



FFI-RAPPORT

20/00530

Samfunnssikkerhet mot 2030

— utviklingstrekk

Stig Rune Sellevåg
Kjersti Brattekås
Janita Andreassen Bruvoll
Paul Magnus Hjertvik Buvarp
Harald Fardal
Bodil Farsund
Else-Marie Fykse
Hallvar Gislås
Kristin Hellesø-Knutsen
Simen Kirkhorn
Kjell Olav Nystuen
Richard Olsen
Rikke Amilde Seehuus

Samfunnssikkerhet mot 2030

– utviklingstrekk

Stig Rune Sellevåg
Kjersti Brattekås
Janita Andreassen Bruvoll
Paul Magnus Hjertvik Buvarp
Harald Fardal
Bodil Farsund
Else-Marie Fykse
Hallvar Gisnås
Kristin Hellesø-Knutsen
Simen Kirkhorn
Kjell Olav Nystuen
Richard Olsen
Rikke Amilde Seehuus

Emneord

Samfunnssikkerhet
Sikkerhetspolitikk
Teknologisk utvikling
Klimaforandringer
Trendanalyser

FFI-rapport

20/00530

Prosjektnummer

1539

Elektronisk ISBN

978-82-464-3265-4

Engelsk tittel

Societal security towards 2030 - trends

Godkjenner

Monica Endregard, *forskningsleder*
Janet Martha Blatny, *forskningsdirektør*

Dokumentet er elektronisk godkjent og har derfor ikke håndskreven signatur.

Opphavsrett

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

Sammendrag

Hvordan kommer verden og Norge til å utvikle seg fram mot 2030, og hvordan kan utviklingen påvirke vår samfunnssikkerhet?

Denne rapporten belyser forventet utvikling i sikkerhetspolitiske, økonomiske, sosiale, klimamessige og teknologiske forhold gjennom litteraturstudier. Basert på utviklingstrekkene angir rapporten noen mulige trendbrudd og noen eksempler på hvilken betydning en videreføring av dagens trender kan ha for samfunnssikkerheten i Norge.

Den sikkerhetspolitiske utviklingen viser en global maktforskyvning til ikke-statlige aktører og framvoksende stormakter. Virkemiddelbruken i konflikter har endret seg, og det er en fare for at allianser som Nato og større organisasjoner kan få mindre betydning framover. Stormaktsrivalisering, utvikling av sammensatt virkemiddelbruk og samholdet i allianser vil påvirke Norge. Sosialt preges befolkningsutviklingen av vekst, urbanisering og aldring. Samtidig forventes fortsatt høy migrasjon. Andre utviklingstrekk er motreaksjoner mot globalisering og at sosiale spenninger kan øke.

Økonomisk er det forventet en global vekst som gradvis vil gå saktere, men med betydelige skjevheter til fordel for stormakter og framvoksende makter. Det forventes ytterligere press på ressurser som energi, mat og vann. Økt proteksjonisme og regionalisering kan føre til økonomisk stagnasjon og tilbakegang. En raskere overgang til grønn økonomi kan ikke utelukkes.

Klimaendringer forventes å få konsekvenser i flere tiår framover. Antatte konsekvenser for Norge er et varmere og våtere klima, og endring i ressurstilgangen fra andre land. Konsekvenser av klimaendringer for konfliktutvikling globalt og for samfunn og økonomi i Norge er usikre, men det antas at følgeeffekter vil kunne påvirke norsk økonomi og samfunn.

Teknologiutvikling er en sentral endringsdriver i samfunnet. I denne rapporten er følgende teknologiske megatrender beskrevet: kommunikasjonsteknologi (5G), informasjonsteknologi og skybaserte tjenester, kunstig intelligens og stordata, tingenes internett, robotisering og autonome systemer, romteknologi og rombaserte tjenester, kvanteteknologier og syntetisk biologi. Felles for disse er at de gir både muligheter og utfordringer for samfunnssikkerheten. Digital transformasjon, elektrifisering og utvikling av det såkalte smartsamfunnet vil fortsette å forme samfunnet i tiden framover.

Rapporten har også vurdert noen mulige trendbrudd som kan påvirke samfunnssikkerhetsarbeidet på en dypere og mer gjennomgripende måte. Rapporten beskriver tre alternative utviklingsløp: «global stagnasjon og opprør», «det grønne skiftet går raskere» og «dyp digital transformasjon av samfunnet». Utviklingsløpene er ikke gjensidig utelukkende eller uttømmende.

Kritiske samfunnsfunksjoner blir stadig mer komplekse og gjensidig avhengige av hverandre. Dette krever evne til helhetlig samfunnsplanlegging, tverrsektorielt sikkerhetsarbeid og nytenkning. Den framtidige utviklingen må derfor møtes på en kunnskapsbasert og helhetlig måte.

Summary

What does the future hold for the world and Norway towards 2030? And how may the development affect our societal security?

This report seeks to answer these pertinent questions on the basis of a literature review of expected developments within security policy, demography, economy, climate and technology. Thereafter, characteristic benefits and challenges for societal security by use of examples are pinpointed.

In the societal dimension, there is a global transition of power to non-state actors and emerging power states. The means of conflict have morphed into more “hybrid” forms than traditional state war, and there is a possibility that the influence of alliances like NATO will wane. The world population increases, becomes older and more urbanised, particularly in the West. Social tensions can further decrease the influence of alliances. Financial growth is also expected, but slower and with disparities between states. Environmentally, demand for resources such as energy, food and water is expected to increase. A swifter transition than expected to a “green economy” cannot be ruled out.

Consequences of climate change are expected for several decades to come. Even though the direct consequences for Norway are challenging to determine, more humid and warmer conditions are expected. Furthermore, consequences in other countries could also affect Norway, with issues such as climate refugees and more competition for import goods.

Technology is a central driving force in society. The following technological megatrends have been reviewed: Communication technology (5G), information technology and cloud computing, artificial intelligence and big data, the Internet of Things, robotics and autonomous systems, space technology and space-based services, quantum technologies and synthetic biology. Common for these technologies is that they pose both benefits and challenges for societal security. Digital transformation, electrification and the development of the so-called “smart society” will continue to shape our society.

This study also outlines some possible discontinuities, or alternative futures, that could significantly affect societal security. The alternatives are “global stagnation and insurrection”, “rapid transition to green economy”, and “deep digital transformation in society”. These are not mutually exclusive or exhaustive but can be used as tools to describe future planning options.

Lastly, critical infrastructures are continually becoming more complex and interconnected. This requires novel approaches to societal security and enhanced ability to plan across sectors. The future endeavours for societal security therefore need to be comprehensive and based on scientific knowledge in the times to come.

Innhold

Sammendrag	3
Summary	4
Forord	6
1 Innledning	7
2 Tilnærming til problemområdet og kildematerialet	9
3 Sentrale begreper	10
3.1 Samfunnssikkerhet, totalforsvar, kritiske samfunnsfunksjoner og infrastrukturer	10
3.2 Verdier og verdikjeder	11
3.3 Sikkerhet, beredskap og resiliens	12
3.4 Trender, endringsdrivere, sjokk og diskontinuiteter	13
4 Utviklingstrekk mot 2030	14
4.1 Sikkerhetspolitiske forhold	14
4.2 Sosiale forhold	16
4.3 Økonomiske forhold	18
4.4 Klimaendringer	20
4.5 Teknologisk utvikling	31
5 Mulig betydning for samfunnssikkerheten	56
5.1 Mulige utviklingsløp fram mot 2030	56
5.2 Muligheter og utfordringer knyttet til en videreføring av dagens trender	59
5.3 Mot økende kompleksitet i samfunnet?	80
6 Konklusjoner	82
Referanser	85

Forord

Denne rapporten er en delleveranse i FFIs forskningsprosjekt «Beskyttelse av samfunnet 9 – Framtidens totalforsvar og samfunnssikkerhet (BAS9)». Formålet med dette arbeidet har vært å gjøre en innledende studie av hvordan samfunnet vårt kan utvikle seg de neste ti til femten årene som grunnlag for videre analyser av hvilken betydning trendene kan ha for samfunnssikkerheten, nasjonal krisehåndtering og utviklingen av totalforsvaret.

En slik studie ville ikke vært mulig uten å benytte FFIs samlede teknologi- og samfunnssikkerhetskompetanse. En rekke forskningsprogrammer ved FFI har derfor bidratt til rapporten i tillegg til forskere fra forskningsprogrammet «Beskyttelse av samfunnet». Disse forskningsprogrammene er: «Cybersikkerhet» og «Cyberoperasjoner» ved avdeling Strategiske analyser og fellessystemer, «Autonomi» og «Overvåkning» ved avdeling Forsvarssystemer, samt «CBRNE: Biologiske trusler», «CBRNE: Kjemiske trusler, hjemmelagde og sivile eksplosiver» og «Miljø og helse» ved avdeling Totalforsvar.

Professor Peter Biggins ved Imperial College London og forsker Alexander Beadle ved FFI takkes for diskusjoner og kommentarer.

Stig Rune Sellevåg
Kjeller, 2. februar 2020

1 Innledning

Hvordan kommer verden og Norge til å utvikle seg fram mot 2030 og hvordan kan utviklingen påvirke vår samfunnssikkerhet? Dette er spørsmålene vi ønsker å belyse i denne rapporten.

Samfunnet vårt er i konstant endring. Klimaendringer, et skifte av økonomisk maktbalanse fra Vesten til framvoksende økonomier i Asia, kamp om ressurser og en raskt økende teknologisk utvikling drevet fram av næringslivsaktører i et stadig mer globalisert marked, er utviklingstrekk som vil påvirke oss i tiden framover.^{1,2} Den teknologiske utviklingen vil gi oss en rekke nye og «smarte» tjenester som kan gi et bedre og tryggere samfunn. Imidlertid kan utviklingen av nye tjenester og infrastrukturer også medføre at gjensidige avhengigheter mellom kritiske samfunnsfunksjoner endrer karakter og kompleksitet.

I følge FNs klimapanel kan verden bli minst 3 °C varmere ved slutten av dette århundret dersom dagens CO₂-utslipp opprettholdes.³ Dersom den globale oppvarmingen skal begrenses til 1,5 °C sammenlignet med førindustrielt nivå, viser funnene til FNs klimapanel at globale utslipp av klimagasser bør halveres i 2030 sammenlignet med 2017-nivåer.⁴ I følge flere norske forskningsmiljøer vil dette kreve samfunnsendringer som er av hittil usett skala og omfang, og som vil kreve nytenkning om samfunnets organisering.⁵

Et annet karakteristisk utviklingstrekk vi ser i dag, er at flere stater benytter påvirkningsaktiviteter mot vestlige politiske prosesser.⁶ I følge Etterretningstjenesten er påvirkningsaktiviteten rettet mot både beslutningstakere og den offentlige opinionen, hvor valg og andre politiske prosesser i stigende grad er gjenstand for aktiviteten. For å nå målsetningene med påvirkningen, er bruken av virkemidler asymmetrisk, indirekte og sammensatt.⁷ Påvirkningsaktiviteten forsterkes av utviklingen innen informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) som muliggjør koordinert påvirkningsaktivitet gjennom flere kanaler, inkludert digitale sosiale nettverk.⁸ I tillegg har

¹ Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt.

² KPMG. (2014). *Future State 2030: The global megatrends shaping governments*. Hentet 27. september 2019 fra <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pdf/2014/02/future-state-2030-v3.pdf>.

³ Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.-O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P. R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Péan, C., Pidcock, R., Connors, S., Matthews, J. B. R., Chen, Y., Zhou, X., Gomis, M. I., Lonnoy, E., Maycock, T., Tignor, M. & Waterfield, T. (red.). (2019). *Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

⁴ *Ibid.*

⁵ Andersen, A. D., Bjørgum, Ø., Espegren, K., Holden, E., Skjølsvold, T. M. & Markus Steen, M. (2019, 7. jan.). *Grønt skifte handler like mye om samfunnet som om teknologi*. Hentet 25. okt. 2019 fra <https://forskning.no/klima-kronikk-politikk/gront-skifte-handler-like-mye-om-samfunnet-som-om-teknologi/1276592>.

⁶ Etterretningstjenesten. (2019). *Fokus 2019. Etterretningstjenestens vurdering av aktuelle sikkerhetsutfordringer*. <https://forsvaret.no/fokus>.

⁷ *Ibid.*

⁸ *Ibid.*

man de siste årene observert flere tilfeller hvor statlige aktører tester og utvikler evnen til å gjennomføre alvorlig digital sabotasje i tillegg til andre former for nettverksoperasjoner.⁹ Slike angrep kan få store konsekvenser for kritiske samfunnsfunksjoner. I «Fokus 2019» er det Etterretningstjenestens vurdering at etterretningstrusselen utgjør den mest pågående og omfattende sikkerhetsutfordringen mot Norge og norske interesser.¹⁰

Skal vi kunne innrette samfunnets evne til å forebygge kriser og til å håndtere alvorlige hendelser for å møte framtidens utfordringer og muligheter, må vi ha kunnskap om hvordan dagens trender kan påvirke samfunnssikkerheten. Som beskrevet i FFI-rapporten «Globale trender mot 2040 – et oppdatert fremtidsbilde», er en vanlig fallgrube at vi overreagerer på dagsaktuelle hendelser og legger dem for stor vekt når vi skal vurdere hva som vil skje framover.¹¹ Det er derfor viktig å belyse mulige trendbrudd som kan påvirke samfunnssikkerhetsarbeidet på en dypere og mer gjennomgripende måte. I tillegg må man erkjenne at det kan skje overraskende og uforutsette hendelser som kan gi betydelige konsekvenser og endre retningen til framtiden. Et eksempel på slike sjokk var terrorangrepene i USA 11. september 2001.

Hvordan utviklingstrekkene vil påvirke Norge er selvsagt avhengig av hvordan nasjonen er bygd opp og fungerer. Norge er et demokratisk og vestlig land med åpen økonomi og høyt bruttonasjonalprodukt. Når det gjelder nasjonal sikkerhet, er Norge avhengig av allianser og et vel-fungerende sivilt-militært samarbeid i rammen av totalforsvaret. Like viktig som å forstå utviklingstrekkene i lys av nasjonale forhold, er det nødvendig å se utviklingstrekkene i en europeisk kontekst fordi utviklingstrekkene kan påvirke europeiske land i like stor grad som Norge. Endringer i Europa vil påvirke Norge enten direkte eller indirekte, all den tid vi er medlem av EØS og Schengen-samarbeidet.

Formålet med denne rapporten er å belyse utviklingstrekk mot 2030 som er av betydning for samfunnssikkerheten. På bakgrunn av utviklingstrekkene identifiserer vi noen mulige trendbrudd, samt gir noen eksempler på hvilken betydning en videreføring av dagens trender kan gi for noen utvalgte områder. Hensikten er å bidra til å øke kunnskapsgrunnlaget for samfunnssikkerhetsarbeidet til departementene og andre relevante aktører. Rapporten gir også et grunnlag for å analysere og kontekstualisere hvilke konsekvenser utviklingstrekkene kan gi for nasjonal krisehåndtering og utviklingen av totalforsvaret. Dette vil gjøres i kommende studier ved Forsvarets forskningsinstitutt (FFI).

Denne rapporten er organisert som følger: Kapittel 2 beskriver tilnærmingen til problemområdet og kildematerialet som er benyttet. Kapittel 3 gir en kort beskrivelse av noen begreper som er sentrale for rapporten. Kapittel 4 tar for seg utviklingstrekk fram mot 2030, mens kapittel 5 gir en vurdering av hvilke muligheter og utfordringer utviklingstrekkene kan gi for noen utvalgte områder innen samfunnssikkerheten. Til slutt er konklusjoner gitt i kapittel 6.

⁹ *Ibid.*

¹⁰ *Ibid.*

¹¹ Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt.

2 Tilnærming til problemområdet og kildematerialet

Dette arbeidet tar ikke mål av seg å være en framtidsstudie av samfunnssikkerhetsområdet som helhet. Snarere må arbeidet sees på som en litteraturstudie av allerede publiserte framtidsstudier med en vurdering av hvilken betydning utviklingstrekkene *kan* ha for områder innen samfunnssikkerheten og til en viss grad for totalforsvaret fram mot 2030. Rapporten konkluderer ikke med hvilken utvikling som er mest sannsynlig og gir heller ingen uttømmende beskrivelse av utviklingstrekk som kan påvirke samfunnssikkerheten og totalforsvaret. Imidlertid forsøker rapporten å beskrive viktige utviklingstrekk og problemstillinger som kan utfordre eller endre dagens tilnærming til samfunnssikkerhet. Som rammebetingelse for arbeidet har vi lagt til grunn at Norge kommer til å fortsette å være medlem av Nato, EØS og Schengensamarbeidet, men ikke av EU i tidsperioden fram mot 2030.

Arbeidet er i hovedsak basert på tidligere framtidsstudier FFI har gjennomført. Særlig har FFI-rapporten «Globale trender mot 2040 – et oppdatert fremtidsbilde» (Beadle *et al.*)¹² blitt benyttet som referanseverk, men det har også vært nødvendig å benytte andre relevante studier etter som nevnte FFI-rapport først og fremst har som formål å vurdere trendenes betydning for Forsvarets langtidsplanlegging. Denne rapporten skal beskrive muligheter og utfordringer for norsk samfunnssikkerhet. Dermed har det vært nødvendig å se utover trendene som er skissert for forsvars- og sikkerhetspolitikk. Spesielt har det vært nødvendig å inkludere andre publiserte arbeider knyttet til teknologiområder som er viktige for det sivile samfunnet og utviklingen av EUs sikkerhetssamarbeid.

Relevante utviklingstrekk fram mot 2030 er beskrevet innenfor dimensjonene «sikkerhetspolitiske forhold», «sosiale forhold», «økonomiske forhold», «klimatendringer» og «teknologisk utvikling». Basert på utviklingstrekkene har vi gitt noen eksempler på hvilke muligheter og utfordringer en videreføring av *dagens trender* kan gi for samfunnssikkerheten og totalforsvaret. Denne beskrivelsen er ikke uttømmende for hvilken betydning trendene kan få. Vi har heller ikke diskutert konsekvenser av dagens trender for kritiske samfunnsfunksjoner.

Som nevnt innledningsvis, er det også nødvendig å belyse mulige trendbrudd. Vi har derfor identifisert noen alternative utviklingsløp som divergerer fra en videreføring av dagens trender basert på en vurdering av mulige trendbrudd langs dimensjonene «sikkerhetspolitiske forhold», «sosiale forhold», «økonomiske forhold», «klimatendringer» og «teknologisk utvikling». Ut fra dette har vi identifisert noen viktige endringsdrivere som kan påvirke samfunnssikkerheten i perioden fram mot 2030.

¹² Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt.

3 Sentrale begreper

3.1 Samfunnssikkerhet, totalforsvar, kritiske samfunnsfunksjoner og infrastrukturer

Samfunnssikkerhet er definert som «Samfunnets evne til å verne seg mot og håndtere hendelser som truer grunnleggende verdier og funksjoner og setter liv og helse i fare. Slike hendelser kan være utløst av naturen, være et utslag av tekniske eller menneskelige feil eller bevisste handlinger». ¹³ *Totalforsvarskonseptet* omfatter «gjensidig støtte og samarbeid mellom det sivile samfunn og Forsvaret for å forebygge og planlegge for, og håndtere kriser i fred, sikkerhetspolitiske kriser, væpnet konflikt og krig». ¹⁴

En *samfunnsfunksjon* forstås som et system, eller et sett av systemer, som ivaretar en eller flere funksjonsevner som har til hensikt å dekke befolkningens og samfunnets behov. ¹⁵ Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) har identifisert at en samfunnsfunksjon er *kritisk* når bortfall av denne på et eller annet tidspunkt vil kunne få alvorlige konsekvenser. ¹⁶ Til grunn for vurderingene om kritikalitet ligger to premisser: (i) dersom et avbrudd i sju døgn eller kortere vil true befolkningens grunnleggende behov og (ii) at beredskapsressurser vil bli utfordret innenfor denne perioden. De 14 kritiske samfunnsfunksjonene er identifisert ut ifra befolkningenes og samfunnets grunnleggende behov oppsummert som *samfunnsverdier*, ¹⁷ og er kategorisert innenfor «styringsevne og suverenitet», «befolkningens sikkerhet» og «samfunnets funksjonalitet». I DSBs rapport om samfunnets kritiske funksjoner ¹⁸ er disse beskrevet mer inngående i tillegg til at funksjonsevnene for hver enkelt funksjon er beskrevet. Se for øvrig den til enhver tid siste budsjettproposisjon fra Justis- og beredskapsdepartementet (JD) for en oppdatert oversikt over de kritiske samfunnsfunksjonene med tilhørende ansvarsforhold. ¹⁹

For hver av de kritiske samfunnsfunksjonene er det utpekt et hovedansvarlig departement som har ansvar for at funksjonsevnene er tilstrekkelig opprettholdt med hensyn til samfunnssikkerheten. Dette ansvaret innebærer blant annet at de skal ha oversikt over sårbarheter og samarbeide med andre involverte aktører. De kritiske samfunnsfunksjonene er tverrsektorielle i seg selv i tillegg til at de står i et avhengighetsforhold til hverandre. Det er sannsynlig at en hendelse som rammer en av samfunnsfunksjonene kan få konsekvenser for noen av de andre. Eksempelvis er det lett å se for seg at svikt i kraftleveransen vil få potensielle store konsekvenser for mange av

¹³ Se Justis- og beredskapsdepartementet. (2016). *Risiko i et trygt samfunn. Samfunnssikkerhet* (Meld. St. 10 (2016-2017)).

¹⁴ Se Forsvarsdepartementet & Justis- og beredskapsdepartementet. (2018, 8. mai). *Støtte og samarbeid. En beskrivelse av totalforsvaret i dag*. ISBN 978-82-7924-089-1

¹⁵ Bruvoll, J. A., Busmundrud, O. & Endregard, M. (2019). *Sårbarhet i kritiske samfunnsfunksjoner – en framgangsmåte for status- og tilstandsvurderinger* (under utgivelse). Forsvarets forskningsinstitutt.

¹⁶ Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. (2016). *Samfunnets kritiske funksjoner. Hvilken funksjonsevne må samfunnet opprettholde til enhver tid?* Versjon 1.0. ISBN 978-82-7768-412-3 (PDF).

¹⁷ Liv og helse, natur og miljø, økonomi, samfunnsstabilitet og styringsevne og kontroll.

¹⁸ Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. (2016). *Samfunnets kritiske funksjoner. Hvilken funksjonsevne må samfunnet opprettholde til enhver tid?* Versjon 1.0. ISBN 978-82-7768-412-3 (PDF).

¹⁹ Justis- og beredskapsdepartementet. (2019). *Proposisjon til Stortinget (forslag til stortingsvedtak) for budsjettåret 2020* (Prop. 1 S (2019-2020)).

de andre samfunnsfunksjonene (eksempelvis bortfall av strøm til drift av elektroniske kommunikasjonsnett).

En beskrivelse av samfunnsfunksjoner og ansvarsforhold som skal gjelde for hele samfunnssikkerhetsfeltet har behov for en viss grad av fleksibilitet. Dette betyr at endringer i forutsetninger som ligger til grunn, både når det gjelder endringer i sektoransvar, samfunnets utvikling og teknologiutvikling, må reflekteres i beskrivelsene og vurderingen av kritikaliteten. Det bør også være mulighet til å legge til eller fjerne samfunnsfunksjoner ved behov. Hvorvidt det sistnevnte vurderes, og eventuelt hvor ofte, informeres det ikke om, men endringer i ansvarsforhold redreggjøres i budsjettproposisjonene. Dette betyr at den siste oppdaterte listen over kritiske samfunnsfunksjoner finnes i siste utgitte budsjettproposisjon.²⁰

Beskrivelsen av de kritiske samfunnsfunksjonene legges også til grunn for å kartlegge tverrsektorielle sårbarheter. Dette gjøres i såkalte status- og tilstandsvurderinger av hovedansvarlig departement, og presenteres i budsjettproposisjonene. Disse vurderingene skal ses i sammenheng med den hensikt å få oversikt over avhengighetsforhold og sårbarheter som kan påvirke andre samfunnsfunksjoner, i tillegg til å kartlegge sektorspesifikke sårbarheter. JD har et hovedansvar for den totale oversikten.

Kritisk infrastruktur defineres som «de anlegg og systemer som er helt nødvendig for å opprettholde samfunnets kritiske funksjoner som igjen dekker samfunnets kritiske behov og befolkningens trygghetsfølelse».²¹ For dette formål kan det beskrives som de bestanddelene og elementene som understøtter en kritisk samfunnsfunksjon. Enkelte forbinder infrastrukturbegrepet med noe utelukkende teknisk, men i likhet med samfunnsfunksjonene, må definisjonen forstås ut ifra en bred systemforståelse. En infrastruktur er dermed ikke bare fysiske og/eller tekniske installasjoner, men også organisatoriske, sosiale og administrative forhold.

3.2 Verdier og verdikjeder

Det å kartlegge sine verdier for å vite hva som skal beskyttes er helt sentralt for å kunne oppnå en adekvat sikkerhetstilstand, både nasjonalt og på virksomhetsnivå. Dette har vist seg å være en vanskelig oppgave, og en enhetlig metodikk for å gjøre dette er ikke åpenbar. Norsk standard (NS) 5830 definerer en *verdi* som «en ressurs som hvis den blir utsatt for uønsket påvirkning vil medføre en negativ konsekvens for den som eier, forvalter eller drar fordel av ressursen».²² Med denne definisjonen som utgangspunkt tolkes dette som at en verdi kun er verdt å beskytte om den er verdifull for andre eller at andre har kunnskap om at den er verdifull for deg.

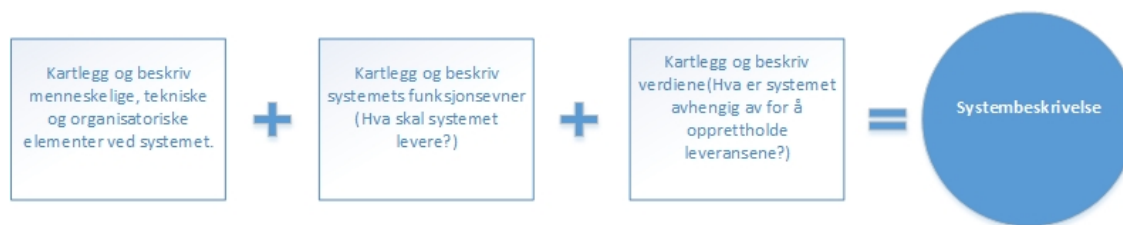
²⁰ Justis- og beredskapsdepartementet. (2019). *Prop. 1 S (2019-2020). Proposisjon til Stortinget (forslag til stortingsvedtak) for budsjettåret 2020*.

²¹ Norges offentlige utredninger. (2006). *Når sikkerheten er viktigst. Beskyttelse av landets kritiske infrastrukturer og kritiske samfunnsfunksjoner* (NOU 2006: 6). ISBN 82-583-0874-2.

²² Standard Norge. (2012). *Samfunnssikkerhet – Beskyttelse mot tilsiktede uønskede handlinger – Terminologi* (Norsk Standard NS 5830:2012).

Verdier kan være både materielle og immaterielle, og typiske eksempler er liv og helse, miljø, omdømme, tillit, stabilitet og produksjonsevne. Alle disse er imidlertid på et relativt overordnet nivå, og virksomheten må selv definere og prioritere hva som er viktigst å ivareta. Dette må videre ses i sammenheng med den situasjonen man er i, ulike hendelser som kan inntreffe og andre faktorer som kan påvirke både hva som er viktig å beskytte og hvordan det skal prioriteres mellom dem.

Når en virksomhet kartlegger sine verdier, er også avhengigheter, eller *verdikjeder*, særlig viktige å inkludere. Dette betyr en kartlegging av hva og hvem man er avhengig av for å ivareta sin funksjonalitet. Verdikjedene kan bestå av både interne og eksterne faktorer og være fysisk, organisatorisk og digital, samt ha nasjonale og internasjonale aspekter. Et annet viktig aspekt med dette er å kartlegge hvem som er avhengig av virksomheten. Kartlegging av verdier og verdikjeder kan ses i sammenheng med det som kalles systembeskrivelse innenfor tradisjonell risikovurdering; se Figur 3.1.



Figur 3.1 Sammenheng mellom systembeskrivelse innen tradisjonell risikovurdering og kartlegging av verdier og verdikjeder²³

3.3 Sikkerhet, beredskap og resiliens

Sikkerhet er ikke et entydig begrep, men forklares ofte som en tilstand som innebærer fravær av uønskede hendelser og/eller frihet fra fare og frykt.²⁴ Det er ikke en statisk tilstand og den vil påvirkes av endringer i faktorer som trussel, sårbarhet og verdi. Sikkerhet er således et hypernym for de engelske begrepene «security» (sikring) og «safety» (trygghet).²⁵ *Beredskap* forstås som de tiltak og den innsats som forberedes for å møte uventede kritiske situasjoner. Ulike former for barrierer, ressurser, krisehåndteringstiltak og mekanismer og fora for samvirke og utførelse inngår i beredskap. En måte å beskrive sammenhengen mellom sikkerhet og beredskap er at sikkerhetstiltak er noe man gjør for å hindre at noe skjer, mens beredskapstiltak er det man implementerer for å håndtere konsekvensene hvis det skulle oppstå en uønsket hendelse.

På hvilken måte vi kan sikre gode tiltak både i forkant, under og etter en potensiell hendelse er omdiskutert. «Usikkerhet», «kompleksitet» og «raskt skiftende» er ofte brukte karakteristikk

²³ Stavland, B. & Bruvoll, J. A. (ikke datert). *Sårbarhet i transportsektorene – operasjonalisering av rammevekt for resiliens* (under utgivelse). Forsvarets forskningsinstitutt.

²⁴ Rosvold, K. A. & Stranden, R. (2018, 26. nov.). Sikkerhet. I *Store norske leksikon*. Hentet 9. jan. 2020 fra <https://snl.no/sikkerhet>.

²⁵ Norges offentlige utredninger. (2006). *Når sikkerheten er viktigst. Beskyttelse av landets kritiske infrastrukturer og kritiske samfunnsfunksjoner* (NOU 2006: 6). ISBN 82-583-0874-2.

og beskrivelse for de systemene som skal sørge for de leveransene vi har behov for og trusselbildet vi befinner oss i. I tillegg trekkes rask utvikling innenfor teknologi, globalisering og tverrsektorielle avhengigheter fram som utfordrende å håndtere.

Resiliensbegrepet er ofte brukt for å beskrive ønsket tilstand i et system. *Resiliens* har mange ulike definisjoner, men omhandler som regel et systems evne til å opprettholde eller gjenoppta sin funksjonalitet etter at det har blitt utsatt for en hendelse;²⁶ se Stavland og Bruvoll for en nærmere beskrivelse av resiliensbegrepets historikk, betydning og sammenhengen med risiko.²⁷

3.4 Trender, endringsdrivere, sjokk og diskontinuiteter

I rapporten benyttes begrepene «trender», «endringsdrivere», «sjokk» og «diskontinuiteter». I Tabell 3.1 er det gitt en kortfattet beskrivelse av hva som menes med disse begrepene basert på Saritas et al.²⁸ og ordlisten til Forward Thinking Platform.²⁹

Tabell 3.1 Forklaring av utvalgte begreper brukt i framtidsstudier basert på ref. 28-29.

Begrep	Betydning	Eksempel
Trend/ Utviklingstrekk	Generell tendens eller retning til en endring over tid	Aldrende befolkning
Megatrend	Store endringer som kan påvirke samfunnet over lang tid	Klimaendringer
Endringsdrivere	Faktorer som forårsaker endring eller som kan påvirke eller forme framtiden	Teknologiutvikling
Trendbrudd/ Diskontinuitet	Rask og stor endring i karakteren eller retningen til en trend	Omfattende bruk av syntetisk biologi i landbruket
Sjokk	En overraskende og uforutsett hendelse som kan gi betydelige konsekvenser og endre retningen til framtiden	Angrepene 11. september 2001 i USA

²⁶ Society for Risk Analysis. (2015). *SRA Glossary*. Hentet 14. oktober 2019 fra <https://www.sra.org/sites/default/files/pdf/SRA-glossary-approved22june2015-x.pdf>.

²⁷ Stavland, B. & Bruvoll, J. A. (2019b). *Resiliens – Hva er det og hvordan kan det integreres i risikostyring?* (FFI-rapport 19/00363). Forsvarets forskningsinstitutt.

²⁸ Saritas, O. & Smith, J. E. (2011). The Big Picture – trends, drivers, wild cards, discontinuities and weak signals, *Futures*, 43, 292-312. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2010.11.007>.

²⁹ Forward Thinking Platform. (ikke datert). *A glossary of terms commonly used in futures studies*. Hentet 20. september 2019 fra <https://www.gfar.net/news/full-version-glossary-terms-commonly-used-futures-studies>.

4 Utviklingstrekk mot 2030

Dette kapittelet beskriver utviklingstrekk av betydning for samfunnssikkerheten fram mot 2030. Der hvor ikke annet er angitt, er beskrivelsen av sikkerhetspolitiske (kapittel 4.1), sosiale (kapittel 4.2) og økonomiske forhold (kapittel 4.3) en sammenfattet gjengivelse av vurderinger som er gjort i FFI-rapporten «Globale trender mot 2040 – et oppdatert fremtidsbilde».³⁰

4.1 Sikkerhetspolitiske forhold

4.1.1 Globalt

I FFI-rapporten «Globale trender mot 2040 – et oppdatert fremtidsbilde»³¹ skisserer forfatterne framtidstrender for de politiske, sosiale og økonomiske dimensjonene. For den sikkerhetspolitiske dimensjonen skisseres tre hovedtrender:

For det første skjer det en maktforskyvning fra Vesten til framvoksende stormakter i Latin-Amerika og Asia, noe som kan skape mer konkurranse om USAs oppmerksomhet og redusere USAs interesse for Europa på sikt. Maktforskyvningen kan også løfte våre alliertes terskler for å gripe inn utenfor egne interesseområder. Framvoksende stormakter viser i tillegg vilje til bruk av militærmakt i egne regioner. Selv om en krig mellom USA og Kina ikke anses som umiddelbart sannsynlig, er det en situasjon med økt spenning og større grunn til pessimisme for utviklingen i forholdet dem imellom. Likevel vurderes det som lite sannsynlig at Norge vil bli direkte involvert i en slik eventuell konflikt.

For det andre pågår det også en maktforskyvning fra stater til ikke-statlige aktører. Dette kan endre fordelingen og utøvelsen av makt og påvirke politiske beslutninger. I økende grad framover kan det skje agendasetting av ikke-statlige aktører som for eksempel kan påvirke politiske beslutningsprosesser, også i Norge.

Den tredje hovedtrenden er at synet på harde og myke virkemidler er i endring. Det har blitt vanligere at stater, i tillegg til militærmakt, bruker en kombinasjon av virkemidler for å utøve press. Dette inkluderer såkalt «hybride» virkemidler som påvirkningsoperasjoner, krig ved stedfortreder («proxy») og nettverksoperasjoner. Flere ulike syn på maktmidlenes betydning i framtiden viser at «den relative nytteverdien av harde og myke maktmidler alltid vil avhenge av den strategiske konteksten».³²

Trendene tilsier en gradvis mer multipolar verdensorden, med mer jevn maktfordeling mellom ulike aktører. Det skisseres med dette også en forventning om at etablerte regler og normer i

³⁰ Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt.

³¹ *Ibid.*

³² *Ibid.*, ss. 16-23

verdenssamfunnet vil bli utfordret, og at multilaterale institusjoner svekkes. Bortfall av INF-avtalen for nedrustning av landbaserte mellomdistanseraketter med kjernevåpen er et eksempel på dette. Det er en fare for at det samme kan skje med nedrustningsavtalen «New START» mellom USA og Russland når den utløper i 2021.³³

Utviklingen av den liberale verdensordenen – som anses å være truet og svekket – vil i stor grad avhenge av USAs videre kurs. Den liberale verdensordenen blir også betegnet som det egentlige førstelinjeforsvaret til Norge, og at økt uenighet mellom stormaktene ytterligere kan svekke dette. Dette betyr at Norge kan bli mer avhengig av Nato (andrelinjeforsvaret), særlig på områder der den internasjonale tolkningen av folkeretten er uklar, som kyststaters økonomiske soner, bruk av verdensrommet og cyberdomenet. Med en skjørere verdensorden kan dette også medføre at våre allierte kan være mer opptatt av konflikter andre steder enn forhold av betydning for Norge.³⁴

En annen framtidsstudie³⁵ framhevet at man vil se økende politisk fragmentering. Politisk og økonomisk ustabilitet, i tillegg til globale katastrofer, er i ferd med å endre det globale bildet for handelsforhold, finans, priser for basisvarer og risiko i forsyningskjeder. Økonomisk vekst hindres av politisk ustabilitet som følger av regionale politiske konflikter, militær undertrykkelse, vold, ressursmangel og mangel på fri ferdsel. Det framheves eksempler som økende politisk vold i Midtøsten og Nord-Afrika etter den arabiske våren, og økende støtte til populistiske partier i Europa og USA.³⁶

4.1.2 Europeisk

Beadle *et al.* peker på at den sikkerhetspolitiske utviklingen i Europa er svært usikker.³⁷ For Norge kan det bli en potensiell spenning mellom hvorvidt man skal utvikle forholdet til et mer isolasjonistisk USA, eller satse på økt europeisk forsvarssamarbeid. Siden president Trump kom til makten i USA, og etter Russlands annektering av Krim, har det vært økt satsning på forsvarsbudsjettene i Europa og en politisk dreining mot mer europeisk samarbeid. Likevel har man sett lite til en faktisk satsning på et integrert europeisk forsvar, til tross for flere initiativer. Usikkerhetsmomentene er flere, deriblant Storbritannias utmeldelse fra EU, Tyrkias ustabilitet og anti-vestlige tendenser, og misnøye innad i europeiske land (med både EU og nasjonale forhold). Vi-

³³ Braut-Hegghammer, M. (2020, 6. jan.). 2020 is the year to worry about nuclear weapons. *Washington Post*. https://www.washingtonpost.com/politics/2020/01/06/is-year-worry-about-nuclear-weapons/?fbclid=IwAR0klIR-FCsNSk0yihM0Xx1GWN8iW4b2F12aEME_NH_5l-cUG7hgpHopaWw.

³⁴ Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt, ss. 16-28.

³⁵ Deloitte Consulting GmbH. (2017). *Beyond the Noise: The Megatrends of Tomorrow's World*. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/public-sector/deloitte-nl-ps-megatrends-2ndedition.pdf>.

³⁶ *Ibid.*, s. 60.

³⁷ Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt.

dere er det også en sikkerhetspolitisk splittelse regionalt i Europa, da ulike deler av Europa oppfatter sikkerhetsutfordringer ulikt. Mens Russland dominerer trusselbildet i nord og øst, er grensekontroll hovedutfordringen for landene nærmere Middelhavet.³⁸

Fra et europeisk perspektiv argumenteres det for at utviklingen med globalisering, migrasjon, geopolitiske skifter, endring i maktbalanse og individers tilgang til teknologi øker verdens sårbarheter og fører til et endret sikkerhetsparadigme. Videre hevdes det at måten internasjonale sikkerhetsstrukturer som Nato og FN er organisert på – med nasjonalstater i sentrum – gjør det vanskeligere å imøtekomme nye sikkerhetsutfordringer.³⁹ Nato vil fortsatt bidra med militær sikkerhet for de fleste EU-land, men Europakommisjonen framhever at Europa ikke kan være naiv, og også må ivareta sin egen sikkerhet. Å være en «myk makt» [«soft power»] er ikke lenger kraftig nok når «hard» makt kan få forrang for regler.⁴⁰ EU har derfor etablert et forsvarsfond for å styrke forskning, utvikling og anskaffelse av europeiske forsvarskapabiliteter.⁴¹ I tillegg har terrorangrep som har rammet Europa de siste årene, ført til et høynet sikkerhetsfokus og en anerkjennelse av at eksterne problemer raskt kan bli interne. Samtidig bidro flyktningstrømmen i 2015 til at flere europeiske land (inkludert Norge) igjen iverksatte økende grensekontroller som i noen grad hindrer flyt av personer og varer.⁴²

I det europeiske perspektivet blir det også lagt vekt på den økende mangelen på tillit som oppleves fra individer og politikere i regionen. Endringen i tillitsnivået blir forklart av øvrige verdensendringer som fører til følelsen av usikkerhet. Det er også et problem at det er et gap mellom menneskers forventninger og hva EU faktisk kan levere, og at misnøye spres raskere enn noen gang på internett. For å unngå et vakuum som kan fylles av populistiske og nasjonalistiske bevegelser legges det vekt på at EU har en jobb å gjøre når det gjelder å vise innbyggerne hva unionen faktisk leverer og har bidratt til, og at de må være proaktivt til stede på flere plattformer – raskere.⁴³ Om EU ikke evner å omstille seg etter disse trendene, vil dette kunne bidra til videre desintegrasjon.

4.2 Sosiale forhold

Beadle *et al.* trekker fram tre demografiske trender fram som relativt sikre: «Verdens befolkning blir stadig større, eldre og mer urbanisert». ⁴⁴ Denne utviklingen vil skje med store regionale variasjoner. Den største veksten og urbaniseringen skjer i mindre utviklede deler av verden, noe som både kan føre til økt økonomisk vekst og sosial uro. Aldring er blant faktorene som kan

³⁸ *Ibid.*, ss. 192-203.

³⁹ European Commission. (ikke datert). *Changing security paradigm*. Hentet 21. okt. 2019 fra https://ec.europa.eu/knowledge4policy/foresight/topic/changing-security-paradigm_en.

⁴⁰ European Commission. (2017). *White Paper on the Future of Europe. Reflections and Scenarios for the EU27 by 2025*. https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/white_paper_on_the_future_of_europe_en.pdf, s. 9.

⁴¹ European Commission. (2017, 7. juni). *A European Defence Fund: €5.5 billion per year to boost Europe's defence capabilities*. Hentet 7. jan. 2020 fra https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_17_1508.

⁴² European Commission. (2017). *White Paper on the Future of Europe. Reflections and Scenarios for the EU27 by 2025*. https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/white_paper_on_the_future_of_europe_en.pdf, s. 11.

⁴³ *Ibid.*, s. 12.

⁴⁴ Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt.

true økonomisk vekst blant annet i Europa, men aldri kan også bidra til en lavere fare for konflikt.

Det forventes fortsatt høy internasjonal migrasjon, og et fortsatt behov for håndtering av folkestrømmer som er minst like stor som i dag. Misnøye og polarisering som motreaksjon på innvandring til Vesten er på kort sikt de største konsekvensene. Norge vil trolig ikke være like utsatt for motreaksjoner mot globalisering som flere av våre allierte, men alliertes interne spenninger er noe som kan påvirke usikkerheten for alliert støtte til Norge.

Europakommisjonens syn på EUs framtidsutsikter viser at Europas plass i verden minker, mens andre deler av verden vokser. Befolkningen i Europa vil framover bli en mindre og mindre andel av verdens befolkning, helt ned mot 5% i 2060.⁴⁵ Selv om prognosene for Norge er at vi vil ha en av de høyeste befolkningsvekstene i Europa, vil Norges befolkning fortsatt utgjøre en svært liten andel av Europas befolkning.⁴⁶

Hele verdens befolkning blir eldre, men det forventes at utviklingen vil være mest dramatisk i mer utviklede land. Dette er fordi det økonomiske vekstpotensialet kan svekkes som følge av aldringen, og det kan medføre større press på infrastruktur og velferdssystem. For Norge peker trenden mot at befolkningen også vil aldres her. I henhold til Statistisk sentralbyrå (SSB) sine befolkningsframskrivninger, vil andelen av norske personer over 65 år øke fra ca. 17 % i 2019 til nærmere 21% i 2030.⁴⁷

På grunn av demografiske og økonomiske utviklingstrekk er det grunn til å tro at svake stater vil dominere konfliktbildet framover. Det kan også ventes at urbane områder vil oppleve mest terrorisme, kriminalitet og konflikt. I tillegg blir naturkatastrofepotensialet for urbane, kystnære og lavtliggende områder trukket fram som en konsekvens av urbanisering og klimaendringer.

Migrasjon og innvandring kan blant annet påvirkes av politiske beslutninger, og er derfor vanskelig å forutsi. Likevel er det stort sett enighet om at behovet for grenseovervåkning og håndtering av masseforflytning av mennesker og humanitære katastrofer vil øke.

I Norge har andelen personer med innvandrerbakgrunn, det vil si første- og andregenerasjons innvandrere, økt de siste årene. Per 2019 ligger andelen på 17,7%. Det er forventet at andelen vil øke de neste tiårene, samtidig som det er verdt å merke seg at ankomstallene per tid er svært lave.⁴⁸ Konsekvensene for innvandringen er for tidlig å vurdere. Samtidig er det ingenting som tilsier at en større andel innvandrere vil påvirke norsk forsvars- og sikkerhetspolitikk ut fra forskningen som foreligger per 2019.

⁴⁵ European Commission. (2017). *White Paper on the Future of Europe. Reflections and Scenarios for the EU27 by 2025*. https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/white_paper_on_the_future_of_europe_en.pdf. S. 8.

⁴⁶ Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt, ss. 32-33

⁴⁷ Statistisk sentralbyrå. (2018, 26. juni). *Befolkningsframskrivninger*. Hentet 7. jan. 2020 fra <https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/folkfram>.

⁴⁸ Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt, s. 37.

De siste årene har det blitt sett en ny utvikling innen politiske motreaksjoner på globaliseringen. Eksempler på dette er valget av Donald Trump som president i USA, Storbritannias valg om å forlate EU («Brexit») i 2016 og oppslutningen om EU- og innvandringskritiske partier i Europa siden 2015. Globalisering har ført til at utvikling internt i flere land viser større ulikheter og økende spenninger. Dersom statene ikke klarer å imøtekomme befolkningenes krav og forventninger for blant annet sikkerhet, klimaendringer, finanskriser og innvandring, kan dette lede til «mer misnøye, demonstrasjoner, ustabilitet og radikalisering». ⁴⁹ Hvis motreaksjonene til globaliseringen ikke håndteres kan det «føre til en erodering av verdier som demokrati, liberalisme, toleranse og mangfold». ⁵⁰ Dette kan også få sikkerhetspolitiske konsekvenser i form av svekking av internasjonalt samarbeid og samhold mellom allierte, og videre at en svekking av alliertes politiske prosesser også kan påvirke muligheten for alliert støtte til Norge. Det er verdt å merke seg at befolkningen i Norge har generelt høyere tillit til staten enn befolkningen i andre europeiske land.

Fra et europeisk perspektiv er forventede implikasjoner at økende befolkningsvekst og økonomi fører til press på naturressurser og skaper negativ miljøpåvirkning. Det forventes at sosiale spenninger vil vokse, noe som kan føre til kompleks påvirkning på tidligere etniske og religiøse konflikter, ustabilitet i sivilsamfunnet, protester fra urbefolkninger, terrorisme og kriminalitet. I områder der den politiske, miljømessige og økonomiske tilstanden forverres, kan det forventes økt migrasjon, noe som i tur kan skape nye konflikter. ⁵¹

Deloitte har i sin framtidsstudie trukket fram at ettersom politiske og etniske grupper har blitt mer myndiggjort [«empowered»], har oppslutningen om saker som angår sosiale og sivile rettigheter blusset opp. Det tolkes dithen at misnøyen og sosial uro skyldes mangelen på økonomisk vekst og høy arbeidsledighet, særlig blant unge. I tillegg kan en økning av matvarepriser i fattige land føre til demonstrasjoner. ⁵²

4.3 Økonomiske forhold

Det forventes fortsatt vekst i verdensøkonomien fram mot 2030, men med en betydelig skjevhet. Kina, India og framvoksende økonomier og vil utgjøre stadig større deler av verdensøkonomien. I tillegg er det forventet at etterspørselen etter ressurser som mat, vann, mineraler og energi vil øke. Selv om det ikke er bevist noen direkte sammenheng mellom ressursknapphet og konflikt, er det mulig at konkurranse om ressursene kan føre til økt spenning og muligens bruk av makt mellom land. Farer som er antatt å kunne ramme Norge er for eksempel en raskere omlegging til fornybar energi enn forventet, og større cyberangrep på finanssystemer. ⁵³

⁴⁹ *Ibid.*, s. 40.

⁵⁰ *Ibid.*, s. 41.

⁵¹ *Ibid.*

⁵² Deloitte Consulting GmbH. (2017). *Beyond the Noise: The Megatrends of Tomorrow's World*. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/public-sector/deloitte-nl-ps-megatrends-2ndedition.pdf>. S. 72.

⁵³ Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt, s. 62.

Selv om verdensøkonomien er forventet å vokse, er også prognosene at det vil gå gradvis saktere. Fortsatt økonomisk vekst er en forutsetning for reduksjon av væpnede konflikter, men dette beror også på at den økonomiske veksten også inkluderer fattige land.

Særlig framvoksende økonomier er forventet å bruke mer penger på forsvar, men det er vanskelig å beregne nøyaktig hvor stor den militære evnen til ikke-vestlige stormakter vil bli. Utviklingen av forsvarsbudsjettene i vestlige land vil være under press da andre deler av samfunnet kan være viktigere for befolkningene å prioritere.

I Norge er de samme trendene som i resten av Europa forventet, nemlig at andre deler av statsbudsjettet får prioritet over forsvar. I tillegg er det mulig at trusselen fra Russland vil «normalisere» seg, altså at trusselen ikke nødvendigvis blir mindre, men at det ikke utløser videre bekymring politisk eller hos befolkningen. Videre kan endring i oljeinntektene få innflytelse på forsvarsbudsjettet.

Flere framtidsstudier har et pessimistisk syn på forventet utvikling av ressursituasjonen. Energiforbruket vil øke drastisk, særlig etterspørselen fra Asia, og det forventes at fossile brennstoff fremdeles vil være den største energikilden i flere tiår. Innen matforsyning består risikofaktorene av klimaendringer, skjevfordeling og endret konsum. Selv om tilgangen på vann tradisjonelt sett ikke kan knyttes direkte til konflikt, vil den økte etterspørselen kunne bli en viktigere kilde til konflikt, i likhet med andre naturressurser dersom knappheten øker. Det er likevel verdt å merke seg at teknologiske framskritt kan påvirke tilgangen på ressurser, samtidig som det gjør framtidsprediksjoner vanskelig, da man ikke vet hvilken påvirkning det vil få. Dog kan det ikke utelukkes at Norge vil rammes av matvareknapphet i gitte situasjoner.

Motkreftene mot globalisering, i form av økt regionalisering og proteksjonisme, kan også føre til økonomisk stagnasjon og tilbakegang. I tillegg kan det akselerere sosiale konsekvenser for utsatte grupper ved skjevfordeling. Et mulig trendbrudd med store konsekvenser for Norge vil være en tidligere overgang til «grønn økonomi» enn forventet, da etterspørselen etter fossile brennstoff som olje vil kunne synke. Tap i oljeinntekter vil kunne gi store ringvirkninger for norsk økonomi.⁵⁴

Deloitte framhever særlig det økende skillet mellom fattig og rik som en betraktelig faktor for usikkerhet og ustabilitet. Mens den globale velstanden øker, blir skillet mellom fattige og rike større, samtidig som middelklassens inntekter stagnerer. I 2016 ble det anslått at 0,7% av verdens befolkning eide 46% av verdens rikdom. Faktorer som en aldrende befolkning, høyere arbeidsledighet og mangel på kompetanse i utviklingsland forsterker denne trenden. Trenden kan medføre at virksomheter retter seg mot *enten* luksusmarkedet *eller* lavprismarkedet, mens markedet «imellom» i større grad forsvinner.⁵⁵

⁵⁴ *Ibid.*, ss. 62-75.

⁵⁵ Deloitte Consulting GmbH. (2017). *Beyond the Noise: The Megatrends of Tomorrow's World*. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/public-sector/deloitte-nl-ps-megatrends-2ndedition.pdf>. S. 26.

Europakommisjonens prognoser viser også at Europas relative økonomiske makt vil gå ned, og forventes å stå for mindre enn 20% av verdens brutto produksjonsverdi i 2030. Innflytelsen fra framvoksende økonomiske makter taler for at Europa må «snakke med en samlet stemme» og bruke sin kollektive vekt for å motvirke trenden.⁵⁶ Mens verden aldri har vært mindre og bedre sammenkoblet, kaster returen av proteksjonisme skygge over framtiden til internasjonal handel og multilateralisme. Europas velstand og evne til å opprettholde sine verdier på verdensscenen vil fortsette å avhenge av åpenhet og sterke bånd til partnere. Likevel blir det en stadig større utfordring å stå opp for fri og progressiv handel og forme globaliseringen slik at den gagnar alle.⁵⁷

Etterdønningene etter finanskrisen henger fortsatt igjen i Europa, og en hovedbekymring er at dette vil gå ut over den yngre – og høyt utdannede – generasjonen. Dette er den første generasjonen siden andre verdenskrig som er forventet å få dårligere levekår enn foreldrene sine. Europa vil også være den «eldste» regionen i verden innen 2030. Sammen med nye familiestrukturer, en befolkning i endring, urbanisering og nye karrieremønstre bidrar dette til en endring av måten samholdet i samfunnet bygges på. De omfattende velferdssystemene vil også utfordres i årene som kommer, og det er antatt et stort behov for effektivisering. I tillegg blir det lagt økende vekt på å utvikle kompetanse for kommende generasjoner i Europa for både å holde tritt med den teknologiske utviklingen og drive verdiskapning innad i Europa. Samtidig vektlegges «det grønne skiftet», der ambisjonen er at Europa skal utvikle fornybar energi og være en foregangsregion.⁵⁸

4.4 Klimaendringer

Det er bred enighet om at økt konsentrasjon av drivhusgasser i atmosfæren fører til global oppvarming og klimaendringer, og at dette er tilknyttet menneskelig aktivitet.^{59,60} Global gjennomsnittstemperatur har økt med omtrent 1 °C siden førindustriell tid. De tre siste tiår har vært suksessivt varmere enn alle andre tiår siden 1850,⁶¹ og de siste fire årene er de varmeste som er

⁵⁶ European Commission. (2017). *White Paper on the Future of Europe. Reflections and Scenarios for the EU27 by 2025*. https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/white_paper_on_the_future_of_europe_en.pdf, s. 8.

⁵⁷ *Ibid.*, s. 9.

⁵⁸ *Ibid.*, s. 10.

⁵⁹ Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. & Midgley, P. M. (red.) (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.

⁶⁰ Cook, J., Nuccitelli, D., Green, S. A., Richardson, M., Winkler, B., Painting, R., Way, R., Jacobs, P. & Skuce, A. (2013). Quantifying the Consensus on Anthropogenic Global Warming in the Scientific Literature. *Environmental Research Letters*, 8(2), 1-7.

⁶¹ Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. & Midgley, P. M. (red.) (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.

målt hittil.⁶² Observerte klimaendringer inkluderer blant annet økt is- og snøsmelting, økt havnivå, havforsuring, endret nedbørsmønster og stadig mer ekstremvær.⁶³ Selv om verdenssamfunnet begrenser temperaturstigningen gjennom utslippsreduksjoner, vil overflatetemperaturen forbli høy. Klimaendringer vil derfor få konsekvenser i flere tiår framover.^{64,65}

4.4.1 Konsekvenser

Klimarisiko er et begrep som favner vidt og kan defineres forskjellig. Det kan omfatte både fysiske risikofaktorer som følge av klimaendringer, og overgangsrisiko mot lavutslippssamfunnet.⁶⁶ I denne rapporten innebærer klimarisiko de fysiske risikofaktorene, hvor annet ikke spesifiseres.⁶⁷

Klimarisiko varierer i stor grad mellom regioner, og rammer generelt utviklingsland i større grad enn utviklede land som Norge. Konsekvensene henger ofte sammen og inkluderer blant annet migrering som følge av havnivåstigning, tørke og vannressursmangel, redusert produktivitet i jordbruket, økt sannsynlighet for vektor- og vannbårne sykdommer, hetebølger, økt skogbrannfare og konsekvenser for økosystemer og økosystemtjenester.⁶⁸

På oppdrag av Miljødirektoratet, publiserte CICERO og Vestlandsforskning i 2018 et oppdatert kunnskapsgrunnlag om konsekvenser av klimaendringer i Norge. Noen av hovedfunnene i rapporten er følgende.⁶⁹

⁶² Siegmund, P., Abermann, J., Baddour, O., Canadell, P., Cazenave, A., Derksen, C., Garreau, A., Howell, S., Huss, M., Isensee, K., Kennedy, J., Mottram, R., Nitu, R., Ramasamy, S., Schoo, K., Sparrow, M., Tarasova, O., Trewin, B. & Ziese, M. (2019). *The Global Climate in 2015–2019*. World Meteorological Organization. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9936.

⁶³ Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. & Midgley, P. M. (red.) (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.

⁶⁴ Allied Command Transformation. (2017). *Strategic Foresight Analysis 2017*. Nato. https://www.act.nato.int/images/stories/media/doclibrary/171004_sfa_2017_report_hr.pdf.

⁶⁵ Pörtner, H.-O., Roberts, D. C., Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., Poloczanska, E., Mintenbeck, K., Nicolai, M., Okem, A., Petzold, J., Rama, B. & Weyer, N. (red.) (under trykking). Summary for Policymakers. I *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

⁶⁶ Norges offentlige utredninger. (2018). *Klimarisiko og norsk økonomi* (NOU 2018: 17). ISBN 978-82-583-1379-0.

⁶⁷ Field, C. B., Barros, V. R., Dokken, D. J., Mach, K. J., Mastrandrea, M. D., Bilir, T. E., Chatterjee, M., Ebi, K. L., Estrada, Y. O., Genova, R. C., Girma, B., Kissel, E. S., Levy, A. N., MacCracken, S., Mastrandrea, P. R. & White, L. L. (red.) (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.

⁶⁸ Pörtner, H.-O., Roberts, D. C., Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., Poloczanska, E., Mintenbeck, K., Nicolai, M., Okem, A., Petzold, J., Rama, B. & Weyer, N. (red.) (under trykking). Summary for Policymakers. I *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

⁶⁹ Aamaas, B., Aaheim, H. A., Alnes, K., Oort, B. V., Dannevig, H., & Hønsi, T. (2018). *Oppdatering av kunnskap om konsekvenser av klimaendringer i Norge* (Report 2018:14). CICERO Center for International Climate Research og Vestlandsforskning.

-
-
- Gitt forutsetningen om høyt utslippsnivå forventes det at Norge fram mot 2100 får et varmere klima med en temperaturstigning i forhold til referanseperioden 1971-2000, på 4,5 °C (spenn 3,3 til 6,4 °C). I Arktis ventes en vesentlig større temperaturstigning.
 - De mest sannsynlige effektene av klimaendringene er kraftigere nedbør, flere og større regnflommer, stigende havnivå og flere jord-, flom- og sørpe-skred.
 - Klimaendringer i Norge vil påvirke mange sektorer, hvor trolig jordbruk, skogbruk, fiskeri og oppdrett vil rammes hardest.
 - De samfunnsøkonomiske konsekvensene av en temperaturendring i Norge opp mot 2,5 °C for 2031-2060 kan bli forholdsvis moderate, men resultatene er usikre.
 - Fordi Norge har en åpen økonomi med betydelig eksport og import, er Norge i en internasjonal sammenheng blant de landene som er mest utsatt for å bli påvirket av klimaendringer i andre land. Det er imidlertid begrenset kunnskap om hvilke utslag dette kan gi.
 - I Norge er kunnskapen om klimaendringer og kapasitet til klimatilpasning styrket siden 2010. Likevel er det krevende å iverksette tiltak for klima-tilpasning til tross for økt kunnskap, og styrking av tverrsektoriell klimatilpasning er krevende.

Beadle *et al.* har vurdert hvilke konsekvenser klimaendringer kan ha for framtidig konfliktnivå. Rapporten trekker fram at klimaendringer er ett av få politikkområder som kan bidra til mer internasjonalt samarbeid, grunnet at reduksjon av klimarisiko er i felles interesse. Samtidig kan områder som blir hardt rammet av klimaendringer føre til økt migrasjon internasjonalt, særlig fra Sahel-regionen i Afrika. Klimaendringer kan også føre til økt behov for humanitær innsats og begrense tilgjengelighet på ressurser til å respondere i krise, både nasjonalt og i Nato-sammenheng. Videre kan økt ismelting i Arktis og Grønland medføre økt næringsvirksomhet og transport, noe som vil være av strategisk betydning for Norge. Imidlertid er funn om sammenheng mellom klimaendringer og konflikt svake og til dels motstridende.⁷⁰

FFI har tidligere også sett på matsikkerhet i et klimaperspektiv.⁷¹ Rapporten peker på at særlig hvete- og maisavlinger i tropiske strøk vil rammes, noe som kan føre til økonomiske, humanitære og politiske kriser. Norges kjøpekraft muliggjør import av dyrere råvarer etter avlingsvikt, men dersom ulike land iverksetter til eksempel eksportforbud, kan norsk matvareimport rammes. Norsk jordbruk og fiskeri er selv avhengige av soya til kraftfôr i landbruket og til oppdrettsnæringen. Soya produseres primært i Brasil og USA og der forventes mer tørke som kan påvirke produksjonen. Rapporten viser også til at alvorlig avlingssvikt vil opptre hyppigere enn

⁷⁰ Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt.

⁷¹ Botnan, J. I. (2016). *Matsikkerhet i et klimaperspektiv* (FFI-rapport 2015/02223). Forsvarets Forskningsinstitutt.

tidligere, og at det krever planlegging for å forutse endringer i markedet, og for å sikre matforsyning.⁷² Ifølge Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO), vil klimaendringers påvirkning på internasjonal matvareproduksjon bli stadig mer aktuelt ettersom både temperaturen er forventet å øke og at norsk import av mat- og fôrvarer øker.⁷³ Dette understøttes av funnene til CICERO og Vestlandsforskning.⁷⁴

I 2017 ble det nedsatt et offentlig utvalg for å vurdere klimarelaterte risikofaktorer og deres betydning for norsk økonomi, herunder finansiell stabilitet. Utvalget definerer klimarisiko som både fysisk risiko og overgangsrisiko, og hvilke følger det får for økonomi og samfunn. Utvalget avga sin rapport til Finansdepartementet 12. desember 2018. Først og fremst påpeker utredningen at datagrunnlaget for analysene er mangelfulle på flere områder. Funnene er derfor beheftet med betydelig usikkerhet. For å belyse utfallsrommet gitt usikkerheten, ble tre scenarier vurdert (A – Vellykket klimapolitikk; B – Sen omstilling; C – Dramatiske klimaendringer).⁷⁵

En av konklusjonene til utvalget var at klimaendringer vil dempe verdens totale verdiskaping. Dette vil påvirke Norge siden vi er en liten og åpen økonomi med stor finansformue. Utvalget mener også at dersom allerede sårbare stater opplever store negative konsekvenser av klimaendringer, kan dette øke risikoen for politisk ustabilitet, humanitære katastrofer og voldelig konflikt. Videre var det utvalgets vurdering at også en vellykket klimapolitikk kan få geopolitiske konsekvenser fordi en klimapolitikk som medfører et mer desentralisert energisystem og lavere petroleumsinntekter, kan endre maktforhold og virke destabiliserende for enkelte land.⁷⁶

Dette er til en viss grad i motsetning med funnene som det henvises til Beadle *et al.*, hvor det ikke ble funnet noen sterk sammenheng mellom klima og konflikt.⁷⁷ Snarere ble det framhevet at det er de væpnede konfliktene som kan gjøre det vanskeligere å håndtere klimaendringer.⁷⁸ Videre peker Beadle *et al.* på at klimaendringene kan bidra til mer internasjonalt samarbeid og større oppslutning om multilaterale institusjoner fordi mange aktører kan ha en felles interesse av å bidra til å redusere klimarisikoen.⁷⁹

Gitt den store usikkerheten knyttet til internasjonal utvikling, vil utfallsrommet for norsk økonomi være svært stort. Utvalget mener likevel at norsk økonomi framstår som relativt robust ut fra en samlet vurdering av de viktigste risikofaktorene.⁸⁰ Dog pekes det på at produktivitet og

⁷² *Ibid.*

⁷³ Bardalen, A. (2018). *Klimarisiko og norsk matproduksjon* (NIBIO Rapport vol. 4, nr. 115). Norsk institutt for bioøkonomi, ss. 13-15.

⁷⁴ Aamaas, B., Aaheim, H. A., Alnes, K., Oort, B. V., Dannevig, H., & Hønsi, T. (2018). *Oppdatering av kunnskap om konsekvenser av klimaendringer i Norge* (Report 2018:14). CICERO Center for International Climate Research og Vestlandsforskning.

⁷⁵ Norges offentlige utredninger. (2018). *Klimarisiko og norsk økonomi* (NOU 2018: 17). ISBN 978-82-583-1379-0.

⁷⁶ *Ibid.*, s.18.

⁷⁷ Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt.

⁷⁸ *Ibid.*, s. 76.

⁷⁹ *Ibid.*, s. 78.

⁸⁰ Norges offentlige utredninger. (2018). *Klimarisiko og norsk økonomi* (NOU 2018: 17). ISBN 978-82-583-1379-0, s. 18.

produktivitetsvekst i norsk økonomi kan bli påvirket som følge av mer betydelige klimaendringer. Videre kan en vellykket klimapolitikk medføre lavere verdi på gjenværende petroleumereserver, som igjen kan påvirke andre deler av nasjonalformuen. I tillegg kan Norges finansformue påvirkes av klimarisiko.

Utvalget peker også på at endringer i migrasjonsmønstre som følge av klimaendringer, kan påvirke Norges befolkningssammensetning og produktivitet. Det er også økt risiko for erstatnings-søksmål med økende omfang av klimarelaterte skader.⁸¹ For en mer detaljert gjennomgang av hvilken innvirkning klimarisiko kan ha på norsk økonomi, henviser vi til utvalgets rapport. Vi henviser også til en rapport som ble utarbeidet av EY i 2018 på oppdrag fra Miljødirektoratet, hvor det ble utredet hvilke konsekvenser klimaendringer i andre land kan få for Norge.⁸²

4.4.2 Klimatiltak

Ifølge FNs klimapanel, vil både klimatiltak og klimatilpasning være nødvendig for å begrense klimarisiko.⁸³ *Klimatiltak* er tiltak for å redusere utslipp fra menneskelig aktivitet for å hindre ytterligere temperaturøkning og klimaendringer, mens *klimatilpasning* omfatter tiltak for å begrense skadevirkningen et endret klima medfører.⁸⁴

På klimatoppmøtet i Paris 12. desember 2015 ble det vedtatt en juridisk forpliktende klimaavtale.⁸⁵ I november 2019 var avtalen ratifisert av 187 av de 197 statspartene til Parisavtalen.⁸⁶ Parisavtalens målsetning er å holde global oppvarming under 2 °C sammenlignet med førindustriell tid, og etterstrebe å holde oppvarmingen under 1,5 °C.⁸⁷ Norges fastsatte nasjonale bidrag til Parisavtalen er nedfelt i klimaloven, og Norge har et utslippsmål om 40% reduksjon i utslipp av klimagasser innen 2030 og 80-95% innen 2050 fra 1990-nivå (jf. klimaloven §§ 3 og 4). Norge

⁸¹ *Ibid.*, s. 20.

⁸² Prytz, N., Nordbø, F. S., Higham, J. D. R. & Thornam, H. (2018). *Utredning om konsekvenser for Norge av klimaendringer i andre land*. EY. Hentet 6. nov. 2019 fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M932/M932.pdf>.

⁸³ Field, C. B., Barros, V. R., Dokken, D. J., Mach, K. J., Mastrandrea, M. D., Bilir, T. E., Chatterjee, M., Ebi, K. L., Estrada, Y. O., Genova, R. C., Girma, B., Kissel, E. S., Levy, A. N., MacCracken, S., Mastrandrea, P. R. & White, L. L. (red.) (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, ss. 1-32.

⁸⁴ Pachauri, R. K. & Meyer, L. A. (red.). (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

⁸⁵ United Nations. (2015). *Paris Agreement*. Hentet 30. sept. 2019 fra https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf.

⁸⁶ Paris Agreement – Status of Ratification. (n.d.). United Nations Climate Change. Hentet 6. nov. 2019 fra <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification>.

⁸⁷ Aamaas, B., Aaheim, H. A., Alnes, K., Oort, B. V., Dannevig, H., & Hønsi, T. (2018). *Oppdatering av kunnskap om konsekvenser av klimaendringer i Norge* (Report 2018:14). CICERO Center for International Climate Research og Vestlandsforskning.

skal samarbeide med EU om 2030-målet, hvilket innebærer mulighet for bruk av EU-regelverkets fleksibilitetsmekanismer; eksempelvis kjøp av utslippskvoter fra andre EU-land og overføring av kvoter fra kvotepliktig til ikke-kvotepliktig sektor.⁸⁸

Norges kraftproduksjon har høyest fornybarandel i Europa med 98% fra vannkraft og vindkraft, noe som gir lavest utslipp i Europa.⁸⁹ Der andre land satser på innfasing av fornybar energi i kraftsystemet som erstatning for fossil varmekraft, kan Norge redusere utslipp ved økt elektrifisering av samfunnet (jf. kapittel 5.2.2).⁹⁰ I tillegg satser regjeringen på økt innblanding av bi drivstoff i konvensjonelt drivstoff, som også bidrar til å kutte utslipp.⁹¹ Norge er også langt framme på teknologi for karbonfangst og -lagring, som også kan gi et betydelig bidrag til å oppfylle Norges utslippsmål.^{92,93} I tillegg kan såkalte grønne anskaffelser bidra med å redusere utslipp over levetiden sammenlignet med alternative anskaffelser.⁹⁴

Utslipp av drivhusgasser kommer primært fra forbruk av fossile brensler.⁹⁵ Samtidig er arealendringer også en grunnleggende årsak til klimaendringer, og dette står for omtrent 23% av globale utslipp ifølge spesialrapporten om klimaendringer og landområder fra FNs klimapanel.⁹⁶ Ifølge spesialrapporten må måten mennesker forvalter landjorden på endres, særlig innen jordbruk og skogbruk. Effektivisering av matproduksjon med omlegging fra produksjon av kjøtt til korn og grønnsaker og hindring av avskoging for å ivareta karbonlagre, trekkes særlig frem.⁹⁷ Utslippene i norsk jordbruk står for ca. 9% av Norges totale utslipp,⁹⁸ dette og kan reduseres primært gjennom produksjon av mindre klimagassintensive matvarer og dyrefor som reduserer me-

⁸⁸ Klima- og miljødepartementet. (2017). *Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid* (Meld. St. 41 (2016-2017)).

⁸⁹ *Ibid.*

⁹⁰ Statnett. (2019, 19. mars). *Et elektrisk Norge – fra fossilt til strøm*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/planer-og-analyser/et-elektrisk-norge--fra-fossilt-til-strom.pdf>.

⁹¹ Miljødirektoratet. (2019, 3. mai). *Salget av avansert biodrivstoff økte i fjor*. Hentet 31. okt. 2019 fra <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2019/mai-2019/salget-av-avansert-biodrivstoff-okte-i-fjor/>.

⁹² Ringrose, P. S. (2018). The CCS Hub in Norway: Some Insights from 22 Years of Saline Aquifer Storage. *Energy Procedia*, 146, 166-172.

⁹³ Størset, S. Ø., Tangen, G., Wolfgang, O. & Sand, G. (2018). *Industrielle muligheter og arbeidsplasser ved CO2-håndtering i Norge* (Rapportnr 2018:0450). SINTEF.

⁹⁴ Oslo Economics. (2017). *Gevinstanalyser av grønne anskaffelser* (Rapport 2017-28). Oslo Economics i samarbeid med CICERO og Inventura. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M960/M960.pdf>.

⁹⁵ Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. & Midgley, P. M. (red.) (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.

⁹⁶ Arneth, A., Barbosa, H., Benton, T., Calvin, K., Calvo, E., Connors, S., Cowie, A., Davin, E., Denton, F., van Die-men, R., Driouech, F., Elbehri, A., Evans, J., Ferrat, M., Harold, J., Haughey, E., Herrero, M., House, J., Howden, M., Hurlbert, M., Jia, G., Johansen, T. G., Krishnaswamy, J., Kurz, W., Lennard, C., Myeong, S., Mahmoud, N., Masson-Delmotte, V., Mbow, C., McElwee, P., Mirzabaev, A., Morelli, A., Moufouma-Okia, W., Nedjraoui, D., Neogi, S., Nkem, J., De Noblet-Ducoudré, N., Olsson, L., Pathak, M., Petzold, J., Pichs-Madruga, R., Poloczanska, E., Popp, A., Pörtner, H.-O., Pereira, J. P., Pradhan, P., Reisinger, A., Roberts, D. C., Rosenzweig, C., Rounsevell, M., Shevliakova, E., Shukla, P., Skea, J., Slade, R., Smith, P., Sokona, Y., Sonwa, D. J., Soussana, J.-F., Tubiello, F., Verchot, L., Warner, K., Weyer, N., Wu, J., Yassaa, N., Zhai, P. & Zommers, Z. (2019, 7. aug.). *IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems* [approved draft]. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

⁹⁷ *Ibid.*

⁹⁸ Statistisk sentralbyrå. (2019, 1. nov.). *Utslipp til luft*. <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/klimagassn>.

tangassutslipp. I tillegg vil balansert gjødsling, kalking, produksjon av biogass, dyrking av høstkorn og bruk av biokull bidra til reduserte utslipp.⁹⁹ Norsk boreal barskog lagrer mye karbon,¹⁰⁰ og skogplanting kan øke karbonlagringen ytterligere.¹⁰¹ Klimaeffekten om bruk av skog til bioenergiformål er imidlertid mer usikker og omdiskutert.¹⁰²

I følge FN's klimapanel, vil det være stor forskjell i konsekvensene av klimaendringer ved 2 °C oppvarming sammenlignet med 1,5 °C.¹⁰³ Som nevnt innledningsvis, mener flere norske forskningsmiljøer at vil dette kreve betydelige samfunnsendringer og nytenkning om samfunnets organisering.¹⁰⁴ Eksempelvis kan det kreve politiske virkemidler som innføring av delingsøkonomi og implementering av passivhus og lokalprodusert fornybar energi, samt livsstilsendringer, gjenbruk av klær, fjernarbeid og kostholdsendringer.¹⁰⁵ Se for øvrig regjeringens klimamelding for en mer detaljert beskrivelse av aktuelle klimatiltak for Norge mot 2030.¹⁰⁶

4.4.3 Klimatilpasning

Som nevnt tidligere, vil overflatetemperaturen forbli høy selv om verdenssamfunnet begrenser temperaturstigningen gjennom reduksjoner i utslipp av drivhusgasser. Til tross for eventuell stabilisering av overflatetemperatur, består klimasystemet av aspekter som innlandsis og havtemperatur som har egne iboende tidsskalaer, hvor endring går saktere og stabilisering tar lenger

⁹⁹ Grønlund, A. & Harstad, O. M. (2014). *Klimagasser fra jordbruket. Kunnskapsstatus om utslippskilder og tiltak for å redusere utslippene* (Rapport vol. 9, nr. 11 2014). Bioforsk.

¹⁰⁰ Bradshaw, C. J. & Warkentin, I. G. (2015). Global estimates of boreal forest carbon stocks and flux. *Global and Planetary Change*, 128, 24-30.

¹⁰¹ Bastin, J.-F., Finegold, Y., Garcia, C., Mollicone, D., Rezende, M., Routh, D., Zohner, C. M. & Crowther, T. W. (2019). The global tree restoration potential. *Science*, 365, 76-79.

¹⁰² European Academies' Science Advisory Council. (2019, feb.). *Forest bioenergy, carbon capture and storage, and carbon dioxide removal: an update*. Hentet 7. nov. 2019 fra https://easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Negative_Carbon/EASAC_Commentary_Forest_Bioenergy_Feb_2019_FINAL.pdf.

¹⁰³ Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.-O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P. R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Péan, C., Pidcock, R., Connors, S., Matthews, J. B. R., Chen, Y., Zhou, X., Gomis, M. I., Lonnoy, E., Maycock, T., Tignor, M. & Waterfield, T. (red.). (2019). *Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

¹⁰⁴ Andersen, A. D., Bjørgum, Ø., Espegren, K., Holden, E., Skjølsvold, T. M. & Markus Steen, M. (2019, 7. jan.). *Grønt skifte handler like mye om samfunnet som om teknologi*. Hentet 25. okt. 2019 fra <https://forskning.no/klima-kronikk-politikk/gront-skifte-handler-like-mye-om-samfunnet-som-om-teknologi/1276592>.

¹⁰⁵ Gibran, V., Lundström, J. R., Hertwich, E. G., Quist, J., Ivanova, D., Stadler, K. & Wood, R. (2019). The Environmental Impact of Green Consumption and Sufficiency Lifestyles Scenarios in Europe: Connecting Local Sustainability Visions to Global Consequences. *Ecological Economics*, 164, 106322.

¹⁰⁶ Klima- og miljødepartementet. (2017). *Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid* (Meld. St. 41 (2016-2017)).

tid.¹⁰⁷ Klimaendringer vil derfor få konsekvenser i flere tiår framover.^{108,109} Følgelig vil tilpasning til klimaendringer være uunngåelig for å redusere klimarisiko.¹¹⁰ FNs klimapanel peker likevel på at til tross for at klimatilpasning reduserer klimarisiko, er det begrenset hvor effektivt slike tiltak kan være dersom temperaturøkningen blir svært høy og terskler for tilpasning overstiges.¹¹¹ Problemer tilknyttet slike tilpasningsterskler er imidlertid mest sannsynlig på lang sikt etter 2030, men klimatilpasning krever også langsiktige virkemidler.¹¹² Klimatilpasning og klimatilpasning bør derfor ifølge FNs klimapanel ses på som komplementære løsninger for å redusere klimarisiko, hvor begge er nødvendige.¹¹³

Siden 2010 har den statlige innsatsen på klimatilpasning økt i Norge. Særlig gjelder dette innen områdene «samfunnssikkerhet og beredskap», «fysisk infrastruktur» og «naturforvaltning», hvor blant annet forebygging av naturskader har fått økte ressurser.¹¹⁴ Samtidig viser CICERO og Vestlandsforskning sine funn at det er en generell kunnskapsmangel om samspillseffekter mellom klimaendringer og andre endringsprosesser i naturen og samfunnet. **Det er heller ikke etablert noen form for uavhengig og systematisk overvåking av hvordan samfunnets samlede sårbarhet for klimaendringer utvikler seg eller hvordan samfunnet som helhet arbeider med å redusere sårbarhetene.**¹¹⁵

¹⁰⁷ Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T. M., Folke, C., Liverman, D., Summerhayes, C. P., Barnosky, A. D., Cornell, S. E., Crucifix, M., Donges, J. F., Fetzer, I., Lade, S. J., Scheffer, M., Winkelmann, R. & Schellnhuber, H. J. (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115, 8252-8259.

¹⁰⁸ Allied Command Transformation. (2017). *Strategic Foresight Analysis 2017*. Nato. https://www.act.nato.int/images/stories/media/doclibrary/171004_sfa_2017_report_hr.pdf.

¹⁰⁹ Pörtner, H.-O., Roberts, D. C., Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., Poloczanska, E., Mintenbeck, K., Nicolai, M., Okem, A., Petzold, J., Rama, B. & Weyer, N. (red.) (under trykking). Summary for Policymakers. I *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

¹¹⁰ Wang, Z., Zhao, Y. & Wang, B. (2018). A Bibliometric Analysis of Climate Change Adaptation Based on Massive Research Literature Data. *Journal of Cleaner Production*, 199, 1072-1082.

¹¹¹ Pachauri, R. K. & Meyer, L. A. (red.). (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

¹¹² Klein, R. J. T., Midgley, G. F., Preston, B. L., Alam, M., Berkhout, F. G. H., Dow, K. & Shaw, M. R. (2014) Adaptation opportunities, constraints, and limits. I C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea & L. L. White (red.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (ss. 899-943). Cambridge University Press.

¹¹³ Pachauri, R. K. & Meyer, L. A. (red.). (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

¹¹⁴ Aamaas, B., Aaheim, H. A., Alnes, K., Oort, B. V., Dannevig, H., & Hønsi, T. (2018). *Oppdatering av kunnskap om konsekvenser av klimaendringer i Norge* (Report 2018:14). CICERO Center for International Climate Research og Vestlandsforskning.

¹¹⁵ *Ibid.*, s. 11.

4.4.4 Parisavtalens framtid

Utgangspunktet for internasjonal klimapolitikk er FNs klimakonvensjon som trådte i kraft i 1994. Dette er en rammeavtale som sikrer internasjonalt samarbeid mot menneskeskapte klimaendringer og det avholdes årlige statspartsmøter for å følge opp avtalen.¹¹⁶ Togradersmålet omtales ofte som det viktigste målet for internasjonal klimapolitikk. Målet er å begrense global oppvarming til under 2 °C sammenlignet med førindustrielt nivå. Togradersmålet ble vedtatt av EU i 1996 og ble etter hvert gradvis akseptert internasjonalt. I 2010 på klimatoppmøtet i Cancun ble verdens land enige i å begrense oppvarmingen til 2 °C.¹¹⁷ Parisavtalen i 2015 innskjerpet kravet ytterligere til at verdens nasjoner i tillegg skulle etterstrebe å holde oppvarmingen under 1,5 °C.¹¹⁸

På klimakonvensjonens partsmøte i Katowice i 2018 skulle det utarbeides en regelbok for hvordan Parisavtalen skulle følges opp. Møtet endte med felles og bindende regler om økte ambisjoner, mens det fortsatt er uenighet om regler for klimafinansiering og markedsmekanismer. Neste partsmøte i klimakonvensjonen er desember 2019, og i første kvartal 2020 skal alle land som er en del av Parisavtalen oppdatere eller melde inn nye bidrag til utslippsreduksjoner.¹¹⁹ På FNs høynivåmøte i september 2019, lovet 70 nasjoner mer ambisiøse utslippskutt i 2020. Norge er blant disse landene som til sammen står for 6,8% av globale klimagassutslipp.¹²⁰ For å nå togradersmålet er mer ambisiøse utslippskutt nødvendig hos flere land, særlig nøkkelnasjoner som står for høye utslipp. I denne forbindelse har Parisavtalen vært kritisert for bare å sette juridiske krav om utslippsmål og rapportering, men ikke inneholde juridisk bindende utslippsreduksjoner eller sanksjonsmekanismer.¹²¹

Likevel er enighet om utslippskutt nødvendig ettersom klimaendringer er et globalt problem.¹²² I denne sammenheng er det av stor betydning at USA som er landet med nest høyest karbonutslipp globalt etter Kina, i 2017 annonserte at de ville trekke seg ut av Parisavtalen.¹²³ Dette har skapt uro i internasjonal klimapolitikk, og avgjørelsen ble møtt med sterk kritikk både fra verdensledere, internasjonale organisasjoner, forskere, sivilsamfunnet og media.^{124,125} Beslutningen

¹¹⁶ Olerud, K. & Kallbekken, S. (2019, 30. sept.). Klimakonvensjonen. I *Store norske leksikon*. Hentet 24. okt. 2019 fra <https://snl.no/Klimakonvensjonen>.

¹¹⁷ *Ibid.*

¹¹⁸ Kallbekken, S. (2018, 9. aug.). Togradersmålet. I *Store norske leksikon*. Hentet 24. okt. 2019 fra <https://snl.no/togradersm%C3%A5let>.

¹¹⁹ Kallbekken, S. (2018, 20. des.). *Overraskende stor enighet i Katowice*. Hentet 24. okt. 2019 fra <https://www.cicero.oslo.no/no/posts/klima/konflikter-til-tross-overraskende-stor-enighet-i-katowice>.

¹²⁰ Thinn, I. J. & Dammann, M. (2019, 26. sept.). *Dette skjedde på klimatoppmøtet*. FN-sambandet. Hentet 7. nov. 2019 fra <https://www.fn.no/Nyheter/Dette-skjedde-paa-klimatoppmoetet>.

¹²¹ Felix, E., Wieding, J. & Zorn, A. (2018). Paris Agreement, Precautionary Principle and Human Rights: Zero Emissions in Two Decades? *Sustainability*, 10, 2812.

¹²² *Ibid.*

¹²³ Zhang, H.-B., Dai, H.-C., Lai, H.-X. & Wang, W.-T. (2017). U.S. Withdrawal from the Paris Agreement: Reasons, Impacts, and China's Response. *Advances in Climate Change Research*, 8, 220-225.

¹²⁴ *Ibid.*

¹²⁵ Tollefson, J. & Schiermeier, Q. (2017, 2. juni). How Scientists Reacted to the US Leaving the Paris Climate Agreement. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/nature.2017.22098>.

om å trekke USA ut av avtalen kan også gjøre utslippskutt dyrere for andre land.¹²⁶ Innenlands i USA reagerte både stater og byer med å bekrefte sitt bidrag til Parisavtalen. California tok grep for å ta en lederrolle i å støtte avtalen, og flere amerikanske selskaper bekreftet sine utslippsmål.¹²⁷ Opp mot halvparten av statene i USA har klimamålsetninger som kan være i overensstemmelse med Parisavtalen, og disse statene utgjør til sammen over 40% av amerikanske utslipp.¹²⁸ Til tross for at Trump-administrasjonen endrer USAs energipolitikk og svekker utslippsreduserende reguleringer,¹²⁹ er utslippene i USA forventet å gå ned på lang sikt som følge av at gass og solenergi i stadig større grad utkonkurrerer kull.¹³⁰ Etter reglene i Parisavtalen¹³¹ kan ikke USAs uttrekning tre i kraft før etter presidentvalget i 2020. Inntil resultatet fra presidentvalget foreligger, er det usikkert hvorvidt USA vil trekke seg ut av Parisavtalen eller ikke.

Imidlertid har situasjonen i USA skapt bekymring om hvorvidt det ville utløse en dominoeffekt der flere land ønsker å trekke seg ut av Parisavtalen.^{132,133} Eksempelvis truet president Jair Bolsonaro i valgkampen med å trekke ut Brasil. Selv om Bolsonaro etter valget har gått bort fra dette,¹³⁴ har miljøreguleringer blitt svekket og avskogingen av Amazonas økt betraktelig.¹³⁵ Dette kan potensielt medføre at regnskogen i Amazonas gjennomgår en overgang mot savanne, noe som vil ha markant effekt på klimaet globalt.¹³⁶

Tatt i betraktning at flere nasjoner har signert Parisavtalen etter at USA annonserte at de ville trekke seg ut,¹³⁷ er det ikke noe så langt som tyder på en dominoeffekt. Imidlertid er det ti land som har signert, men ikke ratifisert avtalen.¹³⁸ Blant annet har klimakonvensjonens inndeling i industriland og utviklingsland vært kritisert for å ramme urettferdig.¹³⁹ Dette er årsaken til at Tyrkia ikke har ratifisert avtalen, ettersom de er kategorisert som industriland, men mener selv

¹²⁶ Dai, H.-C., Zhang, H.-B. & Wang, W.-T. (2017). The Impacts of U.S. Withdrawal from the Paris Agreement on the Carbon Emission Space and Mitigation Cost of China, EU, and Japan under the Constraints of the Global Carbon Emission Space. *Advances in Climate Change Research*, 8, 226-234.

¹²⁷ Cooper, M. (2018). Governing the Global Climate Commons: The Political Economy of State and Local Action, after the U.S. Flip-flop on the Paris Agreement. *Energy Policy*, 118, 440-454.

¹²⁸ *Ibid.*

¹²⁹ Lesser, J. A. (2017). Energy and Environmental Policy in the Trump Era. *Natural Gas & Electricity*, 33, 1-6.

¹³⁰ Chestnoy, S. & Gershinkova, D. (2017). USA Withdrawal from Paris Agreement – What Next? *International Organisations Research Journal*, 12, 215-225.

¹³¹ United Nations. (2015). *Paris Agreement*. Hentet 30. sept. 2019 fra https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf, Article 28.

¹³² Chestnoy, S. & Gershinkova, D. (2017). USA Withdrawal from Paris Agreement – What Next? *International Organisations Research Journal*, 12, 215-225.

¹³³ Urpelainen, J. & Van De Graaf, T. (2018). United States Non-cooperation and the Paris Agreement. *Climate Policy*, 18, 839-851.

¹³⁴ Kaiser, A. J. (2019, 9. mai). 'Exterminator of the future': Brazil's Bolsonaro denounced for environmental assault. The Guardian. Hentet 7. nov. 2019 fra <https://www.theguardian.com/world/2019/may/09/jair-bolsonaro-brazil-amazon-rainforest-environment>.

¹³⁵ Escobar, H. (2019). Bolsonaro's first moves have Brazilian scientists worried. *Science*, 363, 330.

¹³⁶ Lovejoy, T. E. & Nobre, C. Amazon Tipping Point. *Science Advances*, 4, eaat2340. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat2340>.

¹³⁷ Paris Agreement – Status of Ratification. (n.d.). United Nations Climate Change. Hentet 6. nov. 2019 fra <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification>.

¹³⁸ *Ibid.*

¹³⁹ Ari, I. & Ramazan, S. (2017). Differentiation of Developed and Developing Countries for the Paris Agreement. *Energy Strategy Reviews*, 18, 175-182.

at de er avhengige av finansiell hjelp for å holde seg til avtalen og bør klassifiseres som utviklingsland.¹⁴⁰ Russland ratifiserte nylig avtalen (15. okt. 2019) og ligger an til å nå målet om 25-30% reduksjon mot 1990-nivå.¹⁴¹ Dette skyldes primært at utslippene etter Sovjets fall var høye, og utslippene har vært stabile eller økt noe de seneste årene.¹⁴² For øvrig tyder noe forskning på at framvekst av populisme, særlig høyrepopulisme, og økende politisk polarisering kan gjøre det vanskeligere å gjennomføre internasjonal klimapolitikk.^{143,144,145} **Det er behov for mer kunnskap om hvilke utslag dette kan gi på framtidig klima- og energipolitikk.**

Gitt at de tiltak som verdens nasjoner foreløpig har meldt inn som oppfølging av Parisavtalen gjennomføres, vil ikke 2030-målene nås.^{146,147} FNs klimapanel anser det som sannsynlig at global gjennomsnittstemperatur når 1,5 °C mellom 2030 og 2052, og at gjennomføring av de nasjonalt fastsatte bidragene anslås å kunne medføre rundt 3 °C oppvarming i 2100.¹⁴⁸ Samlet sett er det derfor lite som tyder på at klimamålene i Parisavtalen overholdes, gitt dagens utvikling. For at klimamålene skal nås, må avkarboniseringen skje raskere. Dette er primært avhengig av at nøkkelaktører som Kina, USA, India og EU oppfyller nødvendige målsetninger.¹⁴⁹ For å holde global oppvarming under 2 °C, krever dette at alle virkemidler som til nå er tilgjengelig tas i bruk; eksempelvis karbonprising, overgang mot fornybar energi, energieffektivitet, elektriske kjøretøy og karbonfangst og -lagring.¹⁵⁰ I tillegg til utviklingen i nøkkellandene, peker forskningen på at utslipp må frakobles økonomisk vekst i utviklingsland¹⁵¹ og det er nødvendig med

¹⁴⁰ Proposal from Turkey to amend the list of Parties included in Annex I to the Convention. (2018, 15. nov.). United Nations Framework Convention on Climate Change. Hentet 7. nov. 2019 fra <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/inf2.pdf>.

¹⁴¹ Dong, C., Dong, X., Jiang, Q., Dong, K. & Liu, G. (2018). What Is the Probability of Achieving the Carbon Dioxide Emission Targets of the Paris Agreement? Evidence from the Top Ten Emitters. *Science of the Total Environment*, 622-623, 1294-1303.

¹⁴² Climate Action Tracker. (2019, 19. sept.). *Russian Federation*. Hentet 7. nov. 2019 fra <https://climateactiontracker.org/countries/russian-federation/>.

¹⁴³ Lockwood, M. (2018). Right-wing populism and the climate change agenda: exploring the linkages. *Environmental Politics*, 27, 712-732.

¹⁴⁴ Fraune, C. & Knodt, M. (2018). Sustainable energy transformations in an age of populism, post-truth politics, and local resistance. *Energy Research & Social Science*, 43, 1-7.

¹⁴⁵ Forchtner, B. (2019). Climate change and the far right. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 10, e604.

¹⁴⁶ United Nations Environment Programme. (2019). *Emissions Gap Report 2019*. <https://www.unenvironment.org/resources/emissions-gap-report-2019>.

¹⁴⁷ du Pont, Y. R. & Meinshausen, M. (2018). Warming assessment of the bottom-up Paris Agreement emissions pledges. *Nature Communications*, 9, 4810.

¹⁴⁸ Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.-O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P. R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Péan, C., Pidcock, R., Connors, S., Matthews, J. B. R., Chen, Y., Zhou, X., Gomis, M. I., Lonnoy, E., Maycock, T., Tignor, M. & Waterfield, T. (red.). (2019). *Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

¹⁴⁹ Rahman, M.N. & Turay, A.M. (2018). Climate Change Issues in BRICS Countries. *Management and Economics Research Journal*, 4, 174-183.

¹⁵⁰ Berg, A. O., Clapp, C., Lannoo, E. & Peters, G. (2018). *Climate scenarios demystified. A climate scenario guide for investors* (Report 2018:02). CICERO Climate Finance.

¹⁵¹ Wu, Y., Zhu, Q. & Zhu, B. (2018). Decoupling Analysis of World Economic Growth and CO2 Emissions: A Study Comparing Developed and Developing Countries. *Journal of Cleaner Production*, 190, 94-103.

velfungerende klimafinansiering.¹⁵² Gitt at det er en forventning i Parisavtalen¹⁵³ at industriland reduserer utslippene raskere enn utviklingsland, kan det ikke utelukkes at Norge som et rikt industriland, kan oppleve økt internasjonalt press om å bidra til utslippsreduksjoner og klimafinansiering.^{154,155}

4.5 Teknologisk utvikling

4.5.1 Teknologitrender, disruptiv innovasjon og teknologiske diskontinuiteter

Teknologiutvikling ansees å være en av de store endringsdriverne i samfunnet. Dagens teknologiske trender kjennetegnes ved at både hastigheten på utviklingen og spredningen av kunnskap går svært raskt, kanskje raskere enn noensinne.¹⁵⁶ Kunstig intelligens og stordata, tingenes internett («Internet of Things», IoT), automatisering, skybaserte tjenester, 5G og syntetisk biologi er noen eksempler på teknologiske megatrender som kommer til å påvirke samfunnet i tiden framover.^{157,158} Samtidig samvirker teknologiutvikling med andre megatrender som urbanisering og framvekst av såkalte smarte byer. Allerede i dag er byer i ferd med å forvandle seg fra en tradisjonell modell av en silo-basert organisering til en mer samarbeidende, integrert tjenesteleveringsmodell. **Det er derfor viktig å forstå samspillet mellom megatrender når vi skal forsøke å beskrive hvilken betydning de kan ha for samfunnssikkerheten.**

Et mye brukt (og misbrukt) begrep knyttet til teknologiutvikling er «disruptiv innovasjon». Dette begrepet har sitt opphav i en teori som ble introdusert av professor Clayton M. Christensen ved Harvard Business School i 1995. I følge teorien karakteriseres en disruptiv innovasjon som en nyskaping som forstyrrer et eksisterende marked ved å gjøre en eksisterende forretningsmodell irrelevant i motsetning til trinnvis innovasjon som stadig forbedrer et eksisterende produkt.¹⁵⁹ Imidlertid må ikke en disruptiv innovasjon forstås som en teknologisk diskontinuitet; bilen til Carl Benz som ble laget i det 19. århundret var revolusjonær og representerte således en teknologisk diskontinuitet, men den forstyrret ikke det eksisterende hest-og-kjerre-markedet fordi den var for dyr. Det var først når bilen ble masseprodusert slik at den ble billig nok

¹⁵² Kissinger, G., Gupta, A., Mulder, I. & Unterstell, N. (2019). Climate Financing Needs in the Land Sector under the Paris Agreement: An Assessment of Developing Country Perspectives. *Land Use Policy*, 83, 256-69.

¹⁵³ United Nations. (2015). *Paris Agreement*. Hentet 30. sept. 2019 fra https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf.

¹⁵⁴ Matthews, H. D. (2016). Quantifying historical carbon and climate debts among nations. *Nature Climate Change*, 6, 60.

¹⁵⁵ United Nations Climate Change. (ikke datert). *Parties & Observers*. Hentet 29. nov. 2019 fra <https://unfccc.int/parties-observers>.

¹⁵⁶ Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt.

¹⁵⁷ Manyika, J., Chui, M., Bughin, J., Dobbs, R., Bisson, P. & Marrs, A. (2013). *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*. McKinsey Global Institute. Hentet 27. sept. 2019 fra https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Disruptive%20technologies/MGI_Disruptive_technologies_Full_report_May2013.ashx.

¹⁵⁸ KPMG. (2014). *Future State 2030: The global megatrends shaping governments*. Hentet 27. september 2019 fra <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pdf/2014/02/future-state-2030-v3.pdf>.

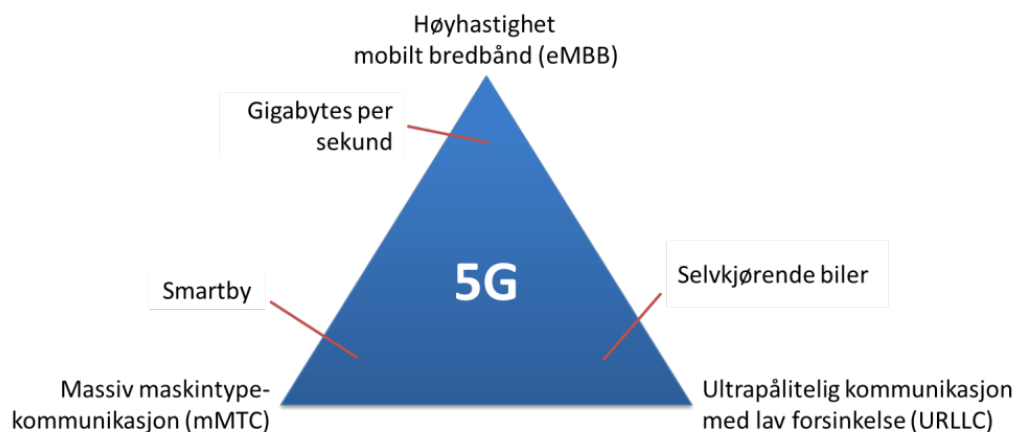
¹⁵⁹ Christensen, C. M., Raynor, M. E. & McDonald, R. (2015, Desember). What is disruptive innovation? *Harvard Business Review*, 44-53. <https://hbr.org/2015/12/what-is-disruptive-innovation>.

at hest-og-kjerre-markedet forsvant. Kodak er et annet eksempel på et offer for disruptiv innovasjon siden de ikke klarte overgangen til digitalfotografering selv om de var tidlig ute med patentering av teknologier for digitalkameraet.¹⁶⁰

I det følgende vil vi beskrive noen utvalgte teknologiområder som vi mener vil ha stor betydning for samfunnssikkerheten i tiden fram mot 2030. Valget at teknologiområder er foretatt ut fra følgende kriterier: (i) de må representere allment aksepterte teknologiske megatrender; (ii) de må representere *både* muligheter *og* utfordringer for samfunnssikkerheten; og (iii) de må ha potensiale for å frembringe en teknologisk diskontinuitet. Utvalget er således ikke en uttømmende liste over viktige teknologiområder, men snarere eksempler på viktige teknologiske endringsdrivere som er av betydning for samfunnssikkerheten.

4.5.2 Kommunikasjonsteknologi (5G)

5G er neste generasjons mobilnettverk. Mens fokuset ved utviklingen av 3G og 4G var på å gi brukerne høyere båndbredde, har det ved utviklingen av 5G også vært stort fokus på infrastruktur og tjenester som skal støtte det hypertilkoblede «smarte» samfunnet og nye industrielle behov. Her trenger man foruten høyere båndbredde («enhanced Mobile Broadband», eMBB), også å kunne støtte høy tetthet av oppkoblede enheter («massive Machine Type Communications», mMTC), samt oppkoblede enheter som krever høy pålitelighet og svært lav forsinkelse («Ultra-Reliable and Low Latency Communications», URLLC). Den fysiske infrastrukturen i 5G skal derfor kunne støtte tjenester med svært ulike behov for tjenestekvalitet; se Figur 4.1.



Figur 4.1 Ulike bruksområder for 5G (forenklet versjon fra ref. 161)

¹⁶⁰ Lucas, H. C. & Goh, J. M. (2019). Disruptive technology: How Kodak missed the digital photography revolution, *The Journal of Strategic Information Systems*, 18 (1), 46-55. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2009.01.002>.

¹⁶¹ International Telecommunication Union. (2015). *IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond* (Recommendation ITU-R M.2083-0). Hentet 27. September 2019 fra https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2083-0-201509-I!!PDF-E.pdf.

Både mMTC og URRLC vil være viktige teknologier for utviklingen av tingenes internett (jf. kapittel 4.5.5). Mer spesifikt fokuserer mMTC på å tilby kommunikasjon til relativt enkle enheter med høy tetthet og et begrenset kommunikasjonsbehov. Kravene som settes til 5G er at teknologien skal støtte en million enheter per kvadratkilometer og at enhetene skal ha en batterilevetid på 10 år. URRLC har andre krav til tjenestekvalitet enn mMTC. Her er fokuset på pålitelighet, det vil si veldig lavt pakketap og lav forsinkelse (ned mot 1 ms); samtidig vil også relativt høy båndbredde og god sikkerhet være viktig. Viktige applikasjoner innen URRLC inkluderer autonome systemer, slik som selvkjørende transportmidler og mange industrielle prosesser, men vil antakelig også omfatte andre viktige funksjoner i samfunnet, eksempelvis fjernstyrt kirurgi.¹⁶² Hverken mMTC eller URRLC er ferdig standardisert, men både krav til lavt energiforbruk i mMTC og lav forsinkelse i URRLC vil påvirke valget av sikkerhetsalgoritmer og prosedyrer.

For å kunne tilby økt båndbredde og høyere tetthet av oppkoblede enheter, vil tettheten på basestasjoner måtte økes og det vil bli brukt høyere frekvenser og mer retningsstyrte antenner. 5G vil også tillate ulike aksessesteknologier som 4G og WiFi.

Selv om den fysiske infrastrukturen i 5G-nettverket skal kunne støtte tjenester med svært ulike krav til tjenestekvalitet, vil nettverket ikke kunne tilby dette til alle tjenestene samtidig. 5G vil derfor realisere dette med ulike logiske nett, også kalt «skivedelte» nett, hvor hver enkelt «skive» dekker ulike behov for tjenestekvalitet. Disse skivedelte nettene vil benytte den samme fysiske infrastrukturen.

Med 5G kommer derfor helt nye måter å tenke nettverk på. Mens man tidligere hadde mye av nettverksfunksjonaliteten i dedikert og statisk maskinvare, vil man i 5G abstrahere nettverksfunksjoner fra den dedikerte maskinvaren til programvare som vil kjøre på standard maskinvare. Maskinvaren vil så bli plassert der det er mest hensiktsmessig, enten i små datasentre i kanten av nettverket (engelsk: «edge computing») eller i store datasentre mer sentralt i nettverket.

Å realisere funksjonaliteten som programvare har mange fordeler. Det vil muliggjøre skivedelte nett, gjøre det enklere for operatørene å tilpasse nettverket til løpende behov, samt gjøre det enklere ved utrulling av nye tjenester. Kompleksiteten i disse nettverkene vil imidlertid være så høy at man vil måtte bruke kunstig intelligens for drift og vedlikehold. **Nettverket vil på denne måten bli mye mer dynamisk, men det innebærer at operatørene ikke vil kunne ha full oversikt over systemene sine og det vil være nærmest umulig å kunne gi noen garantier for sikkerheten.** I tillegg vil økt bruk av programvare gjøre nettverkene mer sårbare for angrep som vi kjenner fra IT-verdenen i dag.

¹⁶² 5G Americas. (2018, nov.). *New services & applications with 5G ultra-reliable low latency communications*. 5G Americas Whitepaper. Hentet 26. okt. 2019 fra https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2019/07/5G_Americas_URLLC_White_Paper_Final_updateJW.pdf.

Basert blant annet på at funksjonaliteten er realisert som programvare og dermed mer dynamisk, er det en generell oppfatning at 5G vil være mer robust enn tidligere generasjoner av mobiltelefoner.¹⁶³ Dette gjelder nødvendigvis ikke ved store hendelser og katastrofer som for eksempel orkaner og jordskjelv, eller dersom kraftforsyningen går ned.¹⁶⁴ I slike tilfeller vil 5G-nettverket være sårbart og det er da viktig at dette ikke vil føre til at hendelsen/katastrofen eskalerer på grunn av den store avhengigheten som er mellom de kritiske infrastrukturene og 5G. **Det er derfor svært viktig at operatører og myndigheter tenker resiliens ved utbyggingen av 5G-nettet.**

5G er fortsatt under standardisering, men både Telenor og Telia har bygget testnett i Norge. Det er ventet at utbyggingen vil skje i ulike faser de nærmeste årene, og at utbygging prioriteres der operatørene ser behov for tjenester 4G ikke kan dekke, for eksempel bredbånd i områder der fiber vil være uhensiktsmessig dyrt å bygge ut, og der man ser ulike industrielle behov.

4.5.3 Informasjonsteknologi og skybaserte tjenester

Informasjonsteknologien utvikler seg i høyt tempo og utviklingen danner grunnlag for stadig nye tjenester, produkter og tekniske løsninger. I EUs «Digital Economy and Society Index for 2019»¹⁶⁵ ligger Norge på en femteplass, marginalt bak Finland, Sverige, Nederland og Danmark. Det betyr at digitaliseringen har kommet langt i Norge og utviklingen innebærer at samfunnet er i endring. Oppgaver som for få år siden var analoge og manuelle, digitaliseres nå i et raskt tempo. Digitaliseringen bidrar ofte til økt effektivitet og i mange tilfeller til økt sikkerhet, men det kan også introdusere nye sårbarheter.

Skybaserte tjenester (engelsk: «Cloud Computing») er utbredt allerede i dag, og er for mange virksomheter kosteffektive og sikre løsninger. National Institute of Standards and Technology (NIST) definerer skytjenester som «[...] en modell som på forespørsel gir tilgang til konfigurerbare dataressurser (f.eks. nettverk, tjenere, lagring, applikasjoner og tjenester), som lett kan gjøres tilgjengelig og frigjøres med minimal ledelsesinnsats eller interaksjon med tjenesteleverandøren».¹⁶⁶ Det er liten grunn til å tro at selve definisjonen av skytjenester kommer til å endre seg stort i tiden framover. Samtidig gir teknologiutviklingen grunnlag for at skytjenestene kan endre innhold og karakter.

¹⁶³ Se for eksempel Verizon. (ikke datert). *What is 5G?* Hentet 27. september 2019 fra <https://www.verizon.com/about/our-company/5g/what-5g>.

¹⁶⁴ Gougliadis, A., Esposito, C., Hutchison, D., Gurtov, A., Helvik, B., Heegaard, P., Rizzo, G. & Rak, J. (2018). On the Disaster Resiliency within the Context of 5G Networks: The RECODIS Experience. I *Proceedings of the in European Conference on Networks and Communications [EuCNC 2018]*, vol. 18 - 21, Ljubljana, Slovenia, 2018.

¹⁶⁵ European Commission. (2019). *The Digital Economy and Society Index (DESI) for 2019*. Hentet 15. oktober 2019 fra <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>.

¹⁶⁶ Mell, P. & Grance, T. (2011). *The NIST Definition of Cloud Computing* (Special Publication 800-145). National Institute of Standards and Technology. <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>.

I rapporten «Future of Cloud Computing» peker Google på flere utviklingstrekk innenfor skybaserte tjenester.¹⁶⁷ Gjennomgående er at det særlig er innenfor skybaserte tjenester at teknologiutviklingen tidlig kommer til å utnyttes til det fulle. For eksempel vil kunstig intelligens bli en nøkkelfaktor i framtidens skybaserte tjenester. Verktøy for maskinlæring vil gi virksomhetene muligheten til å analysere store mengder data de har i skyen, og på den måten oppnå tilgang til informasjon som tidligere var utilgjengelig.

Virtualisering kan for virksomhetene skape stabile arbeidsmiljøer og også muligheten til å koble sammen egne systemer med skyleverandør(e)s systemer, slik at man får en langt tettere integrasjon enn tidligere. Både kunstig intelligens og virtualisering vil bidra til å redusere kostnadene for skytjenesteleverandørene, for eksempel gjennom bedret strømstyring, og dermed for sluttbrukeren. Det betyr igjen at det kan forventes at skytjenester stadig blir billigere, samtidig som mer komplekse oppgaver løses i skyen.

Både kunstig intelligens og virtualisering i skyen har noen implikasjoner for samfunnssikkerheten. For det første vil utviklingen skissert ovenfor forsterke de juridiske utfordringene med data i skyen. Hittil har man i ganske stor grad kunnet peke på nøyaktig hvor egne data ligger lagret, men med virtualisering blir dette vesentlig mer krevende. **Konsekvensene vil være at myndighetene får færre reguleringsmuligheter og at det ofte vil være uklart hvilken jurisdiksjon som gjelder.** Med dette endres også myndighetenes mulighet for kontroll med, og til å håndtere, nye sårbarheter som følger av ny teknologi.

Framtidens skytjenester gir også de samme mulighetene til lovbrytere når det gjelder å bruke teknologien til sin fordel. I tillegg vil den økende bruken av skytjenester gjøre at stadig større informasjonsverdier ligger i skyen. Disse verdiene kan være svært attraktive mål for lovbrytere. Skytjenesteleverandørene kan derfor forventes å bli mer attraktive mål framover. Man må også forvente at lovbrytere i økende grad forsøker å utnytte informasjon i datastrømmer til og fra skyen, og forsøker å skaffe seg tilgang til virksomheters datastrømmer.

I tiden framover vil skytjenester kreve stadig mer datakraft og følgene av det forventes å bli enda flere store datasentre, og at dataprosessering fordeles på flere datasentre. I tillegg til ovennevnte, betyr en slik utvikling blant annet at såkalte distribuerte tjenestenektangrep (engelsk: «distributed denial-of-service attack», DDoS) kan ramme langt flere samtidig i og med at virksomheter i stadig større grad gjør seg avhengige av skytjenesteleverandører.

Introduksjon av kunstig intelligens i kombinasjon med enorme datamengder kommer til å gi helt nye muligheter for analyse og sammenstilling av data. Det vil gi virksomheter bedre grunnlag for beslutninger, og kan også bidra til å skape nye forretningsområder. Samtidig kan dette bety

¹⁶⁷ Google. (ikke datert). *Future of cloud computing*. Hentet 15. oktober 2019 fra <https://cloud.google.com/future-cloud-computing/>.

en enda større dreining mot at informasjonen i seg selv er en verdi og dermed salgbar vare.¹⁶⁸ Dette ser vi allerede nå, noe blant annet Facebook–Cambridge Analytica-saken¹⁶⁹ viste.

Trolig kommer framtidens skytjenester til å utfordre hvordan man tenker sikkerhet. Framover kommer utviklingen til å dreies videre mot beskyttelse av informasjon og data. Om veksten i bruk av skytjenester fortsetter å øke, betyr det også at sikkerhet og sikkerhetsnivåer i stor grad styres gjennom kontrakter og avtaler. Det er rimelig å anta at store skytjenesteleverandører er bedre på sikkerhet enn de fleste virksomheter for øvrig, men utviklingen innebærer at disse leverandørene forvalter sikkerheten for enorme datamengder. Med andre ord blir man i større grad prisgitt leverandørenes kompetanse og sikkerhetskultur med liten mulighet for å påvirke.

4.5.4 Kunstig intelligens og stordata

4.5.4.1 Begrepsbruk

Kunstig intelligens (engelsk: «artificial intelligence», AI) handler om å få maskiner til å utføre oppgaver som normalt krever menneskelig intelligens, det vil si oppgaver som er vanskelige for maskiner (eller snarere: som er vanskelig for oss å forklare til maskinene). Maskiner er veldig gode til å regne og løse logikkoppgaver, men noen problemer er utfordrende å sette opp som regler eller matematiske funksjoner. Eksempler på slike vanskelige oppgaver er tolkning av tale, oversettelse mellom språk og gjenkjennelse av objekter i bilder.

Maskinlæring er et samlebegrep for metoder innen kunstig intelligens der man i stedet for å programmere en løsning, beskriver problemet og lar datamaskinen søke etter løsningen. Mange av metodene gjør dette ved å finne mønstre i store mengder treningsdata gjennom bruk av statistiske metoder.¹⁷⁰ Maskinen ender da opp med en modell som den kan bruke til å finne løsningen på nye eksempler (testdata).

De siste årene har konseptet «dyp læring» revolusjonert fagfeltet kunstig intelligens. Dyp læring lar maskinen selv finne ut hvilke egenskaper som er avgjørende for å skille ting fra hverandre gjennom bruk av såkalte nevrale nettverk.¹⁷¹ I denne sammenhengen henspiller ordet *dyp* på de mange lagene med kunstige nevroner i det nevrale nettverket.¹⁷² Nevrale nettverk har sitt opphav fra roboten «Perceptron» fra 1957.¹⁷³ Utviklingen av nevrale nettverk har siden gått i faser

¹⁶⁸ Zuboff, S. (2019). *The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power*. Hachette Book Group.

¹⁶⁹ Wikipedia. (ikke datert). *Facebook-Cambridge Analytica data scandal*. Hentet 20. oktober 2019 fra https://en.wikipedia.org/wiki/Facebook%E2%80%93Cambridge_Analytica_data_scandal.

¹⁷⁰ Elster, A. C. & Tidemann, A. (2017, 6. des.). Maskinlæring. I *Store norske leksikon*. Hentet 30. okt. 2019 fra <https://snl.no/maskinl%C3%A6ring>.

¹⁷¹ Et nevralt nettverk er en samlebetegnelse for datastrukturer med tilhørende algoritmer, som er inspirert av måten nervecellene i en hjerne er organisert på. Kilde: Dvergsdal, H. (2019, 30. april). Nevralt nettverk. I *Store norske leksikon*. Hentet 27. september 2019 fra https://snl.no/nevralt_nettnetk.

¹⁷² Tidemann, A. (2019, 9. okt.). Kunstig intelligens. I *Store norske leksikon*. Hentet 30. okt. 2019 fra https://snl.no/kunstig_intelligens.

¹⁷³ Rosenblatt, F. (1957). *The perceptron. A perceiving and recognizing automaton* (Report Number 85-460-1). Cornell Aeronautical Laboratory, Inc.

med perioder med lite interesse og forskning.¹⁷⁴ I 2012 kom et viktig gjennombrudd da det nevrale nettverket AlexNet¹⁷⁵ vant en bildeklassifiseringskonkurranse¹⁷⁶ med klar margin. I de påfølgende årene har det vært kraftig økning i forskning og utvikling knyttet til AI. I 2017 ble det publisert rundt 60 000 artikler om AI totalt.¹⁷⁷

4.5.4.2 AI og stordata

De mest nærliggende anvendelsesområdene for kunstig intelligens er knyttet til stordata.¹⁷⁸ For det første har nevrale nettverk tradisjonelt hatt behov for store datamengder for å kunne trenes til å bli tilstrekkelig gode. Videre er det nettopp i områder med stordata en ferdigtrent modell virkelig kommer til nytte. Et ferdig trent nevral nettverk kan for eksempel klassifisere én million bilder på kort tid. Har man derimot kun en håndfull bilder kunne man like gjerne gjøre jobben manuelt.

Et sentralt konsept i AI de senere årene er såkalt overføringslæring. Dette betyr at modeller som er trent på et datasett kan tilpasses et annet datasett. For å trene en modell til å gjenkjenne ansikter kan man for eksempel først trene modellen på å gjenkjenne en rekke ulike objekter i store bildedatabaser.¹⁷⁹ Modellen vil da være trent til å gjenkjenne ulike egenskaper ved et bilde; for eksempel kanter, hår, øyne og lignende. Dette er også nyttige egenskaper for å skille mellom ansikter, og vi kan dermed trene modellen videre med mye færre eksempler enn om modellen skulle vært trent fra grunnen av. I 2018 ble overføringslæring demonstrert for tekst. Slik læring gjør det mulig å trene en modell på store tekstmengder fra for eksempel Wikipedia, for deretter å gjøre fintrening på den teksten man selv er interessert i. Overføringslæring muliggjør AI for områder med mindre datamengder enn det som det tradisjonelt har vært behov for.

Enkelte typer data, eksempelvis helsedata, kan være utilgjengelig grunnet personvern. Autoritære land trenger i mindre grad å ta slike hensyn og kan dermed ha større tilgang til personsensitive opplysninger. Dette kan være et konkurransefortrinn for utviklingen av AI i slike stater siden forskere vil ha et rikere utvalg av reelle data å utvikle AI for.

¹⁷⁴ Wikipedia. (ikke datert). *AI winter*. Hentet 25. september 2019 fra https://en.wikipedia.org/wiki/AI_winter.

¹⁷⁵ Krizhevsky, A., Sutskever, I. & Hinton, G. E. (2012). ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. *Neural Information Processing Systems*, 25. <https://doi.org/10.1145/3065386>.

¹⁷⁶ Russakovsky, O., Deng, J., Su, H., Krause, J., Satheesh, S., Ma, S., Huang, Z., Karpathy, A., Khosla, A., Bernstein, M., Berg, A. C. & Fei-Fei, L. (2015). ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge. *International Journal of Computer Vision*, 115, 211-252. <http://image-net.org/challenges/LSVRC/>.

¹⁷⁷ Shoham, Y., Perrault, R., Brynjolfsson, E., Clark, J., Manyika, J., Carlos Niebles, J., Lyons, T., Etchemendy, J., Grosz, B. & Bauer, Z. (2018). *The AI Index 2018 Annual Report*. AI Index Steering Committee, Human-Centered AI Initiative. Stanford University. <http://cdn.aiindex.org/2018/AI%20Index%202018%20Annual%20Report.pdf>.

¹⁷⁸ Merk at klassiske metoder kan være bedre egnet i en rekke sammenhenger der man har lite data.

¹⁷⁹ Eksempelvis ImageNet. (ikke datert). Hentet 27. september 2019 fra <http://www.image-net.org>.

4.5.4.3 Demokratisering av kunnskap

AI er per i dag kun i stand til å løse snevre oppgaver, men ofte med bedre ytelse enn mennesket. Det betyr at det i årene framover vil være mange områder der menneskelig ekspertise kan understøttes av AI, som for eksempel å stille medisinske diagnoser fra røntgenbilder.¹⁸⁰ Det er ressurskrevende å lage en god AI for et slikt formål, men billig å ta i bruk for andre aktører. Hvis medisinsk AI deles vil den kunne gi mye større muligheter for riktige diagnoser, og spesielt i ressurssvake områder med få leger.

4.5.4.4 Manglede tolkbarhet

I motsetning til tradisjonelle algoritmer lærer AI ved å se på eksempler, en prosess som kalles *trening*. Man kan for eksempel trene en modell til å se forskjell på bilder av hunder og katter ved å vise modellen mange bilder av nettopp hunder og katter. Mange modeller er dermed i mindre grad tolkbare enn tradisjonelle algoritmer. Selv om en modell kan skille perfekt mellom bilder av hunder og katter, kan den ikke uten videre forklare oss hvordan den gjør det.¹⁸¹ Et eksempel som belyser dette problemet kommer fra et firma som solgte modeller for å analysere CV-er til jobbsøkende. Det viste seg etter nærmere undersøkelser at hvorvidt personen het *Jared* og om vedkommende hadde spilt *Lacrosse* var de viktigste kriteriene for hvorvidt modellen anbefalte ansettelse eller ikke.¹⁸² Etterrettelighet og tolkbarhet for beslutninger fattet av AI-modeller vil være et sentralt område i årene som kommer.

4.5.4.5 «Deepfakes»

En av de meste omtalt AI-nyhetene fra 2019 var Open AIs publisering av modellen GPT-2.¹⁸³ Dette er en modell som er trent på store tekstsamlinger skrapet fra internett. GPT-2 er i stand til å generere sammenhengende og meningsfull tekst som i mange tilfeller kan se ut til å være skrevet av et menneske. Open AI valgte ved publiseringen først å ikke offentliggjøre kildekoden for modellen, i strid mot sedvanen i AI-miljøet. Argumentet var at modellen kunne misbrukes til å genere store mengder falskt innhold, og at dette ville kunne drukne mange samtaler på sosiale medier. Et annet tilsvarende fenomen som fikk mye oppmerksomhet i 2018 var såkalte «deepfakes». Dette er teknikker som benytter AI til å lage falske bilder og videoer. Et kjent eksempel er Jordan Peeles «deepfake» av Barack Obama fra 2018.¹⁸⁴

Omfanget av troverdige falske bilder, videoer og tekst forventes å øke i årene som kommer. Kildekoden for å generere innholdet er åpent tilgjengelig og nødvendig maskinvare kan leies billig.

¹⁸⁰ Stanford Medicine. (2018, 20. nov.). *Artificial intelligence rivals radiologists in screening X-rays for certain diseases*. Hentet 23. sept. 2019 fra <https://med.stanford.edu/news/all-news/2018/11/ai-outperformed-radiologists-in-screening-x-rays-for-certain-diseases.html>.

¹⁸¹ Se for eksempel Olah, C., Satyanarayan, A., Johnson, I., Carter, S., Schubert, L., Ye, K., Mordvintsev, A. (2018). The building blocks of interpretability. *Distill*. <https://doi.org/10.23915/distill.00010>.

¹⁸² Gershgorn, D. (2018, 22. okt). *Companies are on the hook if their hiring algorithms are biased*. Hentet 19. sept. 2019 fra <https://qz.com/1427621/companies-are-on-the-hook-if-their-hiring-algorithms-are-biased/>.

¹⁸³ Radford, A., Wu, J., Child, R., Luan, D., Amodei, D. & Sutskever, I. (2019). *Language Models are Unsupervised Multitask Learners*. Hentet 17. sept. 2019 fra <https://openai.com/blog/better-language-models/>.

¹⁸⁴ BuzzFeedVideo (2018, 17. apr). *You Won't Believe What Obama Says In This Video!* [video]. YouTube. Hentet 27. sept. 2019 fra <https://www.youtube.com/watch?v=cQ54GDm1eL0>.

Samtidig utvikles det motmidler mot falskt innhold,^{185,186} men det er uklart hvordan denne balansen vil se ut i de kommende årene.¹⁸⁷

4.5.5 Tingenes internett

4.5.5.1 Hva er tingenes internett?

Begrepet «Internet of Things» (IoT) eller «tingenes internett» på norsk, ble først funnet på av Kevin Ashton i 1999.¹⁸⁸ Det finnes ikke noen entydig definisjon av begrepet «tingenes internett», men den internasjonale telekommunikasjonsunionen (ITU) har anbefalt følgende definisjoner for IoT og «ting» ut fra et teknisk standardiseringsperspektiv:¹⁸⁹

«En global infrastruktur for informasjonssamfunnet som muliggjør avanserte tjenester via sammenkoblede (fysiske og virtuelle) ting basert på eksisterende og nye interoperable informasjons- og kommunikasjonsteknologier»

Med «ting» mener ITU følgende:¹⁹⁰

«Med hensyn til tingenes internett, er ting et objekt i den fysiske verden (fysiske ting) eller i informasjonsverdenen (virtuelle ting) som kan identifiseres og integreres i elektroniske kommunikasjonsnett.»

Der informasjons- og kommunikasjonsteknologier (IKT) kan karakteriseres som kommunikasjon når som helst og hvor som helst,¹⁹¹ vil IoT utvide disse dimensjonene med kommunikasjon mellom hva som helst som illustrert i Figur 4.2. De fysiske tingene kan kobles sammen og overvåkes og styres ved hjelp av henholdsvis sensorer og aktuatorer, og kan være alt fra hvitevarer i hjemmet til industriroboter i produksjonsbedrifter.¹⁹² Virtuelle ting er ting i informasjonsverdenen som kan lagres, prosesseres og aksesseres, eksempelvis multimediainnhold eller applikasjoner.¹⁹³ En fysisk ting kan være representert i informasjonsverdenen via én eller flere virtuelle

¹⁸⁵ Li, Y. & Lyu, S. (2018). Exposing DeepFake Videos By Detecting Face Warping Artifacts. <https://arxiv.org/abs/1811.00656>.

¹⁸⁶ Güera, D. & Delp, E. J. (2018). Deepfake Video Detection Using Recurrent Neural Networks. *15th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS)*. <https://doi.org/10.1109/AVSS.2018.8639163>.

¹⁸⁷ Citron, D. K. & Chesney, R. (2018). Deep Fakes: A Looming Crisis for National Security, Democracy and Privacy? *Lawfare*. Hentet 8. jan. 2020 fra <https://perma.cc/L6B5-DGNR>.

¹⁸⁸ Ashton, K. (2009, 22. juni). That 'Internet of Things' Thing. *RFID Journal*. <http://www.itrco.jp/libraries/RFIDjournal-That%20Internet%20of%20Things%20Thing.pdf>.

¹⁸⁹ International Telecommunication Union. (2012). *Overview of the Internet of things* (Recommendation ITU-T Y.2060 (06/2012)). Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=y.2060>.

¹⁹⁰ *Ibid.*

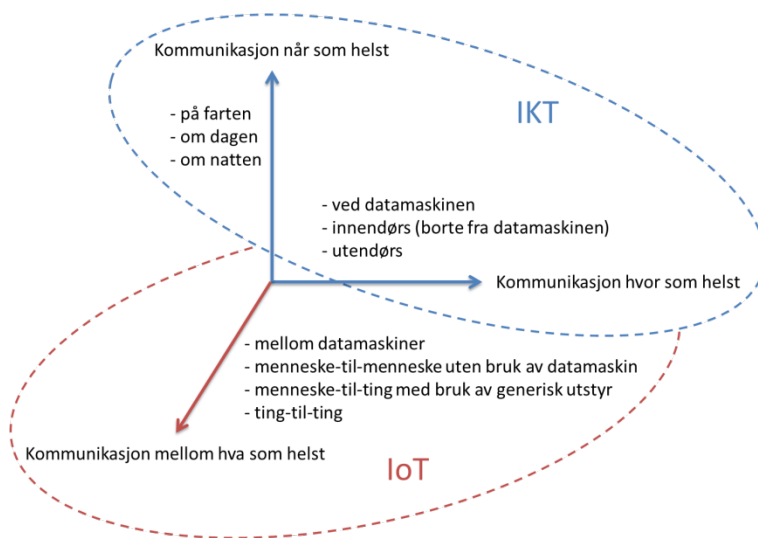
¹⁹¹ I følge Store norske leksikon er informasjons- og kommunikasjonsteknologier en samlebetegnelse for teknologi for innhenting, overføring, bearbeiding, lagring og presentasjon; se Informasjons- og kommunikasjonsteknologi. (2018, 29. jan.). I *Store norske leksikon*. Hentet 21. okt. 2019 fra <https://snl.no/informasjons-og-kommunikasjonsteknologi>.

¹⁹² International Telecommunication Union. (2012). *Overview of the Internet of things* (Recommendation ITU-T Y.2060 (06/2012)). Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=y.2060>.

¹⁹³ *Ibid.*

ting, men virtuelle ting kan også eksistere uten at de er assosiert med noen fysiske ting.¹⁹⁴ Således er det nær sagt ingen grenser for hva som kan være en «IoT-ting».

ITU bruker også begrepet «gjenstand» i sammenheng med IoT. En gjenstand kan bestå av én eller flere fysiske ting og må kunne kommunisere. I tillegg har den evne til overvåking, styring, datafangst, -lagring og -prosessering som opsjoner.¹⁹⁵



Figur 4.2 Forholdet mellom informasjons- og kommunikasjonsteknologier (IKT) og tingenes internett (IoT)¹⁹⁶

Gjennom å utstyre gjenstander med sensorer, en liten datamaskin og en kommunikasjonsenhet, kan «dumme gjenstander» gjøres smartere fordi vi kan lage nye tjenester når gjenstander kobles til et nettverk. For eksempel kan vi lage smarte lyspærer som kan tidsstyres eller som skruer seg av og på automatisk ut fra hvor mye dagslys som er tilgjengelig. På samme måte kan andre gjenstander i hjemmet kobles sammen og styres ved hjelp av smarttelefonen eller nettbrettet.

¹⁹⁴ *Ibid.*

¹⁹⁵ International Telecommunication Union. (2012). *Overview of the Internet of things* (Recommendation ITU-T Y.2060 (06/2012)). Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=y.2060>.

¹⁹⁶ *Ibid.*

4.5.5.2 Anvendelsesområder

Det er hovedsakelig fire teknologitrender som har drevet fram dagens IoT-økosystem.¹⁹⁷ For det første ville ikke dagens omfang av IoT-gjenstander vært mulig uten tilgang på billige halvledere. En annen viktig trend er tilgang på mobilnett og trådløst internett overalt med god kapasitet som gjør det mulig å koble gjenstander sammen. For det tredje har åpen kildekode og skylagring redusert kostnadene med å lagre og håndtere store datamengder. Den siste viktige trenden er bruk av maskinlæring og andre dataanalyseteknikker for å analysere og utnytte de store datamengdene.¹⁹⁸ Det må forventes at denne utviklingen vil fortsette fram mot 2030 og således gi grunnlag for en rekke nye IoT-baserte tjenester.

I nasjonal plan for elektronisk kommunikasjon (ekomplanen) har regjeringen pekt på en rekke IoT-baserte tjenester som vil være viktige for å møte utfordringene som man ser innenfor velferds-, transport-, miljø- og energisektorene.¹⁹⁹ Blant annet er det pekt på fjerndiagnostisering og fjernettersyn av eldre hjemme innenfor e-helse, smarthusløsninger (for eksempel styring av inneklima, dørlåser osv.), smarte byer (for eksempel urban ressursforvaltning), intelligent trafikkstyringssystemer (ITS) og løsninger for miljøovervåkning.²⁰⁰ Samtidig er IoT en viktig del av begrepet «Industri 4.0» som beskriver den (varslede) fjerde industrielle revolusjonen hvor internett smelter sammen med produksjon og produkter.²⁰¹ Det forventes også at IoT vil ha viktige anvendelser innen landbruk og matproduksjon, samt bidra til økt sporbarhet av matvarer («fra gård til gaffel».)²⁰²

4.5.5.3 Forventet utvikling fram mot 2030

I følge IoT Analytics, var det omtrent 7 milliarder IoT-gjenstander på verdensbasis i 2018.²⁰³ Samme analyseselskap mener at dette tallet kommer til å øke til 22 milliarder i 2025. Dette tallet er selvfølgelig heftet med stor usikkerhet, men det forteller noe om forventet utbredelse av IoT i årene framover.

Hvilke IoT-baserte tjenester kan vi så se for oss i 2030? I 2018 gjorde Gemalto en spørreundersøkelse blant 2500 forbrukere i USA, Kina, Storbritannia, Frankrike, Tyskland, Brasil og Japan

¹⁹⁷ Government Office for Science. (2014). *Internet of things: making the most of the second digital revolution*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/409774/14-1230-internet-of-things-review.pdf.

¹⁹⁸ Government Office for Science. (2014). *Internet of things: making the most of the second digital revolution*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/409774/14-1230-internet-of-things-review.pdf.

¹⁹⁹ Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2016). *Digital agenda for Norge – IKT for en enklere hverdag og økt produktivitet* (Meld. St. 27 (2015-2016)).

²⁰⁰ Government Office for Science. (2014). *Internet of things: making the most of the second digital revolution*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/409774/14-1230-internet-of-things-review.pdf.

²⁰¹ Innovasjonsbloggen. (2015, 22. okt.). *Hva er egentlig Industri 4.0?* Hentet 30. sept. 2019 fra <https://innovasjonsbloggen.com/2015/10/22/hva-er-egentlig-industri-4-0/>.

²⁰² Government Office for Science. (2014). *Internet of things: making the most of the second digital revolution*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/409774/14-1230-internet-of-things-review.pdf.

²⁰³ IoT Analytics. (2018, 8. aug.). *State of the IoT 2018: Number of IoT devices now at 7B – Market accelerating*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://iot-analytics.com/state-of-the-iot-update-q1-q2-2018-number-of-iot-devices-now-7b/>.

om deres forventninger til IoT i 2030.²⁰⁴ Majoriteten (85%) av respondentene forventet at IoT-baserte tjenester vil øke i omfang fram mot 2030, hvorav 78% forventet at livene deres blir bedre som et resultat. Videre forventer forbrukerne at de IoT-baserte tjenestene er overalt (86%), at de er sømløse (for eksempel at huset, bilen og telefonen kan snakke med hverandre; 79%) og at de er personlige (56%).²⁰⁵ Over seks av ti forbrukere (62%) sier at de er villige til å akseptere såkalt «stille autentisering»²⁰⁶ for å få personlige og brukervennlige IoT-baserte tjenester. Samtidig mener 71% at AI vil gi økt livskvalitet. På dette punktet er det riktignok store regionale forskjeller; forbrukere i Kina (95%) og Brasil (85%) er mest optimistiske, mens forbrukere i Frankrike (59%) og Tyskland (56%) er mer negative.²⁰⁷ Imidlertid har forbrukerne økende personvernbeymringer (62%) og frykt for hacking (51%) som følge av økt bruk av IoT. Sikkerhet i IoT-systemet er derfor viktig for nesten alle forbrukerne (95%).²⁰⁸

Med framveksten av IoT vil vi altså kunne hente inn store mengder informasjon fra og styre/kontrollere nærmest ethvert fysisk objekt (inkludert mennesket). Dette sammen med utviklingen av kunstig intelligens og effektiv kommunikasjonsteknologi med nærmest global konnektivitet, vil i nær framtid gi oss nyttige og effektive tjenester som vi i dag har vanskeligheter med å forstå rekkevidden av. **Personvern- og sikkerhetsaspekter knyttet til IoT blir derfor viktige for å sikre trygg integrasjon av IoT-baserte tjenester i kritiske samfunnsfunksjoner.**

4.5.6 Robotisering og autonome systemer

De siste årene har robotsystemer og sensorer blitt mye bedre og billigere. Støvsugerroboter, gressklipperroboter og lekedroner begynner å bli allemannseie. Framgangen innen kunstig intelligens har gjort maskinene revolusjonerende mye bedre til å tolke sensordata og dermed gjort maskinene i stand til å operere autonomt i stadig mer komplekse omgivelser. Vi ser uendelig med muligheter: selvkjørende biler, droner som overvåker og leverer pakker, og roboter som overtar tunge, farlige eller kjedelige oppgaver på jobb. For å kunne utnytte denne teknologien på en forsvarlig og sikker måte, trenger vi å forstå både mulighetene og begrensingene.

Autonomi er et systems evne til å tolke sensordata, ta beslutninger og handle slik at det kan utføre oppgaven det har fått.^{209,210} Autonomi utvikles gradvis ved at systemet klarer å utføre flere

²⁰⁴ Gemalto. (ikke datert). *Connected living 2030: The voice of the consumer*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.gemalto.com/iot/documents/connected-living-2030>.

²⁰⁵ Gemalto. (ikke datert). *Connected living 2030: The voice of the consumer*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.gemalto.com/iot/documents/connected-living-2030>.

²⁰⁶ Stille autentisering innebærer at tjenesten gjenkjenner deg basert på analyse av biometriske data som for eksempel hvordan du bruker telefonen, hvor du befinner deg og andre oppførselskarakteristikker (som stemmebruk og ganglag); se Gemalto. (ikke datert). *Silent authentication for a fluid consumer experience*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.gemalto.com/brochures-site/download-site/Documents/tel-info-passive-behavioral-biometrics.pdf>.

²⁰⁷ Gemalto. (ikke datert). *Connected living 2030: The voice of the consumer*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.gemalto.com/iot/documents/connected-living-2030>.

²⁰⁸ *Ibid.*

²⁰⁹ Huang, H.-M. (red.) (2008). *Autonomy Levels for Unmanned Systems (ALFUS) Framework. Volume I: Terminology. Version 2.0* (NIST Special Publication 1011-I-2.0). National Institute of Standards and Technology.

²¹⁰ Huang, H.-M., Messina, E. & Albus, J. (red.) (2007). *Autonomy Levels for Unmanned Systems (ALFUS) Framework. Volume II: Framework Models. Version 1.0* (NIST Special Publication 1011-II-1.0). National Institute of Standards and Technology.

oppgaver eller samme oppgave i stadig mer komplekse omgivelser med økende grad av sofistikerte beslutninger. De første autonome støvsugerrobotene vandret bare tilfeldig rundt. Etter hvert har de blitt bedre til å tolke omgivelsene, for eksempel ved å lage kart over rommet og dekte mengden av støv, noe som kan benyttes til å ta bedre beslutninger om hvordan den skal bevege seg for løse oppgaven mer effektivt.

Begrepet «autonom» brukes typisk om systemer som på egenhånd kan utføre oppgaver på grensen av hva vi klarer med dagens teknologi. Det er imidlertid ingen spesifikke krav til kompleksiteten til oppgavene som må løses, hvor sofistikert beslutningstakingen må være eller hva systemet må kunne forstå om sine omgivelser for å bli kalt autonom og ikke bare automatisk.

Autonome robotsystemer bruker metoder fra kunstig intelligens til å lage et bilde av verden rundt seg og trekke ut informasjon som er relevant for å løse oppgaven det har fått. Foreløpig bruker autonome robotsystemer vanligvis ikke veldig avanserte metoder for å ta beslutninger basert på oppgaven og hva den klarer å tolke av verden rundt seg, men metoder fra kunstig intelligens – gjerne maskinlæring – kan brukes for å finne optimale måter å utføre oppgaver på. Dette vil bare bli mer og mer aktuelt ettersom kompleksiteten øker.

Det gir ingen mening i å snakke om et fullt autonomt system uten å si hva systemet kan gjøre på egenhånd i hvilke omgivelser. Alle autonome robotsystemer har begrensninger på hvordan omgivelsene kan være. Hva må systemet kunne håndtere? Må systemet for eksempel tåle snø og kaldt vær? Noen ganger kan man tilpasse omgivelsene slik at det autonome systemet fungerer best mulig. En autonom buss kan for eksempel kreve et bredt felt på hver side av veien hvor vegetasjonen holdes nede. I tillegg til vær og omgivelser, vil det være begrensninger på hvordan et robotsystem klarer å forholde seg til ulike objekter og hvor komplekse situasjoner det kan håndtere. Spørsmålet er da hva som er godt nok. Hva må en selvkjørende bil kunne skille mellom og hvilke situasjoner må den kunne håndtere for å kunne få lov til å kjøre på veien? Hvilke krav skal stilles til maskinene sammenlignet med hva som forventes av mennesker? Ettersom maskiner har andre styrker og svakheter enn mennesker, vil maskiner gjøre andre feil enn mennesker. Dette gjør at det eksempelvis ikke er de samme tiltakene som gjør veien tryggest mulig når det er maskiner som kjører som når det er mennesker som kjører.

Utviklingen innen robotikk og autonome systemer går raskt. Det er utfordrende å spå hvor langt vi kommer de neste ti årene, men det er sannsynlig at denne teknologien vil få stor betydning for blant annet transport, overvåkning og hjelpemidler i hverdagen. Mange av de store bilprodusentene (som GM, Ford, Toyota, BMW og Tesla) sier at biler som kan kjøre helt selv i et begrenset område eller under gitte forhold er rett rundt hjørnet.²¹¹ Dette kan føre til store endringer for både varetransport og persontransport, i alle fall i de største byene, fram mot 2030. Autonome skip kan potensielt komme enda tidligere.²¹² Det er sannsynlig å tro at autonome, ubemannede

²¹¹ Walker, J. (2019, 21. nov.). *The Self-Driving Car Timeline – Predictions from the Top 11 Global Automakers*. Hentet 29. nov. 2019 fra <https://emerj.com/ai-adoption-timelines/self-driving-car-timeline-themselves-top-11-automakers/>.

²¹² Stensvold, T. (2019, 20. nov.). Ekspertene tror autonome skip blir lettere å realisere enn selvkjørende biler. *Teknisk ukeblad*. <https://www.tu.no/artikler/ekspertene-tror-autonome-skip-blir-lettere-a-realisere-enn-selvkjorende-biler/479194>.

farkoster for inspeksjon, overvåkning og vedlikehold vil bli vanlig innen flere domener. Eksempler er bruk av droner som kan avdekke feil på kraftledninger,²¹³ droner for sivil og militær overvåking og etterretning,²¹⁴ samt undervannsroboter for inspeksjon og reparasjon på undervannsinstallasjoner for olje og gass.²¹⁵ I tillegg til individuelle autonome robotsystemer ligger det stort potensiale i sammenkobling og autonom koordinering av disse systemene, for eksempel for optimal trafikkflyt (jf. kapittel 5.2.1.2).²¹⁶

Autonome systemer er ikke begrenset til fysiske robotsystemer. Virtuelle assistenter, som «Siri» fra Apple, vil bare bli bedre og kanskje begynne å forutsi menneskets behov. Virtuelle autonome systemer har mange anvendelser, for eksempel kan de fungere som aksjemeglere og de blir stadig viktigere innen cybersikkerhet, nettopp fordi de kan prosessere store mengder data, følge med hele tiden og reagere raskt. Spesielt interessant blir det når slike virtuelle assistenter begynner å kommunisere med hverandre.

4.5.7 Romteknologi og rombaserte tjenester

4.5.7.1 Utviklingen fram til i dag

Romalderen begynte som et kappløp om missilteknologi og strategisk overvåking mellom USA og Sovjetunionen under den kalde krigen. Selv om sivil bemannet romfart fikk stor medieoppmærksomhet, var militær romvirksomhet viktigst for de store romnasjonene. I tillegg til våpen- og overvåkingskappløpet, kom det tidlig et militært behov for langtrekkende sikker kommunikasjon til strategisk viktige plattformer, og behov for presis posisjonering og synkronisering. GPS-utviklingen²¹⁷ var et militært program (NAVSTAR), og sivil tilgang ble først aktuelt etter nedskyting av et koreansk passasjerfly som feilnavigerte inn i sovjetrussisk luftrom i 1983.

Den amerikanske og sovjetrussiske utviklingen på 1960-tallet dannet grunnlaget for dagens store bæreraketter for oppskyting av romfartøy, og for satellitteknologi som brukes i svært mange satellitter også i dag. Etter hvert kom det sivile knoppskytingsaktiviteter som utvikling av satellitter for værvarsling, oseanografi og annen jordobservasjon, rom- og klimaforskning, kringkasting og kommunikasjon. Samtidig kom det flere aktører inn, i form av andre nasjoner og internasjonale organer.

I Europa på 1960-tallet var romvirksomhet i mye større grad sivil og forskningspreget, selv om land som Storbritannia og Frankrike hadde egne militære romprosjekter. På 1980-tallet ble flere internasjonale romforskningsprogrammer konsoliderte ved etablering av European Space Agency (ESA). Helt siden etableringen har ESA vært et virkemiddel for å bygge opp europeisk

²¹³ Statnett. (2016, 19. juli). *Tester droner i arbeid på kraftledninger*. Hentet 29. nov. 2019 fra <https://www.statnett.no/om-statnett/nyheter-og-pressemeldinger/Nyhetsarkiv-2016/tester-droner-i-arbeid-pa-kraftledninger/>.

²¹⁴ Inderhaug, E. (2018, 24. aug.). Nå kommer politidronene. *Politiforum*. Hentet 29. nov. 2019 fra <https://www.politiforum.no/artikler/na-kommer-politidronene/444365>.

²¹⁵ Se for eksempel Eelume (<https://eelume.com/>).

²¹⁶ Teknologi for bærekraftig bevegelsesfrihet og mobilitet. (2019). Rapport fra Ekspertutvalget – teknologi og fremtidens transportinfrastruktur. Hentet 30. sept. 2019 fra https://www.regjeringen.no/contentassets/ccdc68196014468696acac6e5cc4f0e7/rapport-teknologiutvalget_web.pdf.

²¹⁷ Se f.eks. Forssell, B. (2019, 19. sept.). GPS. I *Store norske leksikon*. Hentet 23. okt. 2019 fra <https://snl.no/GPS> for en nærmere beskrivelse.

romindustri. ESA har også vært en forutsetning for utvikling av europeisk romteknologi og bæreraketter for oppskyting av satellitter. Norge gikk inn som fullt medlem i ESA i 1986.^{218,219} Siden den gang har norsk romvirksomhet hatt europeisk samarbeid som en hovedpilar.²²⁰ Norge var også en pådriver for etablering av satellittkommunikasjonssystemet INMARSAT i 1979 som hadde til hensikt å øke sikkerhet i norsk skipsfart,²²¹ og for oppbygging av det europeiske vær-satellittsamarbeidet i EUMETSAT som ble etablert i 1986.

Siden år 2000 har også EU preget europeisk romvirksomhet. I 1998 begynte utviklingen av programmet «Global Monitoring for Environmental Security» (GMES)²²² som en forløper til dagens Copernicus-program for jordobservasjon og tjenester innen miljøovervåking, meteorologi og klima, maritim overvåking og samfunnssikkerhet.²²³ I 2003 inngikk EU og ESA avtale om utvikling av Galileo-satellittene som et europeisk alternativ til GPS.²²⁴ I 2013 vedtok EU å igangsette «GovSatCom» for sikker tilgang til satellittkommunikasjon i Europa.²²⁵ EU planlegger også en større tjeneste for såkalt «Space Situational Awareness» (SSA) i de nærmeste årene for å øke sikkerheten for EUs satellitter.²²⁶

Etter slutten på den kalde krigen, begynte flere land å stimulere til kommersielle tjenester for salg av satellittbilder. Fire faktorer bidro til utviklingen:

- Organisatorisk gikk utviklingen gradvis fra at man inngikk lisensavtaler med delvis statlig eide foretak som ville selge data fra offentlig eide satellitter (1990-tallet), til offentlig-private partnerskap hvor det amerikanske forsvaret var en ankerkunde som garanterte for en omsetning som tillot privat finansiering av satellitter og oppskyting av disse.
- Teknologisk gikk utviklingen i retning av optiske sensorer og radarsystemer med stadig bedre oppløsning.
- Den tredje faktoren er internasjonal politikk. Avspenning på 1990- og 2000-tallet medførte en liberalisering av regulering av teknologi og lisensiering av bildesalg.

²¹⁸ Tandberg, E. (2019, 5. sept.). ESA - europeisk romorganisasjon. I *Store norske leksikon*. Hentet 23. okt. 2019 fra [https://snl.no/ESA - europeisk romorganisasjon](https://snl.no/ESA_-_europeisk_romorganisasjon).

²¹⁹ Industridepartementet. (1986). *Om norsk romvirksomhet* (St. meld. nr. 10 (1986-87)); innstilling avgitt i Innst. S. nr. 102 (1986-87).

²²⁰ Nærings- og handelsdepartementet. (2013). *Mellom himmel og jord: Norsk romvirksomhet for næring og nytte* (Meld. St. 32 (2012-2013)).

²²¹ Tandberg, E. (2015, 21. des.). INMARSAT. I *Store norske leksikon*. Hentet 23. okt. 2019 fra <https://snl.no/IN-MARSAT>.

²²² European Commission. (1998). *Global Monitoring for Environmental Security. A Manifesto for a New European Initiative*. Hentet 30. nov. 2019 fra https://www.academia.edu/39933030/Global_Monitoring_for_Environmental_Security_A_Manifesto_for_a_New_European_Initiative.

²²³ Tandberg, E. (2018, 19. okt.). Copernicus - romprogram. I *Store norske leksikon*. Hentet 23. okt. 2019 fra [https://snl.no/Copernicus - romprogram](https://snl.no/Copernicus_-_romprogram).

²²⁴ Forssell, B. (2019, 21. mars). Galileo. I *Store norske leksikon*. Hentet 23. okt. 2019 fra <https://snl.no/Galileo>.

²²⁵ Se European Defence Agency. (2019, 30. sept.). *Governmental Satellite Communications (GovSatCom)*. Hentet 23. okt. 2019 fra [https://www.eda.europa.eu/what-we-do/activities/activities-search/governmental-satellite-communications-\(govsatcom\)](https://www.eda.europa.eu/what-we-do/activities/activities-search/governmental-satellite-communications-(govsatcom)) for en beskrivelse.

²²⁶ European Union Satellite Centre. (ikke datert). SSA. Hentet 23. okt. 2019 fra <https://www.satcen.europa.eu/services/ssa>.

-
- Den fjerde og siste faktoren som har drevet utviklingen er utviklingen av forbruker-elektronikk og internett.

Tidlig på 1990-tallet var datakraft for digital bildebehandling og framvisning dyrt og lite tilgjengelig. Kapasiteten på internett tillot heller ikke overføring av store og detaljerte bildefiler. Situasjonen endret seg vesentlig over noen få år, noe som økte etterspørselen etter satellittbilder. Etableringen av Google, med «Google Earth» og «Google Maps», eksemplifiserer utviklingen der bruk av satellittbilder ble mer allment kjent og tilgjengelig. I dag forventer nær sagt alle å kunne bruke disse og liknende verktøy på telefoner, nettbrett og PC-er.

Utviklingen i etterspørsel og bruk av kartdata har også vært en viktig driver for utvikling av teknologi og tjenester for presis posisjonering og navigasjon. Selv om GPS og russiske Glonass²²⁷ opprinnelig var ment å dekke militære behov, har den sivile bruken blitt svært utbredt. Dette illustreres av at utviklingen av EUs Galileo-system er EUs største infrastrukturprosjekt uansett sektor. I tillegg har Kina utviklet BeiDou som et system både for egne militære brukere, og for å sikre markedsandeler i en næring i rask global vekst.²²⁸ Det er dermed fire såkalte globale navigasjonssatellittsystemer (GNSS) i dag.

I takt med utviklingen av de ulike GNSS-satellittene, finnes nå GNSS-mottakere som håndterer signaler fra alle fire GNSS-systemer. Det sivile markedet er grovt sett delt i to, med et profesjonelt marked for presis posisjonering innen bygg og anlegg, oppmåling, utvinning av naturressurser, transport, m.m., og et forbrukermarked som omfatter håndholdte GNSS-mottakere, mobiltelefoner, navigatører og kartplottere i biler og båter. I tillegg brukes presis tidsreferanse fra GNSS-systemene til tidsstempling av banktransaksjoner, synkronisering i mobilnett og styring av kraftnett for å nevne noen av de viktigste anvendelsene. **Kritiske samfunnsfunksjoner er dermed blitt svært avhengige av GNSS.**

I dag er internasjonal romvirksomhet blitt global og stadig mer kommersiell. Nå har over 70 nasjoner, inkludert Norge, satellitter i rommet. Mens det helt fram til tidlig 2000-tallet var et klart skille mellom sivil og militær romvirksomhet, har politiske, teknologiske og markedsmessige faktorer bidratt til mindre klare skillelinjer. Begreper som «dual-use»-satellitter og «hosted payloads» beskriver en utvikling der militære kunder i en rekke land kjøper satellittbilder og satellittkommunikasjonskapasitet både fordi kvaliteten er god, det er kosteffektivt, og fordi innovasjonstakten i privat sektor er høy.

Etter år 2000 har det vokst fram en ny og i manges øyne mye mer innovativ romvirksomhet, primært drevet fram av USA, hvor moderne industriell elektronikk produsert i store serier for bilindustrien og moderne IKT-løsninger utnyttes. Dette har muliggjort utvikling av svært små, men kapable satellitter for bruk i lav jordbane der strålingsmiljøet er moderat og elektronikken er robust nok til å overleve både oppskyting og rommiljøet. Slike mikro- (10-100 kg) og nanosatellitter (1-10 kg) er enkle og billige å bygge, og både risikoen for feil i produksjon og kostnaden for

²²⁷ Forssell, B. (2019, 23. sept.). GLONASS. I *Store norske leksikon*. Hentet 23. okt. 2019 fra <https://snl.no/GLONASS>.

²²⁸ Forssell, B. (2015, 8. juli). Beidou (Compass). I *Store norske leksikon*. Hentet 23. okt. 2019 fra [https://snl.no/Beidou_\(Compass\)](https://snl.no/Beidou_(Compass)).

å erstatte dem er lavere. De første norske nasjonale satellittene AISSat-1 og AISSat-2 er eksempler på slike satellitter.²²⁹

Denne utviklingen fortsetter og det utvikles nå nye såkalte megakonstellasjoner på opptil flere tusen satellitter for kommunikasjon. Produksjon av slike store serier av satellitter påvirker også produksjonsmetodene, hvor satellittbygging er i ferd med å utvikle seg til samlebåndsproduksjon og en industriell tilnærming som ligger nærmere bil- og flyproduksjon. Utviklingen utfordrer den etablerte romindustrien («Old Space») i svært stor grad, også når det gjelder produksjon av bæreraketter. Man snakker derfor gjerne om en helt ny romindustri; omtalt som «New Space».

4.5.7.2 Forventet utvikling fram mot 2030

Utviklingen innen elektronikk, regnekraft, additiv tilvirkning og industriell produksjon er i ferd med å revolusjonere produksjon av rominfrastruktur og utviklingen av rombaserte tjenester innen «New Space». Nyere utvikling innen AI og autonomi forventes å forsterke utviklingen. Det vil være mulig å behandle større volum av satellittbilder i nær sanntid og få mer informasjon ut av bildene, ofte koblet sammen med data fra andre kilder. Operasjon av større satellittkonstellasjoner vil endres ved hjelp av autonomi, noe som vil gjøre systemene mer robuste og mer effektive.

Behovet for store satellitter i geostasjonær bane forventes også å øke, og de vil sannsynligvis operere sammen med og utfylle kapasitetene innen «New Space». En mangedobling av satellittoppskytinger vil medføre økt behov for koordinering av frekvensbruk og bruk av ulike satellittbaner. I dag er det kun bruk av geostasjonær bane som er koordinert internasjonalt.

Spesielt for små satellitter, vil mer avanserte antenner utvikles, både når det gjelder mekanisk struktur og elektromagnetiske egenskaper. Små satellitter som utnytter små raketter eller overskuddskapasitet på større raketter, vil utstyres med utfoldbare antennestrukturer. I tillegg vil antennene gjøres adaptive for bedre robusthet mot interferens, og mer direktiv transmisjon.

Vi ser også en utvikling innen radioteknologi med raskere prosessorer, større båndbredde og flere programvaredefinerte funksjoner. Dette vil kunne føre til nyttelaster på satellitter som kan konfigureres til å utføre flere oppgaver etter behov. Eksempler er systemer som kan fungere som kommunikasjonsradio, radar, jammer, jammedetektor eller transponder, i ulike frekvensområder.

²²⁹ Narheim, B., Olsen, Ø., Hellenen, Ø., Olsen, R., Beattie, A. & Zee, R. (2008). A Norwegian Satellite for Space-based Observations of AIS in the High North. *Proc. 22nd Annual AIAA/USU Conference on Small Satellites*. Utah State University, Logan Utah.

I tillegg vil romsikkerhet bli mer aktuelt og svært nødvendig å adressere. Mens romovervåking hittil har vært håndtert med høyt graderte systemer, vil sivil «Space Traffic Management» bli en nødvendighet.^{230,231}

I militær sektor vil såkalte «counter space»-operasjoner bli mer vanlige. De aller fleste vil fokusere slike operasjoner i retning av såkalte «denial of service»-operasjoner i form av jamming av radiolinker og radarsystemer, blanding av optiske sensorer med laser, cyberangrep mot bakkestasjoner og satellitter, samt i konfliktsituasjoner og fysiske angrep mot bakkebasert rominfrastruktur (bakkestasjoner, oppskytingsbaser, osv.).^{232,233}

Økt bruk av satellittbaserte tjenester og infrastruktur i kritiske samfunnsfunksjoner medfører økt avhengighet av rommet for hele samfunnet.²³⁴ Dette fordrer økt bevissthet i samfunnet rundt muligheter og utfordringer for næringsliv, akademia og sivile og militære myndigheter. **Spesielt vil bortfall av tilgang til GNSS-signaler over tid kunne få alvorlige konsekvenser for for-svar, krisehåndtering og tilgjengelighet av kritiske samfunnsfunksjoner.**²³⁵ Det samme gjelder satellittkommunikasjon: Ekstremvær har i senere år slått ut både mobil- og nødnett, og satellittkommunikasjon har vært viktig for å få kontakt med isolerte tettsteder på Vestlandet.

4.5.8 Kvanteteknologier

Enkelt forklart er kvantefysikk samlingen av teorier som beskriver de grunnleggende partiklene, atomene, molekyler og stoffenes oppbygging, virkemåte og hvordan de kan påvirke hverandre.²³⁶ Den teknologiske utviklingen gjør det nå mulig å manipulere og kontrollere såkalte kvanteeffekter²³⁷ på stadig mer nøyaktig måte. Dette gir mulighet for utvikling av nye teknologier – såkalte kvanteteknologier – som ellers ikke ville være mulig ut fra klassisk fysikk alene. Mest kjent er kanskje kvantedatamaskinen, men kvanteteknologier vil også gi nye muligheter innen elektronisk kommunikasjonsteknologi, tidtaking, billedannelse og måleteknikker. I det

²³⁰ Morin, J. (2019). Four steps to global management of space traffic. *Nature*, 567, 25-27.

²³¹ Muelhaupt, T. J., Sorge, M. E., Morin, J. & Wilson, R. S. (2019). Space traffic management in the new space era. *The Journal of Space Safety Engineering*, 6, 80-87.

²³² National Air and Space Intelligence Center. (2018, des.). *Competing in Space*. Hentet 23. okt. 2019 fra <https://media.defense.gov/2019/Jan/16/2002080386/-1/-1/1/190115-F-NV711-0002.PDF>.

²³³ Shabbir, Z. & Sarosh, A. (2018). Counterspace operations and nascent space powers. *Astropolitics*, 16, 119-140.

²³⁴ Government Office for Science. (2018). *Satellite-derived Time and Position: A Study of Critical Dependencies*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/676675/satellite-derived-time-and-position-blackett-review.pdf.

²³⁵ *Ibid.*

²³⁶ Hansen, J.-P., Eeg, J. O., Holtebekk, T. & Linder, J. (2019, 23. april). Kvantefysikk. I *Store norske leksikon*. Hentet 27. sept. 2019 fra <https://snl.no/kvantefysikk>.

²³⁷ Et velkjent tankeeksperiment som illustrerer effektene (og paradoksene) i kvantefysikken, er «Schrödingers katt» som ble framsatt fysikeren Erwin Schrödinger. I dette tankeeksperimentet er en katt tenkt plassert i en lukket boks sammen med et radioaktivt atom, en geigerteller koblet til en hammer og en flaske med blåsyre. Hvis atomet henfaller og avgir radioaktivitet, vil geigertelleren registrere dette og aktivere en hammer som knuser flasken slik at det frigis giftig blåsyregass og katten dør. Kattens skjebne er dermed knyttet til tilstanden til atomet. Siden det radioaktive atomet er beskrevet av kvantefysikkens lover, er atomets tilstand en blanding, såkalt superposisjon, av tilstandene det kan ha inntil det observeres. Teoretisk sett vil dette bety at katten er både levende og død inni boksen. Men ved å åpne kassen kan man bare observere én av de to tilstandene, ikke begge samtidig. I kvantefysikken kan derfor forløpet av en prosess bare forutsies med en viss sannsynlighet.

følgende gis en kortfattet oversikt over utviklingen innen kvanteteknologier og hvilke muligheter det kan gi basert på den britiske regjeringens gjennomgang av teknologiområdet fra 2016.²³⁸

Teknologier for nøyaktig tidtaking er svært viktige i dagens samfunn. Eksempelvis er navigasjonssystemer, kraftdistribusjonsnettet, elektronisk kommunikasjon og finansmarkedene avhengige av nøyaktig tid. I henhold til Justervesenet er absolutt tid i dag definert som et veiet gjennomsnitt av et stort antall atomur som finnes verden over. Disse atomurene sammenliknes ved bruk av GNSS og danner grunnlag for «International Atomic Time» (TAI²³⁹). Utviklingen av kvanteur går i retning av en ny generasjon ur som er flere størrelsesordener mer nøyaktige enn dagens atomur, men også i retning av nøyaktige ur som er små, billige og portable. Dette gjør at kvanteur kan bygges inn i landbaserte systemer og slik redusere samfunnets avhengighet av GNSS-basert tidtaking.²⁴⁰

Et annet viktig teknologiområde er kvantesensorer og andre kvanteteknologier for billedannelse. Slike sensorer kan gi mye høyere følsomhet, nøyaktighet og raskere svar enn dagens sensorteknologier.²⁴¹ For eksempel kan følsomheten til slike teknologier gi muligheter for tredimensjonal billedannelse eller se rundt hjørner fra avstand.²⁴² Kvantesensorer for tyngdekraftsmålinger kan også muliggjøre raskere flomvarsel eller bedre billedannelse av hva som befinner seg under bakken.

Som nevnt tiltrekker utviklingen av kvantedatamaskiner seg mye oppmerksomhet. En kvantedatamaskin er fundamentalt annerledes enn en vanlig datamaskin med hensyn til hvordan logiske operasjoner utføres. Det er langt fram til kvantedatamaskiner vil erstatte vanlige datamaskiner, hvis det noen gang vil skje. Kvantedatamaskiner må derfor foreløpig betraktes som avanserte problemløsere som kan anvendes på områder hvor dagens datamaskiner ikke kan benyttes.²⁴³ Det er særlig på to anvendelsesområder hvor kvantedatamaskiner forventes å utkonkurrere vanlige datamaskiner: faktorisering av store tall og søk gjennom store mengder ustrukturerte data. Sistnevnte gir helt nye muligheter for dataanalyse og maskinlæring, samt innen forskningsområder som medisin, kjemi og materialteknologi hvor det er behov for spesielle tungregneressurser. Når det gjelder førstnevnte område, er dette en bekymring fordi mange av dagens kryptografiløsninger (men ikke alle) er basert på at det er svært vanskelig å finne primfaktorer til store tall.

²³⁸ Government Office for Science. (2016). *The Quantum Age: technological opportunities*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/564946/gs-16-18-quantum-technologies-report.pdf.

²³⁹ Fransk: «Temps Atomique International» (TAI).

²⁴⁰ Government Office for Science. (2016). *The Quantum Age: technological opportunities*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/564946/gs-16-18-quantum-technologies-report.pdf.

²⁴¹ *Ibid.*

²⁴² *Ibid.*

²⁴³ *Ibid.*

Slike krypteringsløsninger vil derfor kunne knekkes ved hjelp av kvantedatamaskiner.²⁴⁴ Det pågår derfor et omfattende arbeid med å utvikle kvantesikre kryptosystemer selv om kvantedatamaskiner fremdeles bare er på konseptstadiet.²⁴⁵

En måte å lage kvantesikre kryptosystemer på er å utnytte prinsippene fra kvantefysikken for å kommunisere sikkert gjennom såkalt kvantenøkkeldistribusjon. Her utnyttes kvanteegenskapene til lys for å utveksle en hemmelig nøkkel. Samtidig har blant annet forskere ved NTNU vist at det er mulig å hacke kommersielle kvantekrypteringsløsninger.²⁴⁶ **Det er derfor behov for mer forskning for å sikre at kvantekryptering er kostnadseffektiv, praktisk og sikker.**²⁴⁷

Når vil så kvanteteknologiene være kommersielt tilgjengelige? I følge britiske myndigheters vurdering fra 2016,²⁴⁸ er det kompakte kvanteur og kvantekryptering for sikker kommunikasjon som er nærmest markedet. Omfattende kommersiell bruk av kvantesensorer ble vurdert til å være 5-10 år unna, mens kvantedatamaskiner trolig vil være lengst unna markedet. Samtidig pågår det en omfattende rivalisering mellom store selskaper som IBM, Intel, Google og Microsoft. Det må derfor forventes at utviklingen av kvantedatamaskiner har tatt et langt steg innen 2030.

4.5.9 Syntetisk biologi og skylaboratorier

Syntetisk biologi er et felt i rask utvikling. Syntetisk biologi er bruk av teknologi til å designe og framstille helt eller delvis kunstige biologiske systemer med nye egenskaper, fra enkeltmolekyler til hele organismer. Syntetisk biologi er en kraftig effektivisering av genteknologi som har eksistert i flere tiår, som bygger på fagdisipliner og teknologier som genteknologi, molekylærbiologi og datateknologi. Håpet er at teknologien kan brukes til å produsere blant annet miljøvennlig energi, materialer, batterier, nye medisiner og gi nyttige anvendelser innenfor landbruk. Eksempler på bruksområder innenfor landbruket er avlinger som krever mindre plantevernmidler og som kan motstå tørke. Bekymringen er at uforsiktig eller ondsinnet bruk av syntetisk biologi kan få ødeleggende konsekvenser.²⁴⁹

En retning innenfor syntetisk biologi er «rekonstruksjon av liv fra bunnen». Eksempler er rekonstruksjon av virus som poliovirus, spanskesykevirus og hestekopper.^{250,251} Hestekopper ligner koppeviruset, og bekymringen er at koppeviruset, som er utryddet, eller andre patogene virus,

²⁴⁴ Strand, M. (2018). *Moderne kryptografi: konsepter og muligheter* (FFI-notat 18/02419). Forsvarets forskningsinstitutt.

²⁴⁵ *Ibid.*

²⁴⁶ Lydersen, L., Wiechers, C., Wittmann, C., Elser, D., Skaar, J. & Makarov, V. (2010). Hacking commercial quantum cryptography systems by tailored bright illumination. *Nature Photonics*, 4, 686-689.

²⁴⁷ Government Office for Science. (2016). *The Quantum Age: technological opportunities*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/564946/gs-16-18-quantum-technologies-report.pdf.

²⁴⁸ Government Office for Science. (2016). *The Quantum Age: technological opportunities*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/564946/gs-16-18-quantum-technologies-report.pdf.

²⁴⁹ Gronvall, G. K. (2016). *Synthetic Biology: Safety, Security, and Promise*. Health Security Press.

²⁵⁰ DiEuliis, D., Berger, K. & Gronvall, G. (2017). Biosecurity Implications for the Synthesis of Horsepox, an Orthopoxvirus. *Health security*, 15, 629-637.

²⁵¹ Noyce, R. S., Lederman, S. & Evans, D. H. (2018). Construction of an infectious horsepox virus vaccine from chemically synthesized DNA fragments. *PLoS One*, 13, e0188453.

skal rekonstrueres og brukes til å smitte befolkningen. Så lenge genom-sekvensen er tilgjengelig på internett, er det mulig å gjenskape et virus. Australiagruppen²⁵² vurderer blant annet derfor om teknologi brukt innenfor syntetisk biologi bør reguleres innenfor eksportkontrollen for å hindre misbruk av teknologien. National Academy of Science (NAS) og US Department of Defence (DoD) har publisert et rammeverk for vurdering av risikoen fra ulike teknologier innenfor syntetisk biologi. I denne rapporten knyttes det størst bekymring til rekonstruksjon av kjente patogene virus.²⁵³

En annen retning innenfor syntetisk biologi er omprogrammering av celler som utnyttes til produksjon av kjemikalier (bioteknologi). Utfordringen er at toksiner og kjemikalier regulert innenfor biologi- og toksinvåpenkonvensjonen (BTWC) og kjemivåpenkonvensjonen (CWC) kan produseres.²⁵⁴ Dette er et felt som får stor oppmerksomhet fra Organisasjonen for forbud mot kjemiske våpen (OPCW), og det er i dag blant annet mulig å produsere syntetiske opiater.

Gjør-det-selv-biologi (såkalt «DIY-biologi») er en voksende bioteknologisk bevegelse der individer og små organisasjoner utforsker biologi og biovitenskap ved å bruke de samme metodene som tradisjonelle forskningsinstitusjoner. Disse DIY-biologene vil demokratisere forskning og stimulere innovasjon gjennom fri deling av kunnskap. Foreløpig er slike laboratorier ikke veldig avanserte, men kravet til ferdigheter og kunnskap reduseres og øker mulighetene for at slike laboratorier kan utføre syntetisk biologi i framtiden.

Andre teknologier som er viktige for å lykkes med syntetisk biologi er utviklingen innenfor datateknologi, spesielt kunstig intelligens, automatisering og utvikling av roboter som utfører eksperimenter, samt såkalte skylaboratorier. Utvikling av robotteknologi og skylaboratorier skiller aktøren fra eksperimentet og senker terskelen (reduserer kravet til ferdigheter og kunnskap) for å utføre syntetisk biologi og gjør teknologien tilgjengelig for flere. I automatiserte laboratorier kan en bestille en mikroorganisme med «skreddersydd» egenskaper (slike laboratorier finnes i USA i 2019). Målet er å utnytte teknologien økonomisk i produksjon kjemikalier, biodrivstoff osv. Andre viktige teknologier er nanoteknologi og additiv tilvirkning. Utfordringen er at utviklingen kan øke mulighetene for utvikling, produksjon og bruk av biologiske våpen.²⁵⁵

4.5.10 Mot en dyp digital transformasjon av samfunnet?

I det foregående har vi pekt på en rekke teknologitrender som vil være viktige fram mot 2030. Hvilke muligheter og utfordringer disse teknologiene representerer for samfunnssikkerheten er oppsummert i Tabell 4.1. Felles for mange av teknologiene, først og fremst skytjenester, IoT,

²⁵² Se <https://australiagroup.net/en/index.html>.

²⁵³ National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2018). *Biodefense in the age of synthetic biology*. The National Academies Press. ISBN 978-0-309-46518-2. <https://doi.org/10.17226/24890>.

²⁵⁴ Tucker, J. (2010). The convergence of biology and chemistry: Implications for arms control verification. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 66(6), 56-66. <https://doi.org/10.1177/0096340210387050>.

²⁵⁵ Brockmann, K., Bauer, S. & Boulanin, V. (2019). *BIO PLUS X – Arms Control and the Convergence of Biology and Emerging Technologies*. Stockholm International Peace Research Institute. Hentet 27. sept. 2019 fra https://www.sipri.org/sites/default/files/2019-03/sipri2019_bioplusx_0.pdf.

AI, robotisering/autonome systemer og 5G, er at de er endringsdrivere for den digitale transformasjonen av samfunnet som vi opplever.²⁵⁶ Den digitale transformasjonen er først og fremst drevet fram av et behov for å øke verdiskapingen gjennom næringsutviklingen,²⁵⁷ men den er også drevet fram av et behov for å fornye, forenkle og forbedre offentlig sektor.²⁵⁸

Samtidig er digital transformasjon mer enn bare anvendelse av digitale teknologier. Direktoratet for forvaltning og IKT har beskrevet digital transformasjon som:²⁵⁹

- «en prosess der virksomheten endrer hvordan den utfører sine oppgaver, tilbyr bedre tjenester, jobber mer effektivt eller skaper helt nye tjenester
 - hvor brukerfokus og brukeropplevelsen er selve kjernen i endringen
 - som baserer seg på utnyttelse av digital teknologi
- en grunnleggende og omfattende endring, og ikke en mindre justering
- redesign av virksomheten på alle nivå – folk, prosesser, teknologi og styring.»

Hvilken betydning den digitale transformasjonen vil ha for samfunnssikkerheten, er avhengig av hvor dyp og gjennomgripende den digitale transformasjonen av kritiske samfunnsfunksjoner blir. Sentralt i dette spørsmålet er i hvilken grad IoT-teknologier og AI benyttes i kritiske styringssystemer og i hvilken grad samfunnssikkerhetsperspektiver er adressert i implementeringen. Samtidig er det av betydning hvilke nye infrastrukturer og tjenester som vokser frem som følge av den digitale transformasjonen og i hvilken grad samfunnet gjør seg kritisk avhengig av de nye infrastrukturene og tjenestene. Et tredje forhold av betydning, er i hvilken grad den digitale transformasjonen endrer karakteren og kompleksiteten i gjensidige avhengigheter mellom kritiske infrastrukturer,²⁶⁰ spesielt med tanke på at 5G trolig vil være den viktigste kommunikasjonsbæreren for de nye IoT-baserte tjenestene.

Dette betyr at samfunnssikkerhetsdimensjonen knyttet til den digitale transformasjonen blir svært viktig. Spesielt gjelder dette AI siden bruk av AI blir essensielt for utviklingen av nye og «smarte» tjenester. **Sikkerhetsaspekter knyttet til den digitale transformasjonen og bruk av**

²⁵⁶ Digital21. (2018, 31. aug.). *Digitale grep for norsk verdiskaping*. Hentet 29. okt. 2019 fra https://digital21.no/wp-content/uploads/2018/09/Digital21_strategi_2018.pdf.

²⁵⁷ *Ibid.*

²⁵⁸ Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2016). *Digital agenda for Norge. IKT for en enklere hverdag og økt produktivitet* (Meld. St. 27 (2015-2016)).

²⁵⁹ Direktoratet for forvaltning og IKT. (2019, 3. mai). *Digital transformasjon*. Hentet 20. okt. 2019 fra <https://www.difi.no/fagomrader-og-tjenester/digitalt-forstevalg/hva-er-digitalt-forstevalg/digital-transformasjon>.

²⁶⁰ Se for eksempel Rinaldi, S. M., Peerenboom, J. P., & Kelly, T. K. (2001). Identifying, understanding, and analyzing critical infrastructure interdependencies. *IEEE Control Systems Magazine*, 21, 11-25 for en beskrivelse av gjensidige avhengigheter mellom kritiske infrastrukturer.

AI er derfor ikke avgrenset til det cyber-fysiske domenet²⁶¹, men omhandler også de sosiale, politiske og økonomiske domenenene som de nye digitale tjenestene vekselvirker med.²⁶²

Det er derfor nødvendig å adressere og balansere ulike samfunnssikkerhetsaspekter knyttet til alle de nevnte domenenene for å sikre en trygg og sikker konvergens mellom de nye IoT- og AI-baserte tjenestene og kritiske samfunnsfunksjoner, inkludert Forsvarets eventuelle avhengighet av de nye tjenestene (Figur 4.3). Dette blir spesielt viktig dersom samfunnet går i retning av en dyp digital transformasjon i tidsperioden fram mot 2030.

Tabell 4.1 Eksempler på muligheter og utfordringer som utvalgte teknologiske megatrender representerer for samfunnssikkerheten i tidsperioden fram mot 2030

Teknologitrend	Mulighet	Utfordring
Kommunikasjonsteknologi (5G)	Neste generasjons mobilnettverk som skal kunne støtte det hypertilkoblede «smarte» samfunnet og nye industrielle behov	Kompleksiteten i 5G-nettet vil bli så høy at man vil måtte bruke kunstig intelligens for drift og vedlikehold, noe som vil gjøre det utfordrende å gi sikkerhetsgarantier
Informasjonsteknologi og skybaserte tjenester	Skybaserte tjenester er kostnadseffektive løsninger som gir god datasikkerhet	Økende bruk av skytjenester gjør at stadig større informasjonsverdier ligger i skyen
Kunstig intelligens og stor-data	Kunstig intelligens muliggjør analyse av store datamengder for intelligente og nyttige formål, for eksempel bedre medisinsk diagnostikk, og er også avgjørende for å kunne lage autonome systemer	Bruk av kunstig intelligens reiser en rekke utfordringer knyttet til etterrettelighet og tolkbarhet til beslutninger som tas av maskinen

²⁶¹ Cyber-fysiske systemer består av vekselvirkende digitale, analoge, fysiske og menneskelige komponenter som er designet for å virke gjennom integrert fysikk og logikk; se Griffor, E. (red.). (2017). *Framework for Cyber-Physical Systems: Volume 1, Overview* (NIST Special Publication 1500-201). National Institute of Standards and Technology. Hentet 20. okt. 2019 fra <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.1500-201.pdf>.

²⁶² Cussins Newman, J. (2019). *Toward AI security. Global aspirations for a more resilient future*. Center for Long-Term Cybersecurity, UC Berkeley. Hentet 20. okt. 2019 fra https://cltc.berkeley.edu/wp-content/uploads/2019/02/CLTC_Cussins_Toward_AI_Security.pdf.

Tabell 4.1 Eksempler på muligheter og utfordringer som utvalgte teknologiske megatrender representerer for samfunnssikkerheten i tidsperioden fram mot 2030 (forts.)

Teknologitrend	Mulighet	Utfordring
Tingenes internett	Muliggjørende teknologi for utvikling av det såkalte «smartsamfunnet»	Tingenes internett vil gjøre at vi kan samle inn store mengder informasjon fra, og styre nærmest ethvert fysisk objekt, noe som vil medføre en rekke personvern- og sikkerhetsutfordringer
Robotisering og autonome systemer	Autonome systemer kan utføre oppgaver på en tryggere, mer presis, mer utholdende og billigere måte enn mennesker	Autonome systemer vil gjøre andre feil enn mennesker. De vil alltid ha begrensninger, noe som kan være utfordrende å forstå for brukeren
Romteknologi og rombaserte tjenester	Globale navigasjonssatellittsystemer (GNSS) har muliggjort presis posisjonering og navigering, samt presis tidsreferanse til tidsstempling av banktransaksjoner, synkronisering i mobilnett, styring av kraftnett osv.	Bortfall av GNSS-signaler over tid kunne få alvorlige konsekvenser for forsvar, krisehåndtering og tilgjengelighet av kritiske samfunnsfunksjoner
Kvanteteknologier	Muliggjør utvikling av nye atomur som kan redusere avhengigheten til globale navigasjonssatellittsystemer	Utvikling av kvantedatamaskiner vil medføre at en rekke av dagens kryptografiløsninger (men ikke alle) ikke lenger er sikre
Syntetisk biologi og skylaboratorier	Syntetisk biologi kan gjøre det mulig å produsere miljøvennlig energi, materialer, batterier og nye medisiner	Syntetisk biologi kan gjøre det mulig å rekonstruere virus som er utryddet, eksempelvis koppeviruset



Figur 4.3 Samfunnssikkerhetsaspekter knyttet til den digitale transformasjonen er ikke avgrenset til det cyber-fysiske domenet, men må også adressere sosiale, politiske og økonomiske forhold og Forsvarets eventuelle avhengighet av de nye digitale tjenestene.

5 Mulig betydning for samfunnssikkerheten

5.1 Mulige utviklingsløp fram mot 2030

Det finnes ulike måter for å vurdere hvordan trender kan påvirke samfunnet, for eksempel ved å bruke prognoser eller framskrivninger basert på statistikk, ved å bruke ulike scenarioer for å vurdere hvordan framtiden kan se ut, eller ved å få eksperter til å gjøre antakelser basert på deres bakgrunn og kompetanse. DSB, for eksempel, har en samling med analyser av krisescenarioer for å vurdere hvordan slike mulige scenarioer vil kunne påvirke ulike samfunnsfunksjoner.²⁶³ I studien om globale trender, beskrev Beadle *et al.* implikasjoner av trender for det norske Forsvaret basert på sin tolkning av trendene. Deretter supplerte de med fem ulike alternative verdener for Forsvaret, etter å ha brutt opp trendene i visse parametere og verdier. Dette inkluderte å ta høyde for både fortsettelse på-, brudd på- og forsterkning av trendene, slik at man kan spenne ut et visst mulighetsrom for framtiden.²⁶⁴

For å kunne si noe om hvilken betydning utviklingstrekkene kan ha for samfunnssikkerheten, er det ikke tilstrekkelig bare å belyse betydningen av en videreføring av dagens trender. **Det er også nødvendig å belyse effekten av mulige trendbrudd (diskontinuiteter), spesielt i en situasjon hvor utfordringsbildet framstår som mer usikkert enn for noen få år siden.**²⁶⁵

I denne studien belyser vi hvilken betydning en videreføring av dagens trender (kapittel 4) kan ha for noen kritiske samfunnsfunksjoner gjennom utvalgte eksempler. I tillegg identifiserer vi noen alternative utviklingsløp (scenarioer) for å belyse effekten av mulige trendbrudd/diskontinuiteter for samfunnssikkerheten som grunnlag for framtidige studier.

Som belyst i Beadle *et al.*²⁶⁶ og gjengitt i kapittel 4.1, har det skjedd en gradvis svekkelse av den liberale verdensordenen som forventes å fortsette i tiden framover. Bortfall av dagens internasjonale rettsorden og oppløsning av Nato slik det er beskrevet i den alternative verdenen «Sammenbrudd av verdensorden og institusjoner» i Beadle *et al.*, vil måtte karakteriseres som et sjokk dersom det skulle skje i tidsperioden fram mot 2030. Et slikt scenario vil alvorlig påvirke norsk forsvars- og sikkerhetspolitikk langt utenfor samfunnssikkerhetsområdet. Det vil derfor være utenfor fokuset (og rammebetingelsene) til denne studien.

Imidlertid er det mulig å se for seg en global og systemisk økonomisk krise som beskrevet i scenarioet «Global stagnasjon og opprør»²⁶⁷ i tidsperioden. Et slikt scenario kan for Vesten sin del

²⁶³ Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. (2019). *Analyser av krisescenarioer 2019. Alvorlige hendelser som kan ramme Norge*. ISBN 978-82-7768-472-7 (PDF).

²⁶⁴ Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt, ss. 242-255.

²⁶⁵ *Ibid.*

²⁶⁶ *Ibid.*

²⁶⁷ *Ibid.*, ss. 246-247.

føre til at allerede svak økonomisk vekst går over i en langvarig resesjon med påfølgende oppbremsing av den teknologiske utviklingen, og hvor svake stater og store framvoksende økonomier havner på randen til kollaps.²⁶⁸

Som nevnt i kapittel 4.3, vil en tidligere overgang til «grønn økonomi» enn forventet kunne ha store konsekvenser for Norge som følge av tap i oljeinntekter.²⁶⁹ Et slikt scenario kan representere fordeler for samfunnssikkerheten gjennom økt internasjonalt fokus på å bekjempe klimændringer ved raskere overgang til et «lavkarbonsamfunn». Samtidig kan scenarioet representere utfordringer for Norge gjennom begrenset økonomisk handlingsrom til å styrke samfunnssikkerheten og totalforsvaret.

Det siste alternativet er et scenario hvor den digitale transformasjonen av kritiske samfunnsfunksjoner er dyp og gjennomgripende. Karakteristisk for et slikt scenario – drevet fram av teknologioptimisme, behov for økonomisk vekst og behov for å løse problemer knyttet til klimændringer og en aldrende befolkning – er at teknologier som tingenes internett, kunstig intelligens og autonome systemer har blitt tatt i bruk på en måte som utfordrer personvernet og nasjonal kontroll over de nye teknologiske tjenestene og infrastrukturene. De foreslåtte mulige utviklingsløpene er oppsummert i Tabell 5.1.

²⁶⁸ *Ibid.*, s. 246.

²⁶⁹ *Ibid.*, ss. 62-75.

Tabell 5.1 Foreslåtte mulige utviklingsløp av betydning for samfunnssikkerheten mot 2030. De alternative utviklingsløpene 1-3 er basert på en vurdering av mulige trendbrudd innenfor sikkerhetspolitiske forhold, sosiale forhold, økonomiske forhold, klimaendringer og teknologisk utvikling sammenlignet med en videreføring av dagens trender (alternativ 0) (se kapittel 5.1 for detaljer)

Foreslått mulig utviklingsløp	Sikkerhetspolitiske forhold	Sosiale forhold	Økonomiske forhold	Klimaendringer	Teknologisk utvikling
0. Videreføring av dagens trender	Fortsatt maktforskyvning og erodering av den liberale verdensorden	Verdens befolkning fortsetter å bli stadig større, eldre og mer urbanisert	Fortsatt stor vekst i fremvoksende økonomier, mens veksten flater ut i Vesten	Verdenssamfunnet forsøker å nå forpliktelsene i Parisavtalen	Fortsatt rask utvikling og spredning av teknologi
1. Global stagnasjon og opprør	Dagens trend videreføres	Svake stater og framvoksende økonomier på randen til kollaps	Global og systemisk økonomisk tilbakegang	Parisavtalen bryter sammen	Innovasjon og teknologiutvikling stagnerer
2. Det grønne skiftet går raskere	Fornytt oppslutning om rettsordenen og multilaterale institusjoner	Dagens trend videreføres	Rask omstilling til «grønn økonomi»	Verdenssamfunnet inkl. USA iverksetter klimatiltak for å nå 1,5 °C-målet	Utvikling av «grønne» teknologier forsterkes
3. Dyp digital transformasjon av samfunnet	Dagens trend videreføres	Dagens trend videreføres	Behov for økonomisk oppgang etter finanskrisen	Dagens trend videreføres	Stadig akselererende utvikling som ikke bremses tross forsøk

5.2 Muligheter og utfordringer knyttet til en videreføring av dagens trender

Klimatiltak, teknologisk utvikling og framtidige konflikter er noen av de viktige endringsdriverne for samfunnet fram mot 2030. Uansett hvilken retning samfunnet beveger seg i (jf. Tabell 5.1), vil utviklingstrekkene påvirke samfunnssikkerheten. Et viktig moment i så måte er at utviklingstrekkene ikke bare vil føre til nye samfunnssikkerhetsutfordringer, men også en rekke nye muligheter for å skape et bedre og tryggere samfunn. De framtidige forskningsspørsmålene som derfor bør stilles er:

- *Hvordan kan mulige utviklingsløp påvirke samfunnssikkerheten?*
- *Ut fra innsikten i hvordan mulige utviklingsløp kan påvirke samfunnssikkerheten, hvordan bør vi innrette samfunnets evne til å forebygge kriser og til å håndtere alvorlige hendelser uten at det går på bekostning av viktige nasjonale prinsipper og målsettinger?*

I det følgende vil vi kontekstualisere noen av funnene knyttet til en videreføring av dagens trender som grunnlag for framtidige forskningsspørsmål. Nærmere bestemt vil vi eksemplifisere hvilken betydning digital transformasjon og økende elektrifisering kan ha for noen utvalgte kritiske samfunnsfunksjoner (konkret: «kraftforsyning», «transport» og «lov og orden»). Vi vil også gi noen betraktninger knyttet til hvilken betydning framtidig konfliktutvikling kan ha for den kritiske samfunnsfunksjonen «styring og kriseledelse» og for totalforsvaret. Dette er for å illustrere noen potensielle utgangspunkt for hvordan man kan tilnærme seg implikasjoner av viktige endringsdriverne, samfunns- og teknologitrender. De foreslåtte alternative utviklingsløpene foreslås som tema for oppfølgende studier.

Denne rapportens fokus er å belyse forhold som representerer *både* muligheter og utfordringer for samfunnssikkerheten. Således belyses ikke områder hvor teknologiutviklingen i all hovedsak vil gi bedre samfunnssikkerhet, eksempelvis teknologier for bedre grensekontroll av varer²⁷⁰ eller teknologier for bedre flom- og skredvarsling.²⁷¹ Samtidig er det områder som burde vært belyst nærmere, men hvor det tilgjengelige kunnskapsgrunnlaget i litteraturen ikke er tilstrekkelig for å gi annet enn noen generelle betraktninger knyttet til muligheter og utfordringer for samfunnssikkerheten. Et eksempel på dette er forutseende logistikk gjennom bruk av kunstig intelligens.²⁷² **Det er behov for mer kunnskap om dette området i et samfunnssikkerhets- og totalforsvarsperspektiv.**

²⁷⁰ Se for eksempel Engøy, T., Botnan, J. I., Løkken, K. H., Frømyr, T. R., Aronsen, M., Stolpe, A., Blix, T. A., Dyr-
dal, I. & Aurdal, L. (2017). *Teknologiske muligheter for Tolletaten – breddestudie* (FFI-rapport 17/16605). Forsvarets
forskningsinstitutt.

²⁷¹ Se for eksempel forskningsprosjektet «KlimaDigital» (<https://www.sintef.no/projectweb/klimadigital/>).

²⁷² Gesing, B., Peterson, S. J. & Michelsen, D. (2018). *Artificial intelligence in logistics. A collaborative report by DHL and IBM on implications and use cases for the logistics industry*. DHL Customer Solutions & Innovation.
Hentet 30. okt. 2019 fra <https://www.ibm.com/downloads/cas/XOQW7Q0D>.

5.2.1 Digital transformasjon

5.2.1.1 Digitaliserte og integrerte energisystemer

Skal samfunnet nå klimamålene (jf. kapittel 4.4) samtidig som krav til forsyningssikkerhet og økonomi ivaretas, er det behov for gjennomgripende endringer i energisystemet.²⁷³ Energi21 ble opprettet av Olje- og energidepartementet for å gi råd om innretning av forskning og innovasjon innen fornybar energi og klimavennlige energiteknologier. I sin fjerde nasjonale forskningsstrategi fra 2018 anbefalte Energi21 at digitaliserte og integrerte energisystemer prioriteres høyest fordi dette satsningsområdet vil ha stor betydning for framtidig forsyningssikkerhet, lave klimagassutslipp og for effektiv integrasjon av klimavennlige energiteknologier. I tillegg vil en satsning på digitaliserte og integrerte energisystemer legge til rette for nye forretningsmodeller, mer aktive kunder samt effektiv drift og vedlikehold av energisystemene.²⁷⁴

Utviklingen av Norges framtidige energisystem vil derfor foregå langs tre dimensjoner. For det første vil det medføre endringer i den fysiske infrastrukturen for å håndtere større innslag av fornybar, variabel kraftproduksjon, forbrukere og bygninger med lokal energibruk og lagring og elektrifisering av nye forbruksområder (herunder infrastruktur for CO₂-håndtering, ladeinfrastruktur og hydrogenfyllestasjoner). For det andre vil det være nødvendig å utnytte ekom og digitale teknologier som IoT og AI for å oppnå mer effektiv drift og vedlikehold av energiinfrastruktur gjennom bedre tilstandsovervåking og bedre utnyttelse av eksisterende kapasitet. Til slutt vil det være nødvendig å etablere kunnskap om hvordan samfunnsmessige, miljømessige og markedsmessige forhold påvirker utviklingen av energisystemet.²⁷⁵

Energieffektive og smarte bygninger, og senere smarte byer, vil bli en viktig del av det digitaliserte og integrerte energisystemet. I følge Energi21 vil smarte bygninger spille en mer aktiv rolle i energisystemet gjennom å være både energiforbruker, energiprodusent og fleksibilitetsressurs (termisk lager og effektstyring).²⁷⁶

På grunn av den distribuerte og variable kraftproduksjonen fra fornybare energikilder som solenergi og vindkraft, må IKT integreres tett med kraftsystemet. Digitaliserte og integrerte energisystemer vil derfor være cyber-fysiske systemer.²⁷⁷ Fordelen med en slik tett integrasjon av IKT i energisystemet er at det vil, som nevnt ovenfor, gi bedre utnyttelse av kapasiteten, mer effektiv drift og vedlikehold, samt mulighet for nye strømtjenester til kundene. Imidlertid gir det også en rekke utfordringer med hensyn til robusthet og sikkerhet til energisystemet. Dette gjelder både

²⁷³ Mostue, L., Aam, S., Taule, H. & Lossius, T. (2018). *Strategi 2018. Nasjonal strategi for forskning, utvikling, demonstrasjon og kommersialisering av ny klimavennlig energiteknologi*. Energi21. ISBN 978-82-12-03717-5 (PDF).

²⁷⁴ *Ibid.*

²⁷⁵ *Ibid.*

²⁷⁶ *Ibid.*

²⁷⁷ For en beskrivelse av cyber-fysiske systemer, se: Griffor, E. (red.). (2017). *Framework for Cyber-Physical Systems: Volume 1, Overview* (NIST Special Publication 1500-201). National Institute of Standards and Technology. Hentet 20. okt. 2019 fra <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.1500-201.pdf>.

ekstern påvirkning som følge av naturhendelser eller tilsiktede uønskede hendelser, og feil som oppstår i programvare eller maskinvare i IKT-systemet.²⁷⁸

Kaskadefeil («dominoeffekt») som følge av feil i digitaliserte og integrerte energisystemer kan få alvorlige konsekvenser. **Det er derfor viktig å forstå hvordan slike kaskadefeil kan oppstå, hvilke konsekvenser det kan medføre og hvordan slike feil kan forhindres.**

Flere forskere har sett på robusthet som følge av kaskadefeil i gjensidig avhengige cyber-fysiske systemer. Allerede i 2010 viste Buldyrev *et al.* hvor store kaskadefeil som kan oppstå i nettverk som er sterkt gjensidig avhengige av hverandre.²⁷⁹ For det første viste Buldyrev *et al.* at feil i en liten andel av noder i et nettverk kan føre til fullstendig sammenbrudd i et system som består av flere nettverk som er gjensidig avhengige av hverandre. Et eksempel på et slikt sammenbrudd var strømbruddet som slo ut store deler av Italia 28. september 2003.²⁸⁰ Denne typen kaskadefeil vil ikke observeres i et isolert nettverk; her vil nedbrytningen av nettverket som helhet være proporsjonal med hvor mange noder som faller ut når det utsettes for tilfeldige feil. Videre viste Buldyrev *et al.* at for et system bestående av såkalte skalarfrie nettverk²⁸¹ som er gjensidig avhengige av hverandre, vil en større andel av noder med få koblinger til andre noder medføre økt sårbarhet overfor tilfeldige feil enn hva som er tilfelle for et isolert nettverk.²⁸² Dette er overraskende fordi stor andel av noder med få koblinger til andre vil gi økt robusthet for det isolerte nettverket.

Tu *et al.* har sett på robusthet i et cyber-fysisk kraftsystem med svak gjensidig avhengighet.²⁸³ Modellsystemet som de betraktet var et smartnett hvor den fysiske delen var kraftnettet og hvor cyberdelen var ekomnettet. Simuleringene til Tu *et al.* viste at det cyber-fysiske kraftsystemet er mer følsomt for feil som propagerer fra kraftnettet til ekomnettet enn for feil som propagerer i motsatt retning. Tu og medarbeidere anbefalte derfor at med begrensede nødstrømsressurser, bør ekomnettet til smartnettet få prioritet for å øke robustheten til systemet som helhet.²⁸⁴

Dette er noen eksempler på sikkerhetsutfordringer i digitaliserte og integrerte energisystemer. **Forskning på sikker styring og kontroll av slike energisystemer blir derfor viktig.**²⁸⁵ Blant annet pekes det på behov for forskning knyttet til deteksjon og attribusjon av angrep, samt resi-

²⁷⁸ Stoustrup, J., Annaswamy, A., Chakraborty, A. & Qu, Z. (red.) (2019). *Smart Grid Control. Overview and Research Opportunities*. Springer Nature.

²⁷⁹ Buldyrev, S. V., Parshani, R., Paul, G., Stanley, H. E. & Havlin, S. (2010). Catastrophic cascade of failures in interdependent networks. *Nature*, 464, 1025-1028.

²⁸⁰ *Ibid.*

²⁸¹ Internett er et eksempel på et skalarfritt nettverk.

²⁸² Barabási, A.-L. & Albert, R. (1999). Emergence of scaling in random networks. *Science*, 286, 509-512.

²⁸³ Tu, H., Xia, Y., Wu, J. & Zhou, X. (2019). Robustness assessment of cyber-physical systems with weak interdependency. *Physica A*, 522, 9-17.

²⁸⁴ *Ibid.*

²⁸⁵ Stoustrup, J., Annaswamy, A., Chakraborty, A. & Qu, Z. (red.) (2019). *Smart Grid Control. Overview and Research Opportunities*. Springer Nature.

lient systemdesign slik at energisystemet går ned på en måte som ikke medfører store konsekvenser som følge av kaskadefeil.²⁸⁶ Videre vil det være viktig å framskaffe mer kunnskap om digitaliserte og integrerte energisystemer i et samfunnssikkerhets- og totalforsvarsperspektiv hvor man også tar i betraktning at slike energisystemer vil være nødvendige for integrasjon av klimavennlige energikilder i stor skala.

5.2.1.2 Samhandlende intelligente transportsystemer og selvkjørende transport

I 2018 nedsatte Samferdselsdepartementet et uavhengig ekspertutvalg som fikk i oppdrag å kartlegge og analysere implikasjonene av ny teknologi for fremtidens transportinfrastruktur. Som en del av mandatet skulle ekspertutvalget også vurdere hvordan den teknologiske utviklingen innen transportsektoren kan påvirke samfunnets sårbarhet og sikkerhet, samt vurdere hvordan uheldige konsekvenser kan motvirkes og håndteres. Utvalget la frem sin rapport 27. juni 2019.²⁸⁷ I det følgende gjengis noen av utvalgets funn som eksempler på hvilken betydning en videreføring av dagens teknologitrender (jf. kapittel 4.5) kan ha for den digitale transformasjonen av transportbransjen.

Én av de teknologidrevne hovedtrendene som utvalget pekte på, var samhandlende intelligente transportsystemer (ITS). Ved å utstyre både transportenheter (eksempelvis fotgjengere, biler, busser, tog, skip eller fly) og tilhørende infrastrukturer med IoT-teknologier som sensor-, kommunikasjons-, navigasjons- og beslutningsstøttesystemer i et felles digitalt økosystem, kan transportenhetene samhandle med andre enheter eller med infrastrukturen. Dette gir nye muligheter for transportregulering, bedre trafiksikkerhet («safety») og nye virkemidler for å redusere klima- og miljøbelastningene.²⁸⁸ For eksempel kan man benytte konseptet «digital tvilling» – det vil si digitale kopier av den fysiske infrastrukturen – for å planlegge, predikere og styre trafikkavviklingen gjennom analyse av de store mengdene med trafikkdata som genereres.²⁸⁹ Et annet eksempel er pilotprosjektet mellom Volvo og Statens vegvesen om «geofencing», miljøsoner og hybridbiler hvor hybridbilen mottar signal om at den kun skal benytte elmotoren innenfor miljøsonen.²⁹⁰ I tillegg peker utvalget på at tilgang til data fra slike systemer vil muliggjøre en rekke nye tjenester innen eksempelvis kjøretøysforsikring, verkstedsvirksomhet og ulike individualiserte tjenester.²⁹¹

En annen teknologitrend som ekspertutvalget pekte på, var selvkjørende transport.²⁹² I sine vurderinger var det spesielt to gevinster som utvalget pekte på. For det første mente utvalget at økt

²⁸⁶ Weerakkody, S. & Sinopoli, B. (2019). Challenges and Opportunities: Cyber-Physical Security in the Smart Grid. I J. Stoustrup, A. Annaswamy, A. Chakraborty & Z. Qu (red.), *Smart Grid Control: Overview and Research Opportunities* (ss. 257-273). Springer Nature.

²⁸⁷ Teknologi for bærekraftig bevegelsesfrihet og mobilitet. (2019). Rapport fra Ekspertutvalget – teknologi og fremtidens transportinfrastruktur. Hentet 30. sept. 2019 fra https://www.regjeringen.no/contentassets/ccdc68196014468696acac6e5cc4f0e7/rapport-teknologiutvalget_web.pdf.

²⁸⁸ *Ibid.*

²⁸⁹ Government Office for Science. (2019). *The Future of Mobility*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/780868/future_of_mobility_final.pdf.

²⁹⁰ Teknologi for bærekraftig bevegelsesfrihet og mobilitet. (2019). Rapport fra Ekspertutvalget – teknologi og fremtidens transportinfrastruktur. Hentet 30. sept. 2019 fra https://www.regjeringen.no/contentassets/ccdc68196014468696acac6e5cc4f0e7/rapport-teknologiutvalget_web.pdf.

²⁹¹ *Ibid.*

²⁹² *Ibid.*

automatisering vil gi betydelige trafikksikkerhetsgevinster fordi kjøretøyene blir mer trafikksikre og risikoen for menneskelige feil reduseres vesentlig. I tillegg mente utvalget at automatisering vil gi betydelige samfunnsmessige og bedriftsøkonomiske gevinster gjennom utvikling av kostnadseffektive og fleksible transporttjenester.²⁹³ Imidlertid er forskningsresultatene så langt ikke entydige med hensyn til i hvilken grad selvkjørende kjøretøy vil bidra til redusert kødannelse; dette vil avhenge av i hvilken grad de selvkjørende bilene vil kjøre rundt «tomme».²⁹⁴

Samfunnssikkerhetsaspekter knyttet til de nye transporttjenestene blir derfor viktige. For det første vil de nye transporttjenestene, det være seg samhandlende ITS eller selvkjørende transport, generere store mengder data om alt fra transportmønstre til tilstanden til infrastrukturen. **Konfidensialitets-, integritets- og tilgjengelighetsaspekter må derfor hensyntas i implementeringen av transporttjenestene.**

Forenklet kan ITS-arkitekturen beskrives på følgende måte:²⁹⁵

- Et persepsjonslag bestående av sensorer og aktuatorer
- Et nettverkslag for kommunikasjon innad i transportenheten, mellom transportenheter og mellom transportenheten og infrastrukturen
- Et tjenestelag som lagrer, prosesserer og presenterer dataene for sluttbrukeren

Det vil således være nødvendig å adressere sikkerhetsrisikoer knyttet til hvert av disse lagene og for systemet som helhet. En forskningsstudie fra 2019 peker på en rekke kunnskapshull knyttet til sikkerhet i samhandlende ITS som bør adresseres.²⁹⁶ I tillegg vil det være nødvendig å forstå og redusere konsekvensene av bortfall av transporttjenestene; særskilt bortfall av systemer for trafikkstyring.

Videre vil innføring av de nye transporttjenestene trolig medføre at avhengigheten av satellittbaserte tjenester for posisjonsangivelse, navigasjon og tidsangivelse (PNT) vil øke.²⁹⁷ **Arbeidet med å redusere samfunnets sårbarhet for svikt i PNT-systemer blir derfor viktigere og viktigere i tiden som kommer.**²⁹⁸ Det må også forventes at de nye transporttjenestene vil øke avhengigheten til offentlig ekom, og da spesielt 5G.

²⁹³ *Ibid.*

²⁹⁴ Government Office for Science. (2019). *The Future of Mobility*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/780868/future_of_mobility_final.pdf.

²⁹⁵ Affia, A.-A. O., Matulevicius, R. & Nolte, A. (2019). Security Risk Management in Cooperative Intelligent Transportation Systems: A Systematic Literature Review. I H. Panetto, C. Debruyne, M. Hepp, D. Lewis, C. A. Ardagna & R. Meersman (red.), *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2019 Conferences* (pp. 282-300). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33246-4_18.

²⁹⁶ *Ibid.*

²⁹⁷ Teknologi for bærekraftig bevegelsesfrihet og mobilitet. (2019). Rapport fra Ekspertutvalget – teknologi og fremtidens transportinfrastruktur. Hentet 30. sept. 2019 fra https://www.regjeringen.no/contentassets/ccdc68196014468696acac6e5cc4f0e7/rapport-teknologiutvalget_web.pdf.

²⁹⁸ Samferdselsdepartementet. (2018, 6. nov.). *På rett sted til rett tid. Nasjonal strategi for posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsbestemmelse*. Hentet 29. okt. 2019 fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/abd1dec7647a4c22aaef7d93046e3f2b/pa-rett-sted-til-rett-tid.pdf>.

Ekspertutvalget mener at drivkreftene bak den digitale transformasjonen av transportsektoren er sterke nok til at utviklingen kan legges til grunn som en relativt robust forutsetning når fremtidens transportinfrastruktur skal planlegges.²⁹⁹ Dette utviklingstrekket vil forsterkes av økende elektrifisering av transportbransjen (se senere i kapittel 5.2.2) og nye forretningsmodeller for transporttjenester.³⁰⁰ En videreføring av dagens trender går derfor i retning av å øke transportsektorens avhengighet av andre kritiske samfunnsfunksjoner som IKT-sikkerhet, ekom, satellittbaserte tjenester og kraftforsyning. Hvilke konsekvenser dette kan få for totalforsvaret ved alvorlige hendelser, vil være viktig å belyse. Et annet spørsmål som bør adresseres er i hvilken grad teknologiutviklingen vil bidra til å endre transportrelatert kriminalitet (for eksempel vil selvkjørende kjøretøy trolig være vanskelige å benytte for terrorformål, dog under forutsetning av at kjøretøyet vanskelig kan hackes). Det må også tas hensyn til at utviklingen av framtidens transporttjenester kan ta andre retninger enn hva dagens teknologitrender peker mot.³⁰¹

5.2.1.3 Teknologi for kriminalitetsbekjempelse

Ny teknologi og ulike former for dataanalyse vil få stor betydning for politiets arbeid og oppgaver innenfor forebyggende, operativ og etterforskende virksomhet. Det ligger et potensiale i analyse av stordata fra et bredt spekter av datakilder, herunder også de omfattende datamengdene politiet sitter på. Sammenstillinger av forskjellige datasett og avdekking av sammenhenger mellom mange ulike variabler kan vanskelig gjøres uten maskinell hjelp.³⁰² Kunstig intelligens gjør det mulig å analysere store datamengder som potensielt kan levere beslutningsstøtte for bedre utnyttelse av politiressursene og redusert kriminalitet. Videre ligger det store muligheter i hvordan dette kan kombineres med ulike nye typer av forebyggende innsatser, også såkalt forutseende politiarbeid (engelsk: «predictive policing»). I forutseende politiarbeid bruker polititjenestepersoner datadrevne analyser for å prioritere kriminalitet, «hot spots» og offergrupper.

Teknologiutviklingen kan effektivisere politiet, både internt til administrative og politifaglige oppgaver, som kunnskapsregistrering, -lagring og -uthenting, samt til mer eksterne politifaglige oppgaver som patruljering og forebygging. Proaktiv identifisering av risikosituasjoner og -personer gjennom overvåkning av bevegelsesmønstre, ansikts- og adferdsgjenkjenning har blitt knyttet til teknologisk innovasjon og til maskinlæring. Det kan for eksempel handle om å identifisere individer og kriminell aktivitet, DNA-analyser, skudd-deteksjon og kriminalitetsvarsel.³⁰³

²⁹⁹ Teknologi for bærekraftig bevegelsesfrihet og mobilitet. (2019). Rapport fra Ekspertutvalget – teknologi og fremtidens transportinfrastruktur. Hentet 30. sept. 2019 fra https://www.regjeringen.no/content-assets/ccdc68196014468696acac6e5cc4f0e7/rapport-teknologiutvalget_web.pdf.

³⁰⁰ *Ibid.*

³⁰¹ Government Office for Science. (2019). The Future of Mobility. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/780868/future_of_mobility_final.pdf.

³⁰² Teknologirådet. (2015). *Forutseende politi. Kan dataanalyser hjelpe politiet til å være på rett sted til rett tid?* (Rapport 04/2015). https://teknologiradet.no/wp-content/uploads/sites/105/2018/05/ForebyggendeAnalyse_ending_WEB.pdf.

³⁰³ Rigano, C. (2019). Using artificial intelligence to address criminal justice needs. *NIJ Journal*, Issue No. 280. <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/252038.pdf>.

Droner er et annet eksempel som kan bidra til økt effektivitet, kvalitet og sikkerhet i politiets arbeid. **Den teknologiske utviklingen vil forandre måten politiet jobber på og er ikke bare et verktøy som understøtter politiets arbeidsprosesser.**³⁰⁴

Selv om det ligger store muligheter i bruk av kunstig intelligens og stordata, reiser det også flere utfordringer, særlig knyttet til etterrettelighet og tolkbarheten til de beslutningene som tas av maskinen. Analysene blir ikke bedre enn datagrunnlaget de fores med og systematiske feil i datagrunnlaget vil gi feilaktige prediksjoner.³⁰⁵ I tillegg kan uriktige, upresise og ufullstendige data, eller data som er preget av skjevheter, bidra til å forsterke eller legitimere en skjev eller diskriminerende politipraksis. Videre reiser teknologien flere metodiske og etiske spørsmål som kan ha konsekvenser for forholdet mellom politiet og innbyggerne. **Potensialet for samfunnsgevinst må derfor veies opp mot grunnleggende personvern hensyn.**³⁰⁶

5.2.2 Økende elektrifisering

Som nevnt i kapittel 4.4, er en viktig trend i samfunnsutviklingen å redusere utslipp av klimagasser og oppfylle Norges forpliktelser i henhold til Parisavtalen.³⁰⁷ For å oppnå målet om 40% utslippsreduksjon av klimagasser innen 2030, er elektrifisering av samfunnet helt nødvendig³⁰⁸ og fører til utslippskutt ettersom 98% av norsk kraftproduksjon er fornybar.³⁰⁹ I det følgende vil vi diskutere noen momenter knyttet til hvordan dette utviklingstrekket påvirker funksjonsevnene «transportevne», «forsyning av elektrisk energi» og «drivstofforsyning»;³¹⁰ sistnevnte med hensyn til nødstrøm.

5.2.2.1 Betydning for transportevne

Overgangen fra fossile til fornybare energikilder skjer spesielt raskt i transportsektoren, og er et satsingsområde hvor regjeringen har et mål om at nye personbiler og lette varebiler skal være nullutslippskjøretøy fra 2025.³¹¹ Norge er i dag det landet i verden med størst elbilmarked sett i

³⁰⁴ Teknologirådet. (2015). *Forutseende politi. Kan dataanalyser hjelpe politiet til å være på rett sted til rett tid?* (Rapport 04/2015). https://teknologiradet.no/wp-content/uploads/sites/105/2018/05/ForebyggendeAnalyse_endelig_WEB.pdf.

³⁰⁵ *Ibid.*

³⁰⁶ Datatilsynet. (2018). *Kunstig intelligens og personvern* (Rapport januar 2018). <https://www.datatilsynet.no/globalassets/global/om-personvern/rapporter/rapport-om-ki-og-personvern.pdf>.

³⁰⁷ United Nations. (2015). *Paris Agreement*. Hentet 30. sept. 2019 fra https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf.

³⁰⁸ Statnett. (2019, 19. mars). *Et elektrisk Norge – fra fossilt til strøm*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/planer-og-analyser/et-elektrisk-norge--fra-fossilt-til-strøm.pdf>.

³⁰⁹ Norges vassdrags- og energidirektorat. (2019). *Nasjonal varedokumentasjon 2018. Kraftproduksjon i Norge 2018*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.nve.no/energiforsyning/varedokumentasjon/nasjonal-varedokumentasjon-2018/?ref=mainmenu>.

³¹⁰ Se kapittel 3.1 og vedlegg A for en nærmere beskrivelse av disse funksjonsevnene.

³¹¹ Samferdselsdepartementet. (2017). *Nasjonal transportplan 2018-2029* (Meld. St. 33 (2016-2017)).

forhold til antall kjøretøy som selges,³¹² hvor elbiler utgjorde 6,7% og hybridbiler 7,2% av kjørelengder i Norge i 2018.³¹³

Selv om det er usikkerhetsmomenter knyttet til fortsettelse av elbilfordeler,^{314,315} økt framtidig kraftpris,³¹⁶ hastigheten på utviklingen av ladeinfrastruktur og batteriteknologi,^{317,318} er elektrifisering av transportsektoren en sterk trend framover.^{319,320,321} Dette inkluderer også andre transportsegmenter enn personbiltransport, og det er også utarbeidet handlingsplaner for infrastruktur for alternative drivstoff i transport³²² og for grønn skipsfart, der målsetningen er halvering av norske klimagassutslipp fra innenriks sjøfart og fiske innen 2030.³²³ Det er nå kontrakter på 90 skip i Norge med null- og lavutslippsteknologi, hvorav det meste er passasjerskip.³²⁴ Også luftfarten i Norge satser på elektrifisering for kortbanenettet,³²⁵ men er i enda større grad enn annen transport avhengig av forbedret batteriteknologi. Denne utviklingen er derfor mer usikker.³²⁶ Ambisjonsnivået er likevel høyt, og Avinor tror elfly eller hybridfly vil tas i bruk før 2030, og at

³¹² Sæle, H. & Petersen, I. (2018). Electric vehicles in Norway and the potential for demand response. I *IEEE Conference Proceedings, 53rd International Universities Power Engineering Conference (UPEC)*. <https://doi.org/10.1109/UPEC.2018.8541926>.

³¹³ Statistisk sentralbyrå. (2019). *Elbiler og hybrider suser fram*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/artikler-og-publikasjoner/elbiler-og-hybrider-suser-fram>.

³¹⁴ Calmfors, L. & Hassler, J. (red.). (2019). *Nordic economic policy review 2019: Climate policies in the Nordics*. Nordic Council of Ministers. ISBN 978-92-893-6089-0 (PDF).

³¹⁵ Norges offentlige utredninger. (2015). *Sett pris på miljøet. Rapport fra grønn skattekommisjon* (NOU 2015: 15). ISBN 978-82-583-1253-3.

³¹⁶ Gogia, R., Endresen, H., Haukeli, I. E., Hole, J., Birkelund, H., Aulie, F. H., Østenby, A., Buvik, M. & Bergesen, B. (2019). *Langsiktig kraftmarkedanalyse 2019-2040. Mer ambisiøs klimapolitikk gir utslag i kraftprisen* (Rapport nr 41-2019). Norges vassdrags- og energidirektorat. ISBN 978-82-410-1939-5.

³¹⁷ Hannon, E., McKerracher, C., Orlandi, I. & Ramkumar, S. (2016). *An integrated perspective on the future of mobility*. McKinsey & Company. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Sustainability/Our%20Insights/An%20integrated%20perspective%20on%20the%20future%20of%20mobility/An-integrated-perspective-on-the-future-of-mobility-article.ashx>.

³¹⁸ Hsieh, I.-Y. L., Menghsuan, S. P., Chiang, Y.-M. & Green, W. H. (2019). Learning Only Buys You so Much: Practical Limits on Battery Price Reduction. *Applied Energy*, 239, 218-224.

³¹⁹ DNV-GL. (2019). *Energy transition outlook 2019: Executive summary. A global and regional forecast to 2050*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://eto.dnvgl.com/2019/download>.

³²⁰ Teknologi for bærekraftig bevegelsesfrihet og mobilitet. (2019). Rapport fra Ekspertutvalget – teknologi og fremtidens transportinfrastruktur. Hentet 30. sept. 2019 fra https://www.regjeringen.no/contentassets/ccdc68196014468696acac6e5cc4f0e7/rapport-teknologiutvalget_web.pdf.

³²¹ Bakken, T. (red.). (2017). *Teknologitrender som påvirker transportsektoren* (SINTEF Rapport 2017-00303-Åpen). SINTEF Digital.

³²² Regjeringen. (2019, 1. juli). *Handlingsplan for infrastruktur for alternative drivstoff i transport*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/67c3cd4b5256447984c17073b3988dc3/handlingsplan-for-infrastruktur-for-alternative-drivstoff.pdf>.

³²³ Regjeringen. (2019, 20. juni). *Regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/2ccd2f4e14d44bc88c93ac4effe78b2f/handlingsplan-for-gronn-skipsfart.pdf>.

³²⁴ DNV-GL. (2019). *Alternative Fuels Insight Portal*. Hentet 21. nov. 2019 fra <https://afi.dnvgl.com>.

³²⁵ Luftfartstilsynet. (2019, 6. juni). *Norge blir europeisk satsningsområde*. Hentet 21. okt. 2019 fra <https://luftfartstilsynet.no/om-oss/nyheter/nyheter-2019/norge-blir-europeisk-satsningsomrade/>.

³²⁶ Viswanathan, V. & Knapp, B. M. (2019). Potential for electric aircraft. *Nature Sustainability*, 2(2), 88.

all innenlands flytrafikk kan være elektrisk før 2040.³²⁷ Dette vil i så fall kunne kreve 2 TWh ifølge Statnetts anslag.³²⁸

Elektrifisering av transportsektoren er avhengig av teknologisk utvikling og politikk, og utfallsrommet for kraftforbruk er stort. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) anslår at transportsektorens kraftforbruk vil øke fra 1 TWh i 2018 til 6 TWh i 2030.³²⁹ Personbiltransport vil da i 2030 da kunne stå for 4 TWh,³³⁰ og ferger og passasjerskip 0,8 TWh.³³¹

En potensiell utfordring med økt bruk av elbiler oppstår dersom de lades samtidig som annen energibruk foregår. Dette vil kunne kreve systemer som oppmuntrer til lading utenfor effekttoppene.³³² Nye effekttariffer er ifølge NVE planlagt gjeldende fra 2021,³³³ og er et viktig virkemiddel for å oppmuntre til lavere kraftforbruk ved effekttopper. Dette kan også brukes i kombinasjon med teknologi som muliggjør kraftutveksling mellom elbil og hus, og elbil og strømmettet, hvor bruk av elbilens batteri kan bidra til å dempe husholdningers kraftbehov og/eller forsyne nettet med strøm når forbruket er lavt.³³⁴ Dersom slike tiltak beslutes, kan strømmettet håndtere en fullstendig elektrifisert personbilpark uten behov for investeringer. Uten tiltak kan det bli et behov for nettinvesteringer på rundt 11 milliarder kroner.³³⁵

I tillegg til elektrifisering av transportsektoren ved bruk av batterier, ser man også på løsninger for bruk av hydrogen (H₂). Hydrogen er en energibærer som kan brukes som drivstoff i brenselceller på kjøretøy og har særlig et potensial i tungtransportsegmentet,^{336,337} men kan også brukes i maritim sektor, til oppvarmingsformål og kan lagre kraftoverskudd fra uregulerbar fornybar kraftproduksjon. DNV-GL anslår at hydrogenkjøretøy vil bli konkurransedyktig innen 2030 for langdistansebusser, lastebiler og i maritim sektor, og kan oppnå et marked på 60 000 tonn H₂/år

³²⁷ Statnett. (2019, 19. mars). *Et elektrisk Norge – fra fossilt til strøm*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/planer-og-analyser/et-elektrisk-norge--fra-fossilt-til-strom.pdf>.

³²⁸ *Ibid.*

³²⁹ Bartnes, G., Amundsen, J. S. & Holm, I. B. (2018). *Kraftmarkedanalyse 2018-2030* (Rapport nr 84/2018). Norges vassdrags- og energidirektorat. ISBN 978-82-410-1753-7.

³³⁰ *Ibid.*

³³¹ Andersen, A., Asphjell, T., Birkeli, K., Flugsrud, K., Frigstad, H., Gade, H., Gjerald, E., Haarsaker, V., Haugland, H., Hoem, B. M., Holmengen, N., Jähren, K. E., Kasin, I., Klokkeide, K. M., Kolshus, H., Kvalevåg, M. M., Laird, B., Lindegaard, A., Maass, C., Norgaard, H., Pettersen, T. S., Robertsen, C., Romundstad, R. M., Sandgrind, S., Selboe, O. K., Skogen, S. G., Vestreng, V., Weidemann, F. & Økstad, E. (2015). *Klimatiltak og utslippsbaner mot 2030. Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling* (Rapport M-386/2015). Miljødirektoratet. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M386/M386.pdf>.

³³² Neves, S. A., Marques, A. C. & Fuinhas, J. A. (2018). On the Drivers of Peak Electricity Demand: What Is the Role Played by Battery Electric Cars? *Energy*, 159, 905-915.

³³³ Norges vassdrags- og energidirektorat. (2018, 20. sept.). *NVE legger opp til ny høring om nettleiestruktur*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.nve.no/nytt-fra-nve/nyheter-reguleringsmyndigheten-for-energi/nve-legger-opp-til-ny-horing-om-nettleiestruktur/>.

³³⁴ Loisel, R., Pasaoglu, G. & Thiel, C. (2014). Large-scale Deployment of Electric Vehicles in Germany by 2030: An Analysis of Grid-to-vehicle and Vehicle-to-grid Concepts. *Energy Policy*, 65, 432-43.

³³⁵ DNV-GL & Pöyry Management Consulting. (2019). *Kostnader i strømmettet – gevinster ved koordinert lading av elbiler* (NVE Ekstern rapport nr 51-2019). Norges vassdrags- og energidirektorat. ISBN: 978-82-410-1893-0.

³³⁶ Lee, D. Y., Elgowainy, A., Kotz, A., Vijayagopal, R. & Marcinkoski, J. (2018). Life-cycle implications of hydrogen fuel cell electric vehicle technology for medium-and heavy-duty trucks. *Journal of Power Sources*, 393, 217-229.

³³⁷ Hanley, E. S., Deane, J. P. & Gallachóir, B. P. (2018). The Role of Hydrogen in Low Carbon Energy Futures—A Review of Existing Perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(Part 3), 3027-3045.

i 2030. Dette tilsvarer henholdsvis 13% av lastebilflåten og 7% av bussflåten.³³⁸ Produksjon av hydrogen til transportformål vil sannsynligvis skje primært ved lokal småskalaproduksjon ved elektrolyse på hydrogenstasjoner. Samtidig er det forventet at kraftoverskuddet i Norge øker med 15 TWh mellom 2018 og 2030, som muliggjør kraftkrevende industri med storskalaproduksjon av hydrogen.³³⁹ Økt bruk av hydrogen i transportsektoren representerer således en ny avhengighet av strømmettet. Fra et sikkerhetsperspektiv er det også viktig å være klar over at bruk av hydrogen som energibærer kan innebære stor risiko.³⁴⁰ DSB kategoriserer hydrogen som et farlig stoff og er lett antennelig ved lekkasje og oppkonsentrering, og kan føre til eksplosjon særlig i lukkede rom.

5.2.2.2 Betydning for forsyning av elektrisk energi

I tillegg til transportsektoren vil petroleumssektoren og nye datasentre etterspørre mer elektrisitet. Dette representerer imidlertid ikke et energiproblem ettersom det i 2030 er forventet høyere produksjon (primært ny vindkraft og mer tilsig i kraftmagasiner (31 TWh)) enn økningen i kraftbehov (16 TWh).³⁴¹ Hvor mye vindkraft som vil bygges ut i Norge utover på 2020-tallet, er derimot usikkert.³⁴² I 2019 ble folkelig motstand mot vindkraft på land tydeliggjort ved at 49 av 56 kommuner uttrykte at de ikke ønsket vindkraftproduksjon etter NVEs foreslåtte rammeplan for vindkraft. Regjeringen har derfor valgt å gå bort fra rammeplanen.³⁴³ Kraftoverskuddet er likevel forventet å øke, og særlig i Norden hvor kraftoverskuddet femdobles og i tillegg tredobles utvekslingskapasiteten mellom Norden og Europa.³⁴⁴ Samtidig styrkes transmisjonsnettet innenlands.³⁴⁵

³³⁸ Aarnes, J., Haugom, G. P. & Norheim, B. (2019). *Produksjon og bruk av hydrogen i Norge* (Rapportnr 2019-0039, rev 1). DNV GL Energy Markets & Technology N&MEA. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/0762c0682ad04e6abd66a9555e7468df/hydrogen-i-norge---synteserapport.pdf>.

³³⁹ *Ibid.*

³⁴⁰ Timmers, P. G. J. & Stam, G. (2017). Risk based safety distances for hydrogen refuelling stations. *International Conference on Hydrogen Safety*. Hentet 29. nov. 2019 fra https://hysafe.info/wp-content/uploads/2017_papers/107.pdf.

³⁴¹ Aarnes, J., Haugom, G. P. & Norheim, B. (2019). *Produksjon og bruk av hydrogen i Norge* (Rapportnr 2019-0039, rev 1). DNV GL Energy Markets & Technology N&MEA. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/0762c0682ad04e6abd66a9555e7468df/hydrogen-i-norge---synteserapport.pdf>.

³⁴² Lundsbakken, M. (red.) (2019). *Forslag til nasjonal ramme for vindkraft* (Rapport nr 12-2019). Norges vassdrags- og energidirektorat. ISBN 978-82-410-1836-7.

³⁴³ Solberg, E. L., Skei, L. & Befring, Å. M. (2019, 17. okt.). *Regjeringen dropper nasjonal rammeplan for vindkraft*. NRK. <https://www.nrk.no/norge/regjeringen-dropper-nasjonal-rammeplan-for-vindkraft-1.14744999>.

³⁴⁴ Gogia, R., Endresen, H., Haukeli, I. E., Hole, J., Birkelund, H., Aulie, F. H., Østenby, A., Buvik, M. & Bergesen, B. (2019). *Langsiktig kraftmarkedanalse 2019-2040. Mer ambisiøs klimapolitikk gir utslag i kraftprisen* (Rapport nr 41-2019). Norges vassdrags- og energidirektorat. ISBN 978-82-410-1939-5.

³⁴⁵ Statnett. (2017). *Nettutviklingsplan 2017*. Hentet 22. okt. 2019 fra <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/planer-og-analyser/nup-og-ksu/nettutviklingsplan-2017.pdf>.

Selv om kraftoverskuddet øker i Norge mot 2030, kan økt kraftbehov og effektuttak lokalt og regionalt medføre kapasitetsproblemer i distribusjonsnettet.³⁴⁶ Et eksempel på hvor elektrifiseringen går raskt er Bergensområdet, hvor nytt kraftforbruk tilsvarende Trondheim by ble etterspurt på ett år, noe som vil kreve både kortsiktig og langsiktig nettutvikling ifølge Statnett.³⁴⁷

Alt i alt ansees sannsynligheten for energimangel som svært lav i tiden frem mot 2030.³⁴⁸

Imidlertid er det en viss sannsynlighet for at det kan være behov for kraftrasjonering i deler av landet dersom vi får en situasjon med lite nedbør flere år på rad, sprengkulde og liten kraftutveksling med Norden; se DSBs analyser av krisescenarier.³⁴⁹

5.2.2.3 Betydning for drivstofforsyning

Selv om sannsynligheten for energimangel er svært lav, kan bortfall av strøm få større konsekvenser enn hva som er tilfellet i dag ved økende elektrifisering av samfunnet. Dette kan øke behovet for nødstrøm. Hvis vi ser på kommunenes ansvar, er de ansvarlige for nødstrøm til viktige funksjoner og tjenester som kommuneadministrasjon, sykehjem, omsorgsboliger, vannverk og brann- og redningstjeneste.³⁵⁰ Kommuner jobber aktivt med å sikre nødstrøm og ifølge DSBs spørreundersøkelse i 2018, er situasjonen generelt forbedret siden 2012.³⁵¹ Imidlertid vil det ved langvarig bortfall av strøm bli behov for etterfylling av drivstoff til nødstrømsaggregater. Dette krever igjen at bensinstasjoner selv har nødstrøm for å kunne levere drivstoff ved strømbrudd, noe NVEs undersøkelser i 2014 for enkelte utvalgte kommuner viste var mangelfull.³⁵² Som et resultat av elektrifiseringen av transportsektoren, skjer det allerede i dag en overgang fra bensinstasjoner til «energistasjoner» for å imøtekomme etterspørsel etter lading og alternative drivstoffer.^{353,354,355} Ut fra den forventede økningen i el- og hybridbiler fram mot 2030,³⁵⁶ er det grunn

³⁴⁶ Statnett. (2019, 19. mars). *Et elektrisk Norge – fra fossilt til strøm*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/planer-og-analyser/et-elektrisk-norge--fra-fossilt-til-strøm.pdf>.

³⁴⁷ Statnett. (2019, 17. sept.). Setter i gang plan for økt elektrifisering av Bergensområdet. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.statnett.no/om-statnett/nyheter-og-pressemeddelinger/nyhetsarkiv-2019/setter-i-gang-plan-for-okt-elektrifisering-av-bergensområdet/>.

³⁴⁸ Norges vassdrags- og energidirektorat. (2018, 3. okt.). *Kraftrasjonering*. Hentet 22. okt. 2019 fra <https://www.nve.no/stromkunde/kraftrasjonering/>.

³⁴⁹ Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. (2019). *Analysen av krisescenarier 2019. Alvorlige hendelser som kan ramme Norge*. ISBN 978-82-7768-472-7 (PDF).

³⁵⁰ Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. (2018). *Kommuneundersøkelsen 2018*. ISBN 978-82-7768-470-3 (PDF).

³⁵¹ *Ibid.*

³⁵² Steen, R. (2015). *Egenberedskap. En punktanalyse av nødstrømsberedskapen i utvalgte kommuner 2014* (Rapport nr 103-2015). Norges vassdrags- og energidirektorat. ISBN 978-82-410-1155-9.

³⁵³ Teknologi for bærekraftig bevegelsesfrihet og mobilitet. (2019). Rapport fra Ekspertutvalget – teknologi og fremtidens transportinfrastruktur. Hentet 30. sept. 2019 fra https://www.regjeringen.no/contentassets/ccdc68196014468696acac6e5cc4f0e7/rapport-teknologiutvalget_web.pdf.

³⁵⁴ Aarhaug, J., Figenbaum, E. & Skollerud, K.H. (2017). *Energistasjon i Lillehammer kommune. En markedsundersøkelse*. Transportøkonomisk institutt. Hentet 22. okt. 2019 fra <https://www.lillehammer.kommune.no/get-file.php/4017249.1850.iq7n7ziztutzub/Vedlegg+1+T%C3%98Is+markedsunders%C3%B8kelse.pdf>.

³⁵⁵ Gurholt, M., Helland, L. & Trehjørningen, K. (2018, april). *Energistasjoner Trondheim kommune*. Hentet 22. okt. 2019 fra <https://www.miljokommune.no/Documents/Klima/Klimasats-erfaringer%202016/2016%20Rapport%20Energistasjoner%20Trondheim%20kommune.pdf>.

³⁵⁶ Fridstrøm, L. & Østli, V. (2016). *Kjøretøysparkens utvikling og klimagassutslipp. Framskrivninger med modellen BIG* (TØI rapport 1518/2016). Transportøkonomisk institutt. ISBN 978-82-480-1341-9 Elektronisk versjon.

til å forvente mindre salg av petroleumsbaserte drivstoff. Dersom en slik omlegging til «energistasjoner» fører til at mindre petroleumsbasert drivstoff tilgjengelig, kan det få konsekvenser for beredskapslagre av drivstoff til nødstrømsaggregater ved krise.

Framtidig tilgjengelighet av petroleumsbaserte drivstoff som følge av økende elektrifisering vil også påvirke drivstofforsyningen til Forsvaret, politiet, brann- og redningstjenester og andre beredskapsaktører. **Det er derfor nødvendig at samfunnet har tilstrekkelige beredskapslagre av petroleumsbasert drivstoff inntil klimavennlige løsninger som kan erstatte behovet for slike beredskapslagre er etablert.** Et viktig verktøy i så måte er forskriften om et råd for drivstoffberedskap og drivstoffnæringens beredskapsplikter som ble fastsatt i 2018.

5.2.3 Konfliktutvikling

Konfliktutviklingen globalt og regionalt avhenger av en rekke forskjellige og dynamiske trender. Som beskrevet i kapittel 4.1 og i Beadle *et al.*, foregår det globale maktforskyvninger til framvoksende stormakter og ikke-statlige aktører, virkemiddelbruken i konflikt har endret seg, og en potensiell endring i allianser kan påvirke norske interesser. Konfliktbildet beskrives som usikkert.³⁵⁷

På én side observerer man i dag en nedgang i mellomstatlige konflikter, samtidig som konflikter hvor én eller flere sider består av ikke-statlige aktører har blitt mange flere siden 2012.^{358,359} Det er selvfølgelig vanskelig å si om en slik økning kan beskrive en langsiktig trend eller om den er midlertidig. Mange av konfliktenes som involverer ikke-statlige aktører tilhører til dels forgreninger av Den islamske stat og andre islamistiske grupper.³⁶⁰

I tillegg har det forekommet en gradvis nedgang i antall drepte i konflikter. Dette til tross for en markant befolkningsvekst globalt. Man kan argumentere for at dette tyder på at dagens konflikter er relativt lavintensive.

Flere faktorer pekes på som svært betydningsfulle for konfliktutviklingen fremover.³⁶¹

- Utviklingen innen interne konflikter vil ha stor betydning
- Mulig bremsing av økonomisk utvikling i utviklingsland kan øke konfliktnivået

³⁵⁷ Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt.

³⁵⁸ Pettersson, T., Höglad, S. & Öberg, M. (2019). Organized violence, 1989–2018 and peace agreements. *Journal of Peace Research*, 56, 589–603.

³⁵⁹ Lacina, B. & Gleditsch, N. P. (2005). Monitoring trends in global combat: A new dataset of battle deaths'. *European Journal of Population*, 21, 145–166.

³⁶⁰ Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt, ss. 220–221.

³⁶¹ *Ibid.*

-
-
- Klimaendringene kan øke spenninger globalt, og vil øke etterspørselen etter viktige ressurser
 - Utviklingen mot en multipolar verden kan føre til økt konkurranse mellom småstater og ikke-statlige aktører
 - En erodering av den liberale verdensorden kan svekke internasjonalt samarbeid og sikkerhetspolitiske garantier
 - Kinas økende rolle internasjonalt kan utfordre USAs globale posisjon

Dermed tyder det på at det i dagens bilde er mer aktuelt med spenninger og konflikter mellom stater, at småstater kan oppleve verden som mindre trygg, og at faren for eskalering blir større. For Norge sin del er det forholdet til Russland og utviklingen av Nato som vil ha størst betydning.³⁶²

Den norske samfunnssikkerheten kan altså påvirkes på mange måter av konfliktutviklingen framover. Særlig viktig er forholdet til Russland, Nato og utvikling innen terrorisme og fenomenet som ofte omtales som «hybride» eller «sammensatte» trusler. I det følgende vil vi diskutere hvordan utviklingstrekkene vil påvirke framtidig konfliktutvikling som følge av hybride trusler (kapittel 5.2.3.1) og terrorisme (kapittel 5.2.3.2) før vi ser på hvordan framtidig konfliktutvikling kan påvirke styring og kriseledelse (kapittel 5.2.3.3) og totalforsvaret (kapittel 5.2.3.4).

5.2.3.1 *Hybride trusler*

Som nevnt tidligere, er det flere forhold som tyder på at det har forekommet en relativ forskyvning av maktanvendelse mellom stater fra såkalte «harde» til «myke» virkemidler, og til grenselandet mellom disse.³⁶³ Et mye brukt begrep for å beskrive maktanvendelse mellom stater i grenselandet mellom «harde» og «myke» virkemidler, er *hybride trusler*. Imidlertid er ikke hybride trusler et entydig begrep. Både i faglitteratur og i nyhetsbildet ser vi at det benyttes en rekke ulike begreper som eksempelvis «hybridkrig», «sammensatte trusler» og «gråsonekonflikter», for å beskrive det samme fenomenet eller nærliggende fenomener.³⁶⁴ Følgelig er det framsatt en rekke ulike definisjoner av fenomenet.³⁶⁵

Selv om det eksisterer uenighet om hva som er riktig definisjon, er det en bred enighet i Nato og EU om at fenomenet utgjør et sikkerhetsproblem.³⁶⁶ Denne rapporten vil ikke gå inn i spørsmålet om hva som er korrekt definisjon og hvilket begrep som bør benyttes, men snarere peke på

³⁶² *Ibid.*

³⁶³ *Ibid.*, s. 16.

³⁶⁴ Myhre, S. A. (2017). *Fra gråsonen til hybridkrig: Utfordringer for deteksjon i et norsk perspektiv* (Masteroppgave). Universitetet i Stavanger, ss. 39-50.

³⁶⁵ Bredesen, M. G. & Reichborn-Kjennerud, E. (2019, 14. mars). *Hybrid krigføring – hva er det?* NUPI Skole. <https://www.nupi.no/Skole/HHD-Artikler/2016/Hybrid-krigfoering-hva-er-det>.

³⁶⁶ Cullen, P. J. & Reichborn-Kjennerud, E. (2017). *MCDC Countering Hybrid Warfare Project: Understanding Hybrid Warfare*. Multinational Capability Development Campaign (MCDC). https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/647776/dar_mcdc_hybrid_warfare.pdf.

noen karakteristiske forhold knyttet til fenomenet og hvilken betydning trendene kan ha for fenomenets framtidige utvikling. I dette arbeidet benyttes begrepet *hybride trusler* siden dette synes å være toneangivende i Nato og EU.³⁶⁷ Selv om hybride trusler også kan benyttes av ikke-statlige aktører,³⁶⁸ har vi valgt å sette søkelys på statlige aktørers bruk.

En ofte benyttet beskrivelse av hybride trusler er: «[...] kombinasjonen av militære og ikke-militære midler» benyttet for å gjøre det «vanskelig for den som blir angrepet å definere situasjonen som en krigshandling, vite hvem som står bak, og dermed finne den riktige responsen».³⁶⁹ Samtidig henspiller merkelappen *hybrid* på kombinasjoner av ulike måter å bruke virkemidlene på, samt kombinasjoner av ulike aktører som er involvert i bruken av slike virkemidler.³⁷⁰ Det europeiske senteret for å motvirke hybride trusler («European Centre of Excellence for Countering Hybrid Threats»), karakteriserer hybride trusler på følgende måte:³⁷¹

- «Coordinated and synchronised action, that deliberately targets democratic states' and institutions systemic vulnerabilities, through a wide range of means»
- «The activities exploit the thresholds of detection and attribution as well as the different interfaces (war-peace, internal-external, local-state, national-international, friend-enemy)»
- «The aim of the activity is to influence different forms of decision making at the local (regional), state, or institutional level to favour and/or gain the agent's strategic goals while undermining and/or hurting the target»

Hybride trusler visker derfor ut skillet mellom krig og fred uten at konflikten eskalerer til et konvensjonelt militært motsvar.³⁷² Dette gjør hybride trusler til et gjenstridig (engelsk: «wicked») problem. Et særtrekk ved gjenstridige problemer er at formuleringen av problemet er selve hovedproblemet.³⁷³ **For å forstå hybride trusler er det derfor nødvendig å forstå konteksten som det oppstår i, deriblant historiske utviklingstrender, samt karakteristiske trekk og drivere for fenomenet.**

³⁶⁷ Hagelstam, A. (2018, 23. nov.). *Cooperating to counter hybrid threats*. NATO Review.

<https://www.nato.int/docu/review/articles/2018/11/23/cooperating-to-counter-hybrid-threats/index.html>.

³⁶⁸ Hizbollahs krig mot Israel sommeren 2006 er et eksempel på dette; se Bredesen, M. G. & Reichborn-Kjennerud, E. (2019, 14. mars). *Hybrid krigføring – hva er det?* NUPI Skole. <https://www.nupi.no/Skole/HHD-Artikler/2016/Hybrid-krigfoering-hva-er-det>.

³⁶⁹ Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt, s. 18.

³⁷⁰ Development, Concepts and Doctrine Centre. (2018). *Global Strategic Trends: The Future Starts Today* (Sixth Edition). Ministry of Defence. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/771309/Global_Strategic_Trends_-_The_Future_Starts_Today.pdf, s. 132.

³⁷¹ European Centre of Excellence for Countering Hybrid Threats. (ikke datert). *Hybrid threats*. Hentet 13. des. 2019 fra <https://www.hybridcoe.fi/hybrid-threats/>.

³⁷² Cullen, P. (2018). *Hybrid threats as a new 'wicked problem' for early warning* (Strategic Analysis May 2018). Hybrid CoE. <https://www.hybridcoe.fi/wp-content/uploads/2018/06/Strategic-Analysis-2018-5-Cullen.pdf>.

³⁷³ Rittel, H. W. J. & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sciences*, 4, 155-169.

Ifølge tenketanken «Development, Concepts and Doctrine Centre» til det britiske forsvarsdepartementet, karakteriseres hybride trusler ofte som «gråsoner» i USA.³⁷⁴ Funnene i en studie fra 2019 fra amerikanske «RAND Corporation» gir derfor ytterligere innsikt i fenomenet. I denne studien peker Morris *et al.*³⁷⁵ på følgende karakteristikker for «gråsoner»: Først og fremst eskaleres ikke konflikten til et konvensjonelt militært motsvar; aggressoren forsøker således å unngå å true den forsvarende parts eksistensielle interesser. Samtidig utnyttes risikoen for at konflikten kan eskalere til bruk av konvensjonell militærmakt. Et annet trekk er at konflikten utvikles gradvis over tid snarere enn at man forsøker å oppnå målene i et raskt framstøt. Et fjerde trekk er at det er vanskelig å attribuere handlingene. I tillegg benyttes ofte ikke-militære midler og gjerne i kombinasjon med legitime politiske og diplomatiske framstøt, hvor sistnevnte ofte er begrunnet ut fra historiske krav. Til slutt forsøkes det å utnytte spesifikke sårbarheter i landene som er gjenstand for slike trusler.³⁷⁶

Kjernen av hybride trusler er således å oppnå strategiske mål uten å overskride grensen til konvensjonell krigføring, som for eksempel Natos artikkel 5, og å minimere risikoen for kostnader og økonomiske og diplomatiske sanksjoner. Derfor benyttes en rekke ikke-militære virkemidler som utnytter sårbarheter i samfunnet og i kritiske samfunnsfunksjoner, ofte på indirekte vis og fordekt vis. Dette gjør tidlig oppdagelse av hybride trusler vanskelig.³⁷⁷

Således er det vanskelig å generalisere hvilke militære og ikke-militære virkemidler som kan benyttes, siden dette vil være avhengig av aktørens strategiske intensjoner. Vi kan likevel peke på noen virkemidler som ser ut til å være karakteristiske: Militære virkemidler kan være bruk av stedfortredere, bruk av spesialstyrker uten insignier eller (truende) militær styrkemarkering.^{378,379,380} Ikke-militære virkemidler kan være påvirkningsoperasjoner som forsterker aggressorens syn (propaganda), angripe og undergrave forsvarerens interesser gjennom spredning av desinformasjon eller påvirkning av opinionen i landet gjennom eksempelvis spredning av falske nyheter via digitale sosiale nettverk, noe som kan bidra til økt polarisering. Ikke-militære virkemidler kan også være nettverksoperasjoner mot kritisk infrastruktur, økonomiske tvangsmidler

³⁷⁴ Development, Concepts and Doctrine Centre. (2018). *Global Strategic Trends: The Future Starts Today* (Sixth Edition). Ministry of Defence. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/771309/Global_Strategic_Trends_-_The_Future_Starts_Today.pdf, s. 133.

³⁷⁵ Morris, L. J., Mazarr, M. J., Hornung, J. W., Pezard, S., Binnendijk, A. & Kepe, M. (2019). *Gaining Competitive Advantage in the Gray Zone. Response Options for Coercive Aggression Below the Threshold of Major War*. RAND Corporation. ISBN 978-1-9774-0309-4.

³⁷⁶ *Ibid.*, ss. 8-11.

³⁷⁷ Cullen, P. (2018). *Hybrid threats as a new 'wicked problem' for early warning* (Strategic Analysis May 2018). Hybrid CoE. <https://www.hybridcoe.fi/wp-content/uploads/2018/06/Strategic-Analysis-2018-5-Cullen.pdf>, s. 5.

³⁷⁸ Reisinger, H. & Golts, A. (2014). *Russia's Hybrid Warfare. Waging War below the Radar of Traditional Collective Defence* (Research Paper. No. 105). Research Division – NATO Defense College. Hentet 17. sept. 2019 fra https://ftalphaville-cdn.ft.com/wp-content/uploads/2014/11/rp_105.pdf.

³⁷⁹ Bredeesen, M. G. & Reichborn-Kjennerud, E. (2019, 14. mars). *Hybrid krigføring – hva er det?* NUPI Skole. <https://www.nupi.no/Skole/HHD-Artikler/2016/Hybrid-krigfoering-hva-er-det>.

³⁸⁰ Morris, L. J., Mazarr, M. J., Hornung, J. W., Pezard, S., Binnendijk, A. & Kepe, M. (2019). *Gaining Competitive Advantage in the Gray Zone. Response Options for Coercive Aggression Below the Threshold of Major War*. RAND Corporation. ISBN 978-1-9774-0309-4.

(boikott, sanksjoner, etc.) og insentiver (investeringer, bistand, korrupsjon), samt legale og diplomatiske framstøt, gjerne gjennom å utnytte svakheter og smutthull i internasjonalt lovverk.^{381,382}

Ifølge Diesen er følgende faktorer viktige drivere for hybride trusler:³⁸³

1. Økende økonomiske kostnader ved anvendelse av konvensjonell maktbruk
2. Økende politiske kostnader ved anvendelse av konvensjonell maktbruk
3. Risiko for eskalering til kjernefysisk nivå
4. En stadig tiltakende teknologisk utvikling

Ser man på hybride trusler i lys av disse faktorene kan man få en bedre forståelse av aktørene som anvender slike trusler. Deretter er det mulig å se også framover i tid og anslå hvordan, og under hvilke omstendigheter, hybride trusler vil utarte seg. I det følgende vil vi se nærmere på noen av disse faktorene og aktører som kan anvende hybride trusler.

Det har vært relativt få mellomstatlige kriger ført etter andre verdenskrig. Man peker ofte på to forklaringer på dette: (i) at globaliseringen, økt økonomisk avhengighet, og mer internasjonal handel har gjort det dyrere og hevet terskelen for å gå til krig; og (ii) at moderne militære virkemidler har en svært høy kostnad i anvendelse.³⁸⁴

I den såkalte «Gerasimov-doktrinen»,³⁸⁵ peker den russiske militærstrategen Valerij Gerasimov nettopp på disse kostnadene. Under, og etter, Jugoslaviakrigen påstår Gerasimov at «kostnadsfaktoren for våpen og krigføring begynte å spille en viktig rolle i metodevalg for å gjennomføre militære operasjoner».³⁸⁶

Den stadige utviklingen av konvensjonell militær teknologi som blir dyrere, mer avansert og mer sammenflettet i større, kompliserte plattformer er derfor et vesentlig element. I tillegg ut-

³⁸¹ *Ibid.*, s. 18-26.

³⁸² Bredesen, M. G. & Reichborn-Kjennerud, E. (2019, 14. mars). *Hybrid krigføring – hva er det?* NUPI Skole. <https://www.nupi.no/Skole/HHD-Artikler/2016/Hybrid-krigfoering-hva-er-det>.

³⁸³ Diesen, S. (2018). *Lavintensivt hybridangrep på Norge i en fremtidig konflikt* (FFI-rapport 18/00080). Forsvarets forskningsinstitutt, s. 9.

³⁸⁴ Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt, s. 227.

³⁸⁵ Det pågår debatter om talen til Valery Gerasimov skal kunne omtales som en ny «doktrine», noe den etter all sannsynlighet ikke er. Mest sannsynlig bør Gerasimovs tale leses som deskriptiv av et russisk syn på vestlige handlinger heller enn en ny russisk retning. Allikevel kan den sees på som en av de grunnleggende tekstene som beskriver *hybride trusler*.

³⁸⁶ Gerasimov, V. (2017, nov.-des.). *Contemporary Warfare and Current Issues for the Defense of the Country* (oversatt av H. Orenstein). *Military Review*. <https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/military-review/Archives/English/Contemporary-Warfare-and-Current-Issues-for-the-Defense-of-the-Country.pdf>, ss. 22-27.

vikles det teknologi som kontrer trusselen av nye våpen, som for eksempel missilskjold. Det underliggende våpenkappløpet gjør bruk av konvensjonell militærmakt enda mer krevende og mye mer kostbart, og gir insentiver til å oppsøke andre virkemidler for maktanvendelse.

Kanskje enda viktigere for å forstå hybride trusler er den økende graden av globale reguleringer generelt, og internasjonale avtaler for å hindre aggressiv maktbruk spesielt.³⁸⁷ Gjennom en serie avtaler, internasjonale dommer, og institusjoner – Kellogg-Briand-pakten, rettsaker i Nürnberg og Tokyo, FN-pakten, Den internasjonale straffedomstolen, og så videre – har det blitt et globalt prinsipp at aggresjon bryter med folkeretten.³⁸⁸

En annen side ved dette er at i takt med en slik institusjonell utvikling har det også forekommet en normdannelse. Som aggressor taper man omdømme, også internt, av store materielle ødeleggelser eller tap av liv. Dette gjør det vanskeligere å anvende konvensjonell maktbruk også der man skyr internasjonale regler og normer.³⁸⁹ Bruk av konvensjonell, høyintensiv militærmakt bærer dermed større konsekvenser.

Utviklingen innen teknologi har også hatt betydning for anvendelse av hybride trusler.³⁹⁰ Samtidig som militær teknologi har utviklet seg i kompleksitet har også den resterende teknologiske utviklingen vært stor. Teknologiutviklingen har ført til større avhengigheter i kritiske samfunnsfunksjoner,³⁹¹ og skapt systemer som på én side er raskere, mer sammenflettede og automatiske, men på en annen side potensielt mer sårbare for tilsiktede eller utilsiktede hendelser.³⁹² Bruk av hybride virkemidler utnytter disse sårbarhetene for å øke asymmetriske fordeler og dermed gjøre irregulære maktmidler mer anvendelige og effektive enn tidligere, men allikevel vanskeligere å avdekke og hindre.³⁹³

Anvendelsen av hybride trusler blir på grunn av den ovennevnte konteksten en sammensetning av strategisk mulighet og nødvendighet. Den strategiske muligheten kommer av en høyere grad av avhengigheter på tvers av og innen stater, hvor grensekryssende koblinger kan manipuleres. Den strategiske nødvendigheten derimot peker på en innstramming av statlig handlefrihet og en vegring mot å godta økonomisk, militær eller diplomatisk risiko.³⁹⁴

Det finnes dermed noen faktorer som definerer hvilke aktører som kan tenkes å benytte seg av hybride trusler. I forlengelse av Gerasimovs tanke om hybride trusler som svar på utfoldelsen av liberale demokratier, kan det godt fremmes at slike liberale demokratier (som i det store og det

³⁸⁷ Cantwell, D. (2017). Hybrid Warfare: Aggression and Coercion in the Gray Zone. *ASIL Insights*, 21(14). <https://www.asil.org/insights/volume/21/issue/14/hybrid-warfare-aggression-and-coercion-gray-zone>.

³⁸⁸ *Ibid.*

³⁸⁹ Diesen, S. (2018). *Lavintensivt hybridangrep på Norge i en fremtidig konflikt* (FFI-rapport 18/00080). Forsvarets forskningsinstitutt, s. 14.

³⁹⁰ *Ibid.*, s. 9.

³⁹¹ Rinaldi, S. M., Peerenboom, J. P., & Kelly, T. K. (2001). Identifying, understanding, and analyzing critical infrastructure interdependencies. *IEEE Control Systems Magazine*, 21, 11-25.

³⁹² Palmer, D. A. R. (2015). *Back to the future? Russia's hybrid warfare, revolutions in military affairs, and Cold War comparisons* (Research Paper No. 120). Research Division – NATO Defense College. Hentet 17. sept. 2019 fra https://www.files.ethz.ch/isn/194718/rp_120.pdf, s. 2.

³⁹³ *Ibid.*

³⁹⁴ *Ibid.*, s. 2.

hele kan vurderes å ha tjent på global regulering i deres favør) ikke er særlig forenelig med anvendelse av hybride virkemidler. Dette fordi befolkningens tilgang til informasjon er stor og det forekommer fri meningsdannelse og formidling av synspunkter.³⁹⁵

I motsetning til dette kan man påstå at autoritære stater, hvor makten over flere forskjellige virkemidler ligger hos en liten, samstemt gruppe, er mer egnet for denne typen maktanvendelse. Et tilleggsmoment i den forbindelse er at på samme måte som at liberale demokratier ikke er særlig egnet til å benytte virkemidlene, er de kanskje mer sårbare for dem. Der hvor autoritære stater i større grad kan styre meningsdannelsen og motvirke påvirkning direkte, har ikke liberale, pluralistiske samfunn den samme egenskapen.³⁹⁶

Det kan da, noe forenklet, sies at en videreføring eller økning av de faktorene som gav vekst til hybride trusler – nemlig overnasjonale strukturutviklinger, globalisering, og mer kompliserte, kostbare våpenutviklinger – vil bidra til en tilsvarende videreføring eller økning i bruk av hybride virkemidler for å oppnå strategiske mål. Blant annet mener Bredesen og Reichborn-Kjennerud³⁹⁷ at dette kan forventes. **Spesielt nettverksoperasjoner og påvirkningsoperasjoner er aktuelle ettersom de er irregulære virkemidler forbundet med relativ lav risiko og kostnad.**³⁹⁸

Samtidig finnes det faktorer som kan endre på den forventningen. Hvis globaliseringstrenden avtar, og verden entrer en mer regional, mindre gjensidig avhengig epoke, kan man se for seg at de økonomiske kostnadene forbundet med å føre regulær krig mellom stater blir mindre.³⁹⁹

Det er også tilfelle at med nåtidens fokus i å motvirke hybride trusler kan liberale demokratier i framtiden finne effektive løsninger som håndterer denne typen trussel.⁴⁰⁰ Det gjenstår i dette tilfellet å se om motmidler mot dagens hybride trusler får vedvarende effekt, eller om fenomenet vil utvikle seg videre fra dagens konsepter. I sin siste framtidsstudie mener «Development, Concepts and Doctrine Centre» at det er det siste som vil være tilfelle, det vil si at hybride trusler vil vedvare og videreutvikle seg i tiden framover.⁴⁰¹

5.2.3.2 Terrorisme

Trenden som tilsier en økning av konflikter hvor én eller flere sider består av ikke-statlige aktører, har også betydning for terrorisme. Det antas at oppslutningen rundt terrororganisasjoner og

³⁹⁵ Diesen, S. (2018). *Lavintensivt hybridangrep på Norge i en fremtidig konflikt* (FFI-rapport 18/00080). Forsvarets forskningsinstitutt, ss. 18-19.

³⁹⁶ *Ibid.*, ss. 18-19.

³⁹⁷ Bredesen, M. G. & Reichborn-Kjennerud, E. (2019, 14. mars). *Hybrid krigføring – hva er det?* NUPI Skole. <https://www.nupi.no/Skole/HHD-Artikler/2016/Hybrid-krigfoering-hva-er-det>.

³⁹⁸ Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt, s. 227.

³⁹⁹ *Ibid.*, ss. 27-28.

⁴⁰⁰ *Ibid.*, s. 92.

⁴⁰¹ Development, Concepts and Doctrine Centre. (2018). *Global Strategic Trends: The Future Starts Today* (Sixth Edition). Ministry of Defence. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/771309/Global_Strategic_Trends_-_The_Future_Starts_Today.pdf, s. 133.

terrornettverk fortsetter å være til stede i spesifikke regioner dersom konflikter vedvarer. Spesielt er det vedvarende konflikter i Midtøsten og Nord-Afrika som i de seneste årene har forårsaket en økning i antall jihadistiske angrep i Europa. Til tross for nedkjempelsen av, for eksempel, Den islamske stat (IS) er det grunn til å tro at tidligere rekrutteringseffekter og tilbakevendelsen av fremmedkrigere fra Syria og Irak vil ha relativt stor innvirkning på terrortrusselen i Europa og Norge flere år frem i tid.⁴⁰²

Det er svært vanskelig å si noe konkret om hvilke terrororganisasjoner som vil være mest aktuelle framover i tid, og hvilken *modus operandi* – eller metoder – disse vil ta i bruk. Trendene i Vest-Europa fra 1994-2013 viste en tendens fra angrep med sikte på vilkårlige masser til mer målrettede aksjoner, dog dette ikke er konsekvent.⁴⁰³ Denne trenden har vist seg i stor grad å fortsette gjennom framveksten av IS. Terrorangrepene har også tendert mot mer variasjon i bruk av virkemidler. Skytevåpen, biler og kniver blir ofte brukt som virkemiddel ved siden av bombeangrep. Forventningen er at denne heterogene bruken av virkemidler og målutvalg også vil gjelde videre.⁴⁰⁴

Motivasjonen bak slike terrorangrep har vist seg å være svært stabil gjennom utviklingen av metoder og målvalg. Jihadister søker å ta «hevn» på vestlige makter som intervensjoner i konflikter og stater. På samme måte som IS og økningen i terrorkomplott IS brakte med seg ble til ut fra et ønske om å straffe Vesten for intervensjon i regionen, kan nedkjempelsen av IS få lignende followeffekter.⁴⁰⁵

Det har også vært en negativ utvikling i høyreekstreme miljøer, og trusselen om høyreekstreme terrorangrep har nylig blitt ansett som høyere.⁴⁰⁶ Trusselen fra høyreekstreme miljøer inkluderer også vold og hatkriminalitet. Forskere trekker fram at selv om storskala jihadistiske terrorangrep ofte får mer oppmerksomhet, så utgjør høyreekstremisme en betydelig trussel. Som eksempel trekkes det fram at hyppige småskalaangrep har tatt livet av flere hundre innvandrere i Russland mellom 2006-2010, og siden 11. september 2001 har mange flere mennesker i USA blitt drept av høyreekstreme enn av ekstreme islamister. Videre trekkes 22. juli-angrepene i Norge og Christchurch-angrepene i New Zealand 15. mars 2019 fram som eksempler på større terrorangrep som ifølge forskerne har satt en standard for en ny generasjon med høyreekstreme terrorister.⁴⁰⁷

I tillegg til angrep fra islamister eller høyreekstreme er det også mulig å se for seg framtidige angrep fra venstreekstreme miljøer, antistatlige ekstremister eller andre «aktivister». Dette er

⁴⁰² Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt, ss. 208-209.

⁴⁰³ Nesser, P. & Stenersen, A. (2014). The Modus Operandi of Jihadi Terrorists in Europe. *Perspectives on Terrorism*, 8(6), 2-24.

⁴⁰⁴ Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt, s. 165.

⁴⁰⁵ *Ibid.*

⁴⁰⁶ Politiets sikkerhetstjeneste. (2019). *Oppdatert vurdering på trusselen fra høyreekstreme*. Hentet 13. nov. 2019 fra <https://www.pst.no/alle-artikler/pressemeldinger/oppdatert-vurdering-pa-trusselen-fra-hogreekstreme/>.

⁴⁰⁷ Bjørge, T. & Ravndal, J. A. (2019). Extreme-Right Violence and Terrorism: Concepts, Patterns, and Responses. *ICCT Policy Brief*. <https://doi.org/10.19165/2019.1.08>.

mer usikre trender som så langt er mindre vektlagt. Veksten i høyreekstreme miljøer kan bidra til å mobilisere venstreekstreme grupper og personer, som også kan bruke vold for å få gjennomslag for politiske overbevisninger eller som tilsvar til høyreekstreme markeringer.⁴⁰⁸ Antistatlige grupper er også i vekst i en del europeiske land, men de er i dag mest et interessefelleskap på internett.⁴⁰⁹ Det er også mulig å se for seg andre ekstremistiske aktivister innenfor eksempel miljøbevegelsen i framtiden, men dette har ikke vært en veldig aktuell trend på en del tiår.

Terrorisme har hatt stor betydning for utviklingen av vestlige sikkerhetsregimer de siste tjue årene. For Norge sin del har særlig terrorangrepene på USA 11. september 2001, på Regjeringskvartalet og Utøya 22. juli 2011 og i In Amenas 16.-19. januar 2013 hatt betydning for innretningen av samfunnssikkerheten. I tillegg har de mange terrorangrepene i europeiske storbyer mellom 2015 og 2017 påvirket det norske trusselbildet, og måten samfunnssikkerhet utøves og prioriteres, særlig i bybildet og på større arrangementer. **Selv om det har skjedd en viss nedgang i angrep mot Europa de siste par årene, må det likevel tas høyde for at terrorisme har potensiale til å påvirke samfunnssikkerheten i form av sjokk (som 11. september 2001) eller trendbrudd (som den plutselige økningen i angrep i Europa fra 2015) i tiden fram mot 2030.**

5.2.3.3 Betydning for styring og kriseledelse

Fra 2016 ble det bestemt at tilstanden for alle kritiske samfunnsfunksjoner skal vurderes i løpet av en fireårsperiode, og resultater skal meldes inn hvert år.⁴¹⁰ «En samfunnsfunksjon anses som kritisk dersom et avbrudd på syv døgn eller mindre vil true befolkningens behov, samtidig som beredskapsressurser utfordres innenfor denne rammen».⁴¹¹ Den kritiske samfunnsfunksjonen «Styring og kriseledelse» innebærer styringen av samfunnet, og omfatter konstitusjonelle organer som Regjeringen, Stortinget og Høyesterett, samt den statlige og kommunale offentlige forvaltningen. Evnene som skal ivaretas er opprettholdelse av nasjonal autonomi, handlefrihet, beskyttelse mot angrep (fysiske og digitale) og beredskap og krisehåndtering i ekstraordinære situasjoner.⁴¹²

Første runde med tilstandsvurderinger kom i 2017, og inkluderte *Styring og kriseledelse* per desember 2016. To avgjørende forhold ble vektlagt: Kontinuerlig samfunnssikkerhetsarbeid og evne til å opprettholde oppgavene selv om en hendelse inntreffer. Trusselbildet som ble beskrevet

⁴⁰⁸ Politiets sikkerhetstjeneste (2019). Trusselvurdering 2019. Hentet 24. okt. 2019 fra <https://pst.no/globalassets/artikler/trusselvurderinger/psts-trusselvurdering-2019.pdf>, s. 22.

⁴⁰⁹ Justis- og beredskapsdepartementet. (2018). *Nasjonal risikovurdering. Hvitvasking og terrorfinansiering i Norge 2018*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/58f96ea9756d4457be3095609624d96d/nasjonal-risikovurdering.pdf>, s. 84

⁴¹⁰ Justis- og beredskapsdepartementet. (2016). *Risiko i et trygt samfunn. Samfunnssikkerhet* (Meld. St. 10 (2016-2017)).

⁴¹¹ Justis- og beredskapsdepartementet. (2017). *Proposisjon til Stortinget (forslag til stortingsvedtak) for budsjettåret 2018* (Prop. 1 S (2017-2018)), s. 292.

⁴¹² Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. (2016). *Samfunnets kritiske funksjoner. Hvilken funksjonsevne må samfunnet opprettholde til enhver tid?* Versjon 1.0. ISBN 978-82-7768-412-3 (PDF), s. 33.

vet innebar en mer krevende sikkerhetspolitisk situasjon, hybride trusler, digitale angrep og terrorisme. Også det å ikke oppdage aktører som prøver å ramme infrastruktur eller prosesser, ble beskrevet som en trussel.⁴¹³

Det kan dermed sies at mange mulige trendutviklinger er tatt høyde for i denne tilstandsvurderingen, og det er grunn til å tro at disse truslene vil bli like relevante framover. Som beskrevet i kapittel 5.2.3.1, prøver aktører i særlig grad å påvirke politiske prosesser i vestlige land. Denne trusselen er gjeldende for hele statsapparatet – og særlig evnen til å opprettholde nasjonal autonomi og handlefrihet – og må tas særlig høyde for dersom trendene innen hybride trusler fortsetter. **Det kan altså være grunn til å beskytte prosessene som sikrer vårt demokratiske styresett og autonomi særlig mot hybrid virkemiddelbruk som påvirkningsprosesser og manipulasjon eller overtakelse av digitale verktøy.** Styring og kriseledelse kan også påvirkes dersom utviklingen går mer i retning av stormaktkonflikter. Desto mer Norges posisjon trues, enten om det skulle være på grunn av mangel på interesse fra allierte eller en trussel fra en annen stat, desto viktigere blir det å ha et godt fungerende statsapparat i hele krisespekteret.

5.2.3.4 Betydning for totalforsvaret

Som for styring og kriseledelse vil også konfliktutviklingen ha betydning for totalforsvaret. Særlig etter terrorangrepene i 2011 og etter Russlands folkerettsstridige annektering av Krim-halvøya i 2014, har det vært en stadig økende prioritering fra politiske myndigheter å videreutvikle totalforsvaret i Norge. Dette gjelder særlig å få på plass egnede mekanismer og ordninger for sivil støtte til Forsvaret i krise og væpnet konflikt, men også Forsvarets bistand til sivile myndigheter ved kriser. Skillet mellom fred og krise viskes ut, og gråsoner har som tidligere nevnt blitt mer framtreddende. Nasjonal krisehåndtering mot alvorlige tilsiktede handlinger i hele krisespekteret bygger på sivilt-militært samarbeid i rammen av totalforsvaret. Samfunnssikkerhetsarbeidet er et grunnlag for forsvarsevnen, det vil si Forsvarets evne til å ivareta statssikkerheten.⁴¹⁴

Med økende privatisering og globalisering sitter ikke staten eller Forsvaret lenger med direkte kontroll over like mange ressurser i Norge. Forsvaret er avhengig av samarbeid med offentlige og private aktører for tilgang til varer og tjenester, og det er en politisk beslutning at Forsvaret skal inngå strategiske partnerskap med næringslivsaktører. I tillegg trenger Forsvaret tilgang til sivile infrastrukturer slik som elektroniske tjenester og kraftforsyning. Dette spiller også inn i behovet for et effektivt totalforsvar som kan utnytte de samlede, og relativt begrensede, ressursene på en best mulig måte i kriser. Uansett retning på konfliktutviklingen i tiden fram mot 2030, er det lite trolig at totalforsvaret vil miste sin relevans. Den eneste utviklingen som ville kunne sannsynliggjøre dette ville være en de-eskalering av det generelle konfliktnivået og bevegelse mot en ny «dyp fred» i verden.

⁴¹³ Justis- og beredskapsdepartementet. (2017). *Proposisjon til Stortinget (forslag til stortingsvedtak) for budsjettåret 2018* (Prop. 1 S (2017-2018)), ss. 292-300.

⁴¹⁴ Endregard, M. (2019). Totalforsvaret i et sivilt perspektiv. I P. M. Norheim-Martinsen (red.), *Det nye totalforsvaret*. Gyldendal.

Dersom konfliktutviklingen framover innebærer ytterligere stormaktrivalisering og en økende trussel fra Russland, vil det særlig være aspektet med sivil støtte til Forsvaret som vil være framtreddende i totalforsvarsprioriteringene. Dette stemmer overens med utviklingen de siste fem årene, og er en mulig retning det kan fortsette i. Uansett hvilken retning Nato beveger seg i, oppmerksomhet mot andre regioner, fragmentering eller videre oppbygning, vil totalforsvaret ha stor betydning for Norges forsvar dersom det eksisterer en trussel mot Norges territorium og interesser.

Ved en videre utvikling og mulig eskalering av hybride trusler vil også totalforsvaret være et viktig satsningsområde. Det er her kanskje andre deler av totalforsvaret, som bruk av Forsvarets spesialressurser til sivile formål, og ytterligere styrking av det øvrige tverrsektorielle sikkerhetsarbeidet mot ytre trusler, som vil prioriteres. Et godt totalforsvar kan virke avskrekkende på en aggressor.⁴¹⁵ Det er viktig med tverrsektorielt arbeid for å holde oversikt over trusler/hendelser mot samfunnsfunksjoner, sammenligne og eventuelt tilskrive hendelser. Forsvaret må også støtte det sivile samfunnet i dette arbeidet. Det samme gjelder også dersom terrortrusselen skulle eskalere ytterligere, både innad i landet og fra utsiden.

Totalforsvarets videre relevans er altså tydelig, gitt at konflikter fortsetter å utvikle seg som trendene tilsier. **Uansett retning på konfliktutviklingen vil et godt sivilt-militært samarbeid mellom aktørene i totalforsvaret, inkludert motstandsdyktighet i kritiske samfunnsfunksjoner og kritiske infrastrukturer, bidra positivt til Norges sikkerhet.**

5.3 Mot økende kompleksitet i samfunnet?

Leveranse av infrastrukturbaserte tjenester er av stor betydning for verdiskaping og understøttelse av kritiske funksjoner i samfunnet. Samtidig vil behovet for infrastrukturbaserte tjenester være i konstant endring som følge av hvordan samfunnet utvikler seg. I dag er det en gryende erkjennelse om at digital transformasjon og elektrifisering av samfunnet vil bidra til økt kompleksitet i gjensidige avhengigheter mellom ulike infrastrukturbaserte tjenester.⁴¹⁶ Imidlertid har dette i liten grad gitt seg utslag i bruk av kompleksitetsteori for å adressere samfunnsikkerhetsaspekter knyttet til den økte kompleksiteten.⁴¹⁷

Siden det innsiktsfulle arbeidet til Rinaldi *et al.* ble publisert i 2001, har det vært foreslått i vitenskapelig litteratur å betrakte kritiske infrastrukturer som *komplekse adaptive systemer*.^{418,419} Karakteristisk for komplekse systemer er at de vanskelig kan forklares ved å bryte systemet ned

⁴¹⁵ Braw, E. (2019). From Schools to Total Defence Exercises: Best Practices in Greyzone Deterrence. *RUSI Newsbrief*, Vol. 39, No. 10. https://rusi.org/sites/default/files/20191115_newsbrief_vol39_no10_braw_web.pdf.

⁴¹⁶ Oughton, E. J., Usher, W., Tyler, P. & Hall, J. W. (2018). Infrastructure as a Complex Adaptive System. *Complexity*, 2018, Article ID 3427826. <https://doi.org/10.1155/2018/3427826>.

⁴¹⁷ *Ibid.*

⁴¹⁸ *Ibid.*

⁴¹⁹ Rinaldi, S. M., Peerenboom, J. P., & Kelly, T. K. (2001). Identifying, understanding, and analyzing critical infrastructure interdependencies. *IEEE Control Systems Magazine*, 21, 11-25.

i et sett med funksjoner eller studere enkeltkomponenter isolert slik tradisjonelle reduksjonistiske metoder gjør.⁴²⁰ Snarere oppstår oppførselen til systemet gjennom samspillet mellom komponentene i systemet og gjennom samspillet mellom systemet og miljøet det befinner seg i.⁴²¹ Dette er et fenomen som gjerne omtales som «emergens» (engelsk: «emergent behaviour»), og som gjør det vanskelig å forutsi hvordan systemet vil oppføre seg.

Overført til kritiske infrastrukturer, betyr dette at en kritisk infrastruktur må betraktes som et åpent system som er i konstant endring og som tilpasser seg for eksempel politiske, sosiale, økonomiske og teknologiske endringer i samfunnet. Kritiske infrastrukturer kan derfor ikke betraktes utelukkende som teknologiske systemer, men må heller sees på som åpne sosiotechniske systemer hvor det også er viktig å ta i betraktning befolkningens forventninger til de infrastrukturbaserte tjenestene.⁴²² For å forstå hvilke muligheter og utfordringer den digitale transformasjonen kan gi for samfunnssikkerheten, er en helhetlig tilnærming derfor nødvendig. **Dette betyr at samfunnssikkerhetsaspekter knyttet til de digitale teknologiene må sees i sammenheng med sosiale, politiske og økonomiske forhold, og ikke reduseres til kun et spørsmål om datasikkerhet og personvern i enkeltsystemer.**

⁴²⁰ Oughton, E. J., Usher, W., Tyler, P. & Hall, J. W. (2018). Infrastructure as a Complex Adaptive System. *Complexity*, 2018, Article ID 3427826. <https://doi.org/10.1155/2018/3427826>.

⁴²¹ Trekkfuglers bevegelsesmønster er et bilde på dette, hvor bevegelsesmønsteret oppstår gjennom samspillet mellom fuglene og miljøet; dette bevegelsesmønsteret kan ikke forklares ved å studere hver trekkfugl i isolasjon.

⁴²² Oughton, E. J., Usher, W., Tyler, P. & Hall, J. W. (2018). Infrastructure as a Complex Adaptive System. *Complexity*, 2018, Article ID 3427826. <https://doi.org/10.1155/2018/3427826>.

6 Konklusjoner

Denne rapporten beskriver utvalgte utviklingstrekk med utgangspunkt i to spørsmål: *Hvordan kommer verden og Norge til å utvikle seg fram mot 2030 og hvordan kan utviklingen påvirke vår samfunnssikkerhet?* Å svare konkluderende på disse spørsmålene ville være en umulig oppgave, men rapporten tilnærmer seg spørsmålene ved å beskrive forventet utvikling innen samfunnsmessige, klimamessige og teknologiske forhold gjennom litteraturstudier. Basert på utviklingstrekkene er det skissert noen mulige trendbrudd, samt gitt noen eksempler på hvilken betydning en videreføring av dagens trender kan ha for samfunnssikkerheten.

I denne rapporten har FFI beskrevet samfunnsutviklingen fram mot 2030 ut fra en sikkerhetspolitisk, sosial og økonomisk kontekst. Sikkerhetspolitisk pågår det en global maktforskyvning til ikke-statlige aktører og framvoksende stormakter. Virkemiddelbruken i konflikt har endret seg, og det er en fare for at allianser som Nato og større organisasjoner kan få mindre betydning. Forholdet til Russland, stormaktkonflikter, utvikling av sammensatt virkemiddelbruk, eller hybride trusler, og samholdet i allianser vil påvirke Norge. Sosialt preges befolkningsutviklingen av vekst, urbanisering og aldring. Samtidig forventes fortsatt høy migrasjon. Andre utviklingstrekk er motreaksjoner mot globalisering, samt at sosiale spenninger kan øke framover. Dette gjelder også politiske strømninger i Norge, hvilket kan bidra til ytterligere å svekke allianser som Nato og EU.

Økonomisk er det forventet en global vekst, men med betydelige skjevheter til fordel for stormakter og framvoksende makter, og at veksten gradvis vil gå saktere. Det forventes ytterligere press på ressurser som energi, mat og vann. Økt proteksjonisme og regionalisering kan føre til økonomisk stagnasjon og tilbakegang. En mulig trend som særlig anses relevant for Norge er at overgangen til grønn økonomi skjer tidligere enn forventet. Imidlertid er det uklart hvor stor økonomisk påvirkning dette forventes å ha for Norge.

Klimaendringer forventes å få konsekvenser i flere tiår framover. Klimaendringer rammer utviklingsland hardere enn Norge. Noen konsekvenser klimaendringer kan ha for Norge er et varmere og våtere klima, samt påvirkning av ressurstilgang fra andre land siden vi er avhengige av import. Konsekvenser av klimaendringer for konfliktutvikling globalt og for samfunn og økonomi i Norge er usikre, men det antas at følgeeffekter vil kunne påvirke norsk økonomi og samfunn. Det påpekes også kunnskapsmangel om samspillseffekter mellom klimaendringer og endringsprosesser i naturen og samfunnet. Det er heller ikke etablert noen uavhengig og systematisk overvåking av utviklingen av samfunnets samlede sårbarhet for klimaendringer eller samfunnets arbeid med å redusere sårbarhetene.

Teknologiutvikling er en sentral endringsdriver i samfunnet, som også samvirker med – og påvirkes av – andre megatrender. I denne rapporten er åtte relativt omfattende teknologiområder valgt ut og beskrevet; Kommunikasjonsteknologi (5G), informasjonsteknologi og skybaserte tjenester, kunstig intelligens og stordata, tingenes internett, robotisering og autonome systemer, romteknologi og rombaserte tjenester, kvanteteknologier og syntetisk biologi. Utvalget ble gjort basert på tre kriterier: (i) de må representere allment aksepterte teknologiske megatrender; (ii)

de må representere *både* muligheter og utfordringer for samfunnssikkerheten; og (iii) de må ha potensiale til å frembringe en teknologisk diskontinuitet. Utvalget er ikke uttømmende, men utgjør eksempler på viktige teknologiske endringsdrivere av betydning for samfunnssikkerheten.

Flere av teknologiene kan betegnes som særlig viktige endringsdrivere for den digitale transformasjonen av samfunnet. Dette er et utviklingstrekk som er av spesiell betydning for Norge som ligger langt framme i Europa når det gjelder digitalisering.⁴²³ Den digitale transformasjonen drives i hovedsak av et behov for å øke verdiskapning og fornye, forenkle og forbedre virksomheter, inkludert offentlig sektor, og innebærer større endringer i både infrastrukturer og organisasjoner. Påvirkning på samfunnssikkerheten vil avhenge av hvor omfattende den digitale transformasjonen blir i kritiske samfunnsfunksjoner, og hvor avhengig samfunnet blir av de nye tjenestene. En oppsummering av noen muligheter og utfordringer innen de ulike teknologiområdene finnes i Tabell 4.1.

Formålet med dette arbeidet har vært å belyse viktige trender som kan påvirke den framtidige utviklingen av samfunnssikkerheten. Implikasjoner av trendene og hvilke eventuelle løsninger som bør implementeres, vil bli gjenstand for vurderinger i etterfølgende FFI-studier. Denne rapporten gir allikevel noen betraktninger.

Det er alltid en fare for at dagsaktuelle hendelser tillegges for stor vekt i vurderingen av framtidige trender, så også for denne studien. Rapporten har derfor identifisert noen mulige trendbrudd som kan påvirke samfunnssikkerheten på en dypere og mer gjennomgripende måte, ut fra de viktigste endringsdriverne som er identifisert i dette arbeidet (sikkerhetspolitiske forhold, sosiale forhold, økonomiske forhold, klimaendringer, og teknologisk utvikling). Følgende alternative utviklingsløp har blitt identifisert som mulige trendbrudd fra en videreføring av dagens trender: «Global stagnasjon og opprør», «det grønne skiftet går raskere» og «dyp digital transformasjon av samfunnet».

Det er verdt å merke seg at de identifiserte utviklingsløpene *ikke* er gjensidig utelukkende. Følgelig bør ikke viktige megatrender og mulige utviklingsløp studeres i isolasjon. Likevel kan det være en god start å vurdere hvordan «alternative verdener» vil se ut for å oppnå mer innsikt og kunnskap om mulige utviklingsløp. Selv om mål og risikoer identifisert ved å skissere «alternative verdener» aldri vil være en sannhet for hvordan samfunnet vil utvikle seg, kan det være en nyttig måte å vurdere både muligheter og utfordringer.

Siden funnene i denne rapporten peker på at kritiske samfunnsfunksjoner blir stadig mer komplekse og gjensidig avhengige av hverandre, følger det også en framtidig trussel. Denne trusselen består ikke bare av eksterne faktorer og manglende evne til å møte sammensatte trusler mot samfunn, forsvar og infrastruktur. Trusselen er også knyttet til mangelfull kunnskap om hvilke

⁴²³ European Commission. (2019). *The Digital Economy and Society Index (DESI) for 2019*. Hentet 15. oktober 2019 fra <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>.

muligheter og utfordringer utviklingen av det såkalte «smartsamfunnet» kan gi for samfunnssikkerheten. Langsiktig kunnskapsbygging, helhetlig samfunnsplanlegging og tverrsektorielt sikkerhetsarbeid knyttet til disse utfordringene blir derfor viktig i tiden framover.

I tillegg er det nødvendig å inkludere detaljert kunnskap om teknologi, systemer, infrastrukturer og sikkerhet i samfunnsplanleggingsprosesser. Det kan ikke forventes, og det vil trolig heller ikke være hensiktsmessig, at forvaltningen skal ha tilstrekkelig dybdekompetanse samtidig som forvaltningen skal ha nødvendig kontroll og oversikt over brede områder og store, sammensatte sektorer. En god løsning kan være å utnytte samfunnets samlede kompetanse gjennom et faglig forankret samarbeid og partnerskap mellom offentlig forvaltning, næringslivet og akademien. Dette betyr kort sagt å involvere fagkompetanse tettere i forvaltnings- og kanskje særlig utredningsprosesser. Dette er også i tråd med regjeringens prinsipper for samfunnssikkerhet som statuerer at arbeidet skal være kunnskapsbasert.

I stort vil utviklingstrendene tilføre samfunnsplanleggingen svært mange nye muligheter og verdier. Utviklingen vil på mange områder ikke være mulig å stoppe, siden implementering av nye og smarte løsninger som kan effektivisere og forbedre samfunnet er en ønsket utvikling. Dette vil også gjelde for samfunnssikkerheten og totalforsvaret. Ikke minst er det viktig at arbeidet med å gjennomføre klimatiltak og tilpasninger til klimaendringer fortsetter. I Verdens økonomiske forums vurdering for 2019, ble ekstremvær og svikt i klimapolitikk vurdert som de største globale risikoene.⁴²⁴

Den framtidige utviklingen må derfor møtes på en helhetlig, kunnskapsbasert og konsistent måte når det gjelder samfunnssikkerhetsarbeidet. Dette krever videreutvikling av kunnskap og metoder for å adressere den økende kompleksiteten i kritiske samfunnsfunksjoner. I tillegg blir det viktig å videreutvikle kunnskap om faktorer som kan utløse trendbrudd, samt få kunnskap om hvilke forventninger befolkningen har til et sikkert samfunn og kritiske samfunnsfunksjoner. Ikke minst innebærer det nye måter å forvalte kunnskap på og kommunisere risiko og sikkerhetsutfordringer på tvers av aktører innen stats- og samfunnssikkerhet.

⁴²⁴ World Economic Forum. (2019). *The Global Risks Report 2019, 14th Edition*. ISBN: 978-1-944835-15-6.

Referanser

- 5G Americas. (2018, nov.). *New services & applications with 5G ultra-reliable low latency communications*. 5G Americas Whitepaper. Hentet 26. okt. 2019 fra https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2019/07/5G_Americas_URLLLC_White_Paper_Final_updateJW.pdf.
- Aamaas, B., Aaheim, H. A., Alnes, K., Oort, B. V., Dannevig, H., & Hønsi, T. (2018). *Oppdatering av kunnskap om konsekvenser av klimaendringer i Norge* (Report 2018:14). CI-CERO Center for International Climate Research og Vestlandsforskning.
- Aarhaug, J., Figenbaum, E. & Skollerud, K.H. (2017). *Energistasjon i Lillehammer kommune. En markedsundersøkelse*. Transportøkonomisk institutt. Hentet 22. okt. 2019 fra <https://www.lillehammer.kommune.no/getfile.php/4017249.1850.iq7n7ziztutzub/Vedlegg+1+T%C3%98Is+markedsunders%C3%B8kelse.pdf>.
- Aarnes, J., Haugom, G. P. & Norheim, B. (2019). *Produksjon og bruk av hydrogen i Norge* (Rapportnr 2019-0039, rev 1). DNV GL Energy Markets & Technology N&MEA. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/0762c0682ad04e6abd66a9555e7468df/hydrogen-i-norge---synteserapport.pdf>.
- Affia, A.-A. O., Matulevicius, R. & Nolte, A. (2019). Security Risk Management in Cooperative Intelligent Transportation Systems: A Systematic Literature Review. I H. Panetto, C. Debruyne, M. Hepp, D. Lewis, C. A. Ardagna & R. Meersman (red.), *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2019 Conferences* (pp. 282-300). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33246-4_18.
- Allied Command Transformation. (2017). *Strategic Foresight Analysis 2017*. Nato. https://www.act.nato.int/images/stories/media/doclibrary/171004_sfa_2017_report_hr.pdf.
- Andersen, A., Asphjell, T., Birkeli, K., Flugsrud, K., Frigstad, H., Gade, H., Gjerald, E., Haarsaker, V., Haugland, H., Hoem, B. M., Holmengen, N., Jahren, K. E., Kasin, I., Klokkeide, K. M., Kolshus, H., Kvalevåg, M. M., Laird, B., Lindegaard, A., Maass, C., Norgaard, H., Pettersen, T. S., Robertsen, C., Romundstad, R. M., Sandgrind, S., Selboe, O. K., Skogen, S. G., Vestreng, V., Weidemann, F. & Økstad, E. (2015). *Klimatiltak og utslippsbaner mot 2030. Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling* (Rapport M-386/2015). Miljødirektoratet. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M386/M386.pdf>.
- Andersen, A. D., Bjørgum, Ø., Espegren, K., Holden, E., Skjølsvold, T. M. & Markus Steen, M. (2019, 7. jan.). *Grønt skifte handler like mye om samfunnet som om teknologi*. Hentet 25. okt. 2019 fra <https://forskning.no/klima-kronikk-politikk/gront-skifte-handler-like-mye-om-samfunnet-som-om-teknologi/1276592>.

-
- Ari, I. & Ramazan, S. (2017). Differentiation of Developed and Developing Countries for the Paris Agreement. *Energy Strategy Reviews*, 18, 175-182.
- Arneth, A., Barbosa, H., Benton, T., Calvin, K., Calvo, E., Connors, S., Cowie, A., Davin, E., Denton, F., van Diemen, R., Driouech, F., Elbehri, A., Evans, J., Ferrat, M., Harold, J., Haughey, E., Herrero, M., House, J., Howden, M., Hurlbert, M., Jia, G., Johansen, T. G., Krishnaswamy, J., Kurz, W., Lennard, C., Myeong, S., Mahmoud, N., Masson-Delmotte, V., Mbow, C., McElwee, P., Mirzabaev, A., Morelli, A., Moufouma-Okia, W., Nedjraoui, D., Neogi, S., Nkem, J., De Noblet-Ducoudré, N., Olsson, L., Pathak, M., Petzold, J., Pichs-Madruga, R., Poloczanska, E., Popp, A., Pörtner, H.-O., Pereira, J. P., Pradhan, P., Reisinger, A., Roberts, D. C., Rosenzweig, C., Rounsevell, M., Shevliakova, E., Shukla, P., Skea, J., Slade, R., Smith, P., Sokona, Y., Sonwa, D. J., Soussana, J.-F., Tubiello, F., Verchot, L., Warner, K., Weyer, N., Wu, J., Yassaa, N., Zhai, P. & Zommers, Z. (2019, 7. aug.). *IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems* [approved draft]. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- Ashton, K. (2009, 22. juni). That 'Internet of Things' Thing. *RFID Journal*. <http://www.itrco.jp/libraries/RFIDjournal-That%20Internet%20of%20Things%20Thing.pdf>.
- Bakken, T. (red.). (2017). *Teknologitrender som påvirker transportsektoren* (SINTEF Rapport 2017-00303-Åpen). SINTEF Digital.
- Barabási, A.-L. & Albert, R. (1999). Emergence of scaling in random networks. *Science*, 286, 509-512.
- Bardalen, A. (2018). *Klimarisiko og norsk matproduksjon* (NIBIO Rapport vol. 4, nr. 115). Norsk institutt for bioøkonomi.
- Bartnes, G., Amundsen, J. S. & Holm, I. B. (2018). *Kraftmarkedanalyse 2018-2030* (Rapport nr 84/2018). Norges vassdrags- og energidirektorat. ISBN 978-82-410-1753-7.
- Bastin, J.-F., Finegold, Y., Garcia, C., Mollicone, D., Rezende, M., Routh, D., Zohner, C. M. & Crowther, T. W. (2019). The global tree restoration potential. *Science*, 365, 76-79.
- Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T., Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045). Forsvarets forskningsinstitutt.
- Berg, A. O., Clapp, C., Lannoo, E. & Peters, G. (2018). *Climate scenarios demystified. A climate scenario guide for investors* (Report 2018:02). CICERO Climate Finance.
- Bjørge, T. & Ravndal, J. A. (2019). Extreme-Right Violence and Terrorism: Concepts, Patterns, and Responses. *ICCT Policy Brief*. <https://doi.org/10.19165/2019.1.08>.

-
-
- Botnan, J. I. (2016). *Matsikkerhet i et klimaperspektiv* (FFI-rapport 2015/02223). Forsvarets Forskingsinstitutt.
- Bradshaw, C. J. & Warkentin, I. G. (2015). Global estimates of boreal forest carbon stocks and flux. *Global and Planetary Change*, 128, 24-30.
- Braut-Hegghammer, M. (2020, 6. jan.). 2020 is the year to worry about nuclear weapons. *Washington Post*. https://www.washingtonpost.com/politics/2020/01/06/is-year-worry-about-nuclear-weapons/?fbclid=IwAR0klIR-FCsNSk0yihM0Xx1GWN8iW4b2F12aEME_NH_5l-cUG7hgpHopaWw.
- Braw, E. (2019). From Schools to Total Defence Exercises: Best Practices in Greyzone Deterrence. *RUSI Newsbrief*, Vol. 39, No. 10. https://rusi.org/sites/default/files/20191115_newsbrief_vol39_no10_braw_web.pdf.
- Bredesen, M. G. & Reichborn-Kjennerud, E. (2019, 14. mars). *Hybrid krigføring – hva er det?* NUPI Skole. <https://www.nupi.no/Skole/HHD-Artikler/2016/Hybrid-krigfoering-hva-er-det>.
- Brockmann, K., Bauer, S. & Boulanin, V. (2019). *BIO PLUS X – Arms Control and the Convergence of Biology and Emerging Technologies*. Stockholm International Peace Research Institute. Hentet 27. sept. 2019 fra https://www.sipri.org/sites/default/files/2019-03/sipri2019_bioplusx_0.pdf.
- Bruvoll, J. A., Busmundrud, O. & Endregard, M. (2019, under utgivelse). *Sårbarhet i kritiske samfunnsfunksjoner – en framgangsmåte for status- og tilstandsvurderinger*. Forsvarets forskningsinstitutt.
- Buldyrev, S. V., Parshani, R., Paul, G., Stanley, H. E. & Havlin, S. (2010). Catastrophic cascade of failures in interdependent networks. *Nature*, 464, 1025-1028.
- BuzzFeedVideo (2018, 17. apr). *You Won't Believe What Obama Says In This Video!* [video]. YouTube. Hentet 27. sept. 2019 fra <https://www.youtube.com/watch?v=cQ54GDm1eL0>.
- Calmfors, L. & Hassler, J. (red.). (2019). *Nordic economic policy review 2019: Climate policies in the Nordics*. Nordic Council of Ministers. ISBN 978-92-893-6089-0 (PDF).
- Cantwell, D. (2017). Hybrid Warfare: Aggression and Coercion in the Gray Zone. *ASIL Insights*, 21(14). <https://www.asil.org/insights/volume/21/issue/14/hybrid-warfare-aggression-and-coercion-gray-zone>.
- Chestnoy, S. & Gershinkova, D. (2017). USA Withdrawal from Paris Agreement – What Next? *International Organisations Research Journal*, 12, 215-225.

-
- Christensen, C. M., Raynor, M. E. & McDonald, R. (2015, Desember). What is disruptive innovation? *Harvard Business Review*, 44-53. <https://hbr.org/2015/12/what-is-disruptive-innovation>.
- Citron, D. K. & Chesney, R. (2018). Deep Fakes: A Looming Crisis for National Security, Democracy and Privacy? *Lawfare*. Hentet 8. jan. 2020 fra <https://perma.cc/L6B5-DGNR>.
- Climate Action Tracker. (2019, 19. sept.). *Russian Federation*. Hentet 7. nov. 2019 fra <https://climateactiontracker.org/countries/russian-federation/>.
- Cook, J., Nuccitelli, D., Green, S. A., Richardson, M., Winkler, B., Painting, R., Way, R., Jacobs, P. & Skuce, A. (2013). Quantifying the Consensus on Anthropogenic Global Warming in the Scientific Literature. *Environmental Research Letters*, 8(2), 1-7.
- Cooper, M. (2018). Governing the Global Climate Commons: The Political Economy of State and Local Action, after the U.S. Flip-flop on the Paris Agreement. *Energy Policy*, 118, 440-454.
- Cullen, P. J. & Reichborn-Kjennerud, E. (2017). *MCDC Countering Hybrid Warfare Project: Understanding Hybrid Warfare*. Multinational Capability Development Campaign (MCDC). https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/647776/dar_mcdc_hybrid_warfare.pdf.
- Cussins Newman, J. (2019). *Toward AI security. Global aspirations for a more resilient future*. Center for Long-Term Cybersecurity, UC Berkeley. Hentet 20. okt. 2019 fra https://cltc.berkeley.edu/wp-content/uploads/2019/02/CLTC_Cussins_Toward_AI_Security.pdf.
- Dai, H.-C., Zhang, H.-B. & Wang, W.-T. (2017). The Impacts of U.S. Withdrawal from the Paris Agreement on the Carbon Emission Space and Mitigation Cost of China, EU, and Japan under the Constraints of the Global Carbon Emission Space. *Advances in Climate Change Research*, 8, 226-234.
- Datatilsynet. (2018). *Kunstig intelligens og personvern* (Rapport januar 2018). <https://www.datatilsynet.no/globalassets/global/om-personvern/rapporter/rapport-om-ki-og-personvern.pdf>.
- Deloitte Consulting GmbH. (2017). *Beyond the Noise: The Megatrends of Tomorrow's World*. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/public-sector/deloitte-nl-ps-megatrends-2ndedition.pdf>.
- Development, Concepts and Doctrine Centre. (2018). *Global Strategic Trends: The Future Starts Today* (Sixth Edition). Ministry of Defence. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/771309/Global_Strategic_Trends_-_The_Future_Starts_Today.pdf.

-
-
- DiEuliis, D., Berger, K. & Gronvall, G. (2017). Biosecurity Implications for the Synthesis of Horsepox, an Orthopoxvirus. *Health security*, 15, 629-637.
- Diesen, S. (2018). *Lavintensivt hybridangrep på Norge i en fremtidig konflikt* (FFI-rapport 18/00080). Forsvarets forskningsinstitutt.
- Digital21. (2018, 31. aug.). *Digitale grep for norsk verdiskaping*. Hentet 29. okt. 2019 fra https://digital21.no/wp-content/uploads/2018/09/Digital21_strategi_2018.pdf.
- Direktoratet for forvaltning og IKT. (2019, 3. mai). *Digital transformasjon*. Hentet 20. okt. 2019 fra <https://www.difi.no/fagomrader-og-tjenester/digitalt-forstevalg/hva-er-digitalt-forstevalg/digital-transformasjon>.
- Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. (2016). *Samfunnets kritiske funksjoner. Hvilken funksjonsevne må samfunnet opprettholde til enhver tid?* Versjon 1.0. ISBN 978-82-7768-412-3 (PDF).
- Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. (2018). *Kommuneundersøkelsen 2018*. ISBN 978-82-7768-470-3 (PDF).
- Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. (2019). *Analyser av krisescenarioer 2019. Alvorlige hendelser som kan ramme Norge*. ISBN 978-82-7768-472-7 (PDF).
- DNV-GL. (2019). *Energy transition outlook 2019: Executive summary. A global and regional forecast to 2050*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://eto.dnvgl.com/2019/download>.
- DNV-GL. (2019). *Alternative Fuels Insight Portal*. Hentet 21. nov. 2019 fra <https://afi.dnvgl.com>.
- DNV-GL & Pöyry Management Consulting. (2019). *Kostnader i strømmettet – gevinster ved koordinert lading av elbiler* (NVE Ekstern rapport nr 51-2019). Norges vassdrags- og energidirektorat. ISBN: 978-82-410-1893-0.
- Dong, C., Dong, X., Jiang, Q., Dong, K. & Liu, G. (2018). What Is the Probability of Achieving the Carbon Dioxide Emission Targets of the Paris Agreement? Evidence from the Top Ten Emitters. *Science of the Total Environment*, 622-623, 1294-1303.
- du Pont, Y. R. & Meinshausen, M. (2018). Warming assessment of the bottom-up Paris Agreement emissions pledges. *Nature Communications*, 9, 4810.
- Dvergsdal, H. (2019, 30. april). Nevralt nettverk. I *Store norske leksikon*. Hentet 27. september 2019 fra <https://snl.no/nevralt-nettverk>.
- Elster, A. C. & Tidemann, A. (2017, 6. des.). Maskinlæring. I *Store norske leksikon*. Hentet 30. okt. 2019 fra <https://snl.no/maskinl%C3%A6ring>.

-
- Endregard, M. (2019). Totalforsvaret i et sivil perspektiv. I P. M. Norheim-Martinsen (red.), *Det nye totalforsvaret*. Gyldendal.
- Engøy, T., Botnan, J. I., Løkken, K. H., Frømyr, T. R., Aronsen, M., Stolpe, A., Blix, T. A., Dyrdal, I. & Aurdal, L. (2017). *Teknologiske muligheter for Tolletaten – breddestudie* (FFI-rapport 17/16605). Forsvarets forskningsinstitutt.
- Escobar, H. (2019). Bolsonaro's first moves have Brazilian scientists worried. *Science*, 363, 330.
- Etterretningstjenesten. (2019). *Fokus 2019. Etterretningstjenestens vurdering av aktuelle sikkerhetsutfordringer*. <https://forsvaret.no/fokus>.
- European Academies' Science Advisory Council. (2019, feb.). *Forest bioenergy, carbon capture and storage, and carbon dioxide removal: an update*. Hentet 7. nov. 2019 fra https://easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Negative_Carbon/EASAC_Commentary_Forest_Bioenergy_Feb_2019_FINAL.pdf.
- European Centre of Excellence for Countering Hybrid Threats. (ikke datert). *Hybrid threats*. Hentet 13. des. 2019 fra <https://www.hybridcoe.fi/hybrid-threats/>.
- European Commission. (ikke datert). *Changing security paradigm*. Hentet 21. oktober 2019 fra https://ec.europa.eu/knowledge4policy/foresight/topic/changing-security-paradigm_en.
- European Commission. (1998). *Global Monitoring for Environmental Security. A Manifesto for a New European Initiative*. Hentet 30. nov. 2019 fra https://www.academia.edu/39933030/Global_Monitoring_for_Environmental_Security_A_Manifesto_for_a_New_European_Initiative.
- European Commission. (2017). *White Paper on the Future of Europe. Reflections and Scenarios for the EU27 by 2025*. https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/white_paper_on_the_future_of_europe_en.pdf.
- European Commission. (2017, 7. juni). *A European Defence Fund: €5.5 billion per year to boost Europe's defence capabilities*. Hentet 7. jan. 2020 fra https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_17_1508.
- European Commission. (2019). *The Digital Economy and Society Index (DESI) for 2019*. Hentet 15. oktober 2019 fra <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>.
- European Defence Agency. (2019, 30. sept.). *Governmental Satellite Communications (GovSat-Com)*. Hentet 23. okt. 2019 fra [https://www.eda.europa.eu/what-we-do/activities/activities-search/governmental-satellite-communications-\(govsatcom\)](https://www.eda.europa.eu/what-we-do/activities/activities-search/governmental-satellite-communications-(govsatcom)).
- European Union Satellite Centre. (ikke datert). *SSA*. Hentet 23. okt. 2019 fra <https://www.satcen.europa.eu/services/ssa>.

-
-
- Fadum, H. S. (2019a). *Tilstandsvurdering av forsyningssikkerhet og beredskap i kraftforsyningen* (NVE faktaark nr 10/2019). Norges vassdrags- og energidirektorat. http://publikasjoner.nve.no/faktaark/2019/faktaark2019_10.pdf.
- Fadum, H. S. (2019b). *Oppsummering av uønskede hendelser 2018 i energiforsyningen* (NVE faktaark nr 4/2019). Norges vassdrags- og energidirektorat. http://publikasjoner.nve.no/faktaark/2019/faktaark2019_04.pdf.
- Felix, E., Wieding, J. & Zorn, A. (2018). Paris Agreement, Precautionary Principle and Human Rights: Zero Emissions in Two Decades? *Sustainability*, 10, 2812.
- Field, C. B., Barros, V. R., Dokken, D. J., Mach, K. J., Mastrandrea, M. D., Bilir, T. E., Chatterjee, M., Ebi, K. L., Estrada, Y. O., Genova, R. C., Girma, B., Kissel, E. S., Levy, A. N., MacCracken, S., Mastrandrea, P. R. & White, L. L. (red.) (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Forssell, B. (2015, 8. juli). Beidou (Compass). I *Store norske leksikon*. Hentet 23. okt. 2019 fra [https://snl.no/Beidou_\(Compass\)](https://snl.no/Beidou_(Compass)).
- Forchtner, B. (2019). Climate change and the far right. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 10, e604.
- Forssell, B. (2019, 21. mars). Galileo. I *Store norske leksikon*. Hentet 23. okt. 2019 fra <https://snl.no/Galileo>.
- Forssell, B. (2019, 19. sept.). GPS. I *Store norske leksikon*. Hentet 23. okt. 2019 fra <https://snl.no/GPS>.
- Forssell, B. (2019, 23. sept.). GLONASS. I *Store norske leksikon*. Hentet 23. okt. 2019 fra <https://snl.no/GLONASS>.
- Forsvarsdepartementet & Justis- og beredskapsdepartementet. (2018, 8. mai). *Støtte og samarbeid. En beskrivelse av totalforsvaret i dag*. ISBN 978-82-7924-089-1.
- Forward Thinking Platform. (ikke datert). *A glossary of terms commonly used in futures studies*. Hentet 20. september 2019 fra <https://www.gfar.net/news/full-version-glossary-terms-commonly-used-futures-studies>.
- Fraune, C. & Knodt, M. (2018). Sustainable energy transformations in an age of populism, post-truth politics, and local resistance. *Energy Research & Social Science*, 43, 1-7.

-
- Fridstrøm, L. & Østli, V. (2016). *Kjøretøysparkens utvikling og klimagassutslipp. Framskrivninger med modellen BIG* (TØI rapport 1518/2016). Transportøkonomisk institutt. ISBN 978-82-480-1341-9 Elektronisk versjon.
- Gemalto. (ikke datert). *Connected living 2030: The voice of the consumer*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.gemalto.com/iot/documents/connected-living-2030>.
- Gemalto. (ikke datert). *Silent authentication for a fluid consumer experience*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.gemalto.com/brochures-site/download-site/Documents/tel-info-passive-behavioral-biometrics.pdf>.
- Gerasimov, V. (2017, nov.-des.). Contemporary Warfare and Current Issues for the Defense of the Country (oversatt av H. Orenstein). *Military Review*. <https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/military-review/Archives/English/Contemporary-Warfare-and-Current-Issues-for-the-Defense-of-the-Country.pdf>.
- Gershgorin, D. (2018, 22. okt). *Companies are on the hook if their hiring algorithms are biased*. Hentet 19. sept. 2019 fra <https://qz.com/1427621/companies-are-on-the-hook-if-their-hiring-algorithms-are-biased/>.
- Gesing, B., Peterson, S. J. & Michelsen, D. (2018). *Artificial intelligence in logistics. A collaborative report by DHL and IBM on implications and use cases for the logistics industry*. DHL Customer Solutions & Innovation. Hentet 30. okt. 2019 fra <https://www.ibm.com/downloads/cas/XOQW7Q0D>.
- Gibran, V., Lundström, J. R., Hertwich, E. G., Quist, J., Ivanova, D., Stadler, K. & Wood, R. (2019). The Environmental Impact of Green Consumption and Sufficiency Lifestyles Scenarios in Europe: Connecting Local Sustainability Visions to Global Consequences. *Ecological Economics*, 164, 106322.
- Gogia, R., Endresen, H., Haukeli, I. E., Hole, J., Birkelund, H., Aulie, F. H., Østenby, A., Buvik, M. & Bergesen, B. (2019). *Langsiktig kraftmarkedanalyse 2019-2040. Mer ambisiøs klimapolitikk gir utslag i kraftprisen* (Rapport nr 41-2019). Norges vassdrags- og energidirektorat. ISBN 978-82-410-1939-5.
- Google. (ikke datert). *Future of cloud computing*. Hentet 15. oktober 2019 fra <https://cloud.google.com/future-cloud-computing/>.
- Gouglidis, A., Esposito, C., Hutchison, D., Gurtov, A., Helvik, B., Heegaard, P., Rizzo, G. & Rak, J. (2018). On the Disaster Resiliency within the Context of 5G Networks: The RECODIS Experience. I *Proceedings of the in European Conference on Networks and Communications [EuCNC 2018]*, vol. 18 - 21, Ljubljana, Slovenia, 2018.

-
-
- Government Office for Science. (2014). *Internet of things: making the most of the second digital revolution*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/409774/14-1230-internet-of-things-review.pdf.
- Government Office for Science. (2016). *The Quantum Age: technological opportunities*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/564946/gs-16-18-quantum-technologies-report.pdf.
- Government Office for Science. (2018). *Satellite-derived Time and Position: A Study of Critical Dependencies*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/676675/satellite-derived-time-and-position-blackett-review.pdf.
- Government Office for Science. (2019). *The Future of Mobility*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/780868/future_of_mobility_final.pdf.
- Griffor, E. (red.). (2017). *Framework for Cyber-Physical Systems: Volume 1, Overview* (NIST Special Publication 1500-201). National Institute of Standards and Technology. Hentet 20. okt. 2019 fra <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.1500-201.pdf>.
- Gronvall, G. K. (2016). *Synthetic Biology: Safety, Security, and Promise*. Health Security Press.
- Grønlund, A. & Harstad, O. M. (2014). *Klimagasser fra jordbruket. Kunnskapsstatus om utslippskilder og tiltak for å redusere utslippene* (Rapport vol. 9, nr. 11 2014). Bioforsk.
- Güera, D. & Delp, E. J. (2018). Deepfake Video Detection Using Recurrent Neural Networks. *15th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS)*. <https://doi.org/10.1109/AVSS.2018.8639163>.
- Gurholt, M., Helland, L. & Trehjørningen, K. (2018, april). *Energistasjoner Trondheim kommune*. Hentet 22. okt. 2019 fra <https://www.miljokommune.no/Documents/Klima/Klimasats-erfaringer%202016/2016%20Rapport%20Energistasjoner%20Trondheim%20kommune.pdf>.
- Hagen, J., Storm, J.-M. & Ulsberg, H. (2018). *Oppsummeringsdokument: Endringer i beredskapsforskriften – Krav til IKT-sikkerhet m.m.* (Rapport nr 92-2018). Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Hagelstam, A. (2018, 23. nov.). *Cooperating to counter hybrid threats*. NATO Review. <https://www.nato.int/docu/review/articles/2018/11/23/cooperating-to-counter-hybrid-threats/index.html>.

-
- Hanley, E. S., Deane, J. P. & Gallachóir, B. P. (2018). The Role of Hydrogen in Low Carbon Energy Futures—A Review of Existing Perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(Part 3), 3027-3045.
- Hannon, E., McKerracher, C., Orlandi, I. & Ramkumar, S. (2016). *An integrated perspective on the future of mobility*. McKinsey & Company. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Sustainability/Our%20Insights/An%20integrated%20perspective%20on%20the%20future%20of%20mobility/An-integrated-perspective-on-the-future-of-mobility-article.ashx>.
- Hansen, J.-P., Eeg, J. O., Holtebekk, T. & Linder, J. (2019, 23. april). Kvantefysikk. I *Store norske leksikon*. Hentet 27. sept. 2019 fra <https://snl.no/kvantefysikk>.
- Hsieh, I.-Y. L., Menghsuan, S. P., Chiang, Y.-M. & Green, W. H. (2019). Learning Only Buys You so Much: Practical Limits on Battery Price Reduction. *Applied Energy*, 239, 218-224.
- Huang, H.-M. (red.) (2008). *Autonomy Levels for Unmanned Systems (ALFUS) Framework. Volume I: Terminology. Version 2.0* (NIST Special Publication 1011-I-2.0). National Institute of Standards and Technology.
- Huang, H.-M., Messina, E. & Albus, J. (red.) (2007). *Autonomy Levels for Unmanned Systems (ALFUS) Framework. Volume II: Framework Models. Version 1.0* (NIST Special Publication 1011-II-1.0). National Institute of Standards and Technology.
- Ignat, N. (2014, mars). Dependability and vulnerability of SCADA systems. *Annals of the Ovidius University: Fascicle Management and Technological Engineering*, 179-182.
- ImageNet. (ikke datert). Hentet 27. september 2019 fra <http://www.image-net.org>.
- Inderhaug, E. (2018, 24. aug.). Nå kommer politidronene. *Politiforum*. Hentet 29. nov. 2019 fra <https://www.politiforum.no/artikler/na-kommer-politidronene/444365>.
- Industridepartementet. (1986). *Om norsk romvirksomhet* (St. meld. nr. 10 (1986-87)).
- Informasjons- og kommunikasjonsteknologi. (2018, 29. jan.). I *Store norske leksikon*. Hentet 21. okt. 2019 fra https://snl.no/informasjons-og_kommunikasjonsteknologi.
- Innovasjonsbloggen. (2015, 22. okt). *Hva er egentlig Industri 4.0?* Hentet 30. sept. 2019 fra <https://innovasjonsbloggen.com/2015/10/22/hva-er-egentlig-industri-4-0/>.
- International Telecommunication Union. (2012). *Overview of the Internet of things* (Recommendation ITU-T Y.2060 (06/2012)). Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=y.2060>.

-
-
- International Telecommunication Union. (2015). *IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond* (Recommendation ITU-R M.2083-0). Hentet 27. sept. 2019 fra https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2083-0-201509-I!!PDF-E.pdf.
- IoT Analytics. (2018, 8. aug.). *State of the IoT 2018: Number of IoT devices now at 7B – Market accelerating*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://iot-analytics.com/state-of-the-iot-update-q1-q2-2018-number-of-iot-devices-now-7b/>.
- Justis- og beredskapsdepartementet. (2016). *Risiko i et trygt samfunn. Samfunnssikkerhet* (Meld. St. 10 (2016-2017)).
- Justis- og beredskapsdepartementet. (2017). *Proposisjon til Stortinget (forslag til stortingsvedtak) for budsjettåret 2018* (Prop. 1 S (2017-2018)).
- Justis- og beredskapsdepartementet (2018). *Nasjonal risikovurdering. Hvitvasking og terrorfinansiering i Norge 2018*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/58f96ea9756d4457be3095609624d96d/nasjonal-riskikovurdering.pdf>.
- Justis- og beredskapsdepartementet. (2019). *Proposisjon til Stortinget (forslag til stortingsvedtak) for budsjettåret 2020* (Prop. 1 S (2019-2020)).
- Kaiser, A. J. (2019, 9. mai). 'Exterminator of the future': Brazil's Bolsonaro denounced for environmental assault. The Guardian. Hentet 7. nov. 2019 fra <https://www.theguardian.com/world/2019/may/09/jair-bolsonaro-brazil-amazon-rainforest-environment>.
- Kallbekken, S. (2018, 9. aug.). Togradersmålet. I *Store norske leksikon*. Hentet 24. okt. 2019 fra <https://snl.no/togradersm%C3%A5let>.
- Kallbekken, S. (2018, 20. des.). *Overraskende stor enighet i Katowice*. Hentet 24. okt. 2019 fra <https://www.cicero.oslo.no/no/posts/klima/konflikter-til-tross-overraskende-stor-enighet-i-katowice>.
- Kissinger, G., Gupta, A., Mulder, I. & Unterstell, N. (2019). Climate Financing Needs in the Land Sector under the Paris Agreement: An Assessment of Developing Country Perspectives. *Land Use Policy*, 83, 256-69.
- Klein, R. J. T., Midgley, G. F., Preston, B. L., Alam, M., Berkhout, F. G. H., Dow, K. & Shaw, M. R. (2014) Adaptation opportunities, constraints, and limits. I C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea & L. L. White (red.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (ss. 899-943). Cambridge University Press.

-
- Klima- og miljødepartementet. (2017). *Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid* (Meld. St. 41 (2016-2017)).
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2016). *Digital agenda for Norge – IKT for en enklere hverdag og økt produktivitet* (Meld. St. 27 (2015-2016)).
- KPMG. (2014). *Future State 2030: The global megatrends shaping governments*. Hentet 27. september 2019 fra <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pdf/2014/02/future-state-2030-v3.pdf>.
- Krizhevsky, A., Sutskever, I. & Hinton, G. E. (2012). ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. *Neural Information Processing Systems*, 25. <https://doi.org/10.1145/3065386>.
- Lacina, B. & Gleditsch, N. P. (2005). Monitoring trends in global combat: A new dataset of battle deaths'. *European Journal of Population*, 21, 145–166.
- Lee, D. Y., Elgowainy, A., Kotz, A., Vijayagopal, R. & Marcinkoski, J. (2018). Life-cycle implications of hydrogen fuel cell electric vehicle technology for medium-and heavy-duty trucks. *Journal of Power Sources*, 393, 217-229.
- Lesser, J. A. (2017). Energy and Environmental Policy in the Trump Era. *Natural Gas & Electricity*, 33, 1-6.
- Li, Y. & Lyu, S. (2018). Exposing DeepFake Videos By Detecting Face Warping Artifacts. <https://arxiv.org/abs/1811.00656>.
- Lockwood, M. (2018). Right-wing populism and the climate change agenda: exploring the linkages. *Environmental Politics*, 27, 712-732.
- Loisel, R., Pasaoglu, G. & Thiel, C. (2014). Large-scale Deployment of Electric Vehicles in Germany by 2030: An Analysis of Grid-to-vehicle and Vehicle-to-grid Concepts. *Energy Policy*, 65, 432-43.
- Lovejoy, T. E. & Nobre, C. Amazon Tipping Point. *Science Advances*, 4, eaat2340. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat2340>.
- Lucas, H. C. & Goh, J. M. (2019). Disruptive technology: How Kodak missed the digital photography revolution, *The Journal of Strategic Information Systems*, 18 (1), 46-55. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2009.01.002>.
- Luftfartstilsynet. (2019, 6. juni). *Norge blir europeisk satsningsområde*. Hentet 21. okt. 2019 fra <https://luftfartstilsynet.no/om-oss/nyheter/nyheter-2019/norge-blir-europeisk-satsings-omrade/>.

-
-
- Lundsbakken, M. (red.) (2019). *Forslag til nasjonal ramme for vindkraft* (Rapport nr 12-2019). Norges vassdrags- og energidirektorat. ISBN 978-82-410-1836-7.
- Lydersen, L., Wiechers, C., Wittmann, C., Elser, D., Skaar, J. & Makarov, V. (2010). Hacking commercial quantum cryptography systems by tailored bright illumination. *Nature Photonics*, 4, 686-689.
- Manyika, J., Chui, M., Bughin, J., Dobbs, R., Bisson, P. & Marrs, A. (2013). *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*. McKinsey Global Institute. Hentet 27. september 2019 fra https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Disruptive%20technologies/MGI_Disruptive_technologies_Full_report_May2013.ashx.
- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.-O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P. R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Péan, C., Pidcock, R., Connors, S., Matthews, J. B. R., Chen, Y., Zhou, X., Gomis, M. I., Lonnoy, E., Maycock, T., Tignor, M. & Waterfield, T. (red.). (2019). *Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- Matthews, H. D. (2016). Quantifying historical carbon and climate debts among nations. *Nature Climate Change*, 6, 60.
- Mell, P. & Grance, T. (2011). *The NIST Definition of Cloud Computing* (Special Publication 800-145). National Institute of Standards and Technology. <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>.
- Miljødirektoratet. (2019, 3. mai). *Salget av avansert biodrivstoff økte i fjor*. Hentet 31. okt. 2019 fra <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2019/mai-2019/salget-av-avansert-biodrivstoff-okte-i-fjor/>.
- Morin, J. (2019). Four steps to global management of space traffic. *Nature*, 567, 25-27.
- Morris, L. J., Mazarr, M. J., Hornung, J. W., Pezard, S., Binnendijk, A. & Kepe, M. (2019). *Gaining Competitive Advantage in the Gray Zone. Response Options for Coercive Aggression Below the Threshold of Major War*. RAND Corporation. ISBN 978-1-9774-0309-4.
- Mostue, L., Aam, S., Taule, H. & Lossius, T. (2018). *Strategi 2018. Nasjonal strategi for forskning, utvikling, demonstrasjon og kommersialisering av ny klimavennlig energiteknologi*. Energi21. ISBN 978-82-12-03717-5 (PDF).

-
- Muelhaupt, T. J., Sorge, M. E., Morin, J. & Wilson, R. S. (2019). Space traffic management in the new space era. *The Journal of Space Safety Engineering*, 6, 80-87.
- Myhre, S. A. (2017). *Fra gråsonen til hybridkrig: Utfordringer for deteksjon i et norsk perspektiv* (Masteroppgave). Universitetet i Stavanger
- Narheim, B., Olsen, Ø., Hellenen, Ø., Olsen, R., Beattie, A. & Zee, R. (2008). A Norwegian Satellite for Space-based Observations of AIS in the High North. *Proc. 22nd Annual AIAA/USU Conference on Small Satellites*. Utah State University, Logan Utah.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2018). *Biodefense in the age of synthetic biology*. The National Academies Press. ISBN 978-0-309-46518-2. <https://doi.org/10.17226/24890>.
- Nesser, P. & Stenersen, A. (2014). The Modus Operandi of Jihadi Terrorists in Europe. *Perspectives on Terrorism*, 8(6), 2-24.
- Neves, S. A., Marques, A. C. & Fuinhas, J. A. (2018). On the Drivers of Peak Electricity Demand: What Is the Role Played by Battery Electric Cars? *Energy*, 159, 905-915.
- Norges offentlige utredninger. (2006). *Når sikkerheten er viktigst. Beskyttelse av landets kritiske infrastrukturer og kritiske samfunnsfunksjoner* (NOU 2006: 6). ISBN 82-583-0874-2.
- Norges offentlige utredninger. (2015). *Sett pris på miljøet. Rapport fra grønn skattekommisjon* (NOU 2015: 15). ISBN 978-82-583-1253-3.
- Norges offentlige utredninger. (2018). *Klimarisiko og norsk økonomi* (NOU 2018: 17). ISBN 978-82-583-1379-0.
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2018, 3. okt.). *Krafttrasjoner*. Hentet 22. okt. 2019 fra <https://www.nve.no/stromkunde/krafttrasjoner/>.
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2018, 20. sept.). *NVE legger opp til ny høring om nettleiestruktur*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.nve.no/nytt-fra-nve/nyheter-reguleringsmyndigheten-for-energi/nve-legger-opp-til-ny-horing-om-nettleiestruktur/>.
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2019). *Nasjonal varedeklarasjon 2018. Kraftproduksjon i Norge 2018*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.nve.no/energiforsyning/varedeklarasjon/nasjonal-varedeklarasjon-2018/?ref=mainmenu>.
- Noyce, R. S., Lederman, S. & Evans, D. H. (2018). Construction of an infectious horsepox virus vaccine from chemically synthesized DNA fragments. *PloS One*, 13, e0188453.
- Nærings- og handelsdepartementet. (2013). *Mellom himmel og jord: Norsk romvirksomhet for næring og nytte* (Meld. St. 32 (2012-2013)).

-
-
- Olah, C., Satyanarayan, A., Johnson, I., Carter, S., Schubert, L., Ye, K., Mordvintsev, A. (2018). The building blocks of interpretability. *Distill*. <https://doi.org/10.23915/distill.00010>.
- Olerud, K. & Kallbekken, S. (2019, 30. sept.). Klimakonvensjonen. I *Store norske leksikon*. Hentet 24. okt. 2019 fra <https://snl.no/Klimakonvensjonen>.
- Oslo Economics. (2017). *Gevinstanalyser av grønne anskaffelser* (Rapport 2017-28). Oslo Economics i samarbeid med CICERO og Inventura. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M960/M960.pdf>.
- Oughton, E. J., Usher, W., Tyler, P. & Hall, J. W. (2018). Infrastructure as a Complex Adaptive System. *Complexity*, 2018, Article ID 3427826. <https://doi.org/10.1155/2018/3427826>.
- Pachauri, R. K. & Meyer, L. A. (red.). (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- Palmer, D. A. R. (2015). *Back to the future? Russia's hybrid warfare, revolutions in military affairs, and Cold War comparisons* (Research Paper No. 120). Research Division – NATO Defense College. Hentet 17. sept. 2019 fra https://www.files.ethz.ch/isn/194718/rp_120.pdf.
- Paris Agreement – Status of Ratification. (ikke datert). United Nations Climate Change. Hentet 6. nov. 2019 fra <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification>.
- Pettersson, T., Höglbladh, S. & Öberg, M. (2019). Organized violence, 1989–2018 and peace agreements. *Journal of Peace Research*, 56, 589-603.
- Politiets sikkerhetstjeneste. (2019). *Trusselvurdering 2019*. Hentet 24. okt. 2019 fra <https://pst.no/globalassets/artikler/trusselvurderinger/psts-trusselvurdering-2019.pdf>.
- Politiets sikkerhetstjeneste. (2019). *Oppdatert vurdering på trusselen fra høgreekstreme*. Hentet 13. nov. 2019 fra <https://www.pst.no/alle-artikler/pressemeldinger/oppdatert-vurdering-pa-trusselen-fra-hogreekstreme/>.
- Pörtner, H.-O., Roberts, D. C., Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., Poloczanska, E., Mintenbeck, K., Nicolai, M., Okem, A., Petzold, J., Rama, B. & Weyer, N. (red.) (under trykking). Summary for Policymakers. I *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- Proposal from Turkey to amend the list of Parties included in Annex I to the Convention. (2018, 15. nov.). United Nations Framework Convention on Climate Change. Hentet 7. nov. 2019 fra <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/inf2.pdf>.

-
- Prytz, N., Nordbø, F. S., Higham, J. D. R. & Thornam, H. (2018). *Utredning om konsekvenser for Norge av klimaendringer i andre land*. EY. Hentet 6. nov. 2019 fra <https://www.mil-jodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M932/M932.pdf>.
- Radford, A., Wu, J., Child, R., Luan, D., Amodei, D. & Sutskever, I. (2019). *Language Models are Unsupervised Multitask Learners*. Hentet 17. sept. 2019 fra <https://openai.com/blog/better-language-models/>.
- Rahman, M.N. & Turay, A.M. (2018). Climate Change Issues in BRICS Countries. *Management and Economics Research Journal*, 4, 174-183.
- Regjeringen. (2019, 1. juli). *Handlingsplan for infrastruktur for alternativ drivstoff i transport*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/67c3cd4b5256447984c17073b3988dc3/handlingsplan-for-infrastruktur-for-alternative-drivstoff.pdf>.
- Regjeringen. (2019, 20. juni). *Regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/2ccd2f4e14d44bc88c93ac4effe78b2f/handlingsplan-for-gronn-skipsfart.pdf>.
- Reisinger, H. & Golts, A. (2014). *Russia's Hybrid Warfare. Waging War below the Radar of Traditional Collective Defence* (Research Paper. No. 105). Research Division – NATO Defense College. Hentet 17. sept. 2019 fra https://ftalphaville-cdn.ft.com/wp-content/uploads/2014/11/rp_105.pdf.
- Rigano, C. (2019). Using artificial intelligence to address criminal justice needs. *NIJ Journal*, Issue No. 280. <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/252038.pdf>.
- Ringrose, P. S. (2018). The CCS Hub in Norway: Some Insights from 22 Years of Saline Aquifer Storage. *Energy Procedia*, 146, 166-172.
- Rinaldi, S. M., Peerenboom, J. P., & Kelly, T. K. (2001). Identifying, understanding, and analyzing critical infrastructure interdependencies. *IEEE Control Systems Magazine*, 21, 11-25.
- Rittel, H. W. J. & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sciences*, 4, 155-169.
- Rosenblatt, F. (1957). *The perceptron. A perceiving and recognizing automaton* (Report Number 85-460-1). Cornell Aeronautical Laboratory, Inc.
- Rosvold, K. A. & Stranden, R. (2018, 26. nov.). Sikkerhet. I *Store norske leksikon*. Hentet 9. jan. 2020 fra <https://snl.no/sikkerhet>.

-
-
- Russakovsky, O., Deng, J., Su, H., Krause, J., Satheesh, S., Ma, S., Huang, Z., Karpathy, A., Khosla, A., Bernstein, M., Berg, A. C. & Fei-Fei, L. (2015). ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge. *International Journal of Computer Vision*, 115, 211-252. <http://image-net.org/challenges/LSVRC/>.
- Samferdselsdepartementet. (2017). *Nasjonal transportplan 2018-2029* (Meld. St. 33 (2016-2017)).
- Samferdselsdepartementet. (2018, 6. nov.). *På rett sted til rett tid. Nasjonal strategi for posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsbestemmelse*. Hentet 29. okt. 2019 fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/abd1dec7647a4c22aaef7d93046e3f2b/pa-rett-sted-til-rett-tid.pdf>.
- Saritas, O. & Smith, J. E. (2011). The Big Picture – trends, drivers, wild cards, discontinuities and weak signals, *Futures*, 43, 292-312. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2010.11.007>.
- Shabbir, Z. & Sarosh, A. (2018). Counterspace operations and nascent space powers. *Astropolitics*, 16, 119-140.
- Shoham, Y., Perrault, R., Brynjolfsson, E., Clark, J., Manyika, J., Carlos Niebles, J., Lyons, T., Etchemendy, J., Grosz, B. & Bauer, Z. (2018). *The AI Index 2018 Annual Report*. AI Index Steering Committee, Human-Centered AI Initiative. Stanford University. <http://cdn.aiindex.org/2018/AI%20Index%202018%20Annual%20Report.pdf>.
- Siegmund, P., Abermann, J., Baddour, O., Canadell, P., Cazenave, A., Derksen, C., Garreau, A., Howell, S., Huss, M., Isensee, K., Kennedy, J., Mottram, R., Nitu, R., Ramasamy, S., Schoo, K., Sparrow, M., Tarasova, O., Trewin, B. & Ziese, M. (2019). *The Global Climate in 2015–2019*. World Meteorological Organization. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9936.
- Society for Risk Analysis. (2015). *SRA Glossary*. Hentet 14. oktober 2019 fra <https://www.sra.org/sites/default/files/pdf/SRA-glossary-approved22june2015-x.pdf>.
- Solberg, E. L., Skei, L. & Befring, Å. M. (2019, 17. okt.). *Regjeringen dropper nasjonal rammeplan for vindkraft*. NRK. <https://www.nrk.no/norge/regjeringen-dropper-nasjonal-rammeplan-for-vindkraft-1.14744999>.
- Standard Norge. (2012). *Samfunnssikkerhet – Beskyttelse mot tilsiktede uønskede handlinger – Terminologi* (Norsk Standard NS 5830:2012).
- Stanford Medicine. (2018, 20. nov.). *Artificial intelligence rivals radiologists in screening X-rays for certain diseases*. Hentet 23. sept. 2019 fra <https://med.stanford.edu/news/all-news/2018/11/ai-outperformed-radiologists-in-screening-x-rays-for-certain-diseases.html>.

-
- Statistisk sentralbyrå. (2018, 26. juni). *Befolkningsframskrivninger*. Hentet 7. jan. 2020 fra <https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/folkfram>.
- Statistisk sentralbyrå. (2019). *Elbiler og hybrider suser fram*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/artikler-og-publikasjoner/elbiler-og-hybrider-suser-fram>.
- Statistisk sentralbyrå. (2019, 1. nov.). *Utslipp til luft*. <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/klimagassn>.
- Statnett. (2016, 19. juli). *Tester droner i arbeid på kraftledninger*. Hentet 29. nov. 2019 fra <https://www.statnett.no/om-statnett/nyheter-og-pressemeldinger/Nyhetsarkiv-2016/tes-ter-droner-i-arbeid-pa-kraftledninger/>.
- Statnett. (2017). *Nettutviklingsplan 2017*. Hentet 22. okt. 2019 fra <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/planer-og-analyser/nup-og-ksu/nettutviklingsplan-2017.pdf>.
- Statnett. (2019, 19. mars). *Et elektrisk Norge – fra fossilt til strøm*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/planer-og-analyser/et-elektrisk-norge--fra-fossilt-til-strom.pdf>.
- Statnett. (2019, 17. sept.). *Setter i gang plan for økt elektrifisering av Bergensområdet*. Hentet 30. sept. 2019 fra <https://www.statnett.no/om-statnett/nyheter-og-pressemeldinger/nyhetsarkiv-2019/setter-i-gang-plan-for-okt-elektrifisering-av-bergensområdet/>.
- Stavland, B. & Bruvoll, J. A. (ikke datert). *Sårbarhet i transportsektorene – operasjonalisering av rammevekt for resiliens* (under utgivelse). Forsvarets forskningsinstitutt.
- Stavland, B. & Bruvoll, J. A. (2019). *Resiliens – Hva er det og hvordan kan det integreres i risikostyring?* (FFI-rapport 19/00363). Forsvarets forskningsinstitutt.
- Steen, R. (2015). *Egenberedskap. En punktanalyse av nødstrømbereidskapen i utvalgte kommuner 2014* (Rapport nr 103-2015). Norges vassdrags- og energidirektorat. ISBN 978-82-410-1155-9.
- Stefanov, A., Liu, C., Govindarasu, M. & Wu, S. (2015). SCADA modeling for performance and vulnerability assessment of integrated cyber-physical systems. *International Transactions on Electrical Energy Systems*, 25, 498- 519. <https://doi.org/10.1002/etep.1862>.
- Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T. M., Folke, C., Liverman, D., Summerhayes, C. P., Barnosky, A. D., Cornell, S. E., Crucifix, M., Donges, J. F., Fetzer, I., Lade, S. J., Scheffer, M., Winkelmann, R. & Schellnhuber, H. J. (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115, 8252-8259.

-
-
- Stensvold, T. (2019, 20. nov.). Ekspertene tror autonome skip blir lettere å realisere enn selvkjørende biler. *Teknisk ukeblad*. <https://www.tu.no/artikler/ekspertene-tror-autonome-skip-blir-lettere-a-realisere-enn-selvkjorende-biler/479194>.
- Stockler, T. F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. & Midgley, P. M. (red.) (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Stoustrup, J., Annaswamy, A., Chakraborty, A. & Qu, Z. (red.) (2019). *Smart Grid Control. Overview and Research Opportunities*. Springer Nature.
- Strand, M. (2018). *Moderne kryptografi: konsepter og muligheter* (FFI-notat 18/02419). Forsvarets forskningsinstitutt.
- Størset, S. Ø., Tangen, G., Wolfgang, O. & Sand, G. (2018). *Industrielle muligheter og arbeidsplasser ved CO2-håndtering i Norge* (Rapportnr 2018:0450). SINTEF.
- Sæle, H. & Petersen, I. (2018). Electric vehicles in Norway and the potential for demand response. I *IEEE Conference Proceedings, 53rd International Universities Power Engineering Conference (UPEC)*. <https://doi.org/10.1109/UPEC.2018.8541926>.
- Tandberg, E. (2015, 21. des.). INMARSAT. I *Store norske leksikon*. Hentet 23. okt. 2019 fra <https://snl.no/INMARSAT>.
- Tandberg, E. (2018, 19. okt.). Copernicus - romprogram. I *Store norske leksikon*. Hentet 23. okt. 2019 fra https://snl.no/Copernicus_-_romprogram.
- Tandberg, E. (2019, 5. sept.). ESA - europeisk romorganisasjon. I *Store norske leksikon*. Hentet 23. okt. 2019 fra https://snl.no/ESA_-_europeisk_romorganisasjon.
- Teknologi for bærekraftig bevegelsesfrihet og mobilitet. (2019). Rapport fra Ekspertutvalget – teknologi og fremtidens transportinfrastruktur. Hentet 30. sept. 2019 fra https://www.regjeringen.no/contentassets/ccdc68196014468696acac6e5cc4f0e7/rapport-teknologiutvalget_web.pdf.
- Teknologirådet. (2015). *Forutseende politi. Kan dataanalyser hjelpe politiet til å være på rett sted til rett tid?* (Rapport 04/2015). https://teknologiradet.no/wp-content/uploads/sites/105/2018/05/ForebyggendeAnalyse_endelig_WEB.pdf.
- Thinn, I. J. & Dammann, M. (2019, 26. sept.). *Dette skjedde på klimatoppmøtet*. FN-sambandet. Hentet 7. nov. 2019 fra <https://www.fn.no/Nyheter/Dette-skjedde-paa-klimatoppmoetet>.
- Tidemann, A. (2019, 9. okt.). Kunstig intelligens. I *Store norske leksikon*. Hentet 30. okt. 2019 fra https://snl.no/kunstig_intelligens.

-
- Timmers, P. G. J. & Stam, G. (2017). Risk based safety distances for hydrogen refuelling stations. *International Conference on Hydrogen Safety*. Hentet 29. nov. 2019 fra https://hysafe.info/wp-content/uploads/2017_papers/107.pdf.
- Tollefson, J. & Schiermeier, Q. (2017, 2. juni). How Scientists Reacted to the US Leaving the Paris Climate Agreement. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/nature.2017.22098>.
- Tu, H., Xia, Y., Wu, J. & Zhou, X. (2019). Robustness assessment of cyber-physical systems with weak interdependency. *Physica A*, 522, 9-17.
- Tucker, J. (2010). The convergence of biology and chemistry: Implications for arms control verification. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 66(6), 56-66. <https://doi.org/10.1177/0096340210387050>.
- United Nations. (2015). *Paris Agreement*. Hentet 30. sept. 2019 fra https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf.
- United Nations Climate Change. (ikke datert). *Parties & Observers*. Hentet 29. nov. 2019 fra <https://unfccc.int/parties-observers>.
- United Nations Environment Programme. (2019). *Emissions Gap Report 2019*. <https://www.unenvironment.org/resources/emissions-gap-report-2019>.
- Urpelainen, J. & Van De Graaf, T. (2018). United States Non-cooperation and the Paris Agreement. *Climate Policy*, 18, 839-851.
- Verizon. (ikke datert). *What is 5G?* Hentet 27. september 2019 fra <https://www.verizon.com/about/our-company/5g/what-5g>.
- Viswanathan, V. & Knapp, B. M. (2019). Potential for electric aircraft. *Nature Sustainability*, 2(2), 88.
- Walker, J. (2019, 21. nov.). *The Self-Driving Car Timeline – Predictions from the Top 11 Global Automakers*. Hentet 29. nov. 2019 fra <https://emerj.com/ai-adoption-timelines/self-driving-car-timeline-themselves-top-11-automakers/>.
- Wang, Z., Zhao, Y. & Wang, B. (2018). A Bibliometric Analysis of Climate Change Adaptation Based on Massive Research Literature Data. *Journal of Cleaner Production*, 199, 1072-1082.
- Weerakkody, S. & Sinopoli, B. (2019). Challenges and Opportunities: Cyber-Physical Security in the Smart Grid. I J. Stoustrup, A. Annaswamy, A. Chakraborty & Z. Qu (red.), *Smart Grid Control: Overview and Research Opportunities* (ss. 257-273). Springer Nature.

Wikipedia. (ikke datert). *AI winter*. Hentet 25. september 2019 fra https://en.wikipedia.org/wiki/AI_winter.

Wikipedia. (ikke datert). *Facebook-Cambridge Analytica data scandal*. Hentet 20. okt. 2019 fra https://en.wikipedia.org/wiki/Facebook%E2%80%93Cambridge_Analytica_data_scandal.

World Economic Forum. (2019). *The Global Risks Report 2019, 14th Edition*. ISBN: 978-1-944835-15-6.

Wu, Y., Zhu, Q. & Zhu, B. (2018). Decoupling Analysis of World Economic Growth and CO2 Emissions: A Study Comparing Developed and Developing Countries. *Journal of Cleaner Production*, 190, 94-103.

Zhang, H.-B., Dai, H.-C., Lai, H.-X. & Wang, W.-T. (2017). U.S. Withdrawal from the Paris Agreement: Reasons, Impacts, and China's Response. *Advances in Climate Change Research*, 8, 220-225.

Zuboff, S. (2019). *The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power*. Hachette Book Group.

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.

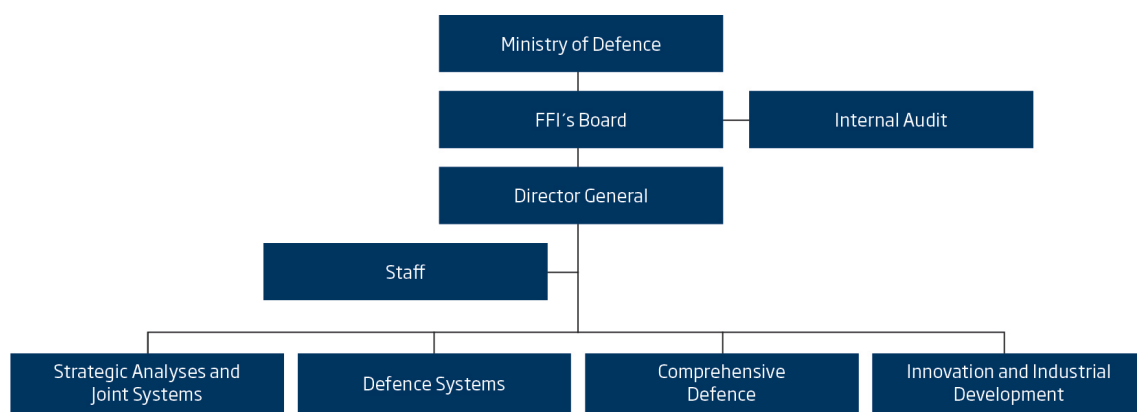
FFIs VISJON

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