

Battlefield Management Systems for Hærens manøveravdelinger

Sluttrapport for BMS-arbeidet under FFI-prosjekt 1019 – TEKNISK

Marius Halsør

Forsvarets forskningsinstitutt/Norwegian Defence Research Establishment (FFI)

03.11.2009

FFI-rapport 2009/01403

1019

P: ISBN 978-82-464-1662-5

E: ISBN 978-82-464-1663-2

Emneord

BMS – Battlefield Management Systems

AR – Augmented Reality

Simulator

K2IS

Godkjent av

Einar Østevold

Prosjektleder

Johnny Bardal

Avdelingssjef

Sammendrag

Denne rapporten er en sluttrapport for BMS-aktiviteten i FFI-prosjekt 1019, TEKNISK. Vi har i prosjektet lagt hovedvekt på å studere operativ nytte av mulige fremtidige BMS-funksjoner. For dette formålet har vi utviklet et eget eksperiment-BMS, som er beskrevet i kapittel 2. Vi har også utviklet en simulator som et verktøy for å teste nytten av BMS-funksjonalitet. Arbeidet med simulatoren er beskrevet i en egen rapport, se [4].

Vi har gjennomført to simulatorøvelser og ett felteksperiment i prosjektet. Disse er alle kort beskrevet i dette dokumentet, sammen med de viktigste konklusjonene. Begge simulatorøvelsene og felteksperimentet er grundigere dokumentert i separate rapporter, se [1], [2] og [3].

Under arbeidet med den første simulatorøvelsen begynte vi å se på mulighetene for å visualisere BMS-informasjon direkte i siktebildet til stridskjøretøyene gjennom AR. Dette hadde et stort potensial, og vi har fulgt opp dette gjennom prosjektet. Arbeidet med AR, samt videre planer for AR og BMS, er også beskrevet i denne rapporten.

English summary

This report summarizes the BMS activity of FFI-project 1019, TEKNISK. The project has studied the effect and usefulness of various possible future BMS functions. For this purpose we have developed an in-house experimental BMS, described in chapter 2. We have also developed a simulator serving as a tool for test and evaluation of BMS. The simulator work is described in a separate report [4].

We have conducted two simulator exercises and one field experiment. These are briefly described in this report, along with the most important conclusions. Both simulator exercises and the field experiment are documented in separate reports ([1], [2] and [3]).

During the preparations for the first simulator experiment, we started looking at the possibility of visualizing BMS information directly in the sights of combat vehicles, through the use of augmented reality (AR). This proved to have a great potential, and was accordingly studied further in the project. The work done on AR, as well as future plans for AR and BMS work, are also described in this report.

Innhold

	Forkortelser og uttrykk	6
1	Innledning	7
2	BMS for test og eksperimentering	8
2.1	Hva er et BMS	8
2.2	Bakgrunnen for et eget BMS for eksperimentering	8
2.3	Grunnidéen bak eget BMS	9
2.4	Funksjonalitet i eget BMS	9
2.5	Grensesnitt til eksperimentelt BMS	13
3	Test av eksisterende BMS	14
3.1	NORTaC BMS	14
3.2	FINDERS	15
4	Simulatorøvelsen høsten 2006	16
4.1	Simulator og BMS	16
4.2	Nyttevurderinger	18
5	Feltekspériment høsten 2008	20
5.1	Konsept	20
5.2	Resultater	21
6	Simulatorøvelsen våren 2009	22
6.1	Gjennomføring	22
6.2	Konklusjoner	23
7	Augmented Reality (AR)	25
7.1	Virkemåten for AR	25
7.2	Bruksområder	27
8	Oppsummering	28
	Referanser	29

Forkortelser og uttrykk

APS: Active Protection System, eller aktivt beskyttelsessystem. Dette er et system for å bekjempe et missil eller prosjektil før det treffer kjøretøyet.

AR: Augmented Reality, eller ”utvidet virkelighet”. Dette innebærer at man viser grafisk informasjon direkte i bildet av den reelle scenen.

ar-lab: Et firma i Halden som jobber med AR. Springer ut fra IFE.

BFT: Blue Force Tracking. Dette begrepet brukes om funksjonalitet som viser hvor en selv og andre egne enheter befinner seg, samt i enkelte tilfeller også deres orientering.

BMS: Battlefield Management System. BMS er et beslutningsstøtte- og ledelsessystem. Inkluderer blant annet BFT, samt utveksling av annen digital informasjon mellom kjøretøyene i enheten.

CDE: Concept, Development and Experimentation. Forsvarsdepartementet deler hvert år ut penger til eksperimentering for utvikling av nye konsepter. Vi omtaler eksperimenter finansiert gjennom denne ordningen som CDE-eksperimenter.

CV9030: Dette er betegnelsen på stormpanservognen som er i bruk i det norske Forsvaret i dag.

FFI: Forsvarets forskningsinstitutt.

FINDERS: Navnet på BMSet som brukes av det franske forsvaret.

HLA: High Level Architecture. Dette er en standard for utveksling av informasjon mellom forskjellige militære simulatorer.

IFE: Institutt For Energiteknikk.

K2IS: Kommando, Kontroll og InformasjonsSystem (C2IS på engelsk).

KDA: Kongsberg Defence and Aerospace.

MRR: MultiRolleRadio. Militær tale- og dataradio utviklet av KDA.

MUAS: Mini Unmanned Aerial System. Liten, ubemannet luftfarkost.

NORTaC BMS: BMS utviklet av KDA, med utgangspunkt i NORTaC K2IS.

NORTaC K2IS: NORwegian Tactical and Combat K2IS. K2ISet som brukes på taktisk nivå i den norske hæren i dag.

OFU: Offentlig støttet Forskning og Utvikling.

TEKNISK: TEKnologier for NettverksIntegrerte StridsKjøretøy. Dette er navnet på FFI-prosjekt 1019, som BMS-arbeidet som beskrives i denne rapporten ble utført under.

UAV: Unmanned Aerial Vehicle, eller ubemannede flyvende farkoster.

VBS2: Virtual BattleSpace 2. Programvare for trening og simulering av landstyrker på lavt nivå. Utviklet av Bohemia Interactive, med utgangspunkt i et kommersielt spill.

VF: VognFører. Dette er personen som styrer et stridskjøretøy.

VK: VognKommandør. Dette er personen som leder mannskapet i et stridskjøretøy, og som også kommuniserer med andre kjøretøy i enheten.

1 Innledning

FFI-Prosjekt 1019 TEKNISK (TEKnologier for NettverksIntegrert StridsKjøretøy) startet opp januar 2005, og ble avsluttet juni 2009. En betydelig del av arbeidet i prosjekt TEKNISK, samlet i et eget delprosjekt, omhandlet K2IS og BMS. Denne rapporten er en sluttrapport for arbeidet med BMS i prosjekt TEKNISK.

Prosjektet skulle se på fremtidige muligheter for BMS, og det var et poeng at vi ikke skulle låse oss til eksisterende løsninger eller teknologi. For å kunne vurdere nytten av diverse mulig BMS-funksjonalitet, har prosjektet utviklet et eget eksperiment-BMS. Dette er benyttet i to simulatorøvelser og ett felteksperiment, der funksjonalitet er vurdert av militært personell.

En viktig mulighet som ble diskutert mellom prosjekt TEKNISK og FFI-prosjekt TUARUS, som studerer teknologier knyttet til UAV, var koplingen mellom MUAS (Mini Unmanned Aerial Systems) og BMS. Tanken er at en MUAS kan brukes som oppklaring for en mekanisert avdeling. Det vil i så fall være en stor fordel om et BMS kan brukes for å gi oppdrag til MUAS, og om informasjon som samles inn av MUAS kan deles med avdelingen via et BMS. Dette var bakgrunnen for felteksperimentet som ble gjennomført høsten 2008, der vi blant annet demonstrerte nettopp koplingen mellom MUAS og BMS [2].

Innledningsvis var det tenkt at prosjektet også skulle se på informasjonsinfrastruktur i BMS-sammenheng. Dette arbeidet ble påbegynt, men aldri fullført. Dette skyldes dels et lengre fravær av aktivitetsleder, og dels at prosjektet så det som mer formålstjenlig å fokusere på funksjonalitet.

I tillegg til et BMS for eksperimentformål, ble også en simulator der dette skulle testes utviklet under prosjekt TEKNISK. For denne simulatoren tok vi utgangspunkt i et kommersielt spill, hvilket trolig var første gang ved FFI. Utviklingen av simulatoren sammenfalt i tid med oppbyggingen av FFIs Battlelab, og vi har hatt stor nytte av disse fasilitetene. Simulatoren har vært under kontinuerlig utvikling, og har blitt tatt i bruk av flere prosjekter ved flere avdelinger ved FFI. Vi ser også at Forsvaret selv har tatt i bruk simulatorer basert på kommersielle spill for treningsformål, og vi har valgt å flytte vår simulator til samme plattform som Forsvaret selv bruker. Arbeidet med simulatoren blir imidlertid nærmere beskrevet i en annen rapport [4], og beskrives derfor ikke i detalj her.

En spennende mulighet som har dukket opp under prosjektets gang, er bruk av Augmented Reality (AR) for visualisering av BMS-informasjon (og for så vidt også annen relevant informasjon). Dette dukket opp som en idé under forberedelsene til vår første simulatorøvelse i 2006. Vi har siden innledet et tett samarbeid med ar-lab, et firma som springer ut fra IFE, og som jobber spesielt med AR. Sammen med ar-lab demonstrerte vi AR for visualisering av BMS under felteksperimentet høsten 2008.

Disposisjonen i denne rapporten er som følger: Kapittel 2 beskriver det eksperimentelle BMSet som er utviklet i prosjektet, og kapittel 3 omhandler eksisterende BMS som vi har studert og testet i prosjektet, primært norske NORTaC BMS og franske FINDERS. Kapittel 4 dekker simulatorøvelsen høsten 2006, kapittel 5 tar for seg felteksperimentet høsten 2008 og kapittel 6 beskriver simulatorøvelsen som ble gjennomført våren 2009. Selve utviklingen av simulatoren beskrives nærmere i en egen rapport [4]. Arbeidet med AR dekkes i kapittel 7, og rapporten oppsummeres i kapittel 8.

2 BMS for test og eksperimentering

2.1 Hva er et BMS

Selv om de fleste i hovedsak er enige om hva som legges i dette, brukes begrepet BMS litt forskjellig av forskjellige miljøer. Det er derfor på sin plass å presisere hva vi i denne sammenhengen mener med et BMS.

I en mekanisert avdeling vil hvert kjøretøy ha diverse sensorer og sambandsbærere. De vil også ha en datamaskin med en eller flere applikasjoner, og et brukergrensesnitt, som regel en trykkskjerm. Sensorene kan være øyne, dagsikte, IR-sikte, radarer, GPS eller annet. Sambandsbærerne vil være en form for radio, muligens en taktisk WLAN-radio. Datamaskinen kan ha flere applikasjoner, men "BMS-applikasjonen" vil typisk vise et kart eller et bilde over området der man befinner seg, samt posisjon til en selv, andre kjøretøy i enheten, og ulike typer observasjoner. De fleste BMS vil ha diverse annen funksjonalitet i tillegg til dette, blant annet en rekke kartfunksjoner.

I vår definisjon av et BMS inkluderer vi visning, bearbeiding og videreformidling av digital informasjon – altså applikasjonen, brukergrensesnittet og den aktuelle sambandsbæreren. Vi inkluderer ikke sensorene, men ser på disse som noe som gir input til BMSet. Samband som brukes for talekommunikasjon ser vi heller ikke på som en del av et BMS.

I mange sammenhenger er det naturlig å se på hva som finnes i databasen til ett bestemt kjøretøy, eventuelt hva som vises på ett bestemt kjøretøys skjerm. Av og til vil vi bruke det noe upresise begrepet "dette kjøretøyets BMS" om dette.

2.2 Bakgrunnen for et eget BMS for eksperimentering

Det finnes mange BMS mer eller mindre tilgjengelige på markedet. Blant NATO-land kan man nesten si at hvert land utvikler sitt eget BMS. I Norge har KDA lenge arbeidet med NORTaC BMS, som også har vært testet i skarpe operasjoner av det norske Forsvaret (se kapittel 3.1). Det jobbes også med et konkurrerende BMS, BMS Maria (tidligere FAC NAV), som utvikles av Teleplan. Man skulle derfor kanskje tro det var unødvendig for FFI å utvikle sitt eget BMS.

Imidlertid er det slik at dersom man går til anskaffelse av et eksisterende system, er det ofte svært vanskelig å selv kunne gjøre endringer på dette systemet. Det er nærmest umulig å få tilgang til kildekoden, og selv om man skulle få det, vil det være en svært omstendelig prosess å sette seg inn i slik kode.

For oss var det dessuten et poeng å se på **fremtidige** løsninger. Dette innebar å utvikle og teste funksjonalitet som ikke ligger inne i eksisterende BMS og som kanskje ikke er mulig å få til med eksisterende teknologi, men som vi kunne få til i et simuleringsmiljø. Dette gjorde at vi så oss nødt til å utvikle vårt eget BMS for eksperimentering.

2.3 Grunnidéen bak eget BMS

Mye av funksjonaliteten i et BMS kommer fra en kartmotor. Dette gjelder ”enkle” ting som zooming og panorering, men også mer kompliserte ting, som for eksempel beregning av fri sikt. Slike ting er det gjerne lagt ned mye arbeid i ved utvikling av en kartmotor. Da dette er funksjonalitet som er kjent og uttestet, så ikke vi det som noe poeng å legge ned et stort arbeid på dette området. Vi innså at vårt BMS ville trenge denne type funksjonalitet, men bestemte oss for å gjøre dette på en enkel måte, vel vitende om at dette ikke ville bli like bra som det en kommersiell kartmotor kan tilby.

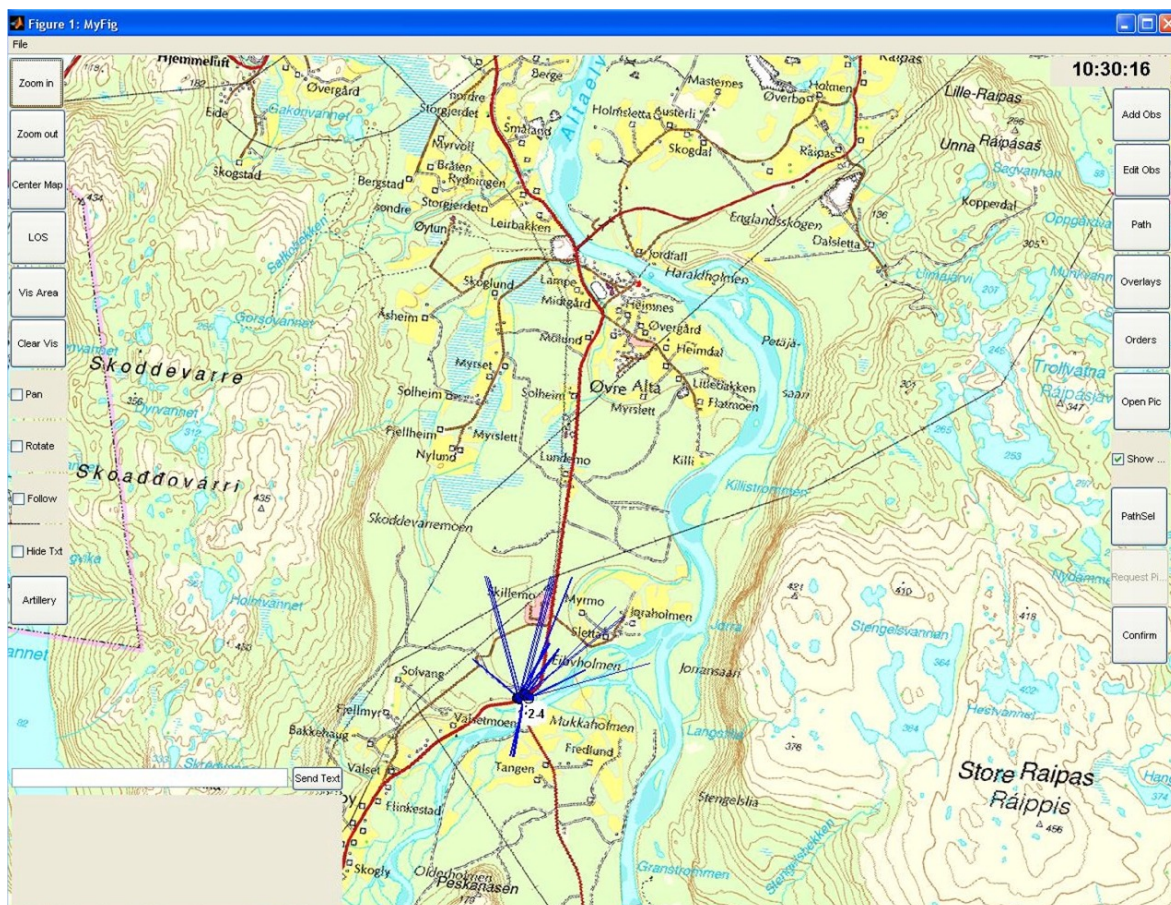
Det er mange områder der man ikke trenger å legge ned like mye arbeid i et eksperimentelt BMS som man trenger i et reelt BMS. Vårt fokus var å få den funksjonaliteten vi ønsket å teste på plass. Ett eksempel er at vi i første omgang bare skulle være på laboratoriet, der vi bruker kabelforbindelser i stedet for trådløs kommunikasjon (radio). Da trengte vi ikke tenke så mye på pakketap. Et annet eksempel er at vi alltid visste hvor mange enheter som skulle delta, så vi trengte ikke håndtere at nye enheter kom til underveis. Vi tok de snarveiene vi kunne, for raskt å få noe som fungerte opp og gå.

Vi valgte å programmere BMSet vårt i MatLab, da det her er raskt og enkelt å legge til ny funksjonalitet, og det var et språk som var godt kjent for de som skulle programmere BMSet.

2.4 Funksjonalitet i eget BMS

BMSet som ble utviklet i prosjektet er grundigere dokumentert i [6]

BMSet har gjennomgått en konstant utvikling, og det er selvsagt mer funksjonalitet tilgjengelig nå enn under det første eksperimentet. Her beskrives funksjonaliteten som var tilgjengelig under siste eksperiment, mai 2009. Hovedskjermen til BMSet er vist i Figur 2.1.



Figur 2.1 Skjerm bilde av hovedvinduet i BMSet

- **Blue force tracking**

Dette betyr at posisjon, kjøreretning og retning på tårn vises på skjermen for eget kjøretøy, samt alle andre kjøretøy som er koplet til BMSet. Tårnretning for andre kjøretøy kan skrues av dersom det blir for kaotisk på skjermen. Blue force tracking, eller BFT, er grunnstammen i et hvert BMS.

- **Observasjoner**

Med en "observasjon" menes her en grafisk markering på kartet. Som regel er markerer dette noe observatøren har sett på det aktuelle stedet, men det kan også brukes for andre formål, for eksempel navigasjon. Observasjoner som opprettes blir automatisk sent til alle andre med BMS. Etter at en observasjon er opprettet, kan den gis en type (infanteri, stridsvogn o.l.) og en side (vennlig, fiendtlig o.l.). Randen på observasjonen indikerer om observasjonen er "fersk" (den skifter farge hvert 30. sekund de første 120 sekundene).

- **Lasermarkering av mål**

Observasjoner kan angis ved å trykke på ønsket posisjon på kartet, eller ved å skyte en laser på et punkt i terrenget med laseren til VK.

- **Historikk**

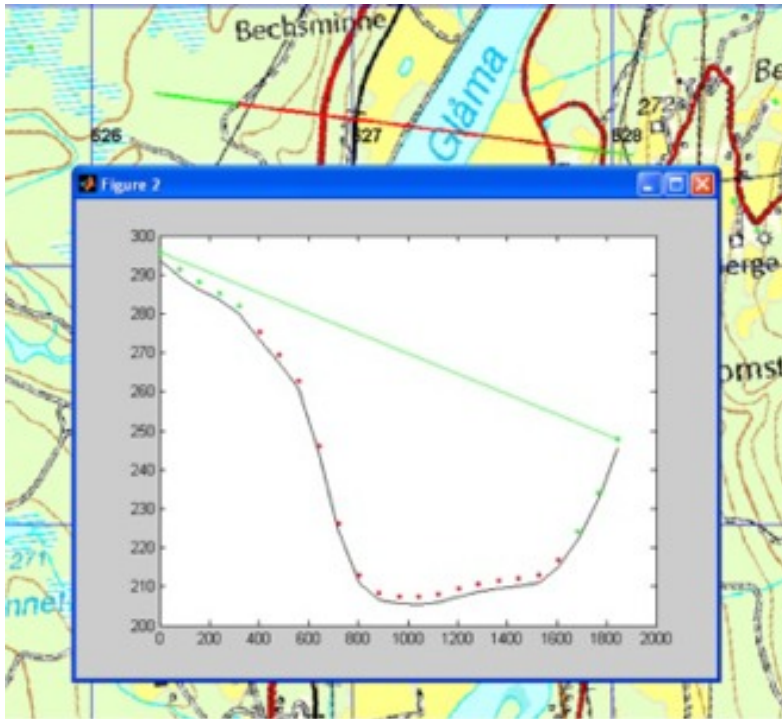
Man kan få opp historikken til hver enkelt observasjon: Når ble den først lagt inn, hvem la den inn, når ble den endret og hvem endret den.

- **Zoom, pan, sentrer kart**

Panorering er vanskelig å få til på en god måte på trykkskjermer, derfor er funksjonen ”sentrer kart”, der man sentrerer kartet rundt et punkt man trykker på, bedre. Ved zoom inn/ut zoomes det alltid en faktor 2.

- **Fri sikt-beregninger**

Man kan enten beregne fri sikt langs en linje (se Figur 2.2), eller visualisere hva man kan se fra et bestemt punkt.



Figur 2.2 Fri sikt langs en linje. Hva som kan sees vises i kartet, og terrengprofil vises i eget vindu

- **Selv i sentrum**

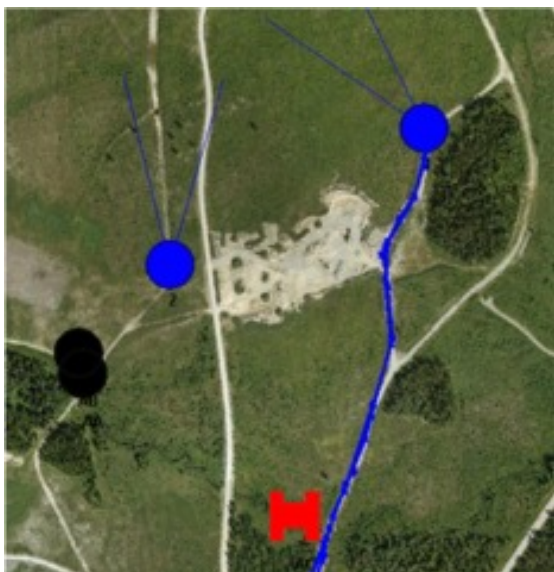
Man kan velge om kartet automatisk skal justeres når eget kjøretøy nærmer seg kanten på skjermen.

- **Rotere kart**

Man kan velge om kjøreretningen eller nord skal være opp på skjermbildet.

- **Stivising**

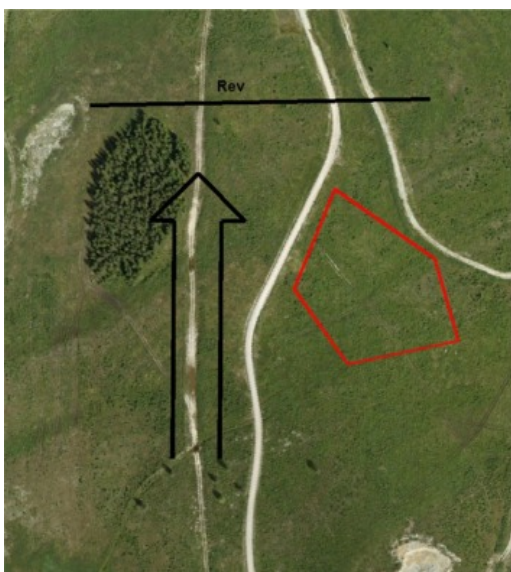
Viser hvilken rute et bestemt kjøretøy har kjørt (se Figur 2.3).



Figur 2.3 Eksempel på stivising. Her er bakgrunnen et flyfoto, ikke et kart

- **Lage og sende enkle ordre**

Tekst, linjer, piler og polygoner kan tegnes og distribueres. De lagres i bestemte "lag", som den enkelte bruker kan velge om han/hun vil vise på skjermen eller ikke; se Figur 2.4.



Figur 2.4 Eksempel på grafisk ordre. Her er bakgrunnen et flyfoto, ikke et kart

- **Tekstmeldinger**

- **Be om artilleri**

Man får opp en egen meny, der man angir området man ønsker artilleri i. Dette blir utløst eller avslått av et dedikert "artilleri-BMS".

- **Playback**

Det er mulig å spille av pågående eller tidligere sesjoner. Det er bare egne enheter og observasjoner som vises i playback, ikke ordre. Dette brukes primært til analyser etter bruk av BMSet.

- **Motta bilder fra MUAS**

MUAS kan sende bilder til alle BMSer. Posisjonen til bildet og tidspunktet det ble tatt vises også, samt hvor MUAS var da den tok bildet.

- **Be om bilder fra MUAS**

Man kan se hvor MUAS har flydd, velge et punkt langs denne banen og be om bildet som ble tatt på dette tidspunktet.

- **AR**

Dette er strengt tatt ikke BMS-funksjonalitet, men en måte å visualisere informasjon på, og det er programmert i simulatoren, eller i en egen AR-PC i et reelt kjøretøy. Informasjonen i BMSet kan vises direkte i siktebildet på simulatoren; se Figur 2.5.



Figur 2.5 AR slik det så ut under felteksperimentet høsten 2008

2.5 Grensesnitt til eksperimentelt BMS

Vårt BMS må kunne kommunisere både med simulatorer og reelle kjøretøy, i tillegg til AR-systemer. I tillegg må BMSene selvsagt også kunne kommunisere seg imellom.

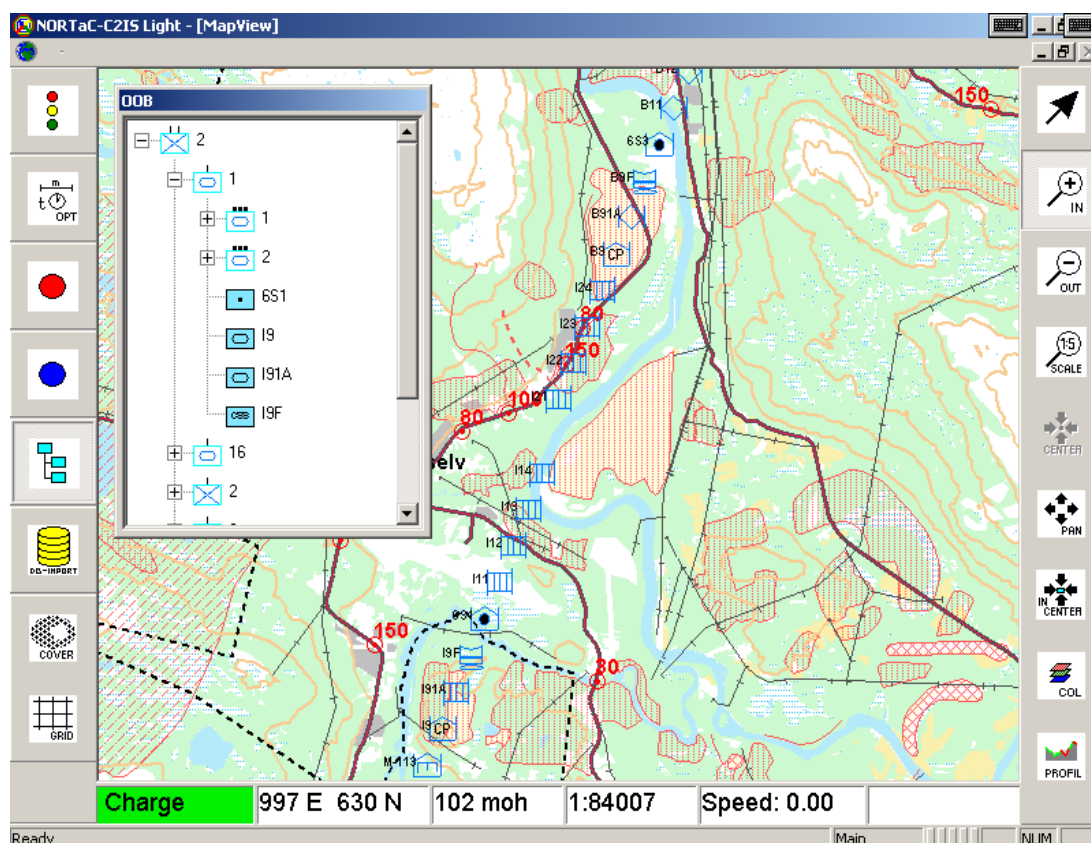
For kommunikasjon mellom de forskjellige BMS-stasjonene laget vi et eget kommunikasjonsgrensesnitt. I den første fasen av prosjektet, før vi skulle ut i felt, foregikk kommunikasjonen på fiberbasert LAN på laboratoriet. I forbindelse med feltforsøket høsten 2008, ble kommunikasjonsgrensesnittet forbedret slik at det også kunne brukes i felt med radioer som kommunikasjonsbærere, hvilket gir en del nye utfordringer sammenlignet med et fiberbasert LAN.

For kommunikasjon mot simulatorer ble det utviklet et HLA-grensesnitt for BMSet. HLA er en standard for utveksling av data mellom forskjellige militære simulatorer. Dette gjør at BMSet i prinsippet kan utveksle data med enhver simulator som har et HLA-grensesnitt. For kommunikasjon med AR-systemet ble det laget et grensesnitt for AR-systemet likt det som finnes internt mellom BMSene. Et slikt grensesnitt ble også utviklet for siste versjon av simulatoren, slik at vi nå kan bruke dette for kommunikasjon mellom BMSene og denne simulatoren. Angående informasjon fra kjøretøyet, gjelder dette posisjon, som kommer fra GPS, og retning på tårn (og i prinsippet skrog, men dette viste vi ikke under feltøvelsen), som vi under feltøvelsen fikk fra gyrokompasset TALIN 3000 over ethernet.

3 Test av eksisterende BMS

I prosjektet har vi naturlig studert flere eksisterende BMS, i tillegg til å teste ut funksjonalitet gjennom diverse øvelser. Det finnes mange BMS fra forskjellige leverandører hos forskjellige nasjoner. Vi har tatt et overfladisk blikk på flere av dem, og en grundigere undersøkelse av noen få. De vi har undersøkt grundigst, er norske KDAs NORTaC BMS og franske NEXTERS FINDERS.

3.1 NORTaC BMS



Figur 3.1 Skjerm bilde av NORTaC BMS slik det så ut i 2006

KDA har utviklet det K2ISet som brukes på taktisk nivå i den norske Hæren i dag. Dette systemet heter NORTaC K2IS (ofte bare referert til som NORTaC). Med utgangspunkt i dette K2ISet har KDA utviklet et BMS, NORTaC BMS (tidligere NORTaC light eller NORTaC stridsledelse). Vi har sett NORTaC BMS brukt under vinterøvelser, og vi har også fått testet dette BMSet på laboratoriet vårt (FFIs Battlelab), koplet opp mot simulatoren vår. Et skjermbilde av en tidlig versjon av NORTaC BMS er vist i Figur 3.1.

Som all programvare, er også NORTaC BMS i kontinuerlig utvikling, og dagens versjon er en del forskjellig fra versjonen vi fikk låne i 2006. Tanken har vært at NORTaC BMS skal være enkelt å bruke, og ikke være overlesset med mindre viktige funksjoner. I hovedsak hadde versjonen vi testet BFT (Blue Force Tracking) og en del kartfunksjonalitet, samt mulighet for å legge inn observasjoner.

Idéen bak NORTaC BMS er at det skal være svært enkelt både å lære og å bruke systemet. Den norske hæren bruker KDAs MRR som kommunikasjonsbærer for NORTaC BMS. BMSet har vært testet ut i flere vinterøvelser av det norske forsvaret, og det har også blitt brukt i skarpe oppdrag i utenlandsoperasjoner.

NORTaC BMS brukes typisk innad i et kompani, men kan utvides til å inkludere flere kompanier mot at man får lavere oppdateringsrate. I dag sendes posisjonsoppdateringer om lag hvert 10. sekund, og det har også blitt sendt hvert 5. sekund med færre deltakere på nettet. Oppdateringsfrekvensen er primært en konsekvens av radioen som benyttes, men det sier også noe om bruksområdet for BMSet. Hæren har så langt brukt MRR som sambandsbærer for NORTaC BMS. Dette er en radio med lang rekkevidde, men med relativt liten båndbredde.

3.2 FINDERS



Figur 3.2 Skjerm bilde fra hovedskjermen i FINDERS slik det så ut i 2006

FINDERS er et BMS utviklet av tidligere GIAT, nå NEXTER. Det er i bruk i den franske hæren. Etter noen innledende møter med NEXTER inngikk vi en avtale der FFI fikk låne to installasjoner av FINDERS for uttesting og kopleing mot vår simulator, mot at vi lagde en rapport om disse undersøkelsene (5).

FINDERS virker svært modent og er, som alle slike systemer, under kontinuerlig utvikling. Den franske hæren bruker sin PR4G-radio som kommunikasjonsbærer. Med denne kan de sende posisjonsoppdateringer ikke oftere enn hvert 30. sekund. FINDERS har betydelig mer

funksjonalitet enn NORTaC BMS, og virker å være designet for et noe høyere nivå. Det er ikke like enkelt å bruke, og ting tar litt mer tid. Når man ser på funksjonaliteten som er tilgjengelig, virker det som om dette systemet ligger nærmere NORTaC K2IS, det norske K2ISet på taktisk nivå, enn NORTaC BMS.

4 Simulatorøvelsen høsten 2006

Denne øvelsen ble gjennomført som en CDE-øvelse. Formålet med øvelsen, slik det er formulert i CDE-søknaden, er : ”Utarbeide og demonstrere konsept for BMS i Mek-bataljonen for innpassing av stridskjøretøy i nettverksbasert forsvar”. Det som konkret ble gjort, var følgende: Vi utarbeidet sju scenarier som var spesielt designet for å studere bestemt BMS-funksjonalitet. Det eksperimentelle BMSet (se kapittel 2) og en stridskjøretøysimulator (4) ble utviklet. Åtte personer fra TMBN kom til FFI, og var her i én uke og spilte gjennom alle scenariene flere ganger, og evaluerte den tilgjengelige BMS-funksjonaliteten. Soldatene var fordelt med to personer pr kjøretøy, slik at det totalt ble fire kjøretøy. Den ene soldaten var skytter og vognfører, mens den andre var vognkommandør.

Øvelsen ble gjennomført som et CDE-eksperiment, og er beskrevet mer detaljert i (1). Scenariene er også grundigere beskrevet her, men svært kort var de syv scenariene slik:

- Overvåke fienden (finne ut hvor mange de var)
- Nærstrid støttet av alliert tropp
- Angrep mot fiendtlig stilling, med live kameraoverføring fra troppssjef
- Kjøring i labyrint
- Full krig mot likeverdig motstander
- Eskortere VIP
- Hurtig målfatning

4.1 Simulator og BMS

Simulatorarbeidet er nærmere beskrevet i [4]. Simulatoren var en modifikasjon av det kommersielle spillet Unreal Tournament 2004 (UT2004). Medfølgende terreng, eller ”spillbrett”, egnet seg dårlig for vårt formål, og det ble modellert et reelt norsk terreng i simulatoren. Det ble også modellert CV9030 kjøretøy, slik at disse fikk både egenskaper og utseende tilnærmet reelle kjøretøy. Vi gjorde også en del andre modifikasjoner, blant annet ga vi kjøretøyene aktiv beskyttelse (APS). Augmented Reality (AR) ble også modellert, slik at vi kunne visualisere BMS-informasjon direkte i siktebildet på skjermen. Et skjermbilde fra simulatoren, som viser en CV9030, er vist i Figur 4.1.



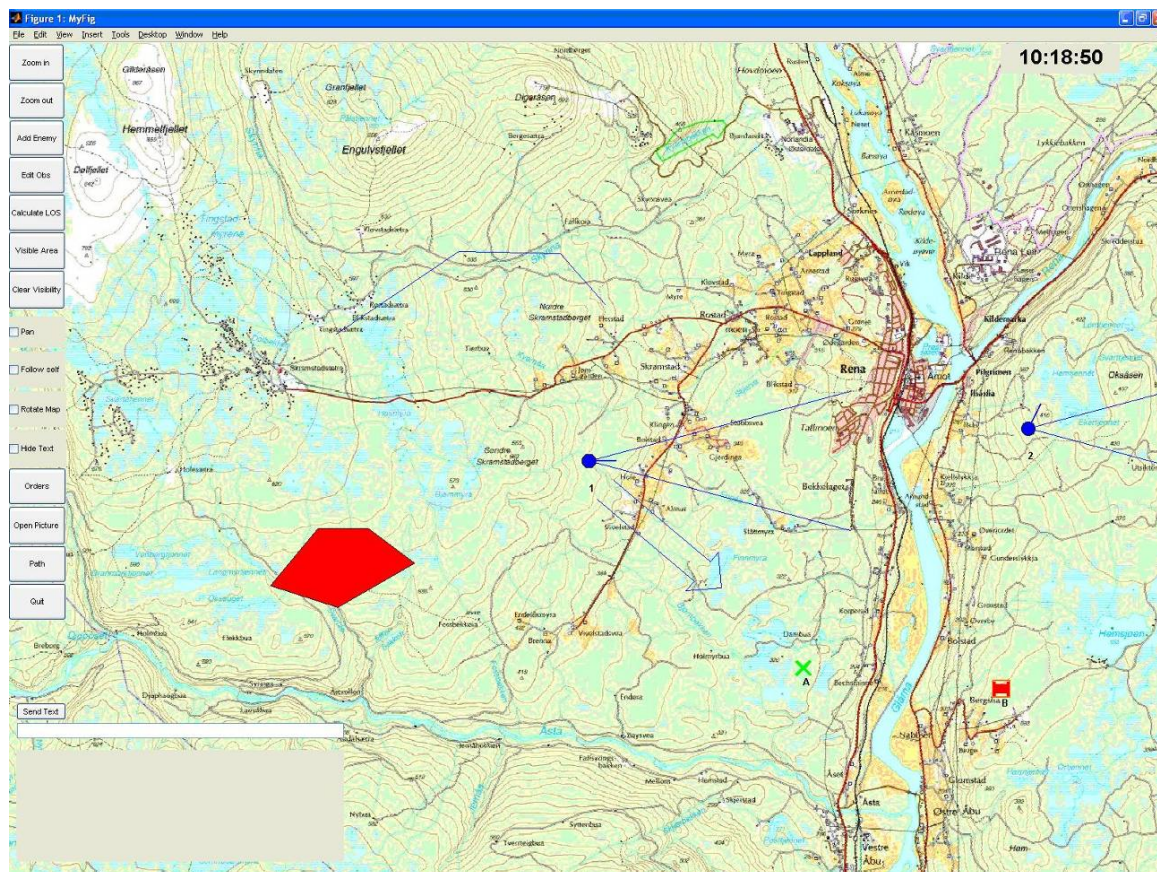
Figur 4.1 Skjerm bilde fra simulatoren

For å kunne kommunisere med BMSset og andre simulatorer, kjøpte vi MÅK gamelink, som ga spillet et HLA-grensesnitt. Dette gjorde simulatoren svært anvendelig også i andre sammenhenger. Det medførte også at BMSset måtte få et HLA-grensesnitt.



Figur 4.2 Battlelabben under eksperimentet

BMSet er beskrevet i kapittel 2. Dette var imidlertid første gangen vi brukte dette BMSet, og det har vært under kontinuerlig utvikling siden, så **all** funksjonalitet som er beskrevet i kapittel 2.4 var ikke på plass under denne øvelsen. Blant annet var det ikke støtte for artilleri eller MUAS i denne versjonen. Figur 4.2 viser soldatene i FFIs Battlelab under eksperimentet. Figur 4.3 viser et skjermbilde av simulatoren slik det var under eksperimentet.



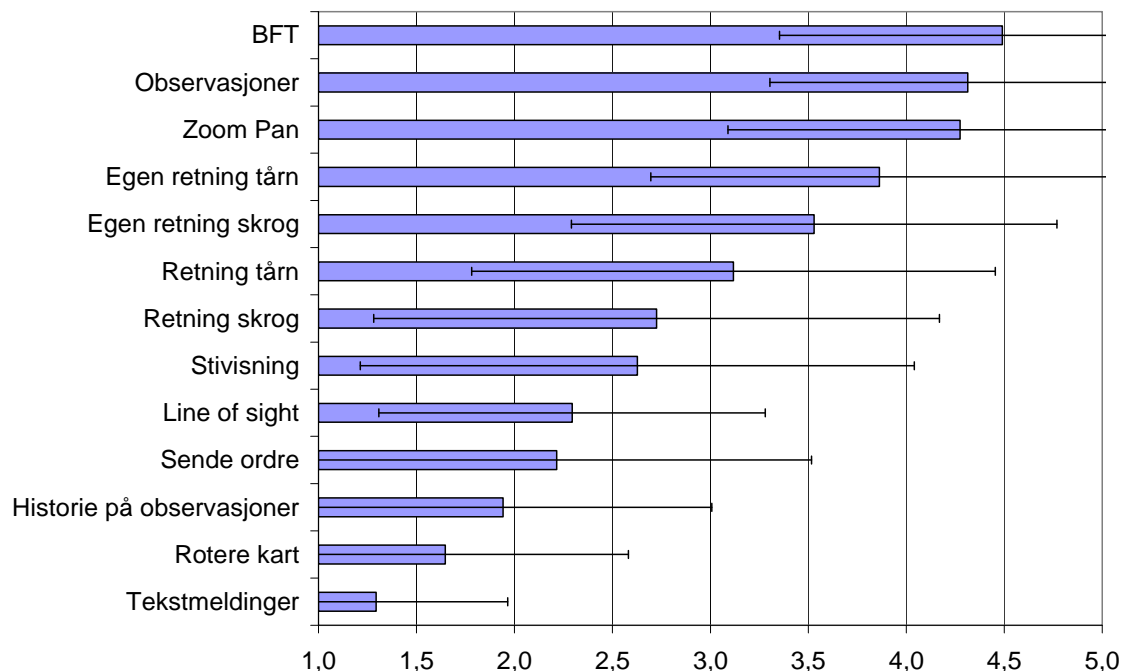
Figur 4.3 Skjermbilde fra BMSet, slik det var under den første simulatorøvelsen

4.2 Nyttevurderinger

Dette var første gang ved FFI at et kommersielt spill ble brukt for simuleringsformål, og et ikke uvesentlig aspekt ved øvelsen var å undersøke hvordan dette fungerte. Dermed var det ikke bare BMS-funksjonalitet, men også simulatoren og hele øvelsesopplegget, som skulle evalueres, både av oss og av deltakerne fra TMBN.

Både simulator og det eksperimentelle oppsettet ble godt mottatt av deltakerne. Tar man gjennomsnittet over alle deltakerne og alle scenariene, ble egnetheten av simulatoren vurdert til 4,3 på en skala fra 1 til 5, mens egnetheten av det eksperimentelle oppsettet ble vurdert til 4,7 på samme skala. Deltakerne ga også muntlig klart uttrykk for at både simulator og oppsett var godt nok for denne type eksperiment. Dette ga oss den bekreftelsen vi trengte for å satse på en kraftig videreutvikling av simulatormiljøet.

Etter at øvelsen var over, gikk vi gjennom alle evalueringsskjemaene. For å få en grov formening om hvilke funksjoner som ble ansett som mest nyttig, regnet vi ut gjennomsnittsvurderingen for alle scenariene og alle deltakerne. Resultatet av dette er vist i Figur 4.4.



Figur 4.4 Gjennomsnittlig vurdering av nytten til diverse BMS-funksjonalitet

Som vi ser av Figur 4.4, er det posisjon og orientering av eget og andres kjøretøy som er viktigst, sammen med basisfunksjonalitet som zoom og panorering. I tillegg anses det som svært nyttig å kunne legge inn observasjoner. I noen av scenariene hadde deltakerne AR tilgjengelig. Dette ble ikke vurdert separat i skjemaene, men vi fikk mange muntlige tilbakemeldinger på at dette var en uhyre spennende mulighet, med stort potensiale. Responsen på AR førte til at vi senere demonstrerte dette i felt, som igjen har generert flere oppgaver innen denne spennende teknologien.

Andre funksjoner, som historie for observasjoner, rotering av kart og spesielt tekstmeldinger, ble ikke vurdert som særlig nyttige. Når det gjelder rotering av kart, KAN det tenkes at dette ville blitt noe annerledes om vognførere også skulle få tilgang til BMS, men for vognkommandører hadde det liten eller ingen nytte. Muligheten for å sende ordre ble lite brukt, og den ble dermed heller ikke vurdert som særlig nyttig. Dette KAN ha sammenheng med at scenariene var ganske små både i tid og rom, og at "hendelsene" inntraff kort tid etter oppstart, slik at det verken var behov for eller tid til å lage omfattende ordre. Det er også verdt å huske på at det kun var fire kjøretøy på Blå side, og dette reduserer nok også behovet for å sende grafiske ordre.

Som vi ser i kapittel 6.2, er det ganske god overensstemmelse mellom nyttevurderingene i den første og andre simulatorøvelsen.

5 Felteksperiment høsten 2008

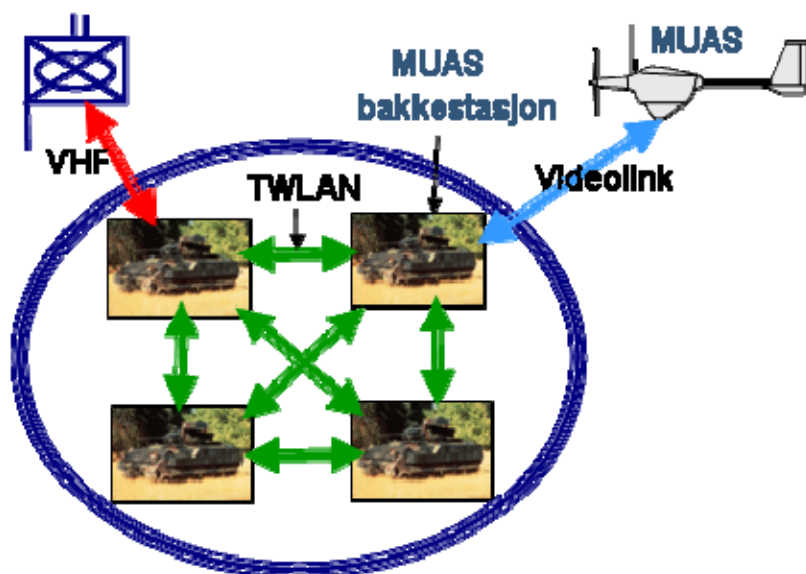
Bakgrunnen for dette eksperimentet var et ønske om å teste en MUAS (Mini Unmanned Aerial System) brukt som støtte for en avdeling som disponerer BMS. Tanken var at informasjon samlet inn av MUAS kan komme raskt til nytte for brukerne ved at den kan oversendes og vises i et BMS. Eksperimentet ble gjennomført som et CDE-eksperiment, finansiert av FOHK.

Eksperimentet ble gjennomført oktober 2008, og var et samarbeid mellom FFI-prosjektene TEKNISK og TAURUS (TAURUS studerte UAV-problemstillinger). Vi ble godt støttet av FFI-prosjekt TIPPER på kommunikasjonssiden, samt av FFIs fellesverksted, som hjalp oss å installere utstyret i to CV9031. Vi fikk også god støtte av TMBN og Combat Lab under eksperimentet.

Under simulatorøvelsen 2006 hadde vi testet AR, og fått svært positive tilbakemeldinger på dette. Vi hadde også hatt møter med ar-lab, et firma som springer ut fra IFE og jobber nettopp med utvikling av AR-teknologi, om enn for andre anvendelser. På bakgrunn av dette ønsket vi også å få med AR som en del av felteksperimentet høsten 2008, som er nærmere beskrevet i [2].

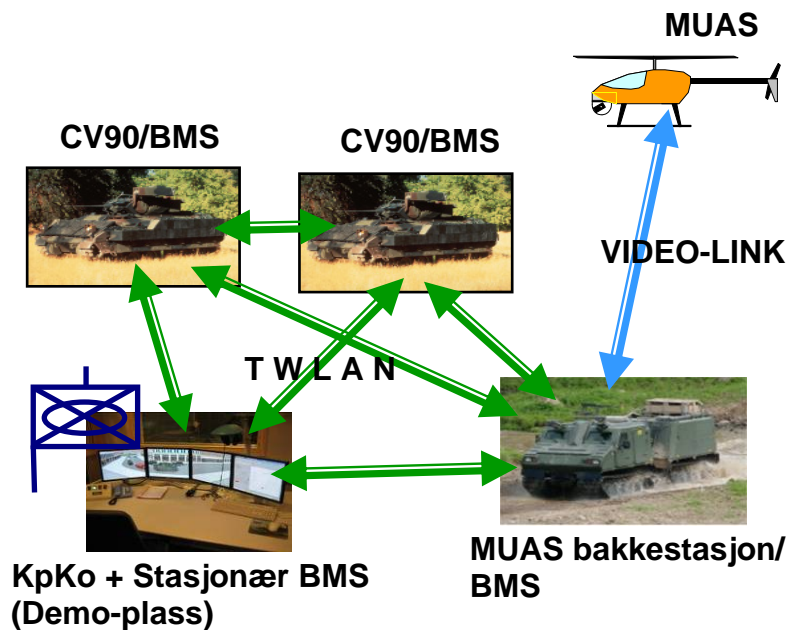
5.1 Konsept

I utgangspunktet så vi for oss en tropp med CV90, som ble støttet av MUAS og kommunisert med et hovedkvarter på høyere nivå. Dette er skissert i Figur 5.1.



Figur 5.1 Skisse av konseptet, slik det var planlagt i utgangspunktet

Dette bildet ble noe endret i det reelle oppsettet. For å gjøre kommunikasjonen noe enklere, besluttet vi å droppe en egen VHF-link. Hovedkvarteret ble da én av fire noder i nettverket. Vi fikk tilgang til to CV90, men bakkestasjonen for MUAS ble besluttet lagt til en beltevogn, da det er betydelig lettere å montere inn nødvendig utstyr i denne enn det er i en CV90. Oppsettet slik det var under gjennomføringen, er vist i Figur 5.2.



Figur 5.2 Skisse av det reelle oppsettet som ble benyttet under eksperimentet

Vi var på Rena i en hel uke i forbindelse med eksperimentet, men på grunn av tid til opp- og nedmontering, samt håndtering av en del uforutsette problemer, var det bare onsdagen og torsdagen vi gjennomførte eksperimenter. Onsdagen var vi på BT-banen, og torsdagen var vi i SIBO-byen.

På BT-banen var scenariet omtrent som følger: CV90ene rykker fremover, og stanser før et skogholt. De ber om støtte fra MUAS. Denne tar av og rekognoserer. Relevant informasjon, herunder bilder, blir overført til BMSet, og dermed gjort tilgjengelig for mannskapet i kjøretøyene. CV90ene rykker så videre, og informasjonen er nå tilgjengelig i BMSet og også i AR-displayet. Dette gjentok seg noen ganger. I tillegg ble det lagt planer i BMSet, og diverse BMS-funksjonalitet var tilgjengelig for brukerne ved behov. Kjøretøyene la også selv inn observasjoner.

I SIBO-byen var MUAS på plass over byen og rekognoserte, mens CV90ene sto et stykke unna. På bakgrunn av informasjon fra MUAS-operatør rykket de inn for å avskjære/anholde en person med kjøretøy i byområdet.

5.2 Resultater

Eksperimentet ble vellykket, og vi fikk testet og demonstrert det vi var ute etter. Det ble klart at oppklaring vha MUAS kan gi en sikrere fremrykking, men at det må settes en del krav til MUAS, blant annet når det gjelder utholdenhet/flygetid og bildekvalitet. BMSet fungerte bra, selv om brukergrensesnittet trenger en forbedring. Båndbredden og rekkevidden er en utfordring, og det var problematisk å sende bilder unntatt over svært korte distanser. Imidlertid ble det klart at det i de fleste tilfeller holder at MUAS-operatør oversender informasjon om hva han ser, og at det kun unntaksvis er behov for å overføre selve bildet. På grunn av en feil ved radioene, som produsenten rapporterer å ha rettet i nye versjoner, ble vi nødt til bruke betydelig lavere effekt enn

hva radioene har kapasitet til. Ved full kapasitet (2W mot de 10mW vi brukte) vil radioene ha mer enn tre ganger så lag rekkevidde.

Bruken av AR var svært vellykket, og ble godt mottatt av brukerne. Dette har opplagt et stort potensial. Vi så at vognkommandøren ofte ble overbelastet i tidskritiske faser, og at det da var vanskelig å nyttiggjøre seg informasjonen fra BMSet. Dette vil AR kunne avhjelpe. Arbeidet med AR er beskrevet nærmere i kapittel 7.

Vi fikk gjennomført ganske få eksperimenter, og selv om vi fikk grunnlag for å si at MUAS koplet til BMS var nyttig, og at AR har et stort potensial, fikk vi ikke i særlig grad målt operativ nytte av denne teknologien. Dette var noe av bakgrunnen for at vi ønsket å gjennomføre en simulatorøvelse der også disse elementene inngikk. En slik simulatorøvelse ble gjennomført våren 2009, og er beskrevet i kapittel 6.

6 Simulatorøvelsen våren 2009

Våren 2009 fikk vi anledning til å gjennomføre en ny simulatorøvelse. Dette var en oppfølging av felteksperimentet høsten 2008, og vi ønsket å se nærmere på operativ nytte, som vi fikk begrenset informasjon om under feltøvelsen. Formålet ble dermed å studere hvordan en MUAS bør brukes sammen med en mekanisert enhet, hvilken operativ nytte en slik MUAS kan ha, og hvilken nytte man har av diverse BMS-funksjoner, samt AR. Vi inkluderte også indirekte ild, og ville se på nytten av å kunne be om ildstøtte via BMSet. Vi ønsket også å se hvilke krav man bør stille til et AR-system.

Øvelsen er grundig dokumentert i [3].

6.1 Gjennomføring

Den første simulatoren vår var basert på det kommersielle spillet Unreal Tournament 2004. Siden januar 2009 hadde vi begynt arbeidet med å overføre simulatoren til en ny plattform, og baserte oss nå på VBS2 (Virtual BattleSpace 2). Dette er en simulator som blant annet den norske hæren bruker som trener for prosedyrer og stridsteknikk. Dette var et betydelig arbeid, og det var egentlig litt liten tid til øvelsen skulle gjennomføres i slutten av mai. Det var også en del arbeid med å videreutvikle BMSet. På grunn av tidspresset når det gjaldt å ferdigstille simulatoren, var det enkelte elementer som ikke fungerte optimalt under eksperimentet. En feil i selve VBS2, samt forsinket leveranse av lisensnøkler, bidro også til problemer under gjennomføringen. På tross av disse problemene fikk vi gjennomført øvelsen på en brukbar måte, og fikk mange tilbakemeldinger fra brukerne som vil bli brukt i det videre arbeidet.

Til å gjennomføre øvelsen fikk vi støtte av seksten soldater, primært fra TMBN. Vi baserte oss på at to personer kunne operere ett kjøretøy, hvilket innebar at vognkommandør også tok rollen som vognfører. Under den første simulatorøvelsen hadde skytter delt rollen som skytter og vognfører, men deltakerne foretrakk denne gangen at vognkommandøren tok denne oppgaven.

Vi spilte seks forskjellige scenarier. I noen av scenariene besto Blå styrke av én tropp med CV9030 og én tropp med Leopard 2A4. I et annet scenario var det en kolonne av lastebiler eskortert av én tropp med CV90, og i andre igjen besto Blå styrke av to tropper med CV9030. Kjøretøyene hadde BMS og AR, de kunne angi observasjoner ved å skyte laser på dem, og de hadde støtte av MUAS og indirekte ild. Vi eksperimenterte også med talekommandoer til BMSet, men på grunn av tidspresset fungerte dette dessverre ikke særlig godt, og vi kan ikke trekke noen konklusjoner om nytten av dette. Vi hadde ønsket å ha et AR der vi kunne variere enkelte parametre, for å si noe om hvilke krav man bør sette til et AR-system. Dette ble det dessverre ikke tid til, og vi håper å komme tilbake til dette i en senere øvelse.

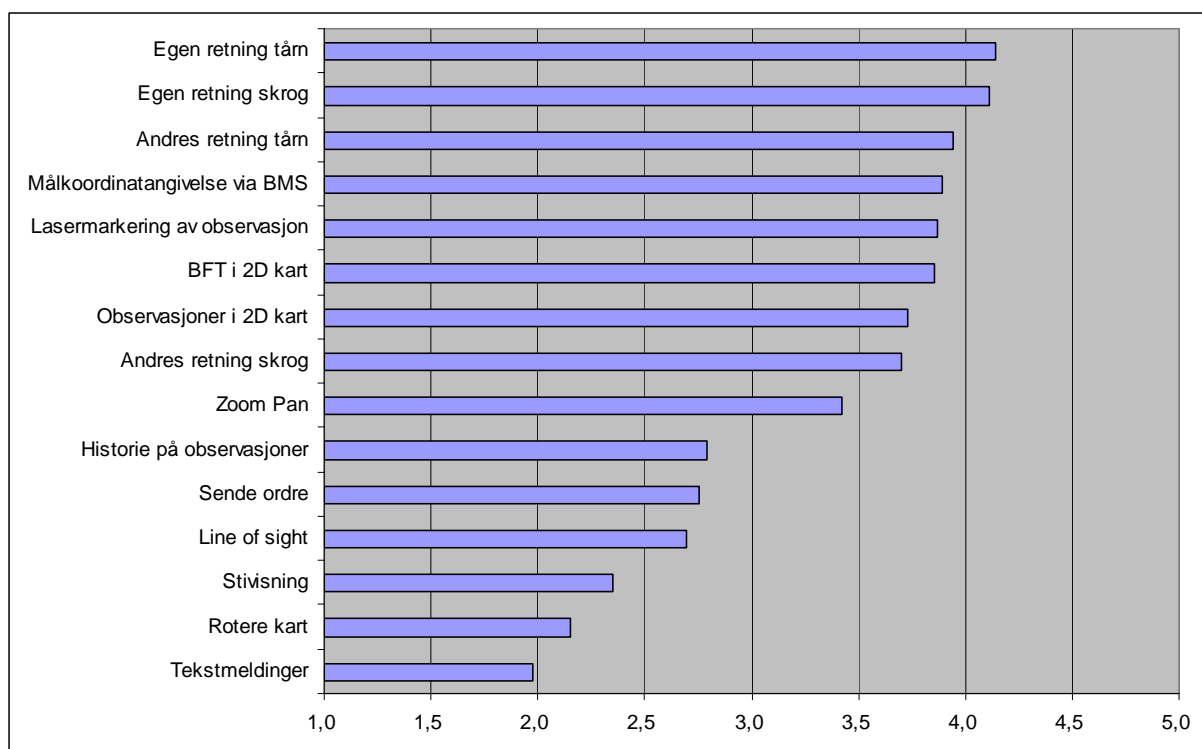
Scenariene, som er nærmere beskrevet i [3], var:

- Fremrykking langs elv, med fiende i stillinger på andre siden av elva. Angrep over bru.
- Angrep mot fiender i stilling på flyplass
- Bevegelse gjennom by med enkelte opprørere
- Eskorte av lastebiler
- Tilbaketrekning mens fienden angriper
- Forsvar av base som angripes av fienden

Rød styrke ble spilt av forskere ved FFI, under ledelse av oblt Jan Harry Pay. Da vi hadde få personer tilgjengelig, ble også noen personer med lite erfaring med VBS2 brukt til dette. Det var bedre enn å måtte spille med færre deltakere, men det er helt klart ønskelig at alle deltakerne har erfaring med VBS2, og god kjennskap til bakgrunnen for øvelsen.

6.2 Konklusjoner

Som under simulatorøvelsen i 2006, ble brukerne også denne gangen bedt om å evaluere diverse BMS-funksjonalitet, samt andre relevante systemer. I tillegg snakket vi selvsagt med brukerne mellom scenariene, og observerte hvordan de brukte systemene under de forskjellige gjennomføringene. Vi brukte også noen timer den siste dagen på samtaler med brukerne, både når det gjaldt nytten av ulik funksjonalitet, egenskaper ved simulatoren og forbedringer i selve gjennomføringen. Dessuten ble all bruk av BMSet og simulatoren automatisk logget.

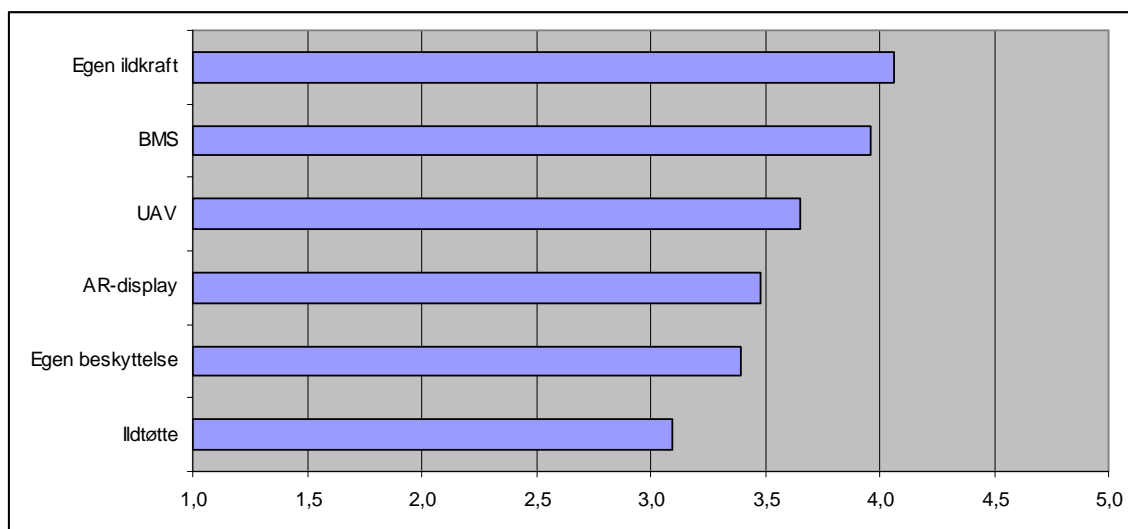


Figur 6.1 Deltakernes vurdering av nytten av diverse BMS-funksjoner, gjennomsnitt over alle deltakere og alle scenarier

Resultatet for nytten av BMS-funksjonalitet, slik det ble rapportert i tilbakemeldingsskjemaene, er vist i Figur 6.1. Selv om spørsmålsstillingen var noe forskjellig fra øvelsen i 2006, ser vi tydelig at tendensen er den samme: De viktigste funksjonene er egen og andres posisjon, orientering og tårnretning, samt muligheten for å legge inn observasjoner. Det ble dessuten ansett som nyttig å kunne angi artillerimål i BMSet. Tekstmeldinger og rotering av kart anses som minst viktig.

Denne gangen ble ordre gitt i BMSet før hvert scenario. Vi ser likevel at nytten av å kunne gi ordre i BMSet ikke vurderes som spesielt høy. Dette kan skyldes at det stort sett utelukkende ble gjort før scenariene startet (selv om det unntaksvis ble gjort endringer underveis), noe som delvis skyldes scenarienes natur. Det kan også skyldes at det kun var kompanisjefen som ga ordre, slik at andre vurderte dette som mindre nyttig.

AR ble ikke vurdert som en BMS-funksjon, men ble vurdert separat, sammen med andre overordnede funksjoner (se Figur 6.2). Implementasjonen av AR i simulatoren var dessverre ikke så god som vi skulle ønske, og den fungerte ikke i alle scenariene. Likevel ble dette tatt svært godt imot av brukerne, som klart så nytten av et slikt system.



Figur 6.2 Deltakernes nyttevurdering av overordnede funksjoner, gjennomsnitt over alle deltakere og alle scenarier

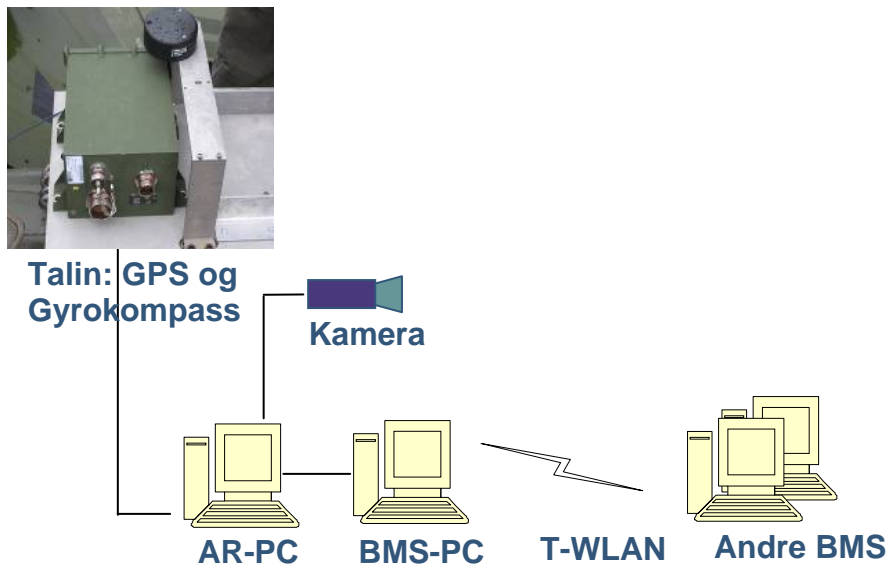
Deltakerne kom også med mange andre konstruktive tilbakemeldinger, både når det gjaldt BMS, simulator og gjennomføring av eksperimentet. Dette er nærmere dokumentert i (3), og vil bli tatt hensyn til ved senere simulatorøvelser.

7 Augmented Reality (AR)

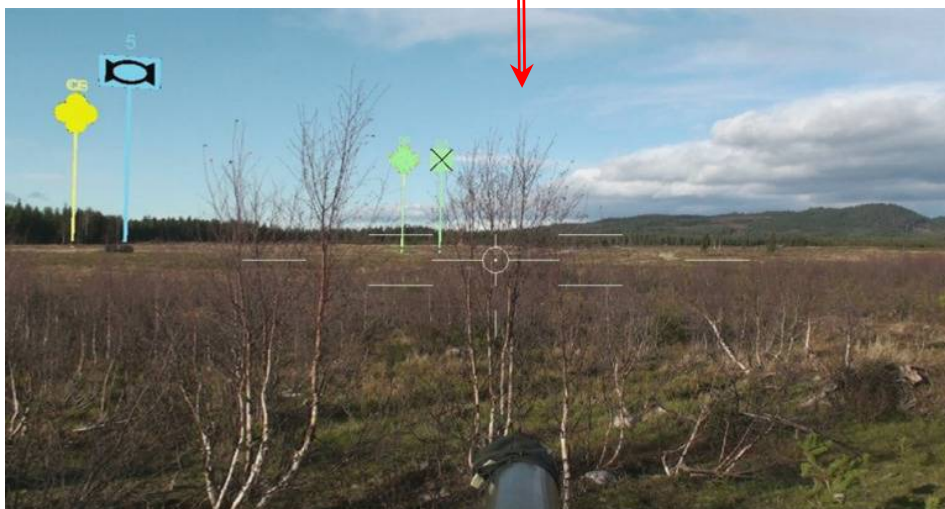
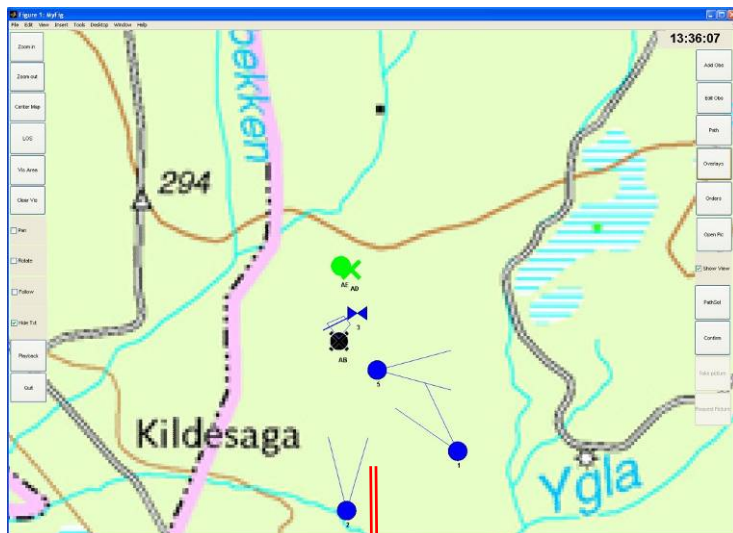
Ett av de mest spennende resultatene fra arbeidet med BMS er muligheten for bruk av AR for visualisering av BMS-informasjon. Dette var noe som kom opp under forberedelsene til den første simulatorøvelsen, og som senere materialiserte seg i det omtalte samarbeidet med ar-lab om utviklingen av et reelt AR-system. Et slikt system ble første gang demonstrert under felteksperimentet høsten 2008, med stor suksess.

7.1 Virkemåten for AR

Med AR ønsker man å vise relevant grafisk informasjon direkte i scenen, hvilket for et stridskjøretøy ofte vil si i siktebildet. Det er viktig at grafikken vises på korrekt posisjon. Det opprettes virtuelle objekter i en virtuell verden. Et kamera eller sikte viser den reelle verden, og en datamaskin blander disse bildene, slik at man kan se den reelle og virtuelle verden i samme bilde. En betydelig utfordring er å til enhver tid vite nøyaktig hvilken retning kameraet eller siktet peker i, slik at man kan sørge for at det ”virtuelle kameraet” peker i samme retning. Prinsippet er skissert i Figur 7.1, og et skjermbildet fra felteksperimentet er vist i Figur 7.2.



Figur 7.1 Prinsippskisse for virkemåten til AR



Figur 7.2 BMS-informasjon vist i siktebildet under feltøvelsen høsten 2008

Som nevnt er en av de store utfordringene med AR å finne retningen til kameraet. Dette er spesielt vanskelig for et kjøretøy som skal bevege seg i et stort område som ikke nødvendigvis er befart tidligere. Under felteksperimentet høsten 2008 brukte vi et ringlaser gyrokompass, Talin 3000, som vi lånte av forsvaret. Dette hadde gode egenskaper for vårt formål, men er en dyr løsning. I andre sammenhenger kan det være ønskelig med rimeligere alternativer.

En annen utfordring er håndtering av terreng og vegetasjon. I mange situasjoner ønsker man å ta hensyn til terreng og vegetasjon når man skal vise informasjonen. En terrengmodell kan legges inn i AR-programmet, for eksempel for å skjule informasjon som er bak en ås, slik at operatøren lett kan se om observasjonen er foran eller bak åsen. Dette ble gjort under felteksperimentet vårt. Noe vanskeligere er det med vegetasjon, da informasjon om denne er vanskeligere tilgjengelig, og antakelig noe man må lage selv, for eksempel gjennom en ladar-skanning av området.

7.2 Bruksområder

Før vårt møte med ar-lab, hadde de anvendt AR for å visualisere strålingsfare ved en atomreaktor, og i forbindelse med arkitektur og byplanlegging, der man ved hjelp av AR kan få et godt inntrykk av hvordan et nytt bygg vil ta seg ut i et bestemt område, før det er bygget.

I militær sammenheng ser vi først og fremst for oss muligheten til å visualisere informasjon i siktebildet i stridskjøretøy, og da i første omgang informasjon fra et BMS. I dag må man se på den digitale kartskjermen for se hvor egne styrker befinner seg og hvor observasjoner er gjort – samt mye annen informasjon. Dette er selvsagt nyttig i seg selv, men det er spesielt to faktorer som gjør at det er svært interessant å vise denne informasjonen direkte i siktebildet. For det første er det ikke alltid trivielt å raskt tolke et kartbilde. Så når man ser hvor noe er på et kart, kan det ta litt tid å orientere seg om hvor dette er i den virkelige verden. For det andre har man i tidskritiske faser ofte ikke tid til å ta blikket vekk fra scenen i det hele tatt. Med kun en egen BMS-skjerm kan man i slike situasjoner ikke nyttiggjøre seg BMS-informasjonen. Har man derimot informasjonen tilgjengelig direkte i siktebildet som AR, kan man dra nytte av denne informasjonen også i slike situasjoner.

Vi vurderer også muligheten for å ta i bruk AR i forbindelse med trening. I dag brukes det mye simulatorentrening av forskjellig slag i hæren, i tillegg til vanlig felttrening. I prinsippet kan man tenke seg å koble sammen felttrening med simulatorentrening, ved at de reelle styrkene representeres i simulatoren, og de simulerte styrkene vises i AR hos de reelle styrkene. For å få til noe slikt, må man ha en svært presis gjengivelse av det reelle terrenget i simulatoren, i tillegg til gode modeller for de simulerte enhetene. Vi vil studere mulighetene for å bruke AR på denne måten i vårt neste prosjekt, FFI-prosjekt 1156, Teknologier for militære kjøretøy.

8 Oppsummering

BMS-arbeidet i FFI-prosjekt 1019 TEKNISK har primært fokusert på operativ nytte av mulig fremtidig BMS-funksjonalitet. Vi har sett på eksisterende BMS, og da primært norske NORTaC BMS og franske FINDERS. For testformål har vi også utviklet vårt eget BMS.

For å studere operativ nytte av diverse BMS-funksjoner, har vi gjennomført to simulatorøvelser og ett felteksperiment. Dette har vært omfattende eksperimenter, og vi har fått mange nyttige resultater fra disse. Eksperimentene er dokumentert i egne rapporter, ([1], [2] og [3]). Vi har sett at det er den ”grunnleggende” funksjonaliteten, som zooming, panorering, BFT, retning og orientering på eget og andres kjøretøy, som brukerne oppfatter som viktigst. Dette er ikke overraskende. Det betyr ikke at andre funksjoner dermed er unyttige, men at ”kjernefunksjonene” i et BMS oppfattes som de viktigste, og at annen funksjonalitet ikke må gjøre denne funksjonaliteten vanskeligere tilgjengelig. Andre funksjoner vil muligens oppfattes som mer nyttige etter hvert som brukerne begynner å ta kjernefunksjonene for gitt. Vi har også sett at AR ble tatt svært positivt imot.

For simulatoreksperimentene ble det utviklet en egen simulator ved FFI. Denne har vist seg svært nyttig også i andre sammenhenger, og det vil bli arbeidet med å videreføre og forbedre denne simulatoren i fremtidige prosjekter ved FFI. Vi ønsker å simulere flere effekter, flere typer våpensystemer, og bli i stand til å gjennomføre simuleringer på et noe høyere nivå. BMS-aktiviteten i prosjekt TEKNISK har lagt grunnlaget for en simulator og et simulatormiljø på FFI som vil være til glede for mange fremtidige prosjekter.

En spennende teknologi som dukket opp under arbeidet med den første simulatorøvelsen, var AR. Dette er noe vi har gått videre med, og under felteksperimentet på Rena demonstrerte vi sammen med ar-lab en prototype for AR koplet til BMS i reelle kjøretøy. Dette har lagt grunnlaget for et OFU-prosjekt som tar sikte på å utvikle et AR-system for et operativt BMS i militære kjøretøy.

Referanser

1. Halsør M, Martinussen S, Evensen P-I, Hugsted B: Uttesting av BMS i syntetisk miljø, FFI/RAPPORT-2007/00139, Des 2006
2. Østevold E, Halsør M, Hoelsæter Ø, Hugsted B, Sander J: Feltest av eksperimentelt BMS støttet av MUAS – CDE-eksperiment oktober 2008. FFI-rapport 2009/01399. August 2009
3. Halsør M: Simulatorøvelse for eksperimentering med BMS, MUAS og AR. FFI-rapport 2009/01379. Juni 2009
4. Martinussen S, Evensen P-I, Bore I, Rødal H, Tansem I: Metoder og verktøy for simulering av hærkapasiteter - Sluttrapport for simulatorarbeidet under FFI-prosjekt 1019 TEKNISK. FFI-rapport 2009/01416. Sept 2009
5. Halsør M: Testing French BMS, FINDERS. FFI/RAPPORT-2008/00846. Jan 2008
6. Halsør M, Hugsted B: Teknisk beskrivelse av eksperiment-BMS. FFI-rapport 2009/01402. Nov 2009