



FFI Forsvarets
forskningsinstitutt

22/02438

FFI-RAPPORT

Konsekvenser av klimaendringer og klimatilpasninger for Forsvaret fram mot 2040

– rapport til Forsvarskommisjonen

Cassandra Granlund
Kristian Blindheim Lausund
Rune Lausund
Karina Barnholt Klepper
Marius Nyquist Pedersen
Øyvind Albert Voie

Konsekvenser av klimaendringer og klimatilpasninger for Forsvaret fram mot 2040 – rapport til Forsvarskommisjonen

Cassandra Granlund
Kristian Blindheim Lausund
Rune Lausund
Karina Barnholt Klepper
Marius Nyquist Pedersen
Øyvind Albert Voie

Emneord

Energiforsyning
Forsvarsplanlegging
Forsvarssektoren
Klimaendringer
Nordområdene

FFI-rapport

22/02438

Prosjektnummer

1653

Elektronisk ISBN

978-82-464-3445-2

Engelsk tittel

Consequences of climate change and climate adaptations for the Norwegian defence towards 2040 – a report to the Defence Commission.

Godkjennerne

Øyvind Voie, *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.

Sammenheng

Nato slår fast at klimaendringer er vår tids viktigste overordnede utfordring i «*Climate Change & Security Impact Assessment*» fra 2022. Verdenssamfunnet opplever allerede i dag første- og andrehåndseffekter av klimaendringer. Omfanget, utbredelsen og intensiteten av disse har økt og vil vokse betydelig etter 2040. Klimaendringer er en trusselmultiplikator, som vil si at effektene forsterker eksisterende problemer. Dette medfører tydelige sikkerhetsutfordringer for Forsvaret. I denne rapporten, utarbeidet på oppdrag fra Forsvarskommissjonen av 2021–2023, påpeker FFI noen områder hvor klimaendringer kan få størst innvirkning på forsvarssektoren og forsvarspolitikken de neste 20 årene.

Klimaendringene fører til operasjonell usikkerhet og redusert forutsigbarhet. Blant annet fører reduksjonen i utbredelsen av havis i den arktiske regionen til økt trafikk og ressurstilgang, og dermed mer kommersiell og militær aktivitet. Slik aktivitet kan øke stormaktsrivalisering i nordområdene. Videre kan klimaendringene påvirke egne og allierte baser, skade kritisk infrastruktur, og føre til usikkerhet i energitilførselen.

Regjeringens mål per 2022 er å redusere Norges utslipp med 55 % innen 2030. Det vil kreve en stor og rask omstilling av samfunnet, blant annet gjennom en omfattende elektrifisering og digitalisering. Forsvaret er kritisk avhengig av sivilsamfunnet og må derfor tilpasses i takt med de endringene som skjer i samfunnet. Forsvarsdepartementet slår fast at sektoren er nødt til å bidra i arbeidet med utslippskutt, som også vil være strategisk viktig for forsvarssektoren. I den videre omstillingsprosessen er det nødvendig å være bevisst på klimarelaterte sårbarheter i forsvarssektoren for å unngå uakseptabel risiko. For eksempel kan utfordringene med pålitelighet og motstandsdyktighet i energisystemet føre til endringer i Forsvarets leveransesikkerhet og forsyningskjeder. Klimabevissthet bidrar også til god omdømmebygging og rekruttering. FFI anbefaler at ambisjonene i sektorens klima- og miljøstrategi følges opp slik at effektene av de foreslåtte og implementerte tiltakene oppnås og kan måles.

I tillegg til utslippsreducerende tiltak, er det viktig at Forsvaret tilpasser seg en ny klimavirkelighet. Derfor trekker rapporten fram noen land-, luft- og sjøoperative problemstillinger som kan oppstå når klimaet endres. FFI tilrår at forsvarsstrukturer og nye og/eller reviderte plattformer vurderes i lys av oppdaterte klimaprognoser i framtidige langtidsplaner og anskaffelsesprosesser. Forhold som bør vektlegges er hvorvidt nye operasjonskonsepter gir like god eller forbedret forsvarsevne; hvordan strukturalternativer og plattformssystemer vil fungere i et endret operasjonsmiljø; hvordan samfunnets omstilling til et fornybarsamfunn vil påvirke framtidige strukturalternativer; og hvordan Forsvaret som helhet bidrar til reduserte klima- og miljøavtrykk.

FFI anbefaler at klima- og miljøstyringsarbeidet i sektoren inkluderer indirekte utslipp knyttet til anskaffelse av tjenester, materiell og utstyr. Videre bør kravene til klimatilpasning og redusert klimaavtrykk tydeliggjøres i sektorens rammeverk for materiellanskaffelser (PRINSIX), og nytt materiell bør anskaffes ut fra krav til klima- og miljøavtrykk, klimatilpasning, sirkulærøkonomi og robuste, framtidige energiløsninger. FFI ønsker også å understreke at tilpassede operasjonskonsepter og materiell kan forhindre at forsvarsevnen reduseres på lang sikt.

FFI anbefaler at det vurderes om klimatilpasning og reduksjon av Forsvarets klima- og miljøavtrykk kan inkluderes som et tiende punkt i Forsvarets oppgaver.

FFI tilrår at forsvarssektoren styrker satsningen på utstrakt kunnskapsutvikling, anvendt forskning og utvikling (FoU) og innovasjon. Satsingen bør skje i tett samarbeid mellom forsvarssektoren og FoU- og kunnskapsmiljøer. Internasjonalt samarbeid sees på som en forutsetning, og Natos Science Technology Organization (STO) og alliert forsvarssamarbeid er særlig viktig.

Summary

In «*Climate Change & Security Impact Assessment*» from 2022 NATO states that “*climate change is the overarching challenge of our time*”. The world is experiencing the primary and secondary effects of climate change. The scope, scale and intensity of climate change effects are projected to increase and are believed to be ramping up considerably after 2040. Climate change is a threat multiplier that intensifies existing challenges and will entail significant security challenges for the Armed Forces. This report discusses the most central aspects where climate change can affect the Armed Forces' operations and the defence policy over the next 20 years.

Climate change can amplify unpredictability and operational uncertainty for the Armed Forces. The ongoing reduction of the Arctic sea ice extent will increase access and resource availability and thereby amplify commercial and military activity in the Arctic. The increase in military presence in selected Arctic regions can escalate great power rivalry. Furthermore, climate change can affect NATO's military bases, damage critical infrastructure, and cause instability in the energy supply.

The Norwegian government's aim as of 2022 is to reduce Norway's emissions by 55 % before 2030, which will entail a significant and rapid restructuring of the society. The ongoing and expected extensive electrification and digitization of society are examples of this restructuring. The Norwegian Ministry of Defence states that the defence sector must contribute to the collective effort to reduce Norway's climate change emissions. It is important to minimize risks of climate-related vulnerabilities for the defence sector caused by the ongoing societal restructuring. As an example, the challenges of reliability and resilience in the energy system can lead to changes in the Armed Forces' security of supply. Climate awareness will contribute to building the armed forces' reputation and potentially improve recruitment. FFI recommends that the ambitions set forth in the defence sector's climate- and environment strategy is followed through by monitoring and measuring the impact of suggested and implemented adaptations to ensure long-term performance.

In addition to climate mitigation, the Armed Forces needs to implement climate adaptations. Therefore, this report highlights selected land-, sea-, and air operational issues that may arise due to climate change. Accordingly, FFI recommends that new and/or revised defence structures and platforms are evaluated in light of updated climate projections in the long-term defence planning and procurement processes. Factors to be considered regarding these processes are (not exclusively) whether future operation concepts provide equal or improved defence capabilities; how defence structures and platforms should include climate adaptation; how the society's transition to renewable solutions will affect defence structures; and how the Armed Forces can contribute to reducing the climate- and environmental footprints.

FFI recommends that the requirements for climate adaptation and reduced climate footprint are further emphasized in the defence sector's procurement system (PRINSIX) and that new materiel to be acquired include requirements set for climate and environmental footprint, climate adaptation, circular economy, and robust future energy solutions. FFI emphasizes the importance of climate adaptations to be taken into account in operational concepts and military platforms in order to maintain the defence capability in the long term.

FFI recommends considering whether climate adaptation and reducing the sector's climate and environmental footprint can be included as a tenth point in the Armed Forces' tasks.

Further, FFI recommends that the defence sector invests in extensive knowledge development, applied research and development (R&D) and innovation. Such an investment should also occur in close cooperation between the defence sector, civilian R&D and research environments. International cooperation, mainly through NATO Science Technology Organization (STO) and allied defence cooperation, is considered a prerequisite for success in establishing robust implementable solutions, maintaining future defence capabilities, and reducing emissions of climate gases.

Innhold

Sammendrag	3
Summary	3
Forord	7
1 Innledning	9
1.1 Klimatiltak eller klimatilpasning?	10
1.2 Langsiktig forsvarsutvikling	12
2 Klimaendringer i nordområdene	12
2.1 Temperaturøkning	14
2.2 Permafrost, havis og landis	16
2.3 Værmønster og ekstremvær	17
2.4 Sekundæreffekter	17
2.5 Det grønne skiftet – tiltak og tilpasninger i samfunnet	19
3 Klimaendringenes påvirkning på det militære operasjonsmiljøet i nordområdene	20
3.1 Globale sikkerhetsutfordringer	20
3.1.1 Klimaendringene – en trusselmultiplikator	21
3.2 Klimaendringene – nye utfordringer for Forsvaret	22
3.2.1 Økt aktivitet i nordområdene	22
3.2.2 Økt press mot Svalbard og delelinjeavtalen	25
3.2.3 Landoperative problemstillinger	26
3.2.4 Luftoperative problemstillinger	26
3.2.5 Sjøoperative problemstillinger	27
3.2.6 Totalforsvaret	29
3.2.7 Forsvarets faste bistand til sivile myndigheter	30
3.2.8 Alliert samarbeid	30
4 Elektrifisering av samfunnet – behov for forsvarstilpasninger	31
4.1 Elektrifisering og Forsvaret	32
4.2 Tiltak for sikring av kritiske funksjoner	32

5	Klimaforpliktelser i forsvarssektoren	34
5.1	Energieffektivisering og redusert forbruk	35
5.2	Alternative drivstoff og energilagring	36
5.3	Grønne anskaffelser og miljøstyring	37
5.4	Forskning og utvikling i samarbeid med industrien	38
6	Anbefalinger	39
	Vedlegg A Betrakninger knyttet til alternative landoperative operasjonskonsepter	42
	Referanser	46

Forord

I dette oppdraget har Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) gjennomført en utredning som beskriver og begrunner hvilke konsekvenser klimaendringer, klimatilpasninger og klimatilpassing (det grønne skiftet) kan få for forsvarssektoren fram mot 2040. I arbeidet med rapporten har FFI sett på hvordan klimaendringene vil påvirke det militære operasjonsmiljøet i Arktis; hvilken betydning klimaendringer, -tiltak og -tilpasninger vil ha for forsvarsevnen, Forsvarets operasjoner og planlegging; hvordan Forsvarets utholdenhet vil kunne påvirkes av det grønne skiftet, med en mulig sviktende tilgang på energi i et framtidig elektrifisert samfunn; og hvilke klimaforpliktelser forsvarssektoren kan påta seg uten at forsvarsevnen svekkes.

Studien er gjennomført på oppdrag fra Forsvarskommisjonen av 2021–2023. FFI fikk oppdraget i slutten av juni 2022 og et utkast ble levert 31. oktober. Rapportens vurderinger og anbefalinger er derfor skrevet med tanke på at de skal være nyttige for Forsvarskommisjonens arbeid. Rapporten er således ikke konkluderende og vurderingene som rapporten gir, er heller ikke førende for kommisjonens arbeid.

Vi ønsker å takke Simen Kirkhorn, Brynjar Arnfinnsson, Kristian Åtland, Elling Tveit og medlemmer av FFIs kompetansegruppe for klima og sikkerhet for nyttige diskusjoner. Takk til Sverre Diesen for betraktninger om alternative landoperative operasjonskonsepter i vedlegget.

Kjeller, 05.12.2022

På vegne av forfatterne,

Cassandra Granlund og Kristian Blindheim Lausund



1 Innledning

Regjeringen satte 17. desember 2021 ned en forsvarskommisjon bestående av fagekspert, politikere og partene i arbeidslivet. Kommisjonen er bedt om å vurdere potensielle sikkerhets- og forsvarspolitiske veivalg og prioriteringer Norge kan ta for best å ivareta norsk sikkerhet i et 10–20 års perspektiv. Kommisjonen har i sitt mandat syv hovedpunkter hvorav hovedpunkt seks lyder «*Hvordan vil klima og miljøendringer påvirke forsvarssektoren og den sikkerhetspolitiske situasjonen i årene fremover*».

For å understøtte kommisjonens arbeid har FFI fått i oppdrag å gi en begrunnet beskrivelse av hvilke konsekvenser klimaendringer og klimatilpasninger (det grønne skiftet) vil ha for forsvarsektoren frem mot 2040. Kommisjonen ønsker at hovedfokuset i rapporten er på Norges nærområder og ber om at rapporten belyser:

- Hvordan vil klimaendringene påvirke det militære operasjonsmiljøet i Arktis?
- Hvilken betydning vil klimaendringer, -tiltak og -tilpasninger ha for forsvarsevnen, Forsvarets operasjoner og planlegging?
- Hvordan vil Forsvarets utholdenhet påvirkes av det grønne skiftet, med en mulig sviktende tilgang på energi i et fremtidig elektrifisert samfunn?
- Hvilke klimaforpliktelser kan forsvarssektoren påta seg i tiden framover uten at forsvarsevnen svekkes, gitt en realistisk økonomisk og teknologisk ramme?

Klimaendringenes påvirkning på global og nasjonal sikkerhet, samt klimaendringenes påvirkning på operasjonsmiljø og forsvarssystemer er viktig for Nato. Et eksempel på dette er rapporten «*Climate Change & Security Impact Assessment*» (NATO, 2022b) hvor generalsekretær Stoltenberg uttrykker (ugradert versjon):

«This year, the Euro-Atlantic area is experiencing profound instability and urgent security threats. But even as we address these pressing challenges, we cannot ignore the inexorable, global reality of climate change, and the security implications thereof. Climate change is already a ‘threat multiplier’; one that will worsen as the world warms further. As an Alliance tasked with ensuring the security of its members, Nato must assess this challenge, adapt to it, and contribute to mitigating its effects while always maintaining military effectiveness.»

Natos rapport «*Climate Change & Security Impact Assessment*» finnes i en gradert versjon som derfor ikke omtales nærmere i denne rapporten. Det er allikevel viktige å påpeke at rapporten gir et tydelig bilde av hvordan klimaendringer vil påvirke forsvarsoperasjoner i ulike regioner, samt betydningen av at allierte land prioriterer klimatilpasning og klimatiltak i utvikling av operasjonskonsepter, strukturer og systemer.

1.1 Klimatiltak eller klimatilpasning?

Natos «*Climate Change & Security Impact Assessment*» (NATO, 2022b) slår fast at klimaendringene er vår tids overordnede utfordring. I tillegg har FNs naturpanel tydelig understreket verdens naturkrise, samt hvordan klimaendringer og tap av miljø, artsmangfold og økosystemer henger sammen (FN, 2022c).

Omfanget, utbredelsen og intensiteten av effektene av klimaendringer anslås ifølge Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)-rapporten fra juli 2021 å øke i tiden framover, og betraktelig etter 2040 (NATO, 2022b). IPCC slår også fast at det er hevet over enhver tvil at klimaendringene er menneskeskapte (Eyring, 2021). Derfor har valgene vi tar i dag og i årene fremover mye å si for utviklingen av klimaendringene. Parisavtalen (2015) har fastsatt et mål om å begrense den globale oppvarmingen til <2 °C sammenlignet med førindustrielle nivåer i løpet av det 21. århundret (Prop. 115 S (2015-2016), 2015). Avtalen sikter også på et mer ambisiøst mål om en økning på bare 1,5 °C (FN, 2015). Per nå (november 2022) er Parisavtalen signert av 194 stater som alle har forpliktet seg til egne mål for å redusere utslipp av klimagasser. De nåværende planene for å redusere menneskelig utslipp er allikevel ikke tilstrekkelige for å nå de internasjonale klimamålene som er satt i avtalen (Rogelj et al., 2016).

Ifølge FN ligger den globale oppvarmingen an til å bli nærmere 2,5 °C i 2100 med dagens klimaløfter til grunne. Dagens klimaløfter er altså utilstrekkelig for å bremse oppvarmingen til 1,5 °C (FN, 2022a). I tillegg til målene i Parisavtalen har de nordiske landene satt enda høyere ambisjoner i henhold til Helsingfors-deklarasjonen om karbonnøytralitet (2019) der de forpliktet seg til å begrense global temperaturøkning til 1,5 °C, øke ambisjonene innen 2020, oppnå et karbonnøytralt samfunn innen 2050 og nå disse målene gjennom nordisk samarbeid. Dette betyr at det norske samfunn må omstilles i stor grad og dermed vil være et samfunn i rask endring de neste 30 årene. Et eksempel på dette er den omfattende elektrifiseringen av landet. Det er essensielt at Forsvaret tar hensyn til en slik omstilling i sin videre planlegging.

Det er behov for to typer omstillinger i dagens samfunn, det ene er klimatilpasninger og det andre er klimatiltak (Miljødirektoratet, 2022a). Klimatilpasning innebærer å forstå konsekvensene av at klimaet endrer seg og iverksette tiltak for på den ene siden å hindre eller redusere skade, og på den andre siden utnytte mulighetene som endringene kan innebære (Miljødirektoratet, 2022a). Et eksempel på en nyttig klimatilpasning kan være å sikre elver mot flom, siden en av endringene som vil merkes i Norge er mer ekstremnedbør. Klimatiltak fører derimot til begrenning av utslipp av klimagasser i atmosfæren, og er med på å bremse klimaendringene. Eksempler på tiltak kan være en husholdnings, offentlig virksomhet eller bedrifts fysiske investeringer, endringer i arbeidsrutiner og daglige vaner (Miljødirektoratet, 2022d).

Med mindre toppen for utslipp er nådd i dag og samfunnet får til et netto utslipp på null i 2050 vil ikke målene i Parisavtalen nås. Det krever med andre ord en umiddelbar omstilling for å redusere utslipp. Noen av tiltakene for å forhindre de verste klimaendringene krever globalt

samarbeid. Forsvaret bør derfor benytte seg av internasjonale arenaer slik som Nato og EU for å få til samarbeid om utslippsreducerende tiltak.

Natos generalsekretær, Jens Stoltenberg, har vært tydelig på at klimaendringer skal ha en svært høy prioritet, selv om vi nå står i en situasjon hvor Russland har gått til krig i Ukraina (NATO, 2022b). Selv om verden oppnår dramatiske kutt i klimagassutslipp og bremser oppvarmingen til 1,5 °C, vil en slik oppvarming føre til klimaendringer som kan medføre store påvirkninger på spesielt sårbare befolkningsgrupper, land og økosystemer, slik som slik som Arktis (Pattyn et al., 2018). Det er dermed viktig at forsvarssektoren og Nato inkluderer klimaendringer, klimatilpasninger og klimatiltak i betraktning vedrørende planlegging, operasjoner og øvelser. Dersom verdenssamfunnet klarer å bremse klimaendringene vil det også være kostnadsbesparende siden utgiftene forbundet med klimatilpasninger vil være mye høyere enn utgiftene forbundet med tiltakene (OECD, 2015). Enkelte av tiltakene vil være kostnadsbesparende i seg selv, men for å se dette er man ofte nødt til å vurdere utgiftene i et levetidsperspektiv og ikke innenfor rammene av et årsbudsjett. Eksempelvis vil investeringskostnadene ved installasjon av LED-pærer, varmepumper og solceller inntjenes gjennom reduserte driftskostnader på grunn av lavere strømregning.

Etttersom Norge har forpliktet seg til å samarbeide med EU om klimamål (EØS-komiteens beslutning nr. 269/2019), er Norge en del av EUs klimarammeverk. Klimarammeverket består av tre pilarer, med egne regelverk og mål. De tre pilarene er i) kvotepliktige utslipp etter EUs kvotesystem (EU ETS), ii) ikke-kvotepliktige utslipp etter innsatsfordelingsforordningen og iii) skog- og arealbrukssektoren med eget regelverk (Miljødirektoratet et al., 2020). Per dags dato finnes det ikke konkrete krav på utslipp av klimagasser for utvalgte samfunnssektorer, men hvorvidt det vil forbli slik på sikt er usikkert. Dermed er forsvarssektoren ikke per dags dato direkte forpliktet til å redusere utslipp av klimagasser, men utslippene fra sektoren inngår i ikke-kvotepliktig sektor og omfattes generelt av Regjeringens klimamål om 55 % utslippsreduksjon innen 2030 sammenlignet med 1990-nivå (Miljødirektoratet, 2022c).

Forsvaret har et potensial til å redusere utslipp med 15–30 % uten at det går ut over aktivitetsnivå og forsvarsevne (Arnfinnsson & Kirkhorn, 2021). Eksempelvis vil enkelte tiltak, slik som innføring av nye militærkonsept som primært gjøres av hensyn til økt operativ evne, også kunne medføre reduksjon av klimagassutslipp som en bieffekt. Dette demonstrerer Arnfinnsson og Kirkhorn (2021) med et alternativt konsept for maritim krigføring som reduserer klimagassutslipp med omtrentlig 26 %. Kutt i utslipp fra forsvarssektoren vil bidra mot å nå målet om å bli et lavutslippssamfunn, kan være økonomisk lønnsomt, samtidig som forsvarsevne opprettholdes eller styrkes.

Denne rapporten fokuserer på hvordan klimaendringer og klimatilpasninger kan påvirke Forsvaret og sektoren. I tillegg konkretiserer rapporten hvordan Forsvaret kan redusere egne klimagassutslipp. Selv om klimatilpasninger er strategisk viktig for Forsvaret og sektoren både nå og i framtiden, ønsker FFI å understreke viktigheten av at forsvarssektoren også prioriterer utslippsreducerende tiltak i håp om å bremse klimaendringene.

1.2 Langsiktig forsvarsutvikling

Langsiktig utvikling av Forsvaret bør bygge på sentrale prinsipper hvor framtidig innretning anbefales å være helhetlig, dynamisk, balansert og robust. I tillegg bør innretningen av Forsvaret ha en langsiktighet som både er lengre enn de beslutningene som tas på grunnlag av planlagt innretning, og tar innover seg at usikkerheten i fremtidsbildet øker som funksjon av tiden.

Eksempelvis vil samfunnets overgang til mer fornybar energi, samt økt sannsynlighet for ekstremvær, kunne medføre lavere leveransesikkerhet på elektrisk kraft. Med mindre Forsvaret skal akseptere større operativ risiko, vil sikring av Forsvarets operative evne i et langsiktig perspektiv medføre behov for utvikling av nye robuste energisystemer, herunder nødstrømsystemer. Tilsvarende er det avgjørende at Forsvaret på lang sikt etablerer nye, robuste og fleksible drivstoffløsninger.

Ved framtidig valg mellom Forsvarets ulike strukturalternativer bør klima- og miljøperspektivet tas inn når ambisjonsnivå, operativ evne og økonomi balanseres. Konkret kan dette eksempelvis medføre at et helhetlig strukturalternativ som opprettholder Forsvarets operative evne, men har en høyere kostnad likevel foretrekkes og besluttes fordi det i et livstidsperspektiv gir betydelig redusert klima- og miljøbelastning.

I rapporten vil flere av disse perspektivene omtales. Det avgjørende er å:

- opprettholde, styrke og videreutvikle operative evne.
- tilpasse Forsvaret til klima- og miljøendringer for å unngå gradvis reduksjon av operativ evne.
- redusere egen klima- og miljøbelastning.
- etablere robuste og fleksible energiløsninger som sikrer operativ evne når tilgang på fossilt drivstoff og leveransesikkerheten i strømmettet reduseres.

2 Klimaendringer i nordområdene

Det er bred vitenskapelig konsensus om at det globale klimaet endrer seg raskere enn tidligere, og at de primære drivende faktorene er antropogene (Cook et al., 2013; Pachauri et al., 2014). De siste sju årene (2015–2021) har vært registret som de varmeste (Ransom & Ravalitera, 2022). De observerbare skadelige effektene av klimaendringer er svært omfattende og inkluderer blant annet mer ekstremvær, tørke, hyppigere ekstreme hetebølger, ødeleggende virkning på biologisk mangfold og jordbruk (Pachauri et al., 2014), i tillegg til negative innvirkninger på geopolitisk stabilitet (Bowles et al., 2015). I takt med den varslede økningen i

global temperatur kan man også forvente at dagens utfordringer blir mer utpregede, og at nye utfordringer for både Forsvaret og samfunnet for øvrig oppstår.

Klimaendringene er mer dramatiske i Arktis med tre til fire ganger raskere temperaturøkning enn i verden forøvrig (AMAP, 2017). Arktis spiller en svært viktig rolle i opprettholdelsen av den globale klimabalansen, og endringer her vil raskt medføre ringvirkninger i resten av verden (Norsk Polarinstitut, 2018). Framtidens Arktis vil antageligvis kjennetegnes av lengre perioder med fravær av havis, betydelig mindre permafrost, høyere temperaturer med mer ekstremvarme og en reduksjon i utstrekning og varighet av snødekket (AMAP, 2017). Klimaendringene vil dermed ha en betydelig innvirkning på Norges nærområder. I Norge vil det med stor sannsynlighet bli flere og større regnflommer, stigende havnivå og flere jord-, flom- og sørpeskred (Aamaas et al., 2018). Det vil bli økt fare for sommertørke, redusert fare for tørrsnøskred, økt fare for våtsnøskred, flere vinterisganger og flere kvikkleireskred. Selv om vi vet med sikkerhet at slike hendelser vil øke, er omfanget av dem usikre (Aamaas et al., 2018). Sannsynligheten for slike hendelser vil også utvikle seg over tid, så det er viktig at oppdaterte klimaberegninger ligger til grunn for fremtidens forsvarsplanlegging.

For å kunne si noe om framtidens klima må man benytte modeller som kan beregne hvor store endringene blir basert på ulike utslippsscenarier (Shared Socio-economic Pathway, SSP) (O'Neill et al., 2014). Det er stor forskjell på utfallene av modellene når ulike SSP-er og medfølgende antagelsene ligger til grunn for modelleringen. Bredden i dette utfallsrommet kompliserer Forsvarets langtidsplanlegging, men gir nyttig innsikt i hva som er mer eller mindre sannsynlig. Basert på denne innsikten kan Forsvaret sette inn risikoreduserende tiltak. Faktaboks 1 gir en kort innføring i de ulike SSP-ene, og hvilke utslippsbaner de ulike modellene forutsier.

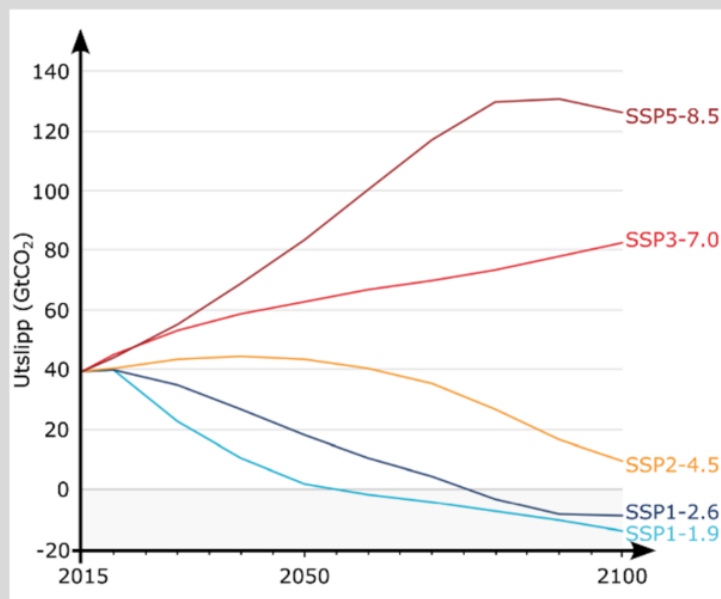
Faktaboks 1: Utslippsbanene og antagelsene som ligger til grunn

Scenarioene som ligger til grunn for klimamodellene (Shared socio-economic pathway, SSP) er utviklet ved å lage kvalitative beskrivelser av mulige fremtidsscenarier som gir grunnlag for å beregne verdiene av kvantitative nøkkelvariabler slik som befolkningsvekst, økonomisk vekst, teknologisk omstillingsrate og lignende. De kvalitative beskrivelsene omhandler f.eks. politisk stabilitet, miljøbevissthet i befolkningen og lignende aspekter som er vanskelige å tallfeste. Nøkkelvariablene legges deretter inn i modellene for å beregne størrelser slik som utslippsmengder.

SSP-ene deles i 5 klasser som vist i tabellen til høyre. Innenfor hver klasse av SSP-er finnes

det ulike scenarier som navngis som SSPX-Y hvor X er SSP-lassen scenarioet tilhører, og Y er det beregnede strålingspådrivet i år 2100 målt i W/m^2 for dette scenarioet. Strålingspådrivet er på mange måter et mål på drivhuseffekten.

Navn	Beskrivelse	Eksempel
SSP1	Bærekraftig løsning	SSP1-1.9: Utslippstoppen er nådd, og vi går mot netto null utslipp i 2050.
SSP2	Middelvei/ mellomløsning	SSP2-4.5: Utslippene holder seg på degens nivå til midten av århundret
SSP3	Regional rivalisering og store utfordringer	SSP3-7.0: Utslippene vil omtrent dobles innen år 2100
SSP4	Ulikhetssamfunn	(Denne SSP-lassen er mindre brukt i klimamodellene)
SSP5	Fossildrevet utvikling	SSP5-8.5: Utslippene vil omtrent dobles innen år 2050



Det forteller hvor stor økning det er i innstrålingstettheten, som vil si differansen mellom inngående solstråling og utgående varmestråling.

FNs klimapanel bruker et utvalg av scenarier for å sammenligne mulige utfall, siden de spenner ut mange potensielle utslippsbaner: SSP1-1.9, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 og SSP5-8.5. Figuren til venstre viser beregnede utslipp for disse fem scenarioene i tiden frem mot år 2100.

Kilder:

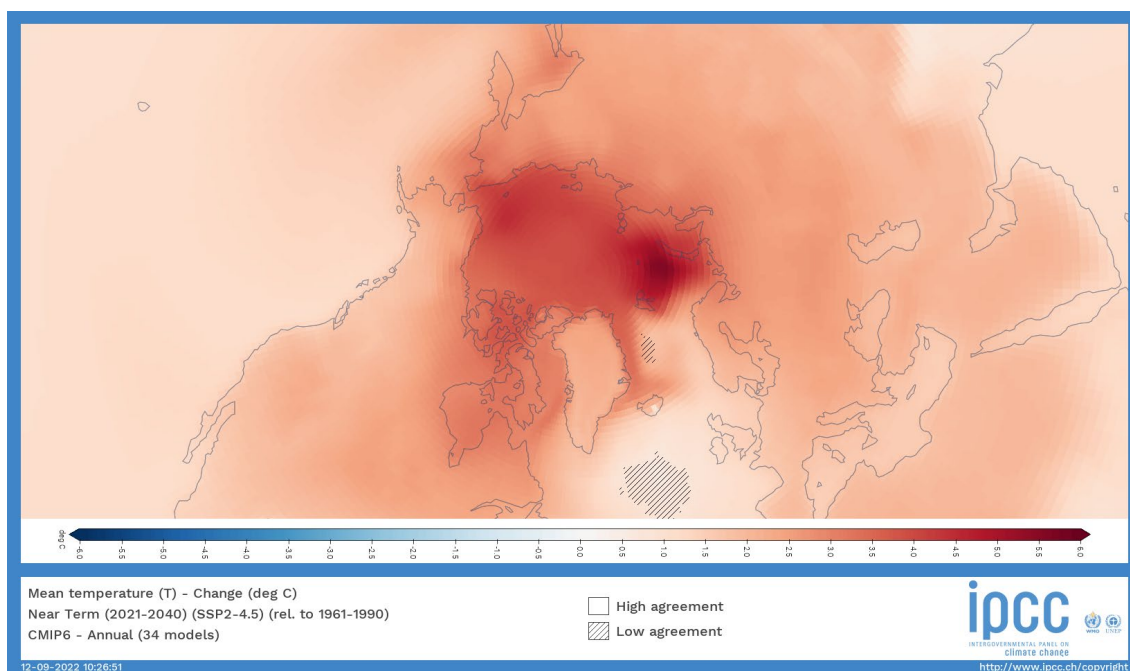
IPCC, 2021: Summary for Policymakers. Cambridge University Press, pp. 3–32, O'Neill, B.C. et al. (2014), *Climate change*, 122(3), 387-400. O'Neill, B.C. et al. (2017), *Global environmental change*, 42, 169-180. Riahi, K. et al. (2017), *Global environmental change*, 42, 153-168.

2.1 Temperaturøkning

I årene som kommer vil oppvarmingen fortsette, og utviklingen blir raskere og kraftigere lengre nord (FN, 2022b). Oppvarmingen i Finnmark vil ligge over gjennomsnittet, mens i Vestlandet blir den mindre enn gjennomsnittet. Temperaturøkningen kommer til å bli større om vinteren

enn om sommeren (Aamaas et al., 2018). Det nåværende arktiske klimaet er varmere enn tidligere målt basert på målinger fra 1900 til i dag (AMAP, 2017), og i enkelte områder av Barentshavet går oppvarmingen så mye som syv ganger raskere enn den globale oppvarmingen (Isaksen et al., 2022). Disse observasjonene støttes også av prognosene i klimamodellene; det forventes at de største temperaturavvikene i 2040 vil komme i Arktis (Figur 2.1). Kombinasjonen av de høyeste temperaturendringene og den binære tilstanden (tilstedeværelse/fravær av havis, landis og permafrost) til mange arktiske miljøer gjør Arktis svært sårbart for klimaendringer.

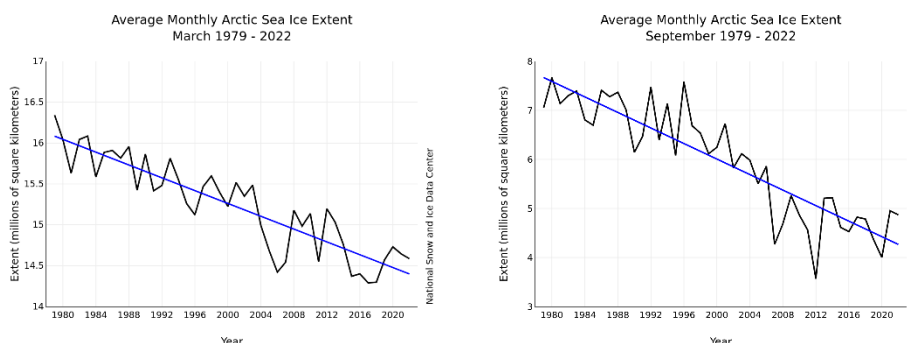
Parisavtalen som Norge har forpliktet seg til har en ambisjon om å begrense oppvarmingen til $<2^{\circ}\text{C}$. Dette krever at verdens utslipp av klimagasser allerede nå er på vei nedover, og at man har et lavutslippssamfunn innen 2050, altså en utslippsbane basert på SSP1-2.6 (Faktaboks 1). Beklageligvis er verdens samlede utslipp i dag stadig økende eller i bestefall i ferd med å stabilisere seg (FN, 2022a). Utslippene følger dermed ikke utslippsbanen gitt av modellen SSP1-2.6, men ligger an til å følge en høyere utslippsbane. Per nå er den mest realistiske utslippsbanen gitt av modellen SSP2-4.5, som fører til en gjennomsnittlig global temperaturøkning på opp mot 3°C i 2100 sammenlignet med førindustrielle verdier.



Figur 2.1 Beregnede temperaturavvik fram mot 2040 (referanseperiode: 1961–1990). Dataene er hentet fra Atlas-verktøyet som er publisert som en del av den 6. rapporten til FNs klimapanel (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC). Beregningene er basert på scenario SSP2-4.5. (Gutiérrez, 2021).

2.2 Permafrost, havis og landis

I løpet av de siste fire tiårene (som utgjør perioden med tilgjengelige satellittdata) har det vært en rask nedgang i havisdekket i Arktis (National Snow & Ice Data Center, 2022). Figur 2.2 viser en tydelig, lineær nedadgående trend i havisdekket i løpet av denne perioden. Sammenlignet med gjennomsnittlig utbredelse av havis i perioden 1981–2010 ser man i Arktis en reduksjon på ~5 % per tiår (National Snow & Ice Data Center, 2022). Mindre havis fører blant annet til endringer i vanntemperatur og saltholdighet i havet, noe som igjen påvirker de globale havsirkulasjonsmønstrene som har stor betydning for regional klimautvikling i store deler av verden (AMAP, 2017; Norsk Polarinstitutt, 2018). Slike endringer vil også påvirke det biologiske mangfoldet langt utover Arktis (Norsk Polarinstitutt, 2018).



Figur 2.2 Gjennomsnittlig utbredelse av havis i mars (venstre) og september (høyre) i perioden 1979–2022. (National Snow & Ice Data Center, 2022).

Nedgang i landis fører til tilførsel av ferskvann i havet fra smeltende isbreer og iskapper, påvirker havsirkulasjonen og er en stor bidragsyter til økende havnivå (Norsk Polarinstitutt, 2018). I tillegg fører smeltingen av landis til negative ringvirkninger for vannsikkerhet og økosystemer (Moon, 2017). Den største landismassen i Arktis er innlandsisen på Grønland. Ismassen har hatt et akselererende massetap over de siste tiårene målt i nedgang i istykkelse og økt vannføring i elver og bekker. Ifølge dagens beregninger ansees smeltingen av innlandsisen på Grønland å være irreversibel (Pattyn et al., 2018). Hastigheten på smeltingen vil allikevel være lav dersom temperaturen ikke drastisk overgår beregnede terskelverdier (1,8 °C [1,1–2,3 °C] (Pattyn et al., 2018) eller 1,6 °C [0,8–3,2 °C] (Robinson et al., 2012)).

Permafrost er jord som er kontinuerlig frossen sammenhengene i minst to år (Osterkamp & Burn, 2003) og er en sentral komponent i det arktiske miljøet. Permafrost er viktig for hydrologiske- og biologiske prosesser og for infrastruktur i Arktis, slik som industri, veier, jernbaner, rullebaner og rørledninger (Chadburn et al., 2017; Couture et al., 2003). På lik linje med hav- og lufttemperaturen (AMAP, 2017) har bakktemperaturen i Arktis steget i en urovekkende hastighet de siste tiårene (Romanovsky et al., 2017). En utbredt tining av permafrosten er dermed forventet (AMAP, 2017; Slater & Lawrence, 2013), men det er

vanskelig å forutsi hvordan tilstanden vil utvikle seg grunnet kompleksiteten av geofysiske prosesser og framtidige klimaendringer. Eksempelvis vil tining av permafrost føre til utslipp av store mengder organiske karbonforbindelser slik som metan, som igjen vil føre til en akselerering av klimaendringene (Schuur et al., 2015). Denne tilbakekoblingsmekanismen er fraværende i mange klimamodeller, og er derfor undervurdert (Romm, 2022). Utbredelsen av permafrost er også en faktor som har vært vanskelig å overvåke da satellitter ikke har vært utstyrt med sensorer som kan registrere dette. Det framtidige tapet av permafrost vil påvirke infrastruktur bygget på permafrost og vil medføre kostnader på flere milliarder dollar (AMAP, 2017).

2.3 Værmønster og ekstremvær

Økt temperatur forårsaket av klimaendringer er forbundet med endringer i værmønster og kan endre hvor og når ekstreme værhendelser som store hetebølger og stormer inntreffer. Alvorlighetsgraden og hyppigheten av slike værhendelser vil også endre seg når temperaturen stiger (Miljøstatus, 2022; US Environmental Protection Agency, 2022). Videre kan slike ekstremværhendelser forårsake flom og skred av et hittil ukjent omfang. Vær er en av flere viktige utløsende faktorer for skred, hvor hyppigere og kraftigere nedbør vil øke frekvensen av jordskred og flomskred i bratt terreng. Økt nedbør kan også føre til økt frekvens av kvikkleireskred, men det er noe mer usikkerhet knyttet til omfanget av denne typen skred. Den økte risikoen for skred vil primært være i allerede skredutsatte områder, og muligens også øke i områder som ikke har vært utsatt for skred tidligere (Norsk Polarinstitut, 2018; Aamaas et al., 2018).

Vær og klima i Arktis påvirker vær og klima i store deler av resten av verden (McSweeney, 2019). Temperaturen i Arktis påvirker og forflytter værmønstre på nordlige halvkule. Siden Arktis blir stadig varmere påvirker dette værsystemene ved blant annet at de blir værende over gitte regioner over lengre tid, noe som kan resultere i ekstreme snømengder, tørke eller hetebølge (Norsk Polarinstitut, 2018). Dette har blitt tydeliggjort de siste årene hvor hyppigheten av ekstreme kuldeperioder har avtatt i Arktis, mens hyppigheten av ekstreme varmeperioder har økt. Det er ventet at polare lavtrykk vil flytte seg nordover. Polare lavtrykk er små og hissige lavtrykk som oppstår over Nord-Norge, Norskehavet og Barentshavet og har høysesong i mars (AMAP, 2017; Aamaas et al., 2018). Med varmere klima og iskant lengre nord vil Svalbard bli mer påvirket av dem. For eksempel ble det registret et polart lavtrykk nord for Svalbard 24. april 2018 (Aamaas et al., 2018).

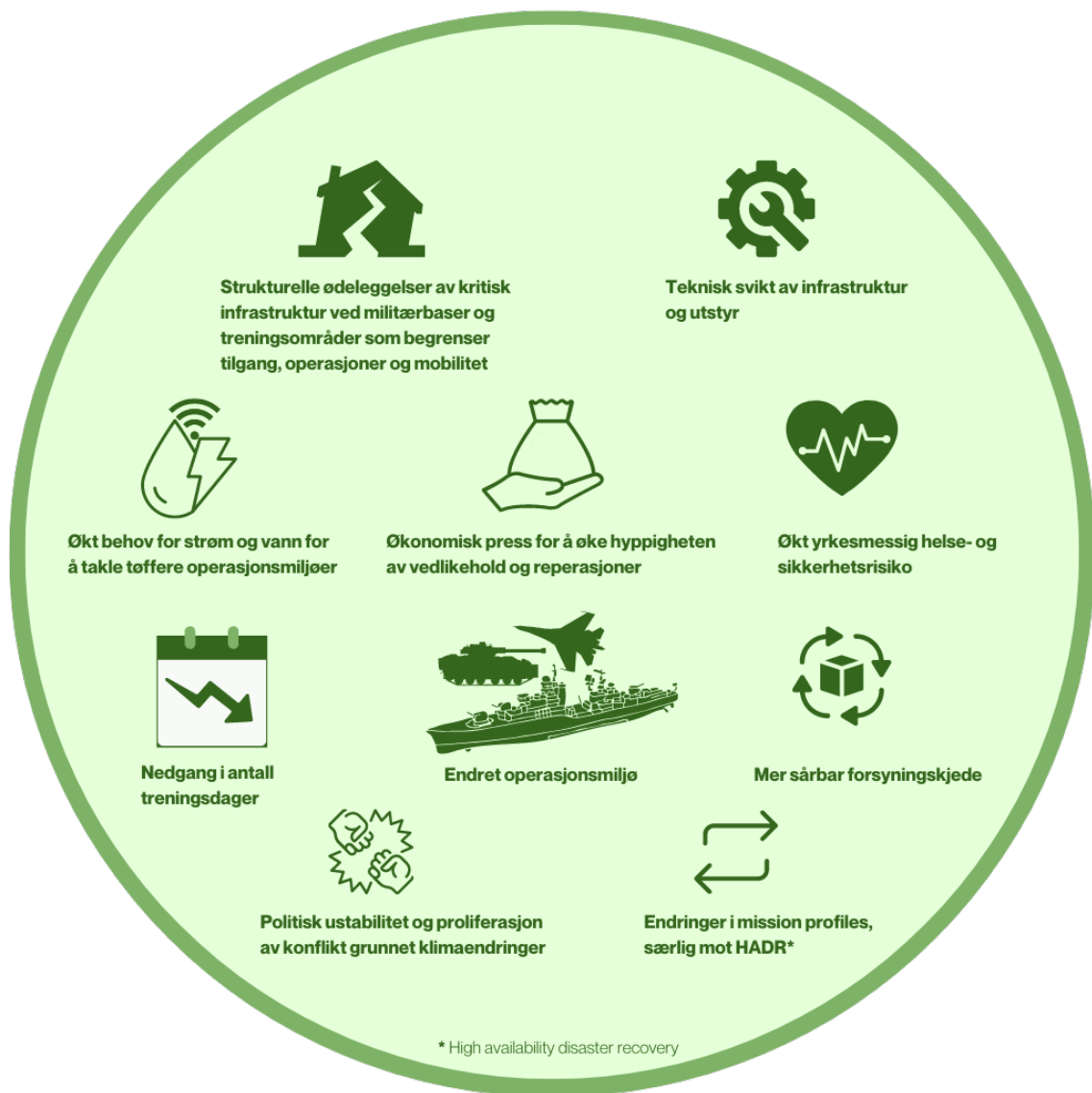
2.4 Sekundæreffekter

Klimaendringene vil ha vidtrekkende innvirkning på mange elementer og sektorer i Norge og rundt om i verden, inkludert menneskelige aktiviteter, politikk og økonomi (Aamaas et al., 2018). Skiftende og uregelmessige værmønstre kan for eksempel ha innvirkning på verdens matforsyning og matsikkerhet (Norsk Polarinstitut, 2018). Klimaendringer i andre nasjoner kan få konsekvenser for flere sektorer i det norske samfunnet. Norges økonomi er åpen, med høy

grad av eksport og import av varer og innsatsfaktorer til lokal industri, særlig landbruk og fiskeoppdrett. Det betyr at Norge i global sammenheng er et av de landene som er mest sårbare for å bli påvirket av klimaendringer i andre land. Eksempelvis vil nedgang i råvareproduksjon i andre land kunne påvirke Norges sekundærnæringer. Flere studier tyder på at de klimabestemte produksjonsforholdene for jordbruk, skogbruk, fiskeri og oppdrett i Norge mest sannsynlig vil forverres over tid, og at faren for naturkatastrofer som kan påvirke sektorene vil øke dramatisk dersom det ikke iverksettes tilpasningstiltak (Aamaas et al., 2018). Aamaas et al. (2018) påpeker at en temperaturendring på opptil 2,5 °C i Norge i tidsperioden 2031–2060 kan føre til moderate sosioøkonomiske konsekvenser, men en fortsettelse av denne trenden mot en økning på 4,5 °C i 2100 kan gi dramatiske konsekvenser.

Økt temperatur og nedgang i utbredelsen av havis medfører økt ressurstilgjengelighet og aktivitet i den arktiske regionen. Arktis har store forekomster av naturressurser offshore, hovedsakelig mineraler (Hodgson et al., 2014) og olje (Gautier et al., 2009). Fram til nå har mesteparten av disse ressursene ikke blitt utnyttet. Årsaken til dette er hovedsakelig de høye kostnadene og teknologiske utfordringene forbundet med utvinning i den arktiske regionen (Gulas et al., 2017). Analyser indikerer at utvinning av naturressurser vil bli kosteffektivt i noen områder i Arktis, men de fleste områder forblir for utfordrende selv i de kommende tiårene (Harsem et al., 2015; Petrick et al., 2017). Videre vil høyere havtemperaturer og tilbaketrekkende havis gjøre regionen beboelig for et større mangfold av fiskearter og medføre økt biologisk produktivitet i arktiske havområder (Haug et al., 2017; Ingvaldsen et al., 2021). Følgelig vil kommersiell utnyttning av disse ressursene øke, noe som kan føre til forurensing og overhøsting, og dermed utgjøre en betydelig trussel for sårbare marine økosystemer i Arktis (Bennett et al., 2015; Ingvaldsen et al., 2021). Det er forventet at ferdsel av transportskip, cruiseskip og forskningsfartøy både til og gjennom Arktis vil øke i takt med at regionen blir mer tilgjengelig. Shipping mellom havner i Stillehavet og i Atlanterhavet som går gjennom allerede tilgjengelige ruter i Arktis er svært kosteffektive sammenliknet med sørlige ruter (Bergstrøm, 2018). Installering av nødvendig infrastruktur for utnyttelse av disse ressursene, og vedlikehold av eksisterende infrastruktur, forventes å bli dyrere i takt med at permafrosten tiner (AMAP, 2017). I tillegg kan kystnær infrastruktur bli utilgjengelig med økende havnivåer, som vil føre til ytterligere kostnader (Radosavljevic et al., 2016).

Det er forventet at økt menneskelig aktivitet vil medføre større behov for beredskap i nordområdene og føre til store belastninger på de arktiske kyststatenes søke- og redningskapabiliteter og oljesølbereidskap (Afenyo et al., 2020). Utviklingen fører dermed til en større belastning for Forsvaret og Kystvakten, som utgjør en del av den nasjonale beredskapen. Det er også forventet at Forsvarets operative miljø vil bli påvirket på en rekke områder av de kommende klimaendringene (se Figur 2.3). Eksempelvis vil kraftigere nedbør, flere skred og regnflommer kunne påvirke Forsvarets landoperasjoner, beredskap og øvelser. Det er essensielt at nødvendige ressurser og personell kan fraktes raskt og trygt, noe som vil kunne forhindre av ekstremvær og naturkatastrofer. Lange perioder med hetebølge slik som Norge og resten av det nordlige Europa opplevde i 2018, vil øke risikoen for skogbrann og begrense mulighet for skytetrening i terrenget (World Weather Attribution, 2018).



Figur 2.3 *Illustrasjon av klimaendringenes potensielle påvirkning på militær infrastruktur og utstyr, i tillegg til mulige indirekte implikasjoner for operasjoner, mission profiles, militær forsyningskjede og de alliertes sikkerhetsmiljø både i Euro-atlantiske områder og i et større perspektiv. Modifisert fra (NATO, 2022b).*

2.5 Det grønne skiftet – tiltak og tilpasninger i samfunnet

Klimaendringer og medfølgende utfordringer er globale, men utslipp skjer gjennom handlinger og prosesser lokalt. Norge forpliktet seg til Parisavtalen og Helsingfors-deklarasjonen og skal dermed redusere utslipp av klimagasser med minst 50 % og opp mot 55 % innen 2030 sammenlignet med utslipp i 1990. Dette er et avgjørende steg på veien mot at Norge skal bli et lavutslippssamfunn i 2050 med 90–95 % reduksjon i egne klimagassutslipp (Klima- og

miljødepartementet, 2021). Utslippsreduksjonen er en forutsetning for å oppfylle Parisavtalen, EUs mål og FNs bærekraftsmål nr. 13 – stoppe klimaendringene. Det kreves store endringer i samfunnet for å nå målene som er satt. Norge har brukt 30 år på å redusere landets utslipp med i underkant av 5 %, og nå har vi mindre enn 10 år på å halvere utslippene. Det grønne skiftet er derfor en enorm utfordring der det fortsatt er en del usikkerheter, inkludert hvordan man skal balansere kost-effektivitet med hva som er politisk, sosialt og miljømessig akseptabelt. Måten vi gjennomfører klimatiltakene på vil påvirke de fleste samfunnsområdene, inkludert forsvarssektoren som må ta hensyn til denne utviklingen i sin planlegging.

Noen av tiltakene Norge har innført er å øke CO₂-avgiften og redusere avgifter knyttet til klimavennlige alternativer, for eksempel på bruk og kjøp av elbiler og innen resirkulering. I klimaplanen for 2021–2030 fastslås det også at det kreves en elektrifisering av samfunnet for å nå klimamålene (Klima- og miljødepartementet, 2021). Denne elektrifiseringen må blant annet skje i transportsektoren, industri og innen olje- og gassproduksjon. Utslippene i transportsektoren skal halveres i Nasjonal transportplan for 2022–2033. For å nå dette målet er flere krav innført. Eksempelvis er det innført krav om at alle nye personbiler og lette varebiler skal være nullutslippskjøretøy i 2025. Innen 2030 skal også nye tyngre varebiler, 75 % av nye langdistansebusser og 50 % av nye lastebiler være nullutslippskjøretøy (Klima- og miljødepartementet, 2021). Elektrifiseringen av bilparken i landet kan by på problemer siden gjeldende regelverk for Forsvaret spesifiserer at de kun kan rekvirere bensin- og dieselskjøretøy (Forsvarets forum, 2022). Andre nasjonale planlagte tiltak for å nå klimamålene er havvind, bærekraftig batteriutvikling og -produksjon, grønn hydrogen (H₂), CCS (karbonfangst- og lagring) og bioenergi (Miljødirektoratet, 2022b). Disse endringene er positive for å nå klimamålene, men kan påvirke forsvarsevnen i negativ retning dersom de ikke hensynstas i forsvarsplanleggingen. Dette gjelder spesielt forhold som angår energiforsyning til sektoren.

3 Klimaendringenes påvirkning på det militære operasjonsmiljøet i nordområdene

3.1 Globale sikkerhetsutfordringer

En rekke drivere påvirker den globale sikkerhetssituasjonen. Flere, herunder FFI, har studert disse driverne. I FFI-rapport «*Samfunnsutvikling fram mot 2030 – utfordringer for politiet, PST og påtalemyndigheten*» gir Sellevåg et al. (2021) en oppdatert omverdensanalyse basert på rapporter av Beadle et al. (2019) og Sellevåg et al. (2020). Omverdensanalysen tar utgangspunkt i et rammeverk hvor politiske, sosiale, økonomiske, teknologiske og klima- og miljømessige faktorer er studert. Svært kort oppsummert viser de tre refererte rapportene til følgende:

Politiske forhold – fortsatt stormaktrivalisering. Krigen mellom Russland og Ukraina, samt økt spenning mellom Kina og USA, har etter at de refererte rapporten ble utgitt medført betydelig økt rivalisering.

Sosiale forhold – økt befolkningspress. Beadle et al. (2019) viser til demografiske endringer med økt befolkningspress i fattige deler av verden, særlig Afrika og deler av Asia. Verdens migrasjon både internt i land og regioner og mellom regioner har økt de siste tiårene. For Norges del har dette blitt tydelig blant annet gjennom innvandringsstoppen i 2015, hvor man for eksempel hadde stor innvandring over Storskog i Finnmark.

Økonomiske forhold – press i global økonomi og postpandemisk fattigdom. Fram til covid-19-pandemien inntraff var det ventet fortsatt vekst i verdensøkonomien fram mot 2030. Veksten var forventet å avta gradvis og med betydelig skjevhet mot Kina, India og andre framvoksende økonomier (Beadle et al., 2019; Sellevåg et al., 2020). Covid-19-pandemien har ført til en global økonomisk nedtur som savner sidestykke i tiden etter andre verdenskrig, noe som også har gitt en betydelig fattigdomsutvikling. Krigen mellom Russland og Ukraina med påfølgende sanksjoner, energi- og matkrise forsterker ytterligere disse forholdene.

Teknologiske forhold – høy teknologisk endring. Sellevåg et al. (2021) oppsummerer den raske teknologiutviklingen i følgende tre punkter: i) større spredning av avansert teknologi til nye aktører, både statlige og ikke-statlige, ii) fortsatt digital transformasjon og videreutvikling smartsamfunnet, og iii) omfanget av person- og befolkningsdata vil bli større som et resultat av den digitale transformasjonen. Dette vil føre til at utnyttelse av slike data får større økonomisk verdi. Samtidig vil det bli sterkere fokus på personvern.

3.1.1 Klimaendringene – en trusselmultiplikator

Klimaendringene vil påvirke alle de overnevnte rammefaktorene. Eksempelvis kan stormaktrivalisering få ytterligere omdreininger på grunn av ressursknapphet knyttet til overgangen til fornybare energibærere. Fattigdomsproblemer kan forsterkes gjennom klimaendringer som økt tørke, flom og naturkatastrofer. Migrasjonsbølger kan oppstå fordi dagens bebodde områder blir ubeboelige. I tillegg kan ustabiliteter og raske endringer i energisystemene medføre økt konfliktnivå på grunn av energimangel.

I likhet med en rekke land, herunder USA, Tyskland og Storbritannia, anerkjenner Nato klimaendringer som en sikkerhetstrussel, samt det faktum at klimaendringene påvirker øvrige trusselkomponenter (Huntjens & Nachbar, 2015) og dermed fungerer som en sentral trusselmultiplikator. I USAs nasjonale sikkerhetsstrategi fra oktober 2022 trekkes klimaendringer fram som den største av alle trusler som verdenssamfunnet står overfor. Klimaendringer omtales som en potensielt eksistensiell trussel og er derfor en essensiell komponent gjennom hele strategien (Department of Defense, 2022).

Et eksempel på hvordan klimaendringene kan forsterke andre trusselkomponenter er gjengitt av Botnan (2016) i FFI-rapport «*Matsikkerhet i et klimaperspektiv*». Rapporten viser til den omfattende britiske studien «*UK's Global Food Security programme*» som peker på at

framtidens avlingskriser vil opptre hyppigere i perioden fram mot 2040 enn i perioden 1951–2010. En 200-årskrise vil snart være en 30-årskrise. Hveteavlingene i Russland og maisavlingene i USA og Kina synes å være spesielt sårbare. Risavlingene i Kina og India virker mer robuste.

Om krigen i Syria skriver Botnan (2016):

«Det vakte derfor stor oppmerksomhet da den vitenskapelige artikkelen “Climate change in the Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought” ble publisert ... Studien bak artikkelen konkluderer med at tørken i perioden 2007–2010 bidro til å utløse konflikten i Syria. En mer alvorlig tørke har ikke blitt registrert i The Fertile Crescent ... Tørken hadde sine naturlige årsaker, men ble forsterket av at et ikke-bærekraftig jordbruk hadde utarmet Syrias grunnvannsressurser.»

Syriaeksempelet illustrerer til fulle hvordan ekstreme klimakonsekvenser som økt tørke kan være en trusselmultiplikator.

I Natos «*Climate Change and Security Impact Assessment*» gis et tydelig bilde på hvordan alliansen forholder seg til klimaendringene og de sikkerhetsutfordringer som følger av klimaendringene:

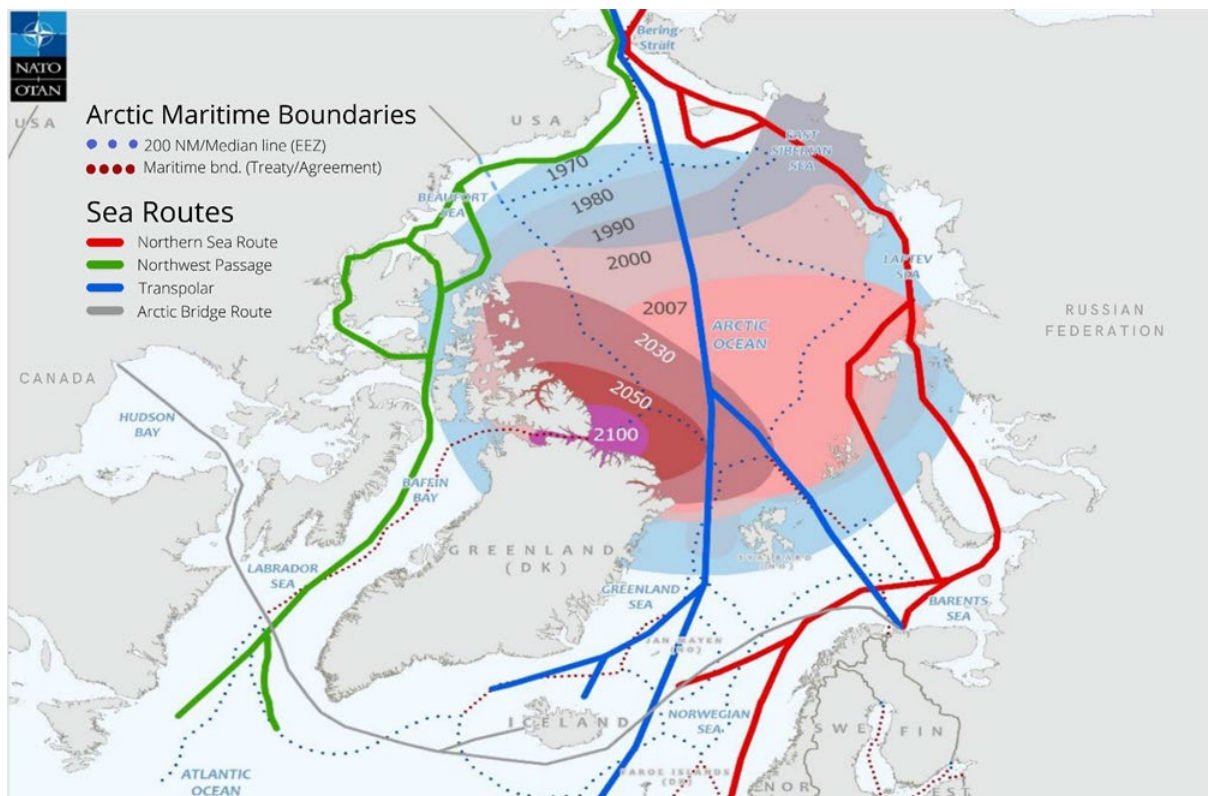
«Climate change makes military operations and missions in various regions more expensive and more technically challenging. This cuts across the traditional operating domains of maritime, land, air and space with cascading effects on the readiness and sustainability of Nato forces and capabilities, therefore on the Alliance’s deterrence and defence posture as a whole.»

For å møte disse utfordringene har Nato blant annet etablert «Centre of Excellence for Climate and Security» ledet av Canada, og startet betydelige aktiviteter under Nato Science and Technology Organisation (STO) for å finne gode tiltak på tvers av alliansen. Nordområdene er et av de områdene hvor det forventes store endringer og som derfor er med i STOs foreslåtte aktivitetsplan for de kommende år (NATO, 2022a).

3.2 Klimaendringene – nye utfordringer for Forsvaret

3.2.1 Økt aktivitet i nordområdene

Klimaendringene som forventes i nordområdene de neste 10–20 årene kan potensielt ha store følger for aktivitetsnivået i regionen som Figur 3.1 illustrerer.



Figur 3.1 *Illustrasjon av hvordan redusert havismengde i Arktis grunnet klimaendringer vil åpne for nye shippingruter og økt aktivitet i form av transport, fiske og olje-gass utvinning i og i nær tilknytning til Norges økonomiske sone og omkring Svalbard. Figuren er modifisert fra (The Arctic Institute, 2016).*

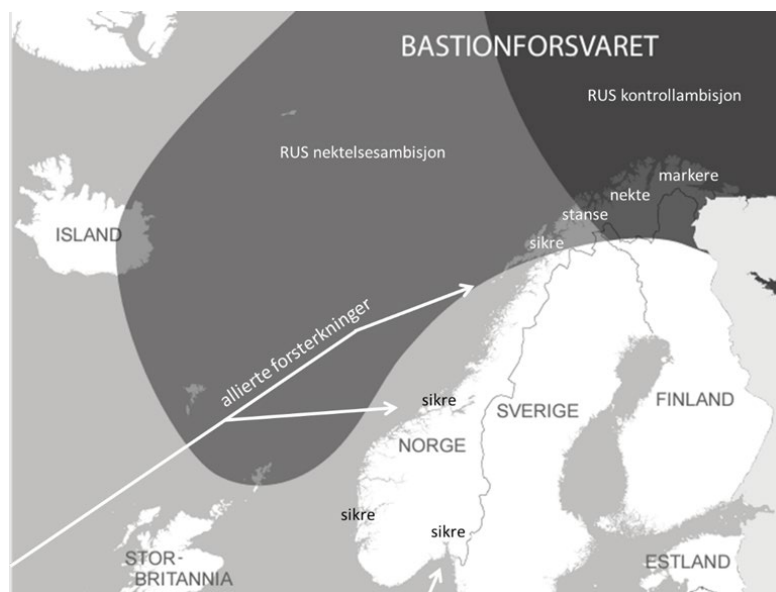
I dag er den globale transporten i Nordishavet relativt liten. Nordøstpassasjen (markert i rødt i Figur 3.1) er allerede isfri i deler av året og de transpolare seilingsrutene i internasjonalt farvann over Nordishavet kan forventes å bli isfrie i deler av året innen 10–20 år og da benyttes som reelle transportruter. Eksempelvis omtaler Beadle et al. (2019) Arktis som en del av Kinas planer om en ny «silkevei», hovedsakelig gjennom utbygging av infrastruktur mellom Asia og Europa og utnyttelse av transport gjennom nordøstpassasjen og/eller over Nordishavet.

Nordområdene har store fiskeressurser som er i konstant vandring mellom gyteplasser og oppvekstområder. Klimaendringene, med blant annet endret havtemperatur, havforsuring, forflytting av iskanten og endret mattilgang i store havområder, kan føre til at fiskestammers vandringsmønstre endres, at oppvekstmiljø forverres og at gyteplasser forlates (Ingvaldsen et al., 2021; Stiansen et al., 2022).

En hypotese som har blitt diskutert lenge er muligheten for at Arktis kan bli en viktigere region for utvinning av olje og gass, noe Alaskas auksjon av arktiske områder for olje- og gassutvinning og Norges utlysning av flere oljeblokker i 2022 kan bidra til (Magill, 2022; Solsvik, 2022). I 2019 stod den arktiske regionen for 2,6 % av verdens oljeproduksjon og 16 %

av gassproduksjonen. Det er estimert at omtrent 30 % av verdens uoppdagede oljeressurser befinner seg i Arktis (Gautier et al., 2009). Disse ressursene interesserer spesielt Russland og Kina (Østhagen & Rottem, 2020). Beadle et al. (2019) peker på at ismeltingen i Arktis vil gi enklere tilgang regionens naturressurser, noe som kan medføre at flere aktører også utenfor regionen trekker til Arktis. Det er derfor grunn til å forvente at det blir betydelig økt interesse for leting og utvinning av olje, gass og mineraler i Arktis de neste 10 – 20 årene. Eksempelvis har Kina investert tungt i isbryterskip, forskning og gruvedrift i Arktis, og dessuten definert seg selv som en «nær-arktisk» stat (Wegge, 2019). Det er også verdt å merke seg at Arktis, i likhet med resten av verden, preges av tiltagende stormaktrivalisering, herunder gjennom potensielt økt militær aktivitet. USA viste lenge begrenset interesse i Arktis, men nye sikkerhetspolitiske dokumenter fra og med 2017 har varslet opptrappet amerikansk tilstedeværelse i området, som blant annet kommer frem av USAs plan for nasjonal sikkerhet (Department of Defense, 2022; Wegge, 2019). Europeiske stater og EU ser også til Arktis, men med et større fokus på klima og miljø.

I russisk militærtenkning er tilgang til verdenshavene svært viktig, særlig for strategiske undervannsbåter (Forsvarsdepartementet, 2015). Slik tilgang har Russland først og fremst i nord fra Kola/Murmansk gjennom havområdet mellom Grønland, Island og Storbritannia (GIUK-gapet). Kontroll over havområdene i Arktis er derfor en sentral komponent i russisk militær strategi.



Figur 3.2 Illustrasjon av den russiske (RUS) bastionen og bastionsforsvarets utstrekning sammen med FFI-valgt operativt konsept for norsk handlemåte i den innledende fasen av et strategisk overfallsscenario basert på Ekspertgruppen for forsvaret av Norge (Forsvarsdepartementet, 2015; Skjelland et al., 2019).

Den russiske kontrollambisjonen vil bli betydelig utfordret dersom Nordishavet blir isfritt gjennom store deler av året. USA har uavhengig av klimaendringene økt sin militære

tilstedeværelse i Nord-Atlanteren. Det er ventet at en nedgang i isdekket i Nordishavet vil føre til tilstedeværelse av amerikanske flåtestyrker som et svar på russisk militær opprustning i regionen. Det er også verdt å merke seg at Kina trolig vil bli en viktigere aktør i tiden framover (Beadle et al., 2019). Det er derfor all grunn til å anta at klimaendringene vil forsterke stormaktrivaliseringen og den militære aktiviteten i regionen, noe som vil sette press på norske styrker, særlig sjø- og luftoperative enheter.

3.2.2 Økt press mot Svalbard og delelinjeavtalen

Økt aktivitet i nordområdene kan føre til økt interesse for næringsutnyttelse på Svalbard. Svalbardloven slår fast at Svalbard er en udelelig og uavhengelig del av Kongeriket Norge (Lovdata, 1925a). Svalbardtraktaten er åpen for tiltredelse, og per desember 2022 har 40 land undertegnet traktaten, noe som kan øke siden Tyrkias president sommeren 2022 uttrykte at Tyrkia ønsker å undertegne Svalbardtraktaten (Bye, 2022).

Svalbardloven §1 slår fast at all virksomhet på Svalbard må være i tråd med norske lover og regler (Lovdata, 1925a). Svalbardtraktaten åpner i §10 for at nye traktatspartnere kan tiltre traktaten uten at samtykke fra Norge er nødvendig (Lovdata, 1925b). Utenriksminister Huitfeldt presiserer i sitt svar til representanten Schoug (H) knyttet til eventuell tyrkisk tiltredelse til Svalbardtraktaten (17.10.2022):

«Tradisjonelt skiller ikke norsk regelverk på Svalbard mellom borgere av traktatstatene og andre stater. Norske myndigheter forventer at all aktivitet på Svalbard, uavhengig av nasjonalitet, skjer i henhold til norsk regelverk. Norge har gjennom traktaten påtatt seg en begrenset folkerettslig forpliktelse til å likebehandle borgere og selskap fra traktatlandene. Forpliktelsen gjelder innenfor visse saklige områder som er oppregnet i traktaten. I tillegg inneholder traktaten bestemmelser om begrensninger på beskatning og militær aktivitet på øygruppen. Svalbardtraktatens krav om likebehandling er ikke til hinder for at norske myndigheter kan regulere eller forby visse former for virksomhet. Ingen av likebehandlings-bestemmelsene gjelder utenfor territorialfarvannet. Svalbardtraktaten regulerer ikke forskning. Forskning skjer innenfor de rammer som norske myndigheter bestemmer.»

Russland og Norge inngikk i 2011 Delelinjeavtalen for å avklare grenseforholdet i Barentshavet og regulere fiskerisamarbeid og petroleumforekomster. Delelinjeavtalen er et resultat av at Norge og Sovjetunionen (og fra og med sent 1991 Russland) siden 1957 har forsøkt å komme til enighet om en delelinje for kontinentalsokkelen. I juli 2022 ble det klart at den russiske Dumaen skal vurdere skrotning av delelinjeavtalen (NTB, 2022). Seniorforsker Julie Wilhelmsen ved NUPI anser trusselen for å være alvorlig, gitt Russlands handlingsmønster gjennom en rekke år. Ifølge Wilhelmsen ser Russland nå i større grad på Norge som en del av det fiendtlige Vesten, spesielt etter innføringen av en rekke sanksjoner som følge av Russlands invasjon av Ukraina (Løf, 2022). I tillegg anklaget Russland Norge for å bygge opp sin militære tilstedeværelse på Svalbard i oktober 2022. De russiske signalene er konsistente og kan tolkes som økt russisk press mot Norge knyttet til Svalbard og Delelinjeavtalen.

3.2.3 Landoperative problemstillinger

Klimaendringene vil med stor sannsynlighet påvirke norsk landterritorium gjennom endret havnivå, endret bæreevne grunnet fravær av tele i bakken, tinende permafrost og kortere vintre. Eksempelvis peker FFI på at stigende havnivå og hyppigere uvær kan få konsekvenser for kystnære baser og fasiliteter (Arnfinnsson & Kirkhorn, 2021).

Vinterøvelser er svært viktige, ikke bare fordi øving og trening under de mest ekstreme forhold er nødvendig, men fordi trening på frossen mark gir relativt liten påvirkning på natur og miljø. Utnyttelse av store frosne arealer muliggjør samtrening i større forband, herunder med allierte. Pågående klimaendringer vil kunne endre dette dramatisk. Konflikten mellom trenings- og øvingsbehovet til Forsvaret og påvirkningen på natur og kulturlandskap vil kunne bli større. Dette kan både medføre betydelig innskrenkede fysiske øvingsmuligheter, men også større protester fra opinionen, samt økende erstatningskrav fra land- og skogbruk. Disse forholdene kan bety at fremtidig trening og øving må endres, herunder ved betydelig økt bruk av simulator i treningsøyemed. Endret bakkestabilitet i sentrale operasjonsområder kan på lang sikt også bety at Forsvaret må gjennomgå sine landoperative konsepter på nytt fordi tunge plattformer i mindre grad kan benyttes i operasjoner hvor høy terrengmobilitet er nødvendig.

I lys av Ukrainakrigen pågår det for tiden en militærfaglig diskusjon rundt hva som er et egnet operasjonskonsept for forsvaret av Nord-Norge, spesielt med tanke på operasjoner i Finnmark. Diskusjonen dreier seg konkret om to ulike operasjonskonsepter, der det ene er basert på et strategisk ambisjonsnivå om å beholde territoriell kontroll over betydelige deler av Finnmark med mekaniserte bakkestyrker. Det andre er basert på ambisjonsnivået nektelse, det vil si evne til å påføre angriperen tap i det samme området, i første rekke ved hjelp av avstandsleverte og autonome våpen. Denne rapporten skal ikke veie konseptene opp mot hverandre ut fra en militærfaglig effektvurdering. I FFI-rapport «*Hvordan styrke forsvaret av Norge? – Et innspill til ny langtidsplan (2021–2024)*» (Skjelland et al., 2019) er forskjellen på de to konseptene belyst med tanke på sikkerhetspolitiske, operative, teknologiske, økonomiske og andre forutsetninger. Konseptene har i tillegg til vurderingene hos Skjelland et. al (2019) også ulike miljø- og klimakonsekvenser. Vedlegg 1 gir en betraktning av de klima- og miljømessige forskjellene i de to landoperative konseptene.

3.2.4 Luftoperative problemstillinger

Økt militæraktivitet i nordområdene vil øke behovet for overvåkning av store havområder. Satellittbårne sensorer vil kunne bidra sterkt til å øke overvåkningsevnen, redusere klima- og miljøavtrykk ved overvåkning og – ikke minst – gi sensorinformasjon i situasjoner hvor ekstremvær vil føre til at luft- og sjøbårne sensorer ikke fungerer. Dette til tross, må det tas høyde for at større aktivitet i nordområdene også kan medføre behov for økt bruk av luftbårne sensorer (fly og droner). For å styrke overvåkningskapasiteten de neste tiårene har Norge anskaffet fem stykk maritime patruljefly av typen Poseidon P-8 bygget med utgangspunkt i Boeing 737-80. I tillegg deltar Norge i Natos Airborne Warning and Control System (AWACS) for søk, deteksjon, identifikasjon og elektronisk følgning av fiendtlig luftaktivitet. AWACS-

flyene er avanserte langdistanse radar- og kommandoplattformer og inngår i Natos system for Airborne Early Warning. De har hovedkvarter på den tyske flybasen Geilenkirchen, og har en av sine faste framskutte operasjonsbaser ved Ørland flystasjon.

Økt militæraktivitet i nordområdene kan medføre større behov for operativ bruk av kampfly (F-35) for å sikre norsk luftterritorium. Utdanning og trening i fredstid bør derimot i økt grad skje ved hjelp av simulatorsystemer. Simulatorsystemer vil i nær fremtid kunne utnyttes mer effektivt ved felles operative øvelser og dermed bidra til at realistiske øvelser kan gjennomføres med svært lavt klima- og miljøavtrykk.

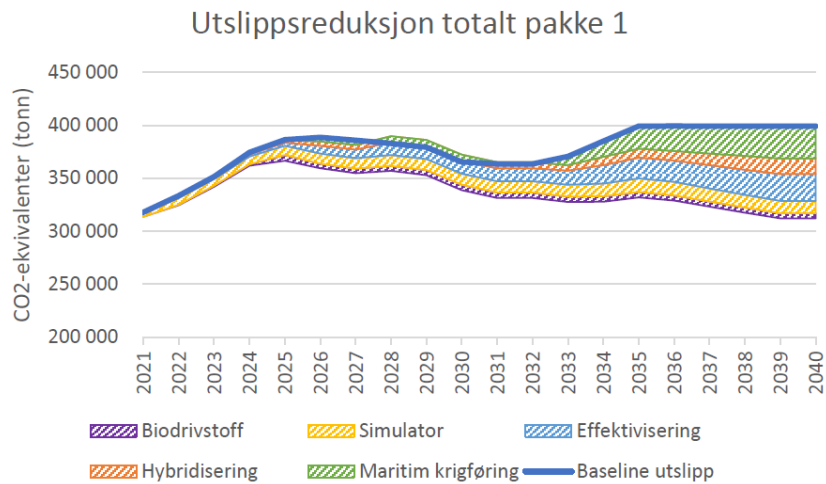
En utfordring for både nasjonale og allierte luftoperasjoner fra norsk territorium vil være tilgang til sikre baser og rullebanesystemer som muliggjør operasjoner også under ekstreme værforhold. En viktig forutsetning er i så måte tilgang på åpne operative rullebaner, drivstoff og øvrig innsatsmateriell. Klimaendringenes effekt vil hovedsakelig knyttes til to faktorer i) behov for økt innsats fordi den militære aktiviteten i nordområdene trappes opp, og ii) at det må forventes at ekstremvær vil inntreffe hyppigere.

Det er verdt å merke seg at Luftforsvarets plattformer står for en betydelig andel av Forsvarets totale klimagassutslipp, i 2021 var andelen 37 % (Arnfinnsson & Kirkhorn, 2021). Nye operasjonsmønster, økt bruk av satellittbårne sensorer samt utdanning, trening og øving i simulatorer er vesentlige momenter for å redusere Luftforsvarets klimaavtrykk.

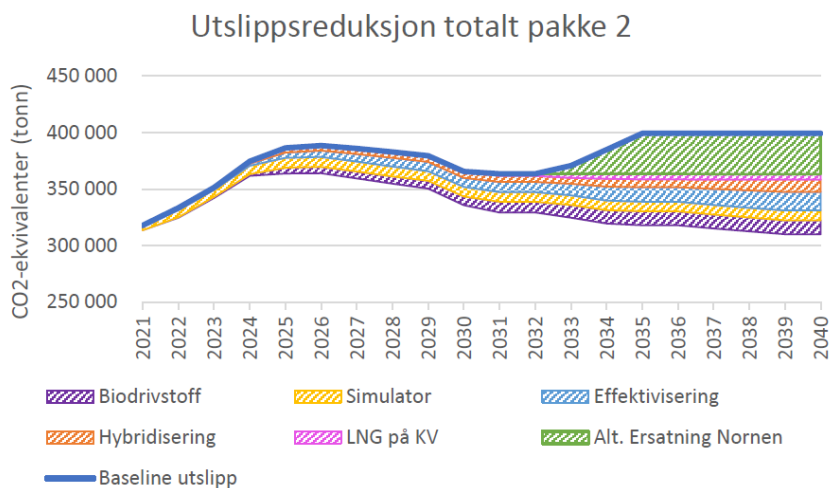
3.2.5 Sjøoperative problemstillinger

USA viser økt interesse for Arktis og trapper opp sitt militære nærvær i Nord-Atlanteren. Det kan ikke utelukkes at større militær rivalisering mellom Nato, Russland og eventuelt Kina vil medføre at Nato generelt og USA spesielt vil legge betydelig press på at Norge øker sjømilitære tilstedeværelse i nord. Fartøyer som skal operere i Nordishavet må i all overskuelig framtid, til tross for forventede klimaendringer, kunne operere i is og under ekstreme værforhold, herunder ising. Kystvakten har høsten 2022 fått levert det første fartøyet Jan Mayen-klasse. Disse fartøyene er bygget for operasjoner jevn is på 1 meters tykkelse og inntil 4 m tykk oppstykket is. Det er til sammen bestilt tre fartøy av Jan Mayen-klassen. I tillegg har Kystvakten ett isgående fartøy, KV Svalbard, operativt fra desember 2001. Hvorvidt eventuelle nye fregatter eller andre havgående marine fartøyer skal kunne operere under slike isforhold må vurderes grundig i forkant av anskaffelse av nye fartøysklasser.

Nettopp fordi Sjøforsvarets fartøy representerer en vesentlig del av forsvarssektorens samlede CO₂ utslipp har Arnfinnsson og Kirkhorn (2021) vurdert en rekke tiltak for hvordan Sjøforsvaret kan redusere sitt klimaavtrykk, innen realistiske kostnadsrammer og uten å svekke forsvarsevnen. Tiltakene er samlet i alternative tiltakspakker som er vurdert opp mot en forventet baseline. Det vises til rapporten for en fullverdig gjennomgang av tiltakene. Oppsummert viser figurene 3.3 og 3.4 potensialet som er knyttet til de to tiltakspakkene.



Figur 3.3 Mulig utslippsreduksjon ved operasjoner i Sjøforsvaret dersom biodrivstoff, utstrakt bruk av simulatortrening, hybridisering, effektivisering og nytt konsept for maritim krigføring innføres. Det forutsetter samme aktivitetsnivå som i dag (Arnfinnsson & Kirkhorn, 2021).



Figur 3.4 Mulig utslippsreduksjon ved operasjoner i Sjøforsvaret dersom biodrivstoff, utstrakt bruk av simulatortrening, hybridisering og effektivisering innføres. Samt at flytende naturgass (LNG) innføres på kystvakten (KV), og at Nornen-klassen KV fartøy erstattes med nye klimaeffektive fartøyer. Det forutsetter samme aktivitetsnivå som i dag (Arnfinnsson & Kirkhorn, 2021).

3.2.6 Totalforsvaret

Totalforsvarskonseptet omfatter gjensidig støtte og samarbeid mellom Forsvaret og det sivile samfunn i forbindelse med forebygging, beredskapsplanlegging, krisehåndtering og konsekvenshåndtering i hele krisespekteret fra fred via sikkerhetspolitisk krise til væpnet konflikt (Forsvarsdepartementet & Justis- og beredskapsdepartementet, 2018). Pågående klimaendringer vil medføre større og hyppigere naturgitte hendelser som flom, tørke og skred (Aamaas et al., 2018). Slike hendelser kan i ytterste konsekvens også utnyttes av fremmede stater og ikke-statlige aktører til negativt å påvirke vår nasjonale sikkerhet. Forsvaret kan ved slike hendelser måtte bistå sivilsamfunnet med sikring av befolkning og verdier. Et viktig spørsmål knyttet til forsvarspolitikken er i hvor stor grad Forsvaret skal planlegge og utvikle kapabiliteter og kapasitet for å understøtte Sivilforsvaret i denne typen hendelser. Slike spørsmål bør adresseres ved utvikling av forsvarspolitikken i nært samarbeid med andre politikkområder og på tvers av berørte sektorer.

Totalforsvarets evne til å understøtte Forsvaret gjennom tilførsel av energi og transportmidler, og bistand med vedlikehold og personell må forventes å endres i takt med innføringen av klimatiltak og -tilpasninger. Energisystemet er i stor endring og transportsystemene vil forandres ved innføring av fossilfrie energiløsninger. Et eksempel er hvordan elektriske busser og ferjer vil ha en annen rekkevidde og behov for ladning, en problematikk som må inkluderes i evakueringsplaner ved krise og krig. Videre er det viktig å anerkjenne at leveransesikkerhet av varer og gods kan bli påvirket ved strømkriser. Et særlig viktig forhold i totalforsvarssammenheng er at nesten all kommunikasjon i samfunnet vil være nettbasert og kreve tilgang til strøm. Totalen av dette kan medføre endring i leveransesikkerhet med dertil økt behov for at Forsvaret etablerer egne beredskapstiltak.

Klimaendringer og -tiltak vil i stor grad ha innflytelse på totalforsvaret og dermed også hvordan Forsvaret vil kunne utføre sine oppgaver (St. Prop. 14 S (2020-2021), 2020). I langtidsplanen for Forsvaret anerkjennes det at klimaendringene vil ha betydning for sikkerhets- og forsvarspolitikken og påvirke beskyttelsesevnen (St. Prop. 14 S (2020-2021), 2020). Det beskrives at forsvarssektoren vil ha en planmessig tilnærming til klima- og miljøtiltak og vil bidra til oppfyllelse av FNs bærekraftsmål. Derimot beskrives det ikke hvordan dette skal gjennomføres eller hvordan klimaendringene, og ikke minst tiltakene, kommer til å påvirke samfunnets motstandskraft og totalforsvaret i nær framtid.

Det er også essensielt at Forsvaret klarer å gjennomføre de forventede utslippskuttene og tilpasser seg klimaendringene. På denne måten kan forsvarssektoren unngå å få et negativt omdømme som en ikke-bærekraftig sektor med lav endringsvilje og lite bruk av ny teknologi. Hvorvidt et slikt tap av omdømme er et resultat av liten endringsvilje i Forsvaret eller problemer med å innføre klimavennlige løsninger uten betydelig reduksjon i kapabiliteter er av liten viktighet i denne sammenheng. Et svekket omdømme kan også føre til problemer med rekruttering, hvilket igjen kan redusere Forsvarets kapasitet.

3.2.7 Forsvarets faste bistand til sivile myndigheter

Forsvaret har tre sentrale, sivile bistandsoppdrag:

Redningshelikoptertjenesten – i august 2018 opprettet Luftforsvaret en egen avdeling på linje med Luftforsvarets luftvinger for redningshelikoptertjenesten (RHT). RHT har redningshelikoptre på beredskap for umiddelbar utrykning på fem baser: Sola, Banak, Bodø, Ørland, Rygge og fra 2023 en sjette i Florø. RHT er finansiert av Justis- og beredskapsdepartementet som også eier helikoptrene og står for den løpende disponeringen av dem gjennom Hovedredningssentralen. Med høyere aktivitet i nordområdene knyttet til transport, ressursutnyttelse og antagelig økt turisme grunnet nedgang i havis må det forventes flere ulykker og dermed større press på Luftforsvarets redningshelikoptertjeneste.

Kystvakt – på flere områder er Kystvakten gitt politimyndighet for å kunne håndheve lovgivningen på sjøen. Med større aktivitet i norsk territorialfarvann vil kystvakten med stor sannsynlighet få flere oppdrag og dermed større press på tilgjengelige ressurser.

Garnisonen i Sør Varanger (GSV) – bistår politimesteren i Finnmark med overvåkning av grensen mellom Norge og Russland, og har i den forbindelse begrenset politimyndighet. Migrantrbølgen ved Storskog 2015 hvor over 5000 flyktninger tok seg over grensen, og presset Politiets, Finnmarks og Utlendingsdirektoratets kapasitet til bristepunktet (Abelsen & Flyum, 2021) viser hvordan økt migrasjon setter press på grensekontrollen mellom Norge og Russland.

3.2.8 Alliert samarbeid

Alliert bistand og våre forpliktelser i Nato er en vesentlig del av Norges forsvarskonsept. Omstilling av Forsvaret må derfor skje i tett samarbeid med allierte. I overgangen til nye systemer, er det en forutsetning at endringer kan gjennomføres uten redusert forsvarsevne i overgangsperioden. Det er all grunn til å anta at Russland og andre potensielle motstandere ikke vektlegger overgang til bærekraftige løsninger i samme grad som oss. På lang sikt kan dette gi Forsvaret en betydelig fordel fordi våre styrker dermed har høyere robusthet overfor klimarelaterte konsekvenser enn motstanderen. På kort sikt, og i overgangsfasen, kan Forsvaret derimot stå i fare for redusert operative evne fordi kritiske ressurser benyttes i omstilling for å kunne møte fremtidige klimakonsekvenser. Dette er et dilemma som bør adresseres av Forsvarskommisjonen.

I arbeidet med nye allierte forsvarssystemer er det viktig å ta hensyn til at Nato-land i andre deler av verden sannsynligvis vil påvirkes sterkere av klimaendringene enn Norge. Havnivåstigning, flom og tørke vil eksempelvis påvirke sentrale Nato baser i mer utsatte områder i større grad enn norske baser. Det er viktig å være klar over at dette kan påvirke Natos bistand dersom det oppstår en artikkel 5 situasjon i Norge. Videre er det viktig å ta hensyn til at Forsvarets styrker ved bistandsoppdrag i andre regioner må være forberedt på å møte enda tøffere klima- og værrelaterte utfordringer enn i dag.

Nato (2022b) legger vekt på at klimaendringer fører til at militære operasjoner og oppdrag i ulike områder blir dyrere og mer teknisk krevende enn i dag. Noen av de momentene Nato trekker fram og som vil påvirke eventuelle militære bistandsoperasjoner negativt er at:

- Økt havnivå og stormflo kan føre til strukturelle skader på havner og militærbaser, særlig ved kystnære områder. Dette kan medføre begrenset tilgang i lengre tidsperioder.
- Flom og erosjon av kystlinjen vil påvirke marinen og kystvaktens operasjoner negativt ved å føre til forsinkelser grunnet reparasjoner og vedlikehold av havner.
- Flom og ekstremnedbør vil påvirke landoperasjoner ved å ødelegge transportnettverk og dermed forhindrer muligheten til å frakte varer, medisinsk utstyr og personell trygt og raskt.
- Oppskyting av satellitter og missiler kan påvirkes. Oppskytning foregår ofte i utsatte kyststrøk, i tillegg kan endringer i vindmønstre i nedre og øvre del av atmosfæren påvirke oppskytingsbanene.
- Variasjoner grunnet klimaendringer kan påvirke luftoperasjoner, siden luftfartøy er direkte avhengig av temperatur, lufttrykk, nedbør og vindmønstre.
- Klimaendringene, som for eksempel flom, erosjon og tining av permafrost, kan føre til at allierte baser er ute av funksjon i enkelte tidsperioder, og dermed ikke kan støtte allierte operasjoner.

4 Elektrifisering av samfunnet – behov for forsvarstilpasninger

Selv om Norge ligger langt framme med tanke på elektrifisering, andelen av fornybare energikilder i energimiksen og klimavennlige transportmidler, bruker vi omtrent 50 % mer energi og slipper ut 20 % mer klimagasser per innbygger enn gjennomsnittet i EU (Wråke et al., 2021). Derfor er Norge nødt til å jobbe videre mot en fullstendig elektrifisering av samfunnet og investere i utbygging av grønn energiproduksjon.

Gjennom Helsingfors-deklarasjonen har Norge forpliktet seg til å samarbeide med de andre nordiske landene for å nå klimamålsetningene. Det er avgjørende at man får til er en full overgang til, og fornuftig bruk av, fornybare energibærere i Norden for at klimamålene skal nås. Energisystemene må koordineres slik at de samhandler på tvers av landegrensene, noe som krever et transnasjonalt samarbeid langt utover et fellesnordisk kraftmarked slik som Nord Pool.

Framtidens energisamfunn med variable, fornybare energikilder vil kreve et full-digitalt og automatisert energisystem.

Frekvensen av uønskede hendelser vil kunne øke betydelig på grunn av den økte kompleksiteten som følger av variable energikilder, økt ekstremvær, automatisering, transnasjonale avhengigheter, økt potensial for cyberhendelser og kaskadefeil. Det gir større sårbarhet, utfordringer med pålitelighet og motstandsdyktighet i systemet og mulighet for hyppigere, langvarige strømbrudd over større områder i Norden. Disse utfordringene vil ha direkte, fysisk påvirkning på samfunnet, siden de kan føre til bortfall av kritiske funksjoner slik som vannforsyning, helsetjenester, elektronisk kommunikasjon og betalingstjenester. Bortfall av slike funksjoner har store innvirkninger på samfunnssikkerhet, energisikkerhet og cybersikkerhet på et transnasjonalt nivå, og vil medføre gjensidig avhengighet mellom oss og våre nordiske naboer.

4.1 Elektrifisering og Forsvaret

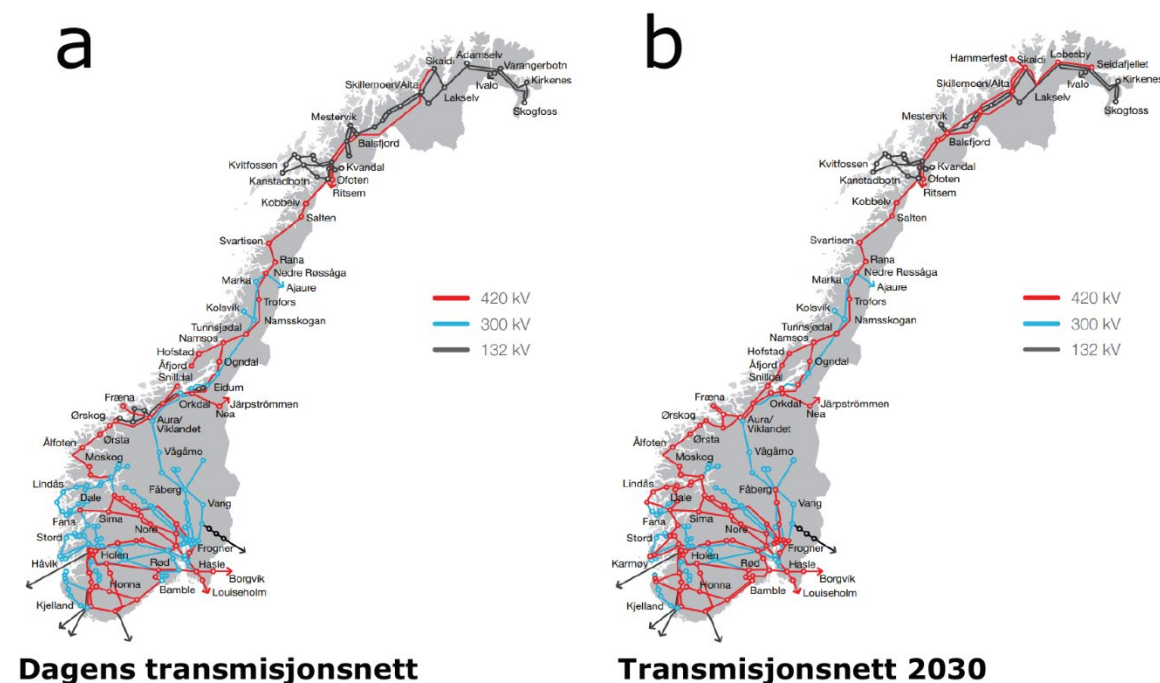
Den økte sårbarheten og utfordringene med pålitelighet og resiliens i energisystemet kan medføre endringer i leveransesikkerheten for Forsvaret. I en slik situasjon vil sviktende elektrisitetsforsyning være et primært problem som også føre til sekundære effekter for ulike nødstrømløsninger, transportmidler, leveranser og sivil bistand med vedlikehold og personell. En ytterligere kompliserende faktor er at et digitalt samfunn fort kan stoppe opp uten elektroniske kommunikasjonstjenester. Forsvarets avhengighet av sivil understøttelse vil kunne medføre økt sårbarhet og redusert operasjonsevne.

Endringer i leveransesikkerhet vil medføre økt behov for at Forsvaret etablerer egne beredskapstiltak, og tar høyde for utfordringer knyttet til eget utslipp på kort og lang sikt. Det kan være behov for at slike sikringstiltak gjøres i et transnasjonalt perspektiv og at de nye løsninger som utvikles tar høyde for transnasjonale avhengigheter.

4.2 Tiltak for sikring av kritiske funksjoner

Kartet over dagens transmisjonsnett i Figur 4.1a viser at det kun er én 420 kV overføringslinje mellom Nord-Norge og Trøndelag. Denne ene hovedåren har en begrenset overføringskapasitet, som har forhindre muligheten til å overføre tilstrekkelig strøm fra et Nord-Norge med gode produksjonsforhold til et Sør-Norge med lav fyllingsgrad i vannmagasinene. Dagens transmisjonsnett viser dermed tydelig sårbarhetene i strømforsyning mellom Nord- og Sør-Norge.

I Statnetts planer for utbygging av transmisjonsnettet for 2030 (Figur 4.1b) er det fokusert på noe utbygging av 420 kV-overføringskapasitet i Sør-Norge og noe utvidelse og parallelle linjer i Nord-Norge, men det foreslås få eller ingen endringer i områdene mellom det nordlige Trøndelag og Lofoten/Balsfjord. Det er altså ingen redundans i nåværende eller planlagte overføringslinjer mellom Nord- og Midt-Norge.



Figur 4.1 Illustrasjon av a) dagens transmisjonsnett i Norge med hovedoverføringslinjer for strøm, og b) Statnetts planlagte transmisjonsnett av 2030. I begge figurene er det kun én 420 kV overføringslinje (i rødt) mellom Nord-Norge og Trøndelag. (Statnett, 2021).

Gitt problemene med pålitelighet og motstandsdyktighet i det kommende energisystemet, bør man vurdere andre muligheter for å opprettholde kritiske funksjoner i samfunnet og for Forsvaret. Isolert, lokal eller regional drift (mikrodrift) av deler av energisystemet kan være nyttig for opprettholdelsen av strømleveransen i kritiske område. Mikrodrift kan bidra til å redusere sårbarheten for langvarige strømbrudd og effekten disse vil medføre. Dette er spesielt viktig i områdene nord for Trøndelag der utfordringene er størst med tanke på transmisjonsnett, geografi, topografi, klima og klimaendringer.

Hensikten med mikrodrift er å opprettholde forsyningssikkerhet av strøm, og dermed drift av de funksjonene som er kritiske for samfunn og sikkerhet. Forhåpentligvis vil mikrodrift på sikt kunne levere tilstrekkelig med strøm til å forsyne private husstander og sivile offentlige tjenester. Mikrodrift vil bidra til styrket forsyningssikkerhet og fleksibilitet i en normaltilstand gjennom å redusere behovet for at overføring av strøm i det nasjonale nettet kontinuerlig holdes på maksimal kapasitet.

Det er viktig at driftssikring av kritiske funksjoner som vannforsyning, helsetjenester, elektronisk kommunikasjon, transport og betalingstjenester, sees i sammenheng med sikkerheten av strømmettet. I den sammenheng må den geografiske plasseringen av infrastruktur knyttet til kritiske funksjoner vurderes opp mot posisjonen til nåværende og potensielle energikilder. I tillegg må man vurdere hvilke energilagringmuligheter man kan ta i bruk.

Systemavhengigheter og energibehov må kartlegges, og både nasjonale og transnasjonale muligheter i for energitilgang bør vurderes. Sivile og militære behov bør vurderes og sammenliknes med en helhetlig tilnærming der aksept i befolkningen og miljøpåvirkning har en sentral plass i utviklingen av løsninger. Installasjon av mikrodriftsenheter kan være mer akseptabelt for befolkningen enn større kraftverk, og vil i tillegg ha en mindre påvirkning på miljø og natur. Fra et forsvarsperspektiv vil mange små kraftproduserende enheter føre til redusert risiko siden disse er vanskeligere å slå ut enn få store kraftverk.

Forsvarsbaser kan anses som små «lokalsamfunn» med kritiske funksjoner, der spesielle behov som drift av våpensystemer, operative systemer og støttesystemer må hensynas. På lik linje med kritiske områder i det sivile, kan forsvarsbaser også driftes isolert. De samme avhengighets- og behovsvurderinger som er beskrevet for det sivile tilfellet bør derfor gjøres for forsvarsbaser for å undersøke hvilke kombinasjoner av energikilder og lagringsmuligheter som kan benyttes. Ved å gjøre slike vurderinger kan Forsvarets avhengighet av det nasjonale strømmettet reduseres. En redusert avhengighet vil også kunne bidra til sivil understøttelse, muliggjøre selvforsynthet med tanke på energi for forsvarsbaser og redusere muligheten for interessekonflikter i krisesituasjoner. Kombinert med andre muligheter, som for eksempel lokal produksjon av e-fuel (omtales videre i kapittel 5), kan sektoren bygge infrastruktur og forsyningslinjer som sikrer utholdenhet og redundans i energiforsyningen til Forsvaret.

Dagens situasjon er preget av stadig strengere klimatiltak og omlegging av alle energisystemets bestanddeler. I tillegg foreligger det avtaler om økt nordisk forsvarssamarbeid, og Sverige og Finland ligger an til å bli nye Nato-medlemmer. Derfor er det viktig å se på mulighetene som ligger i utviklingen av felles-nordiske løsninger for energiforsyning. Nordisk samarbeid kan også bidra til at nye løsninger kommer på plass raskere og potensielt mer kostnadseffektivt, og være avgjørende for å sikre og opprettholde operasjonskapabilitet på tvers av landegrensene.

5 Klimaforpliktelser i forsvarssektoren

Innledningsvis omtales nødvendigheten av klimatiltak for å bremse klimaendringene. Derfor er det viktig at forsvarssektoren aktivt undersøker muligheter for å redusere egne utslipp. Dersom man ikke aktivt går inn for utslippskutt viser beregninger at utslippene ligger an til å øke. Dette er på grunn av kommende innfasing av energikrevende materiell og på grunn av økt aktivitet. I bestillingen til denne rapporten ble vi bedt om å legge fram forslag til klimaforpliktelser forsvarssektoren kan påta seg i tiden framover «uten at forsvarsevnen svekkes gitt en realistisk økonomisk og teknologisk ramme». Flere av forslagene som legges fram i dette delkapittelet anser FFI som både klimavennlige og langsiktig kostnadseffektive. Dermed vil forslagene også føre til økt forsvarsevne gitt samme forsvarsbudsjett.

5.1 Energieffektivisering og redusert forbruk

Et eksempel på tiltak som er økonomisk gunstig på sikt er energieffektivisering. All energibruk har en negativ påvirkning på miljøet. Derfor vil energieffektivisering, slik som etterisolering, gi en gevinst uavhengig av hvilken energiform det er snakk om. Effektivisering vil også på sikt gi reduserte kostnader, som blant annet ble demonstrert av Forsvarsbygg i perioden mellom 2007 og 2016. Den gangen ble energiforbruket redusert med til sammen 236 GWh per år, og reduserte driftskostnadene betydelig (Forsvarsbygg, 2017). *FFI anbefaler at forsvarssektoren fortsetter å aktivt undersøke om de kan redusere eget energibehov.* Det er i tillegg hensiktsmessig å planlegge for et lavt energibehov i forbindelse med rehabiliteringer og nybygg. Det vil være nyttig å gjennomføre andre strømsparende tiltak som å slukke lys, lukke vinduer og dører, redusere bruk av varmtvann og redusere innetemperatur. For å få til dette kan man bevisstgjøre Forsvarets personell gjennom holdningskampanjer. I tillegg kan mye av dette løses ved hjelp av sensorer og styringssystemer, som eksempelvis bevegelsessensorer som styrer lys, smart temperaturstyring med redusert innetemperatur om natten og sensorer på dører og vinduer som gir beskjed om noe står åpent.

Et annet miljøtiltak Forsvaret bør vurdere er egen energiproduksjon i form av solceller på tak og andre tilgjengelige arealer, eller tilsvarende prosjekter. Solkraft er den raskest voksende teknologien innen elektrisitetsproduksjon i verden, og dagens solcellepaneler er billigere og bedre enn bare for noen år siden (DNV GL, 2022). Dette medfører at inntjeningstiden og driftskostnader tilknyttet solcellepaneler minker. Solkraft medfører også en mulig alternativ energikilde ved ustabiliteter i strømmettet.

I tillegg til energieffektivisering av bygg og anlegg bør Forsvaret effektivisere fartøy, luftfartøy og annet materiell. Denne typen effektiviseringer kan gi reduserte driftskostnader, føre til en lavere signatur og en økt utholdenhet. Ved å gjennomføre fluidmekaniske beregninger kan man minimere luft- og vannmotstand. På oppdrag fra Enova har Det Norske Veritas (DNV) beskrevet 33 tiltak som kan gjennomføres på fartøy (DNV GL, 2016). Tilsvarende beskriver O'Rourke (2007) en rekke tiltak som er rettet mot den typen drift Forsvaret har. Tiltakene som trekkes fram av O'Rourke (2007) er blant annet skrogoptimalisering, skrogvask og mer effektive propeller som belegges for å redusere friksjon.

Det er også mulig å redusere forsvarssektorens drivstofforbruket ved å endre måten man operer på. Det kan være gjennom enkle endringer som å unngå at motorer går på tomgang eller ved å legge om driften slik at man reduserer antall seilingsdøgn, flytimer og kjøretid i bakkemateriell. Slike endringer kan for eksempel være at man erstatter en del trening med bruk av simulatorer. Dette medfører selvfølgelig en investeringskostnad, men fører også til reduserte driftsutgifter (Sivathas et al., 2022). Man kan også vinne mye på å bruke autonome, ubemannede plattformer som kan være mer energieffektive siden slike plattformer ikke trenger å ta hensyn til menneskelige behov. Autonome systemer kan også gi flere andre fordeler som økt overvåkningskapasitet og lave driftsutgifter.

Ved å redusere reisevirksomhet, slik forsvarssjef Kristoffersen har uttrykt et mål om (Hem, 2021), kan man også få ned utslippene. Dette kan man for eksempel gjøre ved å arrangere digitale møter i stedet for fysiske møter som krever at folk reiser med fly og/eller bil for å delta. Mye av reisevirksomheten i Forsvaret er forbundet med ansattes pendling til og fra arbeidsplassen, ofte med fly. Det er mulig at reisevirksomheten kan reduseres ved bruk av hjemmekontor enkelte dager, ved å tilby færre, men lengre permisjoner og ved tilrettelegging for at ansatte jobber nær eget bosted. Enkelte flyreiser og kjøreturer med bil kan også erstattes av tog, og der det er mulig kan dette være standard transportmetode.

5.2 Alternative drivstoff og energilagring

De desidert største utslippspostene til Forsvaret kommer fra forbruk av drivstoff til fartøy og luftfartøy, disse utgjorde i 2021 henholdsvis 48 % og 37 % av det totale klimagassutslippet (målt i CO₂-ekvivalenter). Til sammenlikning utgjør bygg og anlegg 6 %, mens operative militære kjøretøy utgjør 7 % (Kirkhorn et al., 2022). Derfor er det mye å hente på å benytte alternative drivstoff. Enkelte typer klimavennlige drivstoff kan blandes direkte inn i drivstoffet som brukes i dag. Det gjelder blant annet hydrotreated vegetable oil (HVO) som er en type biodrivstoff som kan blandes inn i flydrivstoff og i marine gas oil (MGO) som brukes på fartøy i dag. Biodrivstoff har blitt brukt i øvelsen «Rim of the Pacific», hvor det ble blandet inn 50 % biodrivstoff i annet drivstoff til fartøy og ble brukt i enkelte luftfartøy uten at det ble registrert noen negative erfaringer med dette (Blumberg, 2013). En blanding med 10 % biodrivstoff basert på slakteriavfall har også blitt brukt av den amerikanske marinen, og har vist seg å være kostnadseffektiv (Greenley, 2019). Videre har Nederlands luftvåpen satt et mål om å blande inn 20 % biodrivstoff i sitt flydrivstoff innen 2030 og 70 % innen 2050 (Petrov, 2019). Det er altså fullt mulig å bruke biodrivstoff i forsvarssammenheng, men per nå er det noen utfordringer med driftskostnader og produksjonsvolum. Dette kan endre seg over tid, blant annet siden den sivile luftfartsindustrien er svært interessert i denne typen drivstoff. Den interessen kan skape et marked for dette som kan føre til økt produksjon.

Hvis man skal bruke biodrivstoff, er det viktig å være klar over at det finnes ulike typer basert på råstoffet som brukes i produksjonen. Det er mye lavere klimagevinst ved å bruke konvensjonelt biodrivstoff (førstegenerasjons biodrivstoff) som er laget av palmeolje, raps eller lignende som er dyrket for å lage drivstoff, enn ved å bruke avansert biodrivstoff som er laget av brukt frityrolje, slakteriavfall og lignende (andregenerasjons biodrivstoff) eller alger (tredjegerasjons biodrivstoff). Dette er fordi produksjonen av førstegenerasjons biodrivstoff fører til utslipp andre steder, som må tas med i beregningen. Tilsvarende skal man være oppmerksom på mulig karbonlekkasje også i produksjon av andregenerasjons biodrivstoff, for eksempel ved at råstoffene som brukes til biodrivstoff normalt ville gått til andre formål, som nå må erstattes med andre råstoffer som fører til utslipp.

Flytende biogass (LBG) kan også lages av avfallsstoffer slik som matavfall, avløps slam, halm, husdyrgjødsel og avfall fra skogbruk og fiskeoppdrett. LBG kan erstatte flytende naturgass (LNG) og vil være enda mer miljøvennlig. LNG brukes i dag av Barentshavklassen i ytre kystvakt. Her er det med andre ord teknisk mulig å bruke LBG.

En annen type potensielt klimavennlig drivstoff er e-fuel. Dette er en type syntetisk drivstoff som lages ved at CO₂ fra ulike utslipp reagerer med hydrogen (H₂) for å danne hydrokarboner. Produksjonen av e-fuel krever store mengder elektrisitet og er ikke veldig energieffektiv. Dermed vil det ofte være mer klimavennlig å bruke den elektriske energien til andre bruksområder enn e-fuel. Det kan allikevel være gunstig å produsere e-fuel dersom man har et «inneklemt kraftoverskudd» som ikke kan utnyttes på andre måter. Et eksempel på dette er overfylte vannmagasiner i enkelte områder hvor det ikke er mulighet for å utveksle strøm med andre deler av landet. Det må nevnes at den sivile luftfartsindustrien også er interessert i denne typen drivstoff, som kan føre til utbygging av kraftproduksjon for formålet. Prosjektet «Green fuels for Denmark» har som ambisjon å produsere nok e-fuel til å forsyne alle innlandsflyvninger i 2027 (Ørsted, 2022). Hvis slik utbygging skjer kan det bli et tilstrekkelig stort marked for produksjon av denne typen drivstoff også, som kan gjøre denne drivstofftypen mer aktuell for Forsvaret. Mengden energi som produseres fra fornybare kilder kan variere kraftig avhengig av vær, og føre til perioder med over- eller underskudd av energi. For å utnytte energien fra overskuddstopper bør ny energilagringsteknologi med tilhørende infrastruktur vurderes for å stabilisere energitilgangen og pris.

På sikt kan også kjernebatterier eller atombatterier bli aktuelle for militær bruk (Terranova, 2022). Et atombatteri er en enhet som bruker energi fra henfallet av en radioaktiv isotop for å generere elektrisitet. Atombatterier kan baseres på gjenbruk av radioaktivt avfall fra kjernereaktorer og vil derfor være avfallsnøytrale. Batteriene har særdeles lang levetid og kan få plass i en normal container. Energien fra atombatterier kan benyttes til å overføre energien til andre energibærere som e-fuel, og dermed til indirekte drift av Forsvarets plattformer. Modulære kjernekraftverk som også får plass i en container er under konstruksjon i USA (Office of the Secretary of Defense, 2022), og vil kunne anvendes på samme måte som et atombatteri. Teknologeutviklingen innenfor kjerne- og atombatterier er forventet å kunne høyne redundans og fleksibilitet i energiforsyningen til Forsvaret betraktelig. I tillegg kan Forsvaret benytte seg av andre energilagringsteknologier slik som litium-ionebatterier, hydrogen og mekanisk lagring i svinghjul eller i vannmagasiner. Bruk av dette bør utredes videre for å avdekke potensialet som finnes i slik teknologi.

Biodrivstoff og e-fuel er alternative drivstoff som har den store fordelen at de kan benyttes på eksisterende materiell. Andre typer alternative drivstoff, som ammoniakk og hydrogen, kan være aktuelt på lengre sikt, men vil kreve ytterligere forskning og utvikling (FoU) og innovasjon. Natos drivstoffpolicy må også videreutvikles for å håndtere slike alternative drivstoff.

5.3 Grønne anskaffelser og miljøstyring

Gjennom sin store innkjøpsmakt kan Forsvaret redusere sitt eget avtrykk betraktelig ved å endre på rutiner for innkjøp av varer og tjenester. Utslipp som kommer oppstrøms i leveransekjeder står for så mye som 68 % av forsvarssektorens totale utslipp. Dette kommer frem av en organisatorisk livssyklusanalyse som FFI og NTNU har utarbeidet for forsvarssektoren

(Sparrevik & Utstøl, 2020). Anskaffelsesregelverket for forsvarssektoren (ARF) § 6–7 vektlegger at det skal tas hensyn til miljømessige konsekvenser ved anskaffelser, og at det skal stilles konkrete miljøkrav til produktets ytelse og funksjon. Videre presiseres det at dokumentasjon på at slike vurderinger er gjort skal foreligge. Allikevel er det stort forbedringspotensial (Voie et al., 2019). For å få til en forbedring på dette området er det viktig å bygge kompetanse i sektoren, og å utvikle veiledere som forenkler miljøhensynsprosessen ved anskaffelse, drift og avhending av materiell. Det er også viktig at lønnsomheten av investeringer vurderes i et levetidsperspektiv, og ikke bare kortsiktig. Grunnen til dette er at mange energieffektiverende tiltak medfører en investeringskostnad, men gir lavere driftsutgifter og kostnadsbesparelser på sikt.

Eksempler på investeringer som kan redusere driftsutgifter er installering av LED-lys, varmpumper eller solceller, som alle medfører store investeringskostnader, men gir lavere strømregning i et levetidsperspektiv. Det samme vil ofte være tilfellet ved anskaffelse av simulatorer, energieffektiverende tiltak på fartøy og batterihybridisering av fartøyer. For at forsvarssektoren skal redusere utslipp i egen sektor er det en forutsetning at langsiktige kostnadsvurderinger legges til grunn. Forsvarssektoren kan også redusere avtrykket gjennom smarte valg av matvarer og reduksjon av matsvinn gjennom blant annet god opplæring av kjøkkenpersonell og holdningskampanjer. Reduksjon i matsvinn vil både være kostnadsbesparende og ha en miljøeffekt.

For å lykkes med en omstilling som fører til reduserte utslipp er det viktig å ha kontroll over årlige utslipp for å se effekt av tiltak og ha mulighet til å justere underveis. Derfor er det viktig med god miljøstyring hvor man fører regnskap på alt som gir utslipp eller har en miljøpåvirkning. Det er også viktig å sette tydelige mål fra år til år om hvor store utslippene skal være.

5.4 Forskning og utvikling i samarbeid med industrien

For å lykkes med klimakutt og klimatilpasninger i sektoren kreves en betydelig kunnskapsutvikling, anvendt FoU og innovasjon. Et tett samarbeid mellom Forsvaret, Forsvarsmateriell, Forsvarsbygg, FFI, sivil og militær industri samt i nær dialog med øvrige forskningsmiljø nasjonalt og internasjonalt kan bidra til utvikling av nye og radikale løsninger. Spesielt vil samarbeid med sivil maritim sektor være en viktig innsatsfaktor. Norge er en sjøfartsnasjon og har i 2022 utarbeidet en egen maritim strategi. Her er det uttrykt at «*Norge skal være en verdensledende maritim nasjon i 2030 gjennom å ta en ledende posisjon i det grønne skiftet*» (Schjølberg et al., 2022). Det arbeides med mange teknologier i sivil sektor som kan gjøre det mulig å redusere klimaavtrykket fra Forsvarets fartøy uten at det går på bekostning av operativ evne, og med økonomiske besparelser i et langtidsperspektiv. Dette inkluderer teknologiområdet energibærere som er beskrevet i detalj i kapittel 5.1. Spesielt hybridisering, elektrifisering og autonomi er relevante satsningsområder (Gear, 2020; Ghantous, 2022; Kongsberg, 2022; Mann, 2022; Schjølberg et al., 2022).

Et annet teknologiområde omhandler materialteknologi som blant annet fokuserer på å redusere vekten på materialer og dermed redusere drivstoffbruk og øke utholdenheten. Utvikling innenfor systemer mot begroing av skipsskrog, fremdriftssystemer (Karpowicz, 2022) og fremdriftseffektivt design er alle teknologier som vil bidra til reduksjon av drivstofforbruk, og dermed reduksjon i klimaavtrykk. Det anbefales at forsvarssektoren fortsetter å utvikle dialog og samarbeid med sivil sektor på bærekraftig teknologi. Dette bør spesielt utnyttes ved innfasing av ny maritim overflatestruktur.

En suksesshistorie fra Sjøforsvaret er de nye kystvaktfartøyene (Jan Mayen Klassen) som er bygget etter DNVs strengeste miljø- og utslippskrav, inkludert framtidige utslippskrav som er varslet innført. Dette er et eksempel på at strenge miljøkrav fint lar seg kombinere med operativ evne. For å redusere utslipp av klimagasser fra Sjøforsvaret kreves større og mer omfattende endringer som reduserer forbruk av fossilt drivstoff betraktelig.

EU vedtok i mars 2022 en ambisiøs plan for å styrke sikkerhets- og forsvarssamarbeidet fram mot 2030 (Council of the EU, 2022). Dette kan markere en trend hvor allierte i Europa tar et større ansvar for egen sikkerhet. Derfor er det av strategisk betydning at Norge og forsvarssektoren fortsetter å delta i forskningssamarbeid i EU. European Defence Fund (EDF) har tildelt midler til flere prosjekter innen klimatilpasninger hvor Norge deltar. Det er også pågående klima-relaterte prosjekter under European Defence Agency (EDA), blant annet innen sikker energitilførsel for Europas væpnede styrker. Disse prosjektene, i tillegg til andre EU-prosjekter i sivil sektor, vil bidra til å bygge motstandsdyktighet i Europa mot klimaendringer ved at pan-europeisk industri innen klimavennlig og klimatilpasset teknologi styrkes.

6 **Anbefalinger**

Trendanalyser viser at gjennomgående uforutsigbarhet vil være en del av forutsetningene for Forsvarets langtidsplanlegging i et 10–20 års perspektiv. Denne usikkerheten forsterkes ytterligere av klimaendringene. Videre vil samfunnets endring i forbindelse med det grønne skiftet få konsekvenser for forsvarssektoren. FFI mener derfor at klimaendringer og konsekvensene av disse endringene må være en del av Forsvarets fremtidige langtidsplanlegging. FFI anbefaler at:

- Forsvaret styrker betydningen av klimaendringer og medfølgende konsekvenser i videre langtidsplanlegging for å sikre at fremtidige forsvarsstrukturer unngår uakseptabel klimarisiko.
- Det stilles krav til at forsvarssektoren etablerer tilstrekkelig robusthet overfor de samfunnsendringene som kommer av det grønne skiftet, overgangen til et fornybarsamfunn, elektrifisering og digitalisering.

Regjeringen har fastsatt et mål om at Norge skal kutte utslipp med 55 % innen 2030, og at konkrete mål for utslippskutt skal innføres i alle sektorer. Meld. St. 10 (2021–2022) slår fast at *«Norges ambisiøse klimamål forplikter hele regjeringen og alle deler av samfunnet. Forsvarssektoren skal være en aktiv bidragsyter i det nasjonale arbeidet med utslippskutt»*. I klima- og miljøstrategien for forsvarssektoren (2022) er ett av tiltakene å *«gjennomføre klimagass-reduserende tiltak for operativ virksomhet med hovedfokus på Sjøforsvaret, med sikte på å redusere utslippene med minimum 20 % mot 2030, sammenlignet med 2019-nivå»*. Dette er første gang forsvarssektoren vedtar et tallfestet mål om utslippsreduksjon og er dermed et historisk løft av forsvarssektorens klimaambisjoner. Forventninger og krav til redusert utslipp av klimagasser krever strategisk oppmerksomhet fra Forsvaret og sektoren, både på kort og lang sikt. Dette av hensyn til Forsvarets omdømme og ikke minst evnen til å opprettholde kampkraft.

FFI anbefaler at ambisjonene i sektorens klima- og miljøstrategi følges tett opp slik at effektene av de foreslåtte og implementerte tiltakene oppnås og kan måles.

Grønne anskaffelser og miljøstyring kan gi store utslippskutt gjennom gode planlagte miljøvennlige anskaffelsesprosesser. Gode data og analyser vedrørende klimaendringer og medfølgende konsekvenser vil gjøre forsvarssektoren i stand til å anskaffe materiell og utarbeide konsepter som er best mulig tilpasset endringene Forsvaret og sektoren står ovenfor. FFI anbefaler at:

- Kravene til klimatilpasning og redusert klimaavtrykk tydeliggjøres i Forsvarets rammeverk for anskaffelser (PRINSIX).
- Beslutninger om anskaffelse av nytt materiell inkluderer krav til klima- og miljøavtrykk, klimatilpasning, sirkulærøkonomi, og robuste framtidige energiløsninger.
- Fremtidige langtidsplaner og anskaffelsesprosesser vurderer forsvarsstrukturer og nye plattformer i lys av oppdaterte klimaprognoser. Følgende forhold bør hensyntas og vektlegges:
 - Nye operasjonskonsepter gir like god eller forbedret forsvarsevne.
 - Systemene har lang levetid gitt også samfunnets overgang til fornybare energiløsninger og sirkulær økonomi.
 - Systemene bidrar til reduserte klima- og miljøavtrykk.

Økt bruk av simulator i trening og øvelse vil effektivt kunne redusere Forsvarets klima- og miljøavtrykk ved fredstidsøvelser. Simulatorer kan i langt større grad enn i dag bidra i fellesoperative øvelser, både nasjonalt og i samspill med allierte styrker. FFI anbefaler derfor at Forsvaret i større grad nyttiggjør seg av og stimulerer til økt utvikling og bruk av nasjonale og allierte fellesoperative simulatorsystemer.

Oppfølging av klimatiltak og klimatilpasninger i Forsvaret og sektoren ivaretas blant annet av forsvarssektorens klima- og miljøstrategi, samt FDs iverksettelsesbrev til etatene i sektoren. FFI anbefaler at forsvarssektoren opprettholder og videreutvikler sitt miljøstyringssystem hvor man registrerer alt som har klima- og miljøpåvirkning, og fører regnskap med dette i forsvarssektorens miljødatabase. I tillegg anbefaler FFI at det settes tydelige mål fra år til år om hvor store utslippene skal være, for å kunne måle på effekt av tiltakene.

I sum beskriver rapporten hvordan klimaendringene har potensielt betydelig påvirkning på global og nasjonal sikkerhet. Rapporten trekker blant annet fram hvordan operasjonsmiljøet endres på grunn av klimaendringer. Basert på rapportens funn anbefaler FFI at det vurderes om klimatilpasning og reduksjon av Forsvarets klima- og miljøavtrykk bør inkluderes som et tiende punkt i Forsvarets oppgaver. Forslag til en slik ordlyd er: «*Bidra til at forsvar av Norge og allierte, samt støtte til det sivile samfunn, skjer med minimalt klima- og miljøavtrykk og med optimal tilpasning til framtidige klimaendringer*».

FFI anbefaler at forsvarssektoren styrker satsningen innen kunnskapsutvikling, anvendt FoU og innovasjon for å møte fremtidens klimaendringer og tilpasninger. En slik satsing bør skje blant annet i tett samarbeid mellom forsvarssektoren, FoU- og kunnskapsmiljøer og industrien. Internasjonalt samarbeid, særlig gjennom Nato Science Technology Organization (STO) og alliert forsvarssamarbeid, anses som en forutsetning for å lykkes i etablering av robuste implementerbare løsninger, for opprettholdelse av fremtidig forsvarsevne og for redusert utslipp av klimagasser.

Vedlegg

A **Betraktninger knyttet til alternative landoperative operasjonskonsepter**

To alternative landoperative konsepter er vurdert i lys av de klima- og miljøavtrykk konseptene representer. Det ene er basert på et strategisk ambisjonsnivå om å beholde territoriell kontroll over betydelige deler av Finnmark med mekaniserte bakkestyrker (heretter kalt konsept A). Det andre er basert på ambisjonsnivået nektelse, det vil si evne til å påføre angriperen tap i det samme området, i første rekke ved hjelp av avstandsleverte og autonome våpen (heretter kalt konsept B).

Den vesentlige forskjell på de to konseptene relativt til miljø- og klimakonsekvensene ligger i den ulike avhengigheten av hæravdelinger oppsatt på tunge, beltegående stridskjøretøyer.

Konsept A forutsetter at en mekanisert brigade med stridsvogner, stormpanservogner, selvdrevet feltartilleri, pansrede ingeniøravdelinger m.v. skal framgrupperes fra sine fredsgarnisoner i Troms til de antatte operasjonsområdene i Finnmark. Der skal de både kunne reagere på begrensede angrep ved å forflytte dit slike angrep settes inn (scenarioklasse begrenset angrep i FFIs scenarioportefølje) og kunne holde de midtre og vestre deler av Finnmark inntil allierte forsterkninger kan settes inn (scenarioklasse strategisk overfall). Disse oppdragene vil delvis kreve mekanisert strid mot en tilsvarende oppsatt og utrustet fiende, og delvis forflytning av de samme avdelingene over lange avstander.

Konsept B forutsetter at det foruten Heimevernsavdelinger bare skal være lett oppsatte avdelinger med ISTAR-kapasitet (Intelligence, surveillance, target acquisition and reconnaissance) i Finnmark. Disse skal operere i små patruljer med kun lette kjøretøyer (ATV sommer/vinter) og håndvåpen til egenbeskyttelse, i tillegg til sambandsutstyr og eventuelt bærbart luftvern (MANPADS). Disse avdelingenes oppgave er å fungere som sensorer og ildledere, og overvåke veiakser og knutepunkter for å lokalisere angriperens avdelinger uten å gå til kamp. Basert på denne informasjonen vil så egne presisjonsvåpen fra enten fly eller sjø- og landbaserte plattformer utenfor operasjonsområdet ta angriperens avdelinger under ild. Disse kapabilitetene vil etter hvert også kunne forsterkes med autonome sensorer og våpen forhåndsgruppert i Finnmark.

Klima- og miljøkonsekvenser av operasjonskonseptene

I det videre belyses forskjellen mellom de to konseptene med hensyn til fredsvirksomheten, spesielt nødvendig trening og øvelser. Det gis ingen vurdering av miljø- og klimakonsekvensene av de to konseptene dersom det faktisk kom til en væpnet konflikt, da den forskjellen uansett må betraktes som bagatellmessig sammenlignet med de miljøkonsekvenser konflikten ville få uansett konsept. Det er heller ikke mulig i denne studien å gjøre en vurdering av hvorvidt et konsept med relativt tunge plattformer vil ha begrenset effekt i et framtidig stridsmiljø hvor det

eksempelvis må forventes at terrengmobilitet kan påvirkes av de pågående klimaendringene. FFI har i prosjekt 1653 startet en forstudie til en slik sentral utredning.

Konsept A:

Dette konseptet vil på grunn av så vel sin materielloppsetning som sitt operasjonskonsept innebære forbruk av store mengder fossilt brennstoff. Eksempelvis konsumerer en Leopard 2 stridsvogn 5–6 liter diesel per km under kjøring i terrenget. Dette medfører naturlig nok store utslipp av CO₂. Terrengslitasjen er også meget betydelig på grunn av kombinasjonen mellom belter og høy vekt. Den er likevel avgrenset til et mindre område i tilknytning til garnisonene der avdelingene er forlagt, ved at kjøretrening og grunnleggende øvelser foregår i egne, lukkede øvingsfelter. Det samme gjelder for skarpskytinger med stridskjøretøyer og selvdrevet artilleri.

Under større felttjenesteøvelser opererer imidlertid avdelingene utenfor øvings- og skytefeltene, selv om det da tas særlig hensyn til dyrket mark og andre områder som må skånes. Dette gjøres ved at det settes begrensninger i manøverfriheten i øvingsbestemmelsene. Slike restriksjoner reduserer imidlertid øvingsutbyttet for disse avdelingene betydelig, da en helt vesentlig del av operasjonskonseptet hviler nettopp på avdelingenes mulighet for og evne til hurtig manøver under full utnyttelse av de beltegående stridskjøretøyenes bevegelighet. I konseptenes noe ulike miljøregnskap må det altså tas med i betraktningen at nettopp hensyntagen til miljøet for konsept As vedkommende har en negativ effekt på øvingsutbyttet under større øvelser. Det er uheldig nettopp med tanke på at det er under disse øvelsene konseptet skal trenes i større forband, i samvirke med andre forsvarsgrener etc.

Et større innslag av tunge kjøretøyer må også forutsettes å gi større skader på terrenget etter hvert som klimaendringene fører til mer nedbør kombinert med mindre tele og eventuelt permafrost.

Det er også mulig at man i framtiden vil få restriksjoner på mengden klimagassutslipp som kan tillates i forbindelse med øvelser, på lik linje med at man i dag har begrensninger som forhindrer skade på miljøet lokalt.

Restriksjoner på de mekaniserte hæravdelingenes trenings- og øvingsmuligheter for å redusere miljø- og klimakonsekvensene vil i noen grad kunne kompenseres ved økt bruk av simulatorentrening. Dette gjelder særlig for den grunnleggende opplæringen av det enkelte besetningsmedlem på stridskjøretøyer, som vognfører og skytter, men også i noen grad for mer sammensatt trening av samspillet mellom flere stridskjøretøyer. Simulatorentrening vil likevel ikke kunne erstatte større øvelser i kompani/eskadrons-forband og oppover.

Konsept B

Konsept B er basert på ISTAR-avdelinger oppsatt på lette, terrenggående kjøretøyer av type snøscooter vinterstid og firkjulinger sommerstid. Dette er de enhetene som sammen med sensorer på eleverte plattformer, det vil si satellitter, fly og droner, skal skape situasjonsforståelse og legge grunnlag for målangivelse. Konseptets andre hovedkomponent er de plattformene som skal levere ild mot mål innenfor engasjementsområdet på basis av denne situasjonsforståelsen. Dette vil være fly, marinefartøyer eller egne bakkebaserte plattformer. Fly

og marinefartøyer er multirolle-plattformer som uansett operasjonskonsept vil inngå i forsvarsstrukturen i et visst omfang. Deres miljø- og klimaavtrykk utgjør derfor ingen forskjell i sammenligningen av de to landoperative konseptene.

Bakkebaserte plattformer vil være rakettartillerisystemer av den typen vi nå ser brukt i Ukraina, det vil si HIMARS/MLRS og tilsvarende, men der våpnenes rekkevidde og avstanden til engasjementsområdet reduserer behovet for terrengmobilitet. For disse plattformene vil muligheten til å benytte egnede bygninger i tettbebyggelse (industribygg, lager, verksteder etc.) gi bedre skjul mot angriperens eleverte sensorer enn forsøk på kamuflering i skogsområder o.l. Behovet for kjøring i terrenget vil derfor være begrenset, selv om noe slitasje på egne øvingsområder må påregnes. Det har ikke vært mulig å framskaffe data på forbruket av fossilt brennstoff for de kjøretøyene som benyttes som plattformer for artillerisystemer av denne typen. Det må uansett forutsettes å ligge betydelig under forbruket for beltegående stridskjøretøyer, med en motor som yter 1/5 av motoren på en moderne stridsvogn og en vekt på ca. 1/4 av stridsvogns.

Øvingsmønsteret for en organisasjon tilpasset konsept B vil også være signifikant annerledes enn for konsept A. Det har sammenheng med at ISTAR-enhetene ikke er avhengige av å manøvrere fysisk som en del av selve den taktiske oppdragsløsningen. Da forholder de seg i rommens de benytter observasjons-, ildlednings- og kommunikasjonsutstyr. Forflytning skjer primært mellom utførelse av de enkelte oppdrag, og da med små kjøretøyer eller til fots. Det betyr at trening på selve den taktiske kjernefunksjonen i større grad kan skje i simulator, eller utføres i skytefeltet løst fra forflytningsfasen.

Vinterstid vil avtrykket fra ISTAR-avdelingene derfor svare til lette jegeravdelinger, med snøscootere og muligens et meget begrenset antall upansrede beltevogner. Det vil si at øvingsaktiviteten ikke vil etterlate seg andre spor enn de som svarer til sivilbefolkningens egen aktivitet i vinterhalvåret. Sommerstid er det kjøretøyer av type firhjulinger som dimensjonerer avtrykket. Det vil være mer merkbart, men treningen kan i stor grad henvises til egne kjøreløyper fordi forflytningen ikke er en integrert del av selve den taktiske kjernefunksjonen slik den er for en mekanisert enhet.

Miljø- og klimakonsekvensene av de strukturelementene i konsept B som ikke også inngår i en struktur basert på konsept A er vanskelig å bedømme. Vi snakker da først og fremst om eleverte sensorer plassert på satellitter eller egne HALE-(High Altitude Long Endurance) droner. Dette må det gjøres en mer inngående studie av for å kunne svare på.

Vurderingene i dette kapitlet er kvalitative og overslagsmessige, basert på de grunnleggende forskjellene på de to konseptene med hensyn til både materiell og øvingsmønster. Mer kvalifiserte vurderinger vil kreve beregninger med utgangspunkt i reelle tall på type og antall kjøretøyer, estimert nødvendig kjørelengde i terrenget, forbruk av ammunisjon og drivstoff etc.

Konsept A har vesentlig større negative miljøkonsekvenser enn konsept B på grunn av langt sterkere slitasje på naturen. Der det velges å ta hensyn til dette ved å begrense de mekaniserte avdelingenes manøverfrihet under større øvelser etc. vil dette redusere skadeomfanget, men samtidig også redusere øvingsutbyttet. Konsept A innebærer også et betydelig større utslipp av

klimagasser enn konsept B, men her er likevel Hærens samlede utslipp uavhengig av konsept langt mindre enn Sjø- og Luftforsvarets.

Det vil også måtte tas hensyn til at eventuelle store forskjeller i konseptenes miljø- og klimakonsekvenser vil påvirke Forsvarets omdømme og rekrutteringsevne etter hvert som bevisstheten om klimautfordringene øker i samfunnet. Det gjelder spesielt med tanke på rekrutteringsevnen, da vi må anta at det er den yngre generasjon som vil være mest bevisst og derfor mest kritisk på dette punktet.

Referanser

- Abelsen, T. & Flyum, O. (2021, 28.03.2021). Sykkelberget. *NRK*.
https://www.nrk.no/tromsogfinnmark/xl/sykkelberget-_historien-om-asylstrommen-pa-storskog-1.13445624
- Afenyo, M., Khan, F. & Ng, A. K. (2020). Assessing the risk of potential oil spills in the Arctic due to shipping. I *Maritime Transport and Regional Sustainability* (s. 179-193). Elsevier.
- AMAP. (2017). *Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA) 2017*. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP)
<https://www.amap.no/documents/download/2987/inline>
- Arnfinnsson, B. & Kirkhorn, S. (2021). *Hvordan kan Forsvaret kutte utslipp av drivhusgasser? – en funksjonell studie* (FFI-rapport 21/01488). Forsvarets forskningsinstitutt.
<https://www.ffi.no/publikasjoner/arkiv/hvordan-kan-forsvaret-kutte-utslipp-av-drivhusgasser-en-funksjonell-studie>
- Beadle, A. W., Diesen, S., Nyhamar, T. & Bostad, E. K. (2019). *Globale trender mot 2040 - Et oppdatert fremtidsbilde* (FFI-rapport 19/00045).
- Bennett, J. R., Shaw, J. D., Terauds, A., Smol, J. P., Aerts, R., Bergstrom, D. M., Blais, J. M., Cheung, W. W., Chown, S. L., Lea, M.-A., Nielsen, U. N., Pauly, D., Reimer, K. J., Riddle, M. J., Snape, I., Stark, J. S., Tulloch, V. J. & Possingham, H. P. (2015). Polar lessons learned: long-term management based on shared threats in Arctic and Antarctic environments. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 13(6), 316-324.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1890/140315>
- Bergstrøm, I. (2018). Trans-Arctic shipping and the tragedy of the polar ice cap. Hentet 29.10.2022 fra <https://www.uib.no/en/news/118696/trans-arctic-shipping-and-tragedy-polar-ice-cap>
- Blumberg, G. A. (2013). *The origin of the Department of the Navy's biofuel initiative and the volatility problem for defense energy*. NAVAL POSTGRADUATE SCHOOL MONTEREY CA.
- Botnan, J. I. (2016). Matsikkerhet i et klimaperspektiv
- Bowles, D. C., Butler, C. D. & Morisetti, N. (2015). Climate change, conflict and health. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 108(10), 390-395.
<https://doi.org/10.1177/0141076815603234>
- Bye, H.-G. (2022, 13.10.2022). *Turkey Is One Step Closer to Accessioning the Svalbard Treaty*. High North News. Hentet 29.10 fra <https://www.highnorthnews.com/en/turkey-one-step-closer-accessioning-svalbard-treaty#:~:text=Turkey's%20president%20Erdo%C4%9Fan%20has%20signed,assembly%20in%20the%20coming%20days.&text=The%20Foreign%20Affairs%20Committee%20of,accession%20to%20the%20Svalbard%20Treaty>.
- Chadburn, S. E., Burke, E. J., Cox, P. M., Friedlingstein, P., Hugelius, G. & Westermann, S. (2017). An observation-based constraint on permafrost loss as a function of global warming. *Nature Climate Change*, 7(5), 340-344. <https://doi.org/10.1038/nclimate3262>
- 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), 024024.
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/2/024024>
- Council of the EU. (2022). *A Strategic Compass for Security and Defence For a European Union that protects its citizens, values and interests and contributes to international*

-
- peace and security. <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-7371-2022-INIT/en/pdf>
- Couture, R., Smith, S., Robinson, S., Burgess, M. & Solomon, S. (2003). On the hazards to infrastructure in the Canadian North associated with thawing of permafrost. *Proceedings of Geohazards*, 3, 97-104.
- Department of Defense. (2022). *National Security Strategy*. Department of Defense. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/10/Biden-Harris-Administrations-National-Security-Strategy-10.2022.pdf>
- DNV GL. (2016). *Teknologier og tiltak for energieffektivisering av skip*. https://www.enova.no/upload_images/5CA0E9A81AD54C4C94C3B313AB238A27.pdf
- DNV GL. (2022). Solar PV powering through to 2030. Hentet 12.12.2022 fra <https://www.dnv.com/to2030/technology/solar-pv-powering-through-to-2030.html>
- Eyring, V., N.P. Gillett, K.M. Achuta Rao, R. Barimalala, M. Barreiro Parrillo, N. Bellouin, C. Cassou, P.J. Durack, Y. Kosaka, S. McGregor, S. Min, O. Morgenstern, Y. Sun. (2021). Human influence on the climate system. I V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, B. Zhou (Red.), *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (s. 423–552). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.005>
- EØS-komiteens beslutning nr. 269/2019. K.-o. miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/norways-national-plan-related-to-the-decision-of-the-eea-joint-committee-no-269-2019-of-26-october-2019/id2684252/>
- FN. (2015). *ADOPTION OF THE PARIS AGREEMENT*. UN. <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/109r01.pdf>
- FN. (2022a). Climate Plans Remain Insufficient: More Ambitious Action Needed Now. <https://unfccc.int/news/climate-plans-remain-insufficient-more-ambitious-action-needed-now>
- FN. (2022b, 25.05.2022). *Klimaendringer*. Hentet 28.10.2022 fra <https://www.fn.no/tema/klima-og-miljoe/klimaendringer>
- FN. (2022c). UN Report: Nature’s Dangerous Decline ‘Unprecedented’; Species Extinction Rates ‘Accelerating’. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2019/05/nature-decline-unprecedented-report/>
- Forsvarets forum. (2022). Nå kan Forsvaret ta bilen din. Hentet 29.10.2022 fra <https://forsvaretsforum.no/flo-forsvarets-logistikkorganisasjon-krig/na-kan-forsvaret-ta-bilen-din/241315#:~:text=Forel%C3%B8pig%20vil%20forsvaret%20bare%20ha,kan%20rekvirere%20hus%20og%20bygg>
- Forsvarsbygg. (2017, 03.05.2017). *KUTTET ENERGI FORBRUKET MED 136 GWH PÅ FIRE ÅR*. Hentet 28.10.2022 fra <https://www.forsvarsbygg.no/no/nyheter/nyhetsarkiv-miljo2/kuttet-energiforbruket-med-136-GWh-pa-fire-ar/>
- Forsvarsdepartementet. (2015). *Ekspertgruppen for forsvaret av Norge - Et felles løft* (S-1023). Forsvarsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/globalassets/departementene/fd/dokumenter/et-felles-loft-webversjon.pdf>
- Forsvarsdepartementet & Justis- og beredskapsdepartementet. (2018). *Støtte og samarbeid - En beskrivelse av totalforsvaret i dag* Forsvarsdepartementet.

-
- <https://www.regjeringen.no/contentassets/5a9bd774183b4d548e33da101e7f7d43/stotte-og-samarbeid-en-beskrivelse-av-totalforsvaret-i-da.pdf>
- Gautier, D. L., Bird, K. J., Charpentier, R. R., Grantz, A., Houseknecht, D. W., Klett, T. R., Moore, T. E., Pitman, J. K., Schenk, C. J., Schuenemeyer, J. H., Sørensen, K., Tennyson, M. E., Valin, Z. C. & Wandrey, C. J. (2009). Assessment of Undiscovered Oil and Gas in the Arctic. *Science*, 324(5931), 1175-1179. <https://doi.org/doi:10.1126/science.1169467>
- Gear, L. (2020). *Electric Leisure & Sea-going Boats and Ships 2021-2040*. IDTechEx Research. <https://www.idtechex.com/en/research-report/electric-leisure-and-sea-going-boats-and-ships-2021-2040/739>
- Ghantous, N. (2022). Can electric boats decarbonise shipping? Hentet 29.11.2022 fra <https://www.energymonitor.ai/tech/electrification/can-electric-boats-decarbonise-shipping>
- Greenley, H. L. (2019). Department of defense energy management: Background and issues for congress. *Congressional Research Service, Washington, DC*.
- Gulas, S., Downton, M., D'Souza, K., Hayden, K. & Walker, T. R. (2017). Declining Arctic Ocean oil and gas developments: Opportunities to improve governance and environmental pollution control. *Marine Policy*, 75, 53-61. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.10.014>
- Gutiérrez, J. M., R.G. Jones, G.T. Narisma, L.M. Alves, M. Amjad, I.V. Gorodetskaya, M. Grose, N.A.B. Klutse, S. Krakovska, J. Li, D. Martínez-Castro, L.O. Mearns, S.H. Mernild, T. Ngo-Duc, B. van den Hurk, J.-H. Yoon. (2021). *2021: Atlas. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. In Press. <http://interactive-atlas.ipcc.ch/>
- Harsem, Ø., Heen, K., Rodrigues, J. M. P. & Vassdal, T. (2015). Oil exploration and sea ice projections in the Arctic. *Polar Record*, 51(1), 91-106. <https://doi.org/10.1017/S0032247413000624>
- Haug, T., Bogstad, B., Chierici, M., Gjøsæter, H., Hallfredsson, E. H., Høines, Å. S., Hoel, A. H., Ingvaldsen, R. B., Jørgensen, L. L., Knutsen, T., Loeng, H., Naustvoll, L.-J., Røttingen, I. & Sunnanå, K. (2017). Future harvest of living resources in the Arctic Ocean north of the Nordic and Barents Seas: A review of possibilities and constraints. *Fisheries Research*, 188, 38-57. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.12.002>
- Hem, M. (2021). *Forsvarssjefen dropper halvpartene av reisene sine*. Forsvarets forum. Hentet 28.10.2022 fra <https://forsvaretsforum.no/forsvarssjef-innenriks-okonomi/forsvarssjefen-dropper-halvpartene-av-reisene-sine/233601>
- Hodgson, D., Anisimov, O., Constable, A., Hollowed, A., Maynard, N., Prestrud, P., Prowse, T. D. & Stone, J. M. R. (2014). Polar regions. I (s. 1567-1612). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415386.008>
- Huntjens, P. & Nachbar, K. (2015). Climate change as a threat multiplier for human disaster and conflict. *The Hague Institute for Global Justice*, 1-24. <https://static1.squarespace.com/static/61542ee0a87a394f7bc17b3a/t/61b8e67b32b0eb4c0fbb89a5/1639507580316/working-Paper-9-climate-change-threat-multiplier.pdf>
- Ingvaldsen, R. B., Assmann, K. M., Primicerio, R., Fossheim, M., Polyakov, I. V. & Dolgov, A. V. (2021). Physical manifestations and ecological implications of Arctic Atlantification. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2(12), 874-889. <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00228-x>

-
- Isaksen, K., Nordli, Ø., Ivanov, B., Køltzow, M. A. Ø., Aaboe, S., Gjelten, H. M., Mezghani, A., Eastwood, S., Førland, E., Benestad, R. E., Hanssen-Bauer, I., Brækkan, R., Sviashchennikov, P., Demin, V., Revina, A. & Karandasheva, T. (2022). Exceptional warming over the Barents area. *Scientific Reports*, 12(1), 9371. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-13568-5>
- Karpowicz, J. (2022). The future of vessel design: Electric and hybrid propulsion options Hentet 29.11.2022 fra <https://www.workboat.com/coastal-inland-waterways/the-future-of-vessel-design-defines-the-present-with-electric-and-hybrid-propulsion-options>
- Kirkhorn, S., Karsrud, T. E. & Prydz, P. (2022). *Forsvarssektorens miljø- og klimaregnskap for 2021* (FFI-rapport 22/00774). <https://publications.ffi.no/nb/item/asset/dspace:7339/22-00774.pdf>
- Klima- og miljødepartementet. (2021). *Meld. St. 13 (2020–2021) Klimaplan for 2021–2030*. K.-o. miljødepartementet. Regjeringa.no. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-13-20202021/id2827405/>
- Kongsberg. (2022). Autonomous Shipping. <https://www.kongsberg.com/maritime/support/themes/autonomous-shipping/>
- Lovdata. (1925a). *Lov om Svalbard [Svalbardloven]* (LOV-1925-07-17-11). https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1925-07-17-11#KAPITTEL_2
- Lovdata. (1925b). *Svalbardtraktaten* <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1920-02-09>
- Løf, A. (2022, 5. juli). *Ekspert om russisk delelinje-utspill: – Bør tas på alvor*. NTB. Hentet 10. oktober fra <https://www.dagsavisen.no/nyheter/verden/2022/07/05/russlands-nasjonalforsamling-skal-utrede-skroting-av-delelinjeavtalen-med-norge/>
- Magill, B. (2022). Alaska Auctions Taiwan-Sized Area of Arctic for Oil Drilling. Hentet 30.10.2022 fra <https://news.bloomberglaw.com/environment-and-energy/alaska-auctions-taiwan-sized-portion-of-arctic-for-oil-drilling>
- Mann, J. (2022). Hybridisation: Shaping decarbonisation in the maritime industry. Hentet 29.11.2022 fra <https://www.ship-technology.com/analysis/hybridisation-shaping-decarbonisation-in-the-maritime-industry/>
- McSweeney, R. (2019). Q&A: How is Arctic warming linked to the ‘polar vortex’ and other extreme weather? Hentet 05.12.2022 fra <https://www.carbonbrief.org/qa-how-is-arctic-warming-linked-to-polar-vortex-other-extreme-weather/>
- Miljødirektoratet. (2022a). *Klimatilpassing*. Hentet 28.10.2022 fra <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/klimatilpassing/>
- Miljødirektoratet. (2022b). *Klimatiltak under innsatsfordelingen - Oppdatert kunnskapsgrunnlag* (M-2229). Miljødirektoratet. <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2022/mars/klimatiltak-under-innsatsfordelingen-oppdatert-kunnskapsgrunnlag/>
- Miljødirektoratet. (2022c, 08.06.2022). *Kvotepliktige og ikke-kvotepliktige klimagassutslipp*. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/klimagassutslipp-og-kvoteplikt/>
- Miljødirektoratet. (2022d). *Mulige klimatiltak i Norge*. Hentet 28.10.2022 fra <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimatiltak/>
- Miljødirektoratet, Statens vegvesen, Kystverket, Landbruksdirektoratet, Norges vassdrags- og energidirektorat & Enova. (2020). *Klimakur 2030: Tiltak og virkemidler mot 2030* (M-1625). <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1625/m1625.pdf>
- Miljøstatus. (2022). *Ekstremvær*. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/Ekstremvar/>
- Moon, T. (2017). Saying goodbye to glaciers. *Science*, 356(6338), 580-581. <https://doi.org/doi:10.1126/science.aam9625>

-
- National Snow & Ice Data Center. (2022). *Arctic sea ice news and analysis*. Hentet 28.10.2022 fra <http://nsidc.org/arcticseaicenews/>
- NATO. (2022a). *NATO SCIENCE & TECHNOLOGY BOARD (STB) - New Activities for and Changes to the STO Collaborative Programme of Work (CPoW) AC/323-D(2022)0025 (INV)*. NATO (UNCLASSIFIED - Releasable to Australia, Finland, Japan and Sweden).
- NATO. (2022b). *The Secretary General's Report - Climate Change & Security Impact Assessment*. https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_197241.htm
- Norsk Polarinstitutt. (2018). Globale klimaendringer. Hentet 17.10.2022 fra <https://www.npolar.no/tema/globale-klimaendringer/>
- NTB. (2022, 5. juli). *Russlands nasjonalforsamling skal utrede skroting av delelinjeavtalen med Norge*. Aftenposten. Hentet 10. oktober fra <https://www.aftenposten.no/verden/i/MLORVR/russlands-nasjonalforsamling-skal-utrede-skroting-av-delelinjeavtalen-med-norge>
- O'Rourke, R. (2007). *Navy Ship Propulsion Technologies: Options for Reducing Oil Use-Background for Congress*.
- O'Neill, B. C., Kriegler, E., Riahi, K., Ebi, K. L., Hallegatte, S., Carter, T. R., Mathur, R. & van Vuuren, D. P. (2014). A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways. *Climatic Change*, 122(3), 387-400. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0905-2>
- OECD. (2015). *The Economic Consequences of Climate Change*. OECD Publishing https://read.oecd-ilibrary.org/environment/the-economic-consequences-of-climate-change_9789264235410-en#page4
- Office of the Secretary of Defense. (2022). *CONSTRUCTION AND DEMONSTRATION OF A PROTOTYPE MOBILE MICROREACTOR ENVIRONMENTAL IMPACT STATEMENT - Volume 2 Comment Response Document*. Office of the Secretary of Defense. https://www.cto.mil/wp-content/uploads/2022/05/Vol-2_Comment-Responses_MobileMicroreactorEIS_Feb2022_DistA-Compressed.pdf
- Osterkamp, T. E. & Burn, C. R. (2003). PERMAFROST. I J. R. Holton (Red.), *Encyclopedia of Atmospheric Sciences* (s. 1717-1729). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B0-12-227090-8/00311-0>
- Pachauri, R., Meyer, L., Barros, V., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., Church, J., Clarke, L., Dahe, Q., Dasgupta, P., Dubash, N., Edenhofer, O., Elgizouli, I., Field, C., Forster, P., Friedlingstein, P., Fuglestvedt, J., Gomez-Echeverri, L., Hallegatte, S., Hegerl, G., Howden, M., Jiang, K., Jimenez Cisneroz, B., Kattsov, V., Lee, H., Mach, K., Marotzke, J., Mastrandrea, M., Meyer, L., Minx, J., Mulugetta, Y., O'Brien, K., Oppenheimer, M., Pereira, J., Pichs-Madruga, R., Plattner, G.-K., Pörtner, H.-O., Power, S., Preston, B., Ravindranath, N., Reisinger, A., Riahi, K., Rusticucci, M., Scholes, R., Seyboth, K., Sokona, Y., Stavins, R., Stocker, T., Tschakert, P., van Vuuren, D. & van Ypserle, J.-P. (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* (R. K. Pachauri & L. Meyer, Red.). <https://epic.awi.de/id/eprint/37530/>
- Pattyn, F., Ritz, C., Hanna, E., Asay-Davis, X., DeConto, R., Durand, G., Favier, L., Fettweis, X., Goelzer, H., Golledge, N. R., Kuipers Munneke, P., Lenaerts, J. T. M., Nowicki, S., Payne, A. J., Robinson, A., Seroussi, H., Trusel, L. D. & van den Broeke, M. (2018). The Greenland and Antarctic ice sheets under 1.5 °C global warming. *Nature Climate Change*, 8(12), 1053-1061. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0305-8>
- Petrick, S., Riemann-Campe, K., Hoog, S., Growitsch, C., Schwind, H., Gerdes, R. & Rehdanz, K. (2017). Climate change, future Arctic Sea ice, and the competitiveness of European

-
- Arctic offshore oil and gas production on world markets. *Ambio*, 46(3), 410-422.
<https://doi.org/10.1007/s13280-017-0957-z>
- Petrov, S. (2019). THE NETHERLANDS WILL TRANSFER ALL MILITARY AVIATION TO BIOFUEL. <https://www.mnbiofuels.org/item/2503-the-netherlands-will-transfer-all-military-aviation-to-biofuel>
- Prop. 115 S (2015-2016). (2015). Utenriksdepartementet.
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-115-s-20152016/id2498557/?ch=15>
- Radosavljevic, B., Lantuit, H., Pollard, W., Overduin, P., Couture, N., Sachs, T., Helm, V. & Fritz, M. (2016). Erosion and Flooding—Threats to Coastal Infrastructure in the Arctic: A Case Study from Herschel Island, Yukon Territory, Canada. *Estuaries and Coasts*, 39(4), 900-915. <https://doi.org/10.1007/s12237-015-0046-0>
- Ransom, C. & Ravalitera, N. (2022). *The State of the Global Climate 2021*. World Meteorological Organization. Hentet 28.10.2022 fra <https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate>
- Robinson, A., Calov, R. & Ganopolski, A. (2012). Multistability and critical thresholds of the Greenland ice sheet. *Nature Climate Change*, 2(6), 429-432.
<https://doi.org/10.1038/nclimate1449>
- Rogelj, J., den Elzen, M., Höhne, N., Fransen, T., Fekete, H., Winkler, H., Schaeffer, R., Sha, F., Riahi, K. & Meinshausen, M. (2016). Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2 °C. *Nature*, 534(7609), 631-639.
<https://doi.org/10.1038/nature18307>
- Romanovsky, V. E., Smith, S. L., Isaksen, K., Shiklomanov, N. I., Streletskiy, D. A., Kholodov, A. L., Christiansen, H. H., Drozdov, D. S., Malkovz, G. V. & Marchenko, S. S. (2017). Terrestrial Permafrost. <https://arctic.noaa.gov/Report-Card/Report-Card-2017/ArtMID/7798/ArticleID/694/Terrestrial-Permafrost>
- Romm, J. (2022). *Climate change: What everyone needs to know*. Oxford University Press.
- Schjøelberg, I., Ådland, R. O., Grimstvedt, L. R., Hoff, B., Flagstad-Andersen, T., Ulstein, G., Hansen, S., Bradley, G., Kylstad, I., Rasmussen, N., Gjerset, M., Dahll, L. G.-., Lie, O., Berge, K., Bengtsson, H.-M., Sprenger, K. H., Oftedal, S., Husabø, L. I., Østmo, M. B. & Saxegaard, T. (2022). *Maritim21-strategi*. Regjeringen.
https://www.regjeringen.no/contentassets/44ebce4dc2b54990ac56b3a0dd541c6e/maritim21_v02-5.pdf
- Schuur, E. A. G., McGuire, A. D., Schädel, C., Grosse, G., Harden, J. W., Hayes, D. J., Hugelius, G., Koven, C. D., Kuhry, P., Lawrence, D. M., Natali, S. M., Olefeldt, D., Romanovsky, V. E., Schaefer, K., Turetsky, M. R., Treat, C. C. & Vonk, J. E. (2015). Climate change and the permafrost carbon feedback. *Nature*, 520(7546), 171-179.
<https://doi.org/10.1038/nature14338>
- Sellevåg, S. R., Bergh, A., Bruvoll, J., Høibråten, S., Jacobsen, H. L., Strand, M. & Barland, B. (2021). *Samfunnsutvikling frem mot 2030—utfordringer for politiet, PST og påtalemyndigheten* (FFI-rapport 21/01132).
- Sellevåg, S. R., Brattekkås, K., Bruvoll, J. A., Buvar, P. M. H., Fardal, H., Farsund, B., Fykse, E.-M., Gisnås, H., Hellesø-Knutsen, K. & Kirkhorn, S. (2020). *Samfunnssikkerhet mot 2030-utviklingstrekk* (FFI-rapport 20/00530).
- Sivathas, K., Graarud, E. & Birkemo, G. A. (2022). *Mer effektiv trening og øving - en analyse av ressursforbruk, simulatorbruk og utfordringer* (FFI-rapport 22/01873).
- Skjelland, E., Glærum, S., Beadle, A. W., Endregard, M., Guttelvik, M. S., Hennem, A. C., Kvalvik, S. N., Køber, P. K., Mørkved, T. & Olsen, K. E. (2019). *Hvordan styrke forsvaret av Norge?-Et innspill til ny langtidsplan (2021–2024)* (FFI-rapport 19/00328).

-
- Slater, A. G. & Lawrence, D. M. (2013). Diagnosing Present and Future Permafrost from Climate Models. *Journal of Climate*, 26(15), 5608-5623. <https://doi.org/10.1175/jcli-d-12-00341.1>
- Solsvik, T. (2022). Norway plans to expand Arctic oil and gas drilling in new licensing round. Hentet 30.10.2022 fra <https://www.reuters.com/business/energy/norway-plans-expand-arctic-oil-gas-drilling-new-licensing-round-2022-03-17/>
- Sparrevik, M. & Utstøl, S. (2020). Assessing life cycle greenhouse gas emissions in the Norwegian defence sector for climate change mitigation. *Journal of Cleaner Production*, 248, 119196.
- St. Prop. 14 S (2020-2021). (2020). Forsvarsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/81506a8900cc4f16bf805b936e3bb041/no/pdf/s/prp202020210014000dddpdfs.pdf>
- Statnett. (2021). *Nettutviklingsplan 2021*. Statnett. <https://www.google.com/search?q=statnett+nettutviklingsplan+2021&oq=statnett+nettutviklingsplan+2021&aqs=edge..69i57j69i60.5936j0j1&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- Stiansen, J. E., Johansen, G. O., Sandø, A. B. & Loeng, H. (2022). Northern Seas: Climate and Biology. *Marine Resources, Climate Change and International Management Regimes*, 99.
- Terranova, M. L. (2022). Nuclear batteries: Current context and near-term expectations. *International Journal of Energy Research*, 46(14), 19368-19393. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/er.8539>
- The Arctic Institute. (2016). Arctic Maps - Visualizing the Arctic <https://www.thearcticinstitute.org/arctic-maps>
- US Environmental Protection Agency. (2022). Climate Change Indicators: Weather and Climate. <https://www.epa.gov/climate-indicators/weather-climate>
- Voie, Ø., Kirkhorn, S., Aarønes, L., Utstøl, S., Sparrevik, M. & Hofoss, E. (2019). Det grønne forsvaret? *VITEN*. <https://ffi-publikasjoner.archive.knowledgearc.net/handle/20.500.12242/2640>
- Wegge, N. (2019). Stormaktsinteresser og sikkerhetspolitiske utviklingstrekk i Arktis. *NUPI Policy Brief*, 2, 2019.
- World Weather Attribution. (2018, 28.07.2018). *Heatwave in northern Europe, summer 2018*. Hentet 24.10 fra <https://www.worldweatherattribution.org/attribution-of-the-2018-heat-in-northern-europe/>
- Wråke, M., Karlsson, K., Kofoed-Wiuff, A., Folsland Bolkesjø, T., Lindroos, T. J., Hagberg, M., Bosack Simonsen, M., Unger, T., Tennbakk, B. & Ogner Jåstad, E. (2021). Nordic clean energy scenarios: Solutions for carbon neutrality.
- Ørsted. (2022). *Partnership behind 'Green Fuels for Denmark' accelerates project and investigates production of green jet fuel by 2025*. Hentet 28.10.2022 fra <https://orsted.com/en/media/newsroom/news/2022/02/20220204476711>
- Østhagen, A. & Rottem, S. V. (2020). Stormaktspolitikk og økt spenning? Kunsten å skille mellom is og bart i Arktis.
- Aamaas, B., Aaheim, A., Alnes, K., Oort, B. v., Dannevig, H. & Hønsi, T. (2018). *Oppdatering av kunnskap om konsekvenser av klimaendringer i Norge*. CICERO. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1209/m1209.pdf>

Om FFI

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

FFIs formål

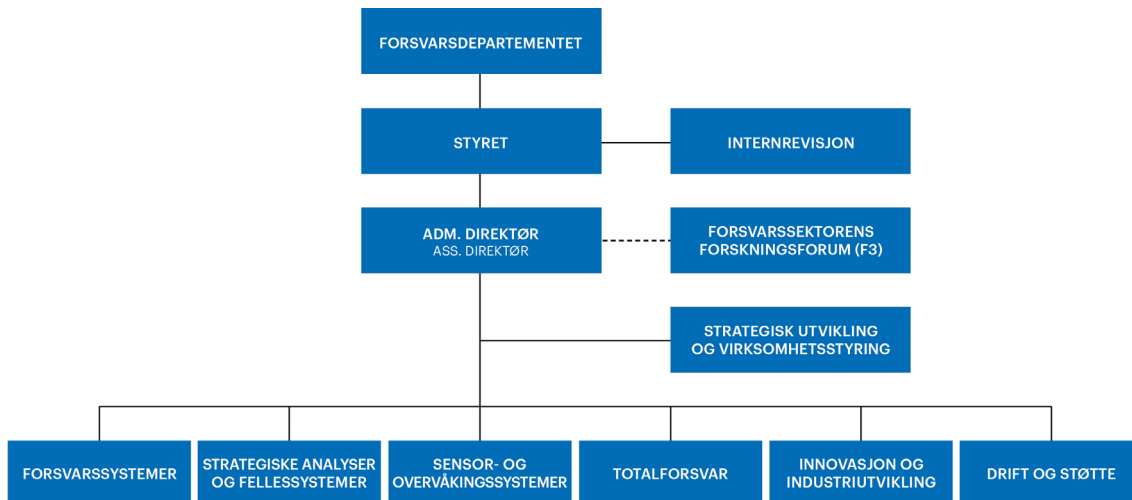
Forsvarets forskningsinstitutt er Forsvarets sentrale forskningsinstitusjon og har som formål å drive forskning og utvikling for Forsvarets behov. Videre er FFI rådgiver overfor Forsvarets strategiske ledelse. Spesielt skal instituttet følge opp trekk ved vitenskapelig og militærteknisk utvikling som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



Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)
Postboks 25
2027 Kjeller

Besøksadresse:
Kjeller: Instituttveien 20, Kjeller
Horten: Nedre vei 16, Karljohansvern, Horten

Telefon: 91 50 30 03
E-post: post@ffi.no
ffi.no

Norwegian Defence Research Establishment (FFI)
PO box 25
NO-2027 Kjeller
NORWAY

Visitor address:
Kjeller: Instituttveien 20, Kjeller
Horten: Nedre vei 16, Karljohansvern, Horten

Telephone: +47 91 50 30 03
E-mail: post@ffi.no
ffi.no/en