



Forsvarets høgskole

# Forsvarssektorens evne til å ta i bruk ny teknologi

Gisle Strand, Ravindra Ummaneni, Lars Peder Haga, Audun Dotseth (NAMMO), Palle Ydstebø, Amund Osflaten, Stein Helge Kingsrød, Bjørn Anders Reutz, Stig Tore Aannø, Kristoffer Anglevik Erlien og Svein Erlend Martinussen

---

**Postadresse**

Postboks 800 Postmottak  
2617 Lillehammer  
Norge

**Besøksadresse**

Akershus festning bygn. 13 /  
0015 OSLO  
Norge

**Sivil telefon/telefaks**

**Militær telefon/telefaks (FDN)**

**E-post**

postmottak@mil.no  
**Internett**  
www.forsvaret.no

# Innhold

<b>1 Innledning</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>3 Teori</b> .....	<b>4</b>
3.1 ORGANISASJONER OG TEKNOLOGI .....	5
<b>4 Metode</b> .....	<b>7</b>
<b>5 Vårt perspektiv på innovasjon i Forsvarssektoren</b> .....	<b>9</b>
5.1 RAMMEFAKTORER I LITTERATUREN .....	10
<b>6 Andre perspektiver</b> .....	<b>12</b>
6.1 SVERIGE .....	14
6.2 USA .....	14
<b>7 Kunnskap om teknologi</b> .....	<b>15</b>
7.1 NATURFAGLIG ALLMENN KUNNSKAP .....	16
7.2 STATUS FOR DEN MILITÆRE TEKNOLOGIUNDERVISNINGEN I NORGE, HÆR, SJØ, LUFT, CYBER OG SPACE .....	16
7.3 REKRUTTERING TIL FORSVARET .....	18
7.4 OPPSUMMERING KUNNSKAP .....	19
7.5 FORSLAG TIL TILTAK .....	19
<b>8 Ferdigheter med teknologi</b> .....	<b>20</b>
8.1 BRUKERVENNLIG TEKNOLOGI .....	20
8.2 PERSONELLETS FORUTSETNINGER FOR Å LÆRE SEG Å BENYTTTE TEKNOLOGIEN .....	21
8.3 RAMMER FOR UTDANNING AV FERDIGHETER .....	22
8.4 OPPSUMMERING .....	24
<b>9 Tilgang på teknologi</b> .....	<b>25</b>
9.1 TREKANTSAMARBEIDET .....	25
9.2 ANSKAFFELSESMETODEN .....	26
9.3 SMIDIGE ANSKAFFELSER .....	27
9.4 OPPSUMMERING .....	28
<b>10 Hva bruker vi pengene på?</b> .....	<b>29</b>
10.1 STATLIG STYRT MILITÆR INNOVASJON .....	30
10.2 FORSVARSSEKTORENS AKTØRDRETVET INNOVASJON .....	32
10.3 OPPSUMMERING .....	33
<b>11 Eksperimentering med teknologi for å teste og utfordre idéer</b> .....	<b>34</b>
11.1 DAGENS ARENAER FOR EKSPERIMENTERING .....	34
11.2 VIRTUELLE ARENAER PÅ FELLESOPERATIVT NIVÅ .....	35
11.3 VIRTUELLE ARENAER HOS ENKELTAKTØRER .....	38
11.4 OPPSUMMERING .....	38
<b>12 Omstilling under krig, tilfelle Ukraina</b> .....	<b>38</b>
12.1 KILDER, KRITIKK OG OPPFATNINGER .....	38
12.2 ANALYSE .....	40
12.2.1 Volum .....	40
12.2.2 Kompetanse og struktur .....	40
12.2.3 Innovasjon i krig .....	41
12.2.4 Materiell arv .....	42
12.3 OPPSUMMERING .....	42
<b>13 Konklusjoner og anbefalinger</b> .....	<b>42</b>
<b>14 Referanser</b> .....	<b>47</b>

## 1 Innledning

Militære organisasjoner har alltid vært opptatt av teknologi. Å ha et teknologisk fortrinn overfor motstanderen kan gi en fordel på slagmarken. Militære organisasjoner har derfor ofte vært pådrivere til teknologisk utvikling, for hele tiden å ha et teknologisk forsprang på motstanderen. Krigshistorien gir også flere eksempler der ny og innovativ bruk av teknologi har gitt spektakulære resultater. Royal Air Force sin utvikling og bruk av RADAR i et integrert luftforsvarssystem (Dowding systemet), ga dem en solid systemoverlegenhet overfor Luftwaffe under Slaget om Storbritannia. Selv om systemet hadde høyteknologiske elementer, som RADAR og Spitfire, var det også observasjonsposter bemannet av reservister og kartbord med brikker. Det unike var systemintegrasjonen, som gjorde at teknologien fikk maksimal effekt i det helhetlige systemet (Imperial War Museum, 2022). På den annen side viser også krigshistorien tilfeller der teknologisk overlegne militærmakter kommer til kort overfor enkelt utrustede motstandere, slik som i Vietnam, Libanon og Afghanistan.

Fleksibiliteten vi ser det ukrainske forsvaret viser nå, i møte med ny teknologi, er ikke tilfeldig, men har blitt dyrket frem i forbindelse med målrettet innovasjonsarbeid. Dette arbeidet har foregått under krigstilstand i de østre delene av Ukraina siden 2014.

## 2 Sammendrag

Organisasjoner kan forholde seg til teknologi på mange forskjellige måter. De fleste av oss vil sannsynligvis tenke at vi har et rasjonelt og instrumentelt syn på teknologi. Vi vurderer nytte, og endrer arbeidsmåte og organisering når omgivelsene krever det. Konservatisme i en organisasjon vil kunne komme til syne som motvilje mot endringer. Ny teknologi vil kunne fremstå som en trussel mot konservative organisasjoner, og den gode gamle måten å gjøre ting på fremstår som trygg og god og har en verdi i seg selv. Andre organisasjoner vil kunne ha et romantisk forhold til teknologi, og vil ønske å kopiere tilsynelatende suksesshistorier fra andre virksomheter uten å tenke gjennom om vi egentlig har behov for de nye fine tingene eller om prisen kanskje er for høy.

For å etablere et mer instrumentelt forhold til ny teknologi er det flere ting som er viktig. For det første må kunnskap være på plass. Kunnskapen inkluderer alle Aristoteles kunnskapsformer, både de praktiske ferdighetene, de teoretiske kunnskapene og klokskapen. Forsvarssektoren strever med alle disse kunnskapsformene. Vi setter av for lite tid til trening og øving. Vi oppdaterer ikke lærebøkene og håndbøkene våre, heller ikke de som beskriver de nyeste og mest avanserte teknologiske systemene. Vi kutter i evnen til å utvikle teoretisk kunnskap og formidle den, og vi har ikke noen overordnede formaliserte uhildede ordninger for å vurdere klokskapen når vi gjør store investeringer eller organisasjonsendringer. For det andre trenger vi lekeplasser for å prøve ut nye ting, eller arenaer for eksperimentering. Eksperimenteringen bør gjøres i fellesskap. Forskere, industriutviklere og offiserer og soldater bør samarbeide, siden de gode løsningene finnes der kunnskap, praktiske ferdigheter og behov møtes. Det er en helt klar tendens til at vi ikke prioriterer slike møteplasser, men at vi heller prioriterer separate innovasjonsinitiativer og langvarige prosjekter med lav teknologisk modenhet.

Helhetstenking og systemtenkning er viktig når vi forsøker å innovere Forsvarssektoren. Fra et arkitekturperspektiv eller et systems engineering perspektiv er nytten av ny teknologi nært knyttet til organisasjonen og menneskene som bruker den. De nye teknologiske systemene vi anskaffer består av mer enn bare tingen selv, de består for eksempel også av kunnskapsforvaltningen rundt, drifts og vedlikeholdssystemer, opplæringssystemer og tilknyttet infrastruktur som eiendom, bygg og anlegg. Vi ser ofte nye materiellprosjekter som gjennomføres uten at helhetsperspektivet er ivaretatt. Med redusert evne til å trene og øve med ny teknologi, får vi mindre nytte av den.

Forsvarssektoren er også et stort teknologisk system. Samfunnet rundt setter rammer for hvordan dette store systemet fungerer. Litteraturen om sivilt militært samarbeid beskriver disse rammene på forskjellige måter. Den tradisjonelle måte å forstå relasjonen mellom sivilt samfunn og militærvesen er å trekke et klart skille mellom de to. Fra et slik perspektiv er det det sivile samfunnet som setter rammer og styrer den militære profesjonen. I nyere litteratur om sivilt militært samarbeid vektlegges i større grad det tette samkvemmet mellom samfunnet og forsvarssektoren på alle nivå. Vi ser helt klart at forsvarssektoren styres med stramme tøyler med tradisjonelle virkemidler. Dersom vitaliteten i det sivilt-militære samarbeidet skal forbedres bør rammebetingelsene endres slik at sivilt-militært samarbeid kan foregå på alle nivå, og friere i forhold til de stramme rammene som langtidspaner, anskaffelsesrutiner og prosjektorganisering setter.

Når vi ser på hva som skjer i praksis i et land i krig, slik som Ukraina nå, så ser vi nettopp at mange av de faktorene vi beskriver ovenfor faller på plass og plutselig lar seg ordne. Dugnadsånd har en tendens til å vokse frem når demokratiske nasjoner er i krig, og byråkratiske hinder har en tendens til å bli borte. Men det er betenkelige forskjeller mellom Norge og Ukraina. Det særegne med Ukrainisk innovasjon er at det i stor grad kombinerer gammelt og nytt. Ren militær teknologi, som sprengstoff, krutt, bomber og granater kan ikke kjøpes over disk, og er i liten grad gjenstand for innovasjon utenfor sektoren. Ukrainerne bruker mye av det gamle de har fra tiden som Sovjetrepublikk, sammen med ny teknologi som øker leveringsevne og presisjon. Uten den store materialarven og kompetansen på bruk av gammel teknologi, ville ikke det Ukrainske forsvaret kunne innovere med ny sivil teknologi så enkelt som det de gjør nå.

### **3 Teori**

Fra innledningen så vi at teknologi er viktig for en militærmakt, og det kan være nødvendig å gjennomføre betydelige endringer i organisasjonen for at ny teknologi skal kunne utnyttes. Samtidig kan en ensidig vektlegging av teknologi trekke fokuset bort fra andre forhold som er avgjørende for effektiviteten til en militær organisasjon, slik som korpsånd, trening og øving. I dette kapittelet vil vi beskrive noen ulike organisasjonsteoretiske perspektiver på hvordan vi kan forstå organisasjoners forhold til teknologi, og noen ulike perspektiver på hvordan ny teknologi blir introdusert i en organisasjon.

### 3.1 Organisasjoner og teknologi

En organisasjon kan beskrives som en sosial struktur som har til hensikt å ivareta et konkret sett med oppgaver. I en snever definisjon kan da teknologi beskrives som de tekniske innretninger en organisasjon benytter seg av for å løse sitt oppdrag og nå sine mål? Legger vi imidlertid en bredere definisjon av teknologibegrepet til grunn, og som jeg gjør i dette kapittelet, vil en organisasjons teknologi beskrives som sammenhengen mellom organisasjonens mål og alle dens midler for å nå dem. Tekniske innretninger er her bare en faktor, ved siden av organisasjonsstruktur, kompetanse m.m.

Forsvaret er en offentlig organisasjon, med hensikt å ivareta et bredt spekter av oppgaver knyttet til statens sikkerhet. I følge Tom Christensen, Morten Egeberg, Per Læreid, Paul G. Roness og Kjell Arne Røvik (Christensen, 2021, 15) avviker offentlige organisasjoner fra private foretak ved at de må ta hensyn til et bredere sett av mål og verdier i sin virksomhet enn det private virksomheter må. Offentlige organisasjoner må i større grad ta hensyn til demokratiske og rettsstatlige verdier og hensyn til fellesskapet, samtidig som de i motsetning til private foretak må svare til borgerne og velgere og ikke aksjonærer og interessegrupper. Dette innebærer andre krav til åpenhet og innsyn, likebehandling, upartiskhet og forutsigbarhet. Denne distinksjonen får også betydning i hvordan henholdsvis en offentlig og private organisasjoner kan ta i bruk ny teknologi.

En offentlig organisasjon er derfor en levende organisasjon som fungerer og utvikler seg i samspill mellom strukturelle og legale bindinger, omgivelsesfaktorer, interne tradisjoner og kulturer, og aktiv styring fra politisk og militær ledelse. I organisasjonsteorien blir gjerne disse forholdene studert fra tre ulike perspektiver. Studerer vi endring og utvikling fra et instrumentelt perspektiv legger vi vekt på evne til rasjonell vurdering når man skal klargjøre årsaksforhold og effekter, og evnen til å utøve politisk og sosial kontroll over organisasjonen. Det instrumentelle perspektivet har sitt opphav i Max Webers beskrivelse av det moderne byråkratiet, som et profesjonelt instrument for å løse statens oppgaver (Weber, 2000). Teknologi er her bare virkemidler for å nå et mål, ingenting annet. Teknologien har dermed ingen annen funksjon enn at den bidrar til mer effektiv oppdragsløsning, og der dette av ulike årsaker ikke lenger er tilfelle vil organisasjonen relativt lidenskapsløst kunne avhende teknologien og erstatte den med noe annet.

Fra et kulturelt perspektiv ser vi etter hvilke begrensninger og muligheter som ligger i etablerte kulturer og tradisjoner. Fra dette perspektivet vil vi kunne se hvordan etablert teknologi og struktur blir institusjonalisert ved at den blir tillagt verdi i seg selv utover hva den teknisk sett bidrar til for å løse organisasjonens oppdrag (Selznik, 1957, 17). Sterke verdimeslige bånd til det eksisterende, kan dermed hindre en organisasjon i både å tenke å handle på nye måter.

På den annen side kan kultur også være en positiv kraft for utvikling. Organisasjonen følger da en gradvis utviklingsbane, der organisasjonens sterke sider blir forsterket gjennom positive tilbakeføringsmekanismer. Peter Senges begrep «Den lærende organisasjon» legger vekt på kulturens rolle i organisasjoners læring og utvikling (Senge, 1990).

Endelig ser vi fra et myteperspektiv, hvordan organisasjonen tilpasses etter rådende oppfatninger og verdier blant lignende organisasjoner i omgivelsene. Omgivelsene kan da være opphavet til et normativt rammeverk for hvordan organisasjoner i feltet utformes, slik at organisasjoner dermed

tenderer til å bli mer like hverandre uten at det tas vesentlig hensyn til hver organisasjons unike økonomiske eller kulturelle kontekst.

I sin klassiske artikkel viste Paul DiMaggio og Walter Powell hvordan organisasjoner gjerne etterlignet hverandre, særlig i tilfeller der det var stor usikkerhet knyttet til organisasjonens mål og relevante virkemidler. Organisasjoner var da på utkikk etter noe som kunne gi organisasjonen legitimitet, ikke nødvendigvis effektivitet. Å etterligne andre tilsynelatende vellykkede organisasjoner på feltet, ble da en måte å legitimere egen organisasjon på (DiMaggio & Powell, 1983)

På den ene siden er slik etterligning en rimelig måte å implementere det som antas å være «best practise» innen et organisasjonsfelt. Mindre organisasjoner, med begrenset kapasitet til egen forskning og utvikling må ofte basere seg på slik imitasjon av løsninger som er utbredte blant lignende organisasjoner, og som har vist seg å fungere i praksis (Hannan, 1989). På den annen side kan imidlertid ønsket om etterligning få en organisasjon til å implementere løsninger den hverken har behov for eller økonomi til. Theo Farrell viser blant annet til hvordan den irske hæren på 1930-tallet søkte å adoptere den britiske hæren i organisasjon og utrustning, siden det var slik en «skikkelig» hær skulle se ut. Imidlertid var en slik organisasjon lang unna hva den irske staten kunne bære, eller hva irene hadde tradisjoner for (Farrell, 2001). Ser vi organisasjonsutvikling utfra dette perspektiver er det også en tendens til at det ofte er en teknologisk løsning på jakt etter et problem, snarere enn at organisasjonen har et problem som kanskje kan løses gjennom å adoptere ny teknologi (Røvik, 1992, side 28)

I motsetning til det kulturelle perspektivet vil organisasjonsutvikling utfra et myteperspektiv føre til at organisasjoner blir stadig mer like hverandre selv om de kan ha svært så forskjellige oppgaver og rammebetingelser. Utviklingen vil også her gå mer i rykk og napp, helt nye løsninger skal innpasses i etablerte strukturer. Organisasjonens historie og kulturelle arv blir her snarere sett på som et problem enn som en mulighet.

Forsvarets evne til innovasjon og utvikling, herunder å ta i bruk ny teknologi, finner derfor sted mellom de tre ytterpunktene disse perspektivene representerer. Utvikling fra et instrumentelt perspektiv vil være drevet av et ønske om å effektivisere organisasjonen, men hvilke kriterier som skal ligge til grunn for å vurdere effektivitet vil ofte være definert av uformelle institusjonelle normer. Om en teknologi vurderes som relevant kan derfor også ha å gjøre med om den er kompatibel med eksisterende organisasjonskultur, eller dominerende normer i organisasjonsfeltet. Eksempelvis kan teknologi knyttet til nettverksbaserte operasjoner legitimeres som effektive, hvis amerikanerne tar det i bruk, uavhengig om det ville være like effektivt i en norsk kontekst. Resultatet av slik norm-transplantasjon kan da være at organisasjonen frastøter seg det nye, og det eneste man sitter igjen med er nok en utmattende reformprosess.

Samtidig vil struktur og teknologi som på et tidspunkt ble introdusert med et rent instrumentelt utgangspunkt, etter hvert bli institusjonalisert å få en egen kulturell verdi. Å endre en struktur som mange organisasjonsmedlemmer har tilhørighet til, eller forkaste teknologi som den enkelte har

brukt mye tid på å lære seg, kan være vanskelig. Da er veien kort til å finne argumenter som tilsier at den nye teknologien ikke er relevant, slik at organisasjonen over tid stagnerer.

Forsvarets evne til å ta i bruk ny teknologi avhenger derfor av dets evne til å finne en balanse mellom instrumentelle kost-nytte-betraktninger, og de institusjonelle perspektivenes logikk om hva som er «passende» for organisasjonen. Målet kan derfor ikke være å utvikle en organisasjon for at den uten videre skal adoptere teknologiske løsninger som for tiden fremstår som det mest relevante.

Målet må være å utvikle en lærende organisasjon slik Peter Senge tar til orde for, som legger vekt på å både lære av egen erfaring samtidig som den er på utkikk etter løsninger for forbedring. Dermed kan organisasjonens erfaring og historie knyttes sammen med visjoner for fremtiden.

#### 4 Metode

Oppdraget skal resultere i en rapport som beskriver forutsetninger og tiltak som kan bidra til å bedre forsvarssektorens evne til å ta i bruk ny teknologi. Rapporten skal være direkte nyttig for Forsvarskommisjonens arbeid. Både politiske, økonomiske, teknologiske og tidsmessige rammer skal belyses, for å vurdere realismen til forutsetningene og tiltakene.

Problemstillingen vår er:

*Hvilke faktorer påvirker forsvarssektorens evne til å ta i bruk ny teknologi?*

Problemstillingen vil legges til grunn både for vurderinger av hvilke forutsetninger som ligger til grunn for innovasjon i Forsvarssektoren og hvilke tiltak som eventuelt kan iverksettes for å bedre evnen til å ta i bruk ny teknologi. Vi velger en bred definisjon av begrepet teknologi i tråd med definisjoner gitt av (Basalla, 1988). Teknologi baserer seg på alle kunnskapsformer, ikke bare naturvitenskapelige. I tillegg inkluderer begrepet teknologi både den konkrete tingen, og prosedyrene og kunnskapen som ligger til grunn for bruk. Et teknologisk system er altså veldig mye mer enn bare en dings. Det inkluderer mennesker, prosedyrer, materiell og mange former for kunnskap.

Når vi bruker system som begrep i avsnittet ovenfor, om teknologi, så er det i samsvar med hvordan systemarkitekter og ingeniører tenker (Andersson et al., 2009). Teknologiske systemer avgrenses av hvilke perspektiver man velger. Det er nødvendig å se på et militært teknologisk system fra forskjellige perspektiver. For eksempel vi et dronesystem består av flere delsystemer. Dronen i seg selv, brukerne, kontroll og kommunikasjonssystemet, treningsmateriellet, vedlikeholdssystemet, logistikken og bygg og eiendomsmassen, er alle delsystemer av den store helheten. Hvert av delsystemene kan også studeres separat, og er nødvendig for at helhetssystemet skal fungere. Dersom man glemmer dette og bare setter søkelys på dronen i seg selv, så blir helhetsforståelsen feil. I vårt tilfelle så er det forsvarssektoren som totalsystem, som utgjør rammen rundt alle nye teknologiske systemer som anskaffes. For at man skal kunne ta i bruk nye teknologiske systemer så må mange rammefaktorer i sektoren være på plass. Dersom vi bare fokuserer på den enkelte

teknologiske dingsen, så vil vi ikke se alle faktorene som må ligge til grunn for at den skal kunne tas i bruk. Noen av faktorene og rammebetingelsene vil også ligge utenfor forsvarssektoren, og er bestemt av samfunnet rundt.

For å kunne avgrense problemstillingen trenger vi også å definere presis hva vi mener med ny teknologi:

*Ny teknologi er ny for forsvarssektoren, for Forsvarets organisasjon, og er ikke beskrevet i Forsvarets doktriner. Vi velger også å avgrense oss til forsvarssektoren i Norge.*

Denne beskrivelsen samsvarer med Forsvarets syn på hva som gir stridsevne (Forsvaret, 2019 side 53), siden den inkluderer fysiske, konseptuelle og menneskelige faktorer. Med en slik definisjon vil ny teknologi være avgrenset til det som gir en økning i militærmakt. Dette er også i samsvar med innovasjonslitteraturen, som avgrenser innovasjon til det som gir en positiv virkning, i vårt tilfelle for Forsvarssektoren (Forskningsrådet, 2011, side 7). Definisjonen samsvarer også med kravet om at innovasjonen er ny for den organisasjonen den skal forbedre (Rogers, 1983, side 11).

Det betyr ikke at vi avgrenser oss bort ifra inkrementell innovasjon eller fra teknologi som allerede er i bruk, og som har blitt fulgt opp med organisasjonsendringer og doktrineoppdateringer. Organisasjonsendringer kommer ofte i forbindelse med større doktrinelle og teknologiske innovasjoner, eller de kan være en del av innovasjonsprosessen selv. Inkrementell teknologiutvikling vil over tid også kunne føre til endringer i organisasjon og doktrine. Det vil skje når summen av de små ytelsesøkningene på systemene samlet sett gir vesentlige endringer i ytelse. Vi avgrenser oss altså bare bort fra enkelt-elementer i kjeden av inkrementell innovasjon, som hver for seg ikke vesentlig endrer militærmakten.

Utredningsarbeidet vil starte med å kartlegge mulige blindsoner som påvirker Forsvarssektorens evne til å ta i bruk ny teknologi. Hensikten er å utfordre vårt eget syn på hvilke faktorer som påvirker evnen forsvarssektoren har til å innovere. Kartleggingen vil foregå som semi-strukturerte gruppeintervjuer. Vi skal også gjennomføre besøk og samtaler med internasjonale partnere, med samme tema, for å belyse problemstillingen fra flere perspektiver. Denne innledende delen av analysen vil identifisere mulige faktorer og sammenhenger mellom dem, og etablere perspektiver som utfordrer evnen forsvarssektoren har til å ta i bruk ny teknologi i fremtiden. Vi starter med andre ord med å spenne ut mulighetsrommet og skue mot fremtiden.

Hoveddelen av delutredningen er en samlestudie av litteratur om innovasjon i forsvarssektoren. Vi vil sette søkelys på faktorer som er kjent og studert, og som hindrer eller gjør innovasjon mulig. Vi forventer at organisasjon, kultur, bemanning og teknologi vil være sentralt i samleanalysen. I tillegg tenker vi å trekke inn eventuelle faktorer fra blindsonen. Vi har valgt litteratur som beskriver prosessene som førte frem til dagens forsvar og innovasjonskultur.

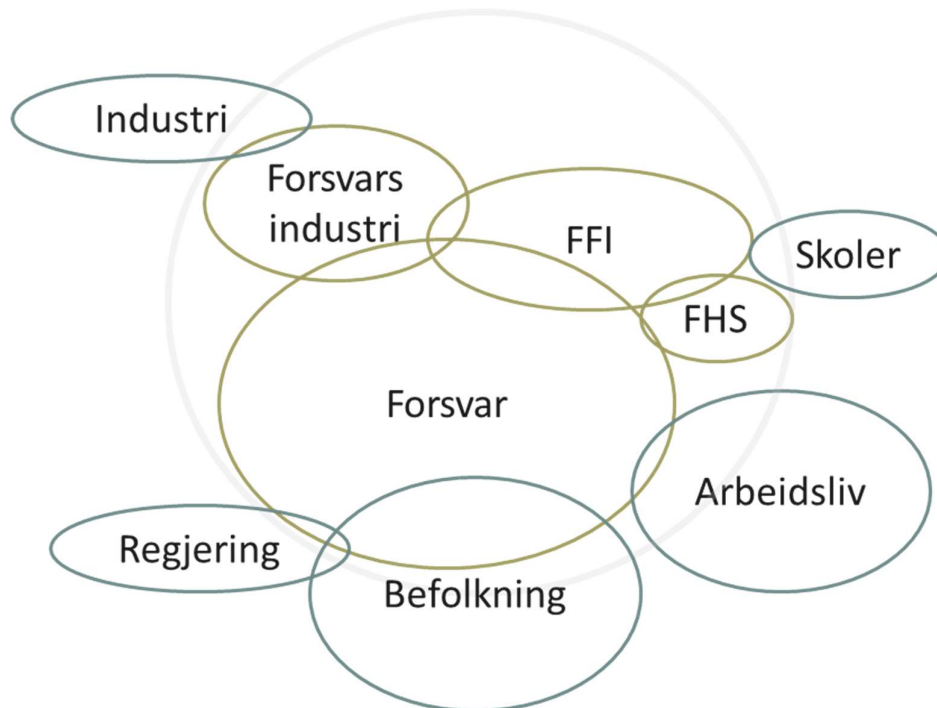
I syntesen vil vi studere faktorene organisasjon, kultur, bemanning og teknologi i lys av politiske, økonomiske rammer i fremtiden.



Forsvaret som organisasjon og personellet i Forsvaret trenger kunnskap for å kunne ta i bruk ny teknologi. Utdanning er et grunnleggende premiss for å utvikle og ivareta denne kunnskapen. Kompetansen som trengs for å innovere forvaltes blant annet av offiserprofesjonen gjennom teknologiundervisningen som tilbys på Forsvarets Høgskole. Pågående undersøkelser av teknologiundervisningen i Norge, Sverige og USA vil bli lagt til grunn for vurderingen av tilstanden i kunnskapsforvaltningen i forsvarssektoren (Cristin, 2021) og (Mølholm et al., 2021).

## 5 Vårt perspektiv på innovasjon i Forsvarssektoren

I metodekapittelet har vi beskrevet hva vi mener med ny teknologi. I tillegg trenger vi å se på forsvarssektoren som system, hvilke deler den består av og hvilke grensesnitt den har til det sivile samfunnet. Vi trenger å kjenne både indre struktur, og grenseflater mot omverdenen, for å kunne identifisere rammefaktorer og for å kunne peke på hvor tiltak bør settes inn. Et godt utgangspunkt for å tenke systematisk om forsvarssektoren kan være arkitekturrammeverkene som er utarbeidet, blant annet for NATO (2022). Rammeverkene er ofte svært komplekse, og laget for å utvikle prosedyrer og programvare for virksomheter. Vi skal forenkle kraftig. I figur 1 har vi laget et enkelt bilde av sektoren som system, i form av et venn-diagram. Vi har tatt med bare de elementene vi tenker er viktig for sektorens evne til å ta i bruk ny teknologi. Elementene i sektoren dekker arbeidet med teknologi fra idé og konseptutvikling, via prototyper og eksperimentering til teknologien anskaffes, tas i bruk og etter hvert til den fases ut.



Figur 1 Forsvarssektoren og omgivelsene rundt.

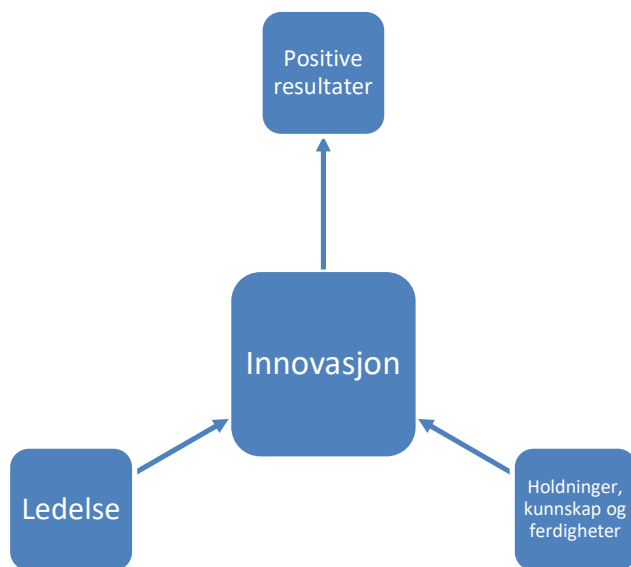
Forsvarets evne til å ta i bruk ny teknologi er viktig for Forsvarets evne til å fornye seg og forberede seg til krig. Både innovasjonslitteraturen og Forsvarets doktriner beskriver en treenighet av

faktorer som bidrar til innovasjon og utvikling av militærmakt. I tillegg til teknologi, er prosedyrer og organisering viktig. For eksempel åpnet prosedyreendringer og organisering av infanteritaktikken under første verdenskrig for ny bruk av eksisterende teknologi (Laffargue, 1916). Samspillet mellom ny praksis basert på erfaringer fra skyttergravene, omorganisering av militære enheter, og bruk av teknologi, gjorde slutt på masseslaktet man så i begynnelsen av krigen.

### 5.1 Rammefaktorer i litteraturen

Faktorer som påvirker de forskjellige sidene ved evnen Forsvaret har til å innovere er kartlagt i både militær og sivil litteratur de siste årene. Organisering, kultur og organisasjonsklima (Døhl, 2005), (S. Pedersen, 2019) og (Holøyen, 2019), bemanning (Wagner & Øyhus, 2020) og sivil teknologi (Lysell & Sandvik, 2021) betyr mye for innovasjon i militær sektor. Dette er de samme faktorene som styrte innovasjonen i tidligere kriger.

I en empirisk studie av polske IKT bedrifter etableres den enkle modellen i figur 2 (Soniewicki et al., 2021).



Figur 2 En enkel modell for faktorer som påvirker innovasjon.

Virksomheten kan legge til rette for at disse faktorene skal være til stede på forskjellige måter. Det Israelske forsvaret er kjent for sin nedenfra og opp tilnærming med kunnskapsforvaltning på taktisk nivå og spredning horisontalt og oppover (Marcus, 2015). Dette er motsatt av et ovenfra og ned perspektiv på innovasjon, der typisk eksterne og ofte sivile krefter påvirker innovasjonsarbeidet i Forsvaret (Posen, 1984). Ovenfra og ned perspektivet på innovasjon faller sammen med et grunnleggende revolusjonært syn på innovasjon, som beskrives av mange forfattere (Adamsky & Bjerga, 2012). Nedenfra og opp perspektivet faller sammen med et evolusjonært syn på innovasjon (Cohen, 2004). Begge disse perspektivene beskriver deler av den

samme virkeligheten, på samme måte som Kuhn (1970) og Popper (2013) begge beskriver vitenskapsfilosofien, eller som Darwin (1859) og Lederberg (1952) begge beskriver evolusjon.

Det er paralleller mellom innovasjonslitteraturen og den eldre litteraturen om sivil-militære relasjoner. I Huntingtons bok «The Soldier and The State» beskrives en ideell militæretikk der soldaten og offiseren underkaster seg politisk kontroll (Huntington, 1957). Denne underordningen forutsetter et velfungerende sivilsamfunn og gjenspeiler et perspektiv man finner i innovasjonslitteraturen der sivilsamfunnet fungerer som pådriver overfor en antatt konservativ og lite endringsvillig militærorganisasjon. Posens bok om «The Sources of Military Doctrine : France, Britain, and Germany Between the World Wars» peker på at fornyelse forutsetter sivil kontroll (Posen, 1984 side 241):

*Civilians must carefully audit the doctrines of their military organizations to ensure that they stress the appropriate type of military operations, reconcile political ends with military means, and change with political circumstances and technological developments.*

Fra dette perspektivet må de faktorene som påvirker forsvarssektorens evne til å ta i bruk ny teknologi finnes i det overordnede hierarkiske grensesnittet mellom sivil forskning, sivilt akademia, og forsvarssektoren.

Det er også paralleller mellom deler av innovasjonslitteraturen og den nyere litteraturen om sivil-militære relasjoner. I Rebecka Schiffs bok om sivil-militære relasjoner skisseres en modell for å forstå samarbeidet på en måte som er mer mangfoldig enn de tradisjonelle modellene med klare skiller mellom det sivile og det militære domenet (Schiff, 2009, side 33). Schiffs modell inkluderer 1) den sosiale sammensetningen av offiserskorpset, 2) den politiske beslutningsprosessen, 3) rekrutteringen til militæret og 4) militær form. Dette perspektivet legger ingen forutsetninger til grunn for å være nyttig. I et slik perspektiv vil et militært system som gjenspeiler normene i det samfunnet det eksisterer i, forårsake få konflikter med det sivile samfunnet. Det samme perspektivet finner man i den delen av innovasjonslitteraturen som beskriver inkrementell innovasjon:

*At the heart of real change in military affairs is the notion of a 'learning organization', which is something quite different from a brilliant organization. This, in turn, requires an organizational culture that encourages experimentation and does not punish the failures that innovation invariably brings about. These qualities, in turn, rest on fundamental attributes of societies that reflect themselves in their militaries. For that reason, societies that do not see occasional failure as calamitous, that are willing to allow juniors to overcome or contradict seniors, and that do not value 'face' or reputation excessively are likely to succeed in transforming themselves. (Cohen, 2004, side 401).*

Fra dette perspektivet må de faktorene som påvirker Forsvarssektorens evne til å ta i bruk ny teknologi finnes i hele grenseflaten der møtet mellom enkeltaktører i sektoren og sivilsamfunnet skjer. Empiriske eksempler fra det Israelske forsvaret tyder på at kultur har stor betydning for slike

prosesser (Katz, 2017 side 12). Schiff legger også stor vekt på kultur i det sivil-militære samarbeidet (Schiff, 2012 side 126).

Tabell 1 Rammefaktorer fra litteraturen

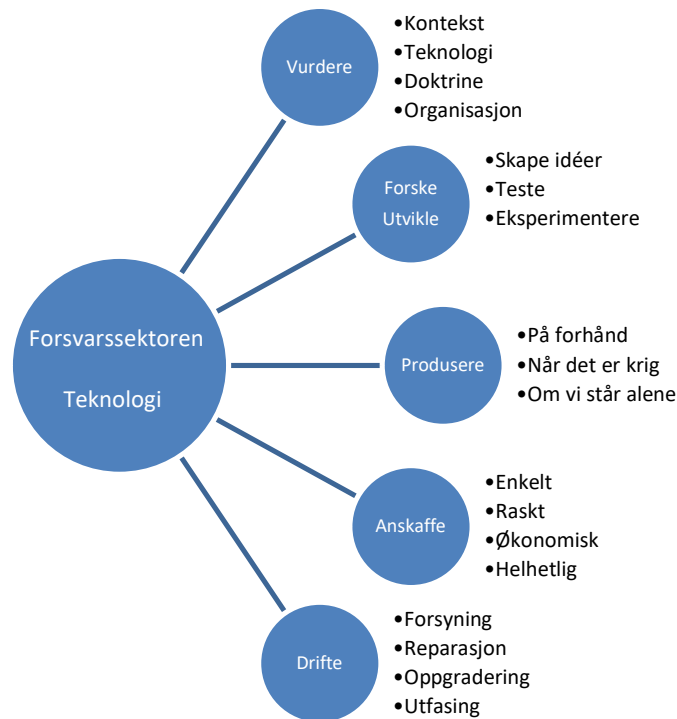
Sivilt påtrykk (Huntington og Posen)	Aktørdrevet innovasjon (Schiff og Cohen)
Strategiske politiske satsinger Politisk kontroll Militær profesjonalisme	Egalitært samfunn Fravær av æres-kultur Toleranse for feil Kunnskapsbasert ledelse Lærende organisasjoner

Det ser ut til at det ene av disse perspektivene, det som baserer seg på sivil påtrykk, dominerer innovasjonspolitikken i Forsvarssektoren. Vi kommer tilbake til dette når vi ser på hvordan staten bruker penger for å innovere Forsvarssektoren.

## 6 Andre perspektiver

Skissen til delutredning som ble sendt til Forsvarskommisjonen i april inneholder en struktur og indikerer relevante faktorer som påvirker Forsvarssektorens evne til å ta i bruk ny teknologi. Det er usikkerhet knyttet til vår forståelse av rammefaktorer. For å redusere usikkerheten i utredningen og den senere analysen gjør vi to enkle grep. Vi starter med en idédugnad for å utfordre vårt eget syn på hvilke rammefaktorer som er viktige, og avslutter arbeidet med samtaler med utenlandske kollegaer.

Idédugnaden ble gjennomført med deler av FoU gruppen for teknologi og militærmakt og med to eksterne deltagere. Vi identifiserte ingen nye rammefaktorer under idédugnaden, men gjenoppdaget interessante relasjoner mellom dem. En svært forenklet representasjon av idéene som ble luftet under dugnaden er vist i figur 3.



Figur 3 Hva forsvarssektoren gjør for å kunne ta i bruk ny teknologi

På overordnet nivå gjøres det vurderinger av teknologi for eksempel i forbindelse med langtidsplanlegging, og i forbindelse med større anskaffelsesprosjekter. Dette er parallelle prosesser til doktrineutviklingsarbeidet og arbeidet med å utvikle både forsvarets organisasjon og organisering og samhandling i Forsvarssektoren. Slike vurderinger av teknologi skjer også til dels som en del av FoU arbeidet. Som vi skal se nedenfor gjøres periodiske eller ad hoc vurderinger av teknologiens betydning for forsvarssektoren av forskningsinstitusjonene våre (Rjaanes et al., 2020), (Silfverskiöld et al., 2021).

FoU og innovasjonsarbeidet vårt, er et viktig grunnlag for at vi opprettholder evnen til å gjøre gode vurderinger av teknologi. Samtidige representerer grunnleggende FoU arbeidet i Forsvarssektoren en kunnskapsbase for innovasjon. Lenge før anskaffelser kan gjøres i Forsvaret, vil militær FoU ha arbeidet med ideene som etter hvert materialiserer seg i prototyper eller moden teknologi. FoU arbeidet foregår altså med teknologi med forskjellig modenhetsnivå. De modne ideene utvikles i tett samarbeid med industri og Forsvar, innenfor rammene av trekantsamarbeidet (Bjørk et al., 2016).

Egen industriproduksjon er på mange måter en forutsetning for tilgang på teknologi både gjennom samarbeid på tvers av landegrensene, og ved at vi har tilgang til å lage egne ting når det er vanskelige tider. Anskaffelsesprosessene i Forsvaret involverer flere av aktørene i sektoren. Mange FoU

prosjekter er direkte knyttet til større og yngre anskaffelsesprosjekter, og støtter med kompetanse og FoU arbeid.

Drift av nye teknologisystemer er også viktig for nytten man har av dem. Alt fra trening og øving, til vedlikehold og etterforsyning. Mot slutten av levetiden til teknologiske systemer er det også viktig at det gjøres vurderinger av nytteverdi på samme måte som i ide-fasen. Restverdier må taes vare på.

## 6.1 Sverige

Rett før utredningens slutt var det planlagt samtaler med relevant personell blant naboer og allierte. Tema for samtalene var problemstillingen for delutredningen «Forsvarssektorens evne til å ta i bruk ny teknologi». Hensikten var å utvide muligheten for å finne rammefaktorer vi ikke har tenkt på allerede, ved å invitere deltagere med andre perspektiver inn i tankeprosessen. Vi fikk gjennomført samtaler med representanter fra utdanningsinstitusjoner som driver teknologiundervisning i USA og Sverige. Vi oppdaget noen viktige nye perspektiver gjennom disse samtalene.

Svensk forsvarssektor er svært lik den Norske. Man kan kjenne igjen likhetstrekk i alt som gjøres med teknologi i svensk og norsk forsvarssektor. På aller øverste nivå brukes lignende metoder og verktøy for vurdering av ny teknologi. I Sverige brukes en egenutviklet metode for assessment av nytte av fremtidig teknologi (Silfverskiöld et al., 2021) som er svært lik den metoden som brukes for eksempel av våre forsvarsforskere (Rjaanes et al., 2020). Forsvarsforskningen er også organisert på samme måte i FOI og FFI. En liten forskjell ser man kanskje i arbeidet med grasrotinnovasjon, der den svenske forsvarssektoren la ned sin eksperimenterings og utviklingsaktivitet tidlig på totusentallet, mens vi i Norge har fortsatt med denne aktiviteten i forskjellige former, selv om den har vært forholdsvis liten (*ICE worx – FFIs innovasjonssenter for forsvarssektoren*, 2022), (*NOBLE oppstartseminar*, 2022). Anskaffelser til forsvaret foregår på tvers av landegrensene, og til tross for at svensk forsvarsindustri er betydelig større enn norsk, så har den de samme grensesnittene til forsvaret og forsknings og utdanningsinstitusjoner på samme måte som norsk forsvarsindustri. Anskaffelsesprosessene i Sverige er også langsomme, store og basert på fossefallsmetoden. Til sist er bruken av teknologi i det svenske forsvaret kanskje litt annerledes enn i Norge. Systemtenkningen er gjennomgående både i Svensk FoU arbeid, militærteknologisk undervisning, anskaffelser og drift (Andersson et al., 2009, s. 3). Vi kjenner ikke til lignende eksempler på svikt i Sverige, som det vi har sett i Norge, der ukomplette systemer anskaffes og driftes uten tilstrekkelige støttesystemer, bemanning og ressurser til trening og øving.

## 6.2 USA

Det amerikanske samfunnet og militærsystemet er svært forskjellig fra det norske. I samtalene på West Point, som er en av det amerikanske forsvarets utdanningsinstitusjoner for offiserer, fokuserte vi på rollen utdanningen spiller når det gjelder det å kunne ta i bruk ny teknologi. I

forbindelse med disse samtalene ble vi oppmerksomme på en vesentlig forskjell mellom de to nasjonenes utdanningssystemer. Det ser ut til at vi i Norge kanskje spesialisere oss tidligere i utdanningen. Dette påvirker rekrutteringen til offisersutdanningen, og det påvirker hvilket nivå teknologirelatert undervisning kan starte på. I det amerikanske utdanningssystemet ser det ut til at kunnskapen fra videregående er bredere, slik at kadettene starter på samme nivå når det gjelder grunnleggende naturvitenskap. Det første året i offisersutdanningen undervises grunnleggende kunnskaper i kjemi, fysikk, naturvitenskap, geografi, matematisk analyse, matematisk modellering, statistikk, cyber, historie, komposisjon, litteratur, filosofi, psykologi, økonomi og statsvitenskap (West Point, 2022). Denne grunnpakken av kunnskap er obligatorisk, og danner grunnlag for et bredere kunnskapstilfang senere. I løpet av studiet er krav om at alle offiserer tar minst en serie på tre fordypningsfag på ingeniørstudiet. Det gjelder også de som fordyper seg i historie, statsvitenskap, språkfag eller juss. Innholdet i grunnpakken gjør at også offiserer som skaffer seg en akkreditert ingeniørutdannelse også trenger kunnskap om litteratur, skriveprosesser, filosofi, psykologi, økonomi og statsvitenskap. Likevel skiller West Point seg ut med det spesifikke kravet om en kjerne på minimum tre fordypende ingeniørfag til alle offiserer.

## 7 Kunnskap om teknologi

Hvilken betydning har kompetanse for evne til innovasjon? Ett sitat fra den tidligere rådgiveren til det amerikanske utenriksdepartementet, Eliot A. Cohen beskriver:

### *Competence*

*It is a cliché but true nonetheless that armed forces reflect their societies. The phenomenon sometimes called 'the digital divide' separates advanced societies (or communities within those larger societies) that have successfully embraced the information revolution and those that have not, and perhaps may not do so any time soon. There is today a conventional military competence divide that is no less great, and that will persist at least as long as those other divides do. (Cohen, 2004)*

Et militært forsvar med teknisk materiell forutsetter et personell med teknologisk kompetanse. Med det menes god kunnskap om materiellets sterke og svake sider samt gode ferdigheter i å bruke, vedlikeholde og reparere det. I sum skal kompetansen sørge for å utnytte teknologien til egen fordel. Et godt militært personellkorps har derfor relevante utdanninger og tilhørende trening slik at dette kan nås.

Admiral Hyman G. Rickover, kjent som *the father of the Nuclear Submarine*; uttalte i en kongresshøring i Representantenes hus (1959):

*Military power depends upon technology and technology depends on educated brainpower.*

I samme høring ble det og sagt:

*Today, any technologically advanced nation needs large numbers of well-educated specialists, both professional and on the level of the technician. It needs well-educated*

*leaders of all kinds and, if it is a democracy, it must have a citizenry with much more than an elementary education.*

Bakgrunn for høringen var, blant annet, Sovjet-russernes tekniske forsprang med romsonden Sputnik 1 høsten 1957.

Hvordan står det så til med kompetanse eller kunnskap, ferdigheter, holdninger, om teknologi hos våre kommende offiserer og spesialister?

### **7.1 Naturfaglig allmennkunnskap**

Naturvitenskaplig kunnskap er viktig i samspill med teknologi. Denne type kunnskap gir verktøy og metoder som er nødvendig for å utvikle ny teknologi, men også for å kunne forstå at denne igjen kan åpne for å finne svar på ubesvarte spørsmål eller problemstillinger (Brooks, 1994).

Norge har i mer enn 20 år hatt en satsning i å forbedre nivået i de naturvitenskaplige fag i det norske skolesystemet, fordi ulike målinger har vist at Norge ligger bak land vi sammenligner oss med. Det er også uttalt at fremtiden vår blir mer avhengig av teknologi og at de kalte realfagene er viktige for å møte avhengigheten (UDIR, 2015). Til tross for satsningene er resultatene innen, f.eks, matematikk og fysikk, ut fra videregående skole, ikke blitt bedre - heller svakere.

Norske elevers fysikkprestasjoner i videregående skole falt i TIMMS Advanced undersøkelsen (UDIR, 2015) fra et avansert nivå i 1995 - til middels nivå i 2015. I tillegg sank også andelen som tok fysikk, fra 8,4% til 6,5%. Et viktig forhold å merke seg er at trenden i kurvene peker nedover! For Forsvaret innebærer det følgelig færre kandidater med full fordyping i real- og naturfag og med svakere utgangspunkt.

Det er et meget stort paradoks at Norge har satset i mer enn 20 år på å øke realfagskunnskapen uten at det har gitt ønskede resultater. Dette vil det være viktig for Forsvaret å følge opp i tiden som kommer. Forsvaret tar nå i bruk mer sammensatt og mer avansert teknologi. Nye jagerfly og kommende undervannsbåter er meget viktige kapasiteter. Uten at Forsvaret blir tilført nytt kompetent personell til å drifte og forvalte det hele vil kostnadene øke og tilgjengeligheten på operativt bruk reduseres.

### **7.2 Status for den militære teknologiundervisningen i Norge, Hær, Sjø, Luft, Cyber og Space**

I studien, Teknologiutdanningen på Forsvarets Høgskole (Mølholm et al., 2021), er spesielt krigskole- og spesialistutdanningene, gjennomført i regi av Forsvarets høyskole etter 2018, sett på. Der fremkommer det at en stor andel av offiserene, som utdannes, ikke blir tilført noe særlig postgymnasial kompetanse innen real- og naturfag. Det vil ha innvirkning på nivået det undervises i og vil ha betydning for forståelse, ferdigheter og holdninger om teknologi. Nivået vil gi føringer for videre opplæring på utstyr og systemer i forsvarsgrenene. Det vil bety lenger tid og flere ressurser til opplæring ved avdelingene, dersom et ønsket kunnskapsnivå søkes opprettholdt. For eksempel sier studien, ifm etablering av teknologiemnet på masterstudiet til Forsvaret:



*Det kommende valgfaget i militærteknologi på Stabsskolen fokuserer på kontekstforståelse rundt teknologi. Med de fagplanene vi har i dag, vil mange av kadettene på masternivå kunne mangle realfagskompetanse og teknologikunnskap til å fullføre et slik valgfag. Grunnleggende realfagskompetanse ville for eksempel inkludere matematisk analyse, numerisk matematikk, programmering og statistikk. Det ser ut til at bare Sjøkrigsskolens kadetter vil kunne ha tilstrekkelig grunnkompetanse til å dra nytte av et fremtidig masterstudium i militærteknologi. (Mølholm et al., 2021)*

Det er de ingeniørrettede offisersutdanningen ved Krigsskolen og Sjøkrigsskolen, samt spesialistutdanningen innen telematikk ved Cyberingeniørskolen, som har et postgymnasialt nivå i naturvitenskapelige fag, slik det tradisjonelt var ved alle krigsskolene og Forsvarets ingeniørskoler. De ingeniørrettede utdanningene kvalifiserer i dag direkte for teknologistudier på masternivå i inn- og utland. For de operative rettede utdanningene er det bare den ved Sjøkrigsskolen som gir delvis kvalifikasjon. Nivået på realfagene der er i hovedsak gymnasiale med noen fordypningsemner. Utdanningene ved Krigs- og Luftkrigsskolen er i hovedsak samfunnsfaglig innrettet og gir svært lite realfaglig og teknologi rettet utdanning.

For spesialistkorpset er det i hovedsak to retninger, innen de tekniske områder, som gjennomføres i regi av forsvarsgrenene; en fagutdanning eller et lærlingeløp.

Innen kategorien fagutdanning har Cyberforsvaret etablert en 1-årig teknikerutdanning, Luftforsvaret har fått en 2-årig flytekniker utdanning og Forsvarets Logistikk Organisasjon har etablert en 1-2 årig (avhengig av forkunnskaper) teknisk lederutdanning innen våpen- og kjøretøymekaniker fagene. Felles for disse er at de ikke gir et formelt utdanningsnivå som kan sidestilles med det sivile skolesystemet. Opptak til videre, høyere studier fra disse fagutdanningene er ikke formalisert.

Sjøforsvaret holder dog på å etablere en NOKUT akkreditert teknisk fagskole i regi av skolesenteret KNM Tordenskjold. Den skal i første omgang omfatte de ulike dykkeropplæringene. Skolen er ikke ment å erstatte det tidligere Sjømilitære korps, men gi et formelt utdanningstilbud etter Fagskoleloven, tilpasset Sjøforsvarets behov samtidig som det gir personellet videre utdanningsmuligheter.

For spesialistkorpset, i stort, er det uklart hvorvidt det vil stilles formelle krav eller ei til utdanningsnivå for viktige funksjoner som, f.eks, instruktørstillinger. Det kan tyde på at denne type stillinger som ofte hadde krav til høyskole nå blir erstattet med fagbrev eller fagskole nivå.

Innen kategorien læretid med førstegangstjeneste har alle forsvarsgrenene flere tilbud innenfor tekniske områder. Denne opplæringen foregår ved de lokale avdelingene til de respektive grener og fører til fagbrev med mulighet for å videreutdanne seg på tekniske fagskoler eller via den såkalte Y-veien ved ingeniørhøyskolene. Dette personellet vil med tjeneste og gjennomført grunnleggende befalskurs – aspirere for å kunne bli ansatt i spesialistkorpset på OR5 nivå og høyere.

### 7.3 Rekruttering til Forsvaret

Under Arendalsuka 2022, i en av debattene der (E. W. Christensen, 2022), tok Stortingsrepresentanten Hårek Elvenes (H) opp dette med at de store kullene på krigsskolene fra 80-90 tallet om få år skiftes ut.

FFI har i flere studier pekt på det samme (FFI, 2013). Viktig her er FFI-rapport 2013/00250 (BEGRENSET) om *Personellsimuleringer med MAGIKA – innspill til Perspektivplan Personell og Kompetanse 2013-2020*.

Budskapet er at Forsvaret har og vil ha et stort behov for å etterfylle med nytt kompetent personell. Det betyr utfordringer med å rekruttere og å utdanne. Langtidsplanen (Forsvarsdepartementet, 2020b, Kap 5) sier at bemanningen skal økes med 550 ansatte innen 2024 til 2200 innen 2028. Antall vernepliktige skal økes med 700 innen 2024 til 3000 frem til 2028. Hvilken kompetanse de skal gis eller ha er ikke så tydelig beskrevet.

I gjeldene langtidsplan for forsvarssektoren er et viktig budskap at den militære profesjonsutdanningen skal gjøre offiserskorpset i stand til å planlegge og lede operasjoner for å nå forsvarspolitiske mål – herunder å «Forsvare Norge og allierte mot trusler, anslag og angrep i en alliert ramme» (Forsvarsdepartementet, 2020b s. 23). Men - de to siste langtidsplaner, hvorav den første lå til grunn for dagens utdanningssystem, viser liten eller ingen analyse av hvilken kompetanse Forsvaret trenger og som utdanningssektoren skal utvikle. (Forsvarsdepartementet, 2016, kap 8.5). De store valgene som er blitt iverksatt i utdanningssektoren i Forsvaret er preget av tilfeldigheter og kortsiktige prioriteringer. Nedprioriteringen av de teknologiske fagene ved noen av våre militære profesjonsutdanninger de siste 30 årene er et eksempel i så måte. Denne nedprioriteringen har ikke vært begrunnet i operative behov, komparative analyser, eller sammenligning med våre alliertes offisersutdanninger, men har funnet sted gradvis og inkrementelt og er besluttet av ulike lokale aktører uten en helhetlig kompetanseplan i hverken Forsvaret eller grenene.

Basert på data fra Realfagsbarometer programmet til UDIR, fant studien, Teknologiutdanningen på Forsvarets Høgskole, at Forsvaret vil ha problem med å rekruttere tilstrekkelig antall kandidater med realfaglige fordypning til offisersyrket:

*Dersom vi rekrutterer blant hele det mangfoldet av elever som fullfører videregående så betyr det at en klasse med kadetter på operativ linje, for eksempel på KS, vil inneholde noen få kadetter med gode forutsetninger for å studere realfag og teknologi i et videre studium. (Mølholm et al., 2021).*

Problemet med å tiltrekke seg gode søkere er nok ikke bare grunnet antall kvalifiserte. Fra FSAN/Sjefpsykologen (O. C. Lang-Ree, personlig kommunikasjon, 2022) gis det også informasjon om at dersom tilbudet er ettertraktet så er andelen søkere med gode realfagsresultater fra videregående skole god. For eksempel har flygerutdanningstilbudet til Forsvaret en andel på mer enn 28% med høyeste fordypning i matematikk og mer enn 35% i fysikk. De fleste som kommer gjennom prosessen og ender som flyelever har fordypning innen realfag. Denne

observasjonen stemmer og godt med erfaringer ved operativ studieretning ved Forsvarets Høyskole/ Sjøkrigsskolen. De med realfaglig fordypning fra videregående har signifikant bedre resultater i tekniske emner enn de som har mangler.

FFI-rapporten 19/01036 «*Rekruttering fra førstegangstjeneste – en statistisk analyse*» dekket årskullene født mellom 1992 og 1996. Et viktig budskap fra denne studien var at Forsvaret burde sørge for at de på mest mulig måte benytter seg av den unike rekrutteringsbrønnen som førstegangstjenesten utgjør. Det budskapet er vel så gyldig i tiden som kommer. En måte å rekruttere videre fra denne gruppen er å ha gode utdanningstilbud til dem.

En annen mulighet for å nå målene er å re-rekruttere tidligere personell. FFI forskerne Fauske og Strand trekker frem viktige årsaker til at unge med fast tilsetning slutter, men også at nesten halvparten av de kunne tenke seg å starte igjen i Forsvaret (Fauske, 2021). I hvilken grad Forsvaret vil lykkes med å hente tilbake et større antall er nok meget avhengig av konjunktoren i landet i årene som kommer og hvilke tiltak Forsvaret iverksetter for å demme opp årsakene til at de sluttet i første omgang. Av de to viktigste årsakene til at ansettelsesforholdet avsluttes, ønske om mer utdanning eller fristende sivile jobbtilbud, er nok det å gi relevant utdanning bra for Forsvaret. Økt utdanning bidrar uansett til økt kompetanse i korpsene.

#### **7.4 Oppsummering kunnskap**

I sum vil synkende realfagskunnskap, reduserte utdanningstilbud i Forsvaret og stor avgang av erfarent personell føre til mindre kompetent personellmasse. Det vil bety færre offiserer og spesialister som kombinerer teknologiforståelse i dybden med operativ kompetanse. Fra et innovasjonsståsted vil manglende teknologiforståelse føre til at Forsvaret er svakere rustet til å innlemme og ta i bruk nye teknologier.

#### **7.5 Forslag til tiltak**

For å avhjelpe foreslår vi følgende tiltak:

- Utdanningssektoren må produsere flere kandidater med realfaglig fordypning – i dag underproduseres det, ikke bare for Forsvarssektoren.
- etablere forkurs tilbud i Forsvaret eller i samarbeid med sivile skoler. Det vil gi anledning til å rekruttere bredere og løfte realfag- og naturvitenskap kunnskap til ønsket nivå for videre utdannelse.

Utdanning i Forsvaret bør ha som mål, i størst mulig grad, å bidra til å øke evnen til å lære, utdanne, seg selv videre på egenhånd. En utdanning må ha både bredde og dybde.

Den tidligere nevnte Admiral Rickover uttalte i en annen høring om bruk av atomenergi at utdanning ikke bare handlet om å kunne øke evnen til å lære seg selv, men også at:

*“Education is a process of developing the intellect”.*

(JCAE, 1962)

Vårt budskap er at det ikke står så bra til med det naturfaglige og teknologiske kunnskapsnivået til rekrutteringsmassen. Antall kandidater med fordypning er i tillegg synkende. Et forsvar som skal drifte, forvalte og vedlikeholde tekniske løsninger uten for store kostnader, er helt avhengig av en viss mengde godt utdannet personell.

Forsvaret må satse mer på utdanning i tiden som kommer enn det blir gjort i dag.

## 8 Ferdigheter med teknologi

For å betjene teknologi trengs det praktiske ferdigheter hos personellet som anvender teknologien. Ferdigheter forstås her som evnen til å anvende kunnskap til å løse problemer eller oppgaver. Både kognitive, praktiske, kreative og kommunikative ferdigheter er relevant. (NOU 2014:7, s 124) Eksempelvis vil en droneoperatør kunne trenge kognitive ferdigheter i form av å oppfatte hva han ser med kameraet til dronen, praktiske ferdigheter i form av å operere og vedlikeholde dronen, kreative ferdigheter som å lære seg taktikk og teknikk for å best kunne løse et taktisk problem med dronen og kommunikative ferdigheter for å gjøre informasjonen dronen innhenter kjent for andre enheter som kan agere på informasjonen.

For å ha de rette ferdighetene i organisasjonen til å operere teknologien Forsvaret mener er relevant må man ha tilgang på personell som har disse fra før, eller som har potensiale til å tilegne seg disse innen rimelig tid. Videre vil Forsvarets evne til å utdanne og trene opp ferdighetene være vesentlig. Til sist vil teknologiens egne forutsetninger være viktig. Teknologi som er tilpasset operatøren og er relativt enkel å betjene er naturlig nok enklere å lære.

### 8.1 Brukervennlig teknologi

Teknologien er altså i seg selv en faktor som vil påvirke hvordan den vil være å ta i bruk. Brukervennligheten til teknologien kunne påvirke operatørens evne til å ta det i bruk og bruke det effektivt.

Brukervennligheten er en del av det å designe og utforme den aktuelle teknologien og kommer tydelig frem i disiplinen interaksjonsdesign. Interaksjonsdesign er rettet spesifikt mot informasjonsteknologi og tar for seg samhandlingen mellom menneske og system som en del av design- og utviklingsprosessen. Selv om interaksjonsdesign er rettet mot datasystemer er det et gjennomgående fokus på menneske som aktør. Deler av de grunnleggende tankene kan generaliseres til teknologiutvikling i sin helhet så lenge det er mennesker som bruker systemet.

Under følger seks punkter som kalles brukermålsetninger (Sharp et al., 2011) og er ment som tematiske områder for å stille spørsmål rundt teknologi. Ved å undersøke disse punktene kan man danne seg et bilde av teknologiens helhet og se på hvordan teknologien som faktor vil påvirke evnen til bruk og nyttiggjørelse.

Punktene er som følger:

- Effektivitet
- Ytelse
- Sikkerhet
- Nytte
- Lærbarhet
- Huskbarhet

Effektivitet omhandler hvor god teknologien er til å gjøre sin tiltenkte oppgave, mens ytelse tar for seg hvor godt teknologien understøtter operatøren i å utføre sin oppgave. Sikkerhet omhandler hvor sikker teknologien er i bruk og sier noe om den beskytter brukeren fra å gjøre farlige feil og uønskede handlinger. Nytte handler om i hvor stor grad teknologien gir de riktige og tilstrekkelige funksjoner for brukeren i den aktuelle rollen. Lærbarhet sier noe om hvor lett eller vanskelig teknologien vil være å lære og ta i bruk. Huskbarhet, som bygger på lærbarhet, omhandler hvor enkelt eller vanskelig er det å bevare kunnskapen om teknologien etter at den er tilegnet.

Lærbarhet og huskbarhet kan ha stor påvirkning på brukeren av teknologien. Dersom teknologien er helt ukjent, vil det kunne kreve mer ressurser til opplæring og vedlikehold av ferdigheter hos nye operatører. For å understøtte lærbarhet og huskbarhet kan man utforme eller anskaffe teknologi som har brukergrensesnitt som ligner på sivil, allmenn teknologi. Dersom lignende handlinger gjør lignende ting på tvers av teknologiene vil man lettere kunne tilegne seg kunnskap rundt nye teknologier og på samme måte vedlikeholde kunnskapen når man bruker annen teknologi. Dette går under designprinsippet Consistency som er nærmere beskrevet i boken Interaction Design (Sharp et al., 2011).

## 8.2 Personellets forutsetninger for å lære seg å benytte teknologien

Tradisjonelle praktiske ferdigheter er fortsatt essensielt for å betjene eksisterende og ny teknologi. Behovet for faglærte er stort og essensielt for å holde teknologiske plattformer operative. Eksempelvis er det behov for mekanikere og teknikere for å vedlikeholde kjøretøy, fly og fartøy. Stadig mer kompleks informasjonsinfrastruktur krever teknisk personell. Samtidig er det krevende å rekruttere og beholde faglærte, da veksten i avlagte svennebrev er for lav for å dekke samfunnets behov, særlig innen IKT og bygg og anlegg (Lødding et al. 2017), selv om veksten i svenneprøver har økt noe de siste årene (SSB, 2022). SSB forventer også at behovet i samfunnet for øvrig vil øke i fremtiden (NOU2014:7, s. 112). Dessuten har Forsvaret tradisjonelt i mindre grad nytte seg av arbeidsinnvandring for å dekke opp for manglende nasjonal kompetanse av sikkerhetshensyn. Konsekvensen av dette er at Forsvaret nøye må vurdere behovet for teknisk personell, og i mange tilfeller fortsatt sikre seg tilgang på kompetanse gjennom å utdanne selv.

I tillegg vil mange ufaglærte tjenestegjørende ha nytte av praktiske ferdigheter for å mestre sin jobb. Eksempelvis gjennomføres mye lett vedlikehold på kjøretøy, sambandssystemer og våpen av brukeren selv, som krever et minimum av praktisk og teknisk forståelse. I tillegg kommer behovet for å operere plattformer med informasjonsteknologi med brukergrensesnitt som i større eller mindre grad ligner på systemer ungdom selv har brukt i skole eller fritid før innrykk. Det er

rimelig å anta at praktiske ferdigheter til en viss grad kan være på hell blant ungdom i dag og i fremtiden, mens forutsetningene for å raskt tilegne seg ferdigheter for å bemanne teknologiske plattformer med moderne brukergrensesnitt vil være bedre. Valg av teknologi som har et brukergrensesnitt som ligner de man bruker i hverdagslivet vil derfor være fordelaktig.

Forskere ved FFI (Fauske & Strand, 2022) anslår at mye av fremtidens materiell ikke vil kreve særlig kompetanseheving blant operatørene, da teknologien vil være enkel å bruke. Dette fordrer en grunnkompetanse som man antar vil kunne eksistere i befolkningen, da sivil hverdagsteknologi vil kunne være like avansert. Imidlertid vil enkelte systemer trenge operatører i en innføringsfase, og noen systemer vil måtte ha operatører med IKT eller ingeniørutdanning for å fungere. Enkelte forskere på FFI tar også til orde for at det innføres noe grunnleggende IKT-utdanning i militære skoler. Forskerne trekker videre frem analysefeltet som et område hvor utviklingen vil føre til et stort behov for kompetent personell som kan bearbeide de store mengdene data som man forventer at nye teknologier kan produsere. Disse vil trenge en militær grunnkompetanse og muligens noe IKT-kompetanse samt programmering. Dette for å kunne hente ut analyser fra større og større datamengder. Utover dette vil behovet for IKT-kompetanse for å drive forsvarets systemer i stor grad bero på hvilke tjenester som skal løses av militære og sivile. Oppsummert mener forskere ved FFI at fremtidig teknologi kan være ganske enkel å bruke, men kreve mer kunnskap å drive. IKT-kompetanse kommer til å være enda mer etterspurt, særlig innen programmering. Noe av dette kan løses med bruk av sivile og kontraktører, men militær kompetanse vil fortsatt være viktig i mange IKT-funksjoner. Til sist må militære i fremtiden trolig måtte beherske å bestille tjenester av IKT-kyndige. Dette krever en viss IKT-innsikt, for å presist kunne formidle det militære behovet som IKT-løsningen skal levere. Utfordringene og mulighetene ved å tiltrekke seg nok digital kompetanse er godt beskrevet og problematisert i Svendsen-utvalget (Forsvarsdepartementet, 2020a)

Kompetansemangfoldet i Forsvaret er kritisert av Svendsen-utvalget (Forsvarsdepartementet, 2020a). Ensrettet utdanning med stort fokus på tradisjonelle militære kjerneferdigheter sees som et hinder for innføring av ny teknologi, og da særlig opp mot digitalisering av Forsvaret. Viktige tiltak som foreslås av utvalget er økt rekruttering av sivile, samt flere offiserer med sivil utdanning i bunn (ibid). Manglende IKT-kompetanse er derfor en faktor flere kilder peker på som utfordrende for Forsvaret. Det blir ikke enklere av at det er stort behov for kompetansen andre steder i samfunnet, ikke minst i offentlig sektor for øvrig.

### 8.3 Rammer for utdanning av ferdigheter

En stor begrensning på ferdighetene som kreves for å utnytte teknologi til dets fulle potensiale er tilgjengelig tid til utdanning. Rammefaktorene for hvor mye tid som settes av til å utdanne betjeningen på ulike plattformer er svært forskjellige. På den ene siden vil en vernepliktig besetning på eksempelvis en stormpanservogn måtte tilpasse utdanningen sin til lengden på førstegangstjenesten. Førstegangstjenesten er normalt 12 måneder for majoriteten av de tjenestegjørende, med et mindretall som tjenestegjør i 6 og 16 måneder. Lengden på tjenesten har ligget mellom 12 og 16 måneder siden 1954. Derfor vil besetningen på en stormpanservogn, en plattform som har blitt vesentlig mer kompleks siden 1954, ikke kunne unne seg særlig lengre

utdanningstid. For befalet som leder plattformene har utdanningstiden på militære skoler blitt kortere etter utdanningsreformen, som igjen legger press på tid brukt til kurs og utdanning. (Børresen, 2020) I avdelinger og fartøy med fast ansatte er muligheten til å utdanne tilstrekkelig større, da det er mulig å kompetansebygge over tid. Imidlertid er beredskapskrav og andre aktiviteter i avdelingene slik som deployeringer og øvelser i større forband med på å presse tilgjengelig tid til kursing ned til et absolutt minimum. Dessuten er ikke ståtiden i mange vervede avdelinger så høy som Forsvaret skulle ønske, da mange spesialister slutter før kontraktsutløp grunnet blant annet start på sivile studier, sivil jobb, uklare karrieremuligheter samt lønnsbetingelser (Fauske, 2021). Er kursene for lange vil det medføre en nedetid på plattformen som skal betjenes.

Andre plattformer, slik som fly og fartøy, kan ha strenge krav til kompetansenivået til brukerne med tilhørende strenge sertifiseringskrav. Da er Forsvaret nødt til å tilpasse utdanningen til plattformens behov, og ikke til andre rammefaktorer. Eksempler på dette er piloter og fartøysbesetning hvor kravene i større grad enn på andre plattformer er ufravikelige. Til sist er det en rekke teknologier som innføres som er relativt enkle å bruke og ikke krever lang utdanning, slik som små droner, sensorer og informasjonsteknologi som i større grad er tilpasset brukeren en tidligere. Imidlertid er selve mengden av systemer i en tradisjonell militær avdeling på vei opp – der en infanteritropp på starten av 1900-tallet kun hadde gevær vil den i dag ha maskingevær, panserbekjempelsesvåpen, kjøretøy av ulike typer, flere typer kommunikasjonssystemer, optikk og sensorer av ulike typer slik som termiske kameraer og små droner. Alle nye kapasiteter som legges på vil føre til akkumulert utdanning. At systemet i seg selv har kort utdanningstid hjelper ikke når kalenderen allerede er full. Generalmajor Robert B. Brown (US Army) beskrev i 2011 en fremtidsvisjon hvor et infanterilag er fullintegrert i Forsvarets digitale nettverk, med tilgang til data fra alle sensorer i tillegg til et antall egne sensorer (2011). Mengden av systemer som kreves for å oppnå noe slikt synes urealistisk å kunne mestre innenfor 12 måneder førstegangstjeneste.

Tid er derfor en vesentlig dimensjonerende faktor for om Forsvaret lykkes med å realisere potensialet til en anskaffet teknologi. Det bør være samsvar mellom tiden som trengs for å utdanne brukerne av systemet og tilgjengelig tid for å faktisk utføre det. De mest åpenbare måtene å gjøre dette på er å enten anskaffe teknologi som er enkel å bruke og dermed kan utdannes på innen de nåværende rammefaktorene, eller å besørge at personellet som skal betjene teknologien har nok tid tilgjengelig. En tredje mulighet er å intensivere utviklingen innen læring, med både pedagogikk og simulatorer og andre læringssystemer for å, om mulig, kunne gjennomføre mer utdanning på mindre tid. I praksis betyr dette å nøye velge ut hvilke plattformer som er egnet for vernepliktige og fast ansatt personell med lengre erfaring. Der man kan bør man effektivisere utdanningen.

De nye CV90-kampvognene som ble anskaffet fra 2014 har mange nye funksjonaliteter, med oppgraderte sensorer, en avansert digital infrastruktur, takmontert våpenstasjon og flere sambandssystemer. I innføringen ble det laget et oppdatert reglement for stormpanservognen, men mange av de overgripende håndbøkene som skal putte kampvognene i et større system er enten skrevet før eller under innføringen, slik som Håndbok for Kavalerieskadron (HVS, 2013) eller håndbok for stormtroppen (HVS, 2012). Andre reglementer og håndbøker er ikke oppdatert på over 20 år, slik som håndbok for manøverbataljon eller stormeskadron. Disse ble sist endret på

starten av 2000-tallet. Ressurser til arbeid med doktriner og håndbøker prioriteres lavere enn ressurser til å innkjøpe materiellet, noe som kan svekke sannsynligheten for at materiellet brukes på best mulige måte. Faren ved å nedprioritere dette arbeidet er dels at forutsetningene til å anvende egen teknologi til å gjennomføre operasjoner kan svekkes. Like viktig er det at potensielle motstanderes bruk av teknologi ikke får anledning til å påvirke hvordan vi velger å trene og øve. Eksempelvis har det foregått observerbar militær utvikling i tiåret etter håndbok for stormtroppen ble utgitt i 2012 som burde kunne føre til endring i vår egen trening for å benytte egen teknologi bedre. En dokumentstudie viser nettopp at Håndbok for stormtroppen ikke har tatt inn viktige læringspunkter fra nylige konflikter (Wohlen et al., 2022).

Eksempelet CV90 viser også viktigheten av å anskaffe trenings og simuleringssystemer. Treningssimulatorer er viktige fordi de gjør det mulig å trene praktiske ferdigheter uten å forbruke materiell, ammunisjon eller drivstoff. I tillegg åpner treningssimulatorer muligheten for å øve på strid tosidig med bruk av våpen, noe som naturligvis ikke er mulig med skarp ammunisjon. CV90 var tiltenkt anskaffelse med simulatorer, men disse har ikke blitt realisert pr 2022. Det medfører at norske soldater reiser til Nederland og Sveits for å få nødvendig trening. (Knutsen & Tornøe Jonsson, 2022). Det samme gjelder i luftforsvaret. De nye P8 flyene for maritim overvåking er anskaffet uten simulatorbaserte treningssystemer. F35 derimot er blitt anskaffet med simulatorsystemer for trening og øving. Når det gjelder bakkemannskapene er det dessverre ikke anskaffet eller utbygget treningsfasiliteter. Derfor får ikke bakkemannskapene trene på alt vedlikehold, men må avgrense seg til å trene på operative fly, ved behov. Dette betyr igjen at ikke alle funksjoner i bakkemannskapenes verktøykasse brukes. Typisk vil det være vedlikehold i forbindelse med krig som lider av mangel på treningsfasiliteter, mockups og simulatorer.

#### 8.4 Oppsummering

Forsvaret er på mange måter godt skodd for å ta i bruk ny teknologi. Mest oppløftende er antakelsen om at teknologi i fremtiden vil være relativt enkel å bruke, om muligens kanskje mer komplisert å holde vedlike. Imidlertid må all ny teknologi innføres med et klart bilde av hvem som skal bemanne systemet, og hvilken tid de skal bruke på å lære seg de ferdighetene de trenger. Er operatøren allerede forhåndsdefinert må systemet som velges være tilpasset gruppens tid til trening og øving. Øvingssystemer som simulatorer bør prioriteres der dette kan understøtte innføringen.

IKT-kompetanse og et større mangfold av ferdigheter vil være vesentlig å få på plass gjennom bruk av sivile, kontraktører, militære som rekrutteres med sivil kompetanse og kompetanseheving på militære skoler.

Ny teknologi må plasseres inn i det militære systemet, og arbeid med taktikk og prosedyre må sikre at systemet blir brukt riktig for å nå operative målsettinger. Arbeid med reglementer og håndbøker samt utdanningsprogram må prioriteres for å holde ferdighetene til brukerne relevante.



## 9 Tilgang på teknologi

Det er bred enighet om at NATO har et teknologisk forsprang over det som defineres som dimensjonerende trusler. Underforstått så er forsvarsindustrien som leverer utstyr og teknologi til NATO's medlemsland verdensledende innenfor sine felt. Norge har en nisjepreget forsvarsindustri som har opparbeidet seg ekspertise innenfor enkelte strategisk viktige områder (st.meld 17). Av omsetningen til den Norske Forsvarsindustrien kommer ca. 76% fra utenlandske kunder (J. O. Pedersen, 2021). Dette tolkes som at den Norske Forsvarsindustrien leverer attraktive produkter og teknologi. Dette kombinert med industri og forskermiljø fra andre NATO-land, vil vi hevde at på et overordnet nivå så kan Forsvaret, med få unntak, få tilgang til det meste som finnes av høyteknologi for forsvarsformål.

Teknologi og produkter som skal nyttes til militære formål har ekstraordinære krav knyttet til ytelse for å overleve ekstreme påkjenninger. Slike påkjenninger kan til eksempel være utskyting fra en artillerikanon eller tøffe klimatiskeforhold. Dette gjøre at det ofte vil være noe grad av utvikling dersom "sivil" teknologi skal konverteres til militære formål.

### 9.1 Trekantsamarbeidet

Sentralt for å sikre det Norske Forsvarets tilgang på teknologi står trekantsamarbeidet. Dette er kort beskrevet som et samarbeid mellom Forsvaret, FFI og Forsvarsindustrien. De tre aktørene har hver sin rolle; Forsvaret definerer operative behov, mens FFI og Industrien utvikler og produserer høyteknologiske produkter som senere anskaffes av Forsvaret. Trekantmodellen har gitt Forsvaret noe av verdens beste og mest avanserte utstyr innenfor sitt segment (Bjørk et al., 2016). Trekantsamarbeidet har vært og er viktig da det sikrer nasjonal forsyningsikkerhet av strategisk viktig utstyr og teknologi samt at over tid bidrar til økning av kompetanse hos FFI og industrien innenfor de åtte spesifiserte teknologiområdene som er definert i St.meld 17.

Kritikken mot trekantsamarbeidet er blant annet at det tar lang tid fra ide til produktet/teknologien kan innføres, Forsvaret risikerer at teknologien er utdatert på det tidspunktet den blir innført. Et forsøk på å rette opp i dette er en lansering av trekantmodellen 2.0 (Bjørk et al., 2016). Her trekkes frem blant annet å i større grad øke utnyttelsen av sivil teknologi, utnytte potensiale i gründermiljøer samt små og mellomstore bedrifter (SMB), utvikle arenaer og nettverk der brukere, forskere og industrien jobber sammen for testing og eksperimentering.

Selv om trekantmodellen 2.0 er et godt bidrag til en positiv utvikling av trekantmodellen, er det ønskelig å se litt nærmere på enkelt forhold med et kritisk blikk, spesielt knyttet til forventningen til å kunne nytte gründermiljøer og SMB uten å gjøre noe med anskaffelsesmodellen som blir beskrevet i dette kapitlet. Gründermiljøer og SMB kjennetegnes med at de ofte er ressursfattige der en og samme person ofte kan fylle flere roller og således har mindre kapasitet til administrative oppgaver. Slike bedrifter er ofte avhengig av å bruke all tid og ressurser på å produsere varer og tjenester. Dette kan gjøre det svært krevende å møte alle krav som må oppfylles i en stor og omfattende anskaffelsesmodell.

Både Bjørk (2016) og St meld 17 trekker frem tidlig samarbeid mellom bruker og industri som viktig for å kunne gjøre anskaffelser mer smidig. Hvordan fungerer dette i dag? Fra industriens side oppleves det som at kontakten mellom industri og forsvaret er preget av formalisme og sedvane er at det må være et prosjekt dersom industrien skal ta kontakt. Dette er i for seg fornuftig for å opprettholde en viss avstand mellom industri og bruker. Det man imidlertid mister er de initiativene der ideene kommer fra industrien, samt uformell ideutveksling og evolusjonær innovasjon.

En tettere interaksjon mellom Forsvaret og industrien vill legge til rette for iterative prosesser der industrien selv kan ta produkter og teknologi til et visst nivå da man med større grad av sikkerhet kan si at det vil ha relevans for militære bruker. Dette er i særdeleshet viktig for SMB siden de har begrensede ressurser og må prioritere disse der de tror de kan få størst avkastning.

## 9.2 Anskaffelsesmetoden

Selv om Forsvaret skulle lykkes med tettere interaksjon mellom bruker og industri kan det stilles store spørsmål ved om man vil klare å ta ut effekten på grunn av en svært omstendelig anskaffelsesmodell kjent som PRINSIX.

Måten teknologi anskaffes på er en av de viktigste rammebetingelsene for evnen til å tilgjengeliggjøre og operasjonalisere teknologi i en organisasjon. En vesentlig del av dette handler i praksis om organisasjonens evne til å effektivt anvende egnede prosjektmodeller til å realisere nye kapabiliteter.

Generelt definerer vi i dag prosjektmetoder i to hovedkategorier. Tradisjonelle fossefallsmetoder slik som PRINSIX, og smidige (agile) metoder som forsvarssektoren i dag ikke har en formalisert anskaffelsesmodell. Den smidig metode oppsto som en motreaksjon på fossefallstilnærming tidlig på 2000-tallet, da praktikere innenfor spesielt programvareutvikling opplevde at fossefallsmetodikk hadde en rekke negative konsekvenser for deres evne til å levere god programvare.

I dag er smidig prosjektmetodikk nærmest en standard innenfor programvareutvikling og digitaliseringsaktiviteter. Smidige prosjektmodeller fokuserer først på raskt å utvikle og en så enkel versjon av produktet som mulig (ofte omtalt som et minimum viable product) og demonstrere/levere denne tidlig til brukeren. Dette produktet utvikles så videre basert på kontinuerlig innspill fra brukermiljøer og utvikles videre med små og hyppige iterasjoner. Denne tilnærmingen skaper forutsetninger for å starte arbeidet med å utvikle produktet tidligere, levere raskere og utvikle produktet basert på erfaringer og læring underveis.

Fossefall- og smidige modeller er grunnleggende forskjellige i hvordan de håndterer usikkerhet (risiko). Mens fossefallmodeller håndterer usikkerhet gjennom detaljert planlegging, reduserer smidige modeller usikkerhet gjennom tidlig leveranse, og små, hyppige leveranser som

kontinuerlig gir verdi til brukeren. Oppstår det problemer med smidige leveranser vil dette synliggjøres gjennom utfordringer i leveranser før prosjektet «går av skinnene». Det skapes også rom for å justere kursen underveis gjennom kontinuerlig erfaringslæring og brukerinvolvering. Denne formen for usikkerhetsstyring er avgjørende for at smidige prosjekter skal kunne levere merverdi. Statens prosjekt- og anskaffelsesmodell gir i dag liten grad rom for å styre usikkerhet på denne måten ettersom usikkerhet håndteres gjennom omfangsrike dokumentasjonskrav.

Både fossefall og smidig har begge sine styrker og svakheter, og prosjektleveransens karakter vil ofte være avgjørende for hvilke av modellene som gir størst sannsynlighet for suksess. Mens verdens mest innovative og teknologiledende selskaper i dag støtter seg på utstrakt bruk av smidige metoder, mangler altså forsvarssektoren et helhetlig rammeverk for å gjennomføre prosjekter i tråd med denne retningen.

*“There is nothing so useless as doing efficiently that which should not be done at all.”*

*Peter Drucker*

*Statens prosjektmodell, Retningslinjer for investering i forsvarssektoren og PRINSIX* er dermed en premissgiver for innovasjon og forutsetningen for at ny teknologi kan tas i bruk innenfor sektoren. I dag dikterer dette rammeverket er at prosjekter gjennomføres i definerte sekvensielle steg (Idéfase, konseptfase, forprosjektfase, gjennomføringsfase, avslutningsfase), hvor overgangen mellom disse har relativt omfangsrike dokumentasjonskrav som skal gjennomgås og godkjennes av formelle kontrollinstanser (såkalte stage-gates). Konsekvensen er at de første trinnene i en slik prosjektmodell kun produserer planer, beslutningsgrunnlag og beslutninger, mens utvikling av produktet og verdiskapingen ofte starter sent i prosjektet. *PRINSIX* er altså en fossefallsmodell i klassisk forstand. En gjennomgang av dokumentasjonen denne prosjektmodellen underbygger en mangel på et bevisst perspektiv til smidige prosjektmodeller (prinsix.no). Forsvarssektoren har ingen dokumentert gjennomgående metode for å starte, styre og gjennomføre smidige prosjekter. Denne tilstanden eksisterer samtidig som økt smidighet er en tydelig uttalt målsetting. *IKT-strategi for forsvarssektoren* utgitt i 2019. Denne strategien er dermed svært tydelig på at økt smidighet er en nøkkel for å øke innovasjonshastigheten. Trekantmodellen 2.0 peker også på det samme.

### **9.3 Smidige anskaffelser**

Det eksisterer allikevel smidige initiativer. Program MIME er et eksempel på et digitalt moderniseringsprogram som forsøker å innlemme smidige metoder innenfor eksisterende forutsetningen. Programmet beskriver at de bruker rammeverk som *Managing Successful Projects* (MSP) som programmetodikk, *PRINSIX* som prosjektmetodikk og *Scaled Agile for Enterprises* (SAFe) som gjennomføringsmetodikk (Forsvarsmateriell, 2022b). På den ene siden er dette et positivt eksempel på at forsvarssektoren aktivt forsøker å utvikle seg på dette området, på den andre siden er det grunn til å være kritisk til hvorvidt det å gjennomføre smidige prosjekter innenfor rammen av en fossefallsmodell, som *PRINSIX*, kan gi de potensielle effektene organisasjonen ønsker gjennom sin IKT-strategi. Er det sannsynlig at integrering av en smidig

metode som SAFe på innsiden av en kompleks fossefallsmodell som PRINSIX faktisk gir høyere smidighet og innovasjonsevne? Fenomenet med å innlemme smidige metoder inn i tradisjonelle fossefallsmodell er ikke ny. Denne tilnærmingen er ofte referert til som *Water-Scrum-Fall*. I slike tilfeller starter prosjektet som et fossefallsprosjekt, man gjør smidig metode i midten, så avslutter man prosjektet som et fossefallsprosjekt (West, 2011). Analyse og konsulentselskapet Gartner peker på *Water-Scrum-Fall* implementering som en tilnærming som ender opp med å mislykkes, og advarer aktivt mot en slik implementering. Det eksisterer også forskning som viser at det kan oppstå vesentlige utfordringene med implementering av smidige metoder i offentlig sektor, hvor rammene er preget av tradisjonell fossefallstenking (Dikert et al., 2016). Selv om det ikke finnes bred entydig forskning knyttet til akkurat denne problemstillingen, er ikke konklusjonene oppsiktsvekkende. Smidige metoder oppsto som vi har sett som en motreaksjon og et en alternativ tilnærming til fossefall, hvor hensikten var å omgå det som var ansett som svakheter ved fossefallmodellene.

Flere strategidokumenter peker allerede i dag en tydelig retning som at forsvarssektoren skal bli mer smidig, men det synes å være langt mer uklart hvordan dette skal operasjonaliseres i praksis. Her er det mulig å ta læring av hvordan PRINSIX i dag er klart definert og operasjonalisert. For det første har prosjektmodellen tydelige definerte prosesser, roller, ansvar og er tett integrert med virksomheten den skal skape verdi for. For det andre er den godt dokumentert samtidig som at dokumentasjonen ligger fritt tilgjengelig for alle interessenter (prinsix.no). For det tredje gjennomføres det hyppige kurs og sertifiseringer for personell som innehar nøkkelroller i prosjektorganisasjonen, slik at det finnes tilstrekkelig gjennomføringskompetanse i prosjektene. For det fjerde er organisasjonen tilpasset for å gjennomføre prosjekter på denne måten. Ingen av disse elementene synes å være på plass for en smidig prosjektmodell i dag. Konsekvensen av dette er med stor sannsynlighet en begrenset evne til å ta i bruk ny teknologi tidlig, og innovere iterativt.

#### 9.4 Oppsummering

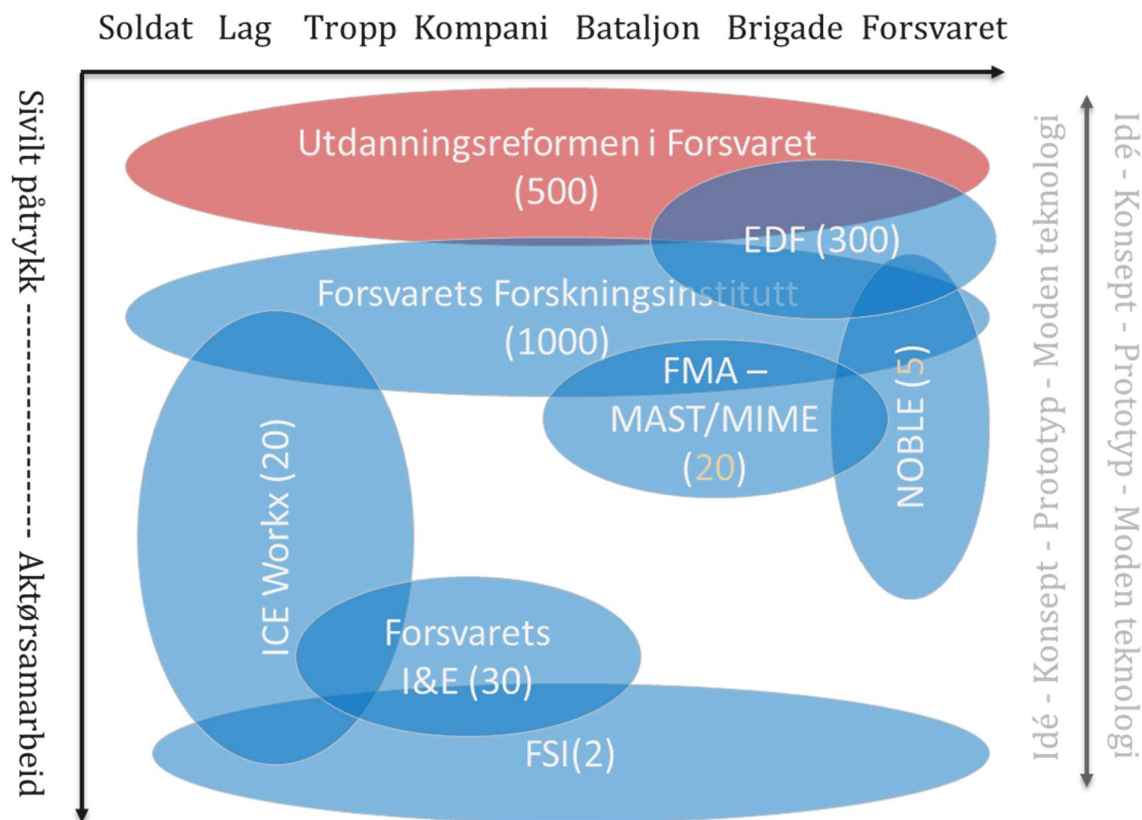
Ettersom smidig er en nøkkelambisjon i forsvarssektorens IKT-strategi anbefales det å utvikle og formalisere en gjennomgående smidig prosjektmodell som kan eksistere parallelt med den eksisterende PRINSIX modellen. Prosjekter kan således startes, gjennomføres og avsluttes med den metodikken som vurderes som best egnet. Ved å gjøre dette vil man kunne få en økt evne til å ta i bruk ny teknologi, en bedre evne til å innovere iterativt og dermed også bedre evne til å samarbeide med små og mellomstore industriaktører.

## 10 Hva bruker vi pengene på?

Rammene rundt innovasjonen i Forsvarssektoren styres som vi ser av kapittelet ovenfor av politikere og sivile myndigheter ved hjelp av langtidsplaner, anskaffelsesprosesser og spesifikke retningslinjer for anskaffelser til Forsvaret. Innovasjonslitteraturen peker på viktigheten av grasrotinnovasjon. Samtidig er anskaffelsesprosedyrene i forsvarssektoren tilpasset langvarige og store innovasjonsaktiviteter, prosjekter og anskaffelser.

Som vi har sett i kapittelet om rammebetingelser for innovasjon, så er det to hovedmodeller for samarbeid mellom forsvarssektoren og samfunnet rundt. Den ene vektlegger sivilt påtrykk, og militær lydighet. Den andre vektlegger aktørsamarbeid på alle nivå. I innovasjonsarbeidet i forsvarssektoren er det mange aktører. Av de store aktørene i Forsvarssektoren kan vi nevne Forsvarets Forskningsinstitut, med et budsjett på i størrelsesorden en milliard per år, og med i underkant av tusen ansatte. Forsvarets høgskole er en aktør og viktig premissgiver i innovasjonsarbeidet, siden den har ansvaret for kunnskapsforvaltning og formidling. Det Europeiske Forsvarsfondet (EDF) er også en viktig aktør, og Norge bidrar med to milliarder kroner i dette samarbeidet de neste seks årene. Av mindre aktører kan vi nevne Forsvarsindustriens eget organ (FSI). De har en veldig liten organisasjon, og legger til rette for møter mellom industri og forsvar. ICE-Worx er et nytt initiativ på FFI. Med i størrelsesorden 20 ansatte. NOBLE er Forsvarets eget organ for innovasjon. Forsvaret har også sin egen innovasjons og eksperimenteringsordning (Forsvarets I&E) som finansierer innovasjonsarbeidet i Forsvarssektoren med et beløp på omtrent 30 millioner hvert år. Ordningen styres i år av Forsvarets Operative Hovedkvarter. I tillegg foregår det mindre innovasjonsarbeidet intern i Forsvarets egen materielladministrasjon, for eksempel i form av MIME programmet. Det er symptomatisk at hver av aktørene i trekantsamarbeidet har sin egen lille innovasjonsaktivitet, at de tilsynelatende opererer uten samarbeid eller koordinering, og at de forvaltes av forskjellige instanser.

Dersom vi setter opp estimater for ressursbruken i forsvarssektorens innovasjonsaktiviteter, basert på rammene fra teori og metodekapitlene, så ser vi at det er stor overvekt av sivilt styrte, langsiktige forsknings-, utviklings- og innovasjonsinitiativer. Vi inkluderer den negative investeringen på 500 millioner i Forsvarets Høgskole i forbindelse med utdanningsreformen for noen år siden, i denne oversikten. Noen av estimatene er basert på antall ansatte, og ikke på pengebruk. Oversikten er vist i figur 4.



Figur 4 Ressursbruk i forskning, utvikling og innovasjonsarbeidet i Forsvarssektoren

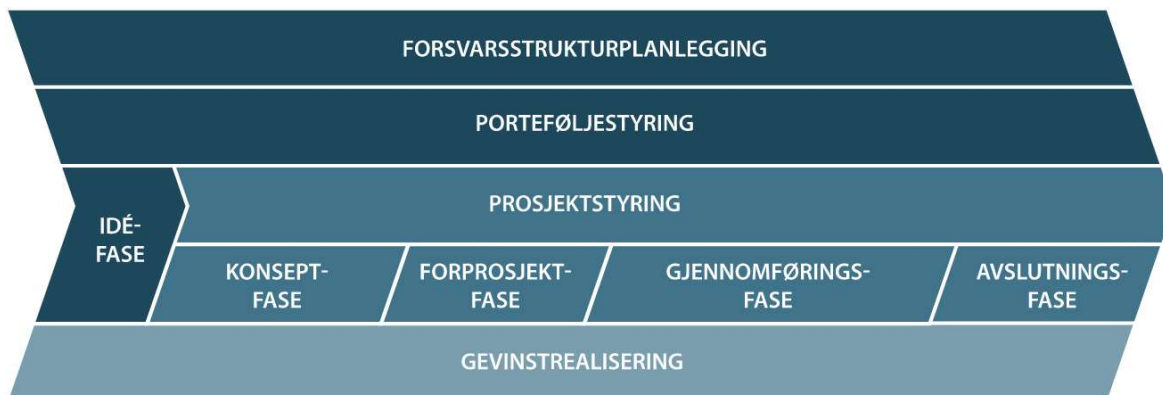
Denne fordelingen av ressurser er ikke i samsvar med nyere teori om hvordan sivil/militært samarbeid fungerer i praksis. Ressursbruken er heller ikke i samsvar med det man kunne forvente, dersom man var interessert i å øke innovasjonsevnen i Forsvarssektoren. Vi ser en klar ubalanse mellom aktørdrevet innovasjon og statlig styrte innovasjonsinitiativer.

### 10.1 Statlig styrt militær innovasjon

Statlig styrte initiativer utgjør 96% av ressursene som investeres i forskning, utvikling og innovasjon (se figur 4). Disse ressursene brukes i stor grad på idéer med lavt teknologisk modenhetsnivå (International Organization for Standardization, 2013). Veien frem til nytte for Forsvaret er i mange tilfeller svært lang. På samme måte som for større anskaffelsesprosjekter i Forsvaret, som kan ta år eller tiår, vil altså større forsknings, utviklings og innovasjonsprosjekter ikke gi nytte for forsvaret før etter lang tid.

Noen av forskning, utvikling og innovasjonsprosjektene i denne kategorien vil likevel ta for seg mer moden teknologi, og ideer som raskere gir nytte for Forsvaret. ICE-Worx initiativet på FFI for eksempel, utgjør ca en prosent av FFIs totalbudsjett. Vi ser også små innovasjonsinitiativer for eksempel hos Forsvarsmateriell. Felles for alle disse innovasjonsprosjektene er at de sliter med

anskaffelsesprosedyrene i Forsvaret. Den langsomme fossefallsmetoden som er anbefalt av forsvaret skaper dårlige rammebetingelser, ikke bare for anskaffelser av moden teknologi fra små og mellomstore bedrifter, men er også direkte til hinder for innovasjonsprosjekter av den typen ICE-Worx, spesialstyrkene og deler av Forsvarsmateriell forsøker å gjennomføre.



Figur 5 PRINSIX tilnærmingen til anskaffelser i Forsvaret (*Prinsix, 2022*)

Flere nye IT initiativer i FMA velger andre tilnærminger enn fossefallsmetoden for å anskaffe materiell. Det satses på strategisk samarbeid med sivile aktører (Forsvarsmateriell, 2022a). Det satses også på nye anskaffelsesmetoder, som for eksempel SAFe (Alexander, 2021), for å redusere anskaffelsestiden på IT utstyr i Forsvaret. Metoden anvendes blant annet i aktivitetene for implementering av skytjenester i Forsvaret (*MAST, 2022*) og i aktivitetene for å forbedre anskaffelsen av kampnære IKT systemer i Forsvaret (Forsvarsmateriell, 2022b). Flere prosjekter slås sammen, under nye prosjektparaplyer, og inkrementelle innovasjoner håndteres helhetlig. Dette fører typisk til at mindre innkjøp samles og må behandles som kategori 1 prosjekter (over 500 MNOK) og må behandles i Finansdepartementet og godkjennes av stortinget. Likevel gir dette frihet til å gjennomføre innkjøp på måneder i stedet for år, noe som er en forutsetning for oppdatering av IKT systemer. Til tross for dette møter de nye prosedyrene på gamle formalistiske krav, noe som sinker prosessene. Inkrementell innovasjon bør skje kontinuerlig, men man er av selvpålagte eller eksterne begrensinger avgrenset til perioder på to og to år. Etter det må paraplyprosjektene reetableres. Dette er en ekstra byrde i byråkratiet, som kommer av at nye prosedyrer må tilpasses gammel organisering.

Langsomme og tunge innkjøpsprosesser er sannsynligvis et problem for alle anskaffelser som potensielt kan utnytte den kontinuerlige inkrementelle innovasjonen i sivilsamfunnet. Selv ikke rene revolusjonære nye teknologier er isolert fra den kontinuerlige forbedringen som foregår i vitale sivile økonomier.

I et case studie gjort av FFI pekes det også spesielt på at de lange anskaffelsesprosessene er et problem (Olsen, 2022). Caset er en standard anskaffelse av en kommunikasjonsløsning. Anskaffelsen foregår under paraplyen til trekantsamarbeidet mellom forsvarsindustrien,

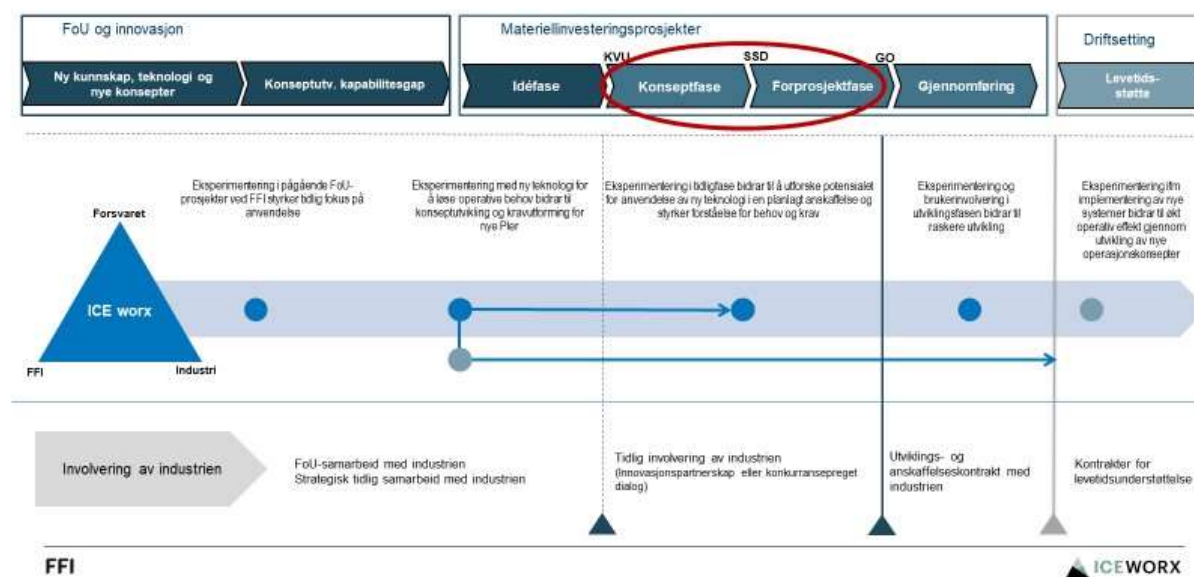
Forsvarets Forskningsinstitutt og Forsvaret. Den metodiske tilnærmingen for case studiet er utviklet for å analysere innovasjonsprosesser. Case studien peker på mange problemer med innovasjonsprosesser som gjennomføres med Forsvarets anskaffelsesprosedyrer. Lange anskaffelsesykluser og begrenset størrelse på det norske markedet er to hovedproblemer. Et annet problem er tilgang på kompetanse. Det er vanskelig å finne nok folk som kan sikkerhetsklareres. Inkrementell innovasjon og kontinuerlig utvikling av teknologiske systemer foreslås som tiltak for å bøte på problemet med lange anskaffelsesykluser. Nærhet til brukeren er også fremhevet som et viktig tiltak, i forbindelse med inkrementelle innovasjonsprosesser.

## 10.2 Forsvarssektorens aktørdrevet innovasjon

De små innovasjonsinitiativene i Forsvarssektoren utgjør ca 4% av den totale forsknings, utviklings og innovasjonsaktiviteten i figur 4. ICE worx er Forsvarets Forskningsinstitutts senter for innovasjon. Det er en del av avdeling for Innovasjon og Industriutvikling. ICE worx er i ferd med å etablere arenaer for eksperimentering og testing, for eksempel i forbindelse med ordinære militære øvelser, rundt om i landet. Arenaene er tenkt å fungere som møteplasser for aktørene i forsvarssektoren.

Fokus for ICE worx arbeide er moden teknologi og hurtig gjennomførte prosjekter (Gunnerud, 2022). Med moden teknologi reduseres arbeidet med idé og konsept. Man kan fokusere på å teste teknologi på brukerne direkte i avdelingen som har bruk for den. Det gjør det også mulig å prøve ut nye måter å operere på i avdelingene som har nær kjennskap til krav og behov.

### ICE worx - i alle faser av materiellfremskaffelsesløpet



Figur 6 ICE Worx fokus for anskaffelsesprosjekter



For at ICE worx tilnærming skal øke hastigheten på anskaffelsesprosessene i Forsvaret, må materiellet anskaffes på en annen måte enn gjennom fossefalsmetoden (*Prinsix*, 2022). Testing av moden teknologi kan, dersom Forsvaret har de riktige fullmaktene, gjøre det mulig å anskaffe enklere materiell raskt. Dette betyr ikke nødvendigvis at materiellanskaffelsene av denne typen er små. På samme måte som FMA, som har problemer med kontinuerlige anskaffelsesprosesser fordi beløpsgrenser forutsetter godkjenning i stortinget, så vil kontinuerlige test og anskaffelser av moden teknologi, for eksempel i regi av ICE-worx kunne møte begrensinger og forsinkelser i Forsvarsbyråkratiet når enkel og moden teknologi anskaffes i større kvanta.

Norwegian Battle Lab & Experimentation (NOBLE) ble etablert i 1999 som en del av Luftforsvarets organisasjon (Stortingets kontroll- og konstitusjonskomite, 2010). NOBLE er per i dag ett av få aktørdrevne innovasjonsinitiativer i Forsvarssektoren.

Et annet aktørdrevet innovasjonsinitiativ er Forsvarets I&E ordning. Den har gjennom de siste årene blitt forvaltet av forskjellige instanser. For øyeblikket er ordningen forvaltet av Forsvarets Hovedkvarter. Størrelsen på dette initiativet er blitt redusert de siste årene, og fokus er nå på fellesoperativ nytte og eksperimentering (Forsvarsdepartementet, 2020b).

*Forvaltningen av Forsvarets I&E-ordning ble overført fra Cyberforsvaret til FFI i 2018 jf. Prop. 151 S (2015–2016). Hovedgrunnen for dette var at NOBLE samtidig ble foreslått nedlagt. Samtidig ønsket man å dra på mulige synergieffekter hos FFI i den videre forvaltningen av ordningen. I sin behandling av Innst. 62 S (2016–2017) til Prop. 151 S (2015–2016), sluttet Stortinget seg til at NOBLE skulle videreføres i Forsvaret med noe redusert ambisjon og konsentrert til eksperimenteringsvirksomhet. Rasjonalet for FFIs forvaltning av ordningen er dermed endret. I&E-ordningen videreutvikles for å ivareta et mer helhetlig brukerperspektiv. Forvaltningen av I&E-ordningen ses i fellesoperativ sammenheng og overføres til Forsvaret.*

Vi ser i liten grad at innovasjon foregår fra forsvarrets stående avdelinger. Dette kan ha sammenheng med at forsvarrets organisasjon er tynt bemannet. Et eksempel på dette er dokumentert i Sjøforsvarets fregattmannskaper (Wagner & Øyhus, 2020).

### 10.3 Oppsummering

Vi ser at sivile myndigheter vektlegger store og langsiktige innovasjonsaktiviteter. Det aller meste av bevilgningene over statsbudsjettet kanaliseres til Forsvarets Forskningsinstitutt og Det Europeiske Forsvarsfondet. Samtidig har vi sett store nedskjæringstiltak mot Forsvarets egen kunnskapsproduksjon og innovasjonsevne. Litteraturen viser også at effektiviseringstiltak i Forsvaret fører til at bemanningen i forskjellige deler av organisasjonen er så tynn at det påvirker innovasjonsevnen i Forsvaret som organisasjon. Aktørdrevet innovasjon, som er den viktigste formen for innovasjon, lider under dette. Aktørdrevet innovasjon forutsetter nært samarbeid mellom Forsvaret som organisasjon, Forsvarsindustrien og kunnskapsvirksomheten i Forsvaret. Når den ene parten i dette samarbeidet utarmes gjennom effektivisering og nedskjæring, samtidig som de andre partene dyttes frem med bevilgninger, så oppstår det en ubalanse som

hindrer innovasjon på lavt nivå. For Forsvarssektoren så kan det se ut som om staten både gir gass for å få til innovasjon, og bremser samtidig.

## 11 Eksperimentering med teknologi for å teste og utfordre idèer

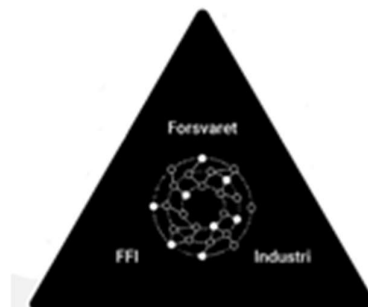
Eksperimentering er kjernen i enhver organisasjons evne til innovasjon. Med andre ord, er systematisk testing av ideer det som muliggjør institutter/organisasjoners/bedrifters egenskaper til å skape og forbedre utstyr/produktene sine. Ingen produkter kan bli skapt uten å først ha vært en idé som videre har blitt formet gjennom eksperimenter. I dag gjør imidlertid nye teknologier som datasimulering og rask prototyping at vi kan lære mye raskere, og den kunnskapen kan i sin tur inkorporeres i flere eksperimenter med mindre kostnader. Et eksperimentelt system som integrerer nye informasjonsbaserte teknologier, fører til mer enn lavere kostnader; det øker også mulighetene for innovasjon. Det vil si at noen teknologier kan gjøre eksisterende eksperimentelle aktiviteter mer effektive, mens andre introduserer helt nye måter å oppdage nye konsepter og løsninger på.

### 11.1 Dagens arenaer for eksperimentering

Forsvaret utviklet flere arenaer for testing og eksperimentering med nye ideer i tilknytning til operative virksomhet.

#### **ICE worx (FFI senter for innovasjon):**

ICE worx driver målrettet uttesting av ny teknologi og løsninger for militære anvendelser, der eksperimentering i laboratoriefasiliteter og i felt står sentralt. Utvalgte teknologier, løsninger og prototyper eksponeres tidlig for relevante brukermiljøer. Dette har vist seg å være et effektivt virkemiddel for å stimulere til hurtigere innovasjonsløp og rask implementering. God innsikt i Forsvarets behov for løsninger og teknologiske muligheter er avgjørende for at ICE worx skal kunne støtte alle parter i trekantsamarbeidet, vis i figur 7



Figur 7 ICEworx trekantsamarbeidet

Foreløpig er det ikke noe samarbeid mellom akademiske miljøer på FHS og ICE-worx innovasjonsarena.

### ***NATO øvelser (Utenlandske arenaer):***

For at Forsvaret skal gjennomføre operasjoner på en best mulig måte, er vi nødt til å øve så realistisk som mulig. Det er viktig å trene avdelinger og kapasiteter slik at vi forsikrer oss om at de virker i en reell situasjon. De største øvelsene ledes av Forsvarets operative hovedkvarter. Vinterøvelsen Cold Response, som blir gjennomført i Norge annet hvert år, er et eksempel på en fellesoperativ øvelse. Her trener flere nasjoner sammen på et oppdiktet scenario, og styrkene øver sammen på land, i lufta og på sjøen

Noen øvelser er misjonsspesifikke. Da Forsvaret bidro med å eskortere kjemiske stridsmidler ut av Syria, trente en fregatt og et kystvakt fartøy på hvordan de sammen skulle løse oppdraget før de seilte fra Norge til Middelhavet.

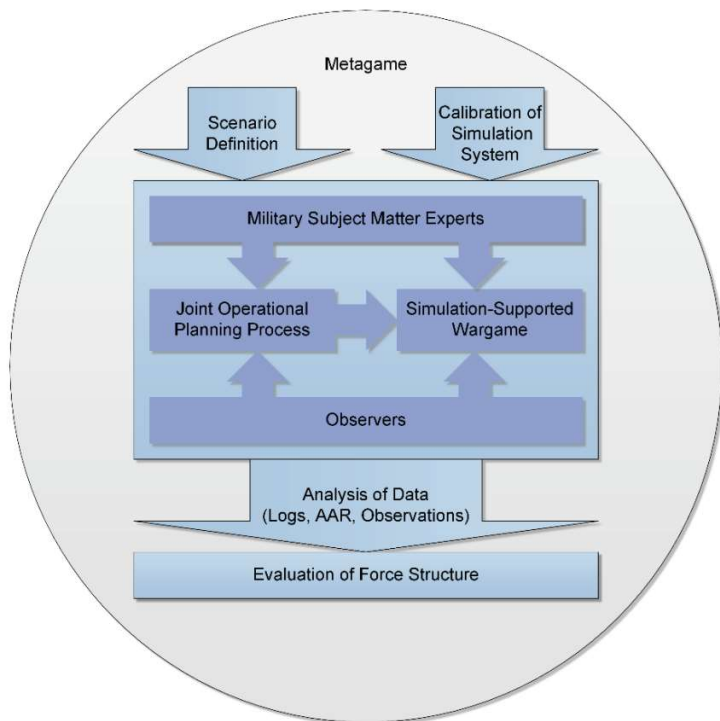
Forsvaret øver ikke bare før operasjoner, men også underveis til et oppdrag, eller under en operasjon. Som for eksempel under Iceland Air Policing vinteren 2020, når norske kampfly var i skarp beredskap for å overvåke og beskytte islandsk luftrom på oppdrag for NATO

### ***Akademisk Øvelse (FHS arena):***

Eksperimentelle fasiliteter vil spille en viktig rolle for elevenes læring og prestasjoner. I FHS, er det flere eksperimentelle fasiliteter tilgjengelig. Disse eksperimentelle fasilitetene er spredt rundt på forskjellige skoler, og brukes ikke effektivt for alle elevene. Innovasjonsprosjekter for IKT-løsninger på taktisk nivå, elektronikkprosjekter, data- og telekommunikasjon laboratoriefasiliteter vil gi god praktisk erfaring for ingeniørstudenter i telematikk. Militærøvelse, praktiske arenaer og bacheloroppgave gir nødvendig kunnskap med sanntids feltutstyr. De store fasilitetene trenger forbedringer, ny teknologi og avansert utstyr. Tverrfaglige fasiliteter og prosjekter vil styrke studentenes tankeprosess.

### **11.2 Virtuelle arenaer på fellesoperativt nivå**

Simuleringsteknologi gir oss muligheten til å teste nytten av virtuelle versjoner av ny teknologi i simulerte miljøer. Reell innovasjon forutsetter at nytteverdien er positiv. Simuleringsstøttede krigsspill kan legge til rette for gode evalueringer av ny teknologi, men det er mange fallgruver (Evensen et al., 2021).



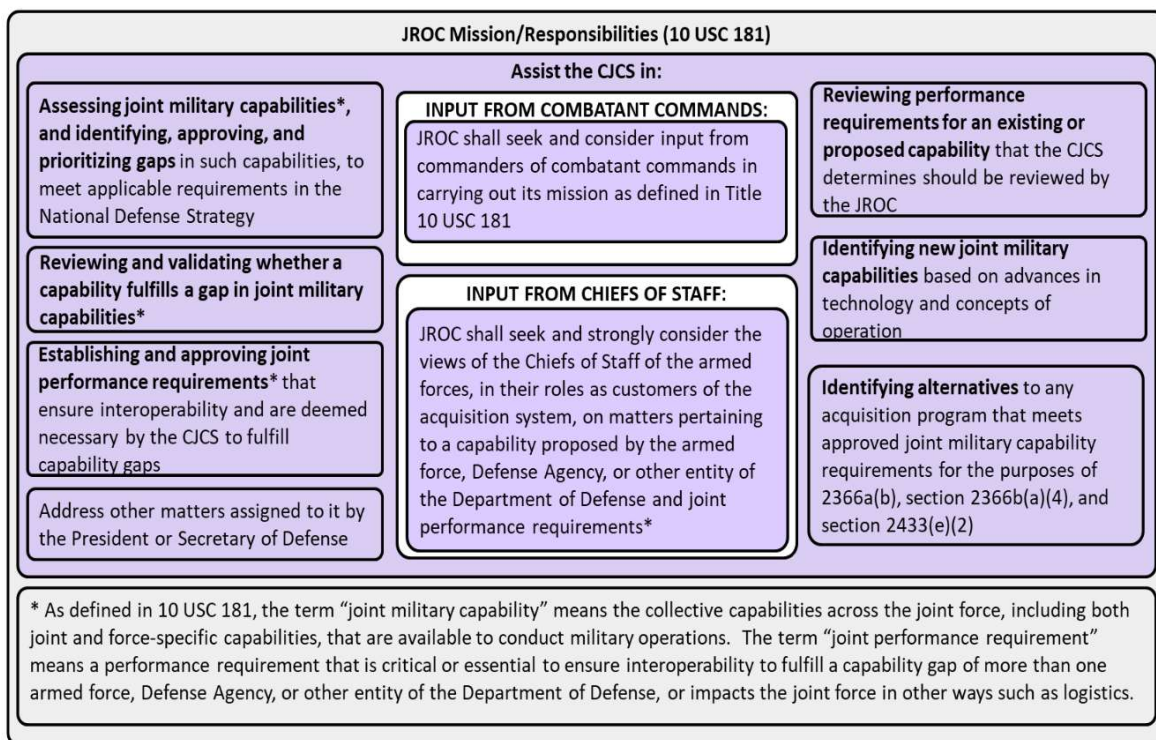
Figur 8. Modell for simuleringsstøttet krigsspill, med illustrasjon av spillet rundt spillet (Evensen et al., 2021).

Det å ta i bruk ny teknologi forutsetter eksperimentering. Dette gjelder spesielt for militære organisasjoner. Når man er i krig, er utprøvingen av ny teknologi brutalt enkel. I fredstid må nytteverdien av teknologi avgjøres på en annen måte.

Ekspirimentering vil kunne foregå på forskjellige nivåer i organisasjonen. Ekspirimenteringen vil også kunne foregå i forskjellige scenarier, og forskjellige tidsperspektiver. Ekspirimentering med fysiske prototyper på ny teknologi foregår typisk i korte tidsperspektiver, når det kan forventes at teknologien snart er moden for bruk. Ekspirimentering med virtuelle prototyper av ny teknologi kan foregå på middels til lang sikt, når man er på idé eller konseptstadiet. På høyere organisasjonsnivåer abstraherer man seg gjerne bort fra konkrete fysiske eller virtuelle representasjoner av teknologien, og spiller med «virkningen» av teknologien. Usikkerheten i slike eksperimenter vil være høyere dess mer man beveger seg bort fra nåtid og bort fra fysiske prototyper. Wargaming, eller krigsspill på norsk, brukes typiske på høyere organisasjonsnivå og for mer langsiktige perspektiver. På dette nivået vil det være vanskelig å avgjøre nytteverdien av ny teknologi.

Det Norske Forsvaret har ingen ordning for å skille de forskjellige rollene i denne kritiske delen av innovasjonsarbeidet. Det er i stor grad slik at de samme aktørene som utformer ideene, også tester og eksperimenterer med dem. Dette forårsaker høyst sannsynlig en bias i den kritiske tenkingen rundt ny teknologi, på samme måte som forsvarskonservatismen. Eierforholdet til ideen kan føre til at man behandler ideen for snilt i forbindelse med testing. Et kjent eksempel på det er

tendensen man har til å teste nye forsvarskonsepter uten RØD motstander i krigsspillene. En annen konsekvens av fraværet av struktur på den norske krigspillaktiviteten er at kampen om kontekst rundt krigsspillet, metaspillet, blir en arena for maktkamp mellom aktører. Det amerikanske forsvaret har innarbeidet mekanismer for å unngå denne biasen og denne maktkampen på høyt nivå (CJCSI, 2021). Det amerikanske Joint Requirements Oversight Council (JROC) er etablert for å fungere som en overdommer for spill på fellesoperativt nivå. Det er på dette nivået konfliktene instrumentalister, forsvarskonserverne og teknologiske myter vil komme til syne figur 9.



Figur 9 Ansvarsområdene for det amerikanske JROC.

Arbeidet med «The Third Offset» fra 2014 til 2018 identifiserte krigspill som et helt nødvendig virkemiddel for å innovere det amerikanske forsvaret (Gentile et al., 2021, side 63). Det ble observert at evnen til å bruke simuleringer for å teste konsepter hadde forfalt, og at kapasiteten til å gjennomføre krigspill måtte bygges opp.

*DoD's "ability to test concepts, capabilities, and plans using simulation and other techniques—otherwise known as wargaming—[had] atrophied."*

På bakgrunn av dette ble ansvaret til JROC utvidet til å inkludere rollen som nøytral part i fellesoperative spill (Irwin, 2019) og (Office of the Under Secretary of Defense, 2021) and (CJCS, 2021). I tillegg sees krigspill i det amerikanske forsvaret på som en strategisk ressurs for innovasjon, og det er utviklet verktøy og formelle krav til eksperimentering.

### 11.3 Virtuelle arenaer hos enkeltaktører

En arena for gjennomgående evaluering av tidlige konsepter er nettopp etablert på FFI. Arenaen ville egne seg som felles arena for virtuell prototyping for hele Forsvaret, og for forsvarets skolesystem, dersom den kobles opp mot andre virtuelle laboratorier. I dette tilfelle er ikke lokalisering noe problem. Arenaen er etablert som en parallell arena til aktørnære arenaer for testing av prototyper og mer moden teknologi.

### 11.4 Oppsummering

Arenaene våre for testing og eksperimentering med moden teknologi og prototyper er spredt rundt omkring. Vi har i liten grad etablert felles ressurser for nytteevaluering av ny teknologi på lavt nivå i organisasjonen. På høyere nivå mangler vi formaliserte roller som skiller idéskapere fra dommerrollen i krigsspill. Nytteevalueringer i forbindelse med eksperimentering er grunnleggende viktig i alle innovasjonsprosesser. Nytteevalueringene trenger å løftes opp og formaliseres for eksempel på den måten Chief og Joint Chiefs of Staff har gjort i USA.

## 12 Omstilling under krig, tilfelle Ukraina

Krigen i Ukraina etter 24. Februar 2022 har fått stor mediedekning, og en del innovativ bruk av nye teknologier har fått stor oppmerksomhet. Ukraina har i løpet av krigen tilført eget forsvar både sivile hyllevareteknologier, for eksempel kommersielle UAV (droner), og våpensystemer av vestlig type, for eksempel selvdrevne artilleriskyts og luftvernssystemer. Tilsynelatende har det ukrainske forsvaret hatt god evne til å ta imot og ta i bruk disse teknologiene. Det har for eksempel gått overraskende fort å lære opp ukrainske militære på donerte våpensystemer (Bøifot, 2022).

### 12.1 Kilder, kritikk og oppfatninger

Det er flere grunner til å være forsiktig med å trekke endelige konklusjoner om hva som ligger bak denne evnen til å ta i bruk ny teknologi i Ukraina, og hva det betyr for Norge. Ukraina har hatt en bevisst holdning til hvilken informasjon de slipper ut, og det er suksesshistoriene som blir vist fram. Mange rammeforutsetninger er helt annerledes i Ukraina enn i Norge. Ukraina har en mye større befolkning og betydelige lagre av eldre systemer og ammunisjon som det har vært mulig å utnytte i kombinasjon med nye teknologier. Ikke minst har Ukraina vært i krig siden 2014. Dette har stimulert til støtte til forsvaret fra sivilsamfunnet i form av sponning av militære avdelinger med penger, materiell og kompetanse.

Den dramatiske eskaleringen av krigen fra februar 2022 har skygget over at omstillingen og oppbygging av det ukrainske Forsvaret har foregått i mange år, helt siden Russlands okkupasjon av Krym og deler av Donbas i 2014. Ukraina har altså hatt over sju år på å omstille seg til krig. Når Russland også brukte vinteren 2021-22 til å demonstrativt utgruppere styrkene sine for

invasjonen, fikk Ukraina i tillegg tid til å forberede seg mot den konkrete invasjonstrusselen. De fleste eksemplene på innovasjonsprosesser og integrasjon av ny teknologi som brukes i dette delkapittelet har foregått under en krigstilstand som har vart i flere år.

En del spektakulære bilder fra krigen har sannsynligvis overskygget at det er lite revolusjonerende nytt med selve krigføringen i Ukraina. Konvensjonell brigadestrid har vært avgjørende for stridens gang, og artilleri har vært den største tapspåføringen (Watling & Reynolds, 2022). For øyeblikket framstår krigen som en industriell utmattelseskrig preget mer av slitasje enn manøver. Det er ingen “mirakelteknologier” i bruk eller på horisonten som alene kan skape en avgjørelse. Ukrainernes bruk av egne og nytilførte våpensystemer, for eksempel langtrekkende rakettartilleri, er helt i tråd med veletablert doktrine.

Dette er en doktrine med røtter i sovjetisk teoridannelse på 1930-tallet, og som amerikanerne tok tak under reformarbeidet etter Viet Nam-krigen, som ledet til *AirLand Battle*-doktrinen og NATOs konsept *Follow on Forces Attack* (FOFA). Bruken av presisjonsstyrte raketter (*Guided Multiple Launch Rocket System*, GMLRS) og Ukrainas egne langtrekkende systemer mot russiske kommandoplasser og logistikk er helt etter denne doktrinen. Norge la den samme doktrinen til grunn for utviklingen av Hæren på 1990-tallet, som bla. førte til anskaffelse av flerrørs rakettkastere (MLRS) for samme angrep på det taktiske dyp som ukrainerne nå har stor suksess med.

Sivile teknologier har først og fremst fungert som “enablers”, altså at de støtter, supplerer og gjør eldre systemer mer effektive. Kommersielle og egenproduserte droner gjør det enklere, raskere og mindre farlig å bygge situasjonsbilde, å finne mål, lede inn artilleri og korrigere artilleriild. Begge parter i konflikten har også bevæpnet mindre droner med lett ombygde granater av forskjellig type. Dronene gjør altså eksisterende våpensystemer mer effektive eller mer relevante, de skaper i mindre grad effekter i seg selv. Slike kommersielle UAV-er har vært mulige å innføre raskt fordi de er modne teknologier – de virker “ut av eska” og de er relativt rimelige. Innovasjonen ligger altså i kombinasjonen av modne teknologier, ikke i å skape nye fra bunnen av. Måten de har blitt innført i de ukrainske væpnede styrkene har vært særegen, ved at de til dels ikke bare har blitt kjøpt inn, men også operert av frivillige organisasjoner (Borger, 2022). Dette har betydd at det ukrainske forsvaret ikke har behøvd å bruke egne ressurser på innføringen. Mindre spektakulære sivile teknologier som har supplert militære er for eksempel traktorer som har vært brukt til berging av egne og erobrede kjøretøy, og anleggsmaskiner som har blitt brukt til feltarbeider.

Et annet eksempel på hvordan ukrainske væpnede styrker har kombinert eksisterende militære kapasiteter med innovativ bruk av sivil teknologi og kompetanse er deres artillerisystem. Ukraina hadde i utgangspunktet store mengder med tauet og selvdrevet artilleri fra den sovjetiske perioden. Denne kapasiteten ble satt sammen med sivil teknologi som var modnet og masseprodusert på en slik måte at volumet lett kunne skaleres opp. For det første ble artillerisystemet knyttet sammen med et innovativ app-basert ildledelsessystem (*GIS ARTA*, 2022). *GIS ARTA*, et program som ble utviklet av et ukrainsk selskap, har blitt kalt for en Uber-app for artilleri ved at den knytter sammen mål og enkelteffektorer (Suchomimus, 2022). Ukrainas utvikling av et effektivt ildledelsessystem,

som vurderes som vesentlig bedre enn det russiske, er ikke overraskende da Ukraina har en sterk IT-sektor (Ministry of Foreign Affairs of Ukraine, 2022).

For det andre har ukrainske styrker tatt i bruk store mengder droner av forskjellige typer. Innledningsvis ble tyrkiske Bayraktar TB2 droner brukt med god effekt, men det har vært de mange forskjellige kommersielle dronene som har bidratt til det effektive ukrainske artillerisystemet. Til slutt bør en også nevne satellittkommunikasjon som en del av dette systemet. Her har det sivile Starlink systemet vært en viktig brikke. Etter at Viasat ble utsatt for et cyberangrep tidlig i krigen har Starlink fungert på tross av russiske forsøk på å nøytralisere det (Miller et al., 2022). Resultatet er et svært effektivt artillerisystem, som delvis baserer seg på den sovjetiske materiellarven, tilført vestlig artilleri, og ikke minst anvendelse av sivil teknologi.

## 12.2 Analyse

### 12.2.1 Volum

En avgjørende faktor i Ukrainernes suksess er evnen til å generere tilstrekkelig volum til at innovative løsninger kan ha avgjørende effekt. Ved anvendelse av sivil teknologi i en relativt kort tidsramme og med begrensede ressurser er en avhengig av at teknologien er “moden” og masseprodusert. For eksempel finnes smarttelefoner i store deler av det ukrainske samfunnet og dette er selvfølgelig en kilde til informasjonsutveksling og –behandling. En utnyttelse av en slik kapasitet er avhengig av at den er til stede på forhånd. Når krigen er et faktum, er det for sent å 3D-printe eller bestille 44 millioner mobiltelefoner til Ukraina. Sivil teknologi kan gi stor effekt i et militært system. For eksempel kan moderne sivil informasjons- og sensorteknologi kunne bidra innen informasjonsutveksling og etterretning. Teknologi som er ment å gi den faktiske våpenvirkningen vil derimot i de fleste tilfeller være militær, og dermed enda vanskeligere å improvisere. Med andre ord er en effektiv og innovativ utnyttelse av teknologi avhengig av et minimum av volum for å kunne gi avgjørende effekt, både når det gjelder militær og sivil teknologi. For eksempel utnyttet ukrainerne en kombinasjon av “moden” og kosteffektiv kommersiell droneteknologi og gamle hulladningshåndgranater til å lage et lett bevæpnet dronesystem. En gammel håndgranat, produsert i store mengder, ble påmontert en 3D-printet hale som gjorde at den kunne slippes fra en kommersiell drone. Dette gjorde at dronene kunne ødelegge pansrede kjøretøyer, inkludert stridsvogner, ved å slippe en slik hulladningsgranat på den sårbare oversiden av kjøretøyet (Euromaidan Press, 2022). Dette våpensystemet hadde ikke vært mulig å anvende i et særlig omfang uten lett tilgjengelige og billige droner og et stort lager med hulladningshåndgranater fra 1950-tallet, som i tillegg er totalt avleggs i sitt opprinnelige bruksformål. Hadde ikke disse avleggse granatene blitt lagret i stort omfang siden 1950-tallet hadde ikke denne innovative løsningen vært mulig.

### 12.2.2 Kompetanse og struktur

Ukraina har som stat en relativt stor mannskapsbrønn av tidligere utdannede tjenestemenn og –kvinner. Dette grunnivået av militær kompetanse gjør at tilført teknologi kan raskt og effektivt tas i bruk på en stor skala. Både Sovjetunionen og Ukraina har hatt et vernepliktsystem, og i tillegg



har flere tusen ukrainere tjenestegjort i krigen i Donbass fra 2014 til 2022. Dette gjør at mobiliserte reserver og frivillige i noen grad har militær utdanning og noe krigserfaring. I tillegg var den stående ukrainske styrken ved krigsutbruddet relativt stor og formet av åtte år med krig. Dette gjorde at tilført teknologi i form av vestlig militærhjelp og anvendelse av sivil teknologi ble kanalisert inn i et eksisterende og fungerende militært system. Nye ressurser har i liten grad vært benyttet i en helt ny struktur, men tatt inn i et etablert og fungerende militært system.

Droner har for eksempel vært en del av ukrainsk krigføring siden 2014 (Rusnak & Hryshchuk, 2017). Det vil si at nye droner har blitt implementert inn i en eksisterende struktur og doktrinell tilnærming. Et annet viktig poeng er at mye av den tilførte teknologien har lav brukerterskel og derfor enkelt kan skaleres opp og implementeres i allerede eksisterende strukturer. For eksempel er panservernmissiler og skulderavfyrte luftvernmissiler relativt enkle våpensystemer å ta i bruk, spesielt for personell med tidligere militær erfaring, og kan derfor implementeres i store mengder over et kort tidsrom. Motsatsen er det russiske samvirkesystemet i bataljonsstridsgrupper (BTG-er) som både inneholder avansert og spesialisert materiell. Dette gjør at en oppskalering av et slikt system krever betydelig mer utdanning og samtrening.

### 12.2.3 Innovasjon i krig

Overhengende trussel om krig og krig driver innovasjon og anskaffelser. Ukrainerne har vært i krig i 8 år. Mentale, praktiske og militær-teoretiske forberedelser er gjort. Det har også både stimulert til og åpnet opp for bidrag fra sivilsamfunnet, industri og frivillige forsvarsforeninger. Sannsynligvis har det også lagt grunnen for betydelig risikovilje i innføring av nye systemer, og vilje til å bruke relativt store ressurser på nye teknologier som kan gi selv en forbigående fordel, som Bayraktar TB2 UAV-er (Bronk, 2022). Innføring av donerte våpensystemer og innovasjon har også fortsatt inn i krigen, bl.a. nyinnkjøpt RADAR-satellitt for innsamlede midler (<https://twitter.com/Cornubot/status/1560263598814810114>).

I dagens sikkerhetssituasjon er det ikke sannsynlig å få til en slik fokusering av samfunnets ressurser om tilførsel av teknologi og innovasjon eller tilsvarende risikovilje i Norge. En slik «nedenfra og opp»-tilnærming til å ta i bruk ny teknologi kan ikke beordres. Det nærmeste en kan komme vil være å bruke ressurser til å stimulere og ivareta ulike grasrotinitiativer internt i Forsvaret. For å lykkes med det må det finnes et overskudd på tid og personell i strukturene slik at det er rom for slike initiativ. I tillegg kan Forsvaret utvide eksisterende og bygge nye arenaer for dialog og eksperimentering med teknologi sammen med industri, forskningsmiljøer og frivillige organisasjoner. Forsvaret må ha tilstrekkelige ressurser til å ivareta sikkerhet ved testing og innføring av nye teknologier. Dersom innovasjon skal kunne fortsette under en pågående krig, og Forsvaret raskt skal kunne ta i bruk nye våpensystemer, må Forsvaret ha en stor nok styrkestruktur til å ivareta dette. Det betyr også at det kan være hensiktsmessig å utdanne flere soldater til en reserve enn det finnes våpensystemer til i fredstid. I en oppbyggingsfase eller en vedvarende konflikt vil Norge sannsynligvis kjøpe inn nye våpen som må kunne tas i bruk så raskt og så sikkert og effektivt som mulig. Støtte fra allierte og partnere kan komme i form av våpensystemer alene, ikke nødvendigvis som komplette avdelinger.

#### 12.2.4 Materiellarv

Den sovjetiske arven er en svært viktig faktor for den ukrainske (og russiske) evnen til å fortsette operasjoner og generere kampkraft. Materiell, utdannet personell, militær-teoretisk utvikling og videreføring av teknologi-prosjekter er vesentlige forutsetninger for både regulære operasjoner og for teknologisk og taktisk innovasjon. De store mengdene artilleriskyts og –ammunisjon fra sovjettiden brukes i mengder av russiske styrker på gamlemåten, mens ukrainernes bruk av sitt app-baserte ildledningssystem er et skoleeksempel på hvordan innovativ kopling av dagens informasjonsteknologi med forrige århundres artilleriteknologi bidrar til raskere respons og virkning i målet.

Den sovjetiske arven har visse likhetstrekk med den arv av materiell og ammunisjon som forsvaret satt med etter den kalde krigen, der deler av materiellet bidro som mye av grunnlaget for mekaniseringen av hæren på slutten av 1990-tallet. Mesteparten av denne materiellarven er nå borte i Norge, og vil ikke være en kilde til økt kapasitet i kombinasjon med nye teknologier. På lengre sikt bør imidlertid Forsvaret vurdere om våpensystemer har potensiale for levetidsforlengelse ved kombinasjoner med nye teknologier mot slutten av planlagt levetid.

#### 12.3 Oppsummering

To overordnede konklusjoner utkrystalliserer seg når en analyserer Ukrainas anvendelse og implementering av ny teknologi (ukjent) før og etter krigsutbruddet i 2022. For det første er det vanskelig å innovere seg ut fra ressursknapphet. Det materiellet som skal bidra med våpenvirking er i stor grad militært og kan i liten grad improviseres med sivil teknologi. Videre må sivil teknologi være lett å skaffe, det vil si “moden” og masseprodusert, og helst eksistere i samfunnet fra før. Ett eksempel på første kategori er kommersielle droner og den andre kategorien er anleggsmaskiner og traktorer. For det andre har innovasjon under krigen i Ukraina i stor grad handlet om hvordan tilgjengelig sivil teknologi kan kombineres med eksisterende ressurser i det militære systemet for å utnytte dem på en bedre måte.

Den andre konklusjonen er forbundet med den første ved at den underbygger evnen til å skalere opp en kapasitet i et allerede eksisterende militært system. De ukrainske styrkenes grunnleggende kompetanse og helhetlige tenkning, formet av en stor personellbrønn og enda viktigere: åtte år med krig i Donbass har gjort at de er i stand til å absorbere ny teknologi, gjennom vestlig våpenhjelp og anvendelse av sivil teknologi, på en svært effektiv måte. Det eksisterer personell til å bemanne nye våpen og systemer, og det eksisterer et taktisk samvirkesystem der ny teknologi kan bli gitt en klok plass og funksjon av kompetent personell.

### 13 Konklusjoner og anbefalinger

#### Rammer rundt innovasjon i Forsvaret

Vi ser at sivile myndigheter vektlegger store og langsiktige innovasjonsaktiviteter. De hurtige, små og aktørdrevne innovasjonsinitiativene mottar bare noe få prosent av de totale ressursene som

staten setter av til forskning, utvikling og innovasjon. I tillegg er aktørdrevet innovasjon hemmet av at bemanningen i Forsvaret er liten. Vi anbefaler å endre rammebetingelsene slik at Forsvarets organisasjon i større grad har kapasitet til å delta direkte i innovasjonsprosjekter sammen med Forsvarsindustrien og Forskningsinstitusjonene. Det hjelper ikke å dytte penger inn i en organisasjon som ikke har tid og kapasitet til å delta i praktiske innovasjonsarbeider.

### **Kunnskap om teknologi.**

Antallet elever med realfaglig fordypning fra videregående skole som rekrutteres til Forsvaret er lav. Med unntak for Cyberingeniørskolen og noen linjer på Sjøkrigsskolen gis det ikke realfaglig og naturvitenskapelig utdanning over videregående nivå ved Forsvarets høyskole. I spesialistkorpset gis det teknisk utdanning opp til fagbrevs nivå. Dette fører til at Forsvaret mangler offiserer og spesialister som kombinerer teknologiforståelse i dybden med operativ kompetanse. I sum fører dette til at Forsvaret er svakere rustet til å integrere og ta i bruk nye teknologier. For å avhjelpe dette foreslår vi følgende tiltak:

Utdanningssektoren må produsere flere kandidater med realfaglig fordypning – i dag underproduseres det, ikke bare for Forsvarssektoren.

Forsvaret må systematisk arbeide med å rekruttere kandidater med realfaglig bakgrunn, både fra videregående skole til grunnleggende offisers- og spesialistutdanning og fra høyere utdanning til årsstudiet ved Krigsskolene. Det vil trolig være vanskelig eller umulig å konkurrere med sivil næringsliv på lønn og arbeidsvilkår. Forsvaret må vise fram hvilke unike muligheter som ligger i organisasjonen, og dette må følges opp med relevante og fornuftige karriereplaner for kandidater med realfagsbakgrunn.

Effekten av rapportens anbefalinger vil øke om de inngår i en kunnskapsbasert plan for hvilken kompetanse forsvarsets utdanningssektor skal prioritere og utvikle for å nå regjeringens forsvarspolitiske mål. En slik plan eksisterer ikke i gjeldende langtidsplan for forsvarssektoren. Her nevnes knapt den militære profesjonsutdanningen som flere av våre anbefalinger knytter seg til, og som skal gjøre offiserskorpset i stand til å planlegge og lede operasjoner for å nå forsvarspolitiske mål – herunder å «Forsvare Norge og allierte mot trusler, anslag og angrep i en alliert ramme» ([Prop. 14 S \(2020–2021\) - regjeringen.no](#), s. 23). De to siste langtidsplaner, hvorav den første lå til grunn for dagens utdanningssystem, viser liten eller ingen analyse av hvilken kompetanse Forsvaret trenger og som utdanningssektoren skal utvikle. (Prop 151 S 2015-2016, kap. 8.5) Dette gjør at utdanningssektoren har få føringer og det er vanskelig å styre på langsiktige mål. De store valgene som gjøres i utdanningssektoren i Forsvaret blir derfor preget av tilfeldigheter og kortsiktige prioriteringer. Nedprioriteringen av de teknologiske fagene i Norges militære profesjonsutdanning de siste 30 årene er et eksempel i så måte. Denne nedprioriteringen har ikke vært begrunnet i operative behov eller i forskning på, og sammenligninger med, våre alliertes offisersutdanninger, men har funnet sted gradvis og inkrementelt og er besluttet av ulike lokale aktører uten en helhetlig kompetanseplan i hverken Forsvaret eller grenene. En kunnskapsbasert politikk om innretningen av fremtidens offisersutdanning krever bedre kunnskap om hvordan våre alliertes militære profesjonsutdanninger er innrettet og hvilke erfaringer de har gjort seg.

### **Ferdigheter med teknologi**

Tid til trening og øving har ligget fast gjennom mange titalls år. Samtidig har både mengden teknologisk utstyr og kompleksiteten øket. Vi anbefaler at ressurser til trening og øving i større grad prioriteres. Anskaffelse av utstyr til trening og øving bør ikke utsettes til lenge etter at nye plattformer er anskaffet.

Brukervennlighet bør vektlegges ved anskaffelser. Alternativet er å utvide verneplikten, eller benytte fast ansettelse. Åpne arkitekturer og fleksibilitet, er en viktig forutsetning for anskaffelser av ny teknologi. Proprietære løsninger bør unngås.

### **Tilgang på teknologi**

Ettersom smidig er en nøkkelambisjon i forsvarssektorens IKT-strategi anbefales det å utvikle og formalisere en gjennomgående smidig prosjektmodell som kan eksistere parallelt med den eksisterende PRINSIX modellen. Prosjekter kan da startes, gjennomføres og avsluttes med den metodikken som vurderes som best egnet.

#### *Foreslåtte tiltak:*

- Utvikle en gjennomgående smidig prosjektmodell på linje med dagens PRINSIX-modell.
- Gjennomføre organisatoriske tilpasninger hvor dette vurderes som nødvendig.
- Gjennomfør et kompetanseløp som understøtter prosjektene.

### **Eksperimentering med teknologi for å teste og utfordre idéer**

Skolesystemet mangler laboratorier som gjør det mulig for studentene på militære studier å eksperimentere med ny teknologi. Enkeltfasiliteter eksisterer, men siden skolene ikke er samlokalisert, har ikke alle adgang til laboratoriene. Det bør legges til rette for at de militære studiene øker praksistid slik at laboratoriefasiliteter og annet kan utnyttes av alle.

Aktørdrevne innovasjons og eksperimenteringsaktiviteter er fragmenterte. Mange små initiativer eksisterer hver for seg. Investeringene som skal til for å etablere felles virtuelle arenaer for eksperimentering med virtuelle prototyper er forholdsvis lave. Vi anbefaler at det etableres en felles arena for virtuelle prototypforsøk på tvers av trekantsamarbeidet i Forsvarssektoren.

Norge mangler formaliserte rammer for hvordan innovative ideer på høyt nivå, for eksempel endringer i forsvarsstrukturen, avdømmes eller vurderes. Dersom vi ser til andre nasjoner, ser vi at det er mulig å skille rollen som skaper ideene fra rollen som avdømmer dem. Evnen til å ta i bruk ny teknologi på dette nivået er hemmet av at vi ikke har evnen til uhildet å vurdere nytteverdi på fellesoperativt nivå.

*Foreslåtte tiltak:*

- Dele informasjon og samarbeide med ulike eksperimentelle fasiliteter og arenaer gjennom personaleutveksling og felles forskningsaktiviteter i forsvaret.
- Etablere flere akademiske eksperimentelle fasiliteter i instituttene innen feltene elektronisk krigføring, robotikk, kunstig intelligens, maskinlæring, cybersikkerhet og drift.
- Gi forskerstillinger i akademiske institusjoner for å forbedre studentens aktive deltakelse i innovasjon. Gi tid and budsjett til å oppdatere eksisterende eksperimentelle arenaer.
- Etablere cyberforsterket krigsspillsenter for å betjene alle akademiske institutter og forskningsssentre i forsvaret.
- Knytte sammen de virtuelle eksperimentelle arenaene i Forsvarssektoren.
- Etablere formelle roller og rammer rundt strukturutviklingsspill på fellesoperativt nivå slik at de avdømmes av en uhildet aktør.

**Omstilling under krig, tilfelle Ukraina**

Under krigen i Ukraina har det vært synlig mye innovativ bruk av nye og gamle teknologier for bedre effekt. Metodisk er det krevende å trekke bastante konklusjoner både på grunn av kildesituasjonen under en pågående krig og fordi rammefaktorer som befolkning, erfaring med krig, politisk fokus og mental innstilling er svært ulike mellom Norge og Ukraina.

De viktigste relevante observasjonene er som følger:

- Det går ikke an å innovere seg ut av ressursknapphet. For å føre krig er en avhengig av våpensystemer og militært materiell som ikke kan erstattes med sivilt tilgjengelige teknologier.
- Modne og tilgjengelige sivile teknologier som smarttelefoner, kommersielle droner, traktorer og anleggsmaskiner kan brukes til å støtte og supplere militære systemer slik at en får større effekt ut av det en har.
- En trent reserve som forstår taktikk og samvirkesystemer kan ta i bruk våpensystemer som blir tilført, enten de blir kjøpt eller donert, raskere enn vi har trodd.
- Tilsynelatende foreldede våpensystemer kan gi god effekt i kombinasjon med nyere teknologier.

*Foreslåtte tiltak:*

- Forsvaret må skape rom for å eksperimentere og teste ut nye teknologier og kombinasjoner av disse på en trygg måte. Dette krever først og fremst at Forsvaret har en struktur med tilstrekkelig volum, slik at ikke alt tilgjengelig personell til enhver tid er opptatt med å drifte og holde seg oppdatert på eksisterende systemer. Videre må en ha vilje til å ta risiko ved testing og utprøving, ikke i den forstand at en skal fire på sikkerheten, men å akseptere at ikke alle eksperimenter og tester vil føre fram til gode resultater. Det må lages rom for grasrotinnovasjon i Forsvaret, hvor tid og midler til eksperimentering og utprøving av nye konsepter er tilgjengelig på relativt lavt nivå og kan gjennomføres innenfor rimelige tidsrammer.

- Dugnadsånden og den frivillige innsatsen fra sivile som har donert utstyr og drevet utviklingsarbeid i Ukraina kan ikke beordres til å oppstå i Norge i fredstid. Men Forsvaret bør skape arenaer hvor Forsvaret, industri og frivillige foreninger kan møtes for å diskutere, teste og prøve ut nye teknologier og kombinasjoner.
- Det vil være en god investering i beredskap å ha en utdannet og trent reserve som er større enn det finnes våpen og utstyr til på lager. I en langvarig krisesituasjon eller krig vil Norge sannsynligvis kjøpe inn våpen, og hjelp fra allierte kan komme i form av overføring av våpen. Personell med grunnleggende kunnskap om våpensystemer og tilhørende taktikk vil kunne ta det i bruk raskere enn personell uten trening, og en trenger ikke å ta kritisk personell ut av striden for å absorbere tilført materiell.
- Forsvaret må nøye vurdere om systemer som oppfattes om foreldede kan levetidsforlenges og fortsatt gi effekt i kombinasjon med nyere teknologier, også sivile, før de avhendes. En slik vurdering bør være rutine mot slutten av det planlagte livsløpet for et system.

## 14 Referanser

- Adamsky, D., & Bjerga, K. I. (2012). *Contemporary military innovation: Between anticipation and adaption*. Routledge.
- Alexander, M. (2021). What is SAFe? The Scaled Agile Framework explained. *CIO*.
- Andersson, J., Astell, M., Axberg, S., Brehmer, B., Brynielsson, J., Hagstedt, D. S., Nylander, M., Reberg, M., & Sivertun, Å. (2009). *Lärobok i Militärteknik, vol. 3 Teknik till stöd för ledning*. Försvarshögskolan. <http://fhs.diva-portal.org/smash/get/diva2:272955/FULLTEXT01.pdf>
- Basalla, G. (1988). *The evolution of technology*. Cambridge University Press.
- Björk, H. M., Iversen, S., Skøelv, Å., & Sendstad, O. J. (2016). *Videreutvikling av forsvarssektorens innovasjonsmodell*. 91.
- Borger, J. (2022, mars 28). The drone operators who halted Russian convoy headed for Kyiv. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/world/2022/mar/28/the-drone-operators-who-halted-the-russian-armoured-vehicles-heading-for-kyiv>
- Bronk, J. (2022). *The background and reasons for the Russian attack, and what Russia may have hoped to achieve*. Forsvaret. <https://www.forsvaret.no/forskning/arrangementer/sjef-luftforsvarets-luftmaktseminar-2022>
- Brooks, H. (1994). The relationship between science and technology. *Research Policy*, 23(5), 477–486. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(94\)01001-3](https://doi.org/10.1016/0048-7333(94)01001-3)
- Bøifot, R. (2022, juni 16). *Den hemmelige operasjonen: «Stian» (38) lærte ukrainerne å krige med norsk artilleri*. Nettavisen. <https://www.nettavisen.no/5-95-534544>
- Christensen, E. W. (2022, august 15). *Høyre-politiker roper varsku om å erstatte kaldkrigskullene i Forsvaret*. <https://forsvaretsforum.no/hoyre-senterpartiet/hoyre-politiker-roper-varsku-om-a-erstatte-kaldkrigskullene-i-forsvaret/280455>
- Christensen, T. (2021). *Organisasjonsteori for offentlig sektor* (4. utgave.). Universitetsforlaget.

- CJCS. (2021). *CHARTER OF THE JOINT REQUIREMENTS OVERSIGHT COUNCIL AND IMPLEMENTATION OF THE JOINT CAPABILITIES INTEGRATION AND DEVELOPMENT SYSTEM*.  
[https://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Library/Instructions/CJCSI%205123.01I.pdf?ver=ttXxIk9o\\_qJ39DsXyxc-RQ%3d%3d](https://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Library/Instructions/CJCSI%205123.01I.pdf?ver=ttXxIk9o_qJ39DsXyxc-RQ%3d%3d)
- Cohen, E. A. (2004). Change and Transformation in Military Affairs. *Journal of strategic studies*, 27(3), 395–407. <https://doi.org/10.1080/1362369042000283958>
- Cristin. (2021). *Prosjekt #2512216*. Innovativ organisering og pedagogisk tilnærming for militærteknologisk undervisning - Cristin.  
<https://app.cristin.no/projects/show.jsf?id=2512216>
- Darwin, by Charles Darwin. (1859). *On the Origin of Species*.  
<https://www.gutenberg.org/files/1228/1228-h/1228-h.htm>
- Dikert, K., Paasivaara, M., & Lassenius, C. (2016). Challenges and success factors for large-scale agile transformations: A systematic literature review. *Journal of Systems and Software*, 119, 87–108. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2016.06.013>
- DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields. *American sociological review*, 48(2), 147–160. <https://doi.org/10.2307/2095101>
- Døhl, M. (2005). *Transformasjon av Forsvaret: Har Forsvaret et organisasjonsklima som fremmer transformasjon, kreativitet og innovasjon? - Og hva kan man gjøre for å legge til rette for transformasjon, kreativitet og innovasjon?*
- Euromaidan Press. (2022, juli 13). *The drone doing the damage to these 36 Russian tanks is a mere octocopter called R18* [Tweet]. Twitter.  
<https://twitter.com/EuromaidanPress/status/1547168076201971713>



- Farrell, T. (2001). Transnational Norms and Military Development: Constructing Ireland's Professional Army. *European Journal of International Relations*, 7(1), 63–102.  
<https://doi.org/10.1177/1354066101007001003>
- Fauske, M. F. (2021). *Sluttårsaker i Forsvaret i 2019 og 2020*. 57.
- Fauske, M. F., & Strand, K. R. (2022). *Kompetansebehov i Forsvaret knyttet til fremtidige teknologier – intervjuer med FFIs teknologimiljøer*. Norsk.  
<https://www.ffi.no/publikasjoner/arkiv/kompetansebehov-i-forsvaret-knyttet-til-fremtidige-teknologier-intervjuer-med-ffis-teknologimiljoer>
- FFI. (2013). *Personellsimuleringer med MAGIKA – innspill til Perspektivplan Personell og Kompetanse 2013-2020* (FFI-rapport 2013/00250).
- Forskningsrådet. (2011). *Innovasjon*. Forskningsrådets strategi 2011–2014.  
<https://www.forskningsradet.no/siteassets/publikasjoner/1253970499777.pdf>
- Forsvaret. (2019). *Forsvarets fellesoperative doktrine*. Forsvarsstaben.
- Forsvarsdepartementet. (2016, juni 17). *Prop. 151 S (2015–2016)* [Proposisjon]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-151-s-20152016/id2504884/>
- Forsvarsdepartementet. (2020a, juni 24). *Svendsen-utvalget mener Forsvaret trenger økt lederkraft og mangfold* [Pressemelding]. Regjeringen.no; regjeringen.no.  
<https://www.regjeringen.no/no/dokumentarkiv/regjeringen-solberg/aktuelt-regjeringen-solberg/fd/pressemeldinger/2020/svendsen-utvalget-mener-forsvaret-trenger-okt-lederkraft-og-mangfold/id2715829/>
- Forsvarsdepartementet. (2020b, oktober 16). *Prop. 14 S (2020–2021)* [Proposisjon]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-14-s-20202021/id2770783/>

Forsvarsmateriell. (2022a). *Kongsberg valgt som strategisk partner*. Norsk.

<https://www.fma.no/aktuelt-og-media/2020/kongsberg-valgt-som-strategisk-partner>

Forsvarsmateriell. (2022b). *Mime*. Norsk.

<https://www.fma.no/anskaffelser/virksomhetsprogrammet-mime>

Gentile, G., Shurkin, M., Evans, A. T., Gris , M., Hvizda, M., & Jensen, R. (2021). *A History of the Third Offset, 2014–2018*. RAND Corporation.

[https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RRA454-1.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RRA454-1.html)

GIS ARTA. (2022). <https://gisarta.org/en/>

Gunnerud, S. (2022). *Innovasjon i forsvarssektoren*.

Hannan, M. T. (1989). *Organizational ecology*. Harvard University Press.

Holøyen, O. (2019). *Veien til Kandahar og Bagram—En studie av militær innovasjon i en småstat*. Forsvarets Høgskole.

Huntington, S. P. (1957). *The soldier and the state: The theory and politics of civil-military relations*. Belknap.

ICE worx – FFIs innovasjonssenter for forsvarssektoren. (2022). Norsk. <https://www.ffi.no/vare-tjenester/iceworx>

Imperial War Museum. (2022). *What Was The «Dowding System»?*

<https://www.iwm.org.uk/history/what-was-the-dowding-system>

International Organization for Standardization. (2013). *ISO 16290:2013*. ISO.

<https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/05/60/56064.html>

Irwin, L. (2019). *Joint War Gaming & Experimentation*.

[https://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/MECC2019/mecc2019day1brief7\\_jointwargaming\\_exprev2.pdf?ver=2019-10-21-101917-530](https://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/MECC2019/mecc2019day1brief7_jointwargaming_exprev2.pdf?ver=2019-10-21-101917-530)

- JCAE. (1962). *Peaceful uses of atomic energy: Hearing before the Joint Committee on Atomic Energy, Congress of the United States, Eighty-seventh Congress, second session*. Joint Committee on Atomic Energy - Spotlight at Stanford.  
<https://exhibits.stanford.edu/atomic-energy/catalog/gb098gy8136>
- Katz, Y. (2017). *The weapon wizards: How Israel became a high-tech military superpower*. St. Martin's Press.
- Knutsen, T., & Tornøe Jonsson, O. (2022). *Kampsimulator i Hæren—En kvalitativ analyse av konsekvenser utsettelsen i leveransen av ny kampsimulator for CV9030 har hatt for Hæren?* (s. 56) [Bacheloroppgave]. FHS Krigsskolen.
- Kuhn, T. S. (1970). *The structure of scientific revolutions: Bd. 2.2* (2nd ed., enl.). University of Chicago Press.
- Laffargue, A. (1916). *The Attack in Trench Warfare, by André Laffargue*.  
<https://www.gutenberg.org/files/60197/60197-h/60197-h.htm>
- Lang-Ree, O. C. (2022). *Status på endringer i realfagsnivå/allment evnenivå sesjon/FOS* [Personlig kommunikasjon].
- Lederberg, J. (1952). Cell Genetics and Hereditary Symbiosis. *Physiological Reviews*, 32(4), 403–430. <https://doi.org/10.1152/physrev.1952.32.4.403>
- Lysell, K., & Sandvik, V. B. (2021). *Økt utnyttelse av sivil teknologi i forsvarssektoren – er åpen innovasjon mulig i en lukket sektor?* University of South-Eastern Norway.
- Marcus, R. D. (2015). Military Innovation and Tactical Adaptation in the Israel-Hizballah Conflict: The Institutionalization of Lesson-Learning in the IDF. *Journal of strategic studies*, 38(4), 500–528. <https://doi.org/10.1080/01402390.2014.923767>
- MAST. (2022). Norsk. <https://www.fma.no/anskaffelser/virksomhetsprogrammet-mast>

Miller, C., Scott, M., & Bender, B. (2022, juni 8). *UkraineX: How Elon Musk's space satellites changed the war on the ground*. POLITICO. <https://www.politico.eu/article/elon-musk-ukraine-starlink/>

Ministry of Foreign Affairs of Ukraine. (2022). *Ukraine's dynamic IT sector*. BBC Future. <https://www.bbc.com/storyworks/future/ukraine-innovating-for-the-future/ukraines-dynamic-it-sector>

Mølholm, A. J., Mobeck-Hanssen, B., Martinussen, S. E., Lund, M. S., Reutz, B. A., Ummaneni, R., Dokter, L., Bjerke, H., Haga, L. P., Uggerud, L. R. D., & Strand, G. (2021). *Teknologiutdanningen på Forsvarets Høgskole*. Forsvarets Høgskole.

NATO. (2022). *NATO Architecture Framework, Version 4*. NATO. [https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics\\_157575.htm](https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_157575.htm)

*NOBLE oppstartseminar*. (2022). <https://www.fsi.no/artikler/2020/noble-oppstartseminar-2020/>

Office of the Under Secretary of Defense. (2021). *Department of Defense Experimentation Guidebook—Research and Engineering, Prototypes and Experiments*. <https://www.dau.edu/tools/Lists/DAUTools/Attachments/381/DoD%20Experimentation%20Guidebook%20v2.0%202021.pdf>

Olsen, F. B. (2022). *SISAM oppgradering – en casestudie og analyse av et teknologisk innovasjonssystem*. 47.

Pedersen, J. O. (2021). *Forsvarsindustrien i Norge – statistikk 2020*. English. <https://www.ffi.no/en/publications-archive/forsvarsindustrien-i-norge-statistikk-2020>

Pedersen, S. (2019). *Fast-tracking development of military high technology—A study of the Norwegian Triaxial Model*.

Popper, K. (2013). *Logik der Forschung: Bd. Band 12* (4., bearbeitete Auflage.). Akademie Verlag.

- Posen, B. R. (1984). *The Sources of Military Doctrine: France, Britain, and Germany between the World Wars* (1. utg.). Ithaca: Cornell University Press.
- <https://doi.org/10.7591/j.ctt1287fp3>
- Prinsix. (2022). Prinsix. <https://www.fma.no/prinsix>
- Rickover, H. G. (1959). *Report on Russia by Vice Admiral Hyman G. Rickover, USN :hearings before the United States House Committee on Appropriations, Eighty-Sixth Congress, first session, on Aug. 18, 1959.*
- <https://congressional.proquest.com/congcomp/getdoc?HEARING-ID=HRG-1959-HAP-0043>
- Rjaanes, M., Kalveland, M., Olsen, K. E., Haugen, R., Beadle, A. W., & Aarønæs, L. (2020). *Teknologiske trender – mulige konsekvenser for Luftforsvaret*. Norsk.
- <https://www.ffi.no/publikasjoner/arkiv/teknologiske-trender-mulige-konsekvenser-for-luftforsvaret>
- Rogers, E. M. (1983). *Diffusion of innovations* (3rd ed). Free Press ; Collier Macmillan.
- Rusnak, I., & Hryshchuk, Y. (Red.). (2017). *The white book of the anti-terrorist operation in the East of Ukraine in 2014-2016*. Ministry of Defence of Ukraine, National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky.
- Røvik, K. A. (1992). *Den «syke» stat: Myter og moter i omstillingsarbeidet*. Universitetsforlaget.
- Schiff, R. L. (2009). *The military and domestic politics: A concordance theory of civil-military relations*. Routledge.
- Schiff, R. L. (2012). Concordance Theory, Targeted Partnership, and Counterinsurgency Strategy. *Armed forces and society*, 38(2), 318–339.
- <https://doi.org/10.1177/0095327X11415491>
- Selznik, P. (1957). *Leadership in administration: A sociological interpretation*. Quid Pro Books.

- Senge, P. M. (1990). *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization*. Doubleday.
- Sharp, Rogers, Y., & Prece, J. (2011). *Interaction design: Beyond human-computer interaction*. Wiley, 3rd ed., 585.
- Silfverskiöld, S., Andersson, K., & Lundmark, M. (2021). Does the method for Military Utility Assessment of Future Technologies provide utility? *Technology in Society*, 67, 101736. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101736>
- Soniewicki, M., Paliszkiwicz, J., Koohang, A., & Nord, J. H. (2021). Critical Components Affecting Organizational Performance. *The Journal of computer information systems*, 1–10. <https://doi.org/10.1080/08874417.2021.1954564>
- SSB. (2022). *Avlagte fag- og svenneprøver, etter elevens alder, læreform og resultat 1998-1999—2020-2021-PX-Web SSB*. SSB. <https://www.ssb.no/system/>
- Stortingets kontroll- og konstitusjonskomite. (2010, desember 14). *Innstilling frå kontroll- og konstitusjonskomiteen om Forsvarets bruk av midlar under Norwegian Battle Lab & Experimentation (NOBLE)* [Inns]. Stortinget; kontroll- og konstitusjonskomiteen. <https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Publikasjoner/Innstillinger/Stortinget/2010-2011/inns-201011-169/?lvl=0>
- Suchomimus. (2022, juli 3). *Ukraine's GIS Arta System*. <https://www.youtube.com/watch?v=1Ik78MkjDCw>
- UDIR. (2015). *TIMSS Advanced 2015: Ett skritt fram og ett tilbake*. <https://www.udir.no/tall-og-forskning/finn-forskning/rapporter/timss-advanced-2015/>
- Wagner, M., & Øyhus, S. (2020). *Medarbeiderdrevet innovasjon i Marinen: Påvirker Marinens bemanningskonsept betingelser for medarbeiderdrevet innovasjon blant seilende personell i Marinen?* UiT Norges arktiske universitet.

Watling, J., & Reynolds, N. (2022). *Ukraine at War: Paving the Road From Survival to Victory*.

<https://www.rusi.org><https://www.rusi.org>

Weber, M. (2000). *Makt og byråkrati: Essays om politikk og klasse, samfunnsforskning og verdier* (3. utg.). Gyldendal.

West, D. (2011). *Water-Scrum-Fall Is The Reality Of Agile For Most Organizations Today*. 17.

West Point. (2022). *Academic Curriculum | United States Military Academy West Point*.

<https://www.westpoint.edu/academics/curriculum>

Wohlen, K., Døvigen, A., & Myklebust, M. S. (2022). *Sensor-Effector Cueing—En studie om holdbarheten av manøvertroppens TTP mot droner i et østlig ildsystem*. [Bachelor]. FHS Krigsskolen.