



Menon
Economics



Norsk institutt for
kulturminneforskning

Konsekvenser av klimaendringer i Norge - en litteraturoversikt

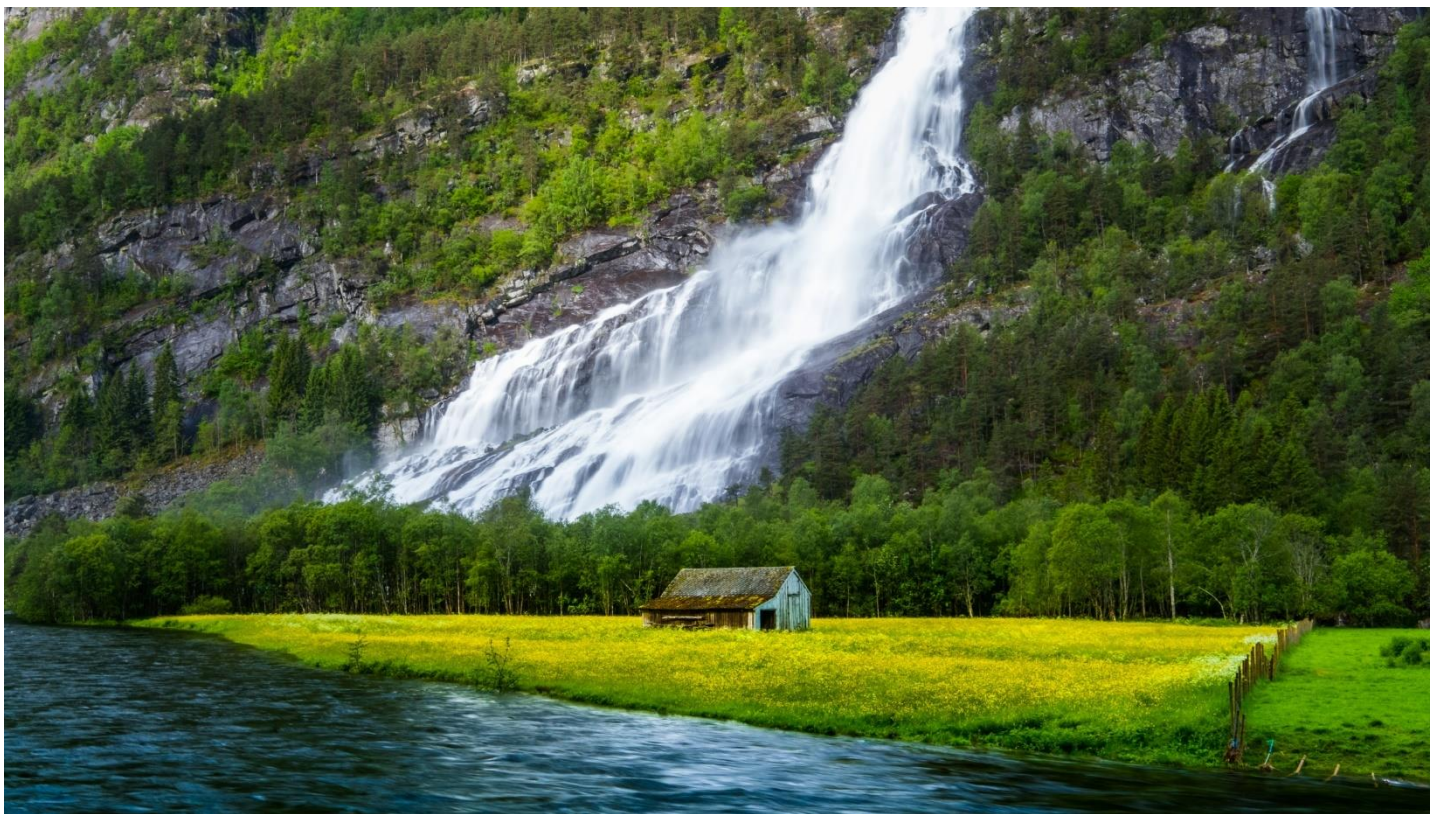


Foto: iStock

Av Annegrete Bruvoll, Erin Byers, Cecilie Flyen, Elisabet Forsgren, Erika Karttinen, Morgane Merlin, Signe Nybø, Hilde Haug Simonhjell, Svein Solberg, Gunnhild Søgaard og Øyvind Nystad Handberg

Menon-publikasjon Nr. 63

2025

Miljødirektoratets referanse **M-2980|2025**

Forord

På oppdrag for Miljødirektoratet har Menon Economics i samarbeid med NINA, NIBIO og NIKU utarbeidet en oversikt over litteraturen om konsekvenser av klimaendringer i Norge. Rapporten skal gi et helhetlig, representativt og oppdatert bilde av kunnskapsgrunnlaget for nåværende og framtidige konsekvenser av klimaendringene i Norge, spesifikt for mat, helse, infrastruktur, natur og kulturmiljø. Rapporten skal inngå som grunnlag i arbeidet med den nasjonale klimasårbarhetsanalysen, som skal gjennomføres av Miljødirektoratet i samarbeid med direktoratsgruppen for klimatilpasning. Den nasjonale klimasårbarhetsanalysen skal oppdateres hvert fjerde år.

NINA, med Signe Nybø og Elisabet Forsgren, har hatt det faglige ansvaret for litteraturen knyttet til natur og biologisk mangfold. NIBIO, med Gunnhild Søgaard, Svein Solberg og Morgane Merlin har hatt det faglige ansvaret for litteraturen knyttet til skog under natur og biologisk mangfold, og Erin Byers og Hilde Simonhjell har hatt ansvaret for matforsyning og matproduksjon. NIKU, med Cecilie Flyen, har hatt hovedansvaret for temaet kulturmiljø sammen med Erika Karttinen i Menon, og Menon, med Erika Karttinen har hatt ansvaret for temaet helse. Menon, med Annegrete Bruvoll, har hatt ansvaret for temaene infrastruktur og bygg. Menon har hatt det overordnede ansvaret for sammenstilling av rapporten, og Øyvind Nystad Handberg har kvalitetssikret rapporten.

Vi takker Miljødirektoratet, med kontaktpersoner Ida Morén Strømsø, Ingrid Kongsvoll og Synneva Geithus Laastad, for et interessant oppdrag.

Mai 2025

Annegrete Bruvoll
Prosjektansvarlig
Menon Economics

Erika Karttinen
Prosjektleder
Menon Economics

Om Menon

Menon Economics analyserer økonomiske problemstillinger og gir råd til bedrifter, organisasjoner og myndigheter. Vi er et konsultentselskap som opererer i grenseflatene mellom økonomi, politikk og marked. Menon kombinerer samfunns- og bedriftsøkonomisk kompetanse innenfor fagfelt som samfunnsøkonomisk lønnsomhet, verdsetting, klima-, miljø- og energiøkonomi, nærings- og konkurranseøkonomi, strategi, finans og organisasjonsdesign. Vi benytter forskningsbaserte metoder i våre analyser og jobber tett med ledende akademiske miljøer innenfor de fleste fagfelt.

Om NIBIO

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) forsker og leverer kunnskap om mat- og planteproduksjon, skog, miljø, kart, arealbruk, genressurser, foretaks-, nærings- og samfunnsøkonomi. NIBIO har om lag 760 ansatte. I dette prosjektet har fagmiljøer på skog og klimaendring og mat deltatt. NIBIO har omfattende kompetanse på alt fra plantefysiologi og økofysiologi knyttet til klimarespons hos trær, til skogbehandling for klimatilpasning. NIBIO er videre et ledende forskningsinstitutt innen verdikjeden for mat, med stor fagkompetanse på blant annet produksjonsmessige og samfunnsmessige forhold knyttet til matproduksjon.

Om Norsk institutt for naturforskning (NINA)

Norsk institutt for naturforskning (NINA) er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur – samfunn. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. Per 2025 er vi ca. 350 ansatte. NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhengene med de store drivkreftene i naturen.

Om Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU)

Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU) er en norsk stiftelse og nasjonalt og internasjonalt tverrfaglig kompetansesenter innen kulturminneforskning. NIKU driver forskning, utvikling og oppdragsvirksomhet, med spisskompetanse på kulturminnefaglige verdivurderinger, bygningsvern, arkitekturhistorie, kulturminneforvaltning og klimatilpasning av kulturminner og -miljøer, med oppdrag innen by- og landskapsplanlegging, konservering, arkeologi og bygningsvern. Vi jobber også med å vurdere mer bærekraftig bruk og gjenbruk av kulturminner.

Innhold

Innhold	3
Sammendrag	5
1 Introduksjon	9
1.1 Metode	9
1.2 Om generelle kilder	9
1.3 Referanser	11
2 Konsekvenser for natur og biologisk mangfold.....	12
2.1 Fjell	13
2.2 Skog	14
2.3 Ferskvann	15
2.4 Våtmark og myr	16
2.5 Seminaturalig eng og kystlynghei	17
2.6 Naturlig åpne områder under skoggrensa	17
2.7 Jordbruksområder	18
2.8 Byer og tettsteder	18
2.9 Kunnskapshull	18
2.10 Referanser	19
3 Konsekvenser for matforsyning og -produksjon.....	25
3.1 Forsyningssikkerhet.....	25
3.2 Norsk matproduksjon generelt	26
3.3 Korn	27
3.4 Frukt, grønt og bær	27
3.5 Potet.....	28
3.6 Grovfôr.....	28
3.7 Husdyr	28
3.8 Fiskeoppdrett og fiskeri	29
3.9 Kunnskapshull	31
3.10 Referanser	32
4 Konsekvenser for infrastruktur og bygg	37
4.1 Vei og bane	37
4.2 Infrastruktur for maritim transport.....	39
4.3 Flyplassinfrastruktur	39
4.4 Kraftnett og kraftforsyning.....	40
4.5 Bygninger og konstruksjoner	40
4.6 Vann og avløp	41

4.7	Kunnskapshull	42
4.8	Referanser	42
5	Konsekvenser for kulturmiljø	46
5.1	Utendørs bygget kulturarv og arkeologisk materiale.....	47
5.2	Landskap	49
5.3	Arktiske strøk	49
5.4	Kunnskapshull	50
5.5	Referanser	51
6	Konsekvenser for helse	57
6.1	Smittsomme sykdommer.....	58
6.2	Dødelighet	59
6.3	Lunge-, hjerte- og karsykdommer	60
6.4	Fallskader	61
6.5	Psykisk helse	61
6.6	Helsesektoren.....	62
6.7	Kunnskapshull	62
6.8	Referanser	63
7	Konsekvenser for Sápmi	68
7.1	Reindrift	68
7.2	Helse	69
7.3	Kunnskapshull	69
7.4	Referanser	69
	Vedlegg: Internasjonale studier relevant for infrastruktur	71
	Felles referanseliste.....	72

Sammendrag

Klimaendringene øker den gjennomsnittlige temperaturen, spesielt i nordlige områder. Gjennomsnittstemperaturen på Fastlands-Norge har økt med cirka 1,2 grader siden 1900. Vintrene blir kortere og somrene lenger. Miljøer som er avhengige av kaldt klima vil oppleve betydelige endringer. Dette vil ha konsekvenser for lokale arter som er tilpasset kaldere klima, åpne for etablering av mer varmekjære arter, og påvirke grunnlaget for matproduksjon. Temperaturøkningene fører til andre endringer i naturgitte forhold. Nedbørsmengdene har økt omkring 20 prosent i samme periode. Økt havnivå og mildere og våtere vintre vil gi mer råteskader på bygninger og kulturverdier, og kombinasjonen av økt temperatur og nedbør gir et mer ustabilt klima med større potensial for ekstremvær og belastninger på natur og infrastruktur.

Denne rapporten gir et helhetlig, representativt og oppdatert bilde av kunnskapsgrunnlaget for nåværende og framtidige konsekvenser av klimaendringene i Norge, spesifikt for mat, helse, infrastruktur, natur og kulturmiljø. Nedenfor oppsummerer vi vesentlige funn og kunnskapshull.

Natur og biodiversitet

Litteraturgjennomgangen gir overveldende evidens for at de pågående klimaendringene har omfattende negative konsekvenser for naturmangfoldet i verden. Nesten halvparten av pattedyrene på den internasjonale rødlisten over truede arter, og en fjerdedel av fugler, påvirkes allerede negativt av klimaendringer. Klimaendringene vil få store konsekvenser i polare områder og i fjellet, og arter som er spesialiserte og hvor overlevelsen avhenger av helt bestemte forhold vil være særlig sårbare.

Klimaendringene påvirker en rekke økologiske sammenhenger og interaksjoner mellom arter som er vanskelige å forutse. Endringer i konkurranseforhold mellom arter kan føre til fenologisk mismatch, for eksempel ved at reproduksjonstidspunkt for arter ikke lenger sammenfaller med tilgangen til føde. Også grunnleggende økosystemfunksjoner vil påvirkes. Enkelte naturtyper, som skog, vil øke i areal, mens andre, som havstrand og fjellheier ventes å minke i areal. Naturtyper, som palsmyr, kan forsvinne helt fra norsk natur. Nedgangen i biologisk mangfold, uansett årsak, destabiliserer økosystemene og gjør dem mindre motstandsdyktige mot klimahendelser.

Andre arter vil påvirkes positivt. Varmekjære arter vil kunne øke sin utbredelse nordover og i høyden på bekostning av kuldetolerante, alpine og polare arter. Nordområdene er ekstra sårbare for klimaendringene, der nye arter fra mer sørlig utbredelse vil kunne etablere seg. Anslaget på fremmede arter som står på terskelen til å bli oppdaget i Norge, såkalte dørstokkarter, er tredoblet de siste fem årene. Flere av disse kan være vektorer for smittsomme sykdommer som ennå ikke er etablert i Norge.

Kunnskapshull: Norge mangler oversikt over klimaendringenes påvirkninger på natur og framtidige konsekvenser basert på nyeste kunnskap om klimaframskrivninger og ny forskning på arter og økosystemer. Effekten av den samla belastningen av klimaendringer og nedbygging av naturarealer for naturmangfoldet er lite kvantifisert. Det er behov for å framskaffe og kvantifisere effekter av nedbygging, fragmentering og endret arealbruk på klimasårbarhet og biologisk mangfold.

Matforsyning og matproduksjon

Økt nedbør, lengre tørkeperioder og mer variasjon i temperatur vil påvirke vekstforholdene. Den største gjennomsnittlige temperaturøkningen ventes i nordlige og høyere strøk, og minst i Vest-Norge. Det forventes økte tørkeperioder spesielt i viktige jordbruksområder på Østlandet, i Sørøst-Norge, og i indre fjordstrøk. Lengre tørkeperioder kan føre til avlingstap.

Økt nedbør vil utfordre bruken av eksisterende matjord. Mange flomsikringsanlegg og hydrotekniske anlegg ved dyrket mark og jordbruksområder er underdimensjonerte og gamle, noe som øker sårbarheten ved økt nedbør. En stor del av den norske matjorden har behov for dreneringstiltak. Dårlig drenert jord fører til jordpakking, dårligere avling og redusert lagringsevne på innhøstede landbruksprodukter, og at jorda blir mer utsatt ved tørke.

Med klimaendringene kommer også en lengre vekstsesong, som gir utvidede produksjonsmuligheter, inkludert bruk av nye plantearter. Muligheter for utvidet planteproduksjon kan øke kapasiteten for forsyning av proteiner, arter med bedre lagringsevne, større variasjon av norsk frukt og grønt, og flere uker med ferske matvarer. Samtidig kan væretendringene føre til økt press fra uønskede arter samt dyre- og plantesykdommer.

Husdyrproduksjonen i Norge påvirkes både direkte og indirekte av klimaendringene med mulige effekter på dyrehelse og dyrevelferd og redusert produksjon. Samtidig kan lengre vekstsesonger og nye muligheter for beite i nordlige områder bidra positivt til produksjonen.

For fiskeriene i Nordsjøen vil temperaturøkning, redusert oksygeninnivå, og havforsuring utfordre arter som nordsjøtorsk, atlantisk torsk og nordsjøsild betydelig. I Barentshavet vil endret sjøismønster og økt temperatur gjøre at torsk, sild, makrell og lodde flytter seg nordover, mens polartorskbestanden kan reduseres. I Norskehavet forventes noen arter som nordøstatlantisk makrell, kystlysing og norsk vårgytende sild å migrere nordover. Havforsuring kan påvirke skjelloppdrett negativt. Økt stormintensitet kan skade fiskeinfrastruktur og fartøy og marine habitat.

Hoveddelen av råvarene til fôret i fiskeoppdrett er importert, noe som gjør denne produksjonen sårbar for klimaendringer i landene der råvarene produseres. Her hjemme vil økt havtemperatur utfordre oppdrettslaksen, som er sårbar for temperaturøkninger. Varmere klima kan føre med seg flere sykdommer og parasitter, spesielt i Nord-Norge. En potensielt positiv effekt er at varmere hav kan gi muligheter for oppdrett av nye fiskearter.

Kunnskapshull: Verdikjeden for mat vil bli mer uforutsigbar, og det er behov for forbedret risikokommunikasjon og modeller for å estimere produksjonsmessige og økonomiske konsekvenser av klimaendringer for jordbruk, akvakultur og fiskerinæring, hvordan dette påvirker matsikkerheten og lokalsamfunn, samt tiltak for å tilpasse næringer og forvaltning. Det trengs mer kunnskap om hvordan klimaendringene påvirker jordbruket. Husdyrproduksjonen krever strategier for fôrtilgang, dyrevelferd og øvrige rammevilkår under endrede klimaforhold. For marine økosystemer trengs det forbedret forståelse av hvordan økt havtemperatur, issmelting og havforsuring og andre endrede miljøforhold påvirker artenes fysiologi og økosystemfunksjoner, utbredelsen av sykdommer og parasitter og reproduksjonssykluser. Det er også behov for mer detaljert kunnskap om hvordan ulike arter tilpasser seg endrede klimaforhold.

Infrastruktur og bygg

Innenfor norsk transportinfrastruktur er *veg og jernbane* særlig utsatt. Litteraturgjennomgangen viser at mer nedbør og flere hendelser med høyere intensitet som styrtregn, samt økt fryse- og tining vil utløse flommer, jord- og sørpeskred og steinsprang med skader på vei- og jernbaneinfrastruktur. Snømengdene forventes å øke i høyereliggende strøk og gi oftere nedsnødde veier og jernbaner, kolonnekjøring og redusert trafiksikkerhet. Samtidig gir redusert snøhøyde og kortere vintre mindre fare for snøskred i lavereliggende strøk.

Flyplasser, kaier og havneanlegg er generelt lokalisert på områder som i utgangspunktet er mindre utsatt for skred og flom. Konsekvenser for flyplasser er i første rekke knyttet til havnivåstiging for flyplasser og rullebaner lokalisert få meter over havet og på fyllinger i sjøen, samt drenering av

rullebanene ved intens nedbør. For kaier og havneanlegg er utfordringene knyttet til langsiktige tilpassinger av havneanleggene og endringer av farled.

Kraft- og kommunikasjonsnettverk er på samme måte som vei og bane utsatt for ras, skred, snø og flom. Nedbør, trefall, storm, skred, lyn og ising er eksempler på værphenomen som forårsaker feil og avbrudd i kraftforsyningen, der frekvensen og styrken er ventet å øke som følge av klimaendringer. *Vann- og avløpssystemer* vil bli mer utsatt for økte belastninger av økt og mer intens nedbør. Urenset avløpsvann kan lekke ut i elver, innsjøer eller hav, og drikkevannet kan bli forurenset når avløpsvann trenger inn i vannforsyningssystemet.

Bygninger og konstruksjoner står overfor økte fuktproblemer og råteskader, samtidig som flommer, jord- og sørpeskred og steinsprang er risikofaktorer for bebyggelse. Tidligere sikre områder kan bli utsatt for nye risikofaktorer.

Kunnskapshull: Kunnskapsgrunnlaget om skredfrekvenser er ikke tilstrekkelig. Disse kunnskapene er sentrale for vurderinger av risiko og tiltak mot skred innenfor vei- og baneinfrastrukturen. Det er betydelige skjevheter og usikkerhet i de eksisterende datakildene om skredpunkter og registrerte skred. Riksrevisjonen påpeker også at det mangler en oversikt over eksisterende transport-infrastruktur sin sårbarhet og fare for naturhendelser i et framtidig klima.

Kulturmiljø

Klimaendringene utgjør en stor risiko for kulturmiljøet. Gradvise endringer i temperatur, nedbør og luftfuktighet og ekstreme værhendelser kan akselerere nedbrytningsprosesser i materialer og strukturer. Forskningen viser at klimaendringenes påvirkning på kulturarven forsterker allerede eksisterende klimarelaterte problemer. Råtebasert nedbrytning øker på grunn av klimaendringer. På Svalbard forsterkes de negative konsekvensene av klimaendringer av slitasje fra økt ferdsel og turisme som kan trekkes nordover på grunn av klimaendringene.

Kunnskapshull: Det savnes en nyere samlet oversikt over sårbarheter for klimaendringene for alle typer kulturminner, -miljøer, -landskap og arkeologiske materialer i Norge. Flere publikasjoner viser behov for kartlegging av hvor og i hvilke landskapstyper de utsatte kulturminnene, kulturmiljøene og landskapene ligger, samt klimaovervåkingsmetoder og dokumentasjon på nedbrytning av kulturminner og kulturmiljø. Det er også behov for ytterligere kunnskap om tilstanden til kulturarven og hastigheten på nedbrytningen.

Helse

Det er bred enighet innenfor helseforskning om at globale klimaendringer fører til redusert helse i befolkningen. Dette skjer gjennom direkte effekter for eksempel av skader fra ekstremvær, og indirekte gjennom for eksempel stress og angst. Sammenhengen mellom klimaendringer og helse er bredt studert internasjonalt, i tillegg til at vi finner en del ny norsk forskning.

Kunnskapshull: Hetebølger har betydelige helsekonsekvenser globalt, spesielt i Sør-Europa. Det finnes imidlertid ingen klare forskningsresultater som kobler ekstrem varme til økt dødelighet i Norge og Norden, selv om konsekvensene kan endres med varmere klima. Klimaendringenes innvirkning på astma og luftveisallergier er usikker, og norsk-kontekstuell forskning er mangelfull til tross for internasjonale forventninger om økning i allergisk sykdom. Videre skjer klimaendringene raskere i Arktis enn andre steder, men det er begrenset med studier av helseeffekter på lokalbefolkningen.

Klimaendringer kan påvirke den psykiske helse til befolkningen. Akutte hendelser kan føre til posttraumatisk stress med påfølgende psykiske lidelser. I tillegg kan klimaendringer føre til angst og stress uten at dette trenger å være knyttet til konkrete hendelser. Dette er likevel et område som er

forskert forholdsvis lite på globalt og enda mindre i Norge, og koblingene mellom klimaendringer og psykisk helse er generelt utfordrende å påvise.

Det mangler helhetlig forskning på hvordan sykdomsbildet totalt vil kunne påvirkes av klimaendringer. Litteraturen peker på manglende kunnskap om sykdomsøkologi for smittsomme sykdommer og lite forskning om risikoen for økt forekomst av vektorbårne sykdommer som følge av klimaendringer, utenom flåttbårne sykdommer.

Sápmi

Urbefolkningen i Arktis er av de mest utsatte gruppene for klimaendringens konsekvenser av to grunner: de lever i tett samspill med naturen, og klimaendringene har størst effekt på forholdene i Arktis. Disse utfordringene kommer i tillegg til effektene som gjelder for befolkningen som helhet, beskrevet under temaene ovenfor.

Generelt forventes arktiske dyr som tradisjonelt jaktet å bli negativt påvirket av klimaendringer. Reindriften påvirkes av spredning av skog-/krattvegetasjon, redusert beitekvalitet, redusert tilgang på lav på grunn av høy snødybde og regn-på-snø hendelser, økt plage med parasitter og insekter, ustabile isforhold og farlige værforhold. Gjengroing og nedising av beite endrer både tilgang til beiteressurser og framkommelighet. Reinen flyttes på andre måter og til andre tider enn tidligere, da for eksempel elver og vann i enkelte områder islegges senere. Arealbruksrettigheter for Sápmi til reinbeite er basert på migrasjonsmønstre, og endrede mønstre på grunn av klimaendringer utfordrer beite- og forvaltningsstrategier.

Økt risiko for kraftig snøfall, snøskred, svakere is på innsjøer og elver, vårflo og jordskred utgjør økt risiko for spesielt samiske reindriftsutøvere som reiser lange avstander i fjerntliggende områder. I den arktiske regionen har varmere klima bidratt til økning i overføring av sykdommer, frigjøring av giftstoffer og forurensninger lagret i snø. Klimaendringer kan forstyrre livsgrunnlag, kultur, matsystemer, sosiale forbindelser og helsesystemer. Effekter kan være tap av kulturell kunnskap og kontinuitet, forstyrrelser i overføringen av kunnskap mellom generasjoner og forringelse og tap av stedsbaserte identiteter og forbindelser.

Kunnskapshull: I reindrift påpekes kunnskapshull rundt beiteressurskart, optimal flokkstruktur, tilleggsføring, og tiltak mot parasittpress i reindrift.

1 Introduksjon

Denne litteraturgjennomgangen søker å gi et helhetlig, representativt og oppdatert bilde av kunnskapsgrunnlaget for nåværende og framtidige konsekvenser av klimaendringene i Norge, spesifikt for mat, helse, infrastruktur, natur og kulturmiljø. Rapporten sammenfatter både eksisterende kunnskapsgrunnlag og beskriver framtreddende kunnskapshull.

Rapporten skal inngå som grunnlag i arbeidet med den nasjonale klimasårbarhetsanalysen, som skal gjennomføres av Miljødirektoratet i samarbeid med direktoratsgruppen for klimatilpasning. Den nasjonale klimasårbarhetsanalysen skal oppdateres hvert fjerde år.

Litteraturgjennomgangen er spesifikk for temaene som skal behandles i ekspertgrupper i arbeidet med klimasårbarhetsanalysen, med dedikerte forskere knyttet til hvert av temaene.

- NINA har hatt det faglige ansvaret kapittel 2 om natur og biologisk mangfold.
- NIBIO har hatt det faglige ansvaret for klimaendringenes effekt på skog i kapittel 2 om natur og biodiversitet og for kapittel 3 om matforsyning og matproduksjon.
- Menon har hatt ansvaret for kapittel 4 om infrastruktur og bygg og kapittel 6 om helse, samt det overordnede ansvaret for sammenstilling av rapporten.
- NIKU har hatt hovedansvaret for kapittel 5 om kulturmiljø, med bistand fra Menon.

1.1 Metode

Arbeidet med litteraturstudien startet med å identifisere sentrale nøkkelreferanser for hvert område. Dette ble gjort både gjennom bruk av KI-søk for hvert temaområde, og basert på våre kjennskaper til litteraturen som fagekspert. Basert på nøkkelreferansene og de underområdene som peker seg ut som særlig relevante for Norge, ble det gjort supplerende søk på GoogleScholar for å avdekke annen relevant forskning. Vi har også gjennomgått nettsider og rapporter til relevante sektormyndigheter. Videre har vi også fått innspill fra direktoratsgruppen for klimatilpasning, som består av representanter fra Avinor, Direktoratet for byggkvalitet, Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, Fiskeridirektoratet, Helsedirektoratet, Jernbanedirektoratet, Kartverket, Kystverket, Landbruksdirektoratet, Luftfartstilsynet, Mattilsynet, NVE, Riksantikvaren, Statens vegvesen, Folkehelseinstituttet, Miljødirektoratet, Bane NOR, Norsk klimaservicesenter og Bufdir.

Vi har prioritert norsk litteratur, og inkludert ikke-norsk litteratur når det er vurdert som relevant for Norge. Kunnskapsgrunnlaget har bygget seg opp over flere år, og vi har søkt å finne fram til den mest oppdaterte litteraturen. Kartleggingen omfatter fagfellevurderte internasjonale artikler, rapporter på norsk som er kvalitetssikret i de respektive institusjonene, relevante notater og norske nettsider. Kartleggingen er ifølge vår vurdering representativ for de viktigste dokumentene per i dag, og vil være en inngang til å gå dypere ned i informasjonen om enkelttema gjennom nettsidene og publikasjonenes referanselister.

1.2 Om generelle kilder

Litteraturgjennomgangen har som formål å gå gjennom de fem temaområdene natur, mat, infrastruktur, kulturmiljø og helse som beskrevet i kapittel 2 til 7. Gjennomgangen har også sett på særlige konsekvenser av klimaendringer for Sápmi.

Endringer i temperaturer og nedbør gjelder alle temaene. Tekstboks 1 oppsummerer de autoritative, overordnede datakildene om klimaendringer fra Norsk klimaservicesenter, samt Kartverket, NVE og NGI. Disse kildene gir blant annet kunnskaper om utviklingen i klima fram til i dag, framskrivninger mot 2100, analyser av konsekvenser av klimaendringene. Datakildene gir informasjon etter sektorer og geografi, og tilbyr kartlag for visualisering av værdata og regional klimautvikling. I tekstboksen oppgis også de sentrale kildene fra IPCC, som også er grunnlag for forutsetningene om den globale utviklingen i klima, EU og USA.

Tekstboks 1: Sentrale datakilder

Her gis en oversikt over sentrale datakilder og nettsider til generell informasjon dagens status og framskrivninger av klima og klimakonsekvenser, som omfatter alle de fem temaene i kapittel 2-7. Mer informasjon ligger på de nevnte nettsidene.

Framskrivninger:

- Norsk klimaservicesenter (KSS) er en sentral norsk informasjonskilde om fysiske konsekvenser av klimaendringer og framskrivninger fram mot 2100.
- Norsk klimaservicesenter sine *klimaindekser* (KSS u.å., a) omfatter endringer i temperaturer, lengder på vekstsesong, nedbør, middelvrenning, markvannsunderskudd, flom, snømengde, snødekke, snødybde og fordampning for stabilisering av klimagassutslipp (RCP4.5) og høyt klimagassutslipp (RCP8.5). Framskrivningene er dokumentert i NKSS (2015).
- *Regionale klimaprofiler*: KSS (u.å., b) gir regionfordelte oversikter over dagens og forventede klimaendringer og klimautfordringer. Klimaprofilene har fokus på endringer fra dagens klima (1971–2000) til slutten av århundret (2071–2100), etter tidligere fylkesinndeling.
- NGI (2022) gir grundige vurderinger av hvordan relevante klimaelementer vi påvirke ulike klimarelaterte naturfarer framover, og usikkerheten rundt utviklingen (Tabell 1 i NGI (2022)).
- Kartverket har kartlag for *havnivåendringer* for visualisering av effektene av økt havnivå og stormflo, med risikokart over områder som vil bli berørt, basert på RCP8.5.
- Norsk klimaservicesenter (2024) beskriver hvordan havet er ventet å stige langs norskekysten mot midten og slutten av dette århundret, og videre mot år 2300, med estimer på konsekvenser for havnivå langs kysten og vurderinger av risiko. Rapporten analyserer konsekvenser for mennesker og naturmiljø.

Statistikker/historikk:

- Norsk klimaservicesenter har informasjon om stedsspesifikke observasjoner og værstatistikk, nedbørintensitet, vind, nedbørrekorder, klimanormaler og regionverdier (KSS u.å., b). Statistikkene er detaljert på tidsrom, värelement og lokalitet.
- NVEs karttjenester (NVE, u. å.) har relevante kart og datasett som gir informasjon om lokale forhold og historiske hendelser.
- Kartverkets nettside inneholder en databatase for [havnivå](#) ved målestasjoner med dimensjonerende verdier.

Internasjonalt:

- IPCC er den sentrale kilden for globale effekter av klimaendringer. IPCC (2021) gir en oppsummering av den nåværende tilstanden til klimaet, konsekvenser av menneskelig påvirkning, kunnskapsstatusen om framtidig klimautvikling, klimainformasjon som er relevant for regioner og sektorer og informasjon om tiltak for klimatilpasning. IPCC (2022) vurderer kunnskapene om observerte påvirkninger og anslått risiko for klimaendringer samt tilpasningsmuligheter.
- Av sentrale nettsider som oppdateres løpende kan nevnes nettsidene for EEA (u.å.) for klimakonsekvenser i Europa, og United States Environmental Protection Agencys (u.å.) med oppdatert kunnskap for USA.

1.3 Referanser

EEA (u.å.) Hvilke konsekvenser har klimaendringene i Europa? <https://www.eea.europa.eu/no/help/ofte-stilte-sporsmal/hvilke-konsekvenser-har-klimaendringene-i-europa>

IPCC (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S.L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M.I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J.B.R., Maycock, T.K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R. og Zhou, B. (Red.). Cambridge University Press. doi:10.1017/9781009157896

IPCC (2022): *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.

Kartverket (u.å.): Se havnivå i kart. https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva/kart?zoom=6¢er=68680,7189212&locationId=&year=2100&layer=stormflo200ar_klimaar2100

KSS (u.å., a): Klimaframskrivninger https://klimaservicesenter.no/climateprojections?index=air_temperature&period=Annual&scenario=RCP45&area=NO

KSS (u.å., b): Klimaprofilene - et kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/om>

NCCS (2015). Klima i Norge 2100, NCCS report no. 2/2015, <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m406/m406.pdf>

NGI (2022): KlimaVei: Klimapåvirkning. NGI-rapport 20210107-01-R. Skrede, H., Body, N.S., Jaedicke, C. Oslo: Norges Geologiske Institutt. https://www.ngi.no/globalassets/bilder/prosjekter/klimavei/20210107-01-r_klimapavirkning_final.pdf

Norsk klimaservicesenter (2024): Sea-Level Rise and Extremes in Norway - Observations and Projections Based on IPCC AR6, NCCS report 1/2024, <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2024/april-2024/sea-level-rise-and-extremes-in-norway/>

NVE (u.å.): Karttjenester, <https://www.nve.no/karttjenester/>

United States Environmental Protection Agency's (u.å.). Climate change impacts <https://www.epa.gov/climateimpacts>

2 Konsekvenser for natur og biologisk mangfold

I dette kapittelet oppsummerer vi kunnskapsgrunnlaget for konsekvenser av klimaendringene for natur og biologisk mangfold i Norge. Vi har vektlagt landøkosystemene i Norge, inkludert ferskvannsøkosystemer. Konsekvenser for saltvannsøkosystemer begrenses til omtale av fiske under kapittel 3.8. For klimakonsekvenser for marine økosystemer og Svalbard viser vi til Forsgren mfl. (2015). Klimaendringer vil også påvirke naturens evne til å kompensere for negative effekter av nettopp klimaendringer, f.eks. gjennom endret kapasitet til netto opptak av karbon og vegetasjonens evne til å redusere omfanget av flom og erosjon. Samspillet mellom endret arealbruk, natur og klima er et viktig bakteppe for å redusere klimasårbarhet.

Løsninger til klimakrisen og naturkrisen må sees i sammenheng (f.eks. Miljødirektoratet 2020, NINA u.å. Klimautvalget 2050, NINA u.å.). Det er overveldende evidens for at de pågående klimaendringene, som også fører til flere ekstreme værhendelser, har, og vil få, omfattende negative konsekvenser for jordens biologiske mangfold, Norge inkludert. FNs klimapanel er hovedkilden til rapporter som oppsummerer aktuell vitenskapelig kunnskap om klimaendringene og dens konsekvenser (IPCC, se også Hanssen-Bauer mfl. 2015 og Aall mfl. 2018). Klimaendringene fører til endringer i livsbetingelser, endringer i arters utbredelse, komplekse endringer i økologiske sammenhenger, økt risiko for at arter dør ut og gjennomgripende endringer i økosystemer (f.eks. [Easterling mfl. 2000](#), Walther 2010, Pecl mfl. 2017, Malhi mfl. 2020).

Oppvarmingen vi hittil har sett er liten sammenlignet med det som er forventet mot slutten av dette århundret. Likevel er de observerte konsekvensene globalt allerede tydelige (Walther 2010, [IPCC 2022](#)). I en oppsummering fra WWF viser man til at nesten halvparten av pattedyrene på den internasjonale rødlisten over truede arter allerede påvirkes negativt av klimaendringer. Det samme gjelder en fjerdedel av fugler. Særlig sårbare er arter som er spesialiserte og hvor overlevelsen avhenger av helt bestemte forhold. Videre gis det eksempler på hvordan forandringer i klimaet endrer livsmiljøet til dyr og fører til at mange arter vil få problemer med å overleve, og at virkningene merkes verden rundt (WWF). I Norge påvirker klimaendringer flere truede arter enn før, men arealendringer er den viktigste årsaken til at arter er truet av utryddelse (Artsdatabanken 2021a).

Klimaendringene vil ha konsekvenser for norsk natur og naturmangfold. I litteratursøket fant vi kun én større rapport som sammenstiller kunnskapen om effekter av klimaendringer på norsk natur og naturmangfold, fra artsnivå til naturtyper og økosystemer, samlet for alle naturlige økosystemer (Forsgren [mfl. 2015](#)). Se også en kortere oppsummering i Aall mfl. (2018). I teksten nedenfor oppsummerer vi konklusjonene i Forsgren mfl. (2015), se rapporten for videre lesning og referanser. Vi tar opp relevant litteratur som har økt kunnskapsnivået siden 2015, men inkluderer også noe tidligere litteratur som er spesielt relevant. Det er stor usikkerhet rundt klimaendringenes framtidige konsekvenser for norsk natur, både på grunn kompleksiteten i økologiske sammenhenger, manglende kunnskaper om arters evne til å tilpasse seg nye betingelser og usikkerheten i klimaframskrivningene.

Klimaendringene vil få negative effekter for noen arter, mens andre arter vil påvirkes positivt. Varmekjære arter vil kunne øke sin utbredelse nordover og i høyden på bekostning av kuldetolerante, alpine og polare arter (Forsgren mfl. 2015). Nordområdene er derfor ekstra sårbare for klimaendringene. Nye arter for Norge, med en mer sørlig utbredelse, vil kunne komme inn og etablere seg her. Også enkelte fremmede arter vil få en fordel av et varmere klima (Forsgren mfl. 2015). Klimaendringene påvirker en rekke økologiske sammenhenger og interaksjoner mellom arter som er vanskelige å forutse. Det kan handle om endringer i konkurranseforhold mellom arter. Det kan også handle om endringer som fører til fenologisk mismatch, for eksempel at reproduksjonstidspunkt for en art ikke lenger sammenfaller med tilgangen til føde. For eksempel kan klekkingen av insekter opptre

tidligere på våren slik at man ikke lenger har sammenfall mellom hekking hos trekkende fugl og forekomsten av insekter (føde).

Også grunnleggende økosystemfunksjoner vil kunne påvirkes (Forsgren mfl. 2015). Enkelte naturtyper vil kunne øke i areal, for eksempel skog, mens andre, som havstrand og fjellheier trolig vil minke i areal. Enkelte naturtyper, som palsmyr, kan forsvinne helt fra norsk natur (Forsgren mfl. 2015, Hofgaard mfl. 2020).

Flere nasjonale rapporter og nettsteder vurderer effekten av ulike påvirkningsfaktorer på det biologiske mangfoldet. Arealendringer er i dag den største trusselen, men betydningen av klimaendringer er økende. De viktigste kunnskapssammenstillingene for dette er:

- Naturindeks for Norge (Jakobsson & Pedersen 2020 og naturindeks.no)
- Rødliste for arter (Artsdatabanken 2021b). Ny rødliste kommer i 2027.
- Rødliste for naturtyper (Artsdatabanken 2018). Ny rødliste kommer i 2025
- Vurdering av økologisk tilstand i skog (Framstad mfl. 2021)
- Vurdering av økologisk tilstand i fjell (Framstad mfl. 2022)
- Vurdering av økologisk tilstand i arktisk tundra (Pedersen mfl. 2021)

Generelt viser disse kildene at endringer i arealbruk og fragmentering har størst negativ påvirkning på økosystemer og arter. Ekspertvurderinger av følsomheten til naturindeks i de ulike økosystemene tyder på at klimaendringene har størst negativ påvirkning i kystvann, havet og i fjellet (Naturindeks). Av *truede* arter som er påvirket av klimaendringer er 57 prosent knyttet til fjellet (Rødlista for arter). Klimaendringene har økende betydning for hvilke arter som er truet av utryddelse (Rødlista for arter) og hvilke nye fremmede arter som etablerer seg i Norge (Fremmedartslista).

Klimaendringer påvirker også omfanget av andre negative påvirkningsfaktorer, og kanskje særlig spredningen av fremmede arter. Flere av de fremmede artene kan være vektorer for smittsomme sykdommer som enda ikke er etablert i Norge. Antallet fremmede arter som står på terskelen til å bli oppdaget i Norge, såkalte dørstokkarter, har tredoblet seg fra Fremmedartslista i 2018 til Fremmedartslista for 2023 (Artsdatabanken [2023](#)).

Den omfattende omformingen og inngrep i økosystemer gir reduksjon i biologisk mangfold. Økosystemers egenskaper og funksjon er helt avhengig av det biologiske mangfoldet (Hooper mfl. 2005, Cardinale mfl. 2012). Nedgangen i biologisk mangfold, uansett årsak, destabiliserer økosystemene og gjør dem mindre motstandsdyktige mot ekstreme klimahendelser og dermed mer sårbare (Mahecha mfl. 2024).

2.1 Fjell

Fjell omfatter alt areal over skoggrensa og arealene som ligger nord for denne (i Finnmark) (Meld St. 35 (2023-3024)). I denne rapporten omtaler vi våtmark over skoggrensa i kapittel 2.4.

Fjell påvirkes og vil bli enda mer påvirket av de pågående klimaendringene. Dette er sammenfattet i Forsgren mfl. (2015) og vi gir en kort oppsummering her. Temperatur og snømengde har stor betydning for utbredelsen av naturtypene i fjellet. Snødekket dekker til vegetasjonen om vinteren, og tap av snødekke truer arktiske planter (Niittynen mfl. 2018). Vegetasjonssoner og fjellarter vil forflytte seg oppover i fjellet. Skoggrensa vil flyttes oppover i høyden og nordover enkelte steder, mens de åpne fjellheienes areal kan bli redusert i disse områdene (Bryhn og Potthoff 2018). Høyfjellsartene får sine leveområder redusert, mens varmekjære arter kan ekspandere oppover. Klimaendringene kan føre til

gjengroing, noe som videre kan føre til tapte leveområder for villrein og jerv. Alpine insekter og alpine fugler vil få problemer. Man forventer ulike og komplekse effekter på reinens levevilkår, av hvilke flere er negative mens andre kan være positive. Hvordan de samlede effektene vil bli vil variere mellom ulike regioner. I enkelte fjellområder vil det for eksempel bli mer nedbør som snø hvilket gir vanskeligere beiteforhold. Et varmere klima vil også kunne gi hyppigere ising av beiteområder. Et annet eksempel er at klima kan påvirke omfanget av infeksjoner fra parasitter som hjernemark (Handeland mfl. 2019). Fjellreven, som i dag er sterkt truet i Norge (Artsdatabanken, Fjellrev), er tilpasset et liv i høyfjellet og den vil trolig få problemer med høyere temperatur og mer konkurranse fra rødrev. I Finnmark har klimaendringene gitt tidligere start på vekstsesongen, endrede vekstforhold for planter, samt økte utbrudd av bjørkemålere (se Jepsen mfl. 2021).

2.2 Skog

Skog er mye mer enn trær og mange arter har sitt tilholdssted i skog. Landskogtakseringen definerer skog som et areal som er større enn 5 000 m² og som har trær som kan overstige 5 m høyde, og der trekronene dekker mer enn 10 prosent av arealet. Arealer som er midlertidig uten trevegetasjon, som etter hogst, defineres fortsatt som skog. Arealer med annen hovedbruk (f.eks. park og beite) defineres ikke som skog. Skogen dekker ca. 122 000 km² (38 prosent) av det norske landarealet. Det meste av skogbruket foregår i den produktive skogen og denne dekker i dag vel 86 000 km² (27 prosent). Gran og furu er de viktigste treslagene i produktiv skog. Siden 1920-tallet har det produktive skogarealet økt med ca. 10 prosent, men det har vært en reduksjon de siste tiårene på grunn av menneskelig aktivitet (avskoging). Øverst i den ikke produktive skogen finner vi fjellskogen, som er dominert av bjørk. Av de truede artene i Norge finnes 48 prosent i skogen (Artsdatabanken 2021a).

Skog påvirkes på mange måter av klimaendringene. I Forsgren mfl. (2015) oppsummeres de viktigste konsekvensene. Arealet med grunnlag for skog i Norge vil øke betydelig, til dels knyttet til en øking av middeltemperaturen og en lengre vekstsesong. Skoggrensa vil flyttes oppover i høyden og mot nord. For trærne er evnen til å utvikle og opprettholde toleranse mot frost essensielt, og særlig er knoppene utsatt (Søgaard mfl. 2009). Også tidspunkt for knoppbryting på våren er viktig, og påvirkes av temperaturen også om høsten (Søgaard mfl. 2008). En utvidet vekstsesong på våren vil kunne føre til økt fare for klimaskader forårsaket av frost og frostdørke ved vekslings mellom mildvær og frost. Høyere vårtemperaturer kan føre til tidligere knoppsprett om våren, noe som gjør trærne mer utsatt for sen vårfrost (Hänninen, 2006). I tillegg kan mildere vintre med hyppige temperaturvariasjoner, samt høyere temperatur senhøstes, øke risikoen for frostskaader på trær som ikke er fullt hervede (Kreyling, 2010, Søgaard mfl. 2009).

Økt temperatur kan også gi mer tørkestress for trær på tørkeutsatte lokaliteter, særlig på Østlandet (Solberg 2004, Merlin mfl. 2024). Gran har vært utsatt for omfattende skogskader og mortalitet i Tsjekkia, Tyskland, Slovakia, Polen og Østerrike i seinere år, forårsaket av tørkestress og barkbilleangrep (Hlásny mfl. 2021). Dette viser hvilke konsekvenser klimaendringer kan få for skogen, og også at vi må være forberedte på liknende skader i Norge (VKM mfl. 2022). Barkbilleepidemien på Østlandet i 1976-1982 viser også at denne landsdelen er utsatt for slike skader (Worrell 1983). Granskogen på Østlandet kan bli en såkalt "trailing edge" (Jump mfl. 2009) for gran som innebærer at granskogen er på retrett i form av økt mortalitet og tørkeskader. Dette kan bli forsterket gjennom en bi-effekt av klimaendringene, - den såkalte atmosfæreblokkeringen hvor en værtype kan låse seg fast i

lange perioder (Woollings mfl. 2018). Dette kan føre til regionale og langvarige hetebølger og ekstrem tørke (Kautz mfl. 2022). Tørkestress inngår ofte i komplekse skader, hvor tørken virker sammen med ulike barkbillearter, særlig granbarkbiller (*Ips typographus*, Machado Nunes Romeiro mfl. 2022), dobbeltøyet barkbille (*Polygraphus poligraphus*) og honningsoppangrep på rotsystemet (*Armillaria spp.*). I Sverige har man kalt et slikt skadekompleks for “grantorkan” (Wahlström 1994). Varmere sommervær vil også øke antall generasjoner for barkbiller, og dermed forsterke angrepene (Lange mfl. 2006). I tillegg kan tørke og høyere temperaturer øke risikoen for skogbranner, som kan forårsake omfattende skade på skogøkosystemer og økosystemtjenester. Omfattende klimadrevet og insektdrevet dødelighet i skog kan også øke risikoen for skogbranner.

Klimaendringer kan også øke risikoene for vind- og snøskader i norske skoger (Díaz-Yáñez mfl. 2016). Økt frekvens og intensitet av ekstreme værhendelser, som kraftige stormer og tunge snøfall, kan føre til betydelig fysisk skade på trærne, inkludert knekte grener og veltede trær (Blennow og Olofsson 2008, Gregow mfl. 2017). Endringer i nedbørsmønstre og økning i vintertemperaturen kan også bidra til en økning i skogskader etter vindstormer ettersom treforankringen svekkes. Disse hendelsene kan også svekke trærne og gjøre dem mer mottakelige for sekundære skader fra skadedyr (granbarkbiller, Wermelinger 2004) og sykdommer.

Både barskoger og edelløvskoger kan bli mer angrepet av skadegjørende sopp og insekter som får bedre forhold. Lokalt kan økte angrep av bjørkemåler redusere arealet av nord-boreale bjørkeskoger. Det vil bli økt vannføring og erosjon i flommarkskoger. Endret klima kan også føre til endringer i vegetasjonens artssammensetning, selv om det nok ikke blir store endringer i naturtypenes karakter. Man kan forvente positive effekter på utbredelsen til fugler knyttet til skog pga. økt skogareal. Samtidig er det komplekse økologiske sammenhenger som gjør det vanskelig å forutsi effektene av klimaendringene på fugl. For pattedyr som lever i skogen forventer man at overvintringsforholdene vil vise store regionale forskjeller pga. stor variasjon i vinterklima. Dessverre vil skogflåtten trives i et varmere klima, hvilket trolig vil få negative konsekvenser for oss mennesker med tanke på overføring av borreliose, TBE og andre patogener (Jaenson og Lindgren 2011), se også kapittel 6 konsekvenser for helse.

2.3 Ferskvann

Ferskvannsøkosystemer inkluderer innsjøer, elver og vassdrag, og kan deles inn mer detaljert i ulike naturtyper (Artsdatabanken (u.å)). Disse økosystemene er mangfoldige og det er store regionale forskjeller som påvirker økosystemfunksjonene. Faktorer som påvirker dette inkluderer berggrunn, jordsmonn, nedbør, klima, høyde, størrelse, nedbørsfelt og næringstilgang. Endring i nedbør og økt temperatur innvirker direkte og indirekte på fysiske, kjemiske og biologiske forhold, og vil påvirke ferskvannsøkosystemene i ulik grad. Økt avrenning og hyppigere flom tilfører mer partikler og løste stoffer til innsjøer og rennende vann. Mer løst organisk karbon (DOC) og brunere vann som følge av økt nedbør, forsterket av tettere vegetasjon, vil kunne påvirke ulike prosesser i økosystemene. Dette er komplekse prosesser som kan få forskjellige konsekvenser avhengig av lokale forhold (Forsgren mfl. 2015). Økt avrenning med næringsstoffer fra nedbørsfeltene i kombinasjon med økte temperaturer vil gi økt produktivitet og risiko for eutrofiering, særlig i lavt liggende innsjøer (Forsgren mfl. 2015). Det er en fare for store oppblomstringer av mulig giftige blågrønnalger, endret artssammensetning med redusert biomasse på høyere trofiske nivå, redusert siktedyp og mer oksygenfattig bunnvann i innsjøer (Forsgren mfl. 2015). Klimaframskrivningene tilsier at vassdrag vil få økte sesongmessige forskjeller i vannføring, med høyere avrenning og vannføring på vinteren og redusert vannføring om sommeren. Lav sommervannstand i mindre elver, kombinert med økt vanntemperatur og mer næringsstoffer, fremmer begroingsalger (Forsgren mfl. 2015). Hydrologiske endringer i vassdrag og elver årsaket av

klimaendringene vil også ha konsekvenser for kantvegetasjonen som kan innebære en reduksjon i antall arter (Ström mfl. 2012).

Økt temperatur og endringer i hydrologi pga. klimaendringene vil ha omfattende effekter som er vanskelig å forutsi i detalj for ulike arter og artsgrupper. Generelt vil nordgrensen for arter flyttes nordover, og oppover i høyden, mot kaldere soner (Forsgren mfl. 2015). Mens økt temperatur kan få negative konsekvenser for enkelte kaldtvannsarter sør i Norge, kan et varmere klima gi høyere vekstrate og produksjon hos dyreplankton og fiskebestander i Arktis (Loeng mfl. 2010).

Ferskvannsfisk påvirkes av både endringer i vannføring, temperatur og isdekke. Varmere vann har lavere oksygeninnhold. Økt temperatur påvirker fysiologiske prosesser i kroppen (fisker er vekselvarme) og ulike arter har ulike optimaltemperatur. Temperatur påvirker bl.a. vekst, reproduksjon og egg/yngeoverlevelse. Et varmere klima vil negativt påvirke kaldtvannsfisker som laksefisk (Sundt-Hansen 2018; Vehanen mfl. 2023). For eksempel ørret og røye vil få problemer sør i Norge hvor bestander kan dø ut (Forsgren mfl. 2015). Man har lignende situasjon i Storbritannia, hvor risikoen ble flagget i The Guardian i 2025 (The Guardian [2025](#)). Varmekjære arter som karpefisker og abborfisker vil derimot påvirkes positivt (Forsgren mfl. 2015). Varmekjære fremmede arter vil også begunstiges, og kunne få bedre forhold og økt sannsynlighet for etablering og spredning, hvilket vil redusere den økologiske tilstanden i henhold til vannforskriften. Ferskvannsfisk kan også påvirkes av endringer i deres næringsgrunnlag, predatorer, sykdommer og parasitter. En sideeffekt av varmere temperatur kan også være økt følsomhet for forurensning og giftstoffer i vannet, særlig for følsomme tidlige livsstadier (Forsgren mfl. 2015).

Når det gjelder vannføring så kan endrete forhold gi både positive og negative effekter avhengig av lokale forhold, men generelt kan lav vannføring og veldig høy vannføring (flom) føre til problemer, f.eks. for egg og fosterutvikling og for laksefiskenes oppvandring mot gyteplassen (Forsgren mfl. 2015). Man har modellert effekten av både temperatur og vannføring på produksjon av villaks, og foreslått tiltak som er mulige i regulerte elver (Sundt-Hansen mfl. 2018). Mindre isdekke i lavlandet vil redusere fiskens beskyttelse mot predatorer. Det vil også kunne påvirke atferden til fisken og føre til økt stress og metabolske kostnader hos unger av laksefisk (Forsgren mfl. 2015). Økt avrenning med tilførsel av partikler og næringsstoffer kan få ulike konsekvenser. Noe økt næringstilgang kan øke fiskeproduksjonen, mens større næringstilgang og overgjødning er negativt. Økt mengde partikler og fint substrat til vannet som fyller hulrommene mellom steiner og grus kan øke dødeligheten hos egg og larver av laksefisk (Forsgren mfl. 2015).

2.4 Våtmark og myr

Våtmark kjennetegnes ved grunnvann nær overflaten, og består av områder som danner en naturlig funksjonell enhet; et våtmarksmassiv. Våtmark omfatter myr og kilder både over og under skoggrensa (Artsdatabanken (u.å)). Våtmarker er viktige habitater for mange arter, inkludert fugl, insekter og moser. De vernede Ramsarområdene utgjør særlig viktige våtmarker, og er blant annet viktige rasteplasser for fugl på trekk.

Generelt omfatter de fleste vitenskapelige studiene i våtmark og myr deres evne til å binde og omsette karbon og vann i forbindelse med klimaendringer. I tillegg studeres omfanget av smelting av permafrost. Studier på effektene av klimaendringer på økosystemer, arter og biodiversitet er langt færre.

I Norge er det lite pågående nasjonal overvåking av det biologiske mangfoldet i våtmark, og det er derfor vanskelig å gi konkrete detaljer om effekter av klimaendringer på våtmark. Til tross for sparsomt

med konkrete data, ble det i 2018 gjennomført en vurdering av hvordan klima kan tenkes å påvirke våtmark (Magnusson mfl. 2018). Utredningen peker på at økende temperatur og forlengelse av vekstsesong vil innebære en ekspansjon av sørlige arter nordover. Økt temperatur og endret nedbørsmønster vil for mange andre arter ha motsatt effekt på utbredelsen av våtmarkstyper og dermed motvirke hverandre. Det betyr at det er vanskelig å predikere om arealet av de ulike våtmarkstypene vil øke eller minke framover. Generelt for myr og våtmark vil arealet øke pga. økt nedbør. Man kan derfor forvente positive effekter for trekkfugl. Samtidig kan andre effekter være mindre gunstige, som endringer i tidspunkt for fuglenes migrasjon og en mulig mismatch med når føden (planter og invertebrater) er tilgjengelig (Forsgren mfl. 2015).

En naturtype som er særlig utsatt for klimaendringer er palsmyrer. Dette er en myrtype med iskjerne. Denne smelter ut ved gitte endringer i klima (Hofgaard mfl. 2020), og er nå vurdert som sterkt truet (Artsdatabanken 2018).

2.5 Seminaturalig eng og kystlynghei

Disse økosystemene omfatter natur som er formet gjennom lang tids interaksjon mellom menneskelig bruk (ekstensiv slått, brenning og beiting) og naturgitte forhold. Dette har gitt åpne områder med et rikt biologisk mangfold. Økosystemene er avhengig av ekstensiv bruk for å opprettholdes, og gjengroing og fremmede arter er en trussel. Hastigheten på gjengroing øker i takt med klimaendringene. Sammen med opphør av tradisjonell drift, eventuell nitrogentilførsel og klimaendringer fører dette til at områdene gror igjen. Klimaendringene og nitrogentilførsel legger også til rette for framvekst av problemarter og fremmede arter. I disse gamle kulturmarkene er det flere naturtyper som står i fare for å bli utryddet: de er kritisk truet (Artsdatabanken 2018).

2.6 Naturlig åpne områder under skoggrensa

Dette er naturtyper som er naturlig åpne grunnet hard påvirkning fra hav, ferskvann, vær og vind. At arealene er åpne, betyr at det vokser ingen eller få busker og trær der. Naturtypene kan deles inn i kystnæreområder, vassdragsnære områder, områder uten eller med tynt jordsmonn og ras- og skredutsatte områder (Evju mfl. 2023). Naturtypene er svært ulike både med hensyn på hvilke arter som finnes der, og hva som er årsaken til at de er naturlig åpne. Med ett unntak, finnes det ingen pågående offentlig overvåking av disse områdene, og vi har ikke funnet litteratur som sier noe om hvordan klimaendringer og ekstremhendelser påvirker naturtypene. Siden vær og vind er en av årsakene til at naturtypene er åpne, vil et endret klima også påvirke størrelsen på naturtypene og hvilke arter som finnes der (Evju mfl. 2023).

Den ene naturtypen som har offentlig overvåking, grunnlendt kalkrik mark i Oslofjorden, har et spesielt naturmangfold, som trues av gjengroing, nedbygging, ferdsel (slitasje) og fremmede arter (Evju mfl. 2023). Det er grunn til å anta at et varmere klima vil samvirke med disse trusselfaktorene og øke tapet av artsmangfold.

Havstrand er en av naturtypene som inngår i naturlig åpne områder. Naturtypen ligger ved sjø, og havstigning vil kunne påvirke omfanget av naturtypen. Effekter av havnivåendringer vil være avhengig av utformingen og tilstanden for arealene i bakkant av havstranden i dag. Moderne infrastruktur og jordbruk blokkerer ofte nydannelse av havstrand innenfor dagens utbredelse. Arealet med naturlig dynamikk bli redusert, særlig for sandstrender og sanddyner, strandenger, samt brakkvannsdeltaer (Follestad mfl. 2011). Naturtypene havstrand og strandeng er viktige som hekke- og rasteplasser for mange fugler. En reduksjon av områder med havstrand og strandeng på grunn av havnivåstigningen, vil derfor kunne føre til problemer for vadefugler og andre fugler (Forsgren mfl. 2015).

2.7 Jordbruksområder

Det er mange årsaker til endret biologisk mangfold i jordbrukslandskapet. Endrede driftsformer samt større bruk kan redusere artsmangfoldet. Samtidig kan eventuell reduksjon av sprøytemidler og gjødsel påvirke de økologiske samfunnene og gi bedre jordhelse og bedre forhold for fugl og pattedyr. Vi har imidlertid funnet lite relevant litteratur som omhandler klimaendringenes effekter på det biologiske mangfoldet i jordbrukslandskapet.

Klimaendringer kan bidra til den verdensomspennende nedgangen i humler (Soroye mfl. 2020). Humler er viktige pollinatorer for bær, frukt og grønnsaker, og en nedgang kan potensielt redusere avlinger. Utviklingen for humler i norske jordbruksområder er uklart.

Det biologiske livet i jordsmonnet har betydning for hvor produktiv jorda er. Munte mfl. (2017) omtaler klimaets påvirkning på nematoder i jordsmonnet.

2.8 Byer og tettsteder

Byer og tettsteder ligger svært ofte ved utløp av elver og/ eller i lavlandet med et godt klima som er gunstig for mange arter og naturtyper. Dette er følgelig områder som opprinnelig har hatt et høyt biologisk mangfold. Det finnes derfor rester av det naturlige mangfoldet innenfor tettbygde områder som det kan være verdt å bevare i et naturperspektiv. Vi har imidlertid ikke funnet litteratur som er relevant for å vurdere effekten av klimaendringer på stedegent biologisk mangfold i byer og tettsteder.

2.9 Kunnskapshull

Norge mangler en nyere, oppdatert oversikt over klimaendringenes påvirkninger på natur og framtidige konsekvenser. Det er derfor behov for både en helhetlig oppdatert sammenstilling av kunnskap og mer detaljerte studier. Det er gjennomført en nyere vurdering av effekter av klimaendringer på skog/ trær (VKM mfl. 2022), men oppdatert kunnskap om effekter på dyreliv og planter som lever i skogen mangler. En framtidig utredning om sårbarhetsanalyser for ulike økosystemer kan bygge på innretningen som ble gjort for våtmark (Magnusson mfl. 2018). Våtmark er ett økosystem der det er lite systematisk overvåking av naturmangfoldet, og dermed mangler et godt kunnskapsgrunnlag. Våtmarksrapporten bygger på det man har av konkrete tall for naturmangfold og økosystemtjenester kombinert med ekspertvurderinger.

Det finnes mange kunnskapshull og stor usikkerhet om hvordan arter og økosystemer vil påvirkes av klimaendringene, og det er behov for mer forskning på dette. Det er stor usikkerhet rundt klimaendringenes framtidige konsekvenser for norsk natur. Mer kunnskap om komplekse økologiske prosesser og forståelse av hvordan geografi og regionale forhold påvirker konsekvensene kan redusere usikkerheten. Nedgangen i biologisk mangfold, uansett årsak, destabiliserer økosystemene og gjør dem mindre motstandsdyktige mot ekstreme klimahendelser og dermed mer sårbare (Mahecha mfl. 2024, Cardinale mfl. 2012). Den samme vurderingen ble fremhevet i Nybø & Evju (2107). Det er derfor behov for økt kunnskap om naturens robusthet mot ulike påvirkninger slik at samfunnet skal være bedre rustet mot framtidige utfordringer. Naturens evne til å produsere økosystemtjenester i et endret klima, har betydning for verdiskaping og menneskenes helse og velferd.

Det er mangel på kunnskaper om kvantifiserte effekter av nedbygging, fragmentering og endret arealbruk på klimasårbarhet (alle tema, ikke bare natur) og biologisk mangfold. Det gjelder også

konsekvenser av ulike driftsformer og skjøtselstiltak for skog, og hvordan disse kan innrettes for å skape en skog som er mer robust for klimaendringer og som samtidig ivaretar det biologiske mangfoldet.

Effekten av den samla belastningen av klimaendringer og nedbygging av naturarealer for naturmangfoldet er ikke kvantifisert. For eksempel vil fragmentering kunne medføre at arter som ikke trives i et endret klima får problemer med å forflytte seg til nye områder, og dermed vil negative effekter av klimaendringer på naturmangfoldet forsterkes.

2.10 Referanser

Aall, C., Aamaas, B., Aaheim, A., Alnes, K., van Oort, B., Dannevig, H., & Hønsi, T. (2018). Oppdatering av kunnskap om konsekvenser av klimaendringer i Norge (Cicero Rapport 2018:14, M-1209). [CICERO Research Archive: Oppdatering av kunnskap om konsekvenser av klimaendringer i Norge](#)

Artsdatabanken (u.å). Natursystem - Natur i Norge. <https://naturinorge.artsdatabanken.no/Natursystem>

Artsdatabanken (2018). Norsk rødliste for naturtyper 2018. Nedlastet 17. februar 2025 <https://www.artsdatabanken.no/rodlistefornaturtyper>

Artsdatabanken (2021a). Resultater. Norsk rødliste for arter 2021. <https://www.artsdatabanken.no/rodlisteforarter2021/Resultater> Nedlastet 17. februar 2025

Artsdatabanken (2021b). Norsk rødliste for arter 2021. Publisert: 24. november 2021. <https://artsdatabanken.no/lister/rodlisteforarter/2021/>

Artsdatabanken (2023). Stor satsning på dørstokkarter. Publisert 31.01.2023. Sist endret 13.02.2023. <https://artsdatabanken.no/Pages/339554/>

Blennow, K., & Olofsson, E. (2008). The probability of wind damage in forestry under a changed wind climate. *Climatic Change*, 87(3-4), 347-360. DOI: 10.1007/s10584-007-9298-9 <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-007-9298-9>

Bryhn, A. & Potthoff, K. (2018). Elevational treeline and forest line dynamics in Norwegian mountain areas – a review. *Landscape Ecology* 33: 1225-1245 <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmloi/handle/11250/2558242>

Cardinale B.J., Duffy J.E., Gonzalez A., Hooper D.U., Perrings C., Venail P., Narwani A., Mace G.M., Tilman D., Wardle D.A., Kinzig A.P., Daily G.C., Loreau M., Grace J.B., Larigauderie A., Srivastava D.S., Naeem S.. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*. 2012 Jun 6;486(7401):59-67. doi: 10.1038/nature11148. Erratum in: *Nature*. 2012 Sep 13;489(7415):326. PMID: 22678280. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22678280/>

Det Norske Videnskaps-Akademi (2020). Endringene i klima og naturmangfold forsterker hverandre. <https://dnva.no/detskjer/2020/11/endringene-i-klima-og-naturmangfold-forsterker-hverandre>

Díaz-Yáñez, O., Mola-Yudego, B., Eriksen, R., González-Olabarria, J.R., 2016. Assessment of the Main Natural Disturbances on Norwegian Forest Based on 20 Years of National Inventory. *PLOS ONE* 11, e0161361. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161361>

Easterling D.R., Meehl G.A., Parmesan C., Changnon S.A., Karl T.R., Mearns L.O. Climate extremes: observations, modeling, and impacts. *Science*. 2000 Sep 22;289(5487):2068-74. doi: 10.1126/science.289.5487.2068. PMID: 11000103. https://www.researchgate.net/publication/12323441_Climate_Extremes_Observations_Modeling_and_Impacts

Evju, M., Olsen, S.L., Prestø, T., Vange, V., Bratli, H. & Töpper, J. (2023). Økologisk tilstand i naturlig åpne områder under skoggrensa. Bakgrunn, forslag til indikatorer og kunnskapsbehov. NINA Rapport 2341. Norsk institutt for naturforskning. <https://hdl.handle.net/11250/3096721>

FN (2025). FNs naturavtale. Sist oppdatert: 14.03.2025. <https://fn.no/avtaler/miljoe-og-klima/fns-naturavtale>

FN-sambandet (2025, 12 mars). Naturavtalen på norsk. [Naturavtalen-på-norsk.pdf](#)

Follestad, A., Evju, M. & Ødegaard, F. (2011). Effekter av klimaendringer for havstrand. - NINA Rapport 667, 74 s. [Microsoft Word - Havstrand - NINA-rapport 667.docx](#)

Forsgren, E., Aarrestad P.A, Gundersen, H., Christie, H., Friberg, N., Jonsson, B., Kaste, Ø., Lindholm, M., Nilsen, E.B., Systad, G., Veiberg, V. & Ødegaard, F. (2015). Klimaendringenes påvirkning på naturmangfoldet i Norge - NINA Rapport 1210. 133 s. <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2366200>

Framstad, E., Berglund, H., Jacobsen, R.M., Jakobsson, S. mfl. (2021). Vurdering av økologisk tilstand for skog i Norge i 2020. <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2739886>

Framstad, E., Eide, N.E., Eide, W., Klanderud, K., Kolstad, A. mfl. (2022). Vurdering av økologisk tilstand for fjell i Norge i 2021. <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2835387>

Gregow, H., Laaksonen, A., Alper, M.E., (2017). Increasing large scale windstorm damage in Western, Central and Northern European forests, 1951–2010. *Sci Rep* 7, 46397. <https://doi.org/10.1038/srep46397>

Handeland, K, Davidson, R.K., Viljugrein, H., Mossing, A., Meisingset, E., Heum, M. Strand, Ol, Isaksen, K. (2019). *Elaphostrongylus* and *Dictyocaulus* infections in Norwegian wild reindeer and red deer populations in relation to summer pasture altitude and climate 2017. *International J for Parasitology: Parasites and Wildlife*: 10(188-105). <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2019.09.003>

Hanssen-Bauer, I., Førland, E.J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer, S., Nesje, A., Nilsen, J.E.Ø., Sandven, S., Sandø, A.B., Sorteberg, A. & Ådlandsvik, B. red. (2015). Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. – Norsk klimaservicesenter. Rapport 2/2015. <https://klimaservicesenter.no/kss/rapporter/kin2100>

Hlásny, T., S. Zimová, K. Merganičová, P. Štěpánek, R. Modlinger, & M. Turčáni. (2021). Devastating outbreak of bark beetles in the Czech Republic: Drivers, impacts, and management implications. *Forest Ecology and Management* 490:119075. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037811272100164X>

Hofgaard, A., Kyrkjeeide, M. O. & Myklebost, H. E. (2020). Palsmyr – en naturtype vi er i ferd med å miste. NINA Temahefte 80. Norsk institutt for naturforskning. [ninatemahefte80.pdf](#)

Hooper, D., Chapin, F., Ewel, J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J., Lodge, D., Loreau, M., mfl. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75 (1): 3–35. <https://doi.org/10.1890/04-0922>

Hänninen, H. (2006). Climate warming and the risk of frost damage to boreal forest trees: identification of critical ecophysiological traits. *Tree Physiol.* 26(7):889-98. doi: 10.1093/treephys/26.7.889

Lindgren, E. (2011) The range of *Ixodes ricinus* and the risk of contracting Lyme borreliosis will increase northwards when the vegetation period becomes longer. *Tick and Tick-born diseases*, 2: 44-49. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2010.10.006>

IPCC. <https://www.ipcc.ch/>

IPCC (2022). Sixth assessment report.

Jaboksson S. & Pedersen B. (2020). Naturindeks for Norge 2020. Tilstand og utvikling for biologisk mangfold. <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2686068>

Jump, Alistair S., Csaba Mátyás, & Josep Peñuelas. (2009). The altitude-for-latitude disparity in the range retractions of woody species. *Trends in Ecology & Evolution* 24 (12):694-701. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.06.007>.

Kausrud K.L., Vandvik V., Flø D., Geange S.R., Hegland S.J., Hermansen J.S., mfl. (2022). Impacts of climate change on the boreal forest ecosystem. Scientific Opinion of the Panel on Alien Organisms and Trade in endangered species (CITES) of the Norwegian Scientific Committee for Food and Environment. VKM Report 2022:15, ISBN: 978-82-8259-390-8, ISSN: 2535-4019. Norwegian Scientific Committee for Food and Environment (VKM), Oslo, Norway. ([lenke](#))

Kautz, L. A., O. Martius, S. Pfahl, J. G. Pinto, A. M. Ramos, P. M. Sousa, & T. Woollings. (2022). Atmospheric blocking and weather extremes over the Euro-Atlantic sector – a review. *Weather Clim. Dynam.* 3 (1):305-336. <https://doi.org/10.5194/wcd-3-305-2022>.

Kreyling, J. (2010). Winter climate change: a critical factor for temperate vegetation performance. *Ecology*, 91(7), 1939-1948. DOI: 10.1890/09-1160.1 <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/09-1160.1>

Kristiansen, T., Kvile, K. Ø., Aune, M., Jensen, J., Bellerby, R. mfl. (2022). Klimapåvirkning på viktige kystvannsarter. NIVA-rapport;7773-2022. Miljødirektoratet-rapport;M-2344/2022. <https://niva.brage.unit.no/niva-xmlui/handle/11250/3031263>

Lange, Holger & Økland, Bjørn & Krokene, Paal. (2006). Thresholds in the life cycle of the spruce bark beetle under climate change. *Interjournal Complex Syst.* 1648. https://www.researchgate.net/publication/228511956_Thresholds_in_the_life_cycle_of_the_spruce_bark_beetle_under_climate_change

Lindholm, M., Stordal, F., Hessen, D.O., Moe, S.J. & Aass, P. (2012). Climate driven range retraction of an Arctic freshwater crustacean. - *Freshwater Biology* 57: 591–2601. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/fwb.12030>

Loeng, H., Ottersen, G., Svenning, M.A. & Stien, A. (2010). Effekter på økosystemer og biologisk mangfold: klimaendringer i norsk Arktis. NorACIA delutredning 3. <https://brage.npolar.no/npolar-xmlui/handle/11250/173264>

Machado Nunes Romeiro, J., Gohli, J., Krokene, P., Eid, T., Antón Fernández, C., (2024). Bark beetle damage in Norwegian forests: a study of model suitability and projected impact under climate change. Scandinavian Journal of Forest Research 39, 30–43. <https://doi.org/10.1080/02827581.2023.2289648>

Magnussen, K., Bjerke, J. W., Brattland, C., Nybø, S., Vermaat, J. (2018). Verdier av økosystemtjenester fra våtmark. Menon Publikasjon nr. 42/2019. [2018-42-Verdien-av-økosystemtjenester-i-våtmark.pdf](#)

Mahecha, M. D., Bastos, A., Bohn, F. J., Eisenhauer, N., Feilhauer, H., Hickler, T., mfl. (2024). Biodiversity and climate extremes: Known interactions and research gaps. Earth's Future, 12, e2023EF0039. <https://doi.org/10.1029/2023EF003963>

Malhi, Y., Franklin, J., Seddon, N., Solan, M., Turner, M.G., Field, C.B., mfl. (2020). Climate change and ecosystems: threats, opportunities and solutions. Philosophical transactions B 375: 20190104. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2019.0104>

Meld. St. 35 (2023-2024). Bærekraftig bruk og bevaring av natur. Norsk handlingsplan for naturmangfold. Det kongelige klima- og miljødepartement. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-35-20232024/id3054780/>

Merlin, M., Hylen, G., Vergarechea, M., Bright, R.M., Eisner, S., Solberg, S. (2024). Climate-growth relationships for Norway spruce and Scots pine remained relatively stable in Norway over the past 60 years despite significant warming trends. Forest Ecology & Management 569, 122180. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.122180>

Miljødirektoratet (2020). Naturmangfold og klima. Rapport M-1807. [Naturmangold og klima: Muligheter for vinn-vinn politikkutforming - miljødirektoratet.no](#)

Niittynen, P., Heikkinen, R.K., Luoto, M. (2018) Snow cover is a neglected driver of Arctic biodiversity loss. Nature Climate Change 8(11). https://www.researchgate.net/publication/328430611_Snow_cover_is_a_neglected_driver_of_Arctic_biodiversity_loss

NINA (u.å.). Felles natur – og klimakur. <https://www.nina.no/Natur-og-klima/Felles-natur-og-klimakur> hentet 12. mars 2025.

NOU 2013: 10 (2023). Naturens goder – om verdier av økosystemtjenester. Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2013-10/id734440/>

NOU 2023: 25 (2023). Omstilling til lavutslipp. Veivalg for klimapolitikken mot 2050. Klima- og miljødepartementet. <https://files.nettsteder.regjeringen.no/wpuploads01/sites/479/2023/10/Klimautvalget-2050.pdf>

Nybø, S. & Evju, M. (red) (2017). Fagsystem for fastsetting av god økologisk tilstand. Forslag fra et ekspertråd. Ekspertrådet for økologisk tilstand, 247 s. [Fagsystem for fastsetting av god økologisk tilstand - regjeringen.no](#)

Pecl, G., Araújo, M., Bell, J., Blanchard, J., Bonebrake, T., Chen, I., Clark, T., mfl. (2017). Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. *Science* 355 (1389): 1-9. <https://doi.org/10.1126/science.aai9214>

Pedersen Å.Ø., Jepsen J.U., Paulsen I.M.G., Fuglei E., Mosbacher J.B., Ravolainen V., Yoccoz N.G., Øseth E., Böhner H., Bråthen K.A., Ehrich D., Henden J-A., Isaksen K., Jakobsson S., Madsen J., Perrels, A., Veijalainen, N., Jylhä, K., Aaltonen, J., Molarius, R., Porthin, M., Silander, J., Rosqvist, T., & Tuovinen, T. (2010). *The implications of climate change for extreme weather events and their socio-economic consequences in Finland*. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus. VATT Research Reports Vol. 158/2010 <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-561-923-5>

Soininen E., Stien A., Tombre I., Tveraa T., Tveito O.E., Vindstad O.P.L., Ims RA. (2021). Norwegian Arctic Tundra: a Panel-based Assessment of Ecosystem Condition. Report Series 153. Norwegian Polar Institute, Tromsø. https://www.researchgate.net/publication/369489469_Norwegian_Arctic_Tundra_a_Panel-based_Assessment_of_Ecosystem_Condition

Solberg, S. (2004). Summer drought, - a driver for crown condition and mortality of Norway spruce in Norway. *Forest pathology* 34: 93–104. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0329.2004.00351.x>

Soroye, P, Newbold, T., Kerr, J. (2020). Climate change contributes to widespread declines among bumble bees across continents | *Science* 367 (6478) <https://doi.org/10.1126/science.aax8591>

Ström, L., Jansson, R., & Nilsson, C. (2012). Projected changes in plant species richness and extent of riparian vegetation belts as a result of climate-driven hydrological change along the Vindel River in Sweden. *Freshwater Biology* 57(1): 49-60. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2011.02694.x>

Sundt-Hansen, L.E.B. (2018) Blir det for hett for villaksen? Villaksnytt 1/2018: 12-15. <https://lakseelver.no/nb/news-2018/blir-det-hett-villaksen>

Sundt-Hansen, L.E.B., Hedger, R.D., Ugedal, O., Diserud, O.H., Finstad, A.G., Sauterlaute, J.F. mfl. (2018). Modelling climate change effects on Atlantic salmon: Implications for mitigation in regulated rivers. *Science of the Total Environment* 631-632: 1005-1017. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896971830812X?via%3Dihub>

Søgaard, G., Granhus, A. & Johnsen, Ø. 2009. Effect of frost nights and day and night temperature during dormancy induction on frost hardiness, tolerance to cold storage and bud burst in seedlings of Norway spruce. *Trees* 23:1295-1307

Søgaard, G., Johnsen, Ø., Nilsen, J. & Junntila, O. 2008. Climatic control of bud burst in young seedlings of nine provenances of Norway spruce. *Tree Physiology* 28: 311-320.

The Guardian (2025). Britain's favourite fish at risk of wipeout within decades, predicts report. Fredag 31.januar 2025. <https://www.theguardian.com/environment/2025/jan/31/brown-trout-britain-favourite-fish-at-risk-of-wipeout-within-decades-predicts-report>

Vehanen, T., Sutela, T., & Huusko, A. (2023). Potential Impact of Climate Change on Salmonid Smolt Ecology. *Fishes*, 8(7), 382. <https://doi.org/10.3390/fishes8070382>

Walther, G. (2010). Community and ecosystem responses to recent climate change. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 365: 2019–2024. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0021>

Wahlstrøm. 1994. Grantorka och angrepp av honungsskivling. *Småskognytt*. 2:6–8.

Wermelinger B. (2004). Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* - a review of recent research. *Forest Ecol Manage.* 202(1–3):67–82. doi:10.1016/j.foreco.2004.07.018. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112704005353>

Worrell, R. (1983). Damage by the spruce bark beetle in South Norway 1970-80: A survey, and factors affecting its occurrence. *Medd Nor Skogforsøksves.* 38:1-34. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112704005353>

Woollings T., Barriopedro D., Methven J., Son S.W., Martius O., Harvey B., Sillmann J., Lupo A.R., Seneviratne S. Blocking and its Response to Climate Change. *Curr Clim Change Rep.* 2018;4(3):287-300. doi: 10.1007/s40641-018-0108-z. Epub 2018 Jul 20. PMID: 30956938; PMCID: PMC6428232. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30956938/>

WWF (u.å.). Dyr og klimaendringene. <https://www.wwf.no/klima-og-energi/dyr-og-klimaendringer>

3 Konsekvenser for matforsyning og -produksjon

Norges høye avhengighet av importerte matvarer og fôr gjør oss mer sårbare for konsekvenser av klimaendringer i andre land som fører til variabel tilgang og prisvolatilitet. Sårbarheten må sees i sammenheng med forsyningssikkerhet. I dette oppdraget er konsekvensene av klimaendringene i Norge hovedprioritet. I tillegg viser vi til litteratur som belyser sårbarheten for matforsyningen på samfunnsnivå, altså inkludert import.

For innenlandsk produksjon er selvforsyningsgraden i dag relativt god for kjøtt, egg, meieriprodukter og korn, og effektene av klimaendringene i Norge vil ha stor betydning for hvordan dette utvikler seg for disse produktene fram i tid. Husdyrproduksjonene er sårbare for klimaendringer internasjonalt grunnet import av fôr.

De største utfordringene for produksjonen i Norge er begrenset jordbruksareal, arealenes egnethet for produksjon av ulike vekster, og klimaendringer som kan føre til tap av avling og jordsmonn. Klimaendringer gir samtidig Norge lengre vekstsesong, noe som kan gi muligheter for nye plantearter og produksjonsøkning. Vi går nedenfor gjennom de viktigste landbruksproduksjonene, fiskeoppdrett og fiskeri. Vi viser til informasjon om reindrift i kapittel 7.1.

3.1 Forsyningssikkerhet

Globale forsyningskriser utgjør en økende trussel mot matsikkerhet, spesielt i Norge, som importerer mer enn halvparten av maten som blir konsumert. Selvforsyningsgraden korrigert for at husdyr delvis spiser importerte kraftfôrråvarer, ligger på 39 prosent for årene 2019 –2021 (Finci mfl. 2023). Mye av fôret går til oppdrettsnæringen (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2017). Tar man hensyn til matvarer som fisk, som eksporteres, men som teoretisk kunne gått inn i innenlands forbruk, er den såkalte dekningsgraden over 91 prosent. Selvforsyningsgraden er mye høyere for kjøtt, egg og meieriprodukter (>90 prosent) enn for korn (<50 prosent), grønnsaker (ca. 50 prosent; potet 80 prosent) og frukt (<10 prosent) (Helsedirektoratet 2024).

Klimaendringer påvirker matproduksjon i store eksportland, med varierende avlinger, økt prisvolatilitet og redusert tilgjengelighet av kritiske matvarer som ingredienser til kraftfôr og fiskefôr (Bardalen mfl. 2022, Oslo Economics 2023). Grenseoverskridende klimarisikoer, utløst av klimahendelse i ett land, krysser grenser og påvirker andre land, som følge av at verden er stadig mer sammenkoblet. Det svenske regjeringsoppnevnte ekspertrådet for klimatilpasning viser blant annet til at mat- og innsatsvarekjedene er lange og at matsikkerheten er utsatt for globale klimaendringer. For å møte transnasjonale klimaeffekter anbefales økt departementsovergripende samarbeid og økt beredskap på temaet (Nationella expertrådet fôr klimatanpassning 2022).

En analyse av Oslo Economics (2023) viser hvilke land Norge importerer ulike matvarer og råstoffer fra. For eksempel kommer en stor mengde kalorier som bearbeidet kornprodukter og sukker fra andre nordiske land og Europa. Statistikken fra SSB viser at utviklingsland, Asia og Sør-Amerika står for en stor del av den importerte mengden grønnsaker og frukt, dyrefôr, og råvarer som fett, olje og oljefrø (SSB 2023).

Beredskapsarbeid for å opprettholde matsikkerheten må sikre produksjonsgrunnlaget, produksjonen og handelsforbindelsene. Samtidig blir forståelse og kunnskap om risikobildet og tilpasning til dette, samt gode systemer for tidlig varsling viktig (Dombu mfl. 2021).

Regjeringen jobber nå med å gjenopprette et matkornlagringsprogram, som skal tilsvare tre måneders bruk, innen 2029 (Regjeringa.no 2024). Selv om Norge står sterkt økonomisk og slik sett har mulighet til å importere matvarer ved nød (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap 2017), har landet få mekanismer for å motstå plutselige endringer i tilgangen på det globale markedet. Vi er en liten aktør i det globale matmarkedet og kan havne langt ned på prioriteringslisten ved globale forsyningskriser. Det er vanskelig å sikre avtaler som garanterer forsyning av mat ved internasjonale handelsforstyrrelser (NOU 2023:17). Aktuelle tiltak for å redusere sårbarheten for globale forsyningskriser er blant annet å diversifisere kildene for matimport, øke beredskapslagrene og satse på klimatilpasningstiltak i landbruket (Bardalen 2018).

Et omfattende og langvarig strømbrydd vil gi stor påvirkning på logistikken i matkjeden, men også på salgsleddet, og produksjonsgrunnlaget. Husdyrhold og veksthusproduksjon er avhengig av strøm for å produsere. Matindustrien er avhengig av strøm til maskiner og kjøle-/fryseanlegg, og det samme gjelder for transport og lagring av mat, ikke minst kjøle- og frysevarer. Husdyrhold skal ha reservestromkilde, men langvarige strømbrydd kan relativt raskt føre til utfordringer for slakt av eksempelvis kylling, med konsekvenser for dyrevelferden. Større ekstremværhendelser kan også påvirke transportmulighetene rundt i landet, og dermed distribusjon av slaktedyr, råvarer og andre nødvendige varer (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap 2017).

Reindriftens betydning for matsikkerheten i form av kjøttproduksjon er begrenset. I 2023 ble det slaktet 1 490 tonn reinkjøtt (Landbruksdirektoratet 2024). Se andre konsekvenser i tilknytning til reindriften i kapittel 7.1.

3.2 Norsk matproduksjon generelt

En stor utfordring for selvforsyningen av mat i Norge er begrensningene de klimatiske forholdene gir for matproduksjon, og at mye av arealet kun er egnet for grasproduksjon. Produksjonen av matvekstene potet, frukt, grønnsaker og matkorn foregår på begrensede arealer og regioner, og gjør forsyning av disse matvarene ekstra sårbar for akutte værhendelser. En utredning fra 2023 illustrerer muligheter for selvforsyning gitt ulike kostholdsregimer, hvilke jordbruksarealer som er tilgjengelig, og hvilke konsekvenser det har for produksjon over hele Norge (Bakken og Mittenzwei 2023).

Forventede klimaendringer, med økt nedbør, lengre tørkeperioder og mer variasjon i temperatur, vil komme til å endre vekstforholdene. Effektene kan komme til å variere mye i de ulike delene av Norge. Den største gjennomsnittlige temperaturøkningen ventes i nordlige og høyere strøk, og minst i Vest-Norge. De største økningene i årsnedbør er forventet å være i nord (prosentvis) og Midt-Norge og Vestland (absolutte tall) (Aall mfl. 2018, Skarbø og Vinge 2012). Det forventes økte utfordringer med tørke spesielt i viktige jordbruksområder på Østlandet, i Sørøst-Norge, og i indre fjordstrøk. Værendringene kan også føre til økt press fra uønskede arter, samt dyre- og plantesykdommer som vil ha en negativ effekt på matproduksjonen (Bardalen mfl. 2022).

Økt nedbør vil utfordre bruken av eksisterende matjord. Mange flomsikringsanlegg og hydrotekniske anlegg ved dyrket mark og jordbruksområder er underdimensjonerte og gamle, noe som øker sårbarheten ved økt nedbør (Meld. St. 27 (2023-2024)). En stor del av den norske matjorden har et stort behov for dreneringstiltak. Dårlig drenert jord fører til jordpakking, dårligere avling og redusert lagringsevne på innhøstede landbruksprodukter (Hillestad og Bunger 2019, Skarbø og Vinge 2012). Kombinasjonen av store maskiner og våtere jord fører til forringelse av jordstrukturen, noe som ytterligere forverrer dyrkingsforholdene. Dette gjør også jorda mer utsatt ved tørke, fordi både rotutvikling og lagringskapasitet for vann reduseres når dårlig drenering fører til skader på jordstrukturen som følge av kjøring under våte forhold.

Som følge av økte utfordringer med tørke vil også behovene for vanningsanlegg øke (Riley 2021). Lengre tørkeperioder, som sommeren 2018, vil føre til avlingstap og en analyse av sesongen 2018 viser avlingstap for korn, potet og gras etter region, og beregner potensiell tapsreduksjon ved vanning (Riley 2019).

Økte temperaturer vil også ha positive effekter i form av lengre vekstsesong. Dette gir utvidede produksjonsmuligheter, inkludert bruk av nye plantearter. Muligheter for utvidet planteproduksjon kan gi ny kapasitet for forsyning av proteiner, arter med bedre lagringsevne, større variasjon av norsk frukt og grønt, og flere uker med ferske matvarer (Bakken og Mittenzwei 2023). Sumeffekten av de positive og negative konsekvensene på matproduksjonen i Norge er krevende å forutse, og vil også variere mellom regioner og mellom produksjoner.

Nedenfor går vi gjennom de ulike matproduksjonene og peker på spesifikke utfordringer for de enkelte produksjonene. For tiltak, vises det til en rekke hefter NIBIO har publisert om klimatilpasning i flere typer produksjoner (Norsk institutt for bioøkonomi 2024).

3.3 Korn

Norsk kornproduksjon har sunket betydelig siden 1990. Det skyldes både reduksjon i kornareal og fravær av avlingsframgang. Å øke avlingene per arealenhet er viktig for nivået på den norske kornproduksjonen framover. Uhlen mfl. (2017) ser på betydningen av jord, jordkultur og samspillet mellom jord og planter for å oppnå økt avling med bærekraftige produksjonsmetoder og kartlegger kunnskapsstatus for et utvalg av agronomiske tiltak, og deres betydning for å oppnå økte kornavlinger.

Norsk kornproduksjon er sterkt påvirket av værforholdene, og klimaendringer vil sannsynligvis føre til større år-til-år-variasjoner. Tørkeperioder i vekstsesongen, som er forventet at vil påvirke de delene av landet hvor det er mest kornproduksjon mest, kan redusere avlingene kraftig (Bardalen mfl. 2022; Riley, 2019). Den norske kornhøsten i 2023 var for eksempel 38 prosent lavere enn året før, noe som viser svingningene mellom årene. Hveteavlingen ble halvert, og det var i tillegg en kraftig nedgang i andelen hvete med matkvalitet som følge av betydelig nedbørmengder sensommeren og tidlig høst (Landbruksdirektoratet 2023). Økende nedbør kan føre til dårligere kvalitet på matkorn; fuktige forhold under innhøsting øker risikoen for mykotoksiner, som kan gjøre avlingen uegnet til konsum. Samtidig kan våtere vår- og høstsesonger føre til problemer med jordpakking og erosjon, noe som reduserer avlingspotensialet på sikt (Uleberg og Dalmannsdottir 2018). Dreneringstiltak kan øke kornavlinger betydelig (Hauge mfl. 2020).

Et varmere klima kan også føre til en lengre vekstsesong, noe som gjør at korn kan såes tidligere på våren og høstes tidligere, og det kan brukes sorter som vokser lenger og har høyere avlingspotensial (Aall mfl. 2018). Det vil også kunne muliggjøre økt dyrking av mer varmekrevende vekster som høstkorn og oljevekster (Uleberg og Dalmannsdottir 2018). Lengre vekstsesong kan også gjøre det mulig å dyrke fôrkorn i mer marginale områder, som Troms, selv om lyslengden vil begrense dette potensialet. For høy temperatur vil videre i enkelte vekstfaser være negativt. Dette gjelder områder som allerede er varme. Samtidig er lengre tørre perioder viktig rundt høsting (Aall mfl. 2018). Rask vekst som følger fra høyere temperaturer, samt økt CO₂ i atmosfæren, kan føre til lavere proteininnhold i kornet (Seehusen mfl. 2016).

3.4 Frukt, grønt og bær

Generelt er nordeuropeiske land forventet å få økt mulighet for dyrking av frukt og grønt (Parajuli mfl. 2019). Det forventes at sorter og arter som er dyrket i Oslofjord og Agder kan utvides til andre områder

som Trøndelag, Sør-Vestlandet og Nord-Norge (Molteberg og Vågen 2016). En lengre vekstsesong gir muligheter for høyere avlinger og å dyrke nye sorter, men dette kan også føre til økt risiko for skadedyr og plantesykdommer (Aall mfl. 2018). Kviklys mfl. (2023) har sett på mulighetene for introduksjon av nye fruktavlinger, som spise-/vindruer, fersken, aprikoser og nektariner. Vekstskifte forblir viktig til å motvirke press fra skadedyr og sykdommer (Molteberg og Vågen 2016). Kraftigere regn og hagl kan skade frukt-, grønt- og bæravlinger (Bardalen mfl. 2022), og fuktig jord kan utfordre kvalitet og lagringsevne. Varmere temperaturer samt økte CO₂-nivåer kan også påvirke næringsbalanse og lagringsevner av produktene (Parajuli mfl. 2019).

Produksjon av gulrøtter og andre rotgrønnsaker er avhengig av god jordstruktur, som blir utfordret ved økt nedbør (Molteberg og Vågen 2016). Kålvekster er sensitive for høye temperaturer, men den utvidete vekstsesongen gir mulighet til å dyrke i et annet tidsrom, så lenge vann og næringsbehov blir håndtert (Molteberg og Vågen 2016). Blomsterutvikling for noen kålvekster som blomkål og brokkoli kan hindres i de varmeste områdene (Aall mfl. 2018). Løkvekster er sensitiv til våt jord ved innhøsting (Molteberg og Vågen 2016).

3.5 Potet

Norsk potetproduksjon er sårbar for fuktige forhold, da overskudd av nedbør kan føre til råtesykdommer som potettørråte. Hyppigere ekstremvær kan også gjøre det vanskeligere å oppnå jevn kvalitet og god lagringsevne. Samtidig kan et mildere klima føre til bedre vekstbetingelser i regioner som Sør-Vestlandet, Nord-Norge og Trøndelag. Sent modnende sorter, som har høy avling og god lagringsevne, kan eventuelt tas i bruk med den lengere sesongen (Molteberg og Vågen 2016). Tørkeperioder i vekstsesongen kan øke vanningsbehovet (Riley, 2019). I en rapport som så på hvordan ulike klimasoner kan påvirkes av klimaendringer, ble det påpekt at Buskerud vil oppleve størst utfordringer knyttet til overflatevann og jordpakking (Uleberg og Dalmannsdottir 2018).

3.6 Grovfôr

Grovfôrproduksjon er en viktig del av norsk landbruk, og sårbarheten for denne produksjonen har stor betydning for sårbarheten i husdyrholdet. Den lengre vekstsesongen kan øke fôravlinger i 10-30 prosent, og/eller gi mulighet for flere slåtter (Höglind mfl. 2016). Lavere lysforhold selv med varmere høstvær begrenser mulighetene for senhøst-slått lengre nord i landet, og slike slått må unngås om de øker sårbarhet for erosjon (Jørgensen mfl. 2018). Proteininnholdet i gress blir redusert ved raskere vekst, noe som ikke er ønsket (Aall mfl. 2018). Selv om sesongen kan forlenges, vil endret høstvær kunne øke risiko for overvintringsskader i flerårige eng (Uleberg og Dalmannsdottir 2018). Økt nedbør kan føre til utfordringer med innhøsting og lagring av fôr, mens perioder med tørke kan redusere grasveksten (Riley 2019) og gi dårligere kvalitet på fôret (Aall mfl. 2018).

Varmt og fuktig vær bidrar også til økt forekomst av plantesykdommer og ugressarter som konkurrerer med grovfôrvekster. Et varmere klima kan videre utvide regioner hvor det kan dyrkes proteinrike flerårig raigras og fôrmais (Höglind mfl. 2016), eller åkerbelgvekster til fôr (Aall mfl. 2018).

3.7 Husdyr

Husdyrproduksjonen i Norge påvirkes både direkte og indirekte av klimaendringene. Økt temperatur og høyere luftfuktighet kan skape utfordringer for dyrevelferd, med blant annet økt mer vektorbårne sykdommer og økt overlevelse av parasitter (Veterinærinstituttet 2023). I intensive produksjonssystemer kan økt varmebelastning føre til redusert tilvekst og melkeproduksjon. Endringer

i grovfôrkvalitet, samt mer krevende forhold for å få dyrene ut på beite ved stor nedbør og våt beitemark, kan også påvirke dyrehelse og fôrutnyttelse (Godde mfl. 2021).

Samtidig kan lengre vekstsesonger og nye muligheter for beite i nordlige områder bidra positivt til produksjonen (Uleberg og Dalmannsdottir 2018). Om tilgang til grovfôr blir svært begrenset, som i tørkesommeren 2018 (Riley, 2019), kan det føre til nedslakting av dyr og dermed nedgang i husdyrhold (Bardalen mfl. 2022). Nortura publiserte i august 2018 noen råd om hvordan tilpasse fôrplan i den krevende situasjonen (Nortura 2018).

3.8 Fiskeoppdrett og fiskeri

Klima- og miljødepartementet beskriver i Meld. St. 26 (2022–2023), *Klima i endring – sammen for et klimarobust samfunn*, de generelle følgene av et varmere klima for havet: havet blir varmere, surere og mindre oksygenrikt. Havforsuring beror på at mer CO₂ løses i havvannet, hvilket senker pH. Havnivået stiger fordi volumet øker når temperaturen øker og fordi store mengder is på land smelter, og havstrømmene endrer karakter. Også norske hav- og kystområder blir varmere og surere (Havforskningsinstituttet 2022). Barentshavet er ventet å få størst oppvarming, mens kystområdene vil få mest forsuring. Det forventes at marine hetebølger skjer oftere, blir mer intense og varer lengre (PlanMiljø 2022).

Fiskeoppdrett

Omlag 90 prosent av råvarene til fiskefôret til oppdrettsnæringen er importert. Dette innebærer at denne produksjonen er utsatt for klimahendelser internasjonalt (Menon 2023). Som omtalt i kapittel 3.1 vil klimaendringene kunne påvirke forsyningssikkerheten for mat gjennom tilganger på det globale markedet. En rapport fra Bellona beskriver sårbarheter rundt tilgjengeligheten til og konkurransen om fiskefôr som kan følge av klimaendringer. Forstyrrelser i soyaproduksjonen i andre land kan påvirke tilgang og pris på fiskefôr. Spesielt tropiske og sub-tropiske områder ser ut til å være utsatt for klimaendringene, inkludert områder for soyaproduksjon i Brasil, hvor store deler av soyaimporten til norsk fiskefôr kommer fra. Marine råvarer er allerede brukt til kapasitet, og rapporten anbefaler tiltak knyttet til utvikling av nye råvarer til fiskefôr (Risholm mfl. 2022).

Fiskehelse rapporten 2024 fra Veterinærinstituttet beskriver hvordan klimaendringer kan utfordre fiskeoppdrett, blant annet ved bakterielle sykdommer og parasitter. Nord-Norge er markert for produksjonsøkning på grunn av lav miljøpåvirkning der, og økende sjøtemperatur kan utfordre den relativt stabile situasjonen på fiskehelse området har nå (Veterinærinstituttet 2025).

Havtemperaturen utenfor norskekysten har i snitt økt med 1°C siden 1980-tallet. Menneskeskapte klimaendringer vil fortsette å varme havet de neste tiårene. Dette er dårlig nytt for oppdrettslaksen, som er sårbar for temperaturøkninger (Nofima, 2021). Troell mfl. (2017) beskriver klimaendringenes innvirkninger spesifikt for Arktis. Mens økt temperatur og sjøtemperatur kan øke produktivitet i fiskeoppdrett, kan det forekomme flere sykdommer og parasitter. Det er også forventet økt stormintensitet i et allerede harskt miljø, noe som kan påvirke spesielt havbasert oppdrett (Troell mfl. 2017).

Med endret klima blir det nye muligheter for oppdrett av fiskearter som ikke var mulig før. En artikkel fra Falconer mfl. (2024) analyser geografiske områder hvor temperaturforhold vil passe for 34 arter, i ulike IPCC-klimascenarier. De påpeker videre at arter med smale temperaturområder, som snøkrabbe, kan være mer utsatt (Falconer mfl., 2024). Akvaplan NIVA har vurdert en liste med arter som er aktuelle som nye arter for oppdrett i Norge. Det tar lang tid å utvikle oppdrett basert på nye arter, og

direkte og indirekte effekter av klimaendringer er usikkerhetsfaktorer for framtidig utvikling av nye arter (Akvaplan NIVA 2019).

Fiskeri

Klimaendringene i Norskehavet er beskrevet i Stortingsmelding 21 (2023-2024) om helhetlige forvaltningsplaner for de norske havområdene som økt havtemperatur, minkende havis og at man ser tegn til havforsuring, og dette påvirker fiskeriene.

En rapport fra Havforskningsinstituttet beskriver de ulike klimapåvirkningene i regionene subarktisk Barentshavet, arktisk Barentshavet, Norskehavet, og Nordsjøen og Skagerrak. Det arktiske Barentshavet får tidligere algeoppblomstring og økt primærproduksjon grunnet redusert sjøis. Norskehavet er mer utsatt for havforsuring, som kan påvirke skjelloppdrett. Mens Nordsjøen og Skagerrak er mest utsatt for forurensing og formørking av vannet fra menneskelig aktivitet (Havforskningsinstituttet 2023).

En risikoanalyse fra Havforskningsinstituttet (Sandø mfl. 2022), estimerer både direkte og indirekte virkninger av klimaendringer på marine økosystemer og fiskebestander, ved hjelp av modeller kjørt med ulike Shared Socioeconomic Pathways (SSP)-scenarier. Analysen er gjort for Nordsjøen-Skagerrak, Norskehavet og Barentshavet-Lofoten. Temperaturøkning, redusert oksygenivå, og havforsuring i Nordsjøen vil utfordre arter som nordsjøtorsk, atlantisk torsk, og nordsjøsild betydelig. I Barentshavet er det forventet positive virkninger for arter som nordøstarktisk torsk og lodde på grunn av økt vanntemperatur, mens redusert sjøis vil utfordre polartorsk. I Norskehavet forventes noen arter som nordøstatlantisk makrell, kystlysing, og norsk vårgytende sild å migrere nordover. I verste fall (SSP5-8.5) kan det bli nedgang i fiskebestanden i Nordsjøen, endring i arter i Barentshavet, og potensial for å utvide fiskerier for nye arter i Norskehavet (Sandø mfl. 2022).

Fiskeridirektoratets årsrapport for 2024 gir oversikt på fiskebestandenes utbredelse. Økt usikkerhet om fiskebestandenes utbredelse, fiskehelse og gyteområdene vil utfordre forvaltning av fiskeressurser og kvoter (Fiskeridirektoratet 2024).

En annen rapport fra Havforskningsinstituttet (Ottersen mfl. 2023) gir observerte endringer i fiskebestandene så langt. For eksempel, har Barentshavets torsk utvidet seg nord- og østover, og arktiske fisker er utsatt for mer konkurranse. Makrell har utvidet sine sommerbeiteområder betydelig. Reproduksjonssuksessen for torsk i Nordsjøen er videre redusert som følge av konkurrerende arter som finnes i varmere vann (Ottersen mfl. 2023). En annen kilde estimerer at klimaendringene kan føre til at biomassen i Nord-Atlanteren kan reduseres med 15–30 prosent, mens Arktis kan oppleve en økning på 20–80 prosent (Senter for hav og Arktis 2021).

I Hamon m. fl. (2021) løfter man fram viktigheten av å forutse effektene av klimaendringer på dagens produksjonssystemer for fiskeriene gjennom sosio-politiske scenarioer. Ifølge rapporten som ser spesifikt på klimaendringenes effekter i Arktis (Troell mfl. 2017) vil endret sjøismønster og økt temperatur gjøre at torsk, sild, makrell og lodde flytter seg nordover, mens polartorskbestanden kan reduseres. Endringene vil utfordre arktiske kystsamfunn som er relativt mer avhengige av fiskerier enn i andre deler av Norge. Økt stormintensitet kan videre skade fiskeinfrastruktur og fartøy, samt marine habitat (Troell mfl. 2017).

En NIVA-rapport (Kristiansen mfl. 2022) bruker statistisk nedskalering av globale klimamodeller til å få mer detaljert prediksjoner av klimaendringene for fem utvalgte arter langs norskekysten: kysttorsk, kongekrabbe, atlantisk laks, stortare, og Drøbakkråkebolle. Resultatene viser at habitatkvaliteten for kongekrabbe, kysttorsk og atlantisk laks blir negativt påvirket og hvordan dette kan påvirke utbredelsen negativt. Effektene for Drøbakskråkebolla vil avhenge av graden av havforsuring, mens

stortaren vil kunne øke i nordlige områder og reduseres eller lokalt utryddes i Sør-Norge, avhengig av klimascenario (Kristiansen mfl. 2022). Mange av utfordringene med klimaendringene er de samme på tvers av landegrensene. Klimatilpasningen må likevel skreddersys til hver enkelt lands, regions og flåtes spesifikke situasjon. Payne m. fl. (2021) fremhever hvor og hvilke tilpasningstiltak som kan være nødvendige.

Ferskvannsfiske

Med endret klima, økt frekvens og intensitet av ekstremnedbør, kan økt erosjon føre til at sedimenterte miljøgifter igjen kommer i sirkulasjon i vann og vassdrag. Dette kan ha betydning for framtidige anbefalinger om inntak av ferskvannsfisk, men vi har ingen entydige kilder for en slik vurdering. Ferskvannsfisk betyr også lite for matsikkerheten så problemet vil i så fall kun ha betydning lokalt (Bardalen mfl. 2022).

3.9 Kunnskapshull

Verdikjeden i det norske matsystemet vil bli mindre forutsigbar (NOU 2023:17). Matproduksjonen er direkte eksponert for effektene av endret klima og mat er nødvendig for liv og helse og for en tilfredsstillende levestandard. Det er derfor behov for høy prioritering av analyser av klimarelatert risiko i det norske matsystemet (Bardalen mfl. 2022). Det er behov for modeller for å estimere de produksjonsmessige og de økonomiske konsekvensene av klimaendringer for jordbruk, akvakultur og fiskerinæring, og hvordan dette påvirker matsikkerheten og lokalsamfunn, samt hvilke tiltak som er mest effektive for å tilpasse næring og forvaltning til et endret klima.

Jordbruksproduksjonen er i stor grad påvirket av klimaendringene. Litteraturgjennomgangen har vist at det blant annet er behov for mer kunnskap knyttet til valg av vekstskifte, plantevalg, og tidspunkt for de ulike feltoperasjonene i planteproduksjonen. Man står overfor betydelig endringer i produksjonsrammene og dette gir økt risiko i matproduksjonen. Det trengs mer kunnskap om hvordan det endrede klimaet vil påvirke fremtidig nasjonal jordbruksproduksjon, og tiltak for å redusere sårbarheten for kommende endringer i klimaet.

Endret klima kan innebære at nye varianter og arter kan tas i bruk ettersom klimaet blir marginalt bedre egnet for noen av dem. Men det eksisterer også en risiko for at disse vil mislykkes. For eksempel kan det hende at høsthvete eller raigras ikke overlever på grunn av mislykket kuldeakklimatisering om høsten eller en harsk vinter (Höglind mfl. 2016). Videre kan det å dyrke høstkorn øke risikoen for erosjon om høsten sammenlignet med å la feltet stå i stubb (Confesor mfl. 2023). Hyppigere avlingssvikt kan videre øke fare for jorderosjon (Stabbetorp 2024). Det trengs mer kunnskap om mulighetene for å produsere nye sorter og arter, samt vekster som kan sås ved avlingssvikt, for å utnytte den gjenværende sesongen.

Også husdyrproduksjonen vil som omtalt bli betydelig påvirket, og det er behov for mer kunnskap om effekter og tilpasningsstrategier også her. Blant annet om effekter som tilgang på fôr og beite, klimaeffektene på dyrevelferden og på øvrige rammevilkår for husdyrproduksjonen.

Klimaendringer skjer raskere i Arktis i forhold til andre steder, noe som påvirker ikke bare planteliv, men også jordsmonnet. Det trengs blant annet mer kunnskap om beste praksis for å bevare jord i Arktis under et endret og utvidet landbruk, samt endret værforhold (Skaalsveen mfl. 2022). NIBIO har nylig etablert et Senter for arktisk landbruk til å koordinere forskning innen temaet.

Alle effektene på fiskeoppdrett og fiskeri har høy grad av usikkerhet. De samlede effektene av flere samtidige klimastressorer er vanskelig å forutsi (Falconer mfl. 2024). Det er behov for kunnskap om

effektene av hvordan fisken påvirkes av klimaendringene. Det innebærer forbedret forståelse av hvordan økt havtemperatur, ismelting og havforsuring og andre endrede miljøforhold påvirker artenes fysiologi og økosystemfunksjoner, utbredelsen av sykdommer og parasitter og reproduksjonssykluser. Det er også behov for mer detaljert forskning på hvordan ulike arter tilpasser seg endrede klimaforhold.

Det er videre behov for kunnskap om hvordan endringer i fiskebestandsstørrelse i nærtid vil påvirke bestander lengre inn i fremtiden, hvordan endring i iskanten vil påvirke gyting, og effekter av havforsuring på ikke-kalkdannende organismer (Sandø mfl. 2022).

Det er utfordringer med å fremskrive klimaeffekter på flere deler av næringskjeden samtidig, og lokale stammer og økosystemprosesser i indre fjordstrøk krever mer nyansert analyse enn en generell modell kan håndtere (Kristiansen mfl. 2022). Det er videre behov for kunnskap om hvordan komplekse interaksjoner i marine økosystemer vil endres med varmere hav og hvordan endringer i klima kan forandre predator-byttedyr-forhold og konkurranse mellom arter.

Det er kunnskapshull knyttet til mattrygghet ved bruk av bioressurser som fiskeslam til fôrproduksjon - noe som kunne redusere avhengigheten av importerte råvarer (Risholm mfl. 2022).

3.10 Referanser

Aall, C., Aamaas, B., Aaheim, A., Alnes, K., van Oort, B., Dannevig, H., & Hønsi, T. (2018). Oppdatering av kunnskap om konsekvenser av klimaendringer i Norge (Cicero Rapport 2018:14, M-1209). CICERO Senter for klimaforskning & Vestlandsforskning. Finansiert av Miljødirektoratet. <https://www.vestforsk.no/nn/publication/oppdatering-av-kunnskap-om-konsekvenser-av-klimaendringer-i-norge>

Akvaplan NIVA (2020). Kunnskapsgrunnlag for nye arter i oppdrett. <https://akvaplan.no/no/dokument/2020-01-13/del-ii-rapport-nye-oppdrettsarter-92776>

Bakken, A. K., & Mittenzwei, K. (2023). Produksjonspotensial i jordbruket og nasjonal sjølforsyning med mat. Utredning for Klimautvalget 2050. (NIBIO Rapport 9 (53) 2023). Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/3061331>

Bardalen, A., Pettersen, I., Dombu, S. V., Rosnes, O., Mittenzwei, K., & Skulstad, A. (2022). Klimaendring utfordrer det norske matsystemet: Sammendragsrapport. NIBIO Bok, 8(4) 2022. Miljødirektoratet (M-2345). ISBN: 978-82-17-03131-4. ISSN: 2464-1189. Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/3013277>

Bardalen, A. (2018). Klimarisiko og norsk matproduksjon. (NIBIO Rapport 4 (115) 2018). Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2567268>

Confesor, R., Bechmann, M., Deelstra, J., Øygarden, L. (2023). Store og ekstreme avrenningsepisoder i norske jordbruksområder. Dataanalyse fra JOVA-programmet. (NIBIO Rapport 9 (84) 2023). Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/3069581>

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (2017). Risiko- og sårbarhetsanalyse av norsk matforsyning. (HR-nummer: 2358) ISBN: 978-82-7768-422-2. <https://www.dsb.no/rapporter-og-evalueringer/risiko--og-sarbarhetsanalyse-av-norsk-matforsyning/>

Dombu, S. V., Bardalen, A., Strand, E., Henriksen, B., & Lamprinakakis, L. (2021). Norsk matsikkerhet og forsyningsrisiko: Rapport fra arbeidsgruppe i NIBIO (Revidert utgave). (NIBIO Rapport 7 (145) 2021). ISBN: 978-82-17-02905-2. Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2767673>

Falconer, L., Sparboe, L. O., Dale, T., Hjøllø, S. S., Stavrakidis-Zachou, O., Bergh, Ø., James, P., Papandroulakis, N., Puvanendran, V., Siikavuopio, S. I., Hansen, Ø. J., & Ytteborg, E. (2024). Diversification of marine aquaculture in Norway under climate change. *Aquaculture*, 593, 741350. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.741350>

Finci A., Svennerud M., Smedshaug C. A., Rustad L.J.R., 2023. Norsk selvforsyning av matvarer – status og potensial. https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/3105805/NIBIO_RAPPORT_2023_9_137.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Fiskeridirektoratet (2024). Årsrapport 2024. <https://www.fiskeridir.no/Om-oss/AArsrapport>

Godde, C. M., Mason-D'Croz, D., Mayberry, D. E., Thornton, P. K., & Herrero, M. (2021). Impacts of climate change on the livestock food supply chain; a review of the evidence. *Global Food Security*, 28, 100488. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100488>

Hamon K. G, Kreiss C. M. , Pinnegar J.K., Bartelings H. , Batsleer J., Catalán I. A. , Damalas D., Poos J., Rybicki S., Sailley S. F., Sgardeli V. & Pec M.A., (2021) Future Socio-political Scenarios for Aquatic Resources in Europe: An Operationalized Framework for Marine Fisheries Projections. *Frontiers*, 8, 578416. <https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2021.578516/full>

Hauge, A., Haukås, T., Rivedal, S., & Deelstra, J. (2020). Drenering og klimagassutslipp. Virkning av drenering på klimagassutslipp, arealomfang og tiltaksanalyse (NIBIO Rapport 6 (6) 2020). Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2638981>

Havforskningsinstituttet (2022). Risikoanalyse for de norske havområdene om direkte og indirekte virkninger av klimaendringer på marine økosystemer under ulike utslippsscenarioer – Risikoanalyse hav og klima (Rapport fra havforskningen nr. 2022-41). Havforskningsinstituttet. <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2022-41>

Havforskningsinstituttet (2023). Status for miljøet i norske havområder—Rapport fra Overvåkingsgruppen 2023. I. Vee, S. Frantzen, G. van der Meeren, & P. Arneberg (Red.), Rapport fra havforskningen 2023-24 (ISSN: 1893-4536). Publisert 29.03.2023. Oppdatert 09.02.2025. <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2023-24>

Helsedirektoratet (2024). Utviklingen i norsk kosthold 2023. Matforsyningsstatistikk. <https://www.helsedirektoratet.no/rapporter/utviklingen-i-norsk-kosthold>

Hillestad, M.E., & Bunger, A. (2019). Kornhøsting i våtere klima. (Rapport 2-2019) AgriAnalyse. ISSN 18941192. <https://www.agrianalyse.no/publikasjoner/kornhosting-i-vatere-klima-article1004-856.html>

Höglind, M., Persson, T., Østrem, L., Jørgensen, M., Dalmannsdottir, S., & Rognli, O.A. (2016). Effekter av endret klima og behov for tilpasninger – Norsk grovfôrproduksjon. Fagnotat. Vedlegg til:

Eid Hohle, Erik. (2016). Landbruk og Klimaendringer – Rapport fra Arbeidsgruppe. (Rapport avgitt 19.02.2016). <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/landbruk-og-klimaendringer/id2476376/>

Jørgensen, M., Bakken, A.K., Lunnan, T., og Østrem, L. (2018). Forvaltning av ettervekst i eng i varmere og våtere høstmåneder. (NIBIO Rapport 4 (34) 2018). Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2490264>

Kvalvik, I., Dalmannsdottir, S., Dannevig, H., Hovelsrud, G., Rønning, L., & Uleberg, E. (2011). Climate change vulnerability and adaptive capacity in the agricultural sector in Northern Norway. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science, 61(sup1), 27–37. <https://doi.org/10.1080/09064710.2011.627376>

Kviklys, D., Frøynes, O., Meland, M. (2023). Introduction of new fruit crops to Norway. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/3055383>

Kristiansen, T., Kvile, K.Ø., Aune, M., Jensen, J., Bellerby, R., Skjellum, S.F., Hairabedian, G. (2022). Klimapåvirkning på viktige kystvannsarter. NIVA-rapport L.NR. 7773-2022. <https://imr.brage.unit.no/imr-xmlui/handle/11250/3044025>

Landbruksdirektoratet (2023). Råvarestatistikk. <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/statistikk-ogutviklingstrekk/utvikling-i-jordbruket/ravarestatistikk>

Meld. St. 21 2023-2024 (2024). Helhetlige forvaltningsplaner for de norske havområdene. Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-21-20232024/id3032474/?ch=1>

Meld. St. 26 2022–2023 (2023). Klima i endring – sammen for et klimarobust samfunn. Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-26-20222023/id2985027/>

Meld. St. 27 (2023-2024). Tryggare framtid – førebudd på flaum og skred. Det kongelige energidepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-27-20232024/id3041181/>

Menon (2023). Sjømatens betydning for matvareberedskap i Norge. <https://menon.no/prosjekter/sjomatens-betydning-for-matvareberedskap-i-norge>

Molteberg, E.L., & Vågen, I.M. (2016). Effekter av endret klima og behov for tilpasninger – Norsk grønnsak- og potetproduksjon. Fagnotat. Vedlegg til: Eid Hohle, Erik. (2016). Landbruk og Klimaendringer – Rapport fra Arbeidsgruppe. (Rapport avgitt 19.02.2016). <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/landbruk-og-klimaendringer/id2476376/>

Nofima (2021) Varmere hav er dårlig nytt for oppdrettslaksen. <https://nofima.no/resultater/varmere-hav-er-darlig-nytt-for-oppdrettslaksen/>

Nationella expertrådet för klimatanpassning (2022). Första rapporten från Nationella expertfrådet för klimatanpassning, <https://klimatanpassningsradet.se/publikationer/forsta-rapporten-fran-nationella-expertradet-for-klimatanpassning>

Norsk institutt for bioøkonomi (2024). Plantedyrking i et endret klima. Nettside. Hentet 03.03.2025 fra: <https://nibio.no/tema/miljo/tiltaksveileder-for-landbruket/klimatilpasning/plantedyrking-i-et-endret-klima>

NOU 2023:17 (2023). Nå er det alvor – Rustet for en usikker fremtid. Landbruks- og matdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2023-17/id2980114/>

Nortura (2018, 15. august). Avlingssvikt – men hold produksjonen oppe! Nortura Medlem. Hentet 03.03.2025 fra: <https://medlem.nortura.no/storfe/siste-nytt/grovforkrisen/avlingssvikt-men-hold-produksjonen-oppe>

Oslo Economics (2023). En gjennomgang av sårbarheten i globale forsyningskjeder for matvarer. (OE Rapport 2023-60). <https://osloeconomics.no/publication/en-gjennomgang-av-sarbarheten-i-globale-forsyningskjeder-for-matvarer/>

Ottersen, G., Børsheim, K. Y., Arneborg, L., Maar, M., Schourup-Kristensen, V., Almroth Rosell, E., & Hieronymus, M. (2023). Observed and expected future impacts of climate change on marine environment and ecosystems in the Nordic region. Rapport fra havforskningen, 2023-10. ISSN: 1893-4536. <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-en-2023-10>

Parajuli, R., Thoma, G., & Matlock, M. D. (2019). Environmental sustainability of fruit and vegetable production supply chains in the face of climate change: A review. Science of The Total Environment, 650, 2863–2879. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.019>

Payne, M. R., Kudahl M., Engelhard G.H., Peck, M. A., Pinnegar J.K. (2021). Climate risk to European fisheries and coastal communities. PNAS Vol 118., No. 40, <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.2018086118>

PlanMiljø (2022). Marine heatwaves in Northern sea areas: Occurrence, effects, and expected frequencies (Miljødirektoratet rapport M2239|2022). <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2022/mars/marine-heatwaves-in-northern-sea-areas-occurrence-effects-and-expected-frequencies/>

Regjeringa.no (2024). Regjeringa satsar på beredskap og sjølvforsyning. Pressemelding 07.10.2024. Hentet 11.02.2025 fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/regjeringa-satsar-pa-beredskap-og-sjolforsyning/id3056420/>

Riley, H. (2019). Tørkesommeren 2018 - beregninger av hvor mye korn-, potet- og grasavlingene ble påvirket på ulike jordtyper i ulike distrikt. Kapittel i: Jord- og Plantekultur 2019. Forsøk i korn, olje- og proteinvekster, engfrøavl og potet 2018. NIBIO Bok 5 (1) 2019. Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2605803>

Riley, H. (2021). Vanning til jord- og hagebruksvekster. En litteraturstudie av norske undersøkelser siden 1960. (NIBIO Rapport 7 (160) 2021). Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2824973>

Risholm, S. B., Bjordal, M. V., Hauge, J., Erbs, S., Torp, K., & Javed, S. (2022). Hva skal laksen spise? Råvareloftets veikart og barrierestudier for nye fôrårvarer. Bellona. <https://bellona.no/publication/hva-skallaksen-spise-ravareloftets-veikart-og-barrierestudier-for-nye-forravarer>

Sandø, A. B., Hjøllø, S. S., Hansen, C., Skogen, M. D., Hordoir, R., & Sundby, S. (2022). Risikoanalyse for de norske havområdene om direkte og indirekte virkninger av klimaendringer på marine økosystemer under ulike utslippsscenarioer – Risikorapport om hav og klima. Rapport fra havforskningen, 2022-41. Havforskningsinstituttet. ISSN: 1893-4536. Publisert 30.11.2022, oppdatert 09.02.2025. <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2022-41>

Seehusen, T., Waalen, W., Hoel, B., Uhlen, A.K., Persson, T. & Strand, E. (2016). Effekter av endret klima og behov for tilpasninger – Norsk kornproduksjon. Fagnotat. Vedlegg til: Eid Hohle, Erik. (2016). Landbruk og Klimaendringer – Rapport fra Arbeidsgruppe. (Rapport avgitt 19.02.2016). <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/landbruk-og-klimaendringer/id2476376/>

Senter for hav og Arktis (2021), Klimaendringer og konsekvenser for havøkonomien, Kapittel 2 i rapporten Blått kompass, <https://www.havarktis.no/rapporter/rapporter/blatt-kompass/klimaendringer-og-konsekvenser-for-havokonomien>

Skaalsveen, K., Gillund, F., & Aandahl, T.R. (2022). Jordhelse i arktisk grøntproduksjon. Forprosjekt 2021-2022. (NIBIO Rapport 8 (86) 2022). Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2996310>

Skarbø, K. og Vinge, H. (2012). Vestlandsjordbruket og den doble klimapåverknaden: Perspektiv fra næringa på direkte og indirekte effektar av klimaendringane (Vestlandsforskningsrapport nr. 17/2012). Vestlandsforskning. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.14884.88960>

SSB (2023). Tabell o8809: Utenrikshandel med varer, etter import/eksport, land, statistikkvariabel, år og varegruppe [Statistikk]. Statistisk sentralbyrå. <https://www.ssb.no/statbank/table/o8809/>

Stabbetorp, H. (2024). Dyrkingsomfang og avling i kornproduksjonen (2023). NIBIO Bok, 10(2) 2023. Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/3126385>

Troell, M., Eide, A., Isaksen, J., Hermansen, Ø., & Crépin, A.-S. (2017). Seafood from a changing Arctic. *Ambio*, 46(S3), 368–386. <https://doi.org/10.1007/s13280-017-0954-2>

Uhlen, A.K., Børresen, T., Deelstra, J. Waalen, W., Strand, E., Marina, A., Seehusen, T., Kvernø, S.S., Lillemo, M., Abrahamsen, U., Øygaden, L., Riley, H. (2017). Økt kornproduksjon gjennom forbedret agronomisk tiltak. En vurdering av agronomiske tiltak som kan bidra til avlingsøkninger i kornproduksjonen. <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/handle/11250/2473477>

Uleberg, E., & Dalmannsdottir, S. (2018). Klimaendringens påvirkning på landbruket i Norge innenfor ulike klimasoner. (NIBIO Rapport 4 (75) 2018). Norsk institutt for bioøkonomi. <http://hdl.handle.net/11250/2501387>

Veterinærinstituttet (2023). Veterinærinstituttets høringsuttalelse vedrørende Totalberedskapskommisjonens rapport NOU 2023:17. [VI NOU2023_17.pdf](#)

Veterinærinstituttet (2025). Fiskehelserapporten 2024. Veterinærinstituttet rapportserie nr. 1a/2025. Redaktører: Moldal, T., Wiik-Nielsen, J., Silva de Oliveira, V. H., Svendsen, J., Haukaas, A., & Sommerset, I. Publisert 11.03.2025. <https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2025/fiskehelserapporten-2024>

4 Konsekvenser for infrastruktur og bygg

Deler av norsk infrastruktur er sterkt eksponert for klimaendringer. Det forventes mer nedbør og flere hendelser med høyere intensitet, som styrtregn, samt økt frost og tining. Dette vil utløse flommer, jord- og sørpeskred og steinsprang, også på steder der det i dag ikke forventes. Det gir økning i skader på infrastruktur og bygninger, og økt risiko for brukerne. Økt nedbør vil også øke snømengdene i høyereliggende strøk, som innebærer oftere nedsnødde veier og jernbaner, kolonnekjøring og redusert trafiksikkerhet. Samtidig forventes generelt redusert fare for snøskred i lavereliggende strøk, som følge av at snødybden og lengden på vinteren blir vesentlig redusert ved økte temperaturer. Veiinfrastrukturen er spredt over hele landet med en samlet lengde på det offentlige veinettet på rundt 100 000 km. De viktigste værrelaterte hendelsene som påvirker sikkerheten for jernbane er flom, vann på avveie og ulike typer skred (Bane NOR 2020).

Konsekvenser for flyplasser er i første rekke knyttet til havnivåstiging for flyplasser som ligger få meter over havet og rullebaner på fyllinger i sjøen, og overvann på rullebaner og generell flyplassinfrastruktur ved intens nedbør. For sjøfarten er utfordringene knyttet til langsiktige tilpassinger av havneanleggenes høyde og endringer av farled. Selve transportrutene er lite utsatte for hendelser som følge av økt nedbør og høyere temperaturer. Det er bare beregnet bare små endringer i middelvind og vind med stor hastighet som kan påvirke skips- og lufttransport.

Kraftnett og kommunikasjonsnettverk er på samme måte som vei og bane utsatt for ras, skred, snø og flom. Nedbør, trefall, storm, skred, lyn og ising er eksempler på værphenomen som forårsaker feil og avbrudd i kraftforsyningen, der frekvensen og styrken er ventet å øke som følge av klimaendringer. Vann- og avløpssystemer forventes å bli mer utsatt for økte belastninger som følge av økt og mer intens nedbør. Urenset avløpsvann kan lekke ut i elver, innsjøer eller hav, og drikkevannet kan bli forurenset om avløpsvann trenger inn i vannforsyningssystemet.

Med økte temperaturer og mer nedbør står bygninger og konstruksjoner overfor økte fuktproblemer og råteskader, samtidig som flom, ras og skred er risikofaktorer for bebyggelse, for eksempel i nærhet til utsatte vassdrag. Tidligere sikre områder kan bli utsatt for nye risikofaktorer.

4.1 Vei og bane

NGI (2022) definerer relevante *klimaelementer* for infrastruktur (og bygg), som endringer i lufttemperatur (snitt, maks- minimumstemperaturer), endringer i nedbør (normal og ekstremnedbør), endringer i vindstyrke, vindmengde og vindretning, endringer i snønedbør, snøhøyde, og dager med snødekke, og endringer i snøsmelting.

Tabell 1 i NGI (2022) gir en utfyllende oversikt over klimaelementer og klimarelaterte naturfarer. Disse er relevante både for vei og bane, men også til for deler av kraftnettet. Noen typer risiko øker, mens andre reduseres. I rapporten vurderes hvert enkelt klimaelement, og konsekvenser relatert til infrastruktur med hensyn til forventet utvikling med klimaendringene, usikkerhet og kunnskapshull knyttet til klimaelementet, hvilke hendelser som utløses, potensielle skader på infrastruktur, trafikk, mennesker og miljø, drift og vedlikehold og reparasjoner og prosjektering i transportsektoren.

Følgende vurderinger om endringer og konsekvenser for vei, med relevans for bane og nettinfrastruktur, er i hovedsak hentet fra NGI (2022, 2025):

Økte mengder *nedbør* vil øke behovet for fordrøyning. Økt regn vil gi økt avrenning til vassdrag og økt erosjon som vil øke hyppigheten og omfanget på skader på infrastruktur. Som følge av befolkningsvekst og økonomisk vekst bygges stadig mer areal inkludert myrer og vegetert areal ned, noe som øker tette overflater og reduserer arealer som fordrøyer vann over lengre tid. Kapasiteten vil overskrides og veibaner og andre arealer vil oversvømmes oftere.

Konsekvenser av *flom* vil variere. Som følge av mer nedbør forventes økt størrelse på regnflommer, mens smeltevannsflommer vil avta. Flomtidspunkt kan forskyves mot tidlig vårflo og gi økt fare for flommer sent på høsten og på vinteren. Flere intense, lokale nedbørshendelser kan skape særlige utfordringer i små, bratte elver og bekker og i urbane strøk. Dette vil gi økt erosjon av vannveger og støtte for veg, skade på infrastruktur (f.eks. på broer), stengning av vei, og dårligere framkommelighet, som særlig er alvorlig for nødetater. Særlig vil økt korttidsnedbør og flere flom- og skredhendelser gi problemer for veg og jernbane.

Det forventes redusert fare for *snøskred* som følge av at snøhøyden og lengden på vinteren blir vesentlig redusert. Det ventes en betydelig reduksjon i snømengde og antall dager med snø i lavereliggende områder, særlig i kystnære områder. Samtidig kan nedbør øke konsentrasjonen av snøfall spesielt i høyereliggende strøk, som innebærer oftere nedsnødde veier og jernbaner med stengning, og for veisektoren kolonnekjøring og redusert trafiksikkerhet med glattere veibane og redusert sikt. I innlandet vil lengden på vinteren bli kortere, men med økt hyppighet i situasjoner med skredfare innenfor perioden, og overgang fra tørre snøskred til våte skred pga. høyere temperaturer. Omfanget av våte snøskred forventes å øke grunnet økt nedbør. Våte snøskred har større skadepotensiale enn de tørre, men stopper raskere og har lavere sannsynlighet for å treffe vei- og baneinfrastrukturen. Sørpeskred blir gjerne utløst langs de samme bekkeløpene som flomskred. Høyere temperatur vil også føre til en heving av tregrensen, og dette vil redusere skredfaren i områder der utløsningsområdene i dag ligger nær dagens skogsgrense. For infrastrukturen betyr det færre antall km utsatt, men noen fjellveier kan også bli mer utsatt i perioder.

Det forventes mer nedbør og flere hendelser med høyere intensitet som styrtregn, som vil utløse *jord-, flom- og sørpeskred* med fare for skader på infrastruktur og bygninger. Det kan skje på steder der det ikke har gått skred før, som følge av at grenseverdier for vannmetning overskrides og utløser engangsskred. Det forventes økende fare for *steinsprang* pga. flere fryse-/tinesykluser, rotsprenging og vanntrykk. Dette vil gi skader på infrastruktur, utsatte bygninger og andre eksponerte elementer. Antall kilometer infrastruktur som utsettes for *fokksnø* og vind som gir dårlig sikt antas å bli redusert, men noen veier høyt til fjells kan bli mer utsatt. *Stormflo* antas også økt som følge av økt havnivå, på dager med store bølger. Stormflo kan føre til erosjon av infrastrukturen.

Økte frekvenser av ras og skred og mer nedbør vil øke vedlikeholdskostnadene og endringer i snøforhold vil endre driftskostnadene i infrastrukturen, og kan også ha konsekvenser for ulykker med tap av liv og helse (Handberg mfl. 2023). I tillegg vil økt ubehag knyttet til økt risiko være en vesentlig virkning av klimaendringer. Nye verdsettingsmetoder viser at den negative «ubehag ved skredrisiko» er vesentlig (Navrud, 2024). Aalen mfl. (2025) demonstrerer at denne effekten kan langt overstige andre nyttevirkninger ved sikringstiltak. Jacobsen mfl. (2016) fant også at menneskers sårbarhet og beredskap ikke i første rekke var knyttet til manglende framkommelighet, men at høy snøskredsannsynlighet økte innbyggernes bekymringer.

Isgang, issvuller og istapper forventes å bli mindre vanlige ettersom temperaturen stiger, men isgang kan bli vanligere høyere til fjells. Isgang gir skader på broer og stenging av veier.

Vind inngår i sekundære effekter som stormflo, kysterosjon, fokksnø og snøskred. De siste 50 årene har det vært en svak økning i vind-hastigheten som overskrides i 1 prosent av tiden, men det er store variasjoner fra år til år og mellom ulike lokaliteter. Det beregnes kun små endringer i middelvind og vind med stor hastighet, og framskrivingene for vind er lite egnet til studier på et detaljert nivå (NGI, 2022).

Økt erosjon som følge av økt nedbør kan potensielt føre til hyppigere forekomst av naturlig utløste *kvikkleireskred* som kan skade infrastruktur og bygninger. Økt grunnvannstand pga. mer vedvarende nedbør kan også redusere skråningsstabiliteten og utløse skred. Datagrunnlaget for historiske skred viser stor imidlertid stor usikkerhet i eventuell effekt av klimaendringer på utløsning av kvikkleireskred. Den viktigste årsaken til kvikkleireskred antas å være er menneskeskapte inngrep.

Klimaendringene påvirker også designkriterier for nye veier. For eksempel kan en vei i kyststrøk i Sør-Norge trenge mindre tykkelse på frostsikringslaget på grunn av mildere vintre (Statens vegvesen, 2020). Samtidig kan andre områder kreve mer robuste løsninger for å håndtere økt nedbør og flomhendelser.

4.2 Infrastruktur for maritim transport

Økt havnivå kan få konsekvenser for havneinfrastrukturen over tid, og havnivåstigningen vil variere mellom ulike deler av kysten. Utfordringene er knyttet til langsiktige tilpassinger av havneanleggenes høyde og endringer av farled. Dette påvirker planleggingen av dimensjonering, utbygging, drift og vedlikehold av infrastrukturen i farledene (Kystverket, 2023). Selve transportrutene er lite utsatte for hendelser som følger av økt nedbør og høyere temperaturer. Det er bare beregnet bare små endringer i middelvind og vind med stor hastighet som kan påvirke skipstransport.

4.3 Flyplassinfrastruktur

Innenfor luftfart er havnivåstigning en viktig problemstilling (Klima- og miljødepartementet 2023). Mange eldre flyplasser ligger få meter over havet og med rullebaner på fyllinger i sjøen (Miljødirektoratet, 2024a). For disse kan høyere havnivå med flere tilfeller av stormflo føre oversvømmelse og utvasking av grunn av rullebaner og omkringliggende sikkerhetsområder. Mer ekstrem nedbør kan også føre til overvann på rullebaner og generell flyplassinfrastruktur (COWI, 2022). Avhengig av dreneringsforholdene kan ekstrem avrenning føre til erosjon av voller. For flyplasser utsatt for mer varierende snøforhold og temperatursvingninger rundt frysepunktet kan utfordringer med vintervedlikehold og avising øke. For noen flyplasser kan også problemer med variable vind- og tåkeforhold øke (COWI, 2022). Flere ekstreme lavtrykk kan gi flere dager med tykk tåke og lavt skydekke som gir forsinkelser i flytrafikken.

Larsen (2015) belyser noen av de viktigste fremtidige klimaeffektene globalt, deler erfaringer fra Norge, og skisserer noen av aspektene som kan inkluderes i en risikovurdering av klimaendringer på flyplasser. Voskaki mfl. (2023) gir innsikt i den generelle klimarisikoen for det globale flyplass-systemet i en syntetisering av funn fra studier knyttet til historiske flyplassers følsomhet for klimafarer.

Tining av permafrost kan påvirke rullebaner, bygninger og annen infrastruktur som er følsom for setninger på Svalbard lufthavn (COWI, 2022).

4.4 Kraftnett og kraftforsyning

Strømnett kan skades av ekstremvær, som stormer og økt isingsfare på kraftledninger, mens teleinfrastruktur kan påvirkes av både ekstremvær og følgehendelser som flom og skred. Utfall i strømforsyning eller kommunikasjonstjenester kan ha alvorlige konsekvenser for samfunnets funksjonalitet, særlig i krisesituasjoner.

Allerede i dag er klima- og værforhold årsak til de fleste feil og avbrudd i distribusjonsnettet, for eksempel ved at trær faller over strømledninger. NVE vurderer at klimaendringer i enda større grad enn før vil påvirke kraftinfrastruktur blant annet i form av større flommer som gir økt belastning på damanlegg, fare for mer ising på kraftlinjer og fare for stormskader. Nedbør, trefall, storm, skred, lyn og ising er eksempler på værphenomen som forårsaker feil og avbrudd i kraftforsyningen, der frekvensen og styrken er ventet å øke som følge av klimaendringer (NVE 2021), se også beskrivelser for relevante hendelser knyttet til nedbør i kapittel 4.1. McInnes mfl. (2015) finner økt risiko for atmosfærisk ising i innlandet, men dette ventes å reduseres i kystnære strøk.

Klimaendringer vil øke vedlikeholdsbehovet og skadefrekvensen på kraftlinjenettet (NOU 2010:10), samtidig som klimaendringene øker potensialet for vannkraftproduksjon som følge av mer nedbør (NVE 2019). Det vil bli mer jevnt tilsig til kraftverkene gjennom året, men samtidig større flomtap om høsten på grunn av store økninger i tilsiget også i denne perioden (Beisland mfl. 2015).

4.5 Bygninger og konstruksjoner

Fuktproblemer på grunn av hyppigere og kraftigere nedbør og stigende havnivå vil øke faren for råteskader på bygninger og skader på bygningsfundamenter, kjellerrom og andre konstruksjonselementer. Samtidig kan frostskader reduseres som følge av klimaendringer (Hygen mfl. 2010). Lisø mfl. (2020) gir en helhetlig oversikt over utfordringer knyttet til bygg under ulike klimautviklings-scenarier for ulike deler av Norge.

Riksrevisjonen (2022) gir en oversikt over antallet bygninger som basert på utførte farekartlegginger ligger i områder med fare for ulike naturhendelser (flom, skred, kvikkleireskred, stormflo og overvann) og/eller i områder med risiko for overvannshendelser (urban flom), i dagens og framtiden klima. I noen fylker kan flomutsatte bygninger øke med 50 prosent fram til 2100. Antallet bygninger innenfor kartlagte fareområder vil øke som følge av klimaendringene, og i 2090 vil om lag 116 000 av dagens bygninger ligge i områder med risiko for 200-års *stormflo*, en økning på om lag 60 prosent. På Vestlandet vil stormflo med nivåer som i dag skjer hvert 200 år sannsynligvis inntreffe annethvert år fram til 2100. Følgende vurderinger om endringer og konsekvenser bygninger er hentet fra Riksrevisjonen (2022):

Om lag 22 000 bygninger ligger i dag innenfor områder med fare for 200-års*flom*; 60 prosent av disse ligger på Østlandet. Antallet bygninger utsatt for 200-årsflom øker med 10 prosent fram til 2100; i noen fylker med 50 prosent.

Når det gjelder *skred i bratt terreng* ligger om lag 46 000 bygninger i dag innenfor områder med fare for 1000-årsskred og 5000-årsskred, med hovedandelen på Vestlandet. Som følge av klimaendringene kan kred gå i nye områder, og skje oftere.

Om lag 54 000 bygninger ligger i dag i fareområdene for *kvikkleireskred*, hovedsakelig på Østlandet og i Trøndelag. Flere og kraftigere nedbørsepisoder (og dermed flom) vil føre til økt erosjon, som kan utløse flere kvikkleireskred på nye steder, og kvikkleireskred kan skje hyppigere.

Om lag 72 000 bygninger ligger i dag i områder som kan være utsatt for 200-års *stormflo*, hovedsakelig på Vestlandet. I 2090 vil om lag 116 000 bygninger av dagens bygninger ligge i områder med risiko for 200-års stormflo. Dette er en økning på om lag 60 prosent. Hyppigheten av stormfloer vil øke betydelig. I dag er det 0,5 prosent sannsynlighet for at en 200-årsstormflo på Vestlandet kan skje i løpet av et år. I 2090 kan den inntreffe annethvert år fram til 2100.

Når det gjelder *overvann* ligger rundt lag 315 000 bygninger i tettsteder med over 2000 innbyggere innenfor områder med potensiell vannakkumulasjon. Antallet hendelser med overvann vil øke, og områder med potensiell vannakkumulasjon vil bli berørt oftere. Overvannshåndtering er en særlig viktig utfordring på Svalbard. Permafrost og isdekke gjør at selv moderate regnmengder vil kunne gi betydelig avrenning. Dårlig utbygde og tidvis isfylte kulverter og stikkledninger kan gi utfordringer i form av stengte veger, problemer for flytrafikken og nedising av infrastruktur. Tining av permafrost skaper allerede utfordringer for Svalbard lufthavn med utvasking og endret masseoppbygging under rullebanen.

I 2011 anslo Almås mfl. (2011) at 615 000 bygninger hadde høy risiko for *råteforfall*, og at antallet kan øke til 2,4 millioner innen 2100. I handlingsplanen «Bygg for framtida» fra Kommunal- og regionaldepartementet anslås det at om lag 80 prosent av bygningsmassen fortsatt vil stå i 2050, noe som også peker på at en vesentlig del av eksisterende bygningsmasse må gjennomgå oppgradering og forebyggende vedlikehold (Kommunal- og regionaldepartementet 2009). Bunkholt mfl. (2021) har gått gjennom byggfeil undersøkt av SINTEF i perioden 2017–2020. Gjennomgangen viser at nesten tre av fire feil er relatert til fukt, forårsaket av kilder som nedbør, kondensering av fuktig inneluft eller innebygd fukt. Studien underbygger behovet for klimatilpasning av bygninger, risikoreduksjon og beskyttelse mot inntrengning av vann.

NCCS (2019) og Meld. St. 26 (2022–2023) *Klima i endring – sammen for et klimarobust samfunn* vurderer konsekvenser for Svalbard særskilt. På Svalbard er oppvarmingen enda sterkere enn for Fastlands-Norge. Flom og tining av permafrost påvirker bygningsmassen. Når temperaturen i permafrosten øker, vil det føre til dårligere bæreevne, økning i setningsskader og utfordringer med erosjon. Endrede snø- og skredforhold har økt risikoen for skredutsatt bebyggelse i Longyearbyen. Flere hus har blitt ødelagt av skred, og liv har gått tapt. Den økte faren for snøskred har ført til at flere hus i Longyearbyen har måttet rives.

4.6 Vann og avløp

I Klima- og miljødepartementet (2023) sin gjennomgang av konsekvenser vises det til at økt nedbør, og særlig intense nedbørsepisoder, vil føre til stor belastning på vann- og avløpsnett og kan forsterke behovet for vedlikehold og oppgradering. Overbelastning vil også kunne skje der det er dimensjonert inn et klimapåslag på 40 prosent (KSS 2024). Undersøkelser viser at 57 prosent av kommunene mener at kapasiteten i overvannssystemene ikke er tilstrekkelig til å håndtere fremtidens nedbør. (Miljødirektoratet 2025).

Sprengt kapasitet kan føre til at urensset avløpsvann lekker ut i elver, innsjøer eller hav (Klima- og miljødepartementet 2023). Overbelastning av avløpsrenseanlegg vil gjøre det vanskelig å rense avløpsvannet effektivt, og forurenset avløpsvann slippes ut i lokale vannforekomster. Ved kraftig nedbør og flomsituasjoner vil drikkevannet kunne bli utsatt for forurensning ved at ledninger og kummer kan bli satt under vann, og forurenset vann kan trenge inn i vannforsyningssystemet. Byer og tettsteder er særlig sårbare dersom det blir vannmangel eller drikkevannet blir forurenset.

Det er også registrert økte problemer med dårligere kvalitet på råvannet i drikkevannskilder som følge av økt temperatur, nedbør og avrenning (Miljødirektoratet 2024b).

4.7 Kunnskapshull

Den største usikkerhetsfaktoren i de fysiske klimaelementene er ifølge NGI (2022) vind og korttidsnedbør. Framskrivingene for vind er lite egnet til studier på et detaljert nivå som for eksempel for veiprosjekter. Vind er viktig som et element i seg selv (broer, vindutsatte veistrekninger) og inngår i sekundære effekter som stormflo, kysterosjon, fokksnø og snøskred. Bedre kontroll på dette klimaelementet vil gi stor gevinst for en rekke studier, ikke bare med hensyn til naturfarer og veinettet.

Aalen mfl. (2025) avdekker at kunnskapsgrunnlaget om skredfrekvenser ikke er tilstrekkelig. Disse kunnskapene er sentrale for vurderinger av risiko og tiltak mot skred innenfor vei- og baneinfrastrukturen. Det er betydelige skjevheter og usikkerhet i begge de eksisterende datakildene skredpunkter og registrerte skred i Norsk vegdatabank (NVDB). Aalen mfl. (2023) påpeker videre manglende kunnskaper om endrede vedlikeholdskostnader som følge av klimaendringer.

Riksrevisjonen (2022) påpeker også at det mangler en oversikt over den eksisterende transportinfrastrukturens sårbarhet og fare for naturhendelser i et framtidig klima. Dermed mangler sentrale departementer informasjonsgrunnlag for å vurdere status for klimatilpasningen i Norge.

4.8 Referanser

Aalen, P. og Bruvoll, A., E. Eidsvig, M. Frankmo, K. Ginsås, I. Hole, S. Navrud (2025): Metode for å hensynta klimarisiko i samfunnsøkonomiske analyser, Menon publikasjon nr 3/2025. <https://menon.no/prosjekter/metode-for-samfunnsokonomiske-analyser-av-klimarisiko>

de Abreu, V. H. S., Santos, A. S., Monteiro, T. G. M. (2022): Climate Change Impacts on the Road Transport Infrastructure: A Systematic Review on Adaptation Measures, Sustainability 2022, 14(14), 8864; <https://doi.org/10.3390/su14148864>

Almås, A.-J., Lisø, K. R., Hygen, H. O., Øyen, C., Thue, J. V. (2011): An approach to impact assessments of buildings in a changing climate, Building Research & Information, 39(3), 227–238. <https://doi.org/10.1080/09613218.2011.562025>

Bane NOR (2020): Bane NORs fjerde innspill Nasjonal transportplan 2022-2033. https://www.regjeringen.no/contentassets/5551896da6fa43659404d7d8a3411763/ntp-2022-2033-underlagsrapport-oppdrag-7_bane-nor.pdf

Beisland mfl. (2015): Et væravhengig kraftsystem - og et klima i endring, NVE-rapport 85. https://publikasjoner.nve.no/rapport/2015/rapport2015_85.pdf

Bunkholt, N. S., Gullbrekken, L., Time, B., Kvande, T. (2021): Process induced building defects in Norway – development and climate risks, Journal of Physics: Conference Series 2069, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2069/1/012040>

COWI (2022): Avinor risk assessment: Update of long-term climate change risk assessment of Avinor Airports. <https://avinor.no/globalassets/konsern/miljo-lokal/miljorapporter/avinor-climate-risk-assessment-updated2022-summary.pdf>

Handberg, Ø., Arnesen, T. Bruvoll, A. (2023). Kunnskapsstatus. Prising av klimarisiko i transportsektoren, Menon publikasjon nr 37/2023. <https://menon.no/uploads/images/2023-37-Prising-av-klimarisiko.pdf>

Holm, T.B. (2023): Barrierar for klimatilpassing på veg. Ei undersøking av nasjonale og regionale vegaktørar. [VF-rapport 11-2023](#). Sogndal: Vestlandsforskning.

Jacobsen, J. K. S., Leiren, M., Saarinen, J. (2016): Natural Hazard Experiences and Adaptations. Norwegian Journal of Geography 70 (5): 292–305. doi:10.1080/00291951.2016.1238847.

Kommunal- og regionaldepartementet (2009). Bygg for framtida. Miljøhandlingsplan for bolig- og byggsektoren 2009–2012. https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/krd/vedlegg/boby/handlingsplaner/h-2237_web.pdf

KSS (2024). Klimapåslag. Sist oppdatert november 2024. <https://klimaservicesenter.no/kss/laer-mer/klimapåslag>

Kystverket (2023): Kystverkets forslag til prioritering av ressursbruk i perioden 2025-2036, [notat. https://www.regjeringen.no/contentassets/f517f097ff11468fbb8087f6bc981c43/kystverket/svar-pa-prioriteringsoppdrag-ntp-2025-2036.pdf](https://www.regjeringen.no/contentassets/f517f097ff11468fbb8087f6bc981c43/kystverket/svar-pa-prioriteringsoppdrag-ntp-2025-2036.pdf)

Larsen O.M. (2015). Climate change is here to stay: Reviewing the impact of climate change on airport infrastructure. Journal of Airport Management, 9 (3), 264-269 (2015). <https://doi.org/10.69554/wsqr3101>

Lisø, K. R., Time, B., Kvande, T., Førland, E. (2020). Building enclosure performance in a more severe climate. Kapittel i bok: Research in Building Physics. <https://doi.org/10.1201/9781003078852-45>

McInnes mfl. (2015). Klimaendringenes betydning for Statnett sine overføringsanlegg. <https://www.statnett.no/globalassets/om-statnett/strategi-og-samfunnsansvar/klimaendringenes-betydning-for-statnett-sine-overforingsanlegg-27-2015.pdf>

Meld. St. 26 2022–2023 (2023). Klima i endring – sammen for et klimarobust samfunn. Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-26-20222023/id2985027/>

Miljødirektoratet (2024a): Klimatilpassing i infrastruktur og samferdselssektoren. Sist oppdatert 27.06.2024. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/klimatilpassing/klimatilpassing-i-sektorer/infrastruktur-og-samferdsel/>

Miljødirektoratet (2024b). Klimatilpassing i vann og avløpssektoren. Sist oppdatert 27.06.2024. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/klimatilpassing/klimatilpassing-i-sektorer/vann-og-avlop/>

Miljødirektoratet (2025). Veileder: Hvordan ta hensyn til klimaendringer i plan? Sist oppdatert 28.02.2025. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/klimatilpassing/veiledning-til-statlige-planretningslinjer-for-klimatilpassing/nodvendig-kunnskap/>

Navrud, S. (2024): Samfunnsøkonomisk nytteverdi av sikringstiltak mot overvann, flom og skred. Kapittel 6 (s. 201–219) i S. Taubøll (red.): Flom, skred og juss, Cappelen Damm Forskning, Oslo. Flom, skred og juss | Cappelen Damm Forskning. <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2335738>

NCCS (2019). Climate in Svalbard 2100 - a knowledge base for climate adaptation, [report 1 \(2019\)](#).

NGI (u.å.). Vurdering av risiko- og sårbarhet for naturfare i tidlig planfase. <https://www.ngi.no/prosjekter/vurdering-av-risiko--og-sarbarhet-for-naturfare-i-tidlig-planfase/>

NGI (2022). KlimaVei: Klimapåvirkning. NGI-rapport 20210107-01-R. Skrede, H., Body, N.S., Jaedicke, C. Oslo: Norges Geologiske Institutt. https://www.ngi.no/globalassets/bilder/prosjekter/klimavei/20210107-01-r_klimapavirkning_final.pdf

NGI (2025). KlimaVei - Klimatilpasning og Vegtransport. Eksempelstudier. Eidsvig, U., Skrede, H., Body, N.S., Gislås, K., Handberg, Ø.N., Frankmo, M.A., Aalen, P., Hole, I.N. NGI-rapport 20210107-02-R. Oslo: Norges Geologiske Institutt. https://www.ngi.no/globalassets/bilder/prosjekter/klimavei/20210107-02-r_eksempelstudier_final_uten-vedlegg.pdf

Norsk klimaservicesenter (u.å.). Klimaframskrivninger. https://klimaservicesenter.no/climateprojections?index=air_temperature&period=Annual&scenario=RCP45&area=NO

Norges vassdrags- og energidirektorat (2019). Vannkraftverkene i Norge får mer tilsig. https://publikasjoner.nve.no/rapport/2019/rapport2019_50.pdf

Norges vassdrags- og energidirektorat (2021). Klimatilpasning i kraftforsyningen (NVE rapport nr. 11/2021). Norges vassdrags- og energidirektorat. https://publikasjoner.nve.no/rapport/2021/rapport2021_11.pdf

NOU 2010:10 (2010). Tilpassing til eit klima i endring. Klima- og miljødepartementet <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2010-10/id624355/>

Riksrevisjonen (2022). Riksrevisjonens undersøkelse av myndighetenes arbeid med å tilpasse infrastruktur og bebyggelse til et klima i endring, Dokument 3:6 (2021–2022). <https://www.stortinget.no/globalassets/pdf/dokumentserien/2021-2022/dokument-3-6-2021-2022.pdf>

Statens vegvesen (2020). Rapport klimaworkshop Klimatiltak ved bygging av ny veg. <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/fokusomrader/miljo-og-omgivelser/klima/klimatiltak-ved-bygging-av-ny-vei---rapport-klimaworkshop.pdf>

Taubøll (red.) (2024). Flom, skred og juss, Cappelen Damm Forskning, Oslo. [Flom, skred og juss | Cappelen Damm Forskning](#)

Torvanger, T., Henke, C. D., Märginean, I. (2024). Improving climate risk preparedness - Railroads in Norway, Climate Services (33), <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405880723001012>

Tye, M. R., Giovannettone, J. P. (2021). State of the Science in Meteorological/Hydrological Extremes, Impacts of Future Weather and Climate Extremes on United States Infrastructure: Assessing and Prioritizing Adaptation Actions, <https://doi.org/10.1061/9780784415863.ch2>

Veisten, K, Navrud, S., Magnussen, K. (2025). Watch out! Travelers' valuation of reduced avalanche risks on railways and roads. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 29: 101315, 13 p, <https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101315>.

Voskaki, A., Budd, T., Mason, K. (2023). The impact of climate hazards to airport systems: a synthesis of the implications and risk mitigation trends, Transport reviews. 6 January 2023. <https://www.semanticscholar.org/venue?name=Transport%20reviews>

Wangsness, P. B., Veisten, K., Elvik, R. (2024). Skredfare i samfunnsøkonomiske analyser: Personskaderisiko og verdsetting av skredfrekvens og skredstørrelse. <https://www.toi.no/publikasjoner/skredfare-i-samfunnsokonomiske-analyser-personskaderisiko-og-verdsetting-av-skredfrekvens-og-skredstorrelse>

Øyen, C., Almås, A.-J., Hygen, H. O. (2012). Warm, wet and wild - Climate change vulnerability analysis applied to built environment, Sintef. <https://www.sintef.no/en/publications/publication/933236/>

5 Konsekvenser for kulturmiljø

Kulturmiljø er et geografisk avgrenset område, hvor kulturminner inngår som del av en større helhet eller sammenheng. Avgrensningen av kulturmiljøet vil ofte være gjort på bakgrunn av en kulturmiljøfaglig vurdering av hva som utgjør den større helheten/sammenheng. Begrepet kulturmiljø ble innført som en samlebetegnelse for kulturmiljø, kulturminner og landskap med Meld. St. 16 (2019–2020) Nye mål i kulturmiljøpolitikken. Kulturminner er alle spor etter menneskers liv og virke i det fysiske miljøet vårt. Begrepet omfatter også steder det knytter seg historiske hendelser, tro eller tradisjon til. Også naturelementer med kulturhistorisk verdi er kulturminner eller kan inngå som del av et kulturminne. Kulturminner kan for eksempel være bygninger, gjenstander, hager, gravhauger, båter eller veifar. Landskap er et geografisk avgrenset område, hvor kulturminner/kulturmiljøer kan inngå som del av en større helhet eller sammenheng.

Forskningen har tidligere tydeliggjort at klimaendringenes påvirkning på kulturarven forsterker allerede tilstedeværende klimarelaterte problemer (Cassar og Pender, 2005). Sesana m. fl (2018, 2019, 2021) påpeker at gradvise endringer som temperaturøkning, fuktighet, og vind påvirker både utendørs kulturminner, interiører i historiske bygninger og samlinger, og at plutselige hendelser som stormflo, flom, jordskred og branner også har alvorlige konsekvenser. Konsekvenser på kulturminner og kulturmiljø av klimaendringer er tidligere blitt kartlagt i 2010 av Riksantikvaren. Kulturmiljø er også nevnt i *Oppdatering av kunnskap om konsekvenser av klimaendringer i Norge* (Aall mfl. 2018). Klimaendringene utgjør en risiko for kulturmiljøet gjennom ulike mekanismer. Gradvise endringer i temperatur, nedbør og luftfuktighet og ekstreme værhendelser påvirker kulturmiljøet (Sesana mfl., 2021). Disse endringene kan akselerere allerede pågående nedbrytningsprosesser i materialer og strukturer (Sesana mfl., 2018, 2019, 2021).

Kaslegard (2010) trekker frem hvordan forventede effekter av klimaendringer direkte vil påvirke bygget kulturmiljø gjennom biologisk nedbrytning, fysisk nedbrytning, kjemisk nedbrytning, tining av permafrost, stigende havnivå og kysterosjon, effekter av ekstremhendelser. Kaslegard (2010) viser til følgende effekter av klimaendringer og påvirkede kulturminner, som fortsatt har gyldighet:

Økt nedbør og fuktighet påvirker trebygninger, kirker, stavkirker, og arkeologiske lag ved å øke risikoen for råte, mugg og biologisk nedbrytning. Økt grunnvannsnivå kan føre til oppbløting og destabilisering av jordmasser rundt bygninger og ruiner. *Havnivåstigning og stormflo* truer kystnære kulturmiljøer, inkludert spor etter boplasser, naust, brygger, og middelalderbyer som ligger lavt. Økt erosjon og saltvannsinntrengning kan skade både organisk materiale og murverk. I arktiske områder som Svalbard fører *smeltende permafrost* til kollaps av gravplasser, bosetningsspor og trekonstruksjoner som tidligere var stabilt frosset. *Økt temperatur og tørke* kan føre til uttørking og sprekke dannelse i historiske bygninger og jordlag, og påvirker malerier, interiører og kalkmalerier negativt. *Skred og flom* øker risikoen for ødeleggelse av kulturminner i dalsider og elvedaler, inkludert gårdstun, veifar og kulturbeiteområder.

Litteraturgjennomgangen omfatter utendørs bygget kulturarv og arkeologisk materiale, landskap og arktiske strøk. Det er gjort flest funn innenfor det første og siste av disse områdene. Funn i den eldste delen av gjennomgått litteratur er til dels fortsatt aktuelt. Mye av den gjennomgåtte litteraturen omfatter flere av områdene som er valgt ut, og går derfor igjen innenfor flere av delkapitlene. Mye av litteraturen under tema landskap har primærfokus på naturlandskap og er dermed ikke tatt med her. Det er funnet noe litteratur som omhandler Sápmi innenfor fagområdet, uten at den er grundig gjennomgått, se kapittel 7. Det er relativt mye ny litteratur på tema om arktiske strøk.

5.1 Utendørs bygget kulturarv og arkeologisk materiale

Flere forskningsartikler omhandler kvantifisering av skader og vurdering av risikoer for utendørs bygget kulturarv, spesielt steinstrukturer (Bonazza og Sardella, 2023) og nedbrytning av treverk gjennom økt råteskaderisiko (Flyen mfl., 2020). Vann- og fuktrelaterte farer, inkludert intens nedbør, flom samt fukt/råte, er identifisert som store bekymringer for utendørs bygget kulturarv (Sabbioni mfl., 2010). Klimaendringer øker risikoen for råteskader og skadedyrangrep på bygninger og bygningsdeler av tre (Haugen mfl., 2018). I tillegg kan økt biologisk vekst akselerere nedbrytningen av alle typer bygninger.

Økte temperaturer og fuktighet fører til mer nedbrytning fra sopp og råte, samt større omfang av skadedyrangrep. Høyere luftfuktighet og temperatur øker veksten av svertesopp, som kan nedbryte treverk og føre til soppvekst i bygninger. Muggsopp oppstår på våte materialer og forårsaker misfarginger og dårlig inneklima, samt helseproblemer. Økt vegetasjon som moser, lav og alger bidrar til råte og frostsprengning ved å holde på fuktighet. Mer vegetasjon rundt bygninger fører til økt fuktighet, saktere opptørking og vekst av sopp og alger. Byggverk i mur og betong er utsatt for nedbrytning ved at planterøtter sprenger seg gjennom sprekker. Husbukk og andre skadeinsekter krever høye temperaturer for larveutvikling, og økte fremtidige temperaturer kan forbedre larvenes levevilkår (Riksantikvaren, 2025a; Hjemdal, 2024; Kaslegard, 2010). For både bygget miljø, arkeologiske kulturminner og landskap trekkes spesielt økt nedbør og fuktighet frem som et problem, både direkte og indirekte (Haugen mfl., 2022; Kaslegard, 2010). Manglende overvannshåndtering er et økende problem for kulturmiljøer i byer og tettsteder (Haugen mfl., 2022; Kaslegard, 2010). Påvirkning på byer og bygninger fra økt nedbør og fuktighet, ekstremhendelser og havnivåstigning beskrives, og tiltak for blant annet overvannshåndtering i byer og tettsteder vies oppmerksomhet (Haugen mfl., 2022; Kaslegard, 2010).

Tilsvarende kan også arkeologiske kulturlag i byene påvirkes negativt, men økt vanninntrengning vil også kunne ha en positiv effekt på både disse og f.eks. trefundamenter for eldre bygninger i byer (Haugen mfl., 2022; Martens mfl., 2016; Martens mfl., 2013; Risan, 2010; Kaslegard, 2010). Drenering av jordbrukslandskap blir spesielt fremhevet som en trussel mot arkeologisk materiale, og det understrekes at naturbaserte løsninger kan være positivt for arkeologisk kulturarv, men at dette må utredes videre. In situ-bevaring utfordres av klimaendringer. Videre utfordrer klimaendringer, spesielt økt temperatur og endringer i grunnvannsnivå og fuktighet, bevaringen av arkeologiske lag som tidligere ble ansett som stabile (Martens, 2016).

Kysterosjon er et område som også fremheves som en trussel mot stående kystkulturarv og arkeologisk kulturarv (Flyen, 2024; Kaslegard, 2010; Risan, 2010). Gjengroing av kulturmiljø og kulturlandskap blir omtalt som et miljøproblem med direkte risiko for arkeologiske kulturminner, bygningsarv og kulturlandskap, samt stor innvirkning på det biologiske mangfoldet, og er direkte forårsaket av klimaendringene.

Mye av den byggete kulturarven i Norge har tre som hovedmateriale. Med økende temperaturer og nedbør, og dermed økt råteskaderisiko, vil store deler av den norske kulturarven være truet. En utvikling med økende råteskaderisiko grunnet varmere og fuktigere klimatyper i Norge ble varslet i NOU 2010:10. Økte temperaturer og høyere fuktighet de siste tiårene har ført til økt vekst av råtesopp i trematerialer (Flyen mfl. 2020). Her blir spesielt stavkirkene i Norge trukket frem som utsatt (Olstad og Berg, 2016; Olstad og Haugen, 2016). Utviklingstrendene og påvirkningen på både arkeologi og stående kulturmiljøer er bekreftet i nyere forskning (Choidis mfl., 2022; Granberg mfl., 2022; Jernæs mfl., 2023; Riksantikvarens arbeid med klimatilpasning, f.eks. Riksantikvaren 2023).

Frostsprenghing vil bli mer sannsynlig når vintertemperaturen ofte svinger over og under frysepunktet, noe som fører til gjentatt frysing og tining av vann i konstruksjonen. Dette kan resultere i avflassing av puss eller skade på fuger, stein, teglstein eller betong. I de sørlige og kystnære områdene av Norge vil bygninger av stein, mur og betong oppleve færre fryse/tine-hendelser frem mot slutten av århundret, noe som reduserer risikoen for frostsprenghing. Risikoen vil derimot øke i de nordlige og høyereliggende områdene (Riksantikvaren, 2025a; Choidis mfl., 2023; Grossi mfl., 2007). Hvor store konsekvenser dette vil kunne få, er det likevel ikke forskning om.

Klimaendringer vil medføre at enkelte deler av landet opplever mer våt og tung snø, mens andre områder får mindre snø og mer regn om vinteren (Riksantikvaren 2025a). Her er det funnet lite nyere forskningspublikasjoner utover Kaslegard (2010) og Haugen og Risan (2007), men det foreligger flere forskningspublikasjoner om generelle virkninger av mulig økte snølaste i kaldere strøk av Norge, se f.eks. Tajet og Grinde (2022). Hyppigere temperaturendringer rundt frysepunktet vil føre til mer smelting og ising, som kan forårsake skader på bygninger. Tung snø kan bli liggende på taket og føre til ising, noe som kan skade gesims og svekke tak- og veggkonstruksjonen.

Klimaendringene vil også medføre økt risiko for kjemisk nedbryting som korrosjon av konstruksjoner og bygningsdeler av metall, og bygningsdeler av jern som ruster kan gjøre skade (Riksantikvaren, 2025a og 2025b; Sorrentino mfl., 2024; Sousa mfl., 2020; Kaslegard, 2010). Korrosjon av armeringsjern er årsaken til de fleste større skader på betongkonstruksjoner, her spiller også luftforurensning en stor rolle. Det er rimelig å anta at et fuktigere og varmere klima vil medføre en viss økning i skader på betong (se også kapittel 4.5). Det er funnet få norske publikasjoner innenfor dette temaet.

Miljøovervåkingsprogrammet «Miljøovervåking av konsekvensene av klimabelastningene på fredete bygninger» skal se på hvordan klimaendringene slår ut for 45 av våre eldste og mest verdifulle bygninger; 35 middelalderbygninger rundt om i landet og 10 bygninger på verdensarvstedene Røros og Bryggen i Bergen. Overvåkingen er planlagt å gå over nærmere 50 år, men foreløpig er det kun avtalefestet en 10-årig overvåking. Oppdragsgiver er Riksantikvaren og NIKU er prosjektansvarlig i samarbeid med Mycoteam AS. Overvåkingen startet i 2017 (NIKU u.å.).

Havnivået langs norskekysten stiger nå med drøyt tre millimeter i året (IPCC 2021), og hastigheten forventes å øke fremover. Globalt vil havet fortsette å stige langt utover det 21. århundret. Dette utgjør også en utfordring på kulturmiljø. Det er likevel usikkert hvor mye havnivået vil stige (Kartverket 2024). Hvor mye dette kan komme til å påvirke kulturmiljø i Norge er ikke systematisk kartlagt. Hvordan kulturmiljøet vil påvirkes vil også variere i ulike deler av landet, da landet noen steder stiger fremdeles. Bryggen i Bergen blir trukket frem som et eksempel av kulturmiljø kan gå tapt (Marzeion 2014). En økning i havnivået vil også gi økt kysterosjon som kan true kystnære kulturmiljø. Særlig mye kan dette påvirke det arktiske miljøet. For eksempel i forskningsprosjektet CULTCOAST har man studert Russekeila på Svalbard, en fangststasjon hvor man fortsatt kan se spor av boliger, arbeidsrom, ankringsplasser og gravsteder. Selve Russekeila er ikke i direkte risiko av økende havnivå, men det er byggeområder i nærheten av kulturminneområdet som er det (NIKU 2019; Flyen, 2024).

Det finnes også forskning som ser på annet bygget kulturarv. For eksempel har Eide og Lytskjold (2023) sett på vannkraftens kulturarv og dens rolle i stedsutviklingen. NVE, Riksantikvaren og kraftbransjen har også i 2013 hatt et fellesprosjekt om kulturminner i norsk kraftproduksjon. Prosjektets mål har vært å presentere et utvalg av kraftverk i Norge, som er kulturhistorisk verdifulle i et nasjonalt perspektiv, og som er representative for historiske faser i vannkraftutbyggingen (Bjørsvik mfl. 2013).

Økende flom- og rasrisiko er også en kilde til potensielt stor skadevirkning for bygget kulturarv. Flom vil kunne ha store konsekvenser for bygget kulturarv, slik som for annen bygg og infrastruktur. Den

norske litteraturen for hvor stor risikoen er, og hvor den er størst, er likevel begrenset. For eksempel har risikoen flom og jordskred har for stavkirker blitt studert av Bertolin og Sesana (2023). Samtidig viser Riksantikvaren (2010) til at tradisjonelle materialer som tre, mur og stein tåler bedre å bli utsatt for vann enn mange moderne bygningsmaterialer, og til at utettheter i eldre bygninger sørger for naturlig ventilasjon, se også Kaslegard (2010).

Kombinasjonen av menneskelig påvirkning og moderne klimaendringer er påvist som en fare for kulturminner flere steder i landet (se også 5.3). Jørgensen mfl. (2024) viser at nedbrytningen i Kirkhellaren-hulen skyldes en kombinasjon av tidligere inngrep, som fjerning av beskyttende lag på 1930-tallet, og klimaendringer som økt temperatur og fuktighet, noe som har ført til økt erosjon og forverrede bevaringsforhold. Dermed er det en kombinasjon av historisk menneskelig påvirkning og moderne klimaendringer som gjør at avsetningene nå nærmer seg en kritisk terskel for raskere nedbrytning (Jørgensen mfl., 2024).

5.2 Landskap

Klimaendringer utgjør en betydelig trussel mot landskap og kulturlandskap, og disse områdenes bærekraft (Atatürk mfl. 2021). Det er gjort mange sårbarhetsvurderinger innenfor dette feltet, men det er færre studier som har utforsket hovedbarrierene for å bygge klimamotstand i kulturlandskap.

Klimaendringene vil kunne endre kulturmiljøer og landskap. Når disse landskapene endres, for eksempel ved at beitemarker og setergrender gror igjen, vil både det biologiske arts mangfoldet i disse kulturmiljøene påvirkes og opplevelsesverdien endres. Økosystemene omfatter natur som er formet gjennom lang tids interaksjon mellom menneskelig bruk (ekstensiv slått, brenning og beiting) og naturgitte forhold. Dette har gitt åpne områder med et rikt biologisk mangfold. Økosystemene er avhengig av ekstensiv bruk for å opprettholdes, og gjengroing og fremmede arter er en trussel (Bryn og Flø, 2011; Beitnes mfl., 2022). Hastigheten på gjengroing øker i takt med klimaendringene. Sammen med opphør av tradisjonell drift, eventuell nitrogentilførsel fører dette til at områdene gror igjen. Klimaendringene og nitrogentilførsel legger også til rette for framvekst av problemarter og fremmede arter (se også kapittel 2.5).

Generelt påvirkes kulturmiljøer og landskap av de samme faktorene som påvirker bygget kulturarv: økt havnivå, økt risiko for ekstremvær slik som nedbør, flom og skred, samt erosjon.

5.3 Arktiske strøk

Klimaendringene skjer raskere i polare og arktiske strøk og har stor påvirkning på stedlige kulturminner (f.eks. Flyen, 2024; Seljelv, 2023). Kombinasjonen av påvirkning fra økt turisme og klimapåkjenninger er et økende problem, som er viet oppmerksomhet i både nasjonal og internasjonal forskning (Flyen, 2024; Flyen mfl., 2023). Det kalde, fuktige klimaet i Arktis har ført til en ekstraordinær bevaring av arkeologiske funnsteder og materialer som gir viktige bidrag til forståelsen av vår felles kultur- og økologiske historie. Dette potensialet forsvinner imidlertid raskt på grunn av klimaendringer, inkludert økt permafrosttining og kysterosjon, som skader og ødelegger mange kultur- og miljøarkiver i Arktis. I polarområder er kysterosjon og kryosfæriske prosesser primære farer mot faste kulturminner (Nicu og Fatorić, 2023). Hollesen mfl. (2018) gir en oversikt over de viktigste effektene av klimaendringer i denne regionen og på arkeologiske steder, og foreslår neste generasjons forsknings- og responsstrategier.

De raske klimaendringene på Svalbard de siste 30-40 årene har store konsekvenser for kulturmiljøet. Varmere klima fører til mer ekstremvær, nedbør, ras og jordsig, som endrer landskapet. Permafrostens

utbredelse minsker, og det aktive laget tiner dypere. Mindre havis og mer bølgekraft øker utvaskingen av sedimenter mot kystbundne kulturmiljøer (Loktu og Brødholt, 2025). Arktiske miljø- og kulturminneforvaltningsmyndigheter står overfor økende utfordringer knyttet til forringelse og ødeleggelse av natur- og kulturarv, spesielt på grunn av økende påvirkning fra kombinasjonen av turisme og klimaendringer. Tømmervik mfl. (2025) finner at kombinerte effekter fra kysterosjon og permafrosttining flere steder gjør til dels stor skade på kystnære kulturminner, som Likneset og Smeerenburg, og at dette er sammenlignbart med pågående erosjon og skade på kulturminneområdet i Hiorthamn (Nicu mfl., 2021).

Naturlig påvirkning som kysterosjon, tining av permafrost, vinderosjon og jordskred påvirker både kulturminner og -landskap og naturområder/naturvernområder, og mange kulturminner er truet (Angell, 2024; Barlindhaug mfl., 2017; Thuestad, Tømmervik og Solbø, 2015; Thuestad mfl., 2015).

Flyen mfl. (2020) undersøker nedbrytning av tre i kulturminnestrukturer på Svalbard. Negative effekter av klimaendringer vil øke belastningen på trestrukturer vesentlig, og dette skjer særlig raskt på Svalbard.

Mange kulturminner i arktiske strøk er, i tillegg til store påkjenninger fra klima og klimaendringer, utsatt for manglende vedlikehold og skjøtsel. Dette svekker robustheten for å takle pågående og kommende klimaendringer (Flyen mfl., 2024). Det er avgjørende å vurdere og prioritere arktiske funnsteder raskt. Arkeologiske funn i Arktis består hovedsakelig av organiske artefakter, som gjenstander laget av plantefibre, tre, bein og elfenben, og noen ganger levninger etter mennesker og dyr. Slike materialer bevares kun under spesielt gunstige forhold, og de er helt essensielle for å kunne forstå og tolke hele forhistorien. (Flyen mfl., 2020; Flyen mfl., 2023; Flyen, 2024).

5.4 Kunnskapshull

Litteraturgjennomgangen viser at det er for lite kunnskap om hvilke kulturminner som er mest verdifulle og mest sårbare, noe som gjør det vanskelig å prioritere bevaringstiltak. Det mangler videre detaljert kunnskap om hvordan klimaendringer påvirker ulike typer kulturminner, spesielt underjordiske arkeologiske lag, bygninger og kulturlandskap. Det er behov for systematisk overvåking over tid for å forstå hvordan klimaendringer påvirker bevaringsforholdene. Mange steder mangler grunnlagsdata for å vurdere endringer. Det er et kunnskapshull i hvordan klimatilpasningstiltak i kommunal planlegging kan ta hensyn til kulturminner. Mange tiltak for å beskytte infrastruktur kan ha utilsiktede negative konsekvenser for kulturarv, noe det ikke er mye litteratur om. Økt temperatur og fuktighet fører til mer mugg, råte og sopp, men det finnes lite forskning på hvordan dette konkret påvirker ulike typer kulturminner over tid. Her er det gjort mer forskning generelt for bygget miljø og innen ulike materialkategorier som kan være til nytte innenfor kulturminne- og -miljøfeltet. Store deler av innlandet i Nord-Norge er dårlig undersøkt arkeologisk, og kunnskapen er i stor grad basert på kystnære områder og generaliseringer fra Finnmark. Det finnes få studier som vurderer klimateffekter i disse områdene. Det er behov for mer tverrfaglig forskning som kobler arkeologi, klimaforskning, geologi og samfunnsplanlegging for å forstå langsiktige konsekvenser.

Riksantikvaren (2025c) påpeker behov for kunnskap om klimaendringer og naturfarer, inkludert flom, skred og erosjon som konsekvens av dette, som grunnlag for å kartlegge hvilke konsekvenser dette har for kulturmiljø og vurdere hvilke tiltak som kan iverksettes. 1.2 Riksantikvaren (2025c) påpeker videre behov for kartlegging av hvor og i hvilke landskapstyper de utsatte kulturminnene, kulturmiljøene og landskapene ligger og klimaovervåkningsmetoder og dokumentasjon på bevegelser og nedbryting av kulturminner og kulturmiljø. Dette er kunnskapsbehov som er generelle for alle temaområdene som berøres av klimaendringer og som også fremkommer i denne litteraturgjennomgangen (se kapittel 1.2).

Riksrevisjonen (2022) avdekker at myndighetene mangler tilstrekkelig kunnskap om hvor sårbare kulturminner og verneverdig bebyggelse er for naturfarer i et fremtidig klima. Riksrevisjonen viser til at kommunene mangler vurdering av naturfare og sårbarhet for kommende klimaendringer, selv om de fleste av landets kommuner oppgir at de gjennomfører helhetlige risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS).

Haugen mfl. (2022) fremhever at det er manglende data om langsiktige effekter av klimatilpasningstiltak på historiske bygninger og arkeologiske funn, og at det er behov for mer detaljerte sårbarhetsvurderinger av spesifikke kulturminner og kulturmiljøer for å forstå hvilke som er mest utsatt. Dette bekrefter tidligere avdekkede kunnskapshull (Kaslegard, 2010).

Flyen (2024) identifiserer kunnskaps- og forskningshull knyttet til kulturmiljøet på Svalbard, og knytter disse til råtebasert nedbrytning, og slitasje fra turisme - som øker på grunn av klimaendringer. Nedbrytning av kystlinjen på grunn av manglende havis og påfølgende kysterosjon som påvirker bygget stående kulturarv og arkeologiske materialer er også et område der det er påpekt behov for mer forskning (Haugen mfl., 2022; Barlindhaug mfl., 2017; Risan, 2010; Flyen, 2024). Spesifikke behov inkluderer en dypere forståelse av nedbrytningsprosesser, ytterligere kunnskap om tilstanden til kulturarven og hastigheten på nedbrytning, utvikling av teoretiske rammeverk tilpasset de ulike typene kulturarv på Svalbard, samt forbedring av metodene for verdisetting, samt teoretiske rammeverk og metoder for mer effektiv og bærekraftig forvaltning og bevaring av Svalbards kulturmiljøer. Loktu og Brødholt påpeker at det er behov for mer forskning på hvordan langsiktige klimaendringer påvirker bevaringsforholdene for arkeologiske materialer, spesielt i arktiske områder som Svalbard. Videre, at det er begrenset kunnskap om hvordan klimaendringer påvirker den mikrobielle nedbrytningen av arkeologiske materialer, som skjeletter og tekstiler. Loktu og Brødholt (2025) finner også et behov for mer detaljerte sårbarhetsvurderinger for å forstå hvilke arkeologiske kulturmiljøer som er mest utsatt for klimaendringer. Totalt sett viser litteratursøket et tydelig behov for sårbarhetsvurderinger for alle typer kulturminner, -miljøer, -landskap og arkeologiske materialer i Norge.

5.5 Referanser

Aall, C., Aamaas, B., Aaheim, A., Alnes, K., van Oort, B., Dannevig, H., & Hønsi, T. (2018). Oppdatering av kunnskap om konsekvenser av klimaendringer i Norge (Cicero Rapport 2018:14, M-1209). [CICERO Research Archive: Oppdatering av kunnskap om konsekvenser av klimaendringer i Norge](#)

Angell, E. (2024). Myndighetenes policy om tining av permafrost og skred i Longyearbyen. Rapport nr.1-2024, NORCE H&S.pdf. <https://hdl.handle.net/11250/3128621>

Aktürk G, and Dastgerdi AS. (2021). Cultural Landscapes under the Threat of Climate Change: A Systematic Study of Barriers to Resilience. Sustainability. 2021; 13(17):9974. <https://doi.org/10.3390/su13179974>

Barlindhaug, S., Thuestad, A.E. og Myrvoll, E.R. (2017). Kulturminneovervåking på Svalbard. Metodeutvikling for "MOSJ - Miljøovervåking Svalbard og Jan Mayen". NIKU rapport 26/2017. ISSN 1503-4895. ISBN 978-82-8101-230-1

Beitnes, S.S., Brendehauge, E.A., Rød, J.K., og Hagen, D. (2022). Klimatilpasning i nasjonalparker og naturområder. Forskningsrapport NTNU. <https://hdl.handle.net/11250/3039527>

Bertolin, C. & Sesana, E. (2023). Natural hazards affecting cultural heritage: assessment of flood and landslide risk for the 28 existing Norwegian stave churches. [International Journal of Building Pathology and Adaptation](#). ISSN: 2398-4708

Bjørsvik E., Faugli P.E. (2013). Kulturminner i norsk kraftproduksjon. <https://nve.brage.unit.no/nve-xmlui/handle/11250/2500808>

Bonazza, A., Sardella, A., 2023: Climate Change and Cultural Heritage: Methods and Approaches for Damage and Risk Assessment Addressed to a Practical Application. *Heritage* 2023, 6(4), 3578-3589; <https://doi.org/10.3390/heritage6040190>

Bryn, A. og Flø, B.E. (2011). Gjengroing i kulturlandskapet. Artikkel i *Kulturarven* 57, 2011. <https://bjornflo.com/wp-content/uploads/2014/01/2011-57-gjengroing-i-kulturlandskapet-s28-31.pdf>. Lest 27.03.2025

Cassar and Pender (2005). The impact of climate change on cultural heritage: evidence and response. In: Verger, I, (ed.) (Proceedings) ICOM Committee for Conservation: 14th Triennial Meeting. (pp. 610-616). James & James <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/5059/1/5059.pdf>

Choidis, P., Coelho, G. B. A., and Kraniotis, D. (2023). Assessment of frost damage risk in a historic masonry wall due to climate change, *Adv. Geosci.*, 58, 157–175, <https://doi.org/10.5194/adgeo-58-157-2023>, 2023.

Choidis, P., Sharma, A., Grottesi, G., Kraniotis, D. (2022): [Climate change impact on the degradation of historically significant wooden furniture in a cultural heritage building in Vestfold, Norway](#). E3S Web of Conferences, 2022•e3s-conferences.org

Eide og Lytskjold (2023). Vannkraftens kulturarv og dens rolle i stedsutviklingen. Side 234–246. <https://www.scup.com/doi/abs/10.18261/kp.116.3.11>

Flyen A.-C. og Mattsson J. (2017) Permafrost og fundamenteringsforhold for kulturminner i Longyearbyen. Klimaendringer på Svalbard, oppdragsrapport 42/2017 <https://niku.brage.unit.no/niku-xmlui/handle/11250/2607975>

Flyen, C., Hauge, Å.L., Almås, A.-J. and Godbolt, Å.L. (2018), "Municipal collaborative planning boosting climate resilience in the built environment", *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, Vol. 9 No. 1, pp. 58-69. <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-10-2016-0042>

Flyen, A.C. (2024) Polare kulturminner under press. En studie av påvirkning fra menneskelig slitasje og naturlig nedbrytning i et klima under endring. [Doctoral dissertation, Norwegian University of Science and Technology (NTNU)] <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/3126619>

Flyen, A.C., Flyen, C., and Hegnes, A.W., (2023). Exploring Vulnerability Indicators: Tourist Impact on Cultural Heritage Sites in High Arctic Svalbard. *Heritage* 2023, 6(12), 7706-7726; <https://doi.org/10.3390/heritage6120405>

Flyen, A.C; Flyen, C; Mattsson, J. (2020) Climate change impacts and fungal decay in vulnerable historic buildings at Svalbard. *E3S Web of Conferences* 2020; Volume 172. https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/32/e3sconf_nsb2020_20006.pdf

Granberg, M., Jernæs, N.K., Martens, V.V., Simon Nielsen, V., and Haugen, A., 2022: Effects of Climate-Related Adaptation and Mitigation Measures on Nordic Cultural Heritage. *Heritage* 2022, 5(3), 2210-2240; <https://doi.org/10.3390/heritage5030116>

Grossi, C.M., Brimblecombe, P., and Harris, I. (2007). Predicting long term freeze–thaw risks on Europe built heritage and archaeological sites in a changing climate. *Science of The Total Environment*, Volume 377, Issues 2–3, 2007, Pp. 273-281, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2007.02.014>

Haugen A, Bertolin C, Leijonhufvud G, Olstad T, Broström T. A Methodology for Long-Term Monitoring of Climate Change Impacts on Historic Buildings. *Geosciences*. 2018; 8(10):370. <https://doi.org/10.3390/geosciences8100370>

Haugen, A., Jernæs, N.K., Granberg, M., Simon, V., & Martens, V. (2022). Klimatilpasningstiltak og kulturarv: Muligheter og oppmerksomhetspunkter ved studier av klimatilpasningstiltak og konsekvenser for kulturmiljøer og kulturminner. Nordic Council of Ministers. <https://norden.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1636033&dswid=-976>

Haugen, A. A., & Risan, T. (2007). Klimaforandringenes påvirkning på vår kulturarv.

Hjemdahl, A.S., 2024. Levende kulturarv - Sameksistens og økologiske perspektiv. Rapport Telemarksforskning 810/2024. ISBN: 978-82-336-0666-4. ISSN: 2703-7894

Hollesen, J., Callanan, M., Dawson, T., Fenger-Nielsen, R., Friesen, T. M., Jensen, A. M., ... & Rockman, M. (2018). Climate change and the deteriorating archaeological and environmental archives of the Arctic. *antiquity*, 92(363), 573-586. <https://www.cambridge.org/core/journals/antiquity/article/climate-change-and-the-deteriorating-archaeological-and-environmental-archives-of-the-arctic/AB1238067F7DAB646DE91C937047B916>

Jernæs, N. K., Flyen, C., & Taylor, J. (2023). Cycles of change: enhancing collaboration and communication in Norwegian municipalities to strengthen heritage preparedness for extreme events. *Journal of the Institute of Conservation*, 46(3), 205–223. <https://doi.org/10.1080/19455224.2023.2257263>

Jørgensen, E. K., Martens, V. V., Solem, D. Ø. E., & Nau, E. (2025). A Novel Protocol for Reconstructing Depositional Histories of Anthropogenic, Sedimentary Records: the Case of the Holocene-Deep Kirkhellaren Cave Deposits in Coastal Arctic Norway. *Journal of Field Archaeology*, 50(1), 60–80. <https://doi.org/10.1080/00934690.2024.2426958>

Kartverket (2024) Lest 24. mars 2025. Future Sea Level Along the Norwegian Coast. <https://www.kartverket.no/en/at-sea/se-havniva/sea-level/future-sea-level-along-the-norwegian-coast>

Kaslegard, A. (2010). Klimaendringer og kulturarv i Norden. Rapport for Nordisk Ministerråd TemaNord 2010:590. ISBN 978-92-893-2156-3. <https://www.norden.org/no/publication/klimaendringer-og-kulturarv-i-norden>

Kotova, L., Leissner, J., Winkler, M. mfl. Making use of climate information for sustainable preservation of cultural heritage: applications to the KERES project. *Herit Sci* 11, 18 (2023). <https://doi.org/10.1186/s40494-022-00853-9>

Loktu, L. og Brødholt, E.T. (2025). Skjeletter i skapet - Undersøkelser av klimaendringer og nedbrytning av arkeologiske kulturmiljø på Svalbard (CLIMARCH, del 1: Osteologisk analyse - Likneset). NIKU Rapport 427. ISSN 2703-7797. ISBN 978-82-8101-576-0

Martens, V. V. (2016). Preserving Rural Settlement Sites in Norway? Investigations of Archaeological Deposits in a Changing Climate. [PhD-Thesis – Research external, graduation internal, Vrije Universiteit Amsterdam].

Martens, V.V., Amundsen, C.E. and Bergersen, O. (2013). Research on Conservation State and Preservation Conditions in Unsaturated Archaeological Deposits in Oslo. Chapter in book, Preserving Archaeological Remains in Situ, Routledge, ISBN: 9781315089508

Martens, V.V., Bergersen, O., Vorenhout, M., Sandvik, P.U. and Hollesen, J. (2016). Research and Monitoring on Conservation State and Preservation Conditions in Unsaturated Archaeological Deposits of a Medieval Farm Mound in Troms and a Late Stone Age Midden in Finnmark, Northern Norway. Conservation and Management of Archaeological Sites, 18:1-3, 8-29, DOI: 10.1080/13505033.2016.1181930

Marzeion B. Og Levermann A. (2014) Loss of cultural world heritage and currently inhabited places to sea-level rise. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/9/3/034001>

Meld. St. 16 2019–2020 (2020). Nye mål i kulturmiljøpolitikken Engasjement, bærekraft og mangfold. Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-16-20192020/id2697781/>

Nicu, I. C., Lombardo, L., & Rubensdotter, L. (2021). Preliminary assessment of thaw slump hazard to Arctic cultural heritage in Nordenskiöld Land, Svalbard. Landslides, 18(8), 2935-2947. <https://niku.brage.unit.no/niku-xmlui/handle/11250/2755455>

Nicu, I. C., & Fatorić, S. (2023). Climate change impacts on immovable cultural heritage in polar regions: A systematic bibliometric review. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, 14(3), e822. <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wcc.822>

NIKU (2019) Publisert 20. August 2019, sist oppdatert 21. August 2019. How Cultural Heritage is threatened by nature and tourists in the Arctic. <https://www.niku.no/en/2019/08/how-cultural-heritage-is-threatened-by-nature-and-tourists-in-the-arctic/>

NIKU (u.å.) Klima-MOV: Konsekvensene av klimabelastningene på fredete bygninger. <https://www.niku.no/prosjekter/konsekvensene-av-klimabelastning-pa-fredete-bygninger/>

NOU 2010:10 (2010). Tilpassing til eit klima i endring. Klima- og miljødepartementet <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2010-10/id624355/>

Olstad, T. og Berg, F. (2016). Hvorledes sikre og forvalte norske kirkebygninger i fremtidens klima - A 149 Ringeby stavkirke. NIKU Oppdragsrapport 128/2016. <https://niku.brage.unit.no/niku-xmlui/handle/11250/2583617>

Riksantikvaren (2010). Effekter av klimaendringen på kulturminner og kulturmiljø. Delrapport 3 fra prosjektet Effekter av klimaendringer på kulturminner og kulturmiljø. https://ra.brage.unit.no/ra-xmlui/bitstream/handle/11250/175126/Klimaendringer_delrapport_3_RA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Riksantikvaren (2021). Riksantikvarens klimastrategi for kulturmiljøforvaltning 2021-2030. <https://digitalt.ra.no/riksantikvarens-klimastrategi-for-kulturmiljoeforvaltning-2021-til-2030>

Riksantikvaren (2025a). Klimaendringenes konsekvenser for kulturmiljø. Lest 24. mars 2025. <https://riksantikvaren.no/klima-og-kulturminner/klimaendringenes-konsekvenser-for-kulturmiljo/>

Riksantikvaren. (2025b). Metodeveileder for risiko- og sårbarhetsanalyse av kulturmiljø. Lest 24. mars 2025. <https://riksantikvaren.no/veileder/metodeveileder-for-risiko-og-sarbarhetsanalyse-av-kulturmiljo/>

Riksantikvaren (2025c). Klimaendringers påvirkning på kulturmiljø. Lest 24. mars 2025 og oppdatert versjon 5. april 2025. <https://www.riksantikvaren.no/kunnskapsbehov/klimaendringers-pavirkning-pa-kulturmiljo/>

Riksrevisjonen (2022). Riksrevisjonens undersøkelse av myndighetenes arbeid med å tilpasse infrastruktur og bebyggelse til et klima i endring, Dokument 3:6 (2021–2022). <https://www.stortinget.no/globalassets/pdf/dokumentserien/2021-2022/dokument-3-6-2021-2022.pdf>, <https://www.stortinget.no/globalassets/pdf/dokumentserien/2021-2022/dokument-3-6-2021-2022.pdf>

Sabbioni, C., Brimblecombe, P. & Cassar, M. (eds.), 2010. The atlas of climate change impact on European cultural heritage – Scientific analysis and management strategies. ISBN 978-92-79-09800-0. ISBN-13: 978 1 84331 798 2 (Hbk); ISBN-10: 1 84331 798 2 (Hbk); ISBN-13: 978 1 84331 861 3 (eBook); ISBN-10: 1 84331 861 X (eBook) <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/3de7d536-d2bd-463d-b40d-684b067ae7ee>

Sardella, A., Palazzi, E., von Hardenberg, J., Del Grande, C., De Nuntiis, P., Sabbioni, C., & Bonazza, A. (2020). Risk mapping for the sustainable protection of cultural heritage in extreme changing environments. *Atmosphere*, 11(7), 700. <https://www.mdpi.com/2073-4433/11/7/700>

Seljelv, I. J. (2023). Praktisk eller perfekt? Kulturminner og klimaendringer på Svalbard. Forvaltningen av taubaneanlegget i Longyearbyen og omegn 2003–2022 (Master's thesis, NTNU). <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/3078056>

Sesana, E., Bertolin, C., Gagnon, A. S., & Hughes, J. J. (2019). Mitigating Climate Change in the Cultural Built Heritage Sector. *Climate*, 7(7), 90. <https://doi.org/10.3390/cli7070090>

Sesana E., Gagnon, A. Bertolin, C., and Hughes, J. (2018): Adapting Cultural Heritage to Climate Change Risks: Perspectives of Cultural Heritage Experts in Europe', *Geosciences* 8, no. 8: 305, <https://doi.org/10.3390/geosciences8080305>

Sesana, E., Gagnon, A. S., Ciantelli, C., Cassar, J., & Hughes, J. J. (2021). Climate change impacts on cultural heritage: A literature review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 12(4), e710. <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wcc.710>

Sorrentino, B., Screpanti, A. & De Marco, A. (2024). Corrosion on cultural heritage buildings in Jordan in current situation and in future climate scenarios. *Sci Rep* 14, 25373 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-77195-y>

Sousa, M.L., Dimova S., Athanasopoulou, A., Rianna, G., Mercogliano, P., Villani, V., Nogal, M., Gervasio, H., Neves, L., Bastidas-Arteaga, E., Tsionis, G. (2020). Expected implications of climate change on the corrosion of structures. Joint Research Centre. Editors: Sousa, M.L., Dimova, S., Athanasopoulou, A., Dyngeland, T. Pinto, A. (hal-04544233). DOI: 10.2760/05229

Tajet, H.T.T. Grinde, L. (2022). Snølaster i Norge 1961 – 2020. SINTEF-rapport nr. 36 – 2022. ISBN: 978-82-536-1762-6 (pdf)

Thuestad, A. E., Tømmervik, H., & Solbø, S. A. (2015). Assessing the impact of human activity on cultural heritage in Svalbard: a remote sensing study of London. *The Polar Journal*, 5(2), 428–445. <https://doi.org/10.1080/2154896X.2015.1068536>

Thuestad, A. E., Tømmervik, H., Solbø, S., Barlindhaug, S., Flyen, A. C., Myrvoll, E. R., & Johansen, B. (2015). Monitoring cultural heritage environments in Svalbard–Smeerenburg, a whaling station on Amsterdam Island. <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2366282>

Tømmervik, H., Thuestad, A., Stien, J., Klemetsen Arneberg, M., & Bjerke, J. W. (2025). High-arctic cultural heritage environments are deteriorated by cruise tourism: a case study from Svalbard. *Journal of Land Use Science*, 20(1), 45–60. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2025.2476948>

6 Konsekvenser for helse

Vi oppsummerer i dette kapittelet hvordan endringer i klima, miljø og natur kan forventes å påvirke befolkningens helse i Norge. Vi vektlegger norsk litteratur, men viser også til helseeffekter som kan forventes å være like i sammenlignbare land.

Det er bred enighet innenfor helseforskning om at den globale klimaendringer fører til redusert helse i befolkningen (Rocque 2021). FHI (2022) viser til at klima-, natur- og miljøendringer er en av de største truslene mot folkehelsen. Videre viser FHI til at endringer i klima, miljø og natur kan påvirke folkehelsen både direkte og indirekte. Direkte effekter er for eksempel skader årsaket av ekstremvær, mens indirekte effekter er for eksempel stress og angst som klimaendringene kan føre til (se også Kim mfl. 2014).

Sammenhengen mellom klimaendringer og helse er bredt studert internasjonalt (se f.eks. Filippini mfl. 2024 og Rocque mfl. 2021). Klimaendringers påvirkning på helse er tidligere kartlagt i Norge i NOU 2010:10 og i 2018 (Aall mfl. 2018). I tillegg har FHI sett på sårbarhet og tilpasningsbehov i helse- og omsorgssektoren ved klimaendringer (FHI 2023), og har også en detaljert redegjørelse for klimaendringer og helse på sine nettsider (FHI 2022). I 2010 var det lite forskning om hvordan klimaendringer vil slå ut på helse i Norge, og mesteparten av forskningen som er sitert i NOUen var for andre land. I Aall mfl. (2018) viser forfatterne til at det for mange felter har kommet lite ny forskning for norske forhold. Vi finner en del ny norsk forskning, men likevel er det meste av relevant litteratur på dette området å finne internasjonalt.

Rocque (2021) har gjennomført en systematisk litteraturstudie av metastudier som ser på helseeffekter av klimaendringer. De har identifisert fem kategorier av klimaendringer som det typisk vurderes effekter av: 1) meteorologiske endringer (temperatur, hetebølger, luftfuktighet, nedbør, sollys, vind, lufttrykk), 2) ekstremvær (nedbør, flom, skred etc.), 3) luftkvalitet (luftforurensing og eksponering for røyk), 4) studier som ser på effekter av klimaendringer generelt og 5) studier som ser på andre effekter som indirekte er knyttet til klimaendringer (miljøfarer, sanitærforhold og tilgang til rent vann). De har også identifisert 10 kategorier av helserelaterte utfallsmål som typisk vurderes i metastudiene: 1) smittsomme sykdommer, 2) dødelighet, 3) respiratoriske, kardiovaskulære og nevrologiske sykdommer, 4) helsesektoren og bruk av helsetjenester, 5) psykisk helse, 6) graviditet og fødsel, 7) ernæringsmessige sykdommer, 8) hudsykdommer og allergier, 9) arbeidshelse og skader og 10) andre helseresultater (f.eks. søvn, leddgikt, leveår justert for funksjonshemming, ikke-arbeidsrelaterte skader, osv.).

I dette kapittelet har vi strukturert gjennomgangen etter helserelaterte utfallsmål. Vi har inkludert vurderinger av de helserelaterte utfallsmålene hvor vi har funnet relevant forskning for Norge.

Temaene graviditet og fødsel, ernæringsmessige sykdommer og arbeidshelse og skader er ikke omfattet. Grunnen er at vi ikke har funnet litteratur om hvordan klimaendringene spesifikt påvirker graviditet og fødsel i Norge. Gravide er likevel en sårbar gruppe, og effektene som beskrives under kan derfor komme til å påvirke gravide i større grad enn andre i befolkningen, f.eks. hvis de utsettes for ekstrem varme, ekstrem kulde, miljøkjemikalier eller luftforurensing (FHI 2022, Rocque 2021). Dette vil også kunne være tilfelle for barn og eldre, som også er særlig sårbare.

For ernæringsmessige sykdommer handler den internasjonale litteraturen i stor grad om risiko for undernæring (Rocque 2021). Effekter på matsikkerhet diskuteres i kapittel 3.1, men overordnet er det ikke litteratur som viser til at nettopp klimaendringene hadde påvirket matsikkerheten i så stor grad at

det hadde vært risiko for ernæringsmessige sykdommer i Norge, og dette er generelt en større risiko i lavinntektsland.

Internasjonale studier viser at særlig varme er assosiert med en økning i arbeidsrelaterte ulykker og annen arbeidsrelatert redusert livskvalitet (Rocque 2021). Vi har likevel ikke funnet studier av relevans for Norge på dette området.

6.1 Smittsomme sykdommer

Klimaendringer endrer distribusjonen og forekomsten av smittsomme sykdommer i Norge gjennom flere veier. Høyere temperaturer og endrede nedbørsmønstre påvirker den geografiske rekkevidden, sesongvariasjonen og overføringsdynamikken til ulike patogener. Disse endringene påvirker både endemiske sykdommer og de som tidligere var sjeldne eller fraværende i Norge. Å forutsi sykdomsutbredelse og spredningsmuligheter er en betydelig utfordring. Begrenset kunnskap om sykdomsøkologi gjør det vanskelig å vurdere konsekvensene av ulike endringer. Dette kompliserer forståelsen av hvordan et endret klima påvirker disse prosessene. Videre kan andre faktorer, som redusert naturmangfold, vegetasjons- og arealbruksendringer, samt klimatilpasning, enten forsterke eller motvirke effekten av klima- og miljøendringene. (FHI 2022)

Mikroorganismer (virus, bakterier, sopp, encellede organismer, parasitter m.m.) forårsaker flere sykdommer. En stor andel av mikroorganismene regnes som klimasensitive, altså at de påvirkes av klimaforhold som temperatur, nedbør, fuktighet eller andre værphenomen. I 2019 mener man at klimasensitive sykdommer utgjorde rundt 70 prosent av de globale dødstallene (FHI 2022 basert på IPCC 2022).

Vektorbårne sykdommer representerer et spesielt bekymringsområde når klimaforholdene blir mer gunstige for sykdomsbærende insekter (FHI 2023, Caminade mfl. 2019). Flåttbårne sykdommer som borreliose og flåttbåren encefalitt kan utvide sitt utbredelsesområde nordover og til høyere høyder etter hvert som temperaturene stiger og skaper egnede habitater for flått i tidligere ugjestmilde områder (Caminade mfl. 2019, Alkishe 2017). På samme måte kan myggbårne sykdommer som historisk sett har vært uvanlige i Norge etablere seg når klimaforhold i økende grad støtter myggpopulasjoner som er i stand til å overføre disse patogenene. Også zoonose (sykdommer som smitter mellom mennesker og dyr) kan bli vanligere gjennom klimaendringene (FHI 2023). Utenom forskning knyttet til flåttbårne sykdommer finner vi likevel lite forskning om risikoen for økt forekomst av vektorbårne sykdommer spesifikt i Norge som en følge av klimaendringer. FHI (2022) skriver også at selv om det er mye forskning internasjonalt som ser på hvordan utvalgte sykdommer påvirkes av klimaendringer, mangler de systematiske studier som vurderer effekten av klimaendringene på sykdomsbildet totalt.

Ekstremvær kan også øke risikoen for infeksjonssykdommer. Dette er særlig relevant globalt og i varmere strøk, men kan også påvirke Norge. Suk mfl. (2020) har sett på tilfeller av jordskjelv og flom i Europa og studert i hvilken grad de kan kobles sammen med utbrudd av infeksjonssykdommer. Studien fant ikke relevant litteratur fra Norge, men to studier fra Danmark etter mye regn (Harder-Lauridsen mfl. 2013) og flom (Wójcik mfl. 2013). Studiene viser at ekstremvær kan øke forekomsten av infeksjonssykdommer i forhold som er like norske forhold.

Klimaendringer utgjør fremvoksende trusler mot mat- og vannsikkerhet i Norge med påfølgende helsekonsekvenser. I Meld. St. 26 (2022–2023) sin gjennomgang av konsekvenser vises det til at økt nedbør, og særlig intense nedbørsepisoder, vil føre til stor belastning på vann- og avløpsnett. Sprengt kapasitet kan føre til at urensset avløpsvann lekker ut i elver, innsjøer eller hav. Overbelastning av avløpsrenseanlegg vil gjøre det vanskelig å rense avløpsvannet effektivt, noe som kan få konsekvenser

for helse og miljø. Drikkevannet kunne bli utsatt for forurensning ved at ledninger og kummer kan bli satt under vann, og forurenset vann kan trenge inn i vannforsyningssystemet.

Herrador mfl. (2021) har sett på sammenheng mellom kraftig regn, vannkvalitet og gastroenteritt (akutt betennelsestilstand i fordøyelseskanalen) i Norge. Forfatterne fant ikke en økt risiko for gastroenteritt ved kraftig regn, og konkluderer med at de norske vannverkene i dag virker å være gode til å håndtere denne risikoen. De kommenterer likevel også at dette kan endres i fremtiden når ekstremvær blir vanligere. Skaland (2022) har sett på regional risiko for reduksjon i vannkvalitet og finner at, med fortsatt klimaendring, vil vannkvaliteten reduseres. Dette er særlig knyttet til forventet økning i nedbør, særlig på Vestlandet og i Nord-Norge. Også forekomst av *E. coli* kan påvirkes av klimaendringene. Mohammed mfl. (2019) har sett på hvordan klimaendringer påvirker konsentrasjonen av *E. coli* i drikkevann.

Klimaendringer kan videre føre til temperaturøkning i overflatevann, noe som videre kan føre til oppblomstring av cyanobakterier (blågrønnalger) som produserer toksiner (se f.eks. Stubberud 2021). Cyanobakterier kan forårsake toksikologiske og allergiske problemer (FHI 2019).

Temperaturøkning forventes å bidra til økt forekomst av mugg som produserer mykotoksin (se f.eks. Kosmfl. 2023). Temperaturøkninger bidrar også til at uønskede mikroorganismer trives bedre i matvarene. Det er forventet en økning i vekst av giftproduserende muggsopp i fôr og mat, som kan produsere akutt forgiftning eller langvarige helseeffekter. (Meld. St. 26 (2022–2023), s. 26). Det er likevel mange toksiner som selv med global oppvarming ikke forventes å bli et problem i områder som i dag er så kalde som Norge (Casu mfl. 2024).

6.2 Dødelighet

I dette kapitlet fokuserer vi på hvordan klimaendringer forventes å direkte påvirke dødelighet i befolkningen, mens indirekte måter som klimaendringer påvirker dødelighet/helsen i befolkningen diskuteres i de andre delkapitlene.

Ekstremvær forventes å forekomme hyppigere globalt og i Norge etter hvert som klimaendringene skrider frem (f.eks. IPCC 2021). Økt forekomst av ekstremvær, slik som flom, jordskred, hetebølger og tørke, fører til direkte konsekvenser for liv og helse. Ekstremvær inkluderer umiddelbare risiko for fysiske skader og tap av gode leveår, samtidig som de også kan føre til utfordringer med mental helse (Ebi mfl. 2022). Forzieri mfl. (2017), som også er vist til i Aall mfl. 2018), finner likevel at dødsfall knyttet til ekstremvær vil være langt lavere i Norge sammenlignet med resten av Europa mot slutten av dette århundret.

Et klima som blir varmere og våtere kan øke risikoen for enkelte typer skred, mens det samtidig kan redusere risikoen for andre typer. Skredrisikoen er avhengig av de lokale terrengforholdene, men værforholdene er en av de sentrale faktorene som kan utløse skred. Når temperaturen stiger, reduseres risikoen for tørrsnøskred med risikoen for løsmasseskred øker (Miljødirektoratet u.å.). Flom og skred er i noen tilfeller en direkte trussel for liv og helse (se f.eks. Wangsness mfl. (2024) som har sett på konsekvensene av skred på vei i Norge). De indirekte effektene fra skred, for eksempel gjennom effekter på infrastruktur, diskuteres i kapittel 6.6.

Hetebølger og ekstrem varme har også negative effekter på helse, og kan særlig påvirke allerede sårbare personer med andre underliggende sykdommer. Økende temperaturer forventes å øke dødeligheten i Europa (García-León mfl. 2024). Økningen forventes likevel å være størst i Sør-Europa.

Den eksisterende forskningen er ikke entydig på kobling mellom høye temperaturer og dødelighet i Norge og Norden, og blant annet viser FHI (2022) til at det ikke er påvist kobling mellom dødelighet og hetebølger i Norge. FHI viser til at dette trolig skyldes gode sosioøkonomiske forhold, gode helse- og omsorgstjenester og forebyggende tiltak. Hetebølgen i 2018 førte ifølge Ranhoff mfl. (2019) ikke til økt dødelighet blant eldre i Norge. Det er likevel også flere studier som viser til økt dødelighet ved hetebølger i Norge eller naboland. Fernández mfl. (2024) har studert sammenhengen mellom temperatur og dødelighet i Norge, og finner en kobling mellom ekstrem varme og økt dødelighet. Zafeiratou mfl. (2023) studerer blant annet Norge og finner en økning i dødelighet relatert til lungesykdommer ved helebølger. Åstrøm mfl. (2018) har funnet at hetebølger signifikant økte generell og hjerte- og karsykdoms relatert dødelighet med 10-15 prosent i Sverige, og det er også flere andre studier fra Sverige som viser økt dødelighet ved økte temperaturer (Weilnhammer 2021). Hetebølger fører også til økt varme innendørs. Dette er studert relativt lite, men Kownacki mfl. (2019) finner i en studie av skandinaviske forhold at temperaturene innendørs kan være opp til 50 prosent høyere enn utendørs når man ikke har anlegg som kjøler luften.

Økte hetebølger og ekstrem varme kan derfor også påvirke helse og dødelighet i Norge, selv om Norge er så pass langt nord at konsekvensene ikke kan forventes å bli like store som i andre deler av Europa.

I dag viser forskning at kulde i større grad enn varme bidrar til temperaturrelatert dødelighet i Norge (Fernández mfl. 2024). Økt temperatur fremover kan gi færre dødsfall som skyldes kulde (Miljødirektoratet 2025). Fernández mfl. (2025) anslår at kalde temperaturer førte til 3879 dødsfall årlig mens ekstrem varme førte til 44 dødsfall årlig i Norge. Videre finner forfatterne at varmerelatert dødelighet korrelerte med middels til sparsomt befolkede områder, mens høyere utdanningsnivåer var knyttet til redusert sårbarhet overfor både varme og kulde. Det er likevel også forskning som viser til at kulderelatert dødelighet kan øke i Norge frem mot 2100 (García-León mfl. 2024), men dette drives av demografiske endringer (økt antall eldre) heller enn klimaendringene.

6.3 Lunge-, hjerte- og karsykdommer

Et varmere klima med flere hetebølger påvirker risiko for lunge-, hjerte- og karsykdommer (FHI 2022). Økt risiko for hetebølger kan derfor øke risikoen for denne sykdomstypen. De eldste i befolkningen er mer sårbare for hetebølger, ettersom de regulerer kroppstemperaturen sin dårligere enn yngre mennesker (FHI 2022).

Astma og allergi er en hyppig årsak til plager hos barn og unge i industrialiserte land. Om lag fem prosent av unge voksne har behov for legemidler mot astma, hos barn er andelen noe høyere enn dette (FHI 2022). Det internasjonale sykdomsbyrdeprosjektet (Global Burden of Disease) beregner hvert år sykdomsbyrde for Norge i form av helsetapsjusterte leveår. For 2019 anslås det at mellom 170 og 800 dødsfall kan tilskrives eksponering for luftpartikler og ozon. (FHI 2023 basert på IHME 2023)

FHI (2022) viser til at det er usikkert hvilke konsekvenser klimaendringene vil ha på forekomst, varighet og alvorlighetsgrad av astma og luftveisallergier. Det er likevel studier som viser at temperaturøkninger påvirker luftkvaliteten på måter som påvirker respiratorisk helse. Varmere forhold kan intensivere bakkenær ozon og andre luftforurensninger (Nilu 2019). Høye konsentrasjoner av ozon kan gi helseeffekter som nedsatt lungefunksjon, flere tilfeller av bronkitt og astma, og økt risiko for luftveisinfeksjoner og økt dødelighet fra lunge- og hjertekarsykdommer (Miljødirektoratet 2025). Luftforurensning kan føre til hjerte- og lungesykdom og for tidlig død (FHI 2023). En norsk studie som har sett på temperaturrelatert dødelighet finner også at høyere luftforurensing fører til høyere varme- og kulderelatert dødelighet (Rao mfl. 2024). FHI (2022) viser også til at mildere klima kan være positiv for astmatikere hvis det reduserer effekter av kald luft og luftveisinfeksjoner.

Økt temperatur og nedbør vil endre vekstvilkår for trær og planter. Dette kan øke pollenkonsentrasjon og forlenge perioden med pollen (Miljødirektoratet 2025, Helsedirektoratet 2021). Det er også studier som tyder på at stigende CO₂ nivåer i atmosfæren i seg selv stimulerer til økt produksjon av pollen (FHI 2023). Det vil forsterke plagene for de som allerede har allergi, og kan føre til at flere utvikler allergi. Kunnskapen om hvorvidt klimaendringer vil påvirke utviklingen av astma og allergi er mangelfull, men internasjonale studier konkluderer med en forventet økning i allergisk sykdom og astma (FHI 2023, Rocque 2021).

Økt nedbør gjennom klimaendringer fører også til økte fuktproblemer. Risiko for råte kan føre til økt muggvekst i bygninger, noe som utgjør en helserisiko og kan bidra til å forverre eller utvikle allergier eller andre luftveisplager (Meld. St. 26 (2022–2023) 2023, s. 27, Helsedirektoratet 2021).

Økt tørke fører til flere og mer omfattende skogbranner, som kan true menneskers helse gjennom traumer og røykesponering. Sårbare grupper som små barn, gravide, eldre og personer med hjertelungesykdom er spesielt utsatt. ACRoBEAR forskningsprosjektet (2020-2023) har sett på helserisiko fra skogbrann-relatert luftforurensning og vektorbårne sykdommer i den pan-arktiske regionen. Blant annet har det vært en studie som så på korttidseffekter på lungesykdom i Sverige ved store skogsbrander i 2018 (Tornevi mfl. 2021).

6.4 Fallskader

Endrede værmønstre skaper også nye sikkerhetsfarer i dagliglivet. Hyppigere og lengre perioder med temperaturer rundt frysepunktet (nullføre) kan føre til glatte forhold på veier og fortau, noe som kan resultere i økte ulykker og fallskader. Dette representerer et betydelig folkehelseproblem, spesielt for eldre voksne som står overfor større risiko for alvorlige komplikasjoner fra fall. På grunn av klimaendringer er det forventet flere dager med nullføre i Norge. (FHI 2023)

6.5 Psykisk helse

Klimaendringer kan påvirke den psykiske helse til befolkningen (FHI 2022). Akutte hendelser kan føre til posttraumatisk stress med påfølgende psykiske lidelser. I tillegg kan klimaendringer føre til angst og stress uten at dette trenger å være knyttet til konkrete hendelser.

Dette er likevel et område som er forsket forholdsvis lite på globalt (Cianconi mfl. 2020 og Rocque mfl. 2021) og enda mindre i Norge. Koblingene mellom klimaendringer og utfordringer med psykisk helse er utfordrende å påvise. Det finnes likevel internasjonale studier som for eksempel finner en sammenheng mellom varmebølger og økt risiko for psykiske lidelser (Liu mfl. 2021 og Thompson mfl. 2018). Videre har f.eks. Graham mfl. (2019) studert den mentale helsen til personer som har fått sitt hjem skadet av ekstremvær i England. Forfatterne finner at det å ha vært utsatt for ekstremvær var assosiert med økt forekomst av vanlige psykiske sykdommer, og at sammenhengen var sterkere enn for andre kjente faktorer som har en sammenheng med redusert mental helse.

Det finnes også noen nyere norske studier om mental helse og bekymringer for klimaendringer. Leonhardt mfl. (2022) har sett på data fra Ungdata og finner at de fleste norske ungdommene ikke bekymrer seg for klimaendringer, eller er litt bekymret for klimaendringene. De som bekymret seg for klimaendringer hadde likevel flere symptomer på depresjon enn de som ikke gjorde det. Ogunbone (2023) finner, basert på data fra 25 land i tillegg til nasjonal representativ data fra Norge, at negative følelser knyttet til klima er positivt korrelert med søvnvansker og negativt korrelert med egenopplevd mental psykisk helse. De påpeker likevel selv at resultatene bør tolkes varsomt ettersom effektene de

observerer er lave. Undersøkelser viser videre at nordmenn bekymrer seg for klimaet mindre enn personer i andre land (Forskning.no 2019).

Det finnes studier som viser at klimaendringer medfører risiko for redusert psykisk helse for Sápmi, knyttet til endringer i fysiske og sosiale miljøer som en følge av klimaendringene (Jaakkola 2018), se kapittel 7. Samtidig er det også studier som viser at urbefolkninger slik som Sápmi også har viktig kunnskap og egenskaper som kan bidra til å navigere og tilpasse seg endringene, og at disse styrkene er noe som burde forskes på i større grad (Venhof 2024).

6.6 Helsesektoren

I internasjonal forskning er det etablert en kobling mellom klimaendringer og endringer i etterspørsel av helsetjenester (Rocque 2021). For eksempel viser forskning at temperaturendringer (som økning i hetebølger) kan føre til økt etterspørsel av helsetjenester. I den grad klimaendringene vil føre til helsekonsekvenser og generelt redusert helse, er det risiko for at de også fører til en økning i etterspørselen av helsetjenester. Vi har ikke funnet norsk forskning som samlet ser på hvordan dette behovet kan forventes å endre seg over tid.

En viktig del av befolkningens helse er hvordan helsesektoren fungerer. Helsesektoren er avhengig av god infrastruktur, og klimaendringene fører til risiko for fysisk helseinfrastruktur gjennom økt risiko for ekstremvær som storm, orkan, oversvømmelser, flom, tørke og skred (FHI 2023). Skogbranner kan for eksempel ødelegge infrastruktur, noe som kan begrense tilgang til energi, vann og helsetjenester, samt påvirke mental helse og velvære negativt (FHI 2023). Også transportinfrastrukturen er viktig for helse, ettersom redusert fremkommelighet på vei (for eksempel som følge av flom eller skred) vil kunne forsinke nødvendig helsehjelp. Konsekvenser av klimaendringer for infrastruktur og bygg diskuteres utførlig i kapittel 4.

6.7 Kunnskapshull

Det finnes generelt mye internasjonal forskning om hvordan klimaendringene påvirker folkehelsen, og mindre forskning som ser på norske forhold. Samtidig vurderer vi at mye av den internasjonale forskningen også relevant for Norge ettersom den er fra sammenlignbare land, og har derfor også løftet frem internasjonal forskning i dette kapittelet der vi mener det er relevant. Selv om det totalt sett finnes mye forskning, er det likevel mange av koblingene mellom klimaendringer og helseeffekter som er usikre. Vi peker her på noen kunnskapshull.

Sykdomsøkologi for smittsomme sykdommer: FHI (2022) peker på at det er manglende kunnskap om sykdomsøkologi for smittsomme sykdommer, og det er derfor utfordrende å vurdere hvordan et endret klima påvirker forekomst og utbredelse av slike sykdommer. Dette har signifikans for kritisk forståelse av folkehelseutfordringer.

Ekstremvær og dødelighet i Norge og Norden: Det finnes ikke entydige forskningsresultater som kobler ekstremvær som hetebølger til dødelighet i Norge og Norden. Ekstremvær som hetebølger har store helsekonsekvenser globalt og særlig i Sør-Europa, men konsekvensene for Norge antas å være mindre. Samtidig kan dette endres med et varmere klima.

Klimaendringer og psykisk helse: Det er forsket lite på hvordan klimaendringer påvirker psykisk helse både i Norge og globalt. Koblingene mellom klimaendringer og psykisk helse er også utfordrende å påvise.

Vektorbårne sykdommer i Norge: Utenom forskning knyttet til flåttbårne sykdommer, finner vi lite forskning om risikoen for økt forekomst av vektorbårne sykdommer i Norge som en følge av klimaendringer.

Klimaendringer og astma/luftveisallergier: Det er usikkert hvilke konsekvenser klimaendringer vil ha på forekomst, varighet, og alvorlighetsgrad av astma og luftveisallergier. Selv om internasjonale studier forventer økning i allergisk sykdom og astma, er kunnskapen ut fra norsk kontekst mangelfull (FHI 2022, Rocque 2021).

Ekstremvær og dødelighet i Norge og Norden: Det finnes ikke entydige forskningsresultater som kobler ekstremvær som hetebølger til dødelighet i Norge og Norden. Ekstremvær som hetebølger har store helsekonsekvenser globalt og særlig i Sør-Europa, men konsekvensene for Norge antas å være mindre. Samtidig kan dette endres med et varmere klima.

Sykdomsbildet totalt: Det mangler helhetlig forskning på hvordan sykdomsbildet totalt vil kunne påvirkes av klimaendringer, selv om det finnes en mengde studier som ser på effektene på enkelt sykdommer. Dette er også noe FHI (2022) har trukket frem.

Klimaendringer og helseeffekter i Arktis: Områdene ved polene opplever mye raskere klimaendring enn andre plasser. Helseeffektene dette har for lokalbefolkningen er kun studert i begrenset grad.

6.8 Referanser

Aall, C., Aamaas, B., Aaheim, A., Alnes, K., van Oort, B., Dannevig, H., & Hønsi, T. (2018). Oppdatering av kunnskap om konsekvenser av klimaendringer i Norge (Cicero Rapport 2018:14, M-1209). [CICERO Research Archive: Oppdatering av kunnskap om konsekvenser av klimaendringer i Norge](#)

Alkishe AA, Peterson AT, Samy AM. Climate change influences on the potential geographic distribution of the disease vector tick *Ixodes ricinus*. PLoS One. 2017 Dec 5;12(12):e0189092. doi: 10.1371/journal.pone.0189092. PMID: 29206879; PMCID: PMC5716528. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29206879/>

Caminade C, McIntyre KM, Jones AE. Impact of recent and future climate change on vector-borne diseases. Ann N Y Acad Sci. 2019 Jan;1436(1):157-173. doi: 10.1111/nyas.13950. Epub 2018 Aug 18. PMID: 30120891; PMCID: PMC6378404. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30120891/>

Casu A, Camardo Leggieri M, Toscano P, Battilani P. Changing climate, shifting mycotoxins: A comprehensive review of climate change impact on mycotoxin contamination. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2024 Mar;23(2):e13323. doi: 10.1111/1541-4337.13323. PMID: 38477222. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38477222/>

Cianconi P, Betrò S, Janiri L. The Impact of Climate Change on Mental Health: A Systematic Descriptive Review. Front Psychiatry. 2020 Mar 6;11:74. doi: 10.3389/fpsy.2020.00074. PMID: 32210846; PMCID: PMC7068211. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32210846/>

CRED (Cent. Res. Epidemiol. Disasters), USAID (US Agency Int. Dev.). 2020. Disaster year in review 2019. Cred Crunch Newsl 58, Cent. Res. Epidemiol. Disasters, Brussels. <https://cred.be/sites/default/files/CC58.pdf>

Ebi KL, Vanos J, Baldwin JW, Bell JE, Hondula DM, Errett NA, Hayes K, Reid CE, Saha S, Spector J, Berry P. Extreme Weather and Climate Change: Population Health and Health System Implications.

Annu Rev Public Health. 2021 Apr 1;42:293-315. doi: 10.1146/annurev-publhealth-012420-105026. Epub 2021 Jan 6. PMID: 33406378; PMCID: PMC9013542. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9013542/>

FHI og Miljødirektoratet (2013) Luftkvalitetskriterier Virkninger av luftforurensning på helse. <https://fhi.brage.unit.no/fhi-xmlui/bitstream/handle/11250/2711158/L%C3%A5g-20139-Luftkvalitetskriterier.pdf?sequence=2>

FHI (2019) Cyanobakterier (blågrønnalger), forgiftning - håndbok for helsepersonell. Lest 10. mars 2025 (publikasjonen oppdateres jevnlig). <https://www.fhi.no/sm/smittevernhandboka/sykdommer-a-a/cyanobakterier/?term=>

FHI (2021) Antibiotikaresistens i Norge. Les 17. mars 2025 (publikasjonen oppdateres jevnlig). <https://www.fhi.no/he/folkehelse rapporten/smitte/resistens/?term=#hvordan-spre-antibiotikaresistens-seg>

FHI (2022) Klimaendringer og helse. Lest 6. mars 2025 (publikasjonen oppdateres jevnlig). <https://www.fhi.no/he/folkehelse rapporten/miljo/klima-og-helse/?term=>

FHI (2023) Klimaendringer: Sårbarhet og tilpasningsbehov i helse- og omsorgssektoren i Norge. <https://www.fhi.no/contentassets/cbd0e04c01f54534976c118ebf12863f/klimaendringer--sarbarhets-og-tilpasningsbehov-i-helse--og-omsorgssektoren-i-norge-rapport-2023.pdf>

Filippini T, Paduano S, Veneri F, Barbolini G, Fiore G, Vinceti M. Adverse human health effects of climate change: an update. Ann Ig. 2024 May-Jun;36(3):281-291. doi: 10.7416/ai.2024.2595. Epub 2024 Feb 1. PMID: 38303639. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38303639/>

Forskning.no (2019), Nordmenn og saudiarabere er minst bekymret for klimaet, viser nettundersøkelse. <https://www.forskning.no/klima/nordmenn-og-saudiarabere-er-minst-bekymret-for-klimaet-viser-nett-undersokelse/1563699>

Forzieri G, Cescatti A, E Silva FB, Feyen L. (2017) Increasing risk over time of weather-related hazards to the European population: a data-driven prognostic study. Lancet Planet Health. 2017 Aug;1(5):e200-e208. doi: 10.1016/S2542-5196(17)30082-7. Epub 2017 Aug 4. PMID: 29851641. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29851641/>

García-León D, Masselot P, Mistry MN, Gasparrini A, Motta C, Feyen L, Ciscar JC. Temperature-related mortality burden and projected change in 1368 European regions: a modelling study. Lancet Public Health. 2024 Sep;9(9):e644-e653. doi: 10.1016/S2468-2667(24)00179-8. Epub 2024 Aug 21. PMID: 39181156. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39181156/>

Graham H, White P, Cotton J, McManus S. Flood- and Weather-Damaged Homes and Mental Health: An Analysis Using England's Mental Health Survey. Int J Environ Res Public Health. 2019 Sep 5;16(18):3256. doi: 10.3390/ijerph16183256. PMID: 31491859; PMCID: PMC6765946. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31491859/>

Harder-Lauridsen NM, Kuhn KG, Erichsen AC, Mølbak K, Ethelberg S. Gastrointestinal illness among triathletes swimming in non-polluted versus polluted seawater affected by heavy rainfall, Denmark, 2010-2011. PLoS One. 2013 Nov 7;8(11):e78371. doi: 10.1371/journal.pone.0078371. PMID: 24244306; PMCID: PMC3820603. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3820603/>

Helsedirektoratet (2021) Sektorrapport for folkehelse 2021.
<https://www.helsedirektoratet.no/rapporter/sektorrapport-om-folkehelse>

Herrador BG, Lund V, Fonahn W, Hisdal H, Hygen HO, Hyllestad S, Nordeng Z, Skaland RG, Sunde LS, Vold L, White R, Wong WK, Nygård K. Heavy weather events, water quality and gastroenteritis in Norway. *One Health*. 2021 Aug 4;13:100297. doi: 10.1016/j.onehlt.2021.100297. PMID: 34401456; PMCID: PMC8353464. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34401456/>

IPCC (2021) Summary for Policymakers. In: Masson-Delmotte V, Zhai P, Pirani A, mfl. (Eds) *Climate Change 2021: The physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_Stand_Alone.pdf

Jaakkola JJK, Juntunen S, Näkkäläjärvi K. The Holistic Effects of Climate Change on the Culture, Well-Being, and Health of the Saami, the Only Indigenous People in the European Union. *Curr Environ Health Rep*. 2018 Dec;5(4):401-417. doi: 10.1007/s40572-018-0211-2. PMID: 30350264; PMCID: PMC6306421. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40572-018-0211-2>

Kim, K. H., Kabir, E., & Ara Jahan, S. (2014). A Review of the Consequences of Global Climate Change on Human Health. *Journal of Environmental Science and Health, Part C*, 32(3), 299–318. <https://doi.org/10.1080/10590501.2014.941279>

Kos J, Anić M, Radić B, Zadavec M, Janić Hajnal E, Pleadin J. Climate Change-A Global Threat Resulting in Increasing Mycotoxin Occurrence. *Foods*. 2023 Jul 14;12(14):2704. doi: 10.3390/foods12142704. PMID: 37509796; PMCID: PMC10379110. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37509796/>

Leonhardt M, Granrud MD, Bonsaksen T, Lien L. Associations between Mental Health, Lifestyle Factors and Worries about Climate Change in Norwegian Adolescents. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Oct 7;19(19):12826. doi: 10.3390/ijerph191912826. PMID: 36232127; PMCID: PMC9565126. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36232127/>

Liu J, Varghese BM, Hansen A, Xiang J, Zhang Y, Dear K, Gourley M, Driscoll T, Morgan G, Capon A, Bi P. Is there an association between hot weather and poor mental health outcomes? A systematic review and meta-analysis. *Environ Int*. 2021 Aug;153:106533. doi: 10.1016/j.envint.2021.106533. Epub 2021 Mar 30. PMID: 33799230. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33799230/>

Lundgren Kownacki K, Gao C, Kuklane K, Wierzbicka A. Heat Stress in Indoor Environments of Scandinavian Urban Areas: A Literature Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2019 Feb 15;16(4):560. doi: 10.3390/ijerph16040560. PMID: 30769945; PMCID: PMC6406735. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6406735/>

Meld. St. 26 2022–2023 (2023). Klima i endring – sammen for et klimarobust samfunn. Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-26-20222023/id2985027/>

Miljødirektoratet (2025). Klimaendringer og helse. Lest 10. mars 2025. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/klimatilpasning/klimatilpasning-i-sektorer/helse/>

Miljødirektoratet (2023). Klimautfordringer. Klimaendringene gir nye og endrede utfordringer for natur og samfunn. Sist oppdatert 13.12.2023. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/klimatilpasning/klimatilpasning-krever-kunnskap/klimautfordringer/>

Mohammed,H. and Tveten,A. K. and Seidu,R., 20193339344, English, Journal article, UK, doi:10.1016/j.jhydrol.2019.04.021, 0022-1694, 573, Oxford, Journal of Hydrology (Amsterdam), (676–687), Elsevier Ltd, Modelling the impact of climate change on flow and E. coli concentration in the catchment of an ungauged drinking water source in Norway., (2019) <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20193339344>

Nilu (2019) Rekordsommeren 2018 førte til høye nivåer av helseskadelig luftforurensning. Publisert 26. juni 2019. <https://nilu.no/2019/06/rekordsommeren-2018-for-te-til-hoye-nivaer-av-helseskadelig-luftforurensning/>

NOU 2010:10 (2010). Tilpassing til eit klima i endring. Klima- og miljødepartementet <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2010-10/id624355/>

NRK (2014) <https://www.nrk.no/vestland/naturkatastrofen-som-tar-flest-liv-1.11560036>

Ogunbode, C.A., Pallesen, S., Böhm, G. mfl. Negative emotions about climate change are related to insomnia symptoms and mental health: Cross-sectional evidence from 25 countries. *Curr Psychol* **42**, 845–854 (2023). <https://doi.org/10.1007/s12144-021-01385-4>

Ranhoff, A. H., Hygen, H. O., Di Rusico, F., Rao, S., Strand, B. H. (2019) Varm sommer 2018 – økt dødelighet blant eldre? <https://tidsskriftet.no/2019/06/kort-rapport/varm-sommer-2018-okt-dodelighet-blant-eldre>

Rao, S., Zhang, S., Ahimbisibwe, A., Bekkevold, T., mfl. (2024) Short-term effects of temperature and air pollution on mortality in Norway: a nationwide cohort-based study. *Front. Environ. Health*. Volume 3 – 2024. <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-health/articles/10.3389/fenvh.2024.1419261/full>

Rocque RJ, Beaudoin C, Ndjaboue R, Cameron L, Poirier-Bergeron L, Poulin-Rheault RA, Fallon C, Tricco AC, Witteman HO. Health effects of climate change: an overview of systematic reviews. *BMJ Open*. 2021 Jun 9;11(6):e046333. doi: 10.1136/bmjopen-2020-046333. PMID: 34108165; PMCID: PMC8191619. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34108165/>

Skaland RG, Herrador BG, Hisdal H, Hygen HO, Hyllestad S, Lund V, White R, Wong WK, Nygård K. Impacts of climate change on drinking water quality in Norway. *J Water Health*. 2022 Mar;20(3):539-550. doi: 10.2166/wh.2022.264. PMID: 35350006. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35350006/>

Suk JE, Vaughan EC, Cook RG, Semenza JC. Natural disasters and infectious disease in Europe: a literature review to identify cascading risk pathways. *Eur J Public Health*. 2020 Oct 1;30(5):928-935. doi: 10.1093/eurpub/ckz111. PMID: 31169886; PMCID: PMC7536539. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7536539/>

Thompson R, Hornigold R, Page L, Waite T. Associations between high ambient temperatures and heat waves with mental health outcomes: a systematic review. *Public Health*. 2018 Aug;161:171-191. doi: 10.1016/j.puhe.2018.06.008. Epub 2018 Jul 12. PMID: 30007545. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30007545/>

Tornevi A, Andersson C, Carvalho AC, Langner J, Stenfors N, Forsberg B. Respiratory Health Effects of Wildfire Smoke during Summer of 2018 in the Jämtland Härjedalen Region, Sweden. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Jun 29;18(13):6987. doi: 10.3390/ijerph18136987. PMID: 34210080; PMCID: PMC8297091. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34210080/>

Tubberud MK. 2021. Cyanobakterier, alger og vannkvalitet i Mjøsas litoralsone. <https://openarchive.usn.no/usn-xmlui/handle/11250/2771620>

Vázquez Fernández L, Diz-Lois Palomares A, Vicedo Cabrera AM, Freiesleben De Blasio B, Di Ruscio F, Wisløff T, Rao S. Short-term association between air temperature and mortality in seven cities in Norway: A time series analysis. *Scand J Public Health*. 2024 Mar 4;14034948241233359. doi: 10.1177/14034948241233359. Epub ahead of print. PMID: 38439134. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38439134/>

Vázquez Fernández L, Diz-Lois Palomares A, Vicedo-Cabrera AM, Gasparrini A, Freiesleben de Blasio B, Di Ruscio F, Masselot P, Wisløff T, Rao-Skirbekk S. Municipality assessment of temperature-related mortality risks in Norway. *Environ Res*. 2025 Feb 1;266:120614. doi: 10.1016/j.envres.2024.120614. Epub 2024 Dec 12. PMID: 39672493. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39672493/>

Venhof VSM, Stephens C, Martens P. Voices from the North: Exploring Sámi People's Perspectives on Environmental Change and Mental Well-Being: A Systematic Literature Review. *Challenges*. 2024; 15(2):30. <https://doi.org/10.3390/challe15020030>

Wangsness, P. B., Veisten, K., Elvik, R. (2024). Skredfare i samfunnsøkonomiske analyser: Personskaderisiko og verdsetting av skredfrekvens og skredstørrelse. <https://www.toi.no/publikasjoner/skredfare-i-samfunnsokonomiske-analyser-personskaderisiko-og-verdsetting-av-skredfrekvens-og-skredstorrelse>

Weilnhammer V, Schmid J, Mittermeier I, Schreiber F, Jiang L, Pastuhovic V, Herr C, Heinze S. Extreme weather events in europe and their health consequences - A systematic review. *Int J Hyg Environ Health*. 2021 Apr;233:113688. doi: 10.1016/j.ijheh.2021.113688. Epub 2021 Jan 30. PMID: 33530011. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33530011/>

Wójcik OP, Holt J, Kjerulf A, Müller L, Ethelberg S, Mølbak K. Personal protective equipment, hygiene behaviours and occupational risk of illness after July 2011 flood in Copenhagen, Denmark. *Epidemiol Infect*. 2013 Aug;141(8):1756-63. doi: 10.1017/S0950268812002038. Epub 2012 Sep 19. PMID: 22989427; PMCID: PMC9151619. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22989427/>

Zafeiratou S, Samoli E, Analitis A, Gasparrini A, Stafoggia M, De' Donato FK, Rao S, Zhang S, Breitner S, Masselot P, Aunan K, Schneider A, Katsouyanni K. Assessing heat effects on respiratory mortality and location characteristics as modifiers of heat effects at a small area scale in Central-Northern Europe. *Environ Epidemiol*. 2023 Sep 13;7(5):e269. doi: 10.1097/EE9.0000000000000269. Erratum in: *Environ Epidemiol*. 2024 Feb 01;8(1):e294. doi: 10.1097/EE9.0000000000000294. PMID: 37840857; PMCID: PMC10569755. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37840857/>

7 Konsekvenser for Sápmi

Den samiske befolkningen i Arktis er en særlig utsatt gruppen for klimaendringens konsekvenser både fordi de lever i tett samspill med naturen, og fordi klimaendringene har størst effekt på forholdene i Arktis (Jaakkola 2018). Disse utfordringene kommer i tillegg til effektene som gjelder for befolkningen som helhet, beskrevet under temaene ovenfor. Her drøftes kort konsekvenser for den samiske befolkningen.

Sametinget (2023) har beskrevet betydningen av klimaendringer i Sápmi, hvordan de påvirker økosystemer, samisk samfunn, kultur og livsgrunnlag, og behovene i videre arbeid med klimaendringer og andre endringer i Sápmi. I en rapport fra Norges institusjon for menneskerettigheter (2024) omtales samiske rettigheter og klimaendringer i Norge.

Konsekvensene som er dokumentert av relevans for Sápmi er i hovedsak knyttet til konsekvenser for reindrift, fiskeri og helse (Norges institusjon for menneskerettigheter 2024).

7.1 Reindrift

Samisk reindrift har en viktig rolle for å sikre samisk kultur og språk. Konsekvenser for reindriften inkluderer endringer i tidspunktet og lengden på årstider, spredning av skog-/krattvegetasjon, redusert beitekvalitet, redusert tilgang på grunnlav for rein på grunn av høy snødybde og regn-på-snø hendelser, økt plage med parasitter og insekter, ustabile isforhold, farlige værforhold og skogbranner (Norges institusjon for menneskerettigheter 2024).

Generelt forventes arktiske dyr som tradisjonelt jantes å bli negativt påvirket av klimaendringer, samtidig som det blir flere muligheter for landbasert matproduksjon i nordlige regioner (Troell mfl., 2017). Klimaendringene påvirker allerede reindriften og er ventet å gjøre dette i stadig større grad frem mot 2100 (Klima- og miljødepartementet 2023). Reindriften opplever et stort press på beitearealer. Gjengroing og nedising av beite endrer både tilgang til beiteressurser og framkommelighet, noe som påvirker migrasjonsruter (Hansen mfl. 2019). Klimaendringene øker behovet for fleksibilitet i beitebruk og flyttemønstre.

Konsekvenser av klimaendringene medfører videre at reinen flyttes på andre måter og til andre tider enn tidligere, da for eksempel elver og vann i enkelte områder islegges senere enn før. Det er også negative effekter fra insekter og parasitter, som flytter seg lengre nord og utsetter reinflokkene for mer stress og sykdom (Rasmus mfl. 2022).

Arealbruksrettigheter for Sápmi til reinbeite er basert på migrasjonsmønstre, og endrede mønstre på grunn av klimaendringer utfordrer det sosiopolitiske bildet og gir et behov for fleksible beite- og forvaltningsstrategier (Weladji og Holand 2006). Bruk av tradisjonell kunnskap i overvåkingen av reinflokken blir videre utfordret av endrede klimamønstre (Rasmus mfl. 2022).

Endringer i klimaet vil videre øke risikoen for ulykker i utøvingen av reindriften. Innsjøer og elver som tidligere har vært trygge å passere, er ikke lenger like sikre. Tilsvarende er enkelte områder blitt mer skredutsatt (Landbruks- og matdepartementet 2023). HMS-risikoer i reindrift er kartlagt ved spørreundersøkelse i Sokki Bongo mfl. (2022).

7.2 Helse

Norges institusjon for menneskerettigheter (2024) beskriver virkninger av klimaendringer for befolkningen i arktiske strøk: Klimaendringer øker risikoen for kraftig snøfall, snøskred, snøstorm, ødeleggelse av infrastruktur, svakere is på innsjøer og elver, vårflom og jordskred. Disse hendelsene utgjør økt risiko for ulykker, spesielt for samiske reindriftsutøvere som ofte reiser lange avstander i fjernliggende områder og under farlige forhold. I den arktiske regionen som helhet har varmere temperaturer, redusert snødekke og høyere nedbør har bidratt til en økning i overføring av sykdommer som borreliose og flåttbåren hjernebetennelse, samt frigjøring av giftstoffer og forurensninger lagret i snø.

Jaakkola (2018) har sett på hvordan klimaendringene påvirker den fysiske helsen til Sápmi. De viser til at helsen til Sápmi i gjennomsnitt er lik, eller noe bedre, sammenlignet med helsen til andre befolkninger i samme område. Et varmere klima påvirker likevel levevilkårene til Sápmi, og har allerede påvirket den tradisjonelle reindriften. Psykisk helse og selvmordsrisiko, delvis knyttet til endringer i fysiske og sosiale miljøer, er i dag store bekymringer. Sametinget (2023) peker på at klima- relaterte miljøforandringer påvirker mental helse både direkte og indirekte i den samiske befolkningen. Indirekte effekter kan komme fra at endrede miljøforhold resulterer i forstyrrelser av livsgrunnlag, kultur, matsystemer, sosiale forbindelser, helsesystemer og økonomier, som igjen resulterer i negative utfall for mental helse. Eksempler på effekter kan være tap av kulturell kunnskap og kontinuitet, forstyrrelser i overføringen av kunnskap mellom generasjoner eller forringelse og tap av stedsbaserte identiteter og forbindelser.

7.3 Kunnskapshull

I reindrift er det kunnskapshull rundt beiteressurskart, optimal flokkstruktur, tilleggsføring, og tiltak mot parasittpress i reindrift (Hansen mfl. 2021). Konsekvenser for Sápmi også vil bli behandlet i andre prosjekter i arbeidet med den nasjonale klimasårbarhetsanalysen.

7.4 Referanser

Hansen, I., Eilertsen, S. M., Sørensen, O. J., Mørk, T., Bråthen, K. A., Johansen, B., Moa, P. F., Risvoll, C., Sandström, C., og Winje, E. (2019). Tap av tamrein – et kunnskapsgrunnlag (NIBIO Rapport nr. 5/174/2019). Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2644088>

Hansen, I., Eilertsen, S. M., Kapfer, J., Wagner, G., Bjørn, T.-A., Smuk, S. R., Ystad, E., og Tenge, I. (2021). Kartlegging av forskning på reindriftsområdet – kunnskapsgrunnlag og forskningsbehov. NIBIO Rapport nr. 7/187/2021. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2835162>

Jaakkola JJK, Juntunen S, Näkkäläjärvi K. The Holistic Effects of Climate Change on the Culture, Well-Being, and Health of the Saami, the Only Indigenous People in the European Union. *Curr Environ Health Rep.* 2018 Dec;5(4):401-417. doi: 10.1007/s40572-018-0211-2. PMID: 30350264; PMCID: PMC6306421. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40572-018-0211-2>

Landbruks- og matdepartementet. (2023). Klimatilpasning i reindriften - Rapport fra arbeidsgruppe. <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/klimatilpasning-i-reindriften/id3025418/>

Meld. St. 26 2022–2023 (2023). Klima i endring – sammen for et klimarobust samfunn. Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-26-20222023/id2985027/>

Norges institusjon for menneskerettigheter. (2024). Canary in the Coal Mine - Sámi Rights and Climate Change in Norway. <https://www.nhri.no/en/report/canary-in-the-coal-mine>

Rasmus, S., Horstkotte, T., Turunen, M., Landauer, M., Löf, A., Lehtonen, I., Rosqvist, G., & Holand, Ø. (2022). Reindeer husbandry and climate change: Challenges for adaptation. Kapittel 5 i: Reindeer Husbandry and Global Environmental Change (1. ed., s. 19). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003118565>

Sametinget (2023): Klimaendringer i Sápmi https://sametinget.no/_f/p1/i624f557a-81cc-456f-ab43-086af9f1e73e/klimaendringer-i-sapmi-en-oversikt-og-veien-videre.pdf

Sokki Bongo A. K., Stenfjell, J. M., & Logstein, B. (2022). Helse, miljø og sikkerhet i reindrift - Funn fra kartlegging blant reindriftsutøvere. Ruralis. <https://ruralis.brage.unit.no/ruralis-xmlui/handle/11250/3048517>

Troell, M., Eide, A., Isaksen, J., Hermansen, Ø., & Crépin, A.-S. (2017). Seafood from a changing Arctic. *Ambio*, 46(S3), 368–386. <https://doi.org/10.1007/s13280-017-0954-2>

Weladji, R. B., & Holand, Ø. (2006). Influences of large-scale climatic variability on reindeer population dynamics: Implications for reindeer husbandry in Norway. *Climate Research*, 32, 119–127. <https://doi.org/10.3354/cr032119>

Vedlegg: Internasjonale studier relevant for infrastruktur

Her vises til internasjonal litteratur som ikke er direkte rettet mot norske forhold, men som underbygger funnene, og kan gi supplerende innsikt på bestemte tema innenfor infrastruktur og bygg.

Forzieri mfl. (2016) analyserer hvordan klimaendringer kan øke skader innfor energi-, transport-, industri- og samfunnskritisk infrastruktur i Europa frem til år 2100. Studien kombinerer framskrivninger, detaljert anslag på fysiske verdier og mer enn 1100 registreringer av klimarelaterte skader, og anslår at skadene kan tredobles innen 2020-tallet, seksdobles innen midten av århundret, og tidobles mot slutten av århundret. Skader fra hetebølger, tørke i Sør-Europa og kystflom viser den mest dramatiske økningen, men risikoen for innlandsflom, vindstormer og skogbranner vil også øke. De økonomiske tapene er størst for industri-, transport- og energisektorene. Sør- og sørøsteuropeiske land vil bli mest berørt.

Nettsiden US EPA (u.å) har omfattende informasjon om konsekvenser av klimaendringer for transport, fokusert på USA. Hill og Kakenmaster (2020) vurderer hvordan klimaendringer påvirker infrastruktur både i USA og internasjonalt, og hvordan den gjensidige avhengigheten mellom infrastruktursektorer forsterker potensialet for kaskadeeffekter. Artikkelen illustrerer positive eksempler på hvordan tiltak kan gi bedre infrastrukturresiliens og økt motstandskraft.

Filho mfl. (2024) undersøker sammenhenger og virkninger av klimaendringer på infrastruktur i global kontekst og med særlig fokus på utviklingsland. Casestudiene viser behov for å forstå bedre sammenhenger og potensielle virkninger av klimaendringer på kritiske områder som transport, bosetninger og kystinfrastruktur.

For urban planlegging spesifikt, syntetiserer Mishra og Sadhu (2022) forskningsresultater rettet mot å bygge klimatilpasset urban infrastruktur. Det gis en systematisk litteraturgjennomgang av effekten av klimaendringer på ulike strukturelle belastninger, inkludert vind, snø, temperatur og samtidige risikoer, i ulike urbane infrastrukturer fra ulike globale regioner. Funnene i denne gjennomgangen kan tjene som verdifull informasjon for å se nærmere på og forbedre design- og vedlikeholdspraksis og for en mer klimabestandig urban infrastruktur.

Felles referanseliste

EEA (u.å.) Hvilke konsekvenser har klimaendringene i Europa?
<https://www.eea.europa.eu/no/help/ofte-stilte-sporsmal/hvilke-konsekvenser-har-klimaendringene-i-europa>

Aalen, P. og Bruvoll, A., E. Eidsvig, M. Frankmo, K. Ginsås, I. Hole, S. Navrud (2025): Metode for å hensynta klimarisiko i samfunnsøkonomiske analyser, Menon publikasjon nr 3/2025.
<https://menon.no/prosjekter/metode-for-samfunnsokonomiske-analyser-av-klimarisiko>

Aall, C., Aamaas, B., Aaheim, A., Alnes, K., van Oort, B., Dannevig, H., & Hønsi, T. (2018). Oppdatering av kunnskap om konsekvenser av klimaendringer i Norge (Cicero Rapport 2018:14, M-1209). CICERO Senter for klimaforskning & Vestlandsforskning. Finansiert av Miljødirektoratet.
<https://www.vestforsk.no/nn/publication/oppdatering-av-kunnskap-om-konsekvenser-av-klimaendringer-i-norge>

Aktürk G, and Dastgerdi AS. (2021). Cultural Landscapes under the Threat of Climate Change: A Systematic Study of Barriers to Resilience. Sustainability. 2021; 13(17):9974.
<https://doi.org/10.3390/su13179974>

Akvaplan NIVA (2020). Kunnskapsgrunnlag for nye arter i oppdrett.
<https://akvaplan.no/no/dokument/2020-01-13/del-ii-rapport-nye-oppdrettsarter-92776>

Alkishe AA, Peterson AT, Samy AM. Climate change influences on the potential geographic distribution of the disease vector tick Ixodes ricinus. PLoS One. 2017 Dec 5;12(12):e0189092. doi: 10.1371/journal.pone.0189092. PMID: 29206879; PMCID: PMC5716528.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29206879/>

Almås, A.-J., Lisø, K. R., Hygen, H. O., Øyen, C., Thue, J. V. (2011): An approach to impact assessments of buildings in a changing climate, Building Research & Information, 39(3), 227–238.
<https://doi.org/10.1080/09613218.2011.562025>

Angell, E. (2024). Myndighetenes policy om tining av permafrost og skred i Longyearbyen. Rapport nr.1-2024, NORCE H&S.pdf. <https://hdl.handle.net/11250/3128621>

Artsdatabanken (2018). Norsk rødliste for naturtyper 2018. Nedlastet 17. februar 2025
<https://www.artsdatabanken.no/rodlistefornaturtyper>

Artsdatabanken (2021a). Resultater. Norsk rødliste for arter 2021.
<https://www.artsdatabanken.no/rodlisteforarter2021/> Resultater Nedlastet 17. februar 2025

Artsdatabanken (2021b). Norsk rødliste for arter 2021. Publisert: 24. november 2021.
<https://artsdatabanken.no/lister/rodlisteforarter/2021/>

Artsdatabanken (2023). Stor satsning på dørstokkarter. Publisert 31.01.2023. Sist endret 13.02.2023.
<https://artsdatabanken.no/Pages/339554/>

Artsdatabanken (u.å). Natursystem - Natur i Norge.
<https://naturinorge.artsdatabanken.no/Natursystem>

Bakken, A. K., & Mittenzwei, K. (2023). Produksjonspotensial i jordbruket og nasjonal selvforsyning med mat. Utredning for Klimautvalget 2050. (NIBIO Rapport 9 (53) 2023). Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/3061331>

Bane NOR (2020): Bane NORs fjerde innspill Nasjonal transportplan 2022-2033. https://www.regjeringen.no/contentassets/5551896da6fa43659404d7d8a3411763/ntp-2022-2033-underlagsrapport-oppdrag-7_bane-nor.pdf

Bardalen, A. (2018). Klimarisiko og norsk matproduksjon. (NIBIO Rapport 4 (115) 2018). Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2567268>

Bardalen, A., Pettersen, I., Dombu, S. V., Rosnes, O., Mittenzwei, K., & Skulstad, A. (2022). Klimaendring utfordrer det norske matsystemet: Sammendragsrapport. NIBIO Bok, 8(4) 2022. Miljødirektoratet (M-2345). ISBN: 978-82-17-03131-4. ISSN: 2464-1189. Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/3013277>

Barlindhaug, S., Thuestad, A.E. og Myrvoll, E.R. (2017). Kulturminneovervåking på Svalbard. Metodeutvikling for "MOSJ - Miljøovervåking Svalbard og Jan Mayen". NIKU rapport 26/2017. ISSN 1503-4895. ISBN 978-82-8101-230-1

Beisland mfl. (2015): Et væravhengig kraftsystem - og et klima i endring, NVE-rapport 85. https://publikasjoner.nve.no/rapport/2015/rapport2015_85.pdf

Beitnes, S.S., Brendehauge, E.A., Rød, J.K., og Hagen, D. (2022). Klimatilpasning i nasjonalparker og naturområder. Forskningsrapport NTNU. <https://hdl.handle.net/11250/3039527>

Bertolin, C. & Sesana, E. (2023). Natural hazards affecting cultural heritage: assessment of flood and landslide risk for the 28 existing Norwegian stave churches. International Journal of Building Pathology and Adaptation. ISSN: 2398-4708

Bjørsvik E., Faugli P.E. (2013). Kulturminner i norsk kraftproduksjon. <https://nve.brage.unit.no/nve-xmlui/handle/11250/2500808>

Blennow, K., & Olofsson, E. (2008). The probability of wind damage in forestry under a changed wind climate. Climatic Change, 87(3-4), 347-360. DOI: 10.1007/s10584-007-9298-9 <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-007-9290-z>

Bonazza, A., Sardella, A., 2023: Climate Change and Cultural Heritage: Methods and Approaches for Damage and Risk Assessment Addressed to a Practical Application. Heritage 2023, 6(4), 3578-3589; <https://doi.org/10.3390/heritage6040190>

Bryhn, A. & Potthoff, K. (2018). Elevational treeline and forest line dynamics in Norwegian mountain areas – a review. Landscape Ecology 33: 1225-1245 <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2558242>

Bryn, A., Flø, B.E. (2011). Gjengroing i kulturlandskapet. Artikkel i Kulturarven 57, 2011. <https://bjornflo.com/wp-content/uploads/2014/01/2011-57-gjengroing-i-kulturlandskapet-s28-31.pdf>. Lest 27.03.2025

Bunkholt, N. S., Gullbrekken, L., Time, B., Kvande, T. (2021): Process induced building defects in Norway – development and climate risks, Journal of Physics: Conference Series 2069, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2069/1/012040>

Caminade C., McIntyre KM, Jones AE. Impact of recent and future climate change on vector-borne diseases. Ann N Y Acad Sci. 2019 Jan;1436(1):157-173. doi: 10.1111/nyas.13950. Epub 2018 Aug 18. PMID: 30120891; PMCID: PMC6378404. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30120891/>

Cardinale B.J., Duffy J.E., Gonzalez A., Hooper D.U., Perrings C., Venail P., Narwani A., Mace G.M., Tilman D., Wardle D.A., Kinzig A.P., Daily G.C., Loreau M., Grace J.B., Larigauderie A., Srivastava D.S., Naeem S.. Biodiversity loss and its impact on humanity. Nature. 2012 Jun 6;486(7401):59-67. doi: 10.1038/nature11148. Erratum in: Nature. 2012 Sep 13;489(7415):326. PMID: 22678280. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22678280/>

Cassar, Pender (2005). The impact of climate change on cultural heritage: evidence and response. In: Verger, I, (ed.) (Proceedings) ICOM Committee for Conservation: 14th Triennial Meeting. (pp. 610-616). James & James <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/5059/1/5059.pdf>

Casu A., Camardo Leggieri M, Toscano P, Battilani P. Changing climate, shifting mycotoxins: A comprehensive review of climate change impact on mycotoxin contamination. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2024 Mar;23(2):e13323. doi: 10.1111/1541-4337.13323. PMID: 38477222. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38477222/>

Choidis, P., Sharma, A., Grottesi, G., Kraniotis, D. (2022): Climate change impact on the degradation of historically significant wooden furniture in a cultural heritage building in Vestfold, Norway. E3S Web of Conferences, 2022•e3s-conferences.org

Choidis, P., Coelho, G. B. A., and Kraniotis, D. (2023). Assessment of frost damage risk in a historic masonry wall due to climate change, Adv. Geosci., 58, 157–175, <https://doi.org/10.5194/adgeo-58-157-2023>, 2023.

Cianconi P, Betrò S, Janiri L. The Impact of Climate Change on Mental Health: A Systematic Descriptive Review. Front Psychiatry. 2020 Mar 6;11:74. doi: 10.3389/fpsyt.2020.00074. PMID: 32210846; PMCID: PMC7068211. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32210846/>

Confesor, R., Bechmann, M., Deelstra, J., Øygarden, L. (2023). Store og ekstreme avrenningsepisoder i norske jordbruksområder. Dataanalyse fra JOVA-programmet. (NIBIO Rapport 9 (84) 2023). Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/3069581>

COWI (2022): Avinor risk assessment: Update of long-term climate change risk assessment of Avinor Airports. <https://avinor.no/globalassets/konsern/miljo-lokal/miljorapporter/avinor-climate-risk-assessment-updated2022-summary.pdf>

CRED (Cent. Res. Epidemiol. Disasters), USAID (US Agency Int. Dev.). 2020. Disaster year in review 2019. Cred Crunch Newsl 58, Cent. Res. Epidemiol. Disasters, Brussels. <https://cred.be/sites/default/files/CC58.pdf>

de Abreu,V. H. S, Santos, A. S., Monteiro, T. G. M. (2022): Climate Change Impacts on the Road Transport Infrastructure: A Systematic Review on Adaptation Measures, Sustainability 2022, 14(14), 8864; <https://doi.org/10.3390/su14148864>

Det Norske Videnskaps-Akademi (2020). Endringene i klima og naturmangfold forsterker hverandre. <https://dnva.no/detskjer/2020/11/endringene-i-klima-og-naturmangfold-forsterker-hverandre>

Díaz-Yáñez, O., Mola-Yudego, B., Eriksen, R., González-Olabarria, J.R., 2016. Assessment of the Main Natural Disturbances on Norwegian Forest Based on 20 Years of National Inventory. PLOS ONE 11, e0161361. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161361>

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (2017). Risiko- og sårbarhetsanalyse av norsk matforsyning. (HR-nummer: 2358) ISBN: 978-82-7768-422-2. <https://www.dsb.no/rapporter-og-evalueringer/risiko--og-sarbarhetsanalyse-av-norsk-matforsyning/>

Dombu, S. V., Bardalen, A., Strand, E., Henriksen, B., & Lamprinakakis, L. (2021). Norsk matsikkerhet og forsyningsrisiko: Rapport fra arbeidsgruppe i NIBIO (Revidert utgave). (NIBIO Rapport 7 (145) 2021). ISBN: 978-82-17-02905-2. Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2767673>

Easterling D.R., Meehl G.A., Parmesan C., Changnon S.A., Karl T.R., Mearns L.O. Climate extremes: observations, modeling, and impacts. Science. 2000 Sep 22;289(5487):2068-74. doi: 10.1126/science.289.5487.2068. PMID: 11000103. https://www.researchgate.net/publication/12323441_Climate_Extremes_Observations_Modeling_and_Impacts

Ebi KL, Vanos J, Baldwin JW, Bell JE, Hondula DM, Errett NA, Hayes K, Reid CE, Saha S, Spector J, Berry P. Extreme Weather and Climate Change: Population Health and Health System Implications. Annu Rev Public Health. 2021 Apr 1;42:293-315. doi: 10.1146/annurev-publhealth-012420-105026. Epub 2021 Jan 6. PMID: 33406378; PMCID: PMC9013542. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9013542/>

Eide og Lytskjold (2023). Vannkraftens kulturarv og dens rolle i stedsutviklingen. Side 234–246. <https://www.scup.com/doi/abs/10.18261/kp.116.3.11>

Evju, M., Olsen, S.L., Prestø, T., Vange, V., Bratli, H. & Töpper, J. (2023). Økologisk tilstand i naturlig åpne områder under skoggrensa. Bakgrunn, forslag til indikatorer og kunnskapsbehov. NINA Rapport 2341. Norsk institutt for naturforskning. <https://hdl.handle.net/11250/3096721>

Falconer, L., Sparboe, L. O., Dale, T., Hjøllø, S. S., Stavrakidis-Zachou, O., Bergh, Ø., James, P., Papandroulakis, N., Puvanendran, V., Siikavuopio, S. I., Hansen, Ø. J., & Ytteborg, E. (2024). Diversification of marine aquaculture in Norway under climate change. Aquaculture, 593, 741350. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.741350>

FHI (2019) Cyanobakterier (blågrønnalger), forgiftning - håndbok for helsepersonell. Lest 10. mars 2025 (publikasjonen oppdateres jevnlig). <https://www.fhi.no/sm/smittevernhandboka/sykdommer-a-a/cyanobakterier/?term=>

FHI (2021) Antibiotikaresistens i Norge. Les 17. mars 2025 (publikasjonen oppdateres jevnlig). <https://www.fhi.no/he/folkehelse rapporten/smitte/resistens/?term=#hvordan-spre-antibiotikaresistens-seg>

FHI (2022) Klimaendringer og helse. Lest 6. mars 2025 (publikasjonen oppdateres jevnlig). <https://www.fhi.no/he/folkehelse rapporten/miljo/klima-og-helse/?term=>

FHI (2023) Klimaendringer: Sårbarhet og tilpasningsbehov i helse- og omsorgssektoren i Norge. <https://www.fhi.no/contentassets/cbd0e04c01f54534976c118ebf12863f/klimaendringer--sarbarhets-og-tilpasningsbehov-i-helse--og-omsorgssektoren-i-norge-rapport-2023.pdf>

FHI og Miljødirektoratet (2013) Luftkvalitetskriterier Virkninger av luftforurensning på helse. <https://fhi.brage.unit.no/fhi-xmlui/bitstream/handle/11250/2711158/L%C3%A5g-20139-Luftkvalitetskriterier.pdf?sequence=2>

Filho, W. L., Abeldaño Zúñiga, R. A., Sierra, J., Dinis, M. A., Corazza, L., Nagy, G. J., Aina, Y. (2024): An assessment of priorities in handling climate change impacts on infrastructures, Scientific Reports volume 14, Article number: 14147

Filippini T, Paduano S, Veneri F, Barbolini G, Fiore G, Vinceti M. Adverse human health effects of climate change: an update. Ann Ig. 2024 May-Jun;36(3):281-291. doi: 10.7416/ai.2024.2595. Epub 2024 Feb 1. PMID: 38303639. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38303639/>

Finci A., Svennerud M., Smedshaug C. A., Rustad L.J.R., 2023. Norsk selvforsyning av matvarer – status og potensial. https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/3105805/NIBIO_RAPPORT_2023_9_137.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Fiskeridirektoratet (2024). Årsrapport 2024. <https://www.fiskeridir.no/Om-oss/AArsrapport>

Flyen A.-C. og Mattsson J. (2017) Permafrost og fundamenteringsforhold for kulturminner i Longyearbyen. Klimaendringer på Svalbard, oppdragsrapport 42/2017 <https://niku.brage.unit.no/niku-xmlui/handle/11250/2607975>

Flyen, A.C. (2024) Polare kulturminner under press. En studie av påvirkning fra menneskelig slitasje og naturlig nedbrytning i et klima under endring. [Doctoral dissertation, Norwegian University of Science and Technology (NTNU)] <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/3126619>

Flyen, A.C., Flyen, C., and Hegnes, A.W., (2023). Exploring Vulnerability Indicators: Tourist Impact on Cultural Heritage Sites in High Arctic Svalbard. Heritage 2023, 6(12), 7706-7726; <https://doi.org/10.3390/heritage6120405>

Flyen, A.C; Flyen, C; Mattsson, J. (2020) Climate change impacts and fungal decay in vulnerable historic buildings at Svalbard. E3S Web of Conferences 2020; Volume 172. https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/32/e3sconf_nsb2020_20006.pdf

Flyen, C., Hauge, Å.L., Almås, A.-J. and Godbolt, Å.L. (2018), "Municipal collaborative planning boosting climate resilience in the built environment", International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment, Vol. 9 No. 1, pp. 58-69. <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-10-2016-0042>

FN (2025). FNs naturavtale. Sist oppdatert: 14.03.2025. <https://fn.no/avtaler/miljoe-og-klima/fns-naturavtale>

FN-sambandet (2025, 12 mars). Naturavtalen på norsk. Naturavtalen-på-norsk.pdf

Follestad, A., Evju, M. & Ødegaard, F. (2011). Effekter av klimaendringer for havstrand. - NINA Rapport 667, 74 s. Microsoft Word - Havstrand - NINA-rapport 667.docx

Forsgren, E., Aarrestad P.A, Gundersen, H., Christie, H., Friberg, N., Jonsson, B., Kaste, Ø., Lindholm, M., Nilsen, E.B., Systad, G., Veiberg, V. & Ødegaard, F. (2015). Klimaendringenes påvirkning på naturmangfoldet i Norge - NINA Rapport 1210. 133 s. <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2366200>

Forskning.no (2019). Nordmenn og saudiarabere er minst bekymret for klimaet, viser nettundersøkelse. <https://www.forskning.no/klima/nordmenn-og-saudiarabere-er-minst-bekymret-for-klimaet-viser-nett-undersokelse/1563699>

Forzieri G, Cescatti A, E Silva FB, Feyen L. (2017). Increasing risk over time of weather-related hazards to the European population: a data-driven prognostic study. *Lancet Planet Health*. 2017 Aug;1(5):e200-e208. doi: 10.1016/S2542-5196(17)30082-7. Epub 2017 Aug 4. PMID: 29851641. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29851641/>

Forzieri mfl. (2016): Escalating impacts of climate extremes on critical infrastructures in Europe, *Global Environmental Change*, Volume 48, January 2018, Pages 97-107, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.11.007>

Framstad, E., Berglund, H., Jacobsen, R.M., Jakobsson, S. mfl. (2021). Vurdering av økologisk tilstand for skog i Norge i 2020. <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2739886>

Framstad, E., Eide, N.E., Eide, W., Klanderud, K., Kolstad, A. mfl. (2022). Vurdering av økologisk tilstand for fjell i Norge i 2021. <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2835387>

García-León D, Masselot P, Mistry MN, Gasparrini A, Motta C, Feyen L, Ciscar JC. Temperature-related mortality burden and projected change in 1368 European regions: a modelling study. *Lancet Public Health*. 2024 Sep;9(9):e644-e653. doi: 10.1016/S2468-2667(24)00179-8. Epub 2024 Aug 21. PMID: 39181156. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39181156/>

Godde, C. M., Mason-D'Croz, D., Mayberry, D. E., Thornton, P. K., & Herrero, M. (2021). Impacts of climate change on the livestock food supply chain; a review of the evidence. *Global Food Security*, 28, 100488. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100488>

Graham H, White P, Cotton J, McManus S. Flood- and Weather-Damaged Homes and Mental Health: An Analysis Using England's Mental Health Survey. *Int J Environ Res Public Health*. 2019 Sep 5;16(18):3256. doi: 10.3390/ijerph16183256. PMID: 31491859; PMCID: PMC6765946. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31491859/>

Granberg, M., Jernæs, N.K., Martens, V.V., Simon Nielsen, V., and Haugen, A., 2022: Effects of Climate-Related Adaptation and Mitigation Measures on Nordic Cultural Heritage. *Heritage* 2022, 5(3), 2210-2240; <https://doi.org/10.3390/heritage5030116>

Gregow, H., Laaksonen, A., Alper, M.E., (2017). Increasing large scale windstorm damage in Western, Central and Northern European forests, 1951–2010. *Sci Rep* 7, 46397. <https://doi.org/10.1038/srep46397>

Grossi, C.M., Brimblecombe, P., and Harris, I. (2007). Predicting long term freeze–thaw risks on Europe built heritage and archaeological sites in a changing climate. *Science of The Total Environment*, Volume 377, Issues 2–3, 2007, Pp. 273-281, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2007.02.014>

Hamon K. G, Kreiss C. M. , Pinnegar J.K., Bartelings H. , Batsleer J., Catalán I. A. , Damalas D., Poos J., Rybicki S., Sailley S. F., Sgardeli V. & Pec M.A., (2021) Future Socio-political Scenarios for Aquatic Resources in Europe: An Operationalized Framework for Marine Fisheries Projections. *Frontiers*, 8, 578416. <https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2021.578516/full>

Handberg, Ø., Arnesen, T. Bruvoll, A. (2023). Kunnskapsstatus. Prising av klimarisiko i transportsektoren, Menon publikasjon nr 37/2023. <https://menon.no/uploads/images/2023-37-Prising-av-klimarisiko.pdf>

Handeland, K, Davidson, R.K., Viljugrein. H., Mossing, A., Meisingset, E., Heum, M. Strand, Ol, Isaksen, K. (2019). *Elaphostrongylus* and *Dictyocaulus* infections in Norwegian wild reindeer and red deer populations in relation to summer pasture altitude and climate 2017. *International J for Parasitology: Parasites and Wildlife*: 10(188-105). <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2019.09.003>

Hänninen, H. (2006). Climate warming and the risk of frost damage to boreal forest trees: identification of critical ecophysiological traits. *Tree Physiol.* 26(7):889-98.

Hansen, I., Eilertsen, S. M., Kapfer, J., Wagner, G., Bjørn, T.-A., Smuk, S. R., Ystad, E., og Tenge, I. (2021). Kartlegging av forskning på reindriftsområdet – kunnskapsgrunnlag og forskningsbehov. NIBIO Rapport nr. 7/187/2021. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2835162>

Hansen, I., Eilertsen, S. M., Sørensen, O. J., Mørk, T., Bråthen, K. A., Johansen, B., Moa, P. F., Risvoll, C., Sandström, C., og Winje, E. (2019). Tap av tamrein – et kunnskapsgrunnlag (NIBIO Rapport nr. 5/174/2019). Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2644088>

Hanssen-Bauer, I., Førland, E.J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer, S., Nesje, A., Nilsen, J.E.Ø., Sandven, S., Sandø, A.B., Sorteberg, A. & Ådlandsvik, B. red. (2015). Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. – Norsk klimaservicesenter. Rapport 2/2015. <https://klimaservicesenter.no/kss/rapporter/kin2100>

Harder-Lauridsen NM, Kuhn KG, Erichsen AC, Mølbak K, Ethelberg S. Gastrointestinal illness among triathletes swimming in non-polluted versus polluted seawater affected by heavy rainfall, Denmark, 2010-2011. *PLoS One*. 2013 Nov 7;8(11):e78371. doi: 10.1371/journal.pone.0078371. PMID: 24244306; PMCID: PMC3820603. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3820603/>

Hauge, A., Haukås, T., Rivedal, S., & Deelstra, J. (2020). Drenering og klimagassutslipp. Virkning av drenering på klimagassutslipp, arealomfang og tiltaksanalyse (NIBIO Rapport 6 (6) 2020). Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2638981>

Haugen A, Bertolin C, Leijonhufvud G, Olstad T, Broström T. A Methodology for Long-Term Monitoring of Climate Change Impacts on Historic Buildings. *Geosciences*. 2018; 8(10):370. <https://doi.org/10.3390/geosciences8100370>

Haugen, A., Jernæs, N.K., Granberg, M., Simon, V., & Martens, V. (2022). Klimatilpasningstiltak og kulturarv: Muligheter og oppmerksomhetspunkter ved studier av klimatilpasningstiltak og konsekvenser for kulturmiljøer og kulturminner. Nordic Council of Ministers. <https://norden.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1636033&dsid=-976>

Havforskningsinstituttet (2022). Risikoanalyse for de norske havområdene om direkte og indirekte virkninger av klimaendringer på marine økosystemer under ulike utslippsscenarioer – Risikoanalyse hav og klima (Rapport fra havforskningen nr. 2022-41). Havforskningsinstituttet. <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2022-41>

Havforskningsinstituttet (2023). Status for miljøet i norske havområder—Rapport fra Overvåkingsgruppen 2023. I. Vee, S. Frantzen, G. van der Meeren, & P. Arneberg (Red.), Rapport fra havforskningen 2023-24 (ISSN: 1893-4536). Publisert 29.03.2023. Oppdatert 09.02.2025. <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2023-24>

Helsedirektoratet (2021) Sektorrapport for folkehelse 2021. <https://www.helsedirektoratet.no/rapporter/sektorrapport-om-folkehelse>

Helsedirektoratet (2024). Utviklingen i norsk kosthold 2023. Matforsyningsstatistikk. <https://www.helsedirektoratet.no/rapporter/utviklingen-i-norsk-kosthold>

Herrador BG, Lund V, Fonahn W, Hisdal H, Hygen HO, Hyllestad S, Nordeng Z, Skaland RG, Sunde LS, Vold L, White R, Wong WK, Nygård K. Heavy weather events, water quality and gastroenteritis in Norway. *One Health*. 2021 Aug 4;13:100297. doi: 10.1016/j.onehlt.2021.100297. PMID: 34401456; PMCID: PMC8353464. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34401456/>

Hillestad, M.E., & Bungert, A. (2019). Kornhøsting i våtere klima. (Rapport 2-2019) AgriAnalyse. ISSN 18941192. <https://www.agrianalyse.no/publikasjoner/kornhosting-i-vatere-klima-article1004-856.html>

Hjemdahl, A.S. (2024). Levende kulturarv - Sameksistens og økologiske perspektiv. Rapport Telemarksforskning 810/2024. ISBN: 978-82-336-0666-4. ISSN: 2703-7894

Hlásny, T., S. Zimová, K. Merganičová, P. Štěpánek, R. Modlinger, & M. Turčáni. (2021). Devastating outbreak of bark beetles in the Czech Republic: Drivers, impacts, and management implications. *Forest Ecology and Management* 490:119075. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037811272100164X>

Hofgaard, A., Kyrkjeeide, M. O. & Myklebost, H. E. (2020). Palsmyr – en naturtype vi er i ferd med å miste. NINA Temahefte 80. Norsk institutt for naturforskning. [ninatemahefte80.pdf](#)

Höglind, M., Persson, T., Østrem, L., Jørgensen, M., Dalmannsdottir, S., & Rognli, O.A. (2016). Effekter av endret klima og behov for tilpasninger – Norsk grovfôrproduksjon. Fagnotat. Vedlegg til: Eid Hohle, Erik. (2016). Landbruk og Klimaendringer – Rapport fra Arbeidsgruppe. (Rapport avgitt 19.02.2016). <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/landbruk-og-klimaendringer/id2476376/>

Hollesen, J., Callanan, M., Dawson, T., Fenger-Nielsen, R., Friesen, T. M., Jensen, A. M., ... & Rockman, M. (2018). Climate change and the deteriorating archaeological and environmental archives of the Arctic. *Antiquity*, 92(363), 573-586. <https://www.cambridge.org/core/journals/antiquity/article/climate-change-and-the-deteriorating-archaeological-and-environmental-archives-of-the-arctic/AB1238067F7DAB646DE91C937047B916>

Holm, T.B. (2023): Barrierar for klimatilpassing på veg. Ei undersøking av nasjonale og regionale vegaktørar. VF-rapport 11-3Hooper, D., Chapin, F., Ewel, J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J., Lodge, D., Loreau, M., mfl. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a

consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75 (1): 3–35. <https://doi.org/10.1890/04-0922>

IPCC (2022). Sixth assessment report.

IPCC (2021) Summary for Policymakers. In: Masson-Delmotte V, Zhai P, Pirani A, mfl. (Eds) *Climate Change 2021: The physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_Stand_Alone.pdf

IPCC (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S.L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M.I., Huang, M., Leitzell, K., IPCC (2022): *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. IPCC. <https://www.ipcc.ch/>

Jaakkola JJK, Juntunen S, Näkkäläjärvi K. The Holistic Effects of Climate Change on the Culture, Well-Being, and Health of the Saami, the Only Indigenous People in the European Union. *Curr Environ Health Rep*. 2018 Dec;5(4):401-417. doi: 10.1007/s40572-018-0211-2. PMID: 30350264; PMCID: PMC6306421. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40572-018-0211-2>

Jaboksson S. & Pedersen B. (2020). *Naturindeks for Norge 2020. Tilstand og utvikling for biologisk mangfold*. <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2686068>

Jacobsen, J. K. S., Leiren, M., Saarinen, J. (2016): Natural Hazard Experiences and Adaptations. *Norwegian Journal of Geography* 70 (5): 2Jernæs, N. K., Flyen, C., & Taylor, J. (2023). Cycles of change: enhancing collaboration and communication in Norwegian municipalities to strengthen heritage preparedness for extreme events. *Journal of the Institute of Conservation*, 46(3), 205–223. <https://doi.org/10.1080/19455224.2023.2257263>

Jump, Alistair S., Csaba Mátyás, & Josep Peñuelas. (2009). The altitude-for-latitude disparity in the range retractions of woody species. *Trends in Ecology & Evolution* 24 (12):694-701. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.06.007>.

Jørgensen, M., Bakken, A.K., Lunnan, T., og Østrem, L. (2018). Forvaltning av ettervekst i eng i varmere og våtere høstmåneder. (NIBIO Rapport 4 (34) 2018). Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2490264>

Jørgensen, E. K., Martens, V. V., Solem, D. Ø. E., & Nau, E. (2025). A Novel Protocol for Reconstructing Depositional Histories of Anthropogenic, Sedimentary Records: the Case of the Holocene-Deep Kirkhellaren Cave Deposits in Coastal Arctic Norway. *Journal of Field Archaeology*, 50(1), 60–80. <https://doi.org/10.1080/00934690.2024.2426958>

Kartverket (2024) Lest 24. mars 2025. Future Sea Level Along the Norwegian Coast. <https://www.kartverket.no/en/at-sea/se-havniva/sea-level/future-sea-level-along-the-norwegian-coast>

Kartverket (u.å.): Se havnivå i kart. https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva/kart?zoom=6¢er=68680,7189212&locationId=&year=2100&layer=stormflo200ar_klimaar2100

Kaslegard, A. (2010). Klimaendringer og kulturarv i Norden. Rapport for Nordisk Ministerråd TemaNord 2010:590. ISBN 978-92-893-2156-3. <https://www.norden.org/no/publication/klimaendringer-og-kulturarv-i-norden>

Kausrud K.L., Vandvik V., Flø D., Geange S.R., Hegland S.J., Hermansen J.S., mfl. (2022). Impacts of climate change on the boreal forest ecosystem. Scientific Opinion of the Panel on Alien Organisms and Trade in endangered species (CITES) of the Norwegian Scientific Committee for Food and Environment. VKM Report 2022:15, ISBN: 978-82-8259-390-8, ISSN: 2535-4019. Norwegian Scientific Committee for Food and Environment (VKM), Oslo, Norway. ([lenke](#))

Kautz, L. A., O. Martius, S. Pfahl, J. G. Pinto, A. M. Ramos, P. M. Sousa, & T. Woollings. (2022). Atmospheric blocking and weather extremes over the Euro-Atlantic sector – a review. Weather Clim. Dynam. 3 (1):305-336. <https://doi.org/10.5194/wcd-3-305-2022>.

Kim, K. H., Kabir, E., & Ara Jahan, S. (2014). A Review of the Consequences of Global Climate Change on Human Health. Journal of Environmental Science and Health, Part C, 32(3), 299–318. <https://doi.org/10.1080/10590501.2014.941279>

Kommunal- og regionaldepartementet (2009). Bygg for framtida. Miljøhandlingsplan for bolig- og byggsektoren 2009–2012. https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/krd/vedlegg/boby/handlingsplaner/h-2237_web.pdf

Kos J, Anić M, Radić B, Zadavec M, Janić Hajnal E, Pleadin J. Climate Change-A Global Threat Resulting in Increasing Mycotoxin Occurrence. Foods. 2023 Jul 14;12(14):2704. doi: 10.3390/foods12142704. PMID: 37509796; PMCID: PMC10379110. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37509796/>

Kotova, L., Leissner, J., Winkler, M. mfl. Making use of climate information for sustainable preservation of cultural heritage: applications to the KERES project. Herit Sci 11, 18 (2023). <https://doi.org/10.1186/s40494-022-00853-9>

Kreyling, J. (2010). Winter climate change: a critical factor for temperate vegetation performance. Ecology, 91(7), 1939-1948. DOI: 10.1890/09-1160.1 <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/09-1160.1>

Kristiansen, T., Kvile, K. Ø., Aune, M., Jensen, J., Bellerby, R. mfl. (2022). Klimapåvirkning på viktige kystvannsarter. NIVA-rapport;7773-2022. Miljødirektoratet-rapport;M-2344/2022. <https://niva.brage.unit.no/niva-xmlui/handle/11250/3031263>

Kristiansen, T., Kvile, K.Ø., Aune, M., Jensen, J., Bellerby, R., Skjellum, S.F., Hairabedian, G. (2022). Klimapåvirkning på viktige kystvannsarter. NIVA-rapport L.NR. 7773-2022. <https://imr.brage.unit.no/imr-xmlui/handle/11250/3044025>

KSS (2024). Klimapåslag. Sist oppdatert november 2024. <https://klimaservicesenter.no/kss/laer-mer/klimapaslag>

KSS (u.å., a): Klimaframskrivninger
https://klimaservicesenter.no/climateprojections?index=air_temperature&period=Annual&scenario=RCP45&area=NO

KSS (u.å., b): Klimaprofilene - et kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning
<https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/om>

Kvalvik, I., Dalmannsdottir, S., Dannevig, H., Hovelsrud, G., Rønning, L., & Uleberg, E. (2011). Climate change vulnerability and adaptive capacity in the agricultural sector in Northern Norway. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 61(sup1), 27–37.
<https://doi.org/10.1080/09064710.2011.627376>

Kviklys, D., Frøyenes, O., Meland, M. (2023). Introduction of new fruit crops to Norway.
<https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/3055383>

Kystverket (2023): Kystverkets forslag til prioritering av ressursbruk i perioden 2025-2036, *notat*.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/f517f097ff11468fbb8087f6bc981c43/kystverket/svar-pa-prioriteringsoppdrag-ntp-2025-2036.pdf>

Landbruks- og matdepartementet. (2023). Klimatilpasning i reindriften - Rapport fra arbeidsgruppe.
<https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/klimatilpasning-i-reindriften/id3025418/>

Landbruksdirektoratet (2023). Råvarestatistikk.
<https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/statistikk-ogutviklingstrekk/utvikling-i-jordbruket/ravarestatistikk>

Landbruksdirektoratet. (2024). Totalregnskap for reindriftsnæringen. Regnskap 2023 og budsjett 2024.
<https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/nyhetsrom/rapporter/totalregnskap-for-reindriftsnaeringen>

Lange, Holger & Økland, Bjørn & Krokene, Paal. (2006). Thresholds in the life cycle of the spruce bark beetle under climate change. *Interjournal Complex Syst.* 1648.
https://www.researchgate.net/publication/228511956_Thresholds_in_the_life_cycle_of_the_spruce_bark_beetle_under_climate_change

Larsen O.M. (2015). Climate change is here to stay: Reviewing the impact of climate change on airport infrastructure. *Journal of Airport Management*, 9 (3), 264-269 (2015).
<https://doi.org/10.69554/wsqr3101>

Leonhardt M, Granrud MD, Bonsaksen T, Lien L. Associations between Mental Health, Lifestyle Factors and Worries about Climate Change in Norwegian Adolescents. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Oct 7;19(19):12826. doi: 10.3390/ijerph191912826. PMID: 36232127; PMCID: PMC9565126.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36232127/>

Lindholm, M., Stordal, F., Hessen, D.O., Moe, S.J. & Aass, P. (2012). Climate driven range retraction of an Arctic freshwater crustacean. - *Freshwater Biology* 57: 591–2601.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/fwb.12030>

Lisø, K. R., Time, B., Kvande, T., Førland, E. (2020). Building enclosure performance in a more severe climate. Kapittel i bok: *Research in Building Physics*. <https://doi.org/10.1201/9781003078852-45>

Liu J, Varghese BM, Hansen A, Xiang J, Zhang Y, Dear K, Gourley M, Driscoll T, Morgan G, Capon A, Bi P. Is there an association between hot weather and poor mental health outcomes? A systematic review and meta-analysis. *Environ Int.* 2021 Aug;153:106533. doi: 10.1016/j.envint.2021.106533. Epub 2021 Mar 30. PMID: 33799230. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33799230/>

Loeng, H., Ottersen, G., Svenning, M.A. & Stien, A. (2010). Effekter på økosystemer og biologisk mangfold: klimaendringer i norsk Arktis. *NorACIA delutredning 3*. <https://brage.npolar.no/npolar-xmlui/handle/11250/173264>

Lundgren Kownacki K, Gao C, Kuklane K, Wierzbicka A. Heat Stress in Indoor Environments of Scandinavian Urban Areas: A Literature Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2019 Feb 15;16(4):560. doi: 10.3390/ijerph16040560. PMID: 30769945; PMCID: PMC6406735. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6406735/>

Machado Nunes Romeiro, J., Gohli, J., Krokene, P., Eid, T., Antón Fernández, C., (2024). Bark beetle damage in Norwegian forests: a study of model suitability and projected impact under climate change. *Scandinavian Journal of Forest Research* 39, 30–43. <https://doi.org/10.1080/02827581.2023.2289648>

Magnussen, K., Bjerke, J. W., Brattland, C., Nybø, S. Vermaat, J. (2018). Verdier av økosystemtjenester fra våtmark. Menon Publikasjon nr. 42/2019. 2018-42-Verdien-av-økosystemtjenester-i-våtmark.pdf

Mahecha, M. D., Bastos, A., Bohn, F. J., Eisenhauer, N., Feilhauer, H., Hickler, T., mfl. (2024). Biodiversity and climate extremes: Known interactions and research gaps. *Earth's Future*, 12, e2023EF0039. <https://doi.org/10.1029/2023EF003963>

Malhi, Y., Franklin, J., Seddon, N., Solan, M., Turner, M.G., Field, C.B., mfl. (2020). Climate change and ecosystems: threats, opportunities and solutions. *Philosophical transactions B* 375: 20190104. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2019.0104>

Martens, V. V. (2016). Preserving Rural Settlement Sites in Norway? Investigations of Archaeological Deposits in a Changing Climate. [PhD-Thesis – Research external, graduation internal, Vrije Universiteit Amsterdam].

Martens, V.V., Amundsen, C.E. and Bergersen, O. (2013). Research on Conservation State and Preservation Conditions in Unsaturated Archaeological Deposits in Oslo. Chapter in book, Preserving Archaeological Remains in Situ, Routhledge, ISBN: 9781315089508

Martens, V.V., Bergersen, O., Vorenhout, M., Sandvik, P.U. and Hollesen, J. (2016). Research and Monitoring on Conservation State and Preservation Conditions in Unsaturated Archaeological Deposits of a Medieval Farm Mound in Troms and a Late Stone Age Midden in Finnmark, Northern Norway. *Conservation and Management of Archaeological Sites*, 18:1-3, 8-29, DOI: 10.1080/13505033.2016.1181930

Marzeion B. Og Levermann A. (2014) Loss of cultural world heritage and currently inhabited places to sea-level rise. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/9/3/034001>

McInnes mfl. (2015). Klimaendringenes betydning for Statnett sine overføringsanlegg. <https://www.statnett.no/globalassets/om-statnett/strategi-og-samfunnsansvar/klimaendringenes-betydning-for-statnett-sine-overforingsanlegg-27-2015.pdf>

Meld. St. 16 2019–2020 (2020). Nye mål i kulturmiljøpolitikken Engasjement, bærekraft og mangfold. Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-16-20192020/id2697781/>

Meld. St. 21 2023-2024 (2024). Helhetlige forvaltningsplaner for de norske havområdene. Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-21-20232024/id3032474/?ch=1>

Meld. St. 26 2022–2023 (2023). Klima i endring – sammen for et klimarobust samfunn. Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-26-20222023/id2985027/>

Meld. St. 27 (2023-2024). Tryggare framtid – førebudd på flaum og skred. Det kongelige energidepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-27-20232024/id3041181/>

Meld. St. 35 (2023-2024). Bærekraftig bruk og bevaring av natur. Norsk handlingsplan for naturmangfold. Det kongelige klima- og miljødepartement. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-35-20232024/id3054780/>

Menon (2023). Sjømatens betydning for matvareberedskap i Norge. <https://menon.no/prosjekter/sjomatens-betydning-for-matvareberedskap-i-norge>

Merlin, M., Hysten, G., Vergarechea, M., Bright, R.M., Eisner, S., Solberg, S. (2024). Climate-growth relationships for Norway spruce and Scots pine remained relatively stable in Norway over the past 60 years despite significant warming trends. Forest Ecology & Management 569, 122180. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.122180>

Miljødirektoratet (2020). Naturmangfold og klima. Rapport M-1807. Naturmangold og klima: Muligheter for vinn-vinn politikktutforming - miljødirektoratet.no

Miljødirektoratet (2023). Klimautfordringer. Klimaendringene gir nye og endrede utfordringer for natur og samfunn. Sist oppdatert 13.12.2023. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/klimatilpasning/klimatilpasning-krever-kunnskap/klimautfordringer/>

Miljødirektoratet (2024a): Klimatilpasning i infrastruktur og samferdselssektoren. Sist oppdatert 27.06.2024. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/klimatilpasning/klimatilpasning-i-sektorer/infrastruktur-og-samferdsel/>

Miljødirektoratet (2024b). Klimatilpasning i vann og avløpssektoren. Sist oppdatert 27.06.2024. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/klimatilpasning/klimatilpasning-i-sektorer/vann-og-avlop/> Miljødirektoratet (2025). Klimaendringer og helse. Lest 10. mars 2025. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/klimatilpasning/klimatilpasning-i-sektorer/helse/>

Miljødirektoratet (2025). Veileder: Hvordan ta hensyn til klimaendringer i plan? Sist oppdatert 28.02.2025. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/klimatilpasning/veiledning-til-statlige-planretningslinjer-for-klimatilpasning/nodvendig-kunnskap/>

Mishra, V., Sadhu, A. (2022): Towards the effect of climate change in structural loads of urban infrastructure: A review, Sustainable Cities and Society, Volume 89, February 2023, 104352. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670722006564?via%3Dihub>

Mohammed,H. and Tveten,A. K. and Seidu,R., 20193339344, English, Journal article, UK, doi:10.1016/j.jhydrol.2019.04.021, 0022-1694, 573, Oxford, Journal of Hydrology (Amsterdam), (676–687), Elsevier Ltd, Modelling the impact of climate change on flow and E. coli concentration in the catchment of an ungauged drinking water source in Norway., (2019) <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20193339344>

Molteberg, E.L., & Vågen, I.M. (2016). Effekter av endret klima og behov for tilpasninger – Norsk grønnsak- og potetproduksjon. Fagnotat. Vedlegg til: Eid Hohle, Erik. (2016). Landbruk og Klimaendringer – Rapport fra Arbeidsgruppe. (Rapport avgitt 19.02.2016). <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/landbruk-og-klimaendringer/id2476376/>

Nationella expertrådet för klimatanpassning (2022). Första rapporten från Nationella expertrådet för klimatanpassning, <https://klimatanpassningsradet.se/publikationer/forsta-rapporten-fran-nationella-expertradet-for-klimatanpassning>

Navrud, S. (2024): Samfunnsøkonomisk nytteverdi av sikringstiltak mot overvann, flom og skred. Kapittel 6 (s. 201–219) i S. Taubøll (red.): Flom, skred og juss, Cappelen Damm Forskning, Oslo. Flom, skred og juss | Cappelen Damm Forskning. <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2335738>

NCCS (2015). Klima i Norge 2100, NCCS report no. 2/2015, <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m406/m406.pdf>

NCCS (2019). Climate in Svalbard 2100 - a knowledge base for climate adaptation, report 1 (2019).

NGI (2022). KlimaVei: Klimapåvirkning. NGI-rapport 20210107- 01-R. Skrede, H., Body, N.S., Jaedicke, C. Oslo: Norges Geologiske Institutt. https://www.ngi.no/globalassets/bilder/prosjekter/klimavei/20210107-01-r_klimapavirkning_final.pdf

NGI (2025). KlimaVei - Klimatilpasning og Vegtransport. Eksempelstudier. Eidsvig, U., Skrede, H., Body, N.S., Gislås, K., Handberg, Ø.N., Frankmo, M.A., Aalen, P., Hole, I.N. NGI-rapport 20210107-02-R. Oslo: Norges Geologiske Institutt. https://www.ngi.no/globalassets/bilder/prosjekter/klimavei/20210107-02-r_eksempelstudier_final_uten-vedlegg.pdf

NGI (u.å.). Vurdering av risiko- og sårbarhet for naturfare i tidlig planfase. <https://www.ngi.no/prosjekter/vurdering-av-risiko--og-sarbarhet-for-naturfare-i-tidlig-planfase/>

Nicu, I. C., & Fatorić, S. (2023). Climate change impacts on immovable cultural heritage in polar regions: A systematic bibliometric review. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, 14(3), e822. <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wcc.822>

Nicu, I. C., Lombardo, L., & Rubensdotter, L. (2021). Preliminary assessment of thaw slump hazard to Arctic cultural heritage in Nordenskiöld Land, Svalbard. Landslides, 18(8), 2935-2947. <https://niku.brage.unit.no/niku-xmlui/handle/11250/2755455>

Niittynen, P., Heikkinen, R.K., Luoto, M. (2018) Snow cover is a neglected driver of Arctic biodiversity loss. Nature Climate Change 8(11). https://www.researchgate.net/publication/328430611_Snow_cover_is_a_neglected_driver_of_Arctic_biodiversity_loss

NIKU (2019) Publisert 20. August 2019, sist oppdatert 21. August 2019. How Cultural Heritage is threatened by nature and tourists in the Arctic. <https://www.niku.no/en/2019/08/how-cultural-heritage-is-threatened-by-nature-and-tourists-in-the-arctic/>

NIKU (u.å.) Klima-MOV: Konsekvensene av klimabelastningene på fredete bygninger. <https://www.niku.no/prosjekter/konsekvensene-av-klimabelastning-pa-fredete-bygninger/>

Nilu (2019) Rekordsommeren 2018 førte til høye nivåer av helseskadelig luftforurensning. Publisert 26. juni 2019. <https://nilu.no/2019/06/rekordsommeren-2018-for-te-til-hoye-nivaer-av-helseskadelig-luftforurensning/>

NINA (u.å.). Felles natur – og klimakur. <https://www.nina.no/Natur-og-klima/Felles-natur-og-klimakur> hentet 12. mars 2025.

Nofima (2021) Varmere hav er dårlig nytt for oppdrettslaksen. <https://nofima.no/resultater/varmere-hav-er-darlig-nytt-for-oppdrettslaksen/>

Norges institusjon for menneskerettigheter. (2024). Canary in the Coal Mine - Sámi Rights and Climate Change in Norway. <https://www.nhri.no/en/report/canary-in-the-coal-mine>

Norges vassdrags- og energidirektorat (2019). Vannkraftverkene i Norge får mer tilsig. https://publikasjoner.nve.no/rapport/2019/rapport2019_50.pdf

Norges vassdrags- og energidirektorat (2021). Klimatilpasning i kraftforsyningen (NVE rapport nr. 11/2021). Norges vassdrags- og energidirektorat. https://publikasjoner.nve.no/rapport/2021/rapport2021_11.pdf

Norsk institutt for bioøkonomi (2024). Plantedyrking i et endret klima. Nettside. Hentet 03.03.2025 fra: <https://nibio.no/tema/miljo/tiltaksveileder-for-landbruket/klimatilpasning/plantedyrking-i-et-endret-klima>

Norsk klimaservicesenter (2024): Sea-Level Rise and Extremes in Norway - Observations and Projections Based on IPCC AR6, NCCS report 1/2024, <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2024/april-2024/sea-level-rise-and-extremes-in-norway/>

Norsk klimaservicesenter (u.å.). Klimaframskrivninger. https://klimaservicesenter.no/climateprojections?index=air_temperature&period=Annual&scenario=RCP45&area=NO

Nortura (2018, 15. august). Avlingssvikt – men hold produksjonen oppe! Nortura Medlem. Hentet 03.03.2025 fra: <https://medlem.nortura.no/storfe/siste-nytt/grovforkrisen/avlingssvikt-men-hold-produksjonen-oppe>

NOU 2010:10 (2010). Tilpassing til eit klima i endring. Klima- og miljødepartementet <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2010-10/id624355/>

NOU 2013: 10 (2023). Naturens goder – om verdier av økosystemtjenester. Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2013-10/id734440/>

NOU 2023:17 (2023). Nå er det alvor – Rustet for en usikker fremtid. Landbruks- og matdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2023-17/id2980114/>

NOU 2023:25 (2023). Omstilling til lavutslipp. Veivalg for klimapolitikken mot 2050. Klima- og miljødepartementet. <https://files.nettsteder.regjeringen.no/wpuploads01/sites/479/2023/10/Klimautvalget-2050.pdf>

NRK (2014) <https://www.nrk.no/vestland/naturkatastrofen-som-tar-flest-liv-1.11560036>

NVE (u.å.): Karttjenester, <https://www.nve.no/karttjenester/>

Nybø, S. & Evju, M. (red) (2017). Fagsystem for fastsetting av god økologisk tilstand. Forslag fra et ekspertråd. Ekspertrådet for økologisk tilstand, 247 s. Fagsystem for fastsetting av god økologisk tilstand - regjeringen.no

Ogunbode, C.A., Pallesen, S., Böhm, G. mfl. Negative emotions about climate change are related to insomnia symptoms and mental health: Cross-sectional evidence from 25 countries. *Curr Psychol* 42, 845–854 (2023). <https://doi.org/10.1007/s12144-021-01385-4>

Olstad, T. og Berg, F. (2016). Hvorledes sikre og forvalte norske kirkebygninger i fremtidens klima - A 149 Ringeby stavkirke. NIKU Oppdragsrapport 128/2016. <https://niku.brage.unit.no/niku-xmlui/handle/11250/2583617>

Oslo Economics (2023). En gjennomgang av sårbarheten i globale forsyningskjeder for matvarer. (OE Rapport 2023-60). <https://osloeconomics.no/publication/en-gjennomgang-av-sarbarheten-i-globale-forsyningskjeder-for-matvarer/>

Ottersen, G., Børsheim, K. Y., Arneborg, L., Maar, M., Schourup-Kristensen, V., Almroth Rosell, E., & Hieronymus, M. (2023). Observed and expected future impacts of climate change on marine environment and ecosystems in the Nordic region. Rapport fra havforskningen, 2023-10. ISSN: 1893-4536. <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-en-2023-10>

Parajuli, R., Thoma, G., & Matlock, M. D. (2019). Environmental sustainability of fruit and vegetable production supply chains in the face of climate change: A review. *Science of The Total Environment*, 650, 2863–2879. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.019>

Payne, M. R., Kudahl M., Engelhard G.H., Peck, M. A., Pinnegar J.K. (2021). Climate risk to European fisheries and coastal communities. *PNAS* Vol 118., No. 40, <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.2018086118>

Pecl, G., Araújo, M., Bell, J., Blanchard, J., Bonebrake, T., Chen, I., Clark, T., mfl. (2017). Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. *Science* 355 (1389): 1-9. <https://doi.org/10.1126/science.aai9214>

Pedersen Å.Ø., Jepsen J.U., Paulsen I.M.G., Fuglei E., Mosbacher J.B., Ravolainen V., Yoccoz N.G., Øseth E., Böhner H., Bråthen K.A., Ehrich D., Henden J-A., Isaksen K., Jakobsson S., Madsen J., Soininen E., Stien A., Tombre I., Tveraa T., Tveito O.E., Vindstad O.P.L., Ims R.A. (2021). Norwegian Arctic Tundra: a Panel-based Assessment of Ecosystem Condition. Report Series 153. Norwegian Polar

Institute, Tromsø.
https://www.researchgate.net/publication/369489469_Norwegian_Arctic_Tundra_a_Panel-based_Assessment_of_Ecosystem_Condition

Perrels, A., Veijalainen, N., Jylhä, K., Aaltonen, J., Molarius, R., Porthin, M., Silander, J., Rosqvist, T., & Tuovinen, T. (2010). The implications of climate change for extreme weather events and their socio-economic consequences in Finland. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus. VATT Research Reports Vol. 158/2010 <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-561-923-5>

PlanMiljø (2022). Marine heatwaves in Northern sea areas: Occurrence, effects, and expected frequencies (Miljødirektoratet rapport M2239|2022). <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2022/mars/marine-heatwaves-in-northern-sea-areas-occurrence-effects-and-expected-frequencies/>

Ranhoff, A. H., Hygen, H. O., Di Rusico, F., Rao, S., Strand, B. H. (2019) Varm sommer 2018 – økt dødelighet blant eldre? <https://tidsskriftet.no/2019/06/kort-rapport/varm-sommer-2018-okt-dodelighet-blant-eldre>

Rao, S., Zhang, S., Ahimbisibwe, A., Bekkevold, T., mfl. (2024) Short-term effects of temperature and air pollution on mortality in Norway: a nationwide cohort-based study. Front. Environ. Health. Volume 3 – 2024. <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-health/articles/10.3389/fenvh.2024.1419261/full>

Rasmus, S., Horstkotte, T., Turunen, M., Landauer, M., Löf, A., Lehtonen, I., Rosqvist, G., & Holand, Ø. (2022). Reindeer husbandry and climate change: Challenges for adaptation. Kapittel 5 i: Reindeer Husbandry and Global Environmental Change (1. ed., s. 19). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003118565>

Regjeringa.no (2024). Regjeringa satsar på beredskap og sjølvforsyning. Pressemelding 07.10.2024. Hentet 11.02.2025 fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/regjeringa-satsar-pa-beredskap-og-sjolvforsyning/id3056420/>

Riksantikvaren (2010) Effekter av klimaendringen på kulturminner og kulturmiljø. Delrapport 3 fra prosjektet Effekter av klimaendringer på kulturminner og kulturmiljø. https://ra.brage.unit.no/ra-xmlui/bitstream/handle/11250/175126/Klimaendringer_delrapport_3_RA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Riksantikvaren (2021) Riksantikvarens klimastrategi for kulturmiljøforvaltning 2021-2030. <https://digitalt.ra.no/riksantikvarens-klimastrategi-for-kulturmiljoforvaltning-2021-til-2030>

Riksantikvaren (2025a). Klimaendringenes konsekvenser for kulturmiljø. Lest 24. mars 2025. <https://riksantikvaren.no/klima-og-kulturminner/klimaendringenes-konsekvenser-for-kulturmiljo/>

Riksantikvaren. (2025b). Metodeveileder for risiko- og sårbarhetsanalyse av kulturmiljø. Lest 24. mars 2025. <https://riksantikvaren.no/veileder/metodeveileder-for-risiko-og-sarbarhetsanalyse-av-kulturmiljo/>

Riksantikvaren (2025c). Klimaendringers påvirkning på kulturmiljø. Lest 24. mars 2025 og oppdatert versjon 5. april 2025. <https://www.riksantikvaren.no/kunnskapsbehov/klimaendringers-pavirkning-pa-kulturmiljo/>

Riksantikvaren (u.å.). Istandsetting og klimatilpasning av kirkeruin.
<https://eksempelsamling.ra.no/klimatilpasning/istandsetting-og-klimatilpasning-av-kirkeruin/>

Riksrevisjonen (2022). Riksrevisjonens undersøkelse av myndighetenes arbeid med å tilpasse infrastruktur og bebyggelse til et klima i endring, Dokument 3:6 (2021–2022).
<https://www.stortinget.no/globalassets/pdf/dokumentserien/2021-2022/dokument-3-6-2021-2022.pdf>

Riksrevisjonen (2022): Riksrevisjonens undersøkelse av myndighetenes arbeid med å tilpasse infrastruktur og bebyggelse til et klima i endring, Dokument 3:6 (2021–2022).
<https://www.stortinget.no/globalassets/pdf/dokumentserien/2021-2022/dokument-3-6-2021-2022.pdf>
<https://www.stortinget.no/globalassets/pdf/dokumentserien/2021-2022/dokument-3-6-2021-2022.pdf>

Riley, H. (2019). Tørkesommeren 2018 - beregninger av hvor mye korn-, potet- og grasavlingene ble påvirket på ulike jordtyper i ulike distrikt. Kapittel i: Jord- og Plantekultur 2019. Forsøk i korn, olje- og proteinvekster, engfrøavl og potet 2018. NIBIO Bok 5 (1) 2019. Norsk institutt for bioøkonomi.
<https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2605803>

Riley, H. (2021). Vanning til jord- og hagebruksvekster. En litteraturstudie av norske undersøkelser siden 1960. (NIBIO Rapport 7 (160) 2021). Norsk institutt for bioøkonomi.
<https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2824973>

Risholm, S. B., Bjordal, M. V., Hauge, J., Erbs, S., Torp, K., & Javed, S. (2022). Hva skal laksen spise? Råvareløftets veikart og barrierestudier for nye fôrårvarer. Bellona.
<https://bellona.no/publication/hva-skal-laksen-spise-ravareloftets-veikart-og-barrierestudier-for-nye-forravarer>

Rocque RJ, Beaudoin C, Ndjaboue R, Cameron L, Poirier-Bergeron L, Poulin-Rheault RA, Fallon C, Tricco AC, Witteman HO. Health effects of climate change: an overview of systematic reviews. BMJ Open. 2021 Jun 9;11(6):e046333. doi: 10.1136/bmjopen-2020-046333. PMID: 34108165; PMCID: PMC8191619. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34108165/>

Sabbioni, C., Brimblecombe, P. & Cassar, M. (eds.), 2010. The atlas of climate change impact on European cultural heritage – Scientific analysis and management strategies. ISBN 978-92-79-09800-0. ISBN-13: 978 1 84331 798 2 (Hbk); ISBN-10: 1 84331 798 2 (Hbk); ISBN-13: 978 1 84331 861 3 (eBook); ISBN-10: 1 84331 861 X (eBook) <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/3de7d536-d2bd-463d-b40d-684b067ae7ee>

Sametinget (2023): Klimaendringer i Sápmi <https://sametinget.no/f/p1/i624f557a-81cc-456f-ab43-086af9f1e73e/klimaendringer-i-sapmi-en-oversikt-og-veien-videre.pdf>

Sandø, A. B., Hjøllø, S. S., Hansen, C., Skogen, M. D., Hordoir, R., & Sundby, S. (2022). Risikoanalyse for de norske havområdene om direkte og indirekte virkninger av klimaendringer på marine økosystemer under ulike utslippsscenarioer — Risikorapport om hav og klima. Rapport fra havforskningen, 2022-41. Havforskningsinstituttet. ISSN: 1893-4536. Publisert 30.11.2022, oppdatert 09.02.2025. <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2022-41>

Sardella, A., Palazzi, E., von Hardenberg, J., Del Grande, C., De Nuntiis, P., Sabbioni, C., & Bonazza, A. (2020). Risk mapping for the sustainable protection of cultural heritage in extreme changing environments. Atmosphere, 11(7), 700. <https://www.mdpi.com/2073-4433/11/7/700>

Seehusen, T., Waalen, W., Hoel, B., Uhlen, A.K., Persson, T. & Strand, E. (2016). Effekter av endret klima og behov for tilpasninger – Norsk kornproduksjon. Fagnotat. Vedlegg til: Eid Hohle, Erik. (2016). Landbruk og Klimaendringer – Rapport fra Arbeidsgruppe. (Rapport avgitt 19.02.2016). <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/landbruk-og-klimaendringer/id2476376/>

Seljelv, I. J. (2023). Praktisk eller perfekt? Kulturminner og klimaendringer på Svalbard. Forvaltningen av taubaneanlegget i Longyearbyen og omegn 2003–2022 (Master's thesis, NTNU). <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/3078056>

Senter for hav og Arktis (2021), Klimaendringer og konsekvenser for havøkonomien, Kapittel 2 i rapporten Blått kompass, <https://www.havarktis.no/rapporter/rapporter/blatt-kompass/klimaendringer-og-konsekvenser-for-havokonomien>

Sesana E., mfl. (2018): Adapting Cultural Heritage to Climate Change Risks: Perspectives of Cultural Heritage Experts in Europe', Geosciences 8, no. 8: 305, <https://doi.org/10.3390/geosciences8080305> (accessed 2 September 2023).

Sesana, E., Bertolin, C., Gagnon, A. S., & Hughes, J. J. (2019). Mitigating Climate Change in the Cultural Built Heritage Sector. *Climate*, 7(7), 90. <https://doi.org/10.3390/cli7070090>

Sesana, E., Gagnon, A. S., Ciantelli, C., Cassar, J., & Hughes, J. J. (2021). Climate change impacts on cultural heritage: A literature review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 12(4), e710. <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wcc.710>

Skaalsveen, K., Gillund, F., & Aandahl, T.R. (2022). Jordhelse i arktisk grøntproduksjon. Forprosjekt 2021-2022. (NIBIO Rapport 8 (86) 2022). Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2996310>

Skaland RG, Herrador BG, Hisdal H, Hygen HO, Hyllestad S, Lund V, White R, Wong WK, Nygård K. Impacts of climate change on drinking water quality in Norway. *J Water Health*. 2022 Mar;20(3):539-550. doi: 10.2166/wh.2022.264. PMID: 35350006. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35350006/>

Skarbø, K. og Vinge, H. (2012). Vestlandsjordbruket og den doble klimapåverknaden: Perspektiv frå næringa på direkte og indirekte effektar av klimaendringane (Vestlandsforskningsrapport nr. 17/2012). Vestlandsforskning. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.14884.88960>

Sokki Bongo A. K., Stenfjell, J. M., & Logstein, B. (2022). Helse, miljø og sikkerhet i reindrift - Funn fra kartlegging blant reindriftsutøvere. *Ruralis*. <https://ruralis.brage.unit.no/ruralis-xmlui/handle/11250/3048517>

Solberg, S. (2004). Summer drought, - a driver for crown condition and mortality of Norway spruce in Norway. *Forest pathology* 34: 93–104. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0329.2004.00351.x>

Soroye, P, Newbold, T., Kerr, J. (2020). Climate change contributes to widespread declines among bumble bees across continents | *Science* 367 (6478) <https://doi.org/10.1126/science.aax8591>

Sorrentino, B., Screpanti, A. & De Marco, A. (2024). Corrosion on cultural heritage buildings in Jordan in current situation and in future climate scenarios. *Sci Rep* 14, 25373 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-77195-y>

Sousa, M.L., Dimova S., Athanasopoulou, A., Rianna, G., Mercogliano, P., Villani, V., Nogal, M., Gervasio, H., Neves, L., Bastidas-Arteaga, E., Tsionis, G. (2020). Expected implications of climate change on the corrosion of structures. Joint Research Centre. Editors: Sousa, M.L., Dimova, S., Athanasopoulou, A., Dyngeland, T. Pinto, A. (hal-04544233). DOI: 10.2760/05229

SSB (2023). Tabell o8809: Utenrikshandel med varer, etter import/eksport, land, statistikkvariabel, år og varegruppe [Statistikk]. Statistisk sentralbyrå. <https://www.ssb.no/statbank/table/o8809/>

Stabbetorp, H. (2024). Dyrkingsomfang og avling i kornproduksjonen (2023). NIBIO Bok, 10(2) 2023. Norsk institutt for bioøkonomi. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/3126385>

Statens vegvesen (2020). Rapport klimaworkshop Klimatiltak ved bygging av ny veg. <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/fokusomrader/miljo-og-omgivelser/klima/klimatiltak-ved-bygging-av-ny-vei---rapport-klimaworkshop.pdf>

Ström, L., Jansson, R., & Nilsson, C. (2012). Projected changes in plant species richness and extent of riparian vegetation belts as a result of climate-driven hydrological change along the Vindel River in Sweden. *Freshwater Biology* 57(1): 49-60. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2011.02694.x>

Suk JE, Vaughan EC, Cook RG, Semenza JC. Natural disasters and infectious disease in Europe: a literature review to identify cascading risk pathways. *Eur J Public Health*. 2020 Oct 1;30(5):928-935. doi: 10.1093/eurpub/ckz111. PMID: 31169886; PMCID: PMC7536539. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7536539/>

Sundt-Hansen, L.E.B. (2018) Blir det for hett for villaksen? Villaksnytt 1/2018: 12-15. <https://lakseelver.no/nb/news-2018/blir-det-hett-villaksen>

Sundt-Hansen, L.E.B., Hedger, R.D., Ugedal, O., Diserud, O.H., Finstad, A.G., Sauterlaute, J.F. mfl. (2018). Modelling climate change effects on Atlantic salmon: Implications for mitigation in regulated rivers. *Science of the Total Environment* 631-632: 1005-1017. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896971830812X?via%3Dihub>

Søgaard, G., Granhus, A. & Johnsen, Ø. 2009. Effect of frost nights and day and night temperature during dormancy induction on frost hardiness, tolerance to cold storage and bud burst in seedlings of Norway spruce. *Trees* 23:1295-1307

Søgaard, G., Johnsen, Ø., Nilsen, J. & Junntila, O. 2008. Climatic control of bud burst in young seedlings of nine provenances of Norway spruce. *Tree Physiology* 28: 311-320.

Tajet, H.T.T. og Grinde, L. (2022). Snølaster i Norge 1961 – 2020. SINTEF-rapport nr. 36 – 2022. ISBN: 978-82-536-1762-6 (pdf)

Taubøll (red.) (2024). Flom, skred og juss, Cappelen Damm Forskning, Oslo. Flom, skred og juss | Cappelen Damm Forskning

The Guardian (2025). Britain's favourite fish at risk of wipeout within decades, predicts report. Fredag 31.januar 2025. <https://www.theguardian.com/environment/2025/jan/31/brown-trout-britain-favourite-fish-at-risk-of-wipeout-within-decades-predicts-report>

The Lancet [editorial]. (2018). Heatwaves and health. *The Lancet* 392 (10145), 359. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30434-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30434-3)

Thompson R, Hornigold R, Page L, Waite T. Associations between high ambient temperatures and heat waves with mental health outcomes: a systematic review. *Public Health*. 2018 Aug;161:171-191. doi: 10.1016/j.puhe.2018.06.008. Epub 2018 Jul 12. PMID: 30007545. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30007545/>

Thuestad, A. E., Tømmervik, H., & Solbø, S. A. (2015). Assessing the impact of human activity on cultural heritage in Svalbard: a remote sensing study of London. *The Polar Journal*, 5(2), 428–445. <https://doi.org/10.1080/2154896X.2015.1068536>

Thuestad, A. E., Tømmervik, H., Solbø, S., Barlindhaug, S., Flyen, A. C., Myrvoll, E. R., & Johansen, B. (2015). Monitoring cultural heritage environments in Svalbard–Smeerenburg, a whaling station on Amsterdam Island. <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2366282>

Tømmervik, H., Thuestad, A., Stien, J., Klemetsen Arneberg, M., & Bjerke, J. W. (2025). High-arctic cultural heritage environments are deteriorated by cruise tourism: a case study from Svalbard. *Journal of Land Use Science*, 20(1), 45–60. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2025.2476948>

Tornevi A, Andersson C, Carvalho AC, Langner J, Stenfors N, Forsberg B. Respiratory Health Effects of Wildfire Smoke during Summer of 2018 in the Jämtland Härjedalen Region, Sweden. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Jun 29;18(13):6987. doi: 10.3390/ijerph18136987. PMID: 34210080; PMCID: PMC8297091. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34210080/>

Torvanger, T., Henke, C. D., Märginean, I. (2024). Improving climate risk preparedness - Railroads in Norway, Climate Services (33), <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405880723001012>

Troell, M., Eide, A., Isaksen, J., Hermansen, Ø., & Crépin, A.-S. (2017). Seafood from a changing Arctic. *Ambio*, 46(S3), 368–386. <https://doi.org/10.1007/s13280-017-0954-2>

Tubberud MK. 2021. Cyanobakterier, alger og vannkvalitet i Mjøsas litoralsone. <https://openarchive.usn.no/usn-xmlui/handle/11250/2771620>

Tye, M. R., Giovannettone, J. P. (2021). State of the Science in Meteorological/Hydrological Extremes, Impacts of Future Weather and Climate Extremes on United States Infrastructure: Assessing and Prioritizing Adaptation Actions, <https://doi.org/10.1061/9780784415863.ch2>

Uhlen, A.K., Børresen, T., Deelstra, J. Waalen, W., Strand, E., Marina, A., Seehusen, T., Kvernø, S.S., Lillemo, M., Abrahamsen, U., Øygaden, L., Riley, H. (2017). Økt kornproduksjon gjennom forbedret agronomisk tiltak. En vurdering av agronomiske tiltak som kan bidra til avlingsøkninger i kornproduksjonen. <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/handle/11250/2473477>

Uleberg, E., & Dalmannsdottir, S. (2018). Klimaendringens påvirkning på landbruket i Norge innenfor ulike klimasoner. (NIBIO Rapport 4 (75) 2018). Norsk institutt for bioøkonomi. <http://hdl.handle.net/11250/2501387>

United States Environmental Protection Agency's (u.å.). Climate change impacts <https://www.epa.gov/climateimpacts>

US EPA (u.å.): Climate Change Impacts on Transportation <https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-impacts-transportation>

Vázquez Fernández L, Diz-Lois Palomares A, Vicedo Cabrera AM, Freiesleben De Blasio B, Di Ruscio F, Wisløff T, Rao S. Short-term association between air temperature and mortality in seven cities in Norway: A time series analysis. *Scand J Public Health*. 2024 Mar 4;14034948241233359. doi: 10.1177/14034948241233359. Epub ahead of print. PMID: 38439134. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38439134/>

Vázquez Fernández L, Diz-Lois Palomares A, Vicedo-Cabrera AM, Gasparrini A, Freiesleben de Blasio B, Di Ruscio F, Masselot P, Wisløff T, Rao-Skirebekk S. Municipality assessment of temperature-related mortality risks in Norway. *Environ Res*. 2025 Feb 1;266:120614. doi: 10.1016/j.envres.2024.120614. Epub 2024 Dec 12. PMID: 39672493. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39672493/>

Vehanen, T., Sutela, T., & Huusko, A. (2023). Potential Impact of Climate Change on Salmonid Smolt Ecology. *Fishes*, 8(7), 382. <https://doi.org/10.3390/fishes8070382>

Veisten, K, Navrud, S., Magnussen, K. (2025). Watch out! Travelers' valuation of reduced avalanche risks on railways and roads. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 29: 101315, 13 p, <https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101315>.

Venhof VSM, Stephens C, Martens P. Voices from the North: Exploring Sámi People's Perspectives on Environmental Change and Mental Well-Being: A Systematic Literature Review. *Challenges*. 2024; 15(2):30. <https://doi.org/10.3390/challe15020030>

Veterinærinstituttet (2023). Veterinærinstituttets høringsuttalelse vedrørende Totalberedskapskommisjonens rapport NOU 2023:17. VI_NOU2023_17.pdf

Veterinærinstituttet (2025). Fiskehelserapporten 2024. Veterinærinstituttet rapportserie nr. 1a/2025. Redaktører: Moldal, T., Wiik-Nielsen, J., Silva de Oliveira, V. H., Svendsen, J., Haukaas, A., & Sommerset, I. Publisert 11.03.2025. <https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2025/fiskehelserapporten-2024>

Voskaki, A., Budd, T., Mason, K. (2023). The impact of climate hazards to airport systems: a synthesis of the implications and risk mitigation trends, *Transport reviews*. 6 January 2023. <https://www.semanticscholar.org/venue?name=Transport%20reviews>

Wahlstrøm. 1994. Grantorka och angrepp av honungsskivling. *Småskognytt*. 2:6–8

Walther, G. (2010). Community and ecosystem responses to recent climate change. *Phil. Trans. R. Soc. B*. 365: 2019–2024. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.002>

Wangsness, P. B., Veisten, K., Elvik, R. (2024). Skredfare i samfunnsøkonomiske analyser: Personskaderisiko og verdsetting av skredfrekvens og skredstørrelse. <https://www.toi.no/publikasjoner/skredfare-i-samfunnsokonomiske-analyser-personskaderisiko-og-verdsetting-av-skredfrekvens-og-skredstorrelse>

Weilnhammer V, Schmid J, Mittermeier I, Schreiber F, Jiang L, Pastuhovic V, Herr C, Heinze S. Extreme weather events in europe and their health consequences - A systematic review. *Int J Hyg Environ Health*. 2021 Apr;233:113688. doi: 10.1016/j.ijheh.2021.113688. Epub 2021 Jan 30. PMID: 33530011. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33530011/>

Weladji, R. B., & Holand, Ø. (2006). Influences of large-scale climatic variability on reindeer population dynamics: Implications for reindeer husbandry in Norway. *Climate Research*, 32, 119–127. <https://doi.org/10.3354/cr032119>

Wermelinger B. (2004). Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* - a review of recent research. *Forest Ecol Manage.* 202(1–3):67–82. doi:10.1016/j.foreco.2004.07.018. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112704005353>

Wójcik OP, Holt J, Kjerulf A, Müller L, Ethelberg S, Mølbak K. Personal protective equipment, hygiene behaviours and occupational risk of illness after July 2011 flood in Copenhagen, Denmark. *Epidemiol Infect.* 2013 Aug;141(8):1756–63. doi: 10.1017/S0950268812002038. Epub 2012 Sep 19. PMID: 22989427; PMCID: PMC9151619. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22989427/>

Woollings T., Barriopedro D., Methven J., Son S.W., Martius O., Harvey B., Sillmann J., Lupo A.R., Seneviratne S. Blocking and its Response to Climate Change. *Curr Clim Change Rep.* 2018;4(3):287–300. doi: 10.1007/s40641-018-0108-z. Epub 2018 Jul 20. PMID: 30956938; PMCID: PMC6428232. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30956938/>

Worrell, R. (1983). Damage by the spruce bark beetle in South Norway 1970–80: A survey, and factors affecting its occurrence. *Medd Nor Skogforsøksves.* 38:1–34. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112704005353>

WWF (u.å.). Dyr og klimaendringene. <https://www.wwf.no/klima-og-energi/dyr-og-klimaendringer>

Zafeiratou S, Samoli E, Analitis A, Gasparrini A, Stafoggia M, De' Donato FK, Rao S, Zhang S, Breitner S, Masselot P, Aunan K, Schneider A, Katsouyanni K. Assessing heat effects on respiratory mortality and location characteristics as modifiers of heat effects at a small area scale in Central-Northern Europe. *Environ Epidemiol.* 2023 Sep 13;7(5):e269. doi: 10.1097/EE9.0000000000000269. Erratum in: *Environ Epidemiol.* 2024 Feb 01;8(1):e294. doi: 10.1097/EE9.0000000000000294. PMID: 37840857; PMCID: PMC10569755. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37840857/>

Øyen, C., Almås, A.-J., Hygen, H. O. (2012). Warm, wet and wild - Climate change vulnerability analysis applied to built environment, Sintef. <https://www.sintef.no/en/publications/publication/933236/>



Menon
Economics

Menon Economics

Sørkedalsveien 10 B, 0369 Oslo

+47 909 90 102

post@menon.no

menon.no