



VF-rapport nr. 12-2024

Forslag til metode for nasjonal klimasårbarhetsanalyse

Halvor Dannevig, Synnøve S. Beitnes, Bror K. R. Tandberg

VF-rapport	12-2024
Utgitt av	Vestlandsforskning
Adresse	Postboks 163, 6851 Sogndal
Prosjekttittel	Metodeutvikling for nasjonal klimasårbarhetsanalyse
Oppdragsgiver	Miljødirektoratet
Oppdragsgivers rapportnummer	M-2917 2025
På forsiden	Fossbergom under ekstremværet «Hans»
Foto	Halvor Dannevig
ISBN	978-82-4258-0481-5

Creative Commons Namngiving 4.0 Internasjonal lisens
Vestlandsforskning 2021: CC BY-NC 4.0

www.vestforsk.no

Innhold

Figur- og tabelliste	v
Liste med forkortelser	1
Sammendrag	2
Innledning	5
Formål og omfang	5
Om utvikling av metoden	6
En stegvis prosess	7
1 Steg 1 – Metodeutvikling/ fastlegge rammer for analysen	9
1.1 Definisjoner og begrepsavklaringer	10
1.2 Hva er utsatt for klimavirkning – analyseobjekt	20
1.3 Prinsipper for samproduksjon av kunnskap	22
1.3.2 Ekspertgrupper – sammensetning	24
1.4 Valg av klimascenarioer og kategorier av klimafare	24
1.5 Fastlegge kriterier for samfunnsscenarioer	27
1.6 Geografisk inndeling: Klimasoner	28
1.7 Valg av tidsperspektiv	30
1.8 Fastlegge rammer for litteraturgjennomgang	30
2 Steg 2 Identifisere klimarisiko	31
2.1 Utvikle plan for medvirkning	31
2.2 Revidere analyseobjekter og systemer	32
2.3 Gjennomgå litteraturgjennomgang og ferdigstille oversikt over kunnskapskilder	32
2.4 Identifisere risikoer og muligheter gjennom virkningskjeder	33
2.5 Prioritere klimarisikoer for videre analyse	35
2.6 Identifisere tverrgående, komplekse risikoer	37
2.7 Resultat	38
3 Steg 3 Analysere klimarisiko	39
3.1 Detaljert analyse av nåværende og framtidig klimarisiko	40
3.2 Dybdeanalyser av særlig komplekse risikoer: risikofortellinger	51
4 Steg 4: Prioritere klimarisiko	55
4.1 Vurdere nåværende tilpasning og forvaltningsområdets modenhet	55
4.2 Vurder beslutningshast	56
4.3 Plassering av risikoeierskap	57
4.4 Resultat	58

5	Evaluering av metoden for KSA og læringspunkt til KSA 2.0	60
	Referanser.....	61
	Vedlegg 1 Urevidert liste av analyseobjekt fra arbeidsverksted 22.08.2024	64
	Vedlegg 2 tilleggsinformasjon om steg 3 og 4 ved gjennomføring av pilot-analyse	72
	Framskrivninger av klimafarer med relevans for «Kulturmiljø»	72
	Matrise for steg 3.1 fylt ut for systemet «Kulturmiljø»	76
	Referanser til vedlegg 2.....	78

Figur- og tabelliste

Figur 1: Figur som beskriver stegene for å utvikle en nasjonal klimasårbarhetsanalyse.	8
Figur 2: Illustrasjon av Steg 1	9
Figur 3: Klimapanelets klimarisiko konsept fra AR 5	16
Figur 4: Inspirert av ISO 14091:2021.	16
Figur 5 SSP-scenariene (Kilde: O'Neill mfl. 2017).	27
Figur 6: Geografisk inndeling i temperaturregioner. Kilde: KSS	29
Figur 7: Geografisk inndeling i nedbørsregioner.	29
Figur 8: Illustrasjon av Steg 2	31
Figur 9: Eksempel på påvirkningskjede for analyseobjektet kulturminner.	35
Figur 10: Illustrasjon av Steg 3	40
Figur 11: Flytskjema for detaljert analyse av klimarisiko.	41
Figur 12 Virkningskjede for systemet kulturmiljø	45
Figur 13: Utklipp fra EUCRA sin matrise for å vurdere alvorlighetsgrad,.	48
Figur 14: Eksempel på resultat fra Steg 3	50
Figur 15 Eksempel fra pilotstudien på forplantende klimarisiko.	52
Figur 16: Illustrasjon av Steg 4	55
Tabell 1: Oversikt over KSAer som har inspirert denne metoderapporten	6
Tabell 2: Forslag til analyseobjekter og gruppering av analyseobjekter i systemer.	21
Tabell 3: Oversikt over medvirkning i metoden for KSA.....	23
Tabell 4: Rammeverk for å vurdere grad av overbevisning.....	46
Tabell 5: Rammeverk for å vurdere alvorlighetsgrad ved klimarisiko.....	48
Tabell 6: Rammeverk for å vurdere beslutningshast basert på EUCRA (EEA, 2024)	57

Liste med forkortelser

AR6	FNs klimapanel sin sjettede hovedrapport (Assessment report 6)
EEA	Det Europeiske energibyrået
EUCRA	European Climate Risk Assessment
FoU	Forskning og utvikling
GWL	Globale oppvarmingsnivåer ("Global warming levels")
IPCC	FNs klimapanel (Intergovernmental Panel on Climate Change)
ISO	Den internasjonale standardiseringsorganisasjonen (International organization for standardization)
ISC	Det internasjonale vitenskapsrådet (International Science Council)
KSA	Klimasårbarhetsanalyse
KRA	Klimarisikoanalyse
KSS	Norsk Klimaservicesenter
SSP	Sosioøkonomiske utviklingsbaner (Shared Socioeconomic Pathways)
RCP	Utslippsbaner (Representative Concentration Pathways)
UNDRR	United Nations Office for Disaster Risk Reduction
UKCCRA3	United Kingdom Climate Change Risk Assessment 3

Sammendrag

Rapporten gir en grundig metodisk tilnærming til hvordan Norge kan utvikle en nasjonal klimasårbarhetsanalyse (KSA), med fokus på å identifisere, analysere og prioritere klimarisikoer for å sikre en robust og effektiv tilpasning til klimaendringene. Analysen skal være et bidrag til neste stortingsmelding for klimatilpasning. Metoden er delt inn i fire steg som kort oppsummeres her.

Steg 1 Metodeutvikling og fastlegging av rammer for analysen.

- Dette steget gir en innføring i prinsippene som ligger til grunn for utviklingen av en nasjonal klimasårbarhetsanalyse i Norge. Det gis en grundig gjennomgang av sentrale **begreper** som klimarisiko, fare, eksponering og sårbarhet.
- KSA vil ta utgangspunkt i identifiserte verdier, tjenester og funksjoner som er utsatt for klimarisiko, på engelsk «elements at risk» og heretter kalt **analyseobjekter**. Analyseobjektene er gruppert i systemer innenfor de fire temaene: infrastruktur, mat, helse og natur- og kulturmiljø.
- **Samproduksjon** av kunnskap er sentralt i KSA. Prinsipper for samproduksjon innebærer medvirkning fra ulike aktører og inkludering av ulike kunnskapsformer, inkludert vitenskapelig kunnskap, forvaltningskunnskap, ekspertkunnskap og lokal kunnskap.
- **Tidsperspektiv**: KSA bør analysere klimarisiko for tre tidsperioder: nåtid (1991-2020), midten av århundret (2041-2070), og slutten av århundret (2071-2100).
- **Klimaframskrivninger** baseres på utslippsscenarioer fra IPCC, og det anbefales så langt det er mulig å bruke høyt utslippsnivå (SSP3.7) for midt-århundre og lavt og høyt utslippsscenario (hhv. RCP2.6 og SSP3.7) for slutten av århundret. Klimafarer beskrives ved hjelp av klimaindekser utviklet av Norsk Klimaservicesenter
- KSA bør benytte **samfunnsscenarioer** som belyser hvordan eksponering og sårbarhet vil utvikle seg i framtiden.

- **Geografiske variasjoner** i klimarisiko vises ved hjelp av ulike prinsipper for geografisk inndeling, avhengig av klimarisiko.

Steg 2 - Identifisere klimarisiko

Dette kapittelet beskriver den innledende fasen av analysen, hvor fundamentet for analysen legges. Følgende aktiviteter anbefales:

- **Utvikling av medvirkningsplan:** Identifisere og rekruttere relevante aktører for medvirkning i analysen.
- **Revidering av analyseobjekter og systemer:** Gjennomgå og revidere de preliminære analyseobjektene for å sikre at viktige og relevante objekter er inkludert.
- **Gjennomgang av litteratur og ferdigstillelse av kunnskapskilder:** Samle inn og gjennomgå relevant litteratur og kunnskapskilder for å beskrive fare, eksponering og sårbarhetsforhold ved klimarisikoene.
- Sette opp **virningskjeder** for å identifisere og prioritere klimarisikoer.
- **Identifisere og prioritere** komplekse risikoer for videre analyse.

Steg 3 - Analysere klimarisiko

Dette kapittelet viser til gjennomføringen av selve analyse av klimarisikoene. Analysen er delt i to hovedprosesser:

Detaljert analyse av nåværende og framtidig klimarisiko:

- Beskrive klimafarer, eksponering og sårbarhet
- Illustrere med virningskjeder
- Vurdere usikkerhet og alvorlighetsgrad
- Oppsummere resultatene i tabeller

Dybdeanalyser av særlig komplekse risikoer:

- Utforske og illustrere komplekse klimarisikoer som påvirker flere systemer og temaområder.
- Bruk av virningskjeder og kvalitative ekspertvurderinger

Steg 4 - Prioritere klimarisiko

I dette kapitlet vurderes nåværende og planlagt tilpasning for å peke på særlig kritiske klimarisikoer som bør prioriteres framover. Stegene inkluderer:

- **Vurdering av nåværende tilpasning og forvaltningsområdets modenhet:**
Vurdere nåværende tilpasningsnivå og modenheten i politikk og forvaltningsområder.
- **Vurdering av beslutningshast:** Vurdere hvor raskt det er nødvendig å handle på risikoene basert på alvorlighetsgrad og forvaltningsområdets modenhet.
- **Plassering av risikoeierskap:** Identifisere hvem som eier risikoen og hvordan den håndteres.

Evaluering

Evaluere metoden og analyseprosessen. Overføre kunnskapshull og risikoer identifisert, men ikke analysert, til neste KSA.

Innledning

Formål og omfang

I Stortingsmeldingen om klimatilpasning fra 2023 (Meld. St. 26 (2022-2023)) presenteres et forsterket styringssystem for klimatilpasning. Et sentralt element i styringssystemet er at kunnskapsgrunnlaget for politikktutvikling skal forbedres gjennom en nasjonal klimasårbarhetsanalyse (KSA). Denne skal utvikles av Miljødirektoratet i samråd med en direktoratsgruppe for klimatilpasning¹, og oppdateres hvert fjerde år. Stortingsmeldingen gir noen føringer om både innhold og prosess. Analysen skal gi oversikt over oppdatert kunnskap om konsekvenser for samfunnet av at klimaet endrer seg. Videre sier stortingsmeldingen at analysen bør inkludere risiko som virker på tvers av landegrenser og samfunnsområder, og at samspill mellom klimarelatert risiko og andre drivere i samfunnsutviklingen bør adresseres. Geografiske forskjeller i Norge er også trukket fram. Blant tema som nevnes som aktuelle er konsekvenser for sikkerhet, økonomi og velferd, likestillingsperspektiver, forhold som omhandler barn og unge, eldre og andre utsatte grupper, og konsekvenser for urfolk. For å få innfridd disse målene har Miljødirektoratet skissert at arbeidet med KSA skal foregå i to spor. Spor 1 vil ta for seg de fire tematiske områdene mat, helse, infrastruktur og natur- og kulturmiljø, og analysene innenfor de tematiske områdene vil følge denne metoden. Det andre sporet vil dekke klimaendringer i Sápmi og konsekvenser for samisk kultur, næring og levesett, likestillingsperspektiver og konsekvenser for sårbare grupper, og sosial ulikhet. Spor 2 vil foregå i selvstendige prosjekter med ulik metodologi og vil ikke bli håndtert av metoden som beskrives i denne rapporten.

Vestlandsforskning har fått i oppdrag å utarbeide et forslag til metode til nevnte Spor 1 i denne klimasårbarhetsanalysen, og resultatet er denne rapporten. Rapporten har vært skrevet i tett samarbeid med Miljødirektoratet og med medvirkning fra

¹ Direktoratsgruppen for klimatilpasning består av representanter fra NVE, Jernbanedirektoratet, Vegdirektoratet, Luftfartstilsynet, AVINOR, Landbruksdirektoratet, Fiskeridirektoratet, DSB, Direktoratet for Byggkvalitet, Helsedirektoratet, Meteorologisk Institutt, BaneNor, Riksantikvaren, Mattilsynet, Kystverket og Klimaservicesenteret.

direktoratsgruppen for klimatilpasning. Rapporten er en anbefaling, og i den endelige KSA står Miljødirektoratet fritt til å bruke hva de ønsker fra denne rapporten.

Navnet «Klimasårbarhetsanalyse» er valgt selv om mandatet for arbeidet presiserer at man skal legge Klimapanelets definisjon av klimarisiko til grunn. I denne definisjonen er sårbarhet en underkategori av klimarisiko, noe som kan skape forvirring. Navnet på analysen er imidlertid en konsekvens av at Stortingsmeldingen om klimatilpasning bruker begrepet klimasårbarhetsanalyse. Når vi viser til utenlandske klimarisikoanalyser, forkorter vi dette til KRA, imens den norske analysen blir omtalt som KSA.

Om utvikling av metoden

Arbeidet med metoden startet i mai 2024 gjennom et arbeidsmøte mellom Vestlandsforskning, CICERO og Miljødirektoratet. I arbeidet har vi hatt løpende kontakt med oppdragsgiver om prioriteringer og avklaringer. Det har vært omfattende medvirkning fra direktoratsgruppen for klimatilpasning. Det har vært gjennomført to arbeidsverksteder med gruppen, og to runder med skriftlige innspill på utkast til denne rapporten, i tillegg til ett videomøte. CICERO ved Astrid Arnslett har vært prosessstilrettelegger. Carlo Aall ved Vestlandsforskning har bidratt med kvalitetssikring. I tråd med oppdragsbeskrivelsen har vi i stor grad latt oss inspirere av metodene som har vært brukt for den Europeiske klimarisikoanalysen (EUCRA, 2024) og Australias metode for sin pågående klimarisikoanalyse (DCCEEW, 2023). Videre har vi også dratt nytte av følgende nasjonale KRA-er:

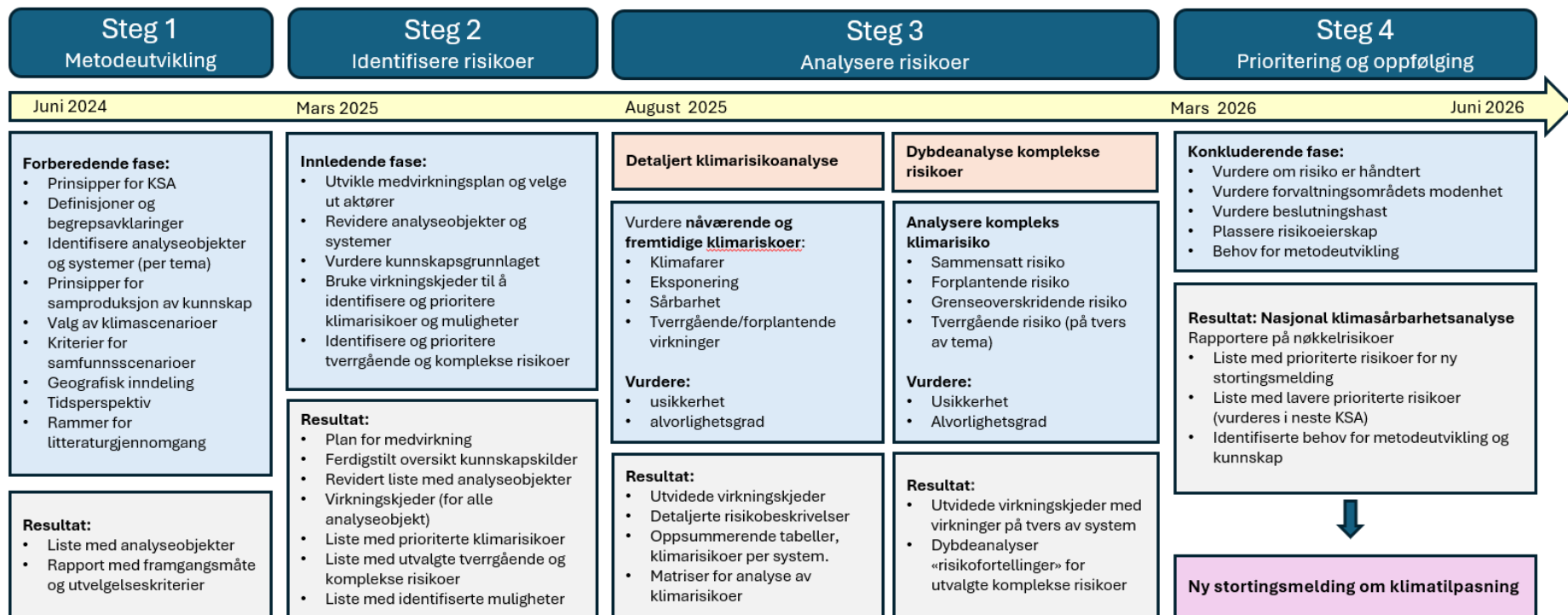
Tabell 1: Oversikt over klimarisikoanalyser som har inspirert denne metoderapporten

Land	Referanse	Spesiell relevans
Storbritannia	Watkiss & Betts, 2021	Kunnskapsgrunnlag, logikk for periodevise KRA-er
Tyskland	Kahlenborn et al., 2021	Bruk av påvirkningskjede
Finland	Virtanen, 2023	Bruk av lokal kunnskap
New Zealand	Ministry for the Environment, 2019	Kvantifisering, bruk av kunnskapsgrunnlag, urfolkskunnskap
Nederland	Witmer et al., 2023	Medvirkning og organisering av analysen, inkluderer sannsynlighetsvurderinger

En stegvis prosess

Vi anbefaler en stegvis framgangsmåte med fire steg for å utvikle den første norske klimasårbarhetsanalysen. Figur 1 illustrerer vår anbefalte prosess for denne KSA. Steg 1 er den forberedende fasen, og denne har Vestlandsforskning, i samråd med Miljødirektoratet, direktoratsgruppen for klimatilpasning og CICERO, gjennomført. Steg 2, 3 og 4 bør gjennomføres av Miljødirektoratet i samarbeid med ekspertgrupper (fordelt på de fire utvalgte temaene), med innspill fra den samlede direktoratsgruppen i plenum, samt eksterne fagmiljø og andre interessenter. Steg 2 er en innledende fase. Hensikten her er å gjøre en rask analyse for å identifisere og prioritere risikoer. Steg 3 er den mest omfattende delen av analysen. Her anbefaler vi å ta for seg de bestemmende faktorene for påvirkning; fare, eksponering og sårbarhet og gjennomføre grundige påvirkningskjeder av de ulike klimarisikoene. Steg 4 handler om å avrunde KSA og identifisere hvilke risikoer som det haster å håndtere. Steg 4 handler blant annet om å se på hvilke tilpasninger som har vært gjennomført og hvilke særlige behov som foreligger. KSA skal ikke komme med politiske anbefalinger, men skal ligge til grunn for arbeidet med en ny stortingsmelding om klimatilpasning.

I rapporten har vi satt inn bokser med eksempler på hvordan KRA-er i andre land har håndtert elementer og steg i metodene (oransje bokser), og bokser med eksempler på resultat fra gjennomføring av en uttesting av pilot for metoden (grønne bokser).



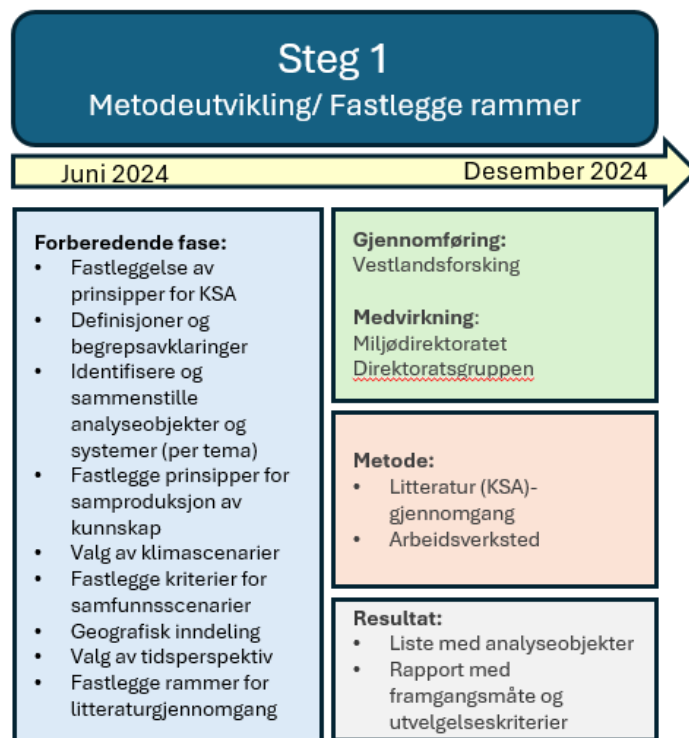
Figur 1: Stegene for å utvikle en nasjonal klimasårbarhetsanalyse.

1 Steg 1 – Metodeutvikling/ fastlegge rammer for analysen

Steg 1 er den forberedende fasen til de nasjonale klimarisikoanalysene. Steg 1 har vært gjennomført av Vestlandsforskning i samråd med, og på oppdrag for Miljødirektoratet, høsten 2024.

Følgende punkt har blitt gjennomført i Steg 1:

- Fastleggelse av prinsipper for KSA
- Definisjoner og begrepsavklaringer
- Identifisere og sammenstille analyseobjekter og systemer (per tema)
- Fastlegge prinsipper for samproduksjon av kunnskap
- Valg av klimascenarioer
- Fastlegge kriterier for samfunnsscenarioer
- Geografisk inndeling
- Valg av tidsperspektiv
- Fastlegge rammer for litteraturgjennomgang



Figur 2: Illustrasjon av Steg 1

1.1 Definisjoner og begrepsavklaringer

Hovedrapportene til FNs klimapanel (IPCC) har vært sentrale premissgivere for definisjoner av begrep og tilnæringsmåter i denne rapporten. Vi har særlig tatt utgangspunkt i den sjette hovedrapporten (AR6) fra IPCC (O'Neill et al., 2022) i bestemmelsen av begreper som klimarisiko, klimaeffekter og klimasårbarhet². Vi har også brukt ISO-standard 14091:21 for å definere klimatilpasning (ISO, 2022).

1.1.1 Klimarisiko

FNs klimapanel definerer klimarisiko som en funksjon av fare, sårbarhet og eksponering: "Potensialet for negative konsekvenser for menneskelige eller økologiske systemer" (IPCC, 2022). Videre inkluderes også respons i klimarisikobegrepet. I Boks 1 gjengir vi den fulle definisjonen av klimarisiko fra Klimapanelets AR6. Under gjør vi rede for hvordan vi i denne metoden vil definere og bruke de tre bestemmende faktorene fare, eksponering og sårbarhet. I forfatterveilederen til den sjette hovedrapporten fra FNs klimapanel blir det lagt vekt på at risiko skal knyttes til både virkninger av og respons på klimaendringer. Slik sett omfatter *respons* tiltak som gjelder både det å redusere virkninger av klimaendringer (klimatilpasning) og tiltak for å hindre klimaendringer (utslippsreducerende tiltak). Veilederen peker på at «dette er en betydelig begrepsutvikling og -avklaring sammenlignet med tidligere vurderinger, som har hatt en tendens til å være dominert av risiko knyttet til klimaendringer (Reisinger et al., 2020). Veilederen peker på at respons kan bidra til å skape klimarisiko på tre måter: Ved at en gitt respons reduserer risikoen mindre enn forventet (tilbakeslagseffekter – «rebound» på engelsk); at en gitt respons flytter negative effekter av klimaendringer i tid og/eller rom snarere enn å fjerne effektene; eller at en gitt respons medfører ikke-intenderte negative sideeffekter (for eksempel knyttet til andre bærekraftsmål).

Vi har likevel valgt å anbefale at klimarisiko vurderes systematisk først og fremst ut fra de opprinnelige tre bestemmende faktorene fare, sårbarhet, og eksponering i AR5 og 6; og videre at behandlingen av respons videre begrenses til tilpasning, se omtale under 1.1.6. Fare, sårbarhet, eksponering og tilpasning er de *bestemmende faktorene* for klimarisiko, og vil bli definert og forklart i de påfølgende delkapitlene. Se Figur 3 og Figur 4 for grafisk fremstilling.

² Definisjoner er hentet fra Klimapanelets ordbok, oppdatert etter den sjette hovedrapporten i 2023 (AR6): «Definitions of terms from the reports: AR6» <https://apps.ipcc.ch/glossary/>

Klimapanelets fulle definisjon av klimarisiko (O'Neill m.fl., 2022)

«Potensialet for negative konsekvenser for menneskelige eller økologiske systemer, med erkjennelse av mangfoldet av verdier og mål knyttet til slike systemer. I sammenheng med klimaendringer kan risikoer oppstå fra mulige virkninger av klimaendringer samt menneskelige responser på klimaendringer. Relevante negative konsekvenser inkluderer de som påvirker liv, levebrød, helse og trivsel («wellbeing»), økonomiske, sosiale og kulturelle eiendeler og investeringer, infrastruktur, tjenester (inkludert økosystemtjenester), økosystemer og arter.

I konteksten av klimaendringers virkninger, oppstår risikoer fra dynamiske interaksjoner mellom klimarelaterte farer og eksponeringen og sårbarheten til det berørte menneskelige eller økologiske systemet for farene. Farer, eksponering og sårbarhet kan hver være gjenstand for usikkerhet med hensyn til omfang og sannsynlighet for forekomst, og hver kan endre seg over tid og rom på grunn av sosioøkonomiske endringer og menneskelig beslutningstaking (se også risikostyring, tilpasning og reduksjon).

I konteksten av respons på klimaendringer, oppstår risikoer fra potensialet for at slike responser ikke oppnår de tiltenkte målene, eller fra potensielle avveininger med, eller negative bivirkninger på, andre samfunnsmessige mål, som bærekraftmålene (se også risikohandelsavveining). Risikoer kan oppstå for eksempel fra usikkerhet i implementering, effektivitet eller resultater av klimapolitikk, klimarelaterte investeringer, teknologisk utvikling eller adopsjon, og systemoverganger.» (Begum et al., 2023, Reisinger et al., 2020 s. 1)

1.1.2 Fare

Klimapanelets AR6 definerer fare som «den potensielle forekomsten av en naturlig eller menneskeskapt fysisk hendelse eller trend, eller fysisk påvirkning som kan forårsake tap av liv, skader eller andre helsekonsekvenser, samt skade og tap av eiendom, infrastruktur, levebrød, tjenesteyting, økosystemer og miljøressurser» (O'Neill m.fl., 2022). Nåværende og fremtidige endringer i klimaet vil påvirke farer samfunnet står ovenfor. Dette inkluderer endret klimavariasjon og endringer i frekvens og intensitet av ekstreme hendelser. Slike farer kan være plutselige, for eksempel ekstrem hete og hetebølger, stormflo eller ekstremnedbør, eller ha en langsommere utvikling, som for eksempel økende temperaturer, mer intenst uvær, havnivåstigning, men også landdegradering og erosjon knyttet til flere klimarelaterte farer som forsterker hverandre (O'Neill m.fl., 2022).

Hvordan (klima-) fare påvirker menneskelige eller økologiske system bestemmes av hvordan de virker sammen med «ikke-klimatiske drivere» av risiko. Ikke-klimatiske drivere kan for eksempel være endringer i naturen, utslippspolitik, arealbruk og teknologi (se grundigere omtale av dette i steg 3.2). For enkelhets skyld kaller vi *klimafare* for *fare* i denne rapporten, ettersom alle andre farer er kalt for ikke-klimatiske drivere.

1.1.3 Eksponering

En klimafare utgjør ingen risiko om den ikke rammer noe vi tilskriver verdi, altså et eksponert system, funksjon eller element. Eksponering er av klimapanelet definert som «tilstedeværelse av mennesker; levebrød; arter eller økosystemer; miljøfunksjoner, tjenester og ressurser; infrastruktur; eller økonomiske, sosiale eller kulturelle eiendeler på steder og omgivelser som kan bli negativt påvirket.» I denne klimasårbarhetsanalysen foreslår vi at det som er eksponert vil sammenfalle med det som blir analyseobjekt ("elements at risk"). Det er imidlertid ikke alltid lett å trekke et helt klart skille mellom eksponering og sårbarhet, og i noen tilfeller vil det bli et definisjonsspørsmål.

Eksempler på eksponering

Infrastruktur – Bebyggelse: Bygninger som ligger i flomsone er eksponert for flomfare.

Helse - Vannkvalitet: Befolkning som ikke har tilgang på rent vann er eksponert for vannbårne sykdommer, som følge av høyere temperaturer og økt overflateavrenning.

Natur og kulturmiljø - Artsmangfold: Svært mange arter er eksponerte for økte temperaturer og mindre snødekke ettersom habitatene deres endres, særlig alpine arter som kan få sitt leveområde innskrenket ved at klimasonene kryper høyere.

Mat – Avlinger: Innenfor jordbruket kan en peke på vanntilgang og landbruksjord som eksponerte verdier for tørke. Bønder er også eksponert for tørke ettersom dette kan gi avlingssvikt og tap av inntekt.

1.1.4 Sårbarhet

Sårbarhet defineres av Klimapanelet som følgende: «Sårbarhet omfatter en rekke konsepter og elementer, inkludert følsomhet eller mottakelighet for skade, samt mangel på evne til å håndtere og tilpasse seg». Slik sett er sårbarhet et aggregat av de underordnede elementene *følsomhet* og *tilpasningsevne*, og sårbarhet blir i AR6 fremdeles holdt fram som et selvstendig mål for analyser. Sårbarhet er alltid relatert til et spesifikt eksponert system eller funksjon, og kan forstås som egenskaper ved det eksponerte systemet som gjør det sårbart for klimavirkning. Klimapanelet definerer *følsomhet* som i hvilken grad et system påvirkes, enten ugunstig eller fordelaktig, av klimarelatert fare. Følsomhet kan innebære de fysiske egenskapene ved et system (som jordtype, bygningsmaterialer i hus, eller temperaturløselighet for en vekst), og de sosiale, kulturelle og økonomiske egenskapene ved et system (som alder, kjønn, boform, tilgang på helsetjenester og utdanningstilbud, og ulikhet i inntekt).

Tilpasningsevne er definert som «evne som systemer, institusjoner, mennesker og andre organismer har til å tilpasse seg potensiell skade, dra nytte av muligheter eller håndtere konsekvenser» (O'Neill m.fl., 2022). Manglende tilpasningsevne kan skyldes mangel på spesifikke

kunnskap eller teknologi, eller tilgang på økonomiske eller administrative ressurser. Imidlertid er det krevende å finne gode indikatorer på tilpasningsevne og empirisk knytte disse til tilpasning. Den europeiske klimarisikoanalysen (EEA 2024) toner derfor ned analysen av tilpasningsevne og fokuserer i stedet for på «policy readiness», som vi har valgt å legge inn under begrepet tilpasning i stedet for sårbarhet (se 1.1.6). Vi anbefaler å gjøre det samme i dette metodeforslaget. Dette utelukker ikke at tilpasningsevne kan være relevant å undersøke for noen typer analyseobjekt, og vi har derfor valgt å beholde det i rammeverket.

Eksempler på sårbarhet

Infrastruktur – Bebyggelse: Bebyggelse som er eksponert for flom (fare) er særlig sårbar dersom den er bygd i materialer som tåler oversvømming dårlig, med kjellere, og/eller som er utilfredsstillende forsikret.

Helse – Vannkvalitet: Barn, eldre, gravide, personer med underliggende sykdommer osv. kan være særlig mottakelige for smitte og sårbare for alvorlige sykdomsforløp av vannbårne sykdommer. I Norge er drikkevannskilder stort sett overflatevann.

Natur og kulturmiljø - Artsmangfold: Arter med dårlig evne til å tilpasse seg nye biologiske og fysiske forhold, eller med manglende mulighet og/eller evne til å flytte seg til mer egnede områder, eksempelvis høyere opp, er sårbare for endrede habitat (virkning) som følge av økte temperaturer og mindre snødekke (fare).

Mat – Avlinger: Bønder med svak økonomi eller få alternative kilder til inntjening er særlig sårbare for avlingssvikt (virkning) ved tørke (fare). Også egenskaper ved jorda og planten kan gjøre den særlig sårbar for tørke.

1.1.5 Eksempler på hvordan klimarisiko oppstår og kan håndteres

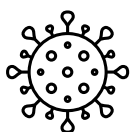
Flomutsatt bebyggelse



Klimarisiko oppstår når klimaendringer gjør at flomnivåene (fare) blir så høye at de når bebyggelse (eksponering) som tidligere ikke lå i flomsone, og at byggene kan påføres skade (sårbarhet) som følge av flom.

Tiltak: Klimarisiko kan reduseres ved at det ikke bygges i flomsone (reduksjon av eksponering), at bygg settes i stand til å tåle flom (reduksjon av sårbarhet) eller ved at flomfaren og/eller eksponeringen reduseres ved at det etableres sikringstiltak.

Vannkvalitet drikkevann



Klimarisiko oppstår når økte temperaturer og økt overflateavrenning (fare) til drikkevannskilder (eksponering) fører til økt risiko for spredning av vannbårne sykdommer, særlig blant noen befolkningsgrupper (sårbarhet). Klimarisikoen kan

forsterkes hvis vedlikeholdsetterslepet for drikkevannsledninger fortsetter å øke framover (økt sårbarhet).

Tiltak: Klimarisiko kan reduseres gjennom god overvåking av drikkevannskilder og varsling til eksponert befolkning ved forekomst av uønskede mikroorganismer (redusere eksponering), og målrettes mot visse sykdommer gjennom vaksinerings og generelt å sikre gode helsetjenester (redusere sårbarhet).

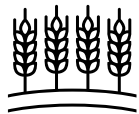
Artsmangfold ved endrede habitat



Klimarisiko oppstår når økte temperaturer og mindre snødekke (fare) truer enkelte arter sin utbredelse og eksistens (eksponering) ved å forandre deres leveområder (sårbarhet). Klimarisikoen kan forsterkes hvis nedbygging av urørt areal, for eksempel gjennom utbygging av hytter, fortsetter å øke (økt eksponering).

Tiltak: Klimarisiko kan reduseres ved å sikre store og sammenhengende arealer for arter til å forflytte seg og utfolde seg, eksempelvis gjennom verneområder (reduserer både eksponering og sårbarhet). Særlig sårbare arter kan kreve målrettede tiltak.

Avlingsvikt ved tørke



Klimarisiko oppstår når langvarig tørke og varme (fare) rammer landbruksjord (eksponering), og manglende mulighet for vanning eller tørkesvake sorter (sårbarhet) fører til avlingsvikt og økonomiske tap. I stor skala kan tørke føre til svekket selvforsyningsgrad og matsikkerhet.

Tiltak: Klimarisiko kan reduseres ved å etablere vanningsanlegg (reduserer eksponering), dyrke mer robuste sorter og øke produksjonsdiversitet (redusere eksponering og sårbarhet), styrke økonomi i sektoren (redusere sårbarhet), eller gjennom beredskapspolitikk (redusere sårbarhet).

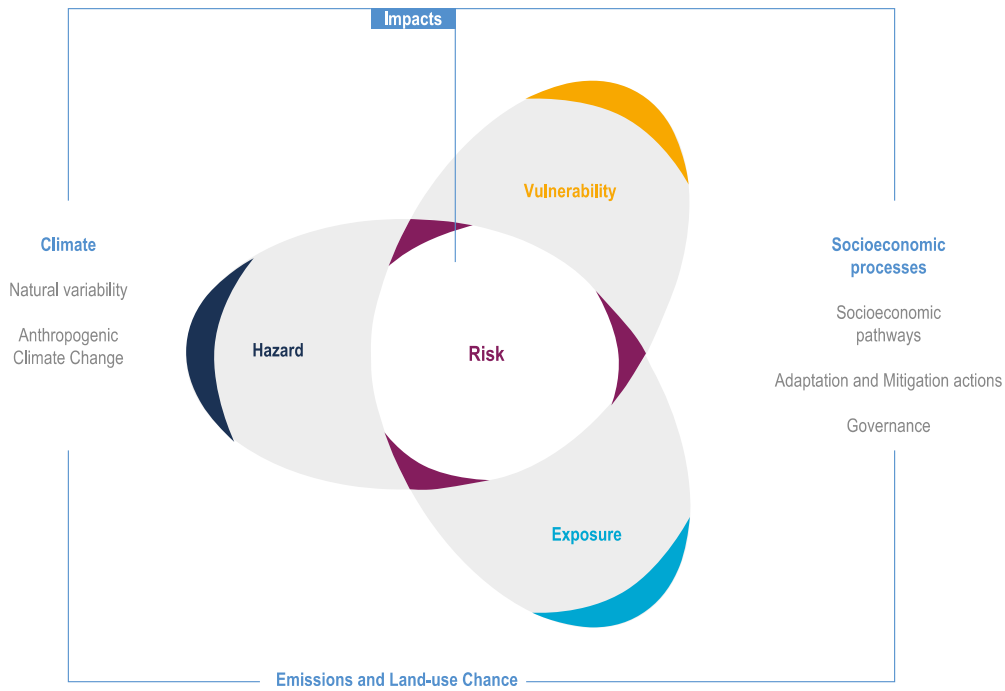
1.1.6 Tilpasning

Klimarisiko kan først og fremst reduseres ved å redusere eksponering og/eller sårbarhet, men også i noen tilfeller gjennom å redusere fare, gjennom klimatilpasning, heretter omtalt som *tilpasning*. Klimapanelet definerer tilpasning til klimaendringer i samfunnet som: «**Prosess med tilpasning til faktiske eller forventede klimaendringer og deres virkninger, for å dempe skade eller utnytte fordelaktige muligheter**».

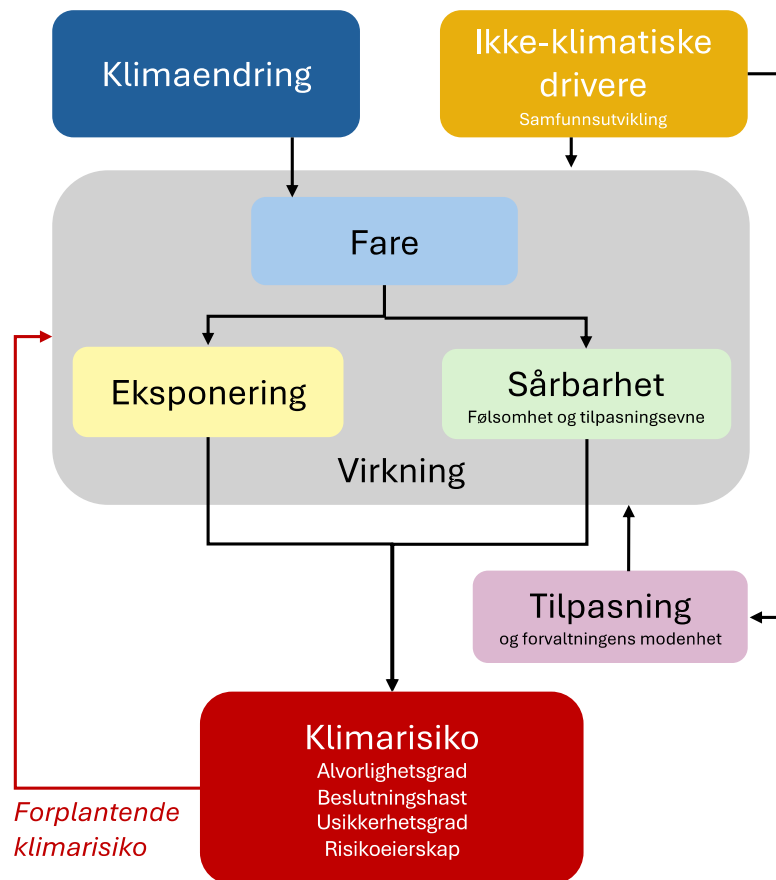
I dette metodeforslaget vil vi også inkludere *forvaltningens modenhet* som en del av den bestemmende faktoren tilpasning. Både i den europeiske klimarisikoanalysen og andre nyere

utredninger og forskning på feltet er det nå større fokus enn tidligere på risikohåndtering og i hvilken grad politikk, regelverk og forvaltning tar høyde for klimaendringer. Dette kalles «policy readiness» i den europeiske klimarisikoanalysen og andre rammeverk har brukt begrepet «adaptation readiness». Vi velger å omtale det som *forvaltningens modenhet*. Mer spesifikt betyr dette politikk- og forvaltningsområdets evne til å være forberedt på og/ eller håndtere en spesifikk klimarisiko. I likhet med tilpasning vil dette være vanskelig å måle, noe også EUCRA påpeker. Vi anbefaler å kartlegge i hvilken grad lovverk, planer og systemer i forvaltningen er innrettet for å håndtere klimarisiko. På den måten blir forvaltningsområdets modenhet et spørsmål om i hvilken grad forvaltningen er forberedt og hvor hurtig og effektivt forvaltningen er i stand til å respondere når klimavirkninger inntreffer (implementeringseffektivitet). Som med øvrige bestemmende faktorer påvirkes også tilpasning av ikke-klimatiske drivere.

Som nevnt innledningsvis har vi valgt å erstatte AR6' begrep *respons* med *tilpasning*. Respons kan forstås som handling og politikk knyttet til klimaendringer, både tilpasning og utslippskutt (O'Neill mfl. 2022). Selv om både utslippskutt som gir mindre klimaendringer, og tilpasning antyder risikoreduksjon, bruker Klimapanelet begrepet respons for å reflektere at handlinger vi gjør i møte med klimaendringene både kan redusere risiko, men også øke risikoen (både ved «mistilpasning» og tiltak for å redusere klimagassutslipp). Vi vurderer at det blir for krevende å skulle implementere respons på samme måte som i den originale AR6 definisjonen, hvor det anses som en bestemmende faktor på lik linje med de tre øvrige bestemmende faktorene i analysen. Vi anbefaler at risiko knyttet til mistilpasning vurderes sammen med tilpasning under Steg 4 (se 4.1.1) og at risiko knyttet til framtidig utslippspolitik vurderes under kompleks klimarisiko i Steg 3.2.



Figur 3: Klimapanelets klimarisiko konsept fra AR 5, uten respons som bestemmende faktor. (Begum et al., 2023, s. 146)



Figur 4: Modell for klimarisiko, inspirert av ISO 14091:2021 og oppdatert for å reflektere klimarisikobegrepet slik det defineres i AR6 (O'Neill mfl. 2022).

1.1.7 Grenseoverskridende og kompleks klimarisiko

Kompleks klimarisiko kan forstås som at flere klimarisikoer opptrer samtidig eller forsterker hverandre. Kompleks klimarisiko vil nødvendigvis innebære en eller flere former for fare, men kan også innebære sterke koblinger til ikke-klimatiske drivere av risiko, som særlig påvirker sårbarhet og/eller eksponering, slik som arealbruksendringer og klima- og energiomstilling. I praksis forventer vi at de fleste risikoer kommer til å være komplekse, men at det vil være gradsforskjeller mellom dem. Særlig etter AR6 har landene som har utviklet klimarisikoanalyser forholdt seg til kompleks klimarisiko. Den europeiske klimarisikoanalysen (EUCRA, EEA 2023) gjør dette ved å illustrere kart som viser virkningskjeden for en hendelse. Australia har på sin side gjort grundige vurderinger av hvordan de ulike analyseobjektene (elements at risk) påvirker hverandre og blir påvirket av sammensatte klimarisikoer.

AR6 (Pörtner et al., 2022, s. 67, 82–83) opererer med to begreper for kompleks klimarisiko; *sammensatt* («compound») og *forplantende* («cascading») klimarisiko. *Sammensatt* klimarisiko handler om at to ulike klimarisikoer opptrer samtidig eller direkte etterfølgende (men ikke nødvendigvis på samme sted) og at disse forsterker hverandre. Et eksempel kan være en lang tørkeperiode (som gjør at jorden blir mer utsatt for erosjon fra ekstremnedbør) direkte etterfulgt av en ekstremnedbørshendelse. Et annet eksempel som viser sammensatthet i tid, men ikke i rom, er situasjonen i forkant av den store økningen av strømpriser i Norge, der Norge samtidig ble utsatt for tørke som førte til lav kapasitet i vannkraftmagasiner og «vindstille» i deler av Europa som førte til høye priser på vindkraft. Dette eksemplet har dessuten en grenseoverskridende komponent. *Forplantende* klimarisiko viser til at en fare utløser en kjedereaksjon av ulike klimavirkninger som forplanter seg gjennom og på tvers av systemer og sektorer. Eksempelvis vil klimavirkning på en forsyningskjede kunne få langtrekkende konsekvenser for sektorer som er avhengig av denne forsyningskjeden, for eksempel når det gjelder distribusjon av mat.

Forplantende klimarisiko er også nært knyttet til *grenseoverskridende klimarisiko* (kalt “inter-regional risks” i O’Neill m fl. 2022), der klimafaren og de første leddene i virkningskjeden forekommer i land utenfor Norge. Grenseoverskridende klimarisiko skiller seg fra fysisk klimarisiko ved at både uønskede effekter av klimavirkninger og tilpasningsreaksjoner krysser landegrenser (Adaptation Without Borders 2021). Klimavirkninger et sted kan forplante seg til andre steder gjennom ulike “veier”, som gjennom handel, finans, mennesker eller delte biofysiske ressurser (Hedlund mfl. 2018). Analyse av grenseoverskridende klimarisiko innebærer å nøste bakover i virkningskjeder, ikke bare på tvers av systemer og spredningsveier, men også landegrenser. Innenfor et lands grenser vil en analyse av grenseoverskridende klimarisiko i tråd med IPCC sitt rammeverk for klimarisiko altså utelate klimafareelementet. Kvantitative og

detaljerte analyser av grenseoverskridende klimarisiko kan kreve omfattende geografisk klima- og sosioøkonomisk modellering, og en nøkkelutfordring er å definere systemgrensene for analysene. Et mye brukt eksempel på grenseoverskridende klimarisiko for Norge er avhengigheten av soya som innsatsfaktor i kraftfôr i jordbruket og fiskefôr i akvakulturnæringen. Klimafare kan være tørke eller flom som gir avlingssvikt, eller værrelaterte hendelser som forstyrrer eller stanser transporten av soya til Norge. I Norge er vi eksponert gjennom de næringene som er avhengig av importert soya, og vi er sårbare i den grad soya ikke enkelt lar seg erstatte av andre innsatsfaktorer.

1.1.8 Øvrige definisjoner

Beslutningshast

Det som avgjør når det er kritisk å gjennomføre klimatilpasning og risikohåndtering for å unngå alvorlige eller katastrofale konsekvenser av klimaendringer.

Direktoratsgruppen

Direktoratsgruppen referer til en ressursgruppe fra alle direktoratene som samles og diskuterer overordnede og tverrgående problemstillinger for KSA.

Ekspertgrupper

Ekspertgrupper referer til temavise grupper satt sammen av eksperter fra relevante direktorater. Ekspertgruppene er mindre enn direktoratsgruppen, og flere medlemmer vil være med begge steder.

Interessenter

Øvrige aktører og interessenter fra fagmiljøer, myndigheter, sektorer og næringsliv som kan involveres i medvirkningsaktivitetene til KSA. Disse behøver ikke nødvendigvis opptre som en samlet gruppe.

Ikke-klimatiske drivere

Endringsdrivere i natur og samfunn som påvirker eksponering og sårbarhet, og dernest klimarisiko. Dette inkluderer blant annet politisk, økonomisk, teknologisk, demografisk og kulturell utvikling, arealendringer og utslippspolitik.

Klimaframskrivning

Klimaframskrivningene er modellbaserte framskrivninger av framtidig klima og hydrologi, basert på antakelser om framtidige utslipp av drivhusgasser (utslippsscenarioer). Klimaframskrivningene fra KSS kan blant annet brukes som grunnlag for klimatilpasset dimensjonering og arealplanlegging knyttet til infrastruktur og bygninger, og som grunnlag til å studere hvilken effekt klimaendringer vil ha på natur og samfunn i framtiden (KSS, 2024).

Klimaindeks

En klimaindeks er en beregnet verdi som benyttes for å beskrive klimaforhold. Klimaindeks kan brukes til å analysere klimatiske forhold på ulike geografiske steder og for å vurdere endringer mellom historiske og framtidige perioder. Disse indeksene kan være basert direkte på en klimavariabel (f.eks. temperatur, avrenning, havnivå) eller på en avledet verdi (f.eks. vekstsesong, antall dager med betydelig nedbør, antall dager med snødekke).

Klimaindeks kan presenteres som gjennomsnittsverdier, standardavvik, frekvensfordelinger, ekstremer, eller tidsvariasjoner. Noen klimaindeks er beregnet for hele året (f.eks. dager med snødekke), andre for flere årstider (f.eks. nedbør) og atter andre for å beskrive ekstreme hendelser (f.eks. flom). (KSS, 2024).

Klimavirkning

Klimavirkning, eller virkning, beskriver alle typer konsekvenser av klimaendringer, enten det er saktegående endringer eller ekstreme værhendelser. Slike konsekvenser kan være direkte (flom med skade på infrastruktur), indirekte (forplantende virkninger fra flomskadd infrastruktur), negative, men også positive (potensielt økte avlinger i visse områder). Klimavirkningen kan være erfarte i dag eller forekomme under visse omstendigheter i framtiden. Klimavirkning er summen av fare, eksponering og sårbarhet, og skiller seg fra klimarisiko, ved at klimarisiko også tar høyde for klimatilpasninger nå og i framtiden.

Mistilpasning

Handlinger som kan føre til økt risiko for negative klima-relaterte utfall, inkludert økte utslipp av klimagasser (GHG), økt sårbarhet for klimaendringer, økt ulikhet, eller redusert velferd, nå eller i framtiden. Ofte er mistilpasning en utilsiktet konsekvens (O'Neill m. fl., 2022).

Påvirkning

I norsk oversettelse av begrep brukt av Klimapanelet brukes *påvirkning* om hvordan menneskelig aktivitet påvirker klimasystemet.

Risikoeierskap

Hvem som eier en risiko og hvordan de eier den. ISO 31000 definerer det som «... en person eller enhet som har fått myndighet til å håndtere en bestemt risiko og er ansvarlig for å gjøre det.» I norsk forvaltning er dette tett knyttet til ansvarsprinsippet som sier at den instansen med ansvar for et område i en normalsituasjon også har ansvaret ved ekstraordinære hendelser og kriser.

Samproduksjon

Medvirkning fra brukere av kunnskap i kunnskapsproduksjon

Tverrgående klimarisiko

Tverrgående klimarisiko viser til klimarisiko som virker på flere systemer/sektorer samtidig, eksempelvis flomhendelser som gjør skade på landbruksjord, bebyggelse, veier o.l. Tverrgående risiko ligger tett opp mot forplantende klimarisiko.

Virkningskjede

Virkningskjeder, på engelsk «impact chains», er betegnelse på en systemtilnærmende metodikk for analyse av klimarisiko (Zebisch et al., 2023), og betegner hvordan klimarisiko forplanter seg og virker sammen med andre bestemmende faktorer innenfor og på tvers av systemer.

1.2 Hva er utsatt for klimavirkning – analyseobjekt

For å kunne gjøre en klimasårbarhetsanalyse er det sentralt å definere analyseobjekter. Det vil si å identifisere hvilke verdier og funksjoner som er utsatt for klimavirkning (kalt «elements at risk» i engelskspråklige klimarisikoanalyser, eksempelvis den australske). Identifisering av analyseobjekter vil ta utgangspunkt i de fire overordnede temaområdene valgt av Miljødirektoratet: infrastruktur, mat, helse og natur- og kulturmiljø. Innenfor hvert temaområde er de ulike analyseobjektene gruppert i system. System-nivået vil bli brukt i oppsummeringer og grafiske framstillinger av klimarisiko. Disse kan eksempelvis følge organisering av forvaltningen.

Et utkast til analyseobjekter ble utarbeidet på et arbeidsverksted med direktoratsgruppen 22. august 2024. Gjennom brainstorming i grupper og diskusjon i plenum ble det fremmet mange

analyseobjekter. Deretter har Vestlandsforskning og CICERO gått gjennom listen, slått sammen overlappende analyseobjekter og sørget for at disse er konsekvente, samt foreslått systeminndeling. Tabell 2 viser analyseobjekter som er utledet fra det nevnte arbeidsverkstedet³. Dette tjener mest som en illustrasjon på hva analyseobjekter (og systemer) kan være.

Som del av Steg 1 i analysen må det gjøres en vurdering av hvilke analyseobjekter som skal inngå i KSA og om det er noen som mangler. Dette kan gjøres av ekspertgruppene og Miljødirektoratet. Deretter bør et utkast til liste over analyseobjekt drøftes med øvrige interessenter for å sikre seg at listen i størst mulig grad er forankret hos alle relevante aktører. Kriterier for valg av analyseobjekt er som følger

- For å avgrense analysen bør det ikke være mer enn anslagsvis 10 analyseobjekt pr tema.
- De mest sentrale elementene, tjenestene og verdiene innenfor et tema må til sammen fanges opp av de valgte analyseobjektene.
- Analyseobjekt som går på tvers av flere tema kan inngå i KSA, men det må samtidig også høre tydelig hjemme i minst ett av temaene. F. eks er det ikke sikkert at det tverrgående analyseobjektet «Beredskap og krisehåndtering» hører hjemme under noen av temaene, så da bør det vurderes om dette skal analyseres i neste KSA, av kapasitetsmessige hensyn.

Tabell 2: Forslag til analyseobjekter og gruppering av analyseobjekter i systemer (fet skrift), fordelt på fire tema.

Infrastruktur	Helse	Natur- og kulturmiljø	Mat
Bygg og infrastruktur	Helsetjenester	Økosystem⁴	Landbruk
Bebyggelse	Leveranse av helsetjenester	Bebygde områder	Avlinger
Vann- og avløp	Helsebygg	Dyrket mark	Dyrkbar jord
Avfallshåndtering	Legemidler (forsyningskjeder)	Grasmark	Husdyrhold og dyrehelse
Kraftforsyning	Folkehelse	Skog	Fiskeri og havbruk
Energiinfrastruktur	Fysisk helse	Hei og åpen vegetasjon	Fiskeri
Kommunikasjon (EKOM)	Psykisk helse	Lite vegetert mark	Havbruk
Kommunikasjonsinfrastruktur	Trivsel	Våtmark	Fiskevelferd/helse
Datasikkerhet		Elver/ bekker	Matsikkerhet
		Innsjøer/ tjern	

³ For urevidert liste med analyseobjekt fra arbeidsverksted, se vedlegg 1.

⁴ Etter innspill fra Miljødirektoratet på direktoratsgruppemøte 28. november 2024 har vi valgt å organisere analyseobjektene om natur som de tolv hovedøkosystemene, hentet fra Strand m.fl., (2023). Vi har derfor valgt å ta ut analyseobjekter som omhandler arter.

Driftsstabilitet og punktlighet Mobilitet Vei Jernbane Flytransport Skipsfart, offshore og havner	Ren luft (inne og ute) Rent vann	Marine bakter/ brakkvann Svaberg, kyststrand, dyner Åpent hav Kulturmiljø Kulturminner Kulturlandskap Tradisjonell kulturutøvelse	Matkvalitet Matsikkerhet og -beredskap Forsyningskjeder mat/fôr Genetisk mangfold
---	-------------------------------------	--	---

1.3 Prinsipper for samproduksjon av kunnskap

Medvirkning er en forutsetning for å lykkes med klimasårbarhetsanalyser som lar seg omsette til klimatilpasning. Medvirkning bør resultere i det vi kaller samproduksjon av kunnskap, det vil si at både eksperter og brukere av kunnskap medvirker til kunnskapsproduksjonen. Samproduksjon bidrar til at resultatet i størst mulig grad oppfattes som relevant, legitimt og pålitelig, og dermed lar seg omsette til handling. I slike prosesser er det også viktig at det tas hensyn til interesser, maktulighet og mangfold. En samproduksjonstilnærming krever også inkludering av ulike kunnskapsformer, mer spesifikt vitenskapelig kunnskap, forvaltningskunnskap, ekspertkunnskap og lokal kunnskap. Sistnevnte kunnskapsform inkluderer også urfolkskunnskap og tradisjonell økologisk kunnskap. Gitt den høye usikkerheten som hefter ved framtidige klimaendringer har inkludering av lokal kunnskap vist seg viktig i lokal klimatilpasning. Urfolkskunnskap blir også i økende grad inkludert i KRA-er til land med urfolksgrupper som Canada, Australia, Finland og New Zealand.

Deltagelse og eierskapet til den nasjonale direktoratsgruppen for klimatilpasning bidrar til å nå de ovennevnte målene for samproduksjon av kunnskap. Men det kreves også en bred deltagelse av representanter for ulike sektorer og interesser, vi foreslår følgende:

- Statlige etater som har ansvar og oppgaver innenfor de fire temaområdene, men ikke er representert i ekspertgruppene.
- Kommuner og fylkeskommuner, KS
- Relevante FoU-miljø
- Representanter for næringsliv som tilbyr varer og tjenester innenfor de fire temaområdene.
- Sametinget
- Ungdomsorganisasjoner
- Sivilsamfunnsorganisasjoner (Røde Kors, Norsk Friluftsliv, osv.)

- Minoritetsorganisasjoner

Samproduksjon i utenlandske klimarisikoanalyser

Av de gjennomgåtte KRA-ene innebærer den australske og New Zealandske særlig detaljert og omfattende opplegg for medvirkning, også fra urbefolkning. Nederland sørget tidlig for dialog med provinser og regioner i utformingen av provinsielle og regionale strategier, noe som var med å sørge for en stor detaljeringsgrad av utfordringene tidlig i forløpet. De øvrige KRA-ene har også lagt opp til medvirkning, stort sett i form av ekspertgrupper og fagmiljøer.

Planen under vil dreie seg om medvirkning fra aktører utenfor direktoratsgruppen og ekspertgruppene. Samisk medvirkning er også nødvendig i KSA, og sikres gjennom spor 2. Samtidig vil det være nødvendig å sikre at arbeidet i spor 1, som denne metoderapporten beskriver, også inkluderer samiske perspektiver og kunnskap, gjennom de prosessestegene der medvirkning beskrives under. I det videre vil vi først og fremst bruke begrepet «medvirkning» om aktiviteter som har som formål å bidra til samproduksjon.

1.3.1 Oversikt over medvirkning i de ulike stegene av klimasårbarhetsanalysen

Medvirkning vil skje i de følgende stegene av prosjektet. En samlet plan for medvirkning må utarbeides i Steg 2, se 2.1.

Tabell 3: Oversikt over medvirkning i metoden for klimasårbarhetsanalysen

Hva	Hvem	Omtale i rapporten
Identifisere og invitere fagmiljøer og interessenter til medvirkningsaktiviteter i KSA	Miljødirektoratet, direktoratsgruppen og ekspertgruppene	2.1
Innspill til foreslått utvalg av analyseobjekt	Interessenter	2.2
Drøfting av utvalgte klimarisikoer	Interessenter	2.4
Innspill til kunnskapsgrunnlag for detaljert klimarisikoanalyse	Interessenter	2.3
Innspill til terskler for og vurdering av alvorlighetsgrad	Interessenter	3.1.6
Kunnskap om særlig tverrgående og komplekse risikoer	Interessenter	3.2
Vurdering grad av tilpasning	Interessenter	4.1.1

1.3.2 Ekspertgrupper – sammensetning

Innen alle de fire ulike temaene skal det etableres ekspertgrupper som har et stort ansvar i utformingen av de temavisene KSA-ene. Ekspertgruppen settes sammen av fagpersoner i ulike relevante direktorater, og vi anbefaler å vurdere sammensetningen nøye. Det er viktig at ekspertgruppen som helhet har god kompetanse både på hele bredden av temaet, og innen klimarisiko og klimatilpasning. Vi anser det som en styrke om noen eksperter sitter i flere enn en ekspertgruppe. Særlig vil dette gjelde de som er eksperter innen klimarisiko og/ eller -tilpasning, fra eksempelvis Miljødirektoratet eller DSB. I tillegg bør ekspertgruppene være tverrfaglig sammensatt. Ved behov kan det også hentes inn kompetanse utenfra til å bistå ekspertgruppene. Størrelsen på ekspertgruppene kan variere.

1.4 Valg av klimascenarioer og kategorier av klimafare

1.4.1 Utslippsscenarioer

Klimamodellene som brukes til å framskrive framtidige klimaendringer baserer seg på framtidige nivåer av klimagasser, arealendringer med mer som beregnes og beskrives i det vi kaller utslippsscenarioer. Nasjonale og internasjonale klimarisikoanalyser er stort sett basert på utslippsscenarioer fra FNs klimapanel. I AR5 ble klimaprojeksjoner modellert på grunnlag av såkalte Representative Concentration Pathways (RCP). Disse ble brukt i Klima i Norge 2100, med et middels høyt utslippsscenario kalt RCP 4.5 og et høyt utslippsscenario kalt RCP 8.5. I AR6 gikk man over til å basere klimaframskrivningene direkte på såkalte Shared Socio Economic Pathways (SSP), klimaendringsscenarioer for forventede sosioøkonomiske globale endringer mot århundreskiftet. KRA-er fra før AR6 benytter derfor RCP-baserte klimaframskrivninger, mens nyere analyser benytter både RCP og SSP. Den oppdaterte rapporten Klima i Norge 2100 vil bruke RCP 2.6 for et utslippsscenario som ligger opp mot ambisjonene i Paris-avtalens 1,5 graders mål, samt RCP 4.5 for et «middels» utslippsnivå og SSP3.7 for et høyt utslippsnivå. Vi anbefaler at det brukes høyt utslippsnivå (SSP3.7) for midt-århundre og lavt og høyt utslippsscenario (RCP2.6 og SSP3.7) for slutten av århundret. Dette fordi det er mindre forskjeller mellom utslippsscenarioene ved midten av århundret, og ved å kun analysere for ett utslippsscenario i denne tidsperioden forenkler vi analysen.

1.4.2 Klimaframskrivninger og oppvarmingsscenarier

KSA bør benytte KSS sine klimaframskrivninger for klimaindeksene nevnt i 1.4.3. Disse vil framskrives for den overnevnte utslippsscenarioene for periodene 2041-2070 og 2071-2100, og offentliggjøres i rapporten «Klima i Norge 2100» høsten 2025.

Både Klimapanelets AR6 og den australske KRA-en viser virkninger og konsekvenser av klimaendringer for ulike framtidige globale temperaturnivåer, såkalte «Global Warming Levels» (GWL). Det gir en mindre kompleks analyse å kun analysere klimarisiko for gitte oppvarmingsnivåer framfor klimaprojeksjoner basert på utslippsscenarioer. GWL er i økende grad anbefalt brukt framfor RCP og SSP baserte framskrivninger da det er lettere å modellere, og enklere å kommunisere (f. eks «3 grader oppvarming innen 2100» versus «RCP 4.5») (DCCEEW, 2023). I framtidige KSA-er bør det derfor vurderes å få produsert framskrivninger for GWL.

1.4.3 Klimafarer og klimaindeks

Framtidig utvikling av klimafarer styres av klimaendringer. Vi beskriver ikke prioriterte klimafarer her, da det vil være en del av Steg 2 i analysen. En sentral kunnskapskilde for å fastslå driveren «fare» er framskriving og nedskalering av klimaendringer; i Norge presentert gjennom tjenesten Norsk klimaservicesenter (KSS). Denne, som tilsvarende tjenester i andre land, er karakterisert ved å presentere ulike klimaindeks. KSS presenterer 13 slike indekser, som vi foreslår å bruke i analysene. En oppdatert oversikt over disse blir presentert i den nyeste versjonen av Klima Norge 2100 som kommer mot slutten av 2025. Disse er utviklet gjennom mange år, og i listen som brukes i 2025-utgaven er det tatt utgangspunkt i brukerbehov kartlagt av Miljødirektoratet gjennom en undersøkelse i 2020. Det ble gjennomført intervjuer med rundt 20 nasjonale og regionale myndigheter samt kommuner og andre lokale brukere av klimadata. Intervjuene avdekket et ønske om framskrivninger for en rekke tema, inkludert nye klimaindeks som vanntemperaturer i elver og innsjøer, antall nullgraders-kryssinger om vinteren samt kombinerte effekter av kraftig regn og vind (Storrank et al., 2021). I punktlisten under gjengis klimaindeksene for framskrivninger som vil benyttes i neste Klima i Norge 2100.

Atmosfære

- Temperatur: Middelttemperatur, temperaturvariasjon, sesonglengde, frostdager, vekstsesong, sommerdager, varmebølger og nullgradspasseringer.
- Nedbør: Nedbørsum, nedbørvariasjon, nedbørdager, nedbørintensitet, dager med kraftig nedbør
- Vind: Middelvind, kraftig vind, ekstremvind

- Kvalitative vurderinger / litteratur: endringer i eksempelvis lynaktivitet, solenergi, snølaster

Hydrologi:

- Avrenning, fordampning, middelflom, 200-årsflom

Kryosfære:

- Årlig maksimal snømengde, snøsesong, dager med skiføre, endringer på bre
- Kvalitative vurderinger / litteratur: endringer i eksempelvis is på innsjøer og permafrost

Skred:

- Kvalitative vurderinger av endringer for ulike skredtyper

KSS beskriver imidlertid ikke klimaindeksler for hav, og henviser til Kartverket (sehavniva.no) for indekser for stormflo og havnivåstigning. Nye indekser for hav vil være nødvendig for å kunne dekke temaene «Natur» og «Mat». Havforskningsinstituttet opererer med følgende indekser: temperatur, salinitet, havstrømmer, havforsuring og vannstand (Albretsen et al., 2023).

1.4.4 Sannsynlighet og returperioder

I tradisjonell risikoanalyse er man avhengig av å kunne vurdere sannsynlighet for at en hendelse inntreffer. Å kunne modellere og framskrive sannsynlighet for de ulike klimafarene har lenge vært en utfordring, bl.a. på grunn av stor usikkerhet i framskrivningene. Klimaendringene vil resultere i hendelser som knapt eller aldri har forekommet før, og da er det krevende å skulle si noe om hvor ofte en slik hendelse vil kunne inntreffe i framtiden. Klimapanelets klimarisikotilnærming har derfor ikke hatt sannsynlighet som en bestemmende faktor.

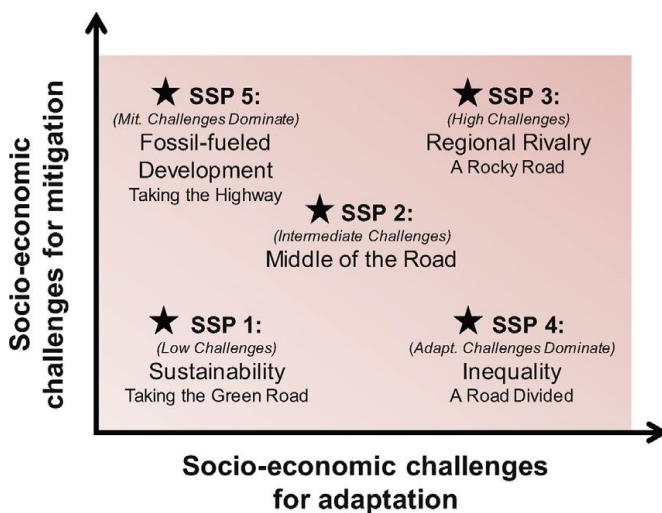
Sannsynlighet for enkelte typer klimafarehendelser kan likevel kunne uttrykkes ved returperioder – altså for hvor hyppig en klimafarehendelse vil kunne inntreffe. Men dette fordrer at det eksisterer tidsserier med data fra målinger slik at gjentakelsesintervallet for hendelsene kan beregnes. Det mest kjente her er flom og skred, der returperioder brukes til å definere sikker byggegrunn for byggeteknisk forskrift (TEK 17), samt for korttidsnedbør, som brukes til å definere intensitet og varighetskurver (IVF) for dimensjonering av avløp. KSS leverer beregninger av såkalt klimapåslag for utvalgte returperioder for disse klimafarene. Returperioder for øvrige klimafarer kan også produseres dersom det finnes tilstrekkelig gode tidsserier. Den nederlandske KRA-en har blant annet definert returperioder for tørke, hetebølger, kombinasjon av høy luftforurensing og høye lufttemperaturer, og kombinasjon av tørke og skogbrann, men har basert vurdering av returperiode for hendelser som ikke enda har inntruffet, eller svært sjelden har

inntruffet på ekspertvurderinger (Witmer et al., 2023). Vi anbefaler at det blir arbeidet med å beregne returperioder for flest mulig av klimaindeksene. Der det finnes framskrivninger med returperioder bør disse beskrives i analysens steg 3, og brukes til å analysere alvorlighetsgrad og beslutningshastighet (nærmere bestemt seksjonene 3.1.6 og 4.2)

1.5 Fastlegge kriterier for samfunnsscenarioer

KSA skal beskrive framtidig risiko for klimaendringer. I framtiden er det ikke bare klima som vil ha forandret seg, men også samfunnet. Samfunnsutviklingen vil avgjøre hvor folk bor i framtiden, hvordan økonomien er sammensatt og hvordan innbyggere og beslutningstagere velger å forholde seg til klimaendringer. KRA-er benytter derfor i stor grad samfunnsscenarioer for å kunne vurdere hvordan de bestemmende faktorene eksponering, sårbarhet og tilpasning vil kunne utvikle seg. Samfunnsscenarioer, eller «sosio-økonomiske scenarioer», forecasting og «prognoser» er brukt innen en rekke områder i samfunnet ved utarbeidelser av strategier og langtidsplaner (se blant annet Kommunal- og moderniseringsdepartementets scenarioer for offentlig sektor i 2040 (KMD, 2019)).

I Steg 1 bør det også planlegges for å utarbeide samfunnsscenarioer som henter inspirasjon fra de samme SSP som brukes i framstilling av klimaframskrivningene (se Figur 5). SSP sier blant annet noe om hvor langt samfunnet har kommet i overgangen til lavutslippssamfunnet.



Figur 5 SSP-scenarioene (Kilde: O'Neill mfl. 2017).

Utarbeidelse av samfunnscenariene bør bestilles som en separat utredning. Denne utredningen bør forberedes og utlyses nokså tidlig slik at funnene kan brukes inn i arbeidet i Steg 2 og 3. Vi foreslår følgende føringer for utvikling av samfunnsscenarioer:

- Scenariene bør bruke de globale trendene som beskrives i SSP (som brukes til klimaframskrivninger), SSP 1 (optimistisk, knyttet til RCP 2.6), SSP 2 (dagens utvikling, knyttet til RCP 4.5) og SSP 3 (pessimistisk), se Figur 5.
- Scenarioene bør også framskrives til de samme tidsperiodene som klimaframskrivningene dekker (2041-2070 og 2071-2100).
- Scenarioene bør bygge på framskrivninger av trender innen demografi, helse, mobilitet, teknologisk utvikling, sysselsetting, næringsstruktur og økonomi, og suppleres av kvalitative narrativer (også kalt «storylines»).
- Scenarioene bør utarbeides med relevans for de fire overordnede temaene for KSA: infrastruktur; helse; natur og kulturmiljø; og mat slik at de er direkte overførbare til arbeidet med KSA.

Samfunnscenarier i utenlandske Klimarisikoanalyser

Flere av de gjennomgåtte KRA-ene (Finland, Tyskland, EUCRA) baserer seg på IPCCs kvantifiserte SSP med nasjonale tilpasninger for å vurdere framtidig samspill mellom klimaendringer og samfunnsmessige endringer. Andre har utviklet sine egne framtidsscenarioer (blant annet Storbritannia). I UKCCRA3 er utviklingen av sosioøkonomiske scenarioer satt ut som eget FoU-prosjekt. Her inngår befolkningsutvikling, BNP, sysselsetting, arbeidsproduktivitet, arealbruk og boforhold. Australia utvikler for tiden plausible framtidsscenarioer i tråd med lav/høy GWL for 2050 og 2090 basert på trender innenfor sine fire belyste domener. Den hovedsakelig tyske metodeboka (GIZ) (Zebisch m.fl., 2023) poengterer at sosioøkonomiske scenarioer er mest relevante på kort sikt. På lengre sikt bør plausible framtidsnarrativer med tanke på klimaomstilling (business-as-usual, ambisiøs utvikling osv.) utvikles. New Zealand har ekskludert sosio-økonomiske scenarioer i sin første KRA.

Av metodegjennomgangen er det vanskelig å få fullstendig oversikt over hvilke indikatorer og tilhørende datagrunnlag som brukes. Scenarioene er i hovedsak forberedt for analysene av nasjonale fagmiljø og basert på eksisterende kunnskap, nasjonale data og ekspertvurderinger.

1.6 Geografisk inndeling: Klimasoner

Geografiske variasjoner i klimarisiko kan vises på ulike måter. Spesielt klimafare kan egne seg for geografisk fremstilling, men det vil variere i hvilken grad eksponering og sårbarhet kan vises på kart. Videre anbefaler vi å bruke ulike prinsipper for geografisk inndeling avhengig av klimarisiko. For nedbørsrelaterte klimarisikoer kan for eksempel Norsk klimaservicesenter (KSS) sine nedbørsregioner brukes (se Figur 7), 1: Østfold, 2: Østlandet, 3: Sørlandet, 4: Sør-Vestlandet, 5: Sunnhordaland, 6: Sogn, 7: Dovre/Nord-Østerdal, 8: Møre og Romsdal, 9: Inntrøndelag, 10: Trøndelag/Helgeland, 11: Hålogaland, 12: Finnmarksvidda og 13: Varanger. For temperaturbestemte klimarisikoer kan man bruke temperaturregioner (se Figur 6), 1: Østlandet, 2: Vestlandet, 3: Midt-Norge, 4: Nordland og Troms, 5: Finnmarksvidda, 6: Varanger. Det er

gjennomført en justering av grensene på disse i anledning ny versjon av KlimaNorge 2100, som ikke er vist i figurene under. Når det er sagt er dette en nasjonal analyse og vi ser det dermed ikke som hensiktsmessig å gjøre egne vurderinger av hvordan klimarisiko kommer til å utspille seg i hvert enkelt fylke (for så å aggregere dette opp på nasjonalt nivå). Vi anbefaler i stedet å ta utgangspunkt i de ulike risikoene og deretter beskrive hvordan ulike klimasoner eller områder vil bli påvirket.



Figur 7: Geografisk inndeling i nedbørsregioner.



Figur 6: Geografisk inndeling i temperaturregioner. Kilde: KSS

Til havs foreslår vi å legge Norges økonomiske sone til grunn for KSA, men her bør ekspertgruppene ta en vurdering på hva som er relevant for deres tema/ forvaltningsområde.

Geografisk inndeling i utenlandske klimarisikoanalyser

Australia har delt landet inn i 11 ulike regioner og oversjøiske territorier. De har tatt utgangspunkt i de ulike statene, men noen av disse er delt i mindre regioner for denne analysen. EUCRA har gjort en enda grovere sortering og delt inn Europa i fire ulike regioner; Nord-Europa, Vest-Europa, Sør-Europa og Sentral-/ Øst-Europa. Til forskjell har den tyske KRA-en et langt mer finmasket kart som deler landet inn i 7 ulike klimasoner. New Zealand analyserer klimarisiko konsekvent på sub-nasjonale nivå (ulike klimasoner), og aggregere resultatene til nasjonalt nivå, og er med dette en svært omfattende og detaljert analyse.

1.7 Valg av tidsperspektiv

KSA skal analysere klimarisiko for tre tidsperioder. Vi anbefaler å benytte tidsperiodene KSS benytter: Nåtid (1991-2020); midten av århundret (2041-2070); og slutten av århundret 2071-2100. Dersom det er ønskelig å forenkle analysen bør det fokuseres på den midtre tidsperioden. Noen klimafarar, slik som havnivåstigning, vil for alvor først inntreffe etter den siste tidsperioden. Likevel anbefaler vi å utvikle analyser som er konsekvente med KSS og som opererer med en tidshorisont det i større grad er mulig å forutse.

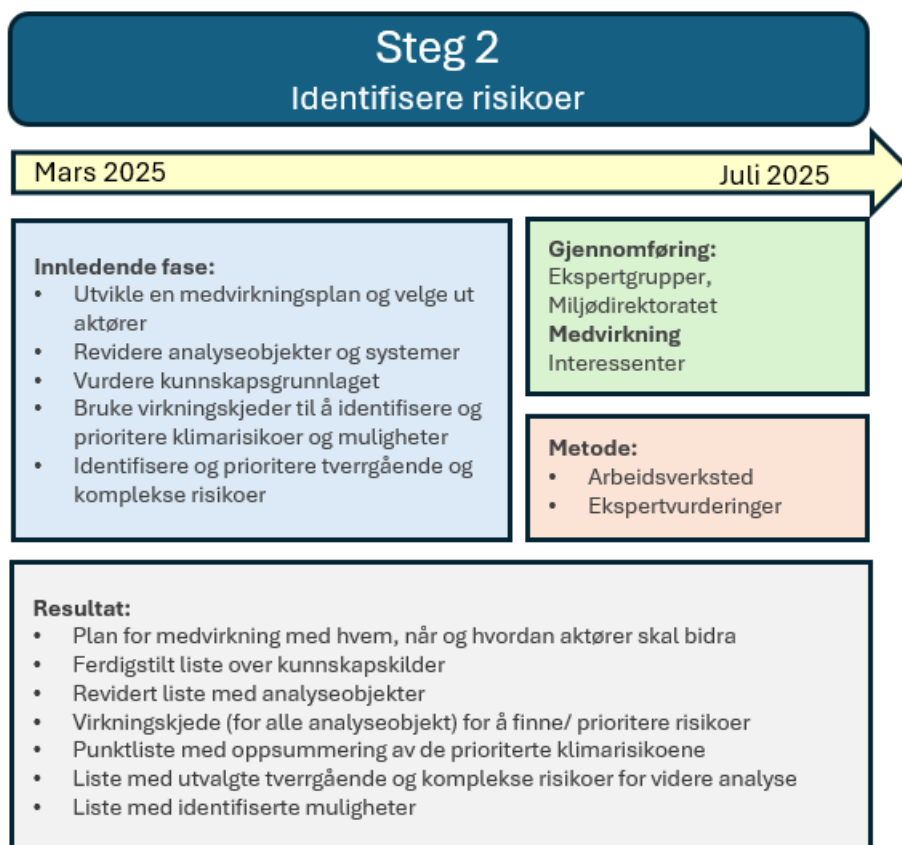
1.8 Fastlegge rammer for litteraturgjennomgang

Første steg i KSA innebærer også å legge rammene for kunnskapsinnhenting som skal gjennomføres innenfor de ulike temaene. Kunnskapsgrunnlaget vil ligge til grunn for arbeidet som skal gjøres i Steg 2 og litteraturgjennomgangen bør av den grunn gjennomføres nokså raskt. Dette vil være et nokså omfattende arbeid og vi anbefaler at Miljødirektoratet lyser ut denne oppgaven til eksterne FoU-miljø.

2 Steg 2 Identifisere klimarisiko

Steg 2 er den innledende fasen i analysen, og her vil fundamentet for analysen legges. Vi anbefaler følgende steg:

- Utvikle en medvirkningsplan og velge ut aktører.
- Revidere analyseobjekter og systemer.
- Vurdere kunnskapsgrunnlaget
- Bruke analyseobjekter til å identifisere og prioritere klimarisikoer og muligheter
- Identifisere og prioritere komplekse og tverrgående risikoer



Figur 8: Illustrasjon av Steg 2

2.1 Utvikle plan for medvirkning

KSA vil kreve innspill og synspunkt fra en rekke interessenter utenfor ekspertgruppene. Et mål i Steg 2 er å utvikle en plan for medvirkning. Dette innebærer å identifisere og rekruttere relevante

aktører som bør involveres i analysen. Her er nøkkeloppgaver å vurdere hvilke aktører som er relevante innenfor hvert tema, hvor i prosessen disse skal bidra, og på hvilken måte. Utvikling av plan for medvirkning vil bygge på prinsipper om samproduksjon av kunnskap og bør inkludere aktører foreslått i kap. 1.3

2.2 Revidere analyseobjekter og systemer

I Steg 1 er det utviklet en preliminær liste med temavise analyseobjekter, (se 1.2). Analyseobjektene, samt grupperingen av disse i systemer, bør gjennomgås og revideres for å sikre at viktige og relevante analyseobjekter er inkludert. Analyseobjektene spiller en vesentlig rolle i KSA, ved å sette rammene for hva som blir vurdert og ikke. I tillegg til ekspertgruppene anbefaler vi medvirkning fra interessenter i denne prosessen for å sikre at ulike grupper får spilt inn sine perspektiver og for å fange opp verdier som hittil er oversett. Videre anbefaler vi å holde listen med analyseobjekter åpen et stykke ut i analysen, hvert fall til og med utviklingen av de preliminare virkningskjedene (se 2.4), slik at eventuelle nye elementer som blir bragt til bords gjennom konsultasjon med interessenter og påvirkede grupper kan legges til.

2.3 Gjennomgå litteraturgjennomgang og ferdigstille oversikt over kunnskapskilder

Litteraturgjennomgangen beskrevet i 1.8 må gjennomgås, og det kan være nyttig å involvere eksterne fagmiljø og interessenter med erfaringsbasert kunnskap for å fange opp sentrale kilder som kan mangle i litteraturgjennomgangen, og på den måten sikre et robust kunnskapsgrunnlag. Dette innebærer å be om innspill på litteratur og øvrige kunnskapskilder for å best mulig beskrive fare, eksponering og sårbarhetsforhold ved klimarisikoene som identifiseres i 2.4 og som skal analyseres videre. Dersom det oppdages særlige kunnskapshull i relevant litteratur bør dette noteres og samles opp i steg 5, hvor man kan vurdere hvordan dette håndteres videre.

Fare er nokså godt utredet og kartlagt nasjonalt, med relativt robuste framskrivinger basert på historiske data og modeller. Også for *eksponering* finnes mye data, målinger og kunnskap som kan anvendes som indikatorer. Vurderinger av *sårbarhet* derimot, blir i større grad en kvalitativ vurdering basert på gjennomgang av eksisterende kunnskap, medvirkning, og ekspertvurderinger. Et utgangspunkt for å samle kunnskapskilder kan være Miljødirektoratets og

andre sektormyndigheters eksisterende utredninger om klimasårbarhet, -virkning og -tilpasning, framskrivinger fra KSS, samt EEAs klimaindikatordatabase⁵ og tilhørende «dashboard»⁶.

Metode for gjennomføring av ekspertvurderinger

Ekspertvurderinger vil alltid være påvirket av ekspertenes bakgrunn, kjønn, verdier også videre, og selv om objektivitet er et mål, er dette derfor i realiteten vanskelig å innfri fullt ut. Derfor er det viktig å gjennomføre ekspertvurderingene på en systematisk, transparent og sporbar måte for å oppnå pålitelige resultater. Metoder for strukturerte ekspertvurderinger ('expert knowledge elicitation' (EKE)) bidrar til dette. I den tyske og nederlandske klimarisikometoden benyttes EKE-metoden 'Delphi'. Denne baserer seg blant annet på spørreundersøkelser til deltagende eksperter, og fordrer at det er minst fem, helst over 10 eksperter i hver gruppe. Se utførlig beskrivelse av Delphimetoden her (Belton et al., 2019).

2.4 Identifisere risikoer og muligheter gjennom virkningskjeder

En vesentlig del av Steg 2 er å identifisere viktige klimarisikoer og muligheter med utgangspunkt i hvert analyseobjekt. Dette kan gjøres ved hjelp av virkningskjeder, som kan være nyttige for å analysere klimarisiko, samt å operasjonalisere klimarisikobegrepet (Zebisch et al., 2023). I en virkningskjede er hensikten å utforske og illustrere hvordan ulike farer, eksponeringer og sårbarheter påvirkes av klimaendringer og ikke-klimatiske drivere, og sammen danner klimarisikoer. Virkningskjeder kan bidra til å øke forståelsen av hvordan en klimavirkning kan forplante seg og/eller virke sammen med andre klimarisikoer innenfor og på tvers av flere systemer. Se figur 9 for et eksempel på en preliminær virkningskjede. Vær oppmerksom på at dette er et forslag til detaljnivå som kan være nyttig i steg 2 og at virkningskjeden skal arbeides videre med i steg 3.

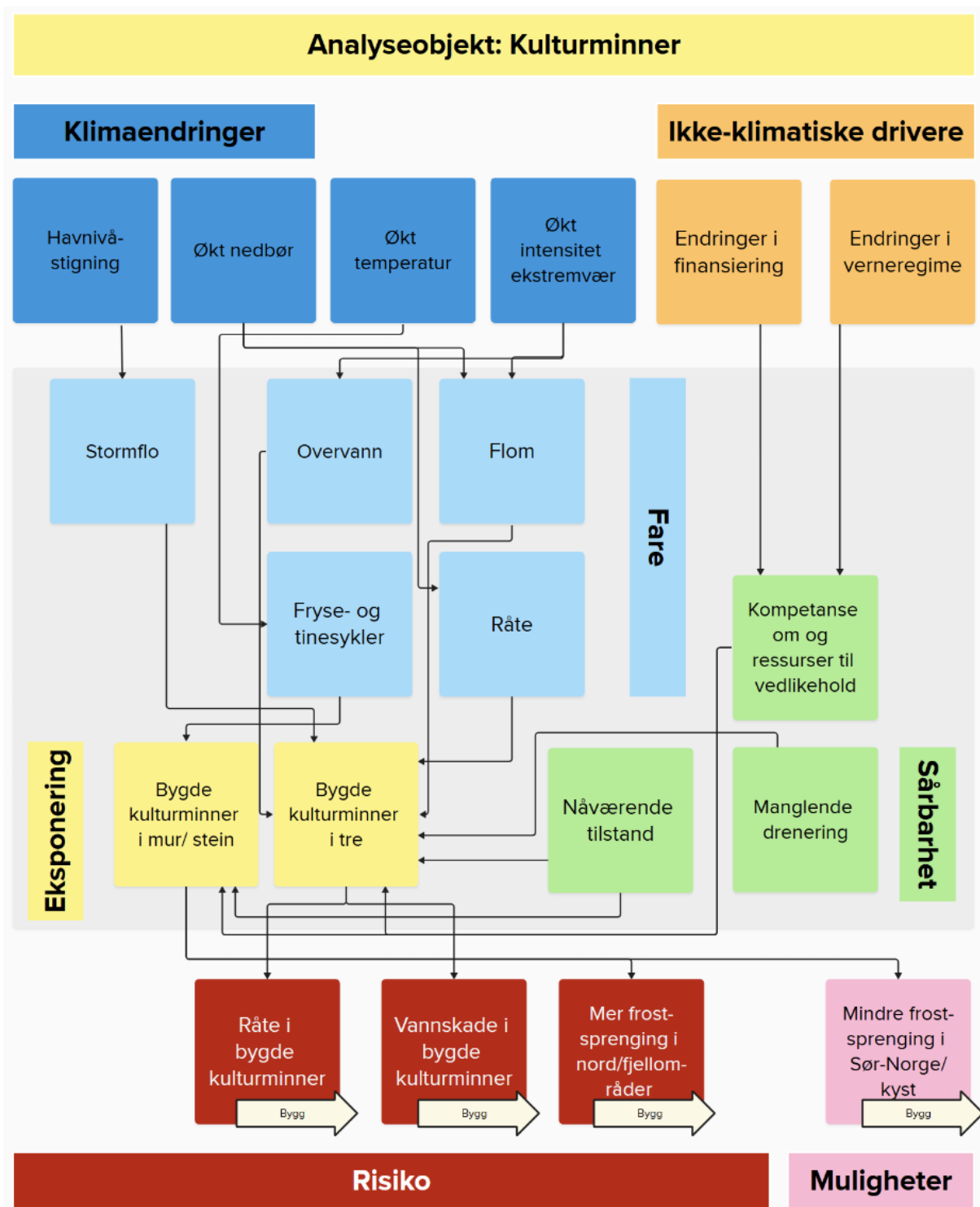
Innledningsvis bør virkningskjeder analyseres for hvert analyseobjekt. Vi anbefaler å ta utgangspunkt i Figur 4 for å utfylle et virkningskjedekart ved å fylle inn bestemmende faktorer, drivere og risikoer. Ettersom dette er et forberedende stadium til selve analysen (i steg 3) skal ikke virkningskjeden være et ferdig bearbeidet sluttprodukt, men heller et utkast man tar med seg inn i selve analysen. Underveis kan Post-it lapper, eller digitale tavler som eksempelvis Microsoft Whiteboard, Miro eller Mural, brukes for å samle og sortere alle elementer som kan være relevante innenfor de bestemmende faktorene *fare, eksponering og sårbarhet*. Dersom det oppstår muligheter i utviklingen av virkningskjedene, kan disse illustreres med en egen fargekode i virkningskjedene.

⁵ <https://www.eea.europa.eu/en/advanced-search>

⁶ <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/drought-impact-on-ecosystems-in-data-viewers>

Vi anbefaler å starte analysen med analyseobjekt. Først kan man spørre «hvilke *klimafarer* er analyseobjektet særlig eksponert for»? Vi anbefaler å ta utgangspunkt i klimafarer og hendelser, ikke grunnleggende klimaendringer som startpunkt når man utvikler virkningskjeder (se 1.4.3). Dette vil si å ta utgangspunkt i eksempelvis flom, tørke, kraftigere og hyppigere episoder med styrtnedbør eller endrede snøforhold, heller enn økt årsmiddeltemperaturer eller økt årsnedbør. Her vil man måtte gjøre noen begrensinger til de viktigste farene. Hvilke farer som er mest relevante vil variere for de ulike analyseobjektene. Derfor bør interessenter involveres i prosessen.

For sårbarhet kan man spørre «hvilke egenskaper ved systemet/analyseobjektet gjør det sårbart for klimaendringer?». Ikke-klimatiske drivere bør også inkluderes, gjennom å spørre «hvilke typer endringer i samfunnet kan føre til at klimaendringer påvirker negativt?». For klimarisiko blir spørsmålet «hva kan skje av negative hendelser?». Denne oversikten bør bearbeides ved å velge ut de mest sentrale elementene, og settes opp som en virkningskjede som ender i en eller flere risikoer. Klimavirkninger er sjelden isolert til ett enkelt system, og det vil være nyttig å slå sammen klimarisikoer som treffer flere systemer. Vi foreslår i første omgang å vise tverrgående analyseobjekter med tydelig bruk av piler, for enkelt å kunne sortere ut tverrgående klimarisikoer i Steg 3.



Figur 9: Eksempel på virkningskjede for analyseobjektet kulturminner.

2.5 Prioritere klimarisikoer for videre analyse

For ikke å få svært mange klimarisikoer som skal analyseres inngående i Steg 3 anbefaler vi å sortere risikoene og prioritere de viktigste. Prioriteringen av sentrale risikoer bør baseres på gjeldende kunnskapsgrunnlag, men må i realiteten gjennomføres som kvalitative

ekspertvurderinger. Klimarisikoer som overlapper mellom de ulike systemene bør slås sammen, og plasseres under det system og tema hvor man ønsker å håndtere disse tverrgående risikoene. Denne sorteringen vil bidra til å begrense omfanget av analysen. Videre anbefaler vi å gjøre en enkel vurdering av nåværende og framtidig alvorlighetsgrad når klimarisikoene som er identifisert skal prioriteres. Førre-var-prinsippet bør legges til grunn, og usikkerheter bør også vurderes i den grad dette er gjennomførbart. Det må vises skjønn med tanke på antall risikoer for videre analyse, tatt tid og ressurser i betraktning. Anslagsvis bør ikke mer enn 20 klimarisikoer per tema tas videre til Steg 3 og det bør være en viss sammenheng i detaljnivå for analyseobjektene på tvers av temaene.

Videre anbefaler vi at risikoer som innebærer en interaksjon med ikke-klimatiske forhold som forsterker risikoen, slik som omstillingsrisiko eller arealbruk, bør tas med videre i analysen. Dersom det viser seg å bli for mange risikoer, anbefaler vi å skjele til terskelnivåene i Tabell 5 (i steg 3) for å avgjøre hvilke risikoer som er alvorlige nok til å tas med videre til steg 3 av analysen. Helst bør moderate eller mer alvorlige risikoer tas med til analysen i steg 3, men dersom dette blir for omfattende anbefaler vi å velge et utvalg av de mest alvorlige risikoene som representerer bredden i de fire temaområdene. Steg 2 bør resultere i en liste med kulepunkter som oppsummerer risikoene (se pilot). Risikoene som ikke tas videre til Steg 3 bør noteres og legges ved i et eget vedlegg i steg 4 av analysen.

Pilot: Risikoprioritering for systemet Kulturmiljø

Eksempler på risikoer identifisert ved analyseobjektet kulturbygg:

- Risiko for økt råteskade i trebygg som følge av økt nedbør og temperatur. Alvorlighetsgrad: Moderat
- Risiko for økt frostsprengning på mur/steinbygg som følge av økte svingninger rundt 0 grader, særlig i høyereliggende og nordlige strøk. Alvorlighetsgrad: Moderat
- Risiko for vannskade på kulturminnebygg som følge av flom, overvann og stormflo. Alvorlighetsgrad: Moderat

Identifisert mulighet: Redusert risiko for frostsprengning i mur/steinbygg i sørlige og kystnære deler mot slutten av århundret.

Eksempel risiko identifisert ved analyseobjektet kulturlandskap:

- Risiko for redusert kvalitet/tap av kulturlandskap som følge av lengre vekstsesong i samspill med endret arealbruk. Alvorlighetsgrad: Kritisk

Eksempel risiko identifisert ved analyseobjekt kulturutøvelse:

- Risiko for tap av tradisjonell kunnskap som følge av endrede klimatiske vilkår for skjøtsel av bl.a. kulturlandskap, i samspill med endrede insentiv for tradisjonell bruk. Alvorlighetsgrad: Moderat

2.6 Identifisere tverrgående, komplekse risikoer

All klimarisiko kan forstås som kompleks, og noen mer enn andre. Denne delen av Steg 2 innebærer å identifisere og prioritere risikoer som i stor grad innebærer komplekse dynamikker, slik som virkninger som forplanter seg på tvers av flere systemer innenfor flere av temaområdene (infrastruktur, natur og kulturmiljø, helse og mat), samt interaksjon med ikke-klimatiske drivere og andre klimarisikoer. Vi anbefaler at disse identifiseres og velges ut i et tverrtematisk arbeidsverksted hvor alle ekspertgruppene deltar. De utvalgte risikoene vil analyseres og brukes til å utvikle dybdeanalyser (risikofortellinger) i Steg 3.

For å velge ut tverrgående og komplekse risikoer anbefaler vi å ta utgangspunkt i klimarisikoene som er identifisert i steg 2.5. Her har vi allerede foreslått å legge inn piler i virkningskjedene som kan vise hvordan klimarisikoer virker på tvers av systemer. Vi ser for oss at identifiseringen av komplekse og tverrgående risikoer både kan gjøres ved å utvide virkningskjedene fra steg 2.5 og skrive enkle beskrivelser av hvordan risikoene virker på tvers. Vurderingene bør støtte seg på de temavise litteraturgjennomgangene.

Av hensyn til ressurser anbefaler vi et utvalg på inntil 5 særlig tverrgående og/ eller komplekse risikoer. Hensikten med denne øvelsen er ikke å beskrive alle former for risiko, men å øke forståelsen for hvordan klimarisiko oppstår, forplanter seg, interagerer med andre

samfunnsforhold og risikoer. På den måten skal beskrivelsene av kompleks/ tverrgående risiko gi økt innsikt i hvordan særlig kompleks risiko kan håndteres. Det er naturlig at disse risikoene er mer overordnede enn risikoene identifisert i 2.4. Følgende kriterier bør legges til grunn i utvelgelsen av komplekse klimarisikoer:

- Virkning på tvers av systemer innen flere tema.
- Interaksjon med ikke-klimatiske forhold som forsterker risiko, eksempelvis arealbruksendringer og omstillingsrisiko.
- Det bør velges forskjellige typer risikoer slik at en bredde av eksempler på tverrgående og komplekse risikoer kommer fram.
- Relevans for nasjonal politikkutforming
- En eller flere av risikoene bør også involvere grenseoverskridende klimarisiko.

Steg 2 i utenlandske klimarisikoanalyser

De gjennomgåtte KRA-ene har noe ulik tilnærming til identifisering av klimarisikoer. Flertallet tar utgangspunkt i systemer som dekker sentrale samfunnsområder/verdier, i tråd med «representative nøkkelrisikoer» i O'Neill m.fl. (2022). Ut ifra disse identifiseres analyseobjekter og/eller klimarisikoer. Både EUCRA og Australia sine kriterier for utvelgelse av risikoer legger seg tett opp mot kriterier beskrevet av O'Neill m.fl. (2022), og inkluderer et stort omfang av mulige konsekvenser, høy grad av irreversibilitet og forverrede effekter av klimaendringer over tid. EUCRA inkluderer også sannsynlighet for alvorlige konsekvenser, samt potensial for forplantende effekter. Vurderingene gjøres i stor grad kvalitativt, basert på litteraturgjennomgang av kjente konsekvenser og forståelse av eksponering og sårbarhet. GIZ foreslår at utvelgelse må ta hensyn til relevans av risikoen, kunnskapsgrunnlaget (nå og i framtiden) og hvordan risikoen er håndtert, og anbefaler medvirkning i denne fasen (Zebisch m. fl., 2023). Storbritannia, New Zealand og Australia har utviklet risikoerklæringer, som sier at klimarisiko er en funksjon av system og klimafare.

2.7 Resultat

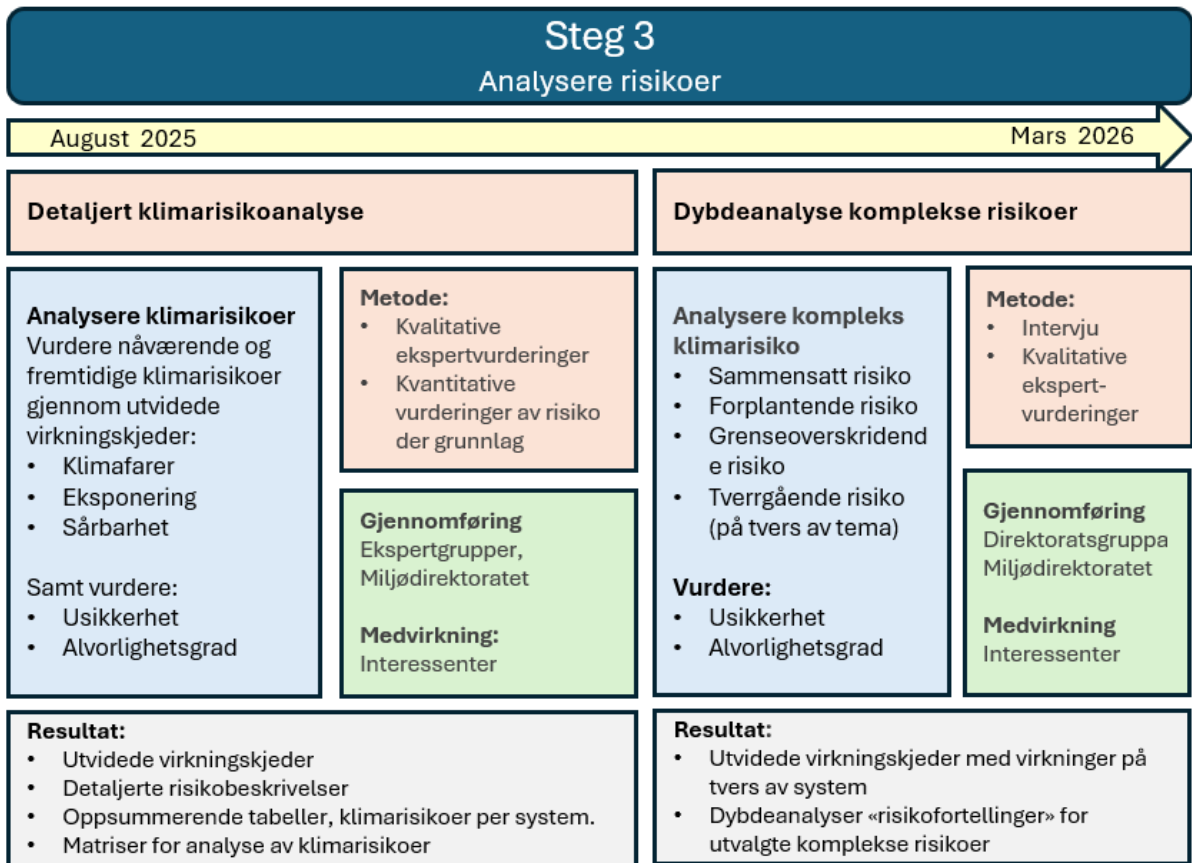
Følgende bør foreligge etter gjennomført steg 2:

- Plan for medvirkning med hvem, når og hvordan aktører skal bidra
- Ferdigstilt liste over kunnskapskilder
- Revidert liste med analyseobjekter
- Virkningskjede for hvert analyseobjekt for å finne og prioritere sentrale risikoer
- Punktliste med oppsummering av de prioriterte klimarisikoene
- Liste med utvalgte tverrgående og komplekse risikoer for videre analyse
- En liste med risikoer som ikke prioriteres for videre analyse som legges ved i vedlegg

3 Steg 3 Analysere klimarisiko

I Steg 3 vil klimarisikoene beskrives grundigere ved å analysere de bestemmende faktorene fare, eksponering og sårbarhet mer inngående. Den fjerde bestemmende faktoren *tilpasning* vil vurderes i Steg 4. I Steg 2 var analysen sentrert rundt analyseobjekt (og systemene de inngår i) for å utlede klimarisikoer. Heretter anbefaler vi å ta utgangspunkt i de prioriterte klimarisikoene knyttet til de ulike systemene. Analyseobjektene blir naturligvis med videre, men med klimarisikoer som organiserende prinsipp for fremstilling av resultater i analysen. Steg 3 er delt i to deler, en detaljert risikoanalyse (3.1) og en dybdeanalyse av komplekse og tverrgående klimarisikoer (3.2) (se Figur 10).

Fremgangsmåten i begge delene av analysen er nokså lik, men fremstillingen av resultatene vil være forskjellig. I 3.1 vil analyse og fremstilling av resultater med utgangspunkt i klimarisikoer per system følge en systematisk og lik metodisk tilnærming på tvers av temaområdene. I 3.2 vil det også tas utgangspunkt i utvalgte klimarisikoer, men her er et mål i seg selv å utvide forståelse for særlig komplekse risikoer med virkning på tvers av systemer og temaområder. Avhengig av risikoene som velges ut anbefaler vi å holde metoden mer åpen i steg 3.2 for å kunne ha ulike tilnærminger til ulike tverrgående klimarisikoer. En sentral del av 3.1 er å vurdere usikkerhet og alvorlighetsgrad. Dette inngår også i 3.2, i den grad det er mulig.

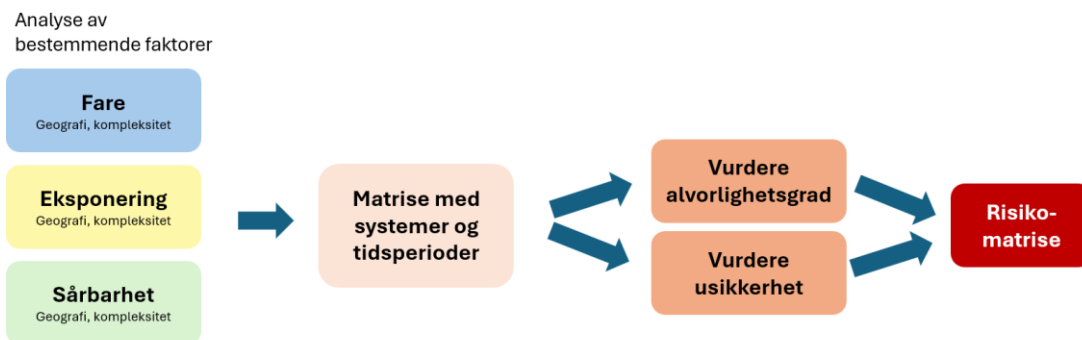


Figur 10: Illustrasjon av Steg 3

3.1 Detaljert analyse av nåværende og framtidig klimarisiko

I analysen av nåværende og framtidige klimarisikoer anbefaler vi følgende punkt:

- Beskrive klimafarar
- Beskrive eksponering
- Beskrive sårbarhet
- Utvide virkningskjeder
- Vurdere usikkerhet
- Vurdere alvorlighetsgrad
- Oppsummere resultater i en tabell



Figur 11: Flytskjema for detaljert analyse av klimarisiko.

I denne delen av analysen bør de ulike bestemmende faktorene utdypes med tekstbeskrivelser. Fare, eksponering og sårbarhet, samt mekanismene som skaper klimarisiko bør beskrives og man bør vise hvordan dette vil utvikle seg mot midten og slutten av århundret. Om gjennomgangen av kunnskap viser eventuelle positive virkninger og muligheter av klimaendringene bør dette omtales.

For å kunne gjennomføre analysene systematisk anbefaler vi å fylle inn informasjon om de ulike bestemmende faktorene i matriser, eksempelvis i Excel-tabeller (vedlegg 2). Matrisene bør si noe om de utvalgte systemene med klimarisiko, bestemmende faktorer (fare, eksponering, sårbarhet), geografisk oppløsning, datakilder og en samlet vurdering av klimarisiko.

Mer om matrisene

For å fylle inn matrisene i vedlegg 2 er det noen praktiske detaljer som må til for å gjøre det operasjonaliserbart. Vi foreslår at det for hvert system lages en tabell for tidsperiodene nåtid og mellomlang sikt (høyt utslippsnivå) og to tabeller for lang sikt (høyt og lavt utslippsnivå). En klimarisiko kan oppstå som følge av flere klimafarer, men eksponerings- og sårbarhetsindikatorer må velges ut ifra en klimafare. Dersom en klimarisiko består av flere klimafarer, og hvor det er ulike eksponerings- og sårbarhetsindikatorer for hver klimafare, må det føres separate rader for hver klimafare. I denne detaljerte analysen er det grenser for hvor mange eksponerings- og sårbarhetsindikatorer man kan inkludere for hver klimafare. I eksempelet vårt har vi begrenset det til to eksponeringsindikatorer og to sårbarhetsindikatorer pr. fare. En kan om nødvendig beskrive flere i virkningskjedene og i tekstbeskrivelser. I matrisene foreslår vi også å legge til en kolonne med usikkerhet og en for alvorlighetsgrad (se hhv. 3.1.5 og 3.16 for utdypelse).

Dersom kunnskapsgrunnlaget for en klimarisiko ikke spesifiser framtidige klimarisikoer eller virkninger for de aktuelle framtidstidspunktene, eller mangler analyser av virkninger for de valgte utslippsscenarioer, vil en analyse av virkningen måtte gjøres som ekspertvurderinger på grunnlag av framskrivninger av fare og øvrig tilgjengelig kunnskap. Da er det ikke hensiktsmessig å fylle ut de fire ovennevnte matrisene, kun en for nåtid og en for framtid.

3.1.1 Beskriv klimafare

For å beskrive klimafarene for de ulike analyseobjektene foreslår vi å ta utgangspunkt i klimafarer som er identifisert i 2.5. Så langt det er mulig skal endring i klimafare beskrives for høyt utslippsscenario for 2041-2070 og for lavt og høyt utslippsscenario for 2071-2100. Dersom det finnes framskrivinger og datagrunnlag for dette kan sannsynlighet gjengis som returperioder for klimaindeksler. Dersom det er behov for å vise geografiske forskjeller i klimafare foreslår vi å vise klimafarer på kart (se 1.6.1.5 for geografiske inndelinger.). Videre anbefaler vi å beskrive hvordan farer kan virke sammen med andre farer og ikke-klimatiske drivere gjennom virkningskjeden, eksempelvis beskrive hvordan endret nedbørsmønster kan resultere i både tørke og flom og samvirke med andre ikke-klimatiske drivere. Eventuelle kjente vippepunkter bør tydeliggjøres, og når disse kan inntreffe ved et høyt utslippsscenario. En del av disse beskrivelsene vil også være å belyse grad av usikkerhet ved kunnskapsgrunnlaget (se 3.1.5). Dette er vesentlig for å indikere muligheter for at eventuelle uforutsette hendelser kan oppstå, særlig der kunnskapsgrunnlaget er mer usikkert eller sprikende (i litteraturen ofte referert til som «wild cards»). Oppsummert innebærer en analyse av fare følgende:

- Om mulig, beskrive klimafare i nåtid, og utviklingen for klimafare i 2041-2070 (SSP3.7) og 2071-2100 (RCP2.6 og SSP3.7)
- Beskrive geografisk variasjon i klimafare
- Beskrive sammensatte farer og samspill med ikke-klimatiske drivere (hvis relevant)
- Beskrive eventuelle kjente vippepunkt

Klimafarer kan oppstå nedover i en virkningskjede, og det er ikke hensiktsmessig eller nødvendig å skulle avlede alle klimafarer fra de grunnleggende klimaendringene temperaturøkning og nedbørsendring. F. eks bør en starte en analyse av klimarisikoen «avlingssvikt» med klimafaren «tørke», og ikke ved f. eks «reduksjon i sommernedbør». Klimafarene er som nevnt over beskrevet som klimaindeksler, eksempelvis flom, dager med ekstreme temperaturer, tørke og markvannsunderskudd.

3.1.2 Eksponering

For de utvalgte analyseobjektene bør eksponering vurderes kvantitativt hvis mulig, og ellers kvalitativt. Dersom det er mulig, anbefaler vi å bruke samfunnsscenarioene til å beskrive mulige endringer i eksponeringen for de ulike tidsperiodene. I tillegg anbefaler vi å vurdere og beskrive kvalitativt hvordan sentrale ikke-klimatiske drivere (kan framgå av samfunnsscenarioene) påvirker eksponering ved analyseobjektene framover i tid, eksempelvis befolkningsnedgang i

distriktene. Dersom det er relevant anbefaler vi å beskrive geografisk variasjon ved eksponering. Oppsummert innebærer analyse av eksponering følgende:

- Beskrive mulige endringer i eksponering for de ulike tidsperiodene, dersom det er gjennomførbart.
- Vurdere sentrale ikke-klimatiske drivere sin påvirkning på eksponering for de ulike tidsperiodene.
- Beskrive geografisk variasjon i eksponering (hvis relevant).

Dersom kvantitative eksponeringsindikatorer brukes er det viktig at disse er relevante for den aktuelle klimafaren. Kvantitative eksponeringsindikatorer kan baseres på allerede kjente eksponeringsindikatorer eller med data fra Statistisk Sentralbyrå, sektorvise databaser, EEAs klimarisikodatabase, forsikringsdata, GIS-beregninger m.m.

Som nevnt omtaler vi alle elementene som kan brukes for å vurdere eksponering og sårbarhet som *indikatorer*. For mange analyseobjekt vil det kun være mulig og hensiktsmessig å kun gi en kvalitativ beskrivelse av eksponering hvor det gis en begrunnelse for at analyseobjekter er eksponert for klimafare. Å kvantifisere grader av eksponering er kun mulig for enkelte typer analyseobjekt. For eksempel kan totalt areal fulldyrket mark være en kvantifiserbar eksponeringsindikator for klimafaren tørke innenfor systemet jordbruk (tema: mat).

3.1.3 Sårbarhet

Sårbarhet ved de utvalgte analyseobjektene bør vurderes og beskrives. Her må en vurdere hvorvidt sårbarhet skal vurderes gjennom kvalitative beskrivelser basert på kunnskapsgrunnlaget og ekspertkunnskap og/eller med bruk av kvantitative indikatorer. Der det er relevant kan tilpasningsevne uttrykkes ved etablerte indikatorer (f. eks økonomisk kapasitet). Dersom det er mulig, anbefaler vi å bruke samfunnsscenarioene til å beskrive mulige endringer i sårbarheten for de ulike tidsperiodene. Hvordan ikke-klimatiske drivere påvirker utvikling av sårbarhet ved analyseobjektene framover i tid bør belyses dersom det er relevant. Kunnskap om dette kan hentes fra samfunnscenariene. Et eksempel med på en sårbarhetsindikator for en rekke klimafarer er andel eldre i befolkningen. Vi anbefaler å beskrive geografisk variasjon i sårbarhet, i den grad det er gjennomførbart og relevant. Oppsummert innebærer analyse av sårbarhet følgende:

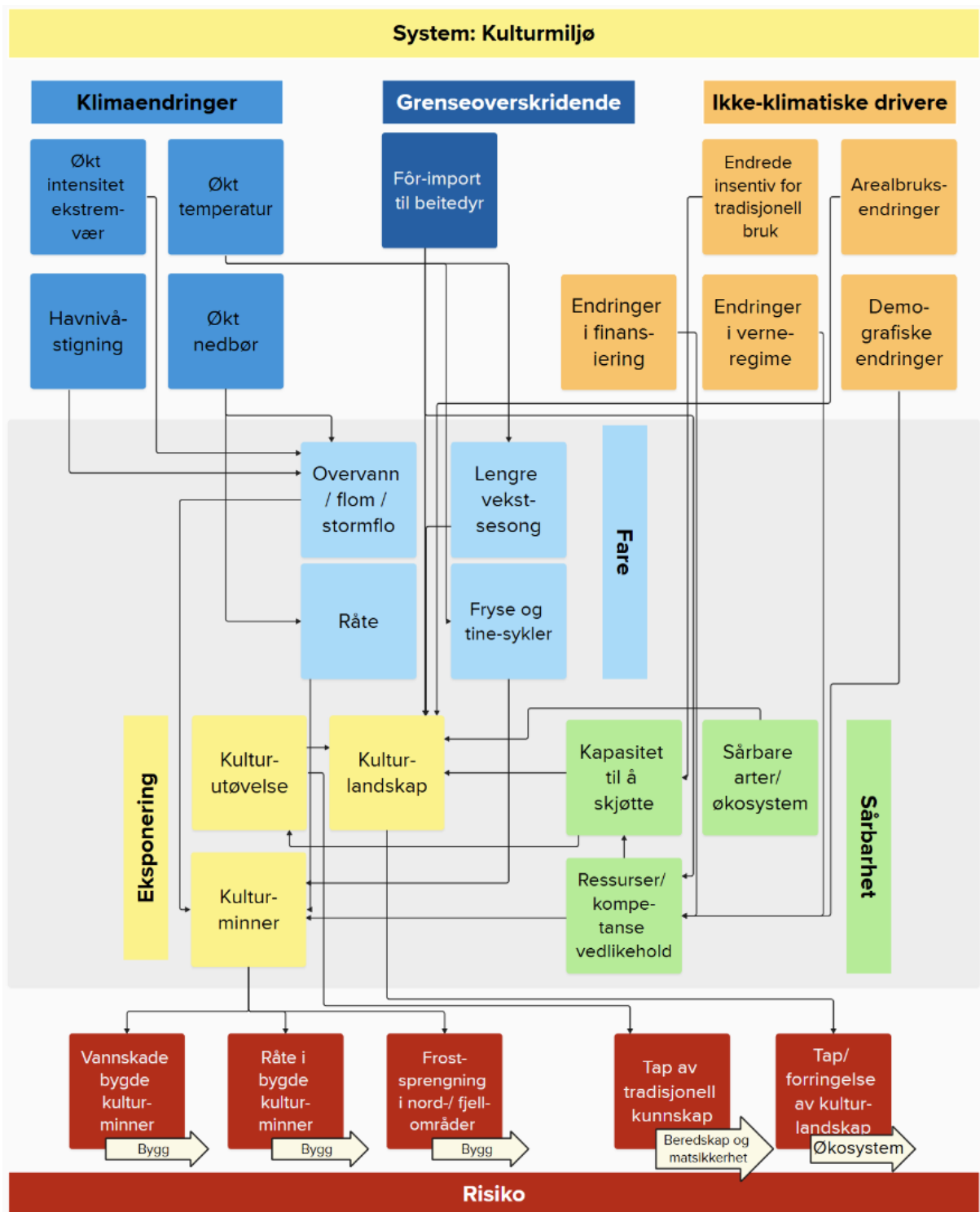
- Beskrive endringer i sårbarhet for de ulike tidsperiodene (hvis mulig).
- Vurdere sentrale ikke-klimatiske drivere sin påvirkning på sårbarhet for de ulike tidsperiodene.

- Beskrive geografisk variasjon i sårbarhet (hvis relevant).

Et eksempel på en kvantitativ indikator for sårbarhet (følsomhet) relatert til analyseobjektet vegtransport er *vedlikeholdsetterslep på vegnettet*. Et eksempel på en kvalitativ indikator for sårbarhet (tilpasningsevne) innenfor analyseobjektet kulturmiljø er *kapasitet til å drive vedlikehold*. For mange analyseobjekt vil det kun være mulig og hensiktsmessig å gi en kvalitativ beskrivelse av følsomhet og tilpasningsevne, hvor en gir en begrunnelse for hvordan analyseobjekter er sårbare for klimafare. Å kvantifisere grader av følsomhet er kun mulig for enkelte typer analyseobjekt, som i eksemplet over, og i enda mindre grad for tilpasningsevnen.

3.1.4 Illustrere klimarisikoer per system ved virkningskjede

På bakgrunn av analysene gjort hittil anbefaler vi å videreutvikle virkningskjedene fra Figur 9. I denne omgang foreslår vi å slå sammen flere virkningskjeder, som presenterer hovedtrekk ved klimavirkning for hvert *system*, og med piler som indikerer forplantning fra eller til andre systemer. Disse bør resultere i de prioriterte klimarisikoene valgt ut for analyse i Steg 3. Hensikten med disse virkningskjedene vil være å gå gjennom virkningskjedene fra steg 2 imens man gjør den grundige analysen, men er samtidig rettet mot formidling av resultater som kan inngå i endelig KSA. Presentasjon av virkningskjeder for hvert enkelt analyseobjekt i KSA vurderer vi som et for omfattende arbeid.



Figur 12 Virkningskjede for systemet kulturmiljø

3.1.5 Vurdering av usikkerhet ved kunnskapsgrunnlaget

Det vil variere i hvilken grad de ulike klimarisikoene er dekket av litteraturen i kunnskapsgrunnlaget. Mangelfullt kunnskapsgrunnlag må beskrives som en usikkerhetsdriver. Basert på forarbeidene i IPCC AR5 kan man enten uttrykke usikkerheter i kunnskapsgrunnlaget i

form av en kvalitativ vurdering av overbevisning («confidence») eller en tallfestet sannsynlighetsvurdering («likelihood») (Mastrandrea et al., 2010). I likhet med de fleste utenlandske KRA-ene, anbefaler vi å velge kvalitative vurderinger av overbevisning i denne analysen. En slik vurdering av overbevisning i kunnskapsgrunnlaget innebærer to dimensjoner, satt opp i en matrise. Det første er en vurdering av (1) beviset i datamaterialet, blant annet type data, omfanget, kvaliteten og konsekventheten i materialet. Det andre er en vurdering av (2) faglig enighet på tvers av ulike uavhengige kilder. Vurderingen av begge de to dimensjonene bør bygge på faglitteratur, men vil også måtte baseres på kvalitative ekspertvurderinger, eventuelt med innspill fra FoU-miljø. I likhet med EUCRA har vi kategorisert usikkerhet i tre nivåer for liten (+), middels (++) og stor (+++) grad av overbevisning (se Tabell 4).

Tabell 4: Rammeverk for å vurdere grad av overbevisning i kunnskapsgrunnlaget (hentet fra Mastrandrea et al. 2010).

Enighet	Stor	++	+++	+++
	Middels	+	++	+++
	Liten	+	+	++
		Begrenset	Middels	Sterkt
		Bevis (type, mengde, kvalitet)		

Usikkerhet knyttet til beviset i kildematerialet viser til hvor tydelig litteraturen er på feltet. Her finnes det flere typer usikkerhet, noe som kompliserer en slik analyse. Det kan blant annet være snakk om usikkerhet ved en modell eller nedskalering av modellen, eller mangel på lokal kunnskap (Zebisch et al., 2023). Det kan også være usikkerhet knyttet til datagrunnlaget for fare, eksponering, sårbarhet eller tilpasninger, samt mangelfull forståelse av kompleksiteten av klimavirkning (ibid.). For å håndtere de nevnte formene for usikkerhet knyttet til bevis i kildematerialet kreves det en beskrivelse av hvilke vurderinger som har vært gjort.

Når det gjelder vurderingen av enighet sikter vi til om litteraturen er nokså unison eller om det er store forskjeller i konklusjonene til ulike fagfolk. Til en viss grad kan enighet mellom ekspertene innenfor hvert tema være en proxy for enigheten i litteraturen, men dette må gjøres med varsomhet. I tvilstilfeller bør man heller overdrive enn underdrive usikkerheten.

Det er også metodiske utfordringer med å skulle si noe om overbevisning ved å koble sammen de to dimensjonene «bevis i kildematerialet» og «enighet», blant annet med å sørge for at forståelsen av begrepene er lik på tvers av temaer og systemer (Kause et al., 2022). Andre foreslår mer detaljerte matriser for å beskrive de ulike formene for usikkerhet knyttet til bevismaterialet (Aall et al., 2011). Vi anbefaler likevel å lene seg på Mastrandrea m.fl. (2010) sin matrise for

overbevisning for at vurderingen av overbevisning skal være gjennomførbar og mulig å sette i sammenheng med en vurdering av alvorlighetsgrad (se 3.1.6.2). Det gjør det også enklere å skjele til andre KRA-er, f.eks. til EUCRA for å hente inspirasjon. Uansett foreslår vi å være transparent i vurderingene av overbevisning og legge til fyldige tekstbeskrivelser knyttet til hva slags usikkerheter som er aktuelle for de ulike risikoene.

3.1.6 Vurdering av alvorlighetsgrad

Hensikten i dette steget å vurdere alvorlighetsgrad ved de prioriterte klimarisikoene mer presist enn i Steg 2. Dette innebærer å

- Definere terskler for alvorlighetsgrad
- Vurdere alvorlighetsgrad per klimarisiko

3.1.6.1 Definere terskler for alvorlighetsgrad

Dette trinnet sikter på å sette terskler for grad av alvorlighet ved ulike klimarisikoer. Tersklene bør være ensidig utelukkende og i den grad det er meningsfullt bør de være konkrete med spesifikke tallverdier. EUCRA har kommet med nokså konkrete tallverdier for tersklene, se figur 13 for inspirasjon. Tersklene fastlegges ved ekspertvurderinger, men medvirkning fra interessenter og FoU-miljø bør vurderes for å definere robuste og bredt omforente terskler. Økonomiske terskler *kan* inkluderes der det er hensiktsmessig, men i utgangspunktet anbefaler vi å utelate analyser av økonomisk tap. Terskelverdiene kan også gjøres mer kvalitative, se eksempelvis Australia sin tilnærming (Appendix A, Tabell A.1 DCCEEW, 2023).

Ved vurderinger av tersklene for alvorlighetsgrad ved klimarisikoene anbefaler vi å vurdere dette innenfor hver av temaene, uten å sammenligne terskelnivåene på tvers av tema. Vi anser det som lite hensiktsmessig å skulle sette terskelverdien for katastrofale virkninger innen temaet helse opp imot katastrofale virkninger innenfor andre temaområder, i hvert fall i denne første generasjons KSA. Hva som eventuelt skiller «katastrofal» fra «kritisk» kan i mange tilfeller variere med tidsperspektivet som legges til grunn, og her må det gjøres kvalitative vurderinger. Vi har anbefalt å beskrive geografiske variasjoner av klimarisikoer, men hvordan geografiske mønstre gjenspeiles i alvorlighetsgrad, blir også en vurdering man må gjøre for hvert enkelt tilfelle. Det være naturlig å ta utgangspunkt i de områdene av som er særlig rammet av den aktuelle klimarisikoen, heller enn å skulle forsøke å slå sammen risikoen i hele landet til en snittverdi. Likevel vil det være en vurderingssak fra gang til gang hvor man velger å sette grensen.

Tabell 5: Rammeverk for å vurdere alvorlighetsgrad ved klimarisiko. Modifisert fra EUCRA.

Alvorlighetsgrad	Beskrivelse
Katastrofal	Svært store og hyppige skader og tap, svært stor utstrekning eller svært høy allmenn utbredelse, irreversibelt tap av systemfunksjonalitet, systemisk risiko. Dette bør gjelde immaterielle verdier så vel som materielle verdier.
Kritisk	Store og hyppige skader og tap, stor utstrekning og høy allmenn utbredelse, langsiktig forstyrrelse av systemfunksjonalitet, forplantende effekter utover systemets grenser. Dette bør gjelde immaterielle verdier så vel som materielle verdier.
Moderat	Betydelige tap, moderat utstrekning eller allmenn utbredelse, midlertidig eller moderat forstyrrelse av systemfunksjonalitet. Dette bør gjelde immaterielle verdier så vel som materielle verdier.
Begrenset	Begrensede eller sjeldne tap, ingen betydelig forstyrrelse av systemfunksjonalitet. Dette bør gjelde immaterielle verdier så vel som materielle verdier.

Risk severity	Economic damage	Impact on people	Other impact categories
Catastrophic	At least 1% of GDP (EU: ca EUR 150 billion)	> 100,000 deaths or >1,000,000 health impacts or >10,000,000 people affected	> 40 Mha of land lost or severely damaged (10% of land area)
Critical	0.25-1% of GDP (EU: ca EUR 40-150 billion)	> 10,000 deaths or >100,000 health impacts or >1,000,000 people affected	<ul style="list-style-type: none"> • 4 million to 40 Mha of land lost or severely damaged; • Major impact (10% or more) on valued habitat or landscape types; • Major impacts on or loss of species groups; • Major impact (10% or more) on an individual natural capital asset and associated goods and services; • Major loss or irreversible damage to iconic heritage assets.
Substantial	0.05-0.25% of GDP (EU: ca EUR 10-40 billion)	>1,000 deaths or >10,000 health impacts or >100,000 people affected	<ul style="list-style-type: none"> • 400,000 to 4 Mha of land lost or severely damaged; • Intermediate impact (1-10%) on valued habitat or landscape types; • Intermediate impacts on or loss of species groups; • Intermediate impact (1-10%) on an individual natural capital asset and associated goods and services; • Medium loss or irreversible damage of iconic heritage assets.
Limited	<0.05% of GDP (EU: ca EUR 10 billion)	<100 deaths and <1,000 health impacts and <10,000 people affected	<ul style="list-style-type: none"> • Less than 400,000ha of land lost or severely damaged; • Minor impact (less than 1%) on valued habitat or landscape types; • Minor impacts on loss of species groups; • Minor impact (less than 1%) on an individual natural capital asset and associated goods and services; • Low loss or irreversible damage to iconic heritage assets.

Figur 13: Utklipp fra EUCRA sin matrise for å vurdere alvorlighetsgrad, se Table A2.5, Annex 2 (EEA, 2024, p. 396).

3.1.6.2 Vurdering av alvorlighetsgrad per risiko

Alvorlighetsgraden bør vurderes for de ulike risikoene i nåtid, midt-århundre og slutt-århundre. For mange risikoer vil det antakelig kun være mulig å vurdere alvorlighetsgrad ved framtidige klimaendringer basert på ekspertvurderinger. Der data er tilgjengelig og relevant bør det tas høyde for returperioder for ulike klimaindeksjer. Den samlede vurderingen av risiko bør ta høyde for interaksjon med ikke-klimatiske risikodrivere, og antar tilsvarende nivå av tilpasning som i dag («frozen policy scenario»). Vi anbefaler medvirkning med interessenter, for evaluering av alvorlighetsgrad basert på terskelnivåene fra 3.1.6.1.

Pilot: Alvorlighetsterskler for system Kulturmiljø

Basert på Haugen m.fl. (2019) har vi identifisert alvorlighetsterskler for kulturmiljø som er særlig relevant for kulturbygg/kulturminner.

Katastrofal:	Alt, eller det meste av materialet påvirkes; delvis eller total kollaps eller ødeleggelse; stor forverring av materialet.
Kritisk:	Stor del av materialet påvirkes. Tap av strukturell integritet
Moderat:	Materialet påvirkes; betydelig forringelse eller skade
Begrenset:	Liten del av materialet påvirkes; mindre forringelse eller skade

Eksempel på risikobeskrivelser:

Risiko for økt råteskade på trebygg som følge av økt nedbør og temperatur. Omtrent 80 % av kulturhistoriske bygg er bygget i tre. Trevirke er sårbar for fukt, men kjerneved er mindre sårbar for råte og sopp enn trevirke av lavere kvalitet. Over halvparten av de kulturhistoriske bygningene befinner seg i Viken, Innlandet eller Vestland. 55% av de kulturhistoriske bygningene har restaureringsbehov i dag (Kulturrådet 2019). Tradisjonell byggeskikk er ofte godt tilpasset lokale klimatiske forhold (Riksantikvaren 2010, 2014, Haugen 2019) og ifølge Riksrevisjonen (2010) vil endringene fra dagens situasjon være moderate. Obs: Det er stort overlapp med analyseobjektet bygg under temaet infrastruktur, og vi foreslår at denne risikoen håndteres samlet under sistnevnte tema i den endelige analysen.

Risiko for redusert kvalitet/tap av kulturlandskap som følge av økt vekstsesong i samspill med endret arealbruk. Et varmere klima bidrar til at gjengroing går raskere der tradisjonell skjøtsel har opphørt (ikke-klimatisk driver) og vegetasjonssoner forskyver seg som bidrar til endret artssammensetning og beitekvalitet. Også opplevelsesverdien ved kulturlandskap forringes, med potensielle negative virkninger på turisme (Riksantikvaren 2010, Hohle m.fl. 2016). Mindre mangfold av blomster vil medføre tap av naturmangfold og færre insekter, med virkninger for naturmiljø (Hohle m.fl. 2016). Endrede driftsformer i landbruket, kombinert med raskere gjengroing medfører redusert systemfunksjonalitet i stort omfang i tidligere beiteområder, med forplantende effekter til andre systemer, som økosystemer, matsikkerhet og folkehelse.

3.1.7 Resultat

Inspirert av EUCRA sitt rammeverk (se figur 14) anbefaler vi at resultatene fra den detaljerte risikoanalysen av nåværende og framtidige klimarisikoer sammenfattes og presenteres i tabeller innenfor hvert system. Disse tabellene vil oppsummere alvorlighetsgraden for de tre tidsperiodene og de ulike utslippsscenarioene (nåtid, høyt utslippsscenarioene for 2041-2070, og lavt og høyt utslippsscenario for 2071-2100), dersom dette er mulig basert på kunnskapsgrunnlaget. For en del av risikoene forventer vi at det kun vil være mulig å gjøre en vurdering basert på eksisterende kunnskap om alvorlighetsgrad for nåtid. Vurderingene for framtiden bør så langt det lar seg gjøre legge et høyt utslippsscenario til grunn. Vi foreslår også at tabellen inkluderer vurderingene knyttet til overbevisning (usikkerhet). Tabellen bør også inkludere vurderinger av beslutningshast. For den endelige KSA anbefaler vi å sammenfatte resultatene per system, både med bruk av tabeller og tekst.

Klimarisikoer: Kulturmiljø	Beslutnings- hast	Alvorlighetsgrad	
		Nåtid	Framtid (høyt utslippsscenario)
Risiko for økt råteskade på tre-bygg		+++	+++
Risiko for økt frostsprengning på mur/steinbygg		++	+
Risiko for vannskade på kulturminner		+++	+++
Risiko for redusert kvalitet på/tap av kulturlandskap		++	+

Beslutningshast	Alvorlighetsgrad	Usikkerhet
 Hastetiltak nødvendig	 Katastrofal	+ høy usikkerhet
 Flere tiltak nødvendig	 Kritisk	++ medium usikkerhet
 Videre undersøkelser	 Moderat	+++ lav usikkerhet
 Opprettholde nåværende tiltak	 Begrenset	
 Observasjon		

Figur 14: Eksempel på resultat fra Steg 3 (Pilot Kulturmiljø) – sammenfattet klimarisikoanalyse pr system inspirert fra EUCRA (EEA, 2024, s. 32)

I tillegg anbefaler vi å lage beskrivelser for hvert system som redegjør for hva vi vet om nåværende og framtidig klimarisikoer som følge av ulike utslippsscenarioer og samfunnsscenarioer. Dette

innebærer beskrivelser av de systemvise virkningskjedene; sentrale farer, eksponering og sårbarhet, samt ikke-klimatiske drivere og interaksjonene mellom disse som skaper risiko. Kompleksiteten ved risikoene, og forplantning til andre systemer bør synliggjøres. Det kan vurderes å synliggjøre eventuelle muligheter knyttet til klimaendringer innen de ulike systemene, eksempelvis i virkningskjedene (se forslag i Figur 9). Også beskrivelser av geografiske variasjoner bør inngå. Oppsummert kan resultatene fra 3.1 presenteres på følgende måte:

- Illustrerende virkningskjeder (per system) som inkluderer klimarisikoene (fare, eksponering, sårbarhet), betydning av ikke-klimatiske drivere, samt interaksjon med andre systemer.
- Utfyllende risikobeskrivelser (per system) som beskriver sentrale bestemmende faktorer og nåværende og framtidig risiko (gitt ulike utslippsscenarioer og/eller samfunnsscenarioer, dersom mulig).
- Oppsummerende tabeller (som figur 14) per system.
- Matrisene for risikoanalyse kan legges ved KSA i vedlegg.

3.2 Dybdeanalyser av særlig komplekse risikoer: risikofortellinger

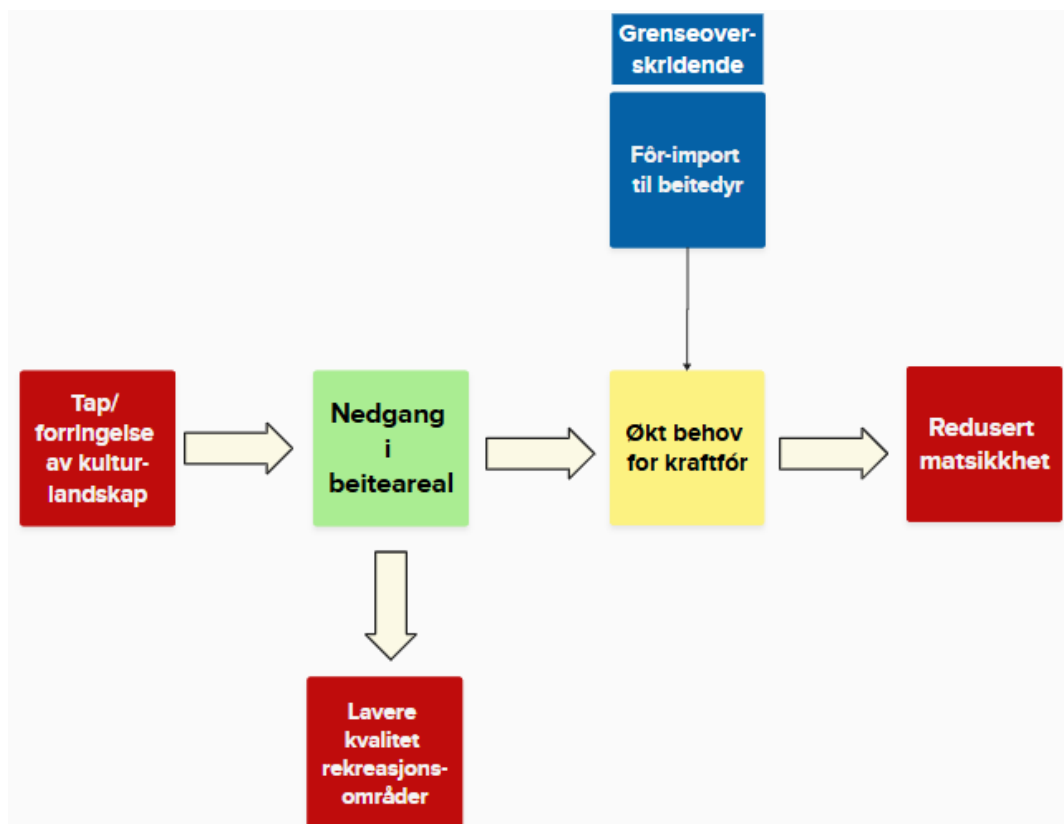
I analysen av kompleks klimarisiko foreslår vi følgende punkter:

- Sammensatt risiko
- Forplantende risiko
- Grenseoverskridende risiko
- Tverrgående risiko (på tvers av tema)
- Vurdere usikkerhet
- Vurdere alvorlighetsgrad

Hensikten med denne øvelsen er å utforske og illustrere kompleksitet, og særlig tverrgående risiko og forplantning på tvers av systemer. Et viktig poeng vil være å øke forståelsen for kompleksitet ved ulike risikoer. Trolig vil det være nyttig å utvide virkningskjedene for å illustrere hvordan risikoen forplanter seg på tvers av systemer og landegrenser. Virkningskjedene i denne øvelsen vil bli mer komplekse, og inkludere flere systemer (enten direkte påvirket av fare), eller ved at virkning/risiko ved et system fører til virkning og risiko i andre systemer (forplantning), se Figur 15. Det må gjøres en vurdering av hvor vesentlige de ulike virkningene er, og trolig vil kun de mest vesentlige kunne vurderes. Se de tykke pilene i Figur 9 og 12 som illustrerer tverrgående risikoer. Disse kan utvides for å vise hvordan risikoen virker på andre temaområder.

Vi anbefaler at disse risikoene utforskes gjennom dybdegående og fylldige beskrivelser, såkalte *risikofortellinger*. Risikofortellingene vil måtte analyseres kvalitativt, og bør baseres på litteraturen. Likevel vil dette i stor grad måtte gjennomføres som ekspertvurderinger. Vi vurderer det som hensiktsmessig at de ulike ekspertgruppene jobber sammen i denne delen av analysen, hvert fall i et tidlig stadium av arbeidet med utvidede virkningskjeder og risikofortellinger. I tillegg vil det trolig være nyttig å involvere eksterne FoU-miljø og andre interessenter med inngående kunnskap i kompleksitet og forplantning av klimarisiko i dette arbeidet. Dette kan gjøres i et arbeidsverksted eller i form av intervju.

Fremgangsmåten for å komme fram til de ulike komplekse risikoene vil trolig ikke være noen «one size fits all», men snarere innebære en vurdering fra gang til gang for de ulike risikoene. Det vil være nyttig å dra på arbeidet som har vært gjort i steg 3.1, men detaljeringsgraden rundt de bestemmende faktorene må trolig holdes på et enklere nivå i denne delen av analysen. I tillegg må beskrivelsene av eksponering og sårbarhet trolig avgrenses til de mest relevante elementene. Vi anbefaler å vurdere muligheten for å si noe om alvorlighetsgrad nå og framover i tid, men anerkjenner at dette nok vil være krevende. Det samme gjelder for geografisk variasjon, men vi foreslår å undersøke dette dersom det lar seg gjøre.



Figur 15 Eksempel fra pilotstudien på forplantende klimarisiko. Klimarisiko for kulturlandskap forplanter seg til systemet matsikkerhet og beredskap

Videre er det kun én klimaindeks som dekker sammensatte klima- og værhendelser, nemlig stormflo (vind + havnivåstigning). Det å forstå type, frekvens, omfang og mulig sannsynlighetsfordeling av sammenfall av klimahendelser – for eksempel langvarig tørke etterfulgt av ekstreme nedbørshendelser, eller langvarig frost med stort snøfall og så et plutselig omslag til høy temperatur i kombinasjon med nedbør som regn – er svært krevende og derfor fortsatt i kunnskapsfronten (Zscheischler et al., 2018).

3.2.1 Grenseoverskridende klimarisiko

For grenseoverskridende klimarisikoer oppstår en klimavirkning utenfor Norges grenser, som berører noen analyseobjekter indirekte (eksempelvis svekket tilgang på handelsvarer, eller endret mobilitet og flyktningsstrømmer). For å vurdere grenseoverskridende klimarisikoer bør man vurdere eksponering og sårbarhet i Norge. I den grad klimafarer (nåværende og framtidige) i andre relevante deler av verden kommer fram av litteraturgjennomgangen (eller er kjent blant ekspertgruppene/ Miljødirektoratet) bør disse farene beskrives i detalj. I mange tilfeller vil geografiske plasseringer utenfor Norges grenser være svært mangfoldige og kunne variere, og det må gjøres begrensninger i vurderingene av klimafarer som inntreffer utenfor Norges grenser ut ifra tilgjengelig relevant kunnskap, tid og ressurser (men som likevel påvirker Norske forhold). Vurderinger av virkninger i samspill med både klimafare(r) og ikke-klimatiske drivere av risiko i Norge kan være relevant. Analysene av grenseoverskridende klimarisikoer kan ellers følge samme fremgangsmåte som for 3.1.2-3.1.4, med fokus på virkninger og dynamikker innenfor Norges grenser. Det kan utvikles virkningskjeder også for grenseoverskridende klimarisikoer, se Figur 12 for forslag til en enkel måte man kan inkludere grenseoverskridende risiko i virkningskjeden.

Ut ifra det eksisterende kunnskapsgrunnlag og ekspertvurderinger kan man utlede verdifulle kvalitative vurderinger. En studie utført på oppdrag fra Nordisk ministerråd pekte på følgende kritiske områder for de nordiske landene som gjelder grenseoverskridende klimarisiko knyttet til spredning gjennom verdikjeder: Matproduksjon, transport, energiimport, finans og investering, og maskinvaresektoren (Beringer et al., 2022).

3.2.2 Vurdering av usikkerhet ved kunnskapsgrunnlaget

Når det gjelder særlig komplekse risikoer med utstrakt virkning på tvers av systemer bør også usikkerhet vurderes. Dette blir en mer komplisert vurdering enn for hver enkelt klimarisiko ettersom usikkerhet i stor grad også knytter seg til andre risikoer som igjen er forbundet med

usikkerhet (Mastrandrea et al., 2010, s.3). Av den grunn vil usikkerhet når det gjelder komplekse risikoer trolig måtte begrenses til nokså grunne beskrivelser av potensielle usikkerheter.

3.2.3 Resultat

Følgende bør foreligge etter å ha gjennomført steg 3.2:

- Utvide virkningskjeder for å visualisere virkninger på tvers av system.
- Risikofortellinger som beskriver hvordan særlig komplekse klimarisikoer kan oppstå, arte seg og utvikle seg i framtiden. Beskrivelsene vil trolig variere i karakter fra risiko til risiko.

Analyse av kompleks klimarisiko i utenlandske klimarisikosanalyser

I de gjennomgåtte KRA-ene går det et tydelig skille i ambisjonsnivå når det gjelder vurdering av kompleks risiko før og etter IPCC AR6. Flere, eksempelvis Tyskland og Storbritannia (pre-AR6), adresserer kompleks risiko (utover mer generiske konklusjoner) ut ifra innsikt i nyere forskningslitteratur. Tyskland integrerer resultater fra sine risikoanalyser (for hvert handlingsområde) gjennom analyse av gjensidig avhengighet mellom ulike klimarisikoer, romlige mønstre, og analyse og evaluering av sammenhenger på tvers av systemer. UKCCRA3 vurderer interagerende risikoer og gjensidig avhengighet for hver risiko, og har satt ut et eget FoU-prosjekt for å undersøke interagerende risikoer i infrastruktur, bygningsmiljø og naturområder.

Australia belyser kompleks risiko ved å lage krysskoblinger på tvers av tre nivå; tema, system, og analyseobjekt. Ved å gruppere risikoene under disse tre nivåene får de fram kompleksiteten i interagerende risikoer, og særlig sterkt tilknyttede risikoer. EUCRA bruker virkningskjedeanalyser for klimarisikoer for å få fram innvirkninger på andre system og risikoer, samt vurderinger av tverrsektoriell eksponering av klimarisiko. Kompleks risiko utforskes dypere gjennom risikofortellinger (risk storylines) for å belyse særlig tverrgående og komplekse risikoer, eksempelvis utstrakt hete og tørke, brudd i kritisk infrastruktur og smittsomme sykdommer. EUCRA, Australia og Finland inkluderer grenseoverskridende klimarisiko i sine analyser.

4 Steg 4: Prioritere klimarisiko

I Steg 4 er hensikten å vurdere nåværende og planlagt tilpasning og peke på særlig kritiske klimarisikoer som bør prioriteres framover. Denne type rangering er sentral for det videre arbeidet med utvikling av en ny stortingsmelding om klimatilpasning. Vi anbefaler følgende steg:

- Vurdere om risiko er håndtert
- Vurdere forvaltningsområdets modenhet
- Vurdere beslutningshast
- Plassere risikoeierskap



Figur 16: Illustrasjon av Steg 4

4.1 Vurdere nåværende tilpasning og forvaltningsområdets modenhet

4.1.1 Nåværende tilpasning

Dette steget innebærer å identifisere tilpasning som er gjennomført og foregår for å redusere klimarisikoen, og bør inkludere både forebygging av naturskade (proaktiv tilpasning) og krisehåndtering og gjenreisning etter skade (reaktiv tilpasning). Vi foreslår å begrense vurderingene til å se på nåværende tilpasningsnivå til *framtidig* klima. Medvirkning fra interessenter, eksempelvis innspill fra relevante FoU-miljøer, bør vurderes. Resultatet av

vurderingene kan gis som hhv. *lav*, *middels* eller *høy* grad av tilpasning. Avhengig av ekspertgruppene og øvrige kjennskap til klimatilpasning innen temaområdene, kan det også gjøres vurderinger av eventuelle mistilpasninger og nye risikoer som oppstår som følge av dette. Dersom gruppa innehar kunnskap som sier noe om grensene for hva det er mulig å tilpasse samfunnet til ved svært omfattende klimaendringer, kan dette belyses der hvor det er relevant.

4.1.2 Forvaltningens modenhet

Dette steget handler om å vurdere modenhet i politikk og forvaltningen (policy readiness). I praksis blir dette å vurdere i hvilken grad planer, lovverk, organisering og prosedyrer er rigget slik at forvaltningen kan håndtere klimarisiko på en rask og effektiv måte, og om det finnes dedikerte strategier og planer for håndtering av klimarisiko innen politikk- og forvaltningsområdet. Det ville være nyttig å vurdere hvor fleksibel forvaltningen er til å gjøre organisatoriske endringer i møte med uforutsette hendelser, og evnen til å ta i bruk kunnskapen som foreligger i forvaltningen. Også viljen til å prioritere tilpasninger sier noe om forvaltningens modenhet. I praksis vil det nok være enklere å vurdere ressursene man har tilgjengelig og kunnskapen som foreligger i forvaltningen. Her kan man også vurdere i hvilken grad ulike avdelinger og forvaltningsorgan er samordnet.

Å vurdere forvaltningens modenhet vil være en krevende øvelse, så vi anbefaler at det gjøres en overordnet vurdering av planer og lovverk som foreligger for aktuelle myndigheter innenfor hvert tema, samt ressurser og kunnskapen som foreligger i forvaltningen. Disse vurderingene bør gjøres kvalitativt og med støtte fra ekspertvurderinger i ekspertgruppene, som antakelig sitter på kjennskap til forvaltningsområdets modenhet. I likhet med tilpasningsnivå foreslår vi også å vurdere grad av forvaltningsområdets modenhet i hhv. *lavt*, *middels*, og *høyt* nivå.

4.2 Vurder beslutningshast

Beslutningshast skiller seg fra alvorlighetsgrad ved at vi her må vurdere i hvilken grad det haster å handle på risikoene. Her må vi bruke framskrivninger for å fastsette når i framtiden en klimarisiko blir kritisk, selv om beslutningshasten for forebyggende arbeid typisk vil være lenge før klimarisikoen blir kritisk. I tråd med en føre-var-tilnærming bør framskrivninger basert på høyt utslippsnivå brukes til dette. Videre må det vurderes i hvilken grad nåværende tilpasningsnivå og forvaltningsområdets modenhet, vurdert i 4.1.1 og 4.1.2, vil påvirke framtidig klimarisiko. Vi anbefaler at vurderinger av beslutningshast gjøres ved hjelp av

Tabell 6. Utvid resultattabellene (figur 14) med kolonne for «Beslutningshast».

Tabell 6: Rammeverk for å vurdere beslutningshast basert på EUCRA (EEA, 2024)

Beslutningshast	Beskrivelse
Hastetiltak nødvendig	Kombinasjonen av katastrofale risikoer og utilstrekkelig modenhet i forvaltningen krever dyptgripende tiltak for å redusere klimarisiko de kommende årene. Slike tiltak inkluderer omfattende tilpasninger, kapasitetsbygging og organisatoriske endringer utover det som allerede er planlagt.
Flere tiltak nødvendig	Alvoret i risikoen og det begrensede nivået av forvaltningsområdets modenhet krever at flere tiltak implementeres. Det er avgjørende å sette i gang tiltak som styrker tilpasning og kapasitet for å unngå kritiske virkninger av klimaendringer.
Videre undersøkelser	Risikoen kan være alvorlig og nye tiltak kan være nødvendig. Den tilgjengelige kunnskapen er utilstrekkelig for å peke på hvilke tiltak som kreves. Alvorlighetsgraden ved ulike klimarisikoer, og forvaltningsområdets modenhet, bør utforskes ytterligere.
Opprettholde nåværende tiltak/nivå	Nåværende eller planlagte tilpasninger er passende, men videre implementering av disse tiltakene/ planene er nødvendig for å sikre at risikoen fortsatt håndteres i framtiden. En prosess for overvåking og evaluering bør være på plass for å evaluere politikkenes effektivitet, med sikte på kontinuerlig forbedring.
Observasjon «hold under lupen»	Nåværende tiltak er tilstrekkelig, men risikoer og forvaltningsområdets modenhet bør vurderes fortløpende, slik at ytterligere tiltak kan iverksettes om nødvendig.

4.3 Plassering av risikoeierskap

Håndtering av klimarisiko fordrer at eierskapet til klimarisikoen er avklart. Hvis klimarisiko ikke er eid, eller eierskapet ikke er anerkjent eller er uklart, er det svært sannsynlig at den ikke blir håndtert. Dette kan føre til manglende tilpasning og større konsekvenser under en naturfarehendelse, og også en økning av både risikoer og konsekvenser over tid. Risikoeierskap vil i utgangspunktet følge ansvarsprinsippet i forvaltningen i de fleste sammenhenger. Ansvarsprinsippet innebærer at den organisasjonen som er ansvarlig for en funksjon eller oppgave som er berørt av klimaendringene også er ansvarlig for klimatilpasning (Meld. St. 26 (2022-2023)). Dette innebærer at alle i samfunnet, offentlige myndigheter, bedrifter og privatpersoner, har et ansvar for klimatilpasning. Sektoransvaret, gjeldende for offentlig sektor, tilsier at sektormyndighetene skal ha oversikt over risiko knyttet til klimaendringer og vurdere behov for håndtering innen sine sektorområder. Ifølge ISO-standard 31000 kan risikoeierskap bestemmes enten gjennom eierskap av en eiendel som er utsatt for risiko eller handlinger knyttet til håndtering av en risiko, mer spesifikt «... en person eller enhet som har fått myndighet til å håndtere en bestemt risiko og er ansvarlig for å gjøre det.»

To sentrale områder hvor eierskap av risiko knyttet til naturkatastrofer kan identifiseres er (Young et al., 2017):

- Eierskap av eiendelene og tjenestene som er utsatt for klimarisiko.
- Eierskap til handlinger knyttet til verdiene som er utsatt. Dette kan være å tilpasse seg eller bygge motstandskraft mot negative konsekvenser av klimaendringer, samt oppbygging etter klimarelaterte naturskadehendelser. Dette gjelder også for myndigheter sin håndtering av lovverk, forskrifter og regelverk knyttet til tilpasning, håndtering og gjenoppbygging.

Identifisering av risikoeierskap bør gjøres for hver enkelt klimarisiko, og kan involvere en eller flere sentrale risikoeiere, samt ulike forvaltningsnivå.

Steg 4 i utenlandske klimarisikoanalyser

Prioriteringssteget, ofte referert til som evalueringssteget, innebærer typisk vurderinger av analyseresultatene med tanke på politikkutvikling, altså vurderinger av beslutningshast og prioritering av klimarisikoene for videre oppfølging.

UKCCRA3 følger opp vurderinger av beslutningshast med vurderinger av hva slags type tilpasninger som kreves videre. Dette gjøres gjennom et eget rammeverk for prioritering av tiltak for å tette tilpasningsgap gjennom "no/low regret"-tiltak, hindre "lock-in" gjennom å sikre at tilpasning er innarbeidet i nært forestående beslutninger med lang levetid, samt for beslutninger med lang gjennomføringstid. I både New Zealand og UKCCRA2 og 3 ender vurderingene i en rangering av tidskritiske klimarisikoer («mer handling kreves», «mer kunnskap kreves», «oppretthold nåværende innsats», og «overvåk situasjonen»). EUCRA sine analyser ender i en rangering av hvor tidskritisk innsats er innen de ulike risikoene (5 nivå) basert på vurderinger av alvorlighetsgrad, samt vurdering av politikk (policy readiness, policy horizon, risk ownership). Vippepunkter og grenser for tilpasning tematiseres i UKCCRA3, New Zealand og vil bli viktig i runde to av Australia sin analyse.

Framtidig klimatilpasning - AR5 eller AR6

Australias metode for KRA er en hybrid av AR5 og AR6 der tilpasningsreaksjoner i dag vurderes i lys av nåværende og framtidig risiko, men der framtidige tilpasning utelates. Runde 2 er derimot i tråd med AR6 (under arbeid) og inkluderer vurderinger av påvirkning fra forventede tilpasninger/respons på framtidig klimarisiko. Denne type operasjonalisering av klimarisikobegrepet i AR6 har vi ikke sett blitt gjort i andre land enda.

4.4 Resultat

Punkt om tilpasningsnivå, forvaltningens modenhet og risikoeierskap, samt vurderinger av beslutningshast bør innarbeides i tekst/kapitler om risiko per system. Av risikobeskrivelsene bør også viktige kunnskapshull som er identifisert gjennom arbeidet med KSA belyses.

Resultatene av klimarisikoanalysene i Steg 2-4 presenteres i endelig KSA, som blir et sentralt grunnlagsdokument for utvikling av en ny stortingsmelding om klimatilpasning.

PILOT Steg 4: Kulturmiljø – kulturminner

Tilpasningsnivå: lavt-middels (stort vedlikeholdsetterslep)

Forvaltningsområdets modenhet: middels-høy (varierende i kommunene - enkelte større kommuner har en kulturminneforvalter, men høyt på nasjonalt nivå)

Relevant lovverk: Kulturminneloven og Plan- og bygningsloven (viktigst på kommunenivå).

Risikoeierskap: Delt mellom nasjonalt, regionalt og kommunalt forvaltningsnivå. Riksantikvaren har ansvar for den overordnede og helhetlige nasjonale kulturmiljøpolitikken, og forvaltningsansvar for utvalgte kulturminner og kulturmiljø, og er innsigelsesmyndighet i plansaker der nasjonale kulturmiljøinteresser er truet, samt klageinstans for fylkeskommunenes enkeltvedtak. Fylkeskommunen har vedtaksmyndighet etter kulturminneloven og er ansvarlig for kulturmiljø i fylkene og for kulturmiljø i samiske områder, og skal sørge for at det tas hensyn til kulturmiljø i planleggingen på fylkesnivå og kommunenivå. Kommuner er ansvarlig for å ivareta kulturmiljøer i arealbruk og samfunnsplanlegging.

5 Evaluering av metoden for KSA og læringspunkt til KSA 2.0

Kunnskapsbehov og analysebehov som avdekkes gjennom stegene (1-4) og som det ikke er kapasitet til å håndtere i denne KSA skal dokumenteres for videre oppfølging i neste KSA. Ytterligere innhold i steg fem:

- Til KSA 2.0 anbefaler vi å inkludere en analyse av analyseobjekter som går på tvers av de fire temaene vi har tatt utgangspunkt i til denne analysen. Vi anbefaler også å vurdere om flere temaer eller systemer bør vurderes.
- Til senere KSA-er kan det også være relevant å vurdere «motsatt» grenseoverskridende klimarisiko; klimarisiko som oppstår i Norge med virkninger som forplanter seg til andre land.
- Til KSA 2.0 kan det vurderes å gå mer systematisk til verks når det gjelder vurderinger av nåværende klimatilpasninger, behov for framtidig typer klimatilpasning, grenser for tilpasning, samt vurderinger av mistilpasninger og framtidig risiko som følge av tiltak og utslippskutt (jf. IPCC AR 6 forståelse av respons).
- Identifiserte kunnskapshull fra litteraturgjennomgangen er vesentlig å gjøre rede for og vurdere for oppfølging i KSA 2.0. Kunnskapshull som oppstår underveis i analysen bør også vurderes for nye analyser/ utredninger.
- Nedprioriterte klimarisikoer i denne KSA bør tas videre til ny vurdering i KSA 2.0. Eventuelle risikoer som faller utenfor ansvarsområdene til offentlig forvaltning bør også inkluderes.

Referanser

- Albretsen, J., Assmann, K., Assmy, P., Bohlin-Nizzetto, P., Børsheim, K. Y., Chierici, M., Christensen, K. H., Dalpadado, P., Diesing, M., & Espenes, L. C. (2023). Status for miljøet i norske havområder-Rapport fra Overvåkingsgruppen 2023. *Rapport fra havforskningen*.
- Begum, A., R. R. Lempert, E. Ali, T.A. Benjaminsen, T. Bernauer, W. Cramer, X. Cui, & K. Mach. (2023). Points of Departure and Key Concepts. I *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (1. utg.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- Beringer, K., Lager, F., Holm, T. B., Tynkonen, O., Aall, C., Dristig, A., & Määttä, H. (2022). *Nordic Perspectives on Transboundary Climate Risk* (2022:531; TemaNord). Nordic Council of Ministers. <https://doi.org/10.6027/temanord2022-531>
- DCCEEW. (2023). *National Climate Risk Assessment: Methodology*. Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water. dceew.gov.au
- EEA. (2024). *European climate risk assessment: Executive summary*. European Environment Agency. <https://data.europa.eu/doi/10.2800/204249>
- Haugen, A., Granberg, M., Jernæs N. K., Undall E., (2019) Klimaendringer og kulturminner i kommunene. NIKU 126/2019
- Hohle, EE. m. fl. (2016) Landbruk og klimaendringer. Rapport fra arbeidsgruppe.
- ISO. (2022). *Klimatilpasning. Retningslinjer for sårbarhet, påvirkninger og risikovurdering (ISO 14091:2021)*. Standard Norge.
- Kahlenborn, W., Porst, L., Voss, M. V., Fritsch, U., Renner, K., & Zebisch, M. (2021). *Climate Impact and Risk Assessment 2021 for Germany—Summary* (FB000574/KURZ,ENG). Umweltbundesamt.
- Kause, A., Bruine de Bruin, W., Persson, J., Thorén, H., Olsson, L., Wallin, A., Dessai, S., & Vareman, N. (2022). Confidence levels and likelihood terms in IPCC reports: A survey of experts from different scientific disciplines. *Climatic Change*, 173(1–2), Artikkel 1–2. <https://eprints.whiterose.ac.uk/190055/>
- KMD. (2019). *Scenarioer for offentlig sektor i 2040* (H-2447 B; s. 43). Kommunal- og moderniseringsdepartementet.
- KSS, (2024). Mer om klimaframskrivninger og datagrunnlag: <https://klimaservicesenter.no/kss/framskr/datagrunnlag-for-klimaframskrivninger>
- Kulturrådet (2019). Museenes kulturhistoriske bygningsamlinger. ISBN: 978-82-8105-151-5
- Mastrandrea, M. D., Field, C. B., Stocker, T. F., Edenhofer, O., Ebi, K. L., Frame, D. J., Held, H., Kriegler, E., Mach, K. J., Matschoss, P. R., Plattner, G.-K., Yohe, G. W., & Zwiers, F. W. (2010). *Guidance note for lead authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of*

Uncertainties. https://www.ipcc-wg1.unibe.ch/guidancepaper/ar5_uncertainty-guidance-note.pdf

Meld. St. 26 (2022-2023. (u.å.). *Klima i endring—Sammen for et klimarobust samfunn*. Klima- og miljødepartementet.

Ministry for the Environment. (2019). *Arotakenga Huringa Āhuarangi: A Framework for the National Climate Change Risk Assessment for Aotearoa New Zealand*. Ministry for the Environment.

O'Neill, B., M. van Aalst, Z. Zaiton Ibrahim, L. Berrang Ford, S. Bhadwal, H. Buhaug, D. Diaz, K. Frieler, M. Garschagen, A. Magnan, G. Midgley, A. Mirzabaev, A. Thomas, and R. Warren, 2022: Key Risks Across Sectors and Regions. In: *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. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 2411–2538, doi:10.1017/9781009325844.025.

Pörtner, H.-O., Roberts, D. C., Adams, H., Adelekan, I., Adler, C., Adrian, R., Aldunce, P., Ali, E., Ara Begum, R., & Bednar-Friedl, B. (2022). Technical summary. *Climate change*, 37–118.

Reisinger, A., Howden, M., & Vera, C. (2020). *The concept of risk in the IPCC Sixth Assessment Report: A summary of Cross-Working Group discussions. Guidance for IPCC authors* (s. 15). Intergovernmental Panel on Climate Change.

Riksantikvaren (2010) Effekter av klimaendringer på kulturminner og kulturmiljø. Delrapport 3.

Storränk, B., Stenmark, A., Olsson, J., & Dobler, A. (2021). *Downscaling climate projections – towards better adaptation strategies in the Nordic countries*. Nordic Council of Ministers. <https://doi.org/10.6027/NA2021-901>

Strand, G.-H., Framstad, E., & Opsahl, L. A. (2023). *Hovedøkosystemkart for Norge*. NIBIO. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/3106442>

Virtanen, K. (2023). *Ilmastomuutokseen liittyvät alueelliset ominaispiirteet ja haavoittuvuudet Suomessa: Tarkastelu Kansallisen ilmastomuutokseen sopeutumissuunnitelman 2030 taustaksi* (11). Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/164879>

Watkiss, P., & Betts, R. A. (2021). Method. I R. A. Betts, A. B. Haward, & K. V. Pearson, *The Third UK Climate Change Risk Assessment Technical Report*. the Climate Change Committee.

Witmer, M., Franken, R., Gaalen, F. van, Minnen, J. van, Beije, E., & Kirkels, F. (2023). *Nationale klimaatrisicoanalyse 2022 – 2026; Uitwerking analysemethodiek*. PBL Planbureau voor de Leefomgeving.

Young, C., Jones, R., Kumnick, M., Christopher, G., & Casey, N. (2017). *Risk ownership framework for emergency management policy and practice*. Bushfire and Natural Hazards Cooperative Research Centre.

Zebisch, M., Renner, K., Pittore, M., Fritsch, U., Fruchter, S. R., Kienberger, S., Schinko, T., Sparkes, E., Hagenlocher, M., & Schneiderbauer, S. (2023). *Climate Risk Sourcebook. Bonn, Germany: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH*.

- Zscheischler, J., Westra, S., Van Den Hurk, B. J. J. M., Seneviratne, S. I., Ward, P. J., Pitman, A., Aghakouchak, A., Bresch, D. N., Leonard, M., Wahl, T., & Zhang, X. (2018). Future climate risk from compound events. *Nature Climate Change*, 8(6), 469–477. <https://doi.org/10.1038/S41558-018-0156-3>
- Aall, C., Øyen, C., Hafskjold, S., Almås, A., Groven, K., & Heiberg, E. (2011). Klimaendringenes konsekvenser for kommunal og fylkeskommunal infrastruktur. *Delrapport, 1*.

Vedlegg 1 Urevidert liste av analyseobjekt fra arbeidsverksted 22.08.2024

Helse

- Folkehelse – allergier – tropiske sykdommer – kunnskap om helse i befolkningen
- Helsetilbud – kunnskap – økt etterslep – økt ulikhet
- Leveranse av helsetjenester – generelt og ved store naturkatastrofer
- Grenseoverskridende forsyningskjeder
- Utfordringer som følge av naturhendelser
- Har vi dekket følgende av skogbranner?
- Manglende helsepersonell
- Økt sykdomsbyrde
- Psykisk helse generelt – klimaangst – dårlig vær – ikke kunne gå på ski
- Migrasjon – import av sykdommer
- Usikkerhet knyttet til psykiske følger av (økonomiske) konsekvenser – næringer som må legge ned – folk må flytte osv.
- Frisk luft – velvære – folkehelse – samvirke luftforurensning/klimaendringer
- Vannsikkerhet – tilgang og kvalitet
- Matsikkerhet har også et helseperspektiv
- Psykisk helse i naturbaserte næringer (reindrift, jordbruk etc)
- Muligheten til å drive friluftsliv

- Inneklima – avhengig av god infrastruktur
- Endringer i sykdommer og sykdomsbyrde – vektbårne
- Trivsel («wellbeing»)

Infrastruktur

- Hyppigere værhendelser medfører større belastning på små fagmiljø som jobber med beredskap
- Kraftinfrastruktur – sikringstiltak – dammer
- Eksisterende infrastruktur
- Internasjonal beredskap og forsvarets behov
- Mobil – nett – kommunikasjon
- Datasikkerhet
- Fare for liv og helse
- Forsyningskjedene (for legemidler) generelt
- Forsyningslinjene på kraft
- Marin trafikk/havnene våre
- Vann og avløp
- Høyere belastning på veiinfrastruktur medfører høyere drift og byggekostnader
- Mer ras, skred, flom og styrtregn medfører hyppigere skader på veiinfrastruktur
- Flysikringstjenesten – endringer i lynnedslag og sterk vind
- Luftfartøy – ising – turbulens – hagl, vindskjær
- Skogsveier og landbruksveier

- Lufthavn – havnivåstigning – overvann- mye snø
- Strømbortfall (pga. lyn, skogbrann, strøm)
- Driftsstabilitet – punktlighet - regularitet
- Skader på jernbaneinfrastruktur og materiell
- Behov for kjøling av bygninger – ikke noe utfordring i forhold til energiforsyning, men kan være i strid med målet om å redusere energiforbruk
- Tilpasning av eksisterende bebyggelse kan være ulønnsom
- Nye bygg blir dyrere pga. høye krav til klimatilpasning
- Helseinstitusjoner – bygg og eiendom
- Risiko for naturfarer i byggverk- kan deles etter type naturfare
- Risiko for å opprettholde innetemperatur pga. svinger rundt 0 grader
- For å kutte utslippene bør vi bygge mer i tre – risiko for råte og dermed mer vedlikehold
- Eksisterende bebyggelse – mange kjellere – sårbar for oversvømmelse
- Bygge annerledes pga. blant annet økt fuktighet og slagregn
- Infrastruktur i forhold til framkommelighet
- Tap av transportproduksjon (person-km, gods)
- Risiko for bygningsmaterialer – behov for hyppigere vedlikehold
- Industrien sin evne til å tilpasse seg krav – nullutslippssamfunnet

Natur/kulturmiljø

- Tilstanden i økosystemene
- Økosystemtjenester

- Naturen
- Arealer under press
- Grunnlaget for primærproduksjon - mat
- Sammenhengen naturområder der arter kan tilpasse seg
- Intakte og robuste økosystemer
- Forurensning – nye typer – ikke bare de kjente
- Økt forurensning og endret forurensingssituasjon
- Isbreene
- 100 meterskogen, parkene og de grønne lungene
- Dyreartene (også rødlistet)
- Fraflytting – endring i sårbare arter
- Biologisk mangfold
- Strandsonen
- Stedegne arter
- Nye arter som skader natur
- Blå-Grønn infrastruktur
- Kulturminner
- Kulturmiljø
- Landskap
- Verdensarven
- Landskap av nasjonal interesse
- Klimatilpasningstiltak som negativt påvirker kulturmiljø/natur

- Lokalt verdifulle kulturminner (definert av kommunene selv)
- Typer av kultur – kystkultur – samisk kultur – hvordan sikre det ene opp mot det andre osv.
- Friluftsliv/rekreasjon
- Turistbaserte næringer
- Tradisjonell reindrift
- Skognæringer
- Naturens evne til opptak av klimagasser
- Manglende kunnskap om naturens verdi
- Endret miljø for akvakultur
- Sykdomsspredning – akvakultur
- Endring i økosystem – forflytning/ending av høstbare arter

Mat

- Global forsyningssikkerhet
- Global påvirkning på nasjonale forhold
- Nasjonale og internasjonale vare og forsyningslinjer – påvirker matsikkerheten – gjør oss alle «at risk»
- Matsikkerhet
- Import mat- sikkerhet i forsyningslinjene
- Selvbergingssevne
- Fremmed stoff/miljøgifter i maten
- Vann – forurensing – nye arter

- Kampen om arealene eks solceller på dyrket mark
- Kamp om arealene til havs
- Forvirret natur – forskyver vekstsesongen
- Positivt: Mulighet til å dyrke nye matvarer flere steder i landet
- Positivt: Sterke synergier mellom å spise sunt og å spise klimavennlig
- Positivt: forlenget vekstsesong
- Ødelagte avlinger som følge av ekstremvær – både hete og flom
- Nye matvarer – innsekter osv.
- Produksjon som innebærer åpen åker (korn/grønnsaker)
- Dreneringssystem med tanke på flom og styrtregn
- Jordbruk over hele landet
- Småskala fiskeri
- Vanskelig å forutse hvilke produksjoner og deler av landet som blir påvirket – forutsigbarhet for bonden, hva skal produseres hvor?
- Matproduksjonen vår generelt – bønder er en utsatt gruppe
- Sikringstiltak – flomvoller ved jordbruksareal – er ikke omfattet forsikring (skjønner ikke siste ord)
- Dyrehelse
- Fiskevelferd
- Eksport – oppdrett – fiske
- Økning i fremmede arter/skadedyr som ødelegger mat
- Matberedskap

- Politisk legges det opp til stordrift – det er få tilskudd til diversifisering av produksjon – sårbarhet (mat)
- Sortsutvikling og langsiktige prosesser vs. «quick fix». Robuste sorter finnes, men velges bort til fordel for det som gir økonomisk gevinst her og nå
- Marin mat - Havforsuring forflytting av arter

Tverrgående analyseobjekter (eller ikke passet inn under tema)

- Sikre samfunnet mot skade fra naturfarer
- Flysikkerhet – regularitet i luftfarten
- Sammenhengen mellom tilpasning og arbeidet med omstilling til lavutslippssamfunn
- Kunnskap – godt nok grunnlag for politikkutforming
- Tilpasningskapasiteten overordnet
- Naturressurser
- Samfunnsøkonomisk side
- Krav teknologi – små og store aktører
- Ulike nivåer på ulike områder – hvordan håndtere dette
- Hvor må vi være mer robust
- Sammensatte «at risk» - jf. kampen om arealene
- Hvordan kommunisere dette slik at det blir relevant for politikkutforming
- Store arealer kommer innenfor faresoner (som blir ubeboelige)
- Flere og større skogbranner (underdimensjonert beredskap)

- System for oppdatert kunnskapsgrunnlag
- Eksisterende bebyggelse – hvordan sikre denne
- Med isfritt Arktis – kommersiell skipsfart – utfordrende for sikkerheten
- Økende behov/belastning på beredskap og krisehåndtering
- Skogbruk – hvor hører alle problemstillingene knyttet til dette hjemme (eks virkestilgang, skogsveier, verneskog, skogeier)
- Institusjonell kapasitet (f eks i direktoratene, kapasitet til å behandle søknader naturskade og produksjonssvikt) og tilgang til midler (også pga. usikkerhet om når/hvor ofte hendelser inntreffer)
- Naturbaserte næringer
- Strammere økonomi generelt i samfunnet
- Sivilforsvaret (materiell, kjøretøy, opplæring, lensepumper, flomvern, ...)

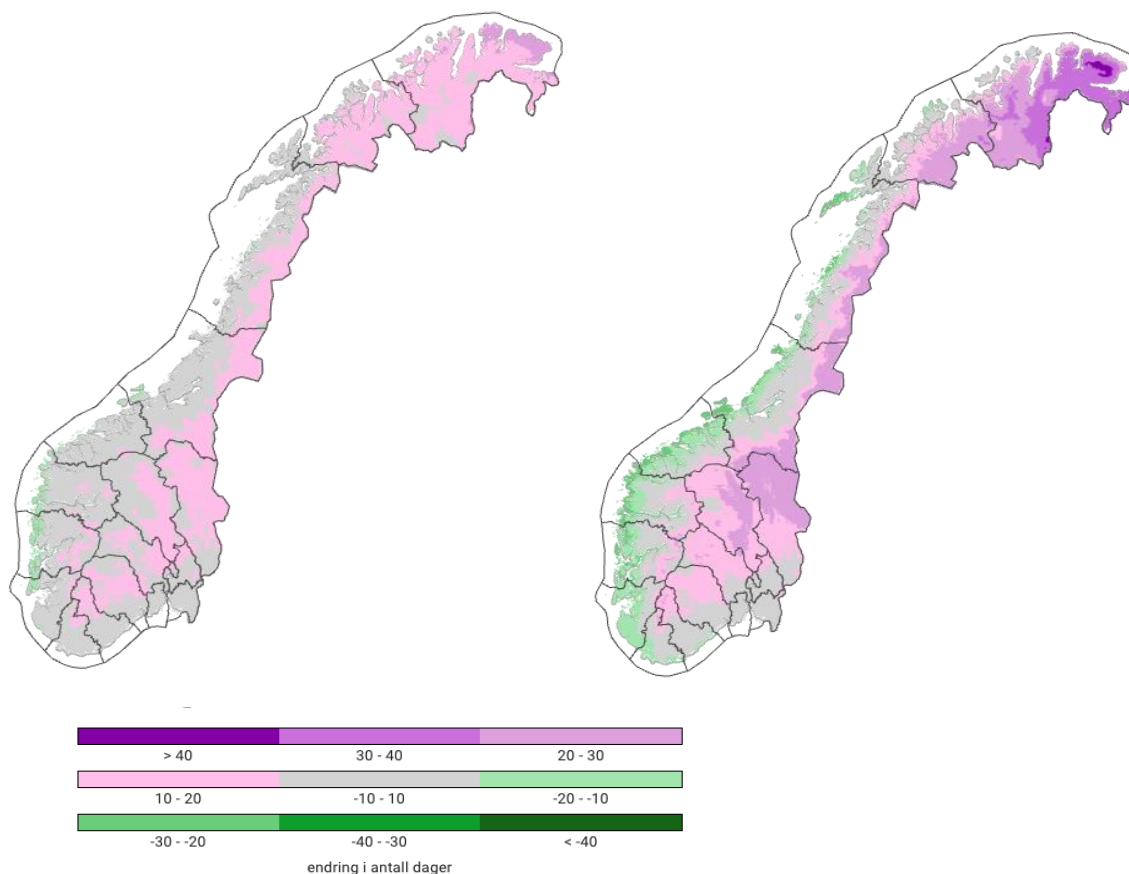
Vedlegg 2 tilleggsinformasjon om steg 3 og 4 ved gjennomføring av pilot-analyse

Dette er et vedlegg som viser detaljer fra steg 3 og 4 i metoden for nasjonal klimasårbarhetsanalyse (KSA), testet ut på analyseobjekter under systemet «kulturmiljø» under temaet «Natur- og kulturmiljø». Hensikten er å teste om nøkkelementene i metoden fungerer og for å vise hvordan vi ser for oss at disse skal gjennomføres.

Framskrivninger av klimafarer med relevans for «Kulturmiljø»

O-passeringer

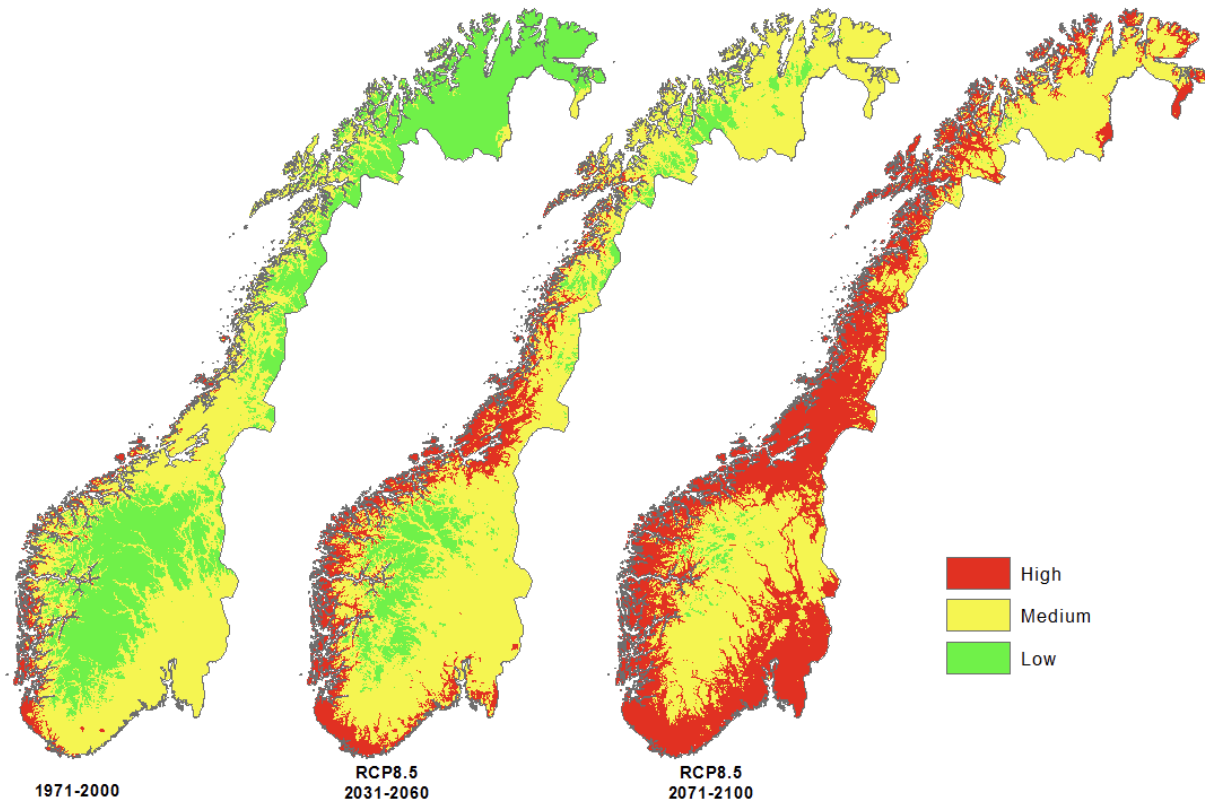
Også kalt «fryse-tine sykler». Indikerer fare for frostsprengning i murbygg.



Utslippsscenario innen 2100 (høyre) og 2050 (venstre). Kilde: Hentet fra KSS nettside for framskrivninger av klimaendringer (<https://klimaservicesenter.no/climateprojections>), klimaindeks «0-passering», 18.12.2024.

Råtefare

Råtefareindeksen viser fare for råte- og soppangrep ved fukt og vannintrenging

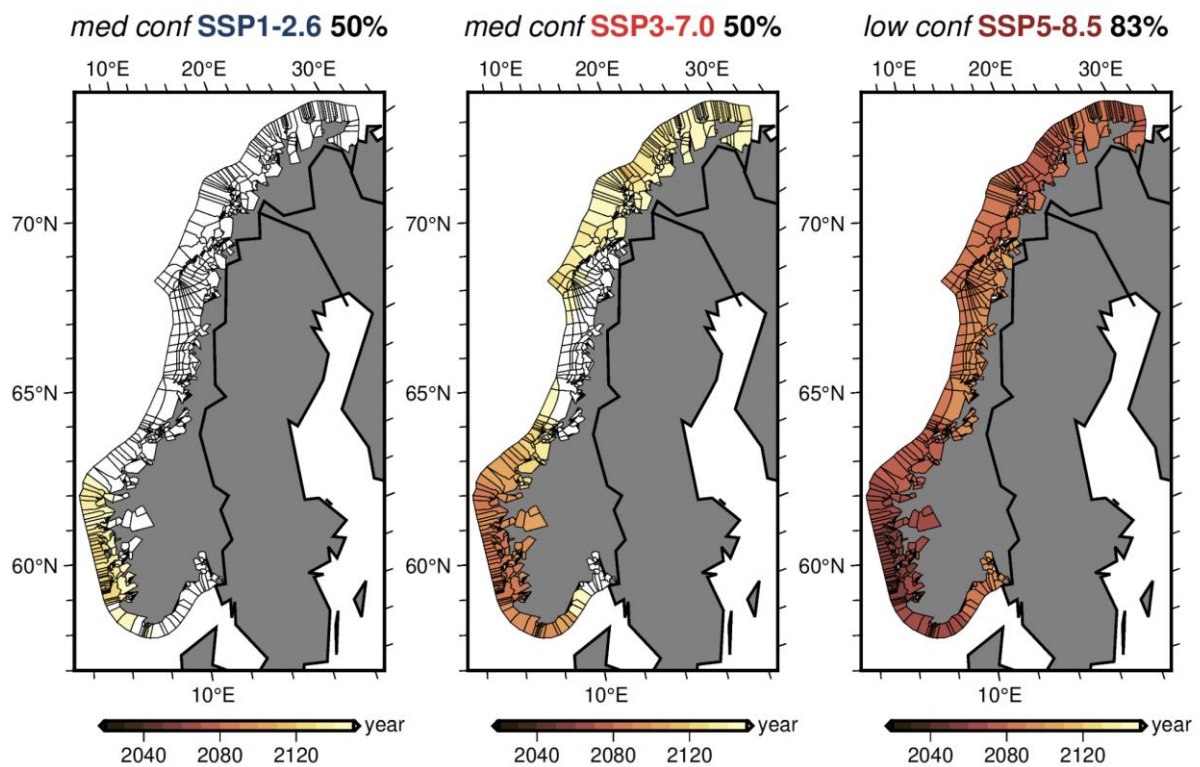


Risiko for råteskader referanseperioden 1971-2000 for høyt utslippsscenarioer (RCP8.5) for framtidig perioder 2031-2060 og 2071-2100. Kartet viser et gjennomsnitt av 9 klimamodeller. Figuren er hentet fra (Tajet & Hygen, 2017)

Stormflofare

Stormflofare indikerer fare for skade på kystnære kulturminnebygg

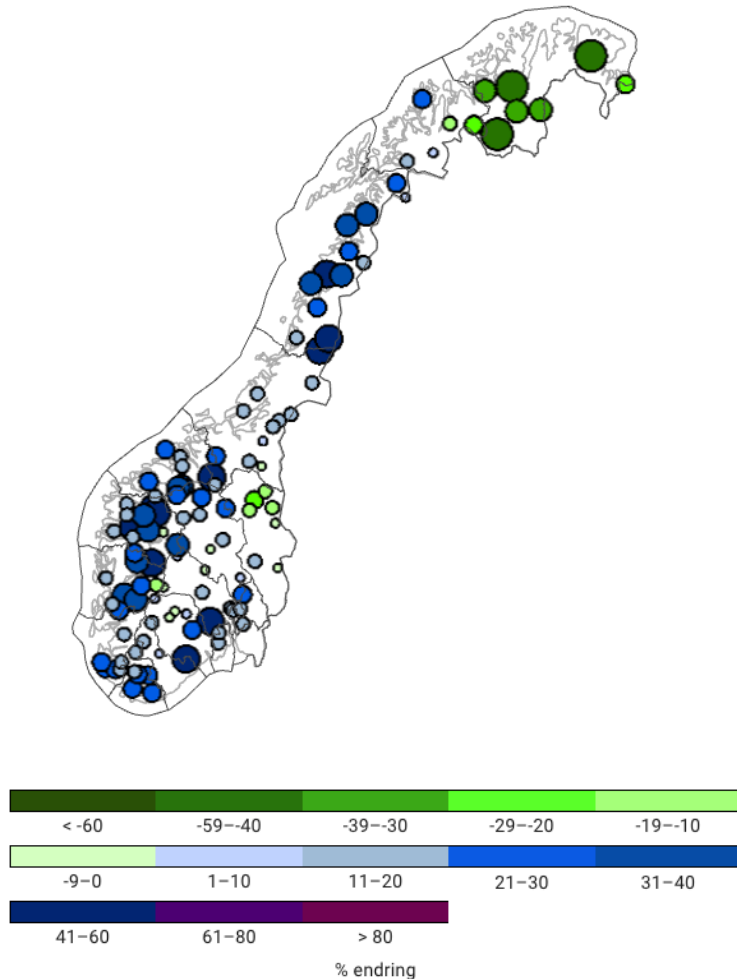
When will the height of today's 1-in-200 year extreme still water level be exceeded once a year?



Framskrivninger av endringer i ekstreme havnivåhendelser som inntreffer en gang hvert 100. år (kun bidrag fra stormflo og bølgeoppsetting). Framskrivningene viser endringen i 95. persentil innen 2050 (venstre panel) og 2100 (høyre panel), sammenlignet med basisperioden 1980-2014. Øvre panel: RCP4.5. Nedre panel: RCP8.5. Kilde (Simpson et al., 2024)

Flomfare

Flomfareframskrivningene indikerer fare for flomskader og vanninntrenging for kulturminnebygg langs elver og bekker. Mange kulturminnebygg er industribygg etablert langs elver og bekker for å utnytte vannkraft.



Klimapåslag for 200-års flom ved høyt utslippsscenario for 2071-2100. Kilde: Hentet fra KSS nettside for framskrivninger av klimaendringer (<https://klimaservicesenter.no/climateprojections>), klimaindeks «Flom», 18.12.2024.

Matrise for steg 3.1 fylt ut for systemet «Kulturmiljø»

Matrisen er fylt ut på grunnlag av litteraturgjennomgang og framskrivninger av relevante klimaindeksar fra KSS. Der vi har gjort egne vurderinger er dette indikert ved at det skrevet «ekspertvurdering» i kolonne for Referanse/Data. [Lenke til excel-fil](#) med matrisen. NB – matrisen har ytterligere syv kolonner som er vist på neste side

Virkning (klimarisiko uten tilpasning)	Kunnskaps grunnlag	Analyseobjekt (er)	3.1.1 Klimafare (klimaindeks)	Klimafare - endring verdi, returperiode,	Referanse/Data	3.1.2 Kvantifiserbar (graderbar) Eksponeringsgrad	Referanse/Data	3.1.2 Binær eksponering (ja/nei)	Referanse/Data	3.1.3 Sårbarhet 1	Referanse/Data	3.1.3 Sårbarhet 2	Referanse/Data	Ikke klimatiske drivere
Fremtid ->2100 - Høyt utslippsscenario (SSRP3-7 og RCP 8.5)														
Råteskade på bygg	Haugen mfl 2019	Kulturminnebygg; Bygg	Råtefare	na	Talet mfl 2017	Antall bygg i "rød" råtefareson	Kvantifisering ikke utført, må beregnes med GIS	Kulturminnebygg av tre. Over halvparten av de kulturhistoriske bygningene befinner seg i Viken, Innlandet og Vestland.	Haugen mfl 2019	Tilstand: 55% av bygningene har restaureringsbehov i dag	RA 2010, Haugen mfl 2019	Kapasitet til skjøtsel	Ekspertvurdering	Endring i kunnskap om vedlikehold, endret økonomi
Frostspredning på murbygg	Riksantikvar	Kulturminnebygg; Bygg	0-passering	10-20 dager økning innlandsstrøk, Troms, Finnmark, 20-30 dager Vest-Finnmark	KSS	Antall murbygg der det skjer en økning i fryse-tine sykene, Østlandet og Nord-Norge	Kvantifisering ikke utført, må beregnes med GIS	Kulturminnebygg av mur/stein Østlandet og Nord-Norge	RA 2010	Tilstand: 55% av bygningene har restaureringsbehov i dag	RA 2010,	Kapasitet til skjøtsel	Ekspertvurdering	Endring i kunnskap om vedlikehold, endret økonomi
Vannskade bygg	Haugen mfl 2019	Kulturminnebygg; Bygg	Flomfare, Stormflomar	20% - 40% økning klimapåslag flomfare 2100, 200 års stormflo blir årlig stormflo i 2080 Vestlandet og 2100 Troms-Finnmark	KSS, (Simpson et al., 2024)	Antall bygg i flomsone 200 års returperiode	Kvantifisering ikke utført, må beregnes med GIS	Alle flomutsatte kulturminnebygg	Haugen mfl 2019	Tilstand: 55% av bygningene har restaureringsbehov i dag	RA 2010, Haugen mfl 2019	Kapasitet til skjøtsel	Ekspertvurdering	Endring i kunnskap om vedlikehold, endret økonomi
Vannskade bygg	Haugen mfl 2019	Kulturminnebygg; Bygg	Kraftig nedbør (fylkes)	Påslag IVF 40% timesnedt	KSS	Bygg utsatt for inntrenging av overvann	Kvantifisering ikke utført, må beregnes med GIS	Alle overvannutsatte kulturminnebygg	Haugen mfl 2019	Tilstand: 55% av bygningene har restaureringsbehov i dag	RA 2010, Haugen mfl 2019	Kapasitet til skjøtsel	Ekspertvurdering	Endring i kunnskap om vedlikehold, endret økonomi
Redusert kvalitet kulturlandskap	Hohle et al., 2016, RA 2010,	Kulturlandskap; Eng	Gjengroing (vekstseson)	na	KSS	Forekomst av kulturlandskap i områder med stor økning i vekstseson	Kvantifisering ikke utført, må beregnes med GIS	Kystlynghei, slåttemark, setervoller	Hohle et al.	Kapasitet til tradisjonell bruk	Hohle et al., 2016,			Endring i driftsformer i landbruket, demografi

Ytterligere kolonner i matrisen for steg 3.1

Virkning (klimarisiko uten tilpasning)	Kunnskapsgrunnlag	Analyseobjekt (er).	Samlet vurdering av klimavirkning	3.1.6 Usikkerhet i kunnskapsgrunnlag	3.1.6 Enighet i kunnskapsgrunnlag	3.1.7 Alvorlighetsgrad	Referanse til terskelverdier	4.2 Beslutningshast	Koblinger til andre system og tema
Fremtid ->2100 - Høyt utslippsscenario (SSRP3-7 og RCP 8.5)									
Råteskade på bygg	Haugen mfl 2019	Kulturminnebygg; Bygg	Risiko for økt råteskade på trebygg som følge av økt nedbør og temperatur. Omtrent 80 % av kulturhistoriske bygg er i tre. 55% av bygningene har restaureringsbehov i dag. Rød råtefasesone på Østlandet og andre innlandsstrøk sør for Troms mot 2071, hvor mange av disse byggene finnes.	godt kunnskapsgrunnlag	stor enighet potensielle virkninger	Moderat	Haugen mfl 2019	Flere tiltak nødvendig	Infrastruktur-> Bygg
Frostsprenning på murbygg	Riksantikvar	Kulturminnebygg; Bygg	Klimaendringer kan medføre endret risiko for frostsprenning, reduseres langs kysten.	godt kunnskapsgrunnlag om fare, mangler analyse av fremtidig virkning	stor enighet potensielle virkninger	Moderat	Haugen mfl 2019	Videre undersøkelser	Infrastruktur-> Bygg
Vannskade bygg	Haugen mfl 2019	Kulturminnebygg; Bygg	Skader fra flom, stormflo og inntrenging av overvann vil øke, tildels dramatisk. Historisk bebyggelse som er plassert nær bekker og elver for å utnytte vannkraften, vil være spesielt utsatt for flom, spesielt der flomnivåene øker mye. Skader på kystnære kulturhistoriske bygninger forårsaket av stormflo vil opptre hyppigere.	godt kunnskapsgrunnlag om fare, mangler analyse av fremtidig virkning	stor enighet potensielle virkninger	Katastrofal etter 2050	Haugen mfl 2019	Hastetiltak nødvendig	Infrastruktur-> Bygg
Vannskade bygg	Haugen mfl 2019	Kulturminnebygg; Bygg		godt kunnskapsgrunnlag om fare, mangler analyse av fremtidig virkning	stor enighet potensielle virkninger	Kritisk	Haugen mfl 2019	Videre undersøkelser	Infrastruktur-> Bygg
Redusert kvalitet kulturlandskap	Hohle et al., 2016, RA 2010,	Kulturlandskap; Eng	Et varmere klima bidrar til at gjengroing går raskere der tradisjonell skjøtsel har opphørt (hoveddriver) og vegetasjonssoner forskyver seg som bidrar til lavere artsrikdom og redusert systemfunksjonalitet	middels kunnskapsgrunnlag om fare, mangler analyse av fremtidig virkning	enighet om noen virkninger, stor usikkerhet om langsikt (>2050)	Moderat	Ekspertvurdering	Videre undersøkelser	Naturniljø

Referanser til vedlegg 2

- Haugen, A., Granberg, M., Undall, E., Kjølseth, N., & Furan, N. (2019). *Klimaendringer og kulturminner i kommunene Stavanger kommune, Kristiansand kommune og Bærum kommune* (NIKU Oppdragsrapport 126/2019). Norsk Institutt for Kulturminneforskning.
<https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1637/m1637.pdf>
- Hohle, E., Lyssandtræ, F., Orlund, K., Killingland, K., & Mortensen, P. (2016). *Landbruk og klimaendringer. Rapport fra arbeidsgruppe*.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/416c222bde624f938710ff36751ef4d6/rapport-landbruk-og-klimaendringer---rapport-fra-arbeidsgruppe-190216.pdf>
- RA. (2010). *Effekter av klimaendringer på kulturminner og kulturmiljø Delrapport 3 fra prosjektet Effekter av klimaendringer på kulturminner og kulturmiljø*. Riksantikvaren. https://ra.brage.unit.no/ra-xmlui/bitstream/handle/11250/175126/Klimaendringer_delrapport_3_RA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Simpson, M. J. R., Bonaduce, A., Borck, H., Breili, K., Breivik, Ø., Ravndal, O. R., & Richter, K. (2024). *Sea-Level Rise and Extremes in Norway: Observations and Projections Based on IPCC AR6*. (1/2024). Norwegian Centre for Climate Services.
- Tajet, H. T. T., & Hygen, H. O. (2017). *Potential Risk of Wood Decay. KLIMA2050. MET report no. 8/2017*. Norwegian Meteorological Institute.