



FHS Krigsskolen

Bacheloroppgave

Sensor-Effector Cueing

*En studie om holdbarheten av manøvertroppens taktikk, teknikk
og prosedyrer mot droner i et østlig ildsystem*

av

Krister Wohlen, Alexander Døvigen og Mathias Simonnes Myklebust

Leveret som en del av kravet til graden:

BACHELOR I MILITÆRE STUDIER MED FORDYPNING I LEDELSE OG
LANDMAKT

Antall ord: 13029

Innlevert: April 2022

Godkjent for offentlig publisering

Forord

Forskere, offiserer og sersjanter!

Denne oppgaven trekker våre sårbarheter fram i lyset og har til hensikt å skape engasjement rundt videreutvikling av taktikk, teknikk og prosedyrer.

En stor takk til veileder Svein Erlend Martinussen for støtte og kritikk underveis i prosessen. Takk til andre russiskinteresserte instruktører ved Krigsskolen for relevant støttelitteratur vi aldri hadde funnet.

Det er oss det kommer an på.

Oslo, Krigsskolen, 19-04-2022

(Signaturer)

Sammendrag

Som følge av at håndbøker for norske manøvertropper ikke er blitt oppdatert på over ti år, har taktikk, teknikk og prosedyrer (TTP) blitt gradvis mer utdatert etter hvert som teknologien har utviklet seg. Særlig gjelder dette den økte bruken av avanserte droner til artillerispotting. Denne oppgaven har avdekket flere gap mellom en tenkelig motstander sin bruk av droner til ildledning og TTP'er for norske manøvertropper.

Sett i sammenheng med beskyttelsesløken, fatter manøvertroppene mottiltak først når dronetrusselen allerede er stor. I tillegg til at noe TTP er fraværende, er det nå TTP i Hærens håndbøker som tilsynelatende kan virke mot sin hensikt. Dette kommer til syne gjennom blant annet valgt tidspunkt for offensive operasjoner, risikovilje i forbindelse med villedning, fraværet av stridsdriller mot droner, kvaliteten på kamuflasjen som nyttes og dagens marsjrutiner og statiske aktiviteter. I tillegg til å fylle gapene i eksisterende TTP'er, må det tilføres proaktive handlingsalternativer. Til tross for at det finnes proaktive tiltak med tilhørende kapasiteter vurderes det at Hæren ikke har riktige våpen eller nok av disse.

Innholdsfortegnelse

Innholdsfortegnelse	iii
Figurer	iv
Begrepsavklaring	v
1 Innledning.....	1
1.1 Tema/bakgrunn.....	1
1.2 Mål og problemstilling	2
1.3 Avgrensninger	2
1.4 Struktur.....	3
2 Metode.....	4
2.1 Valg av metode.....	4
2.2 Forklaring av metode	4
2.3 Forberedelse	5
2.4 Datainnsamling.....	5
2.5 Dataanalyse	5
2.6 Svakheter ved metoden og kildekritikk.....	6
3 Teori	8
3.1 Sensorer	8
3.2 Droner.....	12
3.3 Artillerispotting.	14
3.4 Hvordan slåss en norsk manøveravdeling?	18
4 Drøfting	20
4.1 Beskyttelsesløken	21
4.1.1 Påvirke motstanderen før han påvirker deg.....	22
4.1.2 Unngå å bli detektert	24
4.1.3 Unngå å bli engasjert.....	31
4.1.4 Unngå å bli truffet	33
4.1.5 Forhindre gjennombrytning.....	37
4.1.6 Minimere skade	37
5 Konklusjon	39
Litteraturliste	40

Figurer

Figur 1: Kill-Chain

Figur 2: Metodisk målbekjempning

Figur 3: Det elektromagnetiske spekteret

Figur 4: Spekteret for synlig lys

Figur 5: Stråling fra vegetasjon

Figur 6: Fire metoder for målfatning/artillerispotting ved bruk av droner

Figur 7: Beskyttelsesløken

Begrepsavklaring

Air-burst:	Et eksplosiv som går av i luften.
Artilleri:	Langtrekkende ild, enten i form av rørartilleri eller rakettartilleri/MLRS
Artillerispotting:	Kommunikasjon av måldata fra sensor til artilleriet, slik at ilden treffer.
Drone:	Fjernstyrt eller autonomt ubemannet luftfartøy
Ild:	Dødelig og ikke-dødelig ild som har til hensikt å ramme en motstanders personell og/eller materiell.
Kraftsamling:	Å samle kapasiteter i tid og rom for å oppnå best mulig effekt.
Narreanlegg:	Et område med rekvisitter som gir inntrykk av å være noe annet enn det er.
UAS:	Et system bestående av drone og bakkestasjon, med tilhørende kommunikasjonsenheter

Nomenklatur / Forkortelser / Symboler / Benevning

A2AD:	Anti Access/Area Denial
CV9030N:	Combat Vehicle 9030 Norwegian
DACAS:	Digitally Aided Close Air Support
EK:	Elektronisk krigføring
EKKP:	Elektronisk krigføringskompani
GPS:	Global Positioning System
ISR:	Intelligence Surveillance Reconnaissance
JTAC:	Joint Terminal Attack Controller
K2:	Kommando og kontroll
LWIR:	Long Wave Infrared
MANPADS:	Man-Portable Air Defence System
MRLS:	Multiple Rocket Launch System
MUAS:	Mini Unmanned Aerial System
MWIR:	Medium Wave Infrared
NASAMS:	Norwegian Advanced Surface-to-Air Missile System
nm:	Nanometer
OPV:	Oppklaringsvogn
OTAS:	Observation and Target Acquisition System
PRS:	Personlig rekognoseringsystem
SA:	Situational Awareness
SWIR:	Short Wave Infrared
TTP:	Taktikk, teknikk og prosedyre
UAS:	Unmanned Aerial System
UAV:	Unmanned Aerial Vehicle
UV:	Ultrafiolett
µm:	mikrometer

1 Innledning

1.1 Tema/bakgrunn

Bakgrunnen for denne oppgaven er det som US Marine Corps omtaler som «Battle of Signatures»:

Tomorrow's fights will involve conditions in which "to be detected is to be targeted is to be killed". Adversaries will routinely net together sensors, spies, UAS, and space imagery, to form sophisticated "ISR-strike systems" that are able to locate, track, target, and attack an opposing force. In complex terrain, adversaries will collect targeting information through eyes and ears and spread it through social media. No matter the means of detection, unmanaged signatures will increasingly become a critical vulnerability.

[...] Defensively, our units will need to adapt how they fight, emphasizing emissions control and other means of signature management to increase their survivability. We will also need deception capabilities that cause an adversary to form inaccurate impressions about our actions and intentions. Further, we will need to improve our counter-intelligence capabilities and social media discipline.

(United States Marine Corps, 2016, s. 6)

I moderne konflikter har sensor-effector cueing i stor grad påvirket slagfeltets beskaffenhet. En relevant aktør i et moderne operasjonsmiljø må kunne benytte seg av høyteknologiske sensorer satt i system med effektorer, men også beskytte seg mot en motstander som besitter tilsvarende kapasiteter. Slike kapasiteter inngår som en viktig del av det konvensjonelt militære bidraget til A2AD-begrepet (Anti Access/Area Denial), og kan omtales som «langtrekkende missilvåpen med høy presisjon i kombinasjon med målfattende sensorer» (Hæren, 2021, s. 7). I tillegg til langtrekkende missiler som i hovedsak skal ramme strategiske og operasjonelle mål på dypet, kommer artilleriild på taktisk nivå. Ulike former for artilleri utgjør hovedkilden til tap av personell og materiell, noe konflikten i Ukraina er et eksempel på. (Slyusar, 2020, s. 6).

Manøverenhetens oppdrag vil ofte innebære å ta og holde lende (Hærens våpenskole, 2012, s. 14), primært gjennom bruk av flatbanevåpen ment for bakkemål. Dette gjør at manøverenheten blir svært utsatt i møte med motstanderens eleverte sensorer. En

manøveravdeling må derfor forstå hvordan den best kan forsvare seg mot en motstanders sensor-effector cueing, samtidig som den løser sitt tildelte oppdrag.

For norske manøverenheter er sannsynligheten til stede for at en framtidig motstander besitter russisk teknologi og følger russisk doktrine for målfatning og bekjemping. Denne oppgaven vil derfor fordype seg i russiske kapasiteter og handlingsmønstre, både doktrinelt og historisk, ved å kaste lys på bruken av sensor-effector cueing i Nagorno-Karabakh og Ukraina. Basert på dette skal oppgaven utlede hvorvidt manøverstyrken må gjøre endringer i sine TTP'er, med tanke på teknologiske endringer som har skjedd siden utarbeidelsen av disse.

1.2 Mål og problemstilling

Teknologien har utviklet seg eksponentielt raskere over tid, og mye har skjedd siden Hærens primære håndbøker ble lansert i 2010. Nytt utstyr, avanserte sensorer og raskere informasjonsdeling kan ha bidratt til nye utfordringer som håndbøkene ikke kan svare på. Denne oppgaven har til hensikt å utforske hvorvidt Hærens TTP'er for manøvertropper fortsatt er relevante i forhold til den økte trusselen av sensor-effector cueing. Søkelyset vil rettes mot droner som sensor og artilleriild som effektor. Dette gir problemstillingen:

Må Hærens manøvertropper gjøre endringer i sine TTP'er som følge av den økte trusselen fra droner som del av ildledningssystemer?

1.3 Avgrensninger

Denne oppgaven vil omhandle manøvertropper bestående av mekanisert infanteri (stormtropp) og infanteri som opererer til fots. Stridsvogntropper og oppklaringsstropper vil ikke behandles eksplisitt i oppgaven, men prinsippene som gjelder for stormtroppen og infanteritroppen er såpass dekkende at besvarelsens konklusjoner i stor grad vil gjelde for alle manøvertropper i den norske hæren.

En sensor må i denne sammenhengen anses som et system satt sammen av to deler. Disse delene er selve sensoren som kan fange opp signatur, og en plattform som denne sensoren er båret av. Denne oppgaven avgrenses til å omhandle sensorsystemer bestående av elektrooptiske sensorer og IR-sensorer båret av droner. Elektrooptiske sensorer er sensorer som er i stand til å oppfatte nærinfrarød stråling, synlig lys og ultrafiolett stråling, og omsette

det til noe synlig for menneskeøyet. Videre vil oppgaven sentrere seg rundt ulike former for artilleri som effektor.

Bakgrunnen for dette er at droner er en svært tilgjengelig kapasitet. De kan nyttes av de fleste aktører på et moderne slagfelt, og er dermed med på å utfordre det vestlige militært teknologiske hegemoniet (Hæren, 2021, s. 12). Man må dermed anta at droner som sensor vil kunne utgjøre en trussel mot vestlige og norske manøverstyrker i kommende konfliktszenarioer.

Den russiske hæren sitter på store mengder artilleri, og følgelig er dette effektoeren som står i fokus for oppgaven. Artilleri er den største tapspåføringen mot mekaniserte styrker (Slyusar, 2020, ss. 5-6). Kunnskap om motstanderens sensor- og effektoerkapasiteter er dermed høyst relevant for vestlige manøverstyrker.

Denne teksten er avgrenset til å omhandle hvordan TTP'er i Hærens manøvertropper reduserer trusselen fra en østlig motstanders bruk av droner til artillerispotting. Den avgrenser seg til droner med elektrooptisk og termisk sensor kapasitet til målfatning, satt i system med artilleri som effektor.

1.4 Struktur

Opgaven er delt opp i 5 kapitler.

Kapittel 2 har til hensikt å bygge oppgavens validitet. Det omhandler teori om valgt metode og om egen framgangsmåte. Kapitlet dekker også svakheter ved metoden og kildekritikk.

Kapittel 3 legger til grunn for relevant teori for å skape forutsetninger for senere drøfting. Kapitlet redegjør innledningsvis teori rundt elektromagnetisk signatur og tilknyttede sensorer, samt hvordan sensorer blir satt i system i målfatningsprosesser. Videre forklarer kapitlet utviklingen rundt droner og deres rolle i et østlig artilleriild-konsept. Redegjørelsen avsluttes med en gjennomgang av hvordan norske manøverstyrker sloss.

Kapittel 4 undersøker norsk TTP opp mot den identifiserte trusselen. Diverse temaer drøftes gjennom beskyttelsesløken for å finne svar på problemstillingen. Kapitlet drøfter også historiske eksempler fra moderne konflikter og sammenlikner dette med norsk utførelse.

Kapittel 5 konkluderer oppgavens funn og gir et svar på problemstillingen. Til slutt gir oppgaven en anbefaling for videre studier og utvikling av TTP.

2 Metode

Dette kapitlet har til hensikt å redegjøre for metoden vi har valgt for å svare på problemstillingen. Innledningsvis vil vi forklare metoden og deretter hvorfor denne har blitt valgt ut framfor andre metoder. Til slutt vil vi se på svakheter og utfordringer ved metoden, samt kildekritikk.

2.1 Valg av metode

En hensiktsmessig metode for å komme fram til holdbarheten av dagens TTP for manøverstyrker mot elektrooptiske droner, ville vært å drive eksperimenter med sensorer mot våre egne manøverelementer på troppsnivå. Deretter å sette dette opp mot et mulig motstanders ildledningssystem gjennom intervjuer av primærkilder eller fysisk testing hos østlige styrker. Ettersom at vi ikke har ressursene til å hverken drive egne forsøk med droner og sensorer, samt at vi ikke har tilgang på graderte kilder om ildledningssystemer til en østlig aktør, og ikke minst på grunn av tiden vi har til rådighet, må vi belage oss på en litteraturstudie av tidligere konflikter.

En del av studien søker å finne ut av hvorfor eller hva det er som gjør at manøverstyrker eksponeres mot droner og artilleriild, og det er derfor naturlig at det blir en kvalitativ undersøkelse (Johannessen, Tufte, & Christoffersen, 2016, s. 93). I tillegg til dette vil et noe begrenset flercasestudie også kunne bli benyttet, da vi gransker bruken av droner i både konflikten Nagorno-Karabakh og Ukraina, da ingen konflikter er like og ressurser blir benyttet forskjellig.

2.2 Forklaring av metode

Introduksjon i samfunnsvitenskapelig metode beskriver en forskningsprosess gjennom fire faser; forberedelse, datainnsamling, dataanalyse og rapportering (Johannessen, Tufte, & Christoffersen, 2016, s. 28). Fasene har blitt gjennomført, men gjennom en noe mer flytende prosess enn hva boken beskriver som kronologisk. Vi har i tillegg gjort små endringer av veivalg under studien for å unngå for brede spørsmål og sensitiv gradering på oppgaven.

2.3 Forberedelse

Under delemnet *Militærteknologi og Innovasjon* på Krigsskolen ble vi introdusert for konseptet sensor-effector cueing, og hvordan engasjementstiden på den moderne slagmarken var under konstant utvikling til å bli kortet ned. Vi ønsker at undersøkelsen skal bidra med bevissthet rundt egen sårbarhet sett i sammenheng med en motstanders bruk av droner til artillerispotting, og engasjere til videre forskning for hvilke tiltak som kan treffes i utvikling av nye håndbøker. Både under og etter konflikten i Nagorno-Karabakh 2020 ble det publisert flere videoopptak av droneengasjementer i krigen. Konflikten i Ukraina fra 2014 og invasjonen i 2022 viste også den massive bruken av artilleri som en av de største tapspåførerene. Spørsmålene vi satt oss ned med innledningsvis omhandlet hva slags signaturer norske styrker emitterer mest av, hvilke sensorer som er relevante og hva som er realistiske engasjementstider på dagens stridsfelt.

2.4 Datainnsamling

Kildene ble funnet gjennom søk på forsvarets databaser, diverse internettsøk og gjennom konsultasjon av instruktører og veileder på Krigsskolen. For å sortere og komme fram til relevante kilder, lagde vi et tilpasset analyseskjema for oppgaven spesielt rettet mot kildens bakgrunn og formål (Johannessen, Tufte, & Christoffersen, 2016, s. 99). Vi så tidlig at kilder publisert av østlige forfattere med interesser i den gitte konflikten, eller til og med statlige kilder, kunne komme med dramatisert eller motstridende informasjon. Vestlige kilder, spesielt amerikanske militære forskningsinstitutter, har mye informasjon og rå data innenfor systemarkitektur og åpne kilder på egne «joint fires systems».

2.5 Dataanalyse

Analysen begynte med en gransking av norske hæravdelingers TTP'er, gjennom håndbøker fra både mekaniserte infanteriavdelinger og rene infanteriavdelinger i Hæren. Videre ble disse vurdert opp mot bruk av sensor-effector cueing i konfliktene i Ukraina og Nagorno-Karabakh. For å komme fram til realistiske engasjementstider ble varierende kilder, både østlige og vestlige, benyttet. Dette, sammen med en kvalitativ undersøkelse på hvordan dronene har blitt brukt i konfliktene, gir et grunnlag for drøfting av hvor treffsikre dagens tiltak mot droner er i en typisk norsk hæravdeling.

2.6 Svakheter ved metoden og kildekritikk

Svakheter ved metoden ses i lys av Johannessen, Tufte og Christoffersen kapittel; *Evaluering av kvalitative undersøkelser* (Johannessen, Tufte, & Christoffersen, 2016, ss. 229-232).

En svakhet med studiens pålitelighet ligger i dataen som er innsamlet. Flere av kildene benyttet, særlig fra konfliktene undersøkt, kan være preget av propaganda og løyner for å fremme egen nasjons interesse eller for å skjule egne svakheter. Det er en risiko forbundet med data fra konflikter, da for eksempel tap av menneskeliv og materiell kan brukes for å skape en favorisert framstilling av historien. Undersøkelsen beskriver blant annet krigen mellom Aserbajdsjan og Armenia, og Ukraina og Russland/Pro-russiske separatister. Dette er primært østlige land som er kjent for tidligere upresis og motstridende rapportering av fakta. Det har derfor vært kritisk for studien at vi har hatt kriterier for evaluering av kilder og flere synspunkter på saker, gjerne i tillegg til et utenforstående og upartisk synspunkt på konfliktene.

Vår egen bakgrunn bør ikke tilsi noe stort bias, da to av oss kun har ett år i en manøveravdeling, og en av oss kun krigsskole. Vi har derfor ingen sterk personlig tilknytning til Hærens TTP, og kan ikke ut ifra egen mening argumentere for om den er holdbar eller ikke. En utfordring med studien er at vi ikke får testet ut TTPen mot fenomenet vi beskriver, ei heller gjort egne objektive observasjoner av fenomenet utenlands. Derfor må studien nøye seg med at konklusjonene trekkes ut ifra en samlet egenvurdering, i motsetning til en endelig fasit. Oppgaven holder seg på en ugradert sensitivitet, slik at den kan utfordres og bidra til videre utforskning.

Annen kritikk mot metoden er spørsmålet om hva vi faktisk analyserer opp mot formålet med studien; Er det sammenheng mellom det fenomenet som undersøkes og de dataene som er samlet inn? Formålet med studien er å sette den norske Hærens TTP mot drone- og artilleribruk i en kontekst av russisk doktrine. Samtidig tydeliggjøres det at Aserbajdsjan, en noe mer tyrkisk/vestlig militærmakt, ble seierherren i Nagorno-Karabakh hvor dronebruken ble vektlagt. I konflikten mellom Ukraina og Russland har det ikke vært en offisielt konvensjonell krig før invasjonen begynte i sent februar 2022. Russiske styrker har tilsynelatende ikke operert i henhold til doktrinen i den skalaen verden hadde sett for seg. Konsekvensen av usikkerhet rundt russisk doktrine, er at litteraturen benyttet preges av vestlige sensor-effector systemer, og

forståelse av hvordan noe tilsvarende brukes i øst. Risikoen for en vestlig fortolkning av Russland er derfor tilstede.

Philip Karber trekkes fram som et problem for oppgavens validitet. Det ble advart om bruk av litteratur fra denne forfatteren da han har egne interesser i konflikten som pågår i Ukraina. I tillegg er forfatteren også omdiskutert på nettet etter diverse uttalelser som viser seg å ikke stemme. For å unngå videre problemer med risikoen for fortolkninger så vi oss nødt til å benytte kilden, men med stort omhu, da andre kilder vi fant om konflikten i Ukraina også lente seg på denne forfatteren. Til og med forskningsinstitutter som FFI har benyttet Karber i sine vurderinger, dog også med omhu. Vi ønsker at leseren og eller fremtidige skolarer er bevisst på dette når de leser denne studien.

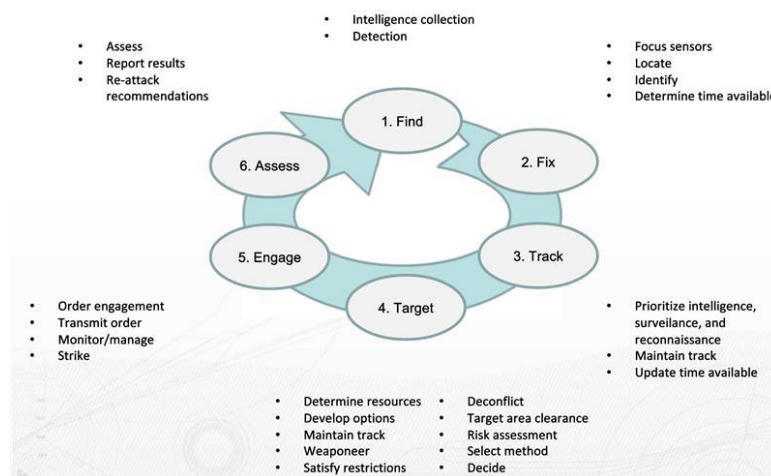
3 Teori

Dette kapitlet vil gjøre rede for relevant teori herunder; Sensorer, Plattformen droner/UAV, Artillerispotting og Hvordan norske manøverenheter sloss.

3.1 Sensorer

En sensor gjør om noe fysisk målbart til et signal som er leselig for oss. Det vil for eksempel omgjøre stråling til et bilde som vi kan bruke til et ønskelig formål. Menneskets biologiske sensorer, som øyne og ører, er de primære sensorene som har blitt brukt til å ta inn informasjon om stridsfeltet før det har blitt omdannet til etterretning. Sensorenes funksjon og hensikt i en militær kontekst er å skape bedre forutsetninger for planlegging og beslutningstaking. Ettersom vi i informasjonsalderen har utviklet systemer som kan distribuere informasjon med enorm hastighet, har man nå muligheten for hurtig bekjempelse av fienden gjennom sammenkobling av sensorer og fjernleverte våpen; *sensor-effector cueing*.

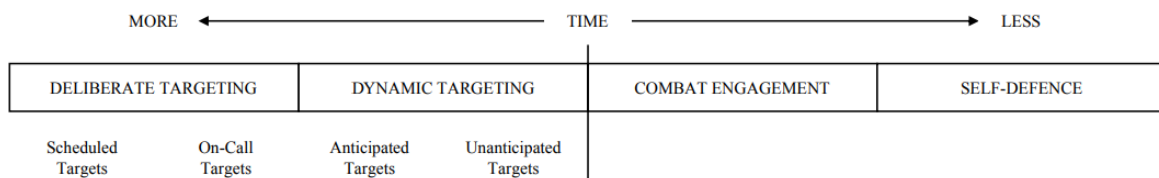
Sensor-effector cueing konseptet kan forklares gjennom Joint Publication 3-09 sitt DACAS (Digitally Aided Close Air Support) system; “DACAS systems involve digital systems in aircraft and JTAC kits, which aid in the conduct of [...] attacking a surface target. DACAS consist of [...] machine-to-machine exchange of SA (situational awareness) [...]. [It] utilizes datalink to [...] decrease kill-chain timeline” (Joint Force Development, 2019, ss. II-23). Det samme konseptet kan benyttes til bruk av langtrekkende artilleri med forskjellige sensorer. Forutsetningene for at et slikt system skal være tidseffektivt, og ikke minst presist, er gode målfatningssystemer og K2 informasjonssystemer.



Figur 1: Kill-chain (Joint Targeting School, 2017, s. 153)

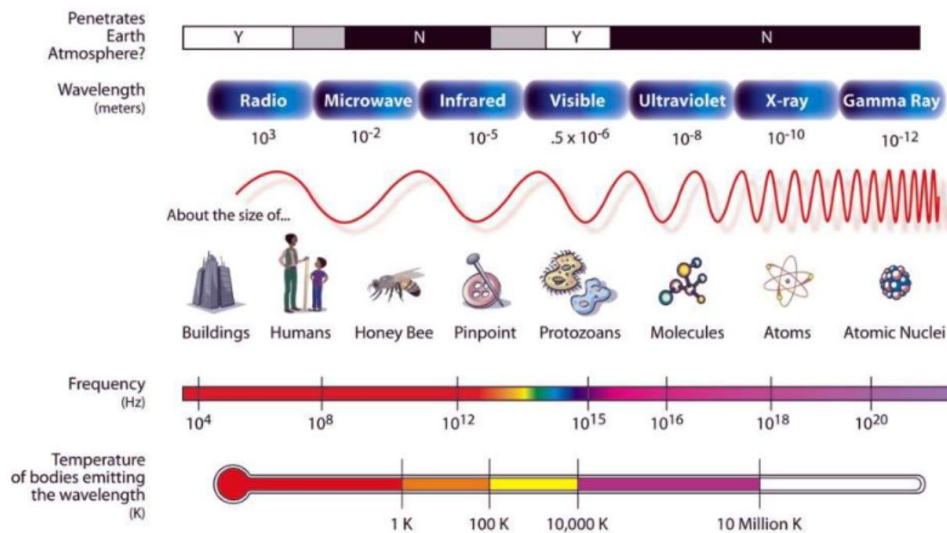
Metodisk målbekjemping, også kalt «targeting», foregår på alle krigens nivåer fra strategisk til taktisk nivå. Det benyttes for å «skape rett aktivitet, på rett tid, mot de rette mål, for å skape rett effekt» (Bendiksen, 2018, s. 17). Denne prosessen benytter målfatningsmodeller, som for eksempel overvåkningskjeden, for å kunne ramme fienden. Overvåkningskjeden er en kronologisk prosess gjennom overvåkning, deteksjon, gjenkjenning, identifikasjon, lokalisering, som til slutt gir oss målfatning.

Når vi planlegger og gjennomfører operasjoner, skiller vi mellom «deliberate targeting» og «dynamic targeting». Deliberate targeting omhandler utplukking av tidligere målfattede mål for bekjempelse i spesifikke tid og rom for å oppnå ønsket effekt i henhold til planen (Bendiksen, 2018, s. 17). Dynamic targeting baserer seg på oppdukkende mål, «targets of opportunity», da disse enten har blitt identifisert for sent eller at de ikke har blitt tatt med i den planlagte mållisten. Dette stiller samme krav til «targeting-syklusen», men kan korte ned bekjempelsestiden til minutter. For at vi skal kunne se mer presist og høre bedre enn fienden har det blitt utviklet teknologiske sensorer som har til hensikt å ikke bare forsterke vår egen evne, men også utvikle verktøy for å ta inn data fra et bredere spekter; disse omhandler blant annet elektromagnetisk stråling.



Figur 2: Metodisk målbekjemping kontinuum (Bendiksen, 2018, s. 17)

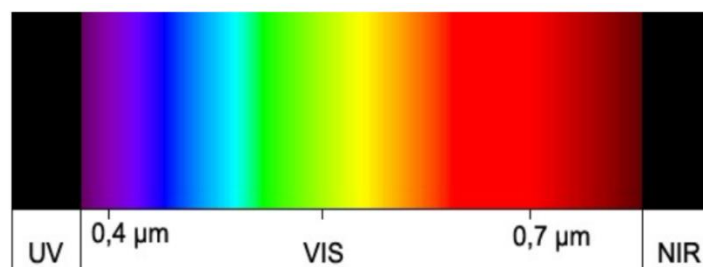
Elektromagnetisk energi er én av flere typer signaturer som sensorer kan fange opp. Når energitilstanden til en elektrisk ladning endres, blir det en forstyrrelse i det elektromagnetiske feltet og energien frigir elektromagnetiske bølger (Sandstad & Skaar, 2022). De elektromagnetiske bølgene beveger seg med forskjellige bølgelengder og frekvenser, hvor bølgelengder er avstanden mellom bølgetopper og frekvensen definert som antall svingninger pr tid, som måles i hertz (Hz). Disse to faktorene er omvendt proporsjonale, som betyr at kortere bølgelengder gir høyere frekvens, og høyere frekvens gir mer energi. Vi deler det elektromagnetiske spektret inn etter hvilke bølgelengder de ulike formene for stråling har (Holtane, 2014, s. 13). Den relevante signaturen vi skal undersøke er ultrafiolett stråling, synlig lys og infrarød stråling.



Figur 3: Det elektromagnetiske spekteret (EMS) (Holtane, 2014, s. 13)

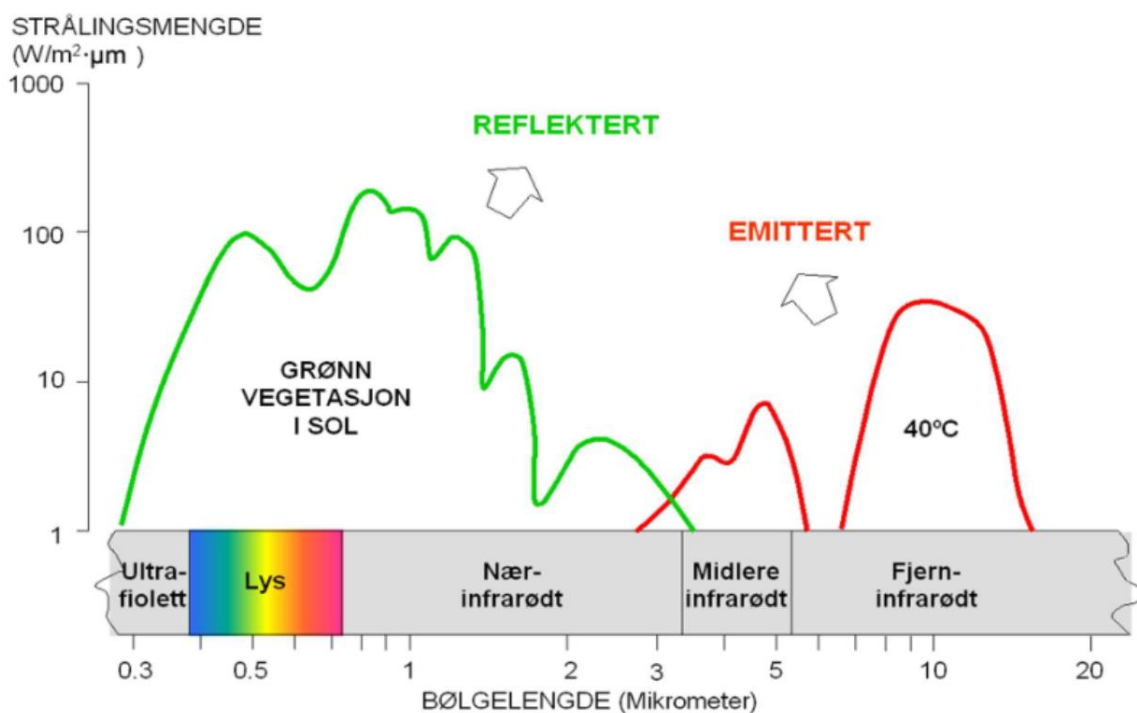
Optisk område er et begrep som kan brukes om den delen av det elektromagnetiske spekteret som inkluderer ultrafiolett stråling (UV-stråling), visuell stråling (synlig lys) og nærinfrarød stråling. I *Håndbok for kamuflasje* defineres infrarød stråling som en separat kategori (Hærens våpenskole, 2010, s. 24). Det optiske området inneholder bølgelengder fra 100 nm til cirka 3 μm , og det er i hovedsak reflektert stråling man oppfatter i dette området.

For å fange opp den strålingen i det elektromagnetiske spekteret som vi ønsker, deler vi det inn i flere «bånd». Et bånd kan variere i hvor store bølgelengder og spektral oppløsning den fanger opp; jo «bredere» bånd, desto mindre spektral oppløsning får man. Ultrafiolett stråling har bølgelengder fra 0,2 – 0,4 μm , synlig lys fra 0,4 – 0,7 μm , nær-infrarødt fra 0,7 – 1,1 μm , SWIR mellom 1,1 – 2,5 μm , MWIR fra 3 – 5,5 μm og til slutt LWIR fra 8 – 14 μm . Ut ifra dette er det hovedsakelig refleksjon av sollys som utgjør spekteret fra 0,2 til 2,5 μm og deretter egen varmesignatur og termisk utslipp fra 8 – 14 μm (Environmental Research Institute of Michigan, 1994, ss. 2-1).



Figur 4: Spekteret for synlig lys (Holtane, 2014, s. 14)

I likhet med det menneskelige øyet kan vanlige kameraer kun oppfatte synlig lys fordi de normalt opererer med tre spektrale bånd; blå ~480 nm, grønn ~540nm og rød ~700 nm. «Spectral imaging», eller spektral avbildning, tillater oss å operere med flere enn tre spektrale bånd og gir oss muligheten til å observere reflektert lys vi ikke kan se med det nakne øyet. Vi deler dette inn i multispektral og hyperspektral avbildning. Multispektral avbildning opererer med 10-20 spektrale bånd i bølgelengder mellom 400 til 1400 nanometer, med en oppløsning på 0,1 μm i synlig lys og 1 μm i termisk infrarødt. Denne avbildningen har allerede vært lenge i bruk og kan gi oss informasjon om terrengklassifisering, fuktighet og kamouflasjedeteksjon. Hyperspektral avbildning opererer i samme spektrum, men kan dele dette opp i 100-200 bånd av en oppløsning på 0,005 μm i synlig lys og 0,1 μm i termisk infrarødt (Environmental Research Institute of Michigan, 1994, ss. 2-2). Dette gir oss en ekstrem ressurs til å observere distinksjonen mellom materiell, da alt reflekterer lys forskjellig selv om noe for eksempel kan være kamuflert noen lunde likt.



Figur 5: Stråling fra vegetasjon, på en typisk solfylt sommerdag. Den grønne kurven illustrerer reflektert stråling og den røde hovedsakelig utsendt stråling. Den termisk infrarøde strålingen deles ofte inn i midlere infrarødt og det som enten kalles fjerninfrarødt eller langbølget infrarødt. (Holtane, 2014, s. 15)

En termisk sensor mottar egenstrålingen som kommer fra et objekt, filtrerer det gjennom optikk og en infrarød detektor, og omdanner dette gjennom prosessorer til et leselig elektronisk bilde. Termisk emisjon avhenger av flere faktorer; ytre varmestråling, indre varmekilder, evne til

varmekonduksjon, tetthet av materiale, fuktighet, kjøling og varmeledning. Av termiske sensorer har vi enten kjølte eller ikke-kjølte detektorer, hvorav hensikten med kjøling vil gi mindre egenstøy og varme i apparatet for å hindre forstyrrelser i bildet man skaper. En termisk sensor uten kjøling vil kunne ta mindre plass og ha mindre vekt i bytte mot et noe dårligere bilde (Holtane, 2014, s. 15).

3.2 Droner

Fjernstyrte eller fullstendig autonome fartøy som opererer i luften, på land og maritimt, er en kapasitet som har opplevd enorm teknologisk utvikling de siste årene i sivil, kommersiell og militær sektor. Ideen bak konseptet for luftbårne droner kan muligens dateres tilbake i tid så langt som 1849, da Østerrike angrep Venezia med bruk av ubemannede luftballonger lastet med bomber som skulle slippes over Byen. (Sütçü, 2022). På denne tiden var droner som konsept ikke særlig mer enn en kreativ idé med hensikt å påvirke fienden på uforventet vis. Siden den gang har det skjedd stor utvikling både innenfor teknologi og krigføring. Som en naturlig kosekvens har dronen opplevd en svært stor endring innenfor kapasitet, bruksområder og effektivitet.

I sivil sammenheng blir droner i dag brukt i alt fra fritidsaktiviteter og hobbyvirksomhet til kommersiell nytte og ikke minst blant redningsetater. Droner har de siste årene blitt nytt til redningsaksjoner, brannslukking, filmproduksjon, billedtakning, og inspeksjoner bare for å nevne noen. Et eksempel hvor droner har blitt brukt i nyere tid, er under søk og redning i forbindelse med leirskredet i Gjerdrum. Dronebruk i situasjoner som dette gir redningsmannskap muligheten til å drive søk i områder man ellers ikke hadde kunnet bevege seg i på grunn av risikoen det ville innebært å bevege seg der til fots. Redningsarbeidet i Gjerdrum er et eksempel på hvordan droner har gjort det enklere og tryggere å løse oppgaver som tidligere har krevd andre typer ressurser som helikopter, eller menneskelig tilstedeverelse. (Eisenträger, 2021).

Mulighetene som droner fører med seg i militær sammenheng har i dag blitt svært betydelige og er i stadig utvikling. Droner gir fra seg relativt lav signatur, og de er i stand til å fly høyt, langt og lenge. I tillegg er de kompatible med en rekke sensorer og teknologiske nyvinninger som gjør droner i stand til å hente inn informasjon. Et av de viktigste mulighetene som dronene gir i militær sammenheng, er muligheten til å løse spesifikke oppdrag i samme grad som

tidligere, men med lavere menneskelig risiko og i noen sammenhenger med redusert ressursbruk. I praksis vil flere oppdrag som tidligere krevde menneskelig bemanning og ressurser som helikopter eller andre bemannede luftfartøy, nå kunne gjennomføres med bruk av fjernstyrte eller fullstendig autonome droner.

Eksempler på noen av de mest kjente og kanskje mest etisk omstridte militære luftbårne dronene som er i bruk i dag er modellene RQ-11 Raven, RQ-1 Predator og Baykar Bayraktar TB2. Den amerikanske dronen RQ-11 Raven er et godt eksempel på en mindre drone som har som primæroppgave å gi direktesendt informasjon, rekognosere, og overvåke. (Army-Technology, 2021). Den amerikanske dronemodellen RQ-1/MQ 1 Predator og den tyrkiske dronemodellen Baykar Bayraktar TB2 er, i likhet med Raven modellen, også i stand til å løse rekognoseing og overvåkningsoppdrag. Det som gjør disse de to dronene spesielle er at det også er mulig å utruste selve dronene med missiler (Army-Technology, 2021). De utgjør dermed en enda større trussel da de selv kan levere ild hurtig og effektivt basert på den informasjonen de selv henter inn fortløpende. (Army-Technology, 2000).

Det som kanskje gjør at droner har blitt en så viktig kapasitet i militær sammenheng, er at de er kompatible med elektrooptiske og infrarøde sensorer. I tillegg kan droner i dag også utstyres med laseravstandsmålere, kommunikasjonssystem, navigasjonssystem, EK teknologi og missiler. På grunn av alle disse mulighetene for kombinerings av teknologiske nyvinninger med droner som sin platform, er det et bredt spekter i forhold til hva droner kan løse av oppdrag. De siste årene har luftbårne droner dermed blitt en enormt viktig kapasitet å dra nytte av. Man må også forholde seg til at en potensiell motpart er i besittelse av slike kapasiteter. Om man ikke forholder seg til det, kan det få store konsekvenser.

3.3 Artillerispotting.

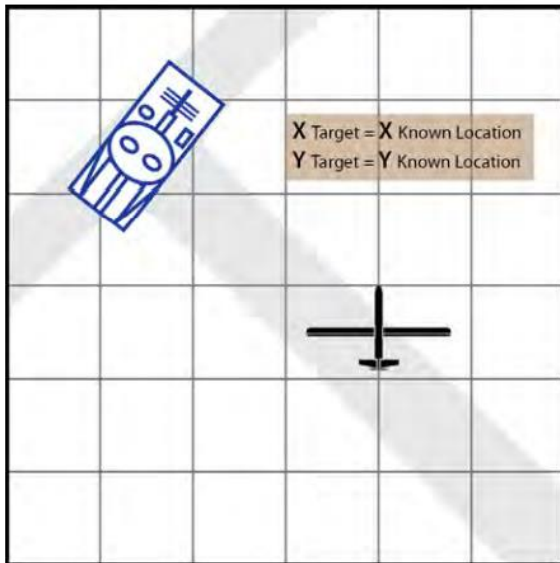
En av de nyere konfliktene hvor vi har sett aktiv bruk av droner fra en østlig aktør er konflikten i Øst-Ukraina. Et sitat fra Jack Watlings artikkel *The Future of Fires*, publisert i RUSI Occasional Paper, november 2019 beskriver et droneengasjement i Ukraina:

In the early hours of 11 July 2014, the Ukrainian 24th Mechanised Brigade was manoeuvring near Zelenopillya, about 10km from the Russian border. Shortly after taking up positions, the Ukrainians found that their communications and navigation equipment was being interfered with. At around 4:20am they noticed unmanned aerial vehicles (UAVs) apparently observing the column. Then the firing started. Approximately 40 salvos of Russian rockets struck the Ukrainians within a five-minute period. The equipment of two understrength battalions was destroyed. This incident, though far from isolated, sent a shiver of alarm through Western militaries, for good reason.

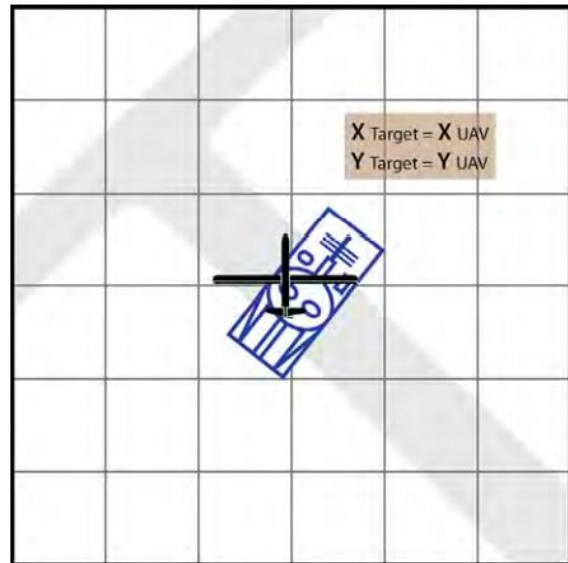
(Watling, 2019, s. 1)

I utdraget beskrives en situasjon preget av enorm ødeleggelse på svært kort tid som følge av et rakettangrep i etterkant av det som beskrives som en form for rekognosering med droner. Dronen svever over den ukrainske kolonnen, lokaliserer målene, viderekommuniserer informasjonen til ildledningsselementer, som igjen videresender ildordrer til et rakettartillerisystem, som til slutt iverksetter beskytning av kolonnen med raketter. Dette er et perfekt eksempel på artillerispotting gjennom bruk av droner.

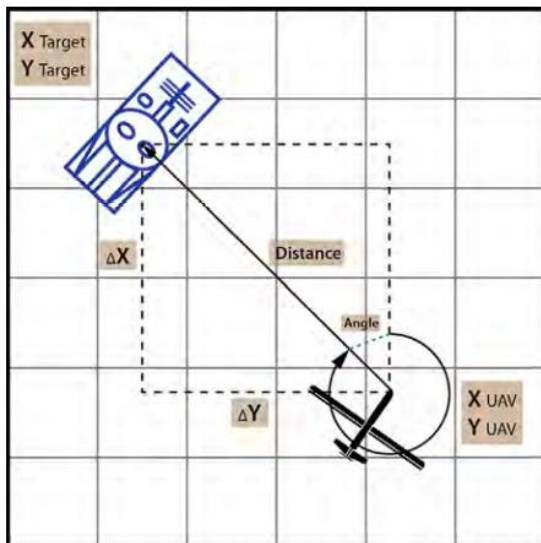
Artillery Spotting Methods for UAVs



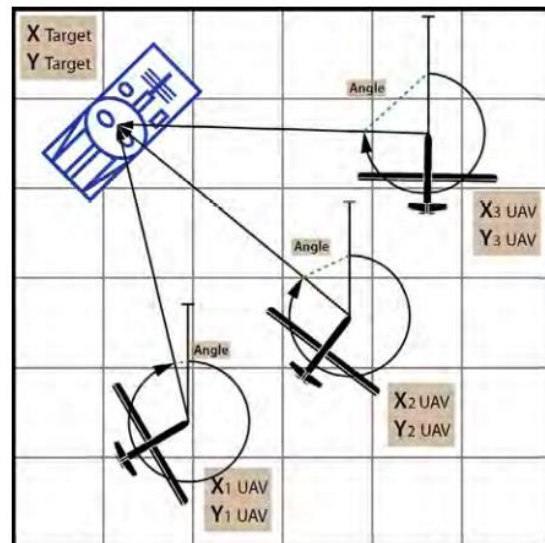
1st Method- Use of a reference point. This method can be used if the coordinates of a given reference point (landmark or intersection) are known. The disadvantage of this system is that the coordinates of the reference point must be known with certainty, requiring detailed maps and/or GIS data. In addition, target accuracy diminishes the farther the target is from the reference point. Conclusion: This method works, but is the least suitable for artillery spotting.



2nd Method- Fly above the target. The UAV flies above the target and its position is recorded. Target accuracy depends on the accuracy of the UAV's navigation system. The disadvantage of this method is that it requires flying over the target, meaning that only a limited number of targets may be acquired and that the UAV is extremely susceptible to enemy fire. Conclusion: This method works, but is most suitable for less organized adversaries, such as insurgents.



3rd Method- Use of range finder. Requires a gyro stabilized electro-optical system with a laser rangefinder. The coordinates of the target are calculated using basic trigonometry. The accuracy depends on the accuracy of the UAV's navigation system and rangefinder. This method provides good accuracy and the capability to acquire many targets, sufficient for several batteries or battalions. The disadvantage of this method is the use of an active sensor (the laser) which can be easily detected by modern military equipment. Conclusion: This method is very effective, but requires a sophisticated UAV and would be more susceptible to enemy fire.



4th Method- Use of multiple azimuths. The UAV takes several azimuths on a given target, while in flight. Trigonometry is then used to calculate the position of the target. This method provides good accuracy and the capability to acquire many targets. This method requires a sophisticated UAV, but is completely passive, an advantage that can significantly increase the UAV's life expectancy above the modern battlefield. Conclusion: this is preferred method for UAV artillery spotting.

Figur 6: Fire metoder for målføning/artillerisporing ved bruk av droner (Grau & Bartles, 2016, s. 374).

Over er det vedlagt illustrasjoner fra boken *The Russian Way of War*, skrevet i 2016 av Dr. Lester W. Grau og Charles K. Bartles. Disse illustrasjonene tar for seg fire metoder for bruk av droner for artillerispotting. Første metode beskriver bruken av et referansepunkt eller en tydelig lendegjenstand for lokalisering og målfatning. Dronen lokaliserer målet i tilknytning til referansepunktet, her eksemplifisert med midten av et veikryss. Informasjonen viderekommuniseres til ildledelseelementet, som til slutt kommuniserer ildordren og koordinatene videre til artillerienhetene. Ulempen med denne metoden er at den krever svært tydelige referansepunkt eller lendegjenstander og detaljerte kart. I tillegg vil presisjonen gradvis svekkes avhengig av målets posisjon i forhold til referansepunktet gitt, spesielt dersom målet beveger seg. (Grau & Bartles, 2016, s. 375).

Den andre metoden krever at dronen svever direkte over målet. Når dronen befinner seg over målet, vil koordinater tas ut på dronens posisjon og artilleriet vil så beskytte disse koordinatene som er oppgitt. Her er presisjonen avhengig av hvor presis dronens navigasjonssystem er. En ulempe ved metoden er at dronen befinner seg direkte over målet. Dette betyr at man har en begrenset mulighet til å målfatte flere mål av gangen, da antallet droner tilsvarer antall mål. I tillegg er dronen svært utsatt både for å bli truffet av egen ild, og å bli beskyttet av fienden da dronen eksponerer seg i stor grad. Konklusjonen for denne metoden er at den fungerer greit, men at den er best egnet mot en dårligere organisert motstander som for eksempel opprørsstyrker (Grau & Bartles, 2016, s. 375).

Den tredje metoden for artillerispotting benytter seg av et gyrostabilisert elektrooptisk system og laseravstandsmåler. Målets koordinater blir i denne metoden kalkulert med hjelp av grunnleggende trigonometri. Metodens presisjon er avhengig av at dronen har et bra navigasjonssystem og en bra laseravstandsmåler. Metoden har høy presisjon og kan fatte opptil flere mål hurtig. Ulempen med denne metoden er at den benytter seg av laseravstandsmåler som vil kunne bli oppdaget av moderne militære sensorer. Metoden er effektiv, men er avhengig av en relativt sofistikert drone og kan være utsatt for fiendtlig observasjon og ild på grunn av bruken av detekterbare lasere. (Grau & Bartles, 2016, s. 375).

I den fjerde metoden som er beskrevet, tar en eller flere droner ut et flertall av koordinater av målene. Dermed nyttes trigonometri for å kalkulere målets posisjon. Denne metoden gir høy grad av presisjon og muligheten til å ta ut posisjonen til flere mål. Denne metoden er også avhengig av en relativt sofistikert drone, men er fullstendig passiv og relativt ueksponert under målfatningen. Dette vil forlenge levetiden betraktelig for dronen som svever over det moderne

stridsfeltet, da sannsynligheten for observasjon er betraktelig lavere sammenlignet med metode nummer to. Denne metoden blir beskrevet som den foretrukne metoden for artillerispotting (Grau & Bartles, 2016, s. 375).

For Russland som militærstyrke i dag er disse metodene for artillerispotting med luftbårne droner absolutt anvendbare med de kapasitetene de er i besittelse av. "Russian artillery batteries and battalions annihilation and destruction missions make precise target information useful but unnecessary." (Grau & Bartles, 2016, s. 374). På grunn av østlige styrker sine TTP'er og enorme mengder artilleri tilgjengelig, er de som Grau og Bartles skriver, ikke avhengig av noe særlig høy presisjon på målfattingen gjort med droner. På bakgrunn av dette er alle de metodene for artillerispotting som er gjort rede for relevante, noe som betyr at det sannsynligvis vil utgjøre en vedvarende trussel, uavhengig av om den potensielle motstanderen er i besittelse av primitive eller sofistikerte droner.

For Russland ser det for øvrig ut til at dronenes bruksområder og videreutvikling står i fokus;

"Undoubtably, Russia will continue to improve its UAV artillery spotting capabilities. Russia is heavily investing in UAVs in general, and have claimed they will spend 9.2 billion US dollars on the technology and overtake the U.S's position as the preeminent UAV power in the next few years."

(Grau & Bartles, 2016, s. 391)

Utdraget er fra 2016, og siden den tid har det skjedd stor utvikling både i sivil og militær sammenheng innenfor kapasiten og bruksomådene til droner. En østlig aktør bør derfor tas alvorlig i slike påstander når man ser utviklingen av droner og hvor enkle metoder som trengs for å ta de i bruk. Dermed kan det utledes at det er, og vil bli viktig å forholde seg til at en potensiell østlig motstander vil være i besittelse av kapasiteter og TTP'er som gjør de i stand til å benytte seg av artillerispotting med luftbårne droner.

Oppsummert er artillerispotting med droner i dag en relativt enkel, tilgjengelig og effektiv kapasitet, og det utgjør en enorm trussel på det moderne slagfeltet. I en stridssituasjon kan det være svært vanskelig å detektere dronen, og man er dermed utsatt for å bli observert til enhver tid uten at man selv er bevisst på det. I tillegg utgjør dronene en større trussel for hvert år som går på grunn av utviklingen som skjer innenfor distansen de kan fly, høydemetrene de kan

operere på, flyvetiden de har, elektrooptiske sensorer de er kompatible med, og kommunikasjonssystemene som sikrer delingen av informasjonen de samler inn. Droner har blitt og fortsetter å utgjøre en stor trussel for bakkestyrker, og en konvensjonell manøverstyrke må derfor forholde seg til trusselen for å unngå å bli ødelagt som direkte følge av artillerispotting. Derfor blir det svært relevant å vurdere hvorvidt dagens teknologi og TTP'er er tilstrekkelige i møte med denne trusselen.

3.4 Hvordan slåss en norsk manøveravdeling?

For å kunne diskutere dronetrukselen for en norsk manøverstyrke, må man vite hvordan norske manøverstyrker i utgangspunktet er organisert, hvilke kapasiteter de har, og hvordan de opererer. I denne oppgaven står stormtroppen og infanteritroppen i sentrum for drøftingen. I tillegg vil det bli redegjort for standard kamouflasjetiltak for norske hæravdelinger. Dette vil gi et bilde på hvordan norske manøvertropper opererer og hvordan de skal unngå å bli tatt ut som følge av motstanderens bruk av droner.

Stormtroppen er en fleksibel ressurs som kjennetegnes av muligheten til å slåss oppsittet, avsittet og samstrid mellom fotsoldater og vogner. I den norske stormtroppen vektlegges synergieffekten som oppstår når man kan benytte seg av vogner med stor ildkraft, i kombinasjon med fotsoldater med høy grad av mobilitet (Hærens våpenskole, 2012, s. 14). Vognene muliggjør forflytninger preget av høy hastighet, som gjør at troppen blir vanskelig å treffe med områdevåpen. I tillegg er vognene pansret, hvilket bidrar til å redusere skadeomfanget ved en eventuell beskytning.

Norske stormtropper er bygget opp av fire CV9030N stormpanservogner med ett fotlag per vogn. Fotlagene utgjør fottroppen, som besitter panservernvåpen, angrepsrifler, maskingevær og granatutskytningsrør. Dette gjør at stormtroppen kan løse et bredt spekter av oppdrag. 30 mm-kanonen på vognen er best egnet for å bekjempe andre stormpanservogner, lettpansrede kjøretøy og infanteri. Fotlagets panservernvåpen muliggjør bekjemping av tungt pansrede vogner, som stridsvogn. Hvordan de ulike kapasitetene er fordelt på vogner og lag varierer fra avdeling til avdeling, men som hovedregel sitter ett lag med de tyngste våpnene.

Normalt opererer stormtroppen i rammen av eskadron. Den kan operere som samlet stormtropp, eller som én fottropp og én vogntropp. Vogntroppen operer helst samlet, men kan dele seg i to grupper med to vogner i hver gruppe. Fotlagene kan på samme måte operere samlet som tropp

eller gruppe, men den kan også operere med selvstendige lag (Hærens våpenskole, 2012, ss. 9-10). I utgangspunktet er fottroppen i stand til å operere avsittet i opptil 12 eller 24 timer, avhengig av om soldatene sitter av med bare grunnutrustning, eller med stridssekk i tillegg (Hærens våpenskole, 2012, s. 43).

Norske infanteritropper er i utgangspunktet svært likt organisert som fottroppen i en mekanisert tropp, hvor ett lag har de tyngste maskingeværene og panservernvåpnene. Hovedforskjellen er at infanteritroppen ikke har organisk dedikerte vogner med god fremkommelighet som kan transportere soldatene i variert lende. Typisk vil infanteritroppen sitte opp på buss eller lastebil ved lengre forflytninger, og dermed være bundet til vei på kjøretøy med liten til ingen ildkraft. Dit hvor den mekaniserte fottroppen kan regne med å sitte av i operasjonsområdet, må infanteritroppen ofte marsjere til fots, dog med tyngre oppakning som muliggjør strid til fots over flere døgn. Infanteritroppen er på den andre siden mer saktegående og eksponert, og dermed svært sårbar for områdevåpen dersom den detekteres. Fordelen er imidlertid at den rene fottroppen avgir mindre signatur både når det kommer til synlighet og akustisk støy (Hærens våpenskole, 2010, s. 127).

4 Drøfting

To av de større konvensjonelle krigene fra nær tid er konflikten rundt Nagorno-Karabakh i 2020 og konflikten som har pågått i Ukraina siden 2014. Disse konfliktene er relevante å undersøke ettersom de innebærer store militære styrker som driver taktisk samvirke med moderne materiell. I tillegg er det disse nasjonene som utpeker seg som relevante motstandere da de baserer seg på østlig doktrine. Drøftingen vil innledningsvis kort redegjøre for konfliktene og deltakende styrker for å komme fram til en vurdering på hva slags virkelighet det moderne stridsfeltet presenterer. Deretter vil norsk TTP og tiltak, med utgangspunkt i beskyttelsesløken, settes opp mot samvirke av motstandernes bruk av droner og effektorer. Avslutningsvis skal drøftingen komme fram til svar på hypotesen om holdbarheten av norsk TTP.

Kanskje mest merkverdig for krigen som utspilte seg i Nagorno-Karabakh i 2020, fra et kapasitetsmessig ståsted, er suksessen som Aserbajdsjan opplevde med bruken av luftbårne droner. Den tyrkiske dronen Baykar Bayraktar TB2 utmerket seg spesielt for effekten den så ut til å ha mot varierte typer bakkemål. Denne dronen er konstruert for rekognosering, men kan også utrustes med angrepsvåpen. Selv om det er relativt enkelt å finne kilder på estimerte tapstall påført av denne kapasiteten, er det viktig å huske at det er to parter involvert som begge har høy egeninteresse av at informasjonen som blir publisert setter seg selv i godt lys og kanskje motparten i et dårlig et. Det er publisert flere videoer på medieplattformer som Youtube, som utelukkende viser til enorme tapstall som dronen Bayraktar TB2 er ansvarlig for, og dens effektivitet er dermed vanskelig å benekte.

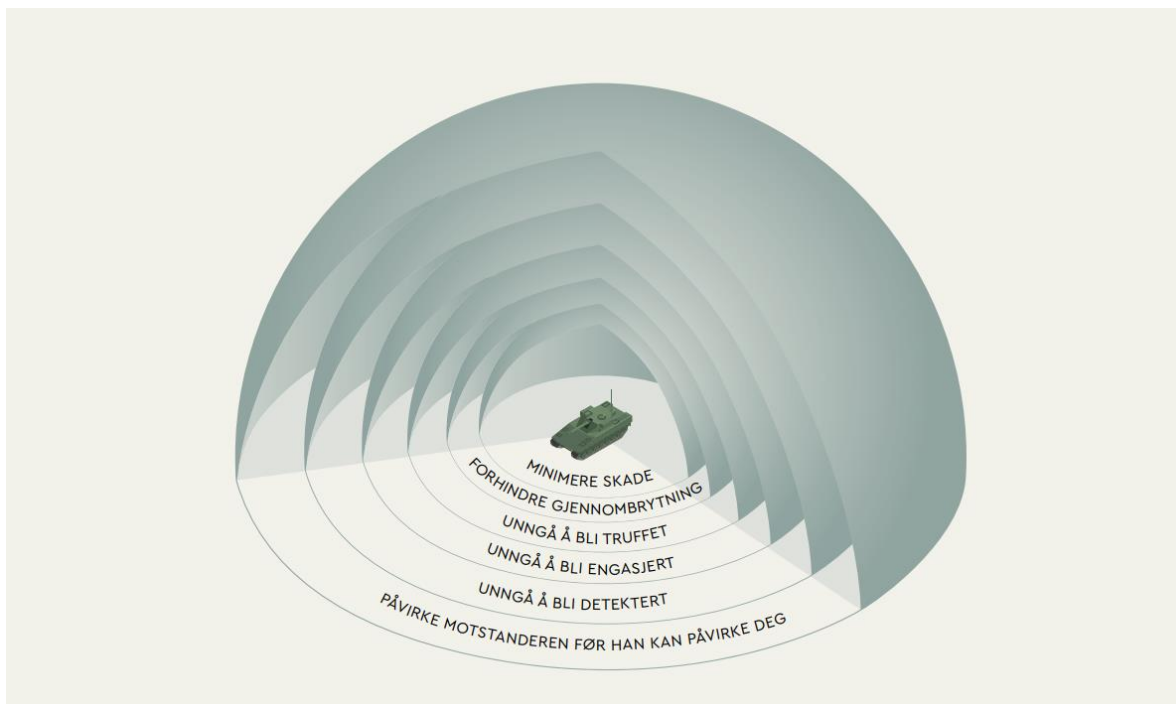
I likhet med kampene som fant sted i Nagorno-Karabakh, var det aktiv bruk av droner i løpet av konflikten mellom Ukraina og Russland i 2014. Dette er faktisk den første konflikten hvor man har sett dronekapasitetens tilstedeværelse og aktiv bruk fra begge parter (Karber, 2015, s. 11). Det som utpeker seg spesielt ved russisk bruk av droner i denne konflikten, er evnen til å kombinere en rekke sensorer og plattformer. Dette tillater fortløpende målfatning i et system som igjen gjør det mulig å påføre særdeles store tap ved bruk av artilleri. I klartekst, benyttet russiske styrker seg av et tre-trinns system. Droner med elektrooptiske sensorer drev aktiv målfatning fra luften, og direkte sendte informasjonen til kommando- og kontrollnoder. Deretter ble denne informasjonen videreformidlet i form av ildordrer til langtrekkende bakkeplassert artilleri, som på kort tid var i stand til å iverksette beskytning mot målene (Karber, 2015, s. 12). Denne prosessen foregikk hurtig, og den hadde tilsynelatende stor effekt mot ukrainske bakkestyrker.

Dr. Phillip Karber, beskriver i sin tekst en situasjon i 2014 øst for Maripul hvor han selv var vitne til ukrainske posisjoner bli ødelagt av beskytning fra rakettartilleri, bare 15 minutter etter at det hadde blitt observert droner som fløy over dem og trolig observerte de ukrainske posisjonene (Karber, 2015, s. 12). Man kan ikke si sikkert nøyaktig hvor hurtig Russiske styrker er i stand til å beskytte et mål med sitt artilleri fra øyeblikket det er observert med sensoren. Det er utallige faktorer som spiller inn i et slikt scenario, hvor alt fra fiendens posisjon, til artilleriets posisjon, flyvetiden på raketten, og forberedelsene som er gjort i forkant har betydning. Like fullt finnes det mange eksempler hvor tiden er meget kort mellom øyeblikket styrker har observert dronen til det lander artilleriskurer i posisjonen de befinner seg i. Sett i sammenheng med Bendiksen sin vurdering av engasjementstider (Bendiksen, 2018, s. 17), er droner en reell trussel som krever at man er observant, orientert og har TTP'er som gjør en istand til å mitigere trusselen og konsekvensene når de oppstår.

4.1 Beskyttelseløken

Beskyttelseløken er en modell som beskriver hvordan en militær enhet kan unngå å bli tatt ut av en motstander, og er særlig relevant mot langtrekkende presisjonsild og områdevåpen. Den finnes i ulike varianter, men felles for dem er en lagvis inndeling, hvor de ytterste lagene innebærer tiltak for å unngå å bli målfattet og de innerste lagene innebærer tiltak for å unngå treff og minimere skade ved beskytning. Manøverenheten som befinner seg i stridsfeltet kan i hovedsak fatte tiltak som tilhører de ytterste lagene i beskyttelseløken, ved å kamuflere seg, gjennomføre narretiltak og gjøre seg til et lite attraktivt mål. I denne oppgaven vil det derfor bli grundigst redegjort for tiltakene som tilhører de ytterste lagene i beskyttelseløken.

Sett i sammenheng med A2AD er en manøverstyrke best beskyttet når den befinner seg utenfor rekkevidden av motstanderens våpensystemer. Den vil da kategoriseres som en utsidestyrke. Kjerneoppdraget til landstyrkene er å finne, binde og ramme motstanderen (Forsvarsstaben, 2004, s. 43), hvilket kan kreve oppdragsløsning innenfor motstanderens rekkevidde i helt eller delvis nektede områder. Styrken omtales da som en innsidestyrke (Hæren, 2021, s. 8). Innsidestyrken må ha et bevisst forhold til signaturkontroll som oppnås gjennom taktisk og stridsteknisk opptreden, kamuflasje, narretiltak og signaturtilpasning (Hærens våpenskole, 2010, s. 6).



Figur 7: Beskyttelsesløken (Hæren, 2021, s. 43)

Beskyttelsesløken over er en av flere versjoner. Den benyttes som utgangspunkt for drøftingen i denne oppgaven, ved en gjennomgang fra ytterste til innerste lag. Manøverstyrken må ha en balansert tilnærming til beskyttelsesløken, som muliggjør tiltak for egenbeskyttelse innenfor hvert lag. Jo nærmere kjernen av beskyttelsesløken man kommer, desto mer prekær er situasjonen. Det vil følgelig være foretrukket å fatte tiltak så tidlig som mulig, blant de ytterste lagene i beskyttelsesløken.

4.1.1 Påvirke motstanderen før han påvirker deg

«Innsidestyrkene støttes på best måte ved at Hæren innehar kapasitet til å degradere sensor- og våpensystemer, drive villedning og gjennomføre direkte påvirkning av motstanderens K2» (Hæren, 2021, s. 47). I tillegg til offensive kapasiteter som rammer motstanderens våpensystemer med dødelig og ikke-dødelig ild, kan strategisk luftvern inngå som en del av egen A2AD (s. 7). Luftvern har til hensikt å skape betingelser for egne styrkers oppdragsløsning i operasjonsområdet gjennom beskyttelse og luftromskontroll (Forsvarsstaben, 2004, s. 82). Manøverenheten må operere innenfor eget luftverns rekkevidde for å få nytte av dets beskyttelse. Dette kan virke begrensende for manøverenhetens muligheter ved løsning av

oppdrag (Hæren, 2021, ss. 25-26). Enheten må derfor også være i stand til å selvstendig motvirke målfatning og engasjement fra en motstander, uten støtte fra eget luftvern.

Hæren har ikke hatt et operativt luftvern siden det ble lagt ned i 2004. I nyere tid har Forsvaret gått til anskaffelse av NASAMS-III og opprettet en kampluftvernavdeling som ble operativ i 2021. Systemet benytter seg av bakke-til-luft missiler primært mot fly og helikopter, men kan også detektere andre luftbårne fartøy (Karlsen, 2019). Samtidig er dette et luftvern med potente missiler mot større fly- og helikopter, og ikke mot droner som for eksempel blir brukt til artillerispotting. Det kan derfor stilles spørsmål ved kost-nytte perspektivet ved å bruke et så stort missil mot noe så lite, eller om det oppdages i det hele tatt. Lærdommer fra konflikten i Nagorno-Karabakh viser til at de større luftvernssystemene som Armenia innehadde ikke egnest seg for å nedkjempe eller muligens detektere de mindre dronene (Shaikh & Rumbaugh, 2020).

Delkonklusjon: Vi kan si at de større luftvernssystemene som Hæren besitter idag ikke duger til nedkjemping av droner fordi de vil bli prioritert mot andre høy-trusselmål. I tillegg er det risiko for at mindre droner går under radaren for dette våpenet.

Manøverstyrken kan søke å ramme motstanderens sensorer. Det finnes eksempler på bruk av alt fra MANPADS, til hagler og maskingevær mot eleverte sensorer. I fravær av slike kapasiteter, kan norske hærstyrker i dag tilstrebe å operere innenfor eget kampluftverns rekkevidde. Det som har vist seg mest effektivt mot droner er jammere, som faller innunder kategorien elektronisk krigføring (Karber, 2015, s. 14). Denne påstanden støttes av Vadym Slyusar som legger til muligheten for direktskytende organisk luftvern med "air burst"-ammunisjon montert på vogn (Slyusar, 2020, ss. 14-15). Dette er foreløpig ikke ressurser norske manøverstyrker benytter som organisk kapasitet. Grunnet begrenset tilgang på kapasiteter som kan ramme sensorene direkte, må norske manøverstyrker beherske andre tiltak som øker egen overlevelse.

Manøvertroppene i Hæren er ennå ikke utstyrt med noen bærbara luftvernsvåpen, som MANPADS av amerikanske Stinger, for lokal beskyttelse. Philip Karber sine observasjoner av krigen i Ukraina hevder imidlertid at det beste tiltaket mot droner er EK-våpen som kan jamme GPS signalet til dronen.

[...] the most successful weapon against the drones has been Russian use of a self-propelled Electronic Warfare vehicle with a targetable jammer. It breaks the GPS signal and the UAVs drop out of the sky. This is how the Russians took down the German supplied OSCE surveillance drones as well as most of the Ukrainian losses.

(Karber, 2015, s. 14)

Hæren har hatt evnen til dette siden EK-kompaniet ble opprettet som en del av Etterretningsbataljonen. Kompaniet har til hensikt å drive signaletterretning mot fienden. Det er gradert akkurat hva slags utstyr EKKP innehar, men det kan spekuleres i at de har jamme-kapasiteter da dette er ett av oppdragene kompaniet er satt til å kunne løse. Samtidig kan man stille spørsmål ved kapasiteten til Hæren når den skal sloss som et helhetlig samvirkesystem, da EKKP mest sannsynlig ikke kan dekke dronetrusselen for alle tre fullsatte manøverbataljoner, for ikke å nevne alle troppene underlagt eller andre samvirkeavdelinger.

Delkonklusjon: Midlene Hæren besitter til å drive effektiv elektronisk krigføring mot droner er ikke mange nok.

Hærens nye oppklaringsvogner, CV9030N OPV skal nå inneha kapasitetene til å finne mindre droner. Den har en såkalt OTAS (Observation and Target Acquisition System) montert på en mast bakpå hekken, i tillegg til radaren "SQUIRE". SQUIRE-radaren har muligheten til å finne mindre droner, både fixed- og rotary-wing (Thales Group, 2022). Dataen om posisjon, hastighet og størrelse kan overføres til et våpensystem. Samtlige av de mekaniserte kampavdelingene i Hæren er utstyrt med Kongsberg Gruppens RWS RS4 (Remote Weapon System). Denne plattformen innehar sensorer og ildledningssystemer som blant annet kan nedkjempe mindre luftbårne sensorer med forskjellige ammunisjonstyper som 40mm airburst, 30mm airburst, og mindre monterbare luftvern (Kongsberg Gruppen, 2019).

Delkonklusjon: Til tross for at Norge har denne plattformen har vi ikke riktig våpen for montering, egnet ammunisjon eller skytterutdanning rettet mot bruk av denne ammunisjonen.

4.1.2 Unngå å bli detektert

For å unngå å bli detektert av en motstanders upåvirkede sensor, må manøverenheten kamuflere seg. Kamuflasje er i *Håndbok for kamuflasje* definert som "skjul og kunstige eller naturlige

midler som beskytter mot å bli oppdaget” (Hærens våpenskole, 2010, ss. 7-8). I klartekst handler det om å redusere signatur. Kamouflasjetiltak bidrar til økt overlevelse ved at de reduserer sannsynligheten for å bli oppdaget og at motstanderens våpen treffer. Tidligere har det vært tilstrekkelig å dempe lyd- og lys-signatur og sørge for å benytte farger som går i ett med omgivelsene. Moderne sensorer kan i tillegg fange opp signatur som ikke er merkbar for mennesket. Den teknologiske utviklingen stiller stadig høyere krav til kamuflasje på stridsfeltet.

Det skal godt gjøres å være totalt kamuflert mot alle typer sensorer samtidig. En eller annen form for signatur vil man til enhver tid avgi, men det er mulig å redusere den. Dersom man forstår hvordan elektrooptiske sensorer fungerer, er det ofte mulig å oppnå en tilstrekkelig grad av kamuflasje. Til tross for at signaturen registreres av en motstanders sensor, kan den være såpass manipulert at den ikke avslører hva den er. I et operasjonsmiljø preget av varierte former for elektrooptisk og termisk signatur, kan det være svært vanskelig å skille militære styrker og materiell fra omgivelsene. Tilstrekkelig kamuflasje kan således forebygge deteksjon.

En bildedannende sensor må være riktig innstilt for å gi et presist bilde av omgivelsene. En elektrooptisk sensor kan sammenlignes med en kikkert med zoom-funksjon. Dersom man zoomer helt ut vil man se store deler av et område, men man vil ikke være i stand til å betrakte detaljer særlig nøye. Dersom man zoomer inn maksimalt, vil man lett kunne skille mellom små detaljer, men man får ikke det samme overblikket. På samme måte vil en IR-sensor kunne oppfatte grove variasjoner i temperatur dersom den er innstilt for å observere innenfor et bredt temperaturintervall. Dersom den skal skille detaljer fra hverandre, må intervallet snevres inn (Hærens våpenskole, 2010, s. 24).

En styrke som skal unngå å bli identifisert som et militært mål, må redusere sin signatur til den grad at motstanderens sensor ikke finner det fristende å "zoome" inn på styrken. Dette kan man gjøre ved å skjule det som er aller mest gjenkjennelig og avslørende. Infanterister maler seg i ansiktet for å skjule lys hud i en ellers grønn skog. Tilsvarende er eksosanlegget på en vogn og kokeplassen i bivuaksområdet lett å detektere for en IR-sensor, da de holder en mye høyere temperatur enn omgivelsene. Styrken bør prioritere å kamuflere slike tydelige signaturer, og ta høyde for at ulike sensorer oppfatter ulike former for signatur.

Innenfor den synlige delen av det elektromagnetiske spekteret, forbinder man flater som reflekterer stråling med lyse farger. Mørkere farger er enten på flater som absorberer stråling, eller i skyggen hvor lyset ikke treffer og dermed ikke blir reflektert. Tydelige skygger, skinn og unaturlige farger er ofte avslørende, og noe man ønsker å begrense. Når militære styrker skal

kamuflere seg er det relativt enkelt å skjule visuell stråling, da man kan bedømme resultatet av kamouflasjen med egne øyne.

Synlig lys er alltid reflektert stråling, og man er derfor avhengig av en lyskilde for å kunne se det (Hærens våpenskole, 2010, s. 26). Lyskilder er ofte svært avslørende, særlig nattetid når det er mørkt. Av den grunn har man begrepet lysdisiplin. Denne regulerer hvorvidt lys kan nyttes, hvilke eventuelle situasjoner som tillater bruk av lys og hvilken farge på lyset som kan nyttes.

Der hvor det er lys vil det også dannes skygge. Man skiller på slagskygge, innvendig skygge og egenskygge (Hærens våpenskole, 2010, s. 15). Slagskygge er den skyggen som dannes på underlaget ved et objekt. Når solen står lavt på himmelen vil et kjøretøy kunne få en stor og lett synlig slagskygge. Den innvendige skyggen skapes på innsiden av eksempelvis telt og kjøretøy, og blir lett synlig dersom en luke, dør eller rampe står åpen. Egenskyggen dannes på objektet, på motsatt side av lyskilden. Står sola i sør, vil kjøretøyet få en egenskygge på nord side. Skygger er mest avslørende i åpent lende hvor det er få øvrige skygger eller mørke områder. Eleverte sensorer som ikke følger en bestemt framrykningsakse vil kunne oppdage unaturlige skygger fra mange ulike vinkler, hvilket øker viktigheten av bevissthet rundt skyggedannelse.

I mangel på lyskilder kan man anvende lysforsterkere som multipliserer det synlige lyset, slik at det blir enklere å oppfatte for menneskeøyet (Hærens våpenskole, 2010, ss. 26-27). Mange lysforsterkere kan også fange opp nærinfrarød stråling. Derfor er noen lysforsterkere utstyrt med nærinfrarødt lys. Disse kalles aktive lysforsterkere, og de vil lett kunne bli oppdaget av en tilsvarende sensor, da lyset den sender ut vil være svært tydelig og avslørende. Dersom en motstander besitter lysforsterkende teknologi, hvilket man kan forvente av de fleste aktører i dag, bør man være forsiktig med å bruke IR-lykt på samme måte som man begrenser bruk av synlig lys.

Det som er kamuflert for menneskeøyne er imidlertid ikke alltid kamuflert for andre optiske sensorer. UV-stråling har andre egenskaper enn synlig lys. Noen stoffer som reflekterer synlig lys, vil absorbere UV-stråling. Et hvitt tekstil vil normalt se mørkt ut i et UV-bilde. Snø vil derimot reflektere UV-stråling (Hærens våpenskole, 2010, s. 25). Dette må man ha i mente når man forsøker å oppnå kamouflasje om vinteren.

På samme måte som med UV-stråling, finnes det flater som reflekterer nærinfrarød stråling i langt større grad enn synlig lys. Vegetasjon er et eksempel på dette. Der hvor en grønn uniform tilsynelatende går i ett med omgivelsene, kan den fremstå som en sort uniform mot en hvit bakgrunn for en nærinfrarød sensor (Hærens våpenskole, 2010, s. 28). Dette er imidlertid mulig å kontre med multispektral kamuflasje, som benyttes i det norske forsvaret i dag.

Termisk signatur vil kunne avsløre personell og materiell hovedsakelig på grunn av den infrarøde strålingen som de sender ut. I tillegg kommer noe reflektert termisk stråling som kan påvirke inntrykket av overflatens temperatur hos en termisk sensor. Summen av utstrålt og reflektert termisk stråling omtales som total stråling, og det er dette IR-sensoren vil fange opp. Varme ledes, og det bør derfor være avstand mellom varmekilden som skal skjules og kamuflasjetiltaket. For at termisk stråling ikke skal skinne gjennom et kamuflasjenett som skjuler et kjøretøy, skal man ha et minst 30 cm tykt luftlag mellom kjøretøyet og nettet (Hærens våpenskole, 2010, s. 61). I motsetning til nær-IR, reflekterer de fleste typer vegetasjon lite termisk stråling. Metaller vil derimot reflektere mye termisk stråling.

En militær styrke må kamuflere seg for å gå i ett med lendet både innenfor den optiske og den infrarøde delen av spekteret. På samme måte som været kan påvirke menneskeøyets sikt, kan også den termiske sikten påvirkes. Skyer vil eksempelvis kunne blokkere den termiske sikten totalt. Tåke og regn vil redusere den termiske sikten betraktelig. Kunnskap om termisk sikt kan følgelig være svært nyttig i den militære sjefens planprosess. Styrken bør unngå å eksponere seg når den termiske sikten er god, og fatte smarte beslutninger basert på værmeldingen (Hærens våpenskole, 2010, s. 32). Dersom styrken skal på offensiven, vil dette generelt være fordelaktig når sikten er dårlig.

På den annen side vil det også være vanskelig å oppdage en styrke når temperaturene i omgivelsene er varierende. På solfylte dager kan stein og berg bli veldig varme, og kontrasten til annen kald vegetasjon vil øke. Da skal det godt gjøres for den militære styrken å skille seg tydelig ut for termiske sensorer. Å eksponere seg kun når det er tett skydekke, regn og tåke kan derfor ikke brukes som en universell regel. Berg og stein vil holde en høy temperatur også etter sola går ned eller forsvinner bak en sky. Temperaturen vil synke gradvis i løpet av noen timer. Det er følgelig mer termisk kontrast i terrenget på kvelden enn på morgenen, og aller minst kontrast like før soloppgang.

Norske manøverstyrker tilstreber å angripe tidlig om morgenen, gjerne før det lysner. Dette gir flere fordeler. Motstanderen som ligger i forsvar er gjerne trøtt og en stor del av styrken er sovende, og vaktpostene er derfor bemannet av kun få soldater. I tillegg er den angripende styrken vanskelig å få øye på, da det er mørkt ute. Man kan imidlertid argumentere for at mørket ikke nødvendigvis er på den angripende parts side, hvis man legger til flere sensorkapasiteter enn bare menneskeøyne hos den forsvarende styrken.

Særlig IR-sensorer som kan oppfatte termisk stråling vil virke effektivt, så lenge motstanderen avgir termisk signatur. For den angripende styrken skal det godt gjøres å skjule sin termiske signatur helt, da den er i bevegelse, og statiske kamuflasjetiltak dermed ikke er relevante lenger. I tillegg til dette kommer lændets termiske signatur. Det er minst variasjon i temperaturer i lændet tidlig om morgenen. En vogn eller et fotlag i angrep vil dermed bli svært synlige for termiske sensorer dersom de velger å angripe på denne tiden av døgnet. Kjøretøy og personell vil i mange tilfeller utgjøre det eneste tydelig temperaturmessige avviket i terrenget like før soloppgang.

Dette kan være en faktor man bevisst eller ubevisst har oversett i den norske hæren, men det kan også ligge en god vurdering bak det. Det er mange fordeler med å angripe før soloppgang, da store deler av aktiviteten som en konsekvens vil utspille seg i dagslys. Argumenter for å trene i mest mulig dagslys kan ha sammenheng med treningsstandard og sikkerhet. Videre foretrekker mennesker å observere med sine egne øyne ved hjelp av synlig lys. Det er gode argumenter for å fortsette å hovedsakelig trene i dagslys, men på den annen side kan dette anses som et avvik mellom trening og hvordan man bør og vil operere i en reell strissituasjon.

Fra dette kan man utlede at eleverte sensorer med termisk kapasitet vil kunne dekke store områder og lett oppdage manøverstyrker på marsj, særlig i tiden like før soloppgang. Av ulike årsaker er det likevel på denne tiden av døgnet vi trener på å gjennomføre angrepsoperasjoner.

Delkonklusjon: Sett i sammenheng med IR-sensorer, er det identifisert et avvik mellom når man trener på angrepsstrid og når man bør velge å gjennomføre skarpe angrepsoperasjoner. Norsk TTP tar ikke tilstrekkelig høyde for motstanderens sensorkapasiteter, og hvilken tid på døgnet disse er mer og mindre effektive.

Man er best kamuflert når man er statisk. Dette kan medføre problemer for en manøverenhet oppdragsløsning, særlig i offensive operasjoner. Når enheten opererer mobilt, eksempelvis i en angrepsoperasjon, må den fatte alternative tiltak for å unngå deteksjon. «Operasjoner i et nektet område krever en kombinasjon av beskyttelsessystemer, tiltak for endring av signatur og

uforutsigbare handlingsmønstre, kombinert med evnen til å integrere villedning» (Hæren, 2021, s. 25). Smart og uventet bruk av lendet øker sannsynligheten for at man unngår områder hvor motstanderen har gruppert sine sensorer. Videre kan effektiv villedning lure motstanderen til å prioritere sine kapasiteter på en irrelevant måte, eller fremtvinge en helgardering som fratrukker motstanderen muligheten til å kraftsamle sine sensorer.

Norske landstyrker er i økende grad oppsatt på vogn, hvilket øker viktigheten av forståelse for kamouflasje av kjøretøy. Det som skiller en manøverenhet fra eksempelvis en logistikk enhet, er at manøverenheten skal ha mulighet til å komme seg i gode ildstillinger på relativt kort tid. Da er det best om den naturlige kamuflasjonen som styrken nytter består av vegetasjon som kan fjernes hurtig, og at vognen kan kjøre inn og ut av etablerte kamuflasjetiltak, uten at de må fjernes (Hærens våpenskole, 2010, s. 65).

Luftbårne sensorer er svært godt egnet for å lokalisere logistikkelementer, som gjerne er et "high value target" for motstanderen og en kritisk sårbarhet for manøverstyrken. Dette er fordi manøverstyrkens stridsutholdenhet avhenger av etterforsyning, og at forsyningsenheter og opplagsplasser preges av store ansamlinger av kjøretøy og personell på et lite område (Hærens våpenskole, 2010, s. 75). Videre er forsyningsenheter i stor grad avhengige av vei. Det er relativt enkelt å forutsi hvor enhetene kan forflytte seg, og dermed kan motstanderen kraftsamle sine sensorer mot aktuelle forsyningsakser. Dette gjør at også selve manøverstyrken blir sårbar når den skal etterforsynes.

Manøverenheter må derfor tilstrebe å unngå åpenbare framrykningsakser. De må bevege seg hensiktsmessig i lendet, slik at naturlig skjul og dekning gir beskyttelse mot observasjon både fra bakke og luft. Noen ganger betyr det at styrken må bevege seg langs vei, for ikke å lage spor i terrenget. I andre tilfeller må enheten bevege seg i lendet, og da helst langs ett og samme spor (Hærens våpenskole, 2010, s. 51), for å begrense avtrykket mest mulig.

For å holde seg skjult bør manøverstyrken søke til skog og tettbebyggelse og unngå åpent terreng som åker og store sletter (Hærens våpenskole, 2010, s. 65). Dersom styrken beveger seg ut i åpent lende, stilles det høyere krav til kamuflasje, spredning og sporskjul. Det skal være minst 30 meter mellom kjøretøy som er beveger seg i skog, og hele 100 meter når de kjører i åpent lende (s. 69). Med økt spredning blir signaturen mindre konsentrert, det blir vanskeligere for en motstander å vurdere størrelsen på enheten, og det blir utfordrende å ramme enheten som ett samlet mål.

I skogkledde eller bebygde områder vil høy vegetasjon og bebyggelse gjøre det utfordrende for sensoren å oppdage styrken, særlig dersom styrken fatter ytterligere kamufleringstiltak. For infanterienheter er forflytning blant vegetasjon å foretrekke, da det vil gi økt skjul. For stormenheten kan det by på utfordringer å trekke ut av åpent lende og inn i skogen. Både stormenheten og infanterienheten bør ha en grundig vurdering bak beslutningen om å trekke inn i bebygde områder for å oppnå skjul. Dette er forbundet med risiko, særlig i områder som ikke er kontrollert av egen side.

I tett skog kan det være vanskelig for mekaniserte enheter å forflytte seg. Underlaget og tykkelsen på trærne vil ha mye å si for framkommeligheten. Dersom styrken velger å kjøre over trær, vil signaturen øke betraktelig. Flagging vil finne sted når en vogn berører et tre slik at det svaier unaturlig, i tillegg til at nedkjørt vegetasjon vil vitne om enhetens tilstedeværelse. I tillegg vil vognens hovedbevæpning være bundet til en snever sektor, da man ikke ønsker å skade kanonen ved å dreie den inn i trær. Følgelig blir vognen sårbar for flatbanevåpen i flanken.

Å bevege seg inn i bebygde områder er også forbundet med høy risiko. Dersom området er besatt av motstanderen, vil han være å betrakte som forsvarende. Det er svært fordelaktig å ligge i forsvar i bebygde områder. En manøverenhet som trekker inn i et slikt område for å oppnå skjul vil være svært sårbar fra hushjørner, tak og vinduer. Vogner vil være svært utsatt fra flere vinkler dersom motstanderen besitter panservernvåpen ment for korte hold. Eksponert infanteri i gatene vil også være sårbar for flere typer flatbanevåpen.

Tiltaket som skal begrense risikoen for å bli målfattet av en drone må vurderes opp mot hvilke øvrige risikoer tiltaket vil medføre, og bør derfor ikke slukes rått som en standard handling. Med de rette kapasitetene vil manøvertroppen med fordel kunne påvirke motstanderens sensor, før sensoren målfatter troppen.

Delkonklusjon: Den TTP'en som finnes for å oppnå skjul mot motstanderens sensorer kan medføre en betydelig økt risiko, og det er derfor behov for kapasiteter og TTP'er som øker manøverstyrkens overlevelse gjennom offensive tiltak i beskyttelsesløkens ytterste lag.

4.1.3 Unngå å bli engasjert

Når manøverstyrken er detektert, må den unngå å bli målfattet og engasjert. Styrken unngår engasjement ved å gjøre seg til et minst mulig attraktivt mål eller drive villedning. Spredning innad i avdelingen er et effektivt tiltak for å gjøre den til et lite attraktivt mål og redusere skadeomfanget dersom den mot formodning skulle bli engasjert. Dette er fordi motstanderen vil få lite uttelling av å engasjere en spredt avdeling med sine områdevåpen (Hæren, 2021, s. 26). Narretiltak kan fattes for å villedle fienden til å bruke sin ild på en uhensiktsmessig måte, i tillegg til at de kan kjøpe tid og gi motstanderen feil inntrykk av virkeligheten (Hærens våpenskole, 2010, s. 78).

Narretiltak må gjennomføres på en troverdig måte. Dersom narreanlegget ikke gir godt nok inntrykk av å være i bruk, kan det røpes. Eksempelvis kan manglende spor rundt narreanlegget og for åpenbar fremtreden virke avslørende. Av samme grunn bør ikke anlegget danne unaturlige skygger eller avvike for mye fra et reelt anleggs termiske signatur (Hærens våpenskole, 2010, s. 18). En narrestilling med kun ett tydelig spor inn og ut, ingen termisk signatur, og totalt fravær av kamuflasjetiltak er en dårlig narrestilling. En narrestilling som gir inntrykk av at stillingsarbeider har foregått over tid, med troverdige kamuflasjetiltak og sporskjul, kombinert med en falsk varmekilde kan virke overbevisende.

Narreanlegg må ikke brukes i et så stort omfang at det kun bidrar til å bekrefte manøverstyrkens gruppering, og dermed tiltrekker seg oppmerksomhet og ild. Narreanlegget bør plasseres minst 500 meter og maksimalt 1000 meter fra det virkelige anlegget. Dette er fordi skaderadiusen ved bruk av områdevåpen typisk går opp til 500 meter. Anlegget må fremdeles ligge så nært at motstanderen venter å gå i kontakt der (Hærens våpenskole, 2010, s. 78). Videre vil etablering av narreanlegg ta av tid som kan brukes til andre oppgaver. Det vil være tidsbesparende å gjøre om forlatte ildstillinger til narrestillinger (s. 79). Det kan være et poeng å gjøre den aktuelle narrestillingen enda mer synlig for eleverte sensorer, særlig hvis den har til hensikt å tiltrekke seg indirekte ild.

Tiltak for overbevisende villedning av en motstander kan være forbundet med høy risiko. I *Håndbok for kamuflasje* står det at et narreanlegg gir best inntrykk av å være i kontinuerlig drift dersom det er trafikk og personell i anlegget (Hærens våpenskole, 2010, s. 78). Dersom narreanlegget er et blikkfang som har til hensikt å avlede motstanderens oppmerksomhet, vil personell i anlegget bli svært utsatt. Det presiseres i håndboken at personell i narreanlegg skal ha samme beskyttelse som annet personell. Dersom hensikten med narreanlegget er å tiltrekke

seg motstanderens ild, må risikoviljen være svært høy før man velger å bemanne anlegget. Videre kan man stille spørsmål vedrørende sammenhengen mellom bemannede narreanlegg og tradisjonell norsk risikovilje.

Dersom man benytter narreanlegg for å beskytte seg mot artillerispotting, vil hensikten med anlegget i tilfeller flest være å tiltrekke seg motstanderens oppmerksomhet og ild. Med dette kan man oppnå at faktiske styrker, ildstillinger og installasjoner ikke blir engasjert. Å besette et narreanlegg som skal bli beskyttet til fordel for egne styrker, kan på mange måter minne om et selvmordsoppdrag. Det bør ligge en grundig risikovurdering til grunn og fattes tiltak som skal sikre det aktuelle personellet. Selv når dette er på plass, kan det se ut til å være et glippe mellom det bemannede narreanleggets funksjon og etikken bak gjennomføringen.

Videre vil et narreanlegg være mest effektivt når det ligger plassert på en måte som gjør at det oppdages før motstanderens virkelige mål. Ifølge *Håndbok for kamuflasje* oppnås dette ved å plassere anlegget ut ifra hans mest sannsynlige angrepsretning (Hærens våpenskole, 2010, s. 78). Dette kan være vanskelig å oppnå mot droner som ikke angriper langs en bestemt akse på bakken. Droner vil gjerne brukes til å registrere alle stillinger innenfor et aktuelt område, hvilket skaper grunnlag for målprioritering. For å sikre at narrestillingen tiltrekker seg mer oppmerksomhet enn de virkelige stillingene, må den avgi en signatur som er både tydelig og overbevisende. Dette kan være et argument for å bemanne narrestillingen slik at den blir så overbevisende som mulig, og at man må akseptere en viss offervilje. En mindre ambisiøs målsetting ved bruk av narreanlegg er å tvinge motstanderen til å prioritere ilden sin mot flere mål. Man vil da kunne forvente noe ild mot de faktiske stillingene, men med mindre grad av kraftsamling, da narrestillingene også blir beskyttet.

Villedning av droner kan medføre flere problemer, både når det kommer til tiltakets ambisjonsnivå og etikken bak tiltaket. Man kan argumentere for at risikovilligheten bør øke desto nærmere man kommer beskyttelsesløkens kjerne. Villedning kommer som et tiltak mellom lagene “unngå engasjement” og “unngå treff”. Disse lagene er ikke langt fra løkens kjerne, og en økt risiko kan derfor rettferdiggjøres.

Delkonklusjon: TTP'er som innebærer proaktive handlinger i de ytterste lagene i beskyttelsesløken er å foretrekke, da de også reduserer behovet for oppdrag som er forbundet med svært høy risiko.

Delkonklusjon: Det er behov for å oppdatere TTP for narreanlegg, slik at den blir tilpasset eleverte sensorer som ikke følger en bestemt framrykningsakse.

I tillegg til narreanlegg, kan manøverstyrken spre seg for å unngå engasjement. Den vil med dette fremstå som mange små mål, som hver for seg gir lite uttelling for motstanderen. Styrken vil gi lite samlet signatur, og dermed være vanskeligere å oppdage, i tillegg til at et eventuelt engasjement fra motstanderens side vil ha begrenset effekt. Problemet med spredning er at det kan motvirke kraftsamling i egen avdeling, hvilket er viktig for manøverstyrken som skal skape avgjørelse (Hæren, 2021, s. 25). Stor spredning innad i avdelingen byr også på logistiske utfordringer, da manøverstyrken må etterforsynes med blant annet drivstoff, ammunisjon og proviant. Manøverstyrken må på grunn av logistiske årsaker nedprioritere spredning ved jevne mellomrom, i tillegg til at den må samle seg i situasjoner som krever kraftsamling.

4.1.4 Unngå å bli truffet

Manøverkonseptet beskriver hvordan en militær enhet kan oppnå beskyttelse indirekte ved å være mobil og opprettholde momentet, da den vil bli vanskelig å treffe (Forsvarsstaben, 2004, s. 21). Dette legger naturlige begrensninger på varigheten av manøverstyrkens operasjon. I tillegg til behovet for etterforsyning, må styrken før eller senere reorganisere og restituere. Rekkevidden på motstanderens sensorer og våpensystemer gir følgelig en pekepinn på hvor en manøverstyrke kan tillate seg å opptre statisk.

Spredning, skjul og narretiltak vil spille viktige roller også når det kommer til å ikke bli truffet. Spredning gjør det svært krevende for motstanderen å lokalisere alle målene han har til hensikt å bekjempe, særlig dersom disse også er mobile. Gjennom bevegelse i kombinasjon med god kamuflasje og effektive narretiltak, kan manøverstyrken dermed oppnå at motstanderen bruker sin ild på en irrelevant måte.

Manøvertroppen vil forholde seg mest statisk når den er i forsvar. Prinsippene for forsvar er felles for manøvertroppene. Disse er handlefrihet, offensiv opptreden, spredning, kringvern, gjensidig støtte og dybde. Reglementene for stormtroppen og fottroppen legger også til skjul og villedning ved prinsippet om spredning. Skjul og villedning kan kompensere for manglende beskyttelse, og er ofte et godt alternativ til beskyttelsestiltak, da byggevirkosomhet kan virke kompromitterende. "Gjennom spredning vil en kunne utnytte våpens rekkevidde og redusere

virkingen av fiendens krumbaneild” (Hærens våpenskole, 2010, s. 127). Det presiseres at spredning ikke må gå på bekostning av kraftsamling av ild i troppens bekjempingsområde.

For å oppnå kraftsamling må våpnene i troppen kunne virke mot samme område samtidig. Dronetrusselen kan fremtvinge en grad av spredning som forhindrer kraftsamling av troppens flatbanevåpen. Hvorvidt manøvertroppen er i stand til å kraftsamle sin våpenvirkning avhenger av rekkevidden på dens kapasiteter. Stormtroppens vogner med sine 30 mm-kanoner har generelt lengre rekkevidde enn fottroppen. Kanonen har en effektiv rekkevidde på 2500 meter, og det er bare Javelin-missilet hos fottroppen som har den samme rekkevidden. For å kraftsamle er manøvertroppen derfor avhengig av å oppnå overraskelse gjennom et skjult og uforutsigbart handlemønster. Noe spredning kan nyttes under framrykning, men denne må ikke være for stor i det avgjørende øyeblikket når troppen trenger å kraftsamle ilden.

Det er fordeler og ulemper hos både infanteritroppen og stormtroppen. Stormtroppen er i større grad i stand til å trekke hurtig inn og ut av stilling ved jevne mellomrom uten at det koster for mye. Infanteritroppen blir mer statisk, men har lettere for å holde seg skjult. Det gjelder også en fottropp som har sittet av vognene i stormtroppen. Problemet for infanteritroppen er at når den blir oppdaget øker sannsynligheten for effektiv fiendtlig krumbanebeskytning. Dersom stormtroppens stillinger avsløres, kan troppen skiftestille med vognene og i større grad unngå krumbanebeskytningen.

Stormtroppen vektlegger høy grad av handlefrihet og overraskelse i angrep, med uforutsigbar bruk av lendet og høyt tempo inn på målet. Når stormtroppen er i forsvar skal den oppnå uforutsigbarhet og minimal eksponering ved hjelp av skiftestillinger, kamuflasje og strenge krav til lyd- og spordisiplin (Hærens våpenskole, 2012, s. 43). En svakhet hos vognene er at de i noen grad er bundet til bestemte typer lende. Et operasjonsområde med myrområder, vann og elver med høy vannstand vil innsnevre manøverfriheten til vognene, da slikt lende kan være uforserbart for tunge kjøretøy. Dette kan fremtvinge et mer forutsigbart handlemønster. En annen utfordring er behovet for etterforsyning av ammunisjon og drivstoff som tvinger vognene til å oppholde seg statisk. Da blir de mer sårbare for motstanderens områdevåpen.

Vogntroppen i stormtroppen har standardiserte driller for kontakt fly og kontakt helikopter, hvor spredning og bevegelse brukes for å øke overlevelsen til troppen (Hærens våpenskole, 2010, ss. 92-93). Ved kontakt helikopter skal vognene med observasjon skyte, samtidig som troppen enten utgrupperer på fiskebein-formasjon eller fortsetter på marsj med økt spredning. Fiskebein-formasjon innebærer å stanse i skjul ved siden av framrykningsaksen. Hensikten er

å øke troppens overlevelse. Ved kontakt fly skal troppen enten oppsøke skjul og dekning, eller fortsette med høy hastighet og stor spredning uten å skyte, da sannsynligheten for effekt på flyet er svært liten. Stormtroppen mangler imidlertid standardiserte driller for kontakt drone.

Felles for drillene mot eleverte trusler er at troppen enten skal oppnå skjul og dekning eller øke hastigheten og spredningen, for å bli vanskelig å treffe. En standard drill ved kontakt drone vil nok være basert på de samme prinsippene, men man kan argumentere for at man burde ha en mer tilpasset drill mot droner som brukes til å lede ild. Forskjellen fra helikopter er at det ikke er selve dronen (med mindre det er en angrepsdrone) som leverer effekten. Dersom man tar ut sensoren har man blendet motstanderen, men hvorvidt sensoren allerede har kommunisert måldata til en effektor vet man ikke. Det kan lande ild i området også etter sensoren er blitt tatt ut, og derfor er ikke bekjempelse av dronen nødvendigvis tiltak nok for å overleve.

En drill for kontakt drone hviler på noen forutsetninger. For det første må manøverstyrken være i stand til å oppdage dronen, og bedømme hvorvidt den er i ferd med å målfatte styrken. Dette er fordi en kamuflert styrke som ikke er blitt oppdaget risikerer å avsløre seg ved feil handlingsvalg. For det andre bør styrken ha kapasitet til å ramme dronen med effektiv ild eller fatte andre relevante tiltak. En løsning i mangel på andre tiltak kunne vært at manøverstyrken benyttet organiske kapasiteter som kan ramme droner. Styrken må inneha tilstrekkelig kunnskap for å bedømme hvorvidt den er blitt målfattet. I tillegg må styrken vite hvilke tiltak som vil øke dens overlevelse ved kontakt drone.

Delkonklusjon: En TTP i form av en standardisert drill for kontakt drone vil være tidsbesparende i kritiske situasjoner, og er sårt tiltrengt for å øke manøvertroppens overlevelse.

A third trend, manifested uniquely only on the Russian side, is the decentralization of artillery down to the level of maneuver battalions. Historically, since the end of the World War II most armies have placed their artillery fire support at the brigade (US and NATO) or regimental (USSR) levels. However, in the Donbas, the Russians are permanently assigning (not cross-attaching) artillery batteries to mechanized and tank battalion battle groups.

(Karber, 2015, s. 19)

Engasjementstiden etter målfatning er i dag så kort at vi ikke lenger kan tillate å stanse opp under angrepsstriden. En stor del av dette er grunnet evnen til hurtig informasjonsdeling og dynamic targeting. En annen viktig grunn er den skiftende trenden i østen som nå går fra et sentralisert artilleri til artilleri som en desentralisert ressurs. I tillegg ser vi også eldre artillerivåpen kan integreres, da det ikke avhenger av våpenplattformen i seg selv, men heller nettverket mellom K2 og UAS;

As additional comment I'd like to say that modern technically advanced enemy can use massive attacks with help [from] old artillery systems, which equipped with new C2 Network and UAVs for fire correction. The results of these attacks will have a big efficiency against tanks and combat vehicles.

(Slyusar, 2020, s. 4)

Selv om det ikke nevnes i noen spesiell TTP i Hæren, har det blitt en standard at infanteriet forflytter seg ved en marsjrutine på 50 minutter marsj og 10 minutter hvile.

The author personally witnessed a fire-strike east of Mariupol in September 2014 in which an overflying drone identified a Ukrainian position, and destroyed it with a "GRAD" BM-21 MLRS within 15 minutes of the initial over-flight and then returned shortly after to do an immediate bomb-damage assessment. Last month when hit by a "GRAD" fragment in a similar strike, there were two UAVs over us – a quad-copter at 800ft and small fixed wing drone at about 2,500ft.

(Karber, 2015, s. 12)

Sett opp mot en motstander som er overlegen og ukritisk til egen bruk av artilleriild når det kommer til presisjon, som nevnt tidligere i pkt. 3.3, er det særlig infanteritroppen som er sårbar. Dog gjelder dette alle avdelinger som gjør stopp som strekker seg til dette tidsperspektivet. Håndbok for kamuflasje nevner blant annet at kjøretøy skal grovkamufleres dersom det gjøres stopp innenfor 10 minutter, noe som kan være med på å mitigere risikoen for å bli målfattet (Hærens våpenskole, 2010, s. 62). Hvor effektiv denne "grovkamufleringen" er kan likevel diskuteres, da for eksempel grovkamufleringen ikke nevner tiltak mot termiske sensorer, men kun menneskeøyet.

Delkonklusjon: Man kan dermed argumentere for at dagens marsjrutiner, etterforsyning i felt og andre korte stopp i striden vil medføre betydelig risiko for manøvertroppen på bakken, til tross for utbedring av kamuflasje med de tiltakene vi har idag.

4.1.5 Forhindre gjennombrytning

Når man først er blitt engasjert, og i ferd med å bli truffet, vil enhetens beskyttelsessystemer gjøre seg gjeldende. Tidligere var det mest normalt med én tykk panserplate som skulle motstå innkommende prosjektiler. Trenden i dag er flere lag med delkomponenter som inngår i et beskyttelsessystem (Andersson, et al., 2009, s. 78). Slike delkomponenter kan være ulike former for aktiv og reaktiv pansring, tradisjonell pansring bestående av ulike materialer og innvendig pansring.

Pansringen som er beskrevet over er i hovedsak relevant for kjøretøy, og ikke infanteri som beveger seg til fots. For disse er ulike former for kroppspansring relevant mot kinetiske våpen. Eksempelvis vil en splintsikker hjelm være noe beskyttende mot splinter fra artillerinedslag. Uavhengig av plattform, er pansringen noe enheten enten har eller mangler når den befinner seg i stridsfeltet. Når manøverstyrken er deployert og under ild er det få tiltak som kan fattes for å øke selve pansringen. Fotsoldaten kan ta en avgjørelse på hvorvidt hjelm og platevest skal nyttes, men på vogn er man i stor grad prisgitt den pansringen man ruller ut med i forkant av engasjementet. På stridsteknisk nivå er derfor de mest relevante tiltakene de som forhindrer deteksjon, målfatning, engasjement og treff.

4.1.6 Minimere skade

Dersom motstanderen mot formodning har lokalisert og beskytt manøverstyrken, må manøverstyrken minimere skadeomfanget. Dette vil gjerne bestå av brannslukking for vognoppsatte styrker. Dette skjer gjennom både automatisk utsløste brannslukkingssystemer, og håndholdte brannslukkingsapparater. For såret personell vil det være “care under fire” som er mest aktuelt. Dette innebærer å få personell ut av områder hvor motstanderens våpen virker, og gi dem førstehjelp. Når skadeomfanget er begrenset av styrken på stedet vil det være hensiktsmessig å evakuere såret personell, samt berge, reparere eller bytte ut ødelagt materiell.

I tilfeller hvor manøverstyrken er blitt beskutt, vil styrken være avhengig av en viss treningsstandard og riktig utrustning, for å effektivt kunne minimere skaden. Dette vil være gjeldende for enhver stridskontakt, hvor motstanderens våpen har oppnådd en effekt på styrken. Når skaden er et faktum, har det lite å si hvilke våpen og sensorer motstanderen benyttet for videre tiltak. Det kan imidlertid være styrende for hvor lenge man kan oppholde seg statisk i samme område, dersom fienden har innsyn på styrken. Hvis man fortsatt blir observert av en drone etter at man er blitt truffet, kan det være hensiktsmessig å komme seg vekk før man blir engasjert på nytt.

Delkonklusjon: En standard TTP for manøvertropper som blir målfattet av droner må innebære et flytt vekk fra området, for å øke overlevelsen.

5 Konklusjon

Det er blitt identifisert flere hull i norsk TTP for beskyttelse av manøvertroppen mot trusler fra en motstanders bruk av droner til artillerispotting. For at manøvertroppen skal være i stand til å beskytte seg selv er det behov for både oppdaterte TTP'er og nye kapasiteter. Målet er å kunne gjennomføre effektive handlinger mot en motstanders bruk av droner på et tidlig tidspunkt, i de ytterste lagene av beskyttelsesløken, før situasjonen blir for kritisk.

Mangel på relevant TTP og den risikoen eksisterende TTP kan medføre, øker faren for at norske manøvertropper blir bekjempet av en motstander som bruker droner til artillerispotting. Gapet mellom trussel og mottiltak springer ut fra en mangel på kunnskap og en mangel på kapasiteter. Årsaken til dette er at Hæren baserer seg på TTP'er som ikke er blitt oppdaterte i takt med den teknologiske utviklingen. Dette kommer til syne gjennom blant annet valgt tidspunkt for offensive operasjoner, risikovilje i forbindelse med villedning, fraværet av en stridsdrill for kontakt drone, kvaliteten på kamuflasjen som nyttes og dagens marsjrutiner og statiske aktiviteter. Hæren har verken gode nok eller mange nok proaktive tiltak mot fiendtlig UAS, særlig i avdelingene som opererer på lavt taktisk nivå.

Problemstillingen er blitt besvart i den grad at det er blitt identifisert et behov for utvikling av TTP'er som følge av den økte trusselen fra droner. I tillegg er det blitt avdekket at de kapasitetene den norske hæren faktisk sitter på ikke vil prioritere å beskytte manøverenheter på lavt nivå, og at de systemene som faktisk kan beskytte disse enhetene ikke blir øvd med, i tillegg til at de mangler essensielle delkomponenter og ammunisjon.

Konklusjonene i oppgaven gjelder for manøvertropper, nærmere bestemt stormtropper og infanteritropper, og funnene er basert på ugraderte kilder. Videre undersøkelser av dette tema kunne sett på høyere taktisk nivå sin evne til å beskytte seg mot motstanders bruk av droner, og hvilken rolle kampluftvern kan spille i denne sammenhengen. I tillegg anbefales det at en større studie undersøker hvordan eller hvilke tiltak Hæren trenger i ny TTP.

Vi ønsker med denne oppgaven å sette dronetrusselen på agendaen for Hærens Våpenskole, og at de skal inkludere denne i utarbeidelsen av ny TTP.

Litteraturliste

- Andersson, K., Axberg, S., Eliasson, P., Harling, S., Holmberg, L., Lidén, E., . . . Westerling, L. (2009). *Lärbok i Militärteknin, vol. 4: Verkan och Skydd*. Försvarshögskolan.
- Army-Technology. (2000, November 7). *Project: Predator RQ-1 / MQ-1 / MQ-9 UAV*. Hentet fra Army-Technology: <https://www.army-technology.com/projects/rq1-predator/>
- Army-Technology. (2021, Januar 6). *Project: Bayraktar TB2 Tactical UAV*. Hentet fra <https://www.army-technology.com/projects/bayraktar-tb2-tactical-uav/>
- Army-Technology. (2021, July 22). *Project: RQ-11 Raven Unmanned Aerial Vehicle*. Hentet fra Army-Technology: <https://www.army-technology.com/projects/rq-11-raven/>
- Bendiksen, R. (2018). *Operasjonell ildstøtte: Potensial for 9x styrkemultiplikasjon ved bruk av digital kommunikasjon*. Stockholm: Försvarshögskolan. Hentet fra <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1217500/FULLTEXT01.pdf>
- Eisenträger, S. (2021, Januar 1). *Raset i Gjerdrum: Forsvaret på plass med droner og brolegger*. Hentet fra Forsvarets Forum: <https://forsvaretsforum.no/heimevernet-haeren-krise/raset-i-gjerdrum-forsvaret-pa-plass-med-droner-og-brolegger/175722>
- Environmental Research Institute of Michigan. (1994). *Military Utility of Multispectral and Hyperspectral Sensors*. Michigan: Defence Technical Information Center.
- Forsvarsstaben. (2004). *Forsvarets Doktrine for Landoperasjoner*. Oslo: Forsvarsstaben.
- Grau, L. W., & Bartles, C. K. (2016). *The Russian Way of War - Force Structure, Tactics and Modernization of the Ground Force*. Fort Leavenworth, KS: Foreign Military Studies Office.
- Holtane, H. (2014). *Sensorer og Våpenstyring*. Oslo: Krigsskolen.
- Hæren. (2021). *Morgendagens Hær: Konsept for Utvikling av Hæren*.
- Hærens våpenskole. (2010). *Håndbok for Fottroppen i Felt*. Rena: Hærens våpenskole.
- Hærens våpenskole. (2010). *Håndbok for kamouflasje*. Rena: Hærens våpenskole.
- Hærens våpenskole. (2012). *Håndbok for Stormtroppen i Felt*. Bardufoss: Hæren.
- Jameston, H. (2013, oktober). Land Battle Signature Management. *Military Technology Vol. 37*, ss. 20-23.
- Johannessen, A., Tufte, P. A., & Christoffersen, L. (2016). *Introduksjon til Samfunnsvitenskapelig Metode*. Oslo: Abstrakt Forlag.
- Joint Force Development. (2019). *Joint Fire Support*. Joint Force Development.
- Joint Targeting School. (2017). *Joint Targeting School Student Guide*. Virginia, Dam Neck: Joint Targeting School.

- Karber, P. (2015). *RUS-UKR War Lessons Learned*. The Potomac Foundation.
- Karlsen, J. (2019, Juni 05). *Slik blir Hærens nye kampluftvern*. Hentet fra Forsvarets Forum: <https://forsvaretsforum.no/slik-bli-haerens-nye-kampluftvern/106496>
- Kongsberg Gruppen. (2019, Desember 4). *CONTRACT TO DELIVER COUNTER UNMANNED AERIAL SYSTEM (C-UAS) TO GERMANY WORTH 250 MNOK*. Hentet fra Kongsberg: <https://www.kongsberg.com/kda/news/news-archive/2019/contract-to-deliver-counter-unmanned-aerial-system-c-uas-to-germany-worth-250-mnok/>
- Sandstad, J., & Skaar, J. (2022, Mars 8). *Elektromagnetisk stråling*. Hentet fra Store Norske Leksikon: https://snl.no/elektromagnetisk_str%C3%A5ling
- Shaikh, S., & Rumbaugh, W. (2020, Desember 8). *The Air and Missile War in Nagorno-Karabakh: Lessons for the Future of Strike and Defense*. Hentet fra CSIS: <https://www.csis.org/analysis/air-and-missile-war-nagorno-karabakh-lessons-future-strike-and-defense>
- Slyusar, V. (2020, Januar 28). Eastern Ukraine: Lessons Learned from Land Operations in the Context of Armoured Vehicles. Kjeller, Akershus, Norge.
- Sütçü, E. (2022, Februar 5). *Når fløy den første dronen?* Hentet fra Historienet: <https://historienet.no/teknikk/oppfinnelser/nar-floy-den-forste-dronen>
- Thales Group. (2022, April 6). *SQUIRE Ground Surveillance Radar*. Hentet fra Thales Group: <https://www.thalesgroup.com/en/squire-ground-surveillance-radar#:~:text=SQUIRE%20is%20a%20man%2Dportable,ranges%20up%20to%2048%20km.>
- United States Marine Corps. (2016). *Marine Corps Operating Concept: How an Expeditionary Force Operates in the 21st Century*. Washington DC: Department of the Navy Headquarters United States Marine Corps.
- Watling, J. (2019). *The Future of Fires*. London: Royal United Services Institute for Defence and Security Studies.