

## **TAV – økt effektivitet i Forsvaret?**

Lars Erik Pedersen, Geir Enemo og Frank Brundtland Steder

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)

1. november 2010

FFI-rapport 2010/00643

1105

P: ISBN 978-82-464-1834-6

E: ISBN 978-82-464-1835-3

## **Emneord**

Total Asset Visibility (TAV)

Sporingsystemer

In-Transit Visibility

Automatisk datafangst

Forsvarets integrerte forvaltningssystem (FIF)

## **Godkjent av**

Espen Skjelland

Avdelingssjef

## Sammendrag

Denne rapporten beskriver konsepter, teknologier og systemer som inngår i *Total Asset Visibility* (TAV) og hvordan disse delene danner grunnlaget for økt effektivitet i Forsvaret.

TAV har som mål å skaffe til veie et logistikkbilde som til enhver tid er presist og oppdatert. Visjonen er å gi et elektronisk totalbilde av logistikken som nøyaktig gjenspeiler virkeligheten og dette i så nær sanntid som mulig. Videre er de ulike datafangstmetodene som benyttes i TAV, i stor grad automatisert slik at det ikke skal kreve store menneskelige ressurser for å gjennomføre den nødvendige innsamlingen av data. Det er avgjørende at prosessene settes i system og at systemet benyttes som en del av den daglige driften for øvrig.

TAV-løsninger stiller ofte store krav til både kommunikasjons-, data- og løsningsarkitektur. Mye av effektiviteten vil være knyttet til at informasjonen kommer riktig inn i systemet, og at den kan utnyttes med en gang (automatisk) gjennom hele nettverket, uten å være tilgjengelig for andre formål enn det som er lagt til for grunn for utformingen av systemet. Det er derfor viktig at TAV-løsninger integreres fullt ut med Forsvarets integrerte forvaltningssystem (FIF). FIF vil i så måte være nettverket som alle i Forsvaret vil ha tilgang til, og som kan delegerer informasjon til de forskjellige aktørene som har behov for det. Automatisk datafangst basert på såkalte Auto-ID teknologier bør dermed sees på som input til et fremtidig FIF. Hovedutfordringen i FIF blir å integrere disse dataene med eksisterende logistikkssystemer og å utvide funksjonaliteten i tråd med dette.

Et eksempel på ny funksjonalitet vil være en sporingsportal for forsendelser. Et grovt estimat viser at det vil koste ca. 25–30 mill. kroner for å etablere infrastruktur for et slikt system. Beløpet dekker både nasjonale løsninger med faste avlesningsnoder og løsninger for internasjonale operasjoner med mobile avlesningsnoder. Videre er det estimert en kostnad på ca. 80 mill. kroner for å merke artikler som ligger på lager basert på elektronisk identifikasjon. Det er stor usikkerhet knyttet til forutsetningene til kostnadsberegningene, og det gjort en usikkerhetsanalyse som viser at forskjellen mellom laveste og høyeste anslag varierer svært mye.

Internasjonalt synes det å være akseptert at det ligger et stort potensial for økt effektivitet og/eller reduserte kostnader i å innføre TAV. Teknologien er på full fart inn i de sivile og militære logistikkjedene til våre viktigste allierte. I og med at Forsvaret allerede har bestemt seg for NbF som konsept er det ikke et spørsmål om, men i hvor stor grad Forsvaret skal satse på TAV.

## English summary

This document describes how Total Asset Visibility (TAV) will improve the way logistics situation awareness is built up through a process of automatic identification and data capture of logistic assets. Logistics assets are in this paper typically identified as warehouse and stock keeping, consignments and materials in transit, containers and logistic vehicles in transit. Furthermore, the report discusses how sensors can be used in logistic supply chains and the potential benefits of an automated vehicle health management solution.

To improve the data capturing process of all logistic assets in storage, in maintenance, in transport, in unit etc., the solution is to uniquely identify each asset with a certain type of tracking medium (RFID, barcode, etc.) and then build up an infrastructure of automatic identification technology which automates this process as much as possible. Network of readers or data capturing devices will collect readings and translate it into normal supply chain events. This process will establish a capability for ordinary track and trace functionality for all logistic assets which is suited for this atomization.

The purpose of this report is to give an overview of the technology available for improving the visibility of logistics assets. Furthermore, the possible benefits, challenges and cost issues related to the implementation of TAV in the Norwegian Armed Forces are discussed. Finally, an implementation plan is given with initiatives isolated in separate stages. This plan outlines initiatives to give an idea of how TAV-capabilities could be developed over time. Some of the presented initiatives are prerequisites for other initiatives. Isolated, these initiatives bring value. Since some initiatives also enable other initiatives they should be implemented early.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Konsept, doktriner og omfang</b>	<b>9</b>
2.1	Konsept	9
2.2	Nato- og nasjonale krav	10
2.2.1	Nato	10
2.2.2	Nasjonalt	12
<b>3</b>	<b>Overordnede prinsipper for TAV</b>	<b>14</b>
3.1	Datafangstløsninger	15
3.2	Unik identifikasjon – enhetsmerking	15
3.2.1	Fordeler med en Nato-standard	17
<b>4</b>	<b>Automatisk datafangst – Auto-ID teknologier</b>	<b>18</b>
4.1	RFID	18
4.2	Strekkode	21
4.3	Sensortechnologi	22
4.3.1	Sensorer integrert i RFID-brikken	22
4.3.2	Organiske sensorer i en plattform	23
4.4	Komplementære Auto-ID teknologier	26
<b>5</b>	<b>Informasjonssystem</b>	<b>27</b>
5.1	Forsvarets integrerte forvaltningssystem	28
5.2	TAV-funksjonalitet i FIF	28
<b>6</b>	<b>Virksomhetsområder som påvirkes av TAV</b>	<b>31</b>
6.1	Forsyningstjeneste	31
6.2	Prognostisering, planlegging og styring av logistikkjenester	33
6.3	TAV og <i>Performance Based Logistics</i> (PBL)	34
6.4	Utfordringer med TAV	34
6.5	TAV-visjon	35
<b>7</b>	<b>Implementeringsplan</b>	<b>37</b>
<b>8</b>	<b>Kostnader</b>	<b>39</b>
8.1	På lager – enhetsmerking på artikkelnivå	39
8.2	I transitt	41
8.3	Organiske sensorer i plattform	42
8.4	Integrasjon av totalsystemet	43

<b>Litteratur</b>	<b>44</b>
<b>Appendix A Relevante Nato-dokumenter</b>	<b>45</b>
<b>Appendix B Etiketter for bruk til sporing</b>	<b>47</b>
<b>Appendix C Bruk av aktive og passive RFID-brikker</b>	<b>48</b>
<b>Appendix D Oversikt over RFID-frekvenser</b>	<b>49</b>
<b>Appendix E RFID utstyr brukt av NATO/ISAF</b>	<b>50</b>
<b>Appendix F ERP-system og Auto-ID system</b>	<b>51</b>
<b>Appendix G Kompleksiteten til et ERP-system</b>	<b>52</b>
<b>Appendix H Kostnadsoverslag</b>	<b>53</b>

# 1 Innledning

FFI-prosjekt 1105 ”Logistikk og støtte i 2020” (LOGOS) har som målsetting å bidra til utviklingen av et fremtidig logistikk- og støttekonsept for Forsvaret. Flere grunnlagstudier i prosjektet ser på utvalgte områder som er vurdert å ha relevans for den fremtidige utviklingen av logistikk og støtte i Forsvaret.

Hensikten med denne studien er å beskrive hva Total Asset Visibility (TAV) er, og dernest gi svar på hva dette kan bety for effektiviteten i Forsvaret. FFI har tidligere gitt effektivitets- og teknologiinnspill vedrørende TAV og hvilke konsekvenser dette vil få for Forsvaret [1]. Denne rapporten gir en nærmere beskrivelse av de hovedelementene som inngår i TAV og trekker frem de viktigste utviklingstrekkene i teknologien.

Ulike kapasiteter som drøftes i denne rapporten, omhandler områder som tradisjonelt dekkes av Forsvarets integrerte forvaltningssystem (FIF), som f. eks. lagerstyring og -oversikt. For å skaffe seg et best mulig situasjonsbilde av logistikken, må alle delsystemene integreres i et større elektronisk styringssystem. TAV innebærer et helhetlig situasjonsbilde av lokalisering, status og oversikt av avdelinger, personell, materiell og forsyninger, med andre ord en kontinuerlig og god oversikt (innsikt) i forsyningskjeden. TAV-konseptet inkluderer også en god oversikt over alle bevegelsene (f. eks. forsyninger) i forsyningskjeden, ofte omtalt som *In-Transit Visibility* (ITV). TAV som konsept dekker altså både det som ligger på lager, og det som er i bevegelse mellom lager eller mellom aktører i forsyningskjeden.

Det overordnede prinsippet for TAV er å tilrettelegge for en mer effektiv logistikk gjennom et forbedret situasjonsbilde av ressursene. På bakgrunn av denne informasjonen skal alle aktører i organisasjonen og forsyningskjeden kunne ivareta den fysiske logistikkflyten på en bedre måte, både i planleggingen og gjennomføringen av militære operasjoner. Det å bygge opp et tidsriktig og presist informasjonsgrunnlag er derfor helt fundamentalt for ledelse innenfor logistikk. Enkelt fortalt – “you can’t manage what you can’t see”.

Det er mange fordeler knyttet til TAV, men de mest åpenbare er:

- Økt sporbarhet av materiell på Forsvarets lager gjennom en forbedring av rutiner og prosesser for registrering av data ved innlevering, utlevering, endring av lokasjon, lageropptelling og generell rapportering av status til materiellet. Eksempler på slik teknologi er SAP som er grunnpilaren i FIF, og elektronisk datafangst for lagerdrift.
- Redusert tidsforbruk for sporing av ressurser som er i bevegelse (automatisk datafangst). Eksempler på slik teknologi er strekkode-, RFID- og GPS-baserte løsninger. Et slikt system gir Forsvaret en sporingsportal hvor historikk over alle hendelser i forsyningskjeden er søkbare.

- Økt kapasitet til å finne "lost assets" eller materiell på avveie ved hjelp av mobile klienter på stedet og ved tilgang til sporingshistorikken. Eksempler på slik teknologi er en sporingsportal for forsendelser og håndholdte strekkoder og RFID-avlesere.

Kapittel 2 beskriver konsept og doktriner knyttet til TAV, både nasjonalt og i Nato, mens kapittel 3 tar for seg de mer overordnede prinsipper gjeldende for TAV. I kapittel 4 drøftes gjennomgående de forskjellige teknologier som muliggjør TAV, såkalte Auto-ID teknologier. I kapittel 5 presiseres nødvendigheten av et ERP-system (f. eks. FIF) og nødvendigheten av et helhetlig og integrert informasjonssystem for en suksessfull innfasing av TAV. Kapittel 6 gir en innføring i hvilke virksomhetsområder som typisk vil bli påvirket av TAV, og kapittel 7 presenterer en mulig implementeringsplan for TAV i Forsvaret. I kapittel 8 drøftes kostnader og usikkerhet knyttet til å innføre TAV i Forsvaret.

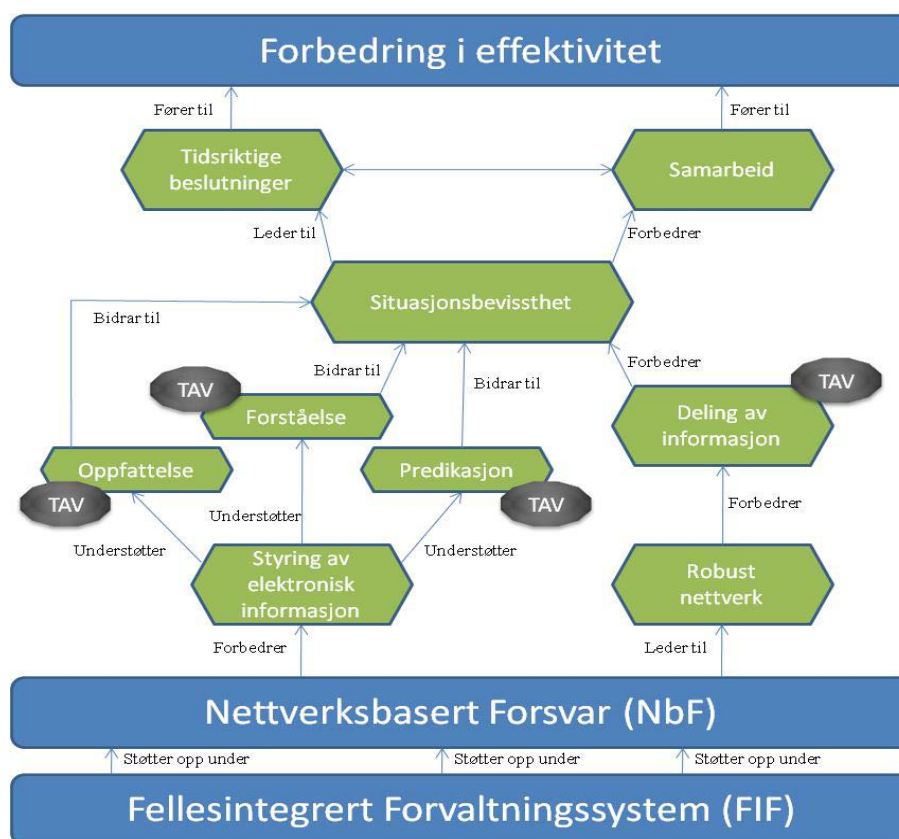


## 2 Konsept, doktriner og omfang

### 2.1 Konsept

Forventningen knyttet til TAV er at konseptet vil forbedre logistikken og gi økt forsvarsevne gjennom effektive prosesser, forbedret datafangst, forbedret informasjonsdeling, høyere reaksjonsevne, bedre lagerstyring og mindre administrasjon.

Prinsippene som skisseres i figur 2.1 – basert på FIF og nettverksbasert forsvar (NbF) – viser hvordan effektiviteten forbedres gjennom fokus på informasjonsdeling og situasjonsbevissthet i Forsvaret.



Figur 2.1 Forutsatt et velfungerende FIF og NbF vil implementeringen av TAV øke situasjonsbevisstheten og bedre samarbeidet mellom Forsvarets aktører. Dette leder til tidsriktige beslutninger og høyere effektivitet i organisasjonen.

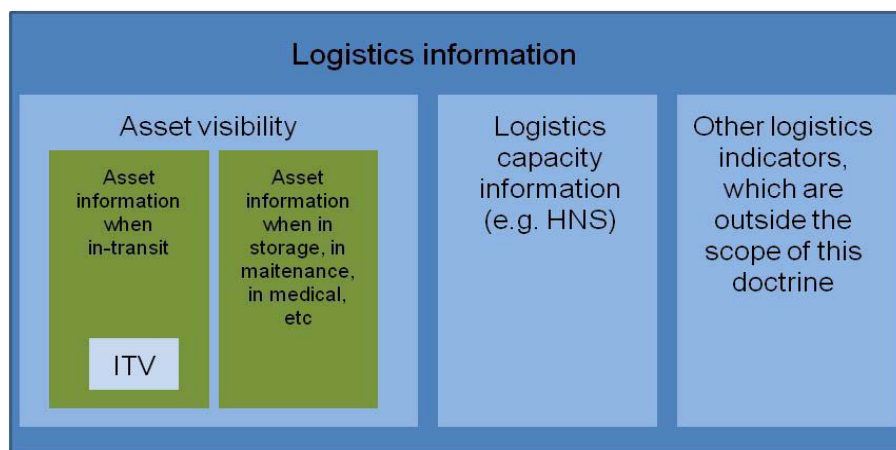
Som det fremgår av figuren, er det viktig å bygge et robust nettverk og styre den elektroniske informasjonen for bedre deling av informasjonen (rett tid, rett sted og i riktig mengde) og understøtte situasjonsoppfattelsen, -forståelsen og -predikasjonen (situasjonsbevisstheten). For å opprettholde en best mulig situasjonsbevissthet er det viktig å automatisere prosesser og datafangstmetoder i størst mulig grad. Det er nettopp denne automatiseringen satt i system som vil gi tilnærmet sanntidsinformasjon gjennom hyppig oppdaterte beskrivelser av tilstanden til organisasjonen.

TAV kan ses på som et konsept for å bruke Forsvarets logistikkressurser på måter som utnytter de mulighetene informasjonsalderen byr på. Konseptet er tenkt anvendt ved alle typer operasjoner, på alle konfliktnivåer, hjemme og ute. Det bidrar dermed til at skillelinjene mellom operative systemer og forvaltningssystemer viskes ut. Teknologien (TAV) er en sentral del av NbF og bidrar også til situasjonsbevissthet i forvaltningsrollen av logistikk og tidsriktige beslutninger fra strategisk nivå. I tillegg så støtter TAV Natos prosedyrer og standarder, det er interoperabelt med våre allierte og har definerte grensesnitt for eksterne samarbeidspartnere.

## 2.2 Nato- og nasjonale krav

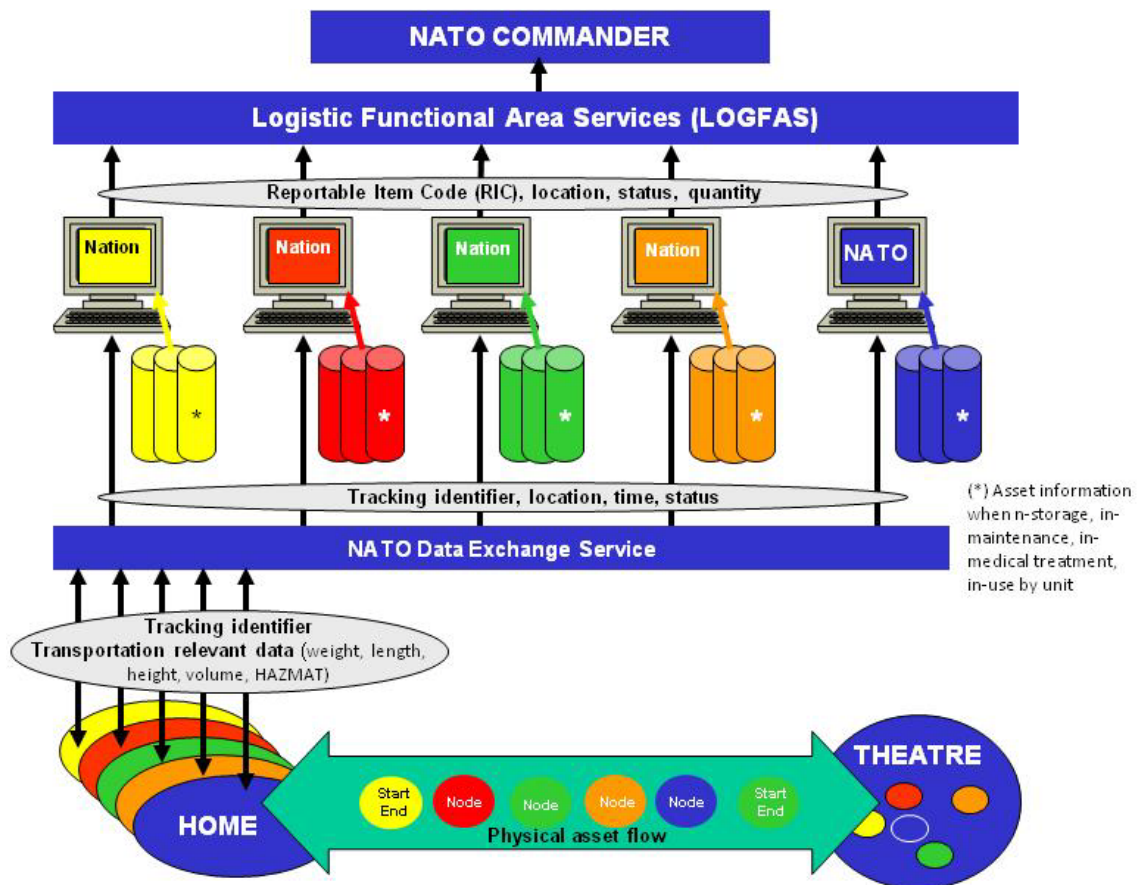
### 2.2.1 Nato

Doktrine for *NATO Asset Visibility* er for tiden under utarbeidelse i *NATO Asset Tracking Working Group*, og deler av dette arbeidet skisseres her. Arbeidsgruppen definerer *Asset Visibility* som informasjon om ressurser som enten er ”i bevegelse” (*In-transit*) eller i en predefinert tilstand som f. eks. ”på lager”, ”på verksted”, ”på sykehus”, ”i bruk på enhet”, se figur 2.2.



Figur 2.2 *Generic concept of asset visibility [2].*

Annen logistikkinformasjon som kapasiteten til *Host Nation Support* (HNS), verkstedet, transportkompaniet, saniteten osv, er definert utenfor ”Asset Visibility”- paraplyen. Dette gjøres i hovedsak for å skille mellom hva som er et nasjonalt ansvar og hva som er et felles ansvar for Nato. Det som har felles interesse er spesielt relevant for kommandøren og dermed skal det rapporteres inn til Nato. Figur 2.3 illustrerer prinsippet for logistikkrelatert datautveksling i Nato.



Figur 2.3 Logistikkrelatert informasjonsflyt mellom ulike nasjoner og Nato. Diagrammet er hentet fra STANAG 2291.

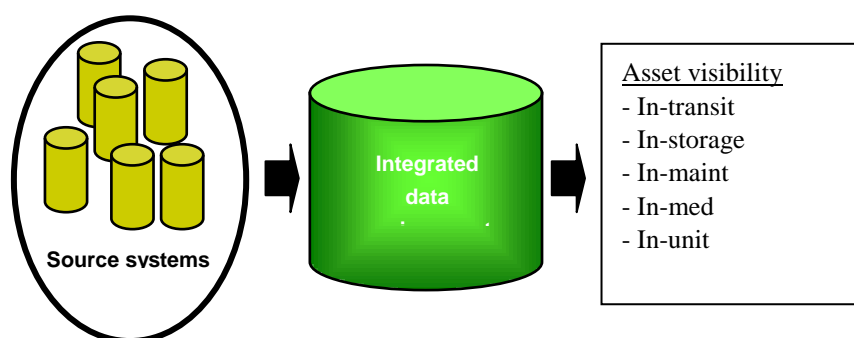
Figur 2.3 beskriver informasjonsflyten mellom nasjonene og Nato. Prosessen kan beskrives som følger:

- Nato definerer en *Mission Essential Equipment List* (MEEL). Denne listen består vanligvis av et stort antall *Reportable Item Codes* (RIC) og er sentral i rapporteringen til Nato.
- Nato-kommandøren definerer etter behov egne lister av RIC-er som kalles *Reportable Item List* (RIL). En RIL-liste blir utformet for å definere artikkeltyper (materieell) som er sentral for en gitt operasjon.
- Nasjonene skal rapportere inn på RIC-nivå for alle RIC-er som inngår i en RIL, dvs. det skal rapporteres inn til Nato vedrørende status (på lager, på vedlikehold etc.) og bevegelse av dette materiellet i den nasjonale forsyningskjeden.
- Nato sørger for å etablere en *NATO Data Exchange Service* som ivaretar datautveksling av RIL og RIC (mellom nasjonene og til Nato).

- Nato sørger for at denne informasjonen rutes inn i LOGFAS<sup>1</sup> og fordeles videre i de respektive datasystemer.

For at automatisk datautveksling mellom nasjoner og Nato skal være mulig, må det etableres en interoperabel infrastruktur på nodenivå (jf. kapittel 4) og et forhåndsdefinert sett med data (minimumsnivå) som skal utveksles til Nato (på tjenernivå). Det må også etableres gode kommunikasjonsløsninger og god mobil maskinvare som kan deploieres til operasjonsområdet.

Det er de nasjonale systemene som inneholder de fleste dataene som Nato ønsker å bruke i sine logistikk-systemer (f eks LOGFAS). Figur 2.4 illustrerer behovet for at nasjonene selv klargjør dataene til Nato og behovet for å utvikle et felles grensesnitt og formater mellom hver nasjon og Nato.



Figur 2.4 Prinsipiell informasjonsutveksling mellom nasjoner og Nato. Diagrammet er hentet fra STANAG 2291.

For at automatisk datautveksling i Nato-sammenheng skal kunne gjennomføres er det viktig at det lages et godt rammeverk for en slik utveksling. Det er spesielt viktig å definere minimumsbehov for datautveksling, dvs. hvilke data som skal utveksles (definisjon), hvor ofte data skal utveksles (når) og hvordan data skal utveksles (format) mellom Nato og nasjonene. Dette er nærmere beskrevet i en rekke Nato-dokumenter (*Allied Publications*, STANAG-er etc.), se appendix A.

## 2.2.2 Nasjonalt

Forsvarsdepartementet har gjennom aksept av FG4052 forpliktet å innføre *Consignment Tracking* og *Asset Tracking (In-Transit Visibility)* etter de retningslinjene og standardiseringsvalg som gjøres av Nato. Denne standardiseringen skal styrke Natos operative kapasitet gjennom økt og forbedret interoperabilitet i de underliggende logistikk-systemene.

Forsvarssjefens direktiv for operativ logistikk [3] omtaler behovet for å håndtere logstikkbehovet helhetlig og i sanntid. Hovedargumentet for dette er ønsket om ”å effektivisere logistikkstøtten og bedre situasjonsforståelsen”. Basert på dette forventes det at en kan ”se alle logistikk-ressursene under ett i hele logistikkjeden i så nær sanntid som mulig”. I Forsvaret er det to aktiviteter som følger opp målsetningene fra Forsvarssjefes direktiv for operativ logistikk: program AVA og investeringsprosjektet 2501.

<sup>1</sup> For en nærmere beskrivelse av LOGFAS, se FFI-rapport 2010/00637.

Program AVA ("Attraktive våpen og ammunisjon") ser nærmere på materiell utviklet for Forsvaret, men som er ettertraktet på illegale markeder og har kapasitet til å påføre samfunnet skade. Dette forvaltningssystemet må tilfredsstille to basiskrav:

- det må kunne gi oversikt over hvor den enkelte AVA-artikkel til enhver tid befinner seg
- informasjonen må kunne sikres slik at den ikke er tilgjengelig for andre enn de som har tjenstlig behov for opplysningene

Forvaltningssystemet for AVA skal på sentralt nivå ha oversikt over artikkeltype, antall, individtilstand og individlokalisering. På avdelingsnivå er kravet oversikt over utleverte individnummererte artikler knyttet til personelldata. Når systemet innføres vil det ha to nivåer. For lokalt eller avdelingsnivå er systemet inkludert i FIS-basis. For sentralt nivå (FLO og Forsvarets sikkerhetsavdeling (FSA)) forvaltes informasjonen i eget system, på høyere graderingsnivå.

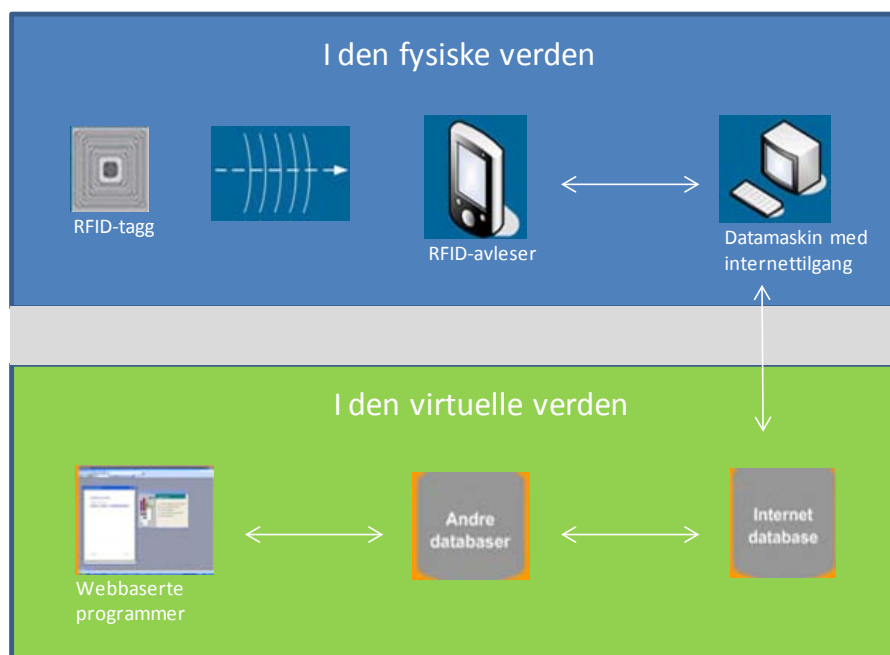
Arbeidet i program AVA skal koordineres med Forsvarets investeringsprosjekt 2501 (sporingssystemer). I første omgang skal prosjekt 2501 utarbeide fremskaffelsesløsningen (FL) av sporingssystemer (ITV) i Forsvaret. Investeringsprosjektet er delt inn i tre sekvensielle faser:

- 1) sporing av forsendelser
- 2) *In-transit*-sporing av kritisk materiell i forsyningskjeden
- 3) enhetsmerking og sporing på artikkelnivå

Dette systemet skal virke sammen med tilsvarende systemer som anskaffes av andre Nato-land. Systemet bør være kompatibelt med løsninger i LOS-programmet, men skal ikke medføre utvikling av nye beslutningsstøttetjenester. Imidlertid kan det i noen grad anvises mindre tilpasninger for å få moduler som skal spore forsendelser til å samvirke med FIF.

### 3 Overordnede prinsipper for TAV

I dette kapitlet omhandles de overordnede prinsippene for TAV. Hovedmålsetningen med TAV og ITV er å gjøre den fysiske logistikkaktiviteten transparent i det virtuelle domene slik at informasjon er tilgjengelig for å styre, kontrollere og planlegge ulike logistikk-operasjoner. Figur 3.1 nedenfor viser hvordan TAV i prinsippet ivaretar funksjonen ved automatisk å innhente data fra den fysiske verden og presentere dette i tilnærmet sanntid til en operatør i forsyningskjeden.



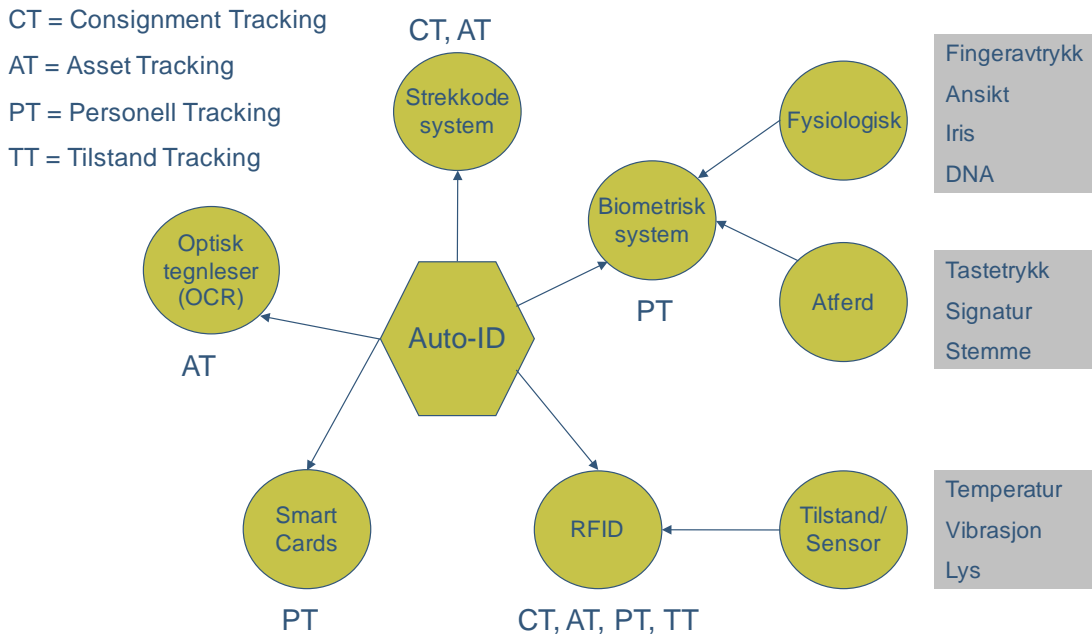
Figur 3.1 Sammenhengen mellom den fysiske verden og den virtuelle verden. Figuren bruker RFID som eksempel, men dette er også gjeldene for andre teknologier (se kapittel 4).

Figur 3.1 illustrerer TAV-systemets styrke, som ligger i evnen til å innsamle og flytte opplysninger om objekter fra den virkelige verden og til den virtuelle verden, hvor informasjonsbehandlingen og analysene foregår. I praksis betyr dette at objekter som vi omgir oss med kommuniserer egen tilstand og historikk, hvilket gir store anvendelsesmuligheter. For eksempel at redningsvestene i flyet automatisk forteller kabinepersonalet og vedlikeholdspersonalet at de nylig er undersøkt (og velfungerende) eller at lastebilen med matvarer til supermarkedet bør avvises ved ankomst fordi varene under transporten er forringet (på grunn av f. eks. for høy transporttemperatur).

Basert på elektronisk informasjon fra ulike RFID-avlesninger fremhever TAV-systemet raske forhold som en bør være oppmerksom på i den fysiske logistikken. Fordelen i teknologien ligger i prosesseringen av informasjon og den helhetlige situasjonsforståelsen.

### 3.1 Datafangstløsninger

Figur 3.2 viser en oversikt over Auto-ID teknologier som vanligvis inngår i TAV-konseptet.



Figur 3.2 Auto-ID teknologier og deres funksjon i TAV-konseptet.

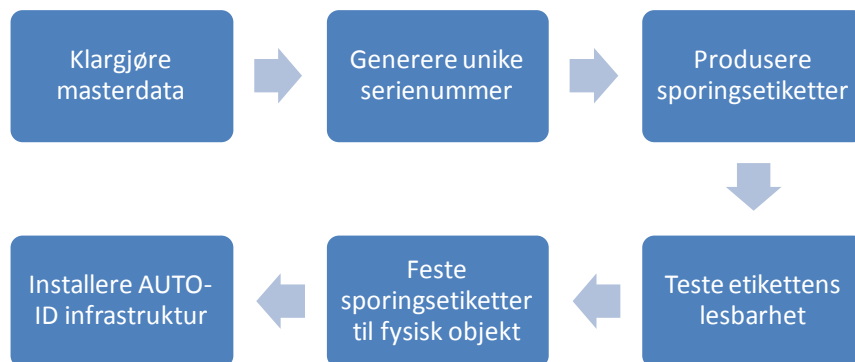
Figur 3.2 illustrerer ulike typer Auto-ID teknologier knyttet direkte til de vanligste bruksområder/formål som dekkes under sporing av forsendelser av materiell og personell. Videre inngår også automatisk tilstandssporing som en del av datafangsten. RFID-teknologien har et større potensial enn andre Auto-ID teknologier innen automatisk datafangst, hovedsakelig på grunn av at bruksområdet er større. En nærmere beskrivelse av ulike Auto-ID teknologier gis i kapittel 4.

### 3.2 Unik identifikasjon – enhetsmerking

Det fundamentale konseptet knyttet til TAV er at alle objekter, helt ned på artikkelnivå, blir unikt identifisert. I andre systemer er det slik at hvis for eksempel en og samme strekkode blir skannet to ganger vil dette registreres som to separate registreringer. Dersom en tilsvarende avlesning blir gjort ved bruk av unik enhetsidentifikasjon (UID<sup>2</sup>) (benyttet i TAV), vil det registreres som en duplisering av avlesninger og slettes.

Enhetsmerking er sterkt knyttet opp mot *Product Lifecycle Management* (PLM). Dette er en aktivitet som blant annet ivaretar produktinformasjon og utveksling av informasjon mellom ulike aktører, for eksempel mellom Forsvaret og sivile bedrifter. SAP har utviklet en egen modul i sitt sortiment som støtter et slikt behov. Figur 3.3 beskriver arbeidsprosessen for enhetsmerking.

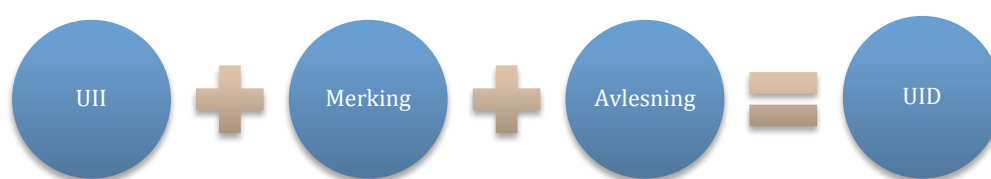
<sup>2</sup> NATO STANAG 2290 – *NATO Unique Identification of Items* – “a system to create and assign a unique identifier to an item in order to differentiate one item from other like and unlike items in accordance with ISO/IEC 15459-3 and ISO/IEC 15459-4”.



Figur 3.3 *Prosess for enhetsmerking – unik identifisering.*

Det er grunnleggende viktig at alt materiell som skal merkes med maskinlesbare etiketter, gjøres unikt ved å dele ut et serienummer til hvert enkelt individ. Enhetsmerking kan i utgangspunktet ikke settes ut til andre fordi trinn 1 og 2 (figur 3.3) må utarbeides før den fysiske merkingen kan settes i gang. Den kortsiktige utfordringen er å legge forholdene til rette i SAP for å identifisere hver enkelt artikkel med en egen enhetsidentifikasjon.

I Nato utarbeides det for tiden forslag til felles nummersystem for unik enhetsidentifikasjon (UID). STANAG 2290 omhandler og spesifiserer en standardisert struktur for å lage *Unique Item Identifier* (UII) og gir retningslinjer for hvordan en kan gjennomføre en fysisk merking av ulike artikler. En UII kan sees på som en datanøkkel som gir tilgang til data som er assosiert til enheten som er identifisert, uavhengig av hvor dataene ligger lagret. Det fremmes krav til avlesning av strekkoden (strekkeskanner) og tilgjengelige attributtdata som for eksempel *Nato Stock Number* (NSN), *Part nummer* og annen informasjon vedrørende den merkede enheten. Figur 3.4 viser de forskjellige elementene som inngår i unik enhetsidentifikasjon (UID).



Figur 3.4 *Elementer i unik enhetsidentifikasjon (UID).*

UID består av tre deler. Et unikt nummer tildeles hver enkel enhet (UII) som skal identifiseres. Deretter må nummeret merkes fysisk på enheten slik at det enkelt kan avleses ved hjelp av Auto-ID teknikker (eller manuelt). Krav til avlesning virker selvfølgelig inn på hvilken type merking (symbol) som kan anvendes. Det er typisk en strekkode av typen PDF 417, se figur 4.4 – kapittel 4.2, som benyttes ved merking av enheter.

En effektiv flåtestyring krever også at enhver transportressurs eller konteiner er unikt identifiserbar og synlig i forsyningskjeden. *Vehicle Identification Number* (VIN) er et identifikasjons-



nummer som er akseptert som gyldig UII av Nato. Et kjøretøy som har fått et VIN-nummer tildelt, kan unikt identifiseres nasjonalt, globalt og i Nato. Kravet og prinsippet for unik identifi- sering av plattformer er det samme som for enhetsmerking. Enhver forsendelse, artikkel eller konteiner, merkes med en felles transportetikett (kollidentifikator<sup>3</sup>) som settes på den enkelte forsendelsen (av avsender). Denne følger forsendelsen gjennom hele forsyningstjenesten uavhengig av transportør og transportmiddel.

### 3.2.1 Fordeler med en Nato-standard

Det er flere fordeler ved bruk av en felles transportetikett i Nato:

- effektiviserer fremføring av gods
- sikrer unik identifikasjon i alle ledd
- gjør transportinformasjon om fremføring av godset tilgjengelig for alle parter, også for interne administrasjon/styringssystemer
- bedrer sorteringsrutinene ved tilrettelegging for automatisk godssortering (strek-koder, RFID)
- forenkler varemottak og lagerholdsrutiner

NATO STANAG 2291 - *NATO Asset Tracking "TO BE" Business Process Model* – har bestemt at SSCC-koden til GS1-standard skal brukes som kollidentifikatoren i Nato. Dette er den samme standarden som brukes sivilt ved sporing av forsendelser. SSCC-koden er unikt på verdensbasis og gir opplysninger om land, utsteder og et serienummer. Serienummeret genereres av avsender som er tildelt et GS1-leverandørnummer.

Samme GS1-leverandørnummer kan brukes til både artikkelmerking (GTIN), felles transportetikett (kollidentifikator) og innlands fraktbrev (sendingsnummer). I tillegg har GS1-standard den internasjonale gyldighet. I appendix B vises et eksempel på en Nato-godkjent etikett til sporing av forsendelser.

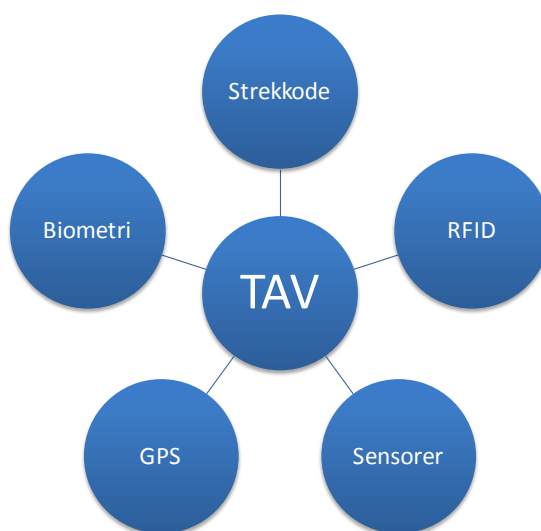
---

<sup>3</sup> Kolli er fysisk frittstående enheter som blir behandlet individuelt gjennom hele distribusjonskjeden. Dette kan for eksempel være en enkelt pakke, en pall, et transportbur eller en annen form for transportenhet.

## 4 Automatisk datafangst – Auto-ID teknologier

Innsamling og formidling av informasjon bør i størst mulig grad automatiseres slik at det i minst mulig grad påfører merarbeid for Forsvarets personell. Desto mer av slikt arbeid som kan automatiseres, desto mer informasjon kan hentes inn og deles uten at det går på bekostning av andre oppgaver.

Figur 4.1 gir en oversikt over teknologier som understøtter automatisk datafangst i TAV. De ulike teknologiene blir ofte omtalt som Auto-ID teknologier. Det er en fellesbetegnelse på teknologier som støtter automatisk identifikasjon ved bruk av elektronisk datafangst. I dette kapittelet gis en oversikt over egenskapene til disse teknologiene.



Figur 4.1 Datafangstteknologier som er med på å muliggjøre TAV.

### 4.1 RFID

RFID er en forkortelse for *Radio Frequency Identification* (RFID) og en fellesbetegnelse for alle de teknologier som anvender radiobølger til å identifisere objekter. RFID omtales ofte som den trådløse strekkode, da teknologien har noen av de samme egenskaper som den tradisjonelle strekkode. Den største forskjellen på tradisjonell og trådløs strekkoden er ”line-of-sight” teknologi. Med tradisjonell strekkodeteknologi skal skanneren ha visuell kontakt med strekkoden for å avlese den. Med RFID-teknologien kan RFID-brikken avleses uten visuell kontakt, så lenge den er innenfor lesbar avstand fra scanneren, noe som varierer med RFID-brikken (noen brikker kan leses på opptil 100 meters avstand, mens andre har en leseavstand på under en meter).

RFID-brikken utveksler informasjon med RFID-avleseren, som kan være et selvstendig stykke hardware eller innebygget i eksisterende produkter som mobiltelefoner og PDA-er. Det finnes mange forskjellige typer av RFID-brikker, og figur 4.2 viser et utsnitt av brikker som finnes på markedet.






Figur 4.2 Tilfeldig utvalgte RFID-brikker som finnes på markedet.

I de fleste RFID-systemer er informasjonen som utveksles et unikt ID-nummer som identifiserer objektet som brikkene er festet til. Dette ID-nummeret anvendes som peker i en database, hvor informasjon om produktet ligger lagret. Dermed kan man, som det fremgår av figur 3.1, via en computer med internettilgang oppdatere og behandle informasjonen. Dette betyr dessuten at størrelsen på RFID-brikkens innebygde hukommelse ikke lengre er viktig, da de egentlige data om objektet ligger online i en database. En annen årsak til at de fleste RFID-systemer er designet til å overføre minst mulig informasjon mellom RFID-brikke og RFID-avleser er fordi dataoverføringshastigheten er lav.

Det finnes aktive- og passive RFID-brikker. Disse blir ofte omtalt sammen, men er funksjonelt helt forskjellige teknologier. I de fleste tilfeller sees de på som komplementære teknologier som understøtter hverandre. Begge bruker radiofrekvens til å kommunisere mellom brikke og leser, men måten brikkene blir aktivert på er forskjellig. Aktive RFID-brikker har tilgang på en intern strømkilde (batterier) for kontinuerlig å kunne gi strøm til kretssystemet, mens passive RFID-brikker er avhengig av RFID-avleserens egen radiofrekvens for å kunne aktivere brikken.

Den tekniske distinksjonen mellom passiv og aktiv RFID virker kanskje liten, men de funksjonelle karakteristikkene er signifikante. Passiv RFID krever sterke signaler fra avleseren for å kunne aktivere brikken, og responsen er begrenset til signalstyrken som ble mottatt av RFID-brikken. Aktiv RFID tillater en meget lav signalstyrke fra avleseren (fordi avleseren ikke trenger å gi strøm til brikken), og brikken genererer sterke signaler tilbake til avleseren vha. sitt interne batteri. I tillegg er en aktiv RFID-brikke kontinuerlig aktivert, selv om den ikke er i nærheten av en avleser.

Figur 4.3 viser typiske karakteristika for passive og aktive RFID-brikker. Som skissert i figuren, påvirker de tekniske forskjellene leseavstand, avlesningskapasitet, evne til å benytte seg av sensorer, kapasitet til å loggføre data og andre funksjonelle karakteristikker. Appendix C viser typiske bruks- og anvendelsesområder for passive og aktive RFID-brikker.

Aktiv RFID	RFID-egenskaper	Passiv RFID
		
Internt på brikken	Strømforsyning	Energi overføres ved hjelp av RF
Ja	Internt batteri	Nei
Kontinuerlig	Tilgjengelig strøm	Bare i nærheten av en RFID-avleser
Lav	Krav til signalstyrke mellom RFID-avleser og RFID-brikke	Høy (må gi strøm til RFID-brikken)
Høy	Tilgjengelig signalstyrke fra RFID-avleser til RFID-brikke	Lav

Figur 4.3 Tekniske forskjeller mellom aktive og passive RFID-brikker.

I tillegg til aktive og passive RFID-brikker er det i den senere tid blitt utviklet særegne RFID-løsninger for militær bruk, såkalte autonome RFID-løsninger. En autonom RFID-løsning er en enhet/pakkeløsning som er utstyrt med en aktiv RFID brikke, en GPS mottaker og en enhet for mobil kommunikasjon (basert på GSM, 3G, GPRS, Satelitt etc.) i en og samme pakke. Ved å bygge inn en GPS-mottaker i RFID-brikken kan RFID-data og GPS-koordinater integreres før dataene lastes opp til sporingsserveren via mobilkommunikasjon. En GPS-enhet kan også festes på en lastebil og fortelle føreren, og en trafikksentral, eksakt hvor bilen befinner seg. På denne måten kan en spore og følge objekter (tilnærmet i sanntid) som er under transport og utenfor rekkevidde av forhåndsinstallerte RFID-avlesere.

Autonome RFID-brikker er spesielt viktige i militære sammenhenger hvor det ikke er etablert fast Auto-ID infrastruktur. Slike produkter er spesielt utviklet for militære forsyningslinjer hvor fleksibilitet i transportrute er spesielt viktig og hvor sanntidssporing er et krav.

RFID er inndelt i fire primære frekvensbånd eller frekvensområder – *Low Frequency* (30–300 KHz), *High Frequency* (3–30 MHz), *Ultra High Frequency* (300 MHz – 3GHz) og *Microwave* (2–30 GHz). De forskjellige frekvensene har ulike egenskaper med tanke på lesbarhet, leseavstand, dataoverføringshastighet og evne til å avlese mange RFID-brikker samtidig. Appendix D gir en oversikt over RFID-frekvenser og de generelle fordeler og ulemper som knyttes til hver av frekvensområdene.

Ut fra en driftsmessig synsvinkel er det også forskjell på de ulike frekvensbånd. Hovedregelen er at en høy frekvens gir lengst leseavstand, men dette går dessverre ut over lesbarheten. Høye frekvenser er følsomme overfor ”vanskelige” miljøer som inneholder eksempelvis mye metall eller vannholdig veske, hvor man ofte opplever at høyfrekvente radiobølger reflekteres eller absorberes. Appendix D drøfter fordeler og ulemper ved de forskjellige frekvensområdene og skisserer typiske anvendelsesområder.

Nato har utviklet STANAG 2233 – *NATO Asset Tracking by Radio Frequency Identification* – som omhandler bruk av RFID i Nato-forband. Standarden stiller krav til RFID-implementeringen, og de viktigste kravene kan oppsummeres som følger (minimumskrav):

1. Hver RFID-brikke skal ha en unik ID som er beskrevet i ISO/IEC 15963.
2. Ved bruk av aktive RFID-brikker skal det være mulig å identifisere hvem som er eier av brikken ved bruk av *Tag Data Routing Code* (TDRC). TDRC-meldingen skal kommuniseres mellom RFID-brikke og RFID-avleser (*Air interface*).
  - Formatet til TDRC-meldingen skal være K pluss en tosifret alfanumerisk kode. For Norge vil TDRC være KNO.
3. Hver aktive RFID-brikke som brukes til forsendelsessporing skal inneholde en SSCC.
4. Dataprotokoller for informasjonsutveksling mellom nasjoner skal basere seg på STANAG 2185.
5. Dataformatet som benyttes på aktive RFID-brikker skal struktureres ihht. ANS MH10.8.2, ISO/IEC 15418 og ISO/IEC 15434. Formatet til passive RFID-brikker skal struktureres ihht. ISO/IEC 15691 og ISO/IEC 15962.
6. Kommunikasjonen mellom RFID-brikke og RFID-avleser (*Air interface*) skal være ihht. ISO/IEC 18000 standarden.

I all hovedsak følges sivil standard med unntak av krav til rutingkode og bruk av *Serial Shipping Container Code* (SSCC) for aktive RFID-brikker. For en mer detaljert oversikt over RFID-utstyr som benyttes av Nato i ISAF, se appendix E.

## 4.2 Strekkoder

Strekkode (*barcode*) er et maskinlesbart sett av vertikale streker. Strekene kan variere i tykkelse og avstand. Hvert enkelt tall eller bokstav har et unikt sett av streker og mellomrom. Når disse settes ved siden av hverandre dannes komplekse tall og bokstavkombinasjoner som kan leses og tolkes av en skanner. Strekkoder er i dag svært utbredt til å identifisere varer, forsendelser, billetter, dokumenter og andre objekter som trenger unik identifisering.

Datafangsten og registreringen av strekkoder automatiseres ved hjelp av ulike typer skannere og terminaltyper for optisk lesning. Selve kodetildelingen er basert på en entydig internasjonal standard (EAN). Det skilles mellom to typer merking.

Den ene er varemerking hvor hver vare enten ved merking av varen og/eller av lagringslokasjon har en entydig kode. Dette kan benyttes som grunnlag for å registrere bestillinger, varebevegelser, uttak, lagerforflytninger og liknende. Den andre typen merking er kolli- eller forsendelsesmerking, som danner grunnlaget for å følge transportbevegelser for en forsendelse. Også her er koden som benyttes entydig og unik. For varemerking er i utgangspunktet varens leverandør (produsent) ansvarlig for varemerking og koding. For kollimerking er transportør (første ledd) ansvarlig for tildeling av kode. I figur 4.4 nedenfor vises 1. og 2. generasjons strekkoder.

### 1. Generasjon (1D)



SSCC - kode

### 2. Generasjon (2D)



PDF 417

Figur 4.4 Eksempler på strekkoder – 1D (endimensjonale) og 2D (data matrix eller todimensjonale).

På venstre side vises første generasjons strekkode (1D) i form av SSCC som er meget utbredt i forsendelsessammenheng. På høyre side vises en 2. generasjons strekkoder i form av PDF 417-formatet som er mye brukt til UID-merking, dvs. unik identifisering av artikler.

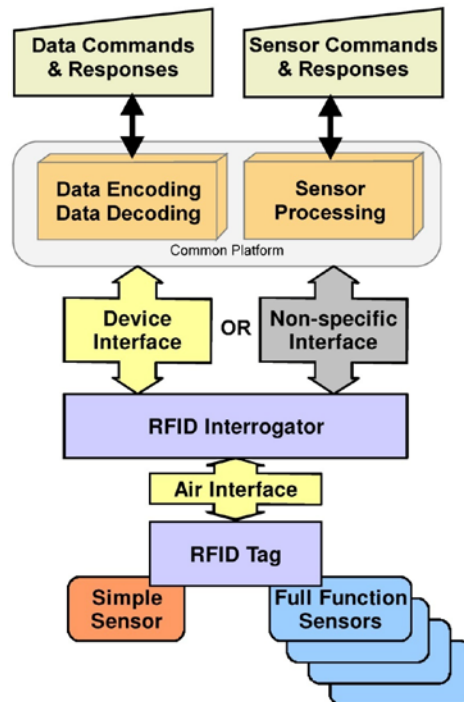
## 4.3 Sensorteknologi

I all hovedsak er det to typer sensorer utviklet for unik enhetsmerking. De sensorene som er integrert på en RFID-brikke, er i utgangspunktet den raskeste fremgangsmåten for Forsvaret å anskaffe seg automatiserte sensordata på. Organiske sensorer som er integrert i plattformene, tar noe lengre tid å implementere og dra fullt utbytte av.

### 4.3.1 Sensorer integrert i RFID-brikken

Hovedformålet med integrerte sensorer er å gi beslutningstager og vedlikeholdspersonell bedre innsikt i status for materiell og forsyninger. Ved å gjøre sensorinformasjonen digitalt tilgjengelig og sporbare kan ledelsen reagere på hendelser på en proaktiv måte.

Sensorer integrert i RFID-brikken monitorerer miljømessige karakteristikk ved enheten som brikken er festet til. Eksempler på slike karakteristikk er temperatur, fuktighet, lys, vibrasjoner og sjokk. Det som er felles for disse sensorene, er at de kommuniserer direkte med RFID-brikken og bruker RFID-brikkens normale kommunikasjonskanal til å sende sensordata tilbake, jf. figur 4.5.



Figur 4.5 Sensorer og andre systemkomponenter i en RFID-brikke. [4]

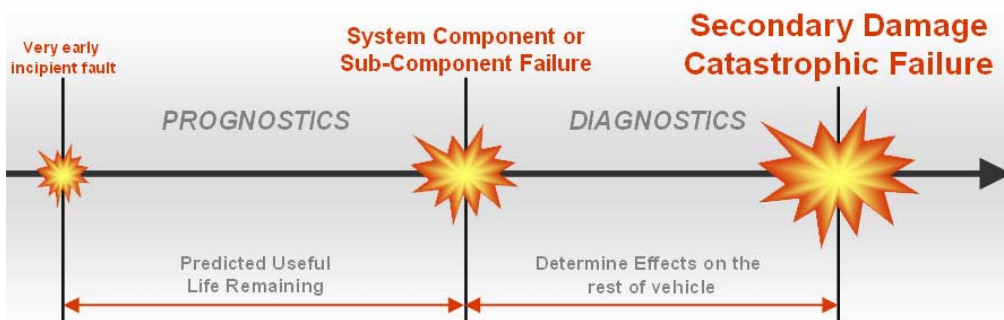
Som skissert i Figur 4.5, vil sensordata overføres via RFID-avleseren og deretter via standardiserte eller proprietære fysiske grensesnitt (*device interface*) eller f. eks. XML-meldinger for videre prosessering. RFID-avleseren kan sende spesifikke kommandoer til RFID-brikken som da responderer med sensordata.

Det er store sikkerhetsmessige gevinster med å automatisere monitoreringen av konteinere i forsyningskjeden. I første omgang har sensordata blitt brukt til å følge opp konteinere under lagring eller transport ("smarte konteinere"). Konteinere som for eksempel har vært åpnet under transport, kan automatisk gi signaler (via f. eks. sms eller e-post) og tas til side for videre oppfølging av sikkerhetspersonell.

#### 4.3.2 Organiske sensorer i en plattform

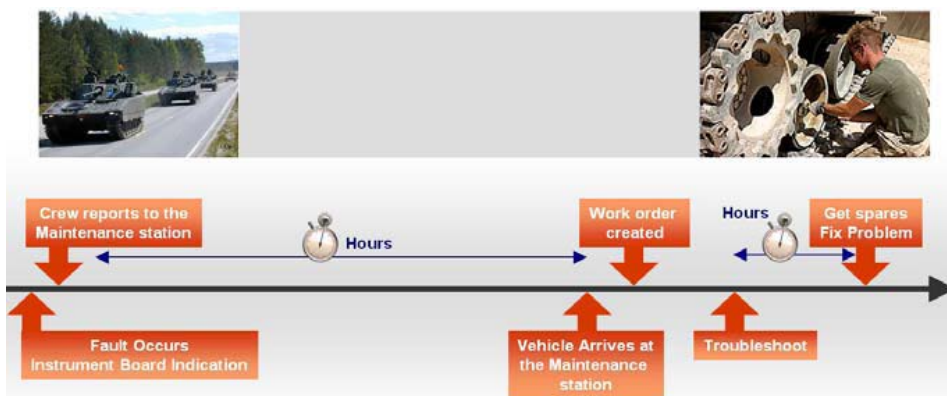
Hovedideen bak et intelligent vedlikeholdssystem er å kunne fange opp statusmeldinger fra systemkomponenter i en gitt plattform (f. eks. CV-90). På bakgrunn av denne informasjonen kan en gjøre korrigeringer på et tidligere tidspunkt enn i dag (ofte når feilen har oppstått og må repareres). Ved at det intervereres tidligere kan større komponentbrudd hindres og fremtidige katastrofer (havari) avverges. På sikt vil dette gi besparelser i komponentutskiftninger, vedlikeholdstimer og kostnader.

Figur 4.6 illustrerer at mindre systemfeil genererer større komponentfeil som i ytterste konsekvens kan føre til fullt havari av en plattform. Det er derfor viktig å handle tidlig i skadeforløpet for å opprettholde ønsket tilgjengelighet på plattformen.



Figur 4.6 Sammenhengen mellom komponentvedlikehold, systemfeil og havari. [5]

Figur 4.7 viser en typisk vedlikeholdsprosess slik den foregår uten integrerte sensorer. Når en komponentfeil oppstår vises en feilmelding i kjøretøyets kontrollpanel (*dashboard*). Brukeren av kjøretøyet rapporterer deretter til vedlikeholdsavdelingen at noe er galt, og kjøretøyet transporteres til verkstedet hvor en utarbeider én eller flere arbeidsordrer ved ankomst. En grundig undersøkelse av kjøretøyets tilstand utføres av vedlikeholdspersonellet og reservedeler bestilles. Først når reservedelene er fremskaffet starter selve reparasjonen.

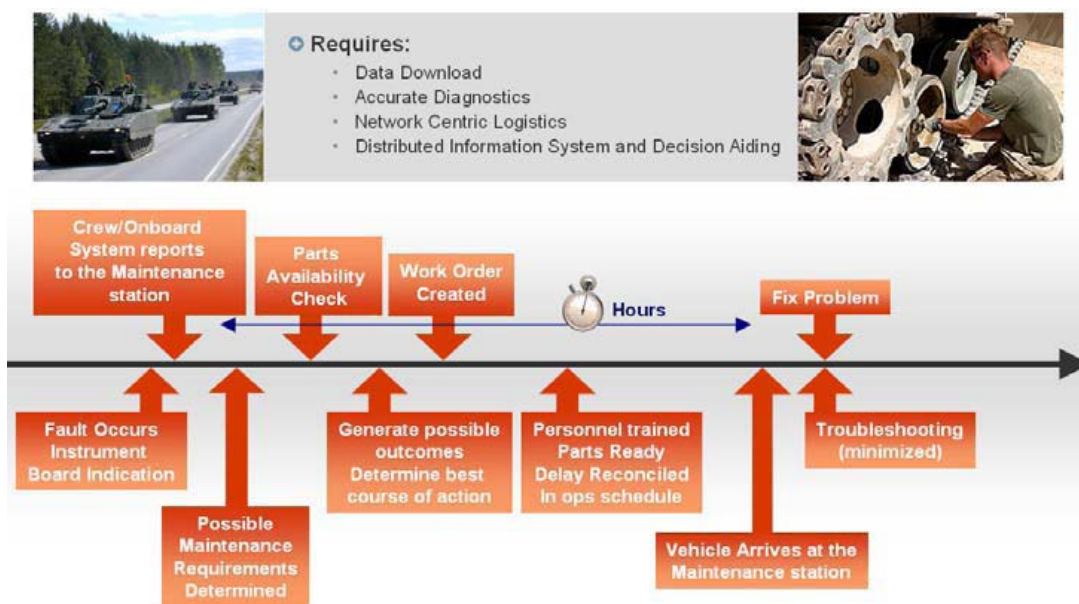


Figur 4.7 En tradisjonell vedlikeholdsprosess (uten integrerte sensorer). [5]

Tidsbruken i en typisk vedlikeholdsprosess er todelt. Første ventetid er fra feilen er rapportert og til selve kjøretøyets ankomst til verkstedet for diagnose og feilsøkning. Andre ventetid er bestillingen av reservedeler eller ventingen på eventuelle spesialister som kan reparere skaden.

Ved å integrere sensorer i plattformer vil ventetiden reduseres dramatisk fordi sensorene bidrar til parallelle prosesser fremfor dagens sekvensielle prosesser. Når en komponentfeil oppstår vises som vanlig en feilmelding i kjøretøyets kontrollpanel (*dashboard*). I tillegg registrerer sensoren i kjøretøyet feilmeldingen som videresender informasjonen til vedlikeholdsavdelingen før kjøretøyets ankomst. Ved hjelp av sensornettverket i plattformen kan vedlikeholdsavdelingen raskt gjennomføre en diagnose, og eventuelle reservedeler og spesialistkompetanse bestilles umiddelbart. Når reservedelen har ankommet utarbeides arbeidsordre, vedlikeholdes planlegges (riktig kompetanse) og kjøretøyet transporteres til vedlikeholdsavdelingen for reparasjon. Problemet kan dermed utbedres med langt mindre tidstep. Vedlikeholdsprosessen med sensorer er vist i figur 4.8.





Figur 4.8 Vedlikeholdsprosess med integrerte sensorer. [5]

Som det fremgår av figur 4.8, er det mange aktiviteter som pågår samtidig like etter at det er oppstått en feil med kjøretøyet. Ved at sensordata gjøres tilgjengelig for vedlikeholdspersonell på forhånd kan en effektiv reparasjon planlegges mens kjøretøyet fortsatt er i bruk, eller under transport til verkstedet. Imidlertid understrekes nødvendigheten av gode diagnosekapasiteter på kjøretøyets komponenter (sensorer), effektiv dataoverføring og gode logistikksystemer (bestilling og sporing av reservedeler).

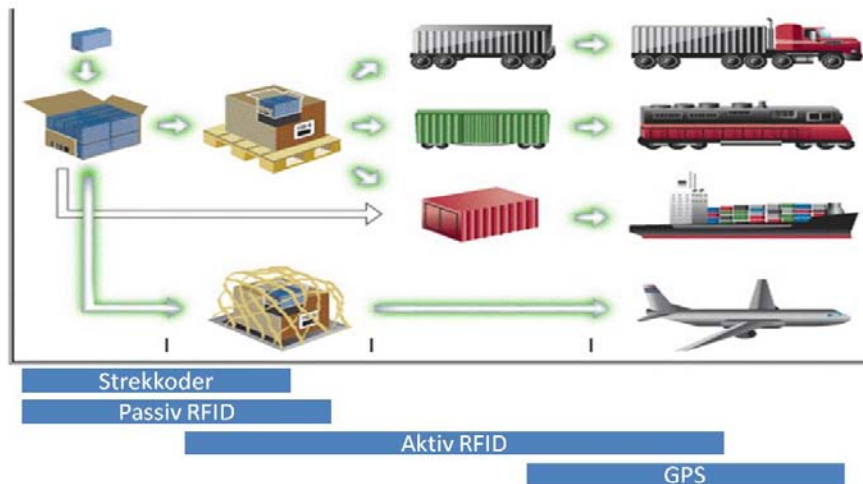
Innen lagerhold og transport av forsendelser vil sensorer kunne gi rask og viktig innsikt i tilstanden til materiell og forsyninger i forsyningskjeden. Innenfor enkelte typer forsyningsklasser er fordelene åpenbare. Innenfor fagområdet våpen og ammunisjon er det relativt strenge krav til lagerhold (med tanke på fuktighet og temperatur) og det dermed meget nyttig å monitorere tilstanden, både under normalt lagerhold og under transport mellom avdelinger, for å ivareta krav til ytelse, sikkerhet og økonomi ved lagring og transport.

Innen vedlikeholdstjenestene vil økt utnyttelse av sensorer være med å muliggjøre en endring av vedlikeholdskonseptet fra tidsbasert vedlikehold til tilstandsbasert vedlikehold. Som beskrevet over kan dette både redusere vedlikeholdsutgiftene og øke tilgjengeligheten på plattformene.

Imidlertid er det forholdsvis dyrt og tidkrevende å integrere nye sensorer i eksisterende systemer. Derfor bør integreringen av logistikksensorer i plattformer skje i forbindelse med nyanskaffelser og materieloppgraderinger (*Mid-Life Update* – MLU).

#### 4.4 Komplementære Auto-ID teknologier

Forenklet fremstilt kan en si at på artikkel- og individnivå anvendes først og fremst strekkoder og passive RFID-brikker, mens på paller og containere anvendes aktive RFID-brikker. Kjøretøy påmonteres GPS-enheter som sørger for kontinuerlig satellittbasert sporing.



Figur 4.9 Kombinert bruk av strekkoder, RFID og GPS gir et godt helhetsbilde av forsyningskjeden. De forskjellige teknologiene bør sees på som komplementære. [6]

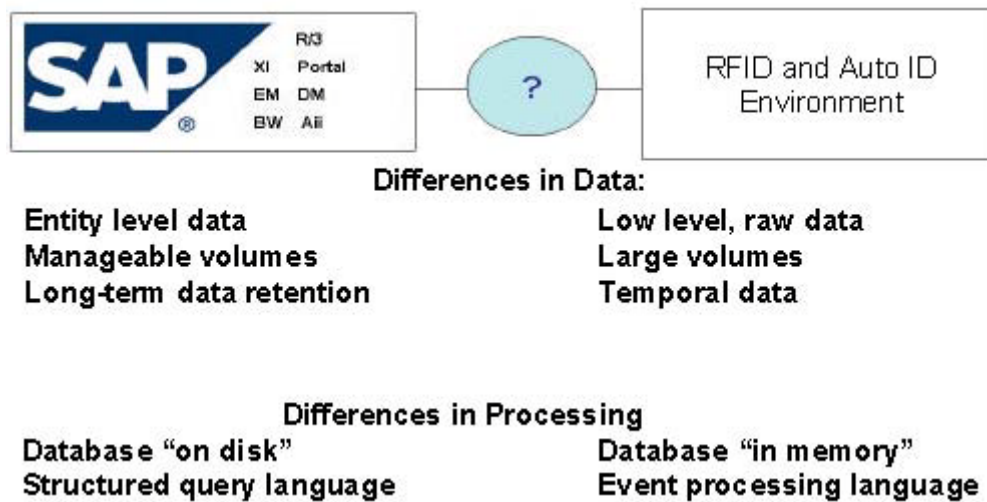
Som Figur 4.9 viser, gir summen av sporingsteknologiene stor fleksibilitet i anvendelse og bruk. For eksempel så kan en pakke først spores med en strekkode fra plukking og klargjøring til den er ved en distribusjonssentral. Ved distribusjonssentralen pakkes den originale pakken på en euro-palle som settes inn i en container. Fra nå av er det en RFID-brikke som sporer forsendelsen videre. Dersom det er en høyverdi leveranse kan også transportkjøretøyet spores via en GPS-enhet.

## 5 Informasjonssystem

Historisk sett har et av de viktigste innsatsområdene for utviklingen av IKT vært på de interne logistikksystemene (styring av ordre, lager, produksjon og innkjøp) i ulike virksomheter. Økt fokus på samarbeid med ulike underleverandører har bidratt til at interorganisatoriske løsninger er blitt mer og mer fremtredende. Typiske fordeler med en slik samarbeidsform er reduserte transaksjonskostnader knyttet til den enkelte ordre, både for kjøper og selger, reduserte (administrative) ledetider i verdikjeden, lavere kostnader (og/eller bedret kundeservice) og reduserte forhandlings- og avtalekostnader i innkjøpsprosessen.

Dette er også en trend vi ser i Nato. Det utvikles stadig nye metoder og konsepter for datautveksling mellom nasjonene og Nato, og også Forsvarets informasjonssystem må imøtekomme kravene og behovet for informasjonsutveksling.

Imidlertid er det et klart skille mellom tradisjonelle transaksjonsbaserte IT-systemer (som *Enterprise Resource Planning*-systemer (ERP-systemer), og hendelsesbaserte IT-systemer som mottar informasjonsflyten fra Auto-ID systemer (se figur 5.1). ERP-systemer er en betegnelse på en type programvare med funksjonalitet som støtter flere eller alle virksomhetsområder innen organisasjonen.



Figur 5.1 Forskjeller mellom ERP-systemer (eksemplifisert ved SAP som brukes i Forsvaret) og Auto-ID-systemer innenfor datahåndtering og prosessering. [7]

Venstre side av figur 5.1 viser hvordan ERP-data blir benyttet og hvordan disse dataene blir prosessert. Dataene er diskbasert og bygger på relasjonsdatabaseteknikker. Data legges inn på en bestemt måte, og det krever god opplæring av operatører for å kunne drifte og vedlikeholde disse.

Høyre side av figuren, viser hvordan Auto-ID data blir håndtert. Dataene kjennetegnes som rådata og genereres i store mengder. Nyttan av dataene er av kort varighet og dataene lagres normalt sett ikke på *harddisk* (kun "database i minne") og det prosesseres hendelser (*Events*) på bakgrunn av

disse rådataene som kommer inn. Et vanlig eksempel på bruk av prinsippet ”database i minne” er kalkulasjoner som utføres i MS Excel før de lagres på fil.

## 5.1 Forsvarets integrerte forvaltningssystem

Forsvaret har et kontinuerlig behov for å effektivisere forvaltningen og styringen av virksomheten gjennom forbedrede prosesser og felles utnyttelse av de mulighetene moderne informasjonsteknologi gir. Felles integrert forvaltningssystem (FIF) er Forsvarets felles løsning for styring og kontroll av personell, materiell og økonomi. Løsningen skal understøtte Forsvarets virksomhet på strategisk, operasjonelt og taktisk nivå. Systemet er basert på SAP som er et ERP-system. Med ”system” menes her samspillet mellom mennesker, organisasjon, direktiver, prosesser, prosedyrer og teknologi.

Grunntanken bak ERP er at prosessene som utføres i en organisasjon, bør være integrerte i én felles løsning som benytter felles data og informasjon. Dette betyr at informasjon kun registreres én gang, for deretter å gjenbrukes i alle prosesser som måtte ha bruk for den. Det er derfor svært viktig at informasjon som legges inn i et ERP-system er riktig. Dette stiller krav til kompetanse og kvalitetskontroll for å sikre at informasjonen registreres på en måte som gjør den gjenbrukbar i ulike sammenhenger.

I utviklingen av FIF står modellering av forretningsprosesser sentralt. En forretningsprosess beskriver sammenhengende aktiviteter som gjennomføres på tvers av organisatoriske grenser. Den viktigste årsaken med å modellere prosesser er å kartlegge behovet for teknologi og organisering. En prosess beskriver ofte en bestemt og logisk rekkefølge av aktiviteter f. eks. det å plukke en vare på lageret før den pakkes. Imidlertid kan en prosess være en del av en større ende-til-ende prosess som utføres av ulike personer med ulike roller. Det er for eksempel fullt mulig å klargjøre en forsendelse ved å gjennomføre en plukking og pakking av forsendelsen for deretter å gi den ut til noen uten at den siste transaksjonen er blitt registrert i ERP-systemet. Problemet er at hvis en ikke foretar korrekt vareutlevering, vil ikke regnskapet oppdateres. Selv om en prosess virker tungvint og ulogisk for den enkelte bruker, må aktiviteten gjennomføres slik det forventes/kreves for at ende-til-ende-prosessen skal fungere som forutsatt.

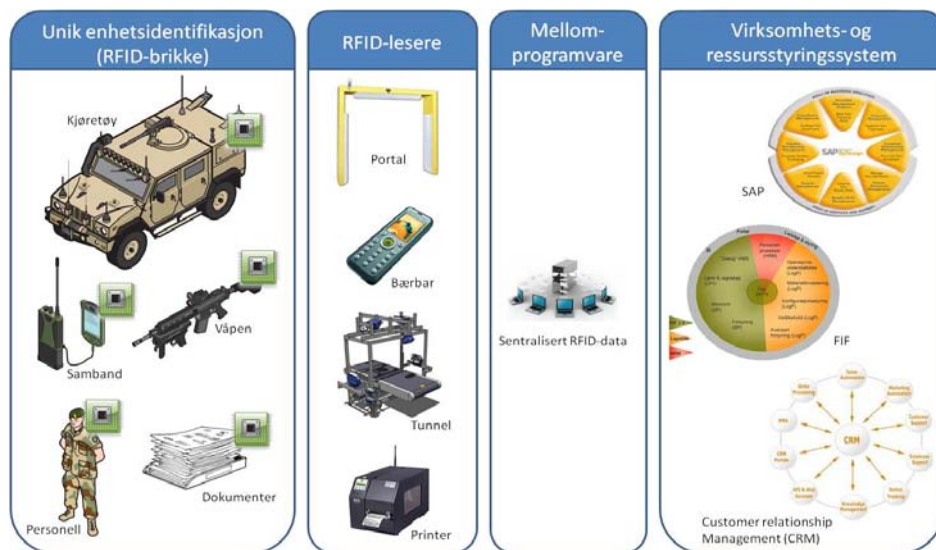
En av de største fordelene med SAP er at opplysninger kun blir registrert én gang og kun ett sted. Dette er av stor relevans for Forsvaret fordi sektoren i stor grad behandler informasjon på tvers av både logistikk, økonomi og personell. I appendix G vises kompleksiteten til et typisk SAP-system og hvor tett integrert de forskjellige delsystemene kan være i et slikt system.

## 5.2 TAV-funksjonalitet i FIF

Den grunnleggende konnektiviteten mellom datafangstsystemer (her representert med Auto-ID teknologier) og FIF er avgjørende for en suksessfull implementering av TAV. I FIF vil grunnlagsdata vedrørende en forsendelse, en artikkel eller en plattform være tilgjengelig (og data skal legges inn kun én gang), mens Auto-ID systemet vil generere sporingsdata basert på et unik identifikasjonssummer knyttet til objektet. Systemene utveksler informasjon med hverandre, og

synligheten for alle logistikkressursene er dermed tilgjengelig i FIF. På bakgrunn av dette utvikles en sporingsportal i FIF hvor historikken til en forsendelse, eller en enhet, (artikkelnivå) gjøres søkbar. En slik integrert tjeneste vil utøve rollen som *single point of contact* for brukeren.

Figur 5.2 illustrerer hvordan TAV bør kobles sammen med FIF og hvilken rolle et ERP system som FIF har som totalsystemintegrator.



Figur 5.2 Koblingen mellom et RFID-system og FIF.

Auto-ID systemer er ansvarlig for datainnsamlingen og prosessering av de ulike avlesninger som foregår i dette domenet, mens SAP og FIF ivaretar historikken og integrasjonen med resten av virksomhetsstyringen. I appendix F vises en detaljert oversikt over integrasjonen mellom et ERP-system og et Auto-ID system.

Det er viktig at informasjonen er tilrettelagt på en praktisk og lettfattelig måte i ERP-systemet. Et eksempel er evnen til ”å borre seg ned” i innholdet til en gitt forsyning. Hvis en konteiner med forsyninger spores i sporingssystemet, vil det sannsynligvis dukke opp et behov for å vite nøyaktig hva som inngår i forsendelsen/konteineren. Funksjonaliteten som på engelsk kalles *Drill-down* er en viktig kapasitet som er nyttig for både mottaker og avsender av en forsendelse.

Konsolidering av informasjon er også nødvendig for å lage relevant informasjon som kan nyttiggjøres som beslutningsstøtte. Det at informasjon fra et område (f. eks. økonomi/regnskap/innkjøp) kan integreres med informasjon fra et annet område (f.eks. lagerstyring) gir muligheter til å lage konsoliderte rapporter som dekker organisasjonens behov.

”Digitale dashboard” er et beslutningsstøtteverktøy som utvikles spesielt til ledere på strategisk nivå. Her aggregeres relevant og tidsriktig informasjon som enkelt kan avdømmes på bakgrunn av forhåndsdefinerte kriterier. På denne måten kan ledelsen enkelt og greit monitorere de viktigste aktiviteter og prosesser som faller inn under deres ansvar. Det må også tilrettelegges for en

fleksibel informasjonsutveksling i TAV-konseptet. I tillegg til dagens ”push-type” distribusjon bør en få på plass informasjonsutveksling som følger to nye modeller.

For det første en ”pull-modell” hvor det er brukeren, ikke produsenten av informasjonen, som bestemmer hvilken informasjon han trenger. En slik modell kan tilby abonnementstjenester i Forsvarets fremtidige sporingssystem, dvs. at informasjon tilbys som tjenester i nettet, og brukere kan ved behov abonnere på ønskede tjenester. Et abonnement kan f. eks. være å få tilgang til alle forsendelser av forsyninger innenfor et spesifisert geografisk område. Et slikt abonnement kan gi viktig sanntidsinformasjon til aktører som har behov for å styre logistikken i operasjonsområdet. Den andre modellen er geolokalisert distribusjon, f. eks. at varsel om oppdukkende hendelser i et område går direkte til alle enheter som kan bli påvirket av hendelsen.

For at nettverksbasert logistikk skal bli en suksess må Forsvaret være i stand til å forbedre konnektiviteten i forsyningskjeden, samt øke kapasiteten (båndbredden) mellom logistikkenheter og brukerne i operasjonsområdet. Flere av nettverkskoplingene forutsetter også utveksling av båndbreddekrevenende informasjon mellom enheter på lavt nivå i organisasjonen. Disse enhetene er ofte mobile, så løsningene inkluderer trådløse systemer. Bruk av satellitt og andre eleverte plattformer kan bidra til å løse disse utfordringene.

Det er også viktig at kommunikasjonsarkitekturen til Auto-ID plattformen tar imot forskjellige kommunikasjonsformer som baserer seg på internett, satellitt, GSM, 3G og andre mobile løsninger. Alarmbeskjeder/statusmeldinger kan dermed videresendes til web, mobil eller e-post avhengig av hva som passer situasjonen best.

## 6 Virksomhetsområder som påvirkes av TAV

Dersom Forsvaret velger å satse på TAV, kan en forvente at flere virksomhetsområder blir berørt. Systemer knyttet til innkjøp, distribusjon, lagerdrift, vedlikehold, analyse og beslutningsstøtte påvirkes direkte av TAV. Imidlertid vil bruken av TAV også gi ringvirkninger inn i de andre sektorene i Forsvaret, spesielt pågående operasjoner i og utenfor Norge samt den daglige styrkeproduksjonen av befal og soldater. Dette skyldes i hovedsak at datakvaliteten forbedres betraktelig ved innføring av TAV. Økt datakvalitet kommer både operative og støttende avdelinger til gode ved at ressursene, deres plassering, bevegelse og tilstand gjennom logistikkjeden, er kjent og synlig for alle som har behov for det.

### 6.1 Forsyningstjeneste

Innenfor forsyningstjenesten er det spesielt distribusjon og lagerdrift som vil få størst nytte av TAV. Når distribusjonstjenesten evner å spore forsyninger på lager og under transport vil dette kunne få stor effekt på mottakersiden. Avvikshåndtering og oppdaterte leveringsplaner kan gis til kunden i operasjonsområdet. Som eksemplet fra Irak-krigen viser (jf. tekstboks), er systemer som kan spore materiell under distribusjon viktig for å kunne følge opp forsyninger langs forsyningskjeden.

*In preparing for the War in Iraq, a sea van container carrying medical supplies was erroneously removed from its vessel at a port in Hong Kong. Before the vessel could leave, the application monitoring the RFID tag on the sea van container alerted military logistical personnel, who were able to get the container placed back on the vessel before it left for the Middle East. It would have taken months to have corrected the distribution error without the RFID tag[7].*

Lagerdrift er en stor del av forsyningstjenesten, og innføringen av TAV påvirker effektiviteten direkte gjennom automatisk datafangst ved lagertelling, varemottak, endret lagerlokasjon, plukking og utlevering.

Lagertelling skal gjennomføres i Forsvaret regelmessig. Ved hjelp av en håndholdt skanner kan lagerartiklene telles elektronisk, avviket posteres automatisk og tiltak for korreksjoner kan i verksettes raskere, basert på et bedre informasjonsgrunnlag enn gjennom manuell lagertelling.

I den daglige bruken av lageret ved uttak og varemottak vil TAV bidra til store forbedringer. Plukklistene overføres elektronisk til håndterminalen når plukkordren utstedes, og operatøren kan lett plukke, skanne og automatisk registrere artikler og transaksjoner i SAP (beholdninger oppdateres automatisk).

TAV påvirker ikke bare distribusjon og lagerdrift direkte, men også styringen av selve distribusjonsprosessen. Gjennom en direkte integrasjon av ordreprosessen og transportplanleggingen ved å automatisere bestillingsprosesser med nøkkelleverandører kan f. eks. en godkjent bestilling overføres elektronisk fra innkjøpssystemet til leverandørens ordresystem, eventuelt koblet med elektronisk ordrebekreftelse tilbake. Dette krever imidlertid direkte informasjonsutveksling med leverandører, transportører og speditører (sikkerhetsvurdering). Ved en slik styring av ordre-

prosessen vil det innebære store reduksjoner i ledetider (ved at de administrative ledetider forkortes), økt servicegrad (som et resultat av bedre responstider), økt informasjonskvalitet og dermed mindre avvik i kvanta, tid og kvalitet, og virtuell lagring<sup>4</sup>.

Opp til nå har forsendelsessporing i stor grad vært en manuell prosess i Forsvaret. Figur 6.1 viser et eksempel på forsendelsessporing i *Kabul International Airport* (KAIA) hvor det gjennomføres manuelle avlesninger av hver pakke som ankommer flyplassen.



Figur 6.1 *Manuell forsendelsessporing ved Kabul International Airport*

Pakkene kontrolleres opp mot en cargoliste som er skrevet ut lokalt. Hele prosessen er svært ressurskrevende, og siden alt arbeid er manuelt og ikke registreres i datasystemer vil slike prosesser ikke være synlige for andre aktører i forsyningskjeden. Det er nettopp denne mangelen på synlighet for sluttbruker som gjør kontrollfunksjonen og oppfølging spesielt vanskelig.

Et TAV-system for sporing av forsendelser vil gi informasjon om hvor forsendelsene til enhver tid er, hvilken status de har (f. eks. under transport, på lager etc.) og hvem som er avsender og mottaker. I enkelte tilfeller kan sporingssystemet også gi oppdateringer på forsendelser som er under transport (dvs. mellom to sporingsnoder) enten ved hjelp av autonome GPS/RFID-brikker som festes til en konteiner, eller ved hjelp av en GPS-enhet som festes direkte til transportkjøretøyet, jf. kapittel 4.

Et system for å spore militære forsendelser må være fleksibelt og deployerbart. Det følger at en typisk infrastruktur for sporing av forsendelser må ha et innslag av både faste og mobile sporingsnoder. Det settes opp faste sporingsnoder med automatisk datafangst (RFID og strekkoder) på lokasjoner nasjonalt og ved egnende avdelinger i internasjonale operasjoner.

Nodene vil være knyttet opp mot lagerlokasjoner i Forsvaret og kan dermed være stasjonære og operative over en lang periode (flere år). Mobile sporingsenheter etableres på midlertidige

*Marines can see where critical items are, and that changes the dynamic... The dialog (between forward operating bases and the logistic hub) has changed from "Where's my stuff" to "Why isn't my stuff moving" to "I want you to put my stuff on the next truck because I can see it's there."  
Alan Estevez, Assistant Deputy Undersecretary of Supply Chain Integration*

<sup>4</sup> Lagere som befinner seg på ulike geografiske steder, styres som om det var et sentrallager.



lokasjoner i forsyningskjeden og settes opp der de gir størst utbytte i en operasjon. Under operasjonen kan disse enhetene relativt enkelt flyttes fra en lokasjon til en annen. For enkelte typer materiell, herunder attraktive våpen og ammunisjon, kreves det spesielle krav til transport og sikkerhet under transport. For slikt materiell kreves det sannsynligvis både sanntidssporing ved hjelp av GPS-enheter og tilstandssporing ved hjelp av RFID-brikker med sensorer.

## **6.2 Prognostisering, planlegging og styring av logistikkjenester**

Den økte informasjonstilgangen gir muligheter for bedre prognostisering av behovet for forsyninger og logistikkjenester. Dette er viktige elementer for å effektivisere forsyningskjeden.

Det er to kategorier informasjon som danner grunnlaget for å kunne prognostisere behovet for forsyninger og logistikkjenester. Disse er den operative planen og forbruksrater. Den operative planen angir hvilke avdelinger og hva slags utstyr som inngår, og hva de skal gjøre (aktivitet og oppdrag). Forbruksrater inneholder erfaringsbaserte data over logistikkbehov under forskjellige oppdragstyper og geografiske eller klimatiske forhold.

I dag er det liten fokus på rater for ressursforbruk. Spesielt er det vanskelig å knytte aktiviteten (oppdraget) som avdelingen gjennomfører opp mot forbruket. En digitalisering og automatisering av logistikkstatus vil kunne automatisere denne prosessen slik at Forsvaret vil få bedre og oppdaterte rater som er en forutsetning for gode prognoser.

Dersom det eksisterer et presis og tidsriktig logistikkbilde, kan avvik i henhold til leveringsplan raskt videreformidles. Dette muliggjør at tiltak, som revidert leveranseplan, raskere kan utarbeides og iverksettes, noe som igjen vil gi en økt effekt. For eksempel kan nye kjøreplaner (ruter) utarbeides dersom det oppstår endringer i det disponible veinettet grunnet kamphandlinger.

I et fremtidig stridsmiljø der de operative styrkene har informasjon om hverandres posisjoner, er det viktig at også logistikken er på samme system. Uten denne informasjonen er det vanskelig å finne avdelingene/enhetene som skal etterforsynes/vedlikeholdes og redusere risikoen i logistikkoperasjonene. Tilgang til situasjonsbilde med oversikt over trusler i området er også nyttig for fremføringen av forsyninger.

Det overordnede formålet med å spore containere og transportkjøretøy er å utnytte kapasiteten i transportsystemet best mulig. Dersom en container er savnet, eller ikke i bruk, kan et sporingsystem gi Forsvaret evne til å lokalisere den raskt. Dette gjøres ved at det festes RFID-brikker på kjøretøyer og containere slik at de automatisk avleses når de passerer forhåndsoppsatte RFID-avlesere i forsyningskjeden eller inne på basen. Dersom man f. eks. har to krokløftere i operasjonsområdet, kan det være gunstig å ha en GPS-mottaker festet til begge slik at et oppdatert situasjonsbilde kan skaffes til veie til enhver tid. På denne måten kan GPS-sporing være med å utnytte ressursene – i dette tilfellet knappe transportressurser – på en bedre måte.

### 6.3 TAV og *Performance Based Logistics* (PBL)

PBL er et logistikkonsept som baserer seg på kjøp og leveranser av en ytelse/tjeneste i stedet for et spesifikt produkt. Kjøper av plattformen velger dermed å betale en pris for at leverandøren garanterer en gitt tilgjengelighet av plattformen fremfor å bygge opp en egen støttestruktur, utdanne mekanikere, anskaffe motorer, reservedeler, diagnostiseringsutstyr etc. Hvordan leverandøren organiserer seg og sørger for denne tilgjengeligheten, er noe som kjøper i utgangspunktet ikke trenger å bekymre seg for.

En effektiv (og lønnsom) PBL-løsning forutsetter imidlertid at leverandøren kan trekke veksler på spesialkunnskap og stordriftsfordeler som finnes, slik at sub-optimalisering av støtte- og vedlikeholdsorganisasjon og tungvinte frakt- og lagerløsninger unngås. En god TAV-løsning gir leverandøren et godt situasjonsbilde på logistikksiden og dermed muligheten til å forvalte og styre sine ressurser på best mulig måte. En plattform der TAV og PBL vil komme inn med særlig stor tyngde, også for Forsvaret, er F-35. Understøttelsen av F-35 vil være basert på et leverandørkonsept kalt *Autonomic Logistics Global Sustainment* (ALGS) [8], som omfatter *Joint Fleet Management*, *Supply Chain Management* og *Support Equipment Management*.

ALGS på F-35 vil støttes av en leverandørutviklet og -drevet (proprietær) informasjonsinfrastruktur og beslutningsstøtte kalt *Autonomic Logistics Information System* (ALIS). ALIS vil gi TAV for de F-35 relaterte ressurser som er nødvendig for å stille F-35 klar til innsats hjemme og ute. ALIS som et frittstående system alene er imidlertid ikke nok, da F-35 operasjoner vil skje i samspill med andre av Forsvarets ressurser. Det er nok derfor ønskelig å integrere deler av ALIS-systemet med FIF slik at beslutningsstøttende informasjon vedrørende Forsvarets ressurser finnes på et sted.

### 6.4 utfordringer med TAV

Det er flere utfordringer knyttet til TAV, og mange av dem er ikke bare knyttet til TAV spesifikt, men også mer generelt til NbF. I det følgende er det trukket frem noen av problemområdene som en bør være oppmerksom på når en vurderer å innføre TAV.

#### *Behovet for en underliggende informasjonsinfrastruktur:*

En utfordring knyttet til implementasjonen av TAV er problemstillinger rundt tilgjengeligheten av en velfungerende, tilpasningsdyktig informasjonsinfrastruktur med tilstrekkelig kapasitet i ulike situasjoner. Spesielt krevende er dette i scenarier hvor enkelte styrkeelementer er spredt over store områder og hvor de ikke har noen eksisterende infrastruktur å støtte seg på.

#### *Sårbarhet og fall-back alternativer:*

En organisasjon som er tilpasset og trent til å operere innen et TAV-konsept, vil høyest sannsynlig få store problemer dersom systemet, av ulike årsaker, degraderes under et visst minimumsnivå. Det er derfor viktig at organisasjonen også er tilpasningsdyktig og trent til å endre handlingsmønster, avhengig av situasjonen.

### Sikkerhet:

Behovet for tillit mellom de ulike aktørene i nettverket er en forutsetning for å få TAV-konseptet til å fungere. Typisk vil mye av informasjonen som flyter i nettverket være sensitiv, slik at andre vil kunne benytte seg av informasjonen til egen fordel.

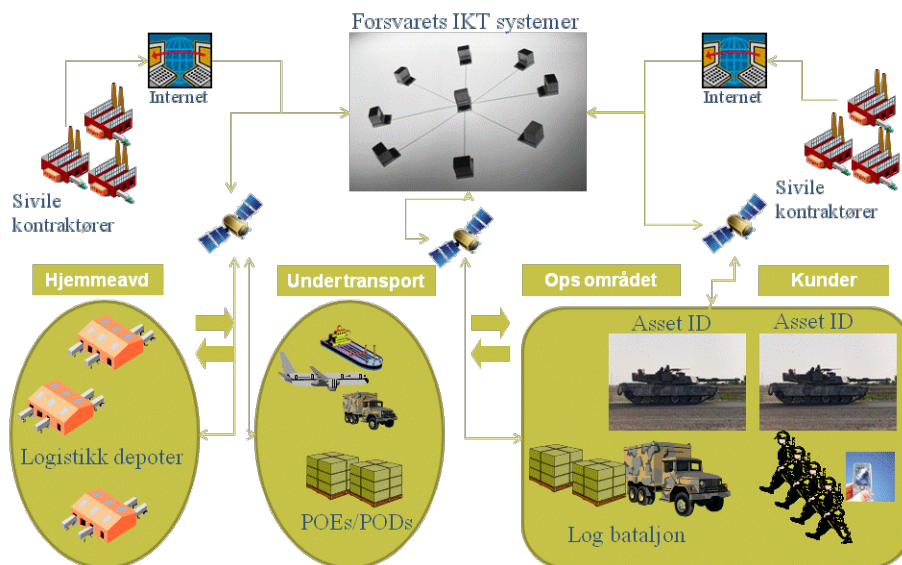
### Andre utfordringer:

I tillegg til ovennevnte kan kort nevnes for eksempel behovet for tilstrekkelig kompetanse og en forståelse for de organisatoriske, mellommenneskelige og kulturelle utfordringer i et nettverksbasert konsept. Også dette er eksempler på utfordringer som like mye er knyttet til innføringen av NbF generelt som til TAV spesielt.

*“...trust has to be established at the political, organizational, personal, information exchange, procedural, and technical levels before NATO Nations, coalition partners, and other organizations are willing to share classified and even unclassified information. Current security policies in the nations or organizations when it comes to classified material, typically default to distrust each other. The security and information exchange policies must be opened to allow the interconnection of systems and the sharing of information between nations, organizations, and other parties. This still requires the premises of maintaining the security principles and concepts such as clearance, authorization, and need to know. [10]*

## 6.5 TAV-visjon

Fordelene ved TAV og ITV er mange, og i all hovedsak vil TAV innebærer en sterk forbedring i Forsvarets effektivitet. En visjon for TAV illustreres nærmere i figur 6.2.



Figur 6.2 TAV-visjon.

Dersom et kjøretøys sensorer registrerer problemer med våpenplattformen, melder det ifra om dette til kjøretøyet kjørecomputer. Logistikkbataljonen (Log-Bn) mottar statusendringen fra kjøretøyet og sjekker nøyaktig hvilke komponenter som bør skiftes ut (ved å kjøre direkte spørringer til en vedlikeholdsdatabase). Videre sjekkes tilgjengeligheten til de komponentene som må skiftes ut med Forsvarets logistikk-systemer og sivile leverandører. Reservedelene blir deretter

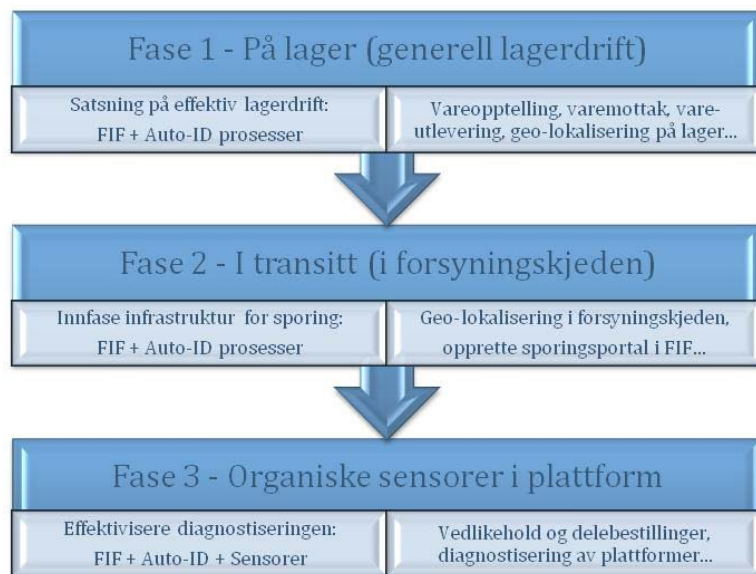
sendt fra nærmeste lager og sporet vha sporingsystemet til det ankommer operasjonsområdet. Forventet ankomstid for komponentene blir estimert og sendt ut til Log-Bn. Først når reservedelene ankommer vedlikeholdsavdelingen trekkes kjøretøyet ut fra operasjonen – ”just in time”. I dette eksemplet sørger TAV-systemet for at nedetiden til kjøretøyet er på et minimum og at riktig personell og materiell kan dirigeres til rett jobb.

Fordelene med et slikt system er åpenbare i forhold til dagens løsning, jf. kapittel 4.3:

- Presis og tidlig diagnose av tilstanden til plattformen (erstatte dagens mangellapper).
- Diagnosen blir automatisk kommunisert og overført til verkstedet og vedlikeholdssystemet.
- Vedlikeholdssystemet identifiserer og bestiller de riktige deler i riktig antall via logistikkbataljonens systemer og forventet leveringstid blir angitt.
- Presis selvd Diagnose gir verkstedet god planleggingshorisont med tanke på bruk av mekanikertimer og behovet for spesialkompetanse.
- Sporing av forsendelser fra avsender (hjemme) til mottaker muliggjør ”just in time”-planlegging av verkstedoppholdet.
- Den operative avdelingen får informasjon om når forventet reparasjon kan finne sted, og dermed et bedre operativt planleggingsgrunnlag.

## 7 Implementeringsplan

TAV vil først bli en realitet når alle delsystemene (beskrevet i kapittel 4 og 5) er knyttet sammen i et helhetlig informasjonssystem. Selv om det er mulig å hente ut store gevinster i form av effektivitet i logistikken og/eller forbedret service til de operative avdelingene innenfor hvert enkelt område er totaleffekten størst når flest mulige noder (med egne datafangstmetoder) tas i bruk og alle delsystemene arbeider sammen i en helhet. Den beste fremgangsmåten for å få et fullstendig utbygd TAV-system er likevel en serie av sekvensielle investeringer og implementeringsaktiviteter. En slik sekvensiell implementeringsplan er illustrert i figur 7.1



Figur 7.1 Sekvensiell implementeringsplan av TAV.

### Fase 1: På lager

Denne fasen fokuserer på å effektivisere lagerdrift og prosesser som er knyttet til dette. Lagrene må telles opp, og databaser må oppdateres jevnlig med hjelp av FIF-funksjonalitet og Auto-ID teknologier. Det må primært fokuseres på datakvalitet og innleggelse av data som kan benyttes til lagerstyring og/eller av andre prosesser. Målet er å ha god dokumentasjon (i elektronisk form) på alle bevegelser av varer og artikler/enheter som går inn og ut av lageret.

En god prioritering og utvelgelse av individer/artikler forut for merkingen er viktig. I utgangspunktet er det hensiktsmessig med et top-down tilnærming hvor man for eksempel starter med å merke alle artikler som har en verdi over et gitt beløp, eksempelvis 50 000 kroner. Deretter merkes artikler som det stilles store krav til kontroll av, som f. eks. skjermingsvennlig materiell som attraktive våpen og attraktiv ammunisjon. Videre merkes alle serialiserte artikler, dvs. artikler som allerede er serialisert i FIF. Til slutt merkes alt *mission essential*-materiell før en tar for seg resterende artikler.

*Fase 2: I transitt (i forsyningskjeden)*

I denne fasen etableres det en infrastruktur til datafangst og som kan benyttes til sporing av forsendelser, containere, logistikk-kjøretøyer osv. Målet med denne fasen er å gi en oversikt over hva som befinner seg i forsyningskjeden til enhver tid av logistikkressurser. Sluttproduktet vil her typisk være en sporingsportal i FIF.

*Fase 3: Sensorer i plattform*

Integreringen av logistikksensorer i plattformer bør skje i forbindelse med nyanskaffelser og midtlivsoppdateringer/materielloppgraderinger. En digitalisering av logistikkstatus muliggjør nye rapporteringsformater og effektiv presentasjon av denne type informasjon for verkstedpersonell og systemeiere.

## 8 Kostnader

Det er vanskelig å gi et estimat på kostnadene ved innføring av TAV siden det i stor grad avhenger av ambisjonsnivået. I tillegg er det uklart hvordan logistikkfunksjonen skal integreres i NbF og hvordan dette nettverket vil se ut. Videre er logistikkonseptet og -strukturen fortsatt på utredningsstadiet. Derfor er det foretatt noen grove økonomiske vurderinger som også tar hensyn til denne usikkerheten.

Den økonomiske analysen baserer seg på implementeringsplanen som ble beskrevet i kapittel 7, og benytter den samme inndelingen: Fase 1 – på lager, Fase 2 – i transitt og Fase 3 – organiske sensorer i plattform. Til slutt diskuteres integrasjonskostnadene mellom de ulike systemene.

### 8.1 På lager – enhetsmerking på artikkelnivå

Enkeltartikler forventes å være merket med strekkoder eller passive RFID-brikker allerede ved innkjøp. For eksempel når det gjelder innkjøp av våpen og ammunisjon bør Forsvaret sette merkantile krav om at produsentene merker disse i henhold til UID-standarden som Nato nå innfører, se kapittel 3.2. Merking kan enten gjennomføres før de overleveres til Forsvaret eller ved reparasjon/overhaling. Dette vil gradvis bidra til å få kritiske komponenter merket. Kostnadene ved en eventuell tilleggsmerking forventes uansett å være relativ små sett i forhold til artikkelens verdi og nytten av å ha kapasitet til å spore enkelte artikler.

Når det gjelder gammelt materiell som allerede ligger på Forsvarets lager og som ønskes UID-merket er dette en omfattende prosedyre. Som beskrevet i kapittel 3.2, så omfatter dette at databaser på artikkelnivå oppdateres (såkalte masterdata i SAP) og at informasjonen kvalitetssikres og verifiseres. Videre må materiellet fremskaffes, plukkes, klargjøres, sorteres og merkes med UID. Basert på implementeringsplanen må materiell merkes og avlesningsutstyr for UID installeres. Kostnadsfunksjonen (per lag) knyttet til selve merkingen er gitt ved produktet av antall artikler, antall personer (per lag) som merker, timelønn og tidsforbruket per artikkel, listet i tabell 8.1.

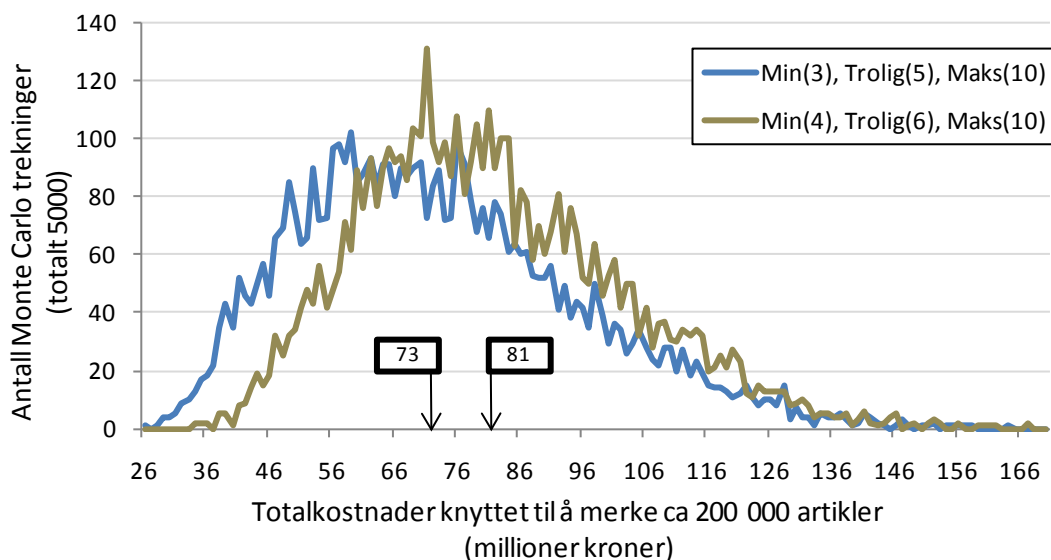
Kostnadsdriver	Forventet	Usikkerhet	Fordeling
Antall artikler	200 000	± 50 000	Uniform
Antall personer	3	Ingen	Ingen
Årlig kostnad	2 000 000	± 500 000	Triangulær
Tidsforbruk (min)	5	-2 / +5	Triangulær

Tabell 8.1 Kostnadsdrivere knyttet til UID-merking.

Basert på dette er det foretatt en Monte Carlo-simulering<sup>5</sup> i Crystal Ball<sup>6</sup> (5000 treknings med gitte statistiske fordelingsfunksjoner). Figur 8.1 viser store variasjoner i total kostnadene knyttet til

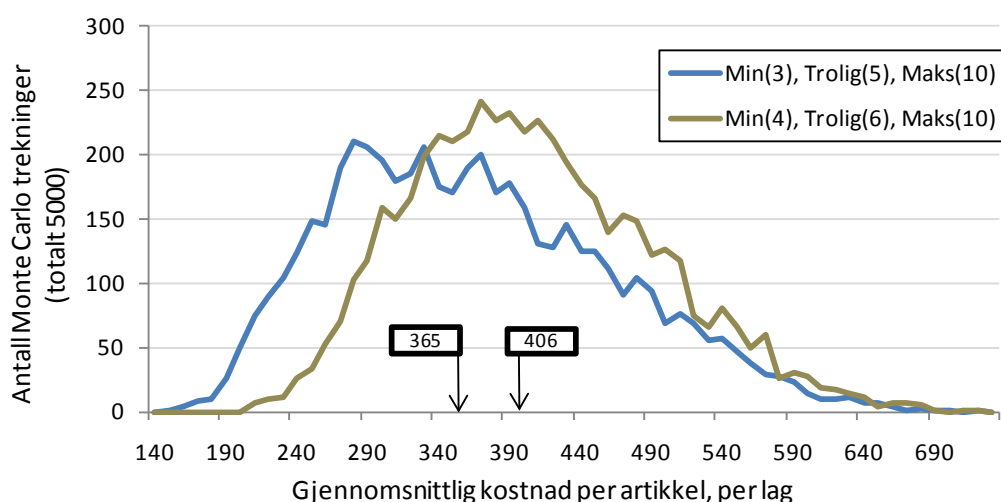
<sup>5</sup> Monte Carlo metoden er en stokastisk (ikke-deterministisk) simuleringsmetode basert på tilfeldige treknings fra gitte statistiske fordelinger (f eks normal-, uniform- eller triangulær fordeling). Utfallet fra en Monte Carlo simulering avhenger av antall treknings (5 000 i vårt tilfelle), sannsynligheten (fordelingen) og usikkerheten i inngangsverdiene (f eks enhetspris).

merkingen av ca 200 000 artikler. Forskjellen mellom laveste og høyeste anslag varierer med over 140 mill. kroner. En grundig variasjonsanalyse forteller oss at det som bidrar mest til usikkerheten i anslaget, er tidsbruken per artikkel. Figur 8.1 viser ulikheten i anslagene, gitt en tilsynelatende liten endring i forventet tidsforbruk for å merke en artikkel.



Figur 8.1 Totaltkostnader, under usikkerhet, knyttet til merkingen av ca. 200 000 artikler.

Et estimat basert på å merke ca. 200 000 artikler som ligger på Forsvarets lager med UID, er i gjennomsnitt anslått til å koste ca. 73 mill. kroner hvis en bruker ca. 5 minutter per artikkel. Hvis en bruker 6 minutter per artikkel, øker gjennomsnittskostnaden til ca. 81 mill. kroner. Selv om det er stor usikkerhet i kostnadene til personellressurser (konsulenter), er det tidsbruken per artikkel som det er viktig å fokusere på. Gjennomsnittskostnaden per artikkel er gitt i figur 8.2.



Figur 8.2 Variasjonen i gjennomsnittskostnader per artikkel. Beløp i kroner.

<sup>6</sup> Crystal Ball versjon 7.3. Et "hva-hvis" verktøy som simulerer og rapporterer variasjonen i mulige utfall, sannsynligheten for suksess osv.



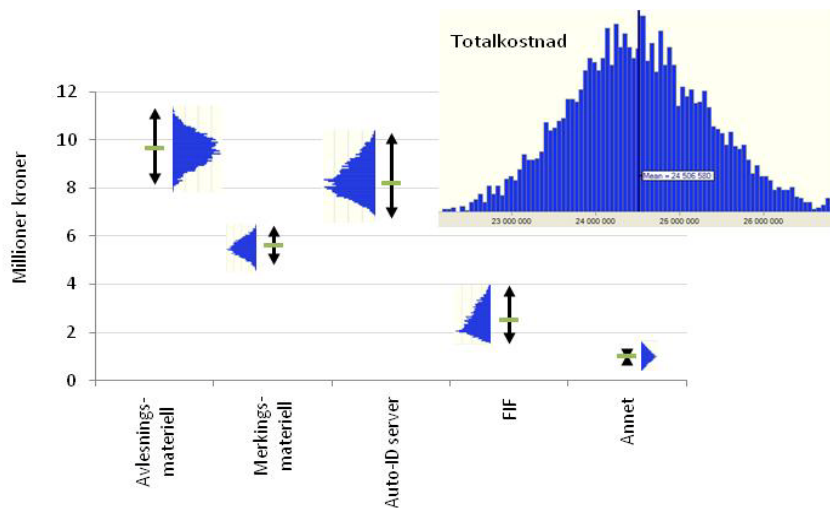
Som vi ser i figur 8.2, er det store variasjoner i gjennomsnittskostnaden når forventet tidsbruk per artikkel varier mellom 3 og 10 minutter. Hvis en tar utgangspunkt i forventet tidsbruk (ca. 5 min), vil gjennomsnittskostnaden være ca. 365 kroner per artikkel (konsulentutgifter). Hvis en bruker litt lengre tid (ca. 6 minutter), vil gjennomsnittskostnaden øke med ca. 11 % til 406 kroner per artikkel, per lag. Videre usikkerhetsvurderinger og variasjoner i fordelingsfunksjoner og forventingsvariabler, er gitt i appendix H.

Når det gjelder å utvikle gode applikasjoner til lagerstyring generelt er dette et område som FIF skal dekke. Det er vanskelig å gi et godt estimat på hvor stor denne kostnaden kommer til å bli på nåværende tidspunkt. Det er nok nettopp innenfor dette området at de største kostnadene kommer til å ligge for å få TAV-konseptet oppfylt. Logistikkdelen av forvaltningssystemet som brukes i dag er utviklet over flere år, og det er ennå en stund før vi vil ha et FIF som er i stand til å tilfreds- stille TAV-visjonen. Det er imidlertid viktig at de prosesser og systemer som inngår i lagerdrift gjøres riktig i første omgang slik at større endringer i SAP-systemet kan unngås i fremtiden. Det å endre allerede etablerte prosesser i SAP kan bli svært kostnadskrevenende.

Det er vanskelig å gi et godt estimat for kostnader knyttet til etablering av gode lagersystemer. Disse kostnadene innbakes allerede i utvikling av FIF 3.0, og det antas at disse kostnadene allerede er betydelige. Det er imidlertid slik at flere av lagerfunksjonene som lagertelling, plukk- ing, varemottak og vareutlevering, kan automatiseres ved bruk av UID i kombinasjon med Auto- ID teknologier på lager. Kostnader knyttet til merking av materiell på artikkelnivå ansees å være svært beskjeden dersom det innføres sammen med nytt materiell. Dersom alt av gammelt materiell som allerede ligger på Forsvarets lager skal merkes i ettertid vil dette kunne bli en betydelig kostnad.

## **8.2 I transitt**

Kostnadsoverslag for anskaffelsen av en teknologisk infrastruktur for sporing av forsendelser, containere og logistikkjøretøy i transittmodus, er relativt kjent. Teknologien finnes i dag tilgjengelig i markedet og benyttes i stadig større grad både av sivile og militære aktører. Kostnads- beregningene stammer fra prosjekter gjennomført i regi av Nato. Investeringskostnader baserer seg på Auto-ID utstyr som leveres av NAMSA og som er tatt i bruk av Nato i ISAF. For en nærmere beskrivelse av kostnadsberegningene, se appendix H. Figur 8.3 viser usikkerheten i beregningene av en slik anskaffelse. Usikkerheten ligger stort sett i valutakursen.



Figur 8.3 Totalkostnader for anskaffelse av Auto-ID struktur for bruk i transittmodus.

I kostnadsberegningen er avlesningsmaterieell, merkingsmaterieell basert på RFID, Auto-ID server og sporingsportal samt nødvendig dokumentasjon og opplæring inkludert. Vi ser fra figuren at totalkostnaden for 45 sporingsnoder (30 faste og 15 mobile) er oppunder 25 mill. kroner. Beløpet dekker behovet for merkingsmaterieell og avlesningsmaterieell, samt etablering av Auto-ID servere med sporingsportal i FIF. Det som påvirker variasjonen mest (foruten valutakursen), er omfanget på avlesningsmateriellet og Auto-ID serveren. Selve kostnadene avhenger av antall noder som installeres.

Imidlertid minner vi om at kostnader til prosjektmedarbeidere og ledelse av et slikt investeringsprosjekt ikke er medregnet. Det antas videre at det eksisterende personell i strukturen vil kunne operere systemene som fases inn og at det ikke er behov for ytterligere bemanning for å operere systemet. Dette er i tråd med erfaringer fra NATO/NAMSA.

### 8.3 Organiske sensorer i plattform

Omfattende bruk av organiske sensorer på kjøretøyer og lignende er i dag ikke vanlig, og det finnes heller ikke frittstående kommersielle systemer for dette som er tilgjengelig på markedet. Kostnadene til sensorer vil avhenge av hvilke sensorer som skal integreres i plattformen. Mulighetene er mange, og det vil på dette tidspunktet være kostnadsbesparende å velge ut de sensorer som kan bidra vesentlig til å forbedre ytelsen til logistikksystemet.

I dag er mange av sensorsystemene som f.eks. drivstoffmåler i kjøretøy analoge og egner seg ikke umiddelbart til integrering i et digitalisert nettverk. Det vil således medføre relativt store kostnader å installere egnede sensorsystemer (kjørecomputere) i eksisterende materieell. I fremtiden må det forventes at flere og flere digitale sensorer vil være bygget inn som en integrert del av materiellet, sammen med elektronikk som gjør det mulig å logge sensordata og overvåke tilstanden i forskjellige dimensjoner. Dette er funksjonalitet som i dag bygges inn i f.eks. moderne biler. Kostnadene ved innføring av sensorer forventes således ikke å representere et investeringsbehov for logistikkstrukturen, men vil i stor grad bakes inn i prisen på nytt materieell.

Den største kostnaden er knyttet til implementeringen av programvaren som skal loggføre sensor-data og gi statusoppdateringer til bruker, typisk det en kjørecomputer gjør i en moderne bil. Det er derfor viktig å sjekke ut hvilke muligheter det er for å integrere nye logistikksensorer i kjørecomputeren og ha en klar formening om den operative nytten slike systemer kan gi.

Utveksling av sensordata fra plattform til nett vil medføre installasjon av nytt utstyr. Dette kan realiseres med en kobling mellom f.eks. en kjørecomputer og en nettnode eller sendes ut kryptert via en radio ombord i materiellet. Enhetspris for slikt utstyr kan derfor variere fra en hundrekroners kabel til utstyr som kan koste over hundretusen kroner. Her vil trolig integreringskostnadene mellom sensor og kommunikasjonsutstyret være de største. Det er derfor viktig at man tidlig planlegger for denne funksjonaliteten.

Det er også viktig å være klar over koblingene mellom NbF og TAV på dette punktet. I et fremtidig NbF-system vil plattformene være koblet sammen i et nettverk. Det er da naturlig å forvente at de samme kommunikasjonsløsningene som er en del av NbF også kan brukes til å utveksle sensordata i fremtiden. Det er derfor naturlig å anta at integreringskostnadene vil falle i takt med innfasingen av NbF i Forsvaret.

Forsvarets NbF-satsning vil være dimensjonerende for hvor store integreringskostnadene vil være for å få et TAV-system operativt. Det er også nødvendig å få oversikt over de begrensninger et fremtidig NbF-nettverk vil ha i forhold til dette før et godt kostnadsestimat kan gis.

#### **8.4 Integrasjon av totalsystemet**

Det er spesielt viktig å få Auto ID systemene som presenteres i denne rapporten, fullt integrert med FIF for å kunne komme nærmere visjonen *Total Asset Visibility* (TAV). For å oppnå TAV må informasjon fra flere forskjellige systemer sammenstilles og presenteres på en oversiktlig måte til brukerne. SAP-implementeringen i Forsvaret muliggjør og forenkler nettopp dette på to måter. For det første vil hver bruker i Forsvaret i fremtiden ha et grensesnitt mot SAP slik at det vil eksistere et system som ivaretar "single point of contact". For det andre sikrer nettopp en SAP-implementering at ulike systemer i Forsvaret er koblet sammen og kan utveksle informasjon mellom hverandre slik at aggregert informasjon fra ulike systemer automatisk kan genereres og presenteres til brukerne.

Videre er det også sannsynlig at NbF-infrastrukturen etter hvert vil komme til å få tilstrekkelig kapasitet og de nødvendige egenskaper for å tjene som basis for TAV-funksjonene. Bedre kostnadsoverslag vedrørende integrasjon av systemene som inngår i TAV vil i stor grad avhenge av hvor godt FIF 3.0 og Forsvarets fremtidige NbF blir tilrettelagt for å integrere logistikkdelen som er en del av TAV-integrasjonen.

## Litteratur

- [1] Schjelderup, Tor-Erik og Langsæter, Tor (2006), *Nettverksbasert logistikk*, FFI-rapport 2006/01471.
- [2] STANAG 2291 (2010), *NATO Asset Tracking "TO BE" Business Process Model*, Asset Tracking Working Group – NATO.
- [3] Forsvarsjef Sverre Diesen (2009), *Direktiv for operativ logistikk til bruk i Forsvaret, Begrenset*.
- [4] OLF Guidelines no. 112 (2009), *Deployment of Radio Frequency (RFID) in the oil and gas industry*, Oljeindustriens Landsforening.
- [5] Jotne EPM, Sørman Information, FMV og FFI (2009): *Project Proposal – Providing Improved Integrated Vehicle Health Management (IVHM) Solutions for Defense Related Applications*, Prosjekt-demonstrator.
- [6] Se hjemmesiden til SAVI: [www.savi.com](http://www.savi.com), i denne rapporten har vi brukt et diagram fra deres hjemmeside som omhandler bruk av Auto-ID teknologier i ulike situasjoner, Whitepaper.
- [7] Jonathan Gregory (2008), *RFID and SAP: A Strategic Vision – Leading Edge Forum Technology*, Whitepaper.
- [8] JSF Production, sustainment, and Follow-on Development Phase (2009) – versjon desember 2009, *The portion of the JSF program that will produce, sustain, and provide follow-on development for the JSF air system*, MOU.
- [9] Gjertsen, Tor (2007), *Trust as a challenge in distributed information systems – a contribution to the RTO Technical Report on NEC Security Research Strategy*, FFI-rapport 2007/02450.

## Appendix A Relevante Nato-dokumenter

Følgende Nato-dokumenter omhandler blant annet Total Asset Visibility:

### Military Committee Documents

- C-M(2001) NATO Policy for Co-operation in Logistics
- MC 319/2 NATO Principles and Policies for Logistics
- MC 55/4 NATO Logistic Readiness and Sustainability Policy
- MC 94/3 NATO Military Exercises
- MC 133/3 NATO's Operational Planning System
- MC 317/1 The NATO Force Structures
- MC 324/1 The NATO Command Structure
- MC 326/2 NATO Principles and Policies of Operational Medical Support
- MC 334/1 NATO Principles and Policies for HNS Planning
- MC 336/2 NATO Principles and Policies for Movement and Transportation
- MC 343 NATO Military Assistance to International Disaster Relief Operations
- MC 389/2 Military Committee Policy on NATO's Combined Joint Task Force (CJTF)
- MC 400/2 Military Implementation of the Alliance's Strategic Concept
- MC 458 NATO Training, Exercise and Evaluation Policy
- MC 469 NATO military Principles and Policies for Environmental Protection (EP)
- MC 477 Military Concept for the NATO Response Force (NRF)
- MC 526 Logistics Support Concept for NATO Response Force (NRF) Operations
- MC 536 Infrastructure Engineering for Logistics

### Allied Publications

- AJP-01(C) Allied Joint Doctrine
- AJP-4(B) Allied Joint Doctrine for Logistics
- AJP-4.4(A) Allied Joint Movement and Transportation Doctrine
- AJP-4.5(B) Allied Joint Doctrine for Host Nation Support
- AJP-4.6(A) Multinational Joint Logistic Centre Doctrine
- AJP-4.7 Allied Joint Petroleum Doctrine
- AJP-4.9 Allied Joint Doctrine for Multinational Logistic Support
- AJP-4.10 Allied Joint Medical Support Doctrine
- ALP-4.1 Multinational Maritime Force (MNMF) Logistics (formerly ALP-11)
- ALP-4.2 Land Forces Logistic Doctrine (formerly ALP-9(C))
- ALP-4.3 Air Forces Logistic Doctrine (formerly ALP-13)
- AAP-6 NATO Glossary of Terms and Definitions
- AAP-15 NATO Glossary of Abbreviations
- AAP-35 NATO Glossary of Asset Tracking Terms and Definitions
- AAP-51 NATO Consignment Tracking "TO BE" Business Process Model
- AAP-56 NATO Asset Tracking Electronic Data Interchange (EDI)
- Bi-SC 80-3 Reporting Directive, Volume V - Logistic Reports
- Bi-MNC Concept for Implementation of the Military Aspects of PfP
- Bi-SC FPGL Functional Planning Guide Logistics


ACO GOP Guidelines for Operational Planning

AD 85-6 Organisation and SOP of the ACE Logistic Co-ordination Centre

### STANAGS

2183, Edition 1	NATO Asset Tracking Communication Requirements
2184, Edition 1	NATO Principles and Policies for Asset Tracking
2185, Edition 3	NATO Asset Tracking Electronic Data Interchange (EDI):
2233, Edition 2	NATO Asset Tracking by Radio Frequency Identification
2290, Edition 1	NATO Unique Identification of Items (UID)
2291, Edition 2	NATO Asset Tracking “TO BE” Business Process Model
2292, Study	Allied Joint Doctrine for NATO Asset Visibility
2494, Edition 3	NATO Asset Tracking Shipping Label and Associated Symbologies
2495, Edition 2	NATO Data Formats for Asset Tracking Technology
2610, Study	Tracking Identifier for Personell
3151, Edition 9	NATO Codification – Uniform System of Item Identification
4281, Edition 2	NATO Standard Marking for Shipment and Storage
4329, Edition 3	NATO Standard Bar Code Symbology

## Appendix B Etiketter for bruk til spring

SHIPPING NATION <b>MICKEY MOUSE LAND</b>		
FREE TEXT	SHIP FROM(Consignor) <b>DONALD DUCK DEPOT DUFFY DUCK ROAD DUCK TOWN RICHLAND</b>	SHIP TO(Consignee) <b>ASTERIX &amp; OBELIX TEAM RUE DE LA CERVOISE TIEDE VILLAGE IRREDUCTIBLE GAULE CELTIQUE</b>
	PIECE NUMBER <b>1 OF 2</b>	POE <b>RTA</b>
	WEIGHT / CUBE <b>0.5 KG/0.016 M3</b>	DATE PACKED FOR SHIPMENT <b>30/02/1907</b>
	LENGTH <b>30 CM</b>	WIDTH <b>25 CM</b>
		HEIGHT <b>22 CM</b>
HR TEXT	SSCC <b>054147670000000008</b>	
BAR CODE	 <small>(00) 054147670000000008</small>	
	NATO 2494-M	

Figur B.1 Etikett for spring av forsendelser – minimumsformat – Nato standard.

SHIPPING NATION <b>MICKEY MOUSE LAND</b>		Unique National Tracking Identifier  <small>1234567890A</small>
FREE TEXT	SHIP FROM(Consignor) <b>DONALD DUCK DEPOT DUFFY DUCK ROAD DUCK TOWN RICHLAND</b>	SHIP TO(Consignee) <b>ASTERIX &amp; OBELIX TEAM RUE DE LA CERVOISE TIEDE VILLAGE IRREDUCTIBLE GAULE CELTIQUE</b>
	NATIONAL LEVEL LOGISTIC DATA 	
	PIECE NUMBER <b>1 OF 2</b>	PRIORITY <b>999</b>
	WEIGHT / CUBE <b>0.5 KG/0.016 M3</b>	DATE PACKED FOR SHIPMENT <b>30/02/1907</b>
	LENGTH <b>30 CM</b>	WIDTH <b>25 CM</b>
		HEIGHT <b>22 CM</b>
HR TEXT	SSCC <b>054147670000000008</b>	
BAR CODE	 <small>(00) 054147670000000008</small>	
	NATO 2494-F	

Figur B.2 Etikett til bruk for spring av Assets – Nato standard.

## Appendix C Bruk av aktive og passive RFID-brikker

	Active RFID	Passive RFID
Area Monitoring (e.g. warehouse, terminal, yard)	Yes	No
High-Speed, Multi Tag Portal	Yes	Limited
Cargo Security Applications	Sophisticated (continuous tamper detection, anti-spoofing techniques, date/time stamp)	Simple (one time tamper event detection, no time stamp, susceptible to “spoofing”)
Electronic Manifest	Yes	No
Business process Impacts	Minimal	Substantial
Application Characteristics	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamic business process</li> <li>• Security/sensing</li> <li>• Data Storage/logging</li> <li>• Unconstrained asset movement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rigid business process</li> <li>• Very simple security sensing</li> <li>• Limiting data storing</li> <li>• Constrained asset movement</li> </ul>

Item	Characteristics	Technology
Boxes, individual items Luggage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structured, orderly process for loading – dedicated loading stations, conveyors</li> </ul>	Passive RFID and Barcode
ULD (unit Load Device)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unstructured movement throughout airport facility (unstructured)</li> <li>• Security requirements</li> </ul>	Active RFID

Item	Characteristics	Technology
Boxes, cartons, individual items	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structured, orderly process for loading – dedicated loading stations, conveyors</li> </ul>	Passive RFID and Barcode
Pallet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structured or unstructured movement, depending on situation</li> </ul>	Passive RFID and Barcode
Intermodal Container	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Security requirements</li> <li>• Area monitoring within ports, terminals</li> <li>• Roadside monitoring</li> </ul>	Active RFID
Chassis, rail car, other conveyance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Area monitoring within ports, terminals</li> <li>• Roadside monitoring</li> <li>• Intransit visibility</li> </ul>	Active RFID, GPS (wide area)

Tabell C.1 Typiske krav og anvendelsesområder for bruk av passive og aktive RFID-brikker [6].



## Appendix D Oversikt over RFID-frekvenser

Frekvensbånd	Low Frequency (LF)	High Frequency (HF)	Ultra High Frequency (UHF)	Microwave
Frekvensområde	30–300 KHz	3–30 MHz	300–3 GHz	2–30 GHz
Typisk RFID-frekvens	125–135 KHz	13,56 MHz	433 MHz 865–956 MHz	2.45 GHz
Leseavstand	Under 0,5 meter	Opptil 1,5 meter	433 MHz = ca. 100 meter  865–956 MHz = 0,5–5 meter	Opptil 10 meter
Data overførings-hastighet	Mindre enn 1 kbit/s	Omkring 25 kbit/s	Omkring 30 kbit/s	Opptil 100 kbit/s
Positive karakteristika	Lesbare gjennom de fleste materialer  Ingen refleksjoner eller absorbering  Ingen problemer med stråling  Billige	Høyere leseavstand enn LF-tagger  Kan lese gjennom metall og væsker  Gjennomtestet og moden teknologi  Standardisert	Avleser mange objekter samtidig (+100)  Større leseavstand  Større lesehastighet	Lang leseavstand  Høy lesehastighet
Negative Karakteristika	Har en meget kort leseavstand  De er langsomme til å overføre data	Relativ kort leseavstand  Relativ langsom dataoverføring	Dårlig lesbarhet  Kan ikke lese igjennom væsker og metall  Relativ dyre RFID-avlesere	Dårlig lesbarhet  Kan ikke lese igjennom væsker og metall  Frykt vedr. Strålerisiko
Typiske anvendelser	Merking av dyr	Smarte og intelligent etiketter  Adgangs- og sikkerhetskort	Logistikk på konteiner-, palle- og enhetsnivå  Sporing av dyr	Logistikk på konteiner nivå  Betalingssystemer på motorvei  Asset tracking

Tabell D.1 En nærmere gjennomgang av RFID-frekvenser og typiske anvendelser.

## Appendix E RFID utstyr brukt av NATO/ISAF

### Dual-Frekvens Aktive RFID Tagger



### Deployerbart RFID utstyr



### Fastmonterte RFID avlesere



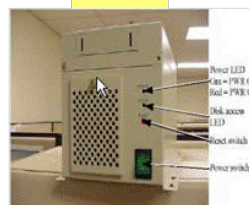
EchoPoint SR-650

### Mobile RFID avlesere



Håndholdte Pc'er med Savi  
Mobile RFID avlesere (SMR-650)

### RFID Middleware Komm. & Filtr.

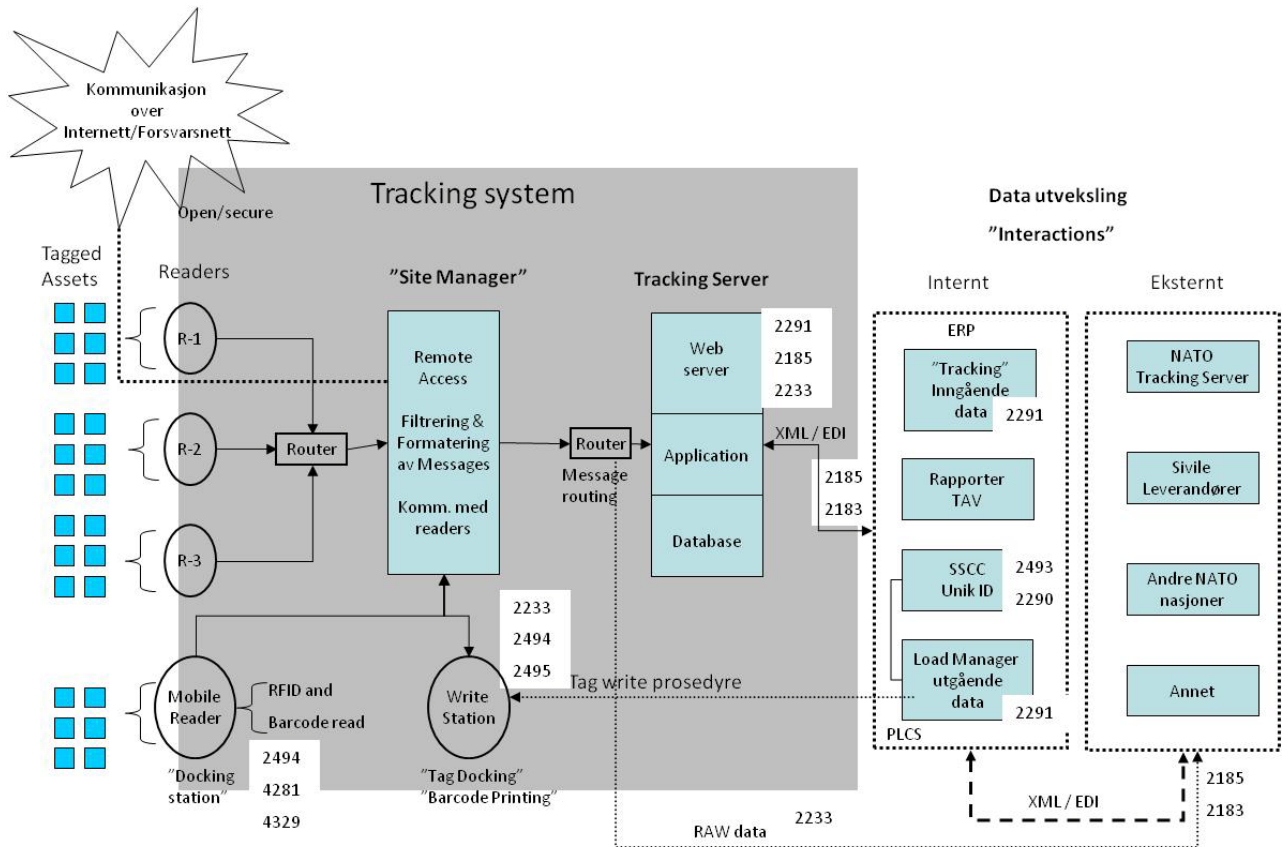


SSM-650  
Site Manager

Figur E.1 Eksempel på RFID-utstyr som brukes av Nato i ISAF.

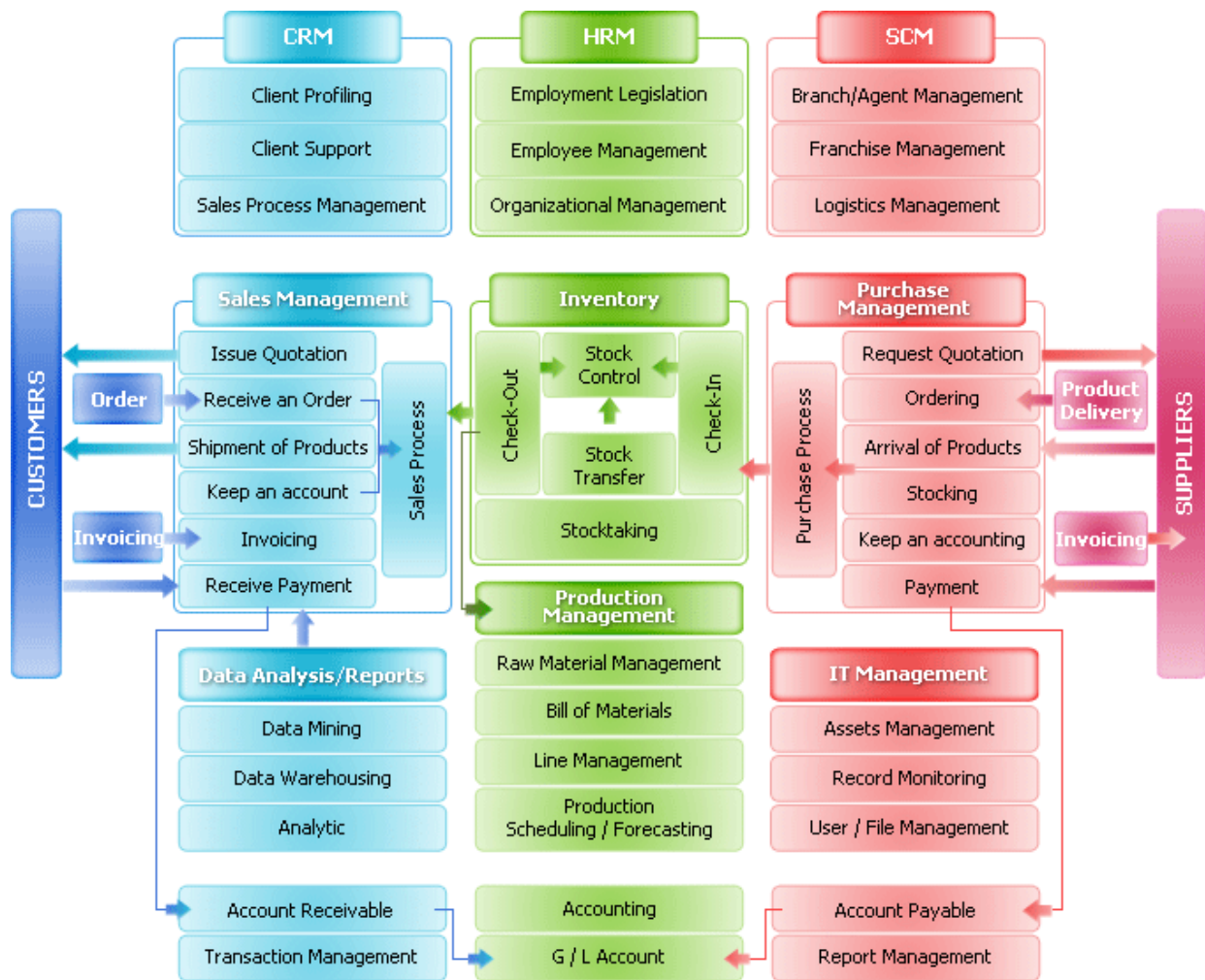
## Appendix F ERP-system og Auto-ID system

Tallene i hvit boks henviser til relevante STANAG-er som setter krav til hvordan systemene skal samhandle. Det er spesielt STANAG 2185 og 2183 som angir hvordan et Auto-ID system samhandler med ERP-systemet eller andre eksterne systemer.



Figur F.1 Koblingen mellom et Auto-ID system og et ERP-system. Relevante STANAG-er er uthvet, og disse har betydning for hvordan systemene skal samvirke.

## Appendix G Kompleksiteten til et ERP-system



Figur G.1 Eksempelet viser de ulike komponentene som er en del av et ERP-system.

## Appendix H Kostnadsoverslag

### Kostnader knyttet til merking av artikler – UID

I kostnadsoversikten som presenteres her baseres UID-merkingen på 2. generasjons strekkoder eller bruk av passive RFID-etiketter. Kostnadene knyttet til etiketter er relativt beskjeden slik at valg av type etikett må sees opp mot hva som gir mest nytte på sikt.

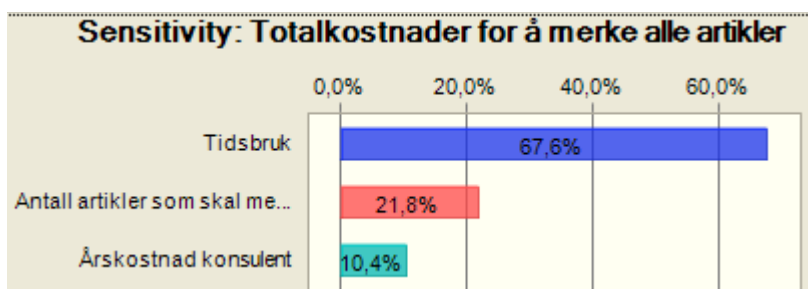
Det antas at Forsvaret innenfor området *våpen og ammunisjon* har ca. 200 000 artikler som bør enhetsmerkes. For å sikre omfanget av artikler angir vi et relativt stort usikkerhetsintervall i beregningene,  $\pm 50\,000$  artikler. Dette er uniformt fordelt, dvs. at ethvert tall mellom 150 000 og 250 000 har like stor sannsynlighet for å bli trukket i simuleringen.

Dette omfanget vil sannsynligvis medføre mye forberedelser, arbeid og personellressurser for å kunne gjennomføres. Kostnaden knyttet til merkingen baseres på at Forsvaret kjøper inn sivile konsulenter til å gjennomføre selve merkingen. Det antas videre at sivile konsulenter stiller med et installasjonslag som består av tre konsulenter, og at hver konsulent koster ca. 2 mill. kroner i året (noe som gir en timelønn på ca 1100–1200 kr pr person). Også her antas en uniform fordeling, med stor usikkerhet, dvs.  $\pm 500\,000$  kroner i årlig kostnad. Imidlertid er dette ikke uniformt fordelt, men triangulært fordelt. Med en trolig kostnad på ca. 2 mill. kroner, minimalt ned til 1,5 mill. kroner og maksimalt opp til 2,5 mill. kroner.

For å estimere merkingsprosessen forutsettes det at artiklene som skal merkes ligger klare til merking når installasjonslaget påbegynner prosessen. Fremføring av artiklene til stedet hvor de skal merkes må gjennomføres av egne ansatte (dette må sannsynligvis uansett Forsvarets eget personell gjøre). Videre er kostnadene til å oppdatere FIF med korrekt UID heller ikke tatt med da dette sannsynligvis krever egen ekspertise.

Selve merkingsprosessen som utføres av konsulentene består av vasking, eller klargjøring, av artikkelen, stempling, testing, verifisering og loggføring. En slik prosess er estimert til å ta ca. 5 minutter pr. artikkel. Imidlertid er det stor usikkerhet knyttet til dette estimatet. Det forventes ikke at konsulentene er raskere enn 3 minutter, eller ”tregerer” enn 10 minutter. Dette er altså triangulært fordelt med en trolig forventningsverdi på 5 minutter.

Produktet av disse variablene, antall artikler, konsulenter, tidsbruk og årslønn, gir oss dermed et anslag på konsulentkostnadene for å gjennomføre en merking av ca 200 000 våpen- og ammunisjonsartikler i Forsvaret. I figur 8.1 ser vi at gjennomsnittskostnaden for dette alternativet er ca 73 mill. kroner. Anslaget varierer mellom 26 mill. kroner og 170 mill. kroner, avhengig av variasjonen i inngangsverdiene. Figur H.1 viser hvordan inngangsverdiene påvirker utfallet (totalkostnaden).



Figur H.1 Variasjonen i inngangsverdier fra simuleringen på totalkostnader ved å merke ca 200 000 artikler.

Som vi ser forklares 67,6 % av variasjonen i totalkostnadene ved variasjonen i tidsbruken per artikkel. Usikkerheten i antall artikler som skal merkes (tilfeldig valgt mellom 150 000 og 250 000 stk i simuleringen) forklarer 21,8 % av variasjonen i totalkostnadene. Usikkerheten i konsulentens årlige kostnad forklarer minst av variasjonen i totalkostnadene, kun 10,4 %.

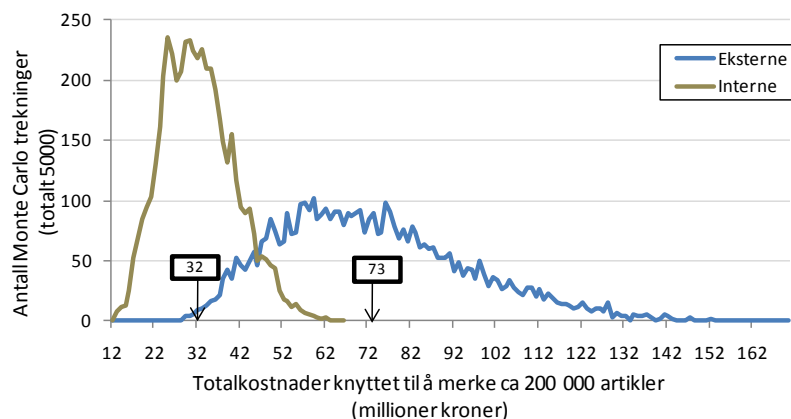
Forsvarets eget lagerpersonell kunne eventuelt benyttes til merking av artiklene. Gjennomsnittskostnaden for en av Forsvarets sivilt ansatte er betydelig lavere enn kostnaden ved en konsulent, men personellet må i tillegg kurses og trenes opp før de er i stand til å utføre selve jobben. Videre vil tidsbruken, i alle fall til å begynne med, være betydelig høyere enn for en konsulent. Gjør-det-selv alternativet krever også at Forsvaret må gå til anskaffelse av maskiner som kan produsere UID-etiketter<sup>7</sup> (man trenger én per lag, så sant man ikke har flere lag ved samme lokalisering). Tabellen viser inngangsverdiene med eget personell.

Kostnadsdriver	Forventet	Usikkerhet	Fordeling
Antall artikler	200 000	± 50 000	Uniform
Antall personer	3	Ingen	Ingen
Årlig kostnad	450 000	- 50K /+ 150 K	Triangulær
Tidsforbruk (min)	8	± 5	Triangulær
Merkemaskin	150 000	± 100 000	Triangulær

Tabell H.1 Kostnadsdrivere knyttet til UID-merking når en benyttet eget personell.

I kapittel 8 fokuserte vi på usikkerheten i tidsbruken, men en grunnleggende forutsetning var at konsulentene gjorde jobben uansett. I figur H.2 sammenlignes utfallet av om Forsvarets egne ansatte gjør jobben, eller om den gis til konsulenter. Kostnadene ved tap av arbeidskraft og effekt i egen organisasjon for at de egne ansatte skal benytte tiden på merking av artikler, fremfor det de vanligvis gjør, er ikke med i regnestykket.

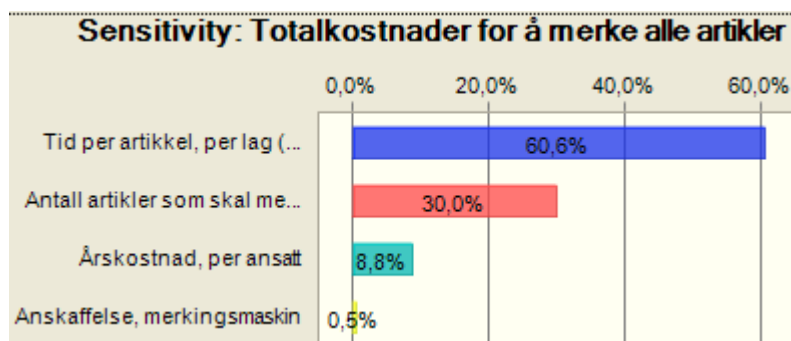
<sup>7</sup> Man trenger en merkemaskin per lag. Hvis det er flere lag ved samme lokalisering, kan maskinen deles, men dette vil sannsynligvis påvirke gjennomsnittlig tid en benytter på merke hver artikkel (den største påvirkeren i variasjonen av totalkostnaden).



Figur H.2 Totaltkostnader, under usikkerhet, knyttet til merkingen av ca. 200 000 artikler.

Det kommer tydelig fram at variasjonen og gjennomsnittskostnaden er betydelig lavere ved bruk av eget personell. Selv om eget personell bruker lengre tid på oppgaven, oppveier den signifikant lavere kostnaden for tidsbruken. Hvorvidt Forsvaret ønsker både tap av arbeidskraft å bruke lengre tid på oppgaven, fremfor å bruke noe mer penger på merkingen, er et annet spørsmål.

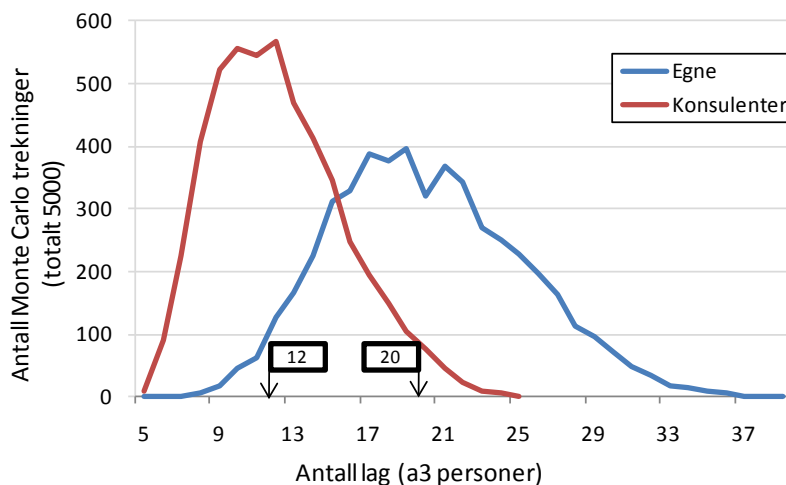
Produktet av disse variablene ved eget personell, antall artikler, konsulenter, tidsbruk, merke-maskin og årslønn, gir oss et anslag på personellkostnadene for å gjennomføre en merking av ca. 200 000 våpen- og ammunisjonsartikler i Forsvaret. I figur H.2 ser vi at gjennomsnittskostnaden for dette alternativet er ca. 32 mill. kroner. Anslaget varierer mellom 12 mill. kroner og 65 mill. kroner, avhengig av variasjonen i inngangsverdiene. Figur H.3 viser hvordan inngangsverdiene påvirker utfallet (totaltkostnaden).



Figur H.3 Variasjonen i inngangsverdier fra simuleringen på totaltkostnader ved bruk av eget personell for å merke ca 200 000 artikler.

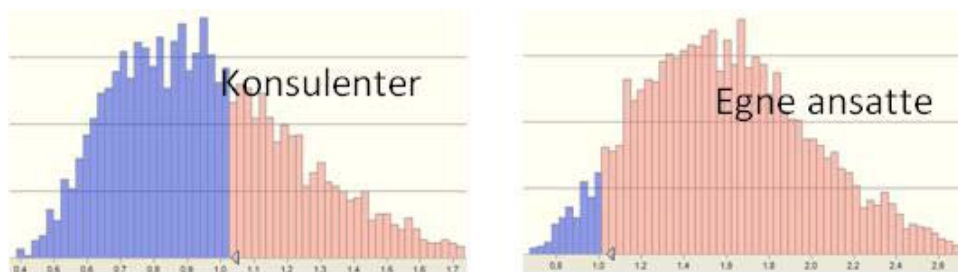
Som vi ser er tidsbruken fortsatt den største usikkerheten i totaltkostnadene. Som følge av at den årlige kostnaden er lavere ved eget personell enn konsulentenes, vil usikkerheten i antall artikler som skal merkes øke i omfang. Vi ser fra figur H.2 at 30 % av variasjonen i totaltkostnadene forklares ved denne variasjonen. Årslønn og prisen for merkemaskin har mindre betydning for variasjonen i totaltkostnadene.

Avslutningsvis påpekes usikkerheten i total tid en benytter på selve merkingen. La oss si at Forsvaret krever at en skal være ferdig med merkingen i løpet av ett år, hvor mange lag trenger man for å oppnå kravet og i hvilken grad vil en faktisk lykkes?



Figur H.4 Antall lag som kreves for å merke ca 200 000 artikler innen ett år.

Som vi ser kreves det nesten dobbelt så mange lag med egne ansatte for å ferdigstille merkingen innen ett år. Selv om kostnaden er betydelig lavere med å bruke egne ansatte (figur H.2), er innsatsen betydelig større for å bli ferdig i løpet av ett år (figur H.4). Figur H.5 illustrerer sannsynligheten for at man blir ferdig å merke i løpet av et år.



Figur H.5 Sannsynligheten for at man blir ferdig å merke ca. 200 000 artikler i løpet av et år

Som vi ser er det enda større forskjell mellom egne ansatte og konsulenter i dette tilfelle. Hvis Forsvaret velger å benytte seg av egne ansatte, er det under 10 % sannsynlighet at de faktisk lykkes. Det er ca. 60 % sannsynlighet for at konsulentene lykkes under de forutsetningene som vi har lagt til grunn.

En UID-etikett basert på 2. generasjons strekkoder kan kjøpes sivilt for en pris på om lag 1–5 kr per stk, avhengig av type materiell som velges. For et volum på ca. 200 000 artikler utgjør dette om lag 1 mill. kroner. Dette er til sammenligning en svært beskjeden kostnad i forhold til de totale utgifter som skissert tidligere.



Når merkingen er gjennomført for å automatisere bruken av UID-etiketter må det anskaffes maskinbasert avlesningsutstyr. Slikt utstyr vil automatisere varemottak, vareutlevering, varetelling, flytting, etc. Et grovt estimat for en slik avlesningsstasjon er på omlag 100 000 kr pr stk, og disse må installeres på de viktigste lagerlokasjonene som oppbevarer artikler som fremgår i implementeringsplanen, jf. kapittel 7.1. I første omgang anbefales det anskaffet på alle våpenlagrene i Forsvaret og ved inn- og utleveringsdisker ved depoter. Det bør anskaffes to identiske avlesingsnoder på hver lagerlokasjon slik at det planlegges for redundans i sporingsutstyret. FIF har allerede strekkodeavlesere på alle sine lagerlokasjoner. Dersom det utstyret som allerede er anskaffet er kompatibelt med 2. generasjons strekkoder, så vil disse kunne gjenbrukes.

Når det gjelder Auto-ID server infrastruktur for sporing av artikler kan den samme serverløsningen som eventuelt anskaffes til sporing av materiell i transitt, benyttes til dette. Det må imidlertid utarbeides et grensesnitt til FIF slik at de sporingstransaksjonene som gjennomføres i Auto-ID systemet, oppdaterer beholdninger og lagerlokasjoner i FIF. Integreringskostnadene vil derfor være en del av kostnadene knyttet til applikasjoner for lagerstyring og dermed være innbakt i FIF.

### **Transittmodus – kostnader knyttet til etablering av Auto-ID infrastruktur**

Dette underkapitlet gir kostnadsoverslag for etablering av en teknologisk infrastruktur for sporing av forsendelser, containere og logistikkjøretøy i transitt modus. Teknologien som omhandles her finnes i dag tilgjengelig i markedet og benyttes i stadig større grad både av sivile og militære aktører. Kostnadsberegningene stammer fra prosjekter gjennomført i regi av Nato. Investeringskostnader baserer seg på Auto-ID utstyr som leveres av NAMSA og som er tatt i bruk av Nato i ISAF.

For at det skal være mulig å spore forsendelser, containere og logistikkjøretøyer i transitt må det etableres et nettverk av avlesere som installeres på gunstige punkter langs forsyningskjeden. Disse målepunktene vil i hovedsak ta seg av behovet for datafangst når logistikkressurser er i transittmodus. Ved spesielle krav til sanntidssporing kan også GPS-baserte sporingsmedier benyttes i kombinasjon med egnet kommunikasjonsutstyr.

Kostnadene knyttet til den teknologiske infrastrukturen er delt i tre deler: Merkingmateriell, avlesningsmateriell og Auto-ID server inklusiv sporingsportal i FIF.

#### *Merkingsmateriell*

Det vil være behov for merkingmateriell som kan brukes til å merke containere, forsendelser og transportmidler. Aktive RFID-brikker vil i hovedsak benyttes til dette formål, og disse brikkene har en levetid på mange år (batteriene må skiftes hvert 3. til 5. år avhengig av bruken).

Kostnadene knyttet til driften av disse brikkene er dermed små. Autonome RFID-brikker med sensorer eller generelt GPS-baserte løsninger kan festes til ulike objekter som man ønsker å overvåke (f. eks. ved høyverdi transport eller transport av våpen og ammunisjon). Det er derfor viktig å ha et utvalg av disse kapasitetene tilgjengelig ved Forsvarets hovedlager. I kostnadsberegningen (figur 8.2) er det estimert et behov på ca. 4000 aktive RFID-brikker, 500 aktive

RFID-brikker med sensorer og 100 autonome RFID-brikker. Volumet av RFID-brikker er usikkert, og det kan være behov for å øke antall brikker i takt med ambisjonsnivået. Estimatorene som gis i denne rapporten, stammer fra erfaringer fra bruk av tilsvarende utstyr i Nato.

#### *Avlesningsmateriell*

Antall faste sporingsnoder som skal benyttes til å spore forsendelser i Norge, er basert på antall lagerlokasjoner som skal ha den tekniske logistikk-løsningen som fases inn i FIF. Det er ca. 30 lagerlokasjoner som skal ha den tekniske infrastrukturen som er skissert i LOS-programmet, og dette antallet er brukt som et estimat for antall noder i sporingssystemet. (Antall faste RFID-avlesere er estimert til ca. 2 pr. node slik at det totale antall RFID-avlesere er satt til 60 stk). Erfaringer fra Nato og priser hentet fra NAMSA antyder en kostnad i størrelsesorden 200 000 kroner pr. node. Det vil i tillegg være behov for mobile sporingsnoder, og behovet for antall mobile noder er anslått til 15 stk. Disse nodene kan tas med på bil og settes opp ved behov og tilfører således stor fleksibilitet til bruken av systemet. En mobil node koster ca. 250 000 kroner pr. stk. Beregningene i figur 8.2 baserer seg på en infrastruktur av ca. 30 faste noder og 15 mobile noder. Totale kostnader knyttet til avlesningsmateriell til bruk i transittmodus er anslått til ca. 10 mill. kroner.

#### *Etablering av Auto-ID server og sporingsportal i FIF*

Antall servere til sporingssystemet er bestemt utfra kravet til påliteligheten og tilgjengelighet til systemet. Det er helt nødvendig med en komplett backup-løsning som kan erstatte hovedserver dersom uhellet er ute. Server-løsningen består derfor av to like sett med identiske kapasiteter. Som vist i appendix, tabell H.2, er kostnadene for en server estimert til ca. 100 000 kroner inklusiv programvare. Det er behov for tre ulike servertyper (database, applikasjon og webserver) med tilnærmet lik konfigurasjon, og det er behov for en komplett backup-løsning. De totale kostnader for en komplett Auto-ID server-løsning inklusiv installasjon og testing er anslått til ca. 800 000 kroner (inkludert backup-løsning). I tillegg kommer programvarelisenser for serversystemet som skal administrere nodene.

Basert på opplysninger fra NAMSA vil kostnader til diverse lisenser [11] utgjøre omlag 6 mill. kroner. Basert på erfaringer fra Nato og andre allierte er Auto-ID server-løsningen mer eller mindre klargjort for "plug and play" med ERP-systemet som FIF benytter. Det vil imidlertid være kostnader knyttet til å etablere en sporingsportal i FIF men disse kostnadene er vanskelig å anslå. Kostnadene antas uansett å være relativt beskjedne, og det er estimert en kostnad på ca. 2 mill. kroner for å etablere et grensesnitt mot FIF, samt implementering og testing av FIF-funksjonalitet mot Auto-ID infrastrukturen. I beregningene som er vist i figur 8.2, utgjør anskaffelsen ca. 8–9 mill. kroner i investeringskostnad.

Det er relativt enkelt å lage et grensesnitt mellom Auto-ID serveren og FIF, men det er usikkert hvor mye det vil koste å utvikle en sporingsportal. Det kan være nødvendig med mindre tilpasninger i FIF for å få moduler som skal spore forsendelser til å samvirke. Se figur H.5 for all input (gjennomsnittlige størrelser) i beregningen. I usikkerhetsvurderingene er alle priser tillagt

en uniform usikkert på  $\pm 10\%$ . Det er likevel variasjonen i valutakursen som utgjør den største variasjonen i kostnadsberegningene (se figur 8.3).

<b>Input</b>				
Antall noder		30		
Antall PDKer (mobile noder)		15		
<b>Avlesningsmaterieill - Auto ID</b>				
<b>Faste noder:</b>		Sum pris NOK		
Kost pr. node - hardware		150 000		
Kost pr. node - installasjon		50 000	(Det tar ca. 1 uke å installere en RFID node)	
<b>Sum kostnader pr. node</b>		<b>200 000</b>		
<b>Mobile noder:</b>				
Kost pr. node - hardware		220 000		
Kost pr. node - installasjon		25 000	(inklusive testing av satelittmottaker og dokumentasjon)	
<b>Sum kostnader pr. node</b>		<b>245 000</b>		
Totale kostnader faste noder		6 000 000		
Totale kostnader mobile noder		3 675 000		
<b>Sum avlesningsmaterieill</b>		<b>9 675 000</b>		
<b>Merkingsmaterieill - Auto ID</b>				
Antall RFID-brikker pr node				
<b>RFID-brikker:</b>		Sum pris NOK	Antall	Enh pris i dollar
Aktive RFID tagger		2 240 000	4000	80
Aktive RFID tagger med sensorer		560 000	500	160
GPS/SMR devices (autonome RFID-brikker)		3 500 000	100	5 000
		6 300 000		
Installasjon og testing		200 000		
<b>Sum kostnader merkingsmaterieill</b>		<b>6 500 000</b>		
<b>Auto-ID server og FIF</b>				
<b>Server hardware:</b>		Sum pris NOK		
Webserver (Dell PowerEdge R910)		100 000		
Databaseserver (Dell PowerEdge R910)		100 000		
Applikasjonsserver (Dell PowerEdge R910)		100 000		
Backup løsning (Dell PowerEdge R910)		300 000	(webserver, databaseserver, applikasjonsserver)	
Programvare, installasjon og testing		200 000		
Sum		800 000		
<b>Programvarelisenser:</b>		Sum pris NOK	Antall	Enh pris i dollar
AMS/CMS (Smartchain server applications)		2 835 000	1	405 000
SCP-DEF-M (Smartchain platform)		1 260 000	1	180 000
SSM-650-SW-CS		989 100	45	3 140
CMS Write Station		283 500	45	900
GPS Hub Base software		350 000	1	50 000
Sum lisenser		5 717 600		
Integrasjon med FIF		2 000 000	(Grensesnittdokumentasjon til SAP, implementering og testing)	
<b>Sum Auto-ID server</b>		<b>8 517 600</b>		
<b>Tillegg:</b>				
Site Survey og dokumentasjon		500 000	(kartlegge prosesser og geolokalisering av faste noder)	
Opplæring		500 000	(inklusive brukermanualer og kursmateriale + teknisk opplæring)	
<b>Sum kostnader for Auto-ID infrastruktur</b>		<b>25 692 600</b>		

Tabell H.2 Grunnlagsdata knyttet til å etablere en Auto-ID infrastruktur for forsendelsessporing.