \frac{1}{4} * \rho * D^2$$

Där p = detonationstryck (Pa), ρ = densitet hos sprängämnet (kg/m^3), D = detonationshastigheten (m/s)

Den stötverkan som uppstår vid ett explosivt sönderfall är betingat med rörelsemängden hos de utvecklande gaserna som är proportionell mot kvadraten på hastigheten.⁴¹

³⁹ Sejlitz, Ingvar. *Explosivämnes kunskap*. Karlskoga: KCEM AB, 2009, 88.

⁴⁰ Andersson, Kurt et al. *Lärobok i Militärteknik, vol. 4: Verkan och skydd*. Vällingby: Elanders, 2009, 20.

⁴¹ Sejlitz, Ingvar. *Explosivämnes kunskap*. Karlskoga: KCEM AB, 2009, 89

I militära sammanhang, där verkansdelar ofta detonerar mot fasta underlag, eftersträvas därför en hög detonationshastighet då, detonationshastigheten vilket kan läsas i formeln, är avgörande för detonationstrycket.⁴²

I civila sammanhang är inte syftet att krossa massor genom en kraftig stötverkan, utan snarare att utifrån uppborrade hål, spräcka berget till hanterbara bitar. Därför finns det alternativa formler för att beräkna den alternativa arbetsförmågan i ett explosivämne när syftet är annorlunda. Arbetsförmågan blir intressant för den här studien för att kunna jämföra militära och civila metoder för sprängning. Relativ arbetsförmåga:

$$A = \frac{5}{6} * E + \frac{1}{6} * V$$

Där A = relativ arbetsförmåga, E = energiinnehåll (kcal/kg), V = utvecklad gasvolym (l/kg).⁴³

5.1.5 Tryckutbredning

När ett explosivämne sönderfaller sker som tidigare nämnt en tryckutbredning, för detonationer sker det i form av en stötvåg. Hur tryckutbredningen fördelas beror främst utav formen på explosivämnet och initieringspunktens läge. I regel sker tryckutbredningen vinkelrätt mot explosivämnets yta.⁴⁴

Det går att påverka hur tryckutbredningen fördelas genom att ändra formen på explosivämnet. Ett sönderfall från en konkav yta medför att gaserna som utvecklas påverkar varandra och bildar en stråle i den bestämda riktningen. Detta medför att effekten av stötvågen blir större. I viss militär ammunition nyttjas denna teknik för att få ett större genomslag i hårda ytor. Den konkava formen kläs in i metall och bildar en riktad sprängverkan (RSV).⁴⁵

5.1.6 Värmestrålning

För att mäta värmestrålningen vid ett sönderfall kan följande formel nyttjas:

$$E = \frac{Q}{4\pi R^2}$$

Där E = energitätheten (J/m²), Q = laddningens energiinnehåll (J), R = avståndet (m)

⁴² Sejlitz, Ingvar. *Explosivämnes kunskap*. Karlskoga: KCEM AB, 2009, 90.

⁴³ Sejlitz, Ingvar. *Explosivämnes kunskap*, 91.

⁴⁴ Ibid., 93.

⁴⁵ Ibid., 94.

Formeln bygger på antagandet att hälften av det totala energiinnehållet omvandlas till värme och att explosivämnet ligger mot en hård yta och breder ut sig åt alla håll.⁴⁶

5.2 Explosivämnens användning i militär kontext

Här beskrivs hur militära sprängämnen nyttjas och vad de har för egenskaper.

Sprängämnen som nyttjas i militär verksamhet är oftast brisanta, det vill säga att de har en hög krosseffekt. En hög krosseffekt sammanhänger med ett högt detonationstryck och en hög detonationshastighet, över 6500 m/s.⁴⁷

Ett primärt krav för militära sprängämnen är att de ska vara tillgängliga i stora kvantiteter till en rimlig kostnad, både i krig som i fred. Detta medger att tillverkningen ska vara tillgänglig under krig då import kan vara begränsade. För att kompensera för en begränsad import kan vara att lagra sprängämnet, vilket också medför att lagringsegenskaperna för sprängämnet blir viktiga. Sprängladdningar behöver vara tillgängligt i en form som gör sprängämnet säkert att hantera och möjligt att flytta och arbeta med. De vanligaste sprängämnena som tillverkas i stor skala är trotyl och hexogen, då deras egenskaper stämmer väl överens med hög krossförmåga, vid speciella nyttjanden framställs även pentyl och oktogen.⁴⁸

Sprängämnen används sällan i bulkform i militära sammanhang eftersom det tekniska nyttjandet av sprängämnen kräver att sprängämnet färdigställs i enheter som lämpar sig för den vidare hanteringen.⁴⁹

Utöver enhetliga sprängämnen, tillverkas även blandsprängämnen, vilket medför att man kan påverka sprängämnets egenskaper. De egenskaper man vill påverka är främst: pris, detonationshastighet, energiinnehåll, känslighet och egenskaper för tillverkning.⁵⁰

5.3 Explosivämnens användning i civil kontext

Här beskrivs hur civila sprängämnen nyttjas och vad de har för egenskaper.

I civila sammanhang nyttjas sprängämnen främst för sprängningsarbeten i berg. Kraven för sprängämnens egenskaper skiljer sig därför från de militära kraven. I de civila sammanhangen är det viktigt att sprängämnet är formbart och fyller det uppborrade hålet som det appliceras i, på ett effektivt sätt. Många civila sprängämnen används därför i bulkform. Vidare kan

⁴⁶ Sejlitz, Ingvar. *Explosivämnes kunskap*. Karlskoga: KCEM AB, 2009, 94.

⁴⁷ Sejlitz, Ingvar. *Explosivämnes kunskap*, 127.

⁴⁸ Ibid., 128.

⁴⁹ Ibid., 129.

⁵⁰ Ibid., 128.

ventilationen vara begränsad vid bergsprängning och därför ställs högre krav på restprodukter som uppstår i explosionen. Dessa ska inte vara giftiga och får heller inte orsaka en sekundärexplosion. Energiinnehållet och utvecklad gasvolym är också av betydelse medan detonationshastigheten är av mindre betydelse och inte behöver vara lika hög som i militära sammanhang. Även kostnadsaspekterna spelar en stor roll för vilket specifikt sprängämne som framställs och nyttjas.⁵¹ Här är de ingående komponenterna i sprängämnet av betydelse för priset och priset styr vilka komponenter som används. Sprängämnet ska även tåla mekaniska påfrestningar såväl under tillverkning som användning.⁵²

5.4 Inneslutna laddningar

Inneslutna laddningar kräver i regel mindre laddningsvikt jämfört med friliggande laddningar. Inneslutna laddningar utformas som långsträckta eller koncentrerade beroende på, hur utformningen objektet som ska sprängas, möjliggör anbringningen av laddningen. En innesluten laddning är innesluten i sprängföremålet, exempelvis genom en sprängkammare.⁵³

5.5 Friliggande laddningar

Friliggande laddningar placeras friliggande mot, objektet som ska sprängas, sida. En friliggande laddning kan var koncentrerad eller långsträckt beroende på hur objektet som ska sprängas form. Vid sprängning av hårda objekt, som stål eller betong, placeras den friliggande laddningen med största möjliga kontaktyta mot objektet.⁵⁴



Bild 3: Omvandlingstabell för laddningsberäkningar ur fältarbetsreglemente sprängning.⁵⁵

5.6 Sprängämnena i näringslivet

I den här undersökningen kontaktades myndigheten för samhällsskydd och beredskap för att inhämta information om vilka sprängämnen som finns i civilsamhället och i vilka mängder.

⁵¹ Sejlitz, Ingvar. *Explosivämnes kunskap*. Karlskoga: KCEM AB, 2009, 132.

⁵² Sejlitz, Ingvar. *Explosivämnes kunskap*, 133.

⁵³ Försvarsmakten. *Fältarbetsreglemente för Försvarsmakten – sprängning*. Stockholm, 1980, 1:21.

⁵⁴ Försvarsmakten. *Fältarbetsreglemente för Försvarsmakten – sprängning*, 1:21-1:25.

⁵⁵ *Ibid.*, bilaga 23

Svaret från myndigheten var att det inte finns någon kartläggning på specifika sprängämnen utan endast på aktörer som tillhandahåller ammunition.

”Att föra in explosiva varor från ett EU/EES land krävs inget importtillstånd. Det krävs ett överföringstillstånd. MSB har utfärdat flera tusen överföringstillstånd. Att gå genom dem kräver för mycket tid. Med andra ord är det ingen enkel uppgift att kartlägga den civila marknaden.”⁵⁶

Myndigheten skickade en lista på de största aktörerna som till handa håller ammunition i Sverige där FORCIT är en av de större aktörerna.

5.7 Carletons arbete och dess slutsatser

Här beskrivs hur Carleton genomförde värderingen av civila explosivämnen, vika explosivämnen som undersöktes, samt de viktigaste slutsatserna från undersökningen.

5.7.1 Carletons militära krav

I artikeln bedöms bulksprängämnen utifrån begreppet ”military requirements”. Hur Carleton värderar olika explosivämnen utgår från elva olika krav på egenskaper. Dessa krav är:

1. *Number of components required in the field.*
2. *Meets all safety requirements in storage, mixing, transportation and handling.*
3. *Storage as stable, nonexplosive component.*
4. *Capable of mixing in all weather conditions with simple equipment.*
5. *Capable of wet weather emplacement and firing. 5b, capable of emplacement and firing through wide temperature variation.*
6. *Mixed explosive not bullet- nor cap-sensitive.*
7. *Mixed explosive has low sensitivity to variations in mix proportions and mixing times.*
8. *Components and mixed explosive should be nontoxic and non-irritation.*
9. *Mixed explosive should remain potent for 5 days minimum in all types of ground emplacement.*
10. *Manufacturers show great flexibility in packaging.*
11. *Maximum power to weight ratio.*⁵⁷

Carleton värderade även sprängämnena i fyra olika uppdrag. Dessa uppdrag är:

⁵⁶ Bilaga 4.

⁵⁷ Carleton, H. *Military use of bulk explosives*. Vicksburg: U. S. army engineer waterways experiment station, 1978, 7.

1. *Rapid, efficient, economic explosive excavation for creation of large, effective antiarmor obstacles.*
2. *Nonnuclear alternative to small ADM's.*
3. *Safe economical storage near planned obstacles for minimum logistics impact.*
4. *Able to replace military dynamite and ammonium nitrate cratering charges for a wide variety of military explosive missions.*⁵⁸

5.7.2 Sprängämnen som Carleton undersökte

De bulksprängämnen som undersöktes var:

- ANFO – Är ett tort sprängmedel som består utav ammoniumnitrat och förbränningsolja. ANFO innehåller inget ämne som klassificeras som explosivämne och behöver initieras av ett explosivämne för att detonera. Kan köpas som färdig produkt på fabrik eller tillredas i fält, som beskrivs som field-mix, vilket innebär att komponenterna blandas till sprängämnet först när det ska användas och transporteras och lagras enskilt.⁵⁹
- Aluminized ANFO – är ANFO men innehåller även aluminium. Klassas heller inte som ett explosivämne och behöver initieras av ett explosivämne för att detonera. Kan likt ANFO köpas som färdig produkt eller som ”field-mix”.⁶⁰
- Basic field-mix slurry blasting agents – är ett nitratbaserat sprängämne som blandas med andra vanligt förekommande kemikalier. Blandningen är flytande och tillsätts gummi för att få en fastare form. Tillredningen kräver någon form av industriell blandare, exempelvis en cementblandare. Det är vattentåligt och klassificeras inte heller som ett explosivämne.⁶¹
- Developmental field-mix aluminized slurry blasting agents – är lik Basic field-mix slurry blasting agent men består utav två eller tre komponenter som tillreds till slutprodukten. Den kan tillredas i stora mängder i fält med hjälp av en cementblandare och kräver ingen uppvärmning i processen. Klassificeras inte som ett explosivämne.⁶²

⁵⁸ Carleton, H. *Military use of bulk explosives*. Vicksburg: U. S. army engineer waterways experiment station, 1978, 7.

⁵⁹ Carleton, H. *Military use of bulk explosives*, 4.

⁶⁰ Ibid., 4.

⁶¹ Ibid., 5.

⁶² Ibid., 5.

- Commercial slurry blasting agents – innehåller mindre än 25% aluminium och tillverkas som färdiga produkter i fabrik. Klassificeras inte som explosivämne.⁶³
- Highly aluminized commercial slurry blasting agents – innehåller mellan 25-35% aluminium och tillverkas som färdig produkt i fabrik. Klassificeras inte som explosivämne.⁶⁴
- Commercial slurry explosives – liknar commercial slurry blasting agents men innehåller kemikalier som klassificeras som explosivämne och därför klassificeras även produkten som ett explosivämne. Tillverkas som färdig produkt i fabrik. De kan vara känsliga för detonation.⁶⁵
- Gelled nitromethane – är en blandning av nitrometan, någon form av gummi och något som ökar tjockheten på blandningen. Den tillreds i fält med en specifik utrustning och är normalt sätt inte känslig för detonation.⁶⁶

5.7.3 Carletons resultat och slutsatser

Resultaten från undersökningen enligt bild x, där + innebär tillfredsställer kraven. 0 innebär tillfredsställer kraven marginellt. - innebär tillfredsställer inte kraven. N/A innebär ej tillämpligt.

De elva kraven på egenskaper hos sprängämnen, samt de fyra uppdragen som användes för att värdera de olika sprängämnena, var hämtade från U. S. Army Engineer School.⁶⁷ Några av slutsatserna som Carleton drog utifrån undersökningen följer här nedan.

ANFO och aluminized ANFO är olämpliga att använda eftersom de är känsliga för väta. ANFO är också det minst effektiva explosivämnet av de åtta sprängämnena som jämfördes. De är dock väldigt kostnadseffektiva och lätta att blanda. Sprängämnena kommer också i ett hölje för att skydda det från vatten vilket kan orsaka både statisk elektricitet vid handhavande och skapa giftiga gaser vid detonation.⁶⁸

Slurry blasting agents fryser vid låga temperaturer och blir fasta och mindre känsliga, vilket kan leda till att de inte detonerar. Dock kan komponenter som medger att sprängämnet förblir flytande och inte fryser tillföras vid tillverkning. Fabrikstillverkade slurry blasting agents

⁶³ Carleton, H. *Military use of bulk explosives*. Vicksburg: U. S. army engineer waterways experiment station, 1978, 5.

⁶⁴ Carleton, H. *Military use of bulk explosives*, 5.

⁶⁵ Ibid., 5.

⁶⁶ Ibid., 5.

⁶⁷ Ibid., 6.

⁶⁸ Ibid., 6.

bedöms inte uppfylla kraven för lagring under en längre tid. Slurry blasting agents får högre effekt när de tillförs aluminium vid tillverkning. Developmental field-mix slurry blast agents komponenter kan vara känsliga för väta och det är osäkert om de uppfyller krav 2 och 4.⁶⁹ De olika varianterna av slurry blasting agents möter kraven olika vilket redovisas i tabellen.

Comercial slurry explosives bedöms möta kraven likvärdigt som slurry blasting agents. Dock så räknas dess komponenter som explosivämnen redan innan de har tillretts vilket gör att de inte bedöms som tillräckligt säkra vid tillredningsprocessen.⁷⁰

Gelled nitromethane bedöms vara ostabil vid tillredning samt vattenkänslig. Dess komponenter bedöms vara ej förenligt med många av de material som finns i en container vilket påverkar både förmågan till att förvaras samt tillredas. Den bedöms också vara en hälsorisk då ångor från flytande nitrometan är giftiga.

För uppdrag 1: Rapid, efficient, economic explosive excavation for creation of large, effective antiarmor obstacles, bedöms highly aluminized slurry blasting agents, vara mest lämpliga. Detta eftersom de är vattentåliga och dess förmåga att spränga upp krater liknande hål. De uppfyller dock inte kraven för lagring under längre tid och den lageromsättning de skulle medföra skulle vara oekonomisk.⁷¹

För: nonnuclear alternative to small ADM's, bedöms ingen av de sprängämnen som jämfördes vara tillräckligt effektiv, även som stora mängder användes. Genom att fördämma sprängämnen som innehåller aluminium skulle möjligtvis enstaka uppdrag kunna genomföras, med en reducerad effekt.⁷²

För: safe economical storage near planned obstacles for minimum logistics impact, bedöms ANFO produkter och field-mix slurry blasting agents vara mest lämpliga. Slurry explosives och gelled nitromethan bedöms utgöra en säkerhetsrisk.⁷³

För: able to replace military dynamite and ammonium nitrate cratering charges for a wide variety of military explosive missions, skulle ett lättblandat, aluminiserat slurry blasting agent som tillreds av två komponenter vara mest lämpligt. Detta därför att de har en hög effekt och uppfyller kraven för lagring under längre perioder. ANFO bedöms kunna fungera som ett

⁶⁹ Carleton, H. *Military use of bulk explosives*. Vicksburg: U. S. army engineer waterways experiment station, 1978, 6.

⁷⁰ Carleton, H. *Military use of bulk explosives*, 8.

⁷¹ *Ibid.*, 8.

⁷² *Ibid.*, 9.

⁷³ *Ibid.*, 9.

reserv- eller nöd-sprängämne på grund av dess goda egenskaper för lagring, trots lägre effekt.⁷⁴

6. Undersökning av FORCITs produkter i militär kontext

6.1 Militära krav för att värdera civila sprängämnen

Kraven som användes i undersökningen framtoogs utifrån teorin om militär nytta. Detta eftersom teorin är relevant för att beskriva vilken påverkan en produkt eller system har på en militär organisation.⁷⁵ Det skulle vara svårt att argumentera för att nyttja en produkt som inte har militär nytta och det blir först när militär nytta har påvisats som den blir relevant för Försvarsmakten. För att beskriva den militära nyttan måste den militära effekten, lämpligheten och kostnadseffektiviteten beskrivas. Detta eftersom produkten eller systemet inte existerar i ett vakuum.⁷⁶ För att definiera den militära effekten, lämpligheten och kostnadseffektiviteten användes de faktorer som teorin beskriver som bron mellan teorin och det empiriska materialet.⁷⁷ För militär effekt är dessa faktorer: önskat utfall, schema, kostnad samt risk. För militär lämplighet är dessa faktorer: träning, utrustning, personal, infrastruktur, koncept och doktrin, organisation, information samt logistik.⁷⁸ För kostnadseffektivt är faktorerna: kostnader för hela produktens livscykel, totala kostnader för ägandeskapet, andra mätningar av ägandekostnader, tilldelade resurser. Mätningarna av dessa kan göras på olika sätt och behöver inte vara ett totalt värde. Syftet är främst att underlätta för beslut angående en produkt eller system.⁷⁹ I arbetet kommer därför mätningen ske enligt Carletons exempel; tillfredsställer, delvis tillfredsställer, eller tillfredsställer inte. Tillfredsställer utgörs av grön färg, delvis tillfredsställer utgörs av gul färg och tillfredsställer inte utgörs av röd färg.

1. Antalet komponenter som behöver blandas i fält.

Det här kravet kommer att användas då ett av sprängämnena är ett bulksprängämne och är därför relevant eftersom det värderar hur hanterbart sprängämnet är.

2. Säkert att: lagra, blanda, transportera och hantera.

⁷⁴ Carleton, H. *Military use of bulk explosives*. Vicksburg: U. S. army engineer waterways experiment station, 1978, 9.

⁷⁵ Andersson, K et. al. *Military Utility, a proposed concept to support decision-making*. TIS, 2015, 7.

⁷⁶ Andersson, K et. al. *Military Utility, a proposed concept to support decision-making*, 2015, 8.

⁷⁷ Ibid., 13.

⁷⁸ Ibid., 15.

⁷⁹ Ibid., 16.

Det här kravet kommer användas då säkerhet är en viktig faktor för militära sprängämnen. Kravet kopplas till faktorerna risk, logistik, material, personal, samt koncept och doktrin. Det som värderas är om sprängämnet klassas som explosivämne. Om det finns risk att sprängämnet detonerar vid lagring, blandning, transport. Om det finns risker att hantera. Om det krävs material och utbildning som inte finns i Försvarsmakten för att hantera dessa risker. Markeras som röd om det finns påfallande risker för att sprängämnet kan detonera utan initiering. Markeras gul om sprängämnet utsöndrar gaser som är giftiga. Markeras grön om inget av de tidigare finns som risk.

3. Enkel att ladda

Det här kravet används eftersom det indikerar om det är militärt lämpligt. Kopplas till faktorerna organisation och materiel. Mäts genom att värdera om sprängämnet kan laddas för hand. Markeras som röd om ny materiel måste tillföras som inte redan finns i organisationen. Markeras som grön om ingen materiel måste tillföras.

4. Går att placera ut och spränga under våta väderförhållanden.

Det här kravet används eftersom det indikerar om det är militärt lämpligt. Kopplas till faktorerna risk, organisation och material. Mäts genom att värdera hur väl sprängämnet står emot väta och fukt och om materiel måste tillföras till Försvarsmakten. Markeras som röd om sprängämnet är fuktkänsligt. Markeras som grön om sprängämnet inte är fuktkänsligt.

5. Går att placera ut och spränga under alla temperaturförhållanden.

Det här kravet används eftersom det indikerar om det är militärt lämpligt. Kopplas till faktorerna risk, organisation och material. Mäts genom att värdera för vilka temperaturer sprängämnet är funktionsdugligt. Markeras som grön om sprängämnet klarar ett temperaturintervall mellan 30 till -20 grader. Markeras som röd om sprängämnet inte klarar intervallet.

6. Explosivämnet kan laddas och skjutas utan fördröjning.

Det här kravet används för att det indikerar om det är militärt lämpligt. Kopplas till faktorerna schema och önskat utfall. Mäts genom att värdera om sprängämnet kan laddas direkt vid ankomst till sprängplatsen samt skjutas direkt efter laddning. Markeras som grön om det inte finns någon

tidsfördröjning från laddning till detonation. Markeras som röd om det finns någon tidsfördröjning mellan laddning och detonation.

7. Kan initieras med Försvarsmaktens egna tändmedel.

Det här kravet används då det beskriver hur lämpligt sprängämnet är för organisationen. Kopplas till faktorerna material, organisation och tilldelade resurser. Mäts genom att värdera om en primärladdning behövs eller inte. Markeras som grön om sprängämnet kan detonera genom en sprängpatron. Markeras som gul om det är osäkert om sprängämnet kan detonera genom en sprängpatron. Markeras som röd om en primärladdning krävs för detonation.

6.2 Militära uppdrag för att värdera civila sprängämnen

1. Friliggande laddning

Det här uppdraget används eftersom friliggande laddningar används för att förstöra exempelvis broar. Mäts genom att beräkna stötverkan hos sprängämnet. Markeras som grön om sprängämnet har en stötverkan som är över hälften av stötverkan för sprängdeg. Markeras som gul om stötverkan är hälften av stötverkan för sprängdeg. Markeras som röd om stötverkan är mindre än hälften av stötverkan för sprängdeg.

2. Innesluten laddning

Det här uppdraget används eftersom inneslutna laddningar används för att flytta stora massor. Exempelvis vid vägbankssprängning. Mäts genom att den relativa arbetsförmågan beräknas för sprängämnet. Markeras som grön om sprängämnet har en relativ arbetsförmåga som är över hälften av den relativa arbetsförmågan för sprängdeg. Markeras som gul om den relativ arbetsförmågan är hälften av den relativa arbetsförmågan för sprängdeg. Markeras som röd om den relativa arbetsförmågan är mindre än hälften av den relativa arbetsförmågan för sprängdeg.

3. Lagras under lång tid

Detta uppdrag används eftersom militära sprängämnen kan behövas lagras under lång tid. Markeras som grön om sprängämnet kan lagras i minst 20 år. Markeras som röd om sprängämnet kan lagras mindre än 20 år.

6.3 Civila sprängämnen som undersöktes

Nedan följer en kort beskrivning av varje sprängämne. Detaljerad information om sprängämnenas egenskaper hämtades från produktbladet för respektive sprängämne från FORCITS hemsida.

- ANFO – Ett bulksprängämne som består utav en blandning av ammoniumnitrat och brännolja. Utan tillsatser är ANFO vattenkänsligt och bör inte användas under våta förhållanden. ANFO är lätt att blanda och ladda. Kräver sprängkapsel för att initieras på ett säkert sätt. FORCIT tillverkar fyra varianter av ANFO med något olika egenskaper.⁸⁰
- F – RÖRLADDNINGAR – Är som namnet antyder förpackat i rör av polypropen. F – rörladdningar är ett blandsprängämne som innehåller nitroglykol och kiselgur. Används för sprängningar som kräver precision. Nitroglykolen kan vara skadligt att andas in och vid kontakt med hud.⁸¹
- FORDYN – Är ett gelatinsprängämne som innehåller bland annat nitroglykol och ammoniumnitrat. Det är ett formbart sprängämne som lämpar sig för de flesta olika sprängningar och fungerar väldigt bra för undervattenssprängningar.⁸²
- KEMIITTI 510 – Är ett emulsionssprängämne som innehåller ammoniumnitratprillor. Sprängämnet tillverkas i ett specifikt fordon som även transporterar sprängämnet till laddningsplatsen. Sprängämnet laddas med hjälp av en slang som pumpar in sprängämnet i ett uppborrat hål.⁸³
- KIMEX A, PATRONER – Är ett emulsionssprängämne som innehåller aluminium för att öka effekten. Den levereras i form av patroner med olika storlekar.⁸⁴
- MERIKEMIITTI - Är ett aluminerat emulsionssprängämne som används under vatten. Sprängämnet laddas i borrhålet genom pumpning med en specialtillverkad laddningsapparat.⁸⁵
- PENO C – Är ett plastiskt sprängämne med hög effekt. Är lämplig för sprängning av konstruktioner i stål och betong.⁸⁶

⁸⁰ FORCIT explosives. *Produkter*. 2021, ANFO, ANFO 800, ANFO 600, AHTIANFO.

⁸¹ FORCIT explosives. *Produkter*. 2021, F & K – rörladdning.

⁸² FORCIT explosives. *Produkter*. 2021, Frodyn.

⁸³ FORCIT explosives. *Produkter*. 2021, Kemiitti.

⁸⁴ FORCIT explosives. *Produkter*. 2021, Kemix & Kemix A patroner.

⁸⁵ FORCIT explosives. *Produkter*. 2021, offshore Kemiitti.

⁸⁶ FORCIT explosives. *Produkter*. 2021, Peno C.

7. Resultat och analys av undersökningen

Här presenteras och analyseras hur väl de sju civila sprängämnen uppfyllde de militära kraven samt en jämförelse med sprängdeg. Som tidigare nämnt innebär grön färg att sprängämnet uppfyller kraven, gul färg uppfyller delvis och röd färg uppfyller inte. Det civila sprängämne som bäst uppfyller kraven var PENO C som hade sju grönmarkerade fält, ett gul markerat samt ett röd markerat fält. Det sprängämne som presterade sämst var KEMIITTI 510 som hade sex röd markerade och tre grönmarkerade fält.

7.1 Resultat

Krav:	ANFO	F - RÖRL ADD NING	FORDYN	KEMIITTI 510	KIMEX A PATR ONER	MERI KEMII TTI	PENO C	SPRÄN GDEG
Antalet komponenter som behöver blandas i fält	färdig blandad	färdig blandad	färdigblandad	tillverkas vid användning	färdigblandad	färdigblandad	färdigblandad	färdigblandad
Säker att: lagra, blanda, transportera och hantera	Grön	Gul	Gul	Röd	Grön	Grön	Gul	Gul
Enkelt att ladda.	Grön	Grön	Grön	Röd	Grön	Röd	Grön	Grön
Går att placera ut och spränga under våta väderförhållanden.	Röd	Röd	Grön	Grön	Grön	Grön	Grön	Grön
Går att placera ut och spränga under alla temperaturförhållanden.	Grön	Grön	Grön	Grön	Grön	Grön	Grön	Grön
Kan laddas och skjutas utan fördröjning	Grön	Grön	Grön	Röd	Grön	Grön	Grön	Grön
Kan initieras med Försvarsmaktens egna tändämnen	Röd	Gul	Grön	Röd	Grön	Grön	Grön	Grön
Uppdrag:								
Friliggande laddningar	Röd	Röd	Gul	Röd	Gul	Gul	Grön	Grön
Inneslutna laddningar	Grön	Röd	Grön	Grön	Gul	Grön	Grön	Grön
Lagras under lång tid.	Röd	Röd	Röd	Röd	Röd	Röd	Röd	Grön

Tabell 1, hur väl sprängämnen uppfyller de militära kraven och uppdragen.

7.1.1 Värdering av sprängämnen utifrån krav och uppdrag

ANFO

ANFO uppfyller kraven för säker lagring och hantering eftersom det är ett säkert sprängämne och inte har några hälsofaror som beskrivs i produktbladet. Skyddshandskar som rekommenderas att användas är ingen begränsning för den militära organisationen. Eftersom det levereras som färdig produkt krävs att lagringen uppfyller gällande krav för förvaring av explosivämnen. ANFO uppfyller ej kraven för våta förhållanden eftersom det är känsligt för

väta och ej lämpligt i våta förhållanden. ANFO uppfyller kraven gällande temperatur då spannet -25 till 30 grader, bedöms vara tillräckligt för dess nyttjande. ANFO bedöms uppfylla kraven för att kunna laddas och skjutas utan fördröjning då sprängämnet kan laddas för hand och har inga tidsmässiga fördröjningar för att sprängas. Uppfyller ej kraven för att kunna initieras med Försvarmaktens tändsystem då det skulle krävas en primärladdning av sprängdeg, vilket innebär att det måste finnas sprängdeg tillgängligt för att ANFO ska kunna användas. ANFO har låg krossförmåga och uppfyller inte uppdraget friliggande laddning då stötverkan, som bäst, i jämförelse med sprängdeg är ca tio gånger mindre. För innesluten laddning bedöms ANFO uppfylla kraven då den relativa arbetsförmågan jämfört med sprängdeg inte skiljer sig markant. Bedöms inte uppfylla uppdraget för förvaring under längre tid då dess hållbarhet är sex månader.

F – rörladdningar

Bedöms delvis uppfylla kraven för säker lagring och hantering. Det eftersom nitroglykol utsöndrar giftiga gaser som kan orsaka negativa hälsoeffekter. Sprängämnet bedöms inte kräva tillförd materiell till organisationen eftersom skyddsutrustning för kontakt med- och inandning finns i Försvarmakten. F-rörladdningar klassas som explosivämne och förråd måste därför uppfylla gällande krav för förvaring av explosivämnen. F-rörladdningar är känsliga för väta och uppfyller inte kraven för våta väderförhållanden. F-rörladdningar uppfyller kraven gällande temperatur då spannet -25 till 30 grader bedöms vara tillräckligt för dess nyttjande. F-rörladdningar bedöms uppfylla kraven för att kunna laddas och skjutas utan fördröjning då sprängämnet laddas för hand och har inga tidsmässiga fördröjningar för att sprängas. Uppfyller kraven för initiering med Försvarmaktens egna tändsystem eftersom en sprängkapsel är tillräcklig för initiering. F-rörladdningar har låg krossförmåga och uppfyller inte uppdraget friliggande laddning då stötverkan, som bäst, i jämförelse med sprängdeg är ca elva gånger mindre. För innesluten laddning bedöms F-rörladdningar inte uppfylla kraven då den relativa arbetsförmågan jämfört med sprängdeg är mindre än hälften. Bedöms inte uppfylla uppdraget för förvaring under längre tid då dess hållbarhet är 24 månader.

Fordyn

Bedöms delvis uppfylla kraven för säker lagring och hantering. Det eftersom nitroglykol utsöndrar giftiga gaser som kan orsaka negativa hälsoeffekter. Sprängämnet bedöms inte kräva tillförd materiell till organisationen eftersom skyddsutrustning för kontakt med och inandning finns i Försvarmakten. Fordyn klassas som explosivämne och förråd måste därför uppfylla

gällande krav för förvaring av explosivämnen. Fordyn uppfyller kraven för både våta väderförhållanden och alla temperaturförhållanden, då den inte är vattenkänslig och spannet -25 till 30 grader bedöms vara tillräckligt för dess nyttjande. Fordyn bedöms uppfylla kraven för att kunna laddas och skjutas utan fördröjning då sprängämnet laddas för hand och har inga tidsmässiga fördröjningar för att sprängas. Förmodligen avses den tiden för en laddning som används i undervattenssprängningar, men det kan bara antas och inte med säkerhet konstateras utifrån produktbladet. Uppfyller kraven för initiering med Försvarmaktens egna tändsystem eftersom en sprängkapsel är tillräcklig för initiering. Fordyn bedöms till viss del uppfylla uppdraget friliggande laddning då detonationshastighet och således stötverkan är hög, ungefär hälften av stötverkan för sprängdeg. Som innesluten laddning bedöms den uppfylla kraven då den relativa arbetsförmågan endast är något mindre än för sprängdeg. Bedöms inte uppfylla uppdraget för förvaring under längre tid då dess hållbarhet är 24 månader.

KEMIITTI 510

Bedöms inte uppfylla kraven för säker lagring och hantering då det enligt produktbladet är förbjudet att tillverka sprängämnet i syfte att lagra. KEMIITTI 510 uppfyller inte heller kraven för snabb laddning och skjutning utan fördröjning. Det eftersom det krävs ett särskilt fordon för att bland och transportera sprängämnet. KEMIITTI 510 måste pumpas in i borrhålet och kan inte laddas för hand. Både fordonet och pumpen finns inte i Försvarmaktens organisation och måste tillföras. När laddning har skett måste man vänta tio till 30 minuter innan man kan skjuta den. KEMIITTI 510 bedöms uppfylla kraven för alla temperaturer och våta förhållanden, samt att kunna ligga utplacerad i minst fem dagar. Det eftersom KEMIITTI 510 är vattentålig och klarar temperaturer mellan -25 till 30 grader. Laddningen kan även ligga kvar i borrhålet i upp till 30 dagar. KEMIITTI 510 bedöms inte uppfylla kraven för initiering av Försvarmaktens egna tändsystem då det krävs en detonator med minst en detonationshastighet på 4800 m/s för att initiera sprängämnet, alltså krävs sprängdeg. KEMIITTI 510 bedöms inte uppfylla uppdraget för friliggande laddning då stötverkan är cirka $\frac{1}{4}$ av sprängdeg. KEMIITTI 510 bedöms uppfylla kravet för innesluten laddning då den relativa arbetsförmågan inte skiljer sig markant från sprängdeg. Bedöms inte klara uppdraget för lagring under längre tid då KEMIITTI 510 inte får tillverkas i syfte att lagras.

KEMIX A patroner

Bedöms uppfylla kraven för säker lagring och hantering eftersom det är ett säkert sprängämne och inte har några hälsofaror som beskrivs i produktbladet. Skyddshandskar som rekommenderas att man ska använda är ingen begränsning för den militära organisationen. Eftersom KEMIX A patroner klassas som sprängämne krävs att lagringen uppfyller gällande krav för förvaring av explosivämnen. KEMIX A patroner uppfyller kraven för våta väderförhållanden och alla temperaturförhållanden. Sprängämnet fungerar felfritt efter lång exponering av vatten och även inom temperaturintervallet -25 till 30 grader. KEMIX A patroner bedöms uppfylla kraven för lätt att ladda då det laddas förhand. KEMIX A patroner uppfyller kraven för initiering av Försvarmaktens egna tändsystem då sprängkapsel är tillräckligt för initiering. KEMIX A patroner bedöms delvis uppfylla uppdraget för friliggande laddning då dess stötverkan är lite mindre än hälften av stötverkan för sprängdeg. Som innesluten laddning bedöms KEMIX A patroner delvis uppfylla uppdraget då dess relativa arbetsförmåga är strax över hälften av den relativa arbetsförmågan för sprängdeg. Bedöms ej uppfylla uppdraget att lagras under en längre tid då dess hållbarhet är 12 månader.

MERIKEMIITTI

Bedöms uppfylla kraven för säker lagring och hantering eftersom det inte medför några hälsorisker är säker att hantera. MERIKEMIITTI klassas som explosivämne och förråd måste därför uppfylla gällande krav för förvaring av explosivämnen. Uppfyller kraven för våta förhållanden då den är mycket tålig mot vatten. MERUKEMIITTI bedöms även uppfylla kraven för temperaturförhållanden då den klarar av ett temperaturintervall på -25 till 30 grader. Uppfyller kraven för att laddas och skjutas utan fördröjning då det inte finns något begränsande tidsintervall att förhålla sig till efter laddning. MERIKEMIITTI bedöms ej uppfylla kraven för enkel laddning då det krävs en specialtillverkad laddningsapparat för att ladda, vilket skulle behöva tillföras organisationen. Uppfyller inte kraven för initiering av Försvarmaktens egna tändsystem då minst en 100 gram detonator krävs för att säkerställa detonation. MERIKEMIITTI bedöms delvis uppfylla uppdraget som friliggande laddning då dess stötverkan är strax över hälften av stötverkan för sprängdeg. MERIKEMIITTI bedöms uppfylla uppdraget för innesluten laddning då dess relativa arbetsförmåga har ett värde som ligger strax under den relativa arbetsförmågan för sprängdeg. MERIKEMIITTI bedöms inte uppfylla uppdraget att lagras under längre tid då dess hållbarhet är sex månader.

PENO C

Bedöms delvis uppfylla kraven för säker lagring och hantering. Det eftersom nitroglykol utsöndrar giftiga gaser som kan orsaka negativa hälsoeffekter. Sprängämnet bedöms inte kräva tillförd materiell till organisationen eftersom skyddsutrustning för kontakt med- och inandning finns i Försvarsmakten. PENO C uppfyller kraven för utplacering under våta väderförhållanden då den är väldigt resistent mot vatten. Den bedöms även uppfylla kraven för alla temperaturer då den klarar av ett temperaturintervall på -25 till 30 grader. PENO C uppfyller kraven för att laddas och skjutas utan fördröjning då det inte finns något begränsande tidsintervall att förhålla sig till efter laddning. Uppfyller kraven för initiering av Försvarsmaktens egna tändsystem då det krävs en sprängkapsel för initiering. PENO C uppfyller uppdraget som friliggande laddning då dess stötverkan är likvärdig med stötverkan för sprängdeg. PENO C bedöms uppfylla uppdraget som innesluten laddning då dess relativa arbetsförmåga är likvärdig med den relativa arbetsförmågan för sprängdeg. PENO C bedöms inte uppfylla uppdraget för att lagras under längre tid då dess hållbarhet är 24 månader.

7.2 SWOT-analys

Syftet med analysen är att beskriva hur väl de civila sprängämnena som undersöktes kan användas i en militär kontext. Analysen lägger stor vikt i hur väl sprängämnena uppfyller de uppsatta uppdragen: friliggande laddning, innesluten laddning samt förmågan att lagras under längre tid. Detta eftersom det tydligast och mest konkret beskriver hur sprängämnena praktiskt skulle fungera i militär verksamhet. Utöver det analyseras de uppsatta kraven för att ge en bredare bild av hur lämpliga de civila sprängämnena är och hur deras egenskaper påverkar den militära användningen av dem.

Styrkor De flesta civila explosivämnen: <ul style="list-style-type: none">• Har tillräckligt hög relativ arbetsförmåga.• Är säkra att hantera.• Hanteras på samma sätt som militära sprängämnen.	Svagheter De flesta civila explosivämnen: <ul style="list-style-type: none">• Har en låg stötverkan.• Har kort lagringstid.• Kräver en primärladdning för att detonera.
Möjligheter <ul style="list-style-type: none">• Specifika produkter är lämpliga för vissa typer av militära förstöringsarbeten.• Det finns ett brett utbud av produkter.• Sprängdeg fungerar som primärladdning för samtliga sprängämnen.	Hot <ul style="list-style-type: none">• Förmågan att lagras under längre tid är gränssättande för viss militär verksamhet.• Vilket sprängämne som finns tillgängligt vid behov är oklart.• Extrema väder kan påverka användningen av civila explosivämnen.

<ul style="list-style-type: none">• ANFO har potential att lagras under en längre tid om det inte förvaras som färdig produkt.	
--	--

Tabell 2: SWOT-analys av civila sprängämnen.

7.2.1 Fördelar

Värdena för relativ arbetsförmåga bedöms vara tillräckligt höga för att de ska klara av uppdraget innesluten laddning, på grund av att de inte skiljer sig mer i jämförelse med sprängdeg. Skillnaden var mellan 98 och 42 procent, där merparten av sprängämnena var runt 72 procent. Däremot är det svårt att fastställa vilket värde som är tillräckligt bra för att klara av uppdraget, eftersom mätningen inte säger något om materialet som ska sprängas. Det får dock anses som bekräftat att värdena för sprängdeg är tillräckligt riktiga, eftersom det är sprängdeg som alla beräkningar för att spränga olika objekt utgår ifrån. Det går att anta att lägre värden också klarar av arbetet, eftersom formlerna är förenklade och därav borde det finnas marginaler i laddningsvikten som beräknas av dessa formler. Med andra ord kan man anta att formlerna beräknar fram högre värden än vad det faktiskt skulle behövas för det specifika objektet. Det är dock bara något som kan antas och inte på något sätt bevisas i den här studien. Slutsatsen blir att givet att sprängdeg klarar uppdraget, klarar ett sprängämne med samma värden också uppdraget. Om värdena inte skiljer sig markant från sprängdeg, borde sprängämnet klara av arbetet. För att komplettera för lägre arbetsförmåga skulle även extra laddningsvikt kunna tillföras, enligt exemplet med sprängning av vägtrumma med ANFO. Dock måste sambandet med mer laddningsvikt för att komplettera den lägre relativa arbetsförmågan undersökas med praktiska prov, då det här arbetet inte ger något stöd åt sambandet.

Att värdena inte skilde sig på samma sätt som för stötverkan beror på att den relativa arbetsförmågan eftersträvas i de civila användningsområdena för sprängämnen. Det går även att notera att spränga berg och spränga exempelvis en vägtrumma inte skiljer sig åt på ett arbetsmässigt sätt, eftersom det i båda fallen är *massor* som ska flyttas. Därav kan de flesta sprängämnen som undersöktes användas i inneslutande laddningar. PENO C hade likvärdiga värden i jämförelse med sprängdeg, både när det gäller stötverkan och relativarbetsförmåga, vilket bedöms vara lämplig för både friliggande och inneslutna laddningar. PENO C skulle därför arbetsmässigt kunna ersätta sprängdeg vid militära sprängarbeten.

De civila sprängämnen som inte kräver någon extra utrustning för att laddas och förvaras bedöms vara lika lätta och säkra att hantera som sprängdeg. Sprängdeg klassas som många av

de civila sprängämnen som ett explosivämne och måste därför hanteras enligt säkerhetsföreskrifter. Det skulle därför inte påverka hanteringen av sprängämnen, då den bedöms likvärdig som sprängdeg i det avseendet. De civila sprängämnen som inte kräver någon specifik utrustning för att lagras och laddas, hanteras likt övriga sprängämnen i Försvarsmakten. De placeras ut där de ska användas, de apteras och armeras av tändmedel och sprängs. I det avseendet är det ingen skillnad att använda dessa sprängämnen eller att använda sprängdeg, förutom möjligtvis mängden sprängämnen. Vissa kräver dock en primärladdning för att detonera.

7.2.2 Nackdelar

Alla civila sprängämnen, förutom PENO C, hade en lägre stötverkan än sprängdeg. Stötverkan låg mellan 16 och 107 procent av sprängdegens stötverkan, där de flesta civila sprängämnen låg under 50 procent. Sprängdeg ses även i det här fallet som tillräcklig bra stötverkan för att uppfylla uppdraget friliggande laddning. De flesta civila sprängämnen kommer inte i närheten av stötverkan för sprängdeg vilka därför bedöms att inte uppfylla uppdraget som friliggande laddning. PENO C bedöms som tidigare nämnt lämplig för både friliggande och innesluten laddning.



Bild 4: Bilder från en sprängning av betongplattor med ett civilt sprängämne och med sprängdeg (friliggande laddningar). Bilderna påvisar skillnaden i stötverkan från två sprängämnen med samma laddningsvikt. Bilden till vänster visar effekten på ovansidan av betongplattan (där laddningen var placerad) från det civila sprängämnet. Bilden i mitten

visar effekten på undersidan av betongplattan från det civila sprängämnet. Bilden till höger visar effekten av det militära sprängämnet.⁸⁷

En annan nackdel som de civila sprängämnena har är att de har korta förvaringstider, mellan 6–24 månader. För militära sprängämnen som ska kunna lagras i upp mot 20 till 30 år är det för kort tid.

En del av de civila sprängämnena kräver specifik utrustning för att laddas och förvaras. Detta ses som en nackdel då den materiell som krävs för att kunna nyttja sprängämnet, måste tillföras och utbildas personal på. Detta gör att vissa sprängämnen, som exempelvis KEMIITTI 510, blir olämpliga att använda då det krävs mer resurser än själva sprängämnet för att kunna nyttjas. Även om den materielen fanns är det inte säkert att den militära personalen kan använda den utan kompletterande utbildning.

En del av de civila sprängämnena är känsliga för våta förhållanden vilket medför att de blir väderberoende.

7.2.3 Möjligheter

På den civila marknaden finns det sprängämnen som fungerar för antingen inneslutna eller friliggande laddningar och en del för båda. Detta innebär att möjligheten att nyttja dessa sprängämnen finns beroende på vad det är för sprängarbete som ska genomföras. Detta medför att i praktiken kan militära enheter framrycka till en civil arbetsplats, hämta sprängämnen och sedan spränga objekt med dessa sprängämnen. Eftersom det finns många olika produkter på marknaden kan därför rätt produkt tillföras till rätt objekt. Dock är det inte säkert att ett sprängämne med rätt egenskaper finns just på den platsen man väljer, eller att den militära personalen vet vilka sprängämnen som kan nyttjas till de specifika ändamålen. I den situationen där civila sprängämnen används för att tillfälligt fylla på med sprängämnen blir lagringstiden för sprängämnet mindre betydelsefullt, då sprängämnena förväntas användas direkt eller i en snar framtid.

Av de civila sprängämnena behövde en del en primärladdning för att detonera. Detta gör att de inte räcker med endast det civila sprängämnet för att det ska kunna nyttjas. Sprängdeg som har en hög detonationshastighet fungerar att använda som primärladdning till samtliga civila sprängämnen som undersöktes.

⁸⁷ Lindh, Jens. Lärare i militärteknik vid försvarshögskolan. Bilder från experiment, 2012.

En slutsats som Carleton drog utifrån sin studie var att ANFO kan lagras under långa tidsförhållanden om det lagras delat i komponenterna dieselolja och ammoniumnitrat. Detta skulle medföra att den kan lagras intill ett objekt där inneslutna laddningar ska nyttjas för att spränga objektet. Detta förutsätter att soldaterna som ska spränga objektet kan färdigställa sprängämnet på plats. Det finns även möjligheter att minska vädrets påverkan på ANFO beroende på hur den förpackas. Som Carleton konstaterar kan ANFO bli mindre vattenkänsligt om det förpackas i en typ av skyddsplast.

7.2.4 Hot

De civila sprängämnena kan som tidigare nämnt inte lagras under en längre tid (upp till två år) vilket blir problematiskt om syftet är att de ska utgöra en del av den lagrade ammunitionen. För att lagringen inte ska bli ett problem måste de civila sprängämnena användas direkt eller inom en bestämd tid efter införskaffning. Detta gör de civila sprängämnena känsliga för vilket typ av uppdrag eller syfte de ska nyttjas i och är inte lika flexibla som sprängdeg.

De civila sprängämnena löser inte både uppgiften som friliggande och inneslutna laddning, med vissa undantag, likt sprängdeg gör. Som tidigare nämnt påverkas förmågan till att förstöra objekt av vilket typ av objekt som ska sprängas. På liknande sätt påverkar utbudet av sprängämnen vilka objekt som kan sprängas. Denna studie kartlägger inte hur mycket av ett specifikt sprängämne som tillverkas i Sverige eller hur mycket som finns i lager. Detta medför att det inte går att konstatera vilket sprängämne som finns tillgängligt vid det tillfälle det kan tänkas behövas. Således är nyttjandet begränsat av vad som finns på marknaden vid det specifika tillfället.

Många av de civila explosivämnena är känsliga för väta vilket innebär att nyttjandet av dessa sprängämnen är väder beroende. Detta medför att givet att tillgången på sprängämnen finns, samt att det sprängarbetet som ska genomföras är lämpligt för just det specifika sprängämnet, kan sprängningen fortfarande bli ogenomförbar på grund av väderleken. Även extremväder med temperaturer under -20 och över 30 grader påverkar de civila sprängämnenas förmåga till att detonera, vilket kan begränsa dem på vissa geografiska platser under vissa tider på året.

8. Diskussion och slutsatser

Eftersom de civila sprängämnena har en relativarbetsförmåga som bedöms tillräcklig, skulle de kunna nyttjas som inneslutna laddningar och därmed användas för att förstöra objekt där inneslutna laddningar nyttjas. Det breda utbudet av produkter skulle även medföra att vissa

civila sprängämnen också kan nyttjas som friliggande laddningar, exempelvis PENO C. I praktiken skulle civila sprängämnen därför kunna ersätta sprängdeg i specifika situationer, med specifika sprängämnen. Fördelen med sprängdeg är att förmågan att förstöra objekt inte är beroende av objektet och situationen, eftersom sprängdegen kan användas både som friliggande och innesluten laddning. I det avseendet kan vissa specifika civila sprängämnen ersätta sprängdeg, exempelvis PENO C, men merparten kan inte det.

Många av de civila sprängämnena kräver en primärladdning. I kombination med sprängdeg kan sprängdegen utgöra primärladdningen. I praktiken skulle då själva laddningen kunna utgöras av den civila produkten och sprängdegen används endast som primärladdning. Eftersom de civila sprängämnena är situationsberoende är det inte säkert att det sprängämne man har med sig kan uppnå verkan, beroende på objektet som ska förstöras. Lösningen skulle vara, likt Carleton konstaterade i sitt arbete, att förvara de civila sprängämnena intill det objekt som de är tänkta att användas till. Här är det stora problemet att de civila sprängämnena inte kan lagras under en längre tid. ANFO är det enda av de civila sprängämnena som har potential att lagras under en tid som är längre än två år, och då uppdelat i två komponenter som måste färdigställas innan användningen. Den processen skulle behövas undersökas närmare för att kunna konstatera om det skulle kunna vara ett alternativ. Om det skulle vara en görbar process så skulle det innebära att kunskap om den processen skulle behöva tillföras Försvarsmakten i form av reglementen och utbildning för soldater och officerare. Med det sagt går det utifrån resultaten konstatera att använda de civila sprängämnena till att upprätta lager av sprängämnen inte är sättet de bör nyttjas på. I stället ska de användas för att komplettera sprängdegen när behovet av mera sprängämnen finns.

Eftersom en kartläggning av vilka civila sprängämnen som används vart, när eller mest, inte är genomförd, är det svårt att dra slutsatser om det går att hitta det man behöver hos exempelvis en fabrik eller byggarbetsplats. Det som dock kan konstateras är att den civila marknaden har ett brett utbud. Givet att det finns flera produkter att välja mellan, skulle således en civil fabrik eller byggarbetsplats kunna fungera för att ersätta använda resurser om det skulle vara slut. I praktiken skulle ett förband kunna framrycka till en fabrik och hämta det sprängämne som är mest lämpligt för att lösa en specifik uppgift. I den situationen blir inte lagringstiden begränsande eftersom sprängämnet ska nyttjas direkt. För att det ska fungera måste kunskapen om vad det är man behöver och vilka mängder. En lösning skulle då vara att omräkningstabellen som används i spränghandboken skulle fyllas på med civila sprängämnen. Om en kartläggning av de vanligaste civila sprängämnena som används i samhället skulle den

militära personalen som fyller på med civila sprängämnen veta vilka produkter som klarar av sprängarbetet som ska utföras. Det skulle även öka tillgängligheten på de civila sprängämnena om kompetensen för dess nyttjande finns hos de förband som ska nyttja det. Därför skulle utbildning av förband som kan hamna i den situationen vara motiverad. Exempelvis befäl på ingenjör- och pionjärförband.

8.1 Verkanseffekt

Utifrån den verkans effekt som vill uppnås i det militära sammanhanget kan de flesta civila sprängämnena utföra specifika militära sprängarbeten, men de kan inte helt ersätta sprängdeg. För att uppnå den önskade effekten kan en större mängd behöva användas för att kompensera för en lägre relativ arbetsförmåga. Stötverkan är god hos specifika sprängämnen och kan vara lika hög som hos sprängdeg, vilket innebär att verkan blir den samma. För att på ett säkert sätt påvisa verkan hos de civila sprängämnena måste de testas i militära kontexter. Försök där civila sprängämnen jämförs med sprängdeg är lämpliga för att räkna ut vilken mängd civila sprängämnen som krävs för att uppnå motsvarande verkan som för en specifik mängd sprängdeg. Att på ett enkelt sätt kunna räkna om mängden sprängdeg som behövs, till den mängd civila sprängämnen som behövs, är en förutsättning för att uppnå den önskade verkan. Därför behöver reglementen och handböcker utökas med den kunskapen för att militär personal ska kunna nyttja de civila sprängämnena. Även utbildning för befäl och soldater skulle säkerställa att de civila sprängämnena blir tillgängliga och förbanden uppnår verkan.

8.2 Uthållighet och tillgänglighet

På den civila marknaden finns det sprängämnen som inte kräver någon specifik materiel utöver den som Försvarsmakten har för att kunna nyttjas av Försvarsmakten. Därför behöver inte ytterligare materiell tillföras. Lagringen är ett problem som endast specifika sprängämnen under särskilda förhållanden kan uppfylla. För uthålligheten innebär det att Försvarsmakten inte kan lagerhålla de civila sprängämnena utan kan endast nyttja dem om de tillförs genom tillverkning. Därför är inte lager intill de objekt som ska förstöras en lämplig lösning på problemet. I stället skulle en lösning vara att nyttja de civila sprängämnena för att tillfälligt tillföra extra sprängämnen till förbanden. De sprängämnen man kan tillföra beror till stor del på vad som tillverkas och vad den civila marknaden erbjuder vid det specifika tillfället. Det blir därför svårt att långsiktigt tillfredsställa behoven. Däremot finns det möjlighet till att fylla på med extra sprängämnen för att komplettera de militära sprängämnena. För att säkerställa att rätt sprängämnen finns tillgängliga skulle vara att genomföra en krigsplanering för de

sprängämnen som efterfrågas samt att krigsplacera personal till arbetsplatserna. Exempelvis skulle en fabrik kunna få i uppgift att vid beredskapshöjning tillverka ett specifikt sprängämne i syfte att kunna understödja de militära förbanden. Väderförhållanden kan bli problematiskt för de civila sprängämnena och skulle begränsa utbudet av sprängämnen som kan nyttjas.

Det goda utbudet av civila sprängämnen skulle kunna minska risken att inte hitta ett lämpligt sprängämne, men utan en kartläggning av vad marknaden erbjuder finns det en osäkerhetsfaktor. Därför behövs en kartläggning av civila sprängämnen göras för att hantera riskerna med att inte hitta det man söker. Denna uppgift skulle kunna falla på militärregionerna som genom samverkan med Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, kommuner samt de företag som tillhanda har sprängämnena, skapar underlag som kan stödja de militära förbanden i en konflikt. Detta genomförs med fördel i fredstid för att minska behovet av en större samverkan vid höjd beredskap.

8.3 Slutsatser

Hur påverkar de civila explosivämnen grundförmågorna verkan, uthållighet och tillgänglighet?

De civila sprängämnena som undersöktes har potential att uppnå verkan om rätt sprängämne används till rätt sprängarbete. Generellt är de civila sprängämnena mest lämpliga för inneslutna laddningar, vissa uppfyller kraven för friliggande laddningar. Detta medger att civila sprängämnen kan nyttjas till de flesta militära sprängningar. För förmågan uthållighet innebär de civila sprängämnena ett logistiskt problem eftersom de inte kan lagras under en längre tid. De civila sprängämnena har dock potential att bidra till de militära förbandens uthållighet genom att ersätta militära sprängmedel som är förbrukade. De civila sprängämnena kan öka tillgängligheten på sprängämnen hos de militära förbanden om de nyttjas i kombination med sprängdeg. För att kunna konstatera att tillgängligheten skulle öka måste en kartläggning om vilket omfång och på vilka platser de civila sprängämnena tillverkas i Sverige.

I vilka militära situationer skulle civila explosivämnen vara mest lämpliga att nyttja?

De situationer som är mest lämpliga att använda civila sprängämnen är i kombination med sprängdeg där de civila sprängämnena utgör laddningen och sprängdegen utgör primärladdningen. Generellt är sprängarbeten som nyttjar inneslutna laddningar mest lämpliga för de civila sprängämnena, på grund av deras relativa arbetsförmåga. Med det sagt så måste

det specifika sprängämnet matchas ihop med rätt sprängarbete för att säkerställa den önskade effekten. Tack vare det breda utbudet av civila sprängämnen så kan bedömt de flesta militära sprängningar nyttja ett civilt sprängämne om det har rätt egenskaper avseende den specifika sprängningen.

För att säkerställa att de civila sprängämnena ska vara tillgängliga skulle följande åtgärder behöva genomföras:

1. De militära förbanden måste utbildas i vilka sprängämnen som kan nyttjas till olika sprängarbeten. Reglementen för beräkning av laddningsvikter måste uppdateras med de civila sprängämnena som anses lämpliga för att underlätta handhavandet för truppen.
2. Tillgången på civila sprängämnen måste kartläggas för att få en uppfattning om möjligheten att fylla på med sprängämnen finns. Beroende på resultaten från kartläggningen kan civila sprängämnen behövas krigsplaceras för att säkerställa tillgängligheten vid en konflikt.

8.4 Vidare forskning

För att styrka resultaten från den här studien skulle prov och försök med de civila sprängämnena vara lämpligt. Ett vattenprov skulle kunna påvisa effekterna av en innesluten laddning och granska den relativa arbetsförmågan djupare. För att säkerställa verkan för exempelvis en vägtrummesprängning skulle ett fullskaleförsök av en sprängning av vägtrumma vara det mest lämpliga. Vidare skulle flera försök med olika laddningsvikter på ett tydligt sätt undersöka hur önskad effekt uppnås med olika sprängämnen. För att tydligare beskriva tillgängligheten på civila sprängämnen skulle en kartläggning av vilka sprängämnen som används i stora kvantiteter samt på vilka platser de används, behöva genomföras.

Om verkan i form av prov och försök kan säkerställas, samt tillgängligheten genom en kartläggning och krigsplanering av sprängämnena samt kunskapstillförsel till militär personal, skulle uthålligheten hos de militära förbanden öka. När de militära förbanden kan spränga fler objekt ökar förmågan till förstöring.

9. Referenser

Andersson, Kent, Bang, Martin, Marcus, Carina, Persson, Björn, Sturesson, Peter, Jensen, Eva och Hult, Gunnar. Military utility: A proposed concept to support decision-making.

Technology in society. Vol. 43, 2015: 23-32. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2015.07.001>
(Hämtad 2022-02-13)

Andersson, Kurt, Axberg, Stefan, Eliasson, Per, Harling, Staffan, Holmberg, Lars, Lidén, Ewa, Reberg, Michael, Silfverskiöld, Stefan, Sundberg, Ulf, Tornérhielm, Lars, Vretblad, Bengt och Westerling, Lars. *Lärobok i Militärteknik, vol. 4: Verkan och skydd*. Vällingby: Elanders, 2009.

Axberg, Stefan, Andersson, Kent, Bang, Martin, Bruzelius, Nils, Bull, Peter, Eliasson, Per, Ericson, Marika, Hagenbo, Mikael, Hult, Gunnar, Jensen, Eva, Liwång, Hans, Löfgren, Lars, Norsell, Martin, Sivertun, Åke, Svantesson C-G, och Vretblad, Bengt. *Lärobok i Militärteknik, vol. 9: Teori och metod*. Vällingby: Elanders, 2013.

Chapman, Clinton, och Groven, Lori. Evaluation of a CL-20/TATB Energetic Co-crystal. *Propellants Explos. Pyrotech.* Vol. 44, 2019: 293-300. DOI: 10.1002/prop.201800255
(Hämtad 2022-02-13)

Carleton, H. D. *Military Use of Bulk Explosives*. Vicksburg: U. S. army engineer waterways experiment station, 1978. <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA056418.pdf> (Hämtad 2022-02-13)

Formby, S, och Wharton, R. Blast characteristics and TNT equivalence values some commercial explosives detonated at ground level. *Journal of hazardous materials*. Nr 50, 1996: 183-198.

FORCIT explosives. Produkter. 2021. <https://forcitexplosives.se/produkter/>. (Hämtad 2022-03-15).

Försvarsmakten. *Handbok för Försvarsmaktens målsättningsarbete – förband*. Stockholm, 2011.

Försvarsmakten. *Fältarbetsreglemente för Försvarsmakten – sprängning*. Stockholm, 1980.

Försvarsmakten. *Doktrin för Gemensamma operationer*. Stockholm, 2020.

Lindh, Jens. Lärare i militärteknik vid försvarshögskolan. Bilder från experiment, 2012.

Locking, P. The trouble with TNT equivalence. *International symposium on ballistics*. Nr 26, 2011.

Olofsson, Stig. *Modern bergsprängningsteknik*. Ärla: Applied Explosives Technology, u. å.

Sejlitz, Ingvar. *ExplosivämneS KUNSKAP*. Karlskoga: KCEM AB, 2009.

Sikder, A. och Sikder, Nirmala. A review of advanced high performance, insensitive and thermally stable energetic materials emerging for military and space applications. *Journal of Hazardous Materials*. Vol. 112, nr. 1, 2004: 1-15.

<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2004.04.003> (Hämtad 2022-02-13)

Sparf, Magnus. *Modellbaserad representation av Strategiskt styrdokument för Försvarsmakten*. Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut, FOI, 2010.

<file:///C:/Users/Asus/Downloads/FOIR3017.pdf> (Hämtad 2022-02-14)

10. Bilagor

10.1 Bilaga 1: Beräkning av stötverkan och relativ arbetsförmåga

Stötverkan

p = detonationstryck (Pa), ρ = densitet (kg/m³), D = detonationshastighet.

$$p = \frac{1}{4} * \rho * D^2$$

ANFO

$$\frac{1}{4} * 880 * 3000^2 = 1\,980\,000\,000$$

$$\frac{1}{4} * 880 * 3500^2 = 2\,695\,000\,000$$

F – rörladdning

$$\frac{1}{4} * 1000 * 2200^2 = 1\,210\,000\,000$$

$$\frac{1}{4} * 1000 * 2700^2 = 1\,822\,500\,000$$

Fordyn

$$\frac{1}{4} * 1450 * 2300^2 = 1\,917\,625\,000$$

$$\frac{1}{4} * 1450 * 6200^2 = 13\,934\,500\,000$$

Kemiitti 510

$$\frac{1}{4} * 850 * 4200^2 = 3\,748\,500\,000$$

$$\frac{1}{4} * 850 * 5500^2 = 6\,428\,125\,000$$

Kemix A, patroner

$$\frac{1}{4} * 1150 * 4600^2 = 6\,083\,500\,000$$

$$\frac{1}{4} * 1150 * 5600^2 = 9\,016\,000\,000$$

Merikemiitti

$$\frac{1}{4} * 1260 * 5500^2 = 9\,528\,750\,000$$

$$\frac{1}{4} * 1260 * 6500^2 = 13\,308\,750\,000$$

PENO C

$$\frac{1}{4} * 1520 * 7500^2 = 21\,375\,000\,000$$

$$\frac{1}{4} * 1520 * 8000^2 = 24\,320\,000\,000$$

Sprängdeg

$$\frac{1}{4} * 1500 * 7800^2 = 22\,815\,000\,000$$

Relativ arbetsförmåga

A = relativ arbetsförmåga, E = energiinnehåll (kcal/kg), V = utvecklad gasvolym (l/kg).

$$A = \frac{5}{6} * E + \frac{1}{6} * V$$

ANFO

$$\frac{5}{6} * 955,38 + \frac{1}{6} * 1052 = 971,48$$

F – RÖRLADDNING

$$\frac{5}{6} * 477,69 + \frac{1}{6} * 413 = 466,91$$

FRODYN

$$\frac{5}{6} * 1050,92 + \frac{1}{6} * 961 = 1035,93$$

KEMIITTI 510

$$\frac{5}{6} * 740,42 + \frac{1}{6} * 1113 = 802,52$$

KEMIX, patroner

$$\frac{5}{6} * 644,88 + \frac{1}{6} * 1040 = 710,73$$

MERIKEMIITTI

$$\frac{5}{6} * 1050,92 + \frac{1}{6} * 929 = 1030,60$$

PENO C

$$\frac{5}{6} * 1146,46 + \frac{1}{6} * 787 = 1086,55$$

Sprängdeg

$$\frac{5}{6} * 1194,23 + \frac{1}{6} * 700 = 1111,86$$

10.2 Bilaga 2: Laddningsberäkning trumma med ANFO och sprängdeg

Formel: $L=4*h^2$, $L*s$ = totala mängden sprängdeg.

Relativ arbetsförmåga sprängdeg: 1111,86

Relativ arbetsförmåga ANFO: 971,48

Skillnad relativ arbetsförmåga: $\frac{1111,86}{971,48} = 1,14$

Väg som är 7 m bred med höjden $h = 2$: $4 * 2^2 = 16$ kg/m

Med ANFO i stället för sprängdeg: $16 * 1,14 = 18,24$ kg/m

Total laddningsvikt ANFO: $18,24 * 7 = 127,68$ kg

Total laddningsvikt sprängdeg: $16 * 7 = 112$ kg

10.3 Bilaga 3: Räkne exempel trumma

$L=4*h^2$, $L*s$ = totala mängden sprängdeg.

där $L = \text{kg/m}$, $h = \text{avståndet från botten av trumma upp till vägen}$, $s = \text{längden på trumman}$.

En trumma där $h = 3\text{m}$ och $s = 24\text{m}$ ger: $4*3^2=36 \rightarrow 36*24=864$

Alltså blir den totala mängden sprängdeg 864kg.

10.4 Bilaga 4: Mail från Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

10.4.1 Måndag 2022-02-21

Hej Samuel!

På MSB har vi ingen samlad uppgift om vilka civila explosiva varor, typer eller mängder, som finns på den Svenska marknaden. Vi är inte säkra på om MSB ens har ett bemyndigande att samla in de uppgifterna.

De som tillverkar eller importerar civila explosiva varor ska ha tillstånd från MSB. De som enbart säljer explosiva varor ska ha tillstånd från kommun.

Vad vi kan göra är att MSB ger dig uppgifter om vilka företag som har tillstånd att tillverka eller importera civila explosiva varor. Sedan kan du ta kontakt med de företagen.

Hälsning

Shulin

10.4.2 Tisdag 2022-02-22

Hej!

Här kommer en lista på dem som har tillstånd att tillverka eller importera explosiva varor inom civilt område.

De som är markerade med gulffärg är de största aktörerna.

I kolumnen ”Tillstånd”, ser du ungefär vad företaget jobbar med.

Notera att ”import” betyder införsel från länder utanför EU/EES-område.

Att föra in explosiva varor från ett EU/EES land krävs inget importtillstånd. Det krävs ett överföringstillstånd. MSB har utfärdat flera tusen överföringstillstånd. Att gå genom dem kräver för mycket tid. Med andra ord är det ingen enkel uppgift att kartlägga den civila marknaden.

Hälsning

Shulin