



Ledningskoncept 2045: Resultat av 2020 års konceptutveckling

MAGDALENA GRANÅSEN, FOI
NIKLAS HALLBERG, FOI
ANDERS JOSEFSSON, FHS
JOHAN IVARI, FHS

Magdalena Granåsen, FOI
Niklas Hallberg, FOI
Anders Josefsson, FHS
Johan Ivari, FHS

Ledningskoncept 2045: Resultat av 2020 års konceptutveckling

Titel	Ledningskoncept 2045: Resultat av 2020 års konceptutveckling
Title	Command and Control concept 2045: The results of concept development 2020
Rapportnr	FOI-R--5128--SE
Månad	Augusti
Utgivningsår	2021
Antal sidor	55
ISSN	1650-1942
Kund	Försvarsmakten
Forskningsområde	Ledningsteknologi
FoT-område	Ledning och MSI
Projektnr	E72533
Godkänd av	Malek Kahn
Ansvarig avdelning	Ledningssystem

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk, vilket bl.a. innebär att citering är tillåten i enlighet med vad som anges i 22 § i nämnd lag. För att använda verket på ett sätt som inte medges direkt av svensk lag krävs särskild överenskommelse.

This work is protected by the Swedish Act on Copyright in Literary and Artistic Works (1960:729). Citation is permitted in accordance with article 22 in said act. Any form of use that goes beyond what is permitted by Swedish copyright law, requires the written permission of FOI.

Sammanfattning

Den framtida miljön för militära operationer förväntas i hög grad präglas av beroenden, stor osäkerhet och snabba förändringar. För att möjliggöra Försvarsmaktens ledningsförmåga i den framtida operationsmiljön pågår utveckling av ett koncept med fokus på ledning av militära operationer år 2045.

Konceptet innefattar en bärande idé och åtta principer. Den bärande idén innebär att Ledningskoncept 2045 (LedK45) syftar till att skapa en effektfokuserad, agil och resilient ledning, som ger förutsättningar för att agera enskilt och tillsammans med andra. De ingående ledningsprinciperna är: (1) ledning över domän- och stridskraftsgränser, (2) anpassning av ledningens styrform, (3) anpassning av ledningsförmåga, (4) anpassning av ledningsorganisation, (5) anpassning av ledningsmobilitet, (6) anpassning av ledningsplatsers geografiska spridning, (7) interoperabilitet och (8) kontinuerlig utveckling. Rapporten beskriver en konkretisering av LedK45 utifrån exempel på möjligt nyttjande av teknik samt olika former av ledningsplatser. Rapporten beskriver även de utgångspunkter som har legat till grund för utvecklingen av LedK45, innefattande ledningsbehov, doktrin, metod, organisation, personal och teknik.

Arbetet med att ta fram Ledk45 har i hög utsträckning baserats på identifierade ledningsbehov och relaterad teori. Framtida arbete behöver inkludera konkretisering av konceptet i avgränsande ledningssituationer för att kunna pröva konceptets giltighet i form av fallstudier och experiment.

Nyckelord: Ledning, ledningskoncept, konceptutveckling, ledningsförmåga, ledningsplats, agilitet, resiliens, effekt, AI

Summary

Future military operation environments are expected to be characterised by dependencies, great uncertainty and rapid change. A concept focusing on C2 in military operations is being developed to enable C2 capability within the Armed Forces in these environments.

The concept includes one founding principle and eight guiding principles. The founding principle is: C2 concept 2045 (Ledk45) aims to create effective, agile and resilient C2 that provides prerequisites for action individually and in collaboration with others. The guiding principles are: (1) C2 across force and domain boundaries, (2) Adaptation of C2 forms, (3) Adaptation of C2 capability, (4) Adaptation of C2 organisation, (5) Adaptation of C2 mobility, (6) Adaptation of the geographical distribution of command posts, (7) Interoperability, and (8) Continuous development. The report further describes how Ledk45 can be instantiated, based on possible use of technology as well as a different types of command posts. Finally, the report describes the foundation for the development of Ledk45, including C2 needs, doctrine, method, organisation, personnel and technology.

The development of Ledk45 is mainly based on identified C2 needs and related theory. Future work is needed to describe the operationalization of the concept in specific C2 situations enabling that concept validity can be tested through case studies and experiments.

Keywords: Command and Control, C2, C2 capability, concept development, command posts, agility, resilience, effect, AI.

Innehållsförteckning

1	Inledning	8
1.1	Syfte.....	8
1.2	Omfattning	9
1.3	Metod.....	10
2	Ledningskoncept 2045	11
2.1	Bärande idé	11
2.2	Ledningsprinciper	12
2.2.1	Ledning över domän- och stridskraftsgränser.....	12
2.2.2	Uppdragsstyrning som ledningsform.....	12
2.2.3	Anpassning av ledningsförmåga	13
2.2.4	Anpassning av ledningsorganisation.....	13
2.2.5	Anpassning av ledningsmobilitet	14
2.2.6	Anpassning av ledningsplatsers geografiska spridning	14
2.2.7	Interoperabilitet	14
2.2.8	Kontinuerlig utveckling.....	15
2.3	Konkretisering av ledningskonceptet	15
2.3.1	Teknikanvändning.....	15
2.3.2	Ledningsplatser.....	18
3	Utgångspunkter	21
3.1	Ledningsbehov	21
3.1.1	Leda operationer med olika syften	21
3.1.2	Leda olika resurser	21
3.1.3	Leda olika verksamheter.....	22
3.1.4	Leda olika former av operationer.....	22
3.1.5	Leda operationer i olika tidsperspektiv och tempon ...	22
3.1.6	Leda operationer som genomförs tillsammans med andra.....	22
3.1.7	Leda operationer mot olika motståndare.....	22
3.1.8	Leda operationer i olika konfliktområden.....	22

3.1.9	Leda i olika konfliktnivåer.....	23
3.1.10	Leda operationer i samtliga miljöer.....	23
3.1.11	Leda operationer i samtliga domäner.....	23
3.2	Doktrin.....	23
3.2.1	Manövertänkande.....	23
3.2.2	Flexibilitet.....	24
3.2.3	Uppdragstaktik.....	24
3.2.4	Integrationstänkande.....	24
3.3	Ledningsmetod.....	25
3.3.1	Att förstå problemet.....	25
3.3.2	Hantera oväntade händelser.....	26
3.3.3	Beslutsfattande och beslutsfällor.....	27
3.3.4	Tiden och tidsförhållanden.....	27
3.3.5	Operationsförståelse.....	28
3.3.6	Kommunikation.....	29
3.3.7	Förändringsarbete.....	29
3.4	Ledningsorganisation.....	31
3.4.1	Stabilitet och förutsägbarhet kontra flexibilitet och innovation.....	31
3.4.2	Organisationsformer.....	32
3.4.3	Två former av militära stabsorganisationer.....	32
3.5	Personal.....	34
3.5.1	Kompetens.....	35
3.5.2	Tillit.....	36
3.5.3	Mandat.....	36
3.5.4	Ansvar.....	37
3.6	Teknik.....	37
3.6.1	AI (maskinlärning och djupinlärning).....	37
3.6.2	Big data.....	38
3.6.3	Extended Reality (XR).....	38
3.6.4	Hologram.....	39

3.6.5	Telepresence	39
3.6.6	Interaktionstekniker.....	40
3.6.7	Digitala översättare.....	40
3.6.8	Internet of Things (IoT)	41
3.6.9	Bärbara beslutsstöd	41
3.6.10	3D-skrivare.....	42
3.6.11	Obemannade farkoster	42
3.6.12	5G och 6G.....	42
3.6.13	Laserbaserad kommunikation	43
3.6.14	Mänsklig förstärkning.....	43
3.6.15	Kvantdatorer	43
3.6.16	Kvantkommunikation	43
4	Diskussion och slutsatser	45
5	Referenser	47

1 Inledning

Den framtida militära operationsmiljön förväntas präglas av komplexitet, osäkerhet och snabba förändringar (Försvarmakten, 2018b; Ministry of Defence, 2015). Framtida militära operationer behöver ledas så att tillgänglig teknik samt individers kompetens och kreativitet tillvaratas på bästa sätt (Amerson & Meredith III, 2016).

Ledningskoncept 2045 (LedK45) utgör ett ingångsvärde till Försvarmaktens perspektivplanering, och bidrar därigenom till att inrikta utvecklingen av Försvarmaktens framtida ledningssystem. Den pågående perspektivstudien levererar underlag inför kommande försvarsbeslut 2025, samt utgör underlag för Försvarmaktens strategiska inriktning, kravställning och planering.

Inom Försvarmakten omfattar *ledning* att *inrikta* och *samordna* tillgängliga resurser så att de åstadkommer de effekter som krävs för att lösa tilldelat uppdrag eller uppgift (Försvarmakten, 2016a). Ett modernt förhållningssätt till ledning är att ledning ska *möjliggöra* och *underlätta* för underställda att ändamålsenligt och effektivt lösa tilldelade uppdrag eller uppgift (Ministry of Defence, 2017). *Ledningssystem* definieras av Försvarmakten som bestående av doktrin, organisation, personal, teknik och metoder som sätts samman för att stödja ledning av en viss verksamhet. I ledningssystemet ingår en chef med stab (Försvarmakten, 2016a).

Koncept utgör förslag på hur ett problem kan lösas eller en möjlighet kan utnyttjas i syfte att fylla ett behov i en given kontext. Detta gör *ledningskoncept* till idéer som beskriver hur ledning bör utformas för att inrikta och samordna operationer, så att dessa tillgodoser nuvarande och framtida ledningsbehov (Enqvist, Hansson & Ekenstierna, 2016). *Ledningsbehov* är de behov att leda som uppstår när någon med mandat att leda erhåller ett uppdrag (Försvarmakten, 2016a). Fullständigt dokumenterade ledningsbehov beskriver *varför* ledning behövs, *vad* och *vem* som ska ledas samt *när* och *var* ledningen ska utövas.

1.1 Syfte

Syftet med genomfört arbete har varit att utveckla och beskriva ett ledningskoncept med tidsperspektivet 2045 som bidrar till ett gemensamt, integrerat och interoperabelt synsätt för genomförande av nationella och internationella operationer. Arbetet har bedrivits inom ramen för Försvarmaktens Huvudstudie Ledning.

Intressenter till arbetet med LedK45 innefattar i första hand:

- de som ska ta fram underlag för att besluta om realiseringen av Försvarmaktens ledningssystem 2045

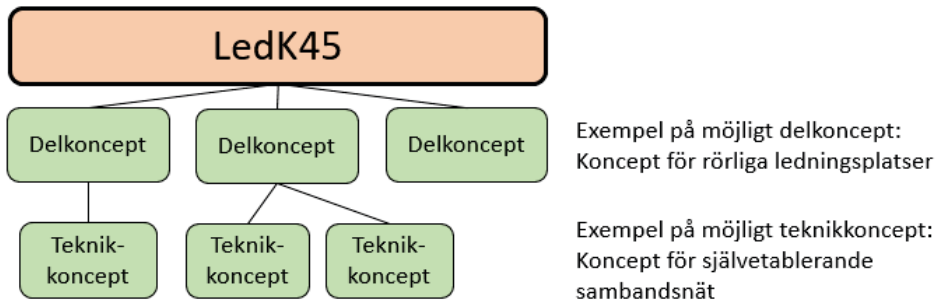
- de som ska besluta om realiseringen av FMLS 2045
- de som ska realisera FMLS 2045

Intressenter kan exempelvis tillhöra Försvarsmaktens ledning, vara utvecklingsofficerare på förband och centra, eller som arbetar relaterat till utveckling och beställning av tekniska system. Vissa intressenter har lång erfarenhet av militär ledning medan andra är väl bevandrade i den tekniska utvecklingen. Denna rapport har skrivits på ett sätt som ska kunna förstås oavsett teknisk, organisationsteoretisk eller militär bakgrund.

Ledningskonceptet har ett långsiktigt tidsperspektiv i linje med Försvarsmaktens perspektivplanering som siktar på 2045. En realisering av konceptet behöver dock påbörjas redan nu. Delkoncept inom ramen för det övergripande konceptet kan omfatta kortare tidsperspektiv och en hög grad av konkretisering.

1.2 Omfattning

LedK 45 är ett övergripande ledningskoncept, utifrån vilket mer konkreta delkoncept kan utvecklas (Figur 1).



Figur 1. Konceptstruktur

Rapporten omfattar år 2020:s version av Ledk45 följt av teoretiska fördjupningar och en diskussion.

Kapitel 1 introducerar centrala begrepp, samt beskriver syfte, omfattning och utvecklingsmetod för arbetet.

Kapitel 2 beskriver *konceptet LedK45* i form av *bärande idé, ledningsprinciper* samt *konkreta exempel* på hur framtida teknik och ledningsplatser förväntas nyttjas för att implementera ledningssystem baserat på konceptet.

Kapitel 3 beskriver identifierade ledningsbehov, samt teoretiska utgångspunkter kopplade till doktrin, metod, organisation, personal och teknik, tänkta att ge en djupare förståelse för varför konceptet ser ut som det gör.

Kapitel 4 omfattar diskussion och slutsatser.

1.3 Metod

Arbetet med att utveckla ledningskonceptet har i huvudsak genomförts i samverkan mellan Försvarmakten, Förvarshögskolan (FHS) och Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI). Sakfrågor har diskuterats med företrädare för relaterade utvecklingsområden och pågående forskningsprojekt.

LedK45 har utvecklats utifrån identifierade ledningsbehov, teoretiska ramverk, nuvarande doktrin och analyser avseende framtida trender. Arbetet är en fortsättning på tidigare års konceptutvecklingsarbeten inom ramen för Huvudstudie Ledning, i vilket bland annat behovsanalys genomförts baserat på spel, intervjuer och omvärldsanalyser. Den bärande idén och ledningsprinciperna som beskrivs i denna rapport är resultatet av flera års arbete, där redovisningar genomförts kontinuerligt för företrädare inom Försvarmaktens ledning, bland annat CIO, PROD LEDUND, Insatsstaben samt företrädare för försvarsgrenarna.

Tidigare publikationer:

Mission Command when waging cyber operations (Josefsson, Anderson, Norlander & Marcusson, 2019)

Ledningskoncept 2035 - Resultat av 2018 års konceptutveckling (Granåsen, Hallberg, Josefsson, Ekenstierna & Barius, 2019)

Framework for C2 Concept Development: Exploring Design Logic and Systems Engineering (Hallberg, Granåsen, Josefsson & Ekenstierna, 2018).

Exploring Mission Command in a Concept for Future C2 - A Small State Perspective (Granåsen, Barius, Hallberg, & Josefsson, 2018)

Initial utformning av "K3" - ett koncept för ledning av framtida militära operationer (Hallberg, & Granåsen, 2018)

Två grundläggande koncept för framtida ledning av militära operationer (Granåsen, Hallberg, Josefsson. & Ekenstierna, 2017)

Framtida ledningsbehov och -förmågor (Hallberg & Granåsen, 2016)

Krav och designkriterier gällande framtida ledningssystem (Andersson, & Spak, 2016)

Resultat från konceptutvecklingen har även ingått som en del i Huvudstudie Lednings årliga rapporter som utgivits av Försvarmakten (Försvarmakten, 2016b, 2017b, 2018a, 2019, 2020b).

2 Ledningskoncept 2045

Ledningskoncept 2045 beskrivs med en *bärande idé* följt av *ledningsprinciper*. Ledningsprinciperna bidrar till att realisera den bärande idé. Vidare beskrivs mer konkreta exempel på hur framtida teknik och ledningsplatser förväntas nyttjas för att implementera konceptet.

I detta stycke införs begreppet *ledningssystem*, för att förenkla beskrivningarna. En ledningssystem kan utgöra ett ledningssystem, en ledningsplats, en stab eller en ledningsnivå.

2.1 Bärande idé

Ledningskoncept 2045 (LedK45) syftar till att skapa en effektfokuserad, agil och resilient ledning, som ger förutsättningar för att agera enskilt och tillsammans med andra.

Effektfokuserad ledning innebär ett fokus mot vad som ska uppnås snarare än hur och med vilka resurser. Med andra ord identifieras först vilken effekt som ska åstadkommas, därefter eftersöks de resurser som är bäst att nyttja för att åstadkomma effekten. Effektfokuserade ledningssystem har förmåga att identifiera, kombinera och samordna en bred palett av resurser för att nå önskat läge. Effektfokuserade ledningssystem förutsätter vidare att olika resurser, exempelvis för underrättelseinhämtning och bekämpning, kan tillgängliggöras och kombineras. Detta skapar en förmåga att agera över domän- och stridskraftsgränser.

Agil ledning innebär att *proaktivt och kontinuerligt optimera ledningssystem baserat på insatssystemets behov*, för att bättre kunna nyttja uppkomna möjligheter och situationer. Med agila ledningssystem skapas förutsättningar för att proaktivt etablera en ledningsförmåga hos lämpligaste ledningssystem. Exempelvis kan ledningsförmågan behövas på en högre ledningsnivå då strategiska överväganden måste göras. Om stridstempot är högt, med snabbt förändrade förutsättningar, kan motsvarande ledningsförmåga behövas på en lägre ledningsnivå.

Resilient ledning innebär en *inneboende motståndskraft hos ledningssystem att hantera störningar*, baserat på att kontinuerligt säkerställa robusthet och förmåga att återhämta sig. Med resilienta ledningssystem skapas förutsättningar för att reaktivt återetablera en nedsatt ledningsförmåga. Om en ledningssystem slagits ut, så kan exempelvis dess ledningsförmåga sömlöst etableras hos en annan ledningssystem.

Agila och resilienta ledningssystem innebär att förmågan att leda specifika operationer och verkanssystem kan förflyttas mellan olika staber, ledningsplatser och

ledningsnivåer. Till exempel skulle förmåga att leda cyber- och telekrigsoperationer tillfälligt kunna upprättas i en stab som normalt inte har denna förmåga. Detta kan göras ur ett agilt (proaktivt) hänseende, det vill säga att denna förmåga behövs av insatssystemet och att placeringen av ledningsinstansen är den bästa lösningen i den givna situationen. Detta kan även ske från ett resilient (reaktivt) hänseende, det vill säga när förmåga att leda cyber- och telekrigsoperationer riskerar att gå förlorade vid en annan ledningsinstans.

2.2 Ledningsprinciper

Ledningsprinciperna bidrar till att åstadkomma effektfokuserade, agila och resilienta ledningssystem.

2.2.1 Ledning över domän- och stridskraftsgränser

Principen innebär att ledningssystem kan leda verkansresurser från samtliga stridskrafter för att verka mot motståndare i samtliga domäner. Det behöver finnas förutsättningar för ledningsinstanser att dela och nyttja information mellan domäner och stridskrafter. En verkansenhet ska kunna agera baserat på information från en sensor oberoende av i vilken domän sensorn är placerad och varifrån verkansenheten respektive sensorn leds. Principen omfattar gemensamma operationer enskilt och tillsammans med andra, samt inom ramen för totalförsvarets sammantagna resurser. Interoperabilitet är därmed en viktig förutsättning för ledning över domän- och stridskraftsgränser. Denna princip bidrar främst till att göra ledningssystemet *effektfokuserat* genom att möjliggöra ökad handlingsfrihet.

2.2.2 Uppdragsstyrning som ledningsform

Principen innebär att ledning sker primärt utifrån *uppdragsstyrning*. Uppdragsstyrning är en dynamisk ledningsform där graden av restriktioner anpassas efter rådande osäkerhet och behovet av samordning.

Uppdragsstyrning innebär att högre ledningsnivåer inriktar det som ska åstadkommas på längre sikt och/eller det övergripande sammanhanget utan direkta anvisningar om hur uppdrag ska lösas. Uppdragsstyrning är den ledningsform som idag liksom i framtiden ses som norm, i enlighet med Försvarmaktens ledningsfilosofi uppdragstaktik. Målsättningar delges för *vad* enheter ska uppnå, men det är chefen för en underställd enhet som väljer medel och metoder (*hur*). Grunden för uppdragsstyrning är att den som tilldelas ett uppdrag har tillräcklig situationsförståelse, kompetens och resurser att kunna omsätta detta i handling. Uppdragsstyrning kräver hög grad av tillit.

När hög grad av samordning i tid och rum krävs, tillvägagångssättet är kritiskt eller vid nyttjande av exklusiva resurser kan ett högre inslag av *direktstyrning* behöva tillämpas. Då reglerar en chef medel och metoder och leder alltså med en högre

grad av restriktioner. Direktstyrning kan vara kostsamt och innebära att enheter behöver vänta på detaljerade direktiv istället för att vara operativa.

När en möjlighet inom övergripande organisations syfte uppstår får inte avsaknad av uppdrag innebära handlingsförlamning. *Initiativ underifrån* är under sådana omständigheter centralt, och är i linje med Försvarmaktens ansvarskultur. Situationer som kräver ett snabbt agerande men där ett uppdrag som initierar detta agerande saknas kräver ett högre inslag av initiativ underifrån för att ta vara på uppkomna möjligheter. En förutsättning för initiativ underifrån är att högre chefer har kommunicerat operationens *syften* och att det råder ömsesidigt förtroende mellan ledningsnivåerna. Vid oväntade händelser som kräver initiativ underifrån är det viktigt att högre chef stödjer initiativet så att hela organisationen vid behov kan stödja.

2.2.3 Anpassning av ledningsförmåga

Principen innebär att ledningssystemets förmåga ska anpassas så att det motsvarar verkanssystemets behov av ledning. Detta görs för att fullt ut kunna nyttiggöra insatssystemets förmåga. Det är centralt att identifiera om en förändring i verkanssystemet föranleder behov av justeringar i ledningssystemets kapacitet och kompetens.

Varje ledningsinstans förmåga kan flexibelt ökas och minskas avseende *kapacitet* respektive breddas och avsmalnas avseende *kompetens*.

- *Kapacitet*: Att *öka* ett ledningssystemets kapacitet kan skapa större uthållighet, ge möjlighet att leda i fler riktningar eller bearbeta större mängder information. Detta kan till exempel ske genom att tillföra ytterligare resurser för att *öka* ledningssystemets förmåga att omsätta erhållen information till en lägesbild. Att *minska ett ledningssystemets kapacitet* kan till exempel innebära att avstå analysresurser till någon annan ledningsinstans som behöver utöka sin kapacitet.
- *Kompetens*: Att *bredda* ett ledningssystemets kompetens innebär att ledningssystemet kan klara av fler uppgifter. Om en ny förmåga tillförs ett förband, exempelvis en telekriksresurs, kan en stab behöva tillföras en person med kompetens kring hur denna resurs ska ledas. Kompetens kan också *smalnas av* genom att omfördela en kompetens till någon annan enhet. Fysisk omflyttning av individer är dock inte alltid nödvändig, utan kan ske genom medverkan på distans. Därmed förutspås att kompetens 2045 i högre utsträckning än idag kunna merutnyttjas.

2.2.4 Anpassning av ledningsorganisation

Principen innebär att ledningsorganisation ska kunna anpassas efter uppgift, uppdrag och förutsättningar. Denna princip bidrar främst till att göra ledningssystemet mer agilt.

En ledningsinstans kan i grunden vara organiserad *funktionsfokuserat* alternativt *uppgiftsfokuserat*, men växla organisationsform efter behov.

Funktionsorganisationen är baserad på det kontinentala stabssystemet som i dagens militära staber delas in i sektionerna 1 – 9, där varje sektion i huvudsak innehåller specialister från olika funktionella områden (exempelvis underrättelse-sektionen). Det kontinentala stabssystemet kallas ibland lite slarvigt för ”Nato-systemet.” När uppgifter ska lösas avdelas personal ur de olika sektionerna till tillfälliga tvärfunktionella arbetsgrupper som exempelvis leder pågående verksamhet, planerar omfall eller ser över inriktning på längre sikt.

Staber som är organiserade *uppgiftsfokuserat* är baserade på *tvärfunktionella ledningslag*. Ledningslagen ansvarar antingen för ledningen i olika tidsperspektiv eller olika delar av operationen. Vid behov sker funktionsvis samverkan. Vid sidan av lagen kan det finnas några specialiserade sektioner. Exempelvis kan det utöver logistikföreträdarna i lagen finnas en specifik logistikledningssektion i bakre läge.

2.2.5 Anpassning av ledningsmobilitet

Principen innebär att ledningsplatser kan vara fasta eller rörliga samt växla där emellan. Vissa ledningsinstanser följer i större utsträckning insatssystemets rörelser medan andra grupperas skyddat i ett bakre läge. Aspekter som överlevnad, ledningseffektivitet, arbetsmiljö och tillgång till infrastruktur behöver beaktas för att bedöma och väga av ledningsmobiliteten. Överlevnad kopplat till denna princip kan uppnås både i form av fortifikatoriskt skydd och rörlighet.

2.2.6 Anpassning av ledningsplatsers geografiska spridning

Principen innebär att ledningsplatsers spridning anpassas efter situationen. En ledningsplats kan med andra ord växla mellan att vara samlad och spridd över ett större område. En mer samlad gruppering ger möjlighet till fysiska möten och snabbt utbyte av stora mängder information. Den spridda grupperingen är svårare för motståndare att slå ut men omöjliggör fysiska möten och kan försvåra utbyte av stora datamängder.

2.2.7 Interoperabilitet

Principen innebär ett möjliggörande av samverkan nationellt mellan stridskrafter, med andra nationers militära styrkor och med icke-militära organisationer. Gränssnitten mot omgivningen är centrala för att erhålla interoperabilitet. Utveckling av interoperabilitet omfattar bland annat teknik, information, semantik, ledningsmetoder, organisation och kultur. Denna princip bidrar till att göra ledningssys-

temet *effektfokuserat, agilt och resilient* då ökad interoperabilitet innebär att möjligheterna att välja verkansalternativ ökar och enskilda ledningsinstanser blir mindre kritiska.

2.2.8 Kontinuerlig utveckling

Principen innebär en strävan efter att kontinuerligt utveckla ledningsförmågan genom att genomföra förändringar av ledningssystemet. Kontinuerlig utveckling omfattar bland annat införande av ny teknik, förändrade arbetssätt och organisation. Detta förutsätter en organisationskultur som präglas av *lärande* och *innovation*. Lärande innebär att upptäcka och åtgärda brister, både inom ramen för nuvarande system (enkelkretslärande, eng. single loop learning) och ett ifrågasättande av nuvarande systems giltighet (dubbelkretslärande, eng. double loop learning, Argyris & Schön, 1996). Förutsättningar för innovationer skapas bland annat genom tillit, uppmuntrande av initiativ, nyfikenhet och en mångfald av perspektiv och kompetenser. Organisationen måste innefatta strukturer för hur idéer ska omhändertas och omvandlas till faktiskt utförande.

Kontinuerlig utveckling omfattar att (1) identifiera möjligheter till förbättringar, (2) utveckla och testa potentiella förbättringsåtgärder, (3) utvärdera effekt av föreslagna åtgärder, samt (4) införa förändring.

Återkoppling är en central mekanism i kontinuerlig utveckling för att kunna uppmärksamma när ledningssystemet inte svarar upp mot verksamhetens ledningsbehov och bedöma i vilken utsträckning genomförda förändringar leder till avsedda förbättringar. Vid mer omfattande-systemförändringar behöver särskilt påverkan på ledningssystemets gränssytor identifieras, så att förändringarna kan genomföras utan negativa sidoeffekter, exempelvis avseende på ledningssystemets tydlighet, funktionalitet och interoperabilitet gentemot andra. Vidare behöver transaktionskostnader beaktas och minimeras, exempelvis genom att undvika överbyråkratisering, minimera beslutsgrindar och förenkla beslutsprocesser.

2.3 Konkretisering av ledningskonceptet

Denna sektion beskriver exempel på konkretiseringar av ledningskonceptet avseende såväl tekniskt nyttjande som ledningsplatser. Förutsägelser om framtida teknik är mycket osäkra. Beskrivningen i detta kapitel ska ses som att den tekniska utvecklingen skapar ett betydande möjlighetsrum, snarare än som begränsningar av realiseringen av framtida ledningssystem.

2.3.1 Teknikanvändning

Detta avsnitt beskriver exempel på hur framtida teknik kan nyttjas inom militära ledningssystem, i tidsperspektivet 2045.

Virtuella ledningsrum är datorbaserade simulerade ledningsrum. Virtual reality (VR) stödjer möjligheten till upplevelsebaserad förflyttning och därigenom genomförandet av virtuellt stabsarbete. De virtuella ledningsrummen ger förutsättningar för olika konstellationer att mötas oberoende av geografisk plats. Dessa ledningsrum kan innehålla motsvarande ledningsstödssystem som fysiska ledningsplatser. De är synkroniserade i tid, men närvaron kan ske från geografiskt spridda platser. E-mötesstöd stödjer ett distribuerat stabsarbete, med funktioner för

- text-, ljud- och videobaserad kommunikation
- att dela dokument och övrig information
- att dela lägesbild
- att generera, värdera och besluta inriktningar och planer
- att reglera tillträde.

Detta kan redan idag genomföras via videokonferens och andra programvaror för e-möten, men hologram och XR-tekniker (extended reality) skulle kunna bidra med en ökad känsla av närvaro och andra möjligheter att interagera.

Skrivare för att snabbt producera kartor och andra former av lägesbilder finns tillgängliga. Även 3D-skrivare nyttjas för att producera 3D-modeller av operationsområden. Dessa modeller nyttjas på samma sätt som traditionella kartor.

Beslutsstödsystem fungerar online så väl som offline, med sömlös övergång mellan offline och online. Detta är viktigt för att bibehålla tempo och informations-tillgång i stabsarbetet vid sambandsbortfall, eller vid behov av tyst uppträdande. Kraftfulla beslutsstödsystem baserade på tekniker för artificiell intelligens (AI) nyttjas som stöd för:

- Inhämtning och kvalitetssäkring av information. I detta ingår att identifiera lämpliga datakällor till information som efterfrågas, säkerställa att information sparas på ändamålsenligt format.
- Omsättning av information till lägesbilder. I detta ingår att utforma representationer och visualiseringar av lägesbilder.
- Värdering av situationen. I detta ingår att generera och värdera möjlig händelseutveckling.
- Generering och värdering av handlingsalternativ. I detta ingår att baserat på sannolika händelseutvecklingar generera och värdera möjliga lösningar.
- Generering, värdering och kvalitetssäkring av planer. Detta görs baserat på planerad eller beslutad lösning.

För att skapa dynamik till fysiska kartor och 3D-modeller nyttjas AR (augmented reality) och hologram, exempelvis för att presentera virtuella objekt på en fysisk karta. Med hjälp av AR kan visualisering av information som visas på kartor, papper och gemensamma skärmar roll- och funktionsanpassas.

AI nyttjas för att stödja interaktionen mellan beslutsstöd och människor samt mellan människor. Det senare innefattar att översätta mellan tal och text, samt mellan olika språk.

Spel ses även 2045 som en viktig del av arbetet inom militära staber, i syfte att skapa en gemensam förståelse för planerad verksamhet, samt för att kritiskt granska olika handlingsalternativ och möjliga utfall. XR-baserade system stödjer visualisering av möjliga händelseutvecklingar samt genomförandet av spel.

Simulatorer, AR och VR ger möjlighet till att med ökad precision simulera och sätta sig in i olika händelseförlopp, men även till medverkan i spel från flera olika platser. Digitaliseringen av spel innebär även att dessa blir enklare att dokumentera samtidigt som en möjlighet att återuppspela dem introduceras. AI kan stödja med avdömmingar.

Digitaliseringsbord och digitala papper nyttjas för att möjliggöra sparandet av producerad information fysiskt så väl som digitalt, vilket innebär att även en snabb skiss på ett enkelt sätt kan överföras till annan ledningsinstans. Det minskar risken att information fastnar hos en ledningsinstans på grund av tiden det tar att omsätta anteckningar till ett digitalt format

Autonoma och fjärrstyrda fordon och farkoster nyttjas som ordonnanser, kommunikationsnoder och närskydd. Autonoma fordon nyttjas för att förstärka skenmåls trovärdighet. Över tid kommer graden av autonomitet hos dessa fordon att öka och de kommer i allt högre grad att ledas i form av uppdrag snarare än med direktstyrning. Flera fordon kommer även att interagera för att lösa alltmer omfattande uppdrag.

Framtida försvarsmakter kommer att ha förband som inte innehåller människor, det vill säga utgörs av **samverkande tekniska enheter** (Johansson et al. 2019; Dear, 2019). Dessa förband kan komma att ges relativt komplexa och komplicerade uppgifter. Frågan är hur dessa förband ska agera, självsynkroniserade eller med noder som inriktar och samordnar. I det senare innebär det att framtida mänskliga chefer måste kunna ge order till icke-mänskliga ”chefer”, som i sin tur leder andra icke-mänskliga enheter.

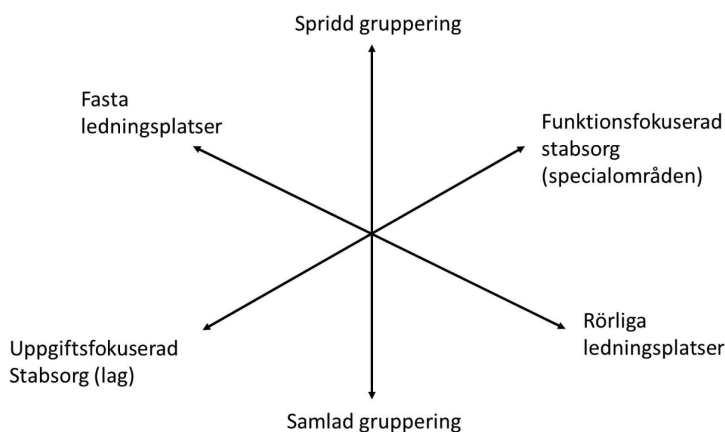
Skenmål i form av fiktiva ledningsplatser syftar till att vilseleda motståndare så att dessa får svårare att lokalisera faktiska ledningsplatser. Fiktiva ledningsplatser kan komma att spela en betydande roll, då motståndare i allt högre grad förväntas försöka identifiera och slå ut ledningsfunktioner. Hotbilden innefattas av avancerade sensorer, långräckviddiga och hypersoniska vapen. Dessa fiktiva ledningsplatser kan förväntas främst lämna spår i den elektro-magnetiska domänen, men även fasta och rörliga fysiska objekt skulle kunna nyttjas som skenmål.

2.3.2 Ledningsplatser

Ledningsplats är den plats varifrån ledning utövas (Försvarsmakten, 2016a). LedK45 ställer krav på att ledningsplatser ska kunna vara *rörliga* respektive *fasta* eller en kombination av dessa. Ledningsplatserna ska kunna vara *samlade*, vilket ger goda möjligheter till fysiska möten, så väl som *spridda*, innehållande en högre grad av virtuell intern samverkan. Vidare behöver ledningsplatserna stödja olika typer av *ledningsorganisationer*. Ledningsplatserna ska vid behov kunna skifta form (Figur 2). Exempelvis ska fasta samlade ledningsplatser kunna övergå till fasta spridda ledningsplatser alternativt till helt eller delvis rörliga ledningsplatser.

Några gemensamma egenskaper hos ledningsplatserna:

- Samtliga ledningsfunktioner stöds av AI-baserade beslutsstödsystem.
- Beslutsstödsystem fungerar även i offline-läge med sömlös övergång mellan offline och online.
- AR nyttjas för att roll- och funktionsanpassa informationen på arbetsytor.



Figur 2. Olika former av ledningsplatser.

Fasta och rörliga ledningsplatser. I enlighet med principen *Anpassning av ledningsmobilitet* kan ledningsplatser vara *fasta* eller *rörliga*. Ledningsplatsens mobilitet behöver anpassas utifrån exempelvis

- behovet av att minimera upptäckt och maximera överlevnadschanserna
- arbetsmiljö, utrustning och tillgång till infrastruktur
- behovet av fysisk närvaro, tillgång till virtuella lösningar för samverkan och chefsnärvaro.

Fasta ledningsplatser inryms i byggnader. I ledningsrummen är väggarna försedda med bildskärmar som kan nyttjas för att spegla enskilda stabsmedlemmars skärmar eller gemensamma lägesbilder. Planeringslag och genomförandelag agerar runt en

skärm, hologram eller 3D-modell som beskriver operationsområdet. Fasta ledningsplatser har en dynamisk möblering som kan anpassas efter aktuellt ledningsbehov. Möjliga möbleringar kan baseras på:

- specialiserade sektioner
- ledningslag
- stridskrafter
- ledningsfunktioner.

Telepresence bidrar till att överbrygga fysisk distans mellan enheter, där ett chefsbesök i vissa fall kan genomföras virtuellt.

För fasta ledningsplatser kan de olika delarna av en stab inrymmas i en och samma byggnad (samlad), eller i flera fortifikatoriska byggnader som är geografiskt spridda. Chefer och stabsmedlemmar kan närvara via telepresence i övriga byggnader än den de är i fysiskt. E-mötesstöd stödjer ett distribuerat stabsarbete.

Rörliga ledningsplatser: Hotbilden från långräckviddiga vapen i kombination med sofistikerade sensorer innebär att hög rörlighet, låga signaturer och kompetenta skenmål är en förutsättning för rörliga ledningsplatsers överlevnad (Bailey, 2018). Nyttjandet av befintlig och framtida informationsteknik för kommunikation, distribuerat arbete och beslutsstöd bidrar till att både ha en hög rörlighet och en god ledningseffektivitet.

Rörliga ledningsplatser i form av ledningsfordon och ledningscontainer medger att ledning kan ske under förflyttning. En möjlighet är även att gruppera i befintliga byggnader. Chefer har möjlighet att virtuellt närvara vid andra stabsplatser.¹ Ledningsfunktionens kompetens och kapacitet kan ökas genom att "Reachback"-funktioner från fasta eller rörliga grupperingar stödjer ledningen av genomförandet utifrån behov via ljud, video och VR/AR.

Samlade och spridda ledningsplatser. I enlighet med principen *Anpassning av ledningsplatsers geografiska spridning* kan ledningsplatser vara *samlade* eller *spridda*. Spridd gruppering innebär att de ingående delarna befinner sig utspridda över ett större geografiskt område (Figur 3). Möjlighet till geografisk spridning avgörs bland annat av möjlighet till virtuell koordinering inom stab, behov av tyst uppträdande samt behov av att verka på flera platser, exempelvis leda i flera riktningar.

När det finns behov och möjlighet att träffas fysiskt kan ledningsplatsen etableras på ett geografiskt avgränsat område. Laserbaserad kommunikation, lokal wifi och 5G/6G-noder samt GHz/THz-samband med lågspridning nyttjas. Vidare kan autonoma ordonnanser nyttjas.

¹ Stabsplats är den plats som är ordinarie grupperingsplats för stabens huvuddel. Från stabsplats utövas ledning, i full eller reducerad omfattning (Försvarsmakten, 2016a).



Figur 3. Exempel på gruppering av stab. Ur Försvarsmaktens Handbok Ledningskompani (2017a).

Uppgiftsfokuserad eller funktionsfokuserad stabsorganisation. I enlighet med principen om *Anpassning av ledningsorganisation* kan staber utgå från *uppgiftsfokuserad* eller *funktionsfokuserad* organisation. Val av ledningsorganisation påverkas bland annat av stridstempo och uppgift.

Sammanfattningsvis kommer ledningsplatser i praktiken att vara hybrider mellan de olika formerna. Alla kombinationer av former är inte praktiskt tillämpliga. I en telestörd ledningsmiljö kan spridd funktionsindelad stab vara mindre tillämpbar. Ny teknik kommer att påverka förutsättningarna för de olika formerna, exempelvis möjligheter till virtuella möten som komplement till samgruppering. Vissa ledningsplatser kommer att behöva ha en dynamisk form medan andra är mer stabila.

3 Utgångspunkter

I detta kapitel beskrivs utgångspunkterna för ledningskonceptet. Centrala begrepp i ledningsprinciperna förtydligas, exempelvis organisationsformer, olika former av lärande och olika tekniker. Ledningskonceptets utgångspunkter har hämtats i teoribildningar kring utformning av ledning och ledningssystem, Försvarmaktens nuvarande styrningar och långsiktiga planering samt den bedömda framtida utvecklingen, främst vad gäller teknik. Inledningsvis sammanfattas de ledningsbehov som kontinuerligt identifierats och uppdaterats under de senaste årens arbete inom ramen för Huvudstudie ledning.

3.1 Ledningsbehov

Ledningsbehoven är grunden för utveckling av ledningssystem och -koncept. Nedanstående ledningsbehov har identifierats utifrån:

- Försvarmaktens framtida planering (perspektivstudien, annan konceptutveckling)
- omvärldsanalys, trender, teknikutveckling, ledningsspel, Nato, FMN
- befintlig doktrin.

Under arbetet med konceptet 2016 genomfördes två separata behovsanalyser (Hallberg & Granåsen, 2016; Andersson & Spak, 2016). Resultaten av de båda behovsanalyserna slogs samman och analyserades som grund för arbete som genomfördes under 2017 (Granåsen, Hallberg, Josefsson & Ekenstierna, 2017). Ytterligare en bearbetning av behoven genomfördes under 2018, vilket delvis nyttjades i beskrivningen av användningsfallen relaterade LedK35 (Granåsen, Hallberg, Josefsson, Ekenstierna & Barius, 2019). Nedan beskrivs de elva övergripande kategorierna med ledningsbehov som togs fram under arbetet 2018.

3.1.1 Leda operationer med olika syften

Behov att leda krigsavhållande och krigsutkämpande operationer innefattar exempelvis behov av att leda operationer med syftet att hävda Sveriges territoriella integritet, värna svenska intressen samt leda specialoperationer och informationsoperationer.

3.1.2 Leda olika resurser

Behov av att leda olika resurser innefattar exempelvis behov av att leda förband från högsta ledningsnivå ner till enskild plattform. Det innefattar även behov av att leda autonoma system och resurser från alla stridskrafter för att kunna verka i alla miljöer.

3.1.3 Leda olika verksamheter

Behov av att leda olika verksamheter innefattar exempelvis behov av att leda internationellt informationsutbyte, beredskapskontroller, krigsförband i olika operationer och mobilisering.

3.1.4 Leda olika former av operationer

Behov av att leda olika former av operationer innefattar exempelvis behov av att leda operationer med offensiv, defensiv, inriktning, stabiliserande och stödjande inriktning. Det innefattar även behov av att leda manöverkrigföring, operationer i mist två riktningar leda anpassat till situationen. Vidare innefattar det behov av att leda konventionella operationer, specialoperationer, informationsoperationer samt operationer som kräver hög grad av samordning i tid och rum.

3.1.5 Leda operationer i olika tidsperspektiv och tempon

Behov av att leda operationer i olika tidsperspektiv och tempon innefattar exempelvis behov av att leda operationer som genomförs i högt och lågt tempo samt operationer som genomförs under lång tid. Det innefattar även att samtidigt kunna leda pågående verksamhet, samordna kommande verksamhet och inrikta verksamhet på längre sikt.

3.1.6 Leda operationer som genomförs tillsammans med andra

Behov av att leda operationer som genomförs tillsammans med andra innefattar exempelvis behov leda operationer som genomförs i samverkan med andra nationer och med civila aktörer. Även behov av att leda gemensamma operationer med olika stridskrafter och operationer inom ramen för totalförsvaret ingår i kategorin. Vidare innefattar det behov av att leda operationer som genomförs med stöd från andra nationer. Det innefattar även stöd till andra nationer samt som stöd till civila samhället.

3.1.7 Leda operationer mot olika motståndare

Behov av att leda operationer mot olika motståndare innefattar exempelvis behov av att leda operationer mot aktiva, kvalificerade och överlägsna motståndare, motståndare som nyttjar hybridkrigföring samt mot så väl statliga aktörer som icke-statliga aktörer.

3.1.8 Leda operationer i olika konfliktområden

Behov av att leda operationer i olika konfliktområden innefattar exempelvis behov av att leda operationer nationellt och internationellt samt leda enheter utanför svenskt territorium i nationella operationer.

3.1.9 Leda i olika konfliktnivåer

Behov av att leda i olika konfliktnivåer innefattar exempelvis behov av att leda operationer i hela skalan från fred, kris till krig. Även behovet av att leda förmågeproduktion under samtliga konfliktnivåer ingår i kategorin.

3.1.10 Leda operationer i samtliga miljöer

Behov av att leda operationer i samtliga miljöer innefattar exempelvis behov av att leda operationer i urban, icke-urban och arktisk miljö. Det innefattar även behov av att leda operationer i miljöer med el- och telebortfall, under störda förhållanden samt vid lednings- eller sensorbortfall.

3.1.11 Leda operationer i samtliga domäner

Behov av att leda operationer i samtliga domäner innefattar behov av att leda operationer i mark-, luft-, sjö-, cyber- och rymddomänen. Det innefattar även behov av att leda operationer över domängrensarna.

3.2 Doktrin

Svensk militär operationskonst grundas på *manövertänkande*, *uppdragstaktik*, *flexibilitet* och *integrationstänkande* (Försvarsmakten, 2020a). Dessa bedöms på en övergripande nivå vara giltiga även i framtiden och påverkar därför ledningskonceptets utformning. För att uppnå interoperabilitet med andra är det dock nödvändigt att även ta del av tänkta samarbetspartners doktriner. Vad en doktrin är skiljer sig åt mellan nationer. Nato har en stor mängd doktriner som relativt detaljerat reglerar olika typer av operationer och verksamheter, medan Sverige har valt att istället reglera mer specifik verksamhet i reglementen och handböcker.

3.2.1 Manövertänkande

Manövertänkande innebär att genom bland annat ett rörligt uppträdande undvika konfrontation i situationer där motståndare är starka och istället systematiskt utnyttja deras svagheter, sårbarheter och trånga sektorer. Manövertänkande bygger på initiativkraft, möjligheten att kunna utnyttja situationer och angripa en motståndare på våra villkor. Proaktivitet är en grundförutsättning för att uppnå den nödvändiga rörlighet, det offensiva agerande och den förmåga att dra nytta av fördelaktiga situationer som manövertänkandet kräver (Försvarsmakten 2016b). Proaktivitet innebär att tidigt skapa gynnsamma förutsättningar för att lösa uppdraget.

Framtidens operationsmiljö skiljer sig från den operationsmiljö för vilken manövertänkandet utvecklades. Utvecklingen inom autonoma system, AI och cyberförmåga ökar de egna möjligheterna att förutsäga motståndares agerande och

därmed bidra till proaktiviteten. Samtidigt kan dessa tekniker nyttjas av motståndare för att vilseleda oss. Framtidens ledningssystem behöver därmed medge att beslut kan fattas både i högt tempo och med stor flexibilitet.

Asymmetri är obalans i en relation mellan två eller flera parter. Asymmetri bildar spelrum för handling, hur styrka kan riktas mot svaghet. Det finns ett behov av att förstå hur asymmetrin ser ut, för att kunna undvika konfrontation där motståndare är styrkemässigt överlägsna och istället välja konfrontation där motståndare har sina svagheter. Framtidens ledningssystem behöver vara anpassningsbart med hänsyn till eventuell asymmetri.

3.2.2 Flexibilitet

Genom flexibilitet kan operationen anpassas utifrån förändrade förutsättningar samtidigt som uppkomna möjligheter kan tas tillvara. Flexibilitet är nödvändigt för att kunna hantera de osäkerheter som finns. Ur ett operationsperspektiv omfattar flexibilitet förmågan att utnyttja vapensystems mångsidighet och utbytbarhet utifrån situationen (Försvarsmakten, 2020a). Framtidens ledningssystem behöver vara flexibelt avseende ledningsmetoder och ledningsorganisation samt inneha kognitivt relaterade förmågor som att hitta innovativa lösningar, lära av situationer och tillämpa ett kritiskt förhållningssätt.

3.2.3 Uppdragstaktik

Uppdragstaktik är Försvarsmaktens ledningsfilosofi, vilket bygger på decentraliserat beslutsfattande (Försvarsmakten, 2020a). För att uppdragstaktik ska kunna utövas behöver vissa förutsättningar för detta finnas på plats, varför det är av yttersta vikt att ledningskonceptet och i förlängningen ledningssystemet tar hänsyn till dessa. *Tillit* mellan chef och underordnade är nödvändigt, eftersom en stor del av operationens utförande överlämnas till underställda chefer. Tillit ger medarbetare en inre motivation att göra sitt bästa. Genom att chefer på samtliga nivåer har förståelse för *målsättningar och syften* samt har mandat att agera, kan möjligheter i situationen tas tillvara. En *gemensam bas*, det vill säga samma värderingar, hög utbildningsnivå och gemensam doktrin skapar ett gemensamt tankesätt och ömsesidig förståelse (Försvarsmakten, 2020a). Uppdragstaktiken som ledningsfilosofi förutsätter att chefer på alla nivåer har förmåga att självständigt bedöma situationer och fatta beslut. Uppdragstaktik gör ledningen mindre sårbar, eftersom den möjliggör initiativkraft och beslutsfattande även vid störningar i sambandsystemen.

3.2.4 Integrationstänkande

Integrationstänkande är förmåga att skapa synergier mellan enheter och skapa förutsättningar för att verka tillsammans (Försvarsmakten, 2020a). För att bli starkare tillsammans behöver amverkan ske med andra myndigheter, organisationer

och militära parter. Integrationstänkande ger utökade möjligheter att tänka i termer av effekter, där målet är att skapa möjligheter till gemensamma operationer över domän- och försvarsgrensgränser. Ett integrationstänkande säkerställer effektivt stabsarbete och möjliggör att system kan samverka i gemensamma operationer. Då samverkan med andra nationer kommer att fortsätta eller öka, innebär det ökade krav på interoperabilitet i framtida ledningssystem (Försvarsmakten, 2018b). Utveckling sker mot att operationer kommer att ske över domän- och stridskraftsgränser. Interoperabilitet är ett verktyg för att kunna uppnå integrationstänkande.

3.3 Ledningsmetod

Från det föregående avsnittet om doktrin kan vissa slutsatser dras avseende framtida ledningsmetoder, vilka i sin tur påverkar ledningskonceptets utformning. Ledningsmetoder behöver utformas för att möjliggöra ett flexibelt agerande, beslutsfattande i tillräckligt högt tempo och operationer tillsammans med andra nationer, samt över stridskraftsgränser. Detta avsnitt berör primärt teoretiska utgångspunkter avseende ledningsmetodik.

3.3.1 Att förstå problemet

The cynefin framework, är ett ramverk som beskriver hur olika typer av problem kan förstås och vilka lösningsansatser som är lämpliga för respektive typ av problem (Kurz & Snowden, 2003; Snowden, 2020). Ramverket utgår från att det finns *ordnade problem* med synbara samband mellan orsak och verkan, och *oordnade problem* med oklara samband mellan orsak och verkan.

Ordnade problem är enligt ramverket *uppenbara* (eng. simple/obvious/clear) eller *komplicerade* (eng. complicated). *Uppenbara problem* innebär att problemen kan lösas snabbt med hjälp av igenkänning och intuitiva beslut. *Komplicerade problem*, där lösningen inte är lika tydlig, kräver en högre grad av analys och expertstöd. Beslutsstöd kan upptäcka mönster avseende hur en situation förändras som människor har svårt att uppfatta, och därmed bidra till att transformera komplicerade problem till uppenbara problem.

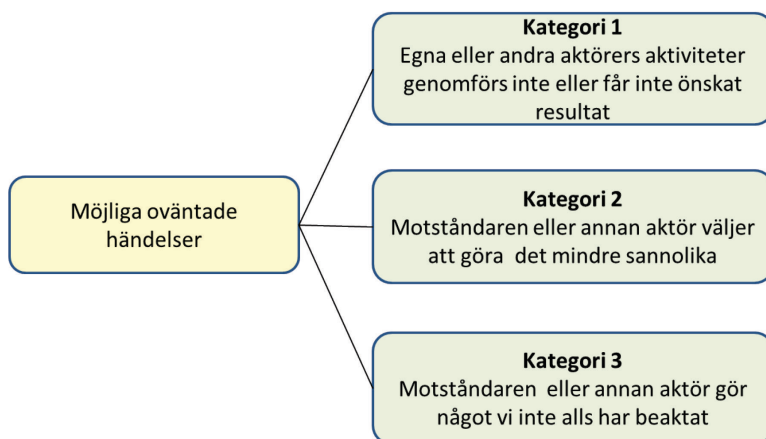
Oordnade problem kan vara *komplexa* (eng. complex) med en oöverskådlig spårbarhet eller *kaotiska* (eng. chaos) då situationen är dynamisk och turbulent utan tillräcklig tid för att analysera situationen. *Komplexa problem* innebär att beslutsfattare behöver vara uppmärksam på hur operationsmiljön reagerar på initiativ, samt uppfatta och lära efterhand för att kunna justera och anpassa lösningen. Med hjälp av avancerade beslutsstöd kommer det på ett enklare sätt än idag att vara möjligt att pröva olika lösningar och förstå deras konsekvenser. För *kaotiska* situationer kan beslutsfattare antingen behöva välja ett kraftfullt och auktoritärt ingripande för att stabilisera situationen och skapa ordning, eller välja ett flertal mindre ingripanden som skapar nya mönster och flyttar problemet till

komplexa problem. Tillit och tydliga mandat är centralt för att kunna agera tillräckligt snabbt.

Att förstå arten i de problem som ska lösas är lättare sagt än gjort. Osäkerheten kring hur en situation utvecklar sig innebär att metoder för bedömning och planering behöver kunna anpassas efter hand. Sammanfattningsvis behöver ledningsmetoder omfatta stöd för att *förstå* det problem som ska lösas, *följa upp* hur situationer förändras och effekter av åtgärder, stödja *analys och prövande av olika lösningar*, medge att *beslutsfattande* kan ske i rätt tid, samt att omhänderta och omsätta *erfarenheter*.

3.3.2 Hantera oväntade händelser

Vid genomförandet av operationer uppstår det ofta oväntade händelser och ledningssystem måste inneha en anpassningsförmåga för att kunna hantera dessa. Oväntade händelser kan indelas i tre kategorier (Figur 4, Weick & Sutcliffe, 2007):



Figur 4. Kategorier av oväntade händelser.

När antaganden om egna aktiviteter förväntade resultat och effekter inte inträffar, samt att antaganden om sannolika händelser inte stämmer påverkas handlingsmöjligheterna och genomförandet måste anpassas. Gjorda antaganden måste ständigt värderas. Uppföljning och värdering av egen plan syftar till att identifiera och åtgärda aktiviteter som inte får önskat resultat. I förväg definierade beslutspunkter om olika handlingsalternativ medverkar till att förbereda sig även för att det mindre sannolika inträffar.

När händelser som inte alls har beaktats inträffar innebär det att planer och genomförande måste anpassas med kort varsel. Därmed måste problemens art och problemramen kontinuerligt värderas. För stort fokus på den egna planen motverkar möjligheten att agera för att hantera oväntade händelser.

3.3.3 Beslutsfattande och beslutsfällor

Chefer ska fatta beslut om vad som måste göras och när det ska göras. Det innebär att chefer måste göra medvetna val avseende metod för beslutsfattande. För ett snabbt agerande måste beslut kunna fattas trots ofullständig information. Människor använder dagligen *heuristiker* som snabbar upp beslutsfattandet, och många gånger leder till rätt, eller tillräckligt bra beslut (Pohl, 2004; Kurz-Milcke & Gigenzer, 2007). Det skulle inte vara möjligt att för alla beslut i vardagen identifiera och värdera samtliga alternativ mot varandra. Istället nyttjas erfarenheter och mönsterigenkänning, eller så fattas beslutet baserat på någon eller några aspekter som värderas som viktigast i situationen (exempelvis kostnad, kvalitet eller risk). Det intuitiva automatiserade beslutsfattandet brukar kallas för *system 1*, medan mer analytiska resonemang brukar hänföras till *system 2* (Kahneman, 2011). Både system 1 och system 2 medför en viss sannolikhet för risk att falla i individuella och grupprelaterade beslutsfällor (Kahneman, 2013; Hammond, Keeny & Raiffa, 1998; Jones & Roelofsma, 2000). *Beslutsfällor* påverkar beslutsfattandet och innebär att det inte är säkert att det är rationella beslut som fattas. *Individuella tankefällor* omfattar exempelvis

- *konfirmering* - tendensen att söka efter och ta till oss information som bekräftar vår tidigare uppfattning,
- *tillgänglighet* - lägger större vikt vid händelser som sker i närtid än de som skedde tidigare och
- *status quo* - favoriserar alternativ som innebär att nuvarande situation behålls (Hammond et al., 1998).

Arbete i heterogena team innebär att individers tanke sätt utmanas, vilket skapar förutsättningar för att komma ur fastlåsta tankemönster.

Grupprelaterade tankefällor kan leda till att gruppen håller fast vid dåliga beslut när viljan att uppnå konformitet blir viktigare än ett kritiskt förhållningssätt till egna och andras idéer, exempelvis *grupptänkande* (Janis, 1971). Det kan också leda till konflikt i form av *grupp-polarisering*, när gruppmedlemmarna förstärker sina första tveksamma åsikter efterhand som diskussionen löper (Jones & Roelofsma, 2000).

Olika strukturerade analytiska tekniker har utvecklats för att minska risken för beslutsfällor, ge en spårbarhet i vad beslut fattas på, jämföra alternativ och vidga gruppers perspektiv (Heuer & Pherson, 2010) Metoder för ledning behöver stödja både det snabba erfarenhetsbaserade beslutsfattandet och det analytiska beslutsfattandet, samt innehålla stöd för att identifiera och undvika beslutsfällor.

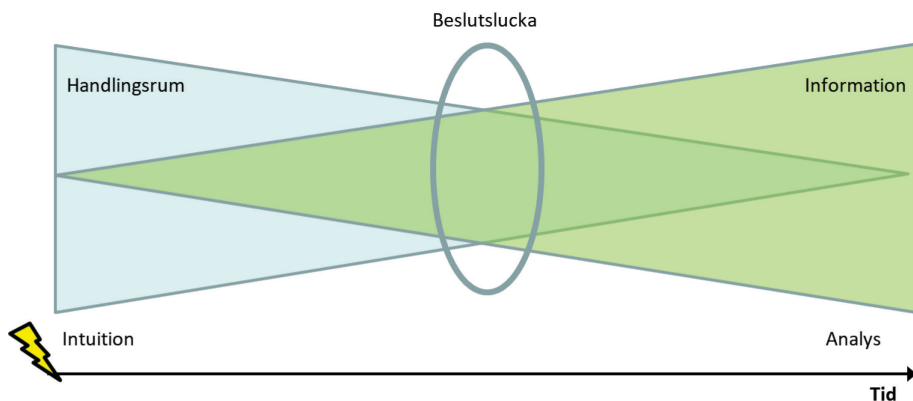
3.3.4 Tiden och tidsförhållanden

Tiden och tidsförhållanden är en avgörande faktor för möjligheterna att påverka en händelseutveckling (Brehmer, 2013). Händelseutvecklingen kan ske med olika

tempo, vilket ställer olika krav på snabbt agerande och därmed hur fort beslut måste fattas och förmedlas.

Vid händelser är situationen först oklar med begränsad information tillgänglig för beslutsfattande. Inhämtande av information och analys av situationen tar tid, men informationen som blir tillgänglig för beslutsfattande ökar successivt (Bakken, 2017). Möjligheterna att begränsa konsekvenserna av en händelse är som störst före själva händelsen eller i omedelbar anslutning till den (Bakken, 2017). Ju längre tid det går från det händelsen har inträffat, desto mindre möjligheter finns att begränsa dess konsekvenser. Det vill säga handlingsutrymmet minskar med tiden efter att det att en händelse har inträffat.

Uppfattning om tiden och tidsförhållandena har betydelse för möjligheterna att påverka inträffad händelse. Det finns en tidslucka som det är lämpligt att fatta beslut om hur en händelse ska hanteras (Figur 5). Detta är en avvägning som måste baseras på den ökande tillgången till information och det minskande handlingsutrymmet. Detta medför även att då beslut måste fattas snabbt, nyttjas främst *intuition* som stöd för beslutsfattandet. Vid behov av att överväga situationen och konsekvenserna av eget agerande nyttjas *analys* som stöd för beslutsfattande.



Figur 5. Beslutslucka vid en händelse. Den gula blixten indikerar att en händelse inträffat. Initialt måste beslut baseras på intuition. Men efterhand som en information erhålls kan beslut fattas baserat på en analys av situationen. Beslutsluckan är det tidsutrymme då beslut lämpligen fattas, baserat på avvägen mellan tillgången till information och handlingsutrymme.

3.3.5 Operationsförståelse

För att kunna fatta beslut i specifika situationer behöver chefen ha en operationsförståelse. Operationsförståelse är en förlängning av *situationsförståelse* (eng. situation awareness, SA). Situationsförståelsen är i grunden att veta vad som händer runt omkring (Endsley, 1995). Situationsförståelse behöver kopplas till ett

sammanhang, annars finns en risk för att den kan tolkas som att mer data per automatik ger mer information som leder till bättre situationsförståelse (Spak & Nygren, 2016). Detta var en tydlig trend i samband med de nätverksbaserade konceptens intåg, vilka ofta kretsade kring informationsöverläge (Alberts & Hayes, 2006).

Chefens och stabens förståelse syftar till handling och inte till att enbart *veta mer*. Operationsförståelse innebär även att beslutsfattare måste kunna bedöma effekterna och konsekvenserna av insatser som ska beslutas om (Josefsson, Andersson, Norlander & Marcusson, 2019). Beslutsfattare måste ha en handlingsorienterad förståelse (Brehmer, 2006).

3.3.6 Kommunikation

Kommunikation uppfyller flera funktioner så som:

- *informationsfunktion* som gör att den som det kommuniceras med erhåller information.
- *handlingsfunktion* som gör att mottagaren förstår att denna ska göra något.
- *emotiv funktion* som gör att mottagaren förstår de känslor som sändaren förmedlar (t.ex. rädsla).
- *social funktion* som gör att de som kommunicerar får ett socialt sammanhang eller bildar en social enhet.

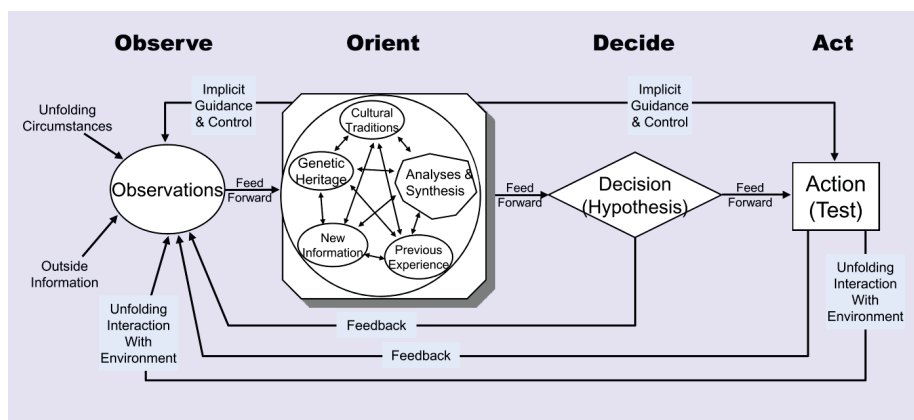
Kommunikation är en central förmåga vid ledning. Chefer behöver bland annat kunna kommunicera med underställda, samverkande parter och högre chefer. En stor del av stabernas arbete utgörs av att inhämta och delge information, vilket förutsätter välfungerade kommunikation. Framtida ledningssystem förutsätter, för att möjliggöra samverkan, att formerna för kommunikation och informationsutbyte är avtalade med samverkansparter.

3.3.7 Förändringsarbete

En organisationskultur som präglas av lärande och innovation ger förutsättningar för kontinuerlig utveckling. Lärande kan definieras som att upptäcka och åtgärda brister, där en brist kan beskrivas som ett gap mellan hur något är tänkt att fungera (intention) och hur det faktiskt fungerar (implementation) (Argyris, 2004). Enkelkrets-lärande omfattar strävan att bli bättre inom ramen för nuvarande system utifrån att ifrågasätta om vi gör saker på rätt sätt. Dubbelkrets-lärande omfattar ett ifrågasättande av nuvarande systems giltighet, med andra ord om vi gör rätt saker (Argyris & Schön, 1996; Jacobsen & Thorsvik, 2015).

Kontinuerlig utveckling beskrivs vanligen som en cirkulär process, vilken kan appliceras på såväl organisationsutveckling, som en beslutsprocess inom ramen för ett militärt uppdrag. Boyds OODA-loop (Observe, Orient, Decide, Act) nyttjas ofta för att beskriva en beslutsprocess inom ramen för ett militärt uppdrag (Figur

6, Boyd, 1976, 1987). Det finns ett antal utvecklade varianter baserade på Boyd's modell, såsom The Cognitive OODA, M-OOD, C-OOD och DOODA (Rousseau, & Breton, 2004; Blasch, Breton, Valin & Bosse, 2011; Brehmer, 2005). OODA-loopen beskrivs ofta förenklat i form av en cirkulär process med dess fyra steg i sekvens, men Boyds fullständiga modell visar att det i själva verket är tänkt som en iterativ process där en viktig aspekt är återkopplingen tillbaka till tidigare steg, men också möjligheten att hoppa över beslutssteget och gå direkt till handling (Boyd, 1996).



Figur 6. Boyd's OODA-loop, ur Boyd (1996).

Det är möjligt att Boyd inspirerades av modeller från managementområdet, där den mest inflytelserika är PDCA, alternativt PDSA (Plan-Do-Check-Act, Plan-Do-Study-Act) (Sokovic, Pavletic & Pipan, 2010; Moen & Norman, 2006). PDCA/PDSA är en viktig komponent inom konceptet *kontinuerliga förbättringar* (Bhuiyan & Baghel, 2005):

- Plan – fastställa mål och genomförande
- Do – genomföra förändringen (i liten skala), inklusive träning och utbildning.
- Study – studera hur väl förändringen faller ut, genom att jämföra mål enligt plan och erhållet resultat, det vill säga lärande.
- Act – Det nya förfarandet införs om förändringen leder till förbättring.

PDSA liksom OODA illustrerar återkopplingens betydelse för en kontinuerlig utveckling. Kontinuerlig utveckling förutsätter en organisationskultur som stimulerar ifrågasättande av nuvarande tillstånd. Organisationen behöver ha förmåga att uppmärksamma när ledningssystemet inte svarar upp mot verksamhetens ledningsbehov och bedöma i vilken utsträckning genomförda förändringar leder till avsedda förbättringar. Det är därmed viktigt att utveckling genomförs på ett sådant sätt att det är möjligt att se effekterna av förändringarna. Vid mer omfattande

systemförändringar behöver särskilt påverkan på ledningssystemets gränssytor identifieras, så att förändringarna kan genomföras utan negativa sideeffekter, exempelvis avseende på ledningssystemets tydlighet, funktionalitet och interoperabilitet gentemot andra system.

Med stora utvecklingssteg riskeras aggregerade eller sammanblandade feedback-signaler, vilka kan bli svåra att återför till rätt mottagare varvid lärandet uteblir. Stora utvecklingssteg driver även på en ökad komplexitet. Med ökad komplexitet följer en ökad osäkerhet och därmed ökad risktagning, svårigheter att specificera leveranstid samt svårigheter att förutse kostnad.

Stora utvecklingssteg riskerar även att leda till höga transaktionskostnader (Reinertsen, 2009). Transaktionskostnader ökar exempelvis med ökande krav på dokumentation och ökande antal beslutsgrindar. En hög transaktionskostnad riskerar att hämma en kontinuerlig utveckling då

- omfattande administration och krångliga beslutsprocesser motverkar en utbredd innovativ kultur.
- endast större utvecklingssteg som initierade på en högre organisatorisk nivå kommer till stånd, detta för att kunna bära en hög transaktionskostnad.

Det är alltså viktigt att beakta och minimera transaktionskostnader, exempelvis genom att undvika överbyråkratisering, minimera beslutsgrindar och förenkla beslutsprocesser.

3.4 Ledningsorganisation

En organisation kan definieras som ett socialt system som är medvetet konstruerat för att lösa särskilda uppgifter och uppnå bestämda målsättningar (Jacobsen & Thorsvik, 2014). De militära ledningsnivåerna (militärstrategisk, operativ och taktisk) löser olika uppgifter och bedöms vara relevanta även för framtida militära ledningsorganisationer. Utöver dessa ledningsnivåer finns behov av territoriell ledning för ledning av territoriell verksamhet.

3.4.1 Stabilitet och förutsägbarhet kontra flexibilitet och innovation

En stabil och förutsägbar organisation medverkar till trygga och effektiva medarbetare medan flexibiliteten bidrar till förmåga att ständigt anpassa verksamheten efter nya behov. Arbete i grupper ökar individens kunskapsbas (Wheelan, 2013) och om grupperna sätts samman i team som får jobba tillsammans länge skapas en stabilitet och förutsägbarhet. Om människor däremot ständigt får byta arbetsgrupper efter situationens behov ökar flexibilitet och möjlighet till innovativa lösningar. Grupper går igenom en utvecklingsprocess från tillhörighet och trygghet via opposition och konflikt, tillit och struktur till arbete och produktivitet

(Wheelan, 2013). Det är därför en utmaning att nå produktivitet när arbetet baseras på tillfälligt sammansatta team.

3.4.2 Organisationsformer

Det finns olika indelningar av organisationsformer. En vanlig indelning beskrivs nedan (Bruzelius & Skärvad, 2017):

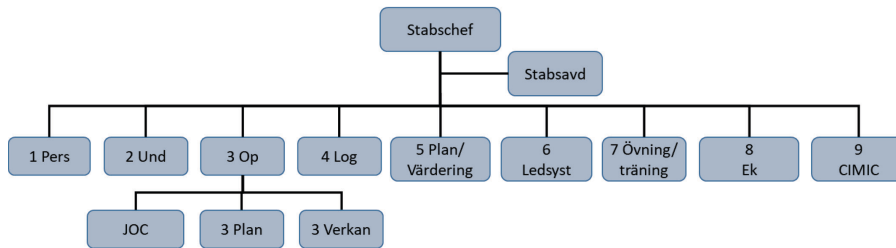
- *funktionsorganisation* – enheter representerar de funktioner som behövs för att lösa uppdraget.
- *divisionsorganisation* – mer eller mindre självständiga organisatoriska enheter, ofta baserat på produkter eller geografiska områden.
- *projektorganisation* – ofta tillfälligt sammansatta enheter med syftet att lösa en specifik uppgift och kompetenser behöver tillföras från olika områden.
- *matrisorganisation* – kombinerar två eller flera organisationsformer, vilket medför att deltagarna är ansvariga inför mer än en chef.
- *nätverksorganisation* – bygger på samverkan mellan i grunden självständiga enheter, baserat på kontrakt och avtal mellan aktörerna i nätverket.

Ledningsprincipen om anpassning av ledningsorganisation föreskriver att ledningsinstanser kan växla mellan olika organisationsformer.

3.4.3 Två former av militära stabsorganisationer

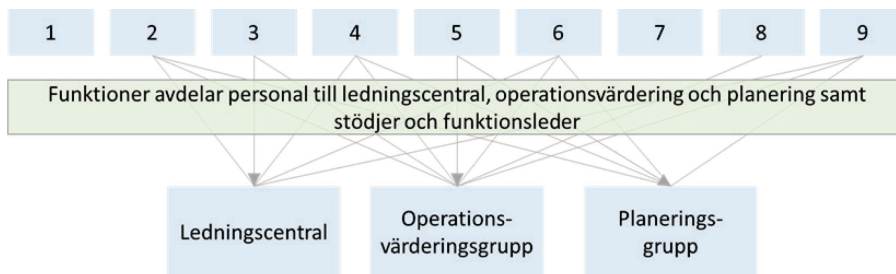
Det kontinentala stabssystemet med sektionsindelning från 1 – 9 används i princip över hela västvärlden i militära staber på operativ och i vissa fall även militärstrategisk och taktisk nivå (Figur 7, Försvarmakten, 2017c; Granåsen & Olsén, 2019).

Utöver de nio funktionerna organiseras ofta chefens rådgivare (exempelvis genderrådgivare (GENAD), politisk rådgivare (POLAD), juridisk rådgivare (LEGAD) samt rådgivare för strategisk kommunikation) i en särskild grupp.



Figur 7. Exempel på funktionsorganisation av operativ stab, som är indelad i (1) Personal, (2) Underrättelser, (3) Operationer, (4) Logistik, (5) Planering, (6) Samband, (7) Övning/träning, (8) Ekonomi och (9) Civil-militär samverkan.

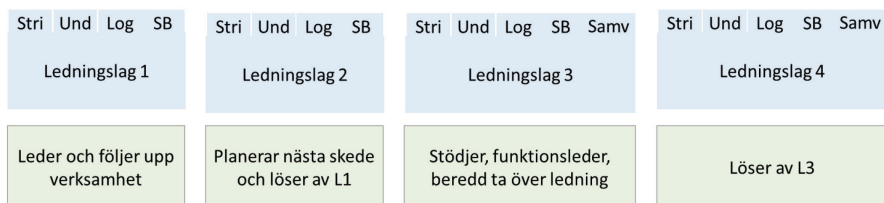
När en uppgift ska lösas avdelas personal ur de olika funktionerna till tillfälliga grupper som exempelvis en planeringsuppgift under ledning av *J3 Plan* för pågående verksamhet, eller *J5* för omfall eller inriktning på längre sikt enligt exempel (Försvarsmakten, 2017c; Granåsen & Olsén, 2019).



Figur 8. Exempel på en militär stabs organisation enligt det kontinentala systemet.

Detta ger en form av matrisorganisation med goda förutsättningar för specialisering för personal som tillhör en funktion samtidigt som olika tillfälliga grupper kan sättas samman efter behov. Nackdelar med matrisorganisation där grupper sätts samman efter behov enligt Figur 8 är att organisationen ofta kräver en detaljerad stabsarbetsrytm med ett flertal olika möten som syftar till att samordna arbetet mellan olika funktioner och tidsperspektiv (Granåsen & Olsén, 2019). Vidare förutsätter de tillfälliga grupperna att staben är samlokaliserad på en plats, alternativt att det finns goda möjligheter till virtuella möten och att det då inte föreligger en hotbild som begränsar möjligheten till kommunikation.

En annan form av matrisorganisation som nyttjas för militära staber är att organisera i arbetslag (Figur 9, Granåsen & Olsén, 2019).



Figur 9. Exempel på stab med lagindelning.

Specialistkompetenserna är då i grunden fördelade i lag som ansvarar antingen för olika tidsperspektiv eller olika delar av operationen. Sektioner liknande 1–9-sektionerna i den kontinentala stabsstrukturen kan finnas vid sidan om lagen. Dessa sektioner blir i praktiken mindre eftersom huvuddelen av personalen är fast placerade i lagen. I jämförelse med den kontinentala stabsstrukturen innebär det att de olika specialistkompetenserna från funktionerna redan finns representerade i lagen, istället för att en planerings- eller operationsvärderingsgrupp komponeras för varje ny uppgift. Organisering i lag förkortar uppstartstiden vid planering och skapar förutsättningar för samträning i laget (Granåsen & Olsén, 2019). Exemplet i Figur 9 är hämtat från en brigadstab men i Sverige organiseras även staben på militärstrategisk nivå enligt motsvarande princip. Militärstrategisk planeringsgrupp (SPG) organiseras för att planera en operation och militärstrategisk genomförandegrupp (SGG) organiseras för att följa upp genomförande av en operation. Både SPG och SGG är mångsidigt sammansatta med kompetenser ur flera funktioner (Försvarsmakten, 2017c). Vid lagindelning krävs att funktionsberedningar sker med jämna mellanrum, där de olika lagens funktionsföreträdare får en möjlighet att samlas, fysiskt eller virtuellt (exempelvis logistikberedning, underrättelseberedning, sambandsberedning).

Valet av lagindelning eller funktionsberedning påverkas bland annat av grupperingsform, hotbild och behov av funktionsspecialisering. Vid funktionsindelning krävs att tillfälliga tvärgrupper skapas för att planera och genomföra olika verksamheter, och vid lagindelning behöver behovet av att prata ihop sig med andra funktionsföreträdare tillgodoses.

3.5 Personal

Detta avsnitt beskriver aspekter som är väsentliga att beakta avseende personals utbildning och färdigheter samt mellanmänniska aspekter och förhållningssätt. Pigeau & McCann (2002) beskriver hur interaktionen mellan kompetens, mandat och ansvar är förutsättningar för ledning. Denna beskrivning utvecklades vidare av Josefsson et al. (2019) till att även inkludera kommunikation och operationsförståelse, vilka berördes under avsnittet om Ledningsmetod.

3.5.1 Kompetens

Kompetens kan delas in i fysisk, intellektuell, känslomässig och kommunikativ mellanmännisklig kompetens (Pigeau & McCann, 2002).

- *Fysisk kompetens* omfattar fysisk styrka, fungerande sinnesorgan samt motoriska färdigheter, god hälsa, smidighet och uthållighet.
- *Intellektuell kompetens* innefattar förmåga att använda resonemang, kritiskt tänkande, kreativitet, flexibilitet, förmåga till konstruktivt tänkande och vilja att lära.
- *Känslomässig kompetens* inkluderar motståndskraft, hårdighet och förmåga att arbeta under stress. Förmågan att hålla en övergripande känslomässig balans och perspektiv på situationen är avgörande för att kunna leda.
- *Kommunikativ mellanmännisklig kompetens* är avgörande för att kunna interagera effektivt med underordnade, kamrater, överordnade, media samt andra myndigheter och organisationer. Den innehåller social skicklighet som kännetecknas av tillit, respekt, klarsynthet och empati.

Framtida ledningssystem behöver utformas så att rimliga krav ställs avseende de olika kompetenserna. Hänsyn behöver tas till att uppgifter ska kunna lösas även under påverkan av stress, hunger och sömnbrist. Med ett ständigt ökande stridstempo och allt mer komplex hotbild krävs tekniska system som avlastar människor, så att den mänskliga potentialen utnyttjas där den gör störst nytta.

Det är en avvägning i vilken utsträckning en ledningsorganisation ska baseras på specialister respektive generalister (Jacobsen & Thorsvik, 2014). För vissa avgörande områden såsom juridik, medicin och viss teknik kommer det alltid att finnas behov av specialistkompetenser, och den tekniska utvecklingen mot mer avancerade system kan innebära behov av större specialistkompetens. Det är dock inte säkert att samma nivå av specialistkompetens behöver finnas hos de som leder och samordnar verksamhet som hos de som utför verksamhet. En organisation innefattande en hög grad av specialister innebär behov av samordning mellan specialistfunktioner, där en organisation blir sårbar om unika individer skulle falla ifrån. Generalister har en mer enhetlig kunskap och förmåga samt kan lösa likartade uppgifter. Detta medför att de inte behöver samordnas i lika hög utsträckning och dessutom kan täcka upp för varandra. Epstein (2019) visar att generalister som tränat på många olika saker ofta är bättre än specialister på att lösa komplexa problem. Kahneman och Klein (2009) menar att erfarenheter från olika situationer kan stärka intuitivt beslutsfattande medan erfarenheter inom ett speciellt område kan medföra olika typer av förutfattade uppfattningar som (bias) som gör det svårare att anpassa sig till nya situationer utanför eget specialområde.

3.5.2 Tillit

Tillit är ett förhållningssätt till en annan person eller institution som innebär att vi tror att den kommer att utföra en viss handling även om vi inte kan kontrollera det (Gambetta, 1988; Bringselius, 2020). Vid ledning och samverkan finns minst två parter, som är ömsesidigt beroende av varandra, för att uppnå satta målsättningar (Mayer, Davis & Schoorman, 1995).

Att ge tillit till någon annan innebär en risk, eftersom den som får tilliten inte säkert gör det som den som lämnat tilliten hoppas på. Interaktion mellan människor kännetecknas därför av en balans mellan tillit och kontroll, och i lednings-situationer behöver både tillit och kontroll kunna tillämpas. Vid komplexa och dynamiska situationer är det svårt att leda genom att ha fullständig kontroll över sina underställda chefer.

Tillit är beroende av tre olika aspekter (Mayer, Davis & Schoorman, 1995; Snow, 2020):

- *Förmåga* som visar hur kompetent du är. Du uppvisar skicklighet och kunskap. Du kan hantera osäkerhet. Du uppfattar och tillrättvisar misstag.
- *Integritet* som visar samstämmighet mellan handlingar och ord. Du är öppen med den information du delar. Du levererar vad du säger att du ska göra. Du ”spelar rent spel”.
- *Välvilja* som visar hur mycket du har andras önskemål för ögonen. Du lyssnar inkännande och aktivt. Du visar sårbarhet och vilja till uppoffring vid olika önskemål. Du tar väl hand om människor och utnyttjar inte dem.

Snow (2020) beskriver även en fjärde aspekt, *pålitlighet*, som visar förutsägbarhet och förstärker de tre övriga aspekterna.

Uppdragstaktik baseras på att det finns tillit mellan chef och underställda och en atmosfär som tillåter misstag. I annat fall kommer anomalier att uppstå, där uppdragstaktiken bara är en chimär, när kontrollfunktioner införs som hämmar underställdas möjlighet att ta initiativ och fatta beslut (Ben-Shalom & Shamir, 2011).

Framtidens ledning förutsätter att tillit mellan människor och tekniska beslutsstöd samt autonoma system beaktas. All teknik kan inte vara till 100 % tillförlitlig, men det behöver finnas förståelse för hur och när de tekniska stöd som nyttjas är tillräckligt tillförlitliga samt när ledningssystem bör förlita sig på mänskliga bedömningar respektive tekniska systems bedömningar.

3.5.3 Mandat

Mandat beskriver i vilken utsträckning chefer har befogenhet att agera. Det finns en åtskillnad mellan juridiskt mandat som är tilldelat från högre chef och personligt

mandat som är vad individer får av andra på grund av personlig trovärdighet. Båda sätten att erhålla mandat att leda kräver ett ömsesidigt förtroende. Ömsesidig tillit mellan den som leder och de som blir ledda är en förutsättning för ledning.

3.5.4 Ansvar

Ansvar är i vilken utsträckning individer godtar det juridiska och moraliska ansvar som står i proportion till chefsrollen. På motsvarande sett som med mandat, finns det två delar som ger ansvar, ett som är ålagt externt och ett som genereras internt (Pigeau & McCann, 2002).

Den första, som kallas *yttre ansvar*, innebär skyldigheten att ta ansvar. Yttre ansvar är till vilken grad som en individ känner sig ansvariga både gentemot överordnade och underordnade.

Den andra kallas *inneboende ansvar* och är graden av självgenererat ansvar som känns för uppdraget. Inneboende ansvar är en funktion av den beslutsamhet och motivation som individer ger till ett problem - det ägarskap och engagemang som individer känner för att lösa tilldelat uppdrag.

3.6 Teknik

Stora investeringar i teknologi ger inte per automatik en ökad ledningsförmåga, utan det är användningen av teknologin som skapar förmågan (Ladetto, 2016).

Detta avsnitt syftar till att presentera några av de tekniker som skulle kunna nyttjas för att realisera ledningssystem i enlighet med LedK45. För ytterligare och fördjupad diskussion avseende tekniker som skulle kunna vara aktuella att nyttja 2045 hänvisas till Kindvall och Lindberg (2020). En viktig egenskap hos framtida ledningssystem är att de förhållandevis snabbt behöver kunna integrera och nyttiggöra ny teknik för att på så sätt bidra till en ökad ledningsförmåga (Turner, 2020).

3.6.1 AI (maskinlärande och djupinlärning)

Utvecklingen inom AI-området har gått snabbt de senaste åren, framför allt avseende *maskininlärning* (eng. machine learning) och *djupinlärning* (deep learning) (Patterson & Gibson, 2017). Tack vare en betydligt kraftfullare beräkningskapacitet kan nu AI-modeller genereras på ett sätt som tidigare inte varit möjligt. Trots positiva rapporter om framgångsrika försök och tillämpningar finns det fortfarande ett antal utmaningar för att tillämpa AI inom den militära domänen (Schubert, 2017). Exempel på sådana utmaningar är bristen på *data* att träna AI-modeller med för att erhålla ett önskat beteende, validering av att beteendet är det förväntade, transparens avseende hur AI-system (Explainable AI, XAI) kommer fram till beslut samt sätt att skydda dessa system mot vilseledning (Luotsinen, 2018; Svenmarck, 2018; Nilsson, 2017; Adadi & Berrada, 2018). Det finns tre

koncept som beskriver människans relation till AI-baserade system. Dessa utgörs av: *In the loop*, *On the loop* och *Out of the loop* (Freedberg, 2019; Dear, 2019).

- *In the loop* – innebär att en människa fattar beslutet att agera, baserat på information och förslag som det AI-baserade systemet tillhandahåller.
- *On the loop* – innebär att AI-baserade system även kan fatta beslut och ge order om verkan, men att människor övervakar processen samt har möjlighet att avbryta ett skeende och stänga ner systemet.
- *Out of the loop* – innebär att människor ger instruktionen till AI-baserade system att inleda en verksamhet, varpå genomförandet överläts helt till systemen, utan mänsklig övervakning.

Inom ledningsområdet kan AI bidra till samtliga ledningsfunktioner (Brynielsson, Nilsson, Schubert & Svenmarck, 2019). AI-baserade system kommer att bidra till en snabbare insamling och analys av information samt en snabbare spridning av kritisk information (Livermore, 2019). Vidare kan AI-baserade system generera handlingsalternativ och planer (Schubert, 2017). Det finns dock farhågor om vad som händer om kontrollen över AI-tekniken förloras. Flera militära ledare ser vikten av att människan fortfarande har kontrollen (Freedberg, 2019).

3.6.2 Big data

Allt snabbare datorer och mer sofistikerade AI-baserade system kommer att öka förmågan att få tillgång till, analysera och dra slutsatser från stora mängder data (big data). Denna förmåga bidrar till en ökad situationsförståelse samt att det är möjligt att tidigt uppfatta svaga signaler i stora informationsmängder. Det finns vidare ett stort antal verktyg för visualisering av och interaktion vid analyser av stora datamängder, avseende så väl innehåll som kvalitet av data (Jändel et al., 2016).

För militär ledning kan stora datamängder samlas in från exempelvis sensorer, satellitbilder, signalspaning, social media och *Internet-of-Things* (IoT) Med rätt verktyg för analys av stora datamängder och visualisering skapas förutsättningar för en bättre situationsförståelse (Haridas, 2015). Svaga signaler som uppfattas vid analys av stora datamängder ger möjlighet att förstå motståndarens intentioner och förutse beteenden (Dear, 2019). Detta i sin tur ger möjlighet att förekomma motståndarens agerande och ta initiativ.

3.6.3 Extended Reality (XR)

Det finns ett antal former av virtuella miljöer och kombinationer av verkliga miljöer med virtuella inslag som användare kan närvara i och integrera med. *Extended Reality* (XR) är ett samlingsnamn för samtliga former som kombinerar det verkliga och det virtuella (Fast-Berglund, Gong & Li, 2018). De vanligaste XR-formerna utgörs av *Virtual Reality* (VR), *Augmented Reality* (AR) och *Mixed Reality* (MR). Inom VR är innehållet baserat på video, datorgenererat material och

kombinationer av dessa. Användare är därmed frikopplade från den verkliga miljön som de befinner sig i. Inom *AR* överlagras den verkliga miljön med datorgenererad information. Till exempel kan beskrivningar av verkliga objekt tillföras det som användare tittar på samt att skyltar på främmande språk överlagras med motsvarande skyltar på det egna språket. Inom *MR* kombineras också den verkliga miljön med datorgenererat material. Det som skiljer *MR* från *AR* är att inom *MR* kan det datorgenererade materialet interagera med objekt i den verkliga världen.

Inom ledningsområdet kan *XR*-baserade tekniker bidra till träning av chefer och övrig ledningspersonal avseende så väl generell kompetens och färdigheter som inför specifika uppdrag (Lele, 2013). När det gäller genomförandet av operationer skulle *VR* ge en ökad känsla av närvaro även för ledningsinstanser som befinner sig på distans, eller för förberedelser av styrkor som planeras att sättas in i kommande skeden av operationen. På ledningsplats skulle *AR* kunna nyttjas för att förstärka traditionella kartor och lägesbilder (Croft et al., 2018). Så väl *AR* som *VR* skapar förutsättningar för en viss nivå av telepresence.

3.6.4 Hologram

En teknik som delvis överlappar med *AR* och *MR* är hologram, vilket kan ses som en tredimensionell bild. Det finns vidare ett antal tekniker som anses skapa en illusion av hologram, dvs. det ser ut som ett hologram men är inte ett riktigt.

Möjligheten att nyttja hologram för militära ändamål har diskuterats under en längre tid (Jennison, Allebach & Sweeney, 1989). Även möjligheten att nyttja hologram för ledning har studerats, exempelvis för att representera dynamik i insatsmiljöer (Croft et al., 2018). En användning som kan vara av intresse för militär ledning är *holographic telepresence*, vilket gör det möjligt att närvara vid möten på distans i form av hologram (Rezari, 2019). Ett exempel på teknik som kan nyttjas för detta är Deepframe².

3.6.5 Telepresence

Telepresence-tekniker gör det möjligt för operatörer att på distans observera, känna och interagera i miljöer (Ladetto, 2016). Telepresence möjliggör för personer att känna sig, eller upplevas av andra, som om de är närvarande på en annan plats än den de är på genom att skenbart uppenbara sig och/eller skapa en fysisk påverkan på distans (Leithinger, Follmer, Olwal & Ishii, 2014). Videostödd kommunikation, *VR/AR*, hologram samt telerobotics är tekniker som möjliggör telepresence.

² <https://www.realfiction.com/solutions/deepframe>
<https://www.youtube.com/watch?v=TeI2XyIKMH8>

3.6.6 Interaktionstekniker

Vissa tekniska system blir allt mer komplexa, medan andra blir enklare. I båda fallen ställer detta höga krav på sättet som människor integrerar med dessa system. Tiden då enbart tangentbord, dattormöss, joystickar och skärmar utgjorde gränssnittet till de tekniska systemen är förbi. Intresset växer för att kunna nyttja tal och gester för att integrera med tekniska system, vilket anses vara mer naturligt för människor (Pettitt, Elliott & Taylor, 2018). Antalet system som nyttjar röst för interaktion har ökat kraftigt. Röststyrning blir också allt bättre, både avseende förmåga att uppfatta rätt och att urskilja mänskliga röster i miljöer med omkringliggande ljud. Mobil röststyrning för mobiltelefoner finns redan (Mittal & Singh, 2016). Dock har maskinerna svårt att uppfatta det som inte sägs. När det gäller gester så nyttjas dessa i hög utsträckning för att styra via touchskärmar, men det finns ett långt framskridet arbete med att kunna styra via gester på distans, dvs. utan att beröra det som ska styras (Huang, Jaiswal & Rai, 2018;).

I ledningssituationer kan styrning via så väl gester som röst vara av intresse. Därför testas armband som gör det möjligt att ge order via gester (Korpela & Walker, 2018). I många fall är säkerligen tangentbord och datorskärmar den lämpligaste formen för interaktion, men det finns säkerligen fler tillämpningar där röst- eller gestbaserad interaktion skulle ha stora fördelar³.

Information som ritas eller skrivs på papper kan behöva digitaliseras. En enkel teknik för detta är att det som skrivs på papper i efterhand skannas eller fotograferas. Nackdelen med detta tillvägagångssätt är att det kräver ett antal moment i efterhand och att information i digitaliserad form inte är tillgänglig momentant. Ett alternativ är att skriva och rita på en skärm, vilket i varierande grad kan upplevas som ett papper. Nackdelen med detta alternativ är att informationen enbart lagras digitalt om den inte skrivs ut i efterhand. Ett tredje alternativ är att skriva och rita på ett fysiskt papper, samtidigt som information digitaliseras och tillgängliggörs. Detta är möjligt med *digitala pennor* och speciella papper.

3.6.7 Digitala översättare

Förmågan hos system att översätta har ökat betydligt i och med den senaste utvecklingen av sofistikerade AI-baserade algoritmer och modeller.

Tal till tal (översättning mellan språk). Det finns i dag tekniker för att översätta tal på ett språk till tal på ett helt annat språk. Dessa finns i form av mobilapplikationer så som *Itranslate Voice* och *Google Översätt*. Det finns även hårdvarubaserade översättare så som *Vasco Mini 2*. *Googles Pixel Buds 2⁴* är hörlurar som klarar av att översätta tal på olika språk i nära realtid.

³ <https://www.infineon.com/cms/en/discoveries/human-machine-interaction/>

⁴ <https://www.waverlylabs.com/pilot>

Text till text (översättning mellan språk). Ett av de mer välkända systemen för att översätta mellan olika språk är *Google Translate*. När det gäller översättning av språk i textform kan system som Googles översätta manuellt inskriven text, dokument, bilder som innehåller text, samt webbsidor. Förmågan hos dessa system har ökat betydligt sedan de övergick från att nyttja statistiskt regelbaserad översättning till *deep learning*. Det finns även mobilapplikationer så som *World Lens*, som klarar av att översätta en skriven text på ett språk till en text på ett annat språk i realtid. Det finns även hårdvarubaserade system som klarar av motsvarande.

Text till tal. Det finns ett antal tjänster online som erbjuder uppläsning av en skriven text, så som *Natural readers*. I vissa av dessa tjänster är det möjligt att ställa in vilken röst som ska läsa upp texten samt justera hastigheten på läsningen. Det finns även möjlighet att ladda ner mobilapplikationer som översätter en bild till text.

Tal till text. Det finns ett flertal mobilapplikationer som klarar av att översätta tal till text, så som *Dragon* och *Google Speechnotes*. Det finns även ett relativt stort antal internetjänster som erbjuder översättning av tal till text.

3.6.8 Internet of Things (IoT)

Antalet enheter i kategorin Internet of Things (IoT) ökar i snabb takt. Inom den civila marknaden är det enbart fantasin som sätter gränser för vad som kan anslutas till internet. Även inom den militära sektorn pågår det initiativ som baseras på IoT, exempelvis för datainsamling i insatsområden och som stöd för logistikhantering (Suri et al., 2016). Det finns även anpassningar av IoT:s arkitektur till militära förhållanden, så som Internet of Military Things (IoMT), Military Internet of Things (MIOT), Battle Internet-of-Things (IoBT) och Internet of Intelligent Battle Things (Kott, Swami & West, 2016; Yushi, Fei & Hui, 2012; Castiglione, Choo, Nappi & Ricciardi, 2017; Kott, 2018)

Från ett ledningsperspektiv finns det flera fördelar med att nyttiggöra civil IoT-teknik, exempelvis för informationshämtning och ökad automatisering. Att integrera civila IoT:er med militära system är emellertid inte oproblematiskt, t.ex. avseende IT-säkerhetsaspekter och interoperabilitet (Suri et al., 2016).

3.6.9 Bärbara beslutsstöd

Informationstekniken blir allt mindre, lättare och strömsnålare, vilket möjliggör att allt kraftfullare beslutsstöd blir mobila. Mobiltelefoner motsvarar redan i dag en kraftfullare dator, med betydande kapacitet avseende beräkningar, lagning och överföring av information. Informationstekniken blir även alltmer integrerad i befintliga tillhörigheter som traditionellt bärs på kroppen, så som klockor, ringar, armband och glasögon.

Från ett ledningsperspektiv kommer mobilitet hos stödsystem att öka chefers och stabsmedlemmars möjlighet att fortsätta leda, oavsett var de befinner sig.

3.6.10 3D-skrivare

3D-skrivare kan nyttjas för att producera föremål av ett stort antal material såsom plaster, metaller och olika keramer samt kombinationer av dessa. Det finns skrivare för mänsklig hud och kroppsdelar, byggnader och geografiska områden (Lee, Singh, Trasatti & Bjornsson, 2014; Sakin & Kiroglu, 2017; Ghawana & Zlatanova, 2013). Även planer på att transportera en skrivare till månen för att skriva ut en månbas finns (Colla, Dini, Canessa, Fonda & Zennaro, 2013). Numera studeras även möjligheter med 4D-skrivare, vilka fungerar som en 3D-skrivare, men vars utskrifter erhåller adaptiv förmåga (Zhang, Demir & Gu, 2019). Det vill säga, de föremål som skrivits utan fås att ändra form och egenskaper.

Inom ledningsområdet är det möjligt att nyttja skrivare för att skriva ut 3D-modeller över insatsområden, vilka kan användas vid exempelvis planering av insatser. Skrivare för att skapa byggnader gör det möjligt att snabbt skapa fortifikatoriska byggnader, vilka kan hållbarhets temporära ledningsplatser alternativt nyttjas som skenmål⁵. Detta kan bidra till en ökad förmåga till rörlighet och vilseledning.

3.6.11 Obemannade farkoster

Obemannade farkoster kan vara helt fjärrstyrda eller i varierande grad autonoma (Rantakokko, 2019). De kan vara luft-, mark- eller sjöbaserade och ha förmåga att hantera vitt skilda uppgifter som t.ex. transport av gods, informationsinhämtning, kommunikationsnod och verkan. De kan uppträda enskilt eller i form av svärmar.

Ur ett ledningsperspektiv kan obemannade farkoster främst nyttjas för att inhämta information och som kommunikationsnoder för samband. De kan även bidra till mobilitet och smygförmåga genom att förse ledningsplatser med förnödenheter och materiel.

3.6.12 5G och 6G

Samband och kommunikation är en grundläggande förmåga för ledning. För närvarande byggs 5G (5:e generationens) mobilnät som förväntas ge ökad kapacitet. Runt 2030 kommer sannolikt 6G (6:e generationens) mobilnät att börja nyttjas. 6G förväntas öka såväl kapaciteten som hastigheten med hastigheter upp mot 1 terabit per sekund. Därmed skapas förutsättningar för mobila applikationer av AR, MR och hologram (Alpman, 2019).

⁵ <https://solidface.com/whats-new-on-3d-printing-military-applications/>

3.6.13 Laserbaserad kommunikation

Laser ger förutsättningar för att etablera samband med hög datatakt som är svåra att upptäcka och störa (Kaushal & Kaddoum, 2017). En nackdel med denna typ av kommunikation är att den är beroende av vädret och line-of-sight (Ladetto, 2016). Nederbörd och dimma kan göra det omöjligt att nyttja laser. Beroendet av line-of-sight kan avhjälpas med UAV:er som agerar länkar.

3.6.14 Mänsklig förstärkning

Inom området *mänsklig förstärkning* (eng. Human performance enhancement, HPE) studeras möjligheten att förstärka mänskliga förmågor (Levin, Hedenstierna, Hagström, Svensson & Hermelin, 2019). Detta kan göras på flera sätt så som med tekniska hjälpmedel och droger, men även en förbättring av rutiner för sömn och kost kan bidra till ökad prestation. Inom ledningsområdet kan de perceptiva och kognitiva förmågorna ses som viktiga att förstärka. XR kan också bidra till en förstärkt förmåga att leda.

3.6.15 Kvantdatorer

Kvantdatoren ses som morgondagens superdator, men med en väsentligt högre beräkningskapacitet än dagens superdatorer. Det är egenskap superposition som skapar förutsättningar för den högre beräkningskapaciteten. *Superposition* innebär att en partikel samtidigt kan representera ett stort antal bitar (1:a eller 0:a) motsvarande traditionella datorer, vilket skapar förutsättningar för extrem beräkningskapacitet. Dessa kvantdatorer tros dock inte fullt ut ersätta dagens datorer, vilka är betydligt enklare och kostnadseffektivare för att lösa de flesta problem. Kvantdatorer är mycket känsliga för yttre påverkan, störningar i form av stötar och skiftningar i temperatur (Giles, 2019a). Vidare blir det många fel, vilket den måste kompenseras för med hjälp av avancerade algoritmer. Den främsta nytta av kvantdatorer anses vara inom områden med processorkraftskrävande simuleringar som vid utveckling av flygplan, nya material och medicin (Ladetto, 2016). Vidare finns det förhoppningar om att kvantdatorer ska påskynda utvecklingen inom AI. Kvantdatorer kan utgöra ett hot eftersom deras höga beräkningskapacitet kan nyttjas för att bryta krypton, det vill säga att krypterad information kan läsas utan tillgång till nyckeln.

3.6.16 Kvantkommunikation

Kvantkommunikation erbjuder främst två möjligheter. Den första baseras på kvantegenskapen superposition. Traditionell fiberbaserad kommunikation innebär att det är möjligt för obehöriga att läsa av eller kopiera information utan att varken avsändare eller mottagare får kännedom om detta. I kvantbaserad kommunikation skickas fotoner i superposition, representerade av ett antal bitar, via en fiber. Om

någon försöker läsa av eller kopiera dessa fotoner tappar dessa sitt superpositions-läge och den avsedda mottagaren kommer omedelbart att se att någon kommit åt, eller alternativt påverkat information (Giles, 2019b). Tekniska begränsningar utgörs av räckvidd och datahastighet. Superposition nyttjas i dagsläget främst för överföring av krypteringsnycklar.

Den andra möjligheten baseras på kvantegenskapen *entanglement*. Kommunikation baseras på att två partiklar skapas som ett par. De som ska kommunicera får var sin partikel. När avsändaren ska skicka ett meddelande påverkar denna sin partikel, vars förändringar speglas i den partikel som utgör den andra i paret. Denna typ av kommunikation har demonstrerats vara möjlig på ett avstånd upp till 144 km, mellan Las Palmas och Teneriffa på Kanarieöarna (Ursin et al., 2007; Giles, 2019b).

4 Diskussion och slutsatser

Ledningssystem är komplexa system, vilka medför att de kräver en utvecklingsansats som skiljer sig från traditionella vattenfallsbaserad metoder (Kurtz & Snowden 2003). Framgångsrik utveckling av komplexa system måste bygga ett iterativt förhållningssätt, för att successivt bygga upp förståelse för hur system ska utformas (Nordström, Nilsson, Wikström, Olsén & Bildsten, 2020). Denna förståelse kan åstadkommas genom att iterativt skapa och utvärdera koncept, idéer för hur systemet skulle kunna realiserats (Nato ACT, 2018). Koncept skapar även förutsättningar för att i ett tidigt skede av utvecklingen illustrerar och diskutera det tänkta systemet, även med personer som inte är direkt involverade och införstådda i utveckling.

LedK45 är baserad på etablerade teorier relaterade till ledning, framtidsstudier avseende militära operationer och framtida teknisk utveckling samt en behovsanalys avseende ledning vid genomförande av svenska militära operationer (Granåsen, Hallberg, Josefsson, Ekenstierna & Barius 2019). Dessa utgångspunkter har använts för att skapa konceptets bärande idé, *en effektfokuserad, agil och resilient ledning, som ger förutsättningar för att agera enskilt och tillsammans med andra*, samt åtta ledningsprinciper. Vid utveckling av ledningssystem för framtida militära operationer bör den bärande idén och principerna beaktas. Principerna pekar på viktiga aspekter att ta hänsyn till inför design av konkreta ledningssystem för specifika kontexter och uppgifter.

LedK45 börjar ta sin övergripande form, men för att komma vidare med utvecklingen behöver ledningskonceptet valideras. För att åstadkomma detta behöver konkreta delkoncept utformas, för specifika ledningssystem och situationer. Delkoncept behöver vara så konkreta att de kan nyttjas i fallstudier, experiment och spel. Resultaten från dessa studier kan därmed nyttjas för att ytterligare konkretisera LedK45 samt att illustrerar hur ledning och ledningssystem baserade på konceptet kan se ut.

Den tekniska utvecklingen går i en rasande fart och det finns ett flertal tekniker som kommer att bidra till framtida ledningsförmåga. LedK45 pekar inte ut vilka tekniker som kommer vara de lämpligaste för att realisera en framtida ledningsförmåga, utan på vikten av en förmåga att kunna assimilera nya tekniska innovationer genom en öppenhet mot en kontinuerlig utveckling. Därmed ska de tekniker som beskrivs i denna rapport främst ses som exempel på tekniker vilka skulle kunna nyttjas för att realisera en efterfråga ledningsförmåga. LedK45 visar på vikten av att skapa förutsättningar för att tillvarata goda idéer och implementera dessa i en kontinuerlig utveckling av ledningssystemet. Detta ställer krav på en öppen organisationskultur och icke-byråkratiska utvecklingsprocesser.

LedK45 föreskriver en ledning som kan anpassas till givna förutsättningar. Detta inkluderar förmåga att kontinuerligt identifiera och svara upp mot de samordningsbehov som föreligger samt motstå yttre påverkan. Detta föresätter i sin tur en ledning som kan nyttiggöra tillgängliga ledningsresurser för att tillgodose de behov av ledning som föreligger. Om en ledningsinstans inte längre kan fullfölja sina uppgifter ska dess uppgifter enkelt kunna tas över av en annan ledningsinstans. Därmed säkerställs ledningsförmåga, oberoende av om enskilda ledningsinstanser går förlorande.

LedK 45 pekar även på vikten av ett uttalat effektfokus. Integrationstänkande skapar nya förutsättningar att åstadkomma avsedd effekt genom att innovativt kombinera olika resurser (Försvarmakten, 2020a). Integrationstänkande förutsätter interoperabilitet, både mellan Försvarmaktens olika delar och mellan Försvarmakten och externa parter, inom ramen för Totalförsvaret samt med partners från andra nationer. Överenskommelser kring tekniska lösningar för informationsöverföring är bara en delmängd i att åstadkomma interoperabilitet. *Organisatoriska, metodmässiga och tekniska gränssytor* behöver identifieras, för att kunna utnyttja hela den palett av resurser som finns tillgänglig. En hög grad av samordning krävs för att på förhand skapa överenskommelserna kring hur dessa gränssytor ska utvecklas. Det är viktigt att påpeka att detta *inte* betyder att själva operationen vari dessa gränssytor används präglas av centraliserad styrning.

5 Referenser

- Adadi, A. & Berrada, M. (2018). Peeking inside the black-box: A survey on Explainable Artificial Intelligence (XAI). *IEEE Access*, 6, 52138-52160.
- Alberts, D. S. & Hayes, R. E. (2006). *Understanding command and control*. Washington, DC: Department of Defense Command and Control Research Program (CCRP).
- Alpman, M. (2019). Med 6G blir världen hyperuppkopplad. *Forskning & Framsteg*. <https://fof.se/tidning/2019/10/artikel/med-6g-blir-varlden-hyperuppkopplad>, (2020-03-17).
- Amerson, K. & Meredith, S. B., III (2016). The Future Operating Environment 2050: Chaos, Complexity and Competition. *Small Wars Journal*. July 31. <https://smallwarsjournal.com/jrnl/art/the-future-operating-environment-2050-chaos-complexity-and-competition>, (2020-09-22).
- Andersson, I. & Spak, U. (2016). *Krav och designkriterier gällande framtida ledningssystem* (FHS beteckning Ö398/2015). Stockholm: Försvarshögskolan.
- Argyris, C. (2004). Double-Loop Learning and Implementable Validity. In Tsoukas H., Mylonopoulos N. (eds.). *Organizations as Knowledge Systems*. London: Palgrave Macmillan.
- Argyris, C. & Schön, D. A. (1996). *Organizational learning II: Theory, Method, and Practice*. Reading, MA: Addison-Wesley publishing company, Inc.
- Bailey, K. (2018). Making the command post mobile: Army is working toward smaller, agile command posts. *APG News*, July 31. <http://apgnews.com/inside-the-innovation/c5isr/making-the-command-post-mobile-army-is-working-toward-smaller-agile-command-posts/>, (2020-11-30).
- Bakken, B.T. (2017). *Krisentrening og – övning*. Forskarseminarium 2017-01-25 vid INN i Elverum, Norge.
- Ben-Shalom, U. & Shamir, E. (2011). Mission command between theory and practice: The case of the IDF. *Defense & Security Analysis*, 27(2), 101–117.
- Brehmer, B. (2006). One Loop to Rule Them All. *Proceedings of the 11th International Command and Control Research and Technology Symposium (ICCRTS)*.

Brehmer, B. (2013). *Insatsledning*. Stockholm: Försvarshögskolan.

Bringselius, L. (2020). *Tillit – En ledningsfilosofi för framtidens offentliga sektor*. Helsingborg: Komlitt AB.

Bruzelius, L. H. & Skärvad, P-H. (2017). *Integrerad organisationslära*. Lund: Studentlitteratur AB.

Brynielsson, J., Nilsson, M., Schubert, J. & Svenmarck, P. (2019). *Artificiell intelligens för beslutsstöd i ledningssystem* (FOI-R--4678--SE). Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.

Castiglione, A., Choo, K. K. R., Nappi, M. & Ricciardi, S. (2017). Context aware ubiquitous biometrics in edge of military things. *IEEE Cloud Computing*, 4(6), 16–20.

Colla, V., Dini, E., Canessa, E., Fonda, C. & Zennaro, M. (2013). Large scale 3D printing: From deep sea to the moon. In E. Canessa, C. Fonda & M. Zennaro (red.), *Low-Cost 3D Printing, for Science, Education & Sustainable Development*, 127–132.

Croft, B. L., Lucero, C., Neurnberger, D., Greene, F., Qiu, A., Higgins, R. & Gustafson, E. (2018, July). Command and Control Collaboration Sand Table (C2-CST). In *International Conference on Virtual, Augmented and Mixed Reality*. Springer, Cham, 249–259).

Dear, K. (2019). Artificial Intelligence and Decision-Making. *The RUSI Journal*, 164(5-6), 18–25.

Endsley, M. R. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37, 32–64.

Enkvist, T., Hansson, L-Å. & Ekenstierna, C. (2016). *Att utveckla och skriva militära koncept* (FOI Memo 5744). Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.

Epstein, D. (2019). *RANGE – Why generalists triumph in a specialized world*. New York, NY: Riverhead Books.

Fast-Berglund, Å., Gong, L. & Li, D. (2018). Testing and validating Extended Reality (xR) technologies in manufacturing. *Procedia Manufacturing*, 25, 31–38.

Freedberg S. J., Jr. (2019, November 25). The Art of Command, The Science of AI. *Breaking Defense*. <https://breakingdefense.com/2019/11/the-art-of-command-the-science-of-ai/>, (2020-03-04).

Försvarsmakten (2016a). *Handbok Nomenklatur Ledning (H Nomen Led)* (FM2016-7616:1). Stockholm: Försvarsmakten.

Försvarsmakten (2016b). *LED 151601S Huvudstudie Ledning - Delrapport 2016*. FM2017-162:1, 2017-01-12. Stockholm: Försvarsmakten.

Försvarsmakten (2017a). *Handbok Ledningskompani*. FM2016-11268:6. Stockholm: Försvarsmakten.

Försvarsmakten (2017b). *LED 151801S Huvudstudie Ledning - Delrapport 2017*. FM2017-162:1, 2017-12-18. Stockholm: Försvarsmakten.

Försvarsmakten (2017c). *Svensk planerings- och ledningsmetod (SPL)*. Stockholm: Försvarsmakten.

Försvarsmakten (2018a). *LED 171801S Huvudstudie Ledning - Delrapport 2018*. FM2017-162:1, 2018-12-11. Stockholm: Försvarsmakten.

Försvarsmakten (2018b). *Tillväxt för ett starkare försvar: Slutredovisning av Försvarsmaktens perspektivstudie 2016-2018* (FM2015-13192:15). Stockholm: Försvarsmakten.

Försvarsmakten (2019). *LED192001S Huvudstudie Ledning - Delrapport 2019*. FM2017-162:1, 2020-01-20. Stockholm: Försvarsmakten.

Försvarsmakten (2020a). *Doktrin för Gemensamma operationer* (FM2018-18369:30). Stockholm: Försvarsmakten.

Försvarsmakten (2020b). *GEM192202S Huvudstudie Ledning – Delrapport 2020*. FM2020-25864:1, 2020-12-14. Stockholm: Försvarsmakten.

Gambetta, D. (1988). *Trust: Making and breaking cooperative relations*. Oxford: Basil Blackwell.

Ghawana, T. & Zlatanova, S. (2013). 3D printing for urban planning: A physical enhancement of spatial perspective. *Urban and Regional Data Management UDMS Annual*, 211–224.

Giles, M. (2019a). Explainer: What is a quantum computer? *MIT Technology Review*.

Giles, M. (2019b). Explainer: What is quantum communication? *MIT Technology Review*.

Granåsen, M. & Olsén, M. (2019). *Att leda brandbekämpning eller indirekt eld? – Analys av militära ledningssystemers tillämpbarhet för kommunal räddningstjänst* (FOI-R--4883--SE). Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.

Granåsen, M., Hallberg, N., Josefsson, A., Ekenstierna, C. & Barius, P. (2019). *Ledningskoncept 2035 - Resultat av 2018 års konceptutveckling* (FOI-R--4715--SE). Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.

Granåsen, M., Hallberg, N., Josefsson, A. & Ekenstierna, C. (2017). *Två grundläggande koncept för framtida ledning av militära operationer* (FOI-R--4467--SE). Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.

Granåsen, M., Barius, P., Hallberg, N., & Anders Josefsson (2018). Exploring Mission Command in a Concept for Future C2- A Small State Perspective. *Proceedings of the 23th International Command & Control Research and Technology Symposium (ICCRTS)*.

Hallberg, N. & Granåsen, M. (2016). *Framtida ledningsbehov och -förmågor*. (FOI-R--4396--SE). Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.

Hallberg, N., & Granåsen, M. (2018). *Initial utformning av "K3" - ett koncept för ledning av framtida militära operationer* (FOI Memo 6220). Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.

Hallberg, N., Granåsen, M., Josefsson, A., & Ekenstierna, C (2018). Framework for C2 Concept Development: Exploring Design Logic and Systems Engineering. *Proceedings from the 23th International Command & Control Research and Technology Symposium (ICCRTS)*.

Hammond, J., Keeny, R. & Raiffa, H. (1998). The Hidden Traps in Decision Making. *Harvard Business review*, 76(5), 47-58.

Haridas, M. (2015). Redefining military intelligence using big data analytics. *Scholar Warrior*, 72–78.

Heuer, R. J. & Pherson, R. H. (2010). *Structured analytic techniques for intelligence analysis*. Cq Press.

Huang, J., Jaiswal, P. & Rai, R. (2018). Gesture-based system for next generation natural and intuitive interfaces. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 1–15.

Jacobsen, D. I. & Thorsvik, J. (2014). *Hur moderna organisationer fungerar*. Lund: Studentlitteratur AB.

Janis, I. L. (1971). Groupthink. *Psychology Today*, 5(6): 43–46, 74–76.

Jennison, B. K., Allebach, J. P. & Sweeney, D. W. (1989). Iterative approaches to computer-generated holography. *Optical Engineering*, 28(6), 2866-29.

Johansson, B., Svenmarck, P., Oskarsson, P-A., Woltjer, R., Forsgren, R., Allvar, J. & Glendor, P. (2019). *Simuleringsmiljö och scenariobeskrivningar för framtidsstudier av autonoma eller intelligenta enheter* (FOI-R--4866--SE). Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.

Jones, P. E. & Roelofsma, P. H. (2000). The potential for social contextual and group biases in team decision making: biases, conditions and psychological mechanisms. *Ergonomics*, 43(8), 1129-1152.

Josefsson, A., Anderson, J., Norlander, A. & Marcusson, B. (2019). Mission Command when waging cyber operations. *Proceedings of the 24th International Command and Control Research & Technology Symposium (ICCRTS)*.

Jändel, M., Bivall, P., Hammar, P., Kamrani, F., Johansson, R. & John Quas, M. (2016). *Visual analytics* (FOI-R--4200--SE). Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.

Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. Macmillan.

Kahneman, D. & Klein, G. (2009). Conditions for Intuitive Expertise – A Failure to Disagree. *American Psychologist* 64(6), 515–526.

Kaushal, H. & Kaddoum, G. (2017). Applications of lasers for tactical military operations. *IEEE Access*, 5, 20736-20753.

Kindvall, G. & Lindberg, A. (red). (2020). *Militärteknik 2045 – Ett underlag till Försvarmaktens perspektivstudie* (FOI-R--4985—SE). Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.

Korpela, C. & Walker, A. (2018). Wearable Technologies for Enhanced Soldier Situational Awareness. *Proceedings of the 2nd International Conference on Vision, Image and Signal Processing*, 1–6.

Kott, A. (2018). Challenges and characteristics of intelligent autonomy for internet of battle things in highly adversarial environments. In *2018 AAAI Spring Symposium Series*.

Kott, A. Swami, A., & West, B. J. (2016). The internet of battle things. *Computer*, 49(12), 70–75.

Kurtz, C. F. & Snowden, D. J. (2003). The new dynamics of strategy: Sense-making in a complex and complicated world. *IBM systems journal*, 42(3), 462–483.

Kurz-Milcke, E. & Gigerenzer, G. (2007). Heuristic Decision Making. *Marketing*, 1, 48–60.

Ladetto, Q. (2016). *Defence Future Technologies: Emerging Technology Trends 2015*. Federal Department of Defence, Civil Protection and Sport DDPS armasuisse Science and Technology Research Management and Operations Research. https://deftech.ch/wp-content/uploads/2018/07/DefenceFutureTechnologies_EmergingTechnologyTrends2015.compressed.pdf, (2021-03-05).

Lee, V., Singh, G., Trasatti, J. P., Bjornsson, C., Xu, X., Tran, T. N., ... & Karande, P. (2014). Design and fabrication of human skin by three-dimensional bioprinting. *Tissue Engineering Part C: Methods*, 20(6), 473–484.

Leithinger, D., Follmer, S., Olwal, A. & Ishii, H. (2014). Physical telepresence: shape capture and display for embodied, computer-mediated remote collaboration. *Proceedings of the 27th annual ACM symposium on User interface software and technology*, 461–470.

Lele, A. (2013). Virtual reality and its military utility. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 4(1), 17–26.

Levin, B., Hedenstierna, S., Hagström, M., Svensson, J. & Hermelin, J. (2019). *Förstärkning av mänsklig förmåga - en framtidsvy* (FOI-R--4716--SE). Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.

Livermore, D. (2019). Military trends in the near future. *Global Defence Industry Intelligence*. <https://www.defenceiq.com/defence-technology/articles/5-military-trends-and-predictions-2020>, (2020-03-04).

Luotsinen, L. (2018). *Maskininlärning med små datamängder* (FOI Memo 6521). Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.

- Mayer, D., Davis, H. & Schoorman, F. (1995). An Integrative Model of Organizational Trust. *The Academy of Management Review*, 20(3), 709–734.
- Ministry of Defence (UK) (2015). *Future operating environment 2035*. Strategic trends programme. Development, Concepts, and Doctrine Centre.
- Ministry of Defence (UK) (2017). *Joint Concept Note 2/17. Future of Command and Control*. Development, Concepts, and Doctrine Centre.
- Mittal, P. & Singh, N. (2016, February). Speech based command and control system for mobile phones: issues and challenges. In *2016 Second International Conference on Computational Intelligence & Communication Technology (CICT)*, 729–732.
- Nato ACT (2018). *CD&E Handbook. A Concept Developer's Guide to Transformation*. Norfolk, VA: Allied Command Transformation, Deputy Chief of Staff for Policy and Plans, Concept Development Division.
- Nilsson, M. (2017). *Djupa neuronnät: sårbarheter och vilseledning* (FOI Memo 6252). Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI).
- Nordström, J., Wikström, M., Nilsson, S., Olsén, M. & Bildsten, C. (2020). *Effektivare anskaffning och integration av ledningsstödsystem: Förhållningssätt för att lösa komplexa problem* (FOI-R--5063--SE). Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Patterson, J. & Gibson, A. (2017). *Deep learning: A practitioner's approach*. O'Reilly Media, Inc.
- Pettitt, R., Elliott, L. R. & Taylor, G. (2018). *Wearable Smart Interaction Device (SID) for Advanced Human-Robot Interaction Using Gestures and/or Speech (No. ARL-TR-8411)*. US Army Research Laboratory Aberdeen Proving Ground United States.
- Pigeau, R. & McCann, C. (2002). Re-conceptualizing command and control. *Canadian Military Journal*, spring 2002, 53–64.
- Pohl, R. (2004). *Cognitive Illusions: A Handbook on Fallacies and Biases in Thinking, Judgement and Memory*. New York: Psychology Press.
- Rantakokko, J. (2019). *Tekniköversikt autonoma och obemannade system - Del I: Historik* (FOI-R--4680--SE). Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Reinertsen, D. (2009). *FLOW*. Redondo Beach: Celeritas Publishing.

Rezari, D. (2019, May 27) The Future of Interactive Projections: Exploring its Limitless Potential. PECB Insights. <https://insights.pecb.com/hologram-technology-innovation>, (2020-03-13).

Russell, S. & Abdelzaher, T. (2018, October). The Internet of Battlefield Things: The Next Generation of Command, Control, Communications and Intelligence (C3I) Decision-Making. In *MILCOM 2018-2018 IEEE Military Communications Conference (MILCOM)*, 737–742.

Sakin, M. & Kiroglu, Y. C. (2017). 3D Printing of Buildings: Construction of the Sustainable Houses of the Future by BIM. *Energy Procedia*, 134, 702-711.

Schubert, J. (2017). *Artificiell Intelligens för Militärt Beslutsstöd* (FOI-R--4552--SE). Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI).

Snow, S. (2020). *This Common Approach To Earning Trust Completely Backfires On Leaders*. Forbes.

Snowden & friends. (2020). *Cynefin: weaving sense-making into the fabric of our world*. Singapore: Cognitive Edge PteLtd.

Spak, U. & Nygren, E. (2016). Enhancing change detection of the unexpected in monitoring tasks : guiding visual attention in command and control assessment. *Proceedings of the 21st International Command and Control Reserach and Technology Symposium (ICCRTS)*.

Suri, N., Tortonesi, M., Michaelis, J., Budulas, P., Benincasa, G., Russell, S., ... Winkler, R. (2016, May). Analyzing the applicability of internet of things to the battlefield environment. In *2016 international conference on military communications and information systems (ICMCIS)*, 1–8.

Svenmarck, P. (2018). *Arbetslägesrapport inom transparens för AI-system* (FOI MEMO 6360). Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.

Turner, P. (2020). C2 as a Capability in the Land Environment: principles of road map design. *Proceedings of the 25th International Command and Control Research and Technology Symposium (ICCRTS)*.

Ursin, R., Tiefenbacher, F., Schmitt-Manderbach, T., Weier, H., Sheidl, T., Lindenthal, M., ... Zeilinger, A. (2007). Entanglement-based quantum communication over 144 km. *Nature physics*, 3(7), 481–486.

Wheelan, S. A. (2013). *Creating effective teams: A guide for members and leaders*. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.

Yushi, L., Fei, J. & Hui, Y. (2012). Study on application modes of military Internet of Things (MIOT). In *2012 IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering (CSAE)* (Vol. 3), 630–634.

Zhang, Z., Demir, K. G. & Gu, G. X. (2019). Developments in 4D-printing: a review on current smart materials, technologies, and applications. *International Journal of Smart and Nano Materials*, 10(3), 205–224.

FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.



FOI
Totalförsvarets forskningsinstitut
164 90 Stockholm

Tel: 08-55 50 30 00
Fax: 08-55 50 31 00

www.foi.se