



FFI-RAPPORT

20/03037

Automatisering i fremtidens arbeidsliv — hva sier forskningen?

Maria Fleischer Fauske

Automatisering i fremtidens arbeidsliv – hva sier forskningen?

Maria Fleischer Fauske

Emneord

Personell
Kompetanse
Automatisering
Teknologi

FFI-rapport

20/03037

Prosjektnummer

1466

Elektronisk ISBN

978-82-464-3311-0

Engelsk tittel

Future automation – a literature review

Godkjennerne

Sverre Kvalvik, *forskningsleder*
Espen Berg-Knutsen, *forskningssjef*

Dokumentet er elektronisk godkjent og har derfor ikke håndskreven signatur.

Opphavsrett

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

Sammendrag

Det sies at vi for tiden er inne i «den fjerde industrielle revolusjon», der teknologiutviklingen går svært raskt og har stor påvirkning på arbeidslivet vårt. Utviklingen innenfor digitalisering, kunstig intelligens, robotikk og tilgrensende teknologiske systemer fører til en automatisering av menneskelige arbeidsoppgaver. Dette vil også påvirke Forsvaret.

I denne rapporten kartlegger vi hva forskningen forteller oss om automatiseringens fremtidige effekter på arbeidsoppgaver og krav til kompetanse i arbeidslivet. Eksisterende forskning er nesten utelukkende gjort på det sivile, så vi studerer dette og trekker lærdommer og konsekvenser for Forsvaret ut fra det.

Vi vet at teknologiutviklingen fremover vil gå fort. Forskningen sier at vi antagelig også kan si følgende om fremtiden:

- Arbeidsoppgaver vil endres, forsvinne og komme til, antagelig raskere og mer uforutsigbart enn vi er vant til. Det er lite trolig at totalt antall jobber vil minke, men personell må omstille seg og oppdatere sin kompetanse underveis i karrieren.
- Kreativitet, fleksibilitet, selvstendighet, omsorg, samarbeidsevne og andre «typiske menneskelige» egenskaper vil bli viktige.
- Det blir kamp om kompetansen, særlig noen typer kritisk kompetanse. Personer med høy utdannelse og evne til å oppdatere sin kompetanse vil være ettertraktet. For virksomheter vil det være viktig å kartlegge og planlegge kompetansebehov systematisk.
- Det vil bli mer åpenhet mellom organisasjoner og virksomheter når det gjelder utvikling og utnyttelse av både teknologi og kompetanse. Nye typer samarbeid vil oppstå.
- Organisasjoner må omstille seg for å håndtere endringene som kommer. Blant annet må de bli mer fleksible. Dette vil kreve en annen kompetansesammensetning enn organisasjonene har i dag.

Vi mener det er behov for mer kunnskap om konsekvensene av denne utviklingen for Forsvaret. Virksomheter og organisasjoner kan raskt bli akterutseilt hvis de ikke tar utviklingen innover seg. Forsvarssektoren produserer mye kompetanse internt, og kompetansen tar tid å utvikle. Derfor er det kanskje spesielt viktig at denne sektoren forstår den nye utviklingen raskt nok til å rekke å handle.

Summary

Today, technology is evolving fast. Some call it "the fourth industrial revolution". Development within digitization, artificial intelligence, robotics, and similar technologies leads to automation of human tasks. This will also affect the Norwegian Armed Forces.

In this report, we investigate what the literature says about automation and its effect on future working life and employment. Our main findings are as follows:

- Work tasks will change or disappear, and new ones will arise, faster and more unpredictably than today. The total number of jobs will probably not decrease, but people will have to adapt, and update their skills during their careers.
- Creativity, flexibility, independence, care, and other «typical human» skills will be important.
- There will be a «fight for talents» due to a future lack of highly educated people. Organizations must be aware of their need for certain people and skills, through foresight and thorough planning.
- There will be more openness and collaboration between different organizations, institutions, and even individuals.
- Organizations will have to be flexible and able to adapt rapidly to the coming changes.

We need more knowledge about the consequences of this development for the Norwegian Armed Forces. The literature is clear about the need for organizations to start thinking about how they will adapt to a digital and automated future. This is equally important for the Armed Forces, which is a unique organization with a particularly important task.

Innhold

Sammendrag	3
Summary	4
Forord	6
1 Innledning	7
1.1 Bakgrunn og hensikt	7
1.2 Begrepsavklaringer	8
1.3 Metode	9
1.4 Tidsperspektiv	9
2 Resultater fra litteraturstudien	10
2.1 Hva slags type arbeidsoppgaver kan maskiner gjøre for oss?	12
2.2 Hvilke arbeidsoppgaver vil forsvinne i fremtiden, og hva slags kompetanse vil bli viktig?	15
2.3 Hvordan skal organisasjoner håndtere endringene som kommer som følge av teknologiutviklingen i arbeidslivet?	35
2.4 Hva betyr alt dette for Forsvaret?	41
3 Videre arbeid	46
Referanser	48

Forord

I arbeidet vi beskriver i denne rapporten har vi fått god hjelp av flere andre FFI-prosjekter. Takk til prosjekt 1505 «Autonomi» for hjelp med begreper og definisjoner knyttet til AI og automatisering. Takk til prosjekt 1537 «Kunstig intelligens og stordata for automatisering og effektivisering av datautnyttelse» for orientering om AI-strategier i ulike land. Ikke minst takk til prosjekt 1465 «Kostnadseffektivitet i forsvarssektoren» for et utmerket samarbeid om litteratursøkene som denne rapporten bygger på.

Kjeller, 7. desember 2020

Maria Fleischer Fauske

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og hensikt

Det sies at vi for tiden er inne i «den fjerde industrielle revolusjon», der teknologiutviklingen går svært raskt og har stor påvirkning på arbeidslivet vårt. Utviklingen innenfor digitalisering, kunstig intelligens, robotikk og tilgrensende teknologiske systemer påvirker også Forsvaret. Virksomheter og organisasjoner kan raskt bli akterutseilt hvis de ikke tar utviklingen innover seg. I forsvarssektoren produseres mye kompetanse internt og tar tid å utvikle. Derfor er det kanskje spesielt viktig at man innenfor denne sektoren forstår den nye utviklingen raskt nok til å rekke å handle.

På oppdrag fra Forsvarsdepartementet er FFI-prosjekt 1466 «Tverrfaglig forskning på personell, kompetanse og økonomi i forsvarssektoren» i ferd med å gjennomføre en studie der vi skal undersøke hvordan teknologiutviklingen kan påvirke Forsvarets fremtidige behov for kompetanse. Spesielt vil vi se på hvilke stillinger og arbeidsoppgaver i Forsvaret som vil påvirkes av automatisering og i lys av dette identifisere hvilken kompetanse som vil bli viktig i fremtiden.

I denne rapporten beskriver vi den innledende litteraturstudien for analysen. Gjennom litteraturstudien undersøker vi hva forskningen forteller oss om automatiseringens fremtidige effekter på arbeidsoppgaver og krav til kompetanse i arbeidslivet. Vi gjør en omfattende kartlegging av forskningen på feltet. Det er spesielt to grunner til at vi gjør dette: For det første er det ytterst viktig at vårt forskningsmiljø innenfor personell og kompetanse har inngående kunnskap om dette temaet. Denne kunnskapen er en forutsetning for at vi skal kunne gjøre gode analyser innenfor personellforskning og om fremtidig kompetansebehov i Forsvaret. For det andre må vi bygge et kunnskapsgrunnlag som bidrar til at Forsvaret bedre kan ta innover seg utviklingen og endringen som er i ferd med å skje.

Målet vårt i denne rapporten er å beskrive hva slags svar litteraturen gir på en rekke spørsmål som er viktige i denne sammenhengen. Spørsmålene vi ønsker å finne svar på er:

1. Hva slags type arbeidsoppgaver kan maskiner gjøre for oss?
2. Hvilke arbeidsoppgaver vil forsvinne i fremtiden, og hva slags kompetanse vil bli viktig?
3. Hvordan skal organisasjoner håndtere endringene som kommer som følge av teknologiutviklingen i arbeidslivet?
4. Hva betyr alt dette for Forsvaret?

Vi har lett etter svar på disse spørsmålene i forskning, rapporter og utredninger samt i det tenkere og ulike fagpersoner skriver på internett. I et felt hvor utviklingen går utrolig fort, vil den aller ferskeste kunnskapen ikke nødvendigvis være å finne i fagfellelvurderte tidsskriftartikler som det

har tatt ett eller to år å publisere. Derfor har vi gått bredt ut i vår studie og også lest for eksempel blogger og andre typer nettbaserte publikasjoner.

Eksisterende forskning innenfor dette feltet er nesten utelukkende gjort på det sivile. For spørsmål 1 til 3 omtaler vi generell forskning, mens vi for spørsmål 4 ser på litteratur som omtaler militære organisasjoner spesielt, samt at vi vurderer konsekvenser for Forsvaret ut fra forskningen på det sivile.

Det er verdt å merke seg at denne studien avgrenser seg til å etablere et kunnskapsgrunnlag, et fundament for å forstå endringene forsvarssektoren står overfor. Vi vil ikke i denne omgang peke på konkrete tiltak når det gjelder personellpolitikk. Dette vil kreve videre studier.

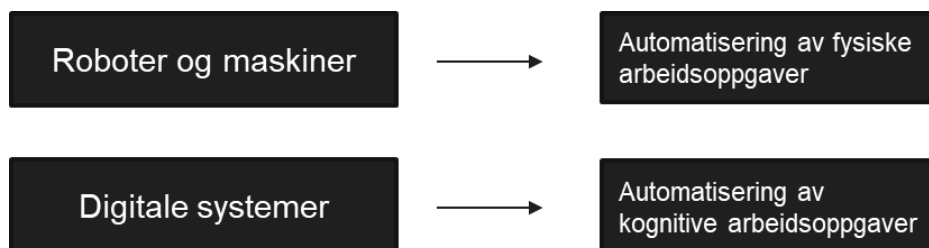
1.2 Begrepsavklaringer

Når vi snakker om teknologiutvikling i denne rapporten, tenker vi på teknologiutvikling som bidrar til automatisering av menneskelige arbeidsoppgaver i en eller annen grad.

Det finnes mange ulike begreper knyttet til de områdene hvor vi ser stor teknologisk utvikling i 2020: kunstig intelligens, automatisering, digitalisering, autonomi, sensorteknologi, robotikk, maskinlæring og stordata, for å nevne noen. I forskningen på hvordan maskiner kan ta over arbeidsoppgaver for oss mennesker, er ordet automatisering svært mye brukt som samlebegrep for det teknologien kan gjøre for oss.

Vi oppsummerer automatiseringskonseptet kort og enkelt i figur 1.1. Roboter og maskiner automatiserer fysiske arbeidsoppgaver, og digitale systemer (digitalisering) automatiserer kognitive arbeidsoppgaver. Disse konseptene henger mer sammen enn figuren viser. Roboter styres gjerne av digitale systemer, og digitale systemer vil som regel sitte i en datamaskin, som også er en maskin. Figuren er med andre ord en forenkling, med den hensikt å få frem forskjellen på fysiske og kognitive arbeidsoppgaver.

SINTEF bruker begrepene manuell automatisering og algoritmisk automatisering (Andersen, Kamsvåg og Torvatn, 2020) når de snakker om automatisering av henholdsvis fysiske og kognitive arbeidsoppgaver. I denne rapporten bruker vi for det meste fellesbetegnelsen automatisering, som dekker både fysisk/manuell og kognitiv/algoritmisk automatisering. Vi bruker også ordet maskin for både fysiske maskiner / roboter og for datamaskiner.



Figur 1.1 Roboter, maskiner og digitale systemer i datamaskiner automatiserer henholdsvis fysiske og kognitive arbeidsoppgaver.

1.3 Metode

Selve søkeprosessen i litteraturstudien vår har vi dokumentert i et eget FFI-notat¹. Søkene gjorde vi i samarbeid med et annet FFI-prosjekt², som det også fremkommer av notatet.

Vi gjennomførte søkene ved hjelp av en systematisk og etterprøvbar metode. Siden teknologiutviklingen går så fort, og det er den nyeste forskningen som er mest relevant for oss, begrenset vi søket i tid til perioden fra 2016 til i dag³. Som vi antok, fant vi imidlertid gode beskrivelser av forskningsutviklingen lenger bakover i tid, i disse nyeste publikasjonene. Vi mener derfor vi dekker det viktigste i litteraturen fra årene før 2016, selv om vi begrenset søket tidsmessig på denne måten.

Søkene resulterte i 365 publikasjoner som var relevante for vår litteraturstudie. Dette omfattet 117 rapporter og notater, 72 tidsskriftartikler, 9 konferanseartikler, 126 nettartikler/kronikker/blogginlegg, 17 bøker og 2 ukategoriserte publikasjoner. De 95 mest sentrale publikasjonene er referert i denne rapporten. For mer detaljert informasjon om søkeresultatene viser vi til det nevnte notatet.

1.4 Tidsperspektiv

Begrepet «fremtiden» er diffust. Vi vet ikke akkurat hvor rask teknologiutviklingen vil være, eller hvor raskt effektene av den vil komme. I litteraturen finner vi både publikasjoner der «fremtiden» er et definert tidspunkt/tidsrom og der den ikke er det.

I en rapport fra PwC fra 2018 bruker de tre fremtidige waves for å beskrive hvor raskt de mener teknologiutviklingen vil skje (Hawksworth, Berriman og Goel, 2018). Den første bølgen mener de foregår tidlig i 2020-årene, og i denne perioden sier de det vil bli automatisering av enkle datamaskinbaserte oppgaver og analyse av strukturerte data. Den andre bølgen vil foregå på slutten av 2020-årene, og her mener de det vil komme mer robotikk og mer bruk av teknologi i

¹ FFI-notat 20/02845 «Litteratursøk som metode – erfaringer fra FFI-prosjektene 1465 og 1466» kan fås av forfatter på forespørsel.

² Prosjekt 1465 «Kostnadseffektivitet i forsvarssektoren».

³ Vi avsluttet den systematiske søkeprosessen i mai 2020.

beslutningstaking. Den tredje og siste bølgen mener de vil foregå frem til midten av 2030-årene. I denne bølgen tror de det vil komme automatisering av mer avansert fysisk arbeid og at teknologien vil brukes dynamisk i problemløsning og beslutningstaking.

Det teknologiske bildet PwC skisserer i den tredje bølgen, tilsvarer det bildet de fleste studier i dag bruker når de forsøker å si noe om automatisering i fremtidens arbeidsliv. Vi vet ikke om PwC vil få rett i sitt forslag til tidslinje, men som vi vil se videre i denne rapporten, er det flere andre studier som bruker 2030-årene som et måltidspunkt for analysene. Generelt ser vi at publikasjonene som handler om fremtiden ofte ser 10 til 20 år frem i tid. Dermed er det naturlig at også vi bruker et lignende tidsperspektiv i våre analyser – i denne rapporten og i videre arbeid.

Det er verdt å påpeke at vi er ute etter å studere hvordan verden kan se ut om 10 til 20 år, mens vi i mindre grad berører hvordan verden kommer seg dit.

Når vi ser så langt frem, preges både forskning og annen tenkning av usikkerhet. Det er vanskelig å gjette på hvordan fremtiden vil bli. I 1930⁴ var det nok ikke så mange buntmakere, cigaretrullere eller annenplasspiker som så for seg at man i fremtiden kunne jobbe som programmerer eller droneflyver. I dag har vi kanskje lært oss at «hva som helst kan skje», men det gjør det ikke nødvendigvis lett å vite hva det blir likevel.

2 Resultater fra litteraturstudien

Forfatter, tenker og foredragsholder Gerd Leonard sier:

«I expect that by 2030, most of the current technological limitations will be left behind and we will quickly be propelled towards a future where technology is almost infinitely capable. Right now, deep learning and neural networking is where most of this rapid ‘machine thinking’ – progress is happening – and we ain’t seen nothing yet.» (Leonhard, 2020)

Gerd Leonhard representerer ytterste optimistiske fløy blant de som mener noe om fremtidens arbeidsmarked. Han har stor tro på hva teknologi kan utrette og på at teknologien vil skape flere arbeidsplasser, ikke færre. Meningene om dette blant fagfolkene er selvsagt mer nyanserte. Samtidig har det bare de siste få årene vært en endring i holdningen til teknologiutviklingens konsekvenser for oss mennesker i retning av det optimistiske. Vi skal ikke langt tilbake for å finne betydelig mer frykt for at roboter og kunstig intelligens ville ta over for menneskene og at det til slutt ikke ville være jobber igjen til oss. Mange hevder at en studie fra 2013 av Frey og Osborne (Frey og Osborne, 2013) bidro sterkt til denne frykten. I den studien kom de frem til at nesten halvparten av jobbene i USA kunne bli borte i fremtiden som følge av automatisering. Studien

⁴ Se Folketellingen i Norge 1. desember 1930: Alfabetisk oversikt over almindelige livsstillinger.
https://www.nb.no/items/URN:NBN:no-nb_digibok_2014092208073?page=1

har imidlertid blitt møtt med mye kritikk, og etter 2013 har det kommet nye studier som gir et annet bilde. Vi vil komme nærmere inn på slike prediksjonsstudier i kapittel 2.2.

Vi finner flere publikasjoner i litteraturen som tar for seg historiske holdninger til teknologiutviklingen. Et eksempel som er mye sitert, er artikkelen «*Why are there still so many jobs? The History and Future of Workplace Automation*» (Autor, 2015). Autor er en av verdens fremste forskere på teknologi og arbeidsmarked. Han viser hvordan menneskene alltid har vært redde for teknologiens konsekvenser og bruker eksempler på dette fra langt tilbake. Han minner oss om at de dystre spådommene gjennom historien nesten aldri har slått til. Om automatisering generelt sier han:

«Automation does indeed substitute for labor—as it is typically intended to do. However, automation also complements labor, raises output in ways that lead to higher demand for labor, and interacts with adjustments in labor supply.»

En annen publikasjon fra anerkjente forskere er boka «*The Second Machine Age*» av McAfee og Brynjolfsson (McAfee og Brynjolfsson, 2014). Disse er enige med Autor i at maskiner vil ta over mange arbeidsoppgaver for menneskene, men at nye jobber også vil oppstå.

Nyere publikasjoner som beskriver veien fra frykt til mer optimisme er Arntz, Gregory og Zierahn (2016), Gregory, Salomons og Zierahn (2016), Markussen (2016), Manyika, Chui mfl. (2017), Wajcman (2017), Hawksworth, Berriman og Goel (2018), Acemoglu og Restrepo (2019), Balsmeier og Woerter (2019), Tytler mfl. (2019), Øye (2019) og Andersen, Kamsvåg og Torvatn (2020).

De siste årene kan vi med andre ord si at tankene om fremtiden er blitt mer nyansert, og at «*the discourse appears to be arriving at a more balanced story that suggests that while the robots are coming they will bring neither an apocalypse nor utopia, but instead both benefits and stress alike.*» (Muro, Maxim og Whiton, 2019).

I kapittel 2.2 skal vi gå mer i detalj på hvilke forventninger fagfolkene i dag har til fremtidens arbeidsoppgaver og jobber.

Den nyeste litteraturen innenfor teknologi og arbeidslivsforskning er opptatt av at bedrifter og organisasjoner allerede er bakpå med tanke på å håndtere ny teknologi og den kompetanseutviklingen og kompetanseinnhenting som vil være nødvendig fremover. I en undersøkelse gjort av McKinsey i 2018 blant over 3000 bedriftsledere, svarte mange at de ikke får tak i den kompetansen de trenger innenfor teknologi (Bughin mfl., 2018). Under forutsetningen om at teknologien allerede er på vei, er det på tide å lage planer og strategier for hvordan dette skal håndteres og implementeres i organisasjonen. Dette vil vi se nærmere på i kapittel 2.3.

Forsvar er et område hvor teknologiutviklingen kan få stor betydning, men hvor det finnes noen ekstra utfordringer, for eksempel knyttet til sikkerhet og etikk. Forskning på teknologiens påvirkning på arbeidsmarkedet er som nevnt stort sett gjort på det sivile, men mye av det generelle

i denne forskningen vil selvsagt også gjelde innenfor det militære domenet. I kapittel 2.4 sammenfatter vi hva funnene fra litteraturstudien vår betyr for Forsvaret.

Med dette som bakteppe skal vi gå nærmere inn på hva slags svar vi finner i litteraturen knyttet til de fire spørsmålene vi skisserte i kapittel 1.1.

2.1 Hva slags type arbeidsoppgaver kan maskiner gjøre for oss?

Den teknologiske utviklingen går i dag raskt. I en artikkel sier McKinsey at «*compared with the Industrial Revolution, we estimate that this change is happening ten times faster and at 300 times the scale, or roughly 3,000 times the impact*» (Dobbs, Manyika og Woetzel, 2015). I 2003 hevdet Autor, Levy og Murnane at det kun ville være rutinebaserte oppgaver – det vil si oppgaver som alltid gjøres på samme måte – som ville kunne automatiseres (Autor, Levy og Murnane, 2003), og i 2004 skrev de eksplisitt at bilkjøring aldri ville kunne automatiseres (Levy og Murnane, 2004). Kun seks år senere annonserte Google sin første fullt ut autonome Toyota Prius (Brynjolfsson og McAfee, 2011). Dette sier ikke bare noe om hvor fort teknologiutviklingen går, men det sier også noe om hvor vanskelig det er å spå hva som vil skje, selv på kort sikt.

I dette kapittelet beskriver vi hva slags arbeidsoppgaver man i dag tror at maskiner vil kunne gjøre for oss mennesker. Vi tenker da på det man tror vil være *teknologisk* mulig. I virkeligheten kan det finnes både økonomiske, etiske og praktiske begrensninger knyttet til automatisering av arbeidsoppgaver, men disse går vi ikke inn på her.

I artikkelen fra 2003 kategoriserte Autor mfl. arbeidsoppgaver langs to akser som fremdeles gir mening og er mye omtalt og brukt i litteraturen, se for eksempel Arntz, Gregory og Zierahn (2017), Bakhshi mfl. (2017), Borland og Coelli (2017a), David (2017), Healy, Nicholson og Parker (2017), van der Meulen og Pettey (2017), Van Roy, Vértesy og Vivarelli (2018), World Economic Forum (2018) og Perkins (2019): rutineoppgaver versus ikke-rutineoppgaver og manuelle versus kognitive oppgaver. Rutinebaserte oppgaver er oppgaver som alltid gjøres (omtrent) på samme måte og som følger et spesielt og forutsigbart mønster, mens ikke-rutinebaserte oppgaver i større grad gjennomføres på ulik måte fra gang til gang og med en større grad av uforutsigbarhet. Manuelle oppgaver krever i hovedsak fysisk innsats, mens kognitive oppgaver i hovedsak ikke krever det.

Kategoriseringen til Autor mfl. tydeliggjorde at en jobb i bunn og grunn er en samling av arbeidsoppgaver. Dette høres selvsagt ut, men denne tankegangen gjorde det lettere å forske på teknologiens påvirkning på arbeidsmarkedet (Muro, Maxim og Whiton, 2019). Som SINTEF sier, er arbeid et komplekst fenomen der arbeidstagere kan ha mange ulike arbeidsoppgaver, også i løpet av én og samme dag (Andersen, Kamsvåg og Torvatn, 2020).

Tabell 2.1 viser eksempler på arbeid inndelt etter type oppgave som preger arbeidet. Innenfor alle disse yrkene/områdene vil det selvsagt være ulike typer arbeidsoppgaver, men tabellen gir likevel et inntrykk av hva slags oppgaver vi finner i de ulike kategoriene.

Tabell 2.1 Tabellen viser eksempler på kognitivt rutinearbeid, manuelt rutinearbeid, kognitivt ikke-rutinearbeid og manuelt ikke-rutinearbeid. Eksempelene er hentet fra Healy, Nicholson og Parker (2017), Hultin mfl. (2017), Nedelkoska og Quintini (2018), World Economic Forum (2018), Leonhard (2019) og Perkins (2019).

	Rutine	Ikke-rutine
Kognitivt	Oversetting, kundeservice, regnskap (enkelt), datainnsamling.	Jus, HR, medisin, utdanning, finans, programmering, regnskap (avansert).
Manuelt	Produksjonsarbeid, rengjøring, jordbruk.	Transport, helsearbeid, hjemmehjelp, matservering, sikkerhet/vaktarbeid, politi, håndverksarbeid.

Vi har lenge visst at maskiner kan utføre mange manuelle arbeidsoppgaver bedre enn oss mennesker. I dag klarer maskiner også å utføre flere og flere kognitive oppgaver bedre enn oss, som eksemplifisert av McKinsey (Manyika, Lund mfl., 2017):

In just the past year, a project by Google's DeepMind and the University of Oxford has applied deep learning to a huge data set of BBC programs to create a lip-reading system that is substantially more proficient than a professional human lip-reader. Researchers at Stanford University have developed a deep learning system that is able to diagnose pneumonia from chest x-rays better than expert radiologists working alone.

McKinsey sier imidlertid også at maskinene fremdeles ikke kan forstå kontekst, improvisere, bruke sunn fornuft eller forstå ironi. I 2017 påpekte også Healy, Nicholson og Parker (2017) at vi er langt fra å utvikle «an all purpose artificial intelligence». Men kanskje er vi noe nærmere dette i 2020 enn vi var i 2017? Lederen for den norske teknologifagforeningen Tekna påpekte i et frokostmøte i juni 2020 at nå er vi kommet dit at maskiner begynner å bli i stand til å gjøre vurderinger basert på skjønn,⁵ noe som bringer maskinene til et nytt «kognitivt nivå». Noen mener at generell kunstig intelligens⁶, eller til og med superintelligens⁷, helt sikkert vil komme (Dagens næringsliv, 2017; Tallaksrud, 2020), mens andre stiller seg mer tvilende til det (Christiansen, 2019; Thoresen, 2019; Fjelland, 2020; Øberg, 2020).

Rutineoppgaver er lettere å automatisere fordi de er forutsigbare. Som nevnt trodde man lenge at ikke-rutineoppgaver aldri ville la seg automatisere. Teknologier som gjør at mange ikke-rutineoppgaver likevel kan automatiseres, finner vi blant annet innenfor ingeniørkunst, statistikk, databehandling og store datasett, mønstergjenkjenning og datagjenkjenning samt sensorer og

⁵ Lenke til video av dette møtet: <https://www.civita.no/2020/06/09/hvordan-skal-norge-forholde-seg-til-kunstig-intelligens>

⁶ Generell kunstig intelligens er når maskinintelligens er lik menneskelig intelligens for alle mulige oppgaver.

⁷ Kunstig superintelligens er når maskinintelligens er bedre/høyere enn menneskelig intelligens for alle mulige oppgaver.

machine vision som brukes sammen til å lage avanserte systemer. Frey og Osborne eksemplifiserer hvorfor store datasett er nyttige:

The success of an algorithm for handwriting recognition is difficult to quantify without data to test on – in particular, determining whether an algorithm performs well for different styles of writing requires data containing a variety of such styles. That is, data is required to specify the many contingencies a technology must manage in order to form an adequate substitute for human labour. With data, objective and quantifiable measures of the success of an algorithm can be produced, which aid the continual improvement of its performance relative to humans. (Frey og Osborne, 2017).

Eksempler Frey og Osborne bruker på manuelle ikke-rutineoppgaver som kan automatiseres, er roboter som klatrer på og reparerer vindmøller, kirurgiske roboter som gjennomfører operasjoner og selvkjørende biler som ved hjelp av sensorer kan holde en oversikt over omgivelsene sine (Frey og Osborne, 2017). Det er sannsynlig at teknologien i det minste vil bli et hjelpemiddel for de fleste som jobber med ikke-rutineoppgaver (Autor, 2015; van der Meulen og Pettey, 2017; World Economic Forum, 2018).

Siden både rutineoppgaver og mange ikke-rutineoppgaver vil kunne automatiseres i fremtiden, mente Frey og Osborne at det var nødvendig med en annen definisjon av hvilke oppgaver som vanskelig vil la seg automatisere. De kalte slike oppgaver «flaskehals» for automatisering (Frey og Osborne, 2013, 2017). Disse flaskehalsene var oppgaver som krever 1) persepsjon og manipulasjon, 2) kreativ intelligens og 3) sosial intelligens.

Det er bare tre år siden Frey og Osborne sin siste publisasjon nevnt over kom ut, og vi vet nå at oppgaver i flaskehalskategoriene deres i større grad kan automatiseres enn det de trodde var mulig da, særlig gjelder det oppgaver som krever persepsjon og manipulasjon. Dette er for eksempel oppgaver der maskinene må gjenkjenne ukjente objekter i ukjente og ustrukturerte omgivelser og utføre en handling med disse objektene. Det å rydde et nytt og ukjent, rotete rom og legge alt på en fornuftig plass er et eksempel på noe som krever evne til persepsjon og manipulasjon.

Oppgaver som krever kreativ eller sosial intelligens er fremdeles vanskeligere å automatisere. I en studie gjennomført i 2016 trodde imidlertid 352 AI-eksperter at innen 10 til 15 år ville maskiner være i stand til å skrive skolestiler og lage «topp 40»-popsanger (Grace mfl., 2018). På nett i dag finnes en lang rekke popsanger laget ved hjelp av AI,⁸ men de befinner seg foreløpig ikke på noen toppliste.

Innenfor beslutningstaking har man også trodd at mennesker alltid vil ha et fortrinn. Ifølge SINTEF kan maskiner gi råd om beslutninger når algoritmene er i stand til å håndtere både identifikasjon og prediksjon (Andersen, Kamsvåg og Torvatn, 2020). Forfatterne påpeker at mennesker ikke er så gode til å ta beslutninger som vi tror, på grunn av en rekke mentale fallgruver

⁸ Et nettsøk med ordene «AI pop song» gir mange resultater.

vi ofte går i (se Kahneman (2011) og Beadle (2016) for mer om mentale fallgruver), og at maskinene er i ferd med å bli bedre enn mennesker til å ta noen typer beslutninger.

Både Autor mfl. og Frey og Osborne har viktige poenger: ikke-rutineoppgaver er vanskeligere å automatisere enn rutineoppgaver, men for å få et nøyaktig bilde av hvilke oppgaver som vil la seg automatisere må vi øke detaljeringsgraden og se på konkrete menneskelige evner og egenskaper som er nødvendige for de ulike oppgavene. I analyser av arbeidsoppgavers fremtidige automatiseringspotensial bruker mange forskere hierarkier der de først deler jobber/yrker inn i arbeidsoppgaver, før de finner hvilke evner som kreves for å gjennomføre arbeidsoppgavene. Et eksempel på dette er at en lærer må gjennomføre oppgaven «å snakke med elevene», som igjen innebærer at læreren må ha evnene «å forstå språk» og «å snakke». Vi kommer tilbake til detaljer knyttet til dette i neste kapittel. Der ser vi på studier som konkret prøver å predikere hvor mange arbeidsoppgaver som vil automatiseres i fremtiden og dermed hvordan jobber vil påvirkes av fremtidig automatisering.

2.2 Hvilke arbeidsoppgaver vil forsvinne i fremtiden, og hva slags kompetanse vil bli viktig?

Hensikten med dette kapittelet er for det første å lære om metoder og modeller som kan brukes til å predikere hvilke og/eller hvor mange arbeidsoppgaver som vil forsvinne i fremtiden som følge av automatisering. Vi må lære om dette fordi vi ønsker å gjøre slike analyser av Forsvaret i videre arbeid. Med et lite unntak som vi kommer tilbake til, har vi kun funnet slike analyser gjort på det sivile arbeidsmarkedet, men selve metodene er domeneuavhengige. For det andre er hensikten med kapittelet å få kunnskap om de faktiske resultatene eksisterende studier har kommet frem til.

For fremtidig sysselsetting er spørsmålet om hvilke oppgaver og jobber som vil oppstå, minst like viktig som spørsmålet om hvilke arbeidsoppgaver som vil forsvinne. Vi ser at forskningen i all hovedsak sier at teknologiutviklingen mest sannsynlig ikke vil føre til færre jobber (Autor, 2015; Gregory, Salomons og Zierahn, 2016; Borland og Coelli, 2017a; Healy, Nicholson og Parker, 2017; Bessen, 2018; Nedelkoska og Quintini, 2018; Van Roy, Vértessy og Vivarelli, 2018; Øye, 2019), men at arbeidstagere og organisasjoner vil bli nødt til å endre seg, ta i bruk nye teknologier og tilegne seg ny kompetanse. Noen prøver å spå om konkrete jobber som vil oppstå (Borland og Coelli, 2017a; van der Meulen og Pettey, 2017; Pring mfl., 2018; Wired Insider, 2018; Tytler mfl., 2019).

Det finnes forskere som ser mer teoretisk på effekter som fører til henholdsvis flere og færre jobber som følge av teknologiutvikling. Autor (2015) har en del diskusjoner rundt denne tematikken. Det samme har Barbieri mfl. (2019). Acemoglu og Restrepo gjør samfunnsøkonomiske analyser av dette, og kommer frem til flere effekter som påvirker om det blir flere eller færre jobber (Acemoglu og Restrepo, 2018a, 2018b, 2019, 2020a, 2020b). Det samme studerer Berg, Buffie og Zanna (2018). Balsmeier og Woerter ser på effekten av investeringer i digitale teknologier (Balsmeier og Woerter, 2019), og Bessen ser på hvilken betydning etterspørsel har for hvordan kunstig intelligens påvirker jobber (Bessen, 2018) og hvordan automatisering generelt påvirker jobber (Bessen, 2016).

2.2.1 Sammenhengen mellom oppgaver, evner og automatisering

Når forskere og økonomer skal studere hvordan teknologi påvirker arbeidsmarkedet, leter de etter konkrete sammenhenger som kan beskrive for eksempel hvilke jobber som minker og øker. Dette gjør de gjerne i håp om å kunne si noe om fremtidig utvikling. En teori som har vist seg å passe godt til empirien de siste tiårene frem til 2000-tallet, er såkalt *skill-biased technological change* (SBTC) (Adermon og Gustavsson, 2015; Gregory, Salomons og Zierahn, 2016; Johansson, 2018; Van Roy, Vértesy og Vivarelli, 2018; Graetz, 2020). Denne teorien sier at teknologiutvikling øker etterspørselen etter høyt kvalifiserte arbeidstagere, mens middels og lavt kvalifiserte arbeidstagere i større grad mister jobbene sine på grunn av teknologiutviklingen. Forklaringen på denne effekten er at høyt kvalifiserte arbeidstagere komplementeres av teknologien og blir mer produktive av å ta den i bruk, mens lavt kvalifiserte arbeidstagere i større grad erstattes av teknologien.

Mange studier har altså vist at SBTC passer godt med empirien frem til 2000-tallet (Berger og Frey, 2016; Johansson, 2018), men det varierer likevel med bransje, teknologi, typer jobber o.l. hvor godt den stemmer med endringer i arbeidsmarkedet. Det er særlig vist at det er innenfor informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) at SBTC har vært en god forklaringsmodell. Graetz gir en beskrivelse av dette (Graetz, 2020).

Det som imidlertid ble tydelig fra slutten av 1900-tallet og utover 2000-tallet, var at teknologiutviklingen ikke bare favoriserte høyt kvalifiserte arbeidstagere. Også lavt kvalifiserte arbeidstagere hadde en økning i antall jobber, mens de middels kvalifiserte derimot opplevde lavere etterspørsel og færre jobber. De med middels høy utdanning er arbeidstagere som i større grad utfører rutineoppgaver, enn det henholdsvis høyt og lavt kvalifisert personell gjør. Det at teknologiutviklingen favoriserer personer som utfører visse typer arbeidsoppgaver kalles *task-biased technological change* (TBTC). Uthulingen av middels kvalifisert personell kalles jobbpolarisering, og mange studier har vist at det var en slik jobbpolarisering i ulike deler av arbeidsmarkedet utover på 2000-tallet (Goos og Manning, 2007; Borland og Coelli, 2017a; David, 2017).

Mange mener at det i dag igjen er SBTC som er mest fremtredende og at det vil være slik fremover (Arntz, Gregory og Zierahn, 2017; Manyika, Lund mfl., 2017; Nedelkoska og Quintini, 2018; Berglund mfl., 2019). Øye viser at også i Norge avtok jobbpolariseringen utover på 2000-tallet, og for perioden 2009 til 2016 viser hun at ferdighetsbasert endring så ut til å dominere igjen (Øye, 2019). Det vil i praksis si at de egenskapene som kreves for å gjennomføre en arbeidsoppgave, også har betydning for om oppgaven kan automatiseres. Dette stemmer overens med Frey og Osborne (2013, 2017) sin tanke om ferdighetsmessige flaskehalser for automatisering.

I de studiene vi skal se på som prøver å predikere grad av automatisering i arbeidsmarkedet i fremtiden, varierer det om de bruker kvalifikasjoner (*skills*) eller oppgaver (*tasks*) for å predikere fremtidig automatiseringspotensial. Noen vektlegger hvordan etterspørsel etter ulike kvalifikasjoner vil minke og øke, mens andre vektlegger hvordan etterspørsel etter ulike arbeidsoppgaver vil minke og øke. Når vi i vårt videre arbeid skal studere teknologiutviklingens påvirkning på

kompetansebehov i Forsvaret, vil vi se til disse modellene. Både en kvalifikasjonsbasert modell og en oppgavebasert modell kan være relevant for våre videre studier.

Noe som også skiller studiene vi skal se på i neste delkapittel, er detaljeringsgraden i analysene. De tidligste studiene ser på automatisering av hele yrker, der de sier at yrker i fremtiden enten automatiseres i sin helhet eller ikke automatiseres i det hele tatt. Disse studiene er såkalt *occupation-based*, altså yrkesbasert. Frey og Osborne (2013) brukte denne metoden da de fant ut at nesten halvparten av dagens amerikanske jobber kan automatiseres vekk i fremtiden. Studien fikk mye kritikk fordi den var yrkesbasert (Arntz, Gregory og Zierahn, 2016; Bessen, 2016; Bye og Næsheim, 2016; Mann, 2016; Borland og Coelli, 2017b), og nyere studier bruker stort sett det som kalles *task-based*, altså oppgavebasert, analyse. I slike studier identifiserer de alle arbeidsoppgavene som utføres i hver enkelt jobb eller for hver enkelt arbeidstaker og eventuelt hvilke menneskelige egenskaper som trengs for å utføre disse oppgavene, og videre finner de sannsynligheten for at hver oppgave vil automatiseres. De bruker så dette til å si om jobbene i fremtiden vil automatiseres helt, delvis eller ikke i det hele tatt.

Hvorvidt det er mulig å gjøre en slik oppgavebasert analyse avhenger av tilgangen til data. Uten detaljert informasjon om arbeidsoppgaver i en jobb, må en kanskje si seg fornøyd med en analyse på yrkesnivå. Da er det viktig å være klar over styrker og svakheter ved yrkesbaserte analyser, derfor omtaler vi også studier av denne typen i neste delkapittel.

2.2.2 Oversikt over prediksjonsstudier

I dette delkapittelet vil vi gå gjennom en god del studier som forsøker å si noe konkret om hvilke, og hvor mange, jobber som helt eller delvis vil automatiseres bort i fremtiden. Vi går gjennom studiene i kronologisk rekkefølge, fra eldst til nyest. Vi indikerer årstallet for studiene i overskriftene.

Studiene vi omtaler er gjennomført av forskere fra flere steder i verden, og de ser på ulike land og arbeidsmarkeder, ved hjelp av forskjellige datasett. Slike studier blir aldri bedre enn dataene de tar utgangspunkt i, og selv om flere av studiene bruker omfattende og detaljerte datasett, er det viktig å huske at det alltid vil finnes begrensninger ved slike data som det er viktig å ha i mente (Barbieri mfl., 2019). Dette kan for eksempel handle om detaljeringsgrad eller om hvorvidt datasettet reflekterer endringer over tid eller kun er et øyeblikksbilde. Det kan også handle om usikkerhet knyttet til selvrapportering i data som er samlet inn ved hjelp av spørreundersøkelser.

2.2.2.1 *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation (2013 og 2017)*

Denne studien av Frey and Osborne kom først ut i en rapport i 2013 (Frey og Osborne, 2013), og videre publiserte forfatterne studien i en tidsskriftartikkel med samme navn i 2017 (Frey og Osborne, 2017). Vi omtaler disse to publikasjonene i ett her. Forfatterne kommer fra Universitetet i Oxford i England, men studien omhandler arbeidsmarkedet i USA.

Frey og Osborne bruker et datasett som kalles O*NET⁹ i sin analyse. Dette er data som utvikles og vedlikeholdes av *US Department of labor*. Det inneholder informasjon om rundt 1000 yrker i USA. Informasjonen omfatter blant annet hvilke aktiviteter og oppgaver yrkene inneholder, og hvilke egenskaper og kunnskaper som er nødvendige i disse yrkene. Det er et datasett som er mye brukt blant forskere og økonomer. I tillegg bruker Frey og Osborne datasettet SOC¹⁰, som blant annet inneholder informasjon om hvor mange som er ansatt i ulike typer yrker i USA.

Ved hjelp av eksperter går forfatterne først gjennom 70 yrker og bestemmer manuelt hvilke av dem som vil automatiseres i sin helhet. Yrker som krever egenskaper som er blant Frey og Osborne sine flaskehalser for automatisering (se kapittel 2.1) anser de som ikke automatiserbare.

Videre bruker de resultatene for de 70 yrkene som input til en modell for automatisk å sette en sannsynlighet for automatisering på 702 yrker. De kategoriserer yrkene i høy risiko for automatisering (70 prosent sjanse eller høyere), middels risiko for automatisering (30 til 70 prosent sjanse) og lav risiko for automatisering (mindre enn 30 prosent sjanse). De kommer da frem til at 47 prosent av yrkene har høy risiko for å automatiseres i sin helhet, 19 prosent har middels risiko og 33 prosent har lav risiko. Tidsperspektivet på dette er 10 til 20 år.

Når det gjelder hvilke typer yrker som vil automatiseres, sier Frey og Osborne at det særlig gjelder de fleste yrker innen transport og logistikk, mange yrker innenfor kontor og administrasjon og en god andel av yrkene innenfor servicenæringen.

2.2.2.2 *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis* (2016)

Denne studien av Arntz mfl. er dokumentert i en OECD-rapport fra 2016 (Arntz mfl., 2016), men forfatterne ga også ut en tidsskriftartikkel med oppdaterte resultater i 2017 (Arntz mfl., 2017). Her omtaler vi disse to publikasjonene under ett. Forfatterne tilhører akademia i Tyskland, men de studerer arbeidsmarkedet i 21 OECD-land, inkludert USA. Det kommer ikke klart frem hvilket tidsperspektiv forfatterne bruker i denne analysen, annet enn at den gjelder «fremtiden».

Utgangspunktet til forfatterne av denne studien er at metoder som er yrkesbasert, overestimerer hvor mange jobber som vil forsvinne i fremtiden som følge av automatisering. De mener det er nødvendig å se mer detaljert på individers arbeidsoppgaver siden de konkrete arbeidsoppgavene innenfor et yrke kan variere fra arbeidsplass til arbeidsplass og fra person til person. De mener også at det er viktig å vurdere hvordan jobber kan *endres* som følge av automatisering, ikke bare om de forsvinner helt.

⁹ URL til O*NET: <https://www.onetonline.org/>

¹⁰ Standard Occupational Classification (SOC) system. URL: <https://bls.gov/soc/>

Forfatterne av denne studien går med andre ord fra yrkesnivå til individnivå og ser på arbeidsoppgaver i spesifikke jobber. På denne måten kan de oppgi resultatene sine i andelen av de konkrete arbeidstagerne som har jobber med ulik risiko for å automatiseres. Datasettet de bruker i analysene kommer fra den såkalte PIAAC-databasen¹¹.

Forfatterne kommer frem til at det varierer mellom landene hvor stor andel av arbeidstagerne som har høy risiko for automatisering. I OECD-landene sett under ett, ligger andelen på rundt 9 prosent.

Når det gjelder typer jobber som er vanskeligere å automatisere, finner forfatterne at dette i stort gjelder jobber som krever høy utdanning eller som krever mye interaksjon mellom mennesker.

For å sammenligne resultatene med resultatene til Frey og Osborne, gjør forfatterne også en yrkesbasert analyse for USA. Når de gjør analysen på yrkesnivå, kommer de frem til at 38 prosent av yrkene i USA har høy risiko (over 70 prosent sjanse) for å automatiseres. Når de gjør analysene på individnivå, kommer de frem til at 9 prosent av arbeidstagerne i USA har høy risiko for å automatiseres. De mener derfor å vise at den yrkesbaserte metoden overestimerer graden av automatisering.

Forfatterne undersøker også hvordan automatisering vil fordele seg blant arbeidstagere basert på utdanningsnivået deres. De finner ut at over halvparten av de med kun barne- og ungdomsskole har høy risiko for automatisering og at andelen synker med utdanningsnivå. De finner ut at nesten ingen med mastergrad og PhD vil miste jobben som følge av automatisering. Dette mønsteret følger derfor SBTC-teorien som vi beskrev i kapittel 2.2.1.

2.2.2.3 Computer technology and probable job destructions in Japan: An evaluation (2017)

Denne studien er gjennomført av Benjamin David ved Universitetet i Paris Ouest, og den ble publisert i et tidsskrift i 2017 (David, 2017). Forfatteren studerer arbeidsmarkedet i Japan. Han bruker en metode som er svært lik den Frey og Osborne bruker. Datasettet i dette tilfellet er en database som kalles *Career matrix*. Denne databasen lages av *Japan Institute for Labour Policy and Training*, og den inneholder informasjon om 499 ulike yrker samt egenskaper som er nødvendige i disse yrkene.

David ser først manuelt på 69 yrker og bestemmer hvorvidt disse kan automatiseres. Også her er det Frey og Osborne sine flaskehalser for automatisering som avgjør om yrkene kan automatiseres eller ikke. Videre bruker David resultatene for de 69 yrkene til automatisk å sette sannsynligheten for automatisering på resten av jobbene i datasettet.

¹¹ PIAAC står for Programme for the International Assessment of Adult Competencies. Dataene samles inn ved hjelp av en omfattende spørreundersøkelse. Informasjon om PIAAC finnes her: <https://www.oecd.org/skills/piaac/>. Databasen inneholder blant annet informasjon om arbeidsoppgaver og ferdigheter blant voksne i OECD-land. På norsk sier vi Studie av voksnes ferdigheter. PIACC er omtalt på norsk her: <https://www.kompetansenorge.no/statistikk-og-analyse/statistikk-og-analyse-om-grunnleggende-ferdigheter/PIAAC/>.

David kommer frem til at 55 prosent av yrkene i Japan har høy risiko for automatisering (70 prosent sjanse eller høyere), 25 prosent har middels risiko (30 til 70 prosent sjanse) og 19 prosent har lav risiko (mindre enn 30 prosent sjanse). Tidsperspektivet på dette er «i løpet av de neste årene».

2.2.2.4 *A future that works: Automation, employment and productivity (2017)*

I 2017 ga selskapet McKinsey ut denne rapporten (Manyika, Chui mfl., 2017). Akkurat som Arntz mfl. bruker de en oppgavebasert metode. De analyserer 800 yrker i USA som til sammen omfatter mer enn 2000 arbeidsoppgaver med tilhørende krav til evner.¹² Eksempelvis sier de at en selger i en butikk har som oppgave å hilse på kundene, noe som blant annet krever evne til å bevege seg, observere, lytte og snakke. Ved hjelp av metoden de bruker for å analysere det amerikanske arbeidsmarkedet, estimerer de også automatiseringspotensialet for 45 andre land. I denne rapporten er forfatterne tydelige på at de ser på automatiseringspotensial ved hjelp av teknologi som finnes eller er kjent i dag.

Forfatterne kommer frem til at rundt 50 prosent av arbeidsoppgavene som mennesker gjennomfører i verden kan automatiseres ved hjelp av teknologi som finnes eller er kjent i dag. De finner ut at kun 5 prosent av de 800 yrkene kan automatiseres i sin helhet. I 26 prosent av yrkene kan minst 70 prosent av arbeidsoppgavene automatiseres. I 60 prosent av yrkene kan minst 30 prosent av arbeidsoppgavene automatiseres.

Når det gjelder forskjellene i typer arbeidsoppgaver, sier forfatterne at alt som har med innsamling og prosessering av data å gjøre, har svært høyt automatiseringspotensial. Det samme mener de gjelder for manuelt rutinearbeid. Lavest automatiseringspotensial finner de for oppgaver som har med interaksjon med mennesker å gjøre, samt det å bruke ekspertise til å planlegge, beslutte og være kreativ.

I rapporten viser forfatterne hvordan automatiseringspotensialet varierer mellom sektorer. Vi går ikke i detalj på det her. Rapporten inneholder også analyser av hvor raskt automatisering kan skje, og hvilken betydning det vil ha for økonomi og vekst. Forfatterne har i denne rapporten et uttalt positivt syn på hvordan automatisering vil påvirke arbeidsmarkedet og dermed økonomien.

2.2.2.5 *Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation (2017)*

Denne rapporten er også fra McKinsey, og det er flere av de samme forfatterne som for rapporten over (Manyika, Lund mfl., 2017). De ser på de samme landene som i den første rapporten, men her vurderer de automatiseringseffekter frem mot 2030 istedenfor kun å se på mulighetene med dagens teknologi. De ser også i stor grad på vekst og muligheter for nye jobber som kan komme i perioden. De mener at endringene i arbeidsmarkedet fremover vil bli enorme, og sier for eksempel at 375 millioner mennesker i verden vil måtte tilegne seg nye ferdigheter og kvalifikasjoner på grunn av endring i jobber de kommende årene. De hevder at «*none of this will happen*

¹² De sier at dataene kommer fra *US Department of labor*, uten at de presiserer mer om hvilket datasett det er snakk om. De nevner O*NET et sted i teksten, men det kommer ikke klart frem om det er dette de brukte til å finne de 800 yrkene og de 2000 oppgavene. Vi antar imidlertid at det er det.

by itself—it will require businesses and governments to seize opportunities to boost job creation and for labor markets to function well».

I denne rapporten finner forfatterne ut at frem mot 2030 kan mellom 0 og 33 prosent av dagens arbeidstimer globalt automatiseres. De benytter midtpunktet på 15 prosent i analysene i rapporten. Tallene varierer mellom land. I en av analysene viser forfatterne hvordan noen yrkesgrupper vil ha svært ulik utvikling i henholdsvis rike og fattige land. For eksempel mener de at mekanikere, produksjonsarbeidere og maskinførere vil minke i de rike landene, mens de vil øke i de fattige. Ut fra analysene de gjør av automatiseringspotensial knyttet til lønnsnivå, ser det ut til at rike land vil oppleve TBTC og jobbpolarisering fremover, mens de mindre utviklede landene vil oppleve SBTC frem mot 2030.

2.2.2.6 Automation, skills use and training (2018)

Dette er en OECD-rapport skrevet av Nedelkoska og Quintini (2018). Studien bygger på arbeidet til Arntz, Gregory og Zierahn (2016). Også her bruker de PIAAC som datagrunnlag, men de utvider analysen til å gjelde 32 land. De har også inkludert flere typer jobber i denne studien. Metoden er oppgavebasert, akkurat som metoden i studien til Arntz mfl. Det kommer ikke klart frem hvilket tidsperspektiv forfatterne bruker i denne analysen, annet enn at den gjelder «fremtiden».

Forfatterne kommer frem til at 14 prosent av jobbene i de 32 landene kan automatiseres i stor grad, slik at disse arbeidstagerne må tilegne seg helt nye kvalifikasjoner og egenskaper. De påpeker at dette gjelder omtrent 66 millioner mennesker i de 32 landene til sammen. Videre har 32 prosent av arbeidstagerne risiko for delvis automatisering, hvilket betyr at kravet til evner og egenskaper delvis vil endres i disse jobbene. Forfatterne vektlegger det at automatisering ikke nødvendigvis betyr at jobber vil forsvinne, men heller endres.

Resultatene varierer også her mellom land. I Norge kommer de frem til at 6 prosent av jobbene er automatiserbare i sin helhet.

Også disse forfatterne antar at det er flaskehalsene knyttet til sosial intelligens, kognitiv intelligens og persepsjon og manipulasjon som ikke vil være automatiserbare i fremtiden. De påpeker imidlertid at det stadig skjer teknologiske fremskritt også her, særlig knyttet til de to sistnevnte egenskapene.

Videre mener de at automatisering i aller størst grad vil skje innenfor produksjon, jordbruk og transport. De sier at de mest automatiserbare jobbene krever lav utdanning, mens de minst automatiserbare jobbene krever høy utdanning. De viser at ifølge deres funn er det SBTC som vil gjelde fremover, der automatiseringsgraden tydelig minker med økende utdannings- og kvalifikasjonsnivå.

2.2.2.7 *Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long term impact of automation (2018)*

Dette er en rapport fra selskapet PwC som også bruker PIAAC-data og ser på OECD-land (Hawksworth, Berriman og Goel, 2018). Det er 29 land inkludert i denne studien, og forfatterne bruker samme oppgavebaserte metode som Arntz, Gregory og Zierahn (2016) og Nedelkoska og Quintini (2018). Forfatterne ser på potensialet for automatisering innen 2030 i hvert av de 29 landene, i ulike industrisektorer, i ulike yrker innenfor industrisektorene og for arbeidstagere med ulikt kjønn, ulik alder og ulikt lønnsnivå.

Forfatterne deler analysene inn i tre teknologiske *waves*, som vi også nevnte i kapittel 1.4, og ser på graden av automatisering i løpet av hver av disse bølgene. Den teknologiske utviklingen innenfor de tre bølgene oppsummerer de slik vi gjengir i tabell 2.2.

Analysen viser at potensialet for automatisering varierer fra land til land, akkurat som de andre OECD-studiene viser. For Norge er andelen med høy risiko for automatisering henholdsvis 3, 18 og 25 prosent i de tre bølgene. Tallene i den tredje bølgen er en god del høyere for mange land enn det både Arntz mfl. (2016) og Nedelkoska og Quintini (2018) fant, men vi vet ikke om tallene er direkte sammenlignbare da de studiene ikke er like tydelige på hvilket nivå av teknologisk utvikling de bruker i analysene og heller ikke på hva som er tidsperspektivet.

På kort sikt trekker forfatterne spesielt frem finanstjenester som høyt automatiserbare, mens på lang sikt er det transport som har høyest grad av automatisering.

Tabell 2.2 De tre teknologiske «bølgene» som PwC definerer i sin rapport.

Wave	Beskrivelse
Wave 1: Algorithmic wave (to early 2020s)	Automation of simple computational tasks and analysis of structured data, affecting data-driven sectors such as financial services.
Wave 2: Augmentation wave (to late 2020s)	Dynamic interaction with technology for clerical support and decision-making. Also includes robotic tasks in semi-controlled environments such as moving objects in warehouses.
Wave 3: Autonomous wave (to mid-2030s)	Automation of physical labour and manual dexterity, and problem solving in dynamic real-world situations that require responsive actions, such as in transport and construction.

De finner også et tydelig mønster hvor personer med lav utdannelse har høyest risiko for automatisering og denne effekten øker med tida (kun et par prosent i denne gruppa vil antagelig automatiseres i wave 1, mens nesten 50 prosent har høy risiko for automatisering i wave 3). Altså finner de at SBTC-teorien stemmer på sikt.

For kjønnene er det kvinner som har høyest risiko for automatisering på kort sikt, mens mennene har høyere risiko på lang sikt. Dette handler om at menn og kvinner i mange land har forskjellige typer jobber.

Til sist finner de at det er de yngste og de eldste arbeidstagerne som har høyest risiko for automatisering.

2.2.2.8 *Determinants of Automation Risk in the EU Labour Market: A Skills-Needs Approach (2018)*

Dette er en rapport fra IZA Institute of Labor Economics i Tyskland, skrevet av Konstantinos Pouliakas (2018). I studien ser de på automatiseringsrisiko i 28 EU-land. De bruker en oppgavebasert metode bygget på arbeidet til både Frey og Osborne (2013), Arntz, Gregory og Zierahn (2016) og Nedelkoska og Quintini (2018). De bruker datasettet ESJS¹³, som de mener er mer detaljert enn dataene de nevnte forfatterne bruker. I tillegg til at det inneholder data om enkeltpersoner, inneholder det informasjon om hvor ofte respondentene anvendte ulike egenskaper og ferdigheter i jobben sin.

¹³ European Skills and Jobs Survey: <https://www.cedefop.europa.eu/en/events-and-projects/projects/european-skills-and-jobs-survey-esjs/>

Forfatterne bruker Frey og Osborne sine flaskehalser for automatisering til å vurdere hvilke arbeidsoppgaver som er automatiserbare. De finner at 14 prosent av arbeidstagerne i EU har jobber hvor risikoen for automatisering er høy (høyere enn 70 prosent). Videre er 40 prosent av arbeidstagerne i jobber med middels sannsynlighet for automatisering (50 til 70 prosent). Resten har lav (30 til 50 prosent) eller veldig lav (under 30 prosent) risiko for automatisering.

Forfatterne finner ut at menn har større risiko for automatisering enn kvinner. Menn jobber i sektorer og yrker der det vil bli mer automatisering, men de har også egenskaper (utdanning) som er lettere å automatisere, som for eksempel tekniske egenskaper. Kvinner jobber i større grad med kommunikasjon og organisering, som har lavere automatiseringsrisiko.

Forfatterne finner ut at det er SBTC som stemmer med funnene deres, altså at økende mengde utdanning minker risiko for å være i en jobb som vil oppleve stor grad av automatisering.

I tillegg finner forfatterne ut at det er høyere automatiseringsrisiko blant jobber i private, store bedrifter. Det er lav risiko blant de som jobber i helse, utdanning og kultur.

2.2.2.9 The impacts of digital transformation on the labour market: Substitution potentials of occupations in Germany (2018)

Dette er en tidsskriftartikkel fra 2018 skrevet av Katharina Dengler og Britta Matthes fra det tyske *Institute for Employment Research* (Dengler og Matthes, 2018). I studien ser de på arbeidsmarkedet i Tyskland. Forfatterne bruker en oppgavebasert metode tilsvarende de andre vi har beskrevet her. Dataene de bruker er fra databasen BERUFENET¹⁴.

Forfatterne tar for seg 8000 arbeidsoppgaver hvor de vurderer hvorvidt oppgavene kan utføres av maskiner/datamaskiner. De sier at de ikke predikerer noe om fremtiden, men at de ser på hva som er mulig med dagens kjente teknologi.

Ved hjelp av denne evalueringen av arbeidsoppgaver, konkluderer de med automatiseringspotensialet til 3900 yrker i Tyskland. De kommer da frem til at 15 prosent av arbeidstagere har høy risiko for helautomatisering. For å sammenligne resultatene sine med de som bruker yrkesbasert metode, utfører de også en slik analyse på de samme dataene. De kommer da frem til at 47 prosent av yrkene i Tyskland er automatiserbare, noe som tilsvarer det for eksempel Frey og Osborne kom frem til for det amerikanske arbeidsmarkedet.

Måten forfatterne bestemmer om en oppgave er automatiserbar eller ikke, er om den er en rutineoppgave eller ikke. Med tanke på den nyeste utviklingen innen teknologi og antatt fremtidig automatisering av mange ikke-rutineoppgaver, kan vi anta at de kommer frem til et automatiseringspotensial som er noe lavt.

Som i flere andre studier, finner de her at det er størst sjanse for automatisering i produksjon, jordbruk, transport og logistikk og lavest sjanse i yrker som krever sosial og kreativ intelligens.

¹⁴ Forfatterne sier at dette er en tysk ekspertdatabase med informasjon som tilsvarer det man finner i O*NET.

2.2.2.10 Skill shift: Automation and the future of the workforce (2018)

Dette er nok en rapport fra McKinsey (Bughin mfl., 2018). Fokus i denne rapporten er ikke hva maskiner kan gjøre for mennesker, men hva slags egenskaper og kvalifikasjoner vi mennesker kommer til å trenge i fremtiden. Tidsperspektivet er frem mot 2030.

Forfatterne tar utgangspunkt i 25 ferdigheter fordelt i hovedkategoriene *physical and manual skills*, *basic cognitive skills*, *higher cognitive skills*, *social and emotional skills* og *technological skills*. De sammenligner hvor mange arbeidstimer totalt i arbeidsmarkedet (i USA og i 14 land i Europa¹⁵) de ulike ferdighetene vil representere. For eksempel sier de at teknologiske egenskaper i dag representerer 11 prosent av totalt antall arbeidstimer, mens i 2030 vil dette tallet være 17 prosent. Dette er den hovedegenskapen som vil ha høyest økning i etterspørsel. Nest høyest etterspørsel vil det være etter sosiale og emosjonelle egenskaper (økning fra 18 til 22 prosent av arbeidstimer). Enkle kognitive egenskaper vil få størst nedgang i etterspørsel (minker fra 18 til 14 prosent av arbeidstimer).

Metoden de bruker er en kombinasjon av modellen fra rapporten til Manyika, Chui mfl. (2017) «*A future that works: automation, employment and productivity*» (omtalt over), en spørreundersøkelsede gjennomført blant 3000 bedriftsledere og en rekke én-til-én-intervjuer.

I rapporten går forfatterne grundig til verks, og de studerer også fremtidsutsiktene i ulike bransjer. En stor del av rapporten blir dessuten viet spørreundersøkelsen blant bedriftsledere. Dette leder til en del konklusjoner knyttet til utfordringer for organisasjoner fremover. Undersøkelsen viser hvordan lederne mener organisasjonene må endre seg for å klare å ta i bruk ny teknologi og ikke minst for å få tak i den kompetansen de trenger i fremtiden. Dette går vi nærmere inn på i kapittel 2.3.

2.2.2.11 Automation and artificial intelligence: How machines are affecting people and places (2019)

Denne rapporten kommer fra den amerikanske organisasjonen Brookings (Muro, Maxim og Whiton, 2019). I arbeidet bruker de data fra McKinsey sin rapport «*A future that works: automation, employment and productivity*» (Manyika, Chui mfl., 2017). Forfatterne studerer utviklingen i rundt 800 yrker i USA, og de ser både bakover (årene 1980 til 2016) og fremover (årene 2016 til 2030).

Metoden for å se på fremtidig automatisering låner de fra McKinsey. Dette er som nevnt en oppgavebasert metode der de ser på automatiseringspotensial for arbeidsoppgaver ved hjelp av teknologi som finnes eller er kjent i dag. Det nye i denne rapporten, er at de kobler funnene til geografi og industri ved hjelp av SOC-data og NAICS-data¹⁶.

¹⁵ Belgia, Danmark, Finland, Frankrike, Tyskland, Hellas, Italia, Nederland, Norge, Spania, Sverige, Sveits, UK og Østerrike.

¹⁶ North American Industry Classification System: <https://www.census.gov/eos/www/naics/>

Forfatterne finner at 25 prosent av arbeidstagerne i USA vil oppleve høy grad av automatisering de neste tiårene. 36 prosent vil oppleve middels grad av automatisering, og 39 prosent vil oppleve lav grad av automatisering. Automatiseringen vil variere med yrker, demografi og geografi.

I denne rapporten mener de at rutineoppgaver, både kognitive og manuelle, i størst grad vil automatiseres. De mener at landsbygd i større grad vil oppleve automatisering enn byområder. I tillegg sier de at menn og unge vil oppleve mest automatisering.

2.2.2.12 Potential for Army Integration of Autonomous Systems by Warfighting Function (2019)

Dette er en artikkel som beskriver en militær studie gjennomført av Thomas Ryan fra *U.S. Army* og Virkam Mittal fra *United States Military Academy* (Ryan og Mittal, 2019). Artikkelen er publisert i tidsskriftet *Military Review The Professional Journal of the U.S. Army*. Forfatterne forsøker å si noe om det maksimale potensialet for autonome systemer i operasjoner i *U.S. Army*.

Denne studien skiller seg metodisk en del fra de kvantitative prediksjonsstudiene vi har beskrevet hittil, men den er likevel svært relevant for vårt arbeid. Den er militær, den er ny, og de går metodisk til verks selv om de ikke ender opp med konkrete tall. Siden dette er en av få slike militære studier vi har funnet, beskriver vi den litt ekstra.

I artikkelen innleder forfatterne med:

«To remain competitive in a multi-domain operational environment, the question is not “should we” but “where do we” become more autonomous? The Army is made up of over a million different soldiers comprising over 450 different military occupational specialties, ranging from infantrymen to plumbers to veterinarians. Some of these jobs could greatly benefit from the addition of autonomy while others would not. The broad range of tasks associated with these different duty positions are typically captured in the six warfighting functions.»

Videre tar de utgangspunkt i disse seks funksjonene i analysene sine: *mission command, movement and maneuver, intelligence, fires, sustainment, og protection*. Disse deler de igjen inn i 205 underfunksjoner. Forfatterne mener denne oppdelingen er detaljert nok til at det er mulig å si noe om autonomipotensialet for funksjonene. Eksempelvis sier de at det er lett å si at underfunksjonen *providing religious support* har lavt autonomipotensial og at underfunksjonen *communications security* har høyt autonomipotensial. De aggregerer til slutt opp autonomipotensialet for underfunksjonene slik at de kan si noe om potensialet for de seks hovedfunksjonene.

Forfatterne kategoriserer autonomi på følgende måte:

- Autonominivå 0: Ingen autonomi, kun mennesker.
- Autonominivå 1: Autonome systemer hjelper mennesker. Et eksempel på dette er cruise-control i biler.

-
-
- Autonomnivå 2: Mennesker styrer autonome systemer som opererer på egenhånd. Eksempel på dette er selvkjørende biler med et menneske i bakhånd / fjernstyring.
 - Autonomnivå 3: Autonome systemer fungerer alene. Eksempel på dette er en selvkjørende bil som navigerer gjennom trafikken uten hjelp eller backupløsninger.

Forfatterne sier videre at gjeldende politikk og strategier gir en del regler for implementering av autonome systemer i *ground combat*. Vi gjengir disse her:

1. *Autonomous systems should be used over humans in potentially dangerous situations, subject to the other rules.*
2. *Autonomous systems will be preferred over humans for computationally intensive tasks, thus allowing an overall reduction in the likelihood of human mental errors. Similarly, autonomous systems should be used for severely mundane tasks that require mental endurance.*
3. *Military command positions, whether they be American, allied, or adversary, will remain human.*
4. *Humans will be preferred over autonomous systems for certain tasks that require a human-to-human connection, such as key leader engagements and chaplain support.*
5. *The usage of autonomous systems cannot result in a decrease in the Army's ability to perform its missions.*
6. *Human judgment, or "human-in-the-loop", will be required for any activities that involve killing a human.*

Analysen går ut på at forfatterne identifiserer det maksimale autonomnivået som er mulig for hver underfunksjon, gitt reglene gjengitt over her. Etter aggregeringen, finner de ut at autonomipotensialet på funksjonene er svært høyt for funksjonene *intelligence*, *protection* og *sustainment*. Potensialet er middels høyt for *mission command*, og lavest for *fires* og *movement and maneuver*.

Disse resultatene sammenligner de med størrelsen på de faktiske investeringene gjort i autonome systemer innenfor de ulike funksjonene. De finner ut at investeringene er høyest for *intelligence* og *movement and maneuver*, middels for *fires* og *mission command* og lavest for *protection* og *sustainment*. Det interessante her er at investeringene er høyest for noen av de funksjonene hvor potensialet er lavest (*movement and maneuver*, *fires*). Forfatterne konkluderer med:

«While the investments in the fires and movement and maneuver warfighting functions offer new capabilities to the soldier, a much larger benefit can be made from applying autonomy to the sustainment and protection warfighting functions. Since these warfighting functions can achieve a much higher amount of integration of autonomous systems, the combat multiplication factor is higher. More simply stated, entire companies of protection and sustainment personnel can be

replaced with autonomous systems supported by a few personnel for leadership and quality assurance. These new autonomous systems will potentially be faster, more efficient, and safer.»

2.2.2.13 Fremtidige kompetansebehov III – Læring og kompetanse i alle ledd (2020)

Dette er en NOU (Norsk offentlig utredning) utarbeidet av Kompetansebehovsutvalget¹⁷ (Norges offentlige utredninger, 2020). Det er en lengre utredning om fremtidig kompetansebehov i Norge. I kapittelet som er viet sentrale drivere for fremtidens kompetansebehov (kapittel 4 i rapporten), er teknologiutvikling ett av temaene. Forfatterne gjør her en prediksjonsanalyse for Norge basert på Frey og Osborne sin metode. De benytter seg av et tidligere arbeid av Pajarinen, Rouvinen og Ekeland (2015)¹⁸ som oversatte Frey og Osborne sine automatiseringssannsynligheter til norske yrkeskoder. Dette kobler forfatterne av NOU-en sammen med sysselsettingsstatistikk fra SSB.

Forfatterne finner ut at i Norge jobber 40–45 prosent av de sysselsatte i yrker med høy risiko for automatisering. Forfatterne beskriver ikke metoden detaljert, men det virker som de har brukt en yrkesbasert fremgangsmåte, slik som Frey og Osborne. De skriver at undervisning er den tryggeste yrkesgruppen. Helsearbeid, akademiske yrker og barne- og ungdomsarbeid kommer også ut med lav automatiseringsrisiko. Høy risiko finner de innenfor bygg og anlegg, kontoryrker som arkivassistenter og skattefunksjonærer, og butikkarbeid.

Forfatterne påpeker at automatiseringsrisikoen vil variere med for eksempel kjønn og geografi. I Norge skiller Oslo seg ut med lav automatiseringsrisiko. De sier også at de geografiske forskjellene i risiko er små utenom Oslo.

En annen interessant analyse de gjør i denne rapporten, er en sammenligning mellom det som faktisk har skjedd med sysselsettingen i Norge i perioden 2015–2018, og det Frey og Osborne en gang spådde om ulike typer yrker. De finner blant annet ut følgende:

- Sysselsettingen i Norge har økt innenfor en rekke yrker som krever finmotorikk, kreativitet og/eller sosiale ferdigheter (Frey og Osborne sine «flaskehalser for automatisering»). Eksempler på slike yrker er programvareutviklere, sykepleiere, tannleger, lærere, psykologer, fotografer og sivilarkitekter.
- For helseyrker på bachelornivå, stemmer utviklingen i sysselsettingen dårlig med Frey og Osborne sine analyser. I Norge har dette økt, mens Frey og Osborne vurderer det som yrker med middels høy automatiseringsrisiko.
- Frey og Osborne vurderer journalister, finans- og økonomisjefer som lavrisikoyrker, men her har sysselsettingen i Norge falt.

¹⁷ Kompetansebehovsutvalget ble oppnevnt i 2017 og overleverte i februar 2020 sin tredje rapport til Kunnskapsdepartementet. Utvalget har egen nettside: <https://kompetansebehovsutvalget.no/>.

¹⁸ SSB, som bidro i studien til Pajarinen, har i medier uttalt at de er noe skeptiske til metoden som ble brukt, uten at de går i detalj på hva de mener med det: <https://www.infotjenester.no/artikler/forsvinner-regnskapsforen/>.

-
-
- Sysselsettingen i Norge har økt fra 2015 til 2018, for eksempel for havbruksarbeidere, hjelpearbeidere innen havbruk, operatører innen næringsmiddelproduksjon og agroteknikere. Ifølge Frey og Osbornes analyse har disse yrkene høy risiko for automatisering.
 - Det har vært vekst i sysselsettingen i Norge for en lang rekke yrker knyttet til bygg og anlegg, inkludert tømrere, desinfeksjonsarbeidere, skadedyrskjempere, eiendomsmeglere og takstmenn. Dette henger sammen med boligmarkedet og boliginvesteringene i Norge. Ifølge Frey og Osbornes analyse har disse yrkene mellomhøy/høy risiko for automatisering.

Som forfatterne påpeker, hevdet imidlertid aldri Frey og Osborne at de spådde den faktiske utviklingen i sysselsettingen. Denne vil påvirkes av svært mange faktorer, mens Frey og Osborne kun beskrev hva teknologi i seg selv kan gjøre gjennom automatisering.

Den siste analysen vi vil trekke frem fra denne rapporten, er en diskusjon knyttet til at definisjonen av «lavkompetansejobber» og «mellomkompetansejobber» har svært mye å si for om man observerer SBTC eller TBTC¹⁹. Det er altså ikke alltid så lett å beskrive empirien nøyaktig. Imidlertid siterer de Berglund mfl. (2019), som fant tegn til jobbpolarisering (TBTC) i Norge i begynnelsen på 2000-tallet, mens det i dag er økte kompetansekrav (SBTC) som er den observerte tendensen i Norge.

Forfatterne sier at evne til å lære, gode samarbeidsferdigheter og IKT-kompetanse vil bli viktige egenskaper i fremtidens arbeidsmarked.

2.2.2.14 Hvordan påvirker digitalisering i akademikeryrkene? En kikk inn i glasskulen (2020)

Dette er en helt fersk rapport som SINTEF har laget for Akademikerne (Andersen, Kamsvåg og Torvatn, 2020). Det er en kvalitativ studie, ikke en kvantitativ slik som de vi har omtalt her hittil. I rapporten ser de spesielt på akademikeryrker. De undersøker blant annet hvilke teknologier som vil ha størst påvirkning på arbeidsoppgaver, hvilke kompetansebehov som vil komme og hva som er gode grep for å lykkes med teknologisk utvikling og endring.

Selv om analysen i denne rapporten ikke er en prediksjonsstudie som resulterer i tall om fremtiden, er den svært relevant for vårt arbeid. Den er norsk, den er ny, og den adresserer flere av de samme temaene som vi ønsker å studere for Forsvaret.

I studien har forfatterne gjort en litteraturstudie for å forstå eksisterende forskning. Videre har de gjennomført dybdeintervjuer, fokusgruppeintervjuer og dialogmøter med personer i alle de 13 medlemsforeningene i Akademikerne, og det er resultatene herfra de bruker til å si noe om fremtiden.

¹⁹ Merk at disse forfatterne ikke benytter selve begrepene SBTC og TBTC, men de snakker om tilsvarende effekter i sin diskusjon.

Forfatterne konkluderer med at akademikere ikke kommer til å automatiseres bort, men at også de vil oppleve en endring i arbeidsoppgaver og måter å jobbe på. De påpeker at teknologien har kommet så langt, at vi tror den vil muliggjøre automatisering av arbeidsoppgaver som krever skjønnsmessige vurderinger og analytiske ferdigheter. Forfatterne ser for seg at maskiner og teknologi vil være akademikernes samarbeidspartnere og at de vil bidra til en mer kreativ problemløsning.

Når det gjelder kvantitative prediksjonsstudier, er forfatterne fra SINTEF kritiske:

«Eksempelene fra forskningsverdenen viser tydelig at prosentanslag og konklusjoner spriker svært mye. Forskere er uenige når det kommer til hvilke fremgangsmåter og forskningsmetoder som egner seg til å gjøre slike prediksjoner, noe som har direkte innvirkning for forskningsresultatene. Vi i SINTEF mener forsøk på å komme med konkrete prosentanslag av hvor utsatt konkrete yrker er for automatisering, er en særdeles krevende øvelse. Det å spå fremtiden krever dermed en solid dose ydmykhet. Således kan en argumentere for at Frey og Osborne (og andre forskere) spår for treffsikkert over for lang tid. Det skjer nemlig svært mye i arbeidslivet over tyve år – yrker forsvinner og nye kommer til, en del yrker endrer navn, og noen får helt nytt arbeidsinnhold. Dette kan i sin tur lede til nye utdannings- og ferdighetskrav. Vi har uansett forskningsmetode og valg av modeller, ikke tilstrekkelig data til å spå sikkert hva som skjer så langt frem i tid. Dette gjør det etter vår mening svært krevende å beregne automatiseringspotensial.»

I rapporten redegjør forfatterne også for hva organisasjoner og ledere må tenke på for å håndtere teknologiutviklingen på best mulig måte. Dette kommer vi tilbake til i kapittel 2.3.

2.2.3 Spørreundersøkelser og intervjuer

I dette delkapittelet omtaler vi noen studier fra litteraturen som benytter spørreundersøkelser og intervjuer.

2.2.3.1 *The future of jobs report 2018 (2018)*

World Economic Forum ga ut denne rapporten i 2018 (World Economic Forum, 2018). De beskriver resultatene fra en spørreundersøkelse de gjennomførte blant 313 globale firmaer innenfor en rekke sektorer. Firmaene representerer tilsammen rundt 15 millioner arbeidstagere.

I denne studien er målet å se på bedriftenes tanker om nær fremtid, nærmere bestemt perioden 2018–2022. Resultatene sier at spesielt fire teknologier vil være drivende i denne perioden: høyhastighets mobil internett, kunstig intelligens, stordata og skyteknologi. En stor andel av firmaene svarer at de vil øke sine investeringer i disse teknologiene innen 2022.

Rundt halvparten av firmaene tror at antall fulltidsansatte vil minke frem mot 2022, og at de i større grad vil bruke innleid kompetanse.

Firmaene rapporterer at i 2018 gjennomføres 71 prosent av arbeidsoppgavene deres av mennesker, mens 29 prosent gjennomføres av maskiner. De tror at i 2022 vil 42 prosent av arbeidsoppgavene gjennomføres av mennesker og 58 prosent av maskiner.

Forfatterne rapporterer også at rundt 1 million jobber vil forsvinne i perioden, mens 1,7 millioner jobber vil oppstå. Av allerede etablerte yrker mener de at det vil bli en økning blant annet for de som jobber med data, programvare, sosiale medier, og lignende. Også i etablerte yrker som krever mer menneskelige egenskaper, som innenfor salg, kultur, organisasjonsutvikling, og lignende, mener de det vil være en økning. Blant temaer der det vil oppstå nye typer jobber, nevner de for eksempel maskinlæring, stordata, informasjonssikkerhet, robotikk og maskin-menneske-interaksjon.

Respondentene mener videre at de fleste arbeidstagere vil måtte endre sin kompetanse i relativt stor grad innen 2022. I gjennomsnitt tror de at arbeidstagere bare vil bruke 60 prosent av den samme kompetansen i 2022 som de bruker i 2018. De mener at 54 prosent av alle arbeidstagere vil ha behov for signifikant oppdatering av kompetanse i perioden, i form av kurs, trening, og lignende, med varighet over 6 måneder.

2.2.3.2 Viewpoint: When Will AI Exceed Human Performance? Evidence from AI Experts (2018)

Denne tidsskriftartikkelen er skrevet av Katja Grace mfl. og er publisert i tidsskriftet *Journal of Artificial Intelligence Research* (Grace mfl., 2018). Forfatterne gjorde en spørreundersøkelse blant 352 maskinlæringseksperter. Spørsmålene handlet om når ekspertene trodde ulike AI-teknologier ville yte bedre enn mennesker i fremtiden.

I studien er tidsperspektivet alt fra 0 år til flere hundre år frem i tid. Ekspertene svarer i gjennomsnitt at de tror alle menneskelige jobber vil være automatisert innen 120 år.²⁰ De tror datamaskiner ville skrive bestselgerbøker innen 30 år og at vi vil se helautomatiserte kirurger om 40 år. Anslagene til respondentene varierer imidlertid svært mye, og asiater er generelt mest optimistiske.

2.2.3.3 100 jobs of the future (2019)

I denne rapporten har forfatterne spurt 11 eksperter om fremtidens jobber og kompetanse (Tytler mfl., 2019). Vi går ikke inn på de konkrete jobbene de ser for seg vil komme, men tar heller fatt i det de sier generelt om kompetanse.

Noe av det ekspertene her er svært opptatt av når det kommer til fremtidig kompetanse, er *cross-disciplinarity*, altså det å kunne flere ting. De mener for eksempel det vil være en stor fordel både å forstå teknologi og ha et kreativt hode: *«learn how to code, and learn how to paint»*.

Andre kompetanser de ser på som viktige, er evnen til å kommunisere med mennesker og å jobbe sammen med andre. For det første er dette oppgaver som maskiner i mindre grad vil kunne

²⁰ Forfatterne gjennomførte undersøkelsen i 2016.

gjennomføre, og for det andre ser de for seg at arbeidsmarkedet vil være mer distribuert med mange selvstendige arbeidstagere som må samarbeide med ulike mennesker i ulike sammenhenger og til ulike tider.

Sist, men ikke minst, mener ekspertene at evnen til fleksibilitet og til å endre seg vil være svært viktig for fremtidens arbeidstagere:

«Future workers will have many jobs over a lifetime, and people who can adapt, and stay ahead of the needs of the workplace, rather than waiting to be shown, will prosper in this environment. The capacity to learn, and to be strategic about learning, will increasingly become the key to success. In the future, qualifications are predicted to be shorter term, more varied, but also something people will need to continually update through all phases of life. Life-long learning will be universally acknowledged as the only way to retain skills needed in society.»

2.2.3.4 Is this time different? How digitalization influences job creation and destruction (2019)

I denne studien av Benjamin Balsmeier og Martin Woerter ser de på hvordan firmaers investeringer i digitalisering påvirker jobber (Balsmeier og Woerter, 2019). Artikkelen er publisert i tidsskriftet *Research Policy*. De bruker data fra to sveitsiske spørreundersøkelser gjennomført i henholdsvis 2015 og 2016. Det var totalt 447 respondenter i disse to utvalgene tilsammen, og alle disse tilhørte et panel på totalt 5700 sveitsiske firmaer.

Dataene viser at økt investering i digitalisering fører til økt ansettelse av høyt kvalifisert personell og lavere ansettelse av middels og lavt kvalifisert personell. Dette gjelder særlig for firmaer som investerer i maskinbaserte teknologier, som for eksempel roboter og 3D-printing. Forfatterne fant ingen slik effekt blant firmaer som investerte i ikke-maskinbaserte digitale teknologier, som softwaresystemer.

2.2.3.5 Advanced robotics in the factory of the future (2019)

Denne studien fra Boston Consulting Group ble gjennomført av Küpper mfl. (2019). De spurte 1300 sjefer fra ulike produksjonsindustrier over hele verden om deres forventninger knyttet til innføringen av avansert robotikk. Eksempler på produksjonsindustrier som er representert er helse, energi, transport og teknologi (media- og IT-utstyr).

Halvparten av respondentene forventer at avansert robotikk vil være den viktigste driveren for produksjonsforbedringer innen 2025. Respondentene fra Asia tror dette i større grad enn de andre respondentene. De fleste respondentene tror at avansert robotikk vil føre til en nedgang i antall ansatte. I asiatiske land tror 60 til 70 prosent av respondentene dette, mens 40 til 50 prosent av respondentene i vest-europeiske land tror det.

Noe av det mest interessante i denne studien, er en sammenligning mellom respondentenes forventninger og ambisjoner og den reelle satsingen på robotikk. Rundt 80–90 prosent av respondentene sier at firmaene deres ønsker å investere i avansert robotikk de neste tre årene, men bare 20 prosent har laget konkrete planer for hvordan de skal oppnå det. Forfatterne sier at for å

klare å ta i bruk slik teknologi, må bedriften både definere et målbilde, bygge opp kompetanse i organisasjonen og konkretisere hvilke systemer og teknologier de har behov for. Hele 92 prosent av respondentene mener at dette mangler i større eller mindre grad i deres bedrift.

2.2.4 Oppsummering

Vi har nå omtalt en rekke ulike studier fra de siste årene som forsøker å si noe om automatisering i fremtidens arbeidsliv. Tabell 2.3 viser en oppsummering av resultatene fra de kvantitative studiene vi har gått gjennom. I tillegg kan vi sammenfatte funnene fra studiene på følgende måte:

- En god prediksjonsstudie krever et detaljert datasett. Det vil imidlertid ofte være svakheter ved et datasett, og det er viktig å være oppmerksom på hva det kan bety for resultatene.
- Det å studere automatisering av arbeidsoppgaver hos enkeltindivider gir antagelig riktige resultater enn å studere automatisering av yrker i sin helhet.
- Det vil være høy etterspørsel etter høyt kvalifisert personell. Høyt utdannede arbeidstagere vil antagelig oppleve en trippel positiv effekt: Det er vanskeligere å automatisere deres nåværende oppgaver, nye oppgaver som oppstår på grunn av automatisering krever høyt utdannet personell, og det kan være lettere for høykvalifisert personell å oppdatere kompetansen sin i takt med teknologiutviklingen.
- Graden av automatisering i samfunnet vil variere med for eksempel industri, geografi, demografi, alder, kjønn og hvor langt automatiseringen allerede har kommet på et gitt sted og i et gitt land.
- De som nevner Norge spesifikt, oppgir noe sprikende tall for hvor mange arbeidstagere som har høy risiko for automatisering. Det er imidlertid vanskelig å sammenligne tallene, da studiene ikke er like tydelige på hvilket nivå av teknologisk utvikling de bruker i analysene og heller ikke på hva som er tidsperspektivet i deres analyser. Mange finner at andelen høyt automatiserbare jobber er rundt 10 prosent i utviklede/vestlige land.
- Arbeidsoppgaver som krever menneskelig interaksjon og kreativitet vil i minst grad automatiseres. Dette er viktige egenskaper for eksempel innenfor helse, utdanning og kultur. Det vil være mer automatisering innenfor eksempelvis transport, bygg og anlegg, butikk og salg samt jordbruk, skogbruk og fiske.
- Arbeidstagere vil måtte evne å omstille og oppdatere seg i fremtiden. Det vil antagelig være en fordel å kunne flere ting og å kunne samarbeide med andre mennesker.

Flere av studiene snakker om «risiko» for automatisering, og vi har også brukt dette begrepet i vår gjengivelse av dem. Med det mer optimistiske synet på teknologiutviklingens påvirkning på arbeidsmarkedet som finnes i 2020, mener vi at det i mange sammenhenger er bedre å snakke om automatiseringspotensial, slik noen forfattere også gjør.

Et viktig spørsmål i dag er hvordan arbeidslivet vil *endres* – og hvordan organisasjoner bør håndtere dette. Det er tema for neste delkapittel.

Tabell 2.3 Oppsummering av resultatene fra de kvantitative prediksjonsstudiene.

Organisasjon	Forfatter	Tittel	Årstall	Metode	Hvor	Konklusjon om jobber
University of Oxford	Frey and Osborne 2017	The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation	2013 og 2017	Yrkesbasert	USA 700 yrker	47 % av yrkene har høy risiko for automatisering.
OECD	Melanie Arntz, Terry Gregory, Ulrich Zierahn	The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis	2016	Oppgavebasert	OECD 21 land	9 % av jobbene har høy automatiseringsrisiko. Det varierer imidlertid fra land til land.
University of Paris Ouest	Benjamin David	Computer technology and probable job destructions in Japan: An evaluation	2017	Yrkesbasert	Japan 499 yrker	55 % av yrkene har høy risiko for å automatiseres, 25 % har middels risiko, 19 prosent har lav risiko.
McKinsey	Bughin, Manyika, Woetzel	A future that works: Automation, employment and productivity	2017	Oppgavebasert	USA 800 yrker	Færre enn 5 % av yrkene kan helautomatiseres. 26 % kan automatiseres i stor grad. Rundt 60 % av yrkene kan automatiseres i middels grad.
McKinsey	Bughin, Manyika, Woetzel	Jobs lost, jobs gained	2017	Oppgavebasert	Internasjonal 46 land	Mellom 0 og 33 % av dagens arbeidstimer kan automatiseres, men det varierer mye mellom land.
OECD	Ljubica Nedelkoska, Glenda Quintini	Automation, skills use and training	2018	Oppgavebasert	OECD 32 land	14 % av jobbene har høy risiko for automatisering. 32 % har middels risiko for automatisering.
PwC	John Hawksworth, Richard Berriman	Will robots really steal our jobs?	2018	Oppgavebasert	OECD 29 land	30 % av jobbene har høy sjanse for automatisering.
IZA Institute of Labour Economics	Konstantinos Pouliakas	Determinants of Automation Risk in the EU Labour Market: A Skills-Needs Approach	2018	Oppgavebasert	28 EU-land	14 % av jobbene har høy sjanse for å automatiseres. 40 % har middels sjanse. Resten har lav sjanse.
Institute for Employment Research	Katharina Dengler, Britta Matthes	The impacts of digital transformation on the labour market: Substitution potentials of occupations in Germany	2018	Oppgavebasert og yrkesbasert	Tyskland 3900 yrker	Oppgavebasert: 15 % av jobbene har høy sjanse for å automatisere: Yrkesbasert: 47 % av yrkene har høy sjanse for å automatiseres.
McKinsey	Bughin, Hazan, Lund, Dahlström, Wiesinger, Subramaniam	Skill shift: Automation and the future of the workforce	2018	Oppgavebasert, men fokus på kompetanse	USA og 5 europeiske land 5 sektorer	Innen 2030: teknologisk kompetanse vil øke til 17 % av arbeidstimer (11 % i 2016), sosiale egenskaper som lederskap vil øke til 22 % av arbeidstimer (18 % i 2016).
Brookings	Mark Muro, Robert Maxim, Jacob Withon	Automation and artificial intelligence: How machines are affecting people and places	2019	Oppgavebasert	USA 800 yrker	25 % av yrkene vil automatiseres i høy grad. 36 % i middels grad, 39 % vil i liten grad.
Kompetansebehovsutvalget	Steinar Holden m.fl.	Fremtidig kompetansebehov III Læring og kompetanse i alle ledd	2020	Yrkesbasert	Norge	40–45 % av yrkene høy risiko for automatisering.

2.3 Hvordan skal organisasjoner håndtere endringene som kommer som følge av teknologiutviklingen i arbeidslivet?

Mye av litteraturen som omtaler fremtidige endringer i arbeidsoppgaver og kompetansebehov, sier også noe om mulige organisatoriske konsekvenser av teknologiutviklingen. Det ene påvirker det andre, og det er derfor naturlig å se det i sammenheng. Når de omtaler dette, snakker de imidlertid gjerne om teknologiutvikling mer generelt. Selv om teknologiutvikling ofte fører til automatisering – det vil si at maskiner overtar oppgaver som vi mennesker pleier å gjøre – kan teknologiutvikling også føre til at maskiner gjør ting vi mennesker aldri har gjort eller ville kunne gjort. Alt dette henger så tett sammen, at det gir mer mening å snakke om teknologiutvikling i arbeidslivet generelt, når vi ser på hvordan organisasjoner vil måtte endre seg fremover.

I dette kapittelet vil vi trekke frem det litteraturen sier om fremtidige organisasjonsendringer som direkte eller indirekte har betydning i et personell-og-kompetanse-perspektiv²¹. Noen av de temaene som berøres spesielt i litteraturen knyttet til dette, er konsekvenser for fremtidens organisasjonsstrukturer og hvordan organisasjoner vil måtte håndtere kompetansebygging og kompetanseflyt.

- De siste par årene har det kommet flere større, norske rapporter som berører disse temaene:
- Rapporten «En digital offentlig sektor» fra Kommunal- og moderniseringsdepartementet kom ut i 2019 og er en strategi for offentlig sektor i perioden 2019–2025. Strategien gjelder på et overordnet nivå og gir føringer for digitaliseringsarbeidet i offentlig sektor. (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2019)
- Rapporten «Statens kompetansebehov i den digitale fremtiden» fra NIFU²² kom ut i 2019 og var et resultat av et oppdrag bestilt av Kommunal- og moderniseringsdepartementet og hovedsammenslutningene i staten. Rapporten skulle være en del av kunnskapsgrunnlaget for partenes arbeid med å utvikle forslag til tiltak på området. (Olsen, Børing og Solberg, 2019)
- Rapporten «Kunstig intelligens / *data science*: en kartlegging av status, utfordringer og behov i norsk offentlig sektor» fra UiO, NTNU og Difi kom ut i 2019. Den dokumenterer resultater fra en kartlegging av behov og bruk knyttet til kunstig intelligens / *data science* i norsk offentlig sektor. (Reutter og Broomfield, 2019)
- Rapporten «Nasjonal strategi for kunstig intelligens» er regjeringens strategi på dette området. Strategien kom ut i 2020 og gjelder for offentlig sektor utenom forsvarssektoren. (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2020)

²¹ En FFI-rapport av Waage og Moe (under arbeid) tar for seg teknologiutviklingens påvirkning på effektivisering i støttevirksomheten i Forsvaret.

²² Nordisk institutt for studier av innovasjon, forskning og utdanning.

- Rapporten «Hvordan påvirker digitalisering i akademikeryrkene» fra SINTEF om ut i 2020 og dokumenterer et arbeid SINTEF gjorde for Akademikerne. Arbeidet er en studie av hvordan automatisering og digitalisering påvirker arbeidsoppgaver og arbeidsprosesser som er karakteristiske for kunnskapsarbeid og de yrkene som representeres av Akademikernes medlemsforeninger. (Andersen, Kamsvåg og Torvatn, 2020)
- Rapporten «Økt evne til å kombinere menneske og teknologi» fra Svendsen-utvalget kom ut i 2020. Forsvarsdepartementet oppnevnte Svendsen-utvalget i 2019, og deres oppdrag var å vurdere hvordan Forsvaret kan bedre evnen til å rekruttere, beholde, utvikle og utvikle kompetanse, herunder bidra til å utvikle et nødvendig kompetansemangfold i Forsvaret. (Svendsen-utvalget, 2020)

Disse rapportene er relativt samstemte i hvordan de ser på fremtiden, og de konkluderer i tråd med forskningen som finnes på feltet og som vi berører i de neste to delkapitlene.

2.3.1 Organisasjonstrukturer

Nesten all litteratur vi har lest som sier noe om fremtidens organisasjonsstrukturer, sier at organisasjoner om et par tiår vil, og bør, ha gått gjennom større endringer i struktur og modell for å håndtere og dra nytte av teknologiutviklingen. Dette vil påvirke hvilken kompetanse organisasjoner må besitte i fremtiden. Litteraturen sier mindre om *hvordan* organisasjonene skal komme dit, utover at mange presiserer viktigheten av klare strategier.

Bughin mfl. (2018) beskriver en spørreundersøkelse blant mer enn 3000 bedrifter og organisasjoner hvor deres forventning er at organisasjoner i fremtiden vil ha en flatere organisasjonsstruktur med mer arbeid på tvers, mer arbeid i team og mer bruk av eksterne og selvstendig næringsdrivende. Markussen (2016) påpeker også at flere antagelig vil jobbe selvstendig i fremtiden, i mikrovirksomheter som utfører tjenester. Det samme sier SINTEF (Andersen, Kamsvåg og Torvatn, 2020), som mener at «utviklingen kan lede til mer tverrfaglig samarbeid, mer innleie av eksterne aktører som ikke trenger å være fysisk til stede, og til at flere arbeidsprosesser blir utført av team. Digitalisering gir altså nye samarbeidsformer og kan potensielt føre til mer samarbeid.» Som vi ser hos blant annet Bughin mfl. (2018) og Healy, Nicholson og Parker (2017) kan økningen i bruk av selvstendig næringsdrivende omtales som *gig economy*: «(...) a branch of the mainstream labour market in which work is episodic and the obligations on both sides of the labour exchange are much weaker than in a conventional employment relationship» (Healy, Nicholson og Parker, 2017).

Med digitalisering og *gig economy* vil teknologiutviklingen være mer distribuert. Man snakker om en «demokratisering» av teknologien, som betyr at nesten hvem som helst både kan bruke den og utvikle den.²³ En mer distribuert teknologiutvikling vil være mer åpen og tilgjengelig for flere. Organisasjoner bør være åpne for nye typer samarbeidsformer for å kunne nytte seg av teknologiutviklingen som skjer også blant enkeltpersoner. Det vil i denne sammenheng være en

²³ Demokratisering av teknologi er omtalt mange steder på internett, for eksempel her: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2020/>

vurdering hvilken kompetanse organisasjonen selv skal besitte, og hvilken kompetanse det er bedre å innhente gjennom andre aktører.

Bjelland (2019) spør i sin masteroppgave om organisasjonsutvikling er en forutsetning for å lykkes med større digitaliseringsprosjekter, og konkluderer med at det er det. Dette er i tråd med annen forskning. For eksempel Bakhshi mfl. (2017), Healy, Nicholson og Parker (2017), Manyika, Chui mfl. (2017), Lund mfl. (2019) samt Andersen, Kamsvåg og Torvatn (2020) skriver om hvordan teknologiutviklingen vil påvirke organisasjonsstrukturer slik vi omtaler i avsnittet over. Noe disse forfatterne også presiserer, er viktigheten av å ha strategier med klare mål, og ikke minst beskrivelser av hvordan målene skal nås. Dette omtaler også for eksempel Bell (2016), World Economic Forum (2018) og Küpper mfl. (2019). Strategier kan ikke kopieres, men må tilpasses hver enkelt organisasjon. Det finnes ikke én riktig strategi, den «må bygge både på beste praksis og beste *fit*» (Bjelland, 2019). Dessuten sier SINTEF at «for å lykkes må implementering av nye teknologier og systemer være tilpasset kontekst, medarbeidere må få tilstrekkelig opplæring og det stiller både krav til utøvelse av god ledelse samt utfordrer god ledelse.» (Andersen, Kamsvåg og Torvatn, 2020).

Et argument for at organisasjonene må tenke nytt om organisasjonstrukturen, handler om at de må være mer fleksible i fremtiden for å håndtere den raske teknologiutviklingen og for å kunne samarbeide på ulike måter med ulike aktører (Berger og Frey, 2016; Bughin mfl., 2018; Tytler mfl., 2019). Dette er også noe av forklaringen på hvorfor litteraturen fremhever fleksibilitet og evne til å omstille seg som en viktig egenskap hos fremtidens personell.

Et annet argument handler om at organisasjonene må være i stand til tettere og nye typer samarbeid med andre, for eksempel knyttet til teknologiutvikling som nevnt over, eller knyttet til datautveksling. Storehaug (2020b) snakker om viktigheten av å dele data og trekker frem de store mulighetene som ligger i de enorme datasettene norske myndighetene forvalter. En ekspertgruppe ledet av konsernsjef for SINTEF, Alexandra Bech Gjørsv, leverte i april 2020 rapporten «Rapport fra ekspertgruppen for datadeling i næringslivet» til distrikts- og digitaliseringsminister Linda Hofstad Helleland (Ekspertgruppen for datadeling i næringslivet, 2020). Rapporten «Én digital offentlig sektor» omtaler også viktigheten av å dele data og at samarbeidet mellom offentlig og privat sektor må styrkes (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2019). Regjeringens nye strategi for kunstig intelligens omtaler viktigheten av samarbeid om forskning mellom offentlig og privat sektor (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2020). I denne sammenhengen er personlige egenskaper knyttet til kommunikasjon og samarbeid med andre mennesker viktig fremtidig kompetanse.

I rapporten «Digital21 – Digitale grep for norsk verdiskapning – samlede anbefalinger» (Digital21, 2018) påpeker de at «digitaliseringen fører med seg et nytt behov; det må etableres strukturer som bryter silotenkningen og gjør det enklere for bedrifter og bransjer å lære av beste praksis i andre bransjer. Hvis vi ikke klarer å etablere mekanismer og strukturer som stimulerer til dette, vil vi måtte se at hver bransje for seg må «finne opp hjulet». Det innebærer unødvendig høy ressursbruk, er ineffektivt og bidrar til at de beste løsningene ikke kommer andre aktører til nytte – noe som er spesielt uheldig i et lite land som Norge.» McKinsey snakker om fremtidens organisasjon som en «organisme» der bokser og linjer er mindre viktige, fokus er på

gjennomføring og organisasjonen kan håndtere raske endringer gjennom bruk av fleksible ressurser (Bughin mfl., 2018). Her vil selvstendighet, fleksibilitet og gjennomføringsevne være viktige egenskaper for personellet.

Et tredje argument er knyttet til fremtidens beslutningsprosesser. Hvis maskinene i større grad blir i stand til å ta komplekse beslutninger, vil det påvirke hvordan organisasjoner innretter seg. Kanskje vil analytikeren som drifter systemet i større grad ha ansvar for store beslutninger som kan tas raskt. Da vil dype beslutningshierarkier være mindre effektivt eller gi mindre mening. Busch finner imidlertid i sin doktorgrad fra 2019 at teknologien kan håndtere store datamengder, men at fagfolk alltid må være involvert i beslutninger.²⁴ SINTEF beskriver hvordan vi vil måtte finne en ny balanse mellom menneske og maskin, og hevder det vil bli en kjerneutfordring fremover (Andersen, Kamsvåg og Torvatn, 2020). I denne forbindelse er det viktig at personellet har teknologisk kompetanse og erfaring samt evne til å bearbeide informasjon.

Et siste argument handler om at bedriftene og organisasjonene må klare å innhente, utvikle og ivareta kompetanse. Dette er et stort tema som vi dekker i et eget delkapittel (se 2.3.2).

For at organisasjoner skal være i stand til å ta i bruk teknologi, er de avhengige av å ha teknologisk kompetanse som gjør at de forstår hvordan teknologier fungerer og hvilke teknologier de vil få bruk for, og denne kompetansen må finnes på ledernivå. I flere av spørreundersøkelsene vi beskrev i kapittel 2.2.3 sier organisasjonene at de føler seg bakpå – at de ikke er «på ballen». Dette handler blant annet om at de ikke har teknologisk innsikt på høyt nok nivå til at de klarer å være i forkant med å se organisasjonens behov.

Manyika, Chui mfl. (2017) sier at de som er tidlig ute med å ta i bruk teknologi, får et konkurransemessig fortrinn. De sier også:

«Business leaders and their organizations will also need to become more knowledgeable about the evolution of the technologies themselves, understanding the art of the possible, and the potential for the future, in order to best position their enterprises to take advantage of automation.»

Lund mfl. (2019) henger seg på dette:

«Every organization will need to understand what automation technologies can do and consider the full range of possibilities for using these new systems to create products and services, improve workflows, and boost productivity. While some will simply pursue labor cost reductions, those that deploy automation and AI technologies in pursuit of innovation and growth can accelerate profitability growth and even add jobs.»

I tråd med dette konkluderer Svendsen-utvalget med at Forsvaret må ha teknologisk kompetanse i toppledelsen: «Teknologen (...) vil ha det overordnede ansvaret for all teknologi i virksomheten,

²⁴ Hentet fra intervju med Busch: <https://www.uia.no/nyheter/digitale-verktoey-kan-ikke-erstatte-fagfolk>

både for teknologien i den operative virksomheten og hva som gjøres rundt teknologi i forskningsmiljøene. Teknologen vil peke ut retning innenfor teknologiområdet, og prioritere hva som bør tas i bruk på hvilket tidspunkt og med hvilken effekt. Dette er ikke en rolle for gårsdagens IT-sjef, men innebærer ansvar for å drive endringsagendaen for det digitale taksiftet.»

Skal bedrifter og organisasjoner klare å omstille og tilpasse seg fremtiden, er det viktig med strategier og klare mål (Autor, 2015; World Economic Forum, 2018; Lund mfl., 2019; Tytler mfl., 2019; Norges offentlige utredninger, 2020). Vi har allerede sett at mange føler seg på etterskudd. I et eksempel fra Norge viser Norges offentlige utredninger (2020) hvor mange kommuner i Norge som har en forankret strategi for teknologisk kompetanseheving i helse- og omsorgssektoren. I de mest sentrale kommunene har rundt 70 prosent en slik strategi. I de mindre sentrale kommunene har rundt 20 prosent en slik strategi.

Mye av litteraturen peker på at både myndigheter og organisasjoner har et ansvar for å håndtere de negative effektene av teknologiutviklingen på arbeidsmarkedet, som det å ivareta de menneskene som kommer mindre heldig ut fremover (Berger og Frey, 2016; Borland og Coelli, 2017a; David, 2017; Hawksworth, Berriman og Goel, 2018; World Economic Forum, 2018; Leonhard, 2019). Dette er en direkte konsekvens av endrede kompetansebehov som organisasjoner må ta innover seg.

2.3.2 Kompetansebygging og kompetanseflyt

«The jobs of the future will not need large numbers of workers with a fixed set of skills – most things that we can train large numbers of workers for, we will also be able to train computers to do better.» (Rainie og Anderson, 2017).

Vi har sett at kreativitet, omsorg, samarbeidsevne og andre «typiske menneskelige» egenskaper vil bli viktige i fremtiden. I tillegg vil grunnleggende digitale og teknologiske ferdigheter være nødvendig for de aller fleste (Berger og Frey, 2016; Olsen, Børing og Solberg, 2019; Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2020). De fleste vil i større grad oppleve å jobbe *sammen med* maskiner (Arntz, Gregory og Zierahn, 2017; Andersen, Kamsvåg og Torvatn, 2020).

Bedrifter opplever allerede at de ikke får tak i nok personell med digitale ferdigheter (Berger og Frey, 2016; Manyika, Chui mfl., 2017; Bughin mfl., 2018; Balsmeier og Woerter, 2019; Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2019; Olsen, Børing og Solberg, 2019; Norges offentlige utredninger, 2020). Samtidig vet vi at det vil være stor etterspørsel etter mennesker med høy utdanning i fremtiden. Dette gjør at man forventer en kamp om kompetansen – en kamp om «talentene» (Balsmeier og Woerter, 2019).

I en slik verden er det særlig to tiltak som vil være viktige for bedrifter og organisasjoner: sørge for kompetansebygging blant de ansatte og sørge for å bruke den kompetansen de har riktig.

Litteraturen som omtaler viktigheten av det første, er overveldende (Berger og Frey, 2016; Manyika, Chui mfl., 2017; Manyika, Lund mfl., 2017; Rainie og Anderson, 2017; Bughin mfl., 2018; Hawksworth, Berriman og Goel, 2018; Nedelkoska og Quintini, 2018; World Economic

Forum, 2018; Balsmeier og Woerter, 2019; Lund mfl., 2019; Muro, Maxim og Whiton, 2019; Olsen, Børing og Solberg, 2019; Norges offentlige utredninger, 2020).

I Aftenposten 1. september 2020²⁵ sa Sveinung Skule, direktør i Kompetanse Norge:

«Men det som er sikkert, er at alle yrker vil endre seg i takt med rask teknologisk utvikling. Det viktigste er derfor at alle, uansett yrkesvalg, må være forberedt på at en må fornye kompetansen i løpet av karrieren. Fremover må vi derfor lære mens vi jobber og jobbe mens vi lærer.»

Vi så også i kapittel 2.2 at mange mener evnen til å lære i seg selv, og evnen til å omstille seg i seg selv, vil bli viktige menneskelige egenskaper i tiden fremover. Det gjelder også i Norge (Olsen, Børing og Solberg, 2019; Andersen, Kamsvåg og Torvatn, 2020; Norges offentlige utredninger, 2020). Arbeidsgivere må legge til rette for kompetanseutvikling og også være fleksible med tanke på karriereveier. SINTEF hevder at «organisasjonsutvikling og organisasjonsendring som inkluderer nye teknologier, trenger at normer og rutiner for læring er bygget inn i arbeidskultur og som mental og fysisk aktivitet i det daglige arbeidet.» (Andersen, Kamsvåg og Torvatn, 2020).

Det å bruke den kompetansen som finnes riktig, er minst like viktig som kompetansebygging. Blant de sysselsatte i OECD²⁶ opplever rundt 20 prosent et misforhold mellom utdanning/kvalifikasjoner og kravene til jobben de er i. Berger og Frey (2016), Manyika, Chui mfl. (2017) og Bughin mfl. (2018) påpeker også det at det er stor arbeidsledighet i mange land samtidig som bedriftene ikke får tak i personer med kritisk teknologisk kompetanse. Olsen, Børing og Solberg (2019) presiserer viktigheten av at virksomheter kartlegger og planlegger kompetansebehov systematisk.

Noe som kan bli mer vanlig i fremtiden, er at organisasjoner og virksomheter i større grad samarbeider om kompetanse – at man får større flyt av kompetanse mellom ulike aktører, enten fordi bruken av selvstendig næringsdrivende øker eller fordi organisasjoner inngår mer formelle samarbeider om kompetanse. Manyika, Lund mfl. (2017) mener et mer flytende arbeidsmarked vil gi bedre «*job matching*», altså rett kompetanse til rett oppgave. Deloitte tegner et fremtidig bilde av fremtidens militære organisasjoner, der en person kan ha løsere tilknytning til det militære og flyte mellom akademia, næringslivet og den militære organisasjonen (Garcia, Lane og Mariani, 2019). På denne måten kan de ansatte stadig oppdatere sin kompetanse og holde seg relevante.

Bedrifter som klarer å være tidlig ute og planlegge godt når det kommer til teknologi- og kompetansebehov samt å omstille seg og å være fleksible, vil sannsynligvis i større grad klare å få tak i den kompetansen de trenger (Manyika, Chui mfl., 2017; Bughin mfl., 2018; Balsmeier og Woerter, 2019; Muro, Maxim og Whiton, 2019).

²⁵ <https://www.aftenposten.no/karriere/i/BR51jQ/da-hilde-husby-gules-arbeidsplass-ble-lagt-ned-jublet-lokalsamfunnet>

²⁶ Resultater fra PIAAC-undersøkelsen, som vi omtalte første gang i delkapittel 2.2.2.2.

2.4 Hva betyr alt dette for Forsvaret?

Vi vet at teknologiutviklingen fremover vil gå fort. I kapittel 2.1 til 2.3 har vi lært at vi antagelig kan si følgende om fremtiden:

- i) Arbeidsoppgaver vil endres, forsvinne og komme til, antagelig raskere og mer uforutsigbart enn vi er vant til. Det er lite trolig at totalt antall jobber vil minke, men personell må omstille seg og oppdatere sin kompetanse underveis i karrieren.
- ii) Kreativitet, fleksibilitet, selvstendighet, omsorg, samarbeidsevne og andre «typiske menneskelige» egenskaper vil bli viktige.
- iii) Det blir kamp om kompetansen, særlig noen typer kritisk kompetanse. Personer med høy utdanning og evne til å oppdatere sin kompetanse vil være ettertraktet. For virksomheter vil det være viktig å kartlegge og planlegge kompetansebehov systematisk.
- iv) Det vil bli mer åpenhet mellom organisasjoner og virksomheter når det gjelder utvikling og utnyttelse av både teknologi og kompetanse. Nye typer samarbeid vil oppstå.
- v) Organisasjoner må omstille seg for å håndtere endringene som kommer. Dette vil kreve en annen kompetansesammensetning enn organisasjonene har i dag.

Vi antar at den generelle innsikten fra de foregående kapitlene, oppsummert i punktene over, i aller høyeste grad vil gjelde Forsvaret.²⁷ Innen flere av disse punktene vil mange av oss umiddelbart tenke at Forsvaret er dårlig stilt når det kommer til å kunne utnytte mulighetene. En hierarkisk organisasjon, i stor grad toppstyrt, tradisjonelt lukket for omverdenen og preget av et omfattende sett med regelverk og prosedyrer, høres ikke ut som en god match med disse trendene. Forsvaret er derfor i større grad enn mange andre virksomheter avhengig av bevisst å endre kurs for å utnytte mulighetene som automatisering representerer. Ledelsen av Forsvaret bør vektlegge hvordan de skal klare å være i forkant på å omstille seg, og *hvordan* de bør omstille seg, for å utvikle seg til en organisasjon som får tak i og utdanner nødvendig og riktig kompetanse.

I dette kapittelet vil vi se på litteratur som omtaler punktene over for militære organisasjoner, samt at vi vil forsøke å trekke noen konklusjoner for Forsvaret basert på det vi kan lære fra forskningen på det sivile.

Når det gjelder punkt i) og ii), finner vi lite forskning gjort direkte på militære organisasjoner. Vi mener det her er et kunnskapshull, noe vi kommer tilbake til i kapittel 3 om videre arbeid.

De tre siste punktene er tett knyttet sammen, men vi forsøker å omtale dem hver for seg i delkapitlene under. Vi snur imidlertid om på rekkefølgen og omtaler først punkt v), så punkt iii) og til slutt punkt iv).

²⁷ I tillegg kan automatisering påvirke Forsvaret spesielt. Når andre land og aktører tar automatiserte systemer i bruk, kan det endre trusselbildet for oss. Dermed kan det indirekte fremtvinge automatisering i Forsvaret.

2.4.1 Å bli en organisasjon for fremtiden

Dersom Forsvaret skal endre seg i retning av «fremtidens organisasjon» som vi beskrev i kapittel 2.3, vil det kreve store omveltninger. FOI påpeker at raske omstillinger vil være en utfordring for militære organisasjoner, grunnet deres lite fleksible strukturer (Johansson, 2019). Hvis fremtidens organisasjon bør være flat, dynamisk, fleksibel og med muligheter for samarbeid på tvers i mindre enheter, har Forsvaret en vei å gå. Forsvaret er imidlertid en spesiell organisasjon som skal løse helt spesielle oppgaver, og antagelig må de alltid se litt annerledes ut enn sivile organisasjoner. I krise og krig er et beslutningshierarki i Forsvaret ansett som nødvendig. Det vil imidlertid antagelig være et skille mellom operativ virksomhet og støttevirksomhet som kan ha betydning for hva som er en optimal struktur. Dette vil videre ha betydning for hva slags lederkompetanse og beslutningskompetanse som vil behøves i ulike deler av Forsvaret samt hvor flatt og «dynamisk» dette skal være organisert.

Den litteraturen som sier noe om organisasjonsendringer for militære organisasjoner i vår kontekst, omtaler gjerne hvordan hierarkiet i personellstrukturen og dagens typiske karrierevei for militært personell bør endres. For eksempel problematiserer Garcia, Lane og Mariani (2019) dagens system der personellet tas inn «i bunnen» og er i tjeneste hele karrieren til de er ferdige. De mener det vil bli viktig med «*an open and agile workforce*», med individuelle karriereveier der personellet enten flyter mellom for eksempel forsvar, akademia og det private eller der de har en løsere tilknytning til flere slike aktører samtidig. Hensikten med dette vil både være et mer fleksibelt og et mer oppdatert personell.

Dette synet støttes av Winkler mfl. (2019) i RAND som sier at dagens systemer for å rekruttere og beholde personell er for rigide, lite fleksible og «*one size fits all*» uten rom for individuelle tilpasninger. De mener også det er for store skiller mellom militært og sivil personell.

Winkler mfl. gjennomførte en workshop der forsvarsekspertene diskuterte fremtidens krigføring. Disse ekspertene sa blant annet:

«(...) need to bring in talent from the private sector and (...) such individuals might seek to affiliate for shorter periods than a traditional enlistment term or might be more likely to affiliate under a lateral entry program, compared with today's start-at-the-bottom, work-your-way-up system.»

Forsvaret er i dag opptatt av at personell skal stå kontrakten ut. Store ressurser brukes for å utdanne personellet innad i organisasjonen, og det er derfor lønnsomt at disse menneskene blir i Forsvaret lenge etterpå. Lange kontrakter kan komme i konflikt med fremtidens behov for talenter og personell med oppdatert kompetanse, der kompetansen for mange kanskje må eller bør tilegnes utenfor Forsvaret. Samtidig har Forsvaret en operativ virksomhet som antagelig alltid vil omfatte teknologi og systemer som kun finnes i organisasjonen. Dette betyr sannsynligvis at Forsvaret vil måtte tenke annerledes enn mange sivile organisasjoner når det kommer til intern utdanning og opplæring av personellet. Det å være bevisst på egen særegenhet, men samtidig identifisere når og hvordan det er hensiktsmessig å samarbeide med sivile institusjoner og aktører, tror vi vil være essensielt for Forsvaret i fremtiden for at de skal kunne ha et oppdatert og relevant personell. Det

handler antagelig om å finne en balanse et sted mellom dagens situasjon og det fremtidsbildet litteraturen beskriver for den sivile sektoren.

2.4.2 Å sikre nødvendig kompetanse

Winkler mfl. (2019) sier at fremtidens personell må kunne håndtere store mengder informasjon og kunne ta beslutninger raskt. Militært personell vil trenge kunnskap til å bruke nye teknologier og ledere må ha evne til å tenke på tvers av fagdisipliner i komplekse situasjoner. Reichborn-Kjennerud (2018) sier at «utviklingen av autonomi gjør at militært personell ikke bare må gjøre seg kjent med teknologier, men også med beregningsteorier, beslutningsteorier og teorier om kunstig intelligens. Vi må forstå hva som gjør at maskinene kommer frem til en bestemt løsning, svar og handling – hvordan de resonerer.»

Vi har sett at det i fremtiden vil bli en kamp om høyt utdannede personer med teknologisk kompetanse, og vi vet at også militære organisasjoner vil ha behov for denne typen kompetanse (Hultin mfl., 2017; Johansson, 2018, 2019; Lau og Haugh, 2018; Dobson, 2019; Garcia, Lane og Mariani, 2019; Perkins, 2019; Tonin, 2019; Winkler mfl., 2019; Feige, 2020, 2020). Forsvaret må finne ut hvordan de skal sikre seg den kompetansen de trenger, når de trenger den.

Ekspertene i Winklers workshop var bekymret for om militæret vil klare å konkurrere om de dyktige menneskene. De mente militæret må tenke nytt om rekruttering (i USA):

- Det må være større fleksibilitet i fysiske krav enn det er i dag.
- Insentivsystemer må revurderes og endres.
- Sivile må fylle flere stillinger og roller enn i dag.
- Det må bli nye måter å samarbeide med eksterne på.
- Det må bli mer fleksible og individuelle karriereveier.
- Militær utdanning må endres og moderniseres.

Disse tankene støttes også av for eksempel Garcia, Lane og Mariani (2019). Feige (2020) omtaler den harde konkurransen om kompetanse og hvordan det private har et stort fortrinn når det kommer til å virke attraktivt på høyt kvalifiserte mennesker. De tilbyr både høy lønn og spennende arbeidsoppgaver, og de har et omdømme som kan virke attraktivt på mange personer med viktig kompetanse for fremtiden.

Rektor og sjef ved Forsvarets høyskole, generalmajor Henning-André Frantzen, sier i en kronikk i Forsvarets forum at skal Forsvaret «lykkes i å tiltrekke seg det nødvendige kompetansemangfold, må vi også lykkes med å tiltrekke oss de beste blant de som ønsker høyere utdanning. Da må vi overbevise disse menneskene om at Forsvaret har noe å tilby dem. Ensidig fokus på pushups, 3000-meter og bilder av soldater i gjørma bærende på tømmerstokker er ikke nødvendigvis det som appellerer til alle» (Frantzen, 2020).

Svendsen-utvalget sier at den interne kulturen i Forsvaret ikke ser ut til å absorbere et stort mangfold. De mener det er avgjørende å tilføre Forsvaret kompetanse utenfra. Både Garcia, Lane og Mariani (2019) og Feige (2020) mener det bør være lettere for personell å gå inn og ut av militæret gjennom karrieren, eller i hvert fall å kunne være en kort periode i militæret lenger ut i karrieren, istedenfor alltid å begynne der som unge. Perkins (2019) sier:

«These new technologies will have equally profound impacts on the military labor force as on direct combat and we need to adapt to this new reality. Automation will require reducing certain specialties, re-skilling many service members, and creating entirely new job families. Moreover, the trends will have second-order impacts on who we recruit and how we train while increasing dependencies on data and communications.»

Svendsen-utvalget trekker frem utdanningssystemet i det norske forsvaret, og blant annet behovet for opplæring underveis i karriereløpet, som litteraturen ellers også fremhever:

«Vi mener Forsvaret ikke utnytter fordelene i det sivile utdanningssystemet til å skaffe seg relevant kompetanse. Utdanningssystemet i Forsvaret er i for liten grad tilpasset en digital hverdag og brukernes behov for rask opplæring. Forsvarets høyskole satser fortsatt på programmer og har i mindre grad tilpasset porteføljen til behovet for livslang læring, oppskilling og reskilling, underveis i et karriereløp.»

Vi har tidligere i rapporten lært at organisasjoner som er tidlig ute med å ta i bruk teknologi, har et fortrinn i å tiltrekke seg personer med høy kompetanse. Det å tegne opp et målbilde for fremtidig kompetanse i Forsvaret og å legge en strategi for å nå dette målet, er viktig for å kunne være i forkant (Johansson, 2018).

Garcia, Lane og Mariani (2019) vektlegger viktigheten av at man har oversikt over hvilken kompetanse som ligger i organisasjonen, ned på individnivå. Dette er essensielt både for organisasjonsplanleggingsformål, for best mulig å gjennomføre oppdrag og operasjoner og for å være i forkant med å innhente nødvendig kompetanse.

2.4.3 Å samarbeide med andre aktører

Dahlbom (2018) sier at en forsvarsmakt som utvikles med digitaliseringen må bli mer åpen og mer integrert i samfunnet for øvrig. Han mener militære organisasjoner bør ta en aktiv rolle i samarbeidet med industri og det private. Johansson (2018) presiserer at historisk har Forsvaret vært en ledende aktør innen teknologiutvikling, men at i dag har den private sektoren gått forbi og er ledende på en rekke områder. Dette påpekes også av Sargent Jr og Gallo (2018). Med dette antyder de at personell i det private vil være teknologisk lenger fremme på mange områder, og at Forsvaret må integreres bedre i samfunnet for å få tilgang til disse menneskene og/eller deres kompetanse.

Forsvaret har sikkerhetsmessige utfordringer knyttet til samarbeid med andre aktører, og vil antagelig alltid ha det. Her snakker vi imidlertid også om å benytte seg av tilgjengelig teknologi uten nødvendigvis å måtte blottlegge egen organisasjon, og dette potensialet bør utnyttes.

Storehaug (2020a) peker på at hundrevis av små start-ups jobber for å bruke AI-systemer til forsvar. Johansson (2018) sier at teknologi som utvikles utenfor den militære sektoren vil være rask å anskaffe, tilpasse og bruke for militære organisasjoner. Det essensielle for Forsvaret her, vil være å ha personell som forstår teknologi, og som gjenkjenner Forsvarets behov for teknologi – så tidlig som mulig. Dette bør være personell i beslutningsposisjoner, som påpekt av Svendsen-utvalget, og/eller personell med mulighet til å påvirke organisatoriske beslutninger.

Deloitte (2019) skisserer et større konsept for samarbeid mellom Forsvaret og andre sivile og militære aktører om bruk av læringsteknologi, som kan være et eksempel på samarbeid av større format. De kaller dette samhandlingslandskapet for et økosystem:

«Økosystemet henspiller på et løst koblet nettverk som samlet bidrar til utvikling og tilpasning av praksis, i tråd med samfunnets og den teknologiske utviklingen. Utviklingen skjer gjennom samhandling og idéutveksling på tvers av organisasjonsgrenser. (...) Økosystemet består av en rekke strategiske samarbeidspartnere som kan være aktører som bidrar med drift og vedlikehold, innhold, erfaringsdeling og annet som er nødvendig for å drifte og videreutvikle en løsning. Det kan også handle om tverrsektorielt samarbeid med eksempelvis aktører i offentlig sektor som Helse, Justis, Difi m.v. eller private virksomheter som Equinor, Telenor, Oslo Edtech i Oslo osv.»

Vi trekker frem dette eksempelet fordi det illustrerer hvordan nye samarbeidsformer vil berøre hvilken kompetanse Forsvaret selv skal besitte.

3 Videre arbeid

Ut fra litteraturen vi har presentert i denne rapporten, mener vi det er tydelig at organisasjoner må begynne å tenke på hvordan de skal møte den digitale og automatiserte fremtiden. Ved FFI har vi kartlagt ulike lands strategier innenfor AI og forsvar.²⁸ Disse strategiene er imidlertid direkte rettet mot implementering av AI som teknologi, og er etter vår mening for snevre når det kommer til fremtidig håndtering av personell og kompetanse, organisasjonsutvikling og lignende. Det er nødvendig å heve blikket og se på det større bildet for fremtiden.

I et slikt overordnet perspektiv vil det for Forsvaret være mange, konkrete spørsmål knyttet til personell og kompetanse som bør belyses: Hvor skal fremtidens ansatte i Forsvaret komme fra – hvem utdanner dem, hvor gamle er de, hvilken kompetanse har de, hvor lenge skal de bli? Skal de nødvendigvis være ansatt i Forsvaret? Hvordan skal Forsvaret bruke verneplikten i fremtiden? Er OR, OF og sivile de rollene organisasjonen trenger? Hva vil egentlig være skillet mellom militære og sivile i Forsvaret om 20 til 30 år?

Vi mener det er nødvendig å gjennomføre studier som kan gi noen svar på disse og tilgrensende spørsmål. Det er et behov for mer kunnskap om konsekvensene av en utvikling som er ny og fremmed for oss, slik at Forsvaret og forsvarssektoren kan tegne opp et målbilde for fremtiden og lage en strategi for å nå dette målbildet

Et annet område hvor vi i denne sammenhengen mener det er nødvendig å øke kunnskapsgrunnlaget, er Forsvarets mulighet til å samarbeide med andre aktører, og de sikkerhetsmessige utfordringene knyttet til dette. Dersom Forsvaret ikke finner gode løsninger her, vil de for alltid ligge etter. Kanskje kan aktører som FFI og NSM sammen finne noen svar her.

I kapittel 2.3.2 og kapittel 2.4 skrev vi om viktigheten av at virksomheter kartlegger og planlegger kompetansebehov systematisk. Dette både for å kunne anvende den kompetansen organisasjonen besitter riktig, og for å kunne tegne opp en vei fra dagens situasjon til et fremtidig målbilde. I lys av dette ønsker vi i videre studier å gjøre en kartlegging av automatiseringspotensial i Forsvaret, basert på metodene vi skrev om i kapittel 2.2. En slik kartlegging vil bidra til å peke på hvor Forsvaret vil merke teknologiutviklingen i form av automatisering av arbeidsoppgaver, og hvordan ressursbruk og kompetansebehov helt konkret vil kunne endres i organisasjonen. Studien vil også være et ledd i at Forsvaret kan være i forkant i kampen om kompetansen fremover. Vi har ikke funnet noen slike publiserte studier gjort på forsvar, og vi tror derfor studien vil gi ny og viktig innsikt og bidra til å tette dette kunnskapshullet for Forsvaret.

²⁸ Dette er gjort i FFI-prosjekt 1537 «Kunstig intelligens og stordata for automatisering og effektivisering av datautnyttelse». Denne kartleggingen viser at USA er langt fremme, med flere AI-strategier innenfor forsvarssektoren. Nato omtaler også USA som ledende i verden på AI og forsvar (Tonin, 2019). Også Frankrike har en egen AI-strategi for forsvar med tiltak og tidsplaner. Land som Storbritannia, Kina og Russland har ikke noen egen AI-strategi for forsvar, så vidt oss bekjent. Flere land har imidlertid ulike initiativer og prosjekter knyttet til AI og forsvar. (Tonin, 2019) beskriver for status for noe av dette.

I kapittel 2.2 så vi at det finnes flere måter å gjøre prediksjonsstudier på. Vi har ikke tilgang til et datasett tilsvarende O*NET for det norske forsvaret. Imidlertid har FFI lang erfaring med å gjennomføre spørreundersøkelser, slik at det å innhente data på den måten, er en god mulighet. Spørreskjemaet til PIAAC er offentlig tilgjengelig, og gjennom litteraturen er det godt beskrevet hvordan data samlet inn med dette spørreskjemaet kan brukes til vårt formål. En studie basert på slike data er gjennomførbar for både mindre og større grupper i Forsvaret. Vi mener det vil være hensiktsmessig å dekke flere av Forsvarets bransjer og områder i en slik studie, da det er viktig å avdekke forskjeller. I studien vil vi kartlegge hvilke egenskaper enkeltpersoner i Forsvaret anven-der i sin stilling, og den vil gjøre oss i stand til å vurdere hvordan disse stillingene vil kunne endres etter hvert som teknologien bringer mer automatiserte løsninger til arbeidsplassene.

Referanser

- Acemoglu, D. og Restrepo, P. (2018a) *Artificial Intelligence, Automation and Work*, National Bureau of Economic Research, Working Paper 24196.
- Acemoglu, D. og Restrepo, P. (2018b) The Race between Man and Machine: Implications of Technology for Growth, Factor Shares, and Employment, *American Economic Review*, 108(6), s. 1488–1542.
- Acemoglu, D. og Restrepo, P. (2019) Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor, *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), s. 3–30.
- Acemoglu, D. og Restrepo, P. (2020a) Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets, *Journal of Political Economy*, 128(6), s. 2188–2244.
- Acemoglu, D. og Restrepo, P. (2020b) The wrong kind of AI? Artificial intelligence and the future of labour demand, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 13(1), s. 25–35.
- Adermon, A. og Gustavsson, M. (2015) Job Polarization and Task-Biased Technological Change: Evidence from Sweden 1975–2005, *The Scandinavian Journal of Economics*, 117(3), s. 878–917.
- Andersen, T. K., Kamsvåg, P. F. og Torvatn, H. Y. (2020) *Teknologiutviklingen i akademiker-yrker*, SINTEF-rapport 2020:00560.
- Arntz, M., Gregory, T. og Zierahn, U. (2016) *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*, OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 189.
- Arntz, M., Gregory, T. og Zierahn, U. (2017) Revisiting the risk of automation, *Economics Letters*, 159, s. 157–160.
- Autor, D. H. (2015) Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation, *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), s. 3–30.
- Autor, D. H., Levy, F. og Murnane, R. J. (2003) The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration, *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), s. 1279–1333.
- Bakhshi, H., Downing, J.M., Osborne, M.A. og Schneider, P. (2017) *The future of skills: employment in 2030*, Pearson and Nesta.
- Balsmeier, B. og Woerter, M. (2019) Is this time different? How digitalization influences job creation and destruction, *Research Policy*, 48(8), p. 103765.

-
-
- Barbieri, L., Mussida, C., Piva, M. og Vivarelli, M. (2019) *Testing the Employment Impact of Automation, Robots and AI: A Survey and Some Methodological Issues*, IZA DP No. 12612.
- Beadle, A. W. (2016) *Å forske på Forsvaret i fremtiden: muligheter, begrensninger og kognitive fallgruver*, FFI-rapport 16/01810.
- Bell, T. (2016) *Rise of the humans*, KPMG-rapport.
- Berg, A., Buffie, E. F. og Zanna, L.-F. (2018) Should we fear the robot revolution? (The correct answer is yes), *Journal of Monetary Economics*, 97, s. 117–148.
- Berger, T. og Frey, C. B. (2016) *Structural Transformation in the OECD: Digitalisation, Deindustrialisation and the Future of Work*, OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 193.
- Berglund, T., Dølvik, J.E., Rasmussen, S. og Steen, J.R. (2019) *Changes in the occupational structure of Nordic employment: Upgrading or polarization?*, Nordic future of work project 2017–2020, Working paper 2.
- Bessen, J. (2018) *AI and Jobs: the role of demand*, National Bureau of Economic Research, Working Paper 24235.
- Bessen, J. (2016) *How Computer Automation Affects Occupations: Technology, Jobs, and Skills*, Boston University School of Law, Law & Economics, Working Paper No. 15-49.
- Bjelland, C. (2019) *Er organisasjonsendring en forutsetning for å lykkes med digitalisering?*, Masteroppgave, NTNU.
- Borland, J. og Coelli, M. (2017a) Are Robots Taking Our Jobs?, *Australian Economic Review*, 50(4), s. 377–397.
- Borland, J. og Coelli, M. (2017b) *Behind the headline number: Why not to rely on Frey and Osborne's predictions of potential job loss from automation*, Melbourne Institute, Working Paper No. 10/19.
- Brynjolfsson, E. og McAfee, A. (2011) *Race Against The Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*, Digital Frontier Press.
- Bughin, J., Hazan, E., Lund, S., Dahlström, P., Wiesinger, A. og Subramaniam, A. (2018) *Skill Shift Automation and the future of the workforce*, McKinsey & Company, Discussion paper.
- Bye, T. og Næsheim, H. (2016) Drivkrefter bak endringer i yrkesstrukturen, *Økonomiske analyser*, 4.

Christiansen, A. (2019) *Digitale verktøy kan ikke erstatte fagfolk*.

URL: <https://www.uia.no/nyheter/digitale-verktoey-kan-ikke-erstatte-fagfolk/>

Dagens næringsliv (2017) *Svensk professor: Det finnes bare én jobb kunstig intelligens aldri kan overta*.

URL: <https://www.dn.no/teknologi/robotrevolusjonen/svensk-professor-det-finnes-bare-en-jobb-kunstig-intelligens-aldri-kan-overta/2-1-181112/>

Dahlbom, B. (2018) Digitaliseringen och försvarets utveckling, *Kungl Krigsvetenskaps-akademiens Tidskrift*, 2.

David, B. (2017) Computer technology and probable job destructions in Japan: An evaluation, *Journal of the Japanese and International Economies*, 43, s. 77–87.

Deloitte (2019) *Teknologi for fremtidens fag- og funksjonsutdanning*.

Dengler, K. og Matthes, B. (2018) The impacts of digital transformation on the labour market – Substitution potentials of occupations in Germany, *Technological Forecasting and Social Change*, 137, s. 304–316.

Digital21 (2018) *Digitale grep for norsk verdiskaping Samlede anbefalinger*.

Dobbs, R., Manyika, J. og Woetzel, J. (2015) *The four global forces breaking all the trends*, McKinsey & Company.

Dobson, D. (2019) *How AI can help defense organizations become smarter, simpler and stronger*.

URL: https://www.ey.com/en_gl/advisory/how-ai-can-help-defense-organizations-become-smarter-simpler-and-stronger/

Ekspertgruppen for datadeling i næringslivet (2020) *Rapport fra ekspertgruppen for datadeling i næringslivet*.

Feige, E. (2020) *The Army Needs Full-Stack Data Scientists and Analytics Translators*.

URL: <https://warontherocks.com/2020/02/the-army-needs-full-stack-data-scientists-and-analytics-translators/>

Fjelland, R. (2020) Why general artificial intelligence will not be realized, *Humanities and Social Sciences Communications*, 7(1), s. 1–9.

Frantzen, H-A. (2020) – *Nå er det lik konkurranse, gutta!*

URL: <https://forsvaretsforum.no/beredskap-fysiske-krav-kronikk/na-er-det-lik-konkurranse-gutta/169455>

-
-
- Frey, C. B. og Osborne, M. A. (2013) *The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?*, Oxford Martin School.
- Frey, C. B. og Osborne, M. A. (2017) The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?, *Technological Forecasting and Social Change*, 114, s. 254–280.
- Garcia, J., Lane, K. og Mariani, J. (2019) *Fighting for the future*, Deloitte Insights.
- Goos, M. og Manning, A. (2007) Lousy and Lovely Jobs: The Rising Polarization of Work in Britain, *The Review of Economics and Statistics*, 89(1), s. 118–133.
- Grace, K., Salvatier, J. Dafoe, A., Zhang, B. og Evans, O. (2018) Viewpoint: When Will AI Exceed Human Performance? Evidence from AI Experts, *Journal of Artificial Intelligence Research*, 62, s. 729–754.
- Graetz, G. (2020) *Technological Change and the Swedish Labor Market*, Uppsala University.
- Gregory, T., Salomons, A. og Zierahn, U. (2016) *Racing With or Against the Machine? Evidence from Europe*, Utrecht University School of Economics, Working Paper Series nr: 18-07.
- Hawksworth, J., Berriman, R. og Goel, S. (2018) *Will robots really steal our jobs?*, PwC-rapport.
- Healy, J., Nicholson, D. og Parker, J. (2017) Guest editors' introduction: technological disruption and the future of employment relations, *Labour & Industry: a journal of the social and economic relations of work*, 27(3), s. 157–164.
- Hultin, J., Trudell, C., Vashistha, A., og Glover, T. (2017) *Implications of Technology on the Future Workforce*, Defense Business Board Washington United States, 17-S-2249.
- Johansson, M. (2018) *Teknikutvecklingens påverkan på långsiktig personalförsörjning*, FOI-notat 6578.
- Johansson, M. (2019) *Teknikutvecklingens påverkan på långsiktig personalförsörjning*, FOI-notat 6933.
- Kahneman, D. (2011) *Thinking, Fast and Slow*, New York: Farrar, Straus and Giroux.
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2019) *Én digital offentlig sektor - Digitaliseringsstrategi for offentlig sektor 2019–2025*.
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2020) *Nasjonal Strategi for Kunstig Intelligens*.

Küpper, D., Lorenz, M., Knizek, C., Kuhlmann, K., Maue, A., Lässig, R. og Buchner, T. (2019) *Advanced Robotics in the Factory of the Future*, BCG.

Lau, C. G. og Haugh, B. A. (2018) *Megatrend Issues in Artificial Intelligence and Autonomous Systems*, Institute for Defense Analyses.

Leonhard, G. (2019) *Preparing For Tomorrow's Workforce In A World Run By Machines*.
URL: <https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2019/03/25/preparing-for-tomorrows-workforce-in-a-world-run-by-machines/>

Leonhard, G. (2020) USEFUL HUMANS: Gerd Leonhard on the future of work, jobs, education and training, URL: <https://www.futuristgerd.com/2020/01/how-will-we-remain-useful-humans-a-longer-post-on-the-future-of-work-jobs-education-and-training/>

Levy, F. og Murnane, R. J. (2004) *The New Division of Labor: How Computers Are Creating the Next Job Market*, Princeton University Press.

Lund, S., Manyika, J., Segel, L.H., Dua, A., Hancock, B., Rutherford, S. og Macon, B. (2019) *Future of work in America - people and places, today and tomorrow*, McKinsey & Company.

Mann, R. (2016) Prawns and Probability: Will your job be automated? A critique of the predictions of Frey and Osborne, *Prawns and Probability*.

Manyika, J., Chui, M., Miremadi, M., Bughin, J., George, K., Willmott, P. og Dewhurst, M. (2017) *A future that works: automation, employment and productivity*, McKinsey & Company.

Manyika, J., Lund, S., Chui, M., Bughin, J., Woetzel, J., Batra, P., Ko, R. og Sanhvi, S. (2017) *What the future of work will mean for jobs, skills, and wages: Jobs lost, jobs gained*, McKinsey & Company.

Markussen, S. (2016) Hvordan sikre jobb til alle i fremtiden?
URL: https://www.frisch.uio.no/publikasjoner/pdf/jobb_til_alle.pdf

McAfee, A. og Brynjolfsson, E. (2014) *The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*, New York: W.W. Norton & company, Inc.

van der Meulen, R. og Pettey, C. (2017) *Gartner Says By 2020, Artificial Intelligence Will Create More Jobs Than It Eliminates*, Gartner.
URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2017-12-13-gartner-says-by-2020-artificial-intelligence-will-create-more-jobs-than-it-eliminates/>

Muro, M., Maxim, R. og Whiton, J. (2019) *Automation and artificial intelligence: How machines are affecting people and places*, Brookings.

Nedelkoska, L. og Quintini, G. (2018) *Automation, skills use and training*, OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 202.

Norges offentlige utredninger (2020) *Fremtidige kompetansebehov III Læring og kompetanse i alle ledd*.

Øberg, S. P. (2020) – *Roboter vil nok aldri kunne tenke som oss*.

URL: <https://forskning.no/data-kunstig-intelligens-norges-forskningsrad/roboter-vil-nok-aldri-kunne-tenke-som-oss/1732675/>

Olsen, D. S., Børing, P. og Solberg, E. (2019) *Statens kompetansebehov i den digitale fremtiden*, NIFU, Rapport 2019:30.

Øye, D. D. (2019) Robotene er allerede her. En empirisk vurdering av automatisering og endringer i yrkessammensetningen i det norske arbeidsmarkedet, *Søkelys på arbeidslivet*, 36(01–02), s. 21–35.

Pajarinen, M., Rouvinen, P. og Ekeland, A. (2015) Computerization Threatens One-Third of Finnish and Norwegian Employment, *Etna Briefs*.

URL: <https://www.etla.fi/en/publications/computerization-threatens-one-third-of-finnish-and-norwegian-employment/>

Perkins, J. (2019) *More than Killer Robots: Artificial Intelligence Will Displace More Soldiers than It Kills*, Modern War Institute.

Pouliakas, K. (2018) *Determinants of Automation Risk in the EU Labour Market: A Skills-Needs Approach*, IZA DP No. 11829.

Pring, B., Brown, R.H., Davis, E., Bahl, M., Cook, M., Styr, C. og Dickerson, D. (2018) *21 More Jobs of the Future: A Guide to Getting and Staying Employed through 2029*, Center for the future of work.

Rainie, L. og Anderson, J. (2017) *The future of jobs and jobs training*, Pew Research Center: Internet, Science & Tech.

Reichborn-Kjennerud, E. (2018) *Kunstig intelligens, roboter og fremtidens krigføring - en revolusjon?*, NUPI, Rapport 6/18.

Reutter, L. M. og Broomfield, H. (2019) *Kunstig intelligens/data science: En kartlegging av status, utfordringer og behov i norsk offentlig sektor - første resultater*, UiO, NIFU og Difi.

Ryan, T. og Mittal, V. (2019) *Potential for Army Integration of Autonomous Systems by Warfighting Function*, U.S. Army.

URL: <https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/military-review/Archives/English/SO-19/Mittal-Autonomous-Systems.pdf>

Sargent Jr, J. F. og Gallo, M. E. (2018) *The Global Research and Development Landscape and Implications for the Department of Defense*, Congressional Research Service.

Storehaug, J. S. (2020a) *AI-trender og kunstig intelligens i 2020*.
URL: <https://storehaug.no/ai-trender/>

Storehaug, J. S. (2020b) *Regjeringens AI-strategi i sandkassen*.
URL: <https://storehaug.no/regjeringens-ai-strategi/>

Svendsen-utvalget (2020) *Økt evne til å kombinere menneske og teknologi*.

Tallaksrud, S. (2020) Det blir omtalt som vår nye gud - som ikke kan kontrolleres, *Tekna Magasinet*.

Thoresen, J. E. (2019) *Kunstig intelligens: – Kan ikke erstatte alt og alle*.
URL: <https://www.totalforsvar.no/?p=3382/>

Tonin, M. (2019) *Artificial Intelligence: Implications for NATO's Armed Forces*. NATO.

Tytler, R. Bridgstock, R., White, P., Mather, D., Mccandless, T. og Grant-Iramu, M. (2019) *100 jobs of the future*, Deakin University.

Van Roy, V., Vértesy, D. og Vivarelli, M. (2018) Technology and employment: Mass unemployment or job creation? Empirical evidence from European patenting firms, *Research Policy*, 47(9), s. 1762–1776.

Wajcman, J. (2017) Automation: is it really different this time?, *The British Journal of Sociology*, 68(1), s. 119–127.

Winkler, J., Marler, T., Posard, M.N., Cohen, R.S. og Smith, M.L. (2019) *Reflections on the Future of Warfare and Implications for Personnel Policies of the U.S. Department of Defense*, RAND Corporation.

Wired Insider (2018) *AI and the Future of Work*.
URL: <https://www.wired.com/wiredinsider/2018/04/ai-future-work/>

World Economic Forum (2018) *The Future of Jobs Report 2018*.

Waage, Kristin og Odin Dager Moe. *Kunstig intelligens i forsvarssektorens støttevirksomhet – hva sier forskningen?*, FFI-rapport under arbeid.

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.

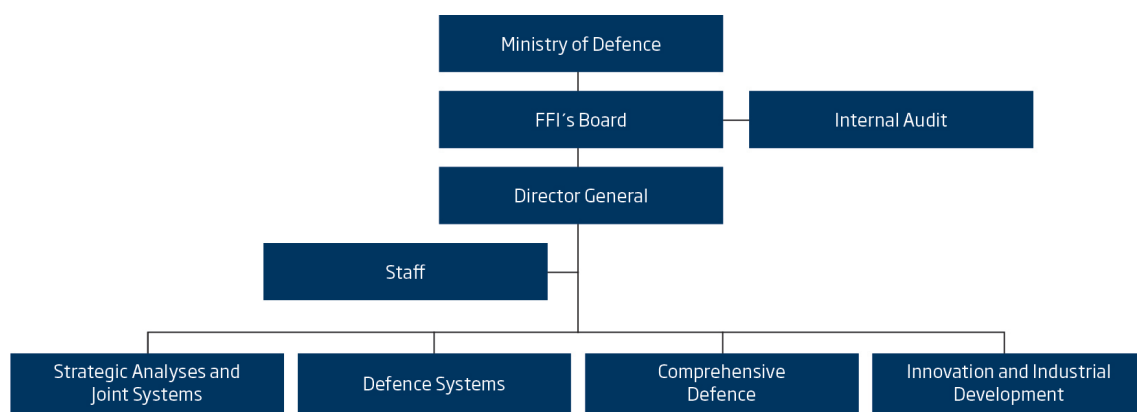
FFIs VISJON

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

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