

# **FFI RAPPORT**

## **SLUTTRAPPORT FOR PROSJEKT 855 PROGRAMSTØTTE FIS/O**

HEDENSTAD Ole-Erik

**FFI/RAPPORT-2004/02120**



**SLUTTRAPPORT FOR PROSJEKT 855  
PROGRAMSTØTTE FIS/O**

HEDENSTAD Ole-Erik

FFI/RAPPORT-2004/02120

**FORSVARETS FORSKNINGSINSTITUTT**  
**Norwegian Defence Research Establishment**  
Postboks 25, 2027 Kjeller, Norge



**FORSVARETS FORSKNINGSINSTITUTT (FFI)**  
**Norwegian Defence Research Establishment**

**UNCLASSIFIED**

P O BOX 25  
 NO-2027 KJELLER, NORWAY  
**REPORT DOCUMENTATION PAGE**

**SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE**  
 (when data entered)

1) PUBL/REPORT NUMBER FFI/RAPPORT-2004/02120	2) SECURITY CLASSIFICATION UNCLASSIFIED	3) NUMBER OF PAGES 34
1a) PROJECT REFERENCE FFI-II/855/134	2a) DECLASSIFICATION/DOWNGRADING SCHEDULE -	
4) TITLE SLUTTRAPPORT FOR PROSJEKT 855 PROGRAMSTØTTE FIS/O  THE FIS/O PROJECT - FINAL REPORT		
5) NAMES OF AUTHOR(S) IN FULL (surname first) HEDENSTAD Ole-Erik		
6) DISTRIBUTION STATEMENT Approved for public release. Distribution unlimited. (Offentlig tilgjengelig)		
7) INDEXING TERMS IN ENGLISH:		
a) <u>C2 Information System</u>	b) <u>Common Operational Picture</u>	c) <u>Network Based Defence</u>
d) <u>Situation awareness</u>	e) _____	
IN NORWEGIAN:		
a) <u>K2 Informasjonssystem</u>	b) <u>Felles situasjonsbilde</u>	c) <u>Nettverksbasert forsvar</u>
d) <u>Situasjonsbevissthet</u>	e) _____	
THESAURUS REFERENCE:		
8) ABSTRACT  This report presents a summary of the results of project 855 (Programstøtte FIS/O). The project has worked in the area of distributed picture compilation and dynamic access to operational information, all in the context of Network Based Defence (NBD). Concept development and studies have been performed. The project has also demonstrated selected functionality in a technology demonstrator. A short description is given for each of the project's work topics. The report outlines the achieved results and the further work needed.		
9) DATE 2004-06-18	AUTHORIZED BY This page only Vidar S Andersen	POSITION Director

ISBN 82-464-0849-6

**UNCLASSIFIED**

**SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE**  
 (when data entered)



**INNHOOLD**

	<b>Side</b>	
1	INNLEDNING	7
1.1	Hensikt	8
1.2	Prosjektets formål	8
1.3	Avgrensninger i gjennomføring	8
1.4	Oppbygging av rapporten	9
2	SENTRALE BEGREPER OG MODELLER	10
2.1	Modellen i NBF-konseptet	10
2.2	Bildeoppbyggingsmodell	11
2.3	Situasjonsbilde	12
2.4	Brukertilgang og situasjonsbildet	12
3	KONSEPT FOR BILDEOPPBYGGING FOR NBF	13
3.1	Overordnet idé i bildeoppbyggingskonseptet	13
3.2	Bildeoppbyggingsmodell med publiserings & oppslagstjeneste	15
3.3	Delkonklusjon	17
4	TEKNOLOGIDEMONSTRATOR	17
4.1	Teknologidemonstrator for distribuert bildeoppbygging	17
4.2	Situasjonsbevissthet i NBF fra et kognitivt perspektiv	20
4.3	Delkonklusjon	21
5	SITUASJONSBILDEBRUKERS TILGANG TIL INFORMASJON	22
5.1	Bestillingskonsept	22
5.2	Operative krav til informasjonsutveksling (IER)	24
5.3	Delkonklusjon	24
6	BRUK AV KOMMERSIELLE MELLOMVARETEKNOLOGIER	25
6.1	Mellomvare studie	26
6.2	Bruk av mellomvare i demonstrator for bildeoppbygging	27
6.3	Ytelsesevalueringer av mellomvareteknologi	28
7	DATAFUSJON	28
7.1	Metodikk for samordnet klassifisering av militære objekter	28
7.2	NATO forskningsgruppe for informasjonsfusjon	29
8	METADATA FOR PUBLISERING AV TJENESTER	30

8.1	Publisering av alle Forsvarets dataressurser	30
8.2	Delkonklusjon	31
9	KONKLUSJON	31
A	FORKORTELSER	33
	Litteratur	34



## SLUTTRAPPORT FOR PROSJEKT 855 PROGRAMSTØTTE FIS/O

### 1 INNLEDNING

Forsvaret er inne i en omstillingsprosess og det er bestemt at Forsvaret skal utvikle seg mot nettverksbasert forsvar (NBF). En realisering av NBF vil kreve store organisatoriske endringer og endringer i den tekniske infrastrukturen. FFI-prosjektet 855 "Programstøtte FIS/O" har arbeidet med den tekniske infrastrukturen for et nettverksbasert forsvar, innenfor området Forsvarets informasjonssystem, operative systemer (FIS/O). Prosjektet har hatt fokus på å konkretisere egenskaper for å bygge og få tilgang til et operativt situasjonsbilde. Denne rapporten oppsummerer arbeidet og konklusjonene fra prosjektet.

En felles situasjonsbevissthet blant militære enheter er viktig for å kunne gjennomføre operasjoner i henhold til ideer om NBF. Et virkemiddel for å oppnå felles situasjonsbevissthet er økt tilgang til informasjon og også økt deling av informasjon mellom partene. Prosjektet har tilnærmet seg dette fra to innfallsvinkler: bildeoppbygging og brukertilgang. Bildeoppbyggingsfunksjonen fokuserer på "det å skape informasjon". Den skal til enhver tid sørge for sammenkopling av informasjonskilder (sensorer og bildeproduksjonsnoder) og situasjonsbildebrukere (beslutningstakere og effektorer) og produsere et situasjonsbilde som dekker situasjonsbildebrukernes behov. Med ståsted hos brukeren (kalt situasjonsbildebruker) er det fokus på brukerens tilgang til informasjon og hvordan informasjonstilgangen kan skreddersys hans behov.

En transformasjon av Forsvaret i henhold til idéene i NBF, innebærer mye større fleksibilitet i forhold til hvilke enheter som skal samarbeide under militære operasjoner enn det som er tilfelle i dag. Hvordan bildeoppbygging gjøres i dag og hvordan brukere får tilgang til situasjonsbildet, dekker ikke de krav som NBF stiller. I den forbindelse har prosjektet utviklet et konsept for bildeoppbygging som er tilpasset denne økte fleksibiliteten, samt et bestillingskonsept for å gi brukere behovstilpasset tilgang til informasjon.

Det nettverksbaserte forsvar er et operativt konsept hvor idéen er at militære operasjoner kan gjennomføres mer effektivt ved å organisere militære enheter i nettverk. Konseptet handler ikke direkte om teknologi, men konseptet er avhengig av at moderne informasjons- og kommunikasjonsteknologi tas i bruk for å kople sammen de militære enhetene. Komponenten som sørger for sammenkopling kalles informasjonsinfrastrukturen (også forkortet til infostruktur). Infostrukturen omfatter både informasjons- og kommunikasjonsteknologi. Den består av to hovedkomponenter: (1) tjenesteinfrastrukturen som gjør tjenester tilgjengelig for brukere over nettet, og (2) kommunikasjonsinfrastrukturen som sørger for formidling av lyd, bilde, video og data.

## 1.1 Hensikt

Hensikten med denne rapporten er å beskrive arbeidet og konklusjonene fra FFI-prosjekt 855 ”Programstøtte FIS/O”. For hvert tema som prosjektet har arbeidet med, gis en overordnet beskrivelse av arbeidet og resultatene, samt en vurdering av veien videre. Rapporten beskriver ikke arbeidet og resultatene i detalj og gir i stedet referanser til relevante dokumenter. Målsettingen med rapporten er også å definere sentrale begreper som er knyttet til bildeoppbygging og informasjonstilgang, samt beskrive relevante modeller.

## 1.2 Prosjektets formål

I dette kapitlet gis en kort beskrivelse av prosjektets formål. Beskrivelsen er et utdrag fra prosjektavtalen (1) som gir den fullstendige beskrivelsen av prosjektet og dets organisering/gjennomføring.

Hovedformålet med FFI-prosjekt 855 ”Programstøtte FIS/O” var å støtte Forsvaret i den videre utvikling av programmet for FIS/O (Forsvarets informasjonssystem, operative systemer) og gjennomføre utvalgte målsettinger fra programmet. Det var også en viktig ramme for prosjektet at fremtidens forsvar skal være nettverksbasert.

Prosjektet bidro innenfor 3 aktivitetsområder (dette var samme inndeling som delprosjekter):

- informasjonsinfrastruktur
- demonstrator
- datafusjon

Formålet med delprosjektene beskrives kort i det følgende.

- Formålet med aktivitetsområdet *informasjonsinfrastruktur* var å bidra til modernisering og utforming av Forsvarets operative informasjonssystemer. Fremtidens forsvar skal utvikle seg i nettverksbasert retning, noe som bl a innebærer at all nødvendig informasjon gjøres tilgjengelig på samme logiske informasjonsnett.
- Formålet med aktivitetsområdet *demonstrator* var å gi FIS/O-programmet et bedre grunnlag for valg av teknologiske løsninger og funksjonelt innhold. Aktiviteten var også ment å bidra med ideer og forslag, samt å vise nye muligheter ved å eksperimentere med ny teknologi som er relevant for FIS/O.
- Formålet med aktivitetsområdet *datafusjon* var å styrke kompetansen innen feltet og få økt innsikt i hvordan man kan fusjonere data slik at man får informasjon med bl a god pålitelighet som kan bidra til å gi et forbedret situasjonsbilde.

## 1.3 Avgrensninger i gjennomføring

Prosjektet startet i april 2002. På det tidspunkt pågikk arbeid under ledelse av FO/I med å etablere et program for utvikling av FIS/Infrastruktur (FIS/I), og FFI deltok i arbeidsgruppen som avsluttet sitt arbeid i mai 2002. Tilsvarende program for utvikling av FIS/O ble ikke slutført i løpet av prosjektperioden. I stedet ble det fokusert på å utvikle plandokumenter for en

informasjonsinfrastruktur for NBF. Høsten 2002 startet FO/I således en prosess for å utarbeide et målsettings/konseptdokument for infostrukturen. Prosjektet bidro i dette arbeidet. Videre ble det laget en programplan for NBF Infostruktur (2). Denne programplanen ivaretok FIS/O og FIS/I, samt nødvendige aspekter ved FIS/Forvaltning (FIS/F).

Forsvarssjefens militærfaglige utredning 2003 (FSJs MFU) ble avsluttet i desember 2003. I MFU-arbeidet er det utgitt to konseptdokumenter som har vært sentrale i arbeidet med nettverkbasert forsvar og som også har vært førende for prosjektets arbeid. Disse er:

- Konsept for nettverksbasert anvendelse av militærmakt (3)
- Kommandokonsept i Nettverksbasert Forsvar (4)

NBF-konseptet (3) ble utarbeidet etter at prosjektet startet. En av prosjektets medarbeidere bidro inn i arbeidet med å utarbeide dette konseptet.

Enkelte forutsetninger endret seg etter at prosjektet ble startet. Spesielt ble arbeidet med program for FIS/O ikke slutført, og prosjektet kunne dermed ikke ta utgangspunkt i et slikt program og gjennomføre målsettinger fra det.

Prosjektet har tatt utgangspunkt i at informasjonsinfrastrukturen består av en tjenesteinfrastruktur og en kommunikasjonsinfrastruktur. Dette er i henhold til definisjonen av informasjonsinfrastruktur som er gitt i FIS/I. Tjenesteinfrastrukturen er videre delt inn i funksjons- og kjernetjenester.

Prosjektet har hatt fokus på å konkretisere egenskaper for bildeoppbygging og informasjonstilgang for en fremtidig informasjonsinfrastruktur for NBF.

#### **1.4 Oppbygging av rapporten**

Rapporten definerer først sentrale begreper som er knyttet til bildeoppbygging og informasjonstilgang, samt beskriver relevante modeller (kapittel 2). Videre gir rapporten en oppsummering av arbeidet i prosjektet, med vekt på følgende temaer:

- Konsept for bildeoppbygging for NBF (kapittel 3).
- Teknologidemonstrator som demonstrerer ad hoc organisering av distribuert bildeoppbygging (kapittel 4.1), samt studie av menneskelige aspekter ved situasjonsbevissthet i NBF (kapittel 4.2).
- Situasjonsbildebrukeres tilgang til informasjon (kapittel 5).
- Bruk av kommersielle mellomvareteknologier (kapittel 6).
- Datafusjon (kapittel 7).
- Metadata (data om data) for publisering av ressurser/tjenester (kapittel 8).

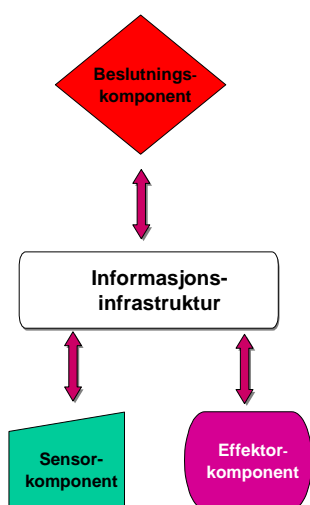
Prosjektet har også bidratt i flere andre aktiviteter. Disse er ikke beskrevet her. Det henvises til (5) for en oversikt over disse aktivitetene.

## 2 SENTRALE BEGREPER OG MODELLER

I dette kapitlet defineres sentrale begreper som er knyttet til bildeoppbygging og informasjonstilgang. Også relevante modeller beskrives.

### 2.1 Modellen i NBF-konseptet

I NBF deles den militære organisasjonen i tre typer av komponenter: sensor-, beslutnings- og effektor-komponenter, samt informasjonsinfrastrukturen som binder komponentene sammen. I NBF-konseptet (3) er det utviklet en modell som viser disse komponentene og deres relasjon til informasjonsinfrastrukturen, se Figur 2.1.

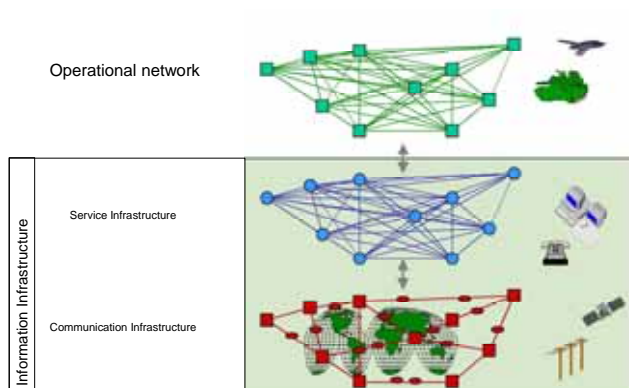


Figur 2.1 Modellen i NBF-konseptet

Sensorer bidrar til situasjonsoversikt og kan være alt fra radarer og satellittovervåkning til en enkelt soldat som gjør visuelle observasjoner. Beslutningstakere omfatter alt fra de som setter mål for en militær operasjon til de som gjør beslutning om å fyre et våpen.

Effektor-komponenten omfatter alle de virkemidlene som gir en ønsket effekt (tradisjonell våpenvirkning eller annen effekt) på motstanderen.

Infostrukturen omfatter både informasjons- og kommunikasjonsteknologi. Den består av to hovedkomponenter (se Figur 2.2). På toppen ligger tjenesteinfrastrukturen som gjør tjenester tilgjengelig for brukere over nettet. I bunnen ligger kommunikasjonsinfrastrukturen som sørger for formidling av lyd, bilde, video og data. Tjenesteinfrastrukturen kan videre deles inn i funksjons- og kjernetjenester. Avanserte mekanismer i tjenesteinfrastrukturen er nødvendig for å realisere en fleksibel informasjonsinfrastruktur.



Figur 2.2 Informasjonsinfrastrukturen

## 2.2 Bildeoppbyggingsmodell

I prosjektets arbeid med konsept for bildeoppbygging (se kapittel 3.1) er det blitt utviklet en bildeoppbyggingsmodell. Denne modellen opererer med følgende bildeoppbyggingsaktører:

- sensorer,
- BildeProduksjonsNoder (BPNe) og
- SituasjonsBildeBrukere (SBBere).

Disse aktørene relaterer seg til komponentene i modellen utviklet i NBF-konseptet (se Figur 2.1) som vist i Tabell 2.1.

Bildeoppbyggingskonsept	NBF-konseptets modell
Sensor	Sensorkomponent
Situasjonsbildebruker	Effektorkomponent
	Beslutningskomponent
Bildeproduksjonsnode	Inngår i infostrukturen eller i en beslutningskomponent

Tabell 2.1 Relasjonene mellom aktørene i bildeoppbyggingskonseptet og komponentene i NBF-konseptets modell

Rollen til en bildeproduksjonsnode (BPN) er å sammenstille (fusjonere) og videreforedle data fra sensorer og andre BPNe til et (lokalt) situasjonsbilde. Sensorene brukes for å samle data om omgivelsene.

En situasjonsbildebruker (SBB) er, som navnet tilsier, en bruker av et situasjonsbilde. I tillegg til beslutningstakere, regnes også effektorer som SBBer.

## 2.3 Situasjonsbilde

NATO's offisielle definisjon av "Common Operational Picture" er (hentet fra AAP-6):

"An operational picture tailored to the user's requirements, based on common data and information shared by more than one command."

Denne definisjonen av situasjonsbildet er ikke presis og åpner for flere tolkninger. Prosjektets presiseringer beskrives nedenfor.

Med et situasjonsbilde menes et sett med data fra sensorer og andre kilder produsert for å støtte én eller flere beslutningstakere/effektorer. Situasjonsbildet er det samlede informasjonsgrunnlaget som ligger til grunn for det som presenteres til brukeren, og ikke det som vises for brukeren på en skjerm eller lignende. Videre kan hvert situasjonsbilde betraktes som en delmengde av den totale datamengden som produseres av sensorer og datafusjonsnoder. Dette medfører også at det ikke finnes *ett* felles bilde, men det kan finnes et sett med innbyrdes konsistente bilder med et felles datagrunnlag. Med konsistente bilder menes her bilder som ikke er i konflikt med hverandre.

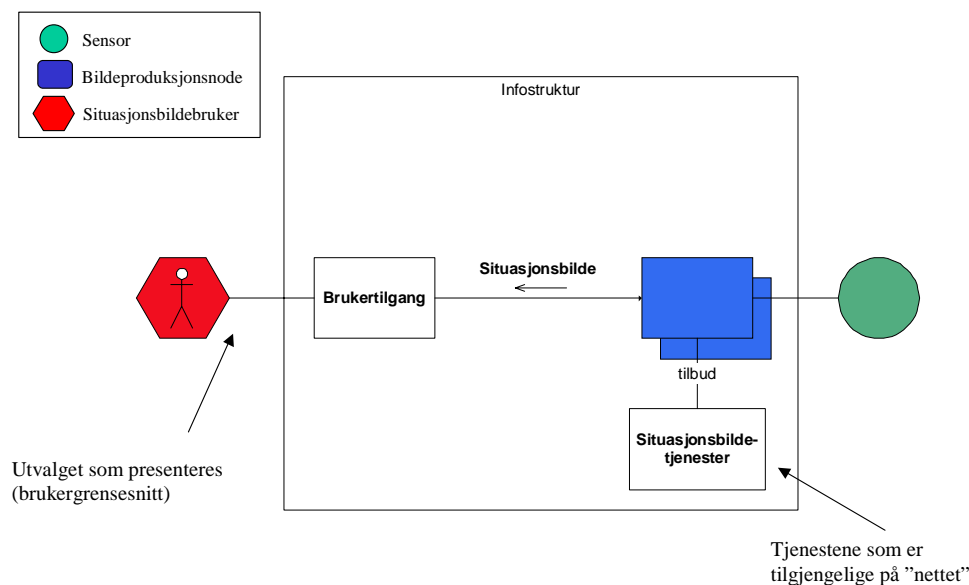
Innhold i situasjonsbildet er beskrevet i (6).

## 2.4 Brukertilgang og situasjonsbildet

I Figur 2.3 er det introdusert en komponent som kalles "brukertilgang". Denne håndterer brukergrensesnittet og på vegne av brukeren også all interaksjon med andre komponenter i infostrukturen.

Figur 2.3 viser tre aspekter av situasjonsbildet.

1. Midt på figuren vises *situasjonsbildet* som leveres fra bildeproduksjonsnoden til brukertilgangskomponenten. Dette situasjonsbildet er skreddersydd situasjonsbildebrukerens behov.
2. På høyre side av figuren vises de *situasjonsbildetjenester* som tilbys på nettet. Det skreddersydde situasjonsbildet som leveres til en gitt situasjonsbildebruker, er basert på de tjenester som tilbys på nettet. Situasjonsbildebrukerens situasjonsbilde er typisk en delmengde av den totale informasjonen som er tilgjengelig på nettet.
3. På venstre side av figuren presenterer brukertilgangskomponenten situasjonsinformasjon til brukeren. Det som til enhver tid presenteres for brukeren er typisk et utvalg av elementene som finnes i situasjonsbildet levert av bildeproduksjonsnodene.



Figur 2.3 Utvidet modell med brukertilgang og situasjonsbilde

### 3 KONSEPT FOR BILDEOPPBYGGING FOR NBF

Prosjektet har utarbeidet et konsept for bildeoppbygging for NBF. Konseptet blir beskrevet i kapittel 3.1 nedenfor. En modell som illustrerer viktige prosesser i forbindelse med bildeoppbyggingsfunksjonen er beskrevet i kapittel 3.2.

#### 3.1 Overordnet idé i bildeoppbyggingskonseptet

Med et bildeoppbyggingskonsept menes de overordnede idéer for bildeoppbyggingsfunksjonen. Det betyr at konseptet f.eks. ikke inneholder realiseringsaspekter eller teknologivalg. Konseptet danner også deler av grunnlaget for en demonstrator for bildeoppbygging som er utviklet i prosjektet for å få erfaring med bildeoppbygging for NBF (se kapittel 4). Konseptet er dokumentert i (7).

Den overordnede idéen i bildeoppbyggingskonseptet (7) er at bildeoppbyggingen er en kombinasjon av to strategier slik som illustrert i Figur 3.1:

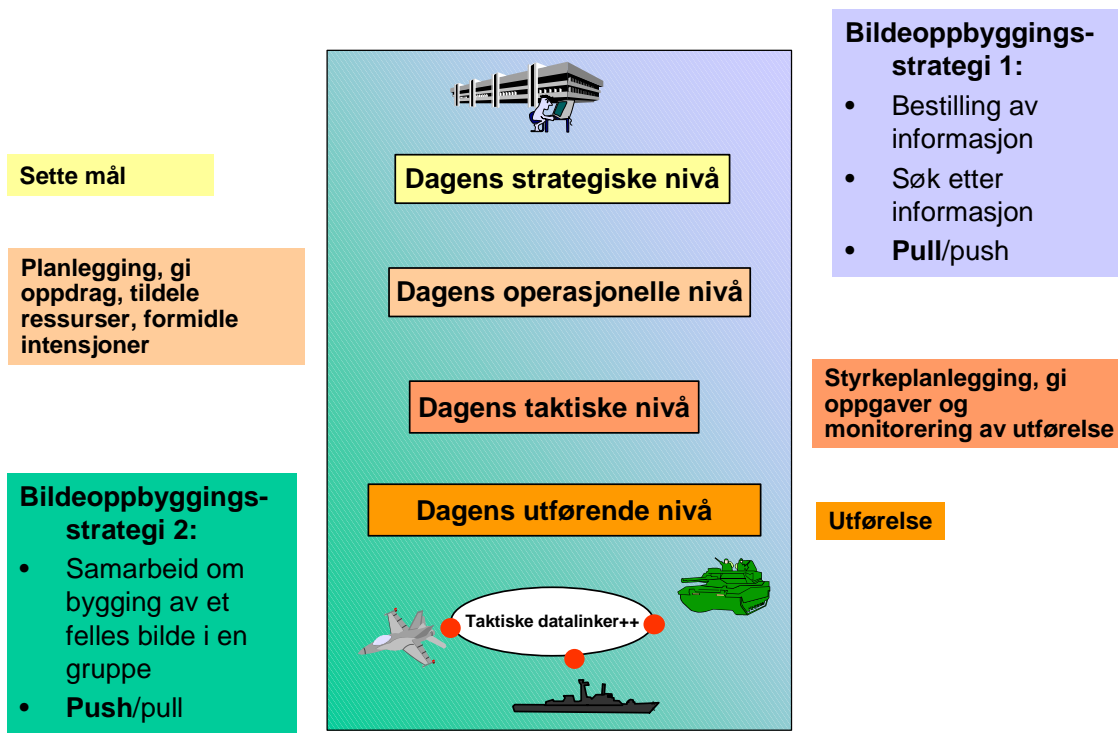
1. Situasjonsbildet bygges ut fra brukerens meddelte informasjonsbehov eller ved at brukeren søker etter informasjon (pull-basert bildeoppbygging). Denne strategien benyttes for brukere med et særegent informasjonsbehov som endrer seg som funksjon av tid. De ulike situasjonsbildebrukerne vil ha konsistente, men ikke nødvendigvis

identiske bilder. Strategien er best egnet for brukere som planlegger og leder operasjoner.

2. Produksjon av et felles bilde innad i en gruppe militære enheter (push-basert bildeoppbygging). De forskjellige brukerne/beslutningstakere henter ut de delene av situasjonsbildet de er interesserte i. Denne strategien er egnet for brukere med et veldefinert informasjonsbehov som deles av flere andre. Typiske eksempler på dette vil være innen krigføringssområdene på taktisk nivå, f.eks. anti-luftkrigføring.

Merk at i praksis vil bildeoppbyggingen være en kombinasjon av de to strategiene beskrevet foran.

Generelt vil pull-basert bildeoppbygging være best egnet for dagens strategiske og operasjonelle nivå samt i taktisk planlegging. På dagens utførende nivå (innad i krigføringssområdene) vil en, som i dag, i stor grad basere seg på push-basert bildeoppbygging. Det er imidlertid noen prinsipielle forskjeller i forhold til dagens system. Man løsriver eierskapet av sensorer, effektorer og bildeproduksjonsfunksjonalitet fra plattformene, noe som gir nye muligheter for å utnytte ressursene bedre. I NBF skal det legges til rette for å kunne koble sammen sensorer, bildeproduksjonsfunksjonalitet og brukere ad hoc<sup>1</sup>. Dette vil gi store muligheter for å tilpasse den operative arkitekturen og informasjonsflyten til behovet.



Figur 3.1 Bildeoppbyggingskonseptets to strategier

<sup>1</sup> Med en ad hoc sammenkobling menes her en sammenkobling som skjer for å danne en gruppe som skal løse en spesiell oppgave. Denne gruppen vil være avgrenset i tid, og hvem som er medlem av gruppen vil kunne variere over tid.



På dagens operasjonelle og taktiske nivå er hovedoppgavene å tildele oppdrag og ressurser, formidle intensjoner, utføre styrkeplanlegging og monitorere utførelsen av oppdragene. Situasjonsbildebrukerne på disse to nivåene vil i stor grad ha individuelle og spesielle krav til situasjonsbildet. De har mindre grad av forutsigbarhet i informasjonsbehovet, og setter derfor større krav til fleksibiliteten i bildeoppbyggingen enn brukere på det utførende nivået. Bildeoppbyggingen vil derfor i stor grad skje ved aktivt søk etter informasjon, og tidskravet er såpass lavt at det er tid til slike informasjonssøk. Det er stor fleksibilitet i hva slags informasjonskilder situasjonsbildebrukerne kan hente informasjon fra, og bildet som etableres bør skreddersys for denne situasjonsbildebrukerens behov. Dette fører til at organiseringen av bildeoppbyggingen blir kompleks. Det kreves at situasjonsbilder som bygges av ulike beslutningstakere på operasjonelt og taktisk nivå er innbyrdes konsistente.

Det utførende nivået løser et bestemt oppdrag avgrenset i tid og rom med gitte ressurser. Her vil kravene til bildeoppbyggingen være lettere å definere. De vil f.eks. være gitt av kapasiteter til våpen og sensorer og av hvilken taktikk som benyttes. Det er også behov for å ha tilgang til det samme bildet for de enhetene som løser samme oppdrag. Pga. antallet enheter på taktisk nivå, samt at en ofte har strenge tidskrav, vil en pull-basert bildeoppbygging bli for kompleks og tidkrevende. Den push-baserte bildeoppbyggingen karakteriseres av en større forutsigbarhet og automatikk i informasjonsflyten. Bildeoppbyggingen blir da mindre kompleks og mindre tidkrevende.

Mulighet for ad hoc-organisering er sentralt i NBF og støttes i begge bildeoppbyggingsstrategiene. Forskjellen mellom strategiene er at mens det for det utførende nivået etableres et nettverk av samarbeidende enheter med fleksibilitet til å trekke på andre kilder ved behov, vil en for militære nivåer som i større grad driver planlegging sette opp informasjonsflyten ad hoc basert på de enkelte situasjonsbildebrukernes ønsker.

Informasjonsflyten vil i begge strategiene være begrenset av:

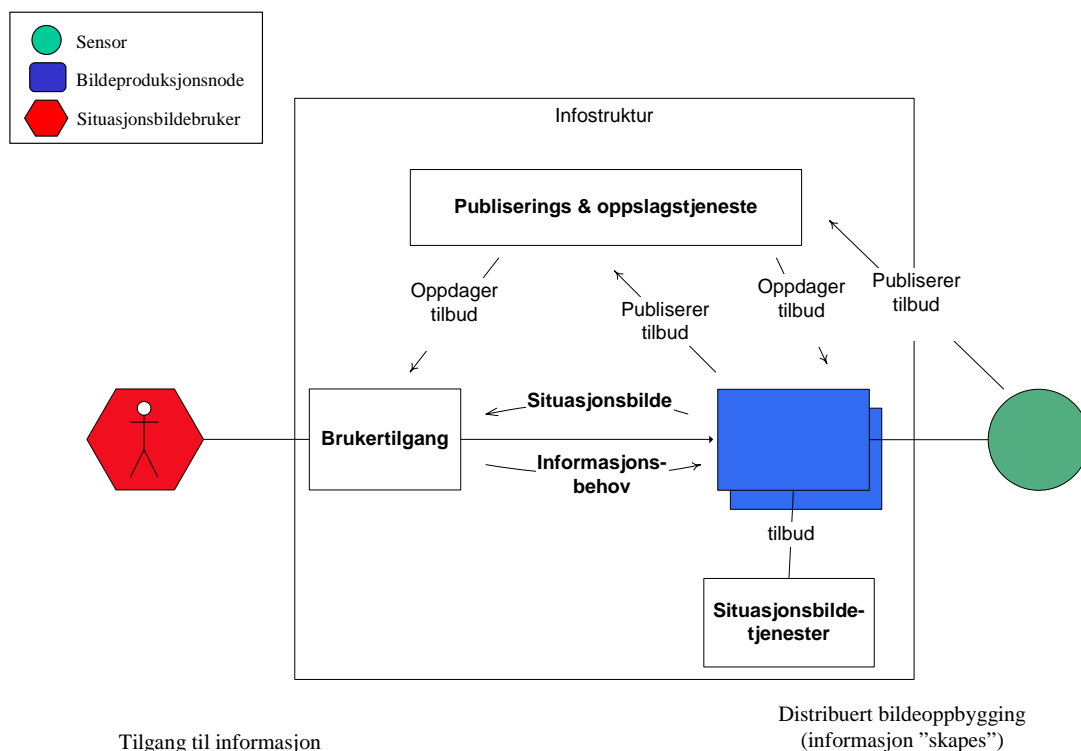
- konnektiviteten mellom informasjonskildene og situasjonsbildebrukerne,
- båndbredde,
- prosesseringskraft og
- krav til redundans.

En sentral del av bildeoppbyggingen er å gi oversikt over egne styrker. I dette konseptet er dette tenkt løst ved at alle egne styrker rapporterer sine posisjoner. Disse rapportene blir informasjon i nettverket på lik linje med sensordata.

### **3.2 Bildeoppbyggingsmodell med publiserings- & oppslagstjeneste**

I Figur 3.2 er det vist en modell som illustrerer bildeoppbyggingsfunksjonen i mer detalj enn vist i Figur 2.3. Her er det introdusert en ny komponent i infostrukturen, kalt publiserings- og oppslagstjenesten, med kortnavn oppslagstjenesten. Dette er en katalog som inneholder informasjon som karakteriserer relevante ressurser (for eksempel komponenter som sensorer og

bildeproduksjonsnoder) og tjenester i informasjonsinfrastrukturen.



Figur 3.2 Utvidet modell med publiserings- og oppslagstjeneste

Publiserings- og oppslagstjenesten er den komponenten som muliggjør ad hoc organisering av informasjonsflyt. Komponentene benyttes i bildeoppbyggingsprosessen som illustrert i høyre del av figuren:

- Sensorer og bildeproduksjonsnoder *publiserer* hvilke informasjonstjenester (situasjonsbilder og data fra sensorer) som de kan levere på nettet. Publiseringen skjer ved at en kort karakteristik av tjenesten legges inn i oppslagstjenesten. Denne karakteristikken vil også inneholde kontaktinformasjon som benyttes dersom noen ønsker å kople seg opp og bruke tjenesten.
- Bildeproduksjonsnoder kan oppdage hvilke tjenester som er tilgjengelige ved å gjøre *oppslag* i oppslagstjenesten. Man kan si at oppslagstjenesten er en slags "elektroniske gule sider" som beskriver tilbudet av tjenester i infostrukturen. Dersom bildeproduksjonsnoden ønsker å benytte seg av en tjeneste, vil kontaktinformasjon i oppslagstjenesten gi nødvendig hjelp slik at noden kan kople seg opp til ønsket tjeneste.

Komponenten benyttes også i prosessen som gir situasjonsbildebruker tilgang til ønsket informasjon. Ved å gjøre oppslag i publiserings- og oppslagstjenestens katalog vil situasjonsbildebruker kunne oppdage hvilke tjenester som er tilgjengelige. Videre vil situasjonsbildebruker kunne spesifisere sitt informasjonsbehov (som beskrevet for strategi 1 i kapittel 3.1) og overlate til informasjonsinfrastrukturen å fremskaffe et situasjonsbilde som

tilfredsstillende behovet. En slik mulighet er nærmere beskrevet i kapittel 5.

Som nevnt i bildeoppbyggingskonseptet, vil de ulike situasjonsbildebrukerne ha konsistente, men ikke nødvendigvis identiske bilder. Det vil derfor også være prosesser mellom bildeproduksjonsnodene som sikrer at de ulike situasjonsbildene blir konsistente.

### 3.3 Delkonklusjon

Det er utarbeidet et konsept for bildeoppbygging for NBF. Konseptet har dannet grunnlag for prosjektets arbeid med en demonstrator for bildeoppbygging. Konseptet konkretiserer sentrale egenskaper som vi mener fremtidens bildeoppbyggingsfunksjon bør ha.

Et grunnleggende stykke arbeid er gjennomført. Konseptet har vært viktig for andre aktiviteter i prosjektet. Selv om konseptet har vært utviklet på eget initiativ, og for bruk i demonstratoren, vil det etter en forankring og diskusjon i Forsvaret kunne være utgangspunkt også for andre aktiviteter.

Det forventes at konseptet vil videreutvikles når man får mer erfaring med hvordan disse tankene kan implementeres. Spesielt vil den utviklede bildeoppbyggingsdemonstratoren være en viktig bidragsyter i denne prosessen.

## 4 TEKNOLOGIDEMONSTRATOR

Prosjektet har utviklet en teknologidemonstrator som inkluderer viktige egenskaper som informasjonsstrukturen må ha for å støtte opp under distribuert bildeoppbygging. Å oppnå en tilstrekkelig høy grad av felles situasjonsbevissthet er et viktig virkemiddel for å oppnå økt stridseffekt i NBF. Situasjonsbildet er den viktigste kilden til felles situasjonsbevissthet. Prosjektet har også utført arbeid som omhandler menneskelige aspekter (kognitivt perspektiv) ved situasjonsbevissthet i NBF (kapittel 4.2).

### 4.1 Teknologidemonstrator for distribuert bildeoppbygging

Teknologidemonstratoren for distribuert bildeoppbygging for NBF viser viktige sider ved "konsept for bildeoppbygging for NBF" – strategi 2 (bildeoppbygging i en gruppe). Prosjektet gjennomførte en vellykket demonstrasjon i desember 2003 hvor følgende ble demonstrert:

- Bildeoppbygging i en felles oppdragsgruppe (Joint Task Group).
- Ad hoc organisering av informasjonsflyt i bildeoppbyggingen. Ad hoc organisering er en egenskap generelt for NBF, ikke bare for bildeoppbygging.
- Utnyttelse av peer-to-peer teknologi.

Ad hoc organisering av informasjonsflyt er en egenskap ved fremtidens informasjonsinfrastruktur som muliggjør økt deling av informasjon. Denne egenskapen mangler i dagens militære informasjonssystemer. Den operative nytten av egenskapen vil være at den støtter ad hoc sammenkopling av geografisk distribuerte styrker både på det taktiske og det

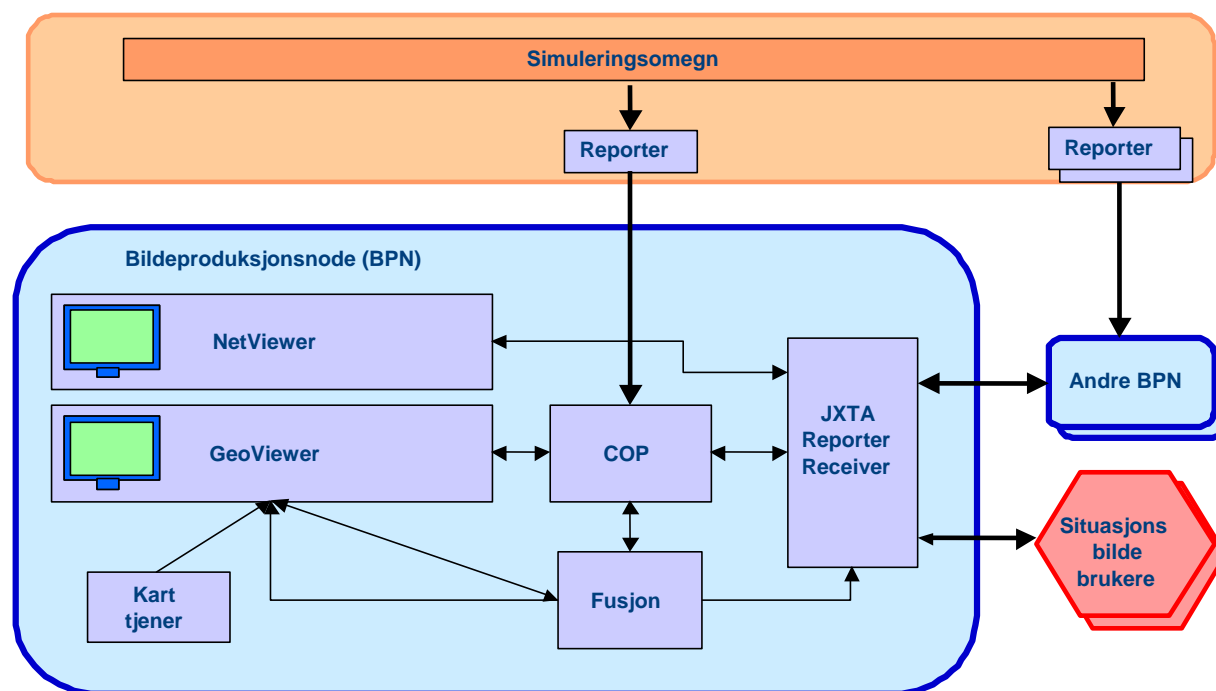
operasjonelle nivå:

- Oppdragsgruppen settes sammen med et spesifikt formål (oppdraget) for øye
- Det kreves lite til ingen forhåndsplanlegging (on-the-fly, plug-and-play)
- Det kreves ingen forhåndskonfigurasjon (med unntak av sikkerhet)
- Det kan være varierende sammensetning av styrken gjennom oppdraget
- Oppdragsgruppen oppløses når oppdraget er utført

Teknologidemonstratoren er implementert i et datalaboratorium ved FFI hvor det benyttes et lokalt nettverk for kommunikasjon mellom bildeproduksjonsnodene. Demonstratoren er dokumentert i (8).

### Bildeproduksjonsnoden

Demonstratoren består av et antall bildeproduksjonsnoder som samarbeider om å bygge et felles situasjonsbilde i en gruppe. En bildeproduksjonsnode (BPN) består av flere komponenter, som vist i Figur 4.1.



Figur 4.1 Internt i en bildeproduksjonsnode (BPN)

Hovedkomponentene i bildeproduksjonsnoden er:

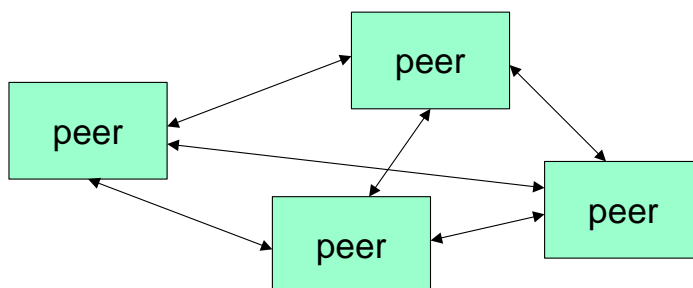
- *COP* (Common Operational Picture). Situasjonsbildet lagres i komponenten COP. Både informasjon om egne og fiendtlige militære enheter er en del av COP.
- *GeoViewer*. Komponentene er en applikasjon som viser innhold i situasjonsbildet (hentet fra komponenten COP) på et kart. Komponentene henter kartdataene fra en egen karttjener.
- *Netviewer*. Komponentene visualiserer tilgjengelige bildeoppbyggingstjenester og ressurser (sensor-, beslutnings- og effektorkomponenter) i nettverket. Også deres tilkobling til infostrukturen og plattformtilhørighet blir visualisert.

- *JXTAReporterReceiver*. Komponenten utveksler situasjonsinformasjon med andre BPN.

I tillegg leveres simulert situasjonsinformasjon fra en simuleringsomegn via komponenten *Reporter*. Alle komponentene internt i en BPN finner hverandre dynamisk, og kunne vært plassert på forskjellige maskiner.

### Peer-to-peer system

Demonstratoren er bygget som et Peer-to-Peer (P2P) system. Dette er et system der alle maskiner i utgangspunktet er likeverdige, og kan tilby og benytte hverandres ressurser punkt-til-punkt. Dette står i kontrast til den mer tradisjonelle klient-tjener-arkitekturen. Teknologien JXTA, som er et rammeverk for å bygge P2P-systemer, ble valgt for bruk i demonstratoren. Prinsipp for peer-to-peer-systemer er vist i Figur 4.2. I demonstratoren er det bildeproduksjonsnoder som er endepunkter, *peers*, i et slikt JXTA-nettverk.



Figur 4.2 Prinsipp for peer-to-peer-systemer

JXTA har en fullstendig distribuert oppslagstjeneste i form av annonser som lagres på alle endepunkter. Denne oppslagstjenesten er sentral for å få til ad hoc sammenkobling av bildeoppbyggingstjenester for NBF.

Et JXTA-nettverk er et ad hoc nettverk som er adaptivt med tanke på topologi. Nettverket består som nevnt tidligere, av endepunkter (peers), og forbindelsene mellom disse. Disse endepunktene kan logisk settes sammen i grupper for å begrense nettverkstrafikk og for å forenkle administrasjon (for eksempel tilgang). Kommunikasjonen mellom endepunkter er basert på enveis logiske forbindelser som kalles *pipes*. Endepunkter kan slutte seg til eller forlate nettverket når som helst, og ruter kan endres ofte.

Alle ressurser i et JXTA-nett, peers, peer-grupper, pipes og tjenester, gjøres kjent på nettet ved å annonsere dem. Annonnene publiseres med en levetid som kan fornyes ved å publisere dem på nytt før utløpet av levetiden. Hver enkelt peer har et lokalt lager som holder egne annonser og annonser som er mottatt fra andre.

JXTAs protokoller er basert på et sett med XML-baserte meldinger, og JXTA kan derfor kalles plattformuavhengig. JXTA-arkitekturen er desentralisert, og prinsipielt er alle enheter likeverdige.

JXTA er nærmere beskrevet i (9) og (10).

### **Situasjon/eksempel-scenarie**

Prosjektet har utviklet en situasjon (kalt eksempel-scenario) som er brukt i demonstratoren. I dette eksempel-scenariet er det med elementer fra alle forsvarsgrener. Det er bildeproduksjonsnoder på fem ulike militære enheter.

### **Simuleringsomegn**

I tillegg til bildeproduksjonsnoder består demonstratoren av en simuleringsomegn. Simuleringsomeggen ble brukt for å stimulere bildeoppbyggingsystemet med data fra virtuelle sensorer tilknyttet bildeproduksjonsnodene.

Simuleringsomegnens oppgave er å simulere et på forhånd oppsatt hendelsesforløp med tilhørende plattformer, sensorer, kommunikasjonssystemer og bildeproduksjonsnoder, samt produsere track- og klassifikasjonsdata for resten av demonstratoren. Simuleringsomeggen er bygget over High Level Architecture (HLA) som er en standard for å knytte sammen simuleringskomponenter. Simuleringsomeggen ble utviklet ved å bruke tilgjengelige hyllevare HLA- komponenter og ved å gjenbruke eksisterende simuleringsmodeller utviklet ved FFI.

Simuleringsomeggen består av følgende hovedkomponenter:

- Computer Generated Forces (CGF) – Et hyllevare verktøy som simulerer oppførselen til de enheter/avdelinger som deltar i scenariet.
- SensorSim – Et simuleringsverktøy for bildeoppbygging som er utviklet ved FFI. SensorSim simulerer sensordeteksjon, målfølgning (tracking) og klassifisering for de virtuelle sensorene som er tilknyttet bildeproduksjonsnodene.
- 3D Stealth Viewer – Også en hyllevare komponent. Stealth Viewer brukes til å visualisere de simulerte enhetene/avdelingene i 3D omgivelser.
- Federation Manager – Et verktøy for å kontrollere oppstart og utførelse av en simuleringsomegn.
- *Reporter* – en komponent som leverer simulert situasjonsinformasjon fra simuleringsomeggen til bildeoppbyggingsdemonstratoren.

## **4.2 Situasjonsbevissthet i NBF fra et kognitivt perspektiv**

Prosjektet har også utført arbeid som omhandler menneskelige aspekter (kognitivt perspektiv) ved situasjonsbevissthet i NBF. Bakgrunnen for arbeidet var ønsket om å inkludere menneskelige aspekter i utviklingen av forsvarrets operative systemer. Mange system og applikasjoner tar for liten grad hensyn til disse, hvilket øker risikoen for såkalte menneskelige feil og svekkelse av systemets totalytelse. Årsaken til menneskelige feil og dårlig totalytelse ligger ofte i dårlig design av teknologi som i for liten grad har benyttet kunnskap om

menneskers generelle kognitive funksjoner og begrensninger.

Det er utarbeidet en rapport som tar for seg kognitive perspektiver ved beslutningstaking i NBF (11). Rapporten tar utgangspunkt i litteratur som berører NCW (Network Centric Warfare) og belyser beslutningstaking i NBF. Rapporten trekker inn teorier først og fremst fra kognitiv psykologi. Kognitiv psykologi fokuserer på menneskers mentale prosesser (tenkning), forholdet mellom individ og omverden, og menneskers representasjoner av omverden.

Konkrete målsetninger med rapporten er å:

- 1) bidra til forståelsen av sentrale begrep i NBF som har med beslutningstaking å gjøre
- 2) beskrive modeller for beslutningstaking og relatere disse til NBF

Det er også gjennomført arbeid som går på visualisering/presentasjon av situasjonsinformasjon, altså støtte fra infostrukturen for å oppnå situasjonsbevissthet. Dette har vært et bidrag inn i utviklingen av teknologidemonstratoren. Spesielt har designet av komponenten Netviewer vært basert på etablert kunnskap innen *human factors*.

### 4.3 Delkonklusjon

Det er utviklet en teknologidemonstrator for distribuert bildeoppbygging for NBF som gir en demonstrasjon av viktige sider ved "konsept for bildeoppbygging for NBF" – strategi 2. Demonstratoren viser at det er mulig å få til ad hoc organisering av bildeoppbyggingstjenester for NBF med bruk av P2P-teknologi. Ad hoc organisering er en egenskap som ikke finnes i dagens systemer.

Demonstratoren er implementert i et datalaboratorium med IP-baserte kommunikasjonsnett og simulerte (virtuelle) sensorer. Videre er JXTA arkitektur og protokoller benyttet som grunnlag for å bygge P2P-systemet. Dette er et steg i retning av en tjeneste- og komponentbasert arkitektur for den fremtidige tjenesteinfrastrukturen.

Dagens demonstrator er bare et første steg. Mer arbeid er nødvendig innenfor områder som tjenestebeskrivelse, datafusjon og informasjonsutveksling, samt kommunikasjonssystemer. Veien videre bør være å eksperimentere med en videreutviklet versjon av demonstratoren, gjennomføre eksperimenter i tilknytning til øvelser og ikke minst integrere demonstratoren med eksisterende systemer og reelle (ikke virtuelle) sensorer. Demonstratoren håndterer en av flere måter å organisere bildeoppbyggingen i en gruppe. I det videre arbeid bør målsettingen være å dekke flere bildeoppbyggingsarkitekturer.

Prosjektet har presentert mulige eksperimenter for FOHK/J7. I den forbindelse har prosjektet blitt oppmuntret til å gjennomføre et eksperiment med ad hoc organisering i øvelsen Blue Game våren 2004, og en skisse til et slikt fremtidig eksperiment er beskrevet i et eksperimentforslag.

## 5 SITUASJONSBILDEBRUKERS TILGANG TIL INFORMASJON

Prosjektet har, med utgangspunkt i bildeoppbyggingskonseptet, beskrevet en sentral egenskap ved tjenesteinfrastrukturen som er kalt behovstilpasset tilgang til informasjon. I dette arbeidet er det ikke bildeoppbyggingsprosessen som har vært i fokus. Her har ståsted vært hos situasjonsbildebruker, og det fokuseres på brukerens tilgang til informasjon og hvordan informasjonstilgangen dynamisk kan skreddersys hans behov.

Som beskrevet i bildeoppbyggingskonseptets strategi 1 kan brukeren få tilgang til informasjon på to måter:

- Brukeren går aktivt ut og søker for å finne hvilke situasjonsbilde-tjenester som dekker hans informasjonsbehov.
- Brukeren formulerer sitt behov og meddeler dette til informasjonsinfrastrukturen. Det blir dermed informasjonsinfrastrukturens oppgave å sørge for å hente frem det som etterspørres.

Et bestillingskonsept som beskriver behovstilpasset tilgang til informasjon er beskrevet i kapittel 5.1. Dette konseptet har tatt utgangspunkt i den mest avanserte måten å få informasjonstilgang som listet over (brukeren formulerer sitt behov og meddeler dette til informasjonsinfrastrukturen).

### 5.1 Bestillingskonsept

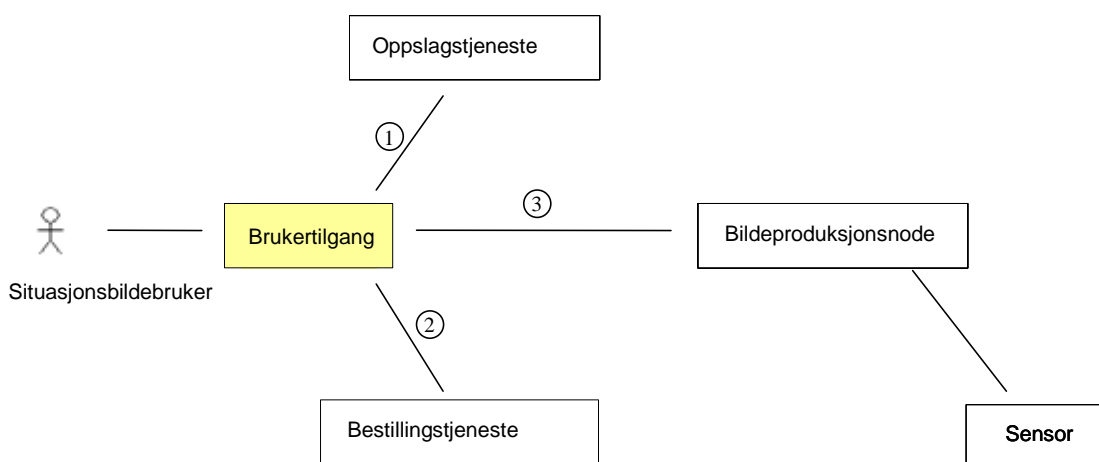
En modell for bestillingskonseptet er dokumentert (6). Bestillingskonseptet introduseres ved følgende firetrinns scenario:

- Utgangspunktet er at en beslutningstaker har behov for mer informasjon for å få en bedre situasjonsbevissthet. Første trinn vil være at beslutningstakeren spesifiserer en informasjonsbestilling. Denne bestillingen sendes til en ”automatisert informasjonsassistent” - en tenkt applikasjon i informasjonsinfrastrukturen. Assistenten vil så fremskaffe en liste over alle tilgjengelige tjenester og foreta en sammenlikning med bestillingen. Avhengig av resultatet av denne analysen er det to veier videre:
- Dersom bestillingen kan imøtekommes, vil den bli sendt til bildeproduksjonsnoden for effektivisering. Det forutsettes da at brukeren har de nødvendige tilgangsrettigheter for denne typen informasjon. Resultatet blir at brukeren blir satt opp som en ny abonnent av nodens bildetjeneste.
- Dersom assistenten ikke kan finne noen tjeneste som tilfredsstillende bestillingen, vil bestillingen bli sendt videre til en ressursstyringsansvarlig. Han vil så måtte bestemme hva som skal skje med bestillingen.
- Ressursstyringsansvarlig vil legge bestillingen i en ventekø dersom det ikke finnes noen aktuelle sensorer som kan oppfylle anmodningen. I de resterende tilfellene finnes det sensorer som kan imøtekomme behovet, men de er foreløpig ikke tilordnet denne oppgaven. Dersom de er ledige, vil det være enkelt å finne en løsning. Problemet oppstår når aktuelle sensorene allerede er opptatt. I så tilfelle må ressursstyringsansvarlig



prioritere. Alternativt må konflikten løftes til et høyere nivå. Dersom anmodningen ikke blir prioritert, vil den bli lagt i ventekø i påvente av at sensorer kanskje blir ledige på et senere tidspunkt.

Et bilde av komponentene i bestillingskonseptet er vist i Figur 5.1. Assistenten fra det tidligere beskrevne scenariet er nå delt i tre komponenter: en brukertilgangs-komponent som samarbeider med en oppslagstjeneste og en bestillingstjeneste. En kort beskrivelse av de tre komponentene er gitt i Tabell 5.1.



Figur 5.1 Modell av bestillingskonseptet

Sentrale aktiviteter i prosessen for å bestille informasjon er (se Figur 5.1):

- Det er en interaktiv dialog mellom situasjonsbildebrukeren og informasjonsinfrastrukturen. Komponentene ”brukertilgang” håndterer denne dialogen på vegne av informasjonsinfrastrukturen.
- Den første oppgaven (1) som ”brukertilgang” må håndtere, er å lokalisere de andre komponentene som den skal samarbeide med. Oppslagstjenesten har en oversikt over alle komponenter og tjenester som ”brukertilgang” for øyeblikket kan kommunisere med.
- Gitt at brukeren har et udekket informasjonsbehov vil den neste oppgaven (2) være å sende en formalisert beskrivelse av dette behovet til bestillingstjenesten. Denne tjenesten vil så evaluere forespørselen ved å sammenlikne den med pågående og potensielt nye bildeproduksjonskapasiteter.
- Det antas at det finnes en ressursstyringsansvarlig (utenfor informasjonsinfrastrukturen) og at han er en del av bestillingstjenesten. Regler og mekanismer for ressursstyring er imidlertid utenfor fokus for dette arbeidet – de antas bare å måtte være der.
- En godkjent bestilling blir sendt over (3) til bildeproduksjonsnoden for effektivering, og informasjon blir levert tilbake. Informasjonsleveringen kan være en form for abonnement, hvor informasjon leveres regelmessig over et visst tidsrom.

Brukertilgang	Komponenten håndterer brukergrensesnittet og samhandler dessuten med de andre komponentene på vegne av brukeren.
Oppslagstjeneste	En katalog som inneholder informasjon som karakteriserer relevante komponenter og tjenester i informasjonsinfrastrukturen.
Bestillingstjeneste	Inneholder informasjon om alle pågående bildeoppbyggingsaktiviteter, samt informasjonsbestillinger fra brukere.

Tabell 5.1 Komponenter

## 5.2 Operative krav til informasjonsutveksling (IER)

Prosjektets har også arbeidet med å utrede alternative spesifikasjonsmetoder for operative krav til informasjonsutveksling.

Den tradisjonelle måten å spesifisere informasjonsutvekslingskrav har vært å utvikle maler som kalles "Information Exchange Requirements" (IERs). Dette er et generisk begrep, men i det militære domenet har begrepet en spesiell mening. Hver IER dekker informasjonsutveksling som er relatert til et spesifikt funksjonsområde. Slike maler er samlet i APP-11 (16). Viktig å merke seg er at IER-malene fokuserer på å sende informasjon, for en gitt situasjon, fra en enhet til en forhåndsdefinert mottaker.

Prosjektets arbeid med å utrede alternative spesifikasjonsmetoder for operative krav til informasjonsutveksling konkluderte med at dagens metode (Information Exchange Requirements) ikke gir den nødvendige fleksibilitet for situasjonstilpasset informasjonsutveksling i NBF. Denne metoden er basert på en push-basert modell hvor informasjonsflyt skjer etter et fastlagt mønster. Prosjektet anbefalte i stedet at man gikk videre med å utrede et bestillingskonsept som beskrevet i forrige kapittel. Dynamiske informasjonsutvekslingskrav (dynamiske IER) kan oppnås dersom IERene tas inn som ett av elementene i en informasjonsbestilling. IERene kan på denne måten danne basis for å spesifisere det som brukeren anser som sitt behov.

## 5.3 Delkonklusjon

En modell av et bestillingskonsept for behovstilpasset tilgang til informasjon er laget og dokumentert. Modellen er beskrevet på et konseptuelt nivå. Målet har vært å etablere en enkel modell som grunnlag for eventuelt å gå videre med å identifisere spesifikke systemkrav.

Bestillingskonseptet går ut på at brukeren beskriver sitt informasjonsbehov i form av en formalisert bestilling som er maskinforståelig. Potensialet for automatisering av oppgaver er dermed stort. Semantic Web-teknologier synes å egne seg for å realisere bestillingskonseptet. Det vurderes imidlertid å være store utfordringer forbundet med å løse dette.

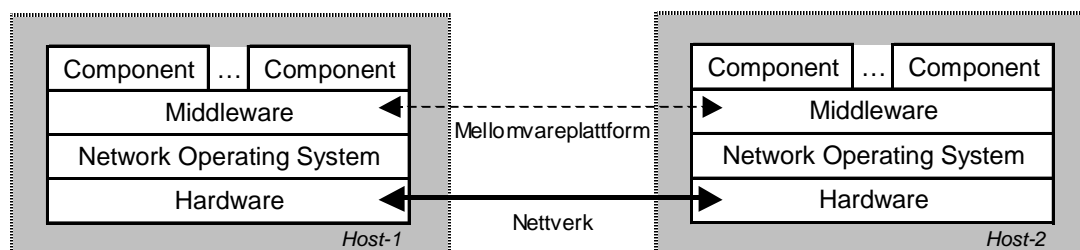
Verdien av arbeidet avhenger av en videreføring. Modellene som er foreslått må detaljeres nærmere, og de må prøves ut. Veien videre bør være å utvikle ett eller flere eksperimenter basert på idéene i rapporten.

Som et første steg i retning av behovstilpasset tilgang til informasjon, kan man bruke en oppslagstjeneste for å få dynamisk/ad hoc integrasjon av eksisterende situasjonsbildetjenester. En slik mulighet er beskrevet i et eksperimentforslag som har vært diskutert med FLO/IKT (gjennomført som et samarbeidsprosjekt). Det anbefales at det gjennomføres et eksperiment langs disse linjer.

## 6 BRUK AV KOMMERSIELLE MELLOMVARETEKNOLOGIER

Prosjektet har hatt flere aktiviteter innenfor området mellomvareteknologi for geografisk distribuerte K2IS. Utbudet av mellomvareteknologier er meget stort. Prosjektet har derfor utført studier/vurderinger av mellomvareteknologi på ulike nivåer; for bruk i infostrukturen (se kapittel 6.1) og for bruk i prosjektets demonstrator (se kapittel 6.2). Det er også gjort ytelseevalueringer av mellomvareteknologi over HF og satellittkommunikasjon (se kapittel 6.3).

Med mellomvare forstås programvare som kjøres over operativsystemet, men ”under” selve applikasjonen (se Figur 6.1). Begrepet brukes spesielt om programvare for distribuert databehandling.



Figur 6.1 Mellomvare

Hensikten med mellomvare er:

- Gjenbruk av generell funksjonalitet - man unngår å lage det samme om igjen for hvert nye distribuerte system.
- Forenkling – man kan skjule underliggende kompleksitet, fokus på selve applikasjonen.
- Interoperabilitet, utvidbart.

Det finnes mange typer mellomvare. Fire hovedkategorier av mellomvare er (disse kan dels være overlappende):

1. Basis mellomvare (også benevnt ”konnektor-teknologi”). Dette er grunnleggende

mellomvare for kommunikasjon. Eksempler er CORBA og Java RMI.

2. Service Discovery/Ad hoc-teknologier. Denne kategorien av mellomvare har mekanismer for dynamisk og automatisk sammenkobling av systemer. Dette er teknologier som muliggjør ad hoc nettverk, der det er fokus på egenskaper for "Service Discovery" og støtte for peer-to-peer nettverk mellom aktører. Eksempler er Jini, JXTA og Web Services.
3. Mellomvare som en integrert del av en komponentmodell/programmerings-rammeverk. Dette er mellomvare som forenkler bruk av 1) og 2) over. Eksempler er Enterprise Java Beans (EJB) og CORBA Component Model.
4. Løsninger for Enterprise Application Integration (EAI). Disse er særlig egnet for integrasjon av eksisterende systemer som ikke har blitt bygget for å kommunisere med andre systemer.

## 6.1 Mellomvare studie

Prosjektet har utført en vurdering av mellomvareteknologi for bruk i informasjonsinfrastrukturen for NBF. Dette er dokumentert i (12). Mellomvare forventes å få en sentral plass i infostrukturen. Fremtidig systemutvikling vil gå i retning av åpne, distribuerte systemer bygget på objektorienterte og komponentbaserte modeller.

I konteksten bildeoppbygging basert på et nettverk av situasjonsbildebrukere og sensorkomponenter, ser vi et stort behov for dynamikk. Som utgangspunkt for studien ble det formulert antatt viktige krav til mellomvaren. De mest sentrale kravene er:

- Funksjonsdyktig også over lave båndbredder (mulighet for effektiv koding av data)
- Asynkron kommunikasjon (meldingsbasert)
- Dynamiske oppslagstjenester
- Robusthet – "no single point of failure" (oppslagstjenesten må være distribuert)
- Sikkerhet

Mellomvare-rapporten gir ikke grunnlag for å gjøre konkrete valg av mellomvare. De viktigste konklusjoner fra rapporten er:

- Infostrukturen som støtte for et NBF vil generelt sett være heterogen, med ulike mellomvaretyper og –konsepter i et samspill
- De dynamiske egenskapene ved NBF støttes best av "Service Discovery" teknologier
- "Peer-to-peer" synes å være en egnet tilnæringsmodell når sensor- og beslutningskomponenter skal kobles sammen på en dynamisk måte
- Et eget abstraksjonslag over mellomvarelaget er et bidrag til uavhengighet
- EAI er velegnet for integrasjon av eksisterende løsninger

En mulig videreføring av dette arbeidet vil være å gjennomføre eksperimentering med utvalgte typer mellomvare innenfor en NBF-relatert setting.

## 6.2 Bruk av mellomvare i demonstrator for bildeoppbygging

Prosjektet har også utført en vurdering av mellomvareteknologi for bruk i prosjektets teknologidemonstrator. Dette er dokumentert i (9).

For mellomvaren som skal benyttes i demonstratoren, ble det formulert en rekke krav. De viktigste kravene var:

- Mellomvaren må ha mulighet for effektiv koding av data
- Mellomvaren må ha asynkron kommunikasjon eller være meldingsbasert
- Distribuerte, dynamiske oppslagstjenester

I tillegg ble følgende krav brukt i vurderingen:

- Leverandørforhold
  - Spesifikasjonen bør være kontrollert av en leverandøruavhengig organisasjon
  - Interoperabilitet mellom produkter fra forskjellige leverandører
- Teknologiske bindinger
  - Mellomvaren bør være uavhengig av operativsystem
  - Mellomvaren bør være uavhengig av programmeringsspråk
- Mellomvaren bør være enkel i bruk

Til bruk for distribuert bildeoppbygging i demonstratoren sto valget mellom Jini og JXTA, begge såkalte peer-to-peer-teknologier (P2P). Disse teknologiene har per i dag det settet med egenskaper som er nærmest de vi ser kommer til å være nødvendige i et NBF, og da særlig for billedoppbygging. Det understrekes at valgene er gjort for en demonstrator, og derfor er tatt i lys av prosjektets tidsrammer, selv om flere av vurderingene som er gjort også vil kunne gjelde utover prosjektets levetid.

Bruk av Jini vil kreve mobil kode, noe som ikke er et krav for JXTA. Videre er Jini avhengig av Java, i motsetning til JXTA som etter hvert vil bli tilgjengelig for flere språk. Jini har imidlertid støtte for mekanismer som assosiativt søk, leasing og transaksjoner. Det finnes også flere rammeverk som bygger over Jini, slik at det kan kreve litt mer grunnleggende arbeid å bygge et system basert på JXTA. Imidlertid gir begge teknologiene basismekanismene som trengtes i demonstratoren.

JXTA er en ny og spennende teknologi som ser ut til å ha de egenskaper som er nødvendig for distribuert bildeoppbygging i NBF. For prosjektets teknologidemonstrator ble anbefalingen at JXTA benyttes for distribuert bildeoppbygging. I tillegg ble anbefalingen at Web Services benyttes for kommunikasjon med NORCCIS II og til distribusjon av situasjonsbildet over bredbåndsnett.

Det ble også foreslått stor grad av gjenbruk av teknologier fra den forrige versjonen av demonstratoren.

### 6.3 Ytelseevalueringer av mellomvareteknologi

Prosjektet har gjennomført ytelseevalueringer av mellomvareteknologi brukt for bildeoppbygging. Målet var å finne ytelsen til mellomvareteknologier når disse ble brukt over kommunikasjonsmedia med vesentlig mindre kapasitet enn Ethernet. Spesifikt ble HF og satellittkommunikasjon benyttet i testene. Av mellomvareteknologier ble CoABS Grid/Jini benyttet. Bakgrunnen for dette var at testene ble gjennomført med den forrige versjonen av demonstratoren (utviklet av FFI-prosjektet KKI-Sjø). Dette er en type mellomvare som tilhører samme klasse som JXTA (Service Discovery/Ad hoc teknologier).

Ytelseevalueringene er nærmere beskrevet i (13). Resultatene fra testene viser at mellomvareteknologi (Service Discovery/Ad hoc teknologier) kan inngå i distribuert bildeoppbygging over kommunikasjonssystemer med lav kapasitet. Bruken av HF kommunikasjon krever imidlertid at det utvikles en kommunikasjonsprotokoll skreddersydd for lave båndbredder.

## 7 DATAFUSJON

Prosjektet har hatt to hovedaktiviteter innenfor datafusjon:

- Metodikk for samordnet klassifisering av militære objekter
- Norsk deltakelse i NATO-forskningsgruppen for informasjonsfusjon (i RTO/IST Panel).

Disse er beskrevet i henholdsvis kapittel 7.1 og 7.2.

### 7.1 Metodikk for samordnet klassifisering av militære objekter

Prosjektet har utarbeidet en metodikk for samordnet klassifisering av militære objekter. Metodikken går ut på å sammenstille alle tilgjengelige observasjoner, også kjente fakta om relasjoner mellom objekter. En slik helhetlig analyse av observasjoner kan gi vesentlig sikrere klassifikasjon enn ellers og slik bidra til et bedre situasjonsbilde.

Metodikken kan implementeres i dataverktøy som kan støtte brukere (bildebyggere) som arbeider med oppbygging av situasjonsbildet. Dataverktøyet kan avgrense en stor mengde mulige forklaringer for et sett av observasjoner ved å bruke kunnskap om relasjoner mellom objekter. Videre kan verktøyet effektivisere søk blant gjenstående forklaringer etter denne første utsilingen/avgrensningen. Verktøyet kan være til hjelp for å finne de ”interessante” forklaringene som beslutningstagere bør forholde seg til (fremme rask situasjonsbevissthet). Mange mulige forklaringer for et sett av observasjoner kan kreve interaksjon med en bruker som kan spørre smarte spørsmål (som f.eks. gir tilstrekkelig svar for å ta beslutninger).

Prosjektet har sett på det teoretiske grunnlaget for et slikt verktøy samt gjort regneeksempler (tilfeldige mengder, upresise sannsynligheter). Det teoretiske grunnlaget med regneeksempler er dokumentert i (14).

Et mulig videre arbeid er å utvikle en eksperimentell versjon av metodikken i et verktøy. Dette

verktøyet kan tenkes integrert med videreutviklet versjon av teknologidemonstratoren som er beskrevet i kapittel 4.

## 7.2 NATO forskningsgruppe for informasjonsfusjon

Prosjektet har deltatt i en NATO forskningsgruppe for informasjonsfusjon i "Research and Technology Organization (RTO) Information Systems Technology (IST) Panel".

Forskningsgruppen har betegnelsen "NATO Research Task Group on Information Fusion Demonstration" (RTGonIFD). Første offisielle møtet i forskningsgruppen ble avholdt i juni 2003 (15). Arbeidet vil avsluttes i 2006.

I arbeidet med å analysere etterretningsinformasjon er det store utfordringer knyttet til å håndtere store mengder innsamlet data/informasjon, samt å videreformidle resultatene i tide og på en god måte. Uten egnede verktøy er det store muligheter for informasjonsoverlast (information overload) blant personellet som behandler etterretninger.

Forskningsgruppens formål er å ta frem dataverktøy for fusjon som forbedrer situasjons- og trusselvurderingene som gjennomføres i etterretningsprosessen. Målsettingen er å vise – ved en vellykket "proof of concept"-demonstrasjon - at datastøttet fusjon (computer assisted fusion) er mulig. Gruppen forventer at arbeidet vil resultere i anbefalinger knyttet til datamodeller, grensesnitt og ulike verktøykapasiteter. Videre er det forventet at demonstrasjonen vil gjennomføres i en Multinational Intelligence Cell (MIC) på brigade-nivå. Demonstrasjonen vil bruke et scenario som baseres på fredsstøttende operasjoner (Peace Support Operations), inkludert terrorismebekjempelse.

Forskningsgruppen planlegger følgende leveranser:

- Ulike modeller (funksjonelle) og algoritmer som dekker utvalgte fusjonsfunksjoner.
- Programvarekomponenter som demonstrerer de utvalgte fusjonsfunksjoner.
- En demonstrasjon og evaluering av de implementerte fusjonsfunksjonene. Operativt etterretningspersonell vil delta i dette arbeidet.
- Tekniske rapporter, artikler og publikasjoner som er relatert til de utviklede fusjonsfunksjonene, og som er relatert til gjennomføring og resultater av demonstrasjonen.

Forskningsgruppen arbeider med viktige problemstillinger knyttet til fusjon av store datamengder i en etterretningsprosess. Deltakelse i denne forskningsgruppen vil gi tilgang til alle forskningsresultatene som gruppen produserer.

## 8 METADATA FOR PUBLISERING AV TJENESTER

Som nevnt i kapittel 3.2 har prosjektet sett behov for en publiserings- og oppslagstjeneste (med kortnavn oppslagstjeneste) i infostrukturen for å understøtte ad hoc organisering. En oppslagstjeneste inneholder data som gir en karakteristikkk av ressurser og tjenester som er tilgjengelige i infostrukturen. En slik karakteristikkk kalles metadata (data om data). Metadata er altså data som karakteriserer andre data, og de data som blir karakterisert kan være situasjonsbildetjenester som tilbys av bildeproduksjonsnoder og sensorer. Se Figur 3.2

Prosjektet har utviklet metadata for bruk i demonstratorens oppslagstjeneste. De ressurser som karakteriseres i demonstratoren, er sensorer, bildeproduksjonsnoder og deres dataprodukt (situasjonsbildetjenester).

### 8.1 Publisering av alle Forsvarets dataressurser

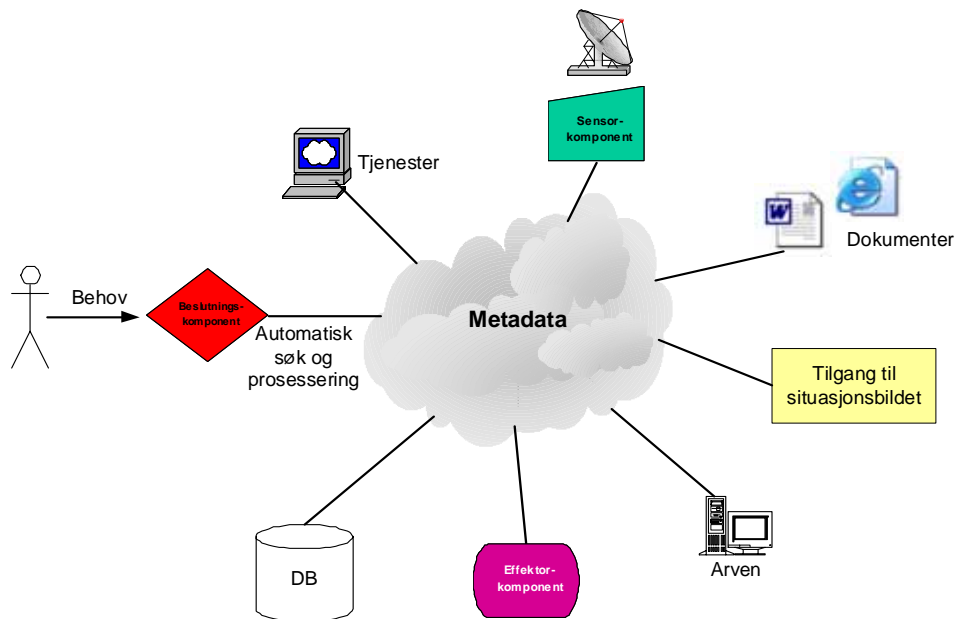
Også i dag brukes metadata for å definere datastrukturer og relasjoner (for eksempel datamodeller), med formål å støtte utvikling av databaser og programvareapplikasjoner. I tillegg til dette kan metadata bli assosiert med alle andre data innenfor Forsvarets virksomhet med formål å publisere dataressurser slik at disse kan oppdages av brukere og applikasjoner. Metadata vil beskrive eller sammenfatte nøkkelegenskaper og konsepter ved dataressursene. Og i prosessen for å finne/oppdage dataressurser vil brukerne/applikasjonene kunne bruke disse metadata.

I prinsippet kan alle dataressurser innenfor Forsvarets virksomhet karakteriseres ved metadata (se Figur 8.1). Eksempler på dataressurser som kan publiseres og oppdages ved hjelp av metadata er:

- systemfiler
- databaser
- dokumenter
- bilder
- lydfiler
- tjenester som gir tilgang til ulike data
- web sites

Også dagens systemer kan karakteriseres ved hjelp av metadata.





Figur 8.1 Integrasjon

US DoD har laget et strategidokument - DoD Net-Centric Data Strategy (17) - hvor metadata inngår som et meget sentralt element.

## 8.2 Delkonklusjon

Metadata som karakteriserer tjenester/ressurser vil være nødvendig for å realisere oppslagstjenester som muliggjør ad hoc organisering av informasjonsflyt.

Dersom man skal få til ad hoc organisering (mellom alle norske styrker og mot allierte) vil det kreves at metadata standardiseres. Dette blir en ny dimensjon i standardiseringsarbeidet, i tillegg til standardisering av informasjonsinnhold.

Det synes som om tiden er riktig for at Forsvaret starter en prosess for å finne ut hvordan metadata kan benyttes for ulike formål i Forsvaret. Prosessen bør ende opp i en strategi for hvordan metadata skal benyttes for publisering av dataressurser.

## 9 KONKLUSJON

FFI-prosjekt 855 (Programstøtte FIS/O) har hatt fokus på å konkretisere egenskaper for å bygge og få tilgang til et operativt situasjonsbilde. Dette har vært viktige oppgaver innenfor konseptutvikling, studier og metodeutvikling, og det har også vært arbeid med å demonstrere utvalgt funksjonalitet i en teknologidemonstrator.

Innenfor konseptutvikling og studier har prosjektet utviklet et konsept for bildeoppbygging som er tilpasset den økte fleksibiliteten NBF krever. Prosjektet har også utviklet et bestillingskonsept

som beskriver behovstilpasset og fleksibel tilgang til informasjon. Innenfor området mellomvareteknologi for geografisk distribuerte K2IS har prosjektet gjennomført studier og ytelseevalueringer. Videre er det utarbeidet en rapport som tar for seg kognitive aspekt ved beslutningstaking i NBF, samt en metodikk for samordnet klassifisering som bidrar til et bedret situasjonsbilde.

Teknologidemonstratoren inkluderer viktige egenskaper som informasjonsstrukturen må ha for å støtte opp under distribuert bildeoppbygging for å etablere situasjonsbilder. Demonstratoren viser at det er mulig å få til ad hoc organisering av bildeoppbyggingstjenester for NBF med bruk av peer-to-peer teknologi. Prosjektet har gjennomført en vellykket demonstrasjon av viktige sider ved "konsept for bildeoppbygging for NBF" – strategi 2.

Prosjektet har påpekt at det er nødvendig med videre arbeid. Konseptet for bildeoppbygging vil måtte modnes og videreutvikles. Det forventes at konseptet vil endres når man får mer erfaring med hvordan disse tankene kan implementeres. Spesielt vil den utviklede teknologi-demonstratoren være en viktig bidragsyter i denne prosessen. Denne demonstratoren er et første steg i retning av en tjeneste- og komponentbasert arkitektur for den fremtidige tjenesteinfrastrukturen. Mer arbeid er nødvendig innenfor områder som tjenestebeskrivelse, datafusjon og informasjonsutveksling, samt kommunikasjonssystemer. Veien videre bør være å eksperimentere med en videreutviklet versjon av demonstratoren og gjennomføre eksperimenter, gjerne i tilknytning til øvelser.

Det er også påpekt at det er nødvendig med videre arbeid innenfor andre områder. Modellen av et bestillingskonsept for behovstilpasset tilgang til informasjon er beskrevet på et konseptuelt nivå. Modellene som er foreslått må detaljeres nærmere, og de må prøves ut i ett eller flere eksperimenter. Videre bør det innenfor området mellomvareteknologi videreføres arbeid med å eksperimentere med utvalgte typer mellomvare innenfor en NBF-relatert setting. Dette bør være teknologier som muliggjør ad hoc nettverk, der det er fokus på egenskaper for "Service Discovery" og støtte for peer-to-peer nettverk mellom aktører.

Prosjektet har også påpekt nødvendigheten av at Forsvaret starter en prosess for å finne ut hvordan metadata kan benyttes for ulike formål i Forsvaret. Metadata som karakteriserer tjenester/ressurser vil være nødvendig for å realisere oppslagstjenester som muliggjør ad hoc organisering av informasjonsflyt.

## A FORKORTELSER

APP	Allied Procedures Publication
BPN	BildeProduksjonsNode
CGF	Computer Generated Forces
CoABS	Control of Agent Based Systems
COP	Common Operational Picture
CORBA	Common Object Request Broker Architecture
DoD	Department of Defense
EAI	Enterprise Application Integration
EJB	Enterprise Java Beans
FFI	Forsvarets <u>f</u> orskningsinstitutt
FIS	Forsvarets informasjonssystem
FIS/F	Forsvarets informasjonssystem/Forvaltning
FIS/I	Forsvarets informasjonssystem/Infrastruktur
FIS/O	Forsvarets informasjonssystem/Operative systemer
FLO/IKT	Forsvarets logistikkorganisasjon/ Informasjons- og kommunikasjonstjenester
FO/I	Forsvarets overkommando/ Informatikkstaben
HF	High Frequency
HLA	High Level Architecture
IER	Information Exchange Requirement
IP	Internet Protocol
IST Panel	Information Systems Technology Panel
JXTA	Avledet fra ordet “juxtaposed”, som betyr sidestilt
K2	<u>k</u> ommando og <u>k</u> ontroll
K2IS	<u>k</u> ommando og <u>k</u> ontroll i <u>n</u> formasjonssystemer
MFU03	Forsvarssjefens <u>m</u> ilitærfaglige <u>u</u> treddning 2003
NBF	Nettverks <u>b</u> asert Forsvar
NCW	Network Centric Warfare
P2P	Peer-to-peer
RMI	Remote Method Invocation
RTGonIFD	Research Task Group on Information Fusion Demonstration
RTO	Research & Technology Organisation
SBB	SituasjonsBildeBruker
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
XML	Extensible Markup Language

## Litteratur

- (1) FFI (2002): Prosjektavtale for prosjekt 855 - Programstøtte FIS/O, 26/9-2002, Forsvarets forskningsinstitutt
- (2) Forsvarets overkommando (2003): Programplan for NBF-infostruktur, 21/1-2003
- (3) Forsvarsdepartementet (2003): Forsvarssjefens militærfaglige utredning 2003: Konsept for nettverksbasert anvendelse av militærmakt
- (4) Forsvarsdepartementet (2003): Forsvarssjefens militærfaglige utredning 2003: Kommandokonsept i Nettverksbasert Forsvar
- (5) FFI (2004): Prosjektsluttmelding for prosjekt 855 - Programstøtte FIS/O, 15/1-2004, Forsvarets forskningsinstitutt
- (6) Rasmussen Rolf, Sletten Geir (2004): Dynamic access to shared operational information, FFI/RAPPORT-2004/00727, Forsvarets forskningsinstitutt
- (7) Hansen Bjørn Jervell, Mevassvik Ole Martin, Bråthen Karsten, Rose Kjell (2004): Et konsept for bildeoppbygging for nettverksbasert forsvar, FFI/RAPPORT-2004/00983, Forsvarets forskningsinstitutt
- (8) Hansen Bjørn Jervell, Gagnes Tommy, Rose Kjell, Mevassvik Ole Martin, Bråthen Karsten (2004): Teknologidemonstrator for distribuert bildeoppbygging for nettverksbasert forsvar, FFI/RAPPORT-2004/----, Forsvarets forskningsinstitutt (Under utgivelse)
- (9) Gagnes Tommy, Rose Kjell (2003): Bruk av mellomvare i demonstrator for bildeoppbygging, FFI/NOTAT-2003/00857, Forsvarets forskningsinstitutt
- (10) Gagnes Tommy (2003): En vurdering av peer-to-peer-teknologi i nettverksbasert forsvar, FFI/NOTAT-2003/00563, Forsvarets forskningsinstitutt
- (11) Olafsen Runar, Bråthen Karsten (2004): Beslutningstakning i nettverksbasert forsvar – kognitive perspektiver, FFI/NOTAT-2004/00814, Forsvarets forskningsinstitutt
- (12) Rasmussen Rolf (2003): Mellomvare, FFI/RAPPORT-2003/00462, Forsvarets forskningsinstitutt
- (13) Rose Kjell, Hansen Bjørn Jervell, Anton B Leere (2002): Measurement of Middleware Performance over HF Radio and Satcom Links, In: *Proceedings of 7th International Command and Control Research and Technology Symposium, Québec City, Canada, September 16-20 2002.*
- (14) Korsnes Reinert, Hansen Bjørn Jervell (2003): Set Classification of Military Targets, Research & Technology Organisation Symposium on Military Data and Information Fusion, Prague, Czech Republic, October 20-22 2003.
- (15) Korsnes Reinert (2004): Innledende møter i NATO Task Group - RTGonIFD i 2003, FFI/REISERAPPORT-2004/00032, Forsvarets forskningsinstitutt
- (16) NATO (2002): APP-11, NATO Message Catalogue, April 2002
- (17) Department of Defense (2003): DoD Net-Centric Data Strategy, May 9, 2003