



---

# FFI-RAPPORT

---

20/01894

## Teknologiske trender

– mulige konsekvenser for Luftforsvaret

Mats Rjaanes  
Marte Kalveland  
Karl Erik Olsen  
Reidar Haugen  
Alexander W. Beadle  
Lars Aarønæs



# **Teknologiske trender**

## **– mulige konsekvenser for Luftforsvaret**

Mats Rjaanes  
Marte Kalveland  
Karl Erik Olsen  
Reidar Haugen  
Alexander W. Beadle  
Lars Aarønæs

---

---

## **Emneord**

Luftforsvaret  
Fremtidsforskning  
Teknologiske trender  
Luftoperasjoner

**FFI-rapport** 20/01894

## **Prosjektnummer**

1497  
1521

## **Elektronisk ISBN**

978-82-464-3287-8

## **Engelsk tittel**

Technological trends – possible implications for the Norwegian Air Force

## **Godkjennerne**

Marte Kalveland, *Forskningsleder*  
Johnny Bardal, *Forskningsdirektør*

*Dokumentet er elektronisk godkjent og har derfor ikke håndskreven signatur.*

## **Opphavsrett**

© Forsvarets forskningsinstitutt (FFI). Publikasjonen kan siteres fritt med kildehenvisning.

---

---

## Sammendrag

Denne rapporten ser på hvordan ny teknologi vil kunne påvirke Luftforsvaret i løpet av de neste 10–40 år. Rapporten kommer med antagelser og vurderinger basert på observerte trender og analytiske slutninger. Rapporten forsøker ikke å predikere endelige sannheter, men å gi et innblikk i mulige utviklingstrekk og belyse noen konsekvenser fremvoksende teknologi forventer å få for Luftforsvaret.

Dagens trusselbilde er mer sektoroverskridende og sammensatt enn før. Det rår mye usikkerhet knyttet til potensielle motstanderes intensjoner og kapasiteter. Dette er med på å gjøre situasjonsforståelsen utfordrende. Veien fra krise til krig er uklar. For at Forsvaret skal kunne møte denne nye hverdagen, er det behov for en styrking av den generelle forsvarsstrukturen.

Dagens luftforsvar er i stor grad preget av innføringen av flere nye plattformer, deriblant F-35 og P-8. Luftforsvaret gjør mye arbeid for at disse, og andre nye kapasiteter, skal bli fullt ut utnyttet og leve opp til sitt operative potensial. Arbeidet forventes å prege Luftforsvarets aktivitet frem mot 2030. Flere av disse plattformene vil eksistere helt frem til 2060.

Det forventes at den globale utviklingen i de kommende år vil være preget av statlige aktørers søken etter innflytelse, samt at det økonomiske og politiske maktsentrumet vil flytte seg fra vest til øst. Utviklingstrekken vil kunne få betydning for hvordan fremtidige konflikter og krig utkjemper.

Teknologiutviklingen skjer raskt. Nye teknologiområder vil kunne skape konseptuelle endringer for Forsvaret. Det forventes at Luftforsvaret i stor grad vil benytte de samme teknologiene i 2030 som i dag, men at bruksområdet og levetiden kan være utvidet som følge av ny teknologi. I løpet av de neste 10–40 år vil flere teknologier som i dag har lav modenhet, kunne være aktuelle for bruk i en militær sammenheng.

Ny teknologi påvirker krigens hurtighet, evnen til situasjonsforståelse og forekomst av sikre bakre områder. For Luftforsvaret vil nye våpenteknologier samt kunstig intelligens (AI) og autonomi få konsekvenser for fremtidige operasjonskonsept. Luftrommet må deles med flere aktører. Utviklingen vil føre til endringer i sammensetningen av og behovet for personell. Teknologisk dominans vil bli vanskeligere å oppnå i fremtiden.

Luftforsvaret, i likhet med det øvrige Forsvaret, må være forberedt på at det som i dag oppfattes som urokkelige sannheter, på et tidspunkt kan være passé. Dersom Luftforsvaret ikke evner å utnytte fremvoksende teknologi, vil kampkraften reduseres. Luftforsvaret bør derfor oppfordre til nyteknisk og lange perspektiv for å forbli en slagkraftig og relevant forsvarsgren også i 2060.

---

---

## Summary

This report looks at how emerging technology might affect the Norwegian Air Force in the coming 10–40 years. The report makes assumptions and assessments based on observed trends and analytical conclusions. The report does not attempt to predict absolute truths, but to provide the reader with insight into possible developments and some consequences.

Current threats are more sectoral and complex than before and characterized with high uncertainty regarding possible adversarial intentions and capacity. The road from crisis to conflict is more unclear. In order to handle these challenges there is a need to strengthen the Norwegian Armed Forces.

The current Norwegian Air Force is characterized by the introduction of several new platforms, including F-35 and P-8. Much effort is being done in order for these capacities to achieve their full operational ability. Several of these platforms will be operational up until 2060.

Global developments in the coming years are expected to be characterized by state actors' search for influence. In addition, economic and political power is expected to move from Western to Eastern states. These developments affect how future conflicts and wars are conducted.

Technology is developing at a fast pace. New emerging technologies have the potential to cause conceptual changes for the Norwegian Armed Forces. The Norwegian Air Force is expected to utilize much of the same technology in 2030 as today, but its application and life span will be extended in the coming 10–40 years. Several technologies that currently have low maturity are expected to be utilized on the battlefield.

Technological development will affect the speed of warfighting and reduce the presence of secure bases. Emerging weapon technologies, in addition to artificial intelligence (AI) and autonomy, will affect future operating concepts of the Norwegian Air Force. Airspace will have to be shared with several new actors, and technological domination will become harder to achieve. New technology will affect the future composition and need for personnel.

If the Norwegian Air Force fails to utilize emerging technology, this will reduce their future operative capacity. The Norwegian Air Force must therefore maintain a long-term perspective when it comes to new capabilities and technology. This will ensure they remain a powerful and relevant branch also in 2060.

---

---

## Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>3</b>
<b>Summary</b>	<b>4</b>
<b>Forord</b>	<b>6</b>
<b>1 Innledning</b>	<b>7</b>
1.1 Metode og struktur	8
<b>2 Dagens situasjon og avfarende plass</b>	<b>9</b>
2.1 Dagens trusselbilde	9
2.2 Dagens situasjon i Forsvaret	10
2.3 Dagens luftforsvar og veien mot 2030	12
<b>3 Fremtidens trusler og teknologiske trender</b>	<b>15</b>
3.1 Globale trender og fremtidens trusselbilde	15
3.2 Teknologiske trender og utvikling	17
<b>4 Mulige konsekvenser for Luftforsvaret</b>	<b>25</b>
4.1 Globale omveltninger	25
4.2 Fellesoperasjoner og alliert samarbeid	26
4.3 Autonom utnyttelse og dronekonsepter	27
4.4 Bortfall av sikre bakre områder og fremtidens baseforsvar	28
4.5 Situasjonsforståelse og OODA-loopen	29
4.6 Teknologikutvikling og behovet for fleksibilitet	30
4.7 Nye disruptive kapabiliteter	31
4.8 Teknologi, personell og organisasjon	33
<b>5 Konklusjon</b>	<b>34</b>
<b>Referanser</b>	<b>35</b>

---

---

## Forord

Vi kan tenke oss 100 år tilbake. Høsten 1919 får et knippe militære forskere en oppgave. Oppdragsgiveren er det da sju år gamle Hærens Flyvevæsen. Denne forløperen til Luftforsvaret holder til ved Norges første flyplass, på Kjeller. Oppgaven de tildeler forskerne lyder slik: «Gi oss en skisse av hvordan teknologisk utvikling vil prege oss frem mot 1960.»

Oppdraget gir forskergruppa anledning til å forutse avgjørende nyvinninger som radaren (1904), jetmotoren (1930), helikopteret (1936), atombomben (1945), transistoren (1947), satellitten (1957) og interkontinentale ballistiske missiler (1957).

Spørsmålet er om forskerne er i stand til å forutse alt dette, selv om de nå får anledning til det. En vesentlig begrensning ligger i forskernes mangel på fantasi. Selv om noen av deres forskerkolleger allerede kjenner teoriene og forutsetningene som skal til, er det ikke enkelt å se de nye teknologiene komme. Enda vanskeligere er det å innse den praktiske nytten, enn si hvilke nye sammenhenger som kan oppstå. Et eksempel er at atomubåter kan frakte interkontinentale missiler: organisatorisk oppstår her noe helt nytt, nemlig et undersjøisk marinefartøy som påvirker bruk av luftrommet og luftmakt.

Teknologisk utvikling på den sivile siden er også viktig. For eksempel skal fjernsynet (1924) etter hvert endre oppfatningen av både krig og politikk.

Et luftforsvar anno 2060 er tuftet på teknologier vi i dag kjenner til, men som vi vanskelig kan ane rekkevidden av. Mange premisser er gitt for de nærmeste tiårene. Konflikter og kriger 40 år frem i tid vil likevel inneholde oppfinnelser og løsninger som verden ennå ikke har sett. Spørsmålet er om vi kan forestille oss noen av dem, og slik stå bedre forberedt.

Mats Rjaanes, redaktør  
Kjeller, 1 juni 2020



---

---

# 1 Innledning

Det må forventes at Luftforsvarets rolle og virkemidler i løpet av de kommende 10–40 år vil måtte gjennomgå en rekke både planlagte og uforutsette endringer. Disse endringene vil blant annet komme som resultat av samfunnsutviklingen, beslutningstakeres forsvars- og sikkerhetspolitiske ambisjoner, økonomiske rammer, samt det trusselbildet og den geopolitiske situasjonen som til enhver tid møter Norge. Som en høyteknologisk forsvarsgren vil den fremtidige utviklingen av Luftforsvaret i stor grad også påvirkes av teknologiske trender og utvikling. Dette vil på sikt kunne føre til fremvekst av helt nye kapabiliteter og måter å føre krig på. Den langsiktige teknologiutviklingen har således potensiale til å endre den fremtidige strukturen og operasjonsmønsteret til Luftforsvaret.

Tiden frem mot 2030 er i stor grad allerede fastsatt for Luftforsvaret med tanke på hvilke teknologier og planlagte anskaffelser som skal gjennomføres og introduseres. Det er derimot ikke entydig hva som er den optimale sammensettingen av teknologi og kapasiteter i tiden etter dette, eller hvordan ny teknologi best kan brukes sammen med eksisterende struktur. Den operative effekten til flere av kapasitetene som innføres i Luftforsvaret i dag har en forventet levetid som strekker seg helt frem til 2060, og det er med bakgrunn i dette at rapporten ser på utvikling i et 10–40 års perspektiv. Den teknologiske utviklingen foregår i et raskt tempo og skaper en grad av usikkerhet knyttet til hvordan Luftforsvaret best bør utvikle, planlegge og innføre ny teknologi på lang sikt<sup>1</sup>.

Vi kan ikke med sikkerhet vite hvordan verden kommer til å se ut i løpet av de neste 40 år. Likevel er det mulig å se systematisk på det: ved å ta for seg forventet utvikling innenfor trusselbilde og teknologi kan vi identifisere utviklingstrekk og trender. Med ulik grad av sannsynlighet kan disse trekkene komme til å påvirke og forme de teknologiene som Luftforsvaret vil gjøre seg avhengig av, eller måtte beskytte seg mot i fremtiden.

Denne rapporten forsøker på et overordnet nivå å beskrive noen utvalgte trender innen trusselbildet og teknologi som man tror kommer til å påvirke fremtidige luftoperasjoner på lang sikt. Hensikten er å gi leseren økt forståelse for trendene og noen av konsekvensene disse forventer å få for Luftforsvaret. Trendene og utviklingstrekkene er momenter og problemstillinger Luftforsvaret bør være bevisst på i sin langsiktige planlegging. Rapporten tar først for seg dagens situasjon og redegjør deretter for mulige fremtidige utviklingstrekk.

Rapporten søker ikke å finne absolutte sannheter knyttet til hvilke teknologier eller trender som kommer til å dominere på fremtidens slagmark. Det er derimot et mål at rapporten skal stimulere til debatt, og gi økt forståelse for trendene, forventede endringer og mulige konsekvenser slik at man ikke går blind inn i fremtiden.

Utgangspunktet for rapporten er arbeidet som gjøres i FFI-prosjektet 1497 «*Luftforsvaret mot 2030*». Dette prosjektet skal bidra med beslutningsunderlag til Luftforsvarets ledelse og optimalisere Luftforsvarets operative evne. Rapporten har videre blitt støttet av pågående arbeid og analyse som gjøres i FFI-prosjektet 1521 «*Teknologiske trender med konsekvenser for militære operasjoner (TEKNO)*».

---

<sup>1</sup> Med perioden *lang sikt* menes de neste 20–40 år.

---

---

## 1.1 Metode og struktur

Rapporten har blitt til ved å gjennomføre flere litteraturgjennomganger og arbeidsgruppemøter med utvalgte eksperter ved FFI og i Luftforsvaret. Tilnærmingen har gjort det mulig å bedre forstå dagens situasjon og utfordringer, samt at det har skapt innsikt hos forfatterne i hvordan mulige teknologiske utviklingstrekk vil kunne påvirke Luftforsvaret i fremtiden. Litteraturen rapporten baserer seg på består av en kombinasjon av åpne forsvarsanalyser, trusselvurderinger og forskjellige trendstudier om forventet teknologiske og globale utviklingstrekk. Antagelser og vurderinger knyttet til fremtidig utvikling og potensielle konsekvenser er gjort med en bevissthet om at forsøk på prediksjon alltid gjøres med en grad av usikkerhet. For å unngå kognitive fallgruver og biaser har man derfor hatt en tverrfaglig tilnærming som har sørget for faglige innspill fra ulike miljø, dette er blant annet synlig gjennom at rapporten er produsert i samarbeid mellom to ulike FFI prosjekt.

Målet med rapporten er ikke å treffe på alle antagelsene som gjøres om teknologisk utvikling eller å gjennomføre en komplett analyse av hvilke konsekvenser disse vil ha for Luftforsvaret. Derimot er hensikten å løfte frem noen utvalgte utviklingstrekk og trender som man tror vil komme til å få økt betydning for Luftforsvaret i løpet av de kommende 10-40 år. Rapporten bidrar således med å sette enkelte utvalgte problemstillinger på dagsordenen og forsøker å belyse noen *mulige* konsekvenser. Dette skal være med på å skape en litt bedre forståelse for hva som *kan* tenkes å representere fremtidige muligheter eller utfordringer. For å få en bedre forståelse for konsekvensene den teknologiske og globale utviklingen vil få, så er det behov for en mer sammensatt og bredere analyse som utforsker de ulike momentene som løftes frem i rapporten mer dyptgående. Til tross for dette er forfatterne av den oppfatning at rapporten vil kunne bidra som et første forsøk på å etablere en litt bedre innsikt i hva fremtiden kan bringe.

Rapporten er delt inn i tre hoveddeler, med egne underkapitler. For å ha et felles utgangspunkt og en forståelse for de endringene Luftforsvaret for tiden gjennomgår, starter rapportens første hoveddel, **kapittel 2**, med en gjennomgang av (i) dagens trusselbilde, (ii) dagens situasjon i Forsvaret, og (iii) noen momenter som forventes å prege Luftforsvaret i løpet av de kommende 10 år.

Rapportens andre hoveddel, **kapittel 3**, legger vekt på forventede fremtidige (i) globale og (ii) teknologiske utviklingstrekk. Tidshorisonten på de ulike trendene som løftes frem, varierer mellom 10-40 år.

Rapportens tredje og siste hoveddel, **kapittel 4** løfter frem ulike problemstillinger hvor fremtidig og ny teknologi forventes å kunne ha en konsekvens for Luftforsvaret.

Rapporten konkluderer i **kapittel 5** med å understreke viktigheten av å etablere en kultur som tillater at teknologi blir premissgivende for den langsiktige utviklingen av Luftforsvaret. Rapporten peker også på behovet for å handle tidlig, selv om fremtiden er usikker. Slik vil Luftforsvaret kunne forblir en slagkraftig og relevant forsvarsgren også på lang sikt.

---

---

## 2 Dagens situasjon og avfarende plass

For å kunne forstå fremtiden er det først nødvendig med et begrep om nåtiden og dagens situasjon. Det er med utgangspunkt i dette at antagelser, analyser og diskusjoner rundt morgendagens utfordringer tas. Med bakgrunn i åpne trusselvurderinger, trendlitteratur, forskning gjennomført på FFI og dialog med Luftforsvaret, forsøker dette kapitelet å sette scenen for resten av rapporten. Kapitelet tar derfor for seg (i) dagens trusselbilde, (ii) nå-situasjonen i Forsvaret, samt (iii) pågående og planlagt aktivitet hos Luftforsvaret i tiden frem mot 2030.

### 2.1 Dagens trusselbilde

Dagens trusselbilde fremstår som mer sammensatt og sektoroverskridende enn noen gang. Situasjonen er preget av usikkerhet rundt potensielle motstanderes kapasiteter<sup>2</sup> og intensjoner (Etterretningstjenesten, 2019). Terrortrusselen eksisterer fortsatt, men den økte konkurransen mellom stormakter påvirker muligheten for at en fremtidig konflikt vil kunne foregå mellom stater og allianser. Stater som Russland og Kina investerer tungt i nytt forsvarsmateriell og teknologi. Kinas militære muskler vokser i takt med landets økonomiske innflytelse. Det forventes at Kina på et tidspunkt vil kunne forbigå vestlig teknologisk dominans. Fra flere hold rapporteres det om kinesisk industrispionasje og fremvekst av kinesisk militært materiell som har store likheter med vestlig design (US Department of Defense, 2019). Kina satser tungt på teknologier som blant annet kunstig intelligens (AI), autonomi, hypersoniske missiler og bioteknologi, og har en uttalt strategi om å utvikle forsvarsstrukturen sin betydelig i tiden frem mot 2050<sup>3</sup> (Kania, 2017). I løpet av de siste få år er det blitt observert utbredt russisk aktivitet i nordområdene og Arktis. Russland fortsetter sine forsøk på å svekke vestlige institusjoner og etterretningstrykket beskrives som høyt (PST, 2019). Russland investerer store summer i å utvikle blant annet hypersoniske og ballistiske missiler, samt søker å dominere i det elektromagnetiske spekter (Westerlund et. al., 2019).

Hos både Kina og Russland brukes det betydelige ressurser på å utvikle teknologier og kapasiteter som er ment å overgå og utkonkurrere vesten, dette vil kunne bli synlig i en eventuell krise eller konflikt. Doktriner og konsepter med intensjon om å overraske, ødelegge og dominere i en øst-vest-konflikt tilføres således store ressurser. Flere aktører legger vekt på å utvikle kampfly med utvidet stealth egenskaper samt nye våpenteknologier med lengere rekkevidde og større destruktiv effekt enn hva som tidligere har blitt observert. Evnen til overraskelsesangrep og systemødeleggelse prioriteres. Et resultat av Russland og Kina sine økte militære ambisjoner er utbredt industrispionasje, store økonomiske investeringer og hemmelighold knyttet til fremtidig militært teknologi (Work & Grant, 2019).

Parallelt med at dagens trusselsituasjon beskrives som forverret, er veien fra krise til krig blitt mer uklar. Dette utnyttes av potensielle motstandere. Etter Russlands ulovlige annektering av Krim i 2014 har man sett utpreget bruk av gråsoner og fremvekst av såkalt hybrid krigføring (Diesen, 2018). Cyberangrep og påvirkningskampanjer på internett har potensialet til å skape kaos og

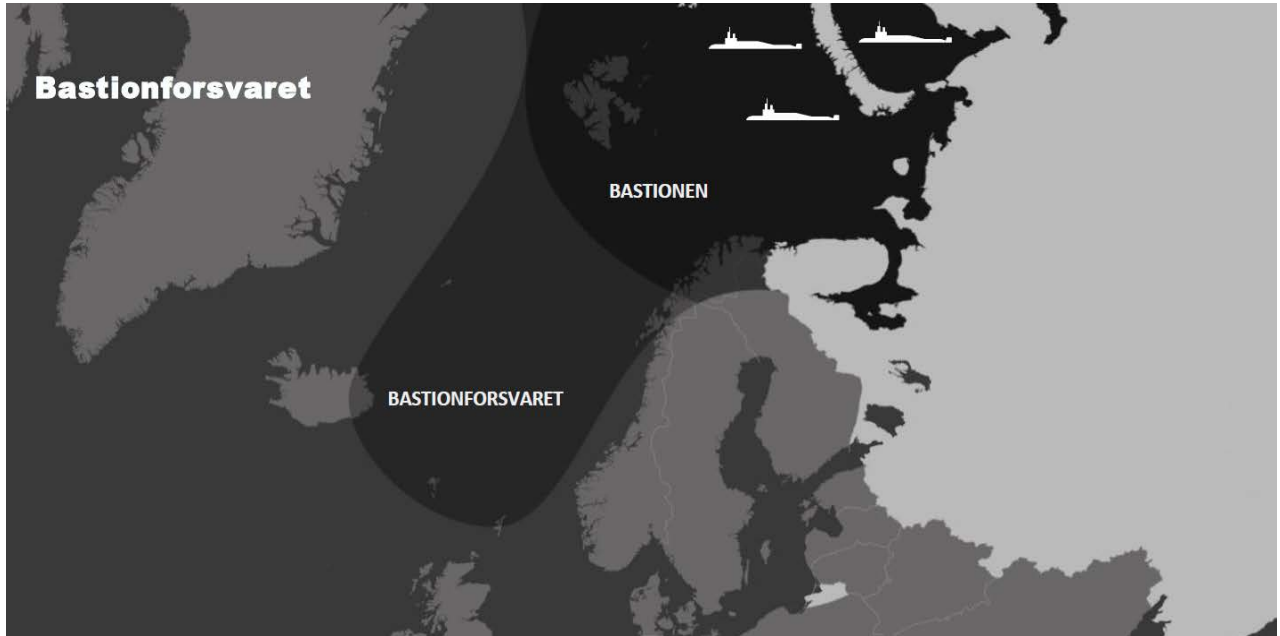
---

<sup>2</sup> Kapabilitet er evnen til å utføre en bestemt oppgave, f.eks. antioverflatekrigføring. Kapasitet er et kvantitativt mål for en gitt kapabilitet. Altså en definert størrelse på et krav, eller hvor stor evne en enhet har i forhold til en definert målestokk (FFOD, 2019).

<sup>3</sup> Kinas president Xi Jinping har uttrykt at innen 2050 så er målet å ha et militærvesen på høyde med USA (Economist, 2019)

---

handlingslammelse. Samfunnets økte avhengighet av teknologi har derfor vært med på å gjøre denne type aktivitet til en ny normalsituasjonen.



Figur 2.1 *Figuren viser Russland sitt bastionsforsvarskonsept og illustrerer det strategiske patruljeområdet for russiske ubåter og ambisjonsnivået for nektelses ved eventuell iverksettelse av konseptet (Forsvarsdepartementet, 2015).*

Når gråsoner og nye angrepsmetoder utnyttes, blir attribusjon vanskelig og situasjonsforståelse krevende. Dagens sikkerhetspolitiske situasjon oppleves derfor som utfordrende. Det stilles høye krav til Forsvarets evne til tidlig varsling og beredskap. Et eventuelt angrep eller en fremtidig konflikt vil svært sannsynlig foregå i flere domener samtidig. Tiden for rene luft-, sjø-, land- eller cyberoperasjoner er gradvis blitt passé. En eventuell aktivisering av Russlands bastionsforsvarskonsept, Figur 2.1, vil bli utfordrende for norsk og alliert operasjonsfrihet i Atlanterhavet. Tre forhold utgjør samlet en stor utfordring for dagens luftforsvar: russisk satsning på moderne luftvernsystemer, utviklingen av langtrevkende presisjonsvåpen og stående styrker som kan settes inn på kort varsel over store avstander (Luftforsvaret, 2018).

## 2.2 Dagens situasjon i Forsvaret

Endringene Norge, NATO og verden opplever har direkte innvirkning på hvilke scenarioer det forventes at Forsvaret må kunne være forberedt på. Dette innebærer at både operasjonskonsept, hvordan nasjonalt forsvar planlegges, samt hvilke typer materiell og utstyr som eventuelt skal benyttes, krever fornyelse og kontinuerlige oppdateringer i takt med utviklingen. Gitt Norges geografiske størrelse så er avhengigheten til forsvarsalliansen NATO en helt sentral pilar i forsvaret av Norge. Dette gjenspeiles i Forsvarets oppgave nr. 1 som er å «sikre troverdig avskrekking med basis i NATOs kollektive forsvar», og oppgave nr. 2 som er å «forsvare Norge og allierte mot alvorlige trusler, anslag og angrep, innenfor rammene av NATOs kollektive forsvar» (Forsvarsdepartementet,

2020). Det legges derfor til grunn at de mest alvorlige truslene mot Norge må løses innenfor en allianseramme, mens mindre krevende situasjoner skal kunne håndteres nasjonalt i en fellesoperativ ramme.

Den operative ytelsene til Forsvaret, gitt dagens struktur, er derimot ansett å være for lav for å kunne håndtere noen av de mest krevende militære scenarioene som kan ramme oss: *tvangsdiplomati*, *begrenset angrep* og *strategiske overfall* (Skjelland et. al, 2019). Analysen fra FFI anbefaler en forsterket plan<sup>4</sup> for å håndtere disse utfordringene. Ifølge FFI sin analyse vil den operative ytelsen forbli for lav helt frem til 2024, selv med en forsterket plan, se Figur 2.2. Dette skyldes manglende kapasitet i den nåværende strukturen, og at beredskapen ikke er tilpasset de korte tidslinjene et scenario for strategiske overfall. Videre fant FFIs analyse at sivil sektor i dag ikke er robust nok til å kunne motstå disse formene for angrep. Det er et behov for å styrke den operative tilgjengeligheten til utvalgte enheter, reaksjonsevnen deres og utholdenheten, samt det maritime og landbaserte luftvernet. For Luftforsvaret innebærer dette et behov for økt beredskap, samt implementering og effektivisering av allerede eksisterende kapasiteter.

	2018	2024	2030	2037
<b>Strategisk overfall</b>	Red	Red	Yellow-Green	Yellow-Green
<b>Begrenset angrep</b>	Yellow-Red	Red	Green	Green
<b>Tvangsdiplomati</b>	Red	Red	Yellow-Green	Yellow-Green
<b>Subversjon</b>	Green	Green	Green	Green
<b>Terrorangrep</b>	Yellow-Green	Green	Green	Green
<b>Fredstids-operasjoner</b>	Green	Yellow	Green	Green

Figur 2.2 Figuren viser status på den operative ytelsen Forsvaret vil kunne utøve fordelt på FFI sine seks scenarioklasser. Den operative ytelsen er basert på en forsterket plan (Skjelland et. al 2019).

Regjeringen la i april 2020 frem sitt forslag til ny langtidsplan for Forsvaret (LTP), kalt «vilje til beredskap – evne til forsvar» som beskriver ambisjonsnivået for investeringer de kommende to fireårsperiodene. Planen tar i stor grad innover seg endringene i sikkerhetssituasjonen for Norge, men det foreslåtte investeringsnivået virker å være noe lavere enn hva som er nødvendig for å kunne håndtere de mest krevende scenarioene. Planen legger opp til inkrementelle endringer i dagens forsvarsstruktur med en øking av antall årsverk på 2 200 frem til 2028 og investering i noen enkeltstående kapasiteter (Forsvarsdepartementet, 2020). Detaljene og det faktiske utfallet av LTP-

<sup>4</sup> Begrepet *en forsterket plan* innebærer en styrking av dagens plan med 100 milliarder (Skjelland et. al, 2019).

---

---

prosessen er uavklart og det gjenstår flere politiske beslutninger, men planen ser ut til å legge opp til en lavere utvikling enn hva Forsvaret selv har uttrykt behov for. Planen vil kunne komme til å ha direkte påvirkning på hvilke operasjoner Forsvaret kan tillate seg å delta i og hvilke militære scenarioer som realistisk lar seg håndtere. Uavhengig av hva utfallet av LTP blir, så tilsier FFIs analyse fra 2019 at den nåværende situasjonen i Forsvaret innebærer en lavere operativ ytelse enn hva som er ønskelig.

### **2.3 Dagens luftforsvar og veien mot 2030**

Anskaffelsene Luftforsvaret gjennomfører i tiden frem mot 2030 er i stor grad allerede vedtatt. Ting som ikke i dag er på et planleggingsstadium vil således i svært liten grad bli anskaffet i løpet av de neste 10 år. Flere av de nye plattformene som er i ferd med å fases inn vil i stor grad ligge fast helt frem til 2060. Avfarende plass for dagens luftforsvar handler således i stor grad om den pågående innfasingen av flere nye kapasiteter, deriblant F-35. Det nye kampflyet er en svært avansert plattform. Det har potensial til å endre den samlede operative evnen til Forsvaret i lang tid fremover. Plattformen bringer med seg mulighet for bruk og sammenkobling av en rekke nye sensorer. Det er derfor stort behov for å gjennomføre flere grundige analyser, og etablere nye operasjonskonsept, i forbindelse med F-35. Uten dette vil nytteverdien og det fulle potensialet til plattformen og fremtidens luftmakt utebli. Det samme er tilfelle med anskaffelsen av overvåkingsflyet P-8. Når disse to plattformene tas i bruk, må bruken derfor baseres på at disse teknologisk sett er mer avansert enn noe annet materiell Luftforsvaret har hatt tidligere. Innfasingen av disse plattformene må gjøres med stor vekt på samarbeid og samvirke.

Tabell 2.1 viser at noen av plattformene til Luftforsvaret har forventede levetider på 20–40 år. Årstallene i tabellen er gjort basert på FFI sin nåværende kjennskap til de ulike plattformene. Tallene må derfor forstås som vurderinger hvor avvik fra faktisk innfasing/utfasing kan komme til å variere. Løpende oppgraderinger kan gjøre at noen av plattformene vil få ytelser som i betydelig grad blir tilpasset nye trusler. Andre plattformer vil derimot ikke kunne tilpasse seg endringer i trusselbildet og de kravene som stilles til fremtidens krigføring.

	Levert - innfaset	Utfases
<b>Kampfly</b>		
F-35	2025	2060
F-16	1980-1984	2022
<b>Kontroll og varsling</b>		
Multifunksjonsradarer	2024-2028	-
FPS-110	1970	2024
S I	Ca 1995	2028
S II	2007	-
<b>C-130J Herkules</b>	2008-2010	-
<b>Helikoptre</b>		
Bell 412	1987	2028
NH-90	2022	-
Sea King	1972	2022
AW101 Merlin	2021	-
<b>Maritime Patrol Aircraft</b>		
P-3C/N Orion	1989	2023
MPA P-8 Poseidon	2023	-
DA-20	1976	2023
<b>Luftvern</b>	2024	-

Tabell 2.1 Oversikt over innfasing og utfasing av de viktigste plattformene i Luftforsvaret. Tall i rød skrift er antagelser basert på usikkerhet, det forventes derfor at disse tallene vil endres.

Det knytter seg stor kompleksitet og høye kostnader til utvikling av moderne forsvarsmateriell, slik som F-35. Måten F-35 er bygd opp på gjør at det er kostbart og tungvint å integrere ny teknologi på plattformen. Små nasjoner har begrensede ressurser til å utvikle, integrere og opprettholde egenutviklet teknologi. Samtidig er Norge en del av et større oppdateringsprogram med andre nasjoner som også bruker F-35. Det er gjennom deltakelse her at felles utvikling og oppgraderinger vil skje. Dette vil sørge for at plattformen forblir relevant i svært lang tid og at det utvikles nytt materiell til den. Parallelt utvikler og investerer Norge i tillegg i nasjonal våpenteknologi som på sikt vil benyttes av F-35.

Dagens luftforsvar er preget av anskaffelser av en ny generasjon plattformer med F-35 og P-8 i spissen. Videre er Luftforsvaret preget av at flere viktige plattformer i løpet av de neste 5 til 8 årene skal fases ut, se Tabell 2.1. Frem mot 2030 vil det derfor skje en rekke store, strukturelle endringer i Luftforsvaret. I tillegg til F-35 og P-8, er det planlagt at Evenes skal bygges opp med forhøyet beredskap. Samtidig er det vedtatt at flere baser skal avvikles i løpet av de kommende år. Det overordnede baseforsvaret og luftvernkapasiteten skal også styrkes samt at det skal etableres nye sensorer for luftovervåking. FFI støtter Luftforsvaret med uttesting av et nytt baseforsvarskonsept. Konseptet innebærer å utnytte mulighetene som ligger i eksisterende teknologi, for å redusere behovet for vaktstyrker og kontinuerlig patruljering (FFI, 2017). Teknologien og sensorene skal i størst mulig grad samkjøres. Slik kan hendelser hurtigere detekteres og sees i sammenheng. Dette utvider Luftforsvarets mulighet til å opprettholde et effektivt baseforsvar. Luftforsvaret gjennomgår således en modernisering og endringer skjer raskt. Dette vil få langsiktige konsekvenser for hele Forsvaret. Utviklingen forventes å endre måten Luftforsvaret jobber på i tiden frem mot 2030.

---

---

Det legges stadig mer vekt på hvor viktig det er med fellesoperative kapasiteter og nye operasjonskonsept (Størdal, 2019). Materiell og teknologi må fungere sammen i et system av systemer, og virke på tvers av ulike forsvarsgrener. Når ny teknologi og nye systemer introduseres vil det stille store krav til Luftforsvaret. Det må være en klar sammenheng mellom identifiserte operative behov og innføring av teknologi og nye kapabiliteter. Dette betyr at ny teknologi må vurderes opp mot de operative behovene, og hvilken effekt man ønsker å oppnå. For eksempel vil et godt situasjonsbilde kreve god sensor kapasitet og effektive IKT-systemer<sup>5</sup> for å samle, bearbeide og sammenstille informasjon. For Luftforsvaret betyr dette at det haster med å integrere F-35 og P-8 i operasjonskonseptene i Forsvaret som helhet. Tilsvarende vil bruk av luftvern måtte harmoniseres med luftromsovervåking og andre system av systemer.

Utviklingen som skjer forventes å påvirke både kostnader og behov knyttet til personell og organisasjon i tiden frem mot 2030. Nye plattformer og ny teknologi gjør at kravet til spesialister, grenaderer, offiserer og sivile må revurderes og sees i sammenheng med den teknologiske utviklingen og fremtidige operasjonskonsept. I en fremtid med bruk av mer avanserte teknologier vil det stilles høyere og nye krav til personellens utdanning. Nye, tunge plattformer og utfasing av eksisterende plattformer vil videre kunne føre til et økt behov for omskolering og etablering av nye ferdigheter. Samtidig vil det også være tilfeller hvor nettopp ny teknologi kan komme til å erstatte oppgaver som i dag krever manuell gjennomføring eller drastisk endre personellens oppgaver. Til tross for at den teknologiske utviklingen gir nye muligheter for effektivisering så forventes det at behovet for personell vil øke. Dette fordi ny teknologi både vil skape nye oppgaver, samt erstatte allerede eksisterende oppgaver. I et relativt lite forsvar er vi avhengig av å nyttiggjøre oss av teknologi på en slik måte at begrensede personellressurser brukes effektivt. Dagens Luftforsvar domineres av teknologi. For at teknologien skal utnyttes til det fulle bør derfor personellet og organisasjonen tilpasse seg slik at teknologien setter føringene.

---

<sup>5</sup> Informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT), også omtalt som bare informasjonsteknologi (IT), er et begrep som omfatter teknologi for innsamling, lagring, behandling, overføring og presentasjon av informasjon.



---

---

## 3 Fremtidens trusler og teknologiske trender

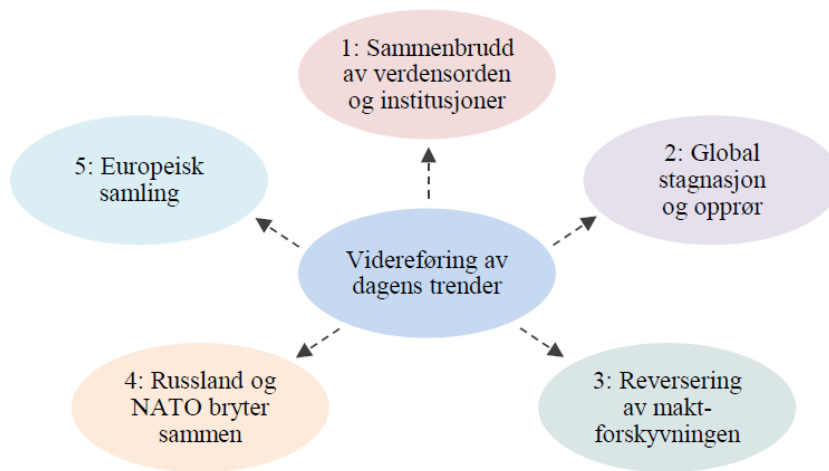
Å se langt inn i fremtiden er noe som alltid gjøres med betydelig grad av usikkerhet med risiko for å ramle ned i ulike kognitive fallgruver. Samtidig vil kjennskap til trender og innsikt i dagens utvikling kunne hjelpe oss med å bedre forstå mulige utviklingstrekk. Dette kapitlet tar utgangspunkt i tidligere forskning gjennomført på FFI, samt litteratur om teknologiske trender for å forsøke å gi leseren bedre forståelse og innsikt i hva fremtiden *kan* komme til å bringe. Kapitlet har ikke fasiten, men forsøker å belyse noen utvalgte momenter og problemstillinger som på et tidspunkt vil kunne komme til å materialisere seg.

### 3.1 Globale trender og fremtidens trusselbilde

Den globale utviklingen og det trusselbildet som vil kunne møte Norge på lang sikt henger tett sammen med trendene som observeres i dag og beskrivelsen i **kapittel 2.1**. Samtidig vil det være mange faktorer som vi i dag ikke kan forutse som vil komme til å prege dette bildet. Det er gjennomført en rekke studier som forsøker å beskrive langsiktige globale utviklingstrekk. I FFI-studien «*Globale trender mot 2040 – et oppdatert fremtidsbilde*» trekkes det blant annet frem at det i tiden mot 2040 forventes at aktører som Russland og Kina vil ha fortsatt sin søken etter global innflytelse og utvidet makt (Beadle et. al, 2019). Samtidig er det en tese at den globale økonomiske og politiske makten vil flytte seg gradvis fra vest til øst. Ut fra dagens situasjon går det i retning av en mer multipolar verdensorden. Det fremtidige konfliktbildet er således preget av betydelig usikkerhet knyttet til *hvem* som eventuelt involveres i en fremtidig konflikt og *hvordan* en konflikt vil utspille seg.

Utviklingen bygger opp mot en hardere konkurranse om makt og innflytelse mellom stater og ikke-statlige aktører. En slik form for maktkonkurranse har potensial til å redusere staters støtte til allianser. Norge vil i større grad kunne ende opp med å stå alene i en eventuell konflikt og ende opp med gjøre seg avhengig av bilaterale avtaler eller nye typer allianser. Dette vil innebære at vi i enda større grad vil være avhengig av å ivareta alliert støtte. Med økt antall, eller skiftende strategiske interesser vil USAs terskel for støtte til norske standpunkter i en eventuell fremtidig konflikt med Russland trolig heves. Disse utviklingstrekkene er forbundet med flere usikkerhetsmomenter. Hvem som overtar presidentembetene i USA og Russland vil ha mye å si for utviklingen i løpet av de neste 10–30 år.

Med bakgrunn i «*Globale trender mot 2040 – et oppdatert fremtidsbilde*» er det utarbeidet fem alternative fremtidsbilder og retninger verden kan tenkes å gå i, se Figur 3.1. Målet med de fem alternativene er ikke å forutsi hvor verden går, men å se på konsekvenser ved mulige alternative utviklingstrekk. De fem alternativene baserer seg derfor på at én eller flere av dagens trender enten snur eller forsterkes betydelig. De ulike alternativene vil påvirke Forsvarets strategiske innretning ulikt (Beadle et. al, 2019). Hvem av disse alternativene som vil materialisere seg forblir uvisst, derimot kan alternativene bistå med å bedre forstå hvordan fremtiden *kan* komme til å bli seende ut.



Figur 3.1 Fem alternative verdener (Beadle et. al, 2019).

I *alternativ 1* («Sammenbrudd av verdensorden og institusjoner») vil NATO som forsvarsallianse kollapse og Norge vil således ende opp med å stå mye mer alene enn i dag. Russland vil dermed ha betydelig lavere terskel for maktbruk mot Norge. For småstater er det en økt risiko for eksistensielle kriger. I Norge vil en slik utvikling tvinge frem et valg om å tilpasse seg russiske interesser i nord, eller å etablere et nytt alliert rammeverk.

I *alternativ 2* («Global stagnasjon og opprør») vil forsvarsbudsjettet reduseres kraftig. Den teknologiske og innovative utviklingen vil bremses. Med en langsiktig økonomisk resesjon vil forsvarsstrukturen stå i fare for å bli betydelig svekket. Ustabiliteten vil øke blant svake stater som befinner seg mot den sørlige flanken til NATO. Norge kan bli dratt inn i ulike konflikter på grunn av alliansen.

I *alternativ 3* («Reversering av maktforskyvningen») vil dagens omfordeling av makt bort fra vesten stoppe. NATO vil bestå, men den langsiktige viljen og evnen til samhold svekkes gradvis da det ikke foreligger noen sterke incentiver til et slikt samhold. For småstater som Norge vil dette gjøre det vanskelig å oppnå stordriftsfordeler. Norge vil oppleve at landet får mindre forsvarsevne ut av budsjettene. Dersom denne trenden blir langvarig kan vesten miste sitt teknologiske fortrinn. Stater som Russland og Kina kan fort bli de som tar i bruk innovative militærteknologiske løsninger, fremfor NATO og Norge.

I *alternativ 4* («Russland og NATO bryter sammen») vil en russisk statskollaps påvirke statene med tette koblinger til Russland. Kollapsen vil skape høy usikkerhet. For Norge vil en slik utvikling innebære en drastisk endring i trusselbildet, parallelt med en plutselig usikkerhet knyttet til alliert hjelp – som følge av at NATO kan tenkes å bli formelt oppløst samtidig. Det vil foreligge et vakuum i nordområdene. Det kan tenkes å bli fylt av andre stormakter. Det vil bli behov for intern stabilisering i Europa, noe som kan vise seg å være vanskelig på grunn av bortfallet av NATO.

---

---

I *alternativ 5* («Europeisk samling») bryter den vestlige verdensordenen sammen, noe som baner vei for at Russland vil kunne oppnå sine stormaktambisjoner. Samtidig vil USA trekke seg mer tilbake fra Europa, som i større grad bygger europeiske forsvarsallianser. Økonomisk vil man fortsatt oppleve vekst, noe som igjen påvirker teknologiutviklingen i positiv retning. For Norge vil det bli viktig å være en del av den europeiske alliansen. Samtidig vil vi komme til å oppleve synkende oppmerksomhet rundt nordområdene og våre nærmeste interessefelt.

I alle de fem skisserte alternativene er det en forutsetning at flere av dagens globale trender fortsetter, og til en viss grad i den retningen som er observert. En slik utvikling vil derfor påvirke hvordan de alternative verdenen ser ut. For Forsvaret vil utviklingstrekkene kunne få betydning for hurtigheten ny teknologi tas i bruk, samt for hvordan fremtidige konflikter og krig utkjemper.

### **3.2 Teknologiske trender og utvikling**

Teknologiutvikling skjer i et stadig raskere tempo. Nye kapasiteter treffer markedene raskere enn før og svært effektive militære teknologiske løsninger utvikles i dag i stor grad av sivile bedrifter (Amerson et. al, 2019). Et suksesskriterium er derfor å øke evnen til å identifisere egne muligheter, og nyttiggjøre seg av de teknologiske gjennombruddene som skjer i de sivile markedene og sektorer også utenfor Forsvaret.

Utvikling innen vitenskap og teknologi skaper konseptuelle endringer for Forsvaret. Historisk har introduksjon av teknologier som f.eks. fly, kjernevåpen, missilteknologi og presisjonsstyrte våpen tvunget frem nye operasjonskonsept (Skjelland et. al, 2019). Forsvaret som helhet og Luftforsvaret må være forberedt på at dagens teknologiske løsninger og kapasiteter på lang sikt kan ende opp med å få redusert operativ ytelsesevne. Dette som følge av fremvekst av nye teknologiske løsninger og at våre potensielle motstanderes vil kunne komme til å benytte seg av denne teknologien. Ny teknologi kan lede til nye trusler men også skape nye muligheter. I løpet av de neste 10-40 år vil teknologiutviklingen føre til at militære oppdrag kan løses mer effektivt eller med helt andre midler enn hva vi ser i dag (Andås, 2020).

Ingen kan forutse nøyaktig hva som kommer til å skje i fremtiden. Samtidig er det mulig å se hva forskningsmiljøer i dag konsentrerer seg om, og hva de langsiktige kapabilitets- og teknologistrategiene til stormakter og andre stater er. Historisk er det nettopp disse tingene som har vist seg å være avgjørende for teknologiske gjennombrudd og utvikling. Dette innebærer at det kan være trender og teknologier som kan predikeres. Samtidig vil det være teknologier og bruksområder

---

---

som i mindre grad kan forutses. Effekten av disse teknologiene kan komme som en overraskelse på forskningsmiljøer, samt militære og politiske beslutningstakere (Beadle, 2016).

Teknologiske trender og utvikling kan forstås bedre ved å benytte begrepene *fremvoksende*, *konvergerende* og *disruptive teknologier*. De tre begrepene sier noe om egenskapene ved teknologiene de beskriver (Andås, 2020).

*Fremvoksende teknologier* er teknologiske fremskritt i begynnelsen av sin livssyklus. De er under utvikling. Slike teknologier forventes å få stor innvirkning på fremtiden, men det forbindes noe usikkerhet ved fremvekstfasen.

*Konvergerende teknologier* er teknologier som tillater sammensmelting av teknologier. De skaper nye og bedre muligheter når de kombineres.

*Disruptive teknologier* har potensialet til å endre måten konflikter utkjempes på. De tvinger dermed frem endringer i planleggingsprosesser, konsepter og strategier. Dette er teknologier som ikke passer inn i dagens praksis og prosess. Slike teknologier har potensial til drastisk å endre måten krig og konflikt gjennomføres på (Bower & Christensen, 1995).

Flere av de senere års teknologiske trendstudier trekker i stor grad frem de samme temaene når de forsøker å identifisere hvilke teknologier som vil bety mest fremover (Andås, 2020; Chief of Force Development, 2015; FFI, 2019; NATO, 2017; NATO, 2020). Dette er teknologiområder som i løpet av de neste 10–40 år på ulike måter forventes å få betydning for militære operasjoner. Fellesnevnerne fra slike studier er; *kunstig intelligens (AI)*, *additiv tilvirkning*, *hypersoniske missiler*, *energivåpen*, *kvantedatamaskiner*, *nanoteknologi*, *virtuell virkelighet (VR)*, *sensorer for overvåking*, *autonome systemer*, *tingenes internett*, *det digital rom*, *det elektromagnetiske spekter*, *informasjonsteknologi og stordata*. Flere av disse teknologiene har i dag en relativt høy teknologisk modenhet. Derimot befinner noen av teknologienes fulle potensial og disruptive effekter seg langt frem i tid (Andås, 2020). Dette innebærer at deler av teknologien kan tas i bruk på et tidligere stadium enn andre.

Den teknologiske utviklingen innenfor flere av disse feltene vil med stor sikkerhet lede til at Forsvarets kapabiliteter, systemer og løsninger knyttes mer sammen enn hva som er tilfelle i dag, se figur 3.2. Systembaserte begrensninger vil langsomt brytes ned. Informasjonsdeling og kommunikasjon forventes gradvis å foregå raskere. Både data- og overføringskapasitet vil fortsette å øke. Samtidig forventes det at både cyber- og verdensrommet vil bli viktigere for gjennomføringen av militære operasjoner i løpet av de neste 10-40 år (O’hanlon, 2019).



*Figur 3.2* Forsvaret må ha en evne til å påvirke og utsette en motstander for flere dilemmaer samtidig. Dette gjøres ved at digitale plattformer i Forsvaret integreres og muliggjør sømløs kommunikasjon samt deling av sensordata og våpeninformasjon mellom plattformer og beslutningstakere i Forsvaret og med allierte (Forsvaret, 2019).

I det følgende presenteres kort noen av de ulike teknologiene som vil kunne få disruptive effekter fremover.

Utviklingen innenfor *kunstig intelligens (AI)* går raskt. AI handler om å gjøre det mulig for datamaskiner å ta mer eller mindre selvstendige avgjørelser, basert på maskinlæring, algoritmer og utregninger. AI benyttes allerede i dag i militære sammenhenger, men de virkelige disruptive effektene av denne teknologien forventes først å materialisere seg på lang sikt (Andås, 2020). Globalt planlegges det for utstrakt bruk av denne teknologien og AI vil bli viktig på flere nivåer. Teknologien vil på kort sikt kunne bistå med å tolke og fremstille resultater fra ulike sensorer og datastrømmer raskere og sikrere enn hva man i dag er kjent med (Cearley et. al, 2018). AI blir på denne måten en svært viktig teknologi i å etablere og opprettholde et overlegent situasjonsbilde. Kombinasjonen av AI, stordata og avanserte analyseverktøy vil i fremtiden bidra til at tiden det tar å analysere svært komplekse situasjoner reduseres kraftig. Innenfor øvelser og simulering forventes det at AI får en sentral plass. Dette vil kunne gi Luftforsvaret ny innsikt i mulige handlemåter og scenarier.

På lengre sikt forventes det at AI kan bli benyttet til å automatisere og styre det som tidligere har vært tungdrevne, manuelle prosesser. AI-teknologi vil på et tidspunkt helt eller delvis kunne komme til å ta over styringen av tunge kapasiteter og beslutningsmyndigheten i OODA-loopen<sup>6</sup>, innenfor alle

<sup>6</sup> OODA-loopen er en 4-stegs beslutningsprosess bestående av stegene: *observe, orient, decide og act*. OODA-loopen beskriver derfor de stegene som må tas for at informasjon skal kunne filtreres, skape en situasjonsforståelse og ende opp i en beslutning. OODA-loopen er utviklet av den amerikanske flyvåpen-obersten John Boyd.

---

---

krigføringsdomener. Det bør forventes at AI i løpet av de neste 20-40 år kommer til å gjennomsyre omtrent enhver av Forsvarets kapabiliteter og systemer i ulik grad. Innenfor noen områder vil AI bare fungere som beslutningsstøtte. På andre områder vil teknologien kunne bli benyttet som en autonom erstatter for oppgaver som i dag blir utført av menneskelige operatører. Avgjørelsen om en oppgave skal utføres ved bruk av AI eller et menneske vil i stor grad avhenge av hvor høy tillit man har til teknologien.

Slik utviklingen på AI-feltet går, vil det i første omgang sannsynligvis være de etiske og samfunnsmessige hensynene som setter grenser for AIs rolle i krigføring. Samtidig kan ikke AI ignoreres. Potensielle motstanderes bruk av AI innenfor enkelte felt vil gå så raskt at det vil være nødvendig å møte slike trusler med egne AI-drevne prosesser og kapabiliteter. AI vil derfor gradvis resultere i både nye muligheter og trusler. Bruk av AI forventes integrert i omtrent enhver av de andre teknologiene som diskuteres i denne rapporten og en ser allerede i dag bruksområder hvor AI er en viktig pådriver for å oppnå konvergens mellom ulike teknologier.

*Autonome systemer*, både fjernstyrte og pre-programmerte<sup>7</sup>, benyttes allerede i dag i militære sammenhenger innen sjø-, luft og landdomenet. Det er i dag ofte svært ressurskrevende å operere store autonome systemer. Utviklingen gjør at systemene øker i kompleksitet og det potensielle bruksområdet forventes å vokse voldsomt i løpet av det neste tiåret, spesielt for de flyvende systemene (US Air Force, 2015). Evnen til å koble våpensystemer, sensorer og andre former for kapabiliteter sammen med autonome systemer utvides fortløpende. Blant de flyvende autonome systemene arbeides det blant annet mye med å øke plattformens flytid og totale bæreevne. Dette vil få konsekvenser for bruksområdet slike systemer vil få i fremtiden. I tillegg utvikles det stadig nye, små systemer som kan benyttes med lav signatur, til ISR<sup>8</sup> og oppklaringsformål. Store ressurser og forskningsmidler brukes på å utvikle og benytte AI og avanserte algoritmer i kombinasjon med autonome systemer. Målet er å gjøre det mulig med høyere grad av selvstyring. Utviklingen vil gradvis redusere behovet for bakkepersonell for bruk av disse systemene. Denne utviklingen forventes å kunne endre måten disse systemene opererer på drastisk. I takt med at systemene blir brukt i utstrakt grad for militære formål, så forventes det at regulatoriske hindringer gradvis reduseres slik at autonome systemer på et tidspunkt også kan benyttes i fredstid i trafikkert luftform.

*Additiv tilvirkning*, bedre kjent som 3D-printing, benyttes allerede i en rekke operative militære sammenhenger (Flathagen et. al, 2016). Teknologien er i rask utvikling og man kan i dag produsere kompliserte strukturer mye hurtigere enn for få år siden. Utviklingen ventes å fortsette og i løpet av de kommende 10-20 år ser man for seg at teknologien vil kunne benyttes til å produseres avanserte deler eller strukturer med innebygd elektronikk og nye typer materialer (Andås, 2020). Effektiv utnyttelse av mulighetene i additiv tilvirkning vil tillate strømlinjeformede leveransekedjer. De vil være nær sluttbrukeren og gi større logistisk og operasjonell fleksibilitet. For Luftforsvaret kan dette for eksempel gjøre at reservedeler kan bli produsert på bestilling.

Det har skjedd en stor utvikling i løpet av de siste par årene innen systemer og plattformer som gjør øving og trening mulig ved bruk av *virtuell virkelighet (VR)*. Frem til eventuelle autonome systemer og AI erstatter behovet for piloter kan denne teknologien i økende grad bli brukt til opplæring av

---

<sup>7</sup> Dette innebærer at systemene i forkant av bruk har fått programmert inn hvor de skal operere og hvilke funksjoner de skal utføre. Det finnes også systemer som benytter AI teknologi til dette formålet.

<sup>8</sup> ISR står for *Intelligence, surveillance og reconnaissance* som er tre aktiviteter innenfor etterretningsinnhenting.

---

---

piloter og ulike operatører. Teknologien tillater at brukere kan simulere situasjoner, scenarioer og fysiske handlinger med høy grad av virkelighetsoppfatning. Utviklingen går i retning av mer avanserte systemer, hvor andre sensorer kan kobles til VR-systemet for å skape økt virkelighetsoppfatning, såkalt *blandet virkelighet*. I tillegg til de mer kjente VR-headsettene utvikles det også hele rom og strukturer. De består av store mengder sensorer som simulerer virkeligheten, mens operatøren forsøker å løse et oppdrag eller et scenario. I en øvelseskontekst vil *haptic-suits* kunne bli aktuelt i fremtidens luftforsvar. Dette er heldekkende dresser utstyrt med sensorer som gjør at operatøren fysisk kan føle på kroppen hva som skjer i simuleringen (Cearley et. al, 2017). I fremtiden forventes det at VR vil kunne kombineres med *haptic-suits* og hele strukturer, for å oppnå svært realistisk trening. Teknologien vil på et tidspunkt føre til at gapet mellom simuleringer og skarpe oppdrag i stor grad viskes ut. Resultatet av dette vil kunne innebære reduserte kostnader knyttet til opplæring og utdanning, samt bidra til å redusere tiden utdanning tar. Utviklingen innen VR, simulering, AI og autonomi gjør at operatører i fremtiden vil kunne styre maskiner ved hjelp av 3D-fremstillinger og virtuelle simuleringer. Ildledning og engasjering av mål kan også komme til å bli gjennomført med hjelp av denne formen for teknologi. Dette er en utvikling som forventes å kunne få disruptive effekter i løpet av de neste 10–20 år (Andås, 2020).

*Kvanteteknologi* er et fremvoksende teknologifelt. I løpet av de neste 20-40 år forventes det at teknologien vil få stor innflytelse spesielt innenfor kommunikasjonssikkerhet, sensorer og dataprosessering (Andås, 2020). Kvanteteknologi vil på sikt kunne gjøre at kryptering basert på primtallfaktorisering ikke lenger forblir robust. Slik faktorisering benyttes i en del militære systemer, og i mye større grad i sivile systemer som skal sikre kommunikasjon. Her må det påpekes at kvanteteknologien ikke representerer en alvorlig trussel mot all moderne kryptografi, men primært i de tilfellene der partene ikke på forhånd har fått distribuert like nøkler (Strand, 2018). Det vil likevel også kunne vokse frem såkalt «kvantesikre» kommunikasjonssystemer, basert på kvantisert nøkkeldistribusjon. Kvanteteknologi vil videre gjøre at detaljeringsnivået og presisjonen til måleinstrumenter og sensorer kan øke kraftig, med mulige konsekvenser for våpensystemer – for eksempel missilsystemer. Dette gir nye muligheter innenfor felt som navigasjon i GPS-nektede områder (Andås, 2020). Innenfor dataprosessering vil kvanteteknologi bidra til at svært kompliserte og omfattende beregninger og simuleringer kan gjennomføres mye raskere enn dagens datateknologi tillater. Dette har uoversiktlige konsekvenser. En universell kvantedatamaskin er likevel trolig flere tiår unna.

Utviklingen innenfor *nanoteknologi*, *syntetisk biologi* og *robotikk* vil i løpet av de neste 20–40 årene føre til at utvalgte menneskelige egenskaper hos den enkelte soldat kan endres og forbedres (Andås, 2020; DASA, 2018). Utviklingen innenfor nye materialer vil på et tidspunkt sannsynligvis gi en rekke nye muligheter til å integrere sensorer i tekstiler. Det forskes blant annet på materialer som vil gjøre det mulig å overleve lengre i ekstreme temperaturer, oppnå adaptiv kamuflasje, bedre CBRN-beskyttelse og helseovervåking av den enkelte soldat. Robotikk og eksoskjelett vil blant annet kunne gjøre at den enkelte soldat kan yte og løfte mer. Dette kan bli viktig i fremtidige logistikkoperasjoner og reparasjoner av materiell, samt at det muliggjør bedre beskyttelse av den enkelte soldat. Dette er teknologi i utvikling som i løpet av de neste 20-40 år vil kunne bli viktige i militære operasjoner. Nye, effektive medisiner utviklet ved bruk av syntetisk biologi kan bidra til å øke den enkelte soldats evner og utholdenhet. Syntetisk biologi innebærer å manipulere de genetiske kodene til planter og dyr. Syntetisk biologi vil i tillegg kunne brukes til å utvikle nye former for drivstoff, nye materialer, nye

---

---

CBRN-våpen og liknende. Den disruptive effekten av syntetisk biologi vil kunne oppstå allerede i løpet av de neste 10-15 år (Andås, 2020).

Nettverk og sammenkoblingen av fysiske og logiske objekter, kalt *tingenes internett (IoT)* er i løpet av bare de siste få årene blitt en mye brukt teknologi på det sivile markedet. I løpet av de neste 5-10 år forventes det at denne teknologien vil bli brukt i utstrakt grad også på den militære siden (Andås, 2020). Det mulige bruksområdet til IoT henger blant annet tett sammen med utviklingen av 5G-nettet og etablering av tilstrekkelig infrastruktur. I Norge forventes 5G-nettet å være ferdig utbygd om få år. Nettverksbaserte objekter gir både muligheter og utfordringer i en militær setting. På mulighetssiden vil teknologien tillate konvergens av data fra fysiske, logiske og kognitive sensorer. Slik kan større mengder data analyseres og sees i sammenheng. Videre vil teknologien på et tidspunkt muliggjøre at fysiske objekter kan fjernstyres fra hvor som helst, og at informasjon om objekter kan registreres i sanntid. Teknologien vil derfor kunne bli svært viktig i et fremtidig baseforsvar, hvor menneskelig avstand til baser og objekter blir viktig ut fra økt risiko og lav varslingsstid forbundet med innkommende angrep. På sårbarhetssiden vil denne teknologien derimot føre til at antall objekter og funksjoner som kan bli utsatt for nettverksoperasjoner og kompromitteringsforsøk øker drastisk. Oversikt over egne objekter og IKT-infrastruktur, samt høy oppmerksomhet rundt cybersikkerhet, ventes derfor å forbli viktig i lang tid fremover.

Tingenes internett, kombinert med utviklingen som skjer på områder som mikrosatelitter, radar, autonome plattformer og andre teknologier innenfor fysisk overvåking vil på et tidspunkt lede til en drastisk utvidelse av tilgangen på *sensorer for overvåking*. Konvergering av data fra disse teknologiene, kombinert med utvikling innenfor AI og automatisert analyse, gjør at det vil kunne være mulig å observere omtrent enhver relevant fysisk bevegelse. Der hvor man ikke har tilgang, vil utplassering av mikrosatelitter kunne gi midlertidig situasjonsbevissthet og overvåking av konkrete områder. Kamouflasje, signaturreduksjon og evnen til å skjule spor, både fysiske og elektromagnetiske, blir derfor viktigere i tiden fremover. Denne formen for kontinuerlig overvåking vil også måtte lede til nytenking knyttet til hvordan baser bygges, og hvordan opprustning og operasjonsforberedelse gjøres.

Parallelt med utviklingen som skjer innenfor AI, kvanteteknologi og tingenes internett, vil samfunnets og Forsvarets avhengighet av tilstrekkelig *tilgang til det digitale rom og elektromagnetiske spekter* for kommunikasjon øke betydelig. Både sivile og militære aktører benytter dette i utstrakt grad. Forstyrrelser eller målrettede angrep vil kunne påvirke store mengder av de samfunnskritiske funksjonene som Forsvaret er avhengig av for å utøve sine oppgaver. Dette innebærer at både digital (cyber) og elektronisk krigføring (EK) vil øke i relevans, viktighet og mulig bruksområde fremover (Skjelland et. al, 2019).

Det bør derfor forventes EK-våpen som kan påvirke til nå uberørte frekvenser, med lengre rekkevidde og større skadepotensial i løpet av de neste 10-40 år. Å operere i GPS-nektede områder uten tilgang på kommunikasjon eller samband er derfor en virkelighet hele Forsvaret bør planlegge ut fra. For radar og kommunikasjon vil utviklingen innenfor smartjamming være en stor utfordring. Radarer må spesifiseres for å detektere og motvirke denne trusselen. Kommunikasjonssystemer må benytte spredning i frekvens og redundante kommunikasjonskanaler. Allerede i dag har cyberoperasjoner store konsekvenser. I en fremtid hvor omtrent alt er koblet sammen, og alle våre verdier er digitale, vil slike operasjoner kunne få enda større følger (O'hanlon, 2019). Cyberoperasjoner vil også kunne få fysiske



---

---

konsekvenser, for eksempel ved angrep eller overtagelse av autonome våpensystemer eller SCADA-styrt infrastruktur<sup>9</sup>.

*Høyenergivåpen* er våpen som angriper og skader med høyfokusert elektromagnetisk energi. Her skjer det en teknologisk utvikling som i løpet av de neste 20–40 årene kan påvirke våpensystemene og kapasitetene til Luftforsvaret, og Forsvaret som helhet. Slike våpen kan være laser, mikrobølger eller partikler. Den store fordelene med slike våpen er at de kan avfyres svært raskt, med lave kostnader knyttet til ladning og ammunisjon. Våpen som benytter elektromagnetisk puls (EMP) har per nå en begrenset rekkevidde. Rekkevidden ventes imidlertid å øke. EMP vil kunne brukes til å slå ut elektronikken til målet uten at personell kommer til skade. Effekten kan være både lang og kortvarig, avhengig av energien som benyttes. På grunn av den forventede økte effekten og rekkevidden på disse våpnene, vil de gi økt behov for EMP-sikring av bygg og objekter. I dag er dette både omfattende og kostbart.

Det fremtidige bruksområdet til høyenergivåpen er ukjent. Det kan ikke utelukkes at de på et tidspunkt vil kunne benyttes av kampfly for å engasjere svært raske mål, både i og utenfor atmosfæren. Slike lasere vil også kunne bli forsøkt koblet opp på satellitter og strukturer i rommet, noe som vil innebære at angrep kan komme fra helt nye områder (O’hanlon, 2019). Denne type våpen vil videre kunne bli benyttet i fremtidige baseforsvarskonsept. For eksempel kan det tenkes at slike våpen vil bli brukt for å ta ut svermer med flyvende autonome droner. Fremtidig utvikling av konvensjonelle direkte høyenergivåpen vil gå ut på å øke utsendt effekt.

Utvikling innen *missilteknologi og nye våpensystemer* vil lede til fremvekst av raskere, mer destruktive missiler med høy presisjon. Dette vil i løpet av de neste 10–20 årene innebære en teknologisk utvikling som omfatter kryssermissiler, ballistiske missiler, hypersoniske missiler og andre former for langtrekkende våpen (UNDA, 2019). Disse våpnene kan bli avfyrt fra en rekke type plattformer, også mobile ikke-militære. Hypersoniske missiler vil ha en hastighet på mach 5 og enda høyere. Dette innebærer at de kan fly 1000 km på mindre enn 10 minutter. I tillegg til at dette drastisk reduserer tiden det tar å nå frem til et mål, vil det også gjøre eventuell nedskytning vanskelig. I tillegg vil stedene som missilene avfyres fra kunne være svært langt unna en konfliktsone. Flere stater satser tungt på utvikling av hypersoniske missiler (Larsen, 2020). Slik er dette en teknologi som vil kunne få disruptiv effekt i løpet av få år. I tillegg til at rekkevidden og hastigheten på missilene øker, vil også missilers tilgang på avanserte sensorer utvides. Langtrekkende missiler med mulighet til å gjennomføre eksempelvis GPS-jamming eller EMP-angrep, kombinert med plutselige endringer i bane og mål, er derfor noe som på et tidspunkt ville kunne bli en virkelighet.

Luftforsvaret forventes å forbli en sentral spydspiss i det høyteknologiske Forsvaret i overskuelig fremtid. Teknologitvutviklingen vil bidra til at Luftforsvaret og F-35 gradvis vil kunne samordne sin aktivitet med et økt antall sensorer hos de andre forsvarsgrenene og allierte. Det vil øke kvaliteten på den overordnede situasjonsforståelsen i Forsvaret, og den operative evnen til Luftforsvaret. Samtidig vil Forsvaret og NATO gradvis måtte forberede seg på fremtidige konflikter uten teknologisk

---

<sup>9</sup> SCADA er en forkortelse for *supervisory control and data acquisition*. Begrepet brukes blant annet om de IKT-systemene som styrer, kontrollerer og overvåker fysiske industrielle prosesser. Et cyberangrep mot disse systemene kan derfor få fysiske følger.

---

---

dominans. Det forblir derfor essensielt at Luftforsvaret evner å ta i bruk ny teknologi på et tidlig stadium, slik at potensialet som ligger her utnyttes til det fulle.

Den pågående teknologiske utviklingen vil gi Luftforsvaret inkrementelle forbedringer på allerede eksisterende plattformer og systemer, samtidig bør man være forberedt på at teknologier som f.eks. AI, autonomi, sensorer for overvåking, hypersoniske missiler og høyenergivåpen vil kunne få disruptive konsekvenser for Luftforsvaret i løpet av de neste 10-40 år. Luftforsvaret må være bevisst på at slike disruptive teknologier svært raskt vil kunne tvinge frem større endringer i hva slags teknologi som blir aktuell å benytte, eller å beskytte seg mot. Ved innføring av disruptiv teknologi vil det ikke stå noen klar til å ta det i bruk, i form av brukere eller støttepersonell. Ny teknologi fordrer derfor nytenkning rundt hvordan operasjoner skal gjennomføres, samt hvordan teknologien skal fungere sammen med allerede eksisterende plattformer, for at potensialet skal bli utnyttet maksimalt.

---

---

## 4 Mulige konsekvenser for Luftforsvaret

Det fremtidige operasjonsmiljøet og virkeligheten Luftforsvaret vil jobbe innenfor, kommer i økende grad til å avgjøres av de teknologiske mulighetene og truslene som vokser frem. Nøyaktig hvordan fremtidig krigføring og morgendagens luftoperasjoner vil bli seende ut er forbundet med usikkerhet. Samtidig er det allerede nå mulig å identifisere noen ulike problemstillinger hvor den globale utviklingen og teknologi vil komme til å få direkte konsekvenser for Luftforsvarets operasjoner og virke i fremtiden. Med bakgrunn i gjennomgangen i kapittel 2 og 3 så tar dette kapitlet for seg noen utvalgte problemstillinger. Dette er ikke en uttømmende liste av mulige konsekvenser for Luftforsvaret, men en kort gjennomgang som setter fokus på noen av de områdene som forventes å øke i viktighet i løpet av de kommende 10–40 år.

### 4.1 Globale omveltninger

For Luftforsvaret, og det øvrige Forsvaret, så vil de langsiktige globale utviklingstrekkene være avgjørende både for hvilke operasjoner man trekkes inn i, og den fremtidige sammensetningen og størrelsen på forsvarsstrukturen. Dette er trekk som vil få betydning for hvordan ny teknologi vil bli tatt i bruk av Luftforsvaret på lang sikt. Ved en eventuell økonomisk resesjon vil tilgangen på teknologi, nye plattformer eller f.eks. reservedeler kunne bli redusert. For Luftforsvaret kan det med en slik situasjon bli utfordrende å opprettholde høy beredskap, og slitasje på eget mannskap bør forventes. Konsekvensene vil i verste fall kunne lede til redusert operativ ytelse.

Trendene som peker i retning av økt konkurranse mellom stormakter og maktposisjonering vil for Luftforsvaret kunne innebære at man fremover vil måtte belage seg på hyppigere forsøk på krenkelser av eget luftrom gjennomført av andre stater. Evnen til å møte slike utfordringer, samt til å vurdere hvorvidt hendelser utgjør en reel trussel vil bli viktig. Ved en eventuell svekkelse av NATO-alliansen vil Luftforsvarets rolle kunne bli enda viktigere for opprettholdelsen av nasjonale sikkerhetsinteresser. Kravet til hurtig beredskap, rask deteksjon og motmidler som kan møte nye trusler er momenter som vil bli enda viktigere i en slik *alternativ verden*<sup>10</sup>.

Fremtidige potensielle motstandere vil slik de globale trendene utvikler seg kunne ende opp med å være statlige aktører som har tilgang på de samme kapasitetene som oss, og i noen tilfeller utstyr og kapasiteter som har evnen til å utkonkurrere våre egne styrker<sup>11</sup>. At Norge alene, og kanskje til og med i en allianseramme, blir underlegen eller likeverdig en potensiell motstander betyr at utfallet av en operasjon i større grad vil avhenge av overlegne taktikker, doktriner og strategier. Teknologier som AI og VR kan f.eks. støtte her ved at man utvider evnen til å trene og øving, slik at man er bedre forberedt på denne typen scenarioer. Fokus på kapabiliteter og utstyr som øker Luftforsvarets situasjonsforståelse, presisjon og hurtighet vil bli enda viktigere dersom fremtidige motstandere er stater som satser tungt på å utnytte mulighetene som eksisterer i ny og fremvoksende teknologi. At mulige globale utviklingstrekk kan føre til fremvekst av nye allianserammer, eller en endring av trusselbilde, vil bety at Luftforsvaret i fremtiden må kunne evne å tilpasse seg en ny hverdag. Dette vil blant annet innebære behov for utvikling av nye taktikker, utvidet mulighet til interoperabilitet med

---

<sup>10</sup> Med *alternativ verden* refereres det til Beadle et. al (2019) sine fem scenarioer som beskrives i rapportens kapittel 3.1

<sup>11</sup> Konsekvensene av dette utforskes ytterligere i rapportens kapittel 4.6

---

---

nye partnere og at kapabiliteter utvikles med øye for *hvem* som eventuelt involveres i en fremtidig konflikt og *hvordan* en konflikt kan tenkes å utspille seg.

Samlet kan det virke som at den globale utviklingen vil innebære at Luftforsvaret må belage seg på en fremtid preget av økt usikkerhet, hurtige endringer og nye utfordringer. Noen av disse utfordringene og endringene adresseres i **kapittel 4.2 til 4.8** under.

## **4.2 Fellesoperasjoner og alliert samarbeid**

I løpet av de neste ti år forventes det at Luftforsvarets aktivitet i stor grad vil handle om å oppnå effektiv utnyttelse av plattformene F-35 og P-8. I 2030 bør det derfor regnes med at begge disse plattformene har vært innfaset og fullt operativ i flere år. Luftforsvaret vil på dette tidspunktet ha utdannet flere piloter, spesialister og offiserer med spisskompetanse på disse plattformene og vil svært sannsynlig ha opparbeidet seg verdifull erfaring fra skarpe oppdrag, samt fra øvelser og trening med egne og allierte styrker. Erfaringene man har høstet i 2030 vil bidra til at Luftforsvaret og Forsvaret vil kunne være i stand til å løse et bredere spekter av oppgaver enn i dag.

Innen 2030 forventes det at fellesoperasjoner og koordinert bruk av kapasiteter på tvers av forsvarsgrenene har blitt standarden for hvordan krig utkjemper. Teknologi vil på dette tidspunktet muliggjøre bedre kommunikasjon mellom ulike systemer og forsvarsgrener slik at felles ildledning og samarbeid kan skje raskere. I en eventuell konflikt med en statlig aktør må Luftforsvaret derfor være forberedt på å møte en motstander som fleksibelt utnytter sine kapasiteter og evner på tvers av ulike grener og domener, og raskt kan koordinere og skalere operasjoner. Dette vil være en trussel som kun kan møtes med lignende midler. Fellesoperativ utnyttelse av Forsvarets samlede kapasiteter vil være et naturlig motsvar. Luftforsvaret og F-35 forventes å spille en sentral rolle i dette arbeidet, også i tiden etter 2030. Blant annet vil sensordata og overvåkingmulighetene som ligger i F-35 og P-8, i tillegg til offensive midler, være sentralt i fremtidige fellesoperasjoner.

På lengre sikt, altså i et 20–40 års perspektiv, så forventes det at ny teknologi vil gi fremvekst av nye kapabiliteter som vil øke tempo i operasjoner. Behovet for koordinert informasjonsutveksling på tvers av egne og allierte styrker vil øke i takt med den forventede teknologiske utviklingen. Dette vil utvide behovet for bedre og raskere kommando og kontroll. Fokus på fellesoperasjoner, økt samhandling, samt evnen til å navigere og operere på tvers av krigføringsdomener vil derfor kunne bli et suksesskriterium i en eventuell fremtidig konflikt.

Til tross for at teknologiutviklingen og innfasingen av F-35 utvider de mulige operasjonene Luftforsvaret selv kan gjennomføre, så forventes det at man i stor grad vil fortsette å være avhengig av allierte for å kunne gjennomføre større operasjoner. Dette innebærer at fremtidige utenlandsoppdrag, eller nasjonale operasjoner av høyintensiv art, må forventes å bli løst i samarbeid med allierte. Dette vil være tilfelle i et 10-års perspektiv, men også på lengre sikt. Hvordan en allianseramme vil bli seende ut vil blant annet avhenge av hvordan de globale trendene utvikles.

Løpende avhengighet av allierte, samt et nasjonalt fokus på fellesoperasjoner, gjør at evnen til interoperabilitet forblir svært viktig fremover. Å kunne koordinere og samkjøre bruk av egne og andres kapasiteter er således en viktig teknologisk dimensjon det bør tas høyde for ved eventuelle

---

---

fremtidige endringer i forsvarsstrukturen. Det er ingen garanti for at samme standard knyttet til ny teknologi blir brukt på tvers av allierte. Videre vil bruk og kjennskap til nye teknologier være under oppbygging i flere år etter at de har blitt introdusert i egen eller alliertes strukturer. Dette vil innebære at allierte operasjoner i en periode vil kunne bli hemmet på grunn av manglende evne til samordnet bruk av nye kapasiteter. Det kan også oppstå tilfeller av uenighet om hvordan ny teknologi skal brukes, for eksempel ved at allierte har ulike syn på de etiske spillereglene knyttet til bruk av AI og autonomi. Det vil derfor eksistere en risiko for at teoretisk mulig kampkraft ikke oppnås umiddelbart i fremtiden, til tross for den teknologiske utviklingen.

Blant allierte vil det kunne oppstå teknologiske skjevheter i forsvarsstrukturene. Evnen til å samarbeide med allierte som benytter både mer eller mindre avanserte teknologier vil derfor kunne bli svært viktig for å unngå flaskehals og forvirring. Denne muligheten er essensiell for å kunne forbli en slagkraftig og relevant partner i fremtidige allierte operasjoner. Utfordringen vil trolig reduseres gradvis ved at flere allierte innfører ny og mer avansert teknologi, og at man opparbeider seg erfaring med bruk og samarbeid gjennom alliert øving og skarpe operasjoner.

### **4.3 Autonom utnyttelse og dronekonsepter**

Autonomi og AI er to av de viktigste teknologiske trendene som vil få en direkte påvirkning på Luftforsvaret og deres operasjoner i fremtiden. Teknologiene er allerede aktuelle i dag, det forventes derimot at deres fulle disruptive og konvergerende potensial ikke vil materialiseres før tidligst i løpet av de kommende 10–30 år (Andås, 2020). Konsekvensene disse teknologiene vil få for Luftforsvaret og fremtidig krigføring generelt vil være store og strekker seg forbi en tidshorisont på 20–40 år.

Utviklingen innen autonomi og UAV-systemer<sup>12</sup> skjer raskt og nye løsninger med lengre rekkevidde, bedre autonomi, nye former for våpen, ISR-muligheter og hurtighet kommer stadig ut på markedet. Mange av disse systemene er ment som støtte til bakkeenheter. Teknologiutviklingen vil medføre at det på et tidspunkt vil eksistere et økt antall flyvende systemer med svært avanserte ISR-sensorer og andre typer nyttelast som kan operere lavt i luftrommet. Det forventes at denne formen for droner vil bli tatt i bruk av både statlige og ikke-statlige aktører i eventuelle fremtidige konflikter.

Samtidig forventes det at større autonome systemer og droner, som i dag krever et betydelig støtteapparat og mye bakkepersonell, på grunn av teknologiutviklingen vil bli lettere å operere i fremtiden. Disse systemene er i dag krevende å operere, mye på grunn av plattformenes manglende evner til å analysere den store mengden data som hentes inn. Utviklingen innen automatisert analyse og AI forventes derimot på sikt å redusere behovet for bakkepersonell for styring av disse plattformene (US Department of Defense, 2012). Den teknologiske utviklingen vil kunne redusere kompleksiteten i planlegging og gjennomføring av operasjoner som innebærer bruk av denne typen systemer (De Spiegeleire et. al, 2017). Teknologisk vil autonomi og AI i løpet av de neste 10–40 år kunne bli en erstatter for dagens kampfly som er avhengig av piloter (Harper, 2019). Dette vil muliggjøre at oppdrag kan løses med høyere risikovillighet og med mindre hensyn til menneskelige behov. Hvorvidt man velger å ta i bruk disse løsningene vil derimot avhenge av en rekke faktorer.

---

<sup>12</sup> UAV står for *unmanned aerial vehicle* og er forkortelsen som ofte brukes på flyvende droner.

---

Før fremveksten av eventuelle helautonome kampfly slår inn for fullt så vil teknologien på et tidligere tidspunkt muliggjøre større grad av samarbeid mellom bemannede og ubemannede fly. Det bør derfor forventes at mindre droner direkte vil kunne støtte bemannede fly f.eks. med innhenting av informasjon, etterforsyning av drivstoff, våpeneffekter eller andre funksjoner (US Air Force, 2014). Utgangspunktet for dette er i stor grad den teknologiske utviklingen og satsingen som gjøres innenfor autonomi og AI. Bruken av droner i samarbeid med bemannede fly forventes å utvide den operative ytelsen til disse plattformene allerede løpet av de kommende 10 år.

Tilstedeværelsen av autonome systemer og droner vil i høy grad kunne endre og påvirke hvordan fremtidens slagmark blir seende ut. Når AI på et tidspunkt kan koordinere store svermer av droner så vil disse kunne ta ut tungt beskyttede mål, uten at det involveres risiko for tap av egne liv. Dronesvermer kan f.eks. bli sluppet ut av bemannede fly, som del av missiler, direkte av bakkeenheter eller til sjøs. Videre vil bakkeenheter kunne bli støttet av både flyvende og landbaserte autonome systemer. De kan engasjere mål og eventuelt bistå med etterforsyninger, drivstoffanking, evakuering, reparasjoner og liknende. Slik kan rekkevidden på F-35 og andre større plattformer økes.

Samlet innebærer denne utviklingen et behov for etableringen av et konsept som tar høyde for disse nye kapasitetene sitt mulige bruksområde. For Luftforsvaret vil utviklingen kunne innebære en forventning om å etablere egne autonome kapabiliteter. Fremveksten av slike kapabiliteter kan også gjøre det nødvendig for Luftforsvaret å utvikle og innarbeide nye tiltak mot trusselen fra mindre autonome systemer. Modningen av disse teknologiene medfører at det vil vokse frem et behov for endringer i eksisterende doktriner og strategier, at det utføres en oppgaveavklaring og at konsepter for baseforsvar moderniseres.

#### **4.4 Bortfall av sikre bakre områder og fremtidens baseforsvar**

Nye teknologiske trusler som ballistiske og hypersoniske missiler vil gi et økende antall aktører mulighet til å engasjere mål på lengre avstander med kortere varslings tid. Utviklingen forventes å få disruptive effekter i løpet av de kommende 10-15 år. Denne type missiler vil kunne bevege seg med svært høye hastigheter og presisjon utover hva man har sett tidligere. Samtidig vil bruk av dronesvermer og autonome plattformer kunne føre til at baser kan angripes med høyere intensitet enn tidligere. For eksempel kan det tenkes at AI på et tidspunkt kan komme til å koordinere svermer bestående av tusenvis av droner samtidig, parallelt med at 3D-printing kan produsere tusenvis av nye droner daglig. Dette muliggjør angrep i svært stor skala (Beckley, 2019). Samtidig vil nye våpeneffekter som laser eller EMP montert på f.eks. bakkeenheter, flyvende droner eller mikrosatelitter kunne skape nye utfordringer og føre til at angrep kan komme fra nye områder. Summen av dette innebærer at evnen til effektivt baseforsvar vil bli utfordret på grunn av den teknologiske utviklingen og fremveksten av nye våpeneffekter. Evnen til å sikre eller skjule skjermingsverdige objekter og områder vil også kunne bli påvirket ved at ny teknologi utvider trusselaktørens evner til teknisk etterretningsinnhenting og overvåking.

Utviklingen vil utfordre Forsvarets mulighet til å opprettholde sikre bakre områder. Dette er de fysiske områdene i en operasjon som er ment å understøtte den operative aktiviteten og bidra til å skape og opprettholde handlefrihet for egne styrker og beskyttelse av viktige ressurser. Å opprettholde sikkerhet i de bakre områdene og forhindre en motstander i å angripe her vil være svært viktig dersom

---

---

momentum i en operasjon skal opprettholdes. Teknologit utviklingen vil derimot kunne innebære et behov for en ny tilnærming til disse bakre områdene og derav gjennomføring av baseforsvar.

Teknologit utviklingen vil på et tidspunkt tvinge frem endringer i oppbygging og forsvar av baser og objekter. Teknologien vil som nevnt gi nye trusler, men også nye muligheter, f.eks. vil IoT eller nye og mer avanserte sensorer kunne ha positive effekter på evnen til baseforsvar og luftromsovervåking. For å øke varslings tiden for innkommende angrep eller forsøk på etterretningsinnhentning kan det bli aktuelt å utvide det fysiske område rundt baser og objekter. Utvidet avstand til basene vil muliggjøre utplassering av ytterligere sensorer som kan øke deteksjonsevnen. Videre kan kombinasjonen av satellitter og andre former for sensorer bli et viktig bidrag. Det kan bli nødvendig med utvidet luftvern eller nye våpensystem som kan beskytte mot raskere/smartere missiler, dronesvermer eller andre former for innkommende angrep. Ved at teknologifremveksten utvider den potensielle rekkevidde til en motstander, så vil vår egne behov for områdenektelse øke. Disse nye formene for trusler vil føre til behov for nytenking rundt baseoppbygging og logistikknettverk. I den sammenheng vil spredning, beskyttelsestiltak og evnen til å skjule ens kapasiteter kunne bli et viktig konsept i fremtidens baseforsvar og defensive operasjoner.

#### **4.5 Situasjonsforståelse og OODA-loopen**

At teknologi bidrar til å øke kompleksiteten og tempoet i operasjoner vil for militære beslutningstakere bety at situasjonsforståelse samt et fungerende, effektivt kommando og kontrollsystem, vil bli avgjørende for å komme seirende ut av fremtidens krig. Dette er allerede tilfelle i dag, men i løpet av de kommende 10–40 år forventes det at dette vil bli enda tydeligere. Når en motstander evner å bevege seg på tvers av domener og benytte maktmidler som treffer både sivile og militære sektorer og mål, blir det utfordrende å forstå hva som skjer og vite hvordan en skal respondere. Usikkerheten som oppstår vil kunne bli utnyttet og en motstander kan komme langt på å skape forvirring og handlingslammelse hos målet sitt. Når man først forstår hva som skjer vil det kanskje allerede være for sent.

I løpet av få år vil tilgangen på sensorinformasjon, data og etterretning øke markant for Luftforsvaret med innfasingen av de nye plattformene F-35 og P-8. For at Luftforsvaret og Forsvaret skal kunne utnytte dette så vil bearbeiding og analyse av denne informasjonen bli svært viktig. Mulighetene som finnes i ny informasjonsteknologi vil allerede i dag kunne bistå med dette. Evnen til automatisert flerkildeanalyse ved hjelp av stordata og AI kan i løpet av de kommende 10 år ha positive effekter på den operative ytelsen til Luftforsvaret. Teknologien vil drastisk kunne redusere tiden det tar å analysere komplekse situasjoner, og gjør at tilgangen på flere sensorer kan bli bedre utnyttet. For Luftforsvaret vil dette kunne resultere i nye og økte evner til å oppnå bedre situasjonsbevissthet enn man har i dag. Økt evne til analyse av store mengder data vil være et verdifullt tillegg i fellesoperasjoner og vil gjøre det lettere for Luftforsvaret å støtte annen pågående aktivitet. Effekten og behovet for teknologi som muliggjør økt situasjonsforståelse forventes å øke ytterligere i de kommende 10–40 år.

Når Luftforsvaret kan etablere en situasjonsforståelse raskt og med høy troverdighet, så vil det bli et økende behov for at beslutninger kan tas i samme tempo. At analyse distribueres og fordeles til personell med riktig beslutningsmyndighet er derav viktig. Avhengigheten til det digitale rom og det

---

---

elektromagnetiske spekter forventes derfor å øke. Samtidig vil den teknologiske utviklingen føre til at cyberangrep og elektronisk krigføring har potensiale til å forstyrre og påvirke disse domene slik at kommunikasjon mellom sensor, effektor og beslutningstaker til tider kan bli tilnærmet umulig. Avhengigheten til robust kommunikasjon og sikre IKT-løsninger vil derfor forbli svært viktig parallelt med den langsiktige teknologiutviklingen og ved eventuell innføring av nye disruptive kapabiliteter.

Utviklingen vil kunne tvinge frem behov for at tiden de ulike stegende i OODA-loopen tar må reduseres ytterligere. Teknologi som muliggjør bedre situasjonsforståelse kan hjelpe mye, samtidig bør det planlegges ut fra at avgjørelser i løpet av de kommende 10–40 år må tas nærmere målet med bakgrunn i piloten eller operatørens situasjonsforståelse, kombinert med mulighetene ny teknologi gir.

#### **4.6 Teknologiu utvikling og behovet for fleksibilitet**

Fremtidige luftoperasjoner vil måtte ta i betraktning at motstandere på et tidspunkt kan ha tilgang på den samme kampkraften og teknologien som en selv har. Den vestlige teknologiske dominansen man i lang tid har opplevd vil derfor på et tidspunkt ikke lenger nødvendigvis være en selvfølge. Videre vil potensielle motstandere i fremtiden kunne besitte teknologi og kapabiliteter som gir et betydelig overtak mot norsk forsvarsevne. I et økende antall tilfeller vil slike motstandere kunne ha tilgang på mer avanserte og langtrekkende kapasiteter enn hva Luftforsvaret selv har. I løpet av de kommende 10–40 år kan det derfor ikke utelukkes at Luftforsvaret vil måtte engasjere mål i luften som er raskere, har lengre rekkevidde, eller som besitter ukjente sensorer og kapabiliteter. Denne gradvise teknologiske utjevningen, kombinert med en sikkerhetspolitisk hverdag preget av hybrid krigføring og økt risiko for stat-til-stat-konflikt, vil kunne tvinge frem endringer i hvordan Luftforsvaret planlegger og gjennomfører operasjoner. Utviklingen vil kreve en fleksibel tilnærming til hvordan oppdrag må løses og doktriner eller taktikker utvikles. Luftforsvaret må kunne tilpasse seg ulike trusler og være i stand til å kombinere kapasiteter og maktmidler på en dimensjonerende måte.

Et mål med å innføre ny teknologi er at det skal bidra til å øke den operative evnen til Forsvaret. Implisitt i dette ligger det at ny teknologi må kunne bidra til økt effektivisering og være en styrkemultiplikator og ikke oppleves som en brems. Nye teknologiske løsninger bør derfor være med på å gjøre hverdagen til Luftforsvarets personell lettere og mer smidig. Den teknologiske utviklingen vil på et tidspunkt kunne bidra til at tidkrevende manuelle oppgaver i større grad kan løses ved hjelp av ny teknologi som f.eks. AI, autonomi, nye sensorer, våpensystem eller additiv tilvirkning. Teknologiene vil således ha mulighet til å frigjøre personell fra høy kognitiv og fysisk belastning. Innføring av ny teknologi kan dermed sette eget personell i enda bedre stand til å utføre sine funksjoner.

Teknologiu utviklingen vil i løpet av de kommende 10–40 år påvirke personellsituasjonen i Luftforsvaret. Innføring av ny teknologi på allerede eksisterende plattformer og bruk av helt nye teknologier har dette til felles: de vil føre til et behov for endringer, rekruttering og omprioritering av eget personell. Det bør forventes at mer spisset og teknologitung kompetanse vil kreves for å oppnå ønsket effekt av nye sensorer og teknologi. De ferdighetene fremtidige spesialister og piloter har vil måtte endre seg i takt med teknologiutviklingen. Utdanningsløpet dette personellet i dag gjennomgår må derfor tilpasses en ny hverdag parallelt med utviklingen. Det kan derfor være aktuelt at



---

---

morgendagens offiserer tilegner seg ferdigheter innenfor eksempelvis teknologiledelse, og at de opparbeider seg en teknologisk grunnkompetanse ut over hva dagens utdanningsmodell tilbyr. Utdanningsløpet til Luftforsvarets fremtidige spesialister og offiserer bør videre ta høyde for at utskifting eller oppgraderinger av eksisterende plattformer kan skje hyppigere enn i dag. Fleksibilitet og evnen til omskolering vil derfor kunne bli viktigere på sikt. Målet bør være at personellet man har utvikler ferdighetene sine parallelt med endringer i teknologi og utvikling i trusselsituasjonen.

#### **4.7 Nye disruptive kapabiliteter**

Innføring av ny teknologi forbindes ofte med små forbedringer eller justering av allerede eksisterende plattformer og løsninger. Ny teknologi kan eksempelvis tillate at tunge prosesser blir mer smidig, at informasjon og plattformer kan samarbeide mer sømløst, eller at eldre plattformer og våpenmateriell byttes ut med nye mer moderne løsninger. En slik utvikling forventes fortsatt å være viktig og i løpet av de kommende år vil Luftforsvaret i aller høyeste grad kunne komme til å introdusere teknologi som utvider deler av deres operative evner. Områder hvor man i dag ser gap mellom behov og faktiske evner kan derfor i løpet av en 10 års periode forventes å være noe endret. Eksempelvis vil logistikkstøtten til F-35 i løpet av denne perioden kunne være betydelig utvidet sammenlignet med dagens situasjon (Luftforsvaret, 2018). Inkrementelle forbedringer i støttesystemer kan derfor gi positive effekter på operasjonstempoet til Luftforsvaret.

Samtidig bør det i løpet av de kommende 10–40 år forventes, og planlegges ut i fra, at flere av teknologiene diskutert i kapittel 3.2 vil ha nådd en modenhet som gjør at de vil kunne bli benyttet i moderne krigføring. De potensielle effektene disse teknologiene kan komme til å få vil ha disruptive konsekvenser for Luftforsvaret og Forsvaret som helhet. Dette vil være noe annet enn inkrementelle forbedringer og vil innebære en fremvekst av kapabiliteter som kan endre eller påvirke større og mindre deler av hvordan Luftforsvaret gjennomfører operasjoner i fremtiden.

Den teknologiske utviklingen vil i løpet av 10–40 år lede til en mer kompleks situasjon hva gjelder krigføring. Antall domener og kapasiteter som blir benyttet kan ha endret seg og være utvidet sammenlignet med dagens situasjon. Luftrommet må forventes å bli delt med en rekke nye, flyvende helautonome systemer. Disse kan inneholde våpen som kan angripe med både sprengladning, energi og innenfor flere områder av det elektromagnetiske spekter samtidig. Parallelt må det tas høyde for at angrep og krigføring på et tidspunkt kan forekomme i verdensrommet. Hypersoniske missiler kan treffe målet sitt i løpet av minutter, og kan utgjøre en eksistensiell trussel. Luftforsvarets evne til rettidig varsling og effektiv utnyttelse av ISR forblir viktig. Ny teknologi vil kunne bidra til mer effektive logistikkoperasjoner og gi økt operativ evne, for eksempel ved etterforsyning av drivstoff eller 3D-printing av reservedeler. Hensynet til drift og vedlikehold kan også være en grunn til å bytte ut gammel teknologi, fordi det vil være kostnadskrevende å drifte utdaterte systemer. Luftforsvaret bør allerede i dag begynne å utforske nåværende og fremtidige teknologiske muligheter. Slik teknologi kan være personellbesparende i fredsdrift. I strid kan de bidra til mer redundante løsninger.

Både kampkraft og reaksjonsevne er avhengig av Luftforsvarets evne til å ta i bruk ny teknologi raskt. En organisasjon som hurtig er i stand til å fase inn slik teknologi står bedre rustet til å kunne skalere opp evnen til innsats til rett tid. Samtidig er det en kjensgjerning at ting tar tid. Dette gjelder spesielt i forbindelse med innføring av ny teknologi og kapasiteter i Forsvaret. I noen tilfeller skyldes dette at

---

---

teknologien er umoden og ikke klar nok til å tas i bruk. I andre tilfeller vil det kunne være på grunn av organisatoriske, juridiske, økonomiske eller interne forhold som bremser eller fullt opp stopper innfasing. Resultatet kan føre til frustrasjon over manglende tilførsel av teknologiske nyvinninger som er nødvendig for å løse oppdrag og håndtere nye trusler. Langsomme prosesser kan også være en bidragsyter til å redusere den samlede kampkraften til Forsvaret. Det er derfor viktig at organisasjonen sørger for at ny teknologi treffer sluttbrukeren mens den fortsatt er relevant og ikke bremses opp på grunn av beslutningsvegving eller tungroddede anskaffelsesløp. Å ha et bevisst forhold til tiden det tar for at ny teknologi komme på plass og resultere i økt operativ effekt er en av nøklene til fremtidig suksess.

Videre er det risiko for at når ny teknologi innføres, og på lengre sikt står klar til bruk, så er systemene den nye plattformen må samhandle med ikke teknologisk klar til dette. Den operative effekten til ny teknologi kan i slike tilfeller utebli på grunn av flaskehals og avhengigheter som forhindrer interoperabilitet og samhandling. Videre kan dette resultere i uforutsette sårbarheter og sikkerhetsutfordringer. I en fremtid hvor Luftforsvaret i større grad vil være avhengig av teknologisk avanserte plattformer og systemer, vil det ikke være bærekraftig med store teknologiske ujevnheter. Luftforsvaret bør derfor sørge for at enkeltdeleer ikke blir hengende etter, mens resten av ens kapasiteter støttes av teknologi som er flere generasjoner i forkant. Dette gjelder også personellens ferdigheter og evner knyttet til å ta i bruk ny teknologi.

Samtidig som den langsiktige utviklingen vil tvinge frem endringer i Luftforsvarets sammensetting og struktur bør det også forventes at mye av dagens systemer og plattformer vil forbli aktuelle i lang tid fremover. Enkelte av Luftforsvarets systemer vil derimot ha behov for hel eller delvis utskifting i løpet av en 10–40 års periode for å beholde sin operative effekt i moderne krigføring<sup>13</sup>. Å balansere den operative effekten av inkrementelle oppgraderinger av eksisterende kapasiteter opp mot en eventuell innføring av nye disruptive kapabiliteter og teknologier, er noe som bør gjøres fortløpende og på et tidlig tidspunkt.

For Luftforsvaret vil det kunne være hensiktsmessig med trinnvis innføring av ny teknologi. Dette vil innebære at det parallelt med langsiktig investering i nye, potensielt disruptive teknologier, gjøres fortløpende oppgraderinger av eksisterende plattformer og teknologi som allerede er i bruk. Luftforsvaret bør aktivt søke teknologi som gjør det mulig med sammensmeltning av forskjellige løsninger og som skaper konvergens. En slik tilnærming vil sørge for at langsiktige investeringer og nye teknologiske gjennombrudd kan brukes sammen med allerede eksisterende infrastruktur.

I tilnærmingen til teknologiske nyvinninger bør Luftforsvaret derfor forsøke å ha to tanker i hodet samtidig: (i) det må aktivt letes etter og investeres i teknologi som på lang sikt kan gi nye, disruptive eller økte effekter, og (ii) det må skje en trinnvis utvikling av eksisterende plattformer og kapasiteter, slik at ny teknologi innføres tidlig og gjør konvergens mulig. For å kunne oppnå dette bør Luftforsvaret være proaktivt, villig til å ta risiko og jobbe aktivt for å påvirke kulturen knyttet teknologi, personell og organisasjon. Dette vil være viktige momenter uavhengig av om perspektivet er 10, 20, 30 eller 40 år frem i tid.

---

<sup>13</sup> Se rapportens tabell 2.1 på side 13.

---

---

## 4.8 Teknologi, personell og organisasjon

Luftforsvaret og Forsvaret som helhet er i hurtig endring. Dette kommer både som følge av det nye trusselbildet og eksterne omveltninger, men også som følge av den teknologiske utviklingen og den planlagte innfasingen av en rekke nye plattformer. Måten krig vil utkjempe på i et 10-40 års perspektiv må derfor forventes å være annerledes enn hva som er tilfelle i dag. For Luftforsvaret vil dette tvinge frem behov for forandringer knyttet til ens kapabiliteter og konsepter. Det må forventes at teknologi vil få en sentral rolle i disse omveltningene. Teknologi bør i en slik hverdag være en drivende faktor i Luftforsvarets langsiktige, strategiske innretning. Dette vil innebære at teknologien, i større grad enn tidligere, vil måtte sette premissene for utvikling og innretning av eget personell og organisasjon.

Teknologi vil gradvis endre Luftforsvaret sitt behov for spesifikk kunnskap og ferdigheter. Å kunne bruke nye teknologiske løsninger hurtig for å løse morgendagens oppdrag vil bli enda viktigere fremover. Personell vil kunne frigjøres fra enkelte oppgaver, samtidig forventes det at behovet for personell vil øke i takt med en eventuell plattformutvidelse og tilførsel av nye kapabiliteter. Luftforsvarets fremtidige personell må derfor evne å ta i bruk ny og variert teknologi med bakgrunn i den løpende utviklingen og de konkrete oppdragene som skal løses. Raskere omstilling og tilegning av nye ferdigheter må forventes. Den generelle teknologikompetansen til Luftforsvarets personell vil måtte økes og det vil kunne bli nødvendig å rekruttere mer personell med spesialisert kunnskap. Med bakgrunn i dette bør teknologiutvikling være en del av personellens opplæring og karriereplan.

Luftforsvarets organisasjon og hierarki må ikke bli en brems, men heller en akselerator for å utnytte ny teknologi. Dette vil innebære at ny teknologi og fremtidige konsepter i mindre grad tilpasser seg organisasjonens nåværende oppbygging. Luftforsvaret må søke bevisst fleksibilitet, slik at man mer effektivt kan tilpasse seg den stadige endrende hverdagen som ny teknologi vil bringe med seg. Offiserer med et bevisst forhold til teknologiledelse og den forespeilede utviklingen vil kunne bidra til å muliggjøre dette. Organisatoriske og personellmessige barrierer som hindrer utnyttelse av nye løsninger må derfor søkes redusert.

---

---

## 5 Konklusjon

Hvilke teknologier Luftforsvaret satser på og anskaffer i tiden frem mot 2030 er i stor grad allerede avgjort. De valgene som tas i dag vil derfor i større grad kunne komme til å påvirke strukturen på lengre sikt. Luftforsvarets strategiske innretning og tilnærming til langsiktig teknologiutvikling blir viktig for deres fremtidige operative ytelse og relevans.

Luftforsvaret, i likhet med det øvrige Forsvaret, må være forberedt på at det som i dag oppfattes som urokkelige sannheter på et tidspunkt kan være passé. Å tenke nytt rundt luftmaktens oppgaver, muligheter og begrensinger bør således ønskes velkommen. Å etablere en kultur som tillater nytenking og lange perspektiv rundt fremtidig teknologi vil bidra til å muliggjør dette. Slik kan Luftforsvaret følge med på utviklingen og forbli en moderne, slagkraftig og relevant forsvarsgren også på lang sikt.

Videre er det en kjensgjerning at usikkerheten er stor når det gjelder hvilke langsiktige globale eller teknologiske trender som vil ende opp med å dominere. Det er likevel avgjørende for Luftforsvaret å være bevisst på at endringer på et tidspunkt vil inntreffe. Luftforsvaret kan derimot ikke risikere å bli handlingslammet som følge av usikkerhet. Trender må følges, utviklingen må forstås og viljen til å omfavne det nye prioriteres. Samtidig må Luftforsvaret ivareta det som fortsatt fungerer. Dette er momenter som Luftforsvaret bør ta med seg inn i fremtiden.

---

---

## Referanser

- Andås, Harald (2020). *Emerging technological trends for defence and security*. FFI-Rapport: 20/01050 Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.
- Amerson, Kimberly & Meredith, Spencer B. (2019). *The future operating environment 2050: Chaos, complexity and competition*. Small Wars Journal.
- Astorino-Courtois, Allison (2019). *The character of global competition and conflict 2019-2029*. NSI Virtual Think Tank (ViTTa).
- Beadle, Alexander (2016). *Å forske på Forsvaret i fremtiden – muligheter, begrensinger og kognitive fallgruver*. FFI-rapport 16/01810. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.
- Beckley, Michael (2019). *In future wars, the U.S military will have nowhere to hide*. Foreign Policy.
- Beadle, Alexander, Diesen, Sverre, Nyhamar, Tore & Bostad, Eline Knarrum (2019). *Globale trender mot 2040 – et oppdatert fremtidsbilde*. FFI-rapport 19/00045. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.
- Bower, Joseph & Christensen, Clayton (1995). *Disruptive technologies; catching the wave*. Harvard Business Review, January-February 1995.
- Cearley, David, Burke, Brian & Searle, Samantha (2018). *Top 10 strategic technology trends for 2018*. Gartner.
- Chief of Force Development (2015). *The Future Security Environment 2013-2014*. Canadian Minister of National Defence.
- DASA (2018). *Future technology trends in security*. Defense and security accelerator UK.
- De Spiegeleire, Stephan, Maas, Matthijs & Sweijjs, Tim (2017). *Artificial intelligence and the future of defense: Strategic implications for small-and-medium-sized force providers*. The Hauge Centre for Strategic Studies (HCSS).
- Dießen, Sverre (2018). *Lavintensitet hybridangrep på Norge i en Fremtidig konflikt*. FFI-rapport 18/00080. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.
- Economist (2019). *Xi Jinping wants China's armed forces to be "world-class" by 2050*. The Economist. WEB: <https://www.economist.com/china/2019/06/27/xi-jinping-wants-chinas-armed-forces-to-be-world-class-by-2050>
- Etterretningstjenesten (2019). *Fokus – årlig ugradert trusselvurdering 2019*. Etterretningstjenesten.
- FFI (2017). *Demonstrerte fremtidens baseforsvar* WEB: <https://www.ffi.no/aktuelt/nyheter/demonstrerte-Fremtidens-baseforsvar>

- 
- FFI (2019). *Forsvarsteknologiske trender – en overordnet analyse av teknologiens betydning for et effektivt og relevant forsvar*. FFI-rapport 19/02072 Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.
- FFOD (2019). *Forsvarets fellesoperative doktrine*. Forsvarets Høgskole (FHS)/Stabsskolen (FHS/STS).
- Flathagen, Joakim, Norberg, Christian Duun, Nordmoen, Jørgen, Nonsvik, Guri & Nilssen, Jan Rune (2016). *Additiv produksjon av prototyper og reservedeler i felt – forsøk under Cold response 2016*. FFI-rapport 16/01008. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.
- Forsvaret (2019). *Et styrket forsvar – forsvarssjefens fagmilitære råd 2019*. Forsvaret.
- Forsvarsdepartementet (2015). *Ekspertgruppen for forsvar av Norge: Et felles løft*. Forsvarsdepartementet.
- Forsvarsdepartementet (2020). *Prop 62.S Vilje til beredskap – evne til forsvar. Langtidsplan for Forsvaret*. Forsvarsdepartementet.
- Harper, Jon (2019). *What to expect from sixth-gen aircraft*. National Defense. Retrieved from <http://www.nationaldefencemagazine.org/articles/2019/9/16/what-to-expect-from-sixth-gen-aircraft>
- Kania, Elsa B. (2017). *Battlefield singularity: Artificial intelligence, military revolution and China's future military power*. Center for a New American Security (CNAS).
- NATO (2017). *Tech Trend report*. NATO Science and Technology organization.
- NATO (2020). *Science and technology trends 2020-2040. Exploring the S&T edge*. NATO Science and Technology organization.
- O'hanlon, Michael (2019). *Forecasting change in military technology 2020-2040*. Brookings Institution Press.
- PST (2019). *Årlig åpne trusselvurdering 2019*. Politiets sikkerhetstjeneste.
- Luftforsvaret (2018). *Mot en 5. generasjons luftforsvar som kan utnytte potensialet i nye 5. generasjons kampfly*. Luftforsvaret.
- Skjelland, Espen, Olsen, Karl Erik, Mørkved, Torgeir, Beadle, Alexander, Hennem, Alf Christian, Sendstad, Cecilie, Voldhaug, Jan Erik, Åtland, Kristian, Guttlevik, Mona Sagsveen, Køber, Petter Kristian, Glærum, Sigurd, Kvalvik, Sverre & Endregaard, Monica (2019). *Hvordan styrke forsvar av Norge? Et innspill til ny langtidsplan (2021-2024)*. FFI-rapport 19/00328. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.
- Strand, Martin (2018). *Moderne kryptografi – konsepter og muligheter*. FFI-rapport 18/02419. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.

- 
- 
- Størdal, John-Mikal (2019). *Vi må utvikle kultur og kompetanse for et høyteknologisk forsvar*. WEB: <https://www.ffi.no/aktuelt/kronikker/vi-ma-utvikle-kultur-og-kompetanse-for-et-hoyteknologisk-forsvar>
- Larsen, Thea (2020). *Hypersoniske missiler – hype eller trussel?* NECESSE Vol 5. Issue 1 2020. The Norwegian Defence University College.
- UNDA (2019). *Hypersonic weapons. A challenge and opportunity for strategic arms control*. United Nations Office for Disarmament Affairs.
- US Air Force (2014). *United States Air Force RPA Vector. Vision and enabling concepts 2013-2038*. US Air Force.
- US Air Force (2015). *Air Force future operating concept – A view of the Air Force in 2035*. US Air Force.
- US Department of Defense (2012). *The Role of Autonomy in DoD Systems*. Department of defense US.
- US Department of Defense (2019). *Annual report to the Congress – Military and security development involving the people’s republic of China*. Department of Defense US.
- Westerlund, Fredrik, Oxenstierna, Susanne, Persson, Gudrun, Kjellen, Jonas, Norberg, Johan, Hedenskog, Jakob, Malmjöf, Tomas, Goliath, Martin, Engvall, Johan & Dahlqvist, Nils (2019) *Russian military capability in a ten-year perspective 2019*. FOI-rapport 19/4758 Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI).
- Work, Robert O. & Grant, Greg (2019). *Beating the Americans at their own game – an offset strategy with Chinese characteristics*. Center for a new American security (CNAS).

## About FFI

The Norwegian Defence Research Establishment (FFI) was founded 11th of April 1946. It is organised as an administrative agency subordinate to the Ministry of Defence.

### FFI's MISSION

FFI is the prime institution responsible for defence related research in Norway. Its principal mission is to carry out research and development to meet the requirements of the Armed Forces. FFI has the role of chief adviser to the political and military leadership. In particular, the institute shall focus on aspects of the development in science and technology that can influence our security policy or defence planning.

### FFI's VISION

FFI turns knowledge and ideas into an efficient defence.

### FFI's CHARACTERISTICS

Creative, daring, broad-minded and responsible.

## Om FFI

Forsvarets forskningsinstitutt ble etablert 11. april 1946. Instituttet er organisert som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter underlagt Forsvarsdepartementet.

### FFIs FORMÅL

Forsvarets forskningsinstitutt er Forsvarets sentrale forskningsinstitusjon og har som formål å drive forskning og utvikling for Forsvarets behov. Videre er FFI rådgiver overfor Forsvarets strategiske ledelse. Spesielt skal instituttet følge opp trekk ved vitenskapelig og militærteknisk utvikling som kan påvirke forutsetningene for sikkerhetspolitikken eller forsvarsplanleggingen.

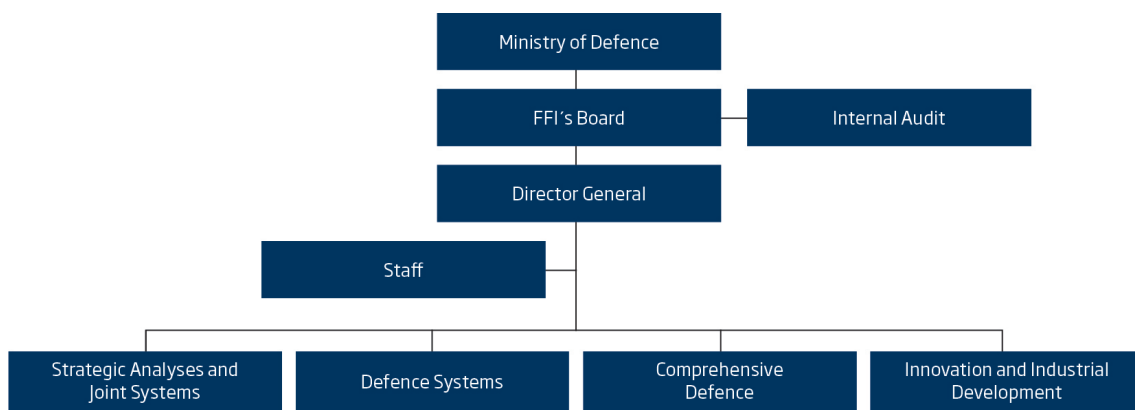
### FFIs VISJON

FFI gjør kunnskap og ideer til et effektivt forsvar.

### FFIs VERDIER

Skapende, drivende, vidsynt og ansvarlig.

## FFI's organisation





**Forsvarets forskningsinstitutt**  
Postboks 25  
2027 Kjeller

Besøksadresse:  
Instituttveien 20  
2007 Kjeller

Telefon: 63 80 70 00  
Telefaks: 63 80 71 15  
Epost: [ffi@ffi.no](mailto:ffi@ffi.no)

**Norwegian Defence Research Establishment (FFI)**  
P.O. Box 25  
NO-2027 Kjeller

Office address:  
Instituttveien 20  
N-2007 Kjeller

Telephone: +47 63 80 70 00  
Telefax: +47 63 80 71 15  
Email: [ffi@ffi.no](mailto:ffi@ffi.no)