



Krigsspill i operasjonsplanlegging: Hva kan datasimuleringer bidra med?

COLLECTION:
WAR GAMING

**PRACTICE-ORIENTED
ARTICLE**

KARSTEN BRÅTHEN 

SCANDINAVIAN
MILITARY STUDIES

SAMMENDRAG

Krigsspill er en sentral aktivitet i operasjonsplanlegging for både å utvikle alternative handlemåter og utvikle plan basert på valgt handlemåte. Å gjennomføre krigsspill i et operativt miljø har stramme føringer i forhold til gjennomføring av krigsspill for andre formål og i andre miljøer. Bruk av simuleringer vil kunne gjøre at det er mulig å krigsspile flere alternative handlemåter, gjøre dypere analyser eller bruke mindre tid. Krigsspill i Hærens plan- og beslutningsprosess blir gjennomgått og hvilke krav som settes til simulering som skal støtte gjennomføring av krigsspillene blir utledet. Hvilken støtte simuleringer kan gi blir gjennomgått sammen med den teknologien som kan gi en slik støtte. SWAP (Simulation-supported Wargaming for Analysis of Plans) er en forskningsdemonstrator som Forsvarets forskningsinstitutt har utviklet over mange år for å evaluere teknologi og innhente brukerkrav. SWAP blir beskrevet og et eksperiment med bruk av SWAP hvor 52 kadetter fra Krigsskolen deltok blir gjennomgått. Til slutt gis det noen betraktninger om bruk av systemer som SWAP i militærutdanning og mulighet som SWAP gir for forskning på den anvendelsen.

ABSTRACT

Wargames play a key role in operational planning, both for developing alternative courses of actions (COAs) and for developing the plan based on a selected COA. Performing wargames in a command post environment impose strict time and resources constraints compared to other applications of wargaming. Computer-based support, especially computer (constructive) simulations, enables the possibility to wargame many alternative COAs, perform analyses that are more detailed or spend less time on the wargaming activities. This support contributes to better plans produced in a shorter time. The paper describes wargaming in the Norwegian Army's Plan and Decision Process and based on this derives simulation requirements and outlines how simulations can support the wargaming. Simulations may e.g. perform the role as book-keeper for all the different factors and time-space considerations affecting a COA. Combat simulation may assist in the adjudication process. It is argued how technologies like distributed simulation, command and control and simulation interoperability and terrain analyses meet the needs and requirements. Additionally, the simulation system needs to be easy to use, set up and manage and these requirements can be fulfilled by access from familiar web browsers and a simulation service oriented architecture and infrastructure. SWAP, Simulation-supported Wargaming for Analysis of Plans, is a research proof of concept demonstrator for technologies for wargaming for operational planning.

CORRESPONDING AUTHOR:

Karsten Bråthen

Forsvarets forskningsinstitutt,
FFI, NO

karsten.brathen@ffi.no

STIKKORD:

Krigsspill; Strids simulering;
Plan- og beslutningsprosess;
Operasjons planlegging

KEYWORDS:

Wargames; Combat Simulation;
Military Decision Making
Process; Operational Planning

TO CITE THIS ARTICLE:

Bråthen, K. (2022). Krigsspill i operasjonsplanlegging: Hva kan datasimuleringer bidra med?. *Scandinavian Journal of Military Studies*, 5(1), pp. 309–322. DOI: <https://doi.org/10.31374/sjms.129>

SWAP is also being used to elicit user requirements. A SWAP wargame experiment with 52 cadets from the Norwegian Military Academy, showed that they were able to use the demonstrator after a brief introduction, and explore COAs and produce a decision brief fast, despite SWAP's limited functionality.

INNLEDNING

Krigsspill har en lang historie og blir brukt til rekke formål (Perla, 2012, Caffrey Jr., 2019). En av de viktigste anvendelsene av krigsspill er for operasjonsplanlegging og artikkelen omhandler krigsspill i operasjonsplanlegging av landoperasjoner på taktisk nivå. Som beskrevet i plan- og beslutningsprosessen (Hærens våpenskole, 2021) blir krigsspill benyttet for å utvikle egne mulige handlemåter og for å kontrollere egen plan (valgt handlemåte) opp mot motstanderens antatte handlemåte. På grunn av begrenset tid og små ressurser er bruk av krigsspill i operasjonsplanlegging spesielt utfordrende sammenlignet med gjennomføring av krigsspill til bruk for andre formål, som f.eks. trening og undervisning (Roman, Surdu, 2009). I motsetning til manuelle krigsspill kan bruk av teknologi, og spesielt simulering, avhjelpe på begrensningene og gi mulighet for raskere gjennomføring av et krigsspill av en handlemåte eller gi mulighet for å undersøke flere alternative handlemåter med samme tidsbruk. Simuleringsstøtte kan også kunne redusere kompetansebehov til å gjennomføre krigsspill. Simuleringer hjelper til med å holde oversikt og orden på tid og rom, og gir en mer objektiv og etterprøvbare avdømming. Den viktigste bruken av simuleringer i det militære er for treningsformål. Selv om simulering for støtte til krigsspill har likheter med simulering for trening, vil krigsspill i operasjonsplanlegging sette en rekke spesielle krav til simuleringer som er forskjellige fra simuleringer for treningsformål. Blant annet må ikke introduksjon av simulering føre til mer omfattende prosesser eller behov for mer personell eller materiell. For at simuleringsstøtte for krigsspill i operasjonsplanlegging skal bli akseptert av en planstab bør den også inngå sømløst sammen med de andre operative systemene som benyttes, være enkelt å bruke og kreve et minimum av teknisk støtte for å sette opp og bruke.

Det hevdes at det tar for lang tid å utvikle en plan og at gjennomføring av alle stegene i plan- og beslutningsprosessen er for detaljert og tidkrevende og at den eneste farbare løsningen for å støtte utvikling av handlemåter og kunne vurdere dem er å bruke data fra simuleringer (Smith, Sprinkle & Powers., 2015). Denne artikkelen underbygger disse argumentene og utleder krav og utdyper hvilke teknologier som kan benyttes for å få det til.

Først gjennomgås hva som karakteriserer krigsspill i operasjonsplanlegging, som grunnlag for hvilke muligheter og fordeler simuleringsstøtte kan gi, men også hvilke krav simuleringer må oppfylle for at simuleringsstøtte skal kunne bidra til mer effektive krigsspill og dermed legge til rette for bedre planer utarbeidet på kortere tid. Det argumenteres for at datasimuleringer kan sørge for at krigsspillene kan gjennomføres raskere og grundigere og at kompetansekrav for gjennomføring av krigsspill kan reduseres. For å oppnå dette utledes i kapittel «Teknologien som inngår», hvilke krav som datasimuleringene må tilfredsstillere, som f.eks. representasjon av kommando og kontroll og automatisk lendeanalyse. Det argumenteres også med at simuleringssystemet må virke sammen med andre operative datasystemer i en kommandoplass for å oppnå brukeraksept og hindre økt behov for teknisk støtte.

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) har over mange år utviklet en forskningsdemonstrator for simuleringsstøtte for krigsspill i operasjonsplanlegging kalt SWAP (Simulation-supported Wargaming for Analysis of Plans). De viktigste egenskapene til SWAP, opp mot utledede krav og behov for teknologi- og simuleringsstøtte, blir beskrevet. SWAP brukes både for å vurdere teknologi og for å innhente brukerkrav. Et eksperiment/krigsspill som ble gjennomført med 52 siste-års kadetter på Krigsskolen i tilknytning til deres undervisning i operativ planlegging blir gjennomgått i et eget kapittel. Erfaringene som ble høstet fra dette eksperimentet og noen tanker om hvordan SWAP eller lignende systemer kan benyttes i undervisning blir også gjennomgått. Avslutningsvis gis det noen betraktninger om videre forskning innenfor feltet.

Hovedhensikten med artikkelen er å redegjøre for status for muligheter med bruk av teknologi og spesielt datasimuleringer til støtte for krigsspill for operasjonsplanlegging for lesere med operativ bakgrunn og interesser i skjæringspunktet operative forhold og teknologi.

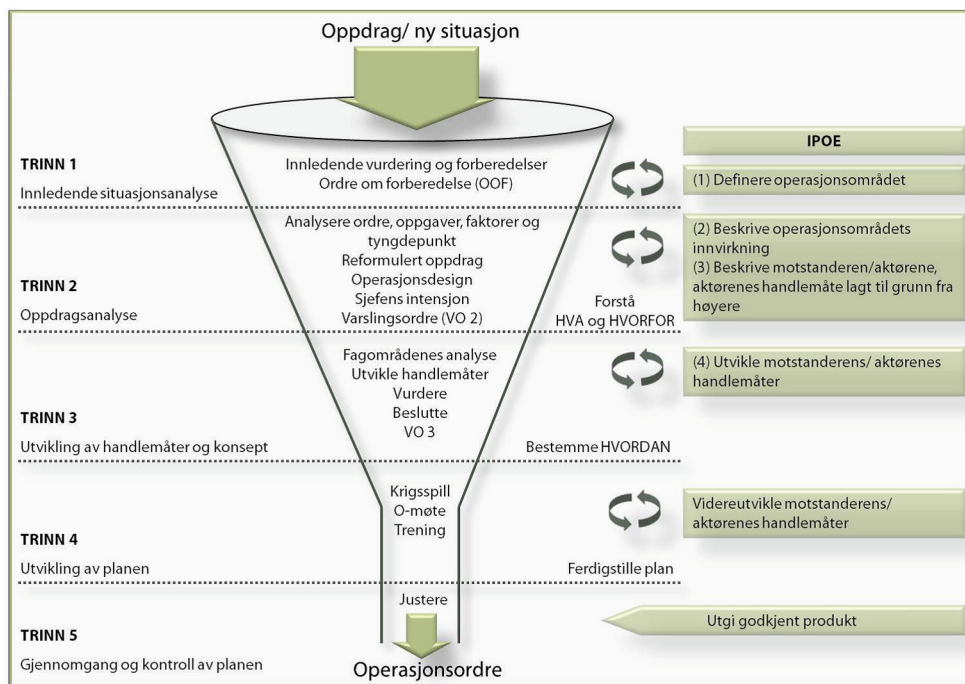
Som grunnlag for argumentasjonen senere om teknologi- og datasimuleringsstøtte, introduseres først krigsspill generelt og spesifikt krigsspill brukt i operasjonsplanlegging. Det finnes mange definisjoner på hva et krigsspill er. I NATO defineres krigsspill til å være “A simulation, by whatever means, of a military operation involving two or more opposing forces, using rules, data, and procedures designed to depict an actual or assumed real life situation”.¹ Det essensielle med krigsspill er menneskelig beslutningstaking i et konkurrerende dynamisk miljø, hvor beslutningene driver fram hvordan spillet utvikler seg og hvor avdømminger av konsekvensene av beslutningene blir gjort på en strukturert måte (se f.eks. Ministry of Defence, 2017). Hensikten med alle typer krigsspill er å sette spillerne i et tilstrekkelig realistisk miljø hvor beslutninger kan bli ettergått og utforsket og felles forståelse kan bli skapt. Krigsspill blir benyttet fra strategisk til taktisk nivå. For de øverste nivåene er problemene som undersøkes typisk mindre veldefinerte og strukturerte, mens for de lavere nivåene er de mer strukturerte og har et mer begrenset omfang. Det fører til at avdømming typisk er mer kvalitativ på de øverste nivåene og mer kvantitativ på de lavere nivåene. Hensikt med krigsspill er enten å forbedre beslutningstaking i reelle situasjoner eller å utdanne og trene i simulerte eller tenkte situasjoner. Krigsspill for operasjonsplanlegging tilhører den første kategorien og er nok det som krigsspill blir mest bruk til innenfor forsvarssektoren.

Simuleringen og avdømming i krigsspill har tradisjonelt blitt utført manuelt av spillere selv og eksperter typisk med støtte fra store kart brettet ut på gulv eller store bord, fettstift og brikker som representerer styrker. Det er i stor grad situasjonen i dag også. I datastøttede krigsspill gjøres avdømminger med beregninger, modeller og simuleringer implementert i en datamaskin. Datastøtte for avdømming i krigsspill har en lang historie og går tilbake til 1950-tallet og bruk av matematiske modeller (Lanchester-ligningen) har en enda lenger historie. Datasimuleringer hvor modeller av styrker, terreng, osv. benyttes for å simulere operasjonen som krigsspillet dreier seg om er mindre utbredt, men har fått økende oppmerksomhet i de senere år etter hvert som fremvekst av datakraft og dermed mulighet for en mer realistisk representasjon av operasjoner har økt. Fremveksten av datateknologien har også gjort det mulig og det er blitt vanlig å presentere kart og styrker på store skjermer. Allerede på 1950-tallet ble det utforsket bruk av databaserte stridssimulering til støtte for krigsspill (Hill og Miller, 2017).

En brigadeoperasjon involverer mange kjøretøy, mye utstyr og personell som må gjennomføre mange ulike komplekse oppgaver på en synkronisert måte for å lykkes. Planlegging av brigadeoperasjoner er dermed en omfattende oppgave som krever en svært kompetent planleggingsstab og en definert analytisk prosess. Plan- og beslutningsprosessen (PBP) (Hærens våpenskole, 2021) er en slik gjennomgående normativ analytisk prosess som dekker alt fra å vurdere gitt oppdrag, utvikle, analysere og sammenligne handlemåter, og velge en handlemåte, til å utforme detaljert plan og ordre. I PBP benyttes to typer krigsspill, kalt *hurtig krigsspill* og *forberedt krigsspill*. Hurtig krigsspill, hvor bare nøkkelpersoner deltar og viktige hendelser gjennomgås, blir benyttet til å utvikle, analysere og sammenligne handlemåter, som grunnlag for å velge en handlemåte. Mens forberedt krigsspill, hvor representanter fra alle celler og fagstaber deltar for å belyse alle aspekter ved planen, blir benyttet for å «koordinere og synkronisere planen opp mot motstanderens handlemåte(r), egne styrker, og mellom egne underavdelinger» (Hærens våpenskole, 2021, s. 91). Andre lands tilsvarende prosesser, f.eks. US Army's Military Decision Making Process (MDMP) (US Army, 2005) foreskriver krigsspill også av de alternative handlemåtene. I (Banner, 1997) blir fordeler og ulemper med de to tilnærmingene diskutert.

Figur 1 viser trinnene i PBP. Et sammendrag av alle trinnene vil ikke bli gjort her, det henvises til (Hærens våpenskole, 2021), men det gis en kort oppsummering av de delene som omhandler krigsspill. Krigsspill blir benyttet i Trinn 3 – Utvikling av handlemåter og konsept og Trinn 4 – Utvikling av planen. Disse to trinnene bør utgjøre en stor del av den tiden som er til rådighet for planleggingen. Utgangspunktet for å utarbeide handlemåter og plan, er sjefens intensjon som i stort beskriver hva egne styrker må oppnå og hvilke forhold som må oppfylles for å lykkes hva angår motstander, terreng og ønsket slutt-tilstand. Sjefens foreløpige intensjon driver planprosessen framover og den første delen av å utvikle handlemåter er en kreativ prosess som vi ikke går inn på her siden teknologistøtte, i alle fall i dag, spiller en mindre rolle. Det er imidlertid nylig kommet svært lovende forskningsresultater for å generere relevante handlemåter vha. kunstig intelligens (dyp forsterkningslæring) (Doll et al., 2021).

1 NATOterm.



Figur 1 Trinnene i plan- og beslutningsprosessen, fra (Hærens våpenskole, 2021).

Generelt uttrykker en handlemåte (Course of action – COA) hvordan et oppdrag kan løses. Hvis det er nok tid utvikles flere alternative handlemåter. De utvikles med utgangspunkt i motstanderens mest sannsynlige handlemåte og motstanderens farligste handlemåte. En handlemåte uttrykkes med en skisse, oppdragsorganisasjon og tekst. Skissen av en handlemåte uttrykkes med standard militære symboler og oppdragsgrafikk på et kart av operasjonsområdet. Skissen sammen med de andre tekstdelene uttrykker de fem W-er (Who, What, When, Where, Why) for de underliggende avdelingene. Handlemåter videreutvikles og vurderes med hurtig krigsspill. Basert på en sammenligning av handlemåtene velger sjefen en handlemåte som videreutvikles til en plan hvor det viktigste verktøyet er forberedt krigsspill. En av de viktigste resultatene fra dette trinnet er den ferdigutviklede synkroniseringsmatrisen. Som navnet antyder viser synkroniseringsmatrisen de aktivitetene som er nødvendig å gjennomføre relativt til hverandre, som i et slags Gantt-diagram. Kolonnene representerer tidsintervaller, radene enhetene. Cellene inneholder utsagn om aktivitetene og aksjonene uttrykt i 5 W-ers-format, med nødvendige avhengigheter og koordinering. Alternativt kan tilstander som må nås spesifiseres. Synkroniseringsmatrisen videreutvikles og justeres med basis i krigsspillet og fokus i krigsspillet bør være på de viktige hendelser som krever synkronisering og kontrolltiltak. Typisk kan det legges vekt på starten av operasjonen, overganger mellom faser i operasjonen og spesielle stridssituasjoner. Krigsspillet kan gjennomføres med tre forskjellige metoder; område, retning og boks. Områdemetoden er mest egnet når en operasjon kan deles inn i faser eller motstanderen befinner seg i klart definerte områder og hvert av områdene spilles etter tur. Retningsmetoden tar for seg stridsenhetene i en retning av gangen og er mest egnet til offensive operasjoner i kanaliserende terreng. Boksmetoden gjennomgår kritiske tidspunkter og områder i en operasjon og er mest anvendbar når tiden er begrenset som ved et hurtig angrep. Krigsspillet foregår i aksjon-reaksjon-korreksjons-sykluser hvor så mange som mulig av staben og spesialister deltar.

Krigsspillet hjelper sjefen og staben å visualisere flyten i en operasjon for å kunne avdekke svakheter og identifisere muligheter. Handlemåter testes og detaljer blir lagt til for å utvikle planen. Det innebærer en iterativ stegvis vurdering av egne aksjoner og motstanderens reaksjoner. Som nevnt tidligere er krigsspill en avgjørende aktivitet i operasjonsplanlegging og bør tillegges stor vekt med tilstrekkelig avsatt tid innenfor den totale tidsrammen som er til rådighet for planleggingen. Krigsspill er imidlertid en stor kognitive utfordring og utbyttet begrenses av kunnskap og erfaring til de som deltar. Krigsspill kan også kreve mye tid, noe som begrenser hvor mange av egne og motstanderens handlemåter som kan undersøkes og i hvilken dybde analysene kan gå for hver av dem. Overordnet og underordnet nivå kan også gjennomføre planlegging i fellesskap for å utnytte kunnskap og personell på flere kommandonivåer samtidig. Det impliserer distribuert samhandling som ytterligere utfordrer en felles delt forståelse.

Krigsspill er en iboende menneskelig aktivitet og resultatene er ikke bare en handlemåte og plan. Krigsspillprosessen er i seg selv svært viktig for å bygge en felles forståelse og samhold i teamet av staben og sjefen. Krigsspill hjelper også til å utvikle en forståelse av de faktorene som vil kunne forårsake hva som virkelig vil hende under operasjonen, som ikke er tatt høyde for i handlingsmåten man ser for seg. Paradoksalt nok kan man si at krigsspillet gjør at man er forberedt når handlemåten som velges feiler («Plans are nothing; planning is everything», D. D. Eisenhower). Ved å ha undersøkt og utforsket ulike muligheter vil sjefen og staben være bedre rustet til å kunne håndtere uventede utfall ved å justere planen.

HVA KAN SIMULERINGSSTØTTE I KRIGSSPILL AV HANDLEMÅTER BIDRA MED?

Ut fra beskrivelsen av krigsspill i operasjonsplanlegging i forrige kapittel; hva kan man si generelt om hva datasimuleringer kan bidra med av støtte uten å gå inn på teknologien for å få det til?

Generelt er simuleringer bedre egnet for støtte i krigsspill på det taktiske kommandonivået enn for høyere nivåer, siden de forholdene som undersøkes kan vurderes mer objektivt og kvantitativt og derfor er mer egnet til å bli uttrykt i modeller og simuleringer (Lawson III, 2016). Avdømming basert på simuleringstøtte blir mer objektiv enn manuelle vurderinger og ekspertoppfattelser. Resultater fra simulering omfatter ikke bare resultater av strid, men vel så viktig er resultater av f.eks. forflytninger og manøver. Brigadeoperasjoner er en svært omfattende oppgave med mange aktører som må gjennomføre mange aktiviteter på en samordnet måte. Simuleringer legger til rette for tid-rom-vurderinger som nesten er umulig å gjøre manuelt. Så, å betrakte simuleringer som en bokholder som holder orden på mange detaljer, inkludert tid-rom, drivstofforbruk, logistikk, terreng, vær, etc. er vel så nyttig som at simuleringene kan beregne stridsutfall. Simulering av utfall av stridssituasjoner er selvfølgelig mye vanskeligere enn en slik bokholderfunksjon. Stridssimuleringer kan være basert på modeller av de enkelte enhetene eller aggregerte modeller som begrenser seg til avdelinger, men uavhengig av det inneholder modellene kompliserte beregninger utover hva som er mulig med ren hoderegning eller penn og papir.

Tidsforbruket ved tradisjonelle, manuelle krigsspill begrenser hvor mange egne og motstanders handlemåter som kan dekkes. Simuleringstøtte kan redusere tiden det tar å undersøke et større mulighetsrom eller den kan gjøre en mer detaljert analyse av en handlemåte innenfor et gitt tidsrom mulig. Alternativt, kan simuleringstøtten benyttes til å redusere tiden det tar å krigsspile det samme antall handlemåter. Disse fordelene oppnås med simuleringer som kjører mye raskere enn sann tid. Avdømningsprosessen tar også selvsagt mye mindre tid i en datasimulering enn med manuelle metoder, og resultatet er mindre avhengig av den kognitive kapasiteten og kompetansen til de som deltar i spillet.

Med simuleringstøttede krigsspill følger det automatisk med en evne til loggføring etter hvert som et spill skrider fram. Den automatiske loggføringen letter fangst av data som skal inngå i senere briefere, plan og ordrer. Loggføringen er ikke nødvendigvis begrenset til tallverdier, men kan også omfatte bilder og animasjoner av opptak av simuleringen av en handlemåte. Det er rimelig å anta at en slik mer dynamisk fremstilling av en plan er lettere å forstå enn en plan uttrykk på tradisjonelt måte med formattert tekst og statisk grafikk.

TEKNOLOGISTØTTE TIL KRIGSSPILL FOR OPERASJONSPLANLEGGING

I dette kapittelet gis først en kort introduksjon til tidligere forskning på teknologistøtte til krigsspill for operasjonsplanlegging for deretter å introdusere aktuelle teknologier som kan være med å realisere de egenskapene som er diskutert ovenfor.

Det er mange måter teknologi kan støtte gjennomføring av krigsspill på (Reddie et al., 2018) og det har vært flere initiativ og forskningsprosjekter på datastøtte for og automatisering av militær beslutningstaking (Rash, Kott & Forbus, 2003, Kott, Budd & Ground, 2005, Surdu og Kittka, 2008a, CERDEC Public Affairs, 2015; Schwartz et al., 2020). Opp gjennom de siste årene har Defense Advanced Research Agency (DARPA) hatt flere prosjekter og programmer innenfor dette området som f.eks. Next Generation Behavior Composer, Deep Green, Battlespace Terrain and Reasoning Awareness (BTRA) og Real-time Adversarial Intelligence and Decision-Making (RAID) for å nevne noen. Noe av denne forskningen har vurdert verktøy for ulike oppgaver knyttet til krigsspill av handlemåter. Verktøy for å skissere handlemåter diskuteres i Forbus et al. (2001)

og Cohen et al. (2015). Et verktøy kalt Course of Action Development and Evaluation Tool (CADET) (Rasch, Kott & Forbus, 2003, Kott, Budd & Ground, 2005) kan generere en detaljert synkroniseringsmatrise basert på handlemåter gitt som skisse og tekst. Kimeche og de Champs (2004) og Surdu og Kittka (2008b) omtaler simulering av handlemåter. FFIs arbeider med verktøy for krigsspill av handlemåter (Brathen, Seehuus & Mevassvik, 2022) og spesielt simulering av handlemåter (SWAP) beskrives nærmere nedenfor.

Det er flere viktige forhold som må tas hensyn til for å lykkes med å innføre teknologistøtte og spesielt simulering for krigsspill i taktiske kommandoer. Kommandoplassmiljøet er svært forskjellig fra et treningsmiljø som benytter simulering. Selv om det har vært en økende oppmerksomhet på simulering til støtte under operasjoner de siste årene, og det er oppnådd lovende resultater fra forsknings- og utviklingsprosjekter, er dagens plan- og beslutningsprosess stort sett manuell og bare støttet av enkle dataverktøy for redigering av tekst, figurer og kartoverlegg. Typisk dekker ikke verktøyene meningsinnholdet (semantikken) til de data de behandler. En linje på et kart av operasjonsområdet er bare en linje uten f.eks. betydningen den har som et kontrolltiltak. For å kunne gjøre simuleringer trengs betydning av data. For ikke å måtte definere data som en simulering behøver i tillegg til de data som genereres ved utvikling av handlemåter, må verktøy for utvikling av handlemåter også behandle betydningen av data. Forberedelse av data for simulering og utvikling av handlemåter må være en og samme prosess. Grunnet verktøy som bare dekker syntaktisk innhold av data utnyttes ikke muligheter digitalisering kan gi fullt ut.

Siden krigsspill er en menneskelig prosess og krigsspill-prosessen i seg selv er svært nyttig, må det legges vekt på støtte og ikke automatisering. Målet er ikke å komme fram til teknologi og simuleringer som kan generere en «optimal» handlemåte eller anbefale én handlemåte. Simuleringen skal heller hjelpe til med å bygge innsikt og se konsekvenser av en handlemåte etter hvert som krigsspillet skrider frem. Simuleringen skal bidra til å kunne utforske handlemåter, mens man følger med på og interagerer med den. Det er ikke behov for en «svart boks» som gir tall på resultatet av gjennomføring av en bestemt handlemåte uten at forutsetninger og forståelse av modeller som ligger til grunn for resultatene kommer fram.

Å kombinere simuleringer av én handlemåte med det som betegnes som datafarming kan imidlertid være aktuelt. Datafarming blir brukt for å utforske hvilke muligheter som finnes ved å gjennomføre mange tusen simulering hvor de viktigste forholdene som har betydning varieres på en systematisk måte (Schubert et al., 2017, Huber & Kallfass, 2015). Datafarming kan hjelpe til med å oppdage muligheter som ikke er opplagte og som kan være vanskelig å oppdage på andre måter.

Stridssimuleringer kan gi mer detaljerte resultater enn det som er mulig med seminar- og table top-spill (Turnitsa, 2016). Men det kan ha sin pris ved at de kan være kompliserte å bruke, sette opp og kjøre som kan gi behov for ekstra personell for å bruke simuleringene og for å håndtere det tilhørende tekniske utstyret. Det vil ikke være akseptabelt i et kommandoplass-miljø, så bare å overføre hvordan simulerings- og teknisk støtte gjøres for f.eks. simuleringsbasert stabs- og ledertrening er ikke en farbar vei. Å sørge for at det er semantiske data som blir lagt inn i verktøyene er en måte å redusere belastningen på. Hvilke modeller som simuleringene benytter og hvilken teknisk infrastruktur som simuleringene bygger på er to andre faktorer som det må være oppmerksomhet på for at ikke bruk av simuleringene skal bli for arbeidskrevende. Disse forholdene omtales nærmere nedenfor.

Hvis simuleringene ikke bare omfatter modeller av stridsenhetene, men også modeller av kommando og kontroll-organisasjonen, vil det kunne redusere behovet for simuleringspersonell. En handlemåte er gjerne utformet for det nærmeste underliggende nivået og med dagens teknologi er det behov for personell som oversetter handlemåter ned til detaljerte oppgaver og aktiviteter som modellene av stridsavdelingene/-enhetene kan forstå. Hvis man hadde modeller av kommando og kontroll (K2) ville det være mulig for simuleringen å motta en handlemåte for selv å dele opp oppgavene og gi oppdrag til stridsheter i simuleringen. Det er utfordrende å lage slike modeller og bruk av metoder innenfor kunstig intelligens og intelligente agenter er nødvendig for å få det til. Med slike modeller og bedre oppførselsmodeller av stridsenheter vil imidlertid behovet for simuleringspersonell bli redusert.

Når det gjelder den tekniske infrastrukturen er det spesielt to forhold som er viktige, nemlig grensesnitt mellom simulering og systemene for K2, og infrastrukturen som det kombinerte systemet bygger på. Utvikling og standardisering av grensesnitt mellom systemer for K2 og simulering, kalt C2SIM, har pågått i over ti år og er etter hvert en teknologi som er klar til å bli

tatt i bruk operativt. Den tekniske arkitekturen til kombinerte systemer for K2 og simulering bør være tjenesteorientert sammen med standard arkitektur for distribuert simulering, High Level Architecture (HLA) (Hannay, Brathen & Mevassvik, 2017, IEEE, 2010). En slik arkitektur vil gjøre det mye mindre arbeidskrevende å sette opp, konfigurere og håndtere det hele, og brukerne vil kunne få tilgang fra en vanlig nettleser. En slik arkitektur gjør det også enklere å få til distribuert planlegging som involverer flere fysisk adskilte staber.

En av de viktigste faktorene for å lykkes med simulering for krigsspill av handlemåter er at brukergrensesnittet er så enkelt at staben kan håndtere simuleringen mer eller mindre selv. For eksempel skal det være like enkelt å forberede simuleringer av handlemåter som å skissere dem på et papirkart. Simuleringen må ikke føre til at det blir enda et system planstaben må forholde seg til. Simuleringstjenester må inngå sammen med planleggings- og K2-funksjoner og bli oppfattet som ett og samme system.

Som nevnt må simuleringen kunne kjøres mye raskere enn sann tid. Det er nødvendig for å gjøre det mulig å gjennomføre et grundig krigsspill av en handlemåte eller krigsspill flere handlemåter på samme tid som man ville bruke på et tradisjonelt gjennomført krigsspill. På den annen side må også brukerne i større grad kunne kontrollere simuleringen for at de skal kunne se nærmere på de spesielt viktige fasene og beslutningspunktene i handlemåten. Generelt er det behov for større fleksibilitet enn man trenger for simuleringer som skal støtte f.eks. trening og øving. I tillegg til håndtering av tidsutvikling, gjelder det også mulighet for f.eks. hvordan simuleringen skal støtte de tre forskjellige metodene; område, retning og boks. Dette krever at det er enkelt å justere og endre simuleringsparametere, etc. underveis i simuleringen.

TEKNOLOGIER SOM INNGÅR

Ovenfor ble det skissert hvilke egenskaper datasimulering for støtte til krigsspill må ha og aktuelle teknologier som kan benyttes. Her går vi inn på konkrete teknologier som sørger for at man oppnår de ønskede egenskapene. Teknologiene kan deles inn i to kategorier. Den ene kategorien omfatter modeller, spesielt modeller av oppførsel og modeller av informasjonen som må flyte mellom systemer for K2 og simuleringssystemer. Den andre kategorien omfatter teknologier for implementasjon av systemene, både for implementasjon av simuleringssystemer og implementasjon av sammenkoblingen mellom systemer for K2 (den norske Hæren benytter betegnelsen Army C4IS (Command, Control, Communication, and Computer Information System) på systemer som understøtter K2) og simulering. Vi går ikke dypt inn i teknologiene, så den teknologi-interesserte leseren henvises til referansene for mer informasjon, se f.eks. Asprusten & Hannay, 2018 og Tolt et al., 2017, samt referansene nedenfor.

Kvaliteten på modellene som inngår i simuleringene betyr alt. For å kunne simulere landstrid er realistiske modeller av forflytninger av kjøretøy, inkludert hvordan terrenget påvirker forflytningen essensielt. Likeså gode modeller av hvordan terrenget blir utnyttet taktisk. Fysikken til forflytninger av kjøretøy er godt forstått, så gode modeller er tilgjengelig. Utfordringen er modeller av oppførsel til stridsenheter og K2 da de må inkludere modeller av menneskelig beslutningsfatning. Status i dag er dermed at det finnes gode modeller av f.eks. forflytning, våpen, sensorer og ild, men de er utilstrekkelige for å kunne simulere et oppdrag til et kompani eller større militære avdelinger. Ønsket er å kunne simulere oppgaver og aktiviteter som er omtalt i handlemåter direkte, f.eks. et «hurtig angrep». For å få til det må datasimuleringen forstå hva det betyr, gi ordre nedover i kommandonivåene og fordele oppgaver til stridsenheter, som i sin tur må kunne løse oppgavene med å samvirke med de andre stridsenheter som deltar. En teknologi for å få det til er modeller basert på intelligente agenter som kan oppfatte og reagere på miljøet rundt seg, som har mål som de skal oppnå og som kommuniserer med andre agenter. K2 og stridsledelse kan dermed modelleres som et hierarki av slike intelligente agenter (Løvlid, Bruvoll, Brathen & Gonzalez, 2018). Metoder fra kunstig intelligens benyttes for å modellere oppførselen til agentene, f.eks. Context-based Reasoning (CxBR). Basert på suksessen man har hatt med å utvikle agenter for sanntids strategi dataspill, spesielt Starcraft II, har det i det siste blitt stor interesse for å bruke maskinlæring og spesielt dyp forsterkningslæring, for å utvikle agentoppførsel. Noen lovende resultater foreligger allerede, selv om det er langt fram til operativ bruk i operasjonsplanlegging, (Narayanan, et al., 2021, Doll et al., 2021, Goecks et al., 2021).

Terrenget er en svært viktig faktor i landoperasjoner, så simuleringene må ha en god representasjon av det og ha evne til å analysere det. Været, både det været som har vært, er og

som er meldt, vil påvirke terrenget. Fremkommelighet vil påvirkes og oppførselsmodellene må derfor inkludere dette. Vurdering av lendet i operasjonsområdet inngår i etterretningsstøtten til planarbeidet (Hærens våpenskole, 2021). Disse resultatene må utnyttes av simuleringene, men simuleringene trenger også automatiske analysefunksjoner utover det som inngår i oppførselsmodellene. Det kan f.eks. være beregninger av sikt, stillinger, ruter og observasjons- og angrepsområder. I stedet for detaljerte forhold knyttet til terrenget, er det slike mer abstrakte forhold som inngår i taktiske beslutninger. Disse analysene krever mye beregninger og også her er bruk av metoder innenfor kunstig intelligens nyttige.

Simuleringer kan karakteriseres ut fra hvor realistiske de er («fidelity») og hvor detaljerte de er («resolution»). Mer detaljer gir nødvendigvis ikke mer realistiske simulering for det formålet de skal brukes til. Som for terrenget, utvikles ikke handlemåter på brigade- og bataljonsnivå ved å ta hensyn til detaljer for hver stridsenhet. Man er opptatt av avdelingenes evner og kapasitet og dermed egnethet til å løse oppdrag, og ikke minst hvordan avdelinger skal samvirke. Realistiske simuleringer for krigsspill trenger derfor ikke nødvendigvis å representere hver enkelt stridsenhet (såkalte entitetssimuleringer), men det kan holde at laveste nivå som representeres f.eks. er et lag eller tropp (såkalte aggregerte simuleringer).

For å kunne simulere en handlemåte direkte, må handlemåten være digital. Handlemåten må altså være representert og uttrykt på en slik måte at den ikke bare er forståelig for mennesker, men også for datamaskiner. Et språk for blant annet å uttrykke handlemåter, «Battle Management Language» (BML) ble introdusert av Carey et al. i 2006 og har siden blitt videreutviklet av flere internasjonale forskningsgrupper til at det i dag er en internasjonal standard, C2SIM (SISO, 2020). BML er beskrevet som “*the unambiguous language to command and control forces and equipment conducting military operations and to provide for situational awareness and a shared, common operational picture*” (Carey et al., 2006). C2SIM blir brukt til å utveksle ordre og rapporter mellom systemer for K2 og simulering, men kan også benyttes til å gi oppdrag og få rapporter fra autonome systemer. De fem W-ene blir representert på en formell måte i C2SIM/BML. BML er i stand til å representere oppgaver, hvem som har fått tildelt oppgavene, kontrolltiltak som faselinjer og områder, og tidsmessige forhold som uttrykt i synkroniseringsmatrisen. Oppdragsorganisasjonen blir også representert.

Det er også andre tekniske forskjeller mellom systemer for K2 og simuleringssystemer som hindrer en god integrasjon av dem og som krever nye tekniske løsninger. Mens systemer for K2 opererer i sann tid, kan simuleringene produsere resultater frem i tid og kan operere mye raskere enn sann tid (som altså er nødvendig for å gi støtte til krigsspill). Simuleringssystemer inneholder informasjon både om hvordan stridsfeltet virkelig er og hvordan det blir oppfattet, mens systemer for K2 bare inneholder informasjon av oppfattet situasjon. Mulighet for å skifte mellom å holde situasjonsoversikt og gjennomføre justeringer av handlemåter krever en tett integrasjon som gir behov for nye tekniske løsninger.

Å gjennomføre krigsspill i en kommandoplass setter strenge krav til den teknologiske støtten som skal gis. Den må være enkel å bruke og kreve få operatører og teknisk personell, samt bygge på den samme IT-infrastrukturen og -arkitekturen som de operative systemene bygger på. Militære IT-systemer bygges i dag opp som løst koblede sky-tjenester som kan benyttes i flere sammenhenger. Også simuleringssystemer er i ferd med å gå over til en slik arkitektur under betegnelsen «Modelling and Simulation as a Service» (MSaaS) (Asprusten & Hannay, 2018, Hannay, van der Berg, Gallant & Gupta, 2021). Målet er at det skal bli enkelt og raskt å sette opp simuleringstjenester, og man skal kunne ha tilgang til dem som skytjenester «overalt og etter behov».

SWAP

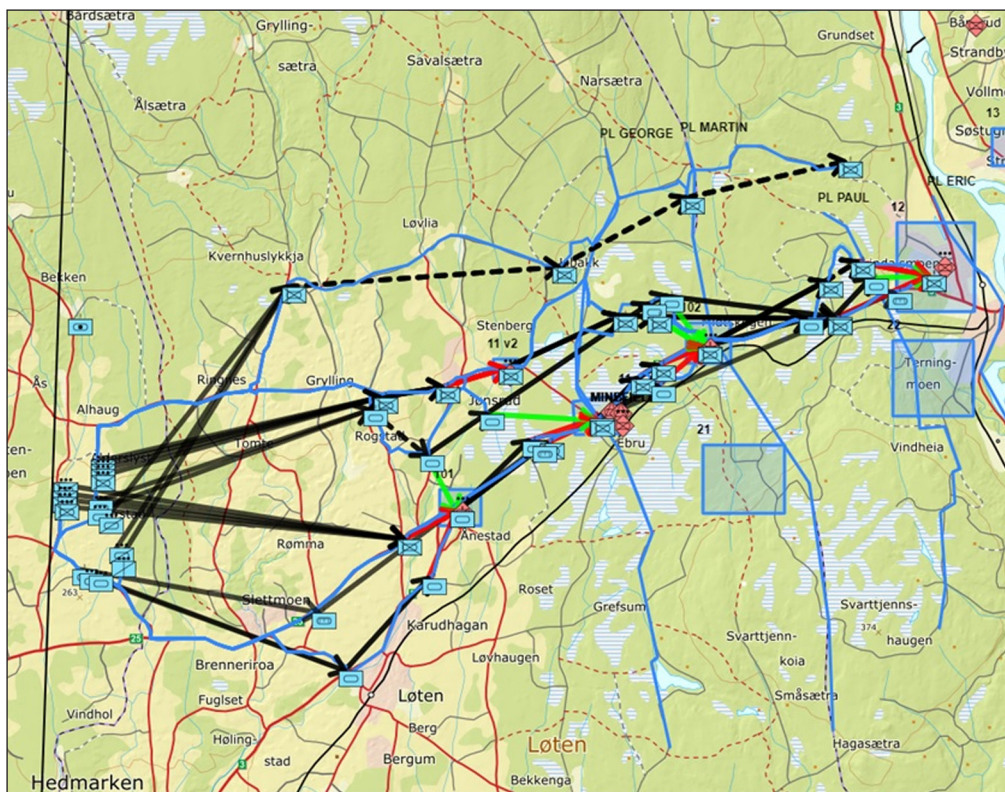
Basert på de teoretiske argumentene som utledet i de foregående kapitlene har FFI utviklet SWAP. SWAP er en forskningsdemonstrator for støtte til krigsspill i operasjonsplanlegging av landoperasjoner (Seehuus et al., 2019, Asprusten et al., 2020, Bruvoll et al., 2015). Den benyttes for å demonstrere og evaluere funksjonalitet, og for å få fram brukerbehov og -krav. Det opprinnelige målet med SWAP var å utvikle et verktøy som kunne simulere handlemåter for å avdekke svakheter og styrker (Hyndoy et al., 2014), men gjennom arbeidet med SWAP ble det klart at et digitalt verktøy for å lage handlemåter i seg selv var nyttig, spesielt hvis verktøyet inneholdt analytisk støtte til utvikling av handlemåtene. Det har blitt utviklet flere versjoner av SWAP over de siste åtte til ti årene og SWAP vil videreutvikles i årene fremover.

Med SWAP kan brukere etablere en digital handlemåte som kan simuleres direkte uten støtte fra simuleringsoperatører. SWAP viser hvordan ideen med å legge vekt på støtte og ikke automatisering kan realiseres, og SWAP er et verktøy som er tilgjengelig fra en hvilken som helst maskin med en vanlig nettleser. SWAP er ikke et komplett verktøy, men inneholder så mye funksjonalitet at brukere og interessenter kan vurdere konseptene og gi forslag til nye funksjoner.

Digital planlegging med SWAP foregår ved å vise styrker på et digitalt kart. De kan gis oppgaver og det er mulig å tegne taktisk grafikk og kontrolltiltak. Målet med brukergrensesnittet er å vise at det er mulig å definere en handlemåte med semantisk informasjon like enkelt og raskt som å tegne på et papirkart. Digitale handlemåter åpner nye muligheter for samarbeid mellom staber på forskjellige lokasjoner og integrasjon med systemer for K2. Oppdragsorganisasjonen uttrykt på standard format blir importert fra et surrogatsystem for K2 i dagens versjon av SWAP, og tidligere har SWAP blitt integrert med det norske informasjonssystemet for K2, NORCCIS. Handlemåter kan importeres direkte inn i systemet for K2, så man slipper manuelt å skrive inn data om handlemåten etter at krigsspillet er ferdig.

SWAP tar konseptet med digitale handlemåter et steg videre til en eksekverbar digital handlemåte. Handlemåten som defineres ved hjelp av brukergrensesnittet blir oversatt til et maskintolkbart, entydig språk som gjør det mulig å simulere handlemåten i henhold til BML og C2SIM uten ekstra hjelp av simuleringsoperatører.

SWAP kan simulere noen viktige oppgaver i brigadeoperasjoner. To typer av framrykninger, rask og forsiktig framrykning, kan simuleres, og områder som f.eks. målområder som skal tas eller hvor avdelinger skal gi støtteild benyttes i simuleringene. Ingeniøravdelinger som rydder hindringer skissert som områder kan simuleres og den synkroniserte utførelsen av oppgaver som følge av skisserte faselinjer kan også simuleres. **Figur 2** viser hvordan en skisse av en handlemåte ser ut i SWAP.



Figur 2 Eksempel på en skisse av en handlemåte i SWAP.

SWAP har terrengeanalyse-tjenester som både blir benyttet av simuleringen, men som også kan benyttes av en bruker som støtte når handlemåter utvikles. Det er verktøy for beregninger av taktiske ruter (Bruvoll, 2014, Tolt et al. 2017), siktelinjer og utsyn, samt observasjons- og angrepsstillinger. Ruteplanleggeren finner den beste ruten ut fra flere taktiske kriterier som tid, beskyttelse, skjul og trussel, og dekker forflytning både i terreng og på vei. Vekting av disse kriteriene er basert på den oppgaven som ruten inngår i og hvilke kjøretøy som skal benytte

ruten. Brukeren kan også justere på disse vektene for å se konsekvensene på ruten og tiden det tar å følge den. Vel så viktig som å finne en god rute mellom to punkter i et område, er å bestemme posisjoner og områder for ulike formål. Brukeren gis støtte til å finne aktuelle angreps-, observasjons- og ildstøttestillinger.

Når en handlemåte er utviklet til et ønsket detaljeringsnivå kan den simuleres. Forflytninger og strid blir visualisert i SWAP med verdier for status, drivstoff-forbruk, og ammunisjon etter hvert som en simulering gjennomføres. Simuleringsystemet består av en del som simulerer K2, og en del som dekker stridssimulering. Stridssimuleringen er en aggregert simulering (på troppsnivå) som benytter et kommersielt rammeverk for datagenererte styrker, VR Forces. Simuleringen av K2 er et multi-agentsystem utviklet av FFI som tolker, dekomponerer og simulerer en digital handlemåte uttrykt i BML/C2SIM (Løvlid et al., 2013). Oppgaver som f.eks. «seize» og «support by fire» blir oversatt til et sett med mindre oppgaver som «move to location» og «set rules of engagement». Synkronisering mellom oppgaver blir oversatt til at f.eks. enheter venter med å utføre oppgaver og det sørges for at oppgaver blir utført samtidig for f.eks. å oppnå et samordnet angrep. Det er mulig å gi oppgaver på alle nivåer av oppdragsorganisasjonen, på tropps-, kompani- eller bataljonsnivå. Multi-agentsystemet sender enkle oppgaver fra det laveste stridsledelsesnivået til stridssimuleringen hvor de blir simulert. Stridssimuleringen på sin side sender tilbake rapporter som kan vises til brukeren.

SWAP er et distribuert system som bygger på internasjonale standarder og brukergrensesnittet kan kjøres i en nettleser. SWAP laster digitale kart fra en kart-tjener og kobler seg til tjenere for ruteberegninger og beregninger av sikt og stillinger. Koblinger kan bli gjort til andre simuleringer som er implementert som skytjenester.

KRIGSSPILL MED SWAP

I februar 2019 ble det gjennomført et eksperiment med krigsspill med SWAP av 52 kadetter fra avgangskullet på Krigsskolen (Seehuus et al., 2019, Seehuus et al., 2020). Eksperimentet ble gjennomført i tilknytning til temaet operativ planlegging i emnet Fordypning. Hensikten med eksperimentet var å høste innsikt i krav og potensialet for simuleringsstøtte til krigsspill av handlemåter. Eksperimentet hadde også som formål å finne ut om SWAP i den formen den da hadde, kunne gi god støtte til planlegging.

Tradisjonell manuell operasjonsplanlegging ble sammenlignet med operasjonsplanlegging med SWAP. Kadettene ble delt i 17 grupper med rundt tre i hver. To dager i forkant av selve eksperimentet ble de presentert for brigadeplanen, og på eksperimentdagen fikk de vite hvilken av tre bataljoner som de skulle lage planer for. De fikk to timer på å lage en beslutningsbrief med flere alternative handlemåter og en anbefalt handlemåte. Eksperimentet ble gjennomført som et “crossover”-eksperiment ved at alle gruppene både planla med og uten SWAP. Halvparten brukte SWAP først og den andre halvparten brukte manuell metode først. Spørreskjema ble benyttet etter hver gjennomføring.

SWAP ble presentert for kadettene to dager før eksperimentet og de fikk 30 minutter på å bli kjent med SWAP. De fikk også en kort brukermanual for SWAP. Både forskere og teknisk personell var tilgjengelig under eksperimentet og det ble påpekt at det var vel så viktig under eksperimentet å utforske SWAP for hvordan den kunne benyttes under krigsspillet som å legge vekt på en veldig god beslutningsbrief.

Kadettene greide å utnytte mulighetene SWAP gir. De benyttet analysetjenestene og beskrivelsene av handlemåtene i beslutningsbriefene viste at de hadde benyttet resultater fra simuleringene for å sammenligne handlemåter og gjennomgå ulike problemstillinger f.eks. innen logistikk. Gjennomgående var tilbakemeldingene positive og det synes som om de var i stand til å se for seg hvordan et system som SWAP kunne benyttes i krigsspill i en virkelig setting.

Selv om tiden som kadettene hadde til å lære seg å bruke SWAP var svært begrenset, var de i stand til å utnytte de funksjonene som SWAP hadde. Det ble ikke avdekket begrensninger i eksperimentet av at kadettene bare hadde fått 30 minutter til å gjøre seg kjent med SWAP. De avdekket f.eks. manglende funksjoner i SWAP som støtte for simulering av indirekte ild og de fant begrensninger i hvordan oppgaver kunne synkroniseres. Siden faselinjer var den eneste måten å synkronisere oppgaver på, førte det til bruk av unødvendig mange av dem. Verktøyene for terreng og lendeanalyser ble godt mottatt og nytten av slike verktøy under operasjoner

utenfor kjente områder ble fremhevet. De etterspurte verktøy for beregning av avstander og ønsket seg bedre muligheter for å prioritere kriteriene innbyrdes i ruteplanleggingsverktøyet. Flere forslag til funksjonalitet og eksempler på de begrensningene i SWAP som ble påpekt av kadettene finnes i (Seehuus et al., 2020).

Simuleringen kunne kjøres i syv ganger sann tid. Det viste seg å være altfor sakte. Det ble også synliggjort at å kunne veksle mellom de forskjellige metodene for krigsspill var viktig. Simuleringen må støtte aksjon-reaksjon-korreksjon-syklusene og tillate en stram iterativ sløyfe av utvikling og justering. Det ble godt mottatt av kadettene at simuleringene var basert på aggregerte modeller (modeller av tropper), da flere hadde dårlige erfaringer med oppførselsmodeller i stridssimuleringer basert på enkeltenheter. Tilbakemeldingene fra kadettene gjorde det også klart at det er viktig at begrensninger og forutsetninger for modellene er klart for dem som bruker simuleringene. En del av dette er viktigheten av validerte modeller og data. Forståelse og kunnskap om disse forholdene vil bli viktig for offiserer som skal bruke slike beslutningsstøtteverktøy som SWAP (Seehuus et al., 2020) i fremtiden.

BRUK AV SWAP FOR UNDERVISNING I OPERASJONSPLANLEGGING

Selv om SWAP er utviklet for krigsspill for operasjonsplanlegging, mener vi at SWAP, eller lignende systemer, vil kunne tilføre verdi ved gjennomføring av krigsspill i undervisning i operasjonsplanlegging. Simulering har en sentral plass i erfaringslæring og kan øke læringsutbytte ved å gi studenter et mer realistisk og oppslukende læringsmiljø. På samme måte som for operasjonsplanlegging, vil SWAP brukt i undervisning gi noen av de samme mulighetene. Det vil være mulig å gjennomføre flere praktiske øvelser, mer objektiv tilbakemelding, større grad av utforskning av muligheter og konsekvenser, osv. I (Hannay, Brathen & Hyndøy, 2015) diskuteres bruk av simulering og operasjonsplanlegging som en læringsarena for adaptiv tenkning. Flere av de tilnærmingene som der diskuteres vil kunne være nyttige i undervisningssammenheng. Et system som SWAP legger til rette for forskning på bruk av simulering i undervisning i operasjonsplanlegging.

KONKLUSJON

Planlegging av en landoperasjon, inkludert krigsspill av handlemåter, er en stor oppgave som krever vurdering av mange faktorer. Simuleringsstøtte gir mulighet for å lette den kognitive belastningen, gjør at man bruker mindre tid og gir mulighet for å undersøke flere alternativer. Simuleringsstøtten vil også gi en mer objektiv vurdering av flere faktorer enn hva manuelle krigsspill kan gi og den kan redusere krav til kompetanse til å gjennomføre krigsspill. Krigsspill for operasjonsplanlegging foregår i et miljø med få ressurser og under tidspress, så en slik støtte må være tilpasset et slikt miljø.

Teknologien har nå blitt så moden at det er på tide ikke bare å støtte den etablerte plan- og beslutningsprosessen, men også vurdere hvordan prosessen vil kunne påvirkes av teknologien og dermed kunne møte noen av innvendingene mot plan- og beslutningsprosessen som flere har tatt til orde for, se f.eks. (Smith, Sprinkle & Powers, 2015). Også dagens klare skille mellom operasjonsplanlegging og operasjonsgjennomføring med re-planlegging kan utfordres med en videreutvikling av systemer som SWAP.

FFI vil videreutvikle SWAP, med spesiell oppmerksomhet på oppførselsmodeller og dyp læring. Det er planlagt flere, både nasjonale og internasjonale eksperimenter, og det er mulighet for videre arbeid og forskning på hvordan systemer som SWAP kan bli brukt i undervisning og utdanning.

COMPETING INTERESTS

The authors have no competing interests to declare.

AUTHOR AFFILIATION

Karsten Bråthen  orcid.org/0000-0001-7347-8089
Forsvarets forskningsinstitutt – FFI, NO

- Asprusten, M., Seehuus, R. A., Gran, C. J., Douzette, A. S., Skjeltorp, A., & Kristoffersen, T. J.** (2020). Technical Description of the SWAP Research Prototype – a cloud-based system for course of action development and simulation. *FFI-RAPPORT 20/00733*.
- Asprusten, M. L., & Hannay, J. E.** (2018). Simulation-supported wargaming using M&S as a service (MSaaS). In *Multinational Interoperability: Agility for Military Training and Operational Applications, Innovation in Enterprise Level Consortiums and M&S Technology Development, STO NATO Modelling and Simulation Symposium held on 11–12 October 2018 in Ottawa, Canada*, (s. 14-1–14-11). STO Meeting Proceedings MP-MSG-159, AC/323(MSG-159)TP/873. NATO Science and Technology Organization.
- Banner, G. T.** (1997). Decision making – A better way. *Military Review*, LXXVII (5), s. 63–68.
- Brathen, K., Seehuus, R. A., & Mevassvik, O. M.** (2022). Simulation Support to Wargaming for Tactical Operation Planning. I Tolka, A., Turnista, C., & Blais, C. (Redaktører). *Simulation and Wargaming* (s. 225–248), John Wiley & Sons (Wiley). DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119604815.ch9>
- Bruvoll, S.** (2014). Situation dependent path planning for computer generated forces. *FFI-rapport 2014/01222*. Hentet 11. august 2022 fra [14-01222.pdf \(ffi.no\)](https://www.ffi.no/14-01222.pdf)
- Bruvoll, S., Hannay, J. E., Svendsen, G. K., Asprusten, M. L., Fauske, K. M., Kvernelv, V. B., Løvlid, R. A., & Hyndøy, J. I.** (2015). Simulation-supported wargaming for analysis of plans. In *Modelling and Simulation Support to Operational Tasks Including War Gaming, Logistics, Cyber Defence, NATO Modelling and Simulation Group (NMSG) Symposium held on 15–16 October 2015, in Munich, Germany*, (s. 12-1–12-16). STO Meeting Proceedings MP-MSG-133, AC/323(MSG-133)TP/651. NATO Science and Technology Organization. Hentet 12. august 2022 fra <https://www.sto.nato.int/publications/STO%20Meeting%20Proceedings/STO-MP-MSG-133/MP-MSG-133-12.pdf>
- Caffrey, M. B., Jr.** (2019). *On wargaming. How wargames have shaped history and how they may shape the future*. Newport, RI: Naval War College Press.
- Carey, S., Kleiner, M., Hieb, M. R., & Brown, R.** (2001). Standardizing battle management language – A vital move towards the army transformation. *Proceedings of IEEE Fall Simulation Interoperability Workshop, Paper 01F-SIW-067*, Orlando, FL. Hentet 24. august 2022 fra https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewi4_p70_t75AhWcQ_EDH5nADiGQFnoECAMQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.sisostds.org%2FDigitalLibrary.aspx%3FCommand%3DCore_Download%26EntryId%3D23273&usg=AOvVaw3nL4damVvz_24QaOm-yAeI
- CERDEC Public Affairs.** (2015). Commander's Virtual Staff. Army applies computer automation to operational decision making. *Army Technology Magazine*, 3(3), 16–17. Hentet 8. oktober 2021 fra [Army applies computer automation to operational decision making | Article | The United States Army](https://www.army.mil/News/Article/ArticleID/184700-sketch-thru-plan/fulltext).
- Cohen, P. R., Kaiser, E. C., Buchanan, M. C., Lind, S., Corrigan, M. J., & Wesson, R. M.** (2015). Sketch-Thru-Plan: A multimodal interface for command and control. *CACM*, 58(4), s. 56–65. Hentet 24. august 2022 fra <https://cacm.acm.org/magazines/2015/4/184700-sketch-thru-plan/fulltext>
- Doll, T., Behm, M., Brendecke, J.-W., & Kallfass, D.** (2021). From the Game Map to the Battlefield – Using DeepMind's Advanced Alphastar Techniques to Support Military Decision-Makers. I *Towards Training and Decision Support for Complex Multi-Domain Operations, NATO Modelling and Simulation Group (NMSG) Symposium held on 21–22 October 2021, in Amsterdam, the Netherlands* (s.14-1–14-14). STO Meeting Proceedings STO-MP-MSG-184, AC/323(MSG-184)TP/1055. NATO Science and Technology Organization. Hentet 22. februar 2022 fra <https://www.sto.nato.int/publications/STO%20Meeting%20Proceedings/STO-MP-MSG-184/MP-MSG-184-14.pdf>
- Forbus K. D., Ferguson R. W., & Usher J. M.** (2001) Towards a computational model of sketching. *Proceedings of the 6th International Conference on Intelligent User Interfaces*. ACM Press, s. 77–83. DOI: <https://doi.org/10.1145/359784.360278>
- Goecks, V. G., Waytowich, N., Asher, D. E., Park, S. J., Mittrick, M., Richardson, J., Vindiola, M., Logie, A., Dennison, M., Trout, T., Narayanan, P., & Kott, A.** (2021). On games and simulators as a platform for development of artificial intelligence for command and control. arXiv:2110.11305v1 [cs.LG] 21 Oct 2021, Hentet 23. februar 2022 fra. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2110.11305>
- Hannay, J. E., Brathen, K., & Hyndøy, J. I.** (2015). On How Simulations Can Support Adaptive Thinking in Operations Planning. In *Modelling and Simulation Support to Operational Tasks Including War Gaming, Logistics, Cyber Defence, NATO Modelling and Simulation Group (NMSG) Symposium held on 15–16 October 2015, in Munich, Germany* (s. 18-1–18-14). STO Meeting Proceedings MP-MSG-133, AC/323(MSG-133)TP/651. NATO Science and Technology Organization. Hentet 29. september 2021 fra <https://www.sto.nato.int/publications/STO%20Meeting%20Proceedings/STO-MP-MSG-133/MP-MSG-133-18.pdf>
- Hannay, J. E., Brathen, K., & Mevassvik, O. M.** (2017). A hybrid architecture framework for simulation in a service-oriented environment. *Systems Engineering*, 20(3), s. 235–256 DOI: <https://doi.org/10.1002/sys.21390>

- Hannay, J. E., van der Berg, T., Gallant, S., & Gupton, K.** (2021). Modelling and Simulation as a Service infrastructure capabilities for discovery, composition and execution of simulation services. *Journal of Defense Modeling and Simulation: Application, Methodology, Technology*, 18(1). s. 5–28. DOI: <https://doi.org/10.1177/1548512919896855>
- Headquarters Department of the Army.** (2005). *Army planning and orders production*. FM 5-0. Washington, DC.
- Hill, R. R., & Miller, J. O.** (2017). A History of United States Military Simulation. In *Proceedings of the 2017 Winter Simulation Conference*, Eds. W.K. V. Chan, et al., s. 346–364. DOI: <https://doi.org/10.1109/WSC.2017.8247799>
- Huber, D., & Kallfass, D.** (2015). Applying data farming for military operation planning in NATO MSG-124 using the interoperation of two simulations of different resolution. *Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference*. s. 2535–2546. DOI: <https://doi.org/10.1109/WSC.2015.7408363>
- Hyndoy, J. I., Mevassvik, O. M., & Brathen, K.** (2014). Simulation in Support of Course of Action Development in Operations. In *Proceedings of Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC) 2014, Orlando, FL, December 2014*, s. 1844–1854.
- Hærens våpenskole.** (2021). Stabshåndbok for Hæren – Plan- og beslutningsprosessen, 11. januar 2021.
- IEEE.** (2010). *Standard for modeling and simulation (M&S) high level architecture (HLA)*. (IEEE Standard 1516–2010). IEEE.
- Kimeche, L., & de Champs, P.** (2004). M&S decision support for course of action analysis, APLET. *Proceedings of NATO Modelling and Simulation Group Symposium 2004*. s. 4-1–4-21.
- Kott, A., Budd, R., Ground, L., Rebbapragada, L., & Langston, J.** (2005). Building a Tool for Battle Planning: Challenges, Tradeoffs, and Experimental Findings. *Applied Intelligence*, 23(3), s. 165–189 DOI: <https://doi.org/10.1007/s10489-005-4606-z>
- Lawson, J., III** (2016). M&S Support to Wargaming. *CSIAAC Journal of Cyber Security & Information Systems*. 4(3). s. 28–35. Hentet 7. oktober 2021 fra <https://csiac.org/articles/ms-support-to-wargaming/>.
- Løvlid, R. A., Alstad, A., Mevassvik, O. M., de Reus, N., Henderson, H., van der Vecht, B., & Luik, T.** (2013). Two approaches to developing a multi-agent system for battle command simulation. *I Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference*. s. 1491–1502. DOI: <https://doi.org/10.1109/WSC.2013.6721533>
- Løvlid, R. A., Bruvoll, S., Brathen, K., & Gonzalez, A.** (2018). Modeling the behavior of a hierarchy of command agents with context-based reasoning. *Journal of Defense Modeling and Simulation: Application, Methodology, Technology*, 15(4). s. 369–381. DOI: <https://doi.org/10.1177/1548512917702832>
- Ministry of Defence.** (2017). *Wargaming Handbook*. Development, Concepts and Doctrine Centre. Hentet 10. mars 2022 fra [Wargaming Handbook \(publishing.service.gov.uk\)](http://wargaminghandbook.publishing.service.gov.uk).
- Narayanan, P., Vindiola, M., Park, A., Logie, A., Waytowich, N., Mittrick, M., Richardson, J., Asher, D., & Kott, A.** (2021). First-Year Report of ARL Director's Strategic Initiative (FY20–23): Artificial Intelligence (AI) for Command and Control (C2) of Multi-Domain Operations (MDO), ARL-TR-9192, Devcom Army Research Laboratory, May 2021. Hentet 11. august 2022 fra [First-Year Report of ARL Director's Strategic Initiative \(FY2023\): Artificial Intelligence \(AI\) for Command and Control \(C2\) of Multi-Domain Operations \(MDO\) \(dtic.mil\)](http://www.dtic.mil)
- Perla, P.** (2012). The art of wargaming. A guide for professionals and hobbyists. J. Curry, Ed. www.wargaming.com, 2012.
- Rasch, R., Kott, A., & Forbus, K. D.** (2003). Incorporating AI into Military Decision Making: An Experiment. *IEEE Intelligent Systems*, 18(4). s. 18–26 DOI: <https://doi.org/10.1109/MIS.2003.1217624>
- Reddie, A. W., Goldblum, B. L., Lakkaraju, K., Reinhardt, J., Nacht, M., & Epifanovskaya, L.** (2018). Next-generation wargames. Technology enables new research designs, and more data. *Science*, 362(6421). s. 1362–1364 DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aav2135>
- Roman, P., & Surdu, J.** (2009). Simulation Support to Operations – Bringing Simulation to the Fight. I *Proceedings of Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC) 2009, Orlando, FL, December 2009*, paper 9021, s. 1–13.
- Schubert, J., Seichter, S., Zimmermann, A., Huber, D., Kallfass, K., & Svendsen, G. K.** (2017). Data farming decision support for operation planning. *Proceedings of 11th NATO Systems Analysis and Studies Panel Operations Research and Analysis Conference*. s. 7.2-1–7.2-20. Hentet 12. august 2022 fra <https://www.sto.nato.int/publications/STO%20Meeting%20Proceedings/STO-MP-SAS-OCS-ORA-2017/MP-SAS-OCS-ORA-2017-07-2.pdf>
- Schwartz, P., O'Neill, D., Bentz, M., Brown, A., Doyle, B., Liepa, O. C., Lawrence, R., & Hull, R. D.** (2020). AI-enabled Wargaming in the Military Decision Making Process. In *Proceedings of SPIE 11413, Artificially Intelligence and Machine Learning for Multi-Domain Operations Applications II*. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.2560494>
- Seehuus, R. M., Rise, Ø. R., Hannay, J. E., Wold, R., & Matlary, P.** (2019). Simulation-Based Decision Support for Military Planning. In *Proceedings of Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC) 2019, Orlando, FL, December 2019*, paper 19212.

- Seehuus, R. A., Rise, Ø. R., Hannay, J. E., Wold, R., & Matlary, P.** (2020). Cloud-based decision support system for military planning operations. *FFI-RAPPORT 20/00595*. Hentet 11. august 2022 fra <https://publications.ffi.no/nb/item/asset/dspace:6654/20-00595.pdf>
- SISO.** (2020). Standard for Command and Control Systems – Simulation Systems Interoperation, SISO-STD-019-2020, version 1.0, 25 April 2020. Hentet 12. august 2020 fra https://www.sisostds.org/DesktopModules/Bring2mind/DMX/API/Entries/Download?Command=Core_Download&EntryId=51771&PortalId=0&TabId=105
- Smith, M. J., Sprinkle, R. B., & Powers, J.** (2015). “Fixing” the Military Decision Making Process (MDMP). In *Proceedings of Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (IIITSEC) 2015, Orlando, FL, December 2015*, paper 15220.
- Surdu, J. R., & Kittka, K.** (2008a). The deep green concept. *Proceedings of Spring Simulation Multiconference (SpringSim '08)*, Society for Computer Simulation International, s. 623–631.
- Surdu, J. R., & Kittka, K.** (2008b). Deep green: Commander's tool for COA's concept. *6th International Conference on Computing, Communication and Control Technologies, CCCT 2008*, Orlando, FL.
- Tolt, G., Hedström, J., Bruvoll, S., & Asprusten, M.** (2017). Multi-aspect planning for enhanced ground combat simulation. In *IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)*. s. 2885–2892. DOI: <https://doi.org/10.1109/SSCI.2017.8280886>
- Turnitsa, C.** (2016). Adjudication in wargaming for discovery. *CSIAJ Journal of Cyber Security & Information Systems*, 4(3), s. 28–35. Hentet 8. oktober 2021 fra <https://csiac.org/articles/adjudication-in-wargaming-for-discovery/>

TO CITE THIS ARTICLE:

Bråthen, K. (2022). Krigsspill i operasjonsplanlegging: Hva datasimuleringer bidra med?. *Scandinavian Journal of Military Studies*, 5(1), pp. 309–322. DOI: <https://doi.org/10.31374/sjms.129>

Submitted: 29 October 2021

Accepted: 04 April 2022

Published: 19 September 2022

COPYRIGHT:

© 2022 The Author(s). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited. See <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Scandinavian Journal of Military Studies is a peer-reviewed open access journal published by Scandinavian Military Studies.