



# **FHS Krigsskolen**

## **Bacheloroppgave**

### **Minelegging i Norge**

En operasjonsanalyse om det norske Ingeniørvåpenet trenger å oppfylle NATO sitt kapasitetskrav til hurtig minelegging

av

Christian Jensen, Jens Normann Eidsten og Nils Grongstad

Levert som en del av kravet til graden:

**BACHELOR I MILITÆRE STUDIER MED FORDYPNING I LEDELSE OG  
LANDMAKT**

Antall ord: 12 367

Innlevert: mars 2023

**Ikke/Godkjent for offentlig publisering**

## Publiseringsavtale

### En avtale om elektronisk publisering av bachelor/prosjektoppgave

Kadetten(ene) har opphavsrett til oppgaven, inkludert rettighetene til å publisere den.

Alle oppgaver som oppfyller kravene til publisering vil bli registrert og publisert i Bibsys Brage når kadetten(ene) har godkjent publisering.

Oppgaver som er graderte eller begrenset av en inngått avtale vil ikke bli publisert.

Jeg (Vi) gir herved FHS Krigsskolen rett til å gjøre denne oppgaven tilgjengelig elektronisk, gratis og uten kostnader	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nei
Finnes det en avtale om forsinket eller kun intern publisering? (Utfyllende opplysninger må fylles ut)	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nei
Hvis ja: kan oppgaven publiseres elektronisk når embargoperioden utløper?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nei

## Plagiaterklæring

Jeg (Vi) erklærer herved at oppgaven er mitt eget arbeid og med bruk av riktig kildehenvisning. Jeg (Vi) har ikke nyttet annen hjelp enn det som er beskrevet i oppgaven.

Jeg (Vi) er klar over at brudd på dette vil føre til avvisning av oppgaven.

**Dato: 31/03/2023**

Christian V. Jensen

Christian Jensen, signatur  
signatur

Jens N. Eidsten

Jens Eidsten, signatur

Nils P. Grongstad

Nils Grongstad,

## Forord

Denne oppgaven har til hensikt å øke engasjementet rundt utviklingen av Ingeniørvåpenet og samvirkesystemet Hæren. Arbeidet med oppgaven har vært en lærerik prosess.

Vi ønsker å takke alle som har hjulpet oss med vårt arbeid. Takk til oberst Arild Norstad ved Forsvarets materiellavdeling, oberstløytnant Roar Wold ved Krigsskolen og major Erik Oppegaard ved Hærens våpenskole for god støtte underveis.

En spesiell takk til vår veileder major Stein Helge Kingsrød for god oppfølging og gode innspill.

Denne oppgaven hadde ikke blitt like bra uten dere.

Oslo, Krigsskolen, 31-03-2023

(Signaturer)

---

## Sammendrag

I lys av Russlands invasjon av Ukraina ser vi behovet for et velfungerende samvirkesystem som kan fungere godt i både offensive og defensive operasjoner. Den sikkerhetspolitiske situasjonen i Europa fører til at Norge sitt fokus rettes fra lavintensitetskrigføring i internasjonale operasjoner, til høyintensitetskrig og forsvaret av Norge. Taktisk samvirke er essensielt for å utnytte våpenartenes styrker, og dermed ha best mulig effekt på fienden. I defensive operasjoner er ingeniøren sin rolle i hovedsak antimobilitet. Antimobilitet er sentralt for å komplementere det taktiske samvirket, men det er tidkrevende. NATO stiller krav til at medlemsnasjonene skal være i stand til hurtig minelegging. Brigade Nord sin evne til å legge minefelt hurtig ser vi som lav, fordi Ingeniørvåpenet kun har kapasitet til å legge manuelt utlagte minefelt.

I denne oppgaven forsøker vi å svare på problemstillingen *trenger det norske Ingeniørvåpenet å oppfylle NATO sitt krav til hurtig minelegging for å støtte defensive samvirkeoperasjoner i Norge?* For å belyse problemstillingen har vi brukt teori om taktisk samvirke, defensive operasjoner og ingeniørstøtte i defensive operasjoner.

For å svare på problemstillingen gjennomførte vi tre operasjonsanalyser der vi brukte plan- og beslutningsprosessen. Deretter programmerte vi planene inn i taktikksimulatoren på Krigsskolen (Steel Beast). Gjennom simuleringene fikk vi data på effekten av mekanisk og manuelt utlagt minefelt, og analyserte de opp mot teorien. Basert på resultatene i analysen ser vi at mekanisk utlagt minefelt gir en klart større effekt enn manuelt utlagt minefelt i alle lendetyper, men særlig i åpent lende. Vi konkluderer basert på vår forskning at det er behov for mekanisk minelegging i Ingeniørvåpenet.

## Innholdsfortegnelse

<b>Figurer</b> .....	v
<b>Tabeller/Diagrammer</b> .....	vi
<b>Forkortelser</b> .....	viii
1 Innledning.....	1
1.1 Tema/bakgrunn.....	1
1.2 Mål og problemstilling .....	3
1.3 Avgrensninger .....	3
1.4 Struktur.....	3
2 Teori .....	5
2.1 Taktisk samvirke .....	5
2.2 Defensive operasjoner .....	6
2.3 Ingeniørstøtte i defensive operasjoner.....	7
2.3.1 PB/sperreplan .....	8
2.3.2 Utvikling av engasjementsområder .....	8
2.3.3 Faktorgrunnlag for minefelt .....	10
3 Metode.....	13
3.1 Valg av metode.....	13
3.2 Anvendt metode .....	13
3.2.1 Forberedelser .....	14
3.2.2 Datainnsamling.....	15
3.2.3 Dataanalyse .....	18
3.3 Metodekritikk .....	18
3.4 Kilder og kildekritikk .....	21
4 Empiri.....	23
4.1 Operasjon vest Vardåsen .....	23

4.2 Operasjon øst Vardåsen.....	27
4.3 Operasjon Leirsund .....	31
5 Analyse.....	36
5.1 Minefeltene sin effekt på operasjonen i kanalisierende lende vest for Vardåsen.....	37
5.2 Minefeltene sin effekt på operasjonen i åpent lende øst for Vardåsen.....	38
5.3 Minefeltene sin effekt på operasjonen i det kanalisierende lende i Leirsund.....	40
5.4 Sammenhengen mellom effekten av minefelt i kanalisierende og åpent lende .....	41
6 Konklusjon .....	43
7 Litteraturliste .....	44

## Figurer

Figur 1: Situasjon ved Vardåsen og Leirsund.

Figur 2: Gruppering av manuelt utlagt minefelt vest Vardåsen.

Figur 3: Gruppering av mekanisk utlagt minefelt vest Vardåsen.

Figur 4: Gruppering av manuelt utlagt minefelt øst Vardåsen.

Figur 5: Gruppering av mekanisk utlagt minefelt øst Vardåsen.

Figur 6: Gruppering av manuelt utlagt minefelt Leirsund.

Figur 7: Gruppering av mekanisk utlagt minefelt Leirsund.

## **Tabeller/Diagrammer**

Tabell 1: Timetall for utlegging av miner (Hærens våpenskole, 2022b, s. 25).

Tabell 2: Manuelt utlagt minefelt vest Vardåsen.

Tabell 3: Mekanisk utlagt minefelt vest Vardåsen.

Tabell 4: Manuelt utlagt minefelt øst Vardåsen.

Tabell 5: Mekanisk utlagt minefelt øst Vardåsen.

Tabell 6: Manuelt utlagt minefelt Leirsund.

Tabell 7: Mekanisk utlagt minefelt Leirsund.



## Begrepsavklaring

**Antimobilitet** – Antimobilitet er definert som å hindre en motstanders mobilitet gjennom å forsterke naturlige hinder eller gjennom etablering av menneskeskapt hinder. Eksempler er minefelt, kommunikasjonsødeleggelse (KOMØD) eller gravearbeider (Hærens våpenskole, 2022b, s. 9).

**Manuelt utlagt minefelt** – minefelt som legges ut for hånd av soldater.

**Mekanisk utlagt minefelt** – minefelt som legges ut av maskiner, som for eksempel minekastervogn med spredbare stridsvognminer.

**Mobilitet** – Mobilitet er en militær enhet sin kapasitet til å forflytte seg samtidig som den løser sitt primære oppdrag. Ingeniørens rolle er å skape mobilitet for andre enheter. Det skjer ved blant annet gjennombrytning av sperringer, kryssing av gap og etablering av akser (Hærens våpenskole, 2021a, s. 7).

**Rapid emplacement of effectors (such as mines)**, (oversatt: hurtig minelegging) – Dette kan kun utføres ved mekanisk minelegging.

**Taktisk samvirke** – Taktisk samvirke utnytter de unike kvalitetene til de ulike våpen- og troppearter for å skape systemoverlegenhet. Kombinasjonen av våpen og troppearternes komplementære egenskaper gir synergi gjennom effektivt samvirke ved at styrkenes samlede kampkraft blir større enn summen av delene hver for seg (Forsvaret, 2019, s. 100).

**Taktiske samvirkeoperasjoner** – Taktiske samvirkeoperasjoner er anvendelse av basisfunksjonene (kommando, informasjon, manøver, ild, beskyttelse, etterretning og logistikk) i samhandling mellom flere våpen- og troppearter i en styrke under en felles ledelse (Forsvaret, 2019, s. 100).

## **Forkortelser**

Cm - centimeter

IED – Improvised Explosive Device

KOMØD – Kommunikasjonsødeleggelse

MICLIC – Mine Clearing Line Charge (oversatt til minerydderslange)

NATO – North Atlantic Treaty Organization

PB – Panserbekjempning

PV – Panservern våpen

SOSRA – Suppress, Obscure, Secure, Reduce og Assault

TTP – Teknikk, Taktikk og Prosedyrer

# 1 Innledning

## 1.1 Tema/bakgrunn

I de siste årene og spesielt etter Russlands invasjon av Ukraina har vi sett viktigheten av et godt taktisk samvirke. Etter Sovjetunionens fall ble trusselen for en invasjon av Norge omtrent borte og Forsvaret ble nedskalert. Spesielt Hæren ble nedskalert voldsomt, fra en territoriell, lokal invasjonshær, til en innsatshær. Hærens krigsorganisasjon ble redusert fra rundt 100 000 personer i år 2000 til 15 000 personer noen år senere (Leraand, 2023). Det var ikke kun personellet som ble redusert dramatisk, men også materiell, avdeling og leirer ble satt på lager eller lagt ned. På det meste hadde Hæren 13 brigader i 1986 hvorav ni av dem var mobiliseringsbrigader, i dag er det kun Brigade Nord igjen (Leraand, 2023). Fokuset ble i mange år snudd til lavintensitetskrigføring, blant annet i Bosnia-Hercegovina, Kosovo og Afghanistan (Børresen, 2020). I de konfliktene var det ikke fokus på de store samvirkesystemene slik vi ser i Ukraina i dag.

Vi ønsker å se nærmere på noe av problematikken med å gjennomføre brigadeoperasjoner i den norske Hæren. For å oppnå taktisk samvirke er det viktig at alle systemene forsterker hverandre, spesielt manøver, artilleri og ingeniør. I tillegg må operasjonene understøttes av logistikk, samband, sanitet og militærpoliti for å opprettholde stridsutholdenheten. Det er slik et stort samvirkesystem skal kunne fungere for å oppnå maksimal effekt av alle delene i systemet. Hvis ikke vil operasjonene kulminere slik det gjorde når russerne angrep Kyiv i den innledende fasen februar 2022 (Friis, 2023). Selv om vi i Norge har et relativt moderne samvirkesystem i vår brigade, mener vi at det fortsatt finnes rom for forbedring.

Ingeniørvåpenet har en helt sentral rolle i samvirkesystemet, både i offensive og defensive operasjoner. Ingeniørvåpenet bidrar med mobilitet, antimobilitet og beskyttelse, og dette gjelder for både offensive og defensive operasjoner (Hærens våpenskole, 2014, s. 3–7 og 4–17). For å ødelegge fienden effektivt er det ønskelig å forme fienden inn i våre engasjementsområder og holde han der. Det kan ingeniøren bidra med ved å støtte sjefen med en god PB/sperreplan. Ingeniøren manipulerer et stykke lende ved å forsterke naturlige hinder som grøfter, elver og skrenter med kunstige hinder som miner, piggråd, kråkefötter eller stridsvognsgrøfter. Denne sentrale delen av det taktiske samvirket synes vi er spennende, og ønsker å se nærmere på.

I Ukraina ser vi viktigheten av et godt fungerende taktisk samvirke i defensive operasjoner. De beste avdelingene i den ukrainske hæren er de velutstyrte mekaniserte brigadene med stor ildkraft. Krigen har også vist oss at ukrainske brigader vinner over de russiske bataljontaktiske gruppene, og at det ukrainske brigadesystemet er mer effektivt enn antatt (Ydstebø, 2022). Det er ting som tyder på at Ukraina har stor effekt av sine minefelt kombinert med spesielt krumbane og panservernvåpen. Minefeltene er en svært viktig del Ukrainas taktiske samvirke (Reuters, 2022). Mange av minefeltene i Ukraina blir fjernutlagt av artilleri, helikopter og minekastervogner. Disse systemene kan legge store minefelt på svært kort tid, og har angivelig hatt stor effekt i kamp (UK Ministry of Defence, 2023). De er med på å begrense russernes evne til å manøvrere fritt med pansrede vogner, og former dem inn i engasjementsområder hvor de blir ødelagt. Selv om defensive operasjoner i høyintensitetskrigføring nå har blitt svært relevant, kan vi ikke se noen utvikling i Ingeniørvåpenet her hjemme som en slik sikkerhetspolitisk situasjon muligens burde føre til.

Vi mener altså å ha funnet en svakhet i det norske Ingeniørvåpenet. I North Atlantic Treaty Organization (NATO) sin *Corrigendum Bi-SC Capability Codes and Capability Statements* står det at et pansret ingeniørkompani skal være: «Capable of conducting counter-mobility tasks, to support the combat unit's ability to block, fix, disrupt and turn enemy movement within its Area of Operations, including deliberate or/and rapid emplacement of effectors (such as mines) and/or other anti-armour vehicle obstacles» (North Atlantic Treaty Organization, 2020, s. 80). Siden det norske Ingeniørvåpenet ikke har kapasitetene til å legge hurtige minefelt, vil mangelen gjøre at Brigade Nord sin evne til å legge hurtige sperringer i defensive operasjoner bli svekket. Slik situasjonen er i dag, må soldatene manuelt legge ut en og en mine. Det kan ta for lang tid å legge et minefelt, noe som igjen vil gjøre at vi ikke klarer å lage effektive og overraskende engasjementsområder. Vi ser likevel at det er stor forskjell på norsk lende og lendet sør på kontinentet.

Strukturutviklingen innenfor antimobilitet i Ingeniørvåpenet har ikke fått høy nok prioritering til å kunne anskaffe minekastere. Det er muligens ikke så rart med tanke på den sikkerhetspolitiske situasjonen etter Sovjetunionens fall, hvor trusselen for invasjon av Norge var svært lav. Fokuset var heller på minerydding i internasjonale operasjoner. Nå som trusselen

for en invasjon igjen blir større, er mineleggingskapasiteter viktigere enn Improvised Explosive Device (IED)-kapasiteter i internasjonale operasjoner. Vi ønsker derfor å gjennomføre simuleringer for å undersøke effekten samvirkesystemet vil få med mekanisk utlagte minefelt kontra manuelt utlagte minefelt og undersøke om det norske Ingeniørvåpenet egentlig trenger å oppfylle disse kravene på grunn av det norske landet.

## 1.2 Mål og problemstilling

### **Problemstilling:**

*Trenger det norske Ingeniørvåpenet å oppfylle NATO sitt krav til hurtig minelegging for å støtte defensive samvirkeoperasjoner i Norge?*

Målet med denne oppgaven er altså å identifisere i hvilken grad Ingeniørvåpenet er i stand til å støtte defensive operasjoner med etablering av minefelt, og dermed om det er behov for å anskaffe nye mineleggingskapasiteter. Vi ønsker å kunne belyse effekten av de forskjellige mineleggingskapasitetene, og kartlegge behovet for mekanisk minelegging i Norge.

## 1.3 Avgrensninger

Vi avgrensner oss til å undersøke forskjellen et manuelt og et mekanisk utlagt minefelt vil ha i et områdeforsvar, ikke mobilt forsvar eller oppholdende strid. Denne avgrensningen gjorde vi fordi områdeforsvar er lettest å simulere, på grunn av færre bevegelige enheter. I mekanisk utlagte minefelt velger vi å se på minespredervogn, og ikke fjernleverte miner levert av artilleri eller luftkapasiteter. Minene vi benytter i denne oppgaven er M6A2 trykkutløst, da dette er en av minetyperne man benytter seg av i Norge.

## 1.4 Struktur

Vi har strukturert oppgaven i fem kapitler. I innledningen presenterer vi bakgrunnen for oppgaven og problemstillingen vi ønsker å undersøke. I tillegg har vi avgrenset oppgaven for å tydeliggjøre oppgavens fokus.

Kapittel 2 er en redegjørelse for relevant teori i tilknytning til problemstillingen. Her har vi tatt for oss teori om taktisk samvirke, defensive operasjoner og ingeniørens rolle i et defensivt samvirkesystem.

Kapittel 3 er en beskrivelse av metoden vi har brukt, og hvordan denne bidrar i undersøkelsen av problemstillingen. Vi har vurdert metodens og kildenes validitet ved å se på styrker og svakheter med dem.

I kapittel 4 viser vi utvikling av handlemåter i tre forskjellige lendetyper. Vi sier også hva vi tror utfallet av simuleringene vil være, og vi presenterer resultatene fra simuleringene.

Kapittel 5 er en analyse av empirien i kapittel 4, i lys av det teoretiske grunnlaget fra kapittel 2. Vi analyserer effekten av manuelle og mekanisk utlagte minefelt. Vi vil finne ut om Ingeniørvåpenet trenger minekaster for å støtte defensive samvirkoperasjoner i Norge.

Kapittel 6 er en konklusjon av oppgaven, og anbefaling til videre forskning på temaet.

## 2 Teori

### 2.1 Taktisk samvirke

Robert Leonhard har skrevet om combined arms, oversatt til taktisk samvirke på norsk (Forsvaret, 2019, s. 251). Taktisk samvirke er samvirke mellom våpenarter eller bransjer under én taktisk kommando innenfor en forsvarsgren eller fellesfunksjon (Forsvaret, 2019, s. 196). Han skriver at prinsippene for taktisk samvirke er en form for funksjonell forskyvning. Han mener med dette at man bruker taktisk samvirke for å nøytralisere motstanderens styrker ved å gjøre dem irrelevante (Leonhard, 1991, s. 91–92). Leonhard deler inn sin teori i tre prinsipper, komplementærprinsippet, dilemmaprinsippet og Alcyoneusprinsippet.

Komplementærprinsippet til Leonhard har som forutsetning at alle våpenartene både har styrker og svakheter i forhold til de andre våpenartene (Leonhard, 1991, s. 93). Komplementærprinsippet baserer seg på å kombinere disse våpenartene slik at man kan kompensere for hverandres svakheter gjennom hverandres styrker (Leonhard, 1991, s. 91). Dette skaper en synergisk effekt. Infanteri kan for eksempel belage seg på stridsvognens ildkraft i åpent terreng og stridsvognen kan basere seg på beskyttelse fra infanteriet ved strid på korte hold som i skog og urbant terreng. Komplementærprinsippet er fokusert mot egne styrker, og målet er å fjerne egne svakheter. Det søkes også å skape en synergi som gjør at den totale effekten av innsatsmidlene blir større enn innsatsmidlene hver for seg.

Det andre prinsippet til Leonhard er dilemmaprinsippet og dette er fiendefokusert. Det handler om å kombinere flere våpenarter/våpensystemer slik som infanteri, stridsvogn, ingeniør og artilleri for å påvirke motstanderen med komplementære effekter (Leonhard, 1991, s. 94). Dilemmaprinsippet handler om å påvirke motstanderen med to eller flere handlinger synkronisert i tid og rom, og dersom motstanderen forsvare seg mot en av effektorene, blir han påvirket av den andre. Et eksempel på dilemmaprinsippet er å benytte infanteri og stridsvogn mot stridsvogn. Bruker man infanteri og stridsvogn for å angripe fiendens stridsvogn, vil stridsvognen gjøre seg sårbar for en av effektene. Dersom fiendens stridsvogn skal angripe infanteriet, gjør han seg sårbar for våre stridsvogner og dersom fienden fokuserer angrepet sitt mot våre stridsvogner, vil han gjøre seg sårbar for infanteriet.

Alcyoneusprinsippet er det prinsippet i taktisk samvirke-konseptet til Leonhard som fokuserer på å skape en funksjonell forskyvning hos motstanderen. Alcyoneusprinsippet stammer fra gresk mytologi og fortellingen om Herkules som sloss mot kjempen Alcyoneus. Historien handler om at kjempen Alcyoneus ikke kan bekjempes på egen grunn, for der var han usårbar. I det Herkules fikk lurt Alcyoneus ut av området han er usårbar i, klarte han endelig å skade kjempen. Alcyoneusprinsippet handler om å få motstanderen sin inn i et terreng der han er mest sårbar (Leonhard, 1991, s. 94). For å sette dette i en praktisk kontekst vil stridsvogner være mest sårbare i skog og urbane områder hvor de kan bli påvirket av panservernvåpen (PV) på korte hold. Infanteri er mest sårbare i åpne områder grunnet deres egne våpenrekkevidder og dårlig pansring, derfor er det ønskelig for vår del å tvinge motstanderens infanteri ut i det åpne.

Paradokset med Alcyoneusprinsippet er at motstanderen også ønsker å benytte sine styrker i sterkt lende, og man kan ende opp med å kjempe stridsvogn mot stridsvogn i åpent lende med lange skuddhold, dette blir en symmetrisk duell. Man bør søke å anvende dette prinsippet slik at man unngår en symmetrisk duell, men heller kjemper asymmetrisk. Ingeniørvåpenet kan understøtte brigadens manøveravdelinger med antimobilitet for å forme motstanderen inn i ufordelaktig lende. Ved å legge piggråd kan man hindre infanteriet å sikre skog og høydedrag, dermed må stridsvogn ta seg gjennom et lende uten at infanteriet sikrer flanken. Ved å legge sperringer i stridsvognlandet og samtidig påvirke fienden, med for eksempel panservernvåpen, kan vi tvinge stridsvogn til å bruke et lende som er mindre fordelaktig og dermed oppnå Alcyoneusprinsippet.

## 2.2 Defensive operasjoner

Defensive aktiviteter har til hensikt å ta fra en motstander evnen til å nå sine målsetninger, og deretter skaffe egen avdeling bedre forutsetninger for en påfølgende offensiv. Offensive aktiviteter er ofte mer avgjørende, men defensiven er den sterkeste stridsform (Clausewitz, 1984, s. 94). Forsvareren har mulighet til å utnytte tid tilgjengelig til å forberede terrenget og besette stillinger før fienden starter angrepet. Defensive aktiviteter kan gjennomføres med mange ulike målsetninger. Disse målsetningene kan være å nekte fienden å bruke et viktig terreng, sinke fienden for å få forsterkninger eller forberede et forsvar. Andre muligheter er å øke fienden sin sårbarhet ved å tvinge han til å gruppere seg samlet, slite ut fienden og binde fienden i et ufordelaktig terreng for et avgjørende motangrep (Hærens våpenskole, 2020, s. 36).



Når man gjennomfører defensive operasjoner, skal hovedideen være å utnytte enhver mulighet til å angripe fienden når situasjonen tillater det. I defensiv strid skal det gjennomføres motangrep om stridsvurderingen eller oppdragsanalysen tillater det (Hærens våpenskole, 2020, s. 37)

Det er tre prinsipielle typer defensive operasjoner; mobilt forsvar, områdeforsvar og oppholdende strid. I denne oppgaven er det områdeforsvar som undersøkes. Hensikten med områdeforsvar er å sikre et terreng og nekte fienden tilgang til det. Det oppnås ved å forme fienden inn i et område han kan bli stanset, slått eller nøytralisert med ild. En viktig del av områdeforsvar er å bruke terrenget slik at stillingene har gjensidig støtte, altså at stillingene kan støtte hverandre med flatbaneild, slik at fienden ikke kan konsentrere angrepet mot en stiling uten å eksponere seg for andre stillinger. Den forsvarende styrken fokuserer ilden mot engasjementsområder, et område som er hensiktsmessig å bekjempe fienden i, og motangrep planlegges for å skape avgjørelse (Hærens våpenskole, 2020, s. 37).

### 2.3 Ingeniørstøtte i defensive operasjoner

I forsvar brukes taktisk samvirke mellom ulike våpen for å oppnå størst mulig effekt på fienden. Ingeniøren sin rolle innenfor antimobilitet er å forstyrre, binde, vende eller stanse fienden ved hjelp av sperringer (Hærens våpenskole, 2021a, s. 46). Det kan være ingeniørpanservogner, minespredere og stormingeniører som etablerer komplekse hinder med en kombinasjon av minefelt, stridsvognsgrøfter og piggrådshinder. Komplekse hinder gjør at fienden må frem med mobilitetsressurser og eksponere flere ulike kapasiteter, som for eksempel stormingeniører for å åpne en gate gjennom et minefelt, eller bruke ingeniørpanservogn for å fylle stridsvognsgrøfter. Dette fører til at fienden må bruke tid på å planlegge og gjennomføre gjennombrytning eller bruke tid på å omgå sperringen. Hinder er noe som fysisk påvirker bevegelsesfriheten til personell, kjøretøy eller formasjoner. Vi har naturlig hinder som for eksempel elver, myrer og skrenter. Vi har også kunstige hinder som kanaler, skyttergraver, minefelt, felte trær, grøfter og bebyggelse. En sperring er et eller flere hinder som brukes til å detektere, kanalisere, hindre, sinke eller stanse en fiende samtidig som vi ønsker å påføre fienden tap av personell, materiell og tid (Hærens våpenskole, 2021a, s. 42).

### 2.3.1 PB/sperreplan

Panserbekjempelse (PB)/sperreplan er manøversjefen sin plan som sikrer effektiv kombinasjon av direkte ild, indirekte ild, manøver og ingeniørinnsats for å kanalisere, sinke eller stanse en fiende, og på den måten påføre fienden størst mulig tap (Hærens våpenskole, 2014, s. 4-A-1). Et hinder kan ha liten effekt på angriperen, men en sperring som brukes kombinert med andre effektorer som flatbanevåpen, for eksempel panservern og stridsvogner kombinert med krumbanevåpen som bombekaster og artilleri, kan gi angriperen store problemer. Sperringer er et sentralt element i defensive operasjoner fordi de forsterker og danner ofte grunnlaget for avdelingen sine engasjementsområder.

En godt planlagt PB/sperreplan kan oppnå dilemmaprinsippet til Leonhard. Fienden må forholde seg til mange effekter samtidig. Der angriperen prøver å rykke frem, blir han sinket av sperringer. Hvis han velger å stanse, vil han bli beskyttet av krumbane. Hvis han angriper inn mot sperringen, vil han bli skutt opp av flatbanevåpen. Omgår han sperringen, vil han bevege seg ut i et ufordelaktig terreng der flatbane- og krumbaneild kan ødelegge han. En sperring med vendeffekt kan tvinge motstanderen inn i et ufordelaktig lende, noe som i praksis er Alcyoneus-prinsippet. Det kan for eksempel være en stridsvogn som tvinges inn i terreng der panservernvåpen kan påvirke den fra korte hold. Ved å legge personellhinder som piggråd, kan man svekke støtten fra infanteri til stridsvognen og øke sårbarheten til den angripende avdelingen.

### 2.3.2 Utvikling av engasjementsområder

Engasjementsområder er områder i terrenget hvor det planlegges at angriperen skal bekjempes. Engasjementsområdene bygges i syv steg (Hærens våpenskole, 2021a, s. 47):

- Identifisere fiendens adkomstakser
- Definere fiendens handlemåte
- Plassere flatbanevåpen
- Planlegge og integrere sperreplan
- Planlegge og integrere ildplan
- Trene på oppdrag i engasjementsområdet

Når ingeniøren skal legge minefelt, er det viktig å forstå hvilke adkomstakser angriperen benytter. Russisk angrep i skog og fjell utføres i hovedsak langs veier og åpne områder, ved å flankere og omgå fienden. Angrep under vinterforhold gjennomføres hovedsakelig langs veier, elver og tilegnelige områder (Dr. Grau & Bartles, 2016, s.107-108). Et russisk angrep i Norge vil i hovedsak skje langs vei og åpne områder. På marsj vil hver kolonne i de russiske brigadene ha med seg mobilitetsstøtte. Mobilitetstøtten brukes oftest for å bryte gjennom minefelt (Dr. Grau & Bartles, 2016, s. 107–108).

Når ingeniøren skal legge minefelt, er det også viktig å forstå hvordan angriperen vil bryte gjennom våre sperringer. I Norge bruker vi teknikken SOSRA for å bryte gjennom sperringer. Basert på *The Russian Way of War* kan vi si at Russland bruker tilnærmet lik metode (Dr. Grau & Bartles, 2016, s. 118). Fundamentale gjennombrytningsoppgaver er «suppress», «obscure», «secure», «reduce» og «assault» som forkortes til «SOSRA». SOSRA presenteres sekvensielt og gjennomføres samtidig (Hærens våpenskole, 2021a, s. 28). «Suppress» er å holde fienden nede med ild slik at han ikke kan påvirke gjennombrytningen. Det er oppgaven til en dekningsstyrke som skal beskytte gjennombrytningstyrken, ofte ved å skyte flatbane og krumbane på forsvareren sine stillingsområder. «Obscure» er skjerming av gjennombrytningsstedet som kan gjøres ved å legge en røykskjerm som hindrer innsyn mot gjennombrytningstyrken. «Secure» handler om å sikre gjennombrytningsstedet. Det kan utføres ved at infanteri sikrer området på andre siden av sperringen eller dekkes av flatbaneild. «Reduce» er å redusere eller fjerne sperringen, dette er hovedoppgaven til ingeniøren. Ingeniøren skal etablere en gate gjennom sperringen slik at angrepsstyrken kan ta målet bortenfor sperringen. «Assault» er angrepet gjennom sperringen som utføres av angrepsstyrken, og har til hensikt å ta målet bortenfor sperringen som kan være fiendtlig stillingsområde (Hærens våpenskole, 2021a, s. 28). Informasjon om hvilket materiell og hvor mye angriperen kommer med, er styrende for hvordan sperringen utformes. Hvis fienden har en stridsvogneskadron støttet med mineryddervogn med sprengstoff-slange, krever det at minefeltet er dypere enn om angriperen består av en stridsvogneskadron støttet av en tropp med stormingeniører.

Deretter defineres det hvor fienden skal bekjempes. Engasjementsområdet etableres i fordelaktig lende for forsvareren. Det kan være i et terreng som tvinger fienden til å bevege seg gjennom et trangt område der de blir enkle mål for forsvareren. Når vi vet hvor fienden skal

bekjempes, skal forsvareren sine flatbanevåpen plasseres i forhold til engasjementsområdet. Her er det viktig å tenke på de ulike flatbanevåpnene til forsvareren og rekkevidden til disse våpnene og hvordan de kan plasseres for å oppnå effekt gjennom gjensidig støtte, samt virke overraskende og flankerende på fienden (Hærens våpenskole, 2021a, s. 47–49).

Ingeniørens hovedoppgave blir å integrere sperreplanen. Den bestemmer hvor sperringene skal være og hvordan de skal utformes for å skape effekten på fienden som er ønskelig fra sjefen (Hærens våpenskole, 2021a, s. 50). Effektene fra sperringer er **forstyr**, **bind**, **vend** og **stans**. Sperringer med effekten **forstyr** skal rive opp angriperens formasjon og ødelegge tempoet i fremrykningen, redusere bevegelsesfriheten og tvinge frem fiendens ingeniørmateriell. Sperringer med effekten **bind** har til hensikt å forme, sinke eller stanse fienden i et område over en begrenset tidsperiode for å øke effekten av egne våpen. **Vendende** sperringer har til hensikt å forme fienden inn i engasjementsområdet. Den siste sperreeffekten er **stans**. Den skal stanse angrepet, ødelegge angripende styrke og nekte angriperen i å nå sine mål ved å sperre en adkomstakse. I et kanalisierende lende kan forsvareren effektivt stanse en fremrykningsakse med minefelt kombinert med stridsvognsgrøfter i dybden og våpen som virker inn mot sperringene (Hærens våpenskole, 2010, s. 88–89). Sperreplanen omfatter også planlegging av ressursbruk og etablering av de ulike sperringene. I neste delkapittel går vi nøyere gjennom beregning av ressursbruk.

Ingeniøroffiseren må samarbeide med artilleristen for å integrere den tunge ilden i sperreplanen. Krumbanen skal bidra til å øke effekten av sperringer og flatbanevåpen. Det siste steget er trening på oppdrag i engasjementsområdet. Det sikrer at svakheter med planen avdekkes. Koordinering mellom avdelingen gjøres for å sikre effektiv bruk av de ulike våpnene. En PB/sperreplan er altså en metode for å planlegge taktisk samvirke (Hærens våpenskole, 2021a, s. 50–51).

### 2.3.3 Faktorgrunnlag for minefelt

Ingeniørstøtten er en begrenset ressurs og en faktor som bestemmer hvordan sperreplanen kan utformes. Sperringen blir planlagt basert på kapasiteten man har av sperremateriell og tiden forsvareren har til å forberede seg. Ressursbruken beregnes ved å se på fire faktorer; mengden personell, mengden ingeniørmaskiner og vogner, mengden sperremateriell og tid tilgjengelig

(Hærens våpenskole, 2021a, s. 55). Etablering av minefelt avgjøres også basert på hvilken effekt minefeltet skal ha. Innsatskoeffisienten for minefelt er målt etter effekt, **forstyr** er 0,5, **bind** er 1, **vend** er 2 og **stans** er 3. Det krever dermed tre ganger mer miner for et minefelt med effekt **stans** enn med effekten **bind**, noe som igjen krever tre ganger lenger tid og ressurser når man skal legge minefeltet (Hærens våpenskole, 2021a, s. 55).

Tabell 1: Timetall for utlegging av miner (Hærens våpenskole, 2022b, s. 25).

Grunnforhold	Timeverk per mine – stridsvognmine
Middels terreng med blandingsjord	0,8
Tele minst 20 cm (minene graves ned)	1,5
Snø under 20 cm (minene graves ned)	1,5
Snø 20-50 cm. Tele (minene graves ned)	0,5
Snø over 50 cm. Tele (minene festes til trekors, trekors tilvirkes)	1,5
Legging av stridsvogns-miner på grusvei (nedgravd)	1,5
Legging av stridsvogns-miner på vei med fast dekke (nedgravd)	3,0

Tabell 1 viser antall timer det vil ta å legge en stridsvognmine i gitte forhold for en person. Tabellen tar også utgangspunkt i at minene graves ned. Det står også at mekaniske mineutleggere kan legge 600 miner per time (Hærens våpenskole, 2022b, s. 25). Det tar 30 minutter å legge en overflatelagt mine. Det utleder vi på grunn av at det tar 30 minutter å legge

miner i snødybde på 20 til 50 centimeter, der minene legges rett på bakken som en overflatelagt mine (Hærens våpenskole, 2022a, s. 93). Overflatelagt minefelt legges også med 6 meter avstand i bredden, og minimum 8 meter mellom hver linje i dybden (Hærens våpenskole, 2022a, s. 74).

Våre hypoteser er:

- I kanalisierende lende er manuelt utlagt minefelt like effektivt som mekanisk utlagt minefelt, grunnet at begge typer minefelt vil stanse angriperen i engasjementsområdet.
- I åpent lende vil mekanisk utlagt minefelt ha mye større effekt enn manuelt utlagt minefelt, på grunn av evnen til å dekke større deler av fiendens fremrykningsakse.
- Det norske Ingeniørvåpenet trenger ikke å oppfylle NATO sitt krav til hurtig minelegging for å støtte defensive samvirkeoperasjoner i Norge, da store deler av Norge er kanalisierende.

## 3 Metode

### 3.1 Valg av metode

Et forskningsdesign kan i sin enkleste form ses på som en logisk plan for å komme seg *herifra* til *dit*, hvor *herifra* er spørsmålene vi ønsker svar på, og *dit* er svar eller konklusjoner på spørsmålene (Yin, 2018, s. 25). I denne oppgaven har vi benyttet oss av operasjonsanalyse som metode. Det er en militær metode som handler om å analysere operasjoner ved hjelp av en plan- og beslutningsprosess. Plan- og beslutningsprosess er en analytisk tilnærming til problemløsning. Det handler om å definere problemet man står overfor, analysere de faktorene som påvirker løsningen av problemet og utvikle den beste handlemåten for å nå ønsket mål (Hærens våpenskole, 2021b, s. 6). For å teste handlemåtene skal vi simulere de i Steel Beast. Det er en type «tanksimulator» som brukes i taktikkopplæringen på Krigsskolen for å teste planlegging av militære operasjoner. Simulatoren kan teste planer på mange forskjellige nivå fra lagsangrep til større bataljonsoperasjoner (*eSim Games – Vehicle-centric Combined Arms Combat Tactics and Gunnery Simulation*, 2023). Hensikten med simuleringene er å teste effekten mekanisk og manuelt utlagte minefelt gir, og dermed om Hæren burde anskaffe mekanisk minelegger.

Det sentrale spørsmålet i denne metoden er: «Hvordan samsvarer case-observasjoner med teoribaserte forventninger og påstander?» (Bukve, 2021, s. 137). Spørsmålet er altså hvordan teoriens forventninger og påstander samsvarer med empirien, eller den opplevde situasjonen i en gitt sak. I denne oppgaven vil det handle om hvordan simuleringene samsvarer med de teoribaserte forventningen fra plan- og beslutningsprosessen. Til slutt ønsker vi å kunne si noe om Ingeniørvåpenet er i stand til å løse mineleggingsoppdragene de er satt til uten å oppfylle NATO sitt krav. Oppgaven vil derfor bli induktiv: «altså at en trekker slutninger fra et utvalg av enkelttilfeller til hele universet eller populasjoner» (Bukve, 2021, s. 65). Med andre ord vil vi trekke slutninger ut ifra vår egen datainnsamling.

### 3.2 Anvendt metode

Forskningsprosessen er en prosess som vanligvis går over fire faser, (1) forberedelser, (2) datainnsamling, (3) dataanalyse og (4) rapportering (Johannessen et al., 2016, s. 28). Denne

prosessen har vi jobbet ut fra. Vi vil ikke beskrive rapporteringen i oppgaven, fordi at oppgaven er selve rapporteringen.

### 3.2.1 Forberedelser

I den første delen av forskningsprosessen jobbet vi med å finne en problemstilling vi kunne undersøke. Vi ønsket å undersøke en problemstilling innenfor temaet taktisk samvirke, gjerne hvor vi kunne sette søkelys på støttevåpnene ingeniør og artilleri. Vi fant ut at vi måtte avgrense oppgaven mer, og bestemte oss for å kun undersøke Ingeniørvåpenet i defensive operasjoner. Vi ble spesielt oppmerksomme på mineleggingskapasitetene i Norge, derfor tok vi forbindelse med nøkkelpersoner innenfor Ingeniørvåpenet. De hjalp oss med å finne relevante kilder til problemstillingen. Vi gjorde også egne søk etter relevante kilder for oppgaven.

Før vi kunne begynne å simulere operasjonene, måtte vi gjøre en del forberedelser. Vi gjennomførte en plan- og beslutningsprosess som ga oss en forståelse for oppdraget som skulle løses, lende det skulle løses i og fienden som skulle stanses. Vi måtte også finne ut hvor stort minefelt vi kunne legge med en stormingeniør-tropp og to mineutleggervogner. Når vi visste hvordan vi ønsket å gjennomføre simuleringene, lagde vi et scenario i Steel Beast. Vi la inn alle styrkene og programmerte dem til å utføre handlemåten vi utledet i plan- og beslutningsprosessen. Når dette var klart, kunne vi begynne å simulere.

Det er flere grunner for at vi har valgt å simulere tre forskjellige lendetyper. En grunn er å kunne se forskjellen på minefeltenes effekt i åpent lende kontra kanalisierende lende. Åpent lende blir i denne sammenhengen at fienden opererer på bred stridsformasjon, som v-formasjon. Kanalisierende lende tvinger fienden til å operere på smal formasjon, som én rekke. I NATO er det som kjent krav til «rapid emplacement of effectors (such as mines)» (North Atlantic Treaty Organization, 2020, s. 80). Vi vet likevel at det er forskjell på norsk terreng og terrenget lenger sør på kontinentet. Derfor skal simuleringene av de forskjellige lendetypene gi oss svar på om vi kan oppnå ønsket effekt av manuelle minefelt i typisk norsk terreng. I tillegg anerkjenner vi at norsk terreng kan være svært forskjellig, og vi har derfor valgt ut tre typer terreng som kan gjenspeile mye av det norske terrenget. Alle de tre operasjonene befinner seg i nærheten av Skedsmokorset og Leirsund nord for Lillestrøm. Første operasjon er vest av Vardåsen. Der er lendet veldig kanalisierende langs fylkesvei 120. Det er et stykke terreng som kan ligne mye på



Nord-Norge og Vestlandet. Selv om det ikke er like høye fjell, er det svært kanalisierende. Den andre operasjonen simuleres øst for Vardåsen i området Søndre Hekseberg. Der er det mer åpent manøverrom, i form av større kulturlandskap. Det ligner mer på Østlandet. Den tredje operasjonen er i Leirsund, der er det åpent, men elven Leira gjør lendet kanalisierende i sør. Der må angripende styrke bryte over en bro.

### 3.2.2 Datainnsamling

Den viktigste regelen for all datainnsamling er å forklare hvordan den ble laget og hvordan vi fikk tak i dataene (King et al., 1994, s. 51). Ved å være åpne om hvordan vi har fått tak i dataene, gjør vi det lettere for leseren å vurdere både validitet og reliabilitet. For at simuleringene skal være mest mulig reliable valgte vi å gjennomføre alle tre operasjonene med manuelt og mekanisk utlagt minefelt 25 ganger hver, når vi regner ut gjennomsnittet av alle simuleringene, vil dataene være mer pålitelige enn om vi kun hadde gjennomført hver operasjon en gang. Den samme prosessen ble gjort med alle operasjonene. Den eneste bestemte variabelen var størrelsen og plasseringen av minefeltet i de forskjellige lendetypene. Terrenget hadde også stor innvirkning på dataene. Når alle operasjonene var simulert 25 ganger, satt vi igjen med en tabell med data fra hver operasjon. Dataene inneholder egne og fiendens tap, tap påført av miner og fullførte gjennombrytningsoperasjoner. Disse tallene er med på å måle om effekten av manuelle minefelt er tilstrekkelig eller om det er behov for større minefelt, eventuelt hvor stor forskjell det er på effekten når minefeltene er større.

For at disse simuleringene skulle bli til målbar data som kan gi oss svar på problemstillingen, måtte vi bestemme noen konkrete forutsetninger. For å kunne simulere virkningen av minefeltene må forsvarende styrke bstryke det, og en angriper må prøve å bryte gjennom. Vi valgte derfor at fienden skulle være en svekket stridsvogns-bataljon, støttet med en minerydder-tropp som kan støtte med minerydding. Ingen har krumbanestøtte, fordi vi ikke ønsker å måle krumbanens virkning, men heller minefeltets effekt. Forsvarende styrke har enten en stormingeniør-tropp eller en minekaster-gruppe, avhengig av hvilke minefelt vi skal simulere. I tillegg har forsvarende styrke to stridsvogns-tropper og et panservern (PV) lag. Dette er for å kunne simulere et relativt enkelt taktisk samvirke, som tester ut betydningen av minefeltets størrelse.

Måten vi gjennomførte simuleringene på, var ved å planlegge tre operasjoner som har samme oppdrag og fiende, men forskjellig type lende og forskjellig type mineleggingskapasitet. Oppdraget vil i alle operasjonene være: «Eskadron x skal etablere minefelt i tildelt teig, i den hensikt å stanse fienden i 12 timer». Oppdraget er tilpasset slik at vi kan teste og analysere effekten av minefeltene senere i oppgaven. Variablene vi vil teste, er lendet som skal forsvares, og forskjellen ved å forsvare det med manuell og mekanisk minelegging. For at simuleringene skulle bli så realistiske som mulig, måtte vi lage en fiktiv situasjon som var felles for alle operasjonene. Situasjonen vi simulerte var; Brigade Nord står med sine styrker i Lillestrøm for å reorganisere etter å ha gått på store tap ved Gardemoen. Fienden er forventet å angripe videre sørover om tre timer. 1. Bataljon i Brigade Nord er fremste enhet, og har i oppdrag å stanse fienden i 12 timer. Værforholdene under operasjonen er fint norsk vårvær med temperatur på 10 grader, ingen nedbør, høy vannstand i elver, god sikt og sola står opp 06:15. Grunnen til at vi har valgt såpass nøytralt vær, er at vi ønsker færre variabler som påvirker simuleringene.

Fiendens målsetting er å ta Oslo og kontrollere Norge. Lokalt skal fienden bryte gjennom forsvarslinjen ved Skedsmokorset og Leirsund, i den hensikt å ta Lillestrøm. Ifølge fiendens taktikk, teknikk og prosedyrer ønsker fienden å omgå sperringer om mulig for å opprettholde tempo. Fienden tar høy risiko for å nå sine målsettinger. Der det ikke er mulig å omgå, vil han bryte gjennom sperringen med ingeniørressurser og ta målet på bortsiden av sperringen dekket med ild fra stridsvogn (Dr. Grau & Bartles, 2016, s. 111). Angrepet mot Lillestrøm vil bli gjennomført av en redusert stridsvognbrigade. Fienden angriper med tre reduserte stridsvognbataljoner, en vest for Vardåsen, en øst for Vardåsen og en mot Leirsund. Hver bataljon består av 18 stridsvogner og en minerydder-tropp. Fienden har ikke krumbanestøtte. I simuleringen benyttet vi Leopard 2A4 stridsvogner på begge sider, dette gjør situasjonen noe mindre realistisk, men til gjengjeld får vi fokusert mer på minefeltenes effekt. Fienden hadde to vogner med mineryddeslange som kan rydde 90 meter, og to spesialpanservogner (Dr. Grau & Bartles, 2016, s. 304) De sivile i området er evakuert.



Figur 1: Situasjon ved Vardåsen og Leirsund.

Eskadron 1 skal etablere minefelt i teigen mellom Bråta og Skedsmokorset i den hensikt å stanse fienden i 12 timer slik at Brigade Nord skal etablere forsvaret av Lillestrøm. Eskadron 2 skal etablere minefelt i teigen mellom Øvre Heksberg gård og Eidsval i den hensikt å stanse fienden i 12 timer slik at Brigade Nord kan etablere forsvaret av Lillestrøm. Eskadron 3 skal etablere minefelt i teigen mellom Frogner og Leirsund i den hensikt å stanse fienden i 12 timer, slik at Brigade Nord kan etablere forsvaret av Lillestrøm. Ingeniørtroppen i hver eskadron har to timer til å etablere minefeltene.

Etter hver gjennomføring loggfører vi tap på begge sider, tap påført av minene og om angripende styrke klarte gjennombrytning. Operasjonene kommer til å forhåndslegges inn med alle forutsetningene vi har bestemt i Steel Beast. Deretter vil simulatoren gjøre resten selv, slik

at vi ikke gir den noen ytre påvirkning. Dette vil gjøre at alle simuleringene blir mest mulig like. Forutsetningen vi legger inn i simuleringen, er styrkedisposisjon for begge sider. Vi vil programmere begge parter til å operere i henhold til planen vi ønsker å simulere. Forsvarende styrke har kun to timer på å legge minefeltet med gitt mineleggingsressurs, og vi kommer til å la alle simuleringene gå til striden er avgjort. Dataene vi får gjennom simuleringene kommer vi til å legge inn en tabell som viser faktorene nevnt over. Ut fra denne empirien kan vi ha en formening om manuell utlegging av minefelt oppnår ønsket effekt, eller om det gir for liten effekt i det lendet som blir brukt i simulatoren.

### 3.2.3 Dataanalyse

For å analysere dataene har vi gått gjennom resultatene fra simuleringene og ser dem opp mot hypotesene vi satte i teorikapittelet. Dette gjør vi for å finne ut i hvilken grad simuleringene samsvarer med egne hypoteser. Vi skal også analysere hvilke effekter de forskjellige minefeltene ga i de tre operasjonene. Videre vil vi finne ut om effektene av manuelt utlagt minefelt er tilstrekkelig til å støtte Brigade Nord i defensive samvikeoperasjoner. Analysen vil primært fokusere på de forskjellige effektene av manuelt utlagte minefelt kontra mekanisk utlagte minefelt. Analysen vil også fokusere på effekten av forskjellige typer minefelt i forskjellige lendetyper.

## 3.3 Metodekritikk

Operasjonsanalyse er ikke en vanlig samfunnsvitenskapelig metode som vi har funnet i en metodebok, men en militær metode for å løse problemer. Siden vi er utdannet til å løse militære problemer, ser vi på det som riktig metode å løse denne oppgaven med. I militære operasjoner er det ekstremt mange variabler, og mye usikkerhet, noe som gjør at det er mange muligheter for å løse oppdraget. I denne operasjonsanalysen prøver vi å fjerne flest mulig av variablene for å kunne teste minefeltenes effekt, men det vil fortsatt være andre faktorer som påvirker utfallet. En god studie ser på egen validitet og reliabilitet. Casestudier er ofte bedre på indre validitet enn ytre validitet. Indre validitet betyr at studien er av høy kvalitet og har høy troverdighet. Mye data gir mulighet for god innsikt i den enkelte case. Det betyr ikke at den har høy ytre validitet, som betyr at casen er representativ for en større populasjon (Andersen, 2013, s. 14). I denne operasjonsanalysen går vi i dybden på kun tre operasjoner, noe som gjør den ytre

validiteten noe lav, men siden vi går så nøye ned i detalj på operasjonene vi studerer, kan vi oppnå høy indre validitet.

Vi har valgt disse områdene fordi vi har planlagt lignende operasjoner her tidligere og simulert dem. Det gjør oss sikrere på styrkene og svakhetene med simuleringene. Til slutt var det viktig å fysisk dra på rekognosering for å verifisere lende vurderingen vi hadde gjort på kart. For at simuleringene skal bli så realistiske som mulig, var det viktig for oss å vite om de naturlige hindringene var nok til å hindre eller forme fienden. I tillegg var det viktig å verifisere adkomststaksene. Observasjon, skuddfelt, dekning og skjul er vanskelig å verifisere ut fra et todimensjonalt kart, mens når vi står i de tenkte ildstillingene kan vi verifisere hvor man kan observere/skyte, og hvor man ikke kan det. I tillegg er det viktig å ha rekognosert området hvor minefeltet skal legges, det vil gi en bedre og mer detaljert feltarbeiderplan (Hærens våpenskole, 2022b, s. 9). Rekognosering hadde vært vanskeligere å gjøre med et stykke lende fra Nord-Norge eller Vestlandet. Det hadde krevd tid og ressurser vi ikke har.

Om vi kun baserer oss på dataene fra en enkelt operasjon, vil vi stå i fare for å overdrive viktigheten av den, eller overse viktige sammenhenger (Andersen, 2013, s. 148). I en operasjonsanalyse kan det være vanskelig å unngå sterke bias mot tenkt hypotese. Det kan påvirke oss til å prøve å bekrefte eller avkrefte egen hypotese. Siden en plan- og beslutningsprosess er en subjektiv vurdering av hvordan man skal løse oppdraget, kan det føre til at vi har lagt en subjektiv plan for både manuell og mekanisk minelegging.

Systemet vi skal bruke for å simulere gjennomføringene våre, er Steel Beast versjon 3.510. Dette systemet har både muligheter og begrensninger. Det at vi kan gjennomføre mange simuleringer, er en klar fordel ved å bruke Steel Beast. Det å ha mange simuleringer gjør at vi får mye empirisk data som igjen fører til at vi har mye data å analysere senere i oppgaven. Steel Beast gjør også at vi kan simulere flere ulike operasjoner og lendetyper uten at det tar veldig lang tid. En annen fordel med Steel Beast er at man får gjennomført veldig mange gjennomføringer på en økonomisk måte. Hvis man skulle gjort det samme i virkeligheten, ville man trengt to militære avdelinger som skulle hatt lønn, mat, materiell, ammunisjon og drivstoff. Det er ressurser vi ikke har, men som Steel Beast kan hjelpe oss med. Steel Beast gir også mulighet til å skaffe data på hvordan minefeltene påvirker fienden. Det er en innebygd

algoritme som bestemmer utfallet i kontakten mellom stridsvognene, noe som gjør at vi får avvik i resultatene. Det kan være både en fordel og en ulempe, da man kan få stor divergens i simuleringene, men dette gir også variasjon i resultatene, noe som gjør det realistisk.

Det er også mange begrensninger i Steel Beast. «I utprøvingen av forklaringshypoteser er det [...] også en mulighet for at ukjente og uobserverte variabler spiller inn» (Andersen, 2013, s. 149). Dette er en begrensning med Steel Beast, fordi det er vanskelig å få gjennomføringer til å kun måle effekten av minefeltet, samtidig som operasjonene skal inneholde reell taktikk. Det har i flere tilfeller vært duell mellom stridsvogner før man har blitt eksponert for minefeltet. Dette har ført til at forsvarende side enten har skutt opp fiendens styrker før gjennombrytningen eller angripende styrke har skutt opp forsvarende styrke og gjennombrutt hinderet uten å bli påvirket av fiendtlig bestrykning. Det gjør at målingene blir på hvem som vinner stridsvognduellene, ikke om minefeltet støtter forsvarende side med å drepe fienden.

En annen begrensning er tidsestimeringen ved simuleringene. Dersom vi har som målsetning å ta ut 12 timer i et bestemt lende, er det vanskelig å vite om tidsestimatet er likt i datasystemet. Dette har bakgrunn i at dataprogrammet ikke gjenspeiler realistiske hastigheter for rydding av minefelt, kjørehastighet på kjøretøy, eller varierende grad av effekt på ammunisjonen som skytes. Dette har ført til at vi får oppnådd forflytning på 6 km med fullstendig gjennombrytning av minefelt på 30 minutter ifølge simulatoren. Simulatoren gir derfor lite data på tidsbruken som er forventet i disse operasjonene. Derfor har vi valgt å se bort ifra hvor lenge forsvarende styrke klarer å stanse angriperen med gitt minefelt.

Mobiliteten til kjøretøy i Steel Beast kan divergere fra mobiliteten i virkeligheten. I Steel Beast kan beltekjøretøy komme seg frem nesten overalt og samtidig sette seg fast i områder der man hadde hatt mobilitet i virkeligheten. Dette kan føre til at simuleringene blir ujevne og urealistiske knyttet opp mot virkeligheten. For å kontre dette har vi rekognosert operasjonsområdene, og vurdert hvor en stridsvogn kunne ha manøvrert. Vurderingene fra rekognoseringene tok vi med når vi programmerte styrkene i simulatoren. Dette er et metodisk grep vi har gjort for å hindre at vogner kjører i elver som ikke er farbare eller gjennom skog som kjøretøy ikke kunne ha kjørt gjennom.

En annen variabel vi ikke får empirisk data på ved simulering i Steel Beast, er menneskelige faktorer som ledelse, moral, frykt og stress. Dette er faktorer som hadde påvirket en gjennombrytningsoperasjon i virkeligheten, men som vi ikke får utspilt i en simulator. Vi ser også at det er mangel på gode vognførere i Steel Beast, da vognene har en klar tendens til å gjøre irrasjonelle valg.

### 3.4 Kilder og kildekritikk

«Kildekritikk handler om å bruke kilder på en informert og reflektert måte, slik at forskeren i størst mulig grad kan trekke holdbare konklusjoner» (Johannessen et al., 2016, s. 100-101). Vi har valgt å bruke en del forskjellige kilder som har både styrker og svakheter, men vi mener det er nødvendig for å kunne trekke holdbare konklusjoner på vår problemstilling. Kildene er derfor satt i et system. Kildene deles inn i forskjellige kategorier; (1) doktriner, (2) håndbøker, (3) fag/teori-bøker, (4) oppslagsverk og (5) nettartikkel.

Teorigrunnlaget i oppgaven er basert på gjeldende doktriner, håndbøker og fagbøker, som beskriver taktisk samvirke, defensive operasjoner, ingeniørstøtte i defensive operasjoner og faktorgrunnlag for minefelt. Teorigrunnlaget om taktisk samvirke er basert på Leonhard sine prinsipper (1991). Selv om de er over 30 år gamle, er de fortsatt sentrale i taktikkundervisningen ved Krigsskolen. I delkapittelet om ingeniørstøtte i defensive operasjoner har vi brukt *Håndbok for feltarbeider alle våpen* som er en serie av håndbøker fra 1980-tallet, men de er nylig utgitt på nytt som et informativt dokument (Hærens våpenskole, 2022a, 2022b). Vi er derfor klar over at disse kan være noe utdaterte, men de er utgitt på nytt i 2022 et informativt dokument.

Siden vi skal se på hvordan Ingeniørvåpenet skal gjennomføre antimobilitetsoppgaver i defensive operasjoner, har det vært viktig for oss å bruke gjeldende håndbøker for å se hvordan Ingeniørvåpenet skal gjennomføre disse operasjonene. Håndbøkene vi har brukt til dette er *Håndbok for planlegging av ingeniørstøtte for tropps -og kompaninivå* og *Håndbok for stormingeniørtroppen i felt* (Hærens våpenskole, 2010, 2021a). Håndbøkene viser tydelig hvordan ingeniøren skal støtte manøverbataljonene med å oppnå taktisk samvirke. De har operasjonalisert doktrinene ved å beskrive hvordan de kan støtte en brigade med antimobilitetstiltak. Håndbøkene er skrevet for ingeniøren på et stridsteknisk nivå, men ved å se på disse sammen med doktriner og fagbøker kan man få en god forståelse for hvordan

ingeniørenhetene på stridsteknisk nivå støtter med antimobilitet i en taktisk samvirkeoperasjon på høyere nivå.

Vi avgrensner oss også bort fra begrensede dokumenter og belager oss på å benytte ugraderte kilder for å skrive teori, selv om dette kan føre til en noe mindre detaljert og nyansert empiri. Nettartiklene vi har brukt er med på å aktualisere oppgaven, men er vanskelige å etterprøve. Det fører til at kildene har en begrenset reliabilitet.



## 4 Empiri

I dette kapittelet skal vi vise dataene vi fikk ut av simuleringene i Steel Beast. For at vi skal kunne måle om gjennombrytningene har vært vellykket eller mislykket, har vi definert kriterier for en vellykket gjennombrytning:

- Hinderet er redusert eller omgått, og angrepsstyrken kontrollerer brohodet på bortsiden av minefeltet,
- eller om angripende styrke har ryddet en gate gjennom minefeltet, og tatt ut 75 prosent eller mer av forsvarsstyrken. Dette selv om angrepsstyrken ikke har klart å kjøre gjennom gaten av simulatortekniske grunner. Angrepsstyrken må dessuten ha 50 prosent igjen av sine stridsvogner.

Resultatene presenteres i tabell 2 til 7. Disse inneholder; antall gjennombrytninger, tap påført av miner, angripende tap og forsvarende tap. **Sum** er antall ved 25 gjennomføringer, **antall per simulering** er sum delt på 25 gjennomføringer, og **prosentandel** er antall vogner tatt ut i snitt per simulering i prosentandel.

### 4.1 Operasjon vest Vardåsen

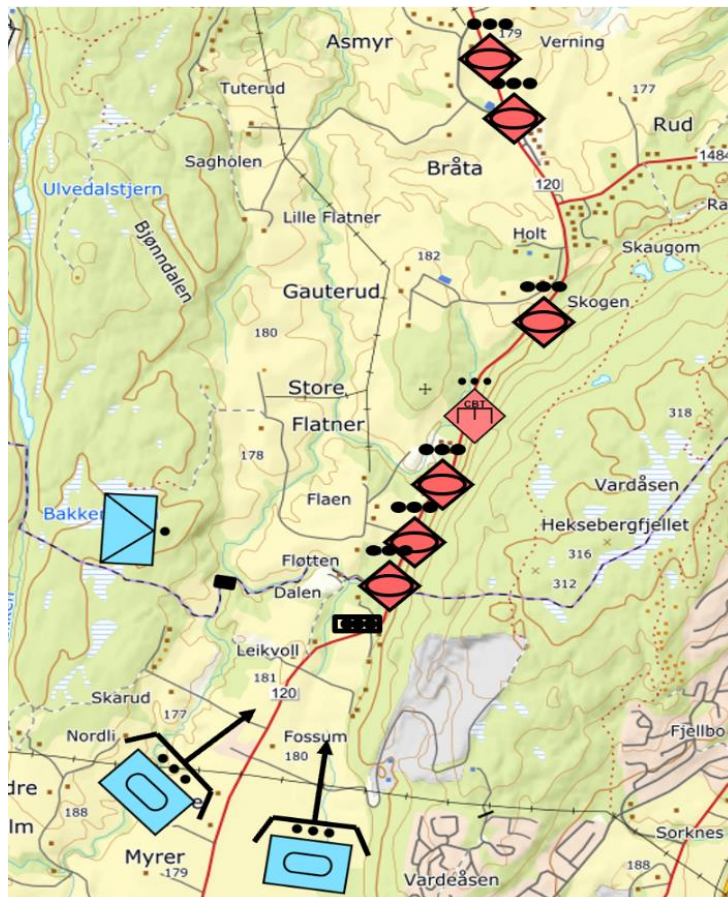
Eskadron 1 skal i denne operasjonen etablere minefelt i område Leikvoll i den hensikt å stanse fiendens angrep mot Lillestrøm. Plan- og beslutningsprosess er metoden vi benytter for å komme frem til hvordan fienden skal stanses.

I teigen til Eskadron 1 er Vardåsen og skogholtet ved Fløtten/Dalen et naturlig hinder for fienden. Vardåsen er bratt og med mye tett skog som gjør Vardåsen ikke farbar for stridsvogner. Skogholtet ved Fløtten/Dalen tvinger fienden til å manøvrere forbi langs veien, noe som fører til at teigen blir veldig kanalisierende og nekter fienden å manøvrere på bred front. Fienden kan på bakgrunn av vurderingene fra kunstig og naturlige hinder manøvrere på bred front frem til Fløtten, men etter det kanaliseres fienden til å benytte hovedaksen hvor han kun kan fremføre 1-2 vogner i bredden forbi Fløtten. Vi kan utnytte dette ved å ha et engasjementsområde der fienden blir kanalisert og ikke får etablert en god ildstøtte. På denne måten kan vi oppnå Alcyoneusprinsippet, fordi fienden ikke får benyttet sin styrke optimalt. Ifølge fiendens

teknikk, taktikk og prosedyrer (TTP), som vi legger til grunn ønsker fienden en hurtig fremrykning av styrkene sine, noe som underbygger valget om å ta seg frem langs veiaksen.

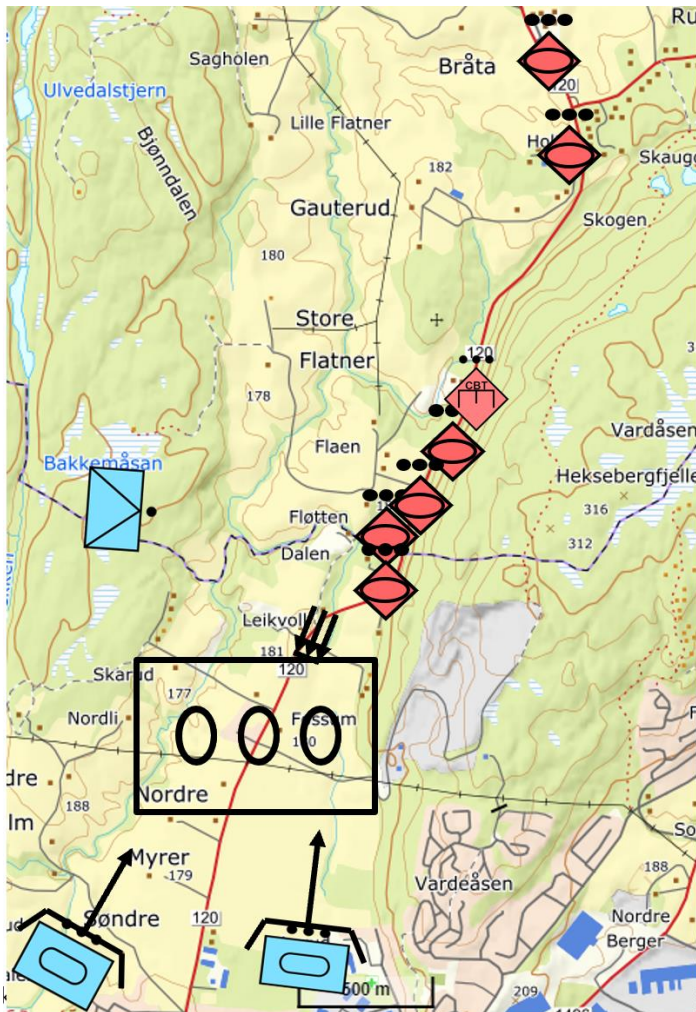
I teigen er det noe lokal dekning og skjul. Området nord for Leikvoll er rullende lende, pansrede avdelinger kan benytte dette som lokalt skjul og dekke. Sør for Leikvoll er det lite skjul og dekning, noe som gjør en sårbar ved duellering her. Skogholtet ved Fløtten hindrer innsyn både sørover og nordover, noe som vil gi hver side skjul. Dette skogholtet påvirker også observasjonsmulighetene og skuddfeltet til de to partene. Skuddfeltet sør for Leikvoll er på rundt 1500 meter, noe som er godt innenfor effektiv rekkevidde for stridsvogn. Viktig lende er det terrenget som dominerer veiaksen øst for Leikvoll. Dette er blant annet åkrene nord for Skedsmokorset. Vi må derfor besitte dette lendet for å dominere veiaksen øst for Leikvoll, da det er her fienden vil eksponere seg.

I egen plan vil det manuelt utlagte minefeltet legges ved Leikvoll i den hensikt å hindre fienden omgåelse. Det er veldig kanaliserende og svært vanskelig for stridsvogn å omgå dette minefeltet, noe som gjør at han må bryte gjennom. Minefeltet vil kun bestå av 80 miner, og for å dekke de 150 meterne i bredden trengs det 25 miner. Dette fører til at vi kun kan legge 3 minelinjer, noe som gjør det enkelt for fienden å bryte gjennom det. En utfordring vi vil møte på her, er at vi får et lite bekjempningsområde, grunnet skjul, som fører til at fienden er lite eksponert før minefeltet. Dette gjør at fienden kan forberede gjennombrytningen uten at vi får bekjempet han.



Figur 2: Gruppering av manuelt utlagt minefelt vest Vardåsen.

Det mekanisk utlagte minefeltet legges for å dekke hele manøverrommet sør for Leikvoll. Minefeltet her er 350 meter i dybden, noe som gjør at fienden ikke kan bryte gjennom med MICLIC-kapasitetene sine. Her vil bekjempningsområdet være større, noe som også gjør at fienden har mulighet til å etablere en ildstøtte for gjennombrytningen. Minefeltet er som sagt også mye dypere enn det manuelt utlagte, og dette vil føre til at det tar lenger tid å bryte gjennom. Vi oppnår komplementærprinsippet til Leonhard ved å kombinere minefelt med stridsvogner og panservern ressurser da minefeltet hadde fungert dårligere uten ild, men minefeltet er med på å etablere et bekjempningsområde som styrker egen ildkraft, da minefeltet får fiendtlige ingeniør- og stridsvogner til å stoppe opp.



Figur 3: Gruppering av mekanisk utlagt minefelt vest Vardåsen.

Vår hypotese er at det manuelt utlagte minefeltet vil være enklest for fienden å bryte gjennom. Dette er på grunn av størrelsen på mekanisk utlagte minefeltet, som gjør at fienden må frem med flere ressurser. I tillegg må angriperens ingeniørressurser eksponere seg før minefeltet, i motsetning til ved det manuelt utlagte minefeltet. Vi tror også at det vil være liten forskjell på antall gjennombrytninger grunnet det kanalisierende lendet, hvor det manuelt utlagte minefeltet vil få god effekt.

Dette ble resultatene for operasjonen vest Vardåsen. Resultatene vil analyseres i neste kapittel.

Tabell 2: Manuelt utlagt minefelt vest Vardåsen.

	Gjennom- brytning fullført	Gjennom- brytning mislykket	Tap påført av miner	Angripende tap	Forsvarende tap
Sum	15 av 25	10 av 25	5	223	58
Antall per simulering			0,2	8,9	2,3
Prosentandel	60 %	40 %		40,5 %	29 %

Tabell 3: Mekanisk utlagt minefelt vest Vardåsen.

	Gjennom- brytning fullført	Gjennom- brytning mislykket	Tap påført av miner	Angripende tap	Forsvarende tap
Sum	5 av 25	20 av 25	0	337	110
Antall per simulering				13,5	4,4
Prosentandel	20 %	80 %		61,3 %	55 %

#### 4.2 Operasjon øst Vardåsen

Eskadron 2 skal etablere minefelt i område øst Vardåsen i den hensikt å stanse fiendens angrep mot Lillestrøm. For å komme frem til en handlemåte brukte vi plan- og beslutningsprosess.

I den tildelte teigen er det Vardåsen og Leira som utgjør naturlige hinder for vognene til angriperen. Terrenget på Vardåsen er bratt og har tett skog, her er det kun infanteri som har mobilitet. Stridsvognene til angriperen kan manøvrere over jordene på bred formasjon siden teigen er 480 meter på det smaleste. Angriperen kan ta seg skjult frem til Øvre Hekseberg gård bak eksponeringen. Terrenget etter Øvre Hekseberg er åpent med lokale høyder, noe som gir mulighet for stillinger. Heksebergveien gir skjul og dekke etter Søndre Hekseberg gård og sørover mot Eidsval. Det er lite mulighet for skjul og dekke på jordene fra Vardåsen. Et minefelt som legges nord for gården, vil tvinge angriperen til å bryte gjennom eller omgå sperringen ut på de åpne jordene. Det er også her terrenget er smalest. Viktig lende for forsvareren er Vardåsen med lokale glenner som gir skuddfelt ned mot engasjementsområdet. Eidsval gård er

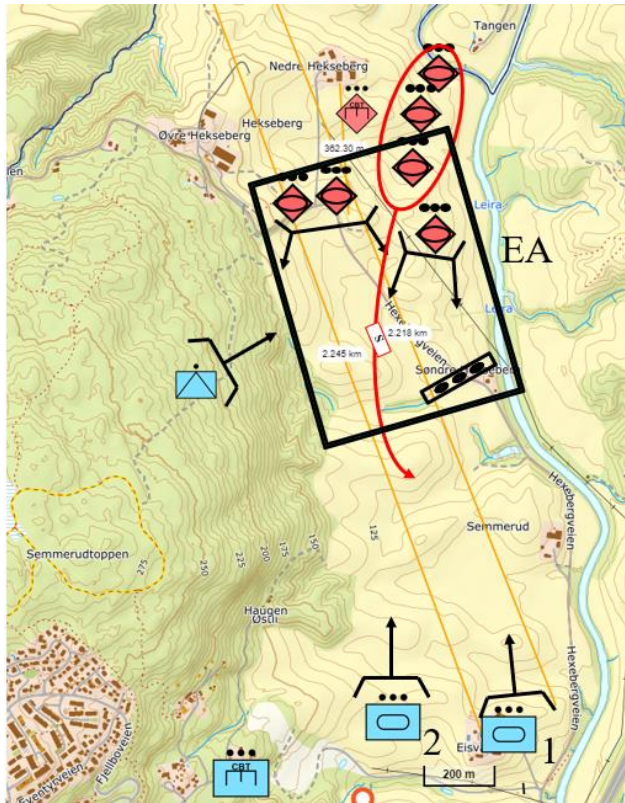
viktig lende fordi området gir skuddfelt ut til 2000 meter. Husene og høyderyggen gir mulighet for skiftstillinger for et kompani.

Angriperen ønsker å utnytte hurtighet og omgå sperringer om mulig. Angriperen er villig til å ta høy risiko for å løse sine oppdrag. Angriperen bruker prinsippene for gjennombrytningsoperasjoner, SOSRA. De vil med to tropper ta eksponeringen. Her vil de holde nede forsvareren ved bruk av ild mot Eidsval. En tropp vil sikre gjennombrytningsstedet. Derfra vil de med tre tropper hurtig omgå, eller bryte gjennom minefeltet hvis det ikke kan omgås. Hvis angriperen må bryte gjennom minefeltet, vil de sende frem minerydde-gruppen med MICLIC, redusere minefeltet og åpne en gate gjennom med ingeniørpanser-gruppen. En tropp vil ta eksponeringen bortenfor minefeltet for å bekjempe forsvareren i Eidsval. Deretter vil to tropper angripe i skjul langs Heksebergveien og ta stillingsområdet på Eidsval. Slutttilstanden er nådd når angriperen har omgått eller brutt gjennom sperringen og sikrer E6-broovergangen mot øst og E6 mot vest. Angriperen har MICLIC. Det betyr at et minefelt som er over 200 meter dypt vil kreve at han eksponerer flere ingeniørstyrker. Derfor er det mekanisk utlagte minefeltet 200 meter dypt.

Ved utviklingen av handlemåter er taktisk samvirke mellom de ulike effektorene essensielt. Vi utnytter styrken til ingeniør, stridsvogn og panservern og påfører fienden kombinerte effekter ved å utvikle et engasjementsområde. Som nevnt over har Leonhard tre prinsipper, og ett av dem er komplementær-prinsippet. Angriperen tvinges til å stoppe opp for å rydde minefeltet. Det gir en fordel til forsvareren, siden flatbanevåpnene er mer effektive mot stillestående mål. Det kan panservernvåpnene utnytte ved å skyte mineryddervognene eller stridsvognene i siden. Hvis fienden omgår minefeltet, tvinges han ut på jordet, her havner angriperen i et dårlig lavtliggende terreng. Det er Alcyoneusprinsippet i praksis.

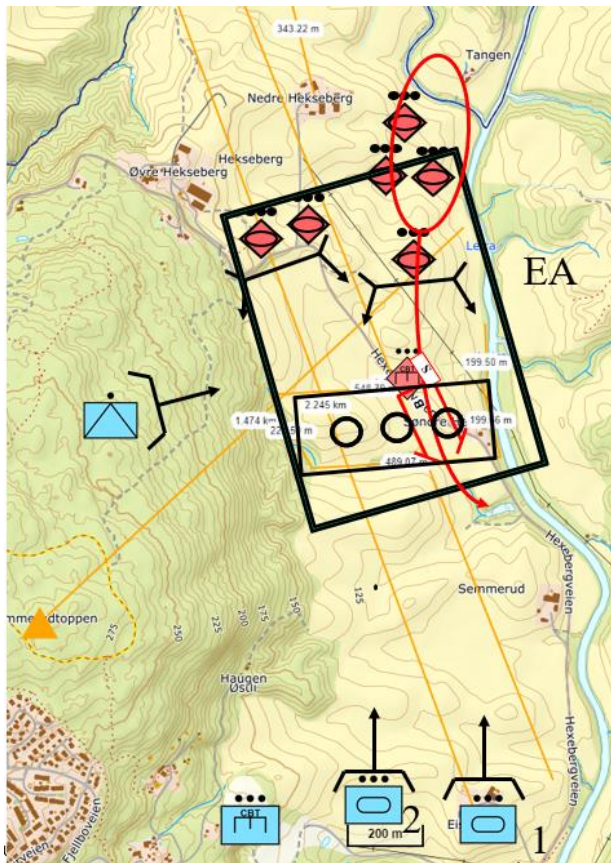
Stridsvogntroppene har til hensikt å holde nede angriperens dekningsstyrke samt ta ut fiendens gjennombrytningsstyrke. Panservernlaget har til hensikt å ta ut gjennombrytningsstyrken. Det manuelt utlagte minefeltet i figur 4, består av 80 miner og er lagt av en stormingeniør-tropp på to timer. Det er 240 meter bredt og 8 meter dypt. Minefeltet er plassert der det er smalest og låser fienden til å omgå eller bryte gjennom. Det vil være lett å bryte gjennom med

ingeniørpanservogn siden feltet består av bare to linjer med miner, men det vil kanalisere fienden inn i en gate på jordet.



Figur 4: Gruppering av manuelt utlagt minefelt øst Vardåsen.

Det mekanisk utlagte minefeltet består av 2400 miner og er etablert av en minespredertropp på to timer. Det er 550 meter bredt og 200 meter dypt. Det vil tvinge fienden til å bryte gjennom med MICLIC og ingeniørpanservogn for å klare og merke gaten gjennom minefeltet. Det vil gjøre at angriperen bruker lang tid i engasjementsområdet og stridsvognene tvinges til å kjøre gjennom en trang del av lendet.



Figur 5: Gruppering av mekanisk utlagt minefelt øst Vardåsen.

Vår hypotese er at angriperen ikke vil klare å bryte gjennom det mekanisk utlagte minefeltet, fordi det må gjennomføres gjennombrytning med flere ingeniørvogner og forsvareren har gode stillinger for å ta ut vognene i engasjementsområdet. Vi tror at angriperen vil ha flere fullførte gjennombrytninger ved manuelt utlagt minefelt, fordi angriperen kan omgå minefeltet. Det tror vi vil føre til at de vil bruke mindre tid i engasjementsområdet og få færre tap. Ved å omgå minefeltet, vil de kunne få bedre stillinger, få flankerende effekt og ta ut flere forsvarende vogner. Vi tror at angriperen vil få flere tap påført av miner direkte ved et mekanisk utlagt minefelt. Angriperen blir tvunget til å kjøre gjennom minefeltet og vil med større sannsynlighet kjøre på flere miner.



Dette ble resultatene for operasjonen øst Vardåsen. Resultatene vil analyseres i neste kapittel.

Tabell 4: Manuelt utlagt minefelt øst Vardåsen.

	Gjennom- brytning fullført	Gjennom- brytning mislykket	Tap påført av miner	Angripende tap	Forsvarende tap
Sum	12 av 25	13 av 25	6	312	141
Antall per simulering			0,24	12,5	5,6
Prosentandel	48%	52%		56,7%	70,5%

Tabell 5: Mekanisk utlagt minefelt øst Vardåsen.

	Gjennom- brytning fullført	Gjennom- brytning mislykket	Tap påført av miner	Angripende tap	Forsvarende tap
Sum	0 av 25	25 av 25	6	331	82
Antall per simulering			0,24	13,2	3,3
Prosentandel	0 %	100%		60,2%	41%

### 4.3 Operasjon Leirsund

I denne operasjonen skal Eskadron 3 etablere minefelt i teigen mellom Frogner og Leirsund i den hensikt å stanse fienden slik at Brigade Nord kan etablere forsvar av Lillestrøm. For å løse dette oppdraget benyttet vi plan- og beslutningsprosess.

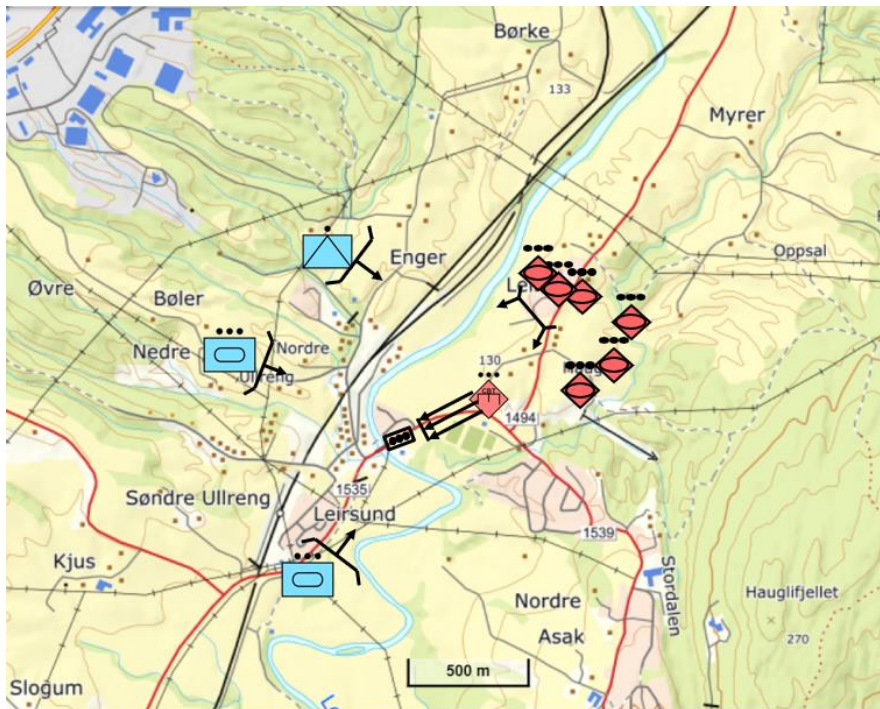
Elven Leira er den tydeligste naturlige hindringen i teigen. Den er ikke mulig å krysse uten større utbedringer av elvebreddene eller brolegging. Det vil si at fienden må krysse broen ved Leirsund for å komme over på vestsiden av Leira. Skogen i vest og øst er ikke farbar for beltegående kjøretøy. Adkomststaksene fra nord mot Leirsund er primært fylkesvei 1494, og jordene rundt. Her kan man føre fram to tropper i bredden. Det er lange observasjons- og skuddfelt på opptil 3000 meter. Terrenget er rullende, som vil si at det er tidvis mulighet for lokalt skjul og dekning, men for at fienden skal bevege seg sørover, er han avhengig av å eksponere seg på høydene av det rullende terrenget. Det er viktig å dominere Leirsund bro,

fordi dette er fiendens eneste adkomstakse sørover mot Lillestrøm. De viktige lendene er derfor Nordre Ullreng og åpent lende sør for Leirsund.

Angriperen ønsker å hurtig angripe på østsiden av Leira. Angriperen setter tempo sørover for at forsvarende styrke skal få dårlig tid til forberedelser. Ut ifra lendevurderingen er broovergangen avgjørende for at angriperende styrke skal kunne fortsette sitt angrep sørover mot Lillestrøm. Han vil bruke den fremste stridsvogns-eskadronen som dekningsstyrke når han skal bryte over broen, mens den bakre stridsvogns-eskadronen vil angripe etter at mineryddertroppen har redusert hinderet.

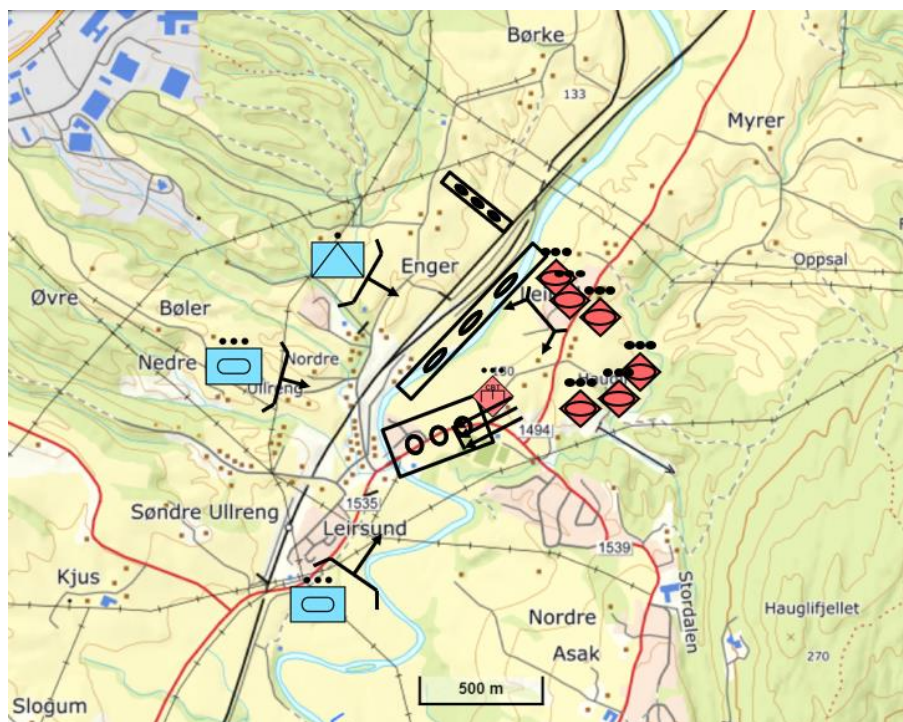
Etter vurderingene av terrenget og fienden, kan vi finne ut hvordan egen handlemåte burde være. Det er viktig å tenke på hvordan man kan utnytte de forskjellige systemene for å oppnå en større effekt. Her kan forsvarende styrker bruke minefelt sammen med stridsvogner og panservernvåpen. Fienden tvinges til å stoppe opp for å rydde minefeltet. Broen ligger i et dårlig lavtliggende terreng hvor fienden blir statisk. Panservernvåpnene kan utnytte at angriperens stridsvogner står i ro. Samtidig vil ikke fiendens stridsvogner klare å utnytte sin rekkevidde i det lavtliggende lendet ved broen.

Det manuelle utlagte minefeltet ble 55 meter bredt og 55 meter dypt. Det er ikke stort, men det forsterker det kanalisierende lendet som en bro er. Siden angriperen har kapasitet til å rydde minefeltet med MICLIC, tror vi angriperen vil bryte gjennom i stedet for å omgå, da det ikke er noen raske omgåelsesakser ved Leirsund. Figur 6 viser hvor minefeltet ble lagt. Det kan rimelig lett brytes gjennom med kun én mineryddeslange. Allikevel må vognen frem og skyte minerydderslangen, og da vil den stå svært eksponert. Hvis forsvarende styrke klarer å ødelegge den første vognen før den får åpnet minefeltet, vil det ta ekstra lang tid før broen kan åpnes. Dette fører igjen til at stridsvognene vil være eksponert i ufordelaktig lende i lengre tid.



Figur 6: Gruppering av manuelt utlagt minefelt Leirsund.

I figur 7 er minefeltene utlagt med mekanisk minelegger, der er det lagt tre minefelt. Det første er utlagt på 150 meter bredt og 400 meter dypt ved broen som kommer til å ta betydelig lengre tid å rydde enn minefeltet i figur 6. For at fienden ikke skal prøve å omgå, har forsvarende styrke også lagt ut minefelt 750 meter opp langs Leira, og i tillegg et minefelt på 350 meter bredt og 25 meter dypt de må rydde på vestsiden av Leira. Minefeltet i elven vil gjøre det svært vanskelig å bryte over, i tillegg må de rydde mens de er eksponert for forsvarende stridsvogner og panservernvåpen.



Figur 7: Gruppering av mekanisk utlagt minefelt Leirsund.

Vår hypotese i dette terrenget er at angriperen ikke vil klare å bryte gjennom hverken det manuelle eller det mekaniske utlagte minefeltet. Dette er fordi begge minefeltene vil tvinge angriperen til å stoppe i et svært ufordelaktig lende, der de er sårbare for både panservernvåpen og stridsvognsild. Forskjellen vil være at fienden vil gå på enda flere tap i det mekanisk utlagte minefeltet, fordi angrepsstyrken vil stå enda lengre eksponert ved minefeltet.

Dette ble resultatene for operasjonen ved Leirsund. Resultatene vil analyseres i neste kapittel.

Tabell 6: Manuelt utlagt minefelt Leirsund.

	Gjennom- brytning fullført	Gjennom- brytning mislykket	Tap påført av miner	Angripende tap	Forsvarende tap
Sum	17 av 25	8 av 25	1	209	163
Antall per simulering			0,04	8,4	6,5
Prosentandel	68%	32%		38%	81,5%

*Tabell 7: Mekanisk utlagt minefelt Leirsund.*

	Gjennom- brytning fullført	Gjennom- brytning mislykket	Tap påført av miner	Angripende tap	Forsvarende tap
Sum	7 av 25	18 av 25	41	202	175
Antall per simulering			1,64	8,1	7
Prosentandel	28%	72%		36,7%	87,5%

## 5 Analyse

*Trenger det norske Ingeniørvåpenet å oppfylle NATO sitt kapasitetskrav til minelegging for å støtte defensive samvirkeoperasjoner i Norge?*

Det pansrede ingeniørkompaniet skal ha kapabiliteten til å støtte kampavdelingers evne til å forstyrre, binde, vende og stanse fiendens manøver innenfor operasjonsområdet med hensiktsmessig og/eller hurtig utlegging av effektorer som miner eller andre pansersperringer (North Atlantic Treaty Organization, 2020, s. 80). Dette kravet sliter Ingeniørvåpenet med å tilfredsstille når de kun kan legge miner manuelt. Mekanisk minelegger kan som nevnt legge ut 600 miner i timen, det ville gitt en stor fordel i dagens hurtige mekaniske strid (Hærens våpenskole, 2022b, s. 25).

Som nevnt tidligere baserer teorien om taktisk samvirke seg på Leonhard sine tre prinsipper: komplementærprinsippet, dilemmaprinsippet og Alcyoneusprinsippet. Komplementærprinsippet handler om å kombinere våpenarter slik at de kompenserer for hverandres svakheter gjennom hverandres styrker. Dilemmaprinsippet handler om å påvirke motstanderen med to eller flere handlinger synkronisert i tid og rom. Dersom motstanderen forsvarer seg mot en av effektorene blir han påvirket av den andre. Alcyoneusprinsippet baserer seg på å få motstanderen inn i et terreng der han er mest sårbar (Leonhard, 1991, s. 91–97).

Taktisk samvirke mellom ulike våpen bidrar til å oppnå størst mulig effekt på fienden, i defensive operasjoner kan det gjøres gjennom en PB/sperreplan. Ingeniøren komplementerer effekten av de andre våpnene i engasjementsområdene, med minefelt og andre sperringer. Sperringer med stansende effekt skal bryte opp angrepet, ødelegge angripende styrke og hindre angriperen i å nå sine mål ved å blokkere en akse.

Våre hypoteser er:

- I kanaliserende lende er manuelt utlagt minefelt like effektivt som mekanisk utlagt minefelt, fordi begge typer minefelt vil stanse angriperen i engasjementsområdet.

- I åpent lende vil mekanisk utlagt minefelt ha mye større effekt enn manuelt utlagt minefelt, på grunn av evnen til å dekke større deler av fiendens fremrykningsakse.
- Det norske Ingeniørvåpenet trenger ikke å oppfylle NATO sitt krav til hurtig minelegging for å støtte defensive samvirkeoperasjoner i Norge, da store deler av Norge er kanaliserende.

### 5.1 Minefeltene sin effekt på operasjonen i kanaliserende lende vest for Vardåsen

Som vi kan lese fra tabell 2 og 3 om operasjonen vest for Vardåsen kan vi se at den fiendtlige styrken klarte å bryte gjennom det manuelt utlagt minefeltet i 60 prosent av gjennomføringene. Angripende styrke klarte å bryte gjennom det mekanisk utlagte i 20 prosent av tilfellene. Angripende styrke klarte dermed å bryte gjennom det manuelt utlagte minefeltet tre ganger så ofte som det mekanisk utlagte minefeltet. En av grunnene til at fienden ikke klarte å bryte gjennom det mekanisk utlagte minefeltet like ofte som det manuelt utlagte minefeltet, var at angripende styrke måtte eksponere sine ingeniørressurser i lenger tid enn i det manuelt utlagte minefeltet. Dette førte til at ingeniørressursene ble skutt opp enten før minefeltet eller midt i minefeltet.

Vi kan også lese av tabellene at den angripende styrken i snitt tapte 8,9 kjøretøy i gjennombrytningen av manuelt utlagt minefelt, noe som tilsvarer 40,5 prosent av angripende styrke. Sett opp mot gjennombrytningene av det mekanisk utlagte minefeltet ble i snitt 13,5 kjøretøy hos angripende styrke tatt ut. Dette tilsvarer i snitt 61,3 prosent av angripende styrke. Angripende styrke tok dermed rett over 50 prosent mer tap ved gjennombrytningen av mekanisk utlagt minefelt enn det manuelt utlagte minefeltet. Vi kan ut ifra tallene se at effekten av mekanisk utlagte minefelt er større enn manuelt utlagte minefelt i dette lendet. Dette gjelder både når vi vurderer tap den forsvarende styrken klarer å påføre angripende styrke, men også i antall vellykkede gjennombrytningsoperasjoner.

Vi kan samtidig se at den forsvarende styrken i snitt tapte 2,3 stridsvogner i forsvaret av det manuelt utlagte minefeltet og 4,4 stridsvogner når de forsvarte det mekanisk utlagte minefeltet. Dette tilsvarer i snitt 29 prosent tap ved forsvaret av det manuelt utlagte minefeltet og 55 prosent tap ved forsvaret av mekanisk utlagt minefelt, noe som er nesten dobbelt så mye.

De økte tapstallene ved mekanisk utlagt minefelt kan være et resultat av at fienden hadde større mulighet til å utgruppere en ildsstøttestyrke. Dette er på grunn av større manøverrom før minefeltet. Samtidig var alle de vellykkede gjennombrytningene av mekanisk utlagt minefelt en følge av effektiv ildstøtte og duellering mellom stridsvogner. Dette førte til at forsvarende styrke ikke hadde stridsvogner igjen, og angripende styrke kunne da bryte gjennom minefeltet upåvirket. Forskjellen på dataene kan stamme fra at angripende styrke klarte å bryte gjennom det manuelt utlagte minefeltet, på relativt kortere tid enn det mekanisk utlagte minefeltet.

For å forklare hvordan angripende styrke klarte å påføre forsvarende styrke flere tap i gjennombrytningen av mekanisk utlagt minefelt, enn ved gjennombrytningen av manuelt utlagt minefelt, kan vi se mot prinsippene i SOSRA og Alcyoneusprinsippet til Leonhard. Angripende styrke hadde større manøverrom før det mekanisk utlagte minefeltet. Det førte til at angriperen klarte å fremføre flere stridsvogner i ildstøttestillinger, i motsetning til når angriperen kun klarte å fremføre en og en vogn i stillinger når de brøt gjennom det manuelt utlagte minefeltet. Angriperen klarte dermed å ha større nedholdende effekt på forsvarende styrke og dermed ta ut flere stridsvogner hos motstanderen. Dersom man ser gjennomføringene ved mekanisk utlagt minefelt opp mot Alcyoneusprinsippet, klarte ikke forsvarende styrke å påvirke angriperen i ufordelaktig lende. Det endte med duellering mellom stridsvogner i mange av gjennomføringene, og forsvarende styrke gikk nesten på dobbelt så mange tap i forsvaret av mekanisk utlagt minefelt som i manuelt utlagt.

Disse vurderingene av empirien utfordrer våre hypoteser om at manuelt utlagt minefelt er like effektivt som mekanisk utlagte minefelt i kanalisering lende. Dette ser vi basert på at angriperen brøyt gjennom det manuelt utlagte minefeltet tre ganger så ofte som det mekanisk utlagte. Vi ser også at det mekanisk utlagte påførte motstanderen flere tap.

## 5.2 Minefeltene sin effekt på operasjonen i åpent lende øst for Vardåsen

Dataene fra simuleringene viser at angriperen ikke klarte å bryte gjennom det mekaniske utlagte minefeltet. I simuleringene med det manuelt utlagte minefeltet klarte angriperen å bryte gjennom i 48 prosent av simuleringene, altså nesten halvparten. Det betyr at det mekanisk



utlagte minefeltet gjorde lendet mye enklere å forsvare enn det manuelt utlagte. Komplementærprinsippet er vanskeligere å oppnå når det er mulig å omgå det manuelt utlagte minefeltet. Det stanser ikke angriperen i stor nok grad til at flatbanevåpnene kan ha god effekt på angrepsstyrken som omgår minefeltet. Derfor klarer angriperen å bryte gjennom det manuelt utlagte minefeltet. Det mekanisk utlagte minefeltet krever at angriperen bruker ingeniørressurser til å bryte gjennom.

Dataene fra simuleringen viser at det skiller lite mellom tapene hos angripende styrke i de to operasjonene. Ved manuelt utlagt minefelt gikk angripende styrke på 12,5 tap per simulering, noe som tilsvarer 56,7 prosent. I simuleringene av det mekanisk utlagte minefeltet gikk angripende styrke på 13,2 tap per simulering, noe som tilsvarer 60,2 prosent. Grunnen til at tallene er så like kan forklares ved at angriperen ble tvunget ut i et ufordelaktig lende i begge typer minefelt. Omgåelsesaksen rundt det manuelt utlagte minefeltet var i et ufordelaktig lende. Når angriperen omgikk, gikk de på mange tap. Det mekanisk utlagte minefeltet tvang frem ingeniørressurser og stanset angriperen lenger i engasjementsområdet, der de ble enkle mål for forsvareren.

Forsvarende styrke tar 5,6 tap per simulering ved manuelt utlagt minefelt, noe som tilsvarer 70,5 prosent. I det mekanisk utlagte minefeltet tar forsvareren 3,3 tap per simulering, noe som tilsvarer 41 prosent. Disse tallene viser at forsvarende styrke gikk på 2,4 flere tap per simulering ved manuelt utlagt minefelt, så mye som 72 prosent flere tap. I simuleringene med mekanisk utlagt minefelt ble angripende styrke stanset på fremsiden og i minefeltet. I operasjonen med manuelt utlagt minefelt kunne angriperen utnytte tempo, og presentere flere trusler ved å omgå minefeltet. Dersom angriperen klarte å omgå det manuelt utlagte minefeltet, fikk de tilgang på gode stillinger på bortsiden av minefeltet. Angriperen kan gi forsvareren flere trusler når minefeltet kan omgås, og dermed påføre forsvareren flere tap.

Dataene fra simuleringen viser at det var lik effekt direkte fra miner i begge operasjonene. Det var i gjennomsnitt 0,24 tap påført av miner i hver simulering altså 6 i løpet av 25 simuleringer per operasjon. Det kan komme av at angriperen møtte stor motstand når de skulle omgå det manuelt utlagte minefeltet og tok høy risiko. De kjørte nær minefeltet og dermed inn i miner. Det mekanisk utlagte minefeltet tvang angriperen til å kjøre gjennom minefeltet. Dette førte til

at noen vogner blir skutt opp i minefeltet. Trafikkorken i minefeltet fører til at stridsvogner må manøvrere seg rundt ødelagte vogner og ut i minefeltet. Dette fører til at det blir tap påført av miner direkte.

Disse vurderingene av empirien støtter vår hypotese om at mekanisk utlagt minefelt har større effekt enn manuelt utlagte minefelt i åpent lende. Dette ser vi ved at angriperen brøyt gjennom manuelt utlagt minefelt i omtrent halvparten av simuleringene, men i ingen av simuleringene med mekanisk utlagt minefelt. Tapstall hos forsvareren forsterker også hypotesen.

### 5.3 Minefeltene sin effekt på operasjonen i det kanaliserte lende i Leirsund

Dataene fra simuleringene viser at angriperen klarte å bryte gjennom begge minefeltene. Som vi ser i tabell 6 og 7 ble det manuelt utlagte minefeltet brutt gjennom i 68 prosent av simuleringene, mens man med det mekanisk utlagte minefeltet kun opplevde gjennombrytning i 28 prosent av simuleringene. Det vil si at angripende styrke brøt gjennom det manuelt utlagte minefeltet nesten to en halv gang oftere enn ved det mekanisk utlagt minefelt.

Angripende styrke gikk på 8,4 tap per simulering i manuelt utlagt minefelt, noe som tilsvarer 38 prosent. Ved mekanisk utlagt minefelt gikk angriperen på 8,1 tap per simulering. Det tilsvarer 36,7 prosent. Dette viser at det er lite divergens i tap hos angripende styrke ved de to forskjellige minefeltypene. Forsvarende styrke gikk på 6,5 tap per simulering i manuelt utlagt minefelt, noe som tilsvarer 81,5 prosent. Ved mekanisk utlagt minefelt gikk forsvareren på 7 tap per simulering, altså 87,5 prosent. I det manuelt utlagte minefeltet var det kun én stridsvogn som ble direkte ødelagt av miner i løpet av 25 simuleringer, mens i det mekanisk utlagte minefeltet var det hele 41 vogner som ble direkte ødelagt av miner i løpet av 25 simuleringer.

Dataene på forsvarende tap viser at omtrent hele styrken ble tatt ut i begge operasjonene. Vi ser ved begge typer minefelt at tapstallene skyldes duellering mellom stridsvogner. Dette betyr at det er størrelsen på minefeltet som utgjør forskjellen i antall gjennombrytninger. Dette gjenspeiles i kolonnen om «tap påført av miner» i tabell 6 og 7, der vi kan se stor forskjell på å bryte gjennom et manuelt, kontra et mekanisk utlagt minefelt.

Årsaken til at angriperen bryter gjennom det manuelt utlagte minefeltet flere ganger er at minefeltet er mindre, og dermed lettere å redusere. Det manuelt utlagte minefeltet krevde kun en minerydderkapasitet, da minefeltet kun var 55 meter dypt. Dette førte til at angriperen var statistisk i kortere tid i tilknytning til minefeltet. Når angriperen hadde åpnet minefeltet ved broen, mistet forsvareren den komplementære effekten, derfor ble det vanskeligere å stanse angriperen med kun bruk av flatbaneild. Vi ser også at angriperens bruk av nedholende ild gjør at forsvareren ikke kan bruke sine flatbanevåpen. Dette fører til at minefeltet kun blir en hindring som må ryddes, ikke en sperring som må brytes gjennom.

Når forsvareren mister enten minefeltet eller flatbaneilden, klarer angriperen å bryte over. Det kan tyde på at så lenge forsvareren har komplementære effekter, her med panservernvåpen, stridsvognsild, og minefelt, vil forsvareren klare å hindre angriperen å bryte over Leirsund bro. Siden det mekanisk utlagte minefeltet tok lengre tid å redusere, opprettholdt forsvareren komplementære effekter over lengre tid. Samtidig er det flere vogner som blir skutt opp i minefeltet, og disse blokkerer gjennombrytningsgaten for resten av vognene. Det førte til færre gjennombrytninger for angriperen.

Disse vurderingene av empirien utfordrer vår hypotese om at manuelt utlagt minefelt har samme effekt som mekanisk utlagte minefelt i kanalisierende lende. Dette ser vi ved at angriperen brøyt gjennom manuelt utlagt minefelt omtrent to og en halv ganger så ofte som mekanisk utlagt minefelt. Basert på de like tapstallene kan vi imidlertid anta at det er størrelsen på minefeltet som avgjør om angriperen klarer å bryte gjennom.

#### 5.4 Sammenhengen mellom effekten av minefelt i kanalisierende og åpent lende

Vi ser i tabell 2, 3, 6 og 7 at det mekanisk utlagte minefeltet senker antall gjennombrytninger i teigene med kanalisierende lendene. I operasjonene med manuelt utlagt minefelt bryter angriperen gjennom i 60 og 68 prosent av simuleringene. I operasjonene med mekanisk utlagt minefelt bryter angriperen gjennom i 20 og 28 prosent av simuleringene. Vi ser i tabell 4 og 5 i åpent lende at angriperen bryter gjennom det manuelt utlagte minefeltet 48 prosent av simuleringene. I det åpne lendet klarer ikke angriperen å bryte gjennom det mekanisk utlagte minefeltet.

I simuleringene med mekanisk utlagt minefeltet økte antall tap for angripende styrke fra 40,5 til 61,3 prosent i det kanalisierende lendet vest for Vardåsen, samt i det åpne lendet fra 56,7 til 60,2 prosent. Derimot minsket tapene fra 38 til 36,7 prosent i det kanalisierende lendet i Leirsund. Ut fra teorien om komplementære effekter burde angriperen gå på flere tap, desto lengre angriperen eksponerer seg i engasjementsområdet. Vi ser en tendens til dette i operasjonen vest for Vardåsen, liten tendens øst for Vardåsen, men. Vi finner derfor ingen sammenheng i antall tap for angriperen, med mekaniskminelegger i de forskjellige lendetypene.

I simuleringene med det mekanisk utlagte minefeltet økte antall tap for forsvarende styrke fra 29 til 55 prosent og fra 81,5 til 87,5 prosent i de kanalisierende lendene. Derimot minket tapene fra 70,5 til 41 prosent i det åpne lendet. Vi ser at det mekanisk utlagte minefeltet i det åpne lendet ga forsvarende styrke en stor beskyttende effekt. Denne effekten ser vi ikke i det kanalisierende lendet.

Forskjellen i gjennombrytninger og tapstall fra de to lendetypene, kommer av at det manuelt utlagte minefeltet komplementerer flatbanevåpnene i mindre grad i det åpne lendet, enn i de kanalisierende lendene. I det kanalisierende lende ga manuelt utlagt minefelt noe effekt, med tanke på økte tapstall og gjennombrytninger, selv om forsvareren har relativt liten tid til å etablere det. Med samme tid tilgjengelig vil mekanisk mineleggingskapasitet gi en økt effekt, da vi ser at vi vil kunne legge betydelig større minefelt på samme tid. I et mer åpent terreng som øst for Vardåsen der angriperen kan operere på bred stridsformasjon kan tilførselen av mekanisk utlagt minefelt gi en større komplementær effekt for flatbanevåpen. Fra å kunne omgå manuelt utlagt minefelt, tvinger det mekaniske utlagte minefeltet angriperen til å stoppe opp og sende frem ingeniørkapasiteter for å bryte gjennom. Angriperen blir stanset i lengre tid i engasjementsområdet, og kanalisert inn mot minefeltet. I åpent lende er mekanisk utlagt minefelt altså en stor styrkemultiplikator i forhold til hva det er i et kanalisierende lendene.

Disse vurderingen av empirien styrker vår hypotese om at mekanisk utlagt minefelt vil ha større effekt enn manuelt utlagt minefelt i åpent lende. Mekanisk utlagt minefelt gir en stor styrkemultiplikator i åpent lende, i forhold til kanalisierende lende. Dette kan vi forklare basert på divergensen av antall gjennombrytninger.

## 6 Konklusjon

*Problemstillingen i oppgaven var trenger det norske Ingeniørvåpenet å oppfylle NATO sitt krav til hurtig minelegging for å støtte defensive samvirkeoperasjoner i Norge?*

For å svare på problemstillingen har vi undersøkt effekten av manuelt og mekanisk utlagt minefelt i tre ulike lendetyper. For å teste dette har vi benyttet simulatoren Steel Beast. Simuleringene ga oss data på effekten av de ulike minefeltene. Basert på resultatene i analysen kan vi konkludere med at mekanisk utlagt minefelt gir en klart større effekt enn manuelt utlagt minefelt i alle lendetypene. Dette svekker vår hypotese om at det norske Ingeniørvåpenet ikke trenger å oppfylle NATO sitt krav til hurtig minelegging for å støtte defensive samvirkeoperasjoner i Norge. Vi konkluderer basert på vår forskning at det er et behov for mekanisk minelegging i Ingeniørvåpenet.

Disse funnene er med forbehold om de forutsetningene vi har satt for oppgaven. Ved å endre faktorer som styrkedisponering, annen tid tilgjengelig, ulikt lende og andre grunnforhold, ville vi muligens fått et annet resultat. I simulatoren spilte vi heller ikke med krumbane hos noen av styrkene, noe som er en sentral del i etablering av minefelt, men også i gjennombrytning av minefelt. Vi har heller ikke simulert med bruk av infanteri eller andre manøverstyrker enn stridsvogn, noe som gir lavere validitet til resultatet. Da dette sammen med artilleri er viktige innsatsfaktorer i taktiske samvirkeoperasjoner. På grunn av alle variablene på stridsfeltet kan vi ikke garantere at funnene har gyldighet utenfor avgrensningene som ble satt.

For videre forskning på denne problemstillingen ser vi nytten av å kunne gjennomføre tester ved bruk av feltøvelser og lasersystemet SAAB. Det vil føre til at man ikke bare simulerer gjennomføringene, men man vil få en mer reel tilnærming til ledelse, moral og friksjon. Det vil sannsynligvis gi høyere validitet til undersøkelsen når den gjennomføres mellom to stridende avdelinger med lasersystemet SAAB, da dette er mer virkelighetsnært. I tillegg krever mekanisk minelegging større grad av logistisk etterforsyning grunnet minebehovet, så dette er også noe som må undersøkes videre. Vi tror også man kan gjennomføre flere undersøkelser i simulator, men da burde man inkludere alle våpenartene i det taktiske samvirke. Dette er for å få mer realistiske simuleringer, og vil gi høyere validitet til simuleringene.

## 7 Litteraturliste

Andersen, S. S. (2013). *Casestudier* (2. utgave). Fagbokforlaget.

Bukve, O. (2021). *Forstå, forklare, forandre* (2. utgave). Universitetsforlaget AS.

Børresen, J. (2020). Norges forsvar etter 1991. I *Store norske leksikon*.  
[https://snl.no/Norges\\_forsvar\\_etter\\_1991](https://snl.no/Norges_forsvar_etter_1991)

Clausewitz, C. von. (1984). *On War* (M. Howard, P. Paret, & B. Brodie, Overs.). Princeton University Press.

Dr. Grau, L. W., & Bartles, C. K. (2016). *The Russian Way of War*. Foreign Military Studies Office.  
<https://www.armyupress.army.mil/portals/7/hot%20spots/documents/russia/2017-07-the-russian-way-of-war-grau-bartles.pdf>

*ESim Games – Vehicle-centric Combined Arms Combat Tactics and Gunnery Simulation*. (2023, mars 30). <https://www.esimgames.com/>

Forsvaret. (2019). *Forsvarets fellesoperative doktrine*. Forsvarsstaben.

Friis, K. (2023, mars 23). *Krigen i Ukraina avgjøres ikke bare på slagmarken*.  
<https://www.nupi.no/skole/hhd-artikler/2023/krigen-i-ukraina-avgjoeres-ikke-bare-paa-slagmarken>

Hærens våpenskole. (2010). *Håndbok for stormingeniørtroppen i felt*. Hærens våpenskole.

Hærens våpenskole. (2014). *Håndbok i brigadeoperasjoner*. Hærens våpenskole.

Hærens våpenskole. (2020). *Håndbok i taktikk Del 1—Grunnlag*. Hærens våpenskole.

Hærens våpenskole. (2021a). *Håndbok for planlegging av ingeniørstøtte for tropps -og kompaninivå*. Hærens våpenskole.

Hærens våpenskole. (2021b). *Stabshåndbok for Hæren—Plan og beslutningsprosessen*.

Hærens våpenskole.

Hærens våpenskole. (2022a). *Håndbok for feltarbeider alle våpen, miner*. Hærens våpenskole.

Hærens våpenskole. (2022b). *Håndbok for feltarbeider alle våpen, planlegging og ledelse*.

Hærens våpenskole.

Johannessen, A., Tufte, P. A., & Christoffersen, L. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (5. utgave). Abstrakt Forlag.

King, G., Keohane, R. O., & Verba, S. (1994). *Designing social inquiry: Scientific inference in qualitative research*. Princeton University Press.

Leonhard, R. R. (1991). *The art of maneuver*. Presidio.

Leraand, D. (2023). Hærens historie. I *Store norske leksikon*.

[http://snl.no/H%C3%A6rens\\_historie](http://snl.no/H%C3%A6rens_historie)

North Atlantic Treaty Organization. (2020). *Corrigendum Bi-SC Capability Codes and Capability Statements*. North Atlantic Treaty Organization.

Reuters. (2022, april 7). Ukraine is effectively using landmines in war with Russia—U.S. general. *Reuters*. <https://www.reuters.com/world/europe/ukraine-is-effectively-using-landmines-war-with-russia-us-general-2022-04-07/>

UK Ministry of Defence. (2023, mars 16). *Latest Defence Intelligence update on the situation in Ukraine—16 March 2023*. [Tweet]. Twitter. <https://twitter.com/DefenceHQ/status/1636258087517536256>

Ydstebø, P. (2022, august 9). *Den russisk-ukrainske krigen, fase 3 og 4*.

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (Sixth edition). SAGE.

