

# Krumbaneild i Saab Training Systems

*En komparativ studie av simulert og reell sårbarhet*



**KRIGSSKOLEN**

**Dalen, Even**

Bachelor i militære studier- ledelse og landmakt

Emne fordypning

Krigsskolen

Vår 2017

Antall ord: 8340



## Forord

Gjennom denne studien har jeg oppnådd større innsikt innenfor temaet instrumentert utdanning, trening og øving som har ledet til oppklarende svar på mine bias angående simulering av krumbaneild. Siden mitt møte med Hæren sitt simulatorsystem høsten for fem år siden, har realistisk trening vekket stor interesse hos meg. Jeg har opplevd positive og negative sider ved systemet. Med et ønske om å bidra til gjøre systemet enda mer realistisk henvendte jeg meg til Kamptreningssenteret på Rena. Etter en god dialog landet oppgaven på tematikken simulert krumbaneild. Siden da har arbeidet vært meget interessant og høyst aktuell for mitt framtidige virke. Til tider har også oppgaven vært utfordrende. I forlengelse av dette vil jeg rette en takk til veileder Ivan Langhelle, Halvar Holtane og spesielt forsker Ove Dullum. Dere har vært en uvurderlig kilde til forståelse og motivasjon.

Linderud, mars 2017

*Even Dalen*



# Innholdsfortegnelse

<b>1 Innledning</b> .....	<b>7</b>
1.1 Bakgrunn.....	7
1.2 Problemstilling.....	8
1.3 Avgrensning.....	8
1.4 Begreper.....	9
1.5 Disposisjon.....	9
<b>2 Metode</b> .....	<b>11</b>
2.1 Valg av metode.....	11
2.2 Valg av teori og muntlige kilder.....	12
2.3 Metode- og kildekritikk.....	13
<b>3 Teori</b> .....	<b>15</b>
3.1 Sårbarhet og skadeareal.....	15
3.2 STS sitt simulatorsystem.....	16
3.2.1 Simulert krumbaneild.....	16
3.2.2 AWES Indirect Fire Vulnerability Model.....	17
3.2.3 Divergens mellom STS sitt AWES-dokument og mulighetene i KTS sitt Excon.....	18
3.3 Krumbaneild i virkeligheten.....	19
3.3.1 Valg av brannrør.....	19
3.3.2 Sprenggranatens nedslagsvinkel.....	20
3.3.3 Sprenggranatens detonasjonshøyde.....	21
3.3.4 Terrengets beskaffenhet.....	22
3.3.5 Hindringer.....	23
3.3.6 Blindgjengere.....	24
3.3.7 Snølag.....	24
<b>4 Drøfting</b> .....	<b>26</b>
4.1 Valg av brannrør.....	26
4.2 Sprenggranatens nedslagsvinkel.....	27
4.3 Sprenggranatens detonasjonshøyde.....	28
4.4 Terrengets beskaffenhet.....	28
4.5 Hindringer.....	30
4.6 Blindgjengere.....	31
4.7 Snølag.....	32

<b>5 Konklusjon .....</b>	<b>33</b>
<b>6 Anbefaling til KTS.....</b>	<b>34</b>
<b>7 Kildeliste.....</b>	<b>35</b>
<b>8 Intervjuer.....</b>	<b>38</b>

Figur 1: (SAAB AB, 2015, s. 44).....	18
Figur 2: (SAAB AB, 2015, s. 44).....	18
Figur 3: (The Departments of the Army, Air Force, and Navy and the defence special weapons Agency, 1998, s. 7.11).....	20
Figur 4: (Roponen, 2015, s. 14).....	20
Figur 5: (Driels, 2013, s. 751).....	22
Figur 6: (Roponen, 2015, s. 45).....	23
Figur 7: (US Army, 1968, s. 138).....	25

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

I Hæren benyttes Saab Training Systems (STS) sitt simulatorsystem for tosidig simulatorstøttet (instrumentert) utdanning, trening og øving. Simulatorsystemet muliggjør en sikkerhetsmessig forsvarlig og realistisk utdanning (Sletten, 2012, s. 8). Hensikten er å bedre kvaliteten på den tradisjonelle treningen man utfører med militære avdelinger.

Simulatorsystemets medfølgende øvelses- og kontrollsenter (Excon), gir muligheten for overvåkning av hendelsesforløpet under utdanning, trening og øving. Dermed kan man enklere gjennomføre evalueringer.

”Evaluering dreier seg om bedømmelser av arbeid som er utført, både underveis og ved slutføring” (Forsvarets skolesenter, 2006, s. 35). I Forsvaret benyttes blant annet modellen *After Action Review* i forbindelse med tilbakemelding og evaluering. Modellen fremmer læring gjennom å konfrontere deltagerne med de feilhandlinger som oppstår (US Army Combined Arms Center - Training, 2011, s. 2). Ved bruk av STS sitt simulatorsystem kan man, basert på loggførte hendelsesforløp, gjennomføre evalueringer med objektive tilbakemeldinger (Sletten, 2012, s. 8).

I tilfeller hvor en konfronteres med sine feiltrinn, tenderer man mot å skylde nederlaget på ytre omstendigheter (Kaufmann & Kaufmann, 2009, s. 226). I forbindelse med instrumentert trening og øving, kan det virke naturlig å basere personlige nederlag på omstendigheter som simulatorsystemets grad av realisme. Om det faktisk er en divergens mellom STS sine simuleringmodeller og virkeligheten er derfor et interessant tema.

I forbindelse med øving og trening, både i rollen som vognkommandør og geværmann, har jeg erfart hvordan krumbaneild skaper kaos og ødeleggelse i avdelingen. Oppfatningen blant mine over-, side- og underordnede, sågar hos meg selv har vært at krumbaneilden i STS sitt simulatorsystem virker urealistisk effektiv. Antakelsene skyldes blant annet situasjoner under utdanning trening og øving hvor begrensninger har blitt satt på bruken av krumbaneild for å øke avdelingenes levetid. Med dette lagt til grunn stiller jeg meg kritisk til effektiviteten av krumbaneild i STS sitt simulatorsystem.

## 1.2 Problemstilling

Med et ønske om å tilegne meg større innsikt om STS sin simuleringsmodell for krumbaneild og utforske om den er for effektiv sammenlignet med virkeligheten, formuleres følgende problemstilling.

*Er Saab Training Systems sin simuleringsmodell for utfall av krumbaneild for effektiv i forhold til virkeligheten?*

Denne studien blir dermed en vurderingsoppgave hvor det sees på ulike faktorer som påvirker effekten av krumbaneild i virkeligheten og sammenlignet de med faktorene STS sitt simulatorsystem tar høyde for.

## 1.3 Forutsetninger

Oppgaven forutsetter at ethvert krumbaneengasjement treffer det tilsiktede målet. Faktorer som påvirker treffsikkerheten vil dermed ikke belyses.

Oppgaven forutsetter at alle typer mål er like sårbare, da oppgaven isolert sett ser på krumbaneildens effekt. Om måltypen er personell eller kjøretøy spiller derfor ingen rolle for krumbaneildens effekt.

## 1.3 Avgrensninger

Oppgaven vil kun fokusere på de fysiske påvirkningene av krumbaneild ettersom utfallsresultater kun sees på som tall. Psykiske påvirkninger og lidelser vil med andre ord ikke belyses i oppgaven.

Oppgaven vil ikke drøfte værforhold ettersom det påvirker en sprenggranats treffsikkerhet (Berle, 2000, s. 28) og det allerede forutsettes at alle krumbaneengasjement treffer det tilsiktede målet.

Oppgaven vil studere krumbaneildens effekt isolert sett og ikke målets egenbeskyttelse. Jamfør punkt to i kapittel 1.3. Dette vil være relevant for definisjonen på sårbarhet som forklares i kapittel 3.1.



Oppgaven fokuserer på 155mm sprenggranat i forbindelse med begrepet krumbaneild. Med bakgrunn i STS sitt hoveddokument, ser man at sprenggranater av andre kaliber simuleres likt (SAAB AB, 2015). Derfor vil oppgavens funn være overførbart.

## 1.4 Begreper

*Excon:* Exercise Control. Instrumenterte øvelser kontrolleres og følges opp fra operatørene i øvelses- og kontrollsenteret. Simuleringen av krumbaneild initieres fra Excon (Sletten, 2012, s. 28).

*Area Weapons Effect Simulation:* Simulering av områdevirkende våpen.

*Instrumentert øving og trening:* tosidig simulatorstøttet trening/øving ved hjelp av lasere, GPS, et automatisk datanettverk mellom spillerne og Excon (Sletten, 2012).

*Saab Training Systems:* Undergruppe av Saab som blant annet leverer toveis laserbaserte simulatorsystemer.

*Sårbarhet:* ”Sårbarhet er et mål for å finne ut hvor effektivt et våpen er overfor et gitt mål” (Dullum, Virkning i målet / terminalballistik, 1990, s. 14). Oppgavens teorikapittel vil forklare begrepet ytterligere. For å unngå misforståelser presiseres det at begrepet *sårbarhet* brukes uavhengig av typen mål og dets egenbeskyttelse. Som et eksempel vil ikke en sprenggranats sårbarhet bli større eller mindre om målet er en infanterist uten hjelm eller en stridsvogn med forsterket pansring. I tilfeller hvor oppgaven bruker begrepet *effektivitet*, betyr dette det samme som sårbarhet.

## 1.5 Disposisjon

Oppgavens oppbygning vil foregå på følgende måte. Kapittel to vil inneholde valget av metode, teorier og muntlige kilder. Videre hvilke svakheter som er aktuelle for den valgte metoden og kildeutvalget. Kapittel tre vil innledningsvis forklare sårbarhet og skadeareal ettersom de utgjør et mål for effektiviteten av krumbaneild. Deretter belyses hvordan

krumbaneild simuleres i STS sitt simulatorsystem med grunnlag i både teori og praktiske erfaringer fra KTS. Krumbaneild i virkeligheten vil forklares ved å illustrere hvordan ulike påvirkningsfaktorer både hemmer og fremmer dens effekt. Om STS sin simulerte krumbaneild tar høyde for de ulike reelle påvirkningsfaktorene vil avdekkes gjennom eksempler i kapittel fire. Drøftingens konklusjoner vil avslutningsvis benyttes til å svare på oppgavens problemstilling og gi en anbefaling til Kamptreningssenteret (KTS).

## 2 Metode

Hensikten med dette kapittelet er å gi leseren innsikt i tankeprosessen som er lagt til grunn for valg av metode og hvordan teori- og kildeinnsamlingen har foregått. Videre hvordan valgt metode besvarer oppgavens problemstilling. Avslutningsvis beskriver kapittelet kritikken av den valgte metoden og utvalget av teori.

### 2.1 Valg av metode

I boken *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* skriver Johannesen, Tufte og Christoffersen: ”Vi har i det hele tatt lett for å danne oss generelle oppfatninger, eller teorier, basert på våre egne konkrete erfaringer” (Johannesen, Tufte, & Christoffersen, 2011, s. 27). Dette forklarer antakelsene som har dannet grunnlaget for denne studien. Skepsisen angående utfall av simulert krumbaneild ledet til temaet instrumentert trening som igjen presiserte oppgavens problemstilling. I tillegg skriver Johannesen, Tufte og Christoffersen at det er avgjørende å utnytte teori og framgangsmåter som gjør en i stand til å svare på problemstillingen. I forlengelse har det vært hensiktsmessig for oppgaven å gjennomføre en komparativ studie, herunder *forskjellsmetoden* som gransker like objekter slik at man kan isolere ulikhetene (Johannesen, Tufte, & Christoffersen, 2011, s. 210). Ved å opparbeide seg grunnleggende forståelse innenfor krumbaneild i STS sitt simulatorsystem og i virkeligheten, vil man kunne identifisere likheter og ulikheter mellom dem. Overensstemmelse eller forskjeller mellom instrumentert øving og virkeligheten vil gi et svar på oppgavens problemstilling.

Om oppgavens natur og metode er samfunns- eller naturvitenskapelig kan diskuteres. ”Naturvitenskapene forholder seg hovedsakelig til fenomener uten språk og evne til å forstå seg selv og sine omgivelser” (Johannesen, Tufte, & Christoffersen, 2011, s. 30). Laserbaserte simulatorsystemer baseres på matematikk. På den annen side er oppgavens problemstilling basert på en menneskelig oppfattelse av et fenomen. Etersom svaret oppgaven søker å finne vil begrunnes kvantifisert med tall, blir oppgavens endelige klassifisering trolig naturvitenskapelig. Mange vil hevde at en samfunnsvitenskapelig tilnærming til en bachelor i militære studier er hensiktsmessig. Dette skyldes at en bachelor i militære studier er en bachelor i ledelse. (U.S. Army Combined Arms Center, 2012) . Likevel legitimeres oppgavens tilnærming med teknologiens viktighet innenfor den militære profesjon.

”Teknologien er med på (...) og støtte prosessene situasjonsbevissthet, ledelse, planlegging og utførelse.” (Forsvarets stabsskole, 2014, s. 49)

Kvantitative data vil utgjøre de fundamentale byggesteinene i oppgaven ettersom tall gir et mål for krumbaneildens effektivitet. Oppgavens problemstilling vil dermed kunne besvares med utregninger som grunnlag. Samtidig er hensiktsmessige mengder matematikk og utregninger tatt i bruk for å gjøre oppgaven så lettforståelig som mulig. Avslutningsvis vil oppgavens konklusjon danne en anbefaling til KTS. Anbefalingen vil om mulig gi forslag til justering av STS sin simuleringmodell for krumbaneild. Med grunnlag i eksempler og utregninger vil oppgavens eventuelle funn rangerer ut i fra graden de divergerer mellom STS sin simulering av krumbaneild og virkeligheten.

## 2.2 Valg av teori og muntlige kilder

Opgaven vil i hovedsak studere skriftlige kilder. I tillegg er det verdt å nevne at erfaringer fra praksis i bruk av simulatorsystemene er et viktig bidrag. For å danne et mest mulig realistisk bilde av hvordan krumbaneild simuleres fra Excon, kombinerer oppgaven teori fra STS sitt hoveddokument med praksis i bruk av simulatorsystemet formidlet av ansatte med lang erfaring ved KTS. Grunnen til dette er at antakelsen om krumbaneildens overdrevne effektivitet skyldes erfaring fra trening og øving. Derfor må oppgaven finne ut hva som faktisk er praksisen instrumenterte avdelinger deltar i. Simuleringsmuligheter som beskrives i STS sitt dokument, men ikke nyttes i KTS sitt Excon vil dermed ikke tas hensyn til.

I STS sitt hoveddokument, som oppgaven senere vil belyse, blir en presentert et bredt spekter av øvingsmuligheter og instrumenterte våpensystemer. Selv om oppgavens problemstilling er spesifikk innenfor temaet, synes det likevel hensiktsmessig å implementere et teoretisk grunnlag som forklarer hele konseptet instrumentert trening og øving. Hensikten er å gjøre oppgaven forståelig for andre målgrupper enn de som har inngående kjennskap til dette. For å forstå instrumentert trening og øving er en rapport fra Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI) vedrørende KTS benyttet. Rapporten er den eneste oversiktlige kilden angående KTS som er lett tilgjengelig. Kildens pålitelighet anses god, da den kommer fra en anerkjent institusjon. STS sitt hoveddokument er en teknisk manual som beskriver hvordan systemets ulike simuleringer fungerer. Her er krumbaneild og herunder sårbarhetsmodellen nøye forklart.

Sårbarhetsmodellen er laget av forsker Ove Dullum ved FFI. I forbindelse med skriving av oppgaven er Dullum konsultert, i den hensikt å oppnå forståelse og unngå feiltolkninger. Gjennom samarbeidet ble uoverensstemmelse mellom mulighetene STS sitt dokument skisserer, og hva som er mulig å praktisere ved KTS, identifisert. Dermed oppstod behovet for å implementere et underkapittel i oppgavens teoridel som forklarer hva som praktiseres. De muntlige kildene som nyttes i dette kapittelet er hentet fra ansatte ved KTS med lang erfaringer. Det var et naturlig valg å henvende seg til dem ettersom de er Excon-operatører.

Teori som omfatter krumbaneild i virkeligheten er mangfoldig. Oppgaven har valgt ut teori som belyser faktorer som påvirker effekten av en sprenggranat. Grunnet vansker med å finne dokumenter som kartlegger enhver tenkelig påvirkningsfaktor, ble dialog med den fagkyndige forskeren Dullum den endelig løsningen (Dullum, 2017). Ved hjelp av hans ekspertise innenfor fagfeltet ble oppgavens valg av påvirkningsfaktorer kvalitetssikret. Innholdet og teorien innenfor hver påvirkningsfaktor er hentet fra ulike publikasjoner og webområder. Oppgavens fokus har vært å finne teori som bekrefte av utregninger og statistikk.

### 2.3 Metode- og kildekritikk

Oppgavens ideal var å benytte seg av faktiske historiske utfallsdata på effekten av krumbaneild og sammenligne dem med resultater fra tidligere instrumenterte øvelser. Historiske utfallsdata er meget vanskelig å anskaffe grunnet to hovedårsaker. For det første vil det under en stridskontakt være vanskelig å skille mellom hvilke skader som skyldes hvilket våpensystem og hvilket våpensystem som har forårsaket splintvirkning og trykkbølger som har forårsaket skade. Utfallsdataene fra tidligere kriger og konflikter vil derfor ikke være presise nok. Den andre hovedårsaken er at informasjonsrike dokumenter innenfor temaet i stor grad er gradert. Som eksempel har en amerikansk studie, gjennomført av *Joint Technical Coordinating Group for Munitions Effectiveness* (Joint technical coordinating group for munitions effectiveness, 1998, s. 4), gjennomført testskyting av ulike krumbanevåpen mot testobjekter for å kartlegge dødeligheten. Denne studien er gradert til konfidensiell. I forlengelse av dette måtte oppgaven avveie om den skulle øke graderingsgraden eller justere metoden. Sistnevnte ble valg for å unngå merarbeid og samtidig gjøre oppgaven tilgjengelig for allmennheten. En svakhet med oppgaven er dermed at den baserer seg utelukkende på teori framfor faktiske historiske hendelser som bevis.

I Store Norske Leksikon står bekræftelsestendenser forklart som at man søker etter det man ønsker å bekrefte og dette gjør en sårbar fordi man overser informasjon som tilsier at man burde endre oppfatning (Svartdal, 2014). Ettersom oppgaven springer ut fra forutinntatthet vedrørende simuleringen av krumbaneild i STS, vil bekræftelsestendenser være en åpenbar fallgrube og svakhet. For å motvirke dette er et bredt perspektiv avgjørende. For å utfordre etablerte sannheter og tilegne seg teori nøytralt viser oppgaven åpenhet med tanke på teorier som avkrefter så vel som bekrefter problemstillingen.

Forfatterens forhåndskunnskaper vedrørende krumbaneild i virkeligheten er laber. Til tross for oppgavens supplerende teoretiske grunnlag, vil det i drøftingen med sannsynlighet være logiske perspektiver som dermed uteblir. Dette er en åpenbar svakhet ved metoden.

En utfordring studien har erfart er vedrørende kunnskap og informasjon fra ulike kilder og da spesielt sekundærkilder. I bachelorstudien "Beslutningsfeller i planprosess" viser Melgård til et sitat fra Grønmo (2014) som omhandler forståelsen av sekundærkilder. Sitater lyder: "Forskerens forståelse av dokumentene blir derfor sentral og det kan være rom for feilkontekstuell og kildekritisk forståelse" (Melgård, 2013, s. 10). For å motvirke dette søker oppgaven å benytte seg av så mye primærkilder som mulig og faktiske tall og utregninger. Dermed vil man unngå ulike tolkninger og subjektive meninger angående effekten fra krumbaneild både i STS og virkeligheten.

### 3 Teori

Hensikten med kapittelet er å etablere et teoretisk grunnlag som gjør det mulig å sammenligne STS sin modell for simulering av krumbaneild med virkeligheten.

#### 3.1 Sårbarhet og skadeareal

”Sårbarhet er et mål for å finne ut hvor effektivt et våpen er overfor et gitt mål” (Dullum, Virkning i målet / terminalballistik, 1990, s. 14). Under et krumbaneengasjement vil detonasjonen av en eller flere sprenggranater påvirke målet med sin splint- og sjokkvirkning (Berle, 2000, s. 16). Ut i fra kjennskapen til granatens kruttmengde, splintfordeling, splinthastighet og lignende kan man anta i hvilken grad målet påvirkes. For målet i seg selv vil sårbarheten betinges av egenbeskyttelsen og herunder ulike kriterier som for eksempel en soldats kroppsstilling, bruk av hjelm og vest, en vogns eventuelle reaktive pansring og lignende. Sårbarheten er dermed et resultat av granatens effekt sammenlignet med målets egenbeskyttelse (Dullum, Virkning i målet / terminalballistik, 1990, s. 14). Ettersom oppgaven ser bort fra målets egenbeskyttelse vil sprenggranatens effekt være avgjørende.

Forsker Ove Dullum utga et hefte ved Krigsskolen angående terminalballistikk i 1990. I tillegg til å forklare sårbarhet, framlegger dokumentet teori vedrørende en sprenggranats skadeareal. Ved hjelp av utregninger kan man finne ut et bestemt areal for området som påvirkes rundt en granats detonasjonspunkt. Mål som befinner seg nær detonasjonspunktet vil med høy sannsynlighet bli totalt ødelagt mens mål som befinner seg i periferien vil kun oppleve mindre skader. Dokumentet forklarer videre at ”slike sammenhenger mellom skade og avstand kan settes sammen (integreres) til et såkalt skadeareal som da blir et uttrykk for effektiviteten av granaten” (Dullum, Virkning i målet / terminalballistik, 1990, s. 14).

Formelen for utregning ser slik ut:  $\int_{-\infty}^{\infty} P(x, y) dx dy$

Ved hjelp av formelen kan man regne ut sannsynligheten for at en skade av ulik alvorlighetsgrad ( $P(x,y)$ ), inntreffer om man befinner seg i et punkt i det horisontale planet  $(x,y)$  innenfor sirkelen. Granatens detonasjon vil da inntreffe i sirkelens origo. For ulike typer krumbanevåpen og ammunisjon vil skadearealet variere. I henhold til Dullum sitt dokument, er skadearealet for sprenggranat 155mm 800 kvadratmeter (Dullum, Virkning i målet / terminalballistik, 1990, s. 15)

## 3.2 STS sitt simulatorsystem

STS sitt simulatorsystem består av både enveis og toveis lasersystemer. Enveisbaserte lasere er forholdsvis enkle sett opp mot lasere som fungerer toveis. Disse kan blant annet beregne ballistikk og flygetid til prosjektiler. Fotsoldater er utstyrt med simulatorvester og kjøretøy er utstyrt med fastmonterte sensorer. Hver enkelt person eller kjøretøy som deltar på øvingen er en *spiller* og enhver spiller har sin egen GPS-mottaker. Kommunikasjonssender og -mottaker med tilhørende sensor registrerer egne ildgivninger og treff fra andre spillenheter. Det finnes lasere og sensorer til ulike våpen, dette medregnes i systemet slik at dødeligheten av et treff med laser justeres etter virkeligheten. Det samme gjelder med motstandsdyktigheten eller grad av beskyttelse for hver spillenhet. En spiller sin sårbarhet, det vil si hvor effektivt et våpen er mot den, påvirkes av om personen har på seg for eksempel hjelm og er inne i et pansret kjøretøy. Så lenge en spillenhet har tilgang på strøm eller oppladet batteri, vil man kunne kommunisere med nærmeste basestasjon som gir Excon mulighet til å følge utviklingen på stridsfeltet. (Sletten, 2012)

I systemet deler man inn i to hovedkategorier, herunder direkteskyende (Direct Fire Weapons Effect Simulation) og områdevirkende (Area Weapons Effect Simulation (AWES)) våpen. Våpnene som inngår i den sistnevnte kategorien er primært artilleri, bombekaster og miner. (Sletten, 2012, s. 20). Disse våpensystemene styres normalt fra Excon ved radiomeldinger som angir en bestemt posisjon eller et område man ønsker å engasjere. Krumbaneildens effekt styres av sårbarheten, som forklart tidligere dikteres av spillerens (målets) egenbeskyttelse kombinert med våpenets virkning.

### 3.2.1 Simulert krumbaneild

Oppgaven vil videre fokusere på simuleringen av områdevirkende våpen ettersom krumbaneild inngår i denne kategorien. I henhold til AWES sitt hoveddokument er måten krumbaneild simuleres i STS sitt simulatorsystem som følger (SAAB AB, 2015, s. 5). En forespørsel om krumbaneild blir normalt sendt over nett og mottas av Excon. Videre lokaliseres krumbaneilden manuelt av en Excon-operatør på et digitalt kart. Her finnes to ulike modifikasjonsmuligheter: *Indirect Fire Simulation* (IFS) eller *Indirect Fire Field Simulation* (IFFS). Begge simulerer effekten av krumbaneild. IFS gir muligheten til å definere hvordan hver enkel granatdetonasjon inntreffer innenfor et bestemt område. På den andre



siden angir IFFS et område hvor man ut i fra sannsynlighet kan bli påvirket. Denne modifikasjonsmuligheten simulerer ikke hver enkelt detonasjon og er derfor ikke relevant for oppgavens videre skriving.

Ved hjelp av IFS har man i Excon tre grafiske muligheter for å utløse den indirekte ilden (SAAB AB, 2015, s. 6). Muligheten *Engagement Centre Point* og *Engagement Area* vil forklares ettersom den tredje muligheten *Close Air Support* ikke sees på som relevant for oppgaven. Begge alternativene gir Excon-operatørene mulighet til å simulere en eller flere detonasjoner. Med andre ord ett eller flere skadeareal. Et *Engagement Area* innebærer et markert område med flere detonasjoner. Områdets størrelse bestemmes av typen engasjemen som initieres. Det vil si antall krumbanevåpen og ildskurer man ønsker i engasjementet. Så fort en av mulighetene er valgt i systemet fra Excon, vil spillerne innenfor virkningsområdet påvirkes av krumbaneilden. Mer eksakt vil spillerne påvirkes av hver enkelt detonasjon innenfor hele bekjempningsområdet. Radiosignaler vil sende informasjon angående bekjempningen til spillernes simulatorutstyr. Her inngår data for når og hvor detonasjonen(e) inntreffer og et tall som presenterer dødeligheten til hver enkelt detonasjon. Dette tallet vil kombineres med tallet som representerer spillernes grad av beskyttelse og bestemme utfallet av engasjementet. (SAAB AB, 2015, s. 48).

### 3.2.2 AWES Indirect Fire Vulnerability Model

En granatdetonasjons effekt regnes ut av *AWES Fire Vulnerability Model*. Modellen baserer seg på J. Terrence Klopjic sin skadefunksjon utviklet i den amerikanske hærens laboratorier (Klopjic, 1990). *AWES Indirect Fire Vulnerability Model* er en matematisk formel som beskriver sannsynligheten ( $p$ ) for at en skade, av varierende alvorlighetsgrad, inntreffer basert på avstanden ( $r$ ) mellom målet og detonasjonspunktet. I formelen benyttes fire forskjellige parameter. De er beskrevet under og hentet fra side 44 i AWES sitt hoveddokument.

$P_0$  : Sannsynligheten for at en skade inntreffer, som et resultat av en detonasjon på eller over målet.

$R_0$  : Hvor langt ut fra detonasjonspunktets senter sannsynligheten  $P_0$  skal gjelde.

$R_{max}$  : Den matematiske formelen gjelder ikke lenger utenfor  $R_{max}$  ettersom sannsynligheten for skade er satt til null.

$A_L$ : Det potensielle området (målt i kvadratmeter) som en detonasjon kan utrette skade. Dette arealet tilsvarer hva oppgaven tidligere definerte som skadeareal.

Figurene under er brukt for å illustrere hvordan en sprenggranats detonasjon foregår. Sett ovenfra vil det sirkulære området være dødelig areal ( $A_L$ ). Fig. 2 viser et volum. Dette er kun for forklaringen sin del ettersom simulatorsystemet tar utgangspunkt i et todimensjonalt stridsfelt (Sletten, 2012, s. 21).

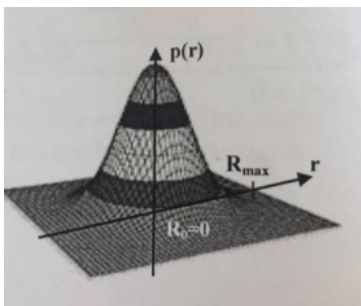


Fig. 1

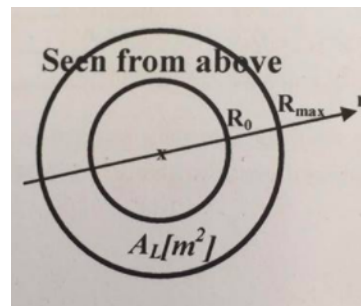


Fig. 2

### 3.2.3 Divergens mellom STS sitt AWES-dokument og mulighetene i KTS sitt Excon

Oppgaven har hittil forklart hvordan krumbaneild simuleres i STS sitt simulatorsystem med bakgrunn i AWES-dokumentet. I systemet finnes det i tillegg ulike modifikasjonsmuligheter som kontrolleres fra Excon. Ved hjelp av modifikasjonene kan man ta høyde for ulike variabler på stridsfeltet. For å danne et mest mulig realistisk bilde av hvilke muligheter som faktisk benyttes i Excon, har dialog med ansatte ved KTS vært løsningen.

*Player Protection* (spillerbeskyttelse) er en modifikasjon som gjør det mulig å gi en spiller forsterket beskyttelse mot blant annet krumbaneild (SAAB AB, 2015, s. 59). Forsterkningen innebærer en prosentgitt motstandsdyktighet mot forskjellige våpentyper som blant annet krumbanevåpen. Bakgrunnen er at ettersom simulatorsystemet ser på stridsfeltet som todimensjonalt (Sletten, 2012, s. 21), vil en rekke påvirkningsfaktorer som terrengets beskaffenhet, vegetasjon og bebyggelse ikke medregnes. Spillerbeskyttelse har flere underkategorier og gjelder for alle typer spillere. Etter en dialog med Excon-operatører har oppgaven kommet fram til spillerbeskyttelser og andre tilpasningsmuligheter som faktisk

benyttes i Excon. Som beskrevet tidligere ser oppgaven bort fra spillernes egenbeskyttelse.

- Kjøretøyets og personellens eksponering: i tilfeller hvor spilleren er posisjonert under bakkenivå på grunn av nedgraving, kan den gis *dug in*. Dette er en forsterket beskyttelse som innebærer 25% mer motstandsdyktighet mot 155mm sprenggranat (SAAB AB, 2015, s. 60).
- Fra Excon kan man simulere sprenggranater som detonerer i kontakt med bakken eller i luften. Detonasjon i luften skal simulere nærhets- eller tidsbrannrør og inntreffer alltid i den optimale høyden 10 meter over horisontalplanet (Dalen, 2017).

Ytterligere modifisering for å tilpasse krumbaneildens sårbarhet er *Lethality Limit Area* (SAAB AB, 2015, s. 46). Ved hjelp av denne funksjonen kan man fra Excon etablere områder hvor krumbaneild har mindre effekt. Hensikten med modifikasjonsmuligheten er, som dokumentet sier, å ta høyde for objekter som for eksempel en vegg eller haug med steiner. Funksjonen er ikke tatt i bruk i KTS sitt Excon.

### 3.3 Krumbaneild i virkeligheten

Så langt har oppgaven forklart hvordan indirekte ild simuleres i STS sitt simulatorsystem. Videre vil fokuset rettes mot krumbaneildens sårbarhet i virkeligheten. Oppgaven velger som sagt i forutsetningene å se på faktorer som påvirker granatens splint- og sjokkvirkning og ikke spillerens/målets egenbeskyttelse. I det norske artilleriet benyttes den amerikanskproduserte felthaubitsen M109 som hovedvåpen. Primærammunisjonen som skytset er utrustet med er 155mm sprenggranat. Det finnes to ulike typer sprenggranater. I hovedsak er forskjellen mellom granatene den maksimale rekkevidden. (Berle, 2000, s. 16). Følgende teori vil belyse faktorer som påvirker sprenggranatens sårbarhet i positiv og negativ grad.

#### 3.3.1 Valg av brannrør

En sprenggranat utstyres med forskjellige typer brannrør. Valget av brannrør bestemmer til hvilken tid og under hvilke forhold sprenggranaten skal detonere (Rein, Brannrør, 2014). Anslagsbrannrør detonerer granaten når den treffer bakken eller en hard gjenstand. Tidsbrannrør detonerer granaten etter en gitt tid og man baserer seg på sprenggranatens

flygetid når man stiller inn detonasjonstiden (Driels, 2013, s. 211). Nærhetsbrannrør detonerer granaten når den kommer på en forhåndsinnstilt avstand fra målet (Rein, Brannrør, 2014). For å bekjempe pansrede mål vil det være hensiktsmessig å benytte anslagsbrannrør for å sannsynliggjøre direkte treff i kjøretøyet. Om man står ovenfor infanterimål i åpent lende vil nærhetsbrannrør være hensiktsmessig grunnet hvordan sprenggranatens splintvirkning fungerer. Splintvirkningen vil forklares i neste underkapittel. I heftet *Virkning i målet/terminalballistikk*, forklarer Dullum (1990) et viktig forhold mellom brannrørtypene. Om man benytter seg av anslagsbrannrør framfor nærhetsbrannrør, vil det skadearealet som produseres reduseres med en faktor på to til fem (Dullum, *Virkning i målet / terminalballistikk*, 1990, s. 15).

### 3.3.2 Sprenggranatens nedslagsvinkel

I henhold til det svenske *Nationalencyklopedin* er nedslagsvinkel definert som: ”vinkelen mellom en prosjektilbanes tangent i nedslagspunktet og horisontalplanet (Nationalencyklopedin, 2017). En sprenggranats sårbarhet vil påvirkes av nedslagsvinkelen og kan forklares ved å studere splintvirkningen. I en amerikansk teknisk manual som tar for seg effekten av ulike våpensystemer, forklares splintvirkningen ved hjelp av et diagram (The Departments of the Army, Air Force, and Navy and the defence special weapons Agency, 1998, s. 7.11) (Fig. 3). I diagrammet utgjør x-aksen granatens side. Null *deg* (*grader*) illustrerer granatens framdel mens 180 *grader* granatens bakdel.

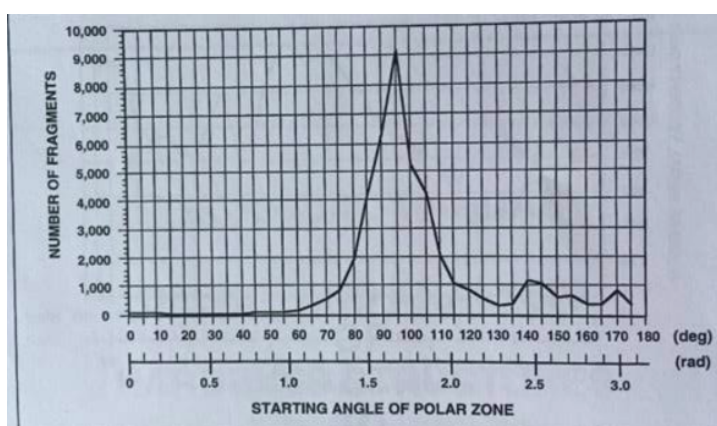


Fig. 3

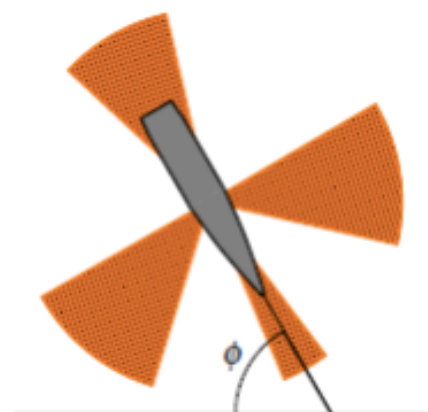


Fig. 4

Som man kan se vil splintvirkningen i hovedsak foregå rettvinklet ut fra sprenggranaten. Fig. 4 visualiseres splintvirkningen tydeligere. Med andre ord vil en stor nedslagsvinkel, som

innebærer en vinkel større enn 45 grader (Wikipedia, 2017), utgjøre et større areal splintvirkningen spres over. Dersom granaten har en liten nedslagsvinkel vil store deler av splinteffekten forsvinne i bakken eller rett opp i luften. Daværende løytnant, Edvard Berle, sin fordypningsoppgave omhandler ulike faktorer som påvirker skadearealet fra en artillerigranat (Berle, 2000). Berle illustrerer et eksempel hvor soldater engasjeres med sprenggranater utstyrt med anslagsbrannrør. Avstanden er 15 km og i henhold til standardiserte skytetabeller for artilleriet, gir dette granaten en nedslagsvinkel på omtrentlig 700 streker (40 grader). I henhold en tabell Berle har hentet fra amerikanske studier, vil skadearealet være  $225\text{m}^2$  for infanterimål. Om nedslagsvinkelen hadde økt til  $1075'$  (60 grader), ville skadearealet tilsvart omtrentlig  $350\text{m}^2$ . Nedslagsvinkelens økning på 20 grader gir dermed et 55 % større skadeareal. En sprenggranat utstyrt med tidsforsinket brannrør eller nærhetsbrannrør vil også påvirkes av nedslagsvinkelen. Den tyske håndboken *Handbuch Munitionswirksamkeitsdataen* (1979) fastslår dette ved hjelp av diagrammer som illustrerer forholdet mellom detonasjonshøyde og nedslagsvinkel. Om man tar utgangspunkt i en detonasjonshøyde på 15 meter vil en nedslagsvinkel på 500 streker (28 grader) gi et skadeareal på omtrentlig  $575\text{m}^2$ . Øker man nedslagsvinkelen til 1000 streker (56 grader) vil skadearealet øke til ca.  $850\text{m}^2$  (Søgtrop, 1979, s. 2.03.12). En sprenggranats nedslagsvinkel er derfor alltid avgjørende for sårbarheten.

### 3.3.3 Sprenggranatens detonasjonshøyde

For sprenggranater utstyrt med tids- eller nærhetsbrannrør vil sårbarheten påvirkes av detonasjonshøyden. I Berle sin fordypningsoppgave er forholdet mellom detonasjonshøyden og skadeareal beskrevet. En detonasjon som inntreffer nær bakkenivå vil innebære at en prosentandel av splintene absorberes av bakken. En relativ stor detonasjonshøyde vil innebære stor avstand til målet og splintene vi dermed få redusert effekt. Berle har basert på amerikanske studier, tatt i bruk en tabell som viser sammenhengen mellom en sprenggranats skadeareal og detonasjonshøyde mot infanterimål (Berle, 2000, s. 22) (se neste side). Som man kan se i tabellen vil maksimal effekt oppnås når detonasjonshøyden er 10 meter. Måten et tids- eller nærhetsbrannrør er forhåndsinnstilt og faktisk inntreffer vil med andre ord bestemme størrelsen på skadearealet.

0m	3m	5m	10m	15m	30m
350m <sup>2</sup>	675m <sup>2</sup>	750m <sup>2</sup>	775m <sup>2</sup>	720m <sup>2</sup>	480m <sup>2</sup>

### 3.3.4 Terrengets beskaffenhet

Oppgaven har hittil sett på hvilke faktorer som påvirker sprenggranaten før selve detonasjonen, videre vil fokuset rettes mot faktorer som påvirker sjokk- og splintvirkningen. I boken "Weaponering: Conventional Weapon System Effectiveness" forklares terrengets innvirkning på en sprenggranats sårbarhet. "In practise, undulating terrain may protect the soldier from fragment flyout and thereby increase his chances of surviving a warhead detonation" (Driels, 2013, s. 749). Boken påpeker hvordan terrengets forekomst er tilfeldig og meget utfordrende å modellere. Likevel kan kvantitative beregninger gi en formening om beskyttelseevnen terrenget gir overfor et mål som engasjeres av krumbaneild. Som forklaring på hvordan terrengets beskaffenhet gir dekning, inneholder boken rapporter fra ulike testskytinger. For enkelthetskyld deler boken terrenget inn i tre underkategorier. flatt terreng, men rullende, ujevnt rullende terreng og til slutt ujevnt terreng. I testskytingene plasserte forskerne ut "målstolper" i ulike typer lende og detonerte sprenggranater.

Detonasjonshøydene og avstanden mellom stolpene ble variert gjennom testskytingen. I diagrammet (fig. 5) kan man tydelig se graden av påvirkning de ulike terrengetypene har for sannsynligheten for at målet treffes mottar effekt fra detonasjonen. Studien ble gjennomført med sprenggranater utstyrt med anslagsbrannrør. I et tilsvarende scenario, hvor nærhets- eller tidsforsinket brannrør benyttes, vil kurvene i diagrammet ikke falle like momentant. Denne realiteten forklares av forsker Ove Dullum. (Dullum, 2017)

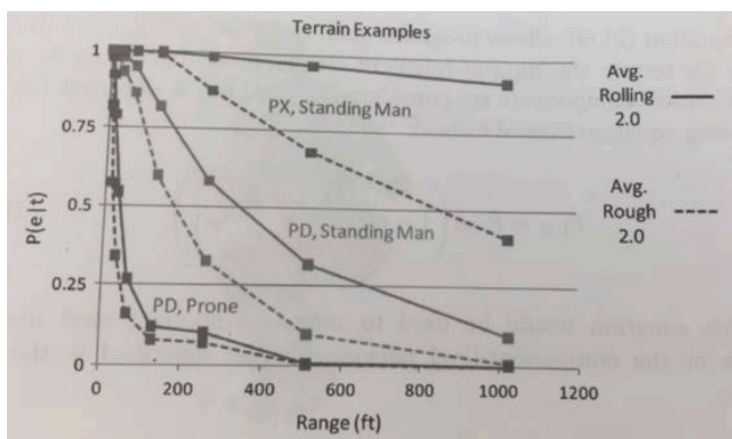


Fig. 5

### 3.3.5 Hindringer

I tillegg til terrengets beskaffenhet, vil vegetasjon og faste objekter ha innvirkning på sprenggranatens effekt. I en finsk masterstudie fra 2015 beskrives effekten av artilleri i skogkleddede områder. ”The forest environment alters the effectiveness of artillery shells significantly compared to open terrain.” (Roponen, 2015, s. 6). Studien henviser til amerikanske feltmanualer som estimerer innsatsen av ammunisjon til to og en halv ganger normalen i tilfeller hvor man engasjerer mål som befinner seg i skog framfor åpent terreng. Dette kan forklares ved å studere hvordan trær fungerer som dekning mot splint- og sjokkvirkningen fra en sprenggranat. Andre hindringer vil også fungere som dekning. Det slår firmaet *Safer Edge fast*. I rapporten *Protective Cover from Indirect Fire*, forklares det hvordan ulike typer hindringer fungerer som beskyttelse for ammunisjonstyper og splintvirkninger. Rapporten baserer seg på tall fra det britiske og amerikanske forsvaret. Utdrag fra oversikten i rapporten sier blant annet at mindre steiner vil kunne gi beskyttelse mot 155 mm sprenggranat om tykkelsen tilsvare 50 cm eller mer. For betongvegger må tykkelsen være 15 cm og trevegger 36 cm. Tallene er baserer seg på at hindringen påvirkes av sprenggranatens splintvirkning. Et direkte treff med vil forårsake større skade og hindringen vil ikke gi like god beskyttelse. Rapporten forklarer også at flere detonasjoner over tid vil tære på, og eventuelt ødelegge hindringen. (Safer Edge, 2014, s. 2). Hindringens beskyttende funksjon vil dermed forsvinne.

På den annen side belyser den finske studien hvordan vegetasjon kan øke en sprenggranats sårbarhet. Forskerne tar utgangspunkt i ulike forekomster av skog og påviser gjennom testskyting hvordan sprenggranater utstyrt med anslagsbrannrør vil oppleve variert sårbarhet i forhold til nedslagsvinkelen. Testresultatene illustreres i diagrammet nedenfor.

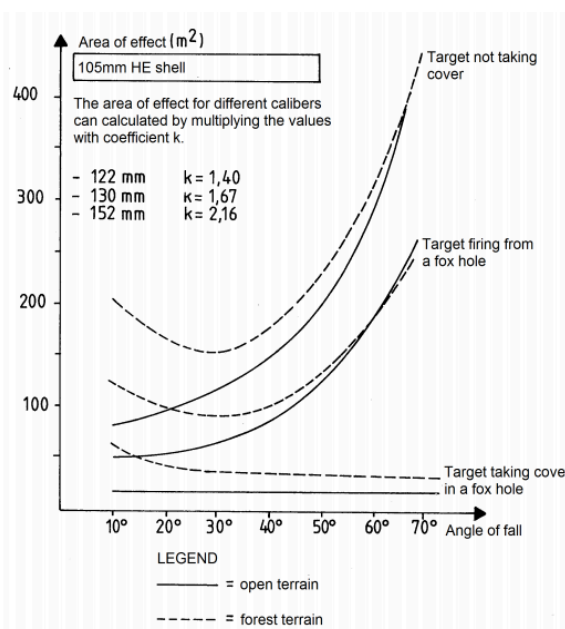


Fig. 6



Kurvene viser at en liten nedslagsvinkel vil gjøre sprenggranaten mer effektiv i skogsområder enn den ville vært i åpent lende. Grunnen til dette er at anslagsbrannrør kan detonere i kontakt med trær. Når nedslagsvinkelen er liten vil med stor sannsynlighet sprenggranatene detonere i tretoppene. Dette fenomenet omtales som *Tree burst* og vil gi en økt effekt sammenlignet med en detonasjon i kontakt med bakken, ettersom splinter kombinert med trefragmenteringer vil påvirke målet fra luften (Wikipedia, 2013). Ved flere skogtyper, som for eksempel bjørk, gran og furu, viste det seg at sannsynligheten for at sprenggranater med anslagsbrannrør detonerte i tretoppene var 100 % ved en nedslagsvinkel på 20 grader.

### 3.3.6 Blindgjengere

Store Norske Leksikon definerer en blindgjenger slik: ”Blindgjenger, granat, mine eller bombe som på grunn av en feil ikke eksploderer som den skal, men blir liggende ueksplodert i nedslagsfeltet” (SNL, 2017). I en gjennomgang av funn i Hjerkinnskytefelt har man kommet fram til at prosentandelen av blindgjengere for 155 mm sprenggranat er hele fem prosent (Logistikkorganisasjon/Land, 2003, s. 85). I tillegg framkommer det i Norsk Institutt for vannforskning sin rapport fra 2007 at antall blindgjengere i forbindelse med skyting av sprenggranater utstyrt med anslagsbrannrør øker når det er snø i nedslagsfeltet. (Løvik & Rognerud, 2007). Den totale effekten av et krumbaneengasjement vil med andre ord reduseres med tanke på at en liten prosentandel av sprenggranatene aldri vil detonere.

### 3.3.7 Snølag

I tilfeller hvor krumbaneildens nedslagsområdet er dekket av et snølag, vil krumbaneildens effekt reduseres og sjansen for blindgjengere vil øke (Forsvarsbygg, 2012, s. 25). I den amerikanske hærens ”Field Manual 31-70” beskrives snølagets innvirkning for sprenggranater utstyrt med anslagsbrannrør. Graden av beskyttelse mot splinter og trykkbølgen fra detonasjonen, varierer med tanke på snøens mengde og tetthet. Tabellen under er hentet fra manualen og illustrerer hvordan snølaget fungerer som beskyttelse mot splintvirkning.



*Penetration Table*

Snow wall material*	Minimum thickness	
	Feet	Centimeters
Newly fallen snow .....	13	400
Firmly frozen .....	8 to 10	245 to 300
Packed snow .....	6½	200
Frozen snow-water mixture --	4 to 5	120 to 150
Ice .....	3¼	100
Icecrete .....	1	30

\* These materials will disintegrate under sustained fire.

Fig. 7

I tabellen betyr *penetration* at materialet absorberer effekten fra prosjektilet og det trenger dermed ikke gjennom (US Army, 1968, s. 138). Kravet til tykkelse av ulike snøtyper er et minimum for at splintvirkningen skal miste sin effekt. Et relativt tykt snølag kan med andre ord redusere en sprenggranats effekt betraktelig. I manualen står det beskrevet at beskyttelsen snølaget gir, vil i hovedsak være aktuelt når sprenggranatene er utstyrt med anslagsbrannrør. Grunnen er anslagsbrannrøret med stor sannsynlighet ikke vil detonere før det treffer bakken under snølaget. For sprenggranater utstyrt med tidsforsinket eller nærhetsbrannrør vil sårbarheten ikke reduseres like betraktelig.

## 4 Drøfting

Oppgavens teoretiske grunnlag har forklart hvordan ulike påvirkningsfaktorer både hemmer og fremmer en sprenggranats sårbarhet i virkeligheten. Basert på AWES sitt hoveddokument, kombinert med erfaring fra Excon, vil oppgaven nå drøfte i hvilken grad STS sin simuleringsmodell av krumbaneild tar høyde for de reelle påvirkningsfaktorene. Det gjøres oppmerksom på at i kapittelets utvalgte eksempler og scenarioer, vil flere påvirkningsfaktorer være gjeldende til samme tid.

### 4.1 Valg av brannrør

I virkeligheten vil valg av brannrør gi enheten som engasjerer et mål med krumbaneild, mulighet tilpasse når og hvor detonasjonen skal inntreffe. Man kan dermed tilpasse engasjementet ut ifra fienden man står ovenfor. Eksempelvis vil en enhet som står overfor en fiendtlig infanteriavdeling i åpent lende, se det hensiktsmessig å benytte seg av nærhetsbrannrør for å utnytte splintvirkningen og oppnå maksimal effekt. Samtidig kan en dårlig vurdering av hvilket brannrør som bør benyttes gi sprenggranaten redusert effekt. Nærhets- eller tidsbrannrør mot en fiende som er beskyttet av tykke betongvegger vil gjøre redusere sårbarheten fullstendig.

Fra Excon kan man enten simulere sprenggranater som detonerer i kontakt med bakken eller omtrentlig 10 meter over bakken. I henhold til Berle (2000) sin tabell, vil 10-meters høyde gi størst skadeareal (Berle, 2000, s. 22). Likevel vil i tilfeller hvor detonasjonshøyden i realiteten ville ha vært mer enn 10 meter, det simulerte skadearealet bli for effektivt. Et slikt tilfelle er tenkelig når man benytter seg av tidsforsinket brannrør. Om beregningene enheten som engasjerer med krumbaneild foretar er ukorrekte, kan detonasjonen inntreffe lenge før optimal detonasjonshøyde. Presise kalkulasjoner må gjennomføres for å unngå uhenksomme detonasjonshøyder. Det er tenkelig at feilbedømmelser fra tid til annen kan inntreffe. Sågar vil tekniske feil på selve brannrøret være et tenkelig scenario.

Oppgaven konkluderer med at STS sin simuleringsmodell i stor grad er realistisk med tanke på hvordan valget av brannrør påvirker sårbarheten. Likevel er det en liten sannsynlighet for at feilbedømmelser og tekniske komplikasjoner kan oppstå. I realiteten vill dette ha påvirket sprenggranatens sårbarhet. Simulatorsystemet tar ikke høyde for disse sannsynlighetene.

## 4.2 Sprenggranatens nedslagsvinkel

I realiteten vil sprenggranatens nedslagsvinkel ha betydning for splintvirkningens spredning og dermed for skadearealets omfang. I AWES sitt hoveddokument nevnes ikke sprenggranatens nedslagsvinkel. Dette bekreftes av en Excon-operatør (Dalen, 2017).

Operatøren forklarer grunnen til dette som at sprenggranatene faktisk oppstår i området krumbaneilden simuleres. Detonasjonene forekommer derfor alltid rettvisklet i forhold til horisontalplanet og betinges ikke av sprenggranatens ballistikk. Med tanke på *Handbuch Munitionswirksamkeitsdataen* sin beskrivelse av hvordan skadearealet varierer med granatens nedslagsvinkel, vil simuleringen i noen situasjoner bli urealistisk (Sögtrop, 1979, s. 2.03.12).

For å illustrere nedslagsvinkelens viktigheten kan man se for seg en gruppe stormpanservogner som forflytter seg på rekke gjennom en tettbebygd område. Deres fiende er presset tilbake og bestemmer seg for å legge krumbaneild på sine tidligere stillinger. På grunn av at sjokkeffekten fienden opplevde da de trakk ut, har ikke deres krumbaneelement rukket å forflytte seg til nye foretrukne stillinger. Stresset som oppstår resulterer i at krumbaneengasjementet skjer med nedslagsvinkler på under 45 grader. Som resultat av dette vil hver enkelt granat treffe diagonalt inn i bygningene og ikke rett ned i gatene hvor stormpanservognene befinner seg. Vognene blir dermed så godt som uberørt av krumbaneilden under engasjementet. I STS sitt simulatorsystem ville ikke nedslagsvinkelen simuleres og utfallet av krumbaneengasjementet ville ikke blitt redusert.

I henhold til Sögtrop (1979) vil en sprenggranat skadeareal variere helt fra 1100 km<sup>2</sup> ved 1300 streker helt ned til 500 km<sup>2</sup> ved 500 streker. Tallene gjelder mot infanterimål ved bruk av anslagsgranat. Variasjonen i skadeareal som skyldes nedslagsvinkelen er drastisk og gjør at STS sine simuleringer vil ha stor divergens i forhold til virkeligheten.

## 4.3 Sprenggranatens detonasjonshøyde

Som illustrert i Berle (2000) sin tabell og Sögtrop (1979) vil en sprenggranats detonasjonshøyde ha betydning for størrelsen skadeareal som produseres. I STS sitt simulatorsystem kan en detonasjon simuleres på bakkenivå eller 10 meter over bakken. Som resultat av dette vil tilfeller hvor detonasjonen i virkeligheten ville ha foregått i en annen høyde, ikke simuleres korrekt. Det finnes flere grunner til at detonasjonshøyden i realiteten

kan variere. Som nevnt tidligere kan ulike typer brannrør forårsake at detonasjonshøyden ikke detonerer i tiltenkt tid og rom. Eksempelvis vil en detonasjon som inntreffer 30 meter over bakkenivå mot infanterimål i åpent lende utgjøre et skadeareal på omtrentlig  $480\text{m}^2$  (Berle, 2000, s. 22). Simulatorsystemet vil i et tilsvarende scenario simulere et skadeareal på  $775\text{m}^2$ .

På den annen side kan detonasjonshøyden inntreffe mellom null og ti meter. I henhold til Berle (2000) vil skadearealet i slike tilfeller også være mindre sammenlignet med en detonasjon på ti meters høyde. Oppsummert vil sprenggranatens effekt begrenses i varierende grad i tilfeller hvor den ikke detonerer i optimal høyde. Med tanke på at detonasjonshøyden kan variere fra 0 meter til det høyeste punktet på sprenggranatens flyvebane kan konsekvensen av detonasjonshøyden være meget utfallsgivende. Samtidig har oppgaven begrenset seg til at sprenggranaten alltid vill treffe sitt mål. I henhold til Sögtrop er den høyeste detonasjonshøyden som vil gi nevneverdig effekt, 65 m. STS sin simuleringsmodell tar derfor ikke høyde for detonasjonshøyder mellom 2-9 m og 11-65 m. Tar man utgangspunkt i at standard skadearealet er  $800\text{m}^2$  (Dullum, Virkning i målet / terminalballistik, 1990, s. 15), vil en feilberegning av detonasjonshøyden redusere effekten fra  $1-799\text{m}^2$ . Oppgavens slutning er at siden STS sin simuleringsmodell ikke tar høyde for en rekke mulige detonasjonshøyder så vil utfallet være meget divergerende med virkeligheten.

#### 4.4 Terrengets beskaffenhet

Som forklart i *Weaponering: Conventional Weapon System Effectiveness*, vil ujevnheter i terrenget fungere som dekning mot krumbaneild. Terrengets beskaffenhet vil gi høyere beskyttelse mot anslagsbrannrør enn nærhets- eller tidsbrannrør (Dullum, 2017). I STS sitt simulatorsystem vil slike ujevnheter i terrenget kunne kompenseres for ved hjelp av enten *Lethality Limit Area* eller *Player Exposure* (SAAB AB, 2015, ss. 46, 59). Ettersom *Lethality Limit Area* ikke er implementert i systemet, vil muligheten *Player Exposure* være løsningen. Denne funksjonen er tiltenkt spillere som faktisk er nedgravd i en form for fortifikasjon. For fotsoldater vil groper og skyttergraver gi muligheten for *dug in*. For kjøretøy vil en nedgravd garasje gi samme graden av beskyttelse. Det skal også nevnes at beskyttelsen oppstår ikke automatisk, behovet må meldes inn og manuelt aktiviseres fra Excon.

Påvirkningsfaktoren terrengets beskaffenhet kan eksemplifiseres ved å se for seg et infanterikompani som beveger seg i ujevnt rullende terreng. Fienden engasjerer kompaniet med krumbaneild. Sprenggranatene er utstyrt med nærhetsbrannrør ettersom man antar at dette vil gi maksimal effekt. Nedslagsområdet preges av flere forhøyninger i terrenget. Høydeforskjellen mellom laveste og høyeste punkter hele 15 meter. Omtrentlig halvparten av sprenggranatenes nærhetsbrannrør vil detonere 10 meter over høyeste punkt. Avstanden mellom disse og soldatene som befinner seg i den laveste delen av terrenget vil være minimum 25 meter. I henhold til Berle sin tabell vil skadearealet reduseres fra  $775\text{m}^2$  til ca.  $550\text{m}^2$  for om lag halvparten av sprenggranatene. Det totale skadearealet vil være gjennomsnittet av  $775\text{m}^2$  og  $550\text{m}^2$  som ca.  $660\text{m}^2$ . Om man ser for seg et tilsvarende scenario under en instrumentert øvelse ville skadearealet ikke blitt påvirket i negativ grad ettersom detonasjonene alltid ville inntruffet i 10 meters høyde.

Ettersom STS sitt simulatorsystem behandler stridsfeltet som todimensjonalt, vill ujevnheter i terrenget fungere som dekning til en viss grad. Måten dette i systemet kan kompenseres for, er ved bruk av *dug in*-funksjonen. En Excon-operatør med kjennskap til øvingsområdet vil kunne kompensere for at systemet ikke tar høyde for terrengets beskaffenhet. Tar man utgangspunkt i samme scenario som nevnt i forrige avsnitt, vil en tilført grad av beskyttelsesgrad på 25 % redusere skadearealet til  $581,25\text{m}^2$ . Resultatet vil være omtrentlig  $80\text{m}^2$  mindre skadeareal i simuleringen enn i virkeligheten.

Med utgangspunkt i kurvene illustrert av Driels (2013), ser man hvordan ujevnheter i terrenget spiller en stor rolle for skadearealet (Driels, 2013, s. 251). Ser man på tilfeller hvor skadearealet er  $800\text{m}^2$  vil skadearealet reduseres med hele 50%. *Dug in*-funksjonen vil med andre ord i tilfeller hvor landet er veldig ujevnt, ikke være nok for å ta høyde for reduksjonen av sårbarhet som oppstår.

Situasjoner hvor terrenget i realiteten gir en beskyttelse fra 1 til 24 % er også tenkelig. I slike situasjoner vil man måtte ta et valg i Excon. Utelater man *dug in*-funksjonen vil man i simulere krumbaneilden for effektiv. På den annen side vil bruk av *dug in*-funksjonen gjøre systemet mindre effektivt en virkeligheten. Alt i alt er oppgavens slutning er at terrengets beskaffenhet sin innvirkning på krumbaneildens effekt er nokså divergerende mellom STS sin sårbarhetsmodell og virkeligheten.

## 4.5 Hindringer

Ulike typer hindringer som vegetasjon og bebyggelse vil kunne bidra til å øke en enhets beskyttelse og dermed redusere sprenggranatens effekt. Ettersom STS sitt simulatorsystem baserer seg på en todimensjonalt stridsfelt vil ikke spillerne oppleve den reelle beskyttelsen skog og bebyggelse ville fungert som (Sletten, 2012, s. 21). For å illustrere hvordan hindringer vil redusere en sprenggranats effekt, bruker oppgaven eksempelet en infanteritropp i bebygde område. Samtlige av troppens soldater befinner seg i bebyggelsen og er beskyttet av 20 cm tykke betongvegger, som i henhold til *Safer Edge*, er tilstrekkelig beskyttelse mot splinteffekten fra 155mm (Safer Edge, 2014). Om troppen engasjeres av sprenggranater med nærhets- eller tidsbrannrør vil effekten absorberes av bebyggelsen. Ettersom STS sitt simulatorsystem ikke medberegner bebyggelsen i sin simulering, vil sprenggranatenes effekt ikke påvirkes i negativ grad.

Samtidig vil situasjoner hvor infanteritroppen engasjeres med anslagsbrannrør ha et annet utfall. Over tid vil bebyggelsen kollapse som resultat av direkte treff og miste sin beskyttende funksjon (Safer Edge, 2014, s. 2). Systemet vil derfor etter en viss tid, med nok bruk krumbaneild, bli mer realistisk. Hvorvidt det er noen levende spillere igjen i infanteritroppen på dette tidspunktet kan diskuteres.

Hindringer kan også være i form av vegetasjon. For å eksemplifisere dette kan man se for seg en tropp med infanterister på marsj i et område dekket av et tykt snølag. Fienden har sett troppen og vil engasjere han med krumbaneild. Fiendens forkunnskaper angående en sprenggranats effekt i snø tilsier at man burde benytte seg av nærhetsbrannrør. Videre beregner han hvor nedslagsområdet burde inntreffe ved å se på kartet. Ildordren sendes inn og sprenggranatene er snart i luften. Til fiendens store overraskelse er nedslagsområdet relativt skogkledd. Sprenggranatene som er utstyrt med nærhetsbrannrør påvirkes av den tette vegetasjonen og detonerer 15 meter over tretoppene. Den gjennomsnittlige høyden på trærne i området er 15 meter, som tilsvarer en detonasjonshøyde på om lag 35 meter. I henhold til Berle sin tabell vil skadearealet reduseres helt ned til omtrentlig 480m<sup>2</sup>. I virkeligheten vil med andre ord et slikt tilfelle redusere skadearealet kraftig på grunn av blant annet vegetasjonen.

På den annen side kan vegetasjon fungere som en forsterkende faktor. Dette er aktuelt for sprenggranater utstyrt med anslagsbrannrør. I virkeligheten vil en gruppe infanterister som befinner seg i tett skog og engasjeres av sprenggranater med anslagsbrannrør, oppleve at krumbaneildens effekt er større. Ettersom sprenggranatene med stor sannsynlighet vil detonere i tretoppene, vil det dødelige arealet som produseres være større i forhold til om detonasjonen hadde skjedd i kontakt med bakken. Dette forutsetter en nedslagsvinkel mindre enn 70 grader (Roiponen, 2015, s. 45). Ettersom STS sitt simulatorsystem ikke registrerer hindringer i terrenget, vil heller ikke den forsterkede effekten simuleres.

Oppsummert påviser drøftingen at hindringer på stridsfeltet vil kunne begrense, men også i noen tilfeller forsterke, krumbaneildens effekt. STS sitt simulatorsystem medberegner ikke hindringer og vil derfor i noen situasjoner simulere enten for stort eller i andre situasjoner, for lite skadeareal. Påvirkningsfaktoren *hindringer* vil derfor i stor grad bidra til uoverensstemmelse mellom STS sitt simulatorsystem og virkeligheten.

## 4.6 Blindgjengere

Gjennom resultater fra Hjerkinnskytefelt ser man hvordan fem prosent av alle krumbaneengasjement med 155mm sprenggranat, ender opp som blindgjengere. Som blindgjenger vil en sprenggranat fullstendig miste sin effekt inntil den senere eventuelt detoneres (SNL, 2017). STS sitt simulatorsystem tar ikke utgangspunkt i at en prosentandel av krumbaneildens sprenggranater vil ende opp som blindgjengere. Dermed vil effekten av krumbaneild i det lange løp være lavere i virkeligheten. Norsk Institutt for vannforskning legger også til at denne prosentandelen vil øke når det er et snølag i nedslagsområdet. Ser man for seg et eksempel hvor en infanteriavdeling i et snødekt område blir tatt under ild av sprenggranater utstyrt med anslagsbrannrør, vil sårbarheten allerede være kraftig redusert ettersom detonasjonene foregår under snøen. Dette vil understrekes i neste underkapittel.

Ettersom sprenggranater allerede har kraftig nedsatt sårbarhet i områder som er dekket av snø, vil oppgaven forholde seg til andelen fem prosent blindgjengere. *Blindgjengere* som påvirkningsfaktor reduserer i gjennomsnitt skadearealet med 40 m (5 % av 800m<sup>2</sup>) i virkeligheten. Divergensen mellom STS sin simuleringsmodell og virkeligheten er minimalistisk med tanke på denne faktoren.

## 4.7 Snølag

Om en militær avdeling opererer i et terreng dekket av et betydelig snølag, vil anslagsgranater få drastisk redusert effekt. For å illustrere dette kan man se for seg følgende scenario. En bataljon i forsvar vil med stor sannsynlighet være spredt utover et stort område. Forskjeller i snølagets dybde kan derfor variere gjennom operasjonsområdet. Om fremste enhet skal melde inn et krumbanemål kan kampens hete heve stressnivået og resultere i at man gjør feiltrinn som resulterer i divergens mellom ildordrens innhold og hva som faktisk er ønsket effekt. Man kan se for seg at målet man vil engasjere er en infanteritropp i høy snø. I ildordren blir det feilaktig anmodet om sprenggranater med anslagsbrannrør. Etersom bataljonens krumbaneresurser befinner seg langt unna, hvor snølaget tilfeldigvis er vesentlig mindre, detekteres ikke feilen. Sprenggranatene detonerer dermed ikke før anslag i bakken og snølaget på 2 meter vil nærmest redusere hele krumbaneildens effekt ( (US Army, 1968, s. 138). I STS sitt simulatorsystem ville ikke et potensielt snølag ha betydning for krumbaneildens effekt. Den simulerte effekten vil derfor i slike tilfeller meget effektiv sammenlignet med virkeligheten.

På den annen side er det lite sannsynlig at man engasjerer et mål i tykk snø med sprenggranater utstyrt med anslagsbrannrør. Når det gjelder sprenggranater som detonerer med nærhets- eller tidsbrannrør, vil snølaget ha vesentlig mindre betydning. Likevel er det tenkelig at naturlige høydeforskjeller i snøen vil forekomme. Dette som resultat av at en avdeling under forflytning av natur vil synke ned i snøen og danne dypere og dypere spor. I likhet med hvordan ujevnheter i terrenget fungerer som dekning, vil stor nok mengde snø med riktig tetthet, også fungere som en viss dekning i slike tilfeller.

Snølaget i nedslagsområdet vil ha en betydning for sprenggranatens effekt. I tilfeller hvor man i realiteten benytter seg av hensiktsmessig valg av brannrør, vil divergensen mellom simulatorsystemet og virkeligheten bli mindre. Samtidig vil feilbedømmelser av brannrørtype resultere i at man i virkeligheten vil ha kraftig redusert effekt. Denne realiteten vil ikke tas høyde for i STS.



## 5 Konklusjon

Gjennom oppgavens drøfting har ulike påvirkningsfaktorer vist seg å være gjeldende for utfall av krumbaneild i virkeligheten, dog ikke for STS sin simuleringsmodell. Sprenggranatens valgmuligheter av brannrør er begrenset i simulatorsystemet. Dette resulterer i at utfallet under noen omstendigheter kan bli for effektivt.

Sprenggranatens nedslagsvinkel er en påvirkningsfaktor simulatorsystemet ikke tar høyde for av noen grad. Ettersom systemet alltid simulerer en rettvinklet detonasjon, vil en reduksjon i skadearealet som følge av en mindre nedslagsvinkel ikke være utslagsgivende i simulatorsystemet og være en stor feilkilde. Sprenggranatens detonasjonshøyde har også vist seg å være en avgjørende faktor for krumbaneildens sårbarhet. STS sitt simulatorsystem kan simulere en detonasjonshøyde på 0 eller 10 meter. I situasjoner hvor detonasjonshøyden i realiteten ville hatt andre verdier, ville STS sitt simulatorsystem sine simuleringer være for effektive. Terrengets beskaffenhet og faste objekter innenfor skadearealet vil også redusere krumbaneildens effektivitet. Simulatorsystemet kan kompensere for dette ved å forsterke en spillers beskyttelse med 25 %. Likevel har oppgaven påvist at beskyttelsesgraden terreng og hindringer i realiteten kan gi varierer fra 0 til 100 % under forskjellige omstendigheter. Simulatorsystemet kan derfor i ulike tilfeller simulere krumbaneilden som for effektiv eller mindre effektiv sammenlignet med realiteten. Sannsynligheten for at en sprenggranat vil ende opp som en blindgjenger er liten. Likevel er det en viktig prosentandel som i det lange løp vil utgjøre en forskjell i sårbarhet. Denne faktoren tar ikke STS sitt simulatorsystem høyde for og vil derfor være en faktor som gjør det for effektivt. Den siste påvirkningsfaktoren er snølagets betydning. En viss mengde og tetthet på et snølag vil nesten fullstendig kunne frata en sprenggranats sårbarhet. Ettersom simulatorsystemet ikke tar høyde for denne faktoren vil simuleringen i slike tilfeller bli for effektive.

*Er Saab Training Systems sin simuleringsmodell for utfall av krumbaneild for effektiv i forhold til virkeligheten?*

Ettersom oppgavens funn tilsier en overvekt av faktorer som gjør krumbaneilden mer effektiv i STS simulatorsystem sammenlignet med virkeligheten, er svare på problemstillingen *ja*.

I sum ser man at STS sitt simulatorsystem ikke tar høyde for en rekke faktorer som i virkeligheten har betydning for en sprenggranats sårbarhet. I hvilken grad faktorene vil ha betydning for utfallet vil variere fra situasjon til situasjon. I noen tilfeller er det tenkelig at simuleringsmodellen vil gi et tilnærmet likt utfall som virkeligheten, men i andre tilfeller det motsatte.

## 6 Anbefaling til KTS

Denne anbefalingen har til hensikt å bidra med å øke realismen av instrumentert trening ved KTS. Med bakgrunn i oppgavens funn av divergens mellom STS sin simuleringsmodell for krumbaneild og virkeligheten er det identifisert ulike faktorer simulatorsystemet ikke tar høyde for. Noen av faktorene er mer utslagsgivende enn andre, derfor rangeres de i henhold til tre forskjellige grader av innvirkning (*meget avgjørende, avgjørende og mindre avgjørende*). Anbefalingen vil kun inneholde informasjon angående påvirkningsfaktorer som simulatorsystemet ikke tar høyde for og ikke hvordan simuleringen i praksis burde justeres.

*Meget avgjørende:* Sprenggranatens detonasjonsvinkel. Ettersom systemet tar for seg et todimensjonalt stridsfelt, vil det ikke ta høyde for hvordan sprenggranaten i virkeligheten påvirkes av detonasjonshøyden.

*Meget avgjørende:* Terrengets beskaffenhet. Simulatorsystemet simulerer terrenget som flatt uten topografi. Ujevnt terreng som i realiteten ville fungert som dekning mot krumbaneild vil derfor ikke tas hensyn til med mindre man benytter seg av *dug in-* funksjonen. I tilfeller hvor terrenget gir mer dekning enn 25 % vil heller ikke funksjonen kompensere for divergensen mellom simulatorsystemet og virkeligheten. En implementering av funksjonen *Lethality Limit Area*, som AWES sitt hoveddokument beskriver, vil kunne kompensere for divergensen.

*Meget avgjørende:* Hindringer. Simulatorsystemet tar ikke høyde for faste objekter som kan redusere krumbaneildens effekt. Simuleringen av krumbaneildens effekt kan derfor variere i meget stor grad sammenlignet med virkeligheten ettersom hindringer kan gi alt fra ingen til fullstendig grad av beskyttelse. I tillegg vil også noen forekomster av hindringer resultere i at krumbaneilden i realiteten vil få forsterket effekt. Simulatorsystemet vil heller ikke ta dette i betraktning.

*Avgjørende:* Valg av brannrør. Ettersom simulatorsystemet kun simulerer sprenggranatens anslag i kontakt med bakken eller ved 10 meters høyde vil simuleringen i tilfeller hvor sprenggranaten detonerer i en annen høyde som resultat av feilbruk og feilinnstillinger blir for effektive.

*Avgjørende:* Sprenggranatens detonasjonshøyde. Simulatorsystemet simulerer enten en sprenggranat med anslag i bakken eller detonasjon ved 10 meters høyde. Faktorer som i virkeligheten kan oppstå og variere detonasjonshøyden derfor ikke tatt i betraktning. Variasjoner i detonasjonshøyde vil kunne påvirke krumbaneildens effekt betraktelig.

*Mindre avgjørende:* Blindgjengere. I virkeligheten vil 5 % av alle sprenggranater ikke detonere ved et engasjement. Ettersom STS sitt simulatorsystem ikke tar høyde for dette vil simuleringen være for effektiv.

*Mindre avgjørende:* I likhet med variasjoner i terrengets beskaffenhet og hindringer, vil et potensielt snølag i nedslagsområdet gi beskyttelse for målet. Simulatorsystemet tar ikke høyde for dette og vil noen tilfeller være for effektiv.

## 7 Kildeliste

Berle, E. (2000). En analyse av effektiviteten til artilleriraid. *En analyse av effektiviteten til artilleriraid*. Linderud, Norge: Edvard Berle.

Dalland, O. (2017). *Metode og oppgaveskriving*. Oslo: Gyldendal Akademisk.

Driels, M. R. (2013). *Weaponneering: Conventional Weapon System Effectiveness*. Virginia, Reston: American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc. .

Dullum, O. (1990). Virkning i målet / terminalballistik. Linderud: Krigsskolen.

Forsvarets skolesenter. (2006). *Forsvarets Pedagogiske Grunnsyn*. Oslo: Grafisk avdeling FFS.

Forsvarets stabsskole. (2014). *Forsvarets fellesoperative doktrine*. Oslo: Forsvarsstaben.

- Forsvarsbygg. (2012). *Håndbok for skyte- og øvingsfelt*. Forsvarsbygg.
- Johannessen, A., Tufte, P. A., & Christoffersen, L. (2011). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Oslo: Abstrakt Forlag.
- Joint technical coordinating group for munitions effectiveness. (1998). *JTGC/ME*. Commanding General, Army Materiel Command.
- Kaufmann, G., & Kaufmann, A. (2009). *Psykologi i organisasjon og ledelse*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Klopčič, J. T. (1990). *A comparison of damage functions for use in artillery effectiveness codes*. Aberdeen: U.S. Army Laboratory Command.
- Korhonen, S. (2006). *The Battle of the Winter Wars*. Hentet fra <http://www.winterwar.com/Weapons/artinfo.htm>
- Løvik, J. E., & Rognerud, S. (2007). *Vurdering av miljørisiko ved Forsvarets bruk av hvitt fosfor i skytefelt i Troms*. Norsk Institutt for vannforskning.
- Logistikkorganisasjon/Land, F. (2003). *Utredning om Forsvarets bruk av Hjerkinnskytefeltet i perioden 1923 - 2003. Forsvarets etterlatenskaper av farlig karakter, blindgjengere og eksplosivrester*. Teknisk Materielldivisjon. Forsvarets Logistikkorganisasjon.
- Melgård, Ø. (2013). *Beslutningsfeller i planprosessen*. Oslo: Melgård, Øyvind.
- Nationalencyklopedin. (2017, 3 24). *Nationalencyklopedin*. Hentet fra Nedslagsvinkel: <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/nedslagsvinkel>
- Rein, T. (2012, 10 30). *Store Norske Leksikon*. Hentet fra Store Norske Leksikon: <https://snl.no/brannr%C3%B8r>
- Rein, T. (2014). *Brannrør*. Hentet fra Store Norske Leksikon: <https://snl.no/brannr%C3%B8r>
- Roponen, J. (2015, 3 31). *Simulating artillery fire in forest environment*. *Simulating artillery fire in forest environment*. Aalto, Finland: Aalto University.

SAAB AB. (2015). *AWES 2.0 Standard Simulation Guideline*. SAAB AB.

Safer Edge. (2014). *Protective Cover from Direct and Indirect Fire*. Safer Edge.

Sögtrop, D. G. (1979). *Handbuch Munitionswirksamkeitsdaten*. Koblenz, Tyskland: BWB WM VI 2.

Sletten, G. (2012). *En oversikt over Kamptreningscenteret*. Forsvarets Forskningsinstitutt.

SNL. (2017, 2 14). *Blindgjenger*. Hentet fra Store Norske Leksikon:

<https://snl.no/blindgjenger>

Svartdal, F. (2014, 12 25). *Bekreftelsestendens*. Hentet fra Store Norske Leksikon:

<https://snl.no/bekreftelsestendens>

The Departments of the Army, Air Force, and Navy and the defence special weapons Agency. (1998). *Technical Manual Design and analysis of hardened structures to conventional weapons effects*. Massachusetts: Headquarters, U.S. Army Corps of Engineers, Office og the Chief of Engineers.

U.S. Army Combined Arms Center. (2012). *Developing an Effective Command Philosophy*. Forth Leavenworth: Military Review.

US Army. (1968). *Basic Cold Weather Manual FM 31-70*. Washington D.C., USA: Department of the Army.

US Army Combined Arms Center - Training. (2011). *Leader's Guide to After-Action Reviews (AAR)*. Forth Leavenworth: U.S. Army.

Wikipedia. (2013, 9). *Battle of Hürtgen Forest*. Hentet fra Wikipedia:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Battle\\_of\\_H%C3%BCrtgen\\_Forest](https://en.wikipedia.org/wiki/Battle_of_H%C3%BCrtgen_Forest)

Wikipedia. (2017, 3 24). *Gun Laying*. Hentet fra Wikipedia:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Gun\\_laying](https://en.wikipedia.org/wiki/Gun_laying)

## 8 Intervjuer

Dalen, B. (2017, 2). Praksiserfaringer fra Excon. (E. Dalen, Intervjuer)

Dullum, O. (2017, 1). (E. Dalen, Intervjuer)