

## **889 Systemarkitektur – erfaringer og anbefalinger**

Morten Hansbø og Arne Skogstad

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)

31. mai 2010

FFI-rapport 2010/01158

2010/01158

P: ISBN 978-82-464-1768-4

E: ISBN 978-82-464-1769-1

## **Emneord**

Systemarkitektur

Arkitekturrammeverk

Informasjonsstyring

## **Godkjent av**

Atle Ommundsen

Prosjektleder

Jan Erik Torp

Avdelingssjef

## Sammendrag

Denne rapporten gir en kort innføring i systemarkitekturfaget, dets anvendelser i det militære domenet, potensielle nytteverdi og noen sentrale konsepter og verktøy. Det legges spesiell vekt på NAF (NATO Architecture Framework) som Forsvaret nylig har besluttet å bruke. Rapporten oppsummerer erfaringer som er gjort på FFI med utprøving av NAF, og avslutter med noen konkrete anbefalinger.

Det er forventet at de aller fleste (større) prosjekter i Forsvaret og Nato innen kort tid vil anvende NAF og de metodene som foreskrives. Også FFI vil måtte levere iht NAF i en rekke av sine prosjekter. Dette avstedkommer et behov for kompetansebygging og etablering av roller og prosesser knyttet til arkitekturarbeid i Forsvaret og på FFI

Bakgrunnen for framveksten av arkitekturfaget og de mange ulike arkitekturrammeverkene (deriblant NAF) er den økende interne og eksterne kompleksiteten som de fleste virksomheter nå må håndtere. Den klare motivasjonen for anvendelse i Forsvaret er interoperable løsninger og effektivitet i både operative og administrative prosesser samt forskning og utvikling.

NAF kan anvendes i en lang rekke ulike sammenhenger, fra relativt detaljert system- og konseptutvikling til overordnet virksomhetsplanlegging og -styring. Implementering av NAF skal ikke først og fremst erstatte eksempelvis PRINSIX, men vil derimot være et nyttig supplement. Tekstdokumentene i PRINSIX-løpet vil kunne ”krympes”, da mye av informasjonen de inneholder kan flyttes til mer ”levende” og velstrukturerte arkitekturmodeller som ivaretar relasjoner og sporbarhet godt. Modellene og dokumentene vil eksistere parallelt og danne en god helhet.

Dagens arbeidsmetodikk kommer til kort når man har høye ambisjoner om interoperabilitet i en omfattende internasjonal sammenheng, gitt hurtig teknologisk (og sosial) utvikling og sterk vekt på kostnadsbegrensning. Realisering av NbF forutsetter ny arbeidsmetodikk og reviderte prosesser ifm FoU, anskaffelser og planlegging.

Arkitekturmetodikken fremmer effektivitet gjennom styrket intern og eksternt kommunikasjon i prosjekter og fagmiljøer, og strukturering av komplekse problemstillinger. Gjennom aktiv bruk av strukturerte elektroniske modeller som utvikles i henhold til NAF, og gjerne med et grafisk modelleringsspråk som UML (Unified Modelling Language), vil tverrfaglig og distribuert samarbeid mellom mange aktører kunne realiseres mer effektivt enn i dag.

Erfaringer på FFI og i Forsvaret tilsier jevnt over at arkitekturmetodikken er lovende, men vanskelig å ta i bruk i dag. Det er imidlertid fortsatt mange som mener at rammeverkene (særlig i kombinasjon med bruk av eksempelvis UML) representerer en ”tvangstrøye” eller ”bremsekloss”, og enda flere som ikke har kjennskap til rammeverkene. Det eksisterer et betydelig gap i tankesett og metodekompetanse mellom ”menigheten” og ”almenheten”.

Det er krevende å ta i bruk og utvikle ny metodikk i et prosjekt med tidspress og ressursmangel i forhold til oppgaver. Vanskelighetene med å ta i bruk NAF har sammenheng med manglende opplæring, manglende retningslinjer for bruk og manglende tilrettelegging.

Dersom Forsvaret, eller det enkelte prosjekt, skal kunne få noen større nytte av den nye metodikken, forutsettes bred deltagelse og aktiv oppslutning om metodikken (og om metodefokus) i prosjektene og organisasjonen som helhet (FFI og Forsvaret). Særlig er det viktig at ledere er godt kjent med metodikken og aktivt integrerer arkitekturarbeidet i sine prosjekter.

Kompleksiteten i NAF til tross, ”quick wins” er mulig. Det anbefales å stimulere til økt oppslutning gjennom kursing og en pragmatisk holdning til ”korrektheten” i modeller de nærmeste årene. ”Flere modeller” er viktigere enn ”NAF-riktige modeller” i starten. Slik forenklet og ”pragmatisk” holdning til NAF synes å være en forutsetning for å ta i bruk arkitekturmetodikk i dag, gitt metodenes og verktøyenes umodenhet og manglende felles avklaringer om implementeringsmåter.

Samtidig med ”breddesatsingen” bør man fortsette å utvikle fagekspertisen i en liten kompetansekerne, og anvende metodikken til fulle i utvalgte prosjekter. Denne kompetansekjernen vil arbeide for metode- og prosessløsninger som vil muliggjøre realisering av de mest ambisiøse målene, bl.a. om å kunne integrere modeller effektivt.

Arkitekturmodellering bør ikke være en tilleggsoppgave for et prosjekt, men bør primært erstatte andre aktiviteter eller måter å jobbe på. Det handler som oftest om å arbeide annerledes, ikke om å gjøre mer innenfor gitte rammer. Det er viktig å huske at hensikten er å effektivisere arbeidet i Forsvaret som helhet. Det innebærer imidlertid at noen kan oppleve det motsatte i en kort overgangsperiode, mens andre opplever direkte nytteverdi i eget prosjekt nesten umiddelbart.

Forsvarets problemstillinger og interesse for arkitekturmetodikk gjenspeiles godt i det sivile. Sivile og militære arkitekturmiljøer har mye å tjene på felles arenaer for samarbeid og kunnskapsdeling.

Dersom anbefalingene i denne rapporten tas til følge, vil den beskrevne arkitekturmetodikken bli et sentralt virkemiddel for realisering av nettverksbasert forsvar.

FFI fortsetter å bidra til utforming av forsvarets tilnærming til arkitektur gjennom prosjekt 1176 Tjenesteorientering og Semantiske Interoperabilitet i INI. Gjennom fokus på arbeidsmetodikk, inkludert informasjonsstyring og arkitektur, vil denne satsingen bidra til realisering av NbF.

## English summary

This report contains a short introduction to the field of systems architecting, its application in the military domain, potential benefits and some central concepts and tools. Special attention is given to the NAF (NATO Architecture Framework), which the Norwegian Defence has recently chosen to adopt. The report also summarizes experiences from experimentation with the use of NAF at FFI, and concludes with a set of specific recommendations.

It is expected that most (larger) projects in the Norwegian defence sector and in NATO will shortly be using the NAF and methods such as those described in this report. FFI will very likely be required to deliver according to the NAF in several of its activity areas. This gives rise to the need for knowledge and skill development and definition of roles and processes with respect to architecture work at FFI and in the Norwegian Defence in general.

The field of systems architecting and the many different architecture frameworks have arisen as an answer to the increasing internal and external complexity which is now faced by most enterprises and projects. The motivation for applying the NAF in the norwegian defence community is the achievement of interoperable solutions and efficiency in operations, planning, development and administration.

The NAF may be used to support a number of different types of activities, ranging from detailed systems and concept development to enterprise management and force planning. Implementing use of the NAF is not primarily meant to replace the use of other tools or methods, but rather to supplement them. Text document may be more compact when supported by well structured electronic architecture models. These models will help manage relationships and enable full traceability between resources and requirements.

The established work methods (or lack thereof) of today are not effective or efficient given high ambitions regarding interoperability in a complex multinational context with rapid technological and social developments and strong budget restrictions. If NATO network enabled capability (NEC) is to become a reality, new work methods and processes within R&D, acquisitions and planning are clearly required.

The architecture methodology described in this report supports efficiency through improved communication within and among projects and diverse communities of interest, as well as through helping to structure complex problems. Through the active use of electronic architecture models developed according to the NAF, and possibly using a graphical modeling language like the UML (Unified Modeling Language), cross domain multidisciplinary cooperation may be realized much more efficiently than today.

Experience at FFI with using the NAF proves it to be promising, yet challenging to implement. Quite a few find the framework (especially in combination with UML) to represent a hindrance rather than an asset, and a great many more have little or no knowledge of the NAF. There exists a considerable gap in knowledge (about the field of architecture) and mindset between the few eager proponents of the NAF and the rest.

Applying and developing/adapting new methodology in a project with severe restrictions on available time, personnel and funds is highly challenging. The difficulties with applying the NAF arise from lacking training, guidance, tools, leadership and decisions regarding specific “best practices” for use.

If the norwegian defence community is to reap any great benefits from this new methodology, a wider participation and active support is required within projects and the organization as a whole. Working methodology must be given more emphasis than today, especially in the early phases of projects. Managers on all levels must be familiar with the NAF and actively integrate architecture work in their projects.

Despite the NAF being quite complicated, “quick wins” are possible. It is recommended to stimulate a wider adoption of the NAF by organizing several courses and taking a rather pragmatic attitude to the framework itself. “More models” is more important than “NAF correct models” to begin with. Such a simplified implementation seems to be a prerequisite for wider implementation of architecture methodologies today, given the immaturity of the methods and tools.

Alongside this effort to “bring architecture to the masses”, further development of specialist knowledge and skills within a limited community is recommended. This core of a few people should work to develop the tools and methods with the goal of enabling model integration, model execution etc to bring the greatest gains in the long run.

Architecture modeling should not be perceived as an additional task for projects, but should rather replace or reduce other tasks. It is mostly about doing things differently, rather than doing more with the already stretched project resources. The intention is to increase efficiency in the enterprise as a whole. This of course implies that some will experience the opposite during a short transitional period, until the benefits start to be apparent. Many may however start to experience the benefits quickly.

Military enterprise development issues and interest for the field of systems architecting is well reflected in civilian enterprises of many kinds. Civilian and defence related systems architecture communities have something to gain from common arenas for cooperation and knowledge exchange.

If the recommendations in this report are accepted implemented, then the described architecture methodology may valuably support the realization of the future network enabled capabilities (NEC).

FFI continues to contribute to the further development and implementation of architecture methodologies (including the NAF) within the Norwegian defence community through the newly started project 1176 Service Orientation and Semantic Interoperability in the Information Infrastructure.

# Innhold

	<b>Forord</b>	<b>9</b>
<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Bakgrunn for prosjektet</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Strategi og målsetting</b>	<b>12</b>
3.1	FFIs strategi	12
3.2	Forsvarets arkitekturstrategi	12
3.3	Prosjektets målsetting	12
<b>4</b>	<b>Systemarkitektur</b>	<b>13</b>
4.1	Hva er systemarkitektur	13
4.1.1	Tese om arkitektur	14
4.1.2	Arkitektur som disiplin (fag), prosess, beskrivelse og struktur	14
4.2	Hva påvirker arkitekturen?	15
<b>5</b>	<b>Rammeverk</b>	<b>16</b>
5.1	Historikk	16
5.2	Hva er et rammeverk	19
5.3	Systemteknikk og systemarkitektur	21
5.4	Systemarkitektens rolle og egenskaper	22
5.5	Kort om NAFv3	24
5.5.1	Perspektiver (Views) i NAFv3	26
5.5.2	Den formelle grafiske metamodellen (NMM)	30
5.5.3	Representasjon av mennesker i arkitekturbeskrivelser	34
5.6	Modelleringsverktøy	37
5.7	Modelleringsspråk	38
<b>6</b>	<b>Potensielle anvendelser og nytteverdi av arkitekturmetodikk</b>	<b>41</b>
6.1	Forsvaret som et system av systemer	41
6.2	Bruk i NbF	44
6.3	Arkitektur på flere nivåer	45
6.4	Hvem har nytte av arkitekturmetodikk?	46
6.5	Arkitektur versus andre metoder/fagfelt	48
6.5.1	PRINSIX	48
6.5.2	Operasjonsanalyse	49
<b>7</b>	<b>Erfaringer på FFI</b>	<b>51</b>

7.1	Kompetansebakgrunn	51
7.2	Internasjonal interesse	51
7.3	Praktisk erfaring ved FFI	52
7.3.1	Erfaringer fra prosjekt INSIKT	52
7.3.2	Erfaringer fra prosjekt TAURUS	53
7.3.3	Resurskrevende?	54
<b>8</b>	<b>Erfaringer og status i Forsvaret</b>	<b>57</b>
<b>9</b>	<b>Trender i det sivile – sammenligning med Forsvaret</b>	<b>60</b>
<b>10</b>	<b>Konklusjoner og anbefalinger</b>	<b>63</b>
10.1	Generelt	63
10.2	Aktiviteten ved FFI og i Forsvaret	64
10.3	Anbefalinger	64
10.3.1	Ledelsesengasjement	64
10.3.2	Kompetansebygging og pragmatisk, målrettet tilnærming	65
10.3.3	Opprettelse av arkitekturbibliotek	65
10.3.4	Definere krav til verktøystøtte	66
10.3.5	Etablere støtteressurs på nett	66
	<b>Forkortelser</b>	<b>68</b>
	<b>Referanser</b>	<b>69</b>



## Forord

Målgruppen for denne rapporten er primært ledere på alle nivåer på FFI og i Forsvaret som vurderer å ta i bruk arkitekturmetodikk i sin organisasjon. Den sekundære målgruppen er alt personell i Forsvaret og på FFI som søker en oversikt over fagområdet systemarkitektur og en grunnleggende forståelse for viktige aspekter ved å ta arkitekturmetodikk i bruk i sitt arbeid.

Det anbefales å lese denne rapporten med NAFv3 (NATO Architecture Framework, version 3) tilgjengelig for hurtig referanse. Det har ikke vært en prioritet å gi eksempler på alle de ulike typene arkitekturbeskrivelser fra NAF.



## 1 Innledning

Begrepet *Systems Engineering* (systemteknikk) [6] har vært kjent i rundt 70 år, mens begrepet *System Architecting* [12] har grodd fram gjennom de siste 20-25 årene. Begrepet har sitt utspring i programvaremiljøet, der behovet for god oversikt, god kommunikasjon mellom utviklere og mellom kunder og utviklere, grundig analyse av kundens behov samt interoperable løsninger i stor grad nå er avgjørende for å kunne levere systemer som kunden blir tilfreds med.

Arkitekturtenkingen har etter hvert fått en betydelig større anvendelse, og det er utviklet en lang rekke metoder og verktøy for å utvikle og beskrive arkitekturer. Dette har sammenheng med den store kompleksiteten – i kombinasjon med strenge kostnadsrammer og kvalitetskrav – som etter hvert er blitt vanlig i de fleste bransjer.

Prosjekt 889 *Systemarkitektur – utforming og prosjektering av komplekse tekniske systemer* har gjennom de siste to årene hatt spesiell fokus på bruken av NATO Architecture Framework (NAF) som et hjelpemiddel for å utvikle gode beskrivelser av komplekse tekniske og sosio-tekniske systemer eller virksomheter.

Gjennom denne rapporten vil vi prøve å gi en kort innføring i arkitekturfaget, dets anvendelsesområder og noen sentrale verktøy. Vi presenterer praktiske erfaringer fra FFI og Forsvaret, samt diskuterer sammenheng med sivile trender. Vi vil avslutte med noen anbefalinger om videre arbeid med arkitektur på FFI og i Forsvaret.

## 2 Bakgrunn for prosjektet

Prosjektet ble startet i 2003 med formål å frambringe kunnskap om prosesser og metoder som anvendes nasjonalt og internasjonalt i forbindelse med utvikling av komplekse tekniske systemer og ”system av systemer”. Dette medførte en bred tilnærming til systemtenkingen. Beslutningen ble bl.a. truffet på bakgrunn av sluttrapporten til Styringsgruppen for Vurdering av Forsvarets Forskningsinstitutt – Vurdering og omfang av virksomheten av 11. april 2003, der det bl.a. står følgende:

FFI må fange opp teknologi- og systemkompetanse som fremmer interoperabilitet, særlig muligheten som ligger i flernasjonalt samarbeid om forsvarsteknologi og materiellutvikling. FFI må prioritere teknologi- og systemtiltak som forbedrer Forsvarets operative evne og evnen til å fungere innenfor en flernasjonal nettverkbasert organisasjon.

Det har blitt tydelig (som vi skal diskutere senere) at systemarkitekturfaget har en sterk relevans når det gjelder internasjonalt samarbeid og realisering av et forsvar med interoperable systemer og operasjonsmåter. I 2008 ble kursen for prosjektet justert, basert på den internasjonale utviklingen innen bruk av såkalte ”arkitekturrammeverk”, og Forsvarets interesse for å ta i bruk slike verktøy i sitt arbeid.

Nato har i en årrekke arbeidet med å utvikle sitt eget arkitekturrammeverk, og kom i 2007 ut med NATO Architecture Framework (NAF) versjon 3 [1], som fortsatt er gjeldende versjon. En ny versjon er imidlertid nært forestående (V3.1). Motivasjonen for rammeverket er å fremme interoperabilitet i Nato gjennom å etablere en mer strukturert tilnærming til komplekse problemstillinger samtidig som en ivaretar klar sammenheng mellom løsninger og brukerbehov på alle nivåer. Implementering av rammeverket skal gi bedre styringsmulighet på høyt nivå og bedre kvalitetskontroll og effektivitet på utviklingsnivå.

Forsvaret har bidratt aktivt i utviklingen av dette rammeverket, og høsten 2009 ble det på anbefaling fra Arkitekturrådet formelt besluttet i Arkitekturstyret i Forsvaret at NAF og de metoder og prinsipper som følger av det, skal benyttes ved alle større prosjekter i Forsvaret. Dette avstedkommer et behov for kompetansebygging og etablering av roller og prosesser knyttet til arkitekturarbeid i Forsvaret og på FFI.

### **3 Strategi og målsetting**

#### **3.1 FFIs strategi**

FFI skal bistå Forsvarets øverste ledelse med å legge et best mulig beslutningsgrunnlag for Forsvarets videre utvikling, støtte FD og Forsvaret i utvikling av materiell og investeringsprogrammer, samt bidra til transformasjon og kostnadseffektiv drift. For å kunne oppnå dette, må FFI ha godt kjennskap til Forsvarets utfordringer og forståelse for organisasjonens behov for utvikling av egnede metoder for å oppnå sine mål.

#### **3.2 Forsvarets arkitekturstrategi**

I likhet med de fleste andre land i Nato, har Forsvaret en målsetting om å etablere en sammenhengende og godt beskrevet *Enterprise Architecture* for virksomheten. Forsvaret har fattet en beslutning om å ta i bruk NATO Architecture Framework (NAF) som metode og verktøy for å beskrive kapabiliteter (evner), operativ virksomhet og de systemene med hardware, software og personell som må til for å understøtte operative evner.

Det er forventet at denne beslutningen vil medføre at også FFI vil måtte levere sine innspill til Forsvaret i tråd med NAF. Oppgaven for FFI er derfor å etablere tilstrekkelig kompetanse i egne rekker til å kunne levere i tråd med egen strategi og i henhold til Forsvarets krav, og helst være en aktiv pådriver og bidragsyter i Forsvarets bestrebelser for å få dette til. Prosjektets målsetting er formulert på denne bakgrunn.

#### **3.3 Prosjektets målsetting**

Målet med systemarkitekturprosjektet har vært å etablere en kompetanse på moderne systemarkitekturtenking, metoder og verktøy i FFIs egen organisasjon i den hensikt å effektivisere prosjektarbeidet, bedre kommunikasjon, og delta som en kompetent aktør i det videre arbeidet med systemarkitektur i Forsvaret og på den internasjonale arena.

## 4 Systemarkitektur

### 4.1 Hva er systemarkitektur

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) [11] 1471-2000 definerer Systems Architecture som:

*The fundamental organization of a system embodied in its components, their relationships to each other, and to the environment, and the principles guiding its design and evolution.*

En annen definisjon som er brukt for systemarkitektur er :

*Kunsten og vitenskapen knyttet til konstruksjon og utvikling av komplekse tekniske systemer.*

Det er viktig å merke seg at arkitekturfaget i dag også gjenspeiler den realitet at de fleste systemer er ”sosio-tekniske” – dvs de er sterkt preget av samspill mellom mennesker og teknologi.

Arkitekturfaget og relevante metoder og verktøy er egnet til anvendelse innen slike tverrfaglige sammenhenger, men dette er et til dels umodent og utfordrende anvendelsesområde. Framdeles preges både rammeverkene og de som bruker dem av en hovedsakelig ”teknologisk” tankegang. Det foregår nå arbeid flere steder (også i Nato med HFM-155 under RTO) for å bringe sammen de samfunnsvitenskapelige og de teknologiske fagmiljøene og bidra til å gi dem felles verktøy, begrepsapparat og forståelse.

Systemarkitektur har sitt utspring i Systems Engineering (Systemteknikk) [6], et begrep som først ble tatt i bruk i Bell Telephone Laboratories i 1940-årene. Den moderne systemteknikken omfatter strukturerte prosesser for å bygge systemer. Det er også en enhetlig, tverrfaglig og helhetlig tankegang, som bygger på analyse av behov, funksjonelle analyser, definisjon av krav, testing og evaluering av ytelser ved modellering og simulering. Begrepet og metodene som anvendes for å etablere gode arkitekturbeskrivelser er nå i ferd med å vinne innpass hos de fleste toneangivende tekniske miljøene rundt om i verden. Forskjellene mellom systemarkitektur og systemteknikk er utydelige, og gjenstand for debatt. Generelt kan vi si at systemteknikk går lengre i retning av å spesifisere og analysere konkrete løsninger enn arkitekturfaget gjør. Mer om dette senere.

I sin tradisjonelle form har begrepet arkitektur vært knyttet til kunst og vitenskap ved utforminger av bygninger, men også i en utvidet forstand til å omfatte både et makronivå, som byplanlegging og landskapsarkitektur, og et mikronivå, med utforming av hus og innemiljø.

I dag har begrepet ”arkitekt” fått en mye større anvendelse, og brukes i stort sett alle sammenhenger der komplekse systemer skal beskrives, det være seg hardware eller software, konkrete eller mer abstrakte systemer. I alle disse sammenhenger kan arkitektur ses på som en subjektiv kartlegging og beskrivelse av elementene eller komponentene systemet eller strukturen består av (eller kan bestå av), og hvordan relasjonene mellom disse kan ivaretas for å tilfredsstille brukerens behov.

Ordet *arkitekt* kommer fra gresk og er oversatt til norsk som *overbyggmester*. Dette må oppfattes som om arkitekten har et overordnet ansvar for helheten i et ”prosjekt”. I den eldste kjente nedtegnelsen vi kjenner til om arkitektur, fra den romerske arkitekten Vitruvius som levde i det første århundret e.k., er det tre hovedelementer arkitekten skal fokusere på ved utforming av bygninger:

- Varighet – skal være robust og forbli i godt skikk
- Nyttig – skal være til gagn og fungere godt for menneskene som bruker den
- Skjønnhet – skal være til behag for menneskene og løfte deres spirit og humør

I overført betydning kan disse begrepene også gjelde for arkitekturarbeide ved utforming av tekniske systemer. I dag er nok kostnadseffektivitet sterkere med i bildet enn skjønnhet i de fleste sammenhenger, særlig de militære.

#### 4.1.1 Tese om arkitektur

Følgende tese er framsatt om arkitektur:

- Alle systemer har en arkitektur, enten den er lagd med hensikt eller ei
- Systemets arkitektur er bestemmende for systemets funksjon
- Hvis vi kan tydelig synliggjøre systemets arkitektur, kan vi forstå, påvirke og styre arkitekturen slik at vi oppnår den ønskede funksjon

Ut fra definisjonene av systemarkitektur virker denne tesen intuitivt riktig. Med system forstås i allmennhet en helhet av enkelte deler som samspiller, eller en planmessig sammenstilling til en helhet ordnet etter visse prinsipper. Et system i denne sammenheng behøver nødvendigvis ikke å være av teknologisk natur. Man snakker for eksempel om solsystem, nervesystem etc. For å forstå nervesystemet som alle andre systemer, må vi kjenne dets oppbygning, dvs dets arkitektur i tillegg til dets fysikk og kjemi.

Sett i en slik sammenheng blir også arkitekturbegrepet allmenngyldig, og ikke bare knyttet til tekniske løsninger (for eksempel IKT-systemer). Dette er viktig å forstå i forhold til helhetstenkning. Som vi skal se senere i rapporten, er arkitekturen i et teknisk system påvirket av en rekke faktorer som ligger utenfor systemet, men som er viktig å trekke med i utformingen av arkitekturen. Et system påvirker selvsagt også sine omgivelser. Det ligger en utfordring i å beskrive arkitekturen – og dets samspill med omgivelsene (andre systemer, miljøet, brukere osv) – på en slik måte at den blir tydelig og forståelig for alle som er berørt. Slike gode beskrivelser er en forutsetning for fruktbar kommunikasjon mellom interessenter og utviklere.

#### 4.1.2 Arkitektur som disiplin (fag), prosess, beskrivelse og struktur

Ordet ”arkitektur” har ikke sjelden forårsaket en viss forvirring. Når man bruker ordet ”arkitektur”, har det som regel én av fire betydninger:

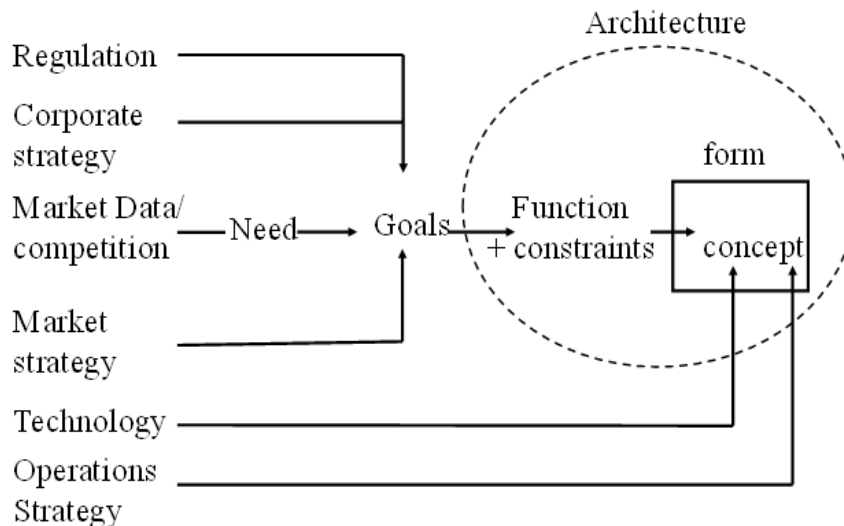
- Et fagområde eller en disiplin, som inkluderer kunnskap og ferdigheter knyttet til løsnings egenskaper og hvordan komme fram til løsninger.
- En faktisk prosess som gjennomføres, altså ”hvordan man går fram for å utvikle noe”.
- Beskrivelsesmetoder eller faktiske beskrivelser som er laget eller skal lages. Man mener her gjerne for eksempel ”arkitekturmodellen” når man sier ”arkitekturen”.
- Strukturen noe faktisk har – altså slik virkeligheten faktisk er. Alt har en faktisk arkitektur, (som nevnt) enten den er kjent eller ei.

## 4.2 Hva påvirker arkitekturen?

Som nevnt innledningsvis definerer (IEEE) [11] 1471-2000 Systems Architecture som:

*The fundamental organization of a system embodied in its components, their relationships to each other, and to the environment, and the principles guiding its design and evolution.*

Som det framgår av denne definisjonen er det ikke bare systemets interne relasjoner som påvirker arkitekturen og dets oppførsel, men også omgivelsene. Selv om dette kan virke selvsagt, er det ikke desto mindre nødvendig å minne om det når en skal utvikle et system. En grundig kartlegging av ytre faktorer som påvirker systemets utforming og funksjon vil være nødvendig for at arkitekten skal kunne levere en god løsning. Dette gjelder også motsatt vei: Hvilke påvirkning vil et ferdig implementert system ha på de ytre faktorene?



Figur 4.1 "Model of upstream influence on architecture" (MIT)

Det bør nevnes her at kartlegging av ytre faktorer (oppstrøms og nedstrøms) er en stadig mer utfordrende oppgave for prosjekter i dag. Den store kompleksiteten man kan måtte forholde seg til kan virke lammende for progresjonen i et prosjekt. Derfor er det en ”kunst” å kartlegge ”akkurat nok”, slik at løsningene man tar fram tilfredsstiller oppdragsgiverens behov. Med hurtig endrende prosjektomgivelser, kan kartlegging av ytre faktorer bli kritisk viktig – både i form av en potensiell forutsetning for suksess og en potensiell hindring for framdrift (og dermed leveranse

i tide). Med bred implementering av arkitekturarbeid i Forsvaret, kan slik kartlegging lettes betydelig.

Det vil som regel være en rekke faktorer som er bestemmende for hvorvidt en skal utvikle et system eller ikke. Det kan være menneskelige behov, politikk, økonomi, konkurransefortrinn, teknologi etc.. Systemarkitekten må ta hensyn til disse faktorene, og lage en strukturert tilnærming som fanger opp det komplekse bildet av en rekke ustrukturerte faktorer, og som blir forstått både av systemeier (kunden) og av de som skal produsere systemet. Den kanskje største utfordringen arkitekten står ovenfor er å ikke grave seg ned i for mange detaljer, men holde seg til de store linjene. Samtidig viser det seg ofte at ”djevelen ligger i detaljene”. Jo mer kompleks et system er, jo viktigere er det å fokusere på det essensielle (men ”hva er det essensielle?”), og konsolidere og forenkle målsettinger og retningslinjer. Som regel vil arkitekten stå ovenfor valg mellom et stort antall løsninger på utfordringen man er stilt overfor, og må derfor på en systematisk måte legge til rette for å gjøre gode valg. Det er som regel ”et godt valg” man er ute etter, og ikke ”det beste”, fordi man som regel ikke har ressurser til å utforske alle muligheter. Balansegangen mellom helhet og detaljer, og prioritering av det viktige, gjør arkitektur som disiplin til vel så mye en ”kunst” som vitenskap. Heuristikk (erfaringslærdom) spiller en viktig rolle.

På 90-tallet begynte de store universitetene å interessere seg for systemarkitektur. Begrepet systemarkitekt var da allerede etablert innenfor dataindustrien, som knyttet dette begrepet til utvikling av programvare. I takt med at programvare etter hvert fikk en mer sentral plass i alle typer systemer, har også metodikken knyttet til programvareutvikling fått innpass i hele systemutviklingen. Blant andre Massachusetts Institute of Technology (MIT) etablerte på midten av 90-tallet et eget program innen ”Systems Design and Management (SDM)” for å utdanne framtidens ledere i å prosjektere, utforme og utvikle komplekse tekniske systemer. Figur 4.1 illustrer hvordan de ser på arkitektur i forhold til omgivelsene. I de senere år er det mange universiteter og høyskoler som har tatt opp denne tråden, også i Norge.

## 5 Rammeverk

### 5.1 Historikk

I 1987 fikk John Zachman den ”fikse idé” å lage en omfattende logisk struktur for å representere en helhetlig IT-basert virksomhet. Dette ble det første rammeverket og fikk navnet ”Zachman Framework for Enterprise Architecture and Information Systems Architecture” [10]. Dette rammeverket blir framdeles brukt og referert til, og har inspirert en lang rekke andre rammeverk – de fleste en forenkling basert på samme grunntanker som Zachmann-rammeverket. Amerikanske Department of Defence (DoD) kom ut med sitt første rammeverk på midten av 90-tallet. Det var The Command, Control, Communications, Computers, and Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (C4ISR) Architecture Framework. Dette ble laget etter et pålegg fra Deputy Secretary of Defense om å sette i verk tiltak for å finne bedre måte å ivareta utvikling av interoperable C4ISR kapabiliteter som tilfredsstilte de operative behovene. Senere har dette

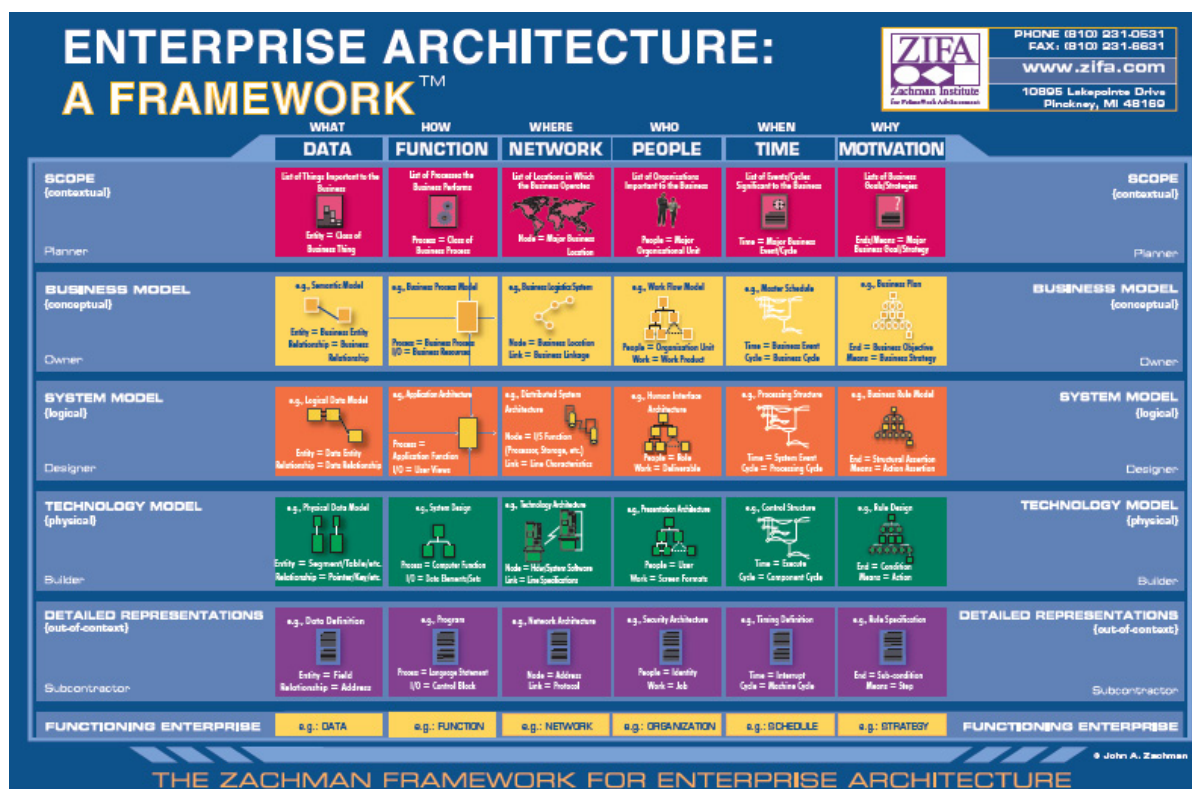


rammeverket utviklet seg videre til det vi i dag kjenner som DoD Architecture Framework (DoDAF).

Også i andre land vakte denne tilnærmingen interesse, og det ble satt i gang arbeider for å utvikle arkitekturrammeverk, både innen militær og sivil virksomhet. Norge og Sverige utviklet i fellesskap Model-Based Architecture for Command, Control and Information Systems (MACCIS). Australia utviklet sitt Defence Architecture Framework (DAF). Frankrike utviklet sitt rammeverk som de kalte AGATE. Britiske Ministry of Defence laget sitt MoDAF. Selv om disse hadde mange likhetstrekk, var de likevel ganske forskjellige. Da Nato bestemte seg for å utvikle sitt eget rammeverk (NAF), var det DoDAF som var forbildet i første omgang. I den nåværende utgaven har det tatt med erfaringer både fra USA og Storbritannia i tillegg til andre nasjoner og akademia. NAFv3 er i hovedsak svært likt MoDAF.

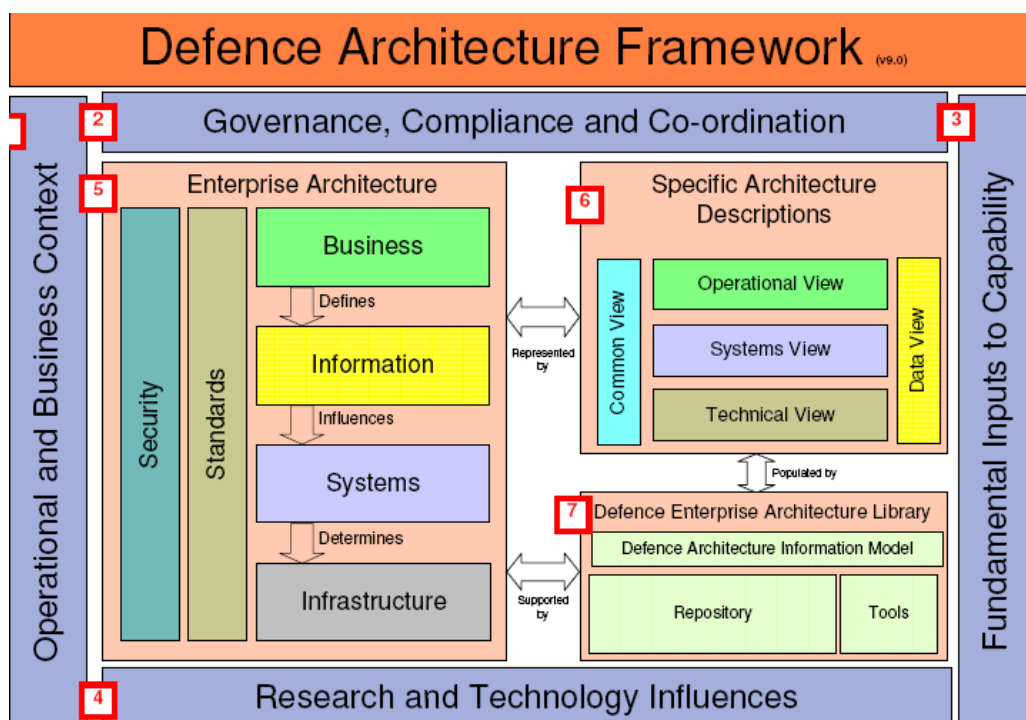
Gjennom de siste par årene har det foregått en aktiv prosess for å harmonisere DoDAF og MoDAF, noe som også etter hvert vil komme til å påvirke NAF. Trolig vil utviklingen gå i retning av ett felles, toneangivende rammeverk for militære formål blant Nato-landene.

Nedenfor er to forskjellige rammeverk illustrert. Det første er Zachman Framework for Enterprise Architecture and Information Systems Architecture. Som det framgår av figuren er det bygget opp for å hjelpe arkitekten til å ta fram en helhetlig framstilling av arkitekturen. De seks spørsmålene i kolonnene er sentrale for enhver arkitekt: ”Hva, hvordan, hvor, hvem, når og hvorfor?”.



Figur 5.1 Zachman Framework for Enterprise Architecture and Information Systems Architecture. Dette var det første rammeverket som ble laget [10].

Det andre eksemplet er hentet fra Australia, som har utviklet sitt eget Defence Architecture Framework (DAF). Her illustreres på tilsvarende måte som i figur 4.1 hvordan en rekke faktorer påvirker arkitekturen, og hvilke hensyn arkitekten må ta når systemet skal utformes.

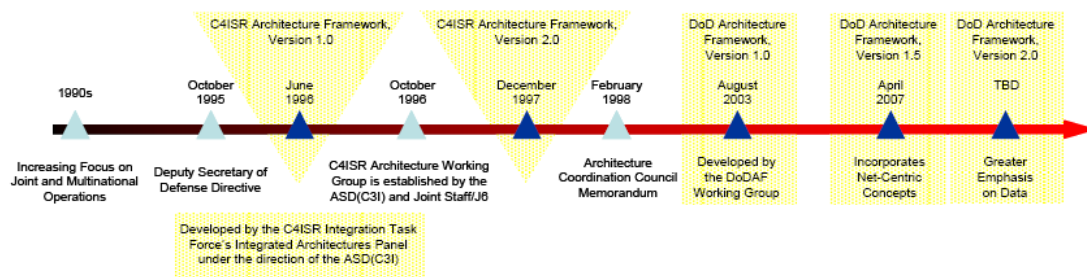


- 1 The Outside boxes, marked as are the external influences upon the Architecture. These encompass the Directions from Government, the internal directions within the department and the external governance regimes in place that direct, guide and constrain the department, the fundamental inputs to the development and maintenance of capability within the Department, and the research and technology base that supports all aspects of the work the department does.
- 2
- 3
- 4
- 5 The 'Enterprise Architecture' component is also an essential component providing the organisation with the methods, processes, discipline, and organisational structure to create, manage, organise, and use models for managing the impact of change.
- 6 The 'Specific Operational & Business Architecture Descriptions' component of the DAF provides a mechanism for standardising the documents that define the architecture of an enterprise.
- 7 By using the architecture descriptions lodged in the enterprise repository and the tools contained within the *Defence Enterprise Architecture Library*, the Enterprise Architecture framework can be accurately defined.

Figur 5.2 Australia har utviklet sitt eget Defence Architecture Framework. Framstillingen viser blant annet hvordan en rekke ytre faktorer påvirker arkitekturen på samme måte som vist i figur 4.1(MIT) [15].

US Department of Defence (DoD) har vært en sterk pådriver i utvikling av arkitekturrammeverk fra begynnelsen av 90-tallet og fram til i dag. Deres rammeverk DoDAF [17] har vært grunnlaget

som britiske Ministry of Defence utviklet sitt rammeverk på (MoDAF) [16], som igjen har vært modellen for Natos rammeverk (NAF)[1].



Figur 5.3 Noen milepæler i utviklingen av DoDAF. Det pågår for tiden et arbeid med å harmonisere DoDAF, MoDAF og NAF.

## 5.2 Hva er et rammeverk

Rammeverkene er dokumenter som beskriver hvordan informasjon skal eller kan struktureres og uttrykkes. De angir et begrepsapparat til bruk i arbeidet. Rammeverkene kan anses som ”metamodeller”, eller ”informasjonsmodeller”, da de foreskriver hvilke typer informasjon beskrivelsene kan eller skal inneholde, og hvordan disse typene informasjon kan relateres til hverandre. I hvilken grad rammeverket tolkes å ”pålegge” eller ”anbefale” avhenger av brukerorganisasjonens politikk.

Rammeverkene foreskriver eller anbefaler i varierende grad en prosess som kan brukes når man skal ta fram arkitekturer og beskrivelser av dem. Rammeverk uten en klar ”oppskrift” på hvordan man skal eller kan gå fram er naturligvis vanskeligere å ta i bruk enn ”kokebøker”. Prosessen beskrevet i TOGAF ADM (The Open Group Architecture Framework Architecture Development Method) [8] er under vurdering i Forsvaret. NAFv3 Annex B beskriver flere alternative prosesser (omtalt der som ”methodologies”), deriblant TOGAF ADM, NATO NC3A AEM (Architecture Engineering Methodology) og 6-stegsmodellene til DoDAF og MoDAF.

Rammeverkene hjelper arkitekten til å oppnå en strukturert tilnærming til arbeidet, herunder støtte informasjonsinnhenting, støtte produksjon av gode beskrivelser av krav og løsninger (med full sporbarhet mellom disse), og støtte intern og ekstern kommunikasjon. Et rammeverk kan også fungere som en ”huskeliste” for arkitekten (eller andre) ved takling av komplekse problemstillinger, der antallet forhold som bør tas i betraktning gjerne er svært mange.

Som vi har sett i forrige delkapittel, finnes det flere typer rammeverk. Et rammeverk er gjerne tilpasset et virksomhetsområde, for eksempel forsvar. Det gjenspeiler tankesett og begrepsapparat som er toneangivende innenfor virksomhetsområdet. Noen ulikheter mellom rammeverk er grunnleggende, andre er av mer språklig art.

Konkret hvordan man kan framstille arkitekturer er som regel ikke foreskrevet i rammeverkene. Eksempelvis kan man gjerne velge å bruke et standardisert modelleringsspråk som UML, eller

man kan velge å bruke et eget system av symboler osv. Hvor mye man beskriver med tekst, og hvor mye man beskriver med grafiske modeller er også valgfritt.

Rammeverkene beskriver hvordan man kan se på et system eller virksomhet i flere ulike perspektiver med fokus på ulike aspekter eller typer egenskaper. Ett aspekt kan her være virksomhetens overordnede mål og evner. Et annet aspekt kan være de konkrete funksjonene til et konkret system. Man kan vektlegge tidsperspektivet, fysisk struktur, aktiviteter osv. Kombinasjonsmulighetene er i utgangspunktet mange, men i praksis er det et relativt lite antall typer beskrivelser som er nyttige for et gitt fagmiljø. Ser en imidlertid på et stort antall ulike fagmiljøer som til sammen utvikler et system av systemer, blir antallet beskrivelsestyper betydelig større. Derfor blir ofte rammeverkene store og kompliserte.

Filosofien går ut på at dersom en framstiller flere arkitekturer i henhold til det samme rammeverket, vil disse arkitekturbeskrivelsene lettere kunne sammenstilles og bidra til en helhetlig prosess. Man oppnår dermed potensielt at arkitekturen for hele virksomheten henger sammen (Enterprise Architecture). Ikke minst vil man sannsynligvis ha gjort færre ”tabber” underveis grunnet færre misforståelser.

Analogien til bygningsarkitektur kan være nyttig. En bygningsarkitekt vil for eksempel ha visse regler for hvordan tegningene til huset skal være: målestokk, symboler, hvilke vinklinger (sett forfra, bakfra, fra siden, ovenfra, innenfra) huset skal framstilles i. Ved større prosjekter lages det også bordmodeller som gjør at man kan se hvordan produktet vil ta seg ut i virkeligheten. I tillegg skal det utarbeides materiallister og oversikt over de standardene som benyttes. Dette gjøres i dag på en grei og oversiktlig måte som gjør kommunikasjon med oppdragsgiver enkel og forståelig, samtidig som grunnlaget for byggmesteren som skal føre opp huset blir presist forstått. Den samlede dokumentasjon beskriver arkitekturen. Dersom bygningen på et senere tidspunkt skal utvides eller endres på, vil den opprinnelige arkitekturbeskrivelsen være lett å forstå og bygge videre på.

I utvikling av komplekse tekniske systemer i dag råder ikke den samme graden av standardisering på beskrivelse som det gjør innen bygningsarkitekturen og flere andre bransjer, eksempelvis elektronikkbransjen.

Arkitekturrammeverkene har sitt utspring i miljøer som drev med stor grad av softwareutvikling. John Zachman utviklet sitt rammeverk mens han jobbet for IBM. DoD utviklet sitt første rammeverk knyttet til kommando- og kontrollstrukturen, det samme gjaldt det norsk-svenske MACCIS. I dag finnes det knapt et nytt system som ikke gjør omfattende bruk av programvare. Hvorvidt programvaren er i fokus for systemutviklingen eller menneskene er i fokus varierer. Ideelt sett må man tilstrebe en balanse mellom menneske- og teknologifokus. Dette støttes gjennom bruk av eksempelvis NAF og MoDAF med deres respektive ”Human View” tillegg.

Alle militære rammeverk har nettverksentriske løsninger som argumentasjon for tilnærmingen. Kompleksiteten i realisering av denne målsettingen er så stor at uten en gjennomført systematisk

og konform tilnærming i planlegging og gjennomføring av nye prosjekter, vil målsettingen om et nettverksbasert forsvar, slik visjonen er uttrykt, sannsynligvis ikke kunne realiseres. En relativt stor grad av samvirke kan oppnås uten noen helhetlig tilnærming. Men dette kan ikke oppnås med en samtidig sterk vekt på kostnadsbegrensning eller – reduksjon. Effektive, interoperable komplekse systemer kan antageligvis ikke utvikles uten en viss bruk av slike rammeverk som omtales her.

John Zachman motiverer bruk av sitt rammeverk utfra ønsket om styring:

*"You can't manage what you can't describe" John Zachman*

Innholdet i dette sitatet må kunne sies å være en sannhet med visse modifikasjoner. Det er mulig å snakke om "grader av styring". Ulike styringsmodeller forutsetter ulike modeller for informasjonsstyring – med ulike grader av informasjonstilgjengelighet for ulike funksjoner/roller. God informasjon gir grunnlag for god styring. Med mangelfull informasjon er styringsmuligheten begrenset. Sistnevnte kan påstås å være realiteten i mange virksomheter, muligens også Forsvaret. En mer positiv måte å omtale svak styring er "selvorganisering", lokalt selvstyre og initiativ. Man kommer her inn på "kultivering" framfor styring. God selvorganisering avhenger av tilstrekkelig informasjon til at aktørene handler riktig uten (sterk) sentral styring.

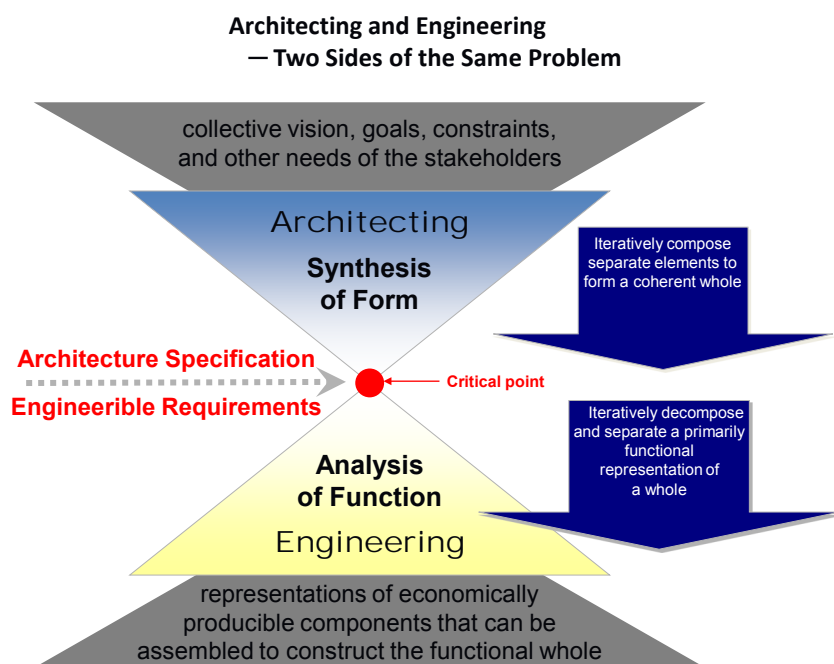
Både effektiv sentral styring og effektiv selvorganisering støttes av gode strukturerte og tilgjengelige beskrivelser (modeller). I mange avgrensede sammenhenger skal man nok likevel ikke undervurdere daglige samtaler og tegninger på servietter som effektive verktøy. Utvikling av store komplekse virksomheter utvikles imidlertid etter dette prinsippet kun sammen med en betydelig risikoaksept hos ledelsen. Sannsynligheten for ineffektivitet er stor.

### **5.3 Systemteknikk og systemarkitektur**

Som nevnt innledningsvis har System Architecting (SA) sitt utspring i Systems Engineering (SE) eller Systemteknikk, som er den norske betegnelsen. Innen fagmiljøene er det ofte diskusjon om disse begrepene, og om det er noen forskjell som gjør det verdt å skille mellom disse. Under en konferanse i London i februar 2008 [19] presenterte George G. Wauer, leder for Architecture & Interoperability Directorate i DoD, resultatet av en intern prosess i DoD for å avklare disse begrepene. Deres konklusjon var at selv om en betrakter SA som en del av helhetstenkingen innen SE, er det nødvendig og riktig å skille mellom "architecting" og "engineering".

Arkitekten spiller en hovedrolle i den innledende fasen, der kundens behov og ønsker analyseres og kommuniseres, og veies opp mot mulighetene for å realisere den ønskede løsningen. Ut fra visjon, mål, avgrensninger og behovene til interessentene skal arkitekten lage en beskrivelse eller spesifisering som er uavhengig av konkrete løsninger, som for eksempel spesifikk navngitt programvare, men som utgjør et sett av krav som grunnlag for ingeniørenes videre arbeid med å realisere løsninger. Det gruppen i DoD fant, er at det finnes et kritisk punkt i den innledende fasen av et hvert prosjekt. Er ikke grunnarbeidet mot kunden gjort godt nok, vil det være store sjanser

for at prosjektet mislykkes, uavhengig av hvor godt ingeniørarbeide som blir gjort. Gruppens konklusjon er illustrert i figur 5.4.



Figur 5.4 Sammenhengen mellom System Architecting og Systems Engineering. (George G Wauer, US DoD) [19].

## 5.4 Systemarkitektens rolle og egenskaper

Det er altså i den innledende delen av prosjektet at arkitekten har sin viktigste rolle (ref avsnittet over). Prosjektarbeidet er i de innledende fasene ofte forbundet med mye usikkerhet knyttet til målsettinger, behov, rammebetingelser, ressurser, ansvars- og arbeidsfordeling. Det er sikkert mange som kan skrive under på de samme erfaringene som arbeidsgruppen i DoD fant: Dersom ikke den innledende fasen gjøres på en ryddig og grundig måte, vil en risikere at mange viktige beslutninger som tas tidlig blir feil. Og hvis utgangspunktet er feil, vil som regel ikke sluttresultatet bli bra. Ofte vil problemene ikke bli synlig før langt ute i prosjektet, og jo senere en oppdager problemene, jo høyere vil kostnadene forbudet med å rette opp feilen være, hvis det i det hele tatt lar seg gjøre. Mange gode tekniske systemer har fått en lunken mottagelse hos kunden fordi de ikke svarer til kundens forventninger.

Det er viktig å notere at det som foregår i den innledende fasen i prosjekter som regel ikke er noe man kan "gjøre ferdig" og deretter bruke ukritisk resten av prosjektets varighet. Endringer i omgivelsene til prosjektet resulterer i et behov for å returnere til de grunnleggende forutsetningene og målene av og til for å verifisere at de framdeles er gyldige. Dersom de opprinnelige forutsetningene ikke lengre er gyldige, vil sporbarheten fra mål til midler i arkitekturbeskrivelsene (foreskrevet i arkitekturrammeverk som NAF), være svært nyttig. Dersom denne sporbarheten ikke er ivaretatt, risikerer man at løsninger som ikke harmonerer med de nye forutsetningene tas med videre i prosjektet.

Systemarkitekten fungerer altså som en oversetter fra kundens behov til løsningsrommet for de som skal designe og bygge systemet. Og som nevnt – arkitektens rolle er relevant i hele prosjektets levetid, men er av spesielt stor betydning i starten.

Systemarkitekten utfører den mest abstrakte, høynivå funksjon i systemutviklingen. Arkitekten må tenke helhetlig og være i stand til å håndtere store mengder informasjon, og samtidig forenkle og fokusere på det essensielle. Arkitektene må være i stand til å arbeide metodisk samtidig som de fremmer kreativitet, motivasjon og god kommunikasjon. Det er særlig viktig å understreke at arkitekturmetode ikke skal undertrykke kreativitet gjennom bruk av metode som ”tvangstrøye”, men snarere muliggjøre kreativitet, og gjøre bedriften bedre i stand til å dra nytte av kreativitet og framstå i markedet som innovative.

Realisering av denne balansen mellom metodedisiplin og kreativitet i prosjekter krever en spesiell kombinasjon av typiske lederegenskaper og mer typiske fagspesialistegenskaper hos arkitektene.

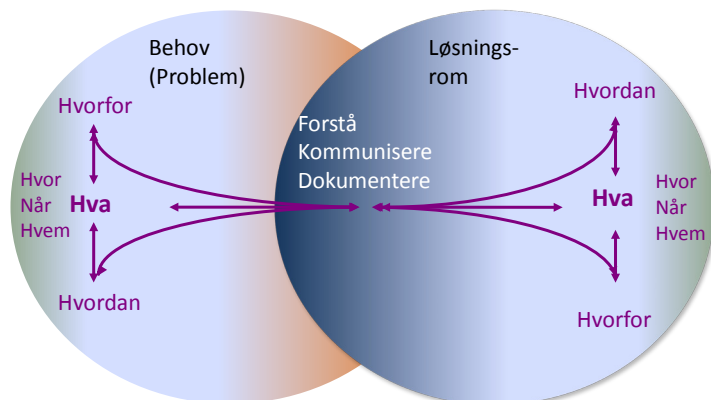
For å bli en dyktig arkitekt er det en fordel å inneha solid domenekunnskap (eksempelvis kunnskap om fly og luftfart), ikke minst for å forstå og kunne kommunisere kundens behov. I tillegg bør arkitekten ha en viss teknisk kunnskap som setter vedkommende i stand til å kommunisere løsningsrommet overfor kunden, og gi beskrivelser som muliggjør ingeniørenes realisering av de løsninger man vedtar. Og framfor alt; som mellommann mellom behovsrommet og løsningsrommet må arkitekten være dyktig i kommunikasjon og ha evne til å samarbeide med mange ulike miljøer. Arkitekten må ha gode sosiale egenskaper, herunder for eksempel være en aktiv lytter, kunne gi konstruktive tilbakemeldinger, vise respekt for andres meninger osv.

En arkitekt er altså ikke nødvendigvis en modellerings ekspert, selv om det kan være tilfellet. Modellerings ekspertise skal støtte arkitekturarbeidet. Denne ekspertisen er ikke nødvendigvis kombinert med den erfaring og andre egenskaper som en god arkitekt bør ha.

Selv om en ofte sier at det er en arkitekt som står bak et system, er det i de aller fleste tilfellene snakk om et godt teamarbeid, der arkitektens rolle har vært å holde teamet fokusert på de essensielle problemstillingene og være lydhør for gode innspill med hensyn til løsningsrommet innenfor de gitte rammene. Systemarkitektens rolle er illustrert i figur 5.5



# Arkitektens rolle



Figur 5.5 Arkitektens rolle er å oversette kundens behov til en god løsning. Arkitekten må forstå, kommunisere og dokumentere både kundens problem og hvordan leverandøren kan tenkes å løse problemet.

Mange universiteter og høyskoler har utdanningstilbud innen systemarkitektur. Mange større selskaper har også etablert interne programmer for å utdanne systemarkitekter.

For å kunne bli en dyktig systemarkitekt, bør en (som antydnet) ha en god del erfaring i tillegg til formell utdanning. Denne erfaringen bør være bred og domenerrelevant. Slik erfaring øker gjerne med antallet yrkesaktive år, og finnes dermed relativt sjelden hos nyutdannede. Imidlertid er kunnskap om nye metoder og verktøy ofte mer utbredt hos relativt nyutdannede. En blanding av erfarne og nyutdannede kan dermed være gunstig i arkitekturprosesser.

I hvilken grad arkitektrollen kan kombineres med prosjektlederrollen er et interessant spørsmål. Dette kommer delvis an på mengden arbeid knyttet til personalledelse og ”business development” som er pålagt eller delegert til prosjektlederen. Det er lite tvil om at mange prosjektledere i dag fungerer i noe som ligner en hel del på en arkitektrolle.

## 5.5 Kort om NAFv3

NAF er blitt til som svar på behovet for nye verktøy for å håndtere den stadig mer komplekse utfordringen med videreutvikling av Nato som helhet og de enkelte nasjoners forsvar under økende krav om ”mer for mindre”. NAF kan tolkes som et verktøy til støtte for kommunikasjon mellom ulike prosjekter, fagmiljøer og interessenter som til sammen former framtidens Nato. NAF (NNEC) visjonen fører med seg en betydelig økning i antall avhengigheter mellom løsninger og de prosjekter og fagmiljøer som skal ta fram løsningene. Dette stiller nye krav til samhandlingsformen mellom disse prosjektene og fagmiljøene. Det stiller også nye krav til arbeidsmetodikk internt i grupper som må takle stor kompleksitet med begrenset tid og begrensede personellressurser. På forsiden til NAFv3 [1] står følgende:



## *”Enabling NNEC for NATO”*

Enkelte går så langt som å uttale at NNEC (NbF i Norge) ikke kan realiseres uten bruk av NAF eller lignende rammeverk. Den gjeldende versjonen av NATO Architecture Framework kom ut i 2007. En ny versjon er nå på trappene, med en rekke viktige endringer (v3.1). Rammeverket er utviklet og vedlikeholdes av en arbeidsgruppe under NC3A med representanter fra en rekke Nato-land, deriblant Norge.

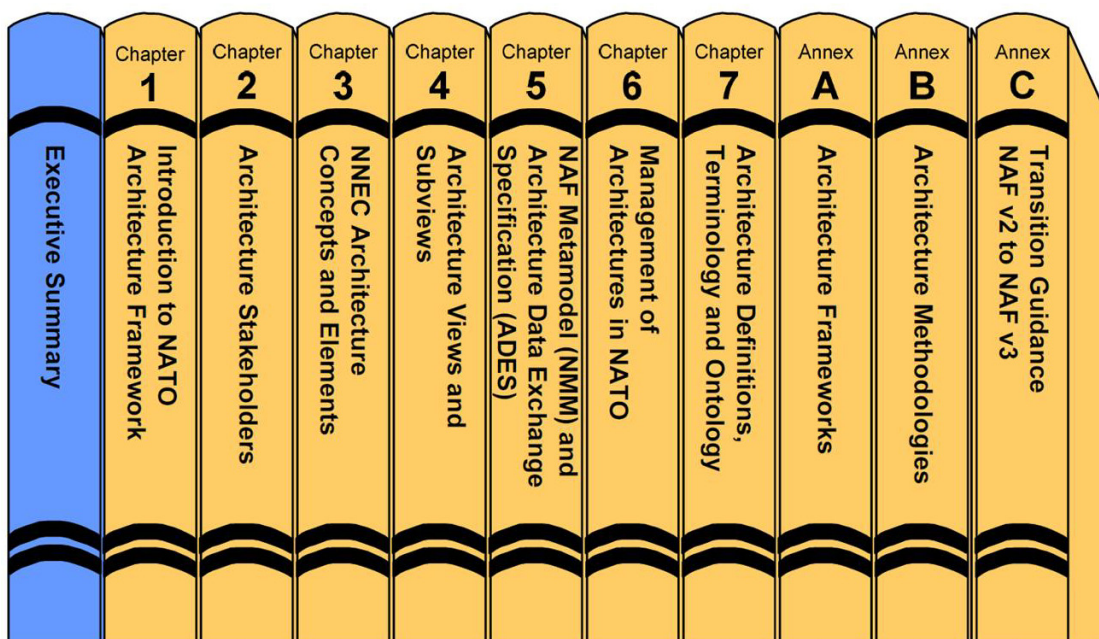
Rammeverket har hittil hatt en meget begrenset distribusjon, og har blitt spredd til en viss grad ved hjelp av ”jungeltelegrafene”. Dersom ambisjonene i Nato oppnås, vil utgivelse og bekjentgjøring anta betydelig mer ordnede former i løpet av et par år. Anvendelse vil være pålagt for alle større Nato-finansierte prosjekter. Flere nasjoner vil også innføre pålegg om å benytte NAF (eller de amerikanske og engelske motstykkene DODAF og MODAF) i sine egne prosjekter av en viss størrelse. Dette gjelder også Forsvaret, som nå har vedtatt å innføre bruk av NAF.

NAFv3 beskriver innhold og struktur i helhetlige arkitekturmodeller til bruk i Nato og medlemslandene. NAFv3 er altså en ”metamodell” – en modell av modellen. Det er videre viktig å merke seg at NAFv3 beskriver hva slags beskrivelser man *kan* bruke og ikke hva som *skal* brukes. Den foreskriver altså tillatte framstillingsperspektiver og beskrivelsesprodukter som man som modellerer velger blant.

Dokumentasjonen består av 11 deler, der alle delene inneholder en felles introduksjon. Kapittel 4 og 5 er de sentrale. Disse beskriver til sammen 48 arkitekturprodukter som er organisert i 7 ulike grupper eller perspektiver. Disse perspektivene kalles ”views” og inneholder hver et antall enkeltprodukter som gjerne betegnes ”subviews”. Sistnevnte betegnes også ofte som ”arkitekturprodukter”. Til sammen utgjør disse perspektivene og produktene en helhetlig og sammenhengende beskrivelse av et problemområde – et system, et system av systemer eller en virksomhet.

NAF kan anvendes i en lang rekke ulike sammenhenger, fra relativt detaljert system- og konseptutvikling til overordnet virksomhetsplanlegging og -styring.

Svært mye av innholdet i NAFv3 kan gjenkjennes fra systemteknikken (”Systems Engineering”), operasjonsanalyse og en rekke andre fagområder. Eksempelvis inneholder NAFv3 mye av det som inngår i det man ofte kaller ”konseptuelle modeller” i modellerings- og simuleringskretser. Dette gjelder generelt for arkitekturrammeverk. Det meste er gjenkjennelig, men uttrykket ulikt. Ulike rammeverk gjør også ulike utvalg av konsepter og skiller seg fra hverandre i kompleksitet. Dette innebærer at man lett forholder seg til ulike rammeverk når man først har lært seg tankegangen og noen sentrale begreper og prinsipper. Til sist betyr dette igjen at generell metodekunnskap reduserer behovet for standardisering på metode. Effektivt gjenbruk og samvirke innen et interessefellesskap vil likevel ha klar fordel av felles metodevalg. NAFv3 er det åpenbare valget for Nato og Forsvaret.



Figur 5.6 NAFv3 består av 11 bind, hvor alle har en felles introduksjonsdel [1]

### 5.5.1 Perspektiver (Views) I NAFv3

I NAF har en valgt å definere syv såkalte ”views”, eller perspektiver (figur 5.7). Hvert perspektiv definerer en rekke underperspektiver – eller produkter. De aller fleste av disse er gjenkjennelige for mennesker med teknisk arbeidsfelt. De fleste vil imidlertid ha erfaring med kun et utvalg av produktene. NAFv3 utgjør et mer helhetlig perspektiv på virksomheter og systemer enn de fleste er vant med å forholde seg til. Det vil da også være mest aktuelt for den enkelte å forholde seg til kun et utvalg av NAF-produktene i en gitt sammenheng. Disse vil oppleve NAF som en høyere grad av formalisering av beskrivelser man tidligere har forholdt seg til på en mer ustrukturert og ”fri” måte.

Utforming av en arkitektur i tråd med rammeverket vil gjerne foregå i iterative prosesser, der de enkelte perspektivene utformes og justeres under prosessens gang i tråd med økende kunnskap og innsikt blant aktørene.



Figur 5.7 NAF er strukturert i 7 ulike "views" eller perspektiver, som hjelper arkitekten til å gjøre en helhetlig tilnærming til arkitekturen. Hvert "view" er igjen delt opp i "Sub-Views", som utgjør de konkrete produktene man tar fram ved hjelp av grafisk modellering, tabeller, matriser eller tekstdokumenter.

### 5.5.1.1 NATO Capability View (NCV)

Hensikten med dette perspektivet er:

- å sette en strategisk ramme eller bakgrunn for prosjektet, virksomheten eller systemet som den aktuelle modellen beskriver
- å beskrive (krav til) oppførselen til systemet på en overordnet, løsningsuavhengig måte

Capability View beskriver med andre ord hva man skal oppnå, i størst mulig grad uavhengig av hvordan man kan oppnå det. Det er dermed til en viss grad ekvivalent med et kravdokument, som man kjenner fra PRINSIX [20] og ellers. Krav kan for øvrig knyttes til et hvilket som helst modellelement i NAF. I Capability View finner man visjonsbeskrivelse og ekvivalenter til effektmål og til en viss grad objektmål. Effekt- og objektmålene uttrykkes i "Capability" og kan spesifiseres med kvantitative eller kvalitative måleparametere. Avhengigheter mellom kapabilitetene beskrives også i NCV, samt tidslinjer for innføring og utfasing av kapabiliteter.

Dette perspektivet fanger opp i hovedsak det som MIT beskriver som *Upstream Influence on Architecture*, se figur 4.1.

Abstraksjon fra løsninger krever trening. "Capability"-konseptet er ikke like intuitivt for alle. Eksempelvis brukes ofte ordet "capability" om konkrete ressurser som fly og fartøy. I NAF er dette ikke korrekt, da "capability" er definert som evner beskrevet uavhengig av hva som realiserer evnen. Mange trives best med det konkrete. Derfor er gjerne system- og grensesnitt-beskrivelser i NSV-1 (omtalt senere) og organisasjonskart i NOV-4 mest intuitive og "populære".

Imidlertid er kapabilitetsperspektivet avgjørende for helhetlig styring av en kompleks virksomhet, og ofte nyttig selv for mindre komplekse foretakender. Det fungerer som en påminnelse om hva man skal fram til, og kan motvirke avsporing på grunn av overdreven interesse for eksempelvis spesifikke systemer eller materielltyper.

Et felles NCV for Forsvaret kan fungere som et felles utgangspunkt for alle Forsvarets prosjekter. Hvert prosjekt vil da kunne (og bør) utdype NCV innenfor sitt arbeidsfelt, og gi innspill til justering av Forsvarets NCV. NCV kan, som alle de andre perspektivene, forholde seg til nåtid eller framtid. Et NCV kan dermed både fungere som en kilde til informasjon om hvilke evner Forsvaret faktisk har, og hva Forsvaret ønsker å oppnå i framtiden. NCV kan dermed inneholde mye fra både FFOD (Forsvarets Fellesoperative Doktrine) og diverse plandokumenter og måldokumenter for konkrete FLO-prosjekter.

#### 5.5.1.2 NATO Operational View (NOV)

Det operative perspektivet gir beskrivelser av de operative aktivitetene, slik man enten gjennomfører dem i dag eller slik man ser for seg å gjennomføre dem i framtiden. Det beskriver informasjonen som støtter operasjonene (informasjonsmodellen NOV-7, se figur 5.7), flyt av informasjon mellom aktiviteter og noder (NOV-2, NOV-3, NOV-5, se figur 5.7), aktivitetssekvenser med mer. NOV inneholder også beskrivelser av det overordnede operasjonskonseptet (NOV-1, se figur 5.7).

NOV vil ofte befinne seg mellom NCV og NSV når det gjelder abstraksjonsnivå. NOV kan være både relativt løsningsuavhengig og svært løsningsknyttet og detaljert. Operasjonsmåter er i seg selv løsninger, og er som oftest knyttet tett til de konkrete ressursene som er tilgjengelige. Eksempelvis vil visse typer "concept of operations" (CONOPS) ikke være mulig uten visse typer materiell, personell og kompetanse mm.

NOV tilsvarer i mange tilfeller det man finner i CONOPS-beskrivelser, TTP (Tactics, Techniques and Procedures) og SOP (standard Operating Procedures). NOV er et nødvendig og naturlig utgangspunkt for mer ressursorienterte beskrivelser som finnes i System View m fl. Forståelse mellom ulike operative eller faglige miljøer er helt avhengig av den type informasjon som skal finnes i NOV. Denne forståelsen er igjen helt avgjørende for å utvikle interoperable løsninger.

Den type kunnskap man potensielt kan få fra et NOV er tradisjonelt hovedsakelig lite tilgjengelig utenfor operative miljøer. Eksempelvis er beskrivelser av kampflyoperasjoner ikke hurtig eller lett tilgjengelig utenfor kampflymiljøet. Dette er en klar sikkerhetsmessig fordel men en ulempe i

alle andre sammenhenger, da kunnskapsbygging og informasjonssøk opptar en uforholdsmessig stor del av ethvert forsøk på å integrere et gitt system med – eksempelvis – kampfly.

#### 5.5.1.3 NATO Service-Oriented View (NSoV)

Begrepet ”tjeneste” brer om seg i stadig større grad i Forsvaret. Fra å være i bruk hovedsakelig i IT-sammenheng, brukes nå tjenestebegrepet bredere. NSoV er lagt inn i NAFs siste versjon for å støtte arkitekturbygging basert på konseptet for Service-Oriented Architecture (SOA), som igjen er et viktig og anvendt prinsipp i utformingen av nettverksbasert forsvar (NbF). NSOV beskriver de nødvendige tjenester som understøtter det operative domenet, beskrevet gjennom NOV.

#### 5.5.1.4 NATO System View (NSV)

Her beskrives løsningene og ressursene som konkret realiserer kapabilitetene i NCV og understøtter den operative aktiviteten beskrevet i NOV og for å levere de tjenestene som er beskrevet i NSOV. Systemer, systemfunksjoner og systemgrensesnitt er sentrale i NSV. Her inngår også mennesker gjennom deres roller, stillingstyper og kompetanse. Mennesker framstilles i NAFv3 dermed som *del av* ressurskonfigurasjoner – eller systemer. Man kan også beskrive menneskers interaksjon med andre ressurser, eksempelvis MMI eller interaksjon med andre mennesker.

En god arkitekturbeskrivelse i NSV vil gi systemingeniørene et godt utgangspunkt for utforming og design av systemløsningen. Ideelt sett skal funksjonsbeskrivelsene og datamodellene i NSV kunne brukes direkte i utvikling av programvare.

#### 5.5.1.5 NATO Technical View (NTV)

Gjennom NTV beskrives de standarder som styrer eller legger restriksjoner på de tekniske løsningene som ble beskrevet i NSV. Det kan være ISO eller IEEE standarder, Nato standarder, standarder spesifikke for det område en arbeider i eller nasjonale valgte standarder. NTV beskriver også implementasjonsprofil for de aktuelle standardene. Dette er vesentlig, da en gitt standard som oftest tillater relativt stor frihet i implementert løsning. Eksempelvis kan en ofte velge å implementere en del av et meldingssett, og utelate andre.

#### 5.5.1.6 NATO Program View (NPV)

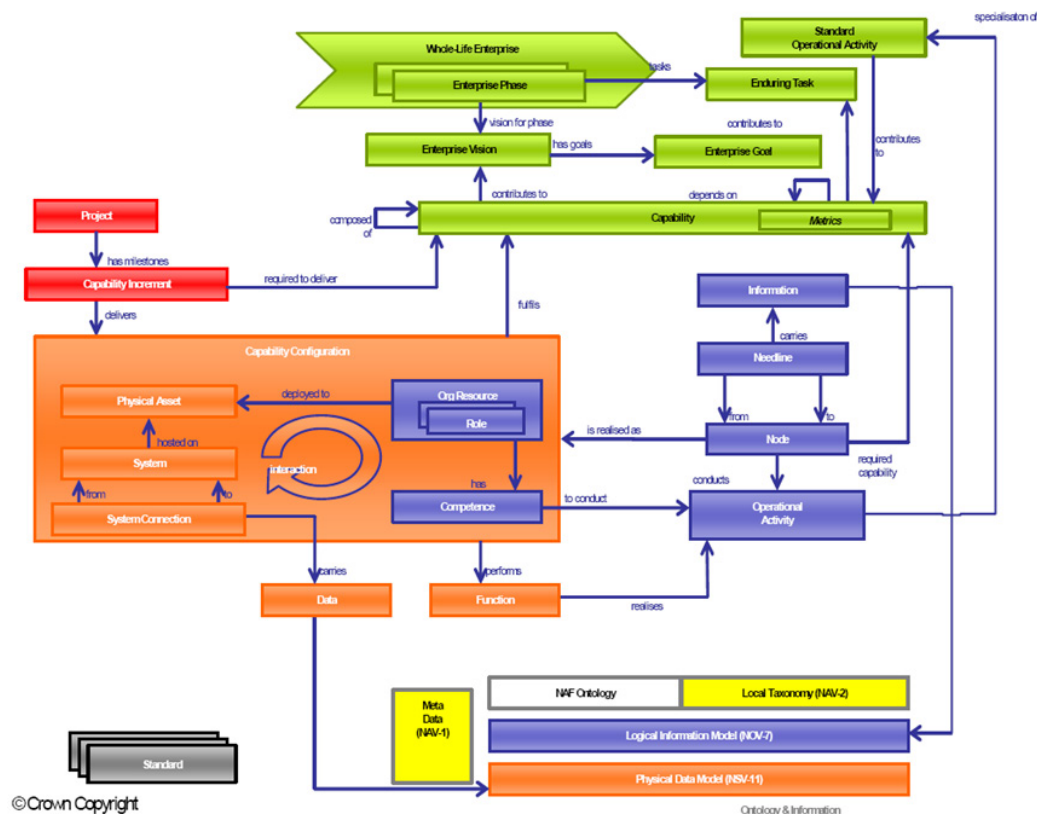
NPV ble introdusert ved den siste versjonen av NAF for å beskrive relasjonene mellom de ulike programmer og prosjekter som er under implementering eller er planlagt. Prosjektene knyttes til kapabilitetene gjennom prosjektmilepæler. Dette gjør det mulig å koordinere tidsfasing og løsninger for å oppnå optimale operative effekter. NPV vil også støtte ”variantbegrensning” gjennom unngåelse av uønsket realisering av samme kapabilitet gjennom ulike ressurser i ulike prosjektløp.

Slik informasjon finnes i dag delvis i strukturutviklingsplaner og Forsvarets Investeringsdatabase (FID). Et stort antall prosjekter med gjensidige avhengigheter og hurtigere gjennomføring har øket betydningen av å vedlikeholde gode NPV.

### 5.5.1.7 NATO All View (NAV)

NAV inneholder all relevant informasjon om det aktuelle arkitekturarbeidet og modellen. Det beskriver hensikten med arbeidet (den store sammenhengen), viktige rammer og avgrensninger, detaljer om hvem som har utviklet den, når og med hvilke(t) verktøy osv. NAV inneholder med andre ord ”metadata” for arkitekturbeskrivelsen som helhet. Dersom det er behov for å avvike fra rammeverket i beskrivelsen av arkitekturen, skal det også adresseres her. NAV er det første produktet man som mottaker av en arkitekturbeskrivelse leser.

### 5.5.2 Den formelle grafiske metamodellen (NMM)



Figur 5.8 Dette er en forenklet framstilling av NMM - NATO Meta Model. Her vises de mest sentrale typene informasjon som kan være del av en arkitekturmodell iht NAFv3.

NAFv3 kapittel 4 består av tekstlige beskrivelser av struktur og innhold for arkitekturmodeller. Slik sett er det mulig å anse kapittel 4 som den tekstlige ”metamodellen”, mens kapittel 5 inneholder grafiske spesifikasjoner av metamodellen – NMM. Det er gjerne slike formelle modeller som menes med begrepet metamodell. De tekstlige beskrivelsene i kapittel 4 er betydelig mindre konkrete og er ment å gi en overordnet forståelse.

Det er ett eller flere diagrammer i NMM for hvert arkitekturprodukt fra NAF kapittel 4. Metamodellen er uttrykt i UML ved bruk av modelleringsverktøyet Enterprise Architect, og framstår som betydelig mer formell enn tekstdokumentet. Diagrammene er stort sett lite intuitive for lesere som ikke er godt trent i å lese UML og lignende formelle metamodeller.

Man kan i praksis utvikle modeller som er i overensstemmelse med tekstbeskrivelsen i kapittel 4, men som ikke tilfresstiller den formelle metamodellen NMM. Man kan altså lett følge rammeverkets intensjon uten å nødvendigvis modellere på formelt korrekt måte.

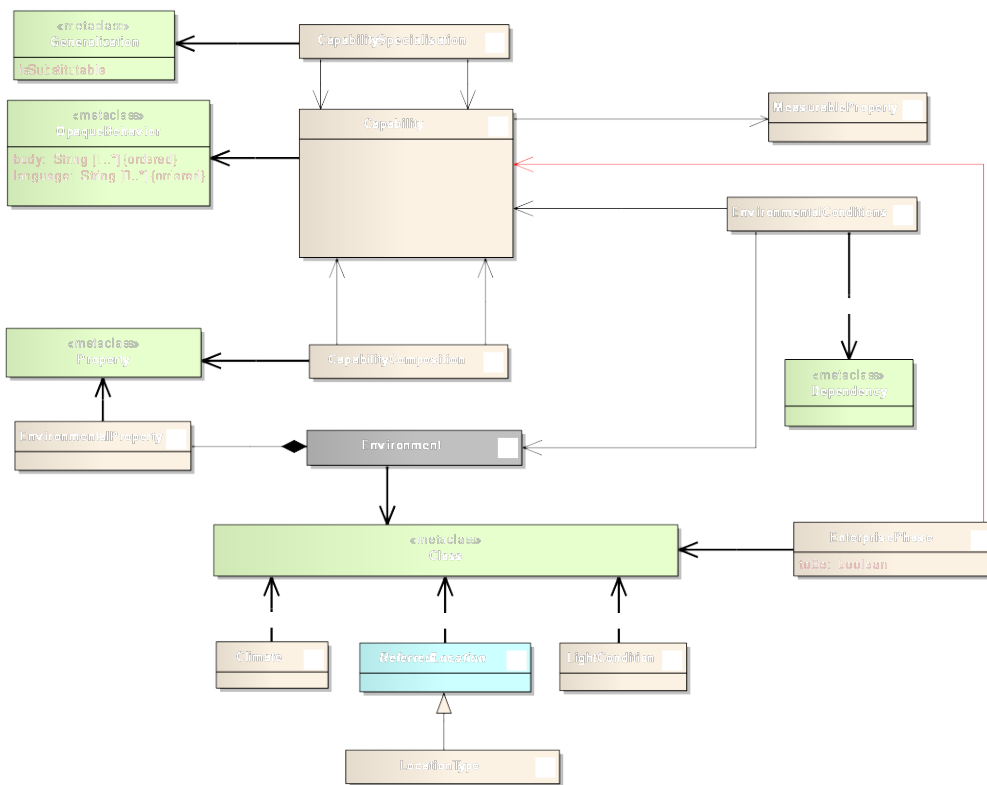
Teksten i NAFv3 inneholder ofte ord og uttrykk som ”should”, ”may” og ”if desired”. Samtidig er det her - som de fleste andre steder - en viss variasjon i begrepsbruk som kan forvirre. En rask gjennomlesing gir en grei forståelse, men gjentatte grundige gjennomlesinger av kap 4 må til for å få taket på dette. En kuriositet er at begreper fra Nato om NNEC ikke er de samme som brukes i NAF, som altså skal muliggjøre NNEC. I stedet inneholder hver beskrivelse av en type produkt (f. eks. NOV-2 Operational Node Connectivity/Relationship Description) et avsnitt som relaterer NNEC-begreper til NAF-begreper. For å øke forvirringspotensialet ytterligere, anvender ikke NC3A selv NAF aktivt i sitt arbeid.

NMM inneholder ingen indikasjoner på hva man ”må” eller bør ha med i en modell. Den spesifiserer kun på meget detaljert måte hva som er ”lovlig” . NMM spenner altså ut mulighetsrommet, men sier lite om den konkrete implementasjonen. NAFv3 spesifiserer heller ikke en bestemt framstillingsform. Altså er ikke UML eller lignende et krav.

Det mangler et godt utvalg av eksempler på hvordan arkitekturproduktene kan eller bør se ut. Noen eksempler gis i NAF kapittel 4 ( i ”NAF Running Example”), men disse er mangelfulle.

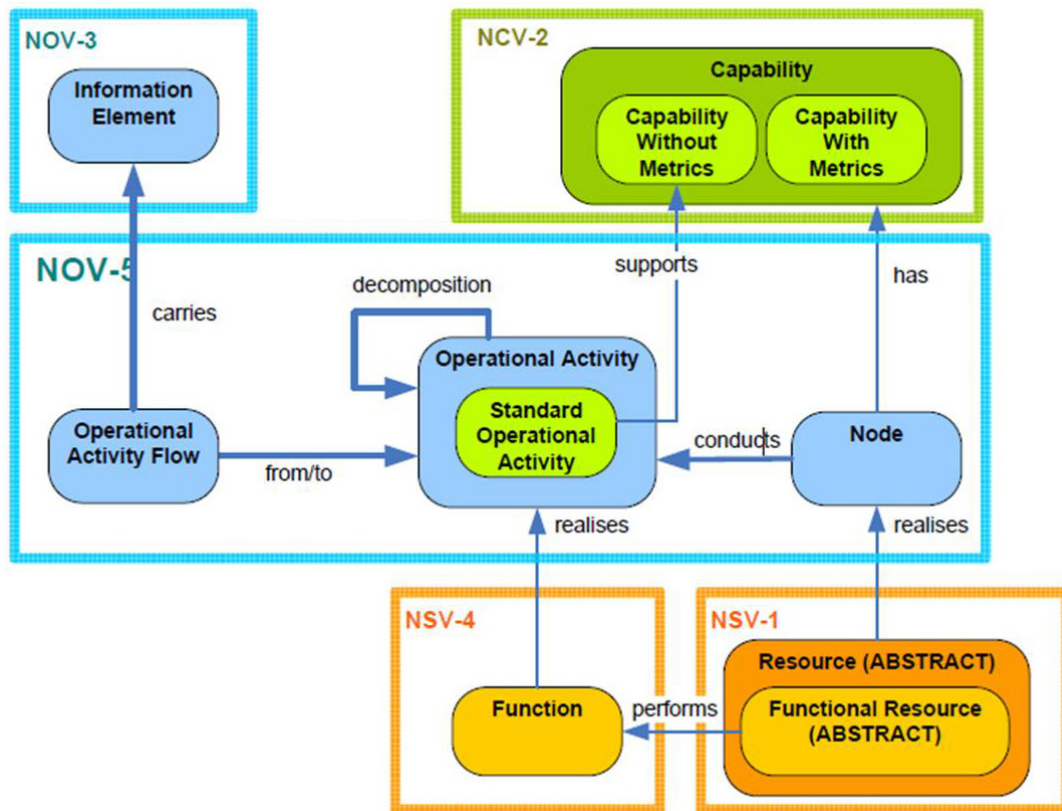
Current NMM examples for NCV-2 show hierarchies of capabilities. Some of the relationships in the hierarchy are specialization - e.g. "Information Acquisition" specializing in "Strategic Information Acquisition" and "Tactical Information Acquisition". Other relationships are composition (i.e. whole-part), such as "Information Management" decomposing into "Analysis", "Fusion", etc.

If NMM implementations (esp. repositories) are to be used for analysis and decision support, it is important that the distinction between specialization and composition of capabilities is made when architectures are generated. It is recommended that architecting tools force the user to think about making the appropriate distinction when entering data.

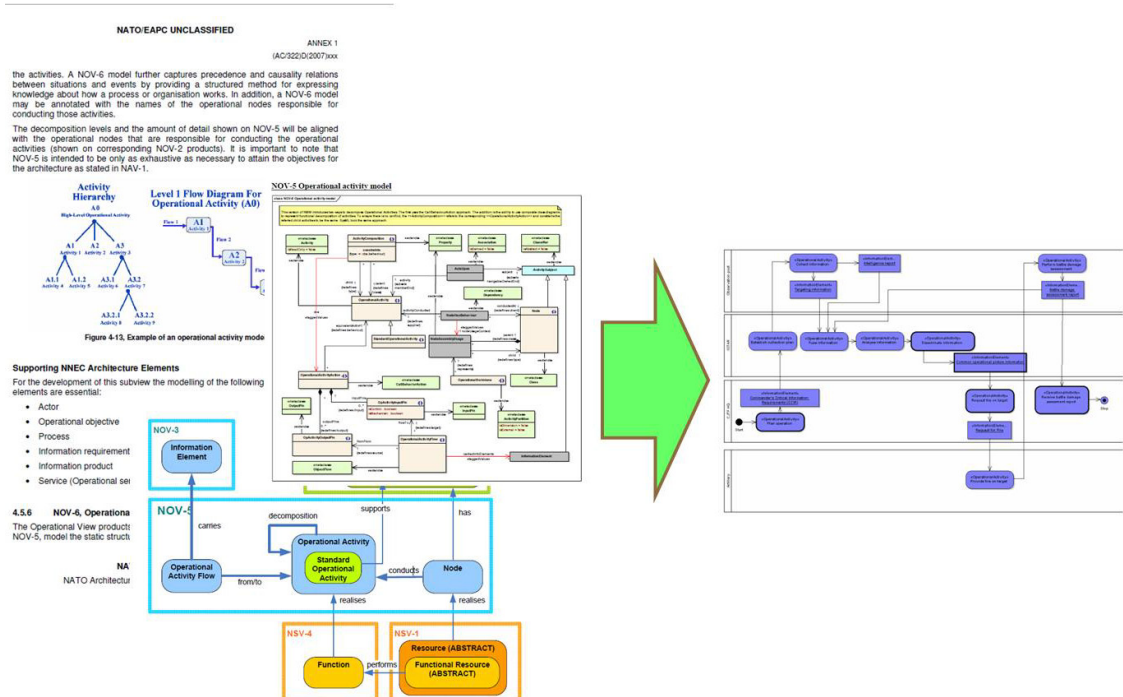


*Figur 5.9 Dette er metamodelen for NCV-2 Capability Taxonomy fra NMM - NATO Meta Model (NAFv3 kapittel 5). Den viser hvilke typer informasjon man kan ha med i et NCV-2, og hvilke relasjoner som er tillatt. De lysegrønne <<metaclass>>-elementene viser hvilke konsepter fra UML (Unified Modelling Language) som NAF-konseptene bygger på. Eksempelvis bygger ("extends") konseptet "capability" på UML-konseptet "Opaquebehavior". Spesifikasjonen av UML må leses i sin tur for å forstå detaljene i hva dette innebærer. Denne spesifikasjonen er utgitt av OMG (Object Management Group) og er i seg selv et stort dokument. Det er altså utfordrende å implementere NAFv3 uten tilrettelagte verktøy som fritar modellereren fra å sette seg inn i denne komplekse materien.*





Figur 5.10 NAFv3 kapittel 5 (NMM) inneholder heldigvis en rekke forenklede diagrammer som på en mer intuitiv måte forklarer hva de enkelte arkitekturproduktene kan inneholde. Her vises sporbarheten fra funksjonelle ressurser (som systemer eller mennesker) som realiserer funksjoner, som igjen realiserer operasjonelle aktiviteter som igjen støtter realisering av kapabiliteter (evner). Man ser også at det er flere alternative måter å modellere. Her kan man også bruke at de funksjonelle ressursene realiserer nodene (i NOV-2), som igjen har kapabiliteter.



Figur 5.11 Veiledet av tekstbeskrivelsen for NAFv3 produktene/perspektivene i kapittel 4, den formelle metamodellen (uttrykket i UML) og forenklete metamodell-diagrammer (begge de sistnevnte fra NAFv3 kapittel 5) genererer man modeller som tilfredsstill NAFv3. Vist her er eksempelet med NOV-5 aktivitetsbeskrivelse. Det er viktig å få på plass dataverktøy som fritar modelleringen fra dette krevende arbeidet dersom man ønsker at bruken av NAF skal bre om seg.

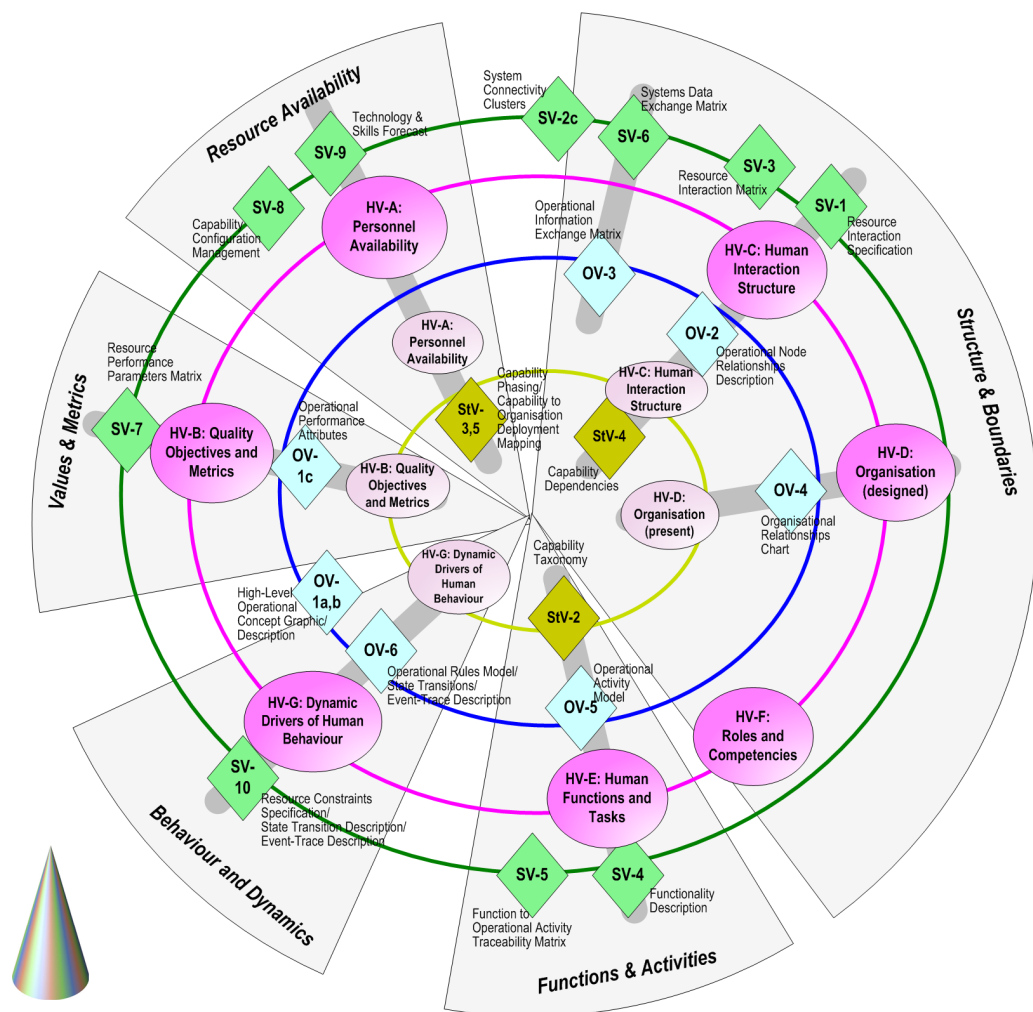
### 5.5.3 Representasjon av mennesker i arkitekturbeskrivelser

Det er et velkjent problem at menneskelige faktorer ofte ikke ivaretas tilstrekkelig godt i utvikling av tekniske systemer og teknologitunge konsepter. Svært mange uhell under bruk av systemer tilskrives ”menneskelig feil”. Som oftest dreier det seg om systemfeil, der samspillet mellom mennesker og teknologi ikke er forstått eller ivaretatt godt nok. Effektivt tverrfaglig samarbeid mellom tekniske og ”menneskefokuserete” fagmiljøer er relativt sjelden. Miljøene opererer i stor grad med ulike begrepsapparater og tankesett. Å bringe disse to gruppene fagmiljøer sammen er en viktig utfordring som kan gi gevinster i system- og konseptutvikling. Slikt tverrfaglig samarbeid må fungere fra et tidlig tidspunkt i utviklingen av systemer og konsepter.

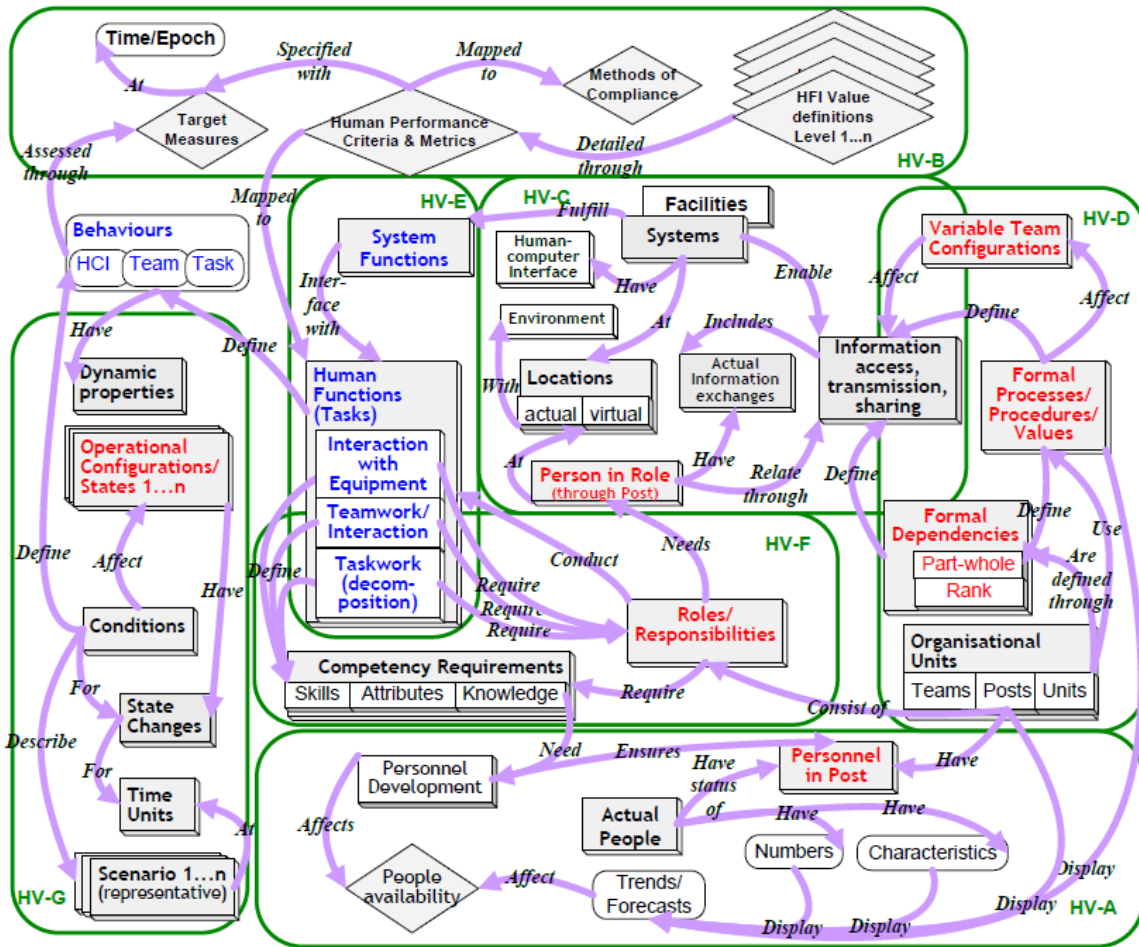
Det er ingen hindringer for å behandle menneskerelaterte aspekter relativt grundig innenfor NAFv3. En rekke forhold som man ville legge stor vekt på utenfor de tekniske fagmiljøene mangler imidlertid. I NAF-modeller er mennesker ofte lite ”synlige”, men dette kan som oftest tilskrives den manglende vektlegging som mennesker får når systemer og konsepter utvikles av teknologer. Menneskelig interaksjon er behandlet på samme måte som interaksjon mellom alle andre funksjonelle ressurser i NAFv3. Dette foregår stort sett i NSV, og det er ingenting i veien for å framheve menneskelige roller, funksjoner og grensesnitt gitt dagens NAFv3. Faktum er likevel at det ikke ofte gjøres.

Som et svar på ønsker om at menneskerelaterte faktorer skal tre tydeligere fram, er nå tillegg til både NAF og MODAF på trappene. ”MODAF Human View Handbook” [14] er den mest modne, men har ikke kommet i utstrakt bruk ennå. For Nato er nå en tilsvarende håndbok tilgjengelig. Denne håndboken ble tatt fram av arbeidsgruppen HFM-155 under RTO (Research and Technology Organisation) [13].

MODAF Human View Handbook og Nato-motstykket definerer begge en rekke tilleggsprodukter til MODAF og NAFv3. For det britiske tilfellet er disse integrert med MODAF-metamodellen. Flere av arkitekturproduktene er spesialtilfeller av produkter i MODAF, og dermed også i NAFv3. Disse spesialtilfellene trekker ut det ”menneskerelaterte” fra produkter som eksempelvis SV-1 (Systems Interface Description) som beskriver grensesnitt mellom ressurser (funksjonelle og organisatoriske eller menneskelige). MODAF Human View Handbook definerer dermed både en tydeliggjøring av de menneskelige aspektene som er i MODAF og tillegg til disse.

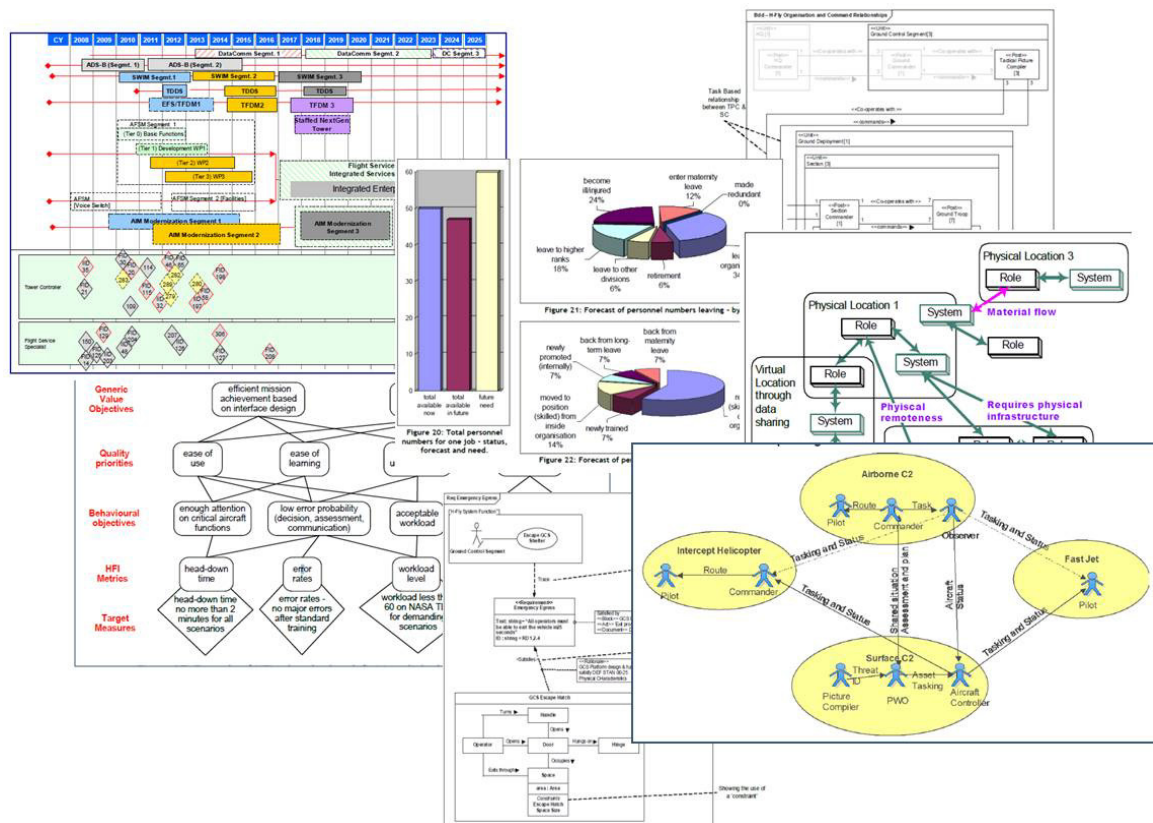


Figur 5.12 Her ser man produktene fra MODAF Human View Handbook plassert inn i sammenheng med produktene i MODAF. Man ser at produktene i Human View relateres til hver sine produkter i MODAF, og at de kan opptre samtidig på flere ulike abstraksjonsnivåer og i flere tidsperspektiver. Denne figuren skal sees som en kjegle sett ovenfra, med produktene på toppen av kjeglen nærmest midten sett ovenfra. Dette er kapabilitetsperspektivet i NAF-språket, og ”Strategic View” i MODAF-språket.



Figur 5.13 Tilletget av mye ny kompleksitet til et allerede svært komplisert rammeverk som MODAF (og NAF) er en mulig kritikk til MODAF Human View Handbook. Selv om alle konseptene som framstilles her er relativt greit forståelige, kreves et betydelig arbeid å omsette det til praktisk modellering.





Figur 5.14 Et utvalg av eksempeldiagrammer fra MODAF Human View Handbook. Som i NAFv3, er det stor valgfrihet i hvordan arkitekturproduktene kan se ut.

## 5.6 Modelleringsverktøy

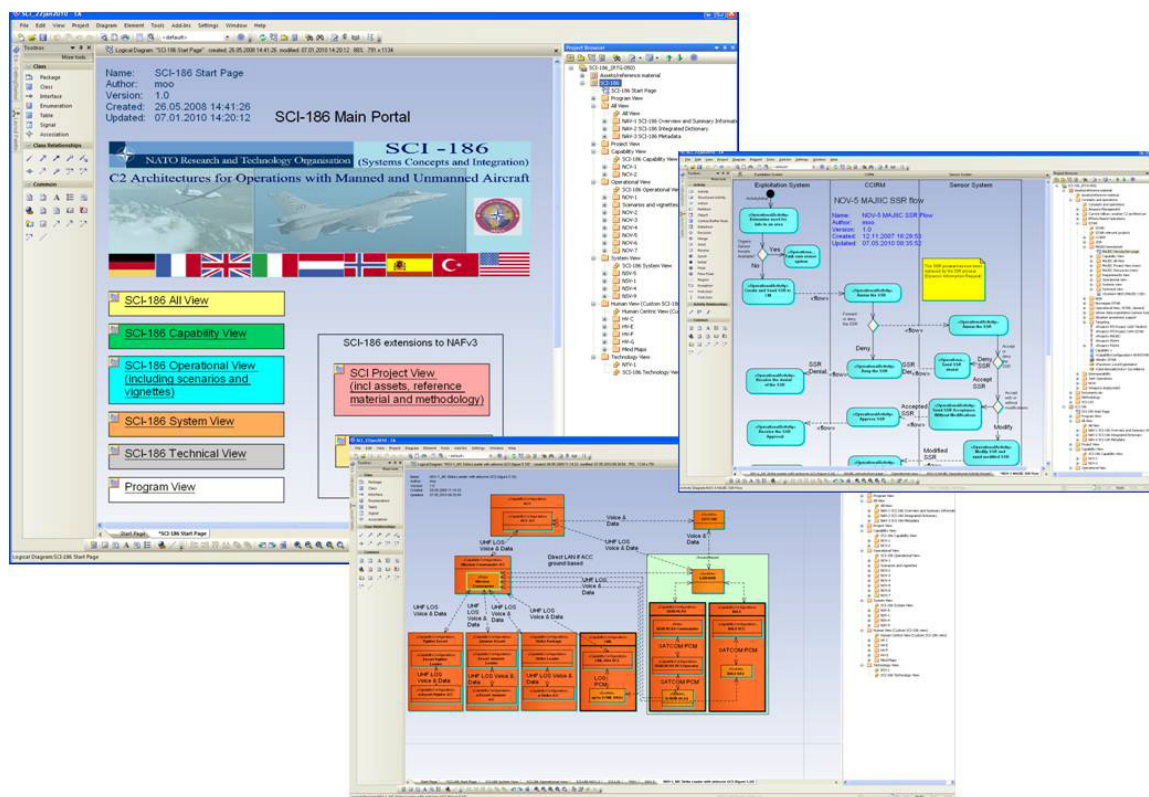
Det finnes nå en lang rekke dataverktøy som støtter arkitekturarbeid. På FFI har vi erfaring med noen få av dem. Vi har mest erfaring med bruk av Enterprise Architect (EA) fra Sparx Systems. Vi har også en viss erfaring med System Architect fra IBM (TeleLogic). Forsvaret har mye erfaring med Enterprise Architect og med ARIS fra IDS Scheer (sistnevnte spesielt i LOS-programmet).

De tilgjengelige dataverktøyene spenner vidt i funksjonalitet, og støtter i varierende grad bruk av spesifikke rammeverk og modelleringspråk. De har ulike grader av støtte for analyse, publisering og presentasjon. Mange verktøy støtter distribuert samarbeid og versjonskontroll.

Det er fullt mulig å lage gode NAF-kompatible modeller ved bruk av tegneverktøy som Visio og Power Point. Begrensningene ved dette blir åpenbare når modeller blir store. For Forsvarets del må de fleste modeller anses som bidrag til en større modell, og dermed blir Power Point modeller lite aktuelle. Modeller som baseres på databaser er den beste løsningen generelt sett. Verktøy som Enterprise Architect og System Architect bruker databaser.

Generelt krever effektiv bruk av modelleringsverktøy en viss opplæring. Begynnerterskelen varierer sterkt. Fullt utbytte oppnås først etter en tids erfaring og gjennom aktiv deltagelse i et brukermiljø. Slike brukermiljøer finnes på nettet. De fleste vil antageligvis ikke oppleve verktøyet

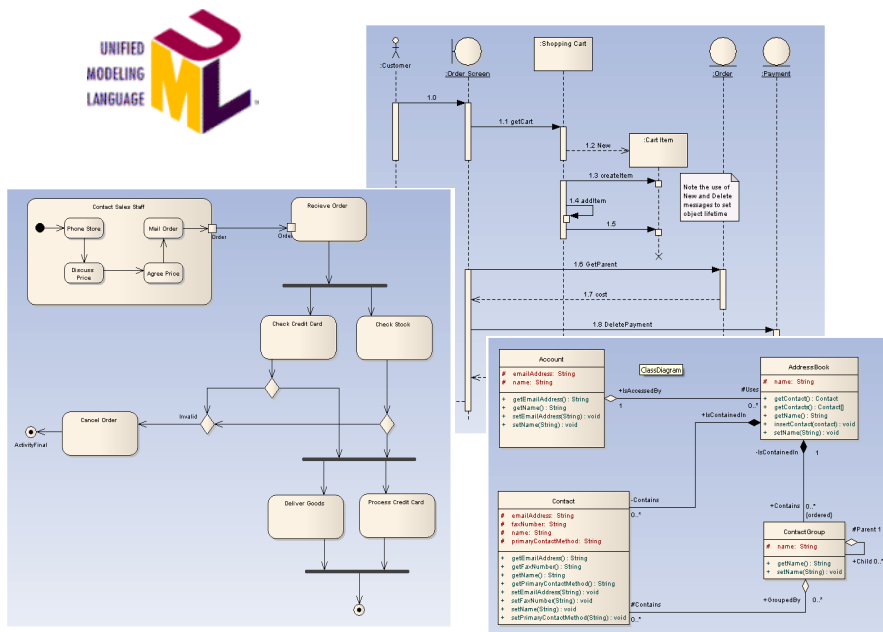
som den største utfordringen for iverksetting av arkitekturmodellering. Derimot vil kombinasjonen av mange valgmuligheter i generelle modelleringsverktøy og mangelen på klare retningslinjer i egen organisasjon for implementering kunne oppleves som en hindring.



Figur 5.15 Eksempler på skjermbilder fra Enterprise Architect. Her sees introsiden for en modell under utvikling for Nato-gruppen SCI-186 C2 Architectures for Operations with Manned and Unmanned Aircraft, samt et NSV-1 (oransje) herfra og et NOV-5 (Operational Activity Model) av flyt av en "Sensor Service Request" fra MAJIC (Multisensor Aerospace-ground Joint Interoperable ISR Coalition). I begge disse modellene er UML brukt. Farger og generell stil i diagrammer er fritt valgbart i NAFv3, men en konvensjon med oransje for NSV-produkter og blå for NOV-produkter osv er introdusert i "NAF Running Example", og kan være greit å følge.

## 5.7 Modelleringspråk

Som for modelleringsverktøy, er det stor valgfrihet knyttet til modelleringspråk. Hvert språk har sin tilhengerskare og sine styrker og svakheter, gitt en konkret anvendelse. FFI har nå mye erfaring med bruk av UML – Unified Modeling Language – fra OMG (Object Management Group). Dette språket har sitt utspring i objektorientert programmering. Det kan derfor oppleves av noen som lite egnet for modellering i andre sammenhenger. Dette har gitt opphav til SysML – Systems Modeling Language. SysML antas av noen å overta for UML i nær framtid, og vil bli vurdert på FFI i videre arbeid.

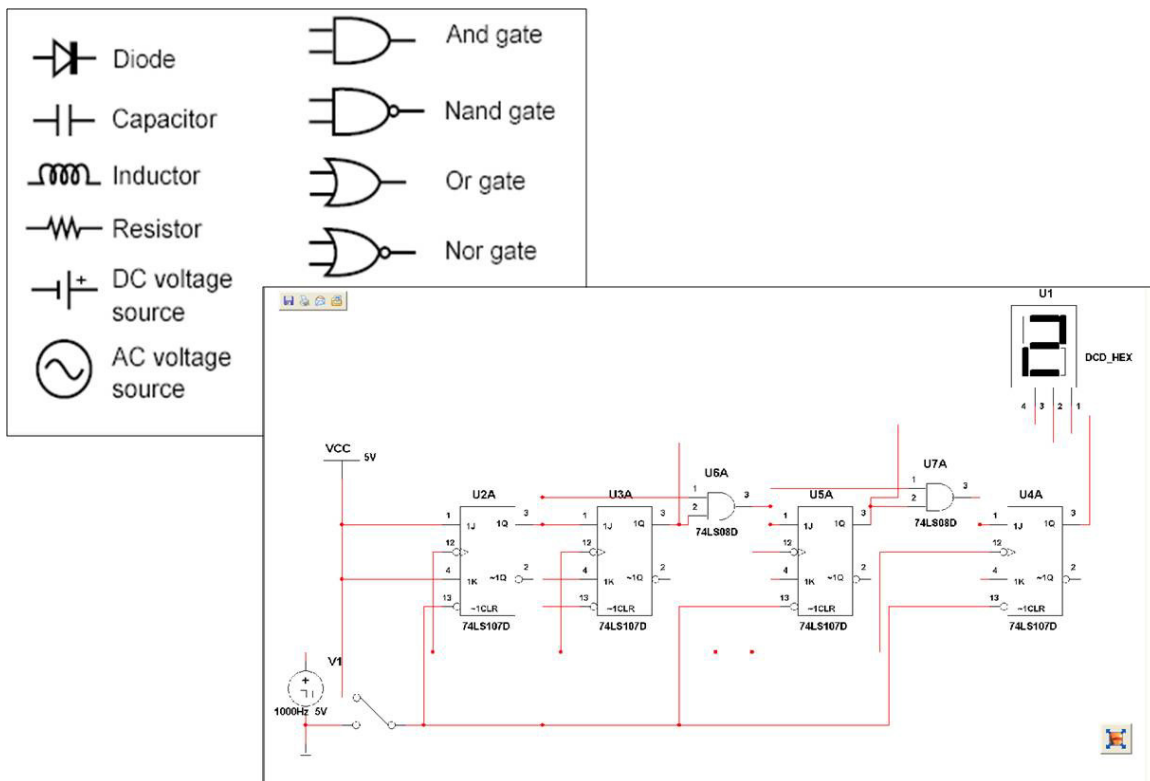


Figur 5.16 Eksempler fra Unified Modeling Language fra OMG (Object Management Group). UML består av definerte typer elementer, relasjoner og diagrammer. Grunnleggende UML-kompetanse er relativt lett oppnåelig, mens avanserte anvendelser krever lang trening. Den formelle metamodellen til NAFv3 (NMM) er en forlengelse av UML 2.1. Full forståelse av NMM krever relativt høy kompetanse på UML.

Formelle språk som UML og SysML kan oppfattes som vanskelige å lære og unødvendig kompliserte. Høy vanskelighetsgrad er noen ganger prisen som må betales for presisjon. Praktisk bruk av UML sammen med NAF oppfattes av mange prosjekter som ”bremseklosser” i stedet for hjelpemiddel. Dette har sammenheng med manglende opplæring og manglende retningslinjer for bruk (for eksempel en ”håndbok i arkitekturmodellering for Forsvaret”).

En organisasjon må vurdere behovet for presisjon opp mot muligheten for oppslutning hos brukere. Bruk av UML har erfaringsmessig appellert mest til enkelte programmerere med spesiell interesse for ryddighet og en trivsel med abstraksjon. Dermed er det et fåtall – selv i IT-bransjen – som bruker UML aktivt.

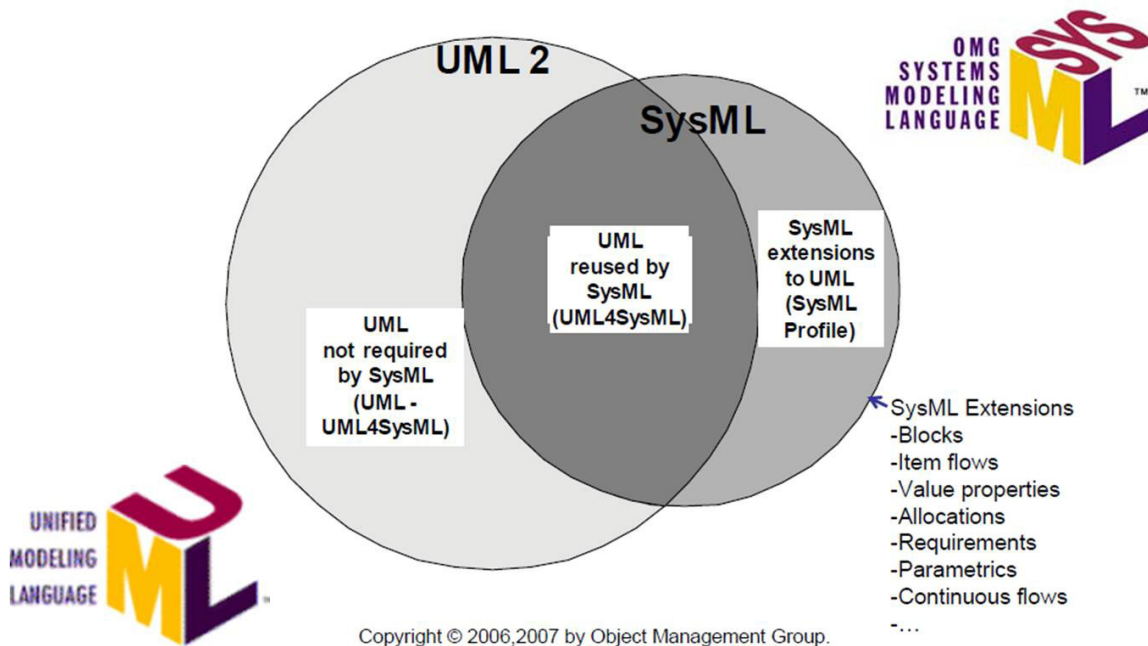
UPDM (Unified Profile for DoDAF and MoDAF) er nå utviklet av en arbeidsgruppe ledet av OMG, og definerer en felles profil for bruk av UML til modellering i henhold til DoDAF og MoDAF. UPDM ventes å kunne være anvendelig også for NAF-modellering. UPDM vil imidlertid ikke fjerne behovet til hver enkelt nasjon eller organisasjon for å gjøre en del egne valg i forhold til konkret ”god modelleringsskikk” anvendt på sine problemstillinger.



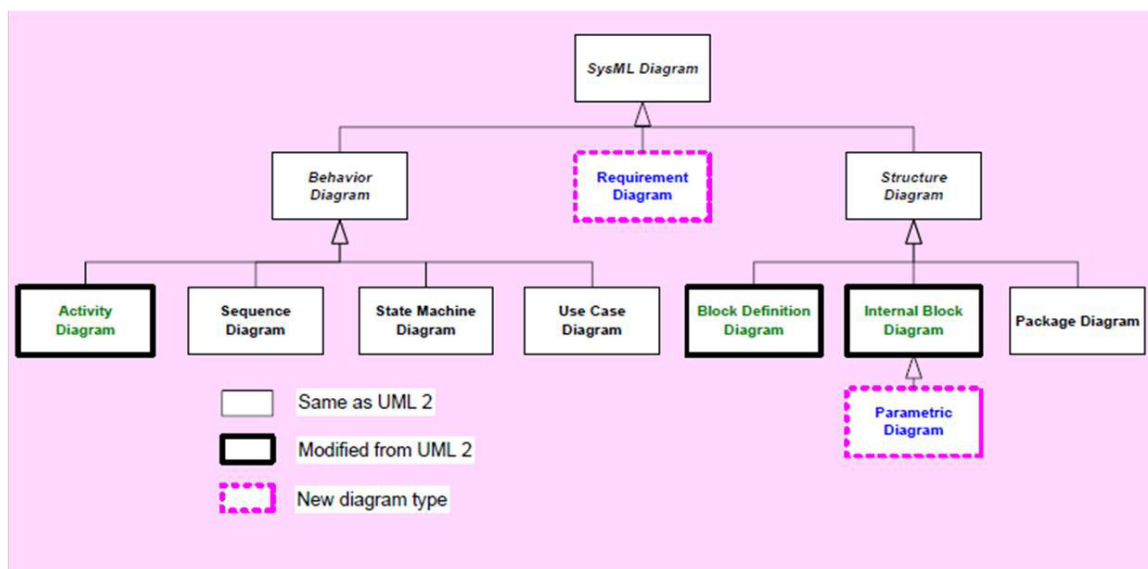
Figur 5.17 Innen elektronikkfaget er standardiserte symboler for komponenter og funksjoner osv veletablert. Dette er en forutsetning for presisjon og god kommunikasjon mellom aktørene som designer og analyserer kretser og komponenter. Dette er en klar analogi til bruk av standardiserte framstillingsformer innen system- og konseptutvikling.

Den potensielle nytteverdien av å bruke formelle modelleringsspråk synes tydelig. Man kan se for seg en analogi til elektronikkutvikling, der formelle representasjoner av komponenter og kretser har vært i bruk i mange år. Dette er en forutsetning for å ta fram fungerende produkter, spesielt der underleverandører er involvert. Komplisert, kvalitets- og tidskritisk samspill mellom underleverandører er normen innen elektronikkbransjen, slik det også er blitt i byggenæringen og de fleste bransjer. Standarder og presise formelle språk er uunnværlige og fullt akseptert i elektronikkbransjen. Tiden vil vise om språk som UML og SysML vil oppnå samme aksept eller opplevelse av uunnværlighet innen system- og konseptutvikling.





Figur 5.18 UML (Unified Modeling Language) og SysML (Systems Modeling Language) fra OMG overlapper delvis. SysML er tenkt å være mer anvendbar på generell systemutvikling enn UML, som først og fremst er utviklet til bruk i objektorientert programvareutvikling.



Figur 5.19 SysML inneholder noen nye diagramtyper sammenlignet med UML. Noen er modifiserte utgaver av UML-diagrammer.

## 6 Potensielle anvendelser og nytteverdi av arkitekturmetodikk

### 6.1 Forsvaret som et system av systemer

I tesen om arkitektur, beskrevet i kapittel 4, hevdes det:

- Alle systemer har en arkitektur, enten den er lagd med hensikt eller ei
- Systemets arkitektur er bestemmende for systemets funksjon
- Hvis vi kan tydelig synliggjøre systemets arkitektur, kan vi forstå, påvirke og styre arkitekturen slik at vi oppnår den ønskede funksjon

Forsvaret er en stor og kompleks organisasjon. Samtidig kan det være greit å merke seg at Forsvaret er en relativt liten organisasjon sammenlignet med en del av de dominerende multinasjonale virksomhetene som eksempelvis IBM og Shell. Det er også en meget liten organisasjon sammenlignet med forsvarer til USA og Storbritannia, som har vært de sterkeste drivkreftene for etablering av bruk av arkitekturrammeverk i egne rekker. Den formelle organiseringen i Forsvaret er forholdsvis grei og oversiktlig. Likevel er Forsvarets prosesser og eksterne avhengigheter komplekse, og kan til dels være lite oversiktlige sett utenfra det enkelte miljø. Forsvaret inngår i flere multinasjonale samarbeidskonstellasjoner militært og har mangeartede relasjoner til nasjonal og globalisert industri. Sett fra ståstedet til ett av Forsvarets miljøer, kan kompleksiteten virke håndterlig. Ved koordinering mellom flere ulike miljøer, eller i helhetlig styring av Forsvarets videre tekniske og konseptuelle utvikling, blir imidlertid kompleksiteten stor.

Dersom vi nå velger å betrakte Forsvaret som et system, vil vi fort finne ut at det er et stort system satt sammen av en rekke mindre systemer, altså et system av systemer. Under hovedarkitekturen ligger det en rekke organisatoriske, operasjonelle og ikke minst tekniske systemer, som med Forsvarets ambisjon om NbF skal kunne spille sammen, både nasjonalt og internasjonalt, for å kunne operere effektivt. Problemstillingen er på ingen måte triviell når man har høye ambisjoner om interoperabilitet.



*Figur 6.1 Forsvaret kan ses på som et system av systemer som må være i stand til operere mer eller mindre samordnet for å løse oppdraget. Systemene er både organisatoriske, operasjonelle og tekniske.*

Forsvarets utstyrpark spenner fra topp moderne materiell til 30-40 år gammelt utstyr. I tillegg er det et stort spenn i det operative miljøet og derved til kravene som utstyret må tilfredsstille.

Måten Forsvarets arkitektur er beskrevet på i dag, gjør det ikke alltid like lett å se sammenhengene og gjøre nødvendige tilpasninger etter hvert som nytt utstyr og nye prosesser introduseres i strukturen. Utfordringen består delvis i å rekke å lese gjennom nok dokumenter, og delvis i å få tak i informasjon som eksempelvis ikke er dokumentert skriftlig, eller som er dokumentert men ikke arkivført. FIS Basis inneholder et stort antall prosjektområder som ikke er tilgjengelige uten først å søke om tilgang, hvilket igjen forutsetter at du vet om prosjektområdenes eksistens. Det er ikke i praksis mulig å søke seg fram til mye av det nyttige innholdet på FIS Basis i nettleseren.

Muntlig kommunikasjon under fysiske møter er framdeles en uunnværlig informasjonskanal. Møtebelastningen og antallet dokumenter som bør leses gjør helhetlig styring, koordinering og nyskapende konseptarbeid vanskelig, gitt dagens utviklingstakt. Å være på høyden innenfor ett lite utvalg av Forsvarets miljøer, forutsetter i dag en avgrensning som utelukker mange muligheter for samvirke og integrering på tvers av miljøer i Forsvaret nasjonalt og internasjonalt.

Modellering og tilgjengeliggjøring av modeller i felles modellbiblioteker vil ikke erstatte møter og dokumenter, men kan føre til bedret effektivitet ved at møtedeltakerne har lettere tilgang til informasjon før og under møtene. Strukturerte modeller kan også hjelpe til med å fokusere diskusjoner og gi klarere kommunikasjon.

Arkitekturmetodikk i Forsvaret handler om å håndtere kompleksitet. Det handler om å forenkle og bryte ned problemstillinger samtidig som helheten ivaretas. Det handler om å ivareta detaljer i utviklingen uten å miste sporbarhet til overordnede målsettinger. Gjennom enklest mulig, strukturerte og tilgjengelige beskrivelser av systemer, systemer av systemer og av operasjonsmåter, skal arkitekturmetodikk muliggjøre kvalitetssikring og effektivisering i videreutvikling av virksomheten. Vi har innledningsvis omtalt såkalte arkitekturrammeverk som skal støtte realisering av ovenstående ambisjon. Rammeverkene foreskriver en gitt strukturering av informasjon, og til en viss grad en tilnærming til utvikling av arkitekturer og modeller.

Arkitekturrammeverkene (NAF, MODAF og DoDAF) står nå sterkt hos sentrale miljøer hos våre allierte. De omtales som forutsetninger for realisering av både nettverksbasert forsvar og ”mer Forsvar for mindre penger”. Det er imidlertid fortsatt mange som mener at rammeverkene representerer en unødig tvangstrøye, og enda flere som ikke har kjennskap til rammeverkene. Innenfor disse miljøene brukes likevel gjerne grafiske framstillinger og modellering i stor utstrekning.

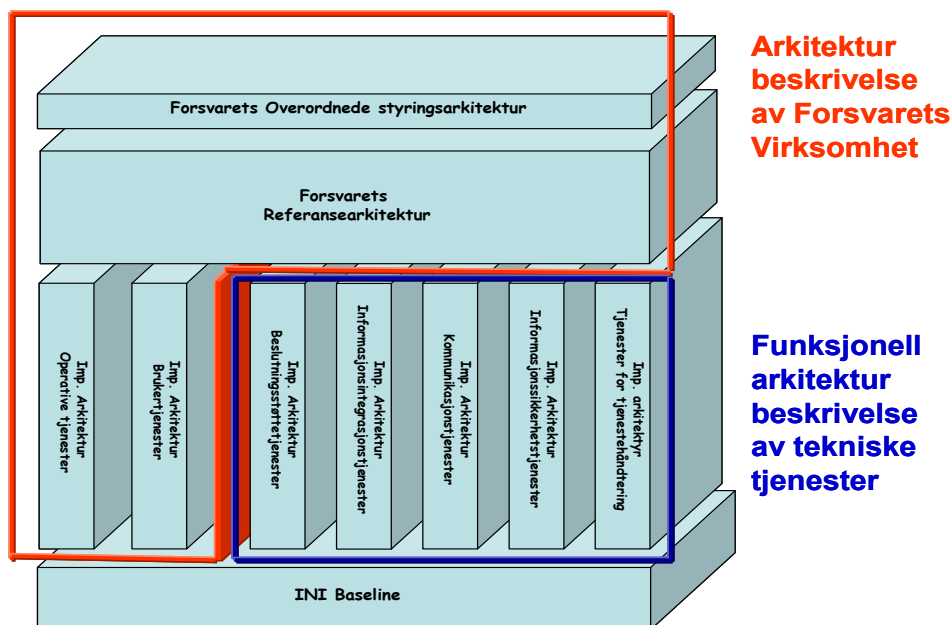
Bruk av grafiske framstillinger er ikke noe nytt, men har kanskje aldri vært brukt gjennomgående på en så strukturert måte som NAF og de fleste andre kjente rammeverk foreskriver. Det sies at et bilde sier mer enn tusen ord, og i arbeidet med komplekse systemer er det et klart behov for forenklinger og bruk av bilder, tabeller, matriser og grafikk.

Denne rapporten postulerer at Forsvaret trenger flere grafiske modeller og færre sider tekst. Dette bidrar til at kommunikasjon mellom aktørene (Communities of Interest – COI) blir mer effektiv og mer presis, noe som i neste omgang fører til mer effektive prosesser og bedre sluttresultat.

## **6.2 Bruk i NbF**

De som først og fremst har følt det store behovet for en tydelig beskrevet arkitektur som gir oversikt over virksomheten, er INI miljøet. Innenfor dette miljøet er interessen stor for den nye måten å jobbe på, ikke minst fordi en innser at den tradisjonelle måten ikke fører fram, på grunn av den betydelige informasjonsmengden som må håndteres og styres. Derfor arbeides det nå aktivt i dette miljøet for å få til en strukturert arkitekturtilnærming. Figur 6.2 viser hvordan en har tenkt seg sammenhengen mellom arkitekturbeskrivelser med ulik detaljeringsgrad og ulike tidsperspektiver. Til sammen vil disse beskrivelsene veilede og dokumentere en utvikling fra dagens arkitektur til framtidens.

Forsvarssjefens plan for utvikling av nettverksbasert forsvar (NbF) foreskriver en strukturert arkitekturtilnærming. Dette dokumentet er under ferdigstilling. Det er fattet en prinsippbeslutning om at NATO Architecture Framework (NAF) skal brukes ifm. arkitekturbeskrivelser i Forsvaret. Så snart nødvendige bestemmelser er utarbeidet vil denne beslutningen bli formalisert.

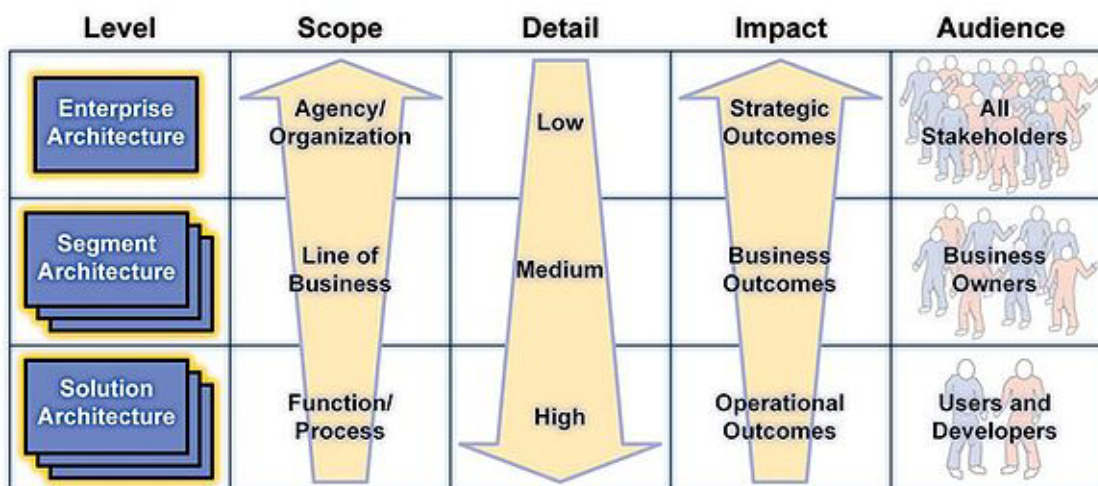


Figur 6.2 Prinsippskisse som viser oppbyggingen av arkitekturbeskrivelser i Forsvaret innenfor INI. "INI Baseline" beskriver dagens arkitektur. Implementasjonsarkitekturene beskriver endringer som skal gjøres i nær framtid. Disse er derfor detaljerte og i stor grad fokusert på tekniske tjenester. "Forsvarets Referansearkitektur" beskriver en noe mer fjern framtidssituasjon som man styrer i retning av. Den overordnede styringsarkitekturen er den mest langsiktige og minst konkrete.

### 6.3 Arkitektur på flere nivåer

Arkitekturbeskrivelse kan brukes på flere abstraksjonsnivåer. Hvert abstraksjonsnivå kan følge samme struktur, eller de kan vektlegge ulike utvalg av produkter fra rammeverket.

På det overordnede nivået (gjærne langt fram i tid) vil beskrivelsen være sterkest orientert mot kapabiliteter og overordnede operasjonskonsepter (doktrine og CONOPS), mens det lavere nivået (gjærne nært i tid) blir mer teknologifokusert. Figur 6.3 fra Federal Enterprise Certification Institute illustrerer dette på en god måte.



Figur 6.3 En framstilling av arkitektur på forskjellige nivåer, presentert av Federal Enterprise Certification Institute, USA. Figuren illustrerer prinsippene godt, selv om terminologien ikke passer helt inn i den militære.

#### 6.4 Hvem har nytte av arkitekturmetodikk?

Flertallet av Forsvarets personell som arbeider med FoU, anskaffelser og planlegging har potensielt nytte av arkitekturmetodikk. Kun personell som arbeider med strengt avgrensede problemstillinger uten tallrike eksterne avhengigheter eller intern kompleksitet kan forsvarlig unnlate å bruke en aller annen form for arkitekturmetodikk. Det kan dreie seg om veldefinerte delegerte oppgaver innen saksbehandling, eller eksempelvis visse typer grunnforskning eller konkret teknologiutvikling. Som oftest forutsetter slikt avgrenset arbeid at andre ivaretar relasjonen med helheten, eller at koblingen til anvendelser og helhetlig arkitektur ikke er klar.

Da det antas at den store gevinsten i NbF ligger i integrasjon og samvirke, har antallet systemutviklere og konseptutviklere som forholder seg til mange ulike miljøer økt betydelig. Tverrfaglig distribuert samarbeid blir normen heller enn unntaket.

Kravene til det enkelte system må nå framkomme i stor grad gjennom helhetlig tverrfaglig arkitekturarbeid. Et konkret eksempel er ”hvilken informasjon skal mitt system utveksle med andre systemer, på hvilke formater, og over hvilke kommunikasjonssystemer?”. Disse spørsmålene henger igjen nøye sammen med hva informasjonen skal brukes til, og av hvem. Dette skaper kobling til operasjonsmåter og til ”menneskelige faktorer” og kultur med mer. ”Godheten” av et system måles ikke lenger kun med ytelsesmål som rekkevidde, manøvrerbarhet, nyttelast, presisjon osv, men i vel så stor grad i hvor godt systemet samvirker med andre systemer. Dette er betydelig vanskeligere å måle.

Med dagens og kommende teknologi øker antallet potensielle løsningskombinasjoner voldsomt. Hvilken kombinasjon er god eller best? Dette avhenger selvsagt helt av en rekke antagelser knyttet til scenario, doktrine, CONOPS, teknologimodenhet, kostnad osv.

Som i MAJIIC (se kapittel 7.2), deltar mange utviklere og administratorer på alle nivåer gjerne i et stort antall tidkrevende møter med brukergrupper og andre systemutviklere osv for å definere alt fra CONOPS til konkrete systemgrensesnitt. På denne måten blir kravene til mens man går, og den enkelte utvikler opptrer som en arkitekt innenfor en begrenset del av helheten. I dagens virkelighet rundt system- og konseptutvikling, har den enkelte utvikler eller arkitekt ofte ikke tilgang til nok informasjon om – og har ikke eierskap til – mange av de problemstillingene som må avklares for å definere de konkrete (teknologiske) løsningene. Mange konkrete problemstillinger under det som omtales under ett som ”interoperabilitet” hører til slike komplekse problemstillinger som eies av ”alle og ingen”.

God kommunikasjon mellom de som forholder seg til det ønskelige (kravene) og det mulige (løsningene) er avgjørende for gode resultater. Mangelen på tilgjengelige og ryddige beskrivelser av både helheten og enkeltsystemer fører i dag til lav effektivitet grunnet eksempelvis duplisert informasjonssøk og manglende gjenbruk av løsninger. Like uheldig er kanskje at løsninger er vurdert i forhold til et lite sett interesser som kanskje ikke harmonerer med en ønsket helhetlig utvikling.

Arkitekturmodeller fungerer som et kommunikasjonshjelpemiddel som de fleste innen Forsvarets FoU, anskaffelser og planlegging har nytte av. Ulike grupper vil ha bruk for ulike typer modeller, og vil medvirke til utvikling av ulike deler av dem. Selv om ulike grupper altså hovedsakelig forholder seg til ulike typer informasjon, sørger det helhetlige rammeverket for at sammenhengene og avhengighetene ivaretas. Dette vil:

- frita mange utviklere eller arkitekter fra unødvendig orientering i ”villnisset” av eksterne avhengigheter og systemer
- gi styrende organer en ryddig kommunikasjon med utviklermiljøene

Gode arkitekturmodeller støtter både god vertikal kommunikasjon og god horisontal kommunikasjon. Det kan dreie seg om vertikal kommunikasjon innen en ”søyle”, som innen tradisjonelle luftmakrelaterte miljøer, og horisontal kommunikasjon mellom ulike programstyrer i forsvarsdepartementet eller mellom ulike prosjekter på teknologisk nivå. Man kunne gjerne legge til god ”diagonal kommunikasjon”. Gode arkitekturmodeller vil altså muliggjøre mange flere ”kommunikasjonsvektorer” enn de som brukes i dag. Denne forbedrede kommunikasjonsevnen og forbedrede informasjonsstruktur vil støtte alt fra gap-analyse og strukturutvikling på høyeste nivå til løsningsutvikling på det mest detaljerte nivået.

Det enkelte prosjekt i Forsvaret må betraktes som en byggestein for den overordnede, helhetlige strukturen. Det er derfor viktig at en får på plass en overordnet virksomhetsarkitektur, i figur 6.3 omtalt som Enterprise Architecture. Denne beskriver den totale virksomheten på et overordnet nivå, og danner grunnlaget for den øvrige aktiviteten.

Full nytte av arkitekturmetodikk i Forsvaret vil kreve noe grunnleggende opplæring slik at aktørene forstår begrepsapparatet, notasjonen og hensikten med de ulike perspektivene i



modellene. Ikke minst er det viktig at ledelsesnivået har god forståelse for motivasjonen for arkitekturmetodikk og for hovedtrekkene ved aktuelle metoder. Mer om dette senere i rapporten.

Med innføring av arkitekturmetodikk til støtte for videreutviklingen av det ”system av systemer” som Forsvaret er, postuleres det at gevinsten er både bedre portefølje- og prosjektstyring og bedre styr på detaljene i de tekniske og operasjonelle løsningene. Dermed ligger forholdene godt til rette for en effektiv helhet, der muligheter for operativt samvirke, teknisk integrasjon og gjenbruk av løsninger utnyttes i større grad.

*The development and maintenance of architectures will lead to efficiency, cost reduction and flexibility” (The Open Group.)*

## **6.5 Arkitektur versus andre metoder/fagfelt**

Et spørsmål som ofte dukker opp i diskusjonen om arkitektur og bruk av NAF, er på hvilke måter dette vil erstatte eller påvirke andre metoder brukt i prosjekter. Vi vil i det etterfølgende se litt nærmere på denne problematikken.

### **6.5.1 PRINSIX**

PRINSIX representerer i dag et rammeverk som på et overordnet nivå har en del fellestrekk med eksempelvis NAF. Mye av den informasjon man i dag finner i PRINSIX-dokumenter, finnes igjen i de ulike arkitekturproduktene som er spesifisert i NAF. Der PRINSIX går lengre enn NAF i retning en gjennomføringsmodell for prosjekter, går NAF lengre i å formalisere hvordan informasjon struktureres og presenteres.

Et PRINSIX-løp preges i dag av en viss diversitet i begrepsapparat og detaljer i dokumentoppbygging. PRINSIX-dokumenter er ikke i praksis gode hjelpemidler for realisering av interoperabilitet, tverrfaglig konseptutvikling eller konkret løsningsutvikling uten støtte av også andre kilder til informasjon. De sikrer imidlertid et overordnet utgangspunkt for slikt arbeid.

PRINSIX spesifiserer en informasjonsstruktur i form av ulike typer dokumenter med definert innhold, og relaterer disse til ulike faser i et livsløp for (eksempelvis) et system. Det legges stor vekt på totalprosjektperspektivet. Sammenhengen mellom overordnede føringer og valgte løsninger skal framgå klart.

I PRINSIX søker man å fange opp alle implikasjoner som prosjektet medfører, både med hensyn til materiell, personell og organisasjon. Det gis føringer for hvordan tilrettelegge for drift i materiellets levetid, og for hvordan prosjektorganisasjonen skal forholde seg til bl.a. merkantile prosesser. Videre beskriver PRINSIX de formelle beslutningsprosessene som prosjektet skal gjennom, både internt i Forsvaret, og for større prosjekter, i Forsvarsdepartement og Stortinget.



Dagens realitet innen systemutvikling er iterative prosesser, inkrementelle endringer med tallrike konsekvenser av, og forutsetninger for, hver endring. PRINSIX-dokumenter er ikke gode hjelpemidler til å håndtere denne realiteten. Til det er de for rigide, trege, høynivå og preget av begrepsmessig inkonsistens.

Implementasjon av NAF skal ikke først og fremst erstatte PRINSIX, men vil derimot være et nyttig supplement. Tekstdokumentene i PRINSIX-løpet vil kunne ”krympes”, da mye av informasjonen de inneholder kan flyttes til mer levende og velstrukturerte arkitekturmodeller. Modellene og dokumentene vil eksistere parallelt og danne en god helhet.

I tillegg til PRINSIX benytter Forsvaret ulike typer prosjektstyringsverktøy, som ikke anses å bli berørt i vesentlig grad. Imidlertid finnes det et visst potensiale i å knytte disse ulike verktøyene opp mot arkitekturmodellene, og i det minste sørge for at begrepsapparatet harmonerer. Begreper som brukes i prosjekter i dag har bare delvis overlapp med begrepene i NAF. ”Milepæl” er et begrep som går igjen og som danner en naturlig bro fra prosjektplanverket til arkitekturmodeller iht NAFv3. Målene i planverket kan også relateres direkte til modellene gjennom ”Vision Statement”, ”Enterprise Goal” og ”Capability”, som er tre av informasjonstypene i en NAF-modell.

### 6.5.2 Operasjonsanalyse

Operasjonsanalyse (OA) er vitenskapelige metoder som anvendes for å framskaffe en kvantitativ basis for beslutninger. Operasjonsanalysen gjør bruk av kjente vitenskapelige metoder og hjelpemidler for å løse spesifikke problemer. Sannsynlighetsregning, statistikk og programmeringsmetoder inngår som viktige elementer sammen med teorier og metoder som er utviklet for å løse kø-, lager- og allokeringproblemer. Simulering er et viktig verktøy i OA.

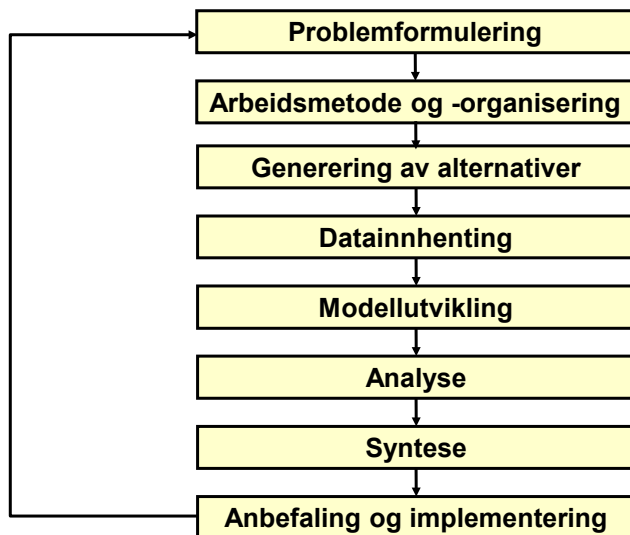
Arkitekturmetodikk handler mer om beskrivelser enn om analyse. Det virker imidlertid rimelig å anta at gode analyser avhenger av gode beskrivelser. Utvikling av simuleringsmodeller kan og bør støttes av gode arkitekturmodeller. Arkitekturmodeller kan også brukes til å støtte krigsspill og mer kvantitative analyser.

Arkitekturfaget preges i tillegg av såkalt ”heuristikk” – veiledende ”visdom” om hva som stort sett fungerer og ikke. Slik heuristikk veileder definisjon av løsninger både innen arkitekturmiljøer og OA-miljøer.

En god arkitekturutviklingsprosess kan ikke enkelt skilles fra en OA-prosess. Arkitekturmiljøet og OA-miljøet har mye til felles. Vi forutsetter her at man ikke med arkitektur kun mener de konkrete løsningsbeskrivelsene. På dette nivået går man ofte lengre enn i operasjonsanalyse. Når OA på sin side dreier seg om å svare på ”hva er godt?” eller ”er A bedre enn B?”, dreier systemarkitektur seg om å beskrive alternativene, og eksempelvis hvilke parametere man skal måle på når man vurderer ”godhet” av ulike løsninger. Det kan være av avgjørende betydning at kriteriene for godhet gjøres tydelig kjent tidlig i prosjektløp, slik at man ikke senere ender opp med å evaluere en løsning i henhold til helt andre kriterier. Dette er en ikke helt uvanlig situasjon,

ikke minst fordi prioriteringer endrer seg på grunn av utenforliggende forhold som leder- og personellskifter, budsjettendringer osv. En god sporbarhet mellom kriteriene for ”godhet” i løsningene og løsningene selv er en sentral motivasjon for arkitekturmodeller iht NAF.

### Overordnet OA-modell



Figur 6.4 Figuren viser en overordnet modell for operasjonsanalyse. Kompetansen og metodikken innenfor OA vil være viktig instrument i forbindelse med utforming av arkitekturen for komplekse systemer og problemstillinger.

Vi påstår her at arkitekturmiljøene og OA-miljøene har mye å hente på tettere kommunikasjon, da miljøene i realiteten overlapper i arbeidets art, og helt klart kan støtte hverandres arbeid gjennom deres ulike metodekunnskaper. Arkitekturmiljøene bidrar med strukturerte beskrivelser av krav og løsninger, mens OA-miljøene bidrar med analyser med mål å veilede valg og syntese av løsninger.

*”...these domains often partially overlap but use different notions to express the same ideas, sometimes even without the people involved knowing this” (The Open Group)*

## 7 Erfaringer på FFI

### 7.1 Kompetansebakgrunn

FFI har i over et tiår hatt begrenset aktivitet rundt arkitekturrammeverk og modelleringsverktøy. Interessen har gått i bølger her som i Forsvaret for øvrig. FFI-forskere har hatt befatning med MACCIS, de ulike forløperne til NAF, og verktøy som Rational Rose mfl. De siste tre årene har interessen i snitt vært større enn noen gang. Dette har resultert i etablering av en kompetansegruppe for system- og konseptutforming, med systemarkitektur som eget fagområde, utprøving av NAF i en rekke prosjekter samt at et lite antall forskere fra FFI har involvert seg aktivt i Forsvarets arkitekturprosess. FFI er nå representert i Forsvarets Arkitekturråd og Forsvarets Arkitekturstyre, og har tatt en rekke initiativ som har bidratt til kunnskapsutveksling og koordinering mellom FFI og Forsvarets arkitekturmiljøer.

Arkitekturkompetansen er solid hos et lite antall personer på FFI, mens noen titalls personer har en mer overordnet kjennskap til fagområdet. Nivået på kompetansen gjør FFI til en fullverdig bidragsyter til videre utvikling og innføring av arkitekturmetodikk i Forsvaret. Likevel kan det nå se ut som om aktiviteten nylig har flatet ut og muligens gått noe tilbake. Det kan synes som om ”nyhetens verdi” er over, og mange nå avventer signaler fra ledelsen på FFI og i Forsvaret om videre satsing på arkitektur.

Det har altså ikke funnet sted noen større ”grasrotbevegelse” på FFI rundt arkitektur. Det har heller ikke forekommet noen tiltak ”top down” for innføring av metodikken.

Det har alltid vært tungt å få gjennomslag for nye måter å jobbe på og nye konsepter for virksomheter – også i denne sammenheng på FFI. Problemstillingene som adresseres med arkitektur er jevnt over av en slik art at de eies av ”alle og ingen” – eksempelvis realisering av NbF og interoperabilitet. Med sterkt press på ressurser er det naturlig at nye satsinger på arbeidsmetode med uklar nytteverdi ikke blir prioritert. Dette gjelder både innenfor det enkelte prosjekt og for organisasjonen som helhet.

### 7.2 Internasjonal interesse

Lokal nedgang den siste tiden til tross, arkitekturinteressen ser ut til å være moderat (men altså ikke monotont) økende – en naturlig konsekvens av at stadig flere opplever at den ”gamle” måten å arbeide på og styre virksomheten på ikke møter tidens krav godt nok.

Som et eksempel på den økende interessen for bruk av NAF, kan man trekke fram det multinasjonale MAJIIC (Multi-Sensor Aerospace Ground Joint Interoperable ISR Coalition). MAJIIC har basert seg på tekstdokumenter og datamodellering med XML til nå. Det er svært interessant å merke seg at dette er i ferd med å endre seg i forbindelse med videreføring av programmet. Nå skal NAFv3 og UML brukes aktivt:

*”The XML schema are computer oriented and there is a need for additional, higher level specifications that are more human readable using data modelling languages like the Unified Modelling Language. UML is well suited to precisely represent use cases, business rules, and operational activities.*

*The MAJIC System Architecture Design Principles (SADP) document includes some ”views” specified in the original version of the NATO Architecture Framework (NAF). However, there is a newer version of the NAF (v3) that makes greater use of UML and a new ”service oriented view” that is used to specify the services that are to be used in a SoA approach. The newer architecture framework could also provide a rigorous method for understanding, analysing and specifying the MAJIC 2 architecture and provide a better set of documentation to transition MAJIC capabilities to new COIs and systems.*

*The expected dramatic increase in information complexity (new INTs, proliferation of sensors), highly dynamic operational environments and cross COI information exchange requires new approaches for ensuring that the quality of shared data and corresponding metadata is of sufficient quality for operational usage.” (MAJIC 2 Vision v1.0, arbeidsdokument)*

Det vil bli interessant å følge med på bruk av NAFv3 og UML i MAJIC framover.

Med det sterke fokus som bruken av arkitekturrammeverk har i de store, toneangivende land i Nato som USA, Storbritannia og Canada, er det forventet at de aller fleste multinasjonale prosjekter i Nato innen kort tid vil anvende NAF og de metodene som foreskrives.

### **7.3 Praktisk erfaring ved FFI**

Metodikken som er beskrevet i denne rapporten oppfattes av de fleste på FFI som har prøvd den ut som nyttig for prosjekter som arbeider med komplekse problemstillinger. Nytteverdien fordrer en målbevisst innsats i prosjektet for å sette seg inn i NAF og for å finne ut hvordan rammeverket kan anvendes til støtte for sitt arbeid. Det er begrenset med støtte å få fra eksterne miljøer og få gode eksempler å finne.

#### **7.3.1 Erfaringer fra prosjekt INSIKT**

Under er en tilbakemelding fra et FFI-prosjekt som har benyttet NAF i sammenheng med sårbarhetsanalyse av informasjonsinfrastrukturen (INI):

*”En av hensiktene med modelleringen var å se på om NAF kunne være nyttig i forbindelse med modellering av IKT-systemer for risiko- og sårbarhetsanalyser. Konklusjonen etter dette arbeidet er at det fungerte meget bra, selv om det ikke inneholder noe verktøy for å modellere farer. Vi fikk beskrevet sammenhenger og avhengigheter, og modellen ga et godt utgangspunkt for å diskutere og identifisere mulige problemer. NAF-modellene fungerte også veldig bra i kommunikasjons-sammenheng. De var tydelige og forståelige for alle som fikk se dem. NAF kan absolutt ha potensial som felles modellverktøy. Rammeverket er per i dag i bruk på flere nivåer. Kunne NAF for eksempel brukes i avdelingene? Kunne de operative selv modellert de operative behovene?*

*EA/NAF-modellene var i forenklet utgave svært effektive som grunnlag for å kommunisere forståelse til eksperter på ulike områder og til oppdragsgivere, og var derfor også svært nyttige i å strukturere problemet og legge opp til diskusjoner av ulike delproblemstillinger med eksperter.”*

INSIKT-prosjektets bruk av UML og NAF illustrerte en særlig viktig utfordring – nemlig sikkerhetsproblematikk som oppstår når man sammenstiller ugradert informasjon på en så klar måte at visse forhold kommer klarere fram enn tidligere. Graderingen på en modell som altså er bygget med ugradert informasjon må altså noen ganger settes høyt. Dette er et upraktisk resultat av en ellers positiv effekt av arkitekturmodellering. ”Security by obscurity” må altså erstattes av mer bevisste sikkerhetsstrategier og verktøytilpasninger når informasjon blir så tilgjengelig og klart kommunisert som i en god arkitekturmodell.

INSIKT-prosjektet opplevde både intern og eksternt nytteverdi. Det vil si at modellering iht NAF med UML støttet deres arbeid internt så vel som deres kommunikasjon eksternt.

Tilsvarende erfaring gjelder også NbF Implementeringsplan, som er det første FFI-prosjekt som leverte en omfattende modell sammen med en tekstrapport som prosjektets hovedleveranse.

### 7.3.2 Erfaringer fra prosjekt TAURUS

Enkelte andre ”eksperimenter” med NAF har vist primært intern, og delvis liten direkte nytteverdi. Eksempler på dette er TAURUS, der prosjektet som helhet ikke valgte å bruke modellene aktivt, og modellene heller ikke ble brukt til eksternt kommunikasjon. Her var det primært modellereren selv som hadde nytte av innsatsen i form av kompetansebygging og problemstrukturering. Denne kompetansebyggingen har likevel støttet aktivitetene i andre prosjekter gjennom uformell støtte og gjennom kompetansedimensjonen på FFI. Noen av modellene er dessuten gjenbrukbare i pågående prosjekter.

Små prosjekter med liten kompleksitet vil generelt ha relativt liten intern nytte av arkitekturmodellering, da intern koordinering ikke er en stor utfordring. Det er imidlertid viktig at prosjektet og dets oppdragsgivere vurderer hvorvidt eksterne aktører avhenger av strukturerte leveranser fra prosjektet.

Antallet prosjekter som arbeider med strengt avgrensede problemstillinger og som ikke forholder seg til et stort antall ytre aktører blir imidlertid stadig mindre. Per i dag er bevisstheten rundt prosjekters eksterne kompleksitet variabel. Prosjekter velger ofte selv hvor mye eksterne forhold de ønsker å ta hensyn til.

En viktig forutsetning for nytte av modellering i et prosjekt som helhet er at flere enn én person i prosjektet slutter opp om bruk av metodikken. Dersom prosjektlederen (PL) og forskningslederen (FL) slutter opp om og aktivt fremmer bruken av modeller er nytteverdien størst. Da blir modeller ”levende” verktøy til støtte for arbeidet, og med høy kvalitet. Dersom denne lederoppfølgingen ikke finner sted er nytten begrenset til å hjelpe til med strukturering av den enkeltes arbeid.

Hvordan dette oppleves avhenger helt av type arbeid og av den enkeltes preferanser i forhold til metodikk.

Faren når kun én person i prosjektet bruker metodikken, er at denne personen ikke makter å modellere nok til å komme over en terskel der modellen er oppdatert til enhver tid, omfattende nok, korrekt og tilpasset prosjektets bruk. For at en modell skal være ”korrekt”, kreves en hel del kommunikasjon rundt modellen sammen med de viktige interessenter og andre ressurspersoner. Dette er ofte for krevende for en enkeltperson i et prosjekt, og når prosjektarbeidet kommer i utakt med modelleringen. Altså må modellen ”eies av hele prosjektet”, og brukes aktivt.

### 7.3.3 Resurskrevende?

Det er krevende å ta i bruk og utvikle ny metodikk i et prosjekt med tidspress og ressursmangel i forhold til oppgaver. Selv om metodikken ”lover mye”, kreves en ekstrainsats i en kort periode for å lære den nye metodikken, bruk av verktøy osv før man kan høste verdien av det.

Arkitekturmodellering bør ikke være en tilleggsoppgave for et prosjekt, men bør primært erstatte andre aktiviteter eller måter å jobbe på. Rapporter og notater kan til en viss grad erstattes av modeller, både underveis i prosjekter og som sluttleveranse. I tillegg produseres det vanligvis en hel del grafiske framstillinger uansett i dag, som like greit kan uttrykkes iht NAF. Når man arbeider modellsentrisk, er det enkelt å generere rapporter ved behov, basert på innholdet i modellene. Dette kan delvis gjøres automatisert med aktuelle modelleringsverktøy som EA.

Det handler oftest dermed om å arbeide annerledes, ikke om å gjøre mer innenfor gitte rammer. Det er viktig å huske at hensikten er å effektivisere arbeidet i Forsvaret som helhet. Det innebærer imidlertid at noen kan oppleve det motsatte i en overgangsperiode, mens andre opplever direkte nytteverdi i eget prosjekt nesten umiddelbart. Etter noe trening, går modellering svært hurtig unna. Resultatet er umiddelbart gjenbrukbart av andre, lett tilgjengelig og klart uttrykt. Dette forutsetter god modelleringsskikk og noe tilvenning hos mottakere av modellen.

Terskelen til å ta i bruk NAFv3 og f eks Enterprise Architect kan oppfattes som høy ettersom tilrettelagte verktøy og veiledninger ikke finnes. Rammeverket (NAF) og metamodellen (NMM) er kompliserte, og valgmulighetene i implementering er mange. En gitt problemstilling/løsning kan beskrives på mange likeverdige men ulike måter. I starten oppfattes dette som en hindring. Valgmuligheter uten styring gir helt eller delvis inkompatible modeller, noe som begrenser verdien av å utveksle modeller.

Presisjonen i forståelse som kreves for å velge mellom de ulike konseptene (måter å beskrive noe) i NAF og NMM er ofte vanskelig å oppnå. Sammen med det faktum at det meste kan uttrykkes på flere måter – hvor ingen av dem er feil – skapes friksjon i prosjektet. Etter hvert oppleves imidlertid denne rikdommen i rammeverket og metamodellen som nødvendig og nyttig. Og selv om man ikke føler at man har funnet ”den perfekte” modellen, har som regel forsøket på å oppnå større presisjon gitt dypere forståelse. I tillegg vil resultatet være en modell som gjør kommunikasjon med andre enklere. Kompleksiteten sammen med mangelen på tilrettelegging har imidlertid totalt sett til nå bidratt til lav oppslutningen om NAF.

Metodekunnskap generelt kan i mange tilfeller være viktigere enn valg av (standard) metode. Ved å venne seg til rammeverk og arkitekturmodellering som konsept, og lære om mange ulike metoder, blir en bedre i stand til å kommunisere med brukere av andre metoder. Derfor er det muligens ikke av helt avgjørende betydning å velge ett bestemt rammeverk. Derimot er det viktig å bruke en del tid på å ”tenke metode”. Dersom man så bruker en metode på en klar og konsistent måte, med forklaringer inkludert, er det ikke avgjørende for kommunikasjonsverdien at man bruker NAFv3 framfor DODAF osv.

Dersom modeller skal integreres med minst mulig arbeid, er det derimot viktig at de følger samme form, og er utviklet med samme tolkning av metoden, eller samme tenkesett. Ellers blir integrering meget tungvint og tidkrevende, og kan ikke (enkelt) automatiseres gjennom programvare. Med ”ontologiske” ulikheter og inkonsistens blir integrasjon av – og kommunikasjon gjennom – modeller mindre effektivt. Oversettelsen av ”NbF Implementeringsplan” [21] fra proprietær form til NAFv3 viste at det kan være meget arbeidskrevende å oversette modeller.

Kompleksiteten i NAF til tross, ”quick wins” er mulig. Opplevelse av nytteverdi er ikke avhengig av full forståelse for alle muligheter og begrensninger i rammeverket, i UML eller i eksempelvis Enterprise Architect. Både for problemstrukturering og for kommunikasjon ut av prosjekter fungerer arkitekturmodeller ofte betydelig bedre enn tekstrapporter og ustrukturerte samlinger av figurer (f eks i Power Point). Denne effekten forsterkes der man har tidligere erfaring med arkitekturmodeller i prosjektet og hos dem man vil kommunisere med. Erfaring (subjektive) har vist at bruk av deklart og konsistent struktur, begrepsapparat og symbolbruk gir nytte selv om man ikke følger NAF, bruker UML osv. Slik praksis kan også fungere som et nødvendig første skritt på en modningsvei i retning mer standardiserte metoder.

Standardisering på bruk av NAF, UML og lignende ser ikke ut til å være nødvendig for å høste nytteverdi for Forsvaret og FFI i første omgang. Imidlertid vil den største nytteverdien på sikt forutsette felles valg av rammeverk og modelleringspraksis. Kun da kan modeller enkelt integreres, og man vil lett kunne gjenbruke og sammenstille modeller.

I denne tidlige fasen vi er i nå, kan imidlertid sterk vektlegging av standardisering gå for mye utover oppslutningen om modellering. Sterk ”ensretting” vil kunne føre til at det er en liten kjerne av ”eksperter” som bruker NAF, mens det store flertallet ikke endrer måten de arbeider.

Det synes nå som at metodekunnskap ofte er like viktig som domenekunnskap. Det vil si at kunnskap om ”hvordan komme fram til gode løsninger” må representeres sterkt i ethvert prosjektløp sammen med kunnskap om konkrete løsninger (systemer osv). I en kompleks verden med hurtige endringer, tallrike samarbeidsaktører, endrende samarbeidskonstellasjoner og tallrike løsningsalternativer, blir kunnskap om distribuert, flerkulturelt og tverrfaglig samarbeid like viktig som detaljekunnskap om enkelt-teknologier. Og jo større kompleksitet, jo større nytte. Særlig i startfasen i prosjekter bør metode vektlegges sterkere enn i dag.

Erfaring på FFI har vist at NAF og lignende rammeverk fungerer godt som ”huskelister” når man tar tak i komplekse problemstillinger. Ved informasjonsinnsamling sørger rammeverket for at man får med de viktige typene informasjon om eksempelvis systemer, grensesnitt, prosesser og

organisasjon. Dette ble eksempelvis erfart i NbF Implementeringsplan, og er tidligere uttrykket godt av Ole Brum:

*"It's best to know what you are looking for, before you look for it." (Winnie the Pooh, from A.A. Milne)(Ole Brum)*

Dersom ens perspektiv på interoperabilitet er nasjonalt eller flernasjonalt og går på tvers av fagområder, er "systemarkitektur" en lovende og nødvendig vei å gå. Dersom en har mer begrensede ambisjoner, er de etablerte samarbeids- og dokumentasjonsformene noen ganger vel så hensiktsmessig. "Overkomplisering og overakademisering" kan hindre arbeidet i særlig små prosjekter. Erfarne arkitekter vil kunne hindre at dette blir oppfattelsen når arkitekturmetodikken tas i bruk.

Utviklingen av FACNAV-systemet er et godt eksempel på at "mangel på metode" gjerne fungerer fint opp til et visst punkt [2]. Ved et visst nivå av kompleksitet og antall aktører og ambisjoner om interoperabilitet blir det imidlertid behov for andre arbeidsformer.

FFI fortsetter å bidra til utforming av forsvarrets tilnærming til arkitektur gjennom prosjekt 1176 Tjenesteorientering og Semantiske Interoperabilitet i INI. Gjennom fokus på arbeidsmetodikk, inkludert informasjonsstyring og arkitektur, vil denne satsingen bidra til realisering av NbF.



### Niccolò Machiavelli: The Prince, Florens 1515

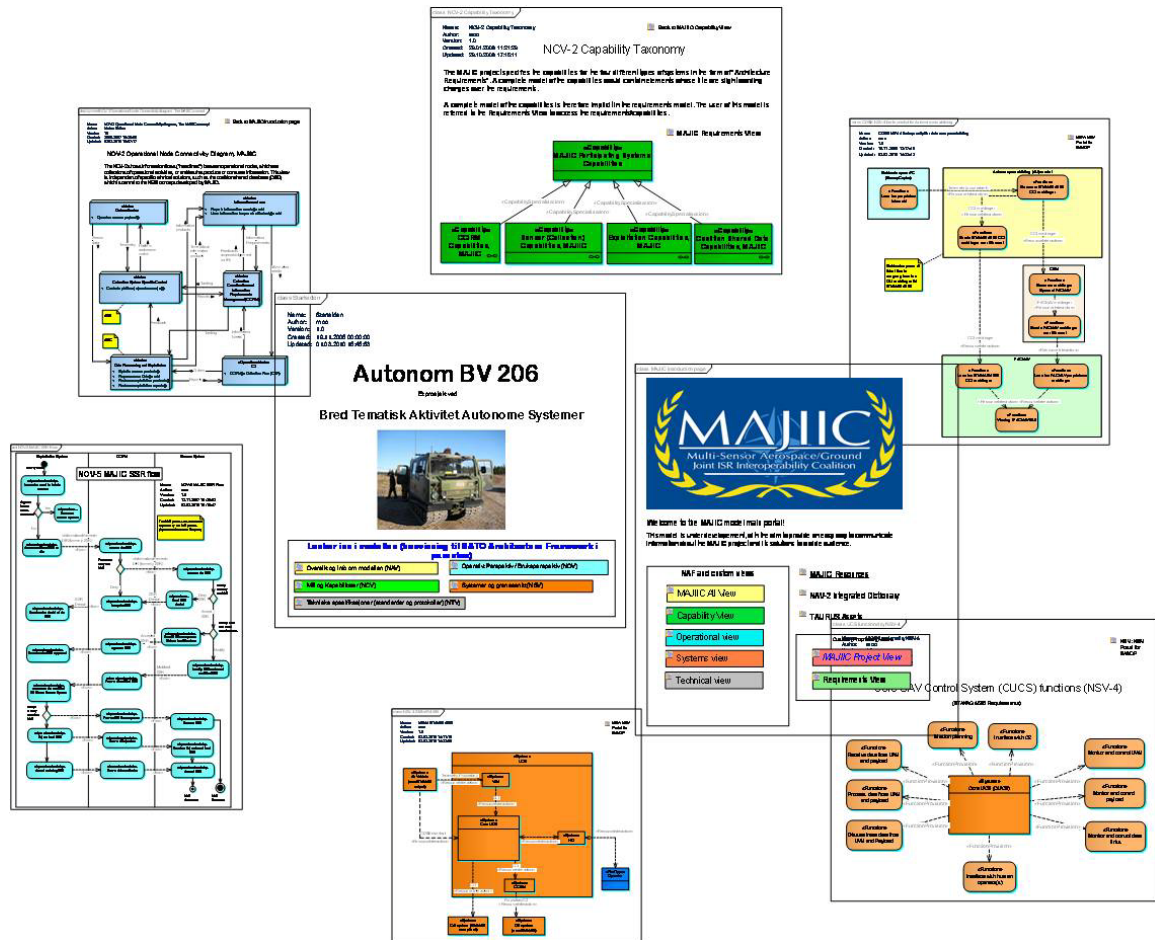
*Det burde være kjent at det ikke er noe som er vanskeligere å håndtere, mer farlig å utføre, eller mer usikkert i sin suksess, enn å ta ledelsen i å innføre en ny orden.*

*Fordi en innovatør har alle de som motstandere som har gjort det godt under de gamle betingelser, og kun lunkne forsvarere i dem som kan gjøre det bra under de nye.*

*Denne kjølighet oppstår dels av frykt for motstandere, som enten har tradisjoner og rutiner på sin side, og dels av de vantro, de som ikke har lett for å tro på nye ting før de har hatt en lang erfaring med dem.*

2





Figur 7.1 Et lite utvalg fra de arkitekturmodeller som er utviklet på FFI i ulike sammenhenger.

## 8 Erfaringer og status i Forsvaret

Forsvaret har på lik linje med FFI eksperimentert med NAF i en årrekke, og har nå en liten men solid kompetansekerne. Personell fra Forsvaret har deltatt i utviklingen av NAF, og disse har dermed inngående kjennskap til dette rammeverket. Troen på rammeverkets nytteverdi i realiseringen av NbF er sterk i visse kretser og kjennskap til NAF øker i utbredelse.

Forsvarets øverste ledelse har nå uttalt at rammeverket til Nato skal tas i bruk av alle prosjekter i Forsvaret av en viss størrelse. Et direktiv for arkitekturarbeid i Forsvaret er under utarbeidelse og vil sannsynligvis bli publisert i løpet av kort tid.

Den styrkede verbale støtten fra Forsvarets ledelse har foreløpig ikke resultert i tilstrekkelig økte resurser til arkitekturmiljøet eller til vesentlige tiltak for iverksetting. Etableringen av Sjef INI med INI-staben er likevel et tydelig tiltak som vil kunne spille en viktig rolle. Forsvarets Arkitekturråd arbeider for å styrke Forsvarets evne til helhetlig styring av det store antallet gjensidig avhengige prosjekter i Forsvaret. Rådet møtes ca en gang i måneden, og gir anbefalinger til det nyopprettede Forsvarets Arkitekturstyre. FFI er representert i begge disse organene. I tillegg til møtene i det formelle styret og rådet, er det avholdt flere arkitektursamlinger der status, erfaringer og tiltak er blitt diskutert i en uformell sammenheng.

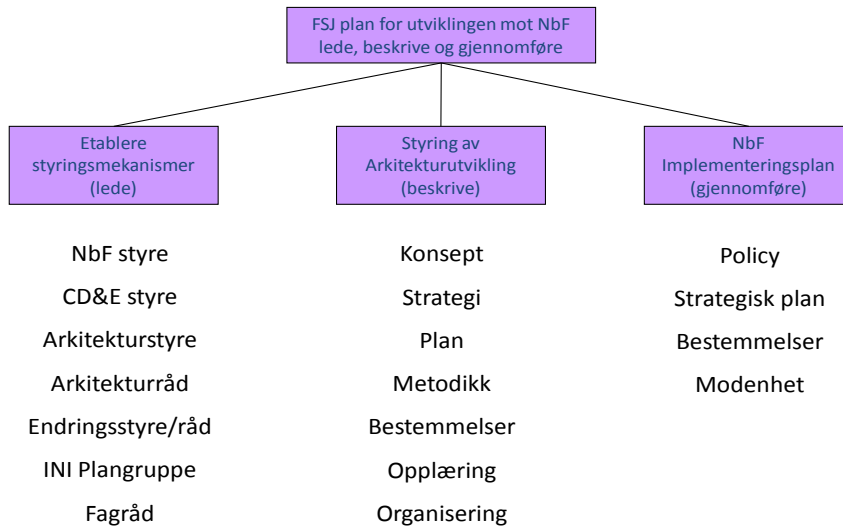
Disse samlingene har bidratt til å sveise sammen arkitekturmiljøene i Forsvaret. FFI har deltatt aktivt på disse samlingene, og har også selv arrangert noen samlinger. Slik kraftsamling i ”workshops” kan være en effektiv arbeidsmåte som vil kunne drive prosessen videre.

Erfaringer i konkrete prosjekter synes å være begrenset i antall. ARCHER-prosjektet er et ferskt eksempel på en positiv erfaring med arkitektur anvendt på et samarbeid mellom Norge og Sverige. Ved utredning av felles ildledningsmodul for ARCHER ”insisterte” svenskene på at arkitekturmodellering skulle gjøres i tråd med rammeverkene NAF/MODAF (svenskene har valgt MODAF som sitt rammeverk). Et forenklet utvalg fra NAF/MODAF ble brukt. Slik forenklet og ”pragmatisk” bruk av NAF/MoDAF synes å gjøre være en forutsetning for å ta i bruk arkitekturmetodikk i dag, gitt metodens og verktøyenes umodenhet og manglende felles avklaringer om implementasjonsmåter. Sverige har for øvrig et meget solid arkitekturmiljø, og satser betydelig på kompetanseutvikling. Et kjennskapskurs om MODAF er nylig gjennomført i Sverige der 1500 personer skal ha deltatt.

Forsvarets erfaringer med bruken av NAF samsvarer godt med erfaringene som er gjort på FFI. Kort oppsummert går denne erfaringen ut på at NAF og arkitekturmetodikk er lovende men per i dag vanskelig å ta i bruk. Det eksisterer et betydelig gap mellom ”menigheten” og ”almenheten” i den forstand at kun et fåtall har grundig kjennskap til arkitekturfaget. Variasjon i begrepsbruk er utbredt, slik at Forsvarets miljøer ofte ikke er ”interoperable” seg imellom med hensyn til hverken språkbruk, metoder eller generell ”tenkemåte”. For eksempel brukes begrepene ”Kapabilitet” og ”Kapasitet” om hverandre og med ulik mening. Oppnåelse av visjonen for innføring av NAF i Forsvaret forutsetter en hel del tilrettelegging, kompetansebygging og kursing. Prosjektledere (PL) og prosjektkoordinatorer (PK) er nøkkelpersoner som snarest bør få kursing i arkitekturmetodikk.

Totalt sett ligger mye til rette for at ”arkitektur” nå vil få større gjennomslag og utbredelse i Forsvaret. Prosessen ser ut til å bli støttet av bedret tilrettelegging i form av verktøy, direktiv, veiledninger og delvis av pålegg fra ledelsen. Midler til begrenset ekstern konsulentbistand er nylig bevilget, og dette vil gi prosessen verdifulle impulser utenfra og samtidig bidra til å forsere viktige oppgaver. Flere gode eksempler på bruk vil komme i det brukergruppen utvides. Prosessen kan imidlertid meget lett stoppe opp dersom ikke konkrete og synlige tiltak og planer kommer på plass. En mulig utfordring ligger i å inkludere også de miljøene som ikke tradisjonelt er del av ”INI-miljøet” i Forsvaret.

# Planen

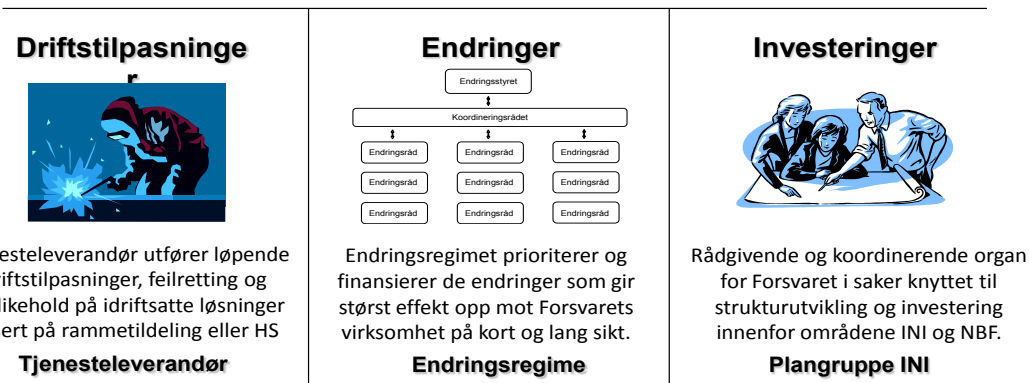


Figur 8.1 Forsvarets plan for utvikling av NbF (Fra FK KKIS)

## Etablerte styringsmekanismer for utvikling av INI og NbF

### Sjef INI

Ansvarlig for helhetlig styring og ledelse av INI og NbF. Leder utviklingen mot et nettverksbasert Forsvar. Skal sikre bedre kontroll og en mer effektiv utnyttelse av Forsvarets INI ressurser.



Koordinerer arbeidet med å utvikle teknisk og funksjonell arkitektur som grunnlag for utvikling av INI og NbF. Sikrer at utviklingen skjer planmessig og i henhold til aksepterte krav og standarder.

### Forsvarets arkitekturråd

Figur 8.2 Forsvaret har lagt ned et betydelig arbeid i å etablere gode styringsmekanismer for utvikling av INI og NbF (fra FK KKIS).



## 9 Trender i det sivile – sammenligning med Forsvaret

Vi kan observere flere tydelige trender i sivil næringsliv og offentlig forvaltning i Norge og globalt:

- Framveksten av arkitektrollen som bindeleddet mellom strategisk planlegging og endring i et helhetlig PTO-perspektiv
- Etablering av firmaer som spesialiserer seg på konsulentvirksomhet og verktøy innen arkitektur og relaterte fagfelt
- Utvikling fra fragmenterte miljøer til samling og koordinering
- Utvikling fra ”ad hoc” arbeidsprosesser til definerte prosesser – søken etter nye måter å jobbe på i møte med kompleksitet og konkurranse
- Utvikling fra tekstbasert dokumentasjon til modellbasert arbeid
- Økt fokus på verdien av informasjon og informasjonsutveksling

Det finnes nå et betydelig antall sivile aktører i det man etter hvert kan betegne som arkitekturbransjen. Disse tilbyr konsulenttenester og dataverktøy til det voksende antallet bedrifter som anvender arkitekturmetodikk aktivt. Det er nå også flere spesialiserte utdannings-tilbud innen arkitektur, eksempelvis på HiBu (Høgskolen i Buskerud, Kongsberg). Norge har totalt sett et solid sivilt kompetansemiljø innen arkitektur, om enn et relativt fragmentert miljø. Det er en rekke samarbeidsforum som forsøker å motvirke denne fragmenteringen.

Mange høyt profilerte organisasjoner har nå et aktivt og bevisst forhold til sin arkitekturtilnærming. Eksempler er EUROCONTROL og FAA innen luftfarten. Det er stor diversitet i den konkrete tilnærmingen i form av prosesser, rammeverk og verktøy som brukes. Likevel er det mange fellesnevne. De fleste tilnærminger kan eksempelvis relateres forholdvis enkelt til Zachman-rammeverket, og til velkjent beste praksis innen det som ellers er kjent som systemteknikk og operasjonsanalyse.

Problemene som oppstår på grunn av ulike tilnærminger er velkjente. Derfor arbeider mange fagmiljøer med løsninger som bygger bro mellom ulike miljøer som bruker ulike verktøy, har ulike ontologier og semantiske tolkninger osv. Standardisering kan anses som del av løsningen.

Det er nå svært mye informasjon om arkitekturfaget tilgjengelig på Internett, samt et stort antall lærebøker i faget. Det er dermed relativt enkelt å bygge opp en oversikt og grunnkompetanse i faget. Det er også enkelt å leie konsulenter for gjennomføring av kurs og til å støtte interne arkitekturprosesser i egen virksomhet. [www. Enterprise-architecture.com](http://www.Enterprise-architecture.com) er et godt utgangspunkt for informasjonssøk.

Vi ser nå at sertifisering av arkitekter oppstår som svar på behovet for kvalitetssikring av arkitektrollen. Stadig flere stillingsannonser søker nå eksplisitt etter arkitekter. Begrepene ”virksomhetsarkitekt”, ”løsningsarkitekt”, ”IT-arkitekt” møtes alt oftere, eksempelvis i Teknisk Ukeblad. Denne relativt nydefinerte type roller kommer gjerne i tillegg til de veletablerte rollene CIO (Chief Information Officer) og prosjektleder i store firmaer.

Det er spesielt de multinasjonale firmaene som satser sterkt innen arkitektur. Dette har bakgrunn i deres økonomiske mulighet til å drive ”forskning” innen nye måter å drive sin virksomhet. Den globaliserte forretningsverden er preget av stor kompleksitet, ulike kulturer innen samme organisasjon, ulike kundegrupper verden over, hyppige oppkjøp og utskillelse av selskaper samt hard konkurranse. Det er interessant å merke seg at det ofte er like viktig hvor raskt og ”godt” man kan fraskille et selskap som hvor godt man klarer å ta opp et nytt et i sin organisasjon. Dette er analogt med Forsvarets problemstillinger knyttet til eventuell avvikling av strukturelementer og tillegg av nye. Hvordan slike fratreck og tillegg påvirker helheten er av stor betydning.

Risikoreduksjon og kvalitetssikring i endringsprosesser gitt stor kompleksitet ser ut til å kreve en metodisk arkitekturtilnærming. Det er vanskelig å finne bedrifter som uttaler at de bevisst satser på fravær av metodiske tilnærminger. Likevel finner man lett firmaer som ikke har bevisste og metodiske tilnærminger. Særlig er de små bedriftene både mer egnet for å drive ”ustrukturert” og mindre i stand til å bruke ressurser på å innføre nye verktøy og prosesser. Små firmaer kan likevel ofte være lettere å ”snu” enn de store. Som vi har erfart i Forsvaret er innføring av arkitekturmetodikk krevende. Det er de store virksomhetene som fører an i anvendelser av arkitektur. Disse organisasjonene er kritisk avhengige av å mestre hurtige endringer (interne og eksterne) samtidig som endringer må harmonere med strategisk planlegging.

Mange sivile foretak er preget av stor heterogenitet. Dette gjelder både teknologi, prosesser og kultur. Dette har Forsvaret og det sivile til en viss grad til felles. Standardisering og variantbegrensning er interessant fra et økonomisk ståsted, men ikke ofte praktisk eller kulturelt mulig eller ønskelig. Derfor er arkitektenes rolle – i det sivile som i det militære – ofte å muliggjøre effektivitet i en organisasjon, gitt diversitet. Dette innebærer integrasjon, hvilket igjen innebærer fokus på grensesnitt og god kunnskap om de ulike løsningene som skal integreres. Det er sterk bevissthet i det sivile rundt det faktum at teknisk integrasjon er meningsløst uten integrasjon av prosesser. Helhetlige arkitekturbeskrivelser er dermed helt sentrale.

Generelt ser vi en sterk tendens til økt tro på at digitale modeller, rammeverk, felles semantisk (eller ontologisk) forståelse og prosesser vil øke effektiviteten i de fleste sammenhenger som er preget av kompleksitet og strenge krav til leveransenes kvalitet. Man ser tallrike eksempler på at aktører i nær sagt alle bransjer ser at videre utvikling og effektivisering krever økt vektlegging av verktøy, metoder og prosesser som støtter tverrfaglig distribuert samarbeid mellom mange aktører.

I det sivile ser man gjerne samtidig en sterk pragmatisme i forhold til bruk av rammeverk og modelleringsspråk. Standardiserte metoder har begrenset vekt. Dette har sammenheng med meget sterk resultatorientering på kort sikt, samt bedrifters naturlige fokus på egen ytelse framfor andres. Man tilpasser gjerne rammeverk og andre verktøy sine lokale behov. Dette er både nødvendig og mulig ettersom det ikke finnes dominerende standarder innen arkitektur. Utvalget av rammeverk, modelleringsspråk og dataverktøy som brukes er dermed stort.

”Maritim21” og ”BuildingSmart” er to eksempler på den trenden man nå kan observere i konkurranseutsatte næringer. Maritim21 er en prosjektgruppe nedsatt av DNV og Marintek. Deres ambisjon er å knytte sammen Norges omfattende og nokså fragmenterte maritime miljøer i industri og akademia. Visjonen er ”helhetlig maritim innovasjon og miljøsatsing”, og ett av mandatene er ”nye og mer effektive samarbeidsformer innad i næringen og mellom næringen og offentlige aktører”. Et annet er å øke innovasjonstakten. Styrelederen for prosjektet uttaler i Teknisk ukeblad at ”det er påfallende hvor lite kontakt det er mellom dem som burde hatt kontakt” – en ikke helt ukjent situasjon i Norges Forsvarsmiljøer.

Byggenæringen er en annen gruppe som nå innser behovet for å komme sammen, stake ut kursen videre og utvikle ny arbeidsmetodikk. ”Building Information Modeling” (BIM) tas i bruk i stort omfang. ”BuildingSmart Norge” og ”BIM-gruppen” er etablert for å ”få fart på bruk av digitale verktøy i byggenæringen”, en næring som beskrives som fragmentert i dag. Moderne byggeprosjekter er så komplisert at det kreves nye verktøy, felles standarder og prosedyrer for å gjennomføre uten overskridelser. Tids- og kvalitetskritisk samvirke mellom mange aktører er dagligdags i byggebransjen nå. Antallet høyt profilerte prosjekter med store overskridelser illustrerer behovet for å tenke nytt.

*”Informasjonsflyt og informasjonsstyring er de største utfordringene i byggenæringen” (Teknisk Ukeblad 3308)*

Lignende eksempler finnes for en rekke andre næringer eller fagmiljøer verden over. I Norsk offentlig forvaltning satses det nå betydelig på effektivisering av prosesser gjennom fokus på informasjonsstyring og nye arbeidsformer.

IT-bransjen kan sies å ha vært utgangspunktet for både NAF og systemarkitekturfaget, og fortsetter å fokusere sterkt på arkitektur som en klar forutsetning for vellykket systemutvikling. Industriaktører ser samme behov. ESA, NASA m fl kaller i disse dager inn til konferanse i Norge om ”Product Data Exchange” i romfartsbransjen. Kongsberg Automotive står bak opprettelsen av et produktutviklingsforum med navn ” Knowledge Based Development Forum” (KBD-forum). Et sitat fra styrelederen i dette forumet illustrerer godt det som nå ser ut til å være en utbredt erfaring som sannsynligvis også gjelder for Forsvaret:

*”Vi har store muligheter til å gjøre ting bedre ved å utnytte kunnskapen bedre” (Kongsberg Automotive [3])*

Som oppsummering kan vi si at Forsvarets problemstillinger har svært mye til felles med de sivile, og at sivil og militær tilnærming til arkitektur har mye å tjene på felles arenaer for samarbeid og kunnskapsdeling. Til forskjell fra sivile bransjer, har Nato og Forsvaret en sterk mulighet til å styre valg av løsninger innen arkitektur for organisasjonen som helhet. Dette fordi hver enkelt del av organisasjonen er mindre autonom (fri til å ta egne valg) enn en sivil bedrift. Likevel skal man ikke undervurdere trangen til å velge egne løsninger og betydningen av kulturforskjeller i ulike militære organisasjoner. Den kanskje viktigste forskjellen mellom den

sivile og militære (fredstids)virkelighet er at sivile virksomheter opplever tydeligere konsekvenser av kvaliteten ved sin styring og effektivitet, og dermed bedre kan avdømme nytteverdien av arkitektur i forhold til økonomistyring og kvalitet på løsninger.



Figur 9.1 Et lite utvalg av de publikasjoner som kan være nyttige i forbindelse med videre kompetansebygging innen arkitektur på FFI og i Forsvaret. [www. Enterprise-architecture.com](http://www.Enterprise-architecture.com)

## 10 Konklusjoner og anbefalinger

### 10.1 Generelt

Gjennom denne rapporten har vi forsøkt å beskrive moderne arkitekturtenkning, der bruk av rammeverk og modellering stadig vinner fram både militært og sivilt. Innen militær planlegging og prosjektgjennomføring har flere av de større nasjonene kommet langt på denne veien. Rammeverkene som brukes under US DoD, UK MoD og Nato er i dag nokså like, og det pågår et bevisst arbeid for videre harmonisering. Det antas at det i løpet av noen få år vil foreligge ett dominerende rammeverk for militært bruk i Nato.

Alle de forsvarsrelaterte rammeverkene er motivert utfra behovet for en strukturert tilnærming til de komplekse problemstillingene som nå preger forsvarsutviklingen. Målet er gode nettverks- og samhandlingsløsninger innen egen struktur og sammen med allierte (realisering av Global Information Grid, Network Enabled Capability, NbF etc).

Forsvaret har besluttet å ta i bruk NAF, i første omgang innen programområdet NbF (INI). Direktivet for iverksetting av denne beslutningen ventes om kort tid, sammen med en strategisk plan fra Forsvarssjefen, som gir føringer for det videre arbeidet.

## **10.2 Aktiviteten ved FFI og i Forsvaret**

FFI har gjennom de siste årene eksperimentert med bruk av NAF i en rekke ulike prosjekter, fordelt på flere avdelinger. Erfaringene er blandet men totalt sett positive. Erfaringene på FFI og i Forsvaret samsvarer godt.

Den potensielle nytteverdien oppfattes hos de fleste som har brukt NAF som stor, mens den reelle nytteverdien som er erfart er noe mer variabel. Brukerterskelen oppleves av mange som forholdsvis høy, dels på grunn av mangelen på klare retningslinjer, dels på grunn av rammeverkets kompleksitet, og dels på grunn av at det i dag ikke finnes modelleringsverktøy som er spesielt tilpasset modellering i henhold til NAF. Formaliserte opplæringstilbud for NAF og for bruk av aktuelle verktøy ifm NAF er heller ikke tilgjengelig. Til sammen har dette medført at innsatsen for den enkelte som har sett verdien av metoden, har blitt forholdsvis høy i forhold til den erfarte nytten. Nyttens er til en viss grad avhengig av en større utbredelse av modellering enn i dag. Dette gjelder både den interne nytten for enkeltprosjekter, og den helhetlige nytten for Forsvaret og FFI.

Gjennom prosjekt 889 er det etablert et godt samarbeid mellom FFI og Forsvaret, representert i hovedsak ved FK KKIS og FLO/IKT. Innenfor disse miljøene er det små, men svært kompetente grupper som arbeider med arkitektur. Den formelle beslutningen om å ta i bruk arkitektur i Forsvaret vil forhåpentligvis medføre at utviklingen skyter fart. FFI har i dag tilstrekkelig kompetanse til å bidra aktivt til å etablere løsninger og praksis innenfor systemarkitektur og bruk av NAF i Forsvaret og i egen organisasjon.

## **10.3 Anbefalinger**

Basert på den utstrakte bruken av arkitekturrammeverk i de toneangivende land innenfor Nato, en økende bruk av NAF i Natos egne prosjekter, og sist men ikke minst, Forsvarets egen beslutning om å ta i bruk NAF, anses det som formålstjenlig å videreutvikle kompetansemiljøene ved FFI og i Forsvaret gjennom tett samarbeid.

Med bakgrunn i den erfaringen som FFI har skaffet seg dels gjennom prosjekt 889, dels gjennom aktiviteten i kompetansegruppe 3 *System- og konseptutforming* og bruk i enkelte prosjekter, gis følgende anbefalinger om konkrete tiltak og videre arbeid:

### **10.3.1 Ledelsesengasjement**

Gjennom et mer aktivt ledelsesengasjement vil FFI bli en meget nyttig bidragsyter til den videre prosessen rundt arkitektur i Forsvaret og i prosjektarbeid i Nato. Ledere på alle nivåer bør være godt informert om motivasjonen for bruk av arkitekturmetodikk i Nato generelt samt lokalt i egen organisasjon, og bør kjenne godt til hovedtrekkene i NAF.



Prosjektledere (PL) og forskningsledere (FL) i prosjektene ved FFI bør være aktivt engasjert i arkitekturarbeidet i de prosjektene der dette vurderes som hensiktsmessig. Dette vil bidra til at arkitekturarbeidet blir relevant for prosjektet og holder høy kvalitet.

Bruk og videreutvikling av NAF i samarbeid med Forsvaret bør vurderes grundig av ledelsen som et sentralt virkemiddel til støtte for oppnåelse av instituttets og Forsvarets mål, og dermed som et strategisk virkemiddel. Kompetansen på bruk av rammeverk generelt, og NAF spesielt, hos instituttets og Forsvarets ledere bør videreutvikles. Prosesser, roller og ansvar må avklares. Bruk av NAF bør anses som en viktig del av en helhetlig tilnærming til metode og informasjonsstyring.

### 10.3.2 Kompetansebygging og pragmatisk, målrettet tilnærming

I samarbeid med Forsvaret anbefales det å snarest komme i gang med strukturert opplæring tilpasset behovet hos ulike brukergrupper.

En pragmatisk og målrettet innsats anbefales for å bidra til å øke antallet personer som kan produsere modeller som i det minste grovt sett retter seg etter NAF. Volumet i deltagelsen kan være viktigere enn ”korrektheten” i modellene som tas fram i første omgang. Dersom et større antall modeller (primært utviklet i Enterprise Architect eller lignende verktøy) produseres, og dersom disse modellene følger de viktigste prinsippene i NAF, vil opplevelsen av nytteverdi kunne øke gjennom effektivisert kommunikasjon mellom prosjekter og fagmiljøer. Kompetansemiljøet vil også vokse gjennom en slik tilnærming. Dette vil støtte en bredere deltagelse i diskusjonen rundt etableringen av metoder og prosesser som best mulig støtter behovene.

Samtidig med denne ”breddesatsingen” bør man fortsette å utvikle ekspertisen i en liten kompetansekjerne. Denne kjernen vil fortsette å arbeide for løsninger som vil muliggjøre realisering av de mest ambisiøse målene om å kunne integrere modeller effektivt. Slik integrasjon krever mer av modellene enn den pragmatiske ”breddesatsingen” vil gi.

Tre kursnivåer foreslås:

1. Grunnkurs i arkitekturarbeid i Forsvaret gis til et større utvalg personell fordelt på alle nivåer.
2. Videregående kurs for prosjektmedarbeidere som skal bruke arkitekturmodellering aktivt i arbeidet.
3. Ekspertkurs for medarbeidere som skal inneha dybde/spisskompetanse på modellering, og som derigjennom kan støtte de enkelte prosjektene, kvalitetssikre modellene, drive med versjonskontroll m.m.

### 10.3.3 Opprettelse av arkitekturbibliotek

Ett eller flere lokale arkitekturbibliotek, såkalt ”Local Architecture Repository (LAR)” bør etableres på FFI, der alle arkitekturbeskrivelser som utvikles i FFI-prosjektene kan oppbevares for

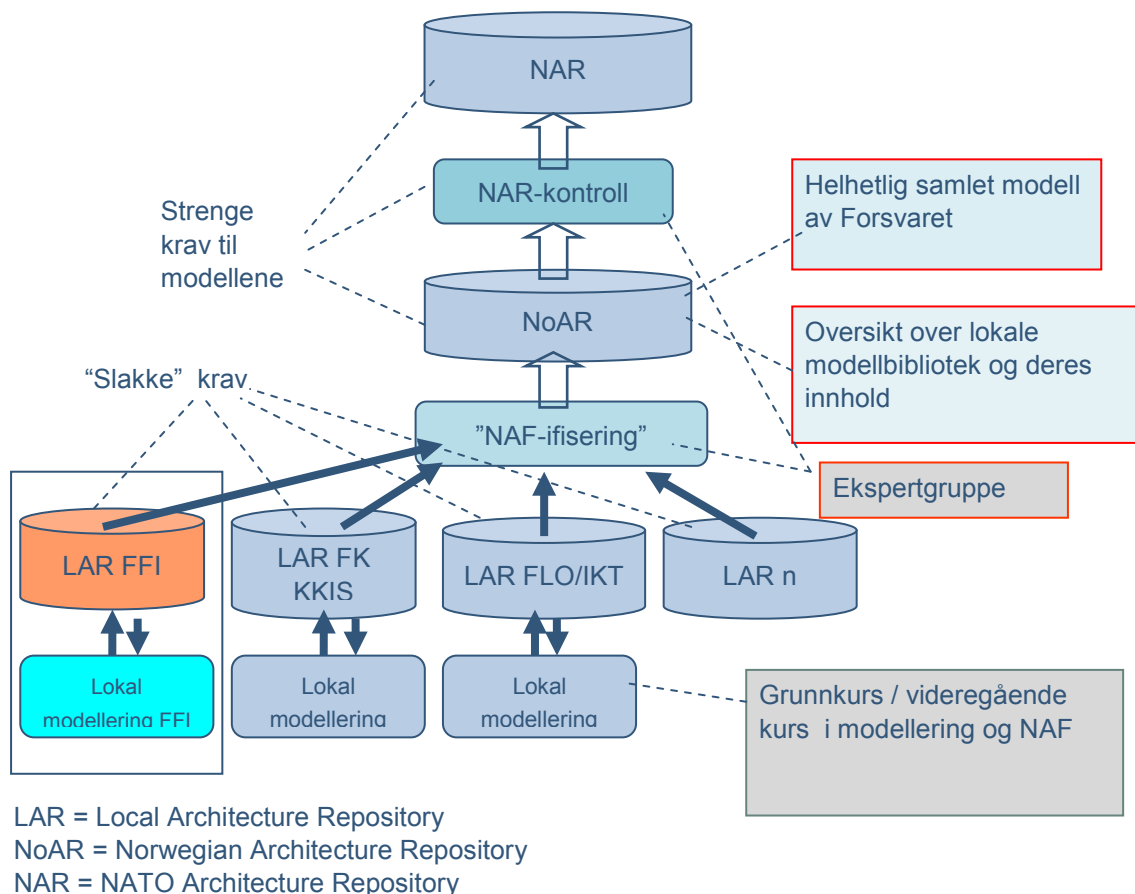
senere gjenbruk. Tilsvarende er under etablering i Nato og i Forsvaret. Det vil kunne bli nødvendig med separate biblioteker for ulike graderingsnivåer.

#### 10.3.4 Definere krav til verktøystøtte

Krav til mer tilrettelagte dataverktøy for arkitekturarbeidet bør defineres gjennom et samarbeid der alle de aktuelle brukermiljøene er representert.

#### 10.3.5 Etablere støtteressurs på nett

Det anbefales å etablere støtteressurser på nett (FIS Basis, FFI-veven, Internett), gjerne med mulighet for blogging, raske svar fra eksperter, veiledninger, eksempler osv. Tilsvarende for MoDAF og DoDAF finnes allerede og kan gi nyttige innspill under etableringen av støtteressurser på nett for NAF i Norge og Nato. Dette skal støtte økning i bredden og volumet av brukermiljøene gjennom å senke terskelen for å ta i bruk NAF i prosjekter. Støtteressursene skal også kvalitetssikre modeller og arkitekturtilnærming generelt i prosjekter. Maler og eksempler bør utarbeides og gjøres lett tilgjengelige. Disse bør være del av en kortfattet håndbok for arkitekturarbeid i prosjekter i Forsvaret/FFI.



Figur 10.1 Skissen viser hvordan vi tenker oss at Arkitekturbibliotekene (Repository) kan etableres på flere nivåer. Modeller utvikles lokalt i prosjektene og flyter til lokale arkitekturbiblioteker. På dette nivået kan man (bør man) praktisere slakkere krav til form enn høyere opp i hierarkiet for å pålegge prosjektene minst mulig metoderelatert "friksjon". Merk at modeller også flyter til prosjektene fra bibliotekene. Tilsvarende vil de enkelte prosjektene kunne hente modeller fra NoAR og NAR. Modeller gjennomgår kvalitetssikring på vei oppover før de sendes til det nasjonale biblioteket, og deretter før de eventuelt sendes til Nato.

## Forkortelser

AEM	Architecture Engineering Methodology
C4ISR	Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance
DoD	Department of Defence
DoDAF	Depart of Defence Architecture Framework
FD	Forsvarsdepartementet
FAA	Federal Aviation Administration
FK KKIS	Forsvarets Kompetansesenter for Kommando og Kontroll Informasjonssystemer
FLO/IKT	Forsvarets Logistikkorganisasjon/Informasjons- og kommunikasjonsteknologi
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
INI	Informasjonsinfrastrukturen
MACCIS	Model-Based Architecture for Command, Control and Information Systems
MAJIC	Multi-Sensor Aerospace Ground Joint Interoperable ISR Coalition
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MoD	Ministry of Defense
MoDAF	Ministry of Defense Architecture Framework
NAF	NATO Architecture Framework
NAR	NATO Architecture Repository
NbF	Nettverksbasert Forsvar
NATS	National Air Traffic Services
NAV	NATO All View
NC3A	NATO Command, Control and Communication Agency
NCV	NATO Capability View
NOV	NATO Operational View
NMM	NAF Meta Model
NPV	NATO Program View
NSoV	NATO Service Oriented View
NSV	NATO Systems View
NTV	NATO Technical View
OMG	Object Management Group
PTO	Prosess, Teknologi, Organisasjon
PK	Prosjektkoordinator
PL	Prosjektleder
SA	Systems Architecting
SDM	Systems Design and Management
SE	Systems Engineering
SySML	Systems Modelling Language
TAURUS	Taktisk UAV, Robustifisere, Undersøke, Støtte
TOGAF ADM	The Open Group Architecture Framework Architecture Development Method
UML	Unified Modelling Language
DAF	Defence Architecture Framework (Australia)

## Referanser

- [1] NATO Architecture Framework, Version 3, (AC/322)D(2007)xxx
- [2] Danielsen, Tone, Sigmund Vallaker, 2009; (U) Teknologisk Innovasjon med Fart og Retning i Spesialstyrkene, FFI/RAPPORT-2009/00516
- [3] Teknisk Ukeblad 0210 (Knowledge Based Development Forum, Kongsberg Automotive)
- [4] Teknisk Ukeblad 3308 (Om BIM i byggenæringen)
- [6] [www.incose.org](http://www.incose.org)
- [7] [www.enterprise-architecture.com](http://www.enterprise-architecture.com)
- [8] [www.opengroup.org](http://www.opengroup.org)
- [9] <http://updm.com>
- [10] [www.zachmaninternational.com](http://www.zachmaninternational.com)
- [11] [www.ieee.org](http://www.ieee.org)
- [12] Maier, Mark W., Eberhardt Rechtin, 2002; The Art of Systems Architecting, CRC Press.
- [13] [www.rto.nato.int](http://www.rto.nato.int) (her kan man lese om HFM-155 Human Systems Integration for Network Centric Warfare)
- [14] [www.hfidtc.com](http://www.hfidtc.com) (her kan man laste ned MODAF Human View handbook)
- [15] [www.dsto.defence.gov.au](http://www.dsto.defence.gov.au)
- [16] <http://www.mod.uk/modaf>
- [17] <http://cio-nii.defence.gov/sites/dodaf20/>
- [19] <http://www.integrated-ea.com>
- [20] Prosjekthåndbok for Forsvaret (PRINSIX)
- [21] Hansbø, Morten, 2010; Tilpassing av NbF Implementeringsplan til NAFv3 – erfaringer og beskrivelse av leveransen, FFI/RAPPORT-2010/01159 (under utgivelse)