

Risikomodell for vannskader på bygninger og sensitivitet i klimaframskrivninger

(Utvidet sammendrag av rapport SAMBA/25/20)



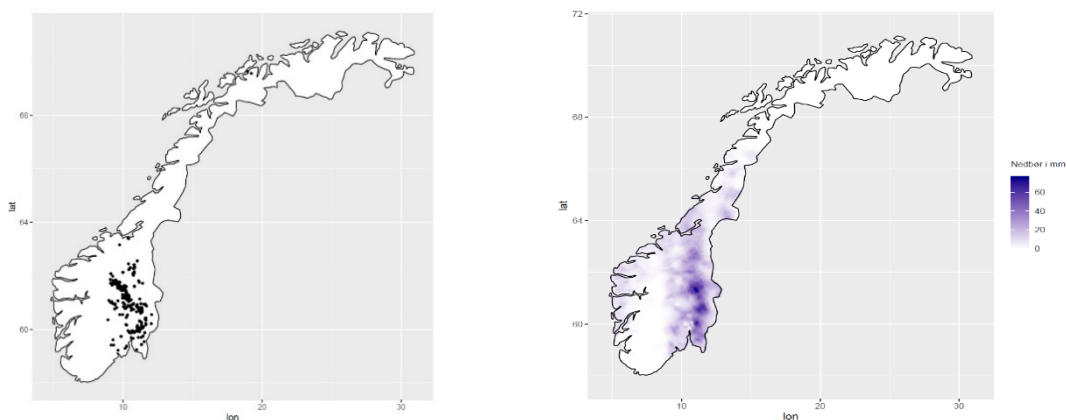
Claudio Heinrich
Jens Christian Wahl
Andreas Matre

Thordis Thorarinsdottir
Ola Haug

Oversikt

Arbeidet i denne rapporten føyer seg inn i en rekke av prosjekter knyttet til vannskader på bygninger og framtidig klimarisiko som Norsk Regnesentral har gjennomført for Gjensidige over en periode på 20 år. I løpet av disse årene har fokuset på klimaendringer blitt stadig større både blant forskere, politikere, og ikke minst hos den jevne mann i gata. Vi er vitne til dramatiske konsekvenser både for sikkerheten og velferden i samfunnet. Blant de risikoutsatte næringene er også forsikringsbransjen gjennom verdiene de ivaretar for sine kunder. Klimaeksponeringen innenfor for eksempel forsikring av bygninger kan føre til betydelige endringer i selskapenes porteføljerisiko. For å kunne drive sin virksomhet på en forsvarlig måte med forebygging av skade i dialog med kunder og myndigheter, samt riktig prising av produkter, er det avgjørende for forsikringsselskapene å tilegne seg kunnskap om risikobildet slik de vil kunne møte det i framtida.

Gjensidige har engasjert Norsk Regnesentral for å etablere en risikomodell som skal gi prognoser for utviklingen av vannskader som følge av klimaendringer. Skadeprediksjonene leveres med usikkerhetsanslag. Gjennom bruk av historiske data har vi utviklet statistiske modeller for sammenhengen mellom ytre vannskader på bygninger og samtidige værforhold samt utvalgte egenskaper ved bygningene. Modellene baserer seg på landsdekkende forsikrings- og værdata på døggnivå for perioden 01.01.2009 til 05.11.2019. Figur 1 viser samtidige skadehendelser og nedbør på en gitt dag og illustrerer motivasjonen bak etableringen av slike modeller.



Figur 1. Skadehendelser og tilhørende nedbør registrert 22. mai 2013.

Som et ledd i arbeidet med å etablere skadeprediksjoner på framtidige tidshorisonter, har vi også sett på svingninger i skadenivået fra år til år som følge av naturlige variasjoner i været. Denne delstudien er basert på observerte værdata over en tiårsperiode og har ingenting med endringer i klimaet å gjøre. Et innblikk i slike svingninger kan likevel være nyttig når man skal vurdere utviklingen man observerer i skadenivået på kort sikt.

Ved å mate skademodellene med klimamodelldata har vi laget prognoser for skadeutviklingen på ulike tidshorisonter i framtida. Prognosene foreligger som statistiske fordelinger og har i prinsippet oppløsning på bygning og døgn. Fordelingene har bakt inn usikkerhetsanslag som tar høyde for tilpassing av modellen, samt usikkerhet i klimadataene.

Risikomodell og usikkerhet

Med basis i forsikringsdata fra Gjensidige og værdata fra produktet seNorge_2018 for perioden 2009-2019 er det etablert en statistisk risikomodell for vannskader på bygninger over hele Norge. Modellen beskriver både sannsynlighet for skade og forventet skadestørrelse for den enkelte bygning og døgn. Sammen med værdata utgjør egenskaper ved bygningene forklaringsvariablene i disse modellene. Fra basismodellene er det utledet statistiske fordelinger for antall skader, gjennomsnittlig skadestørrelse og total utbetaling på aggregerte nivåer i tid og rom.

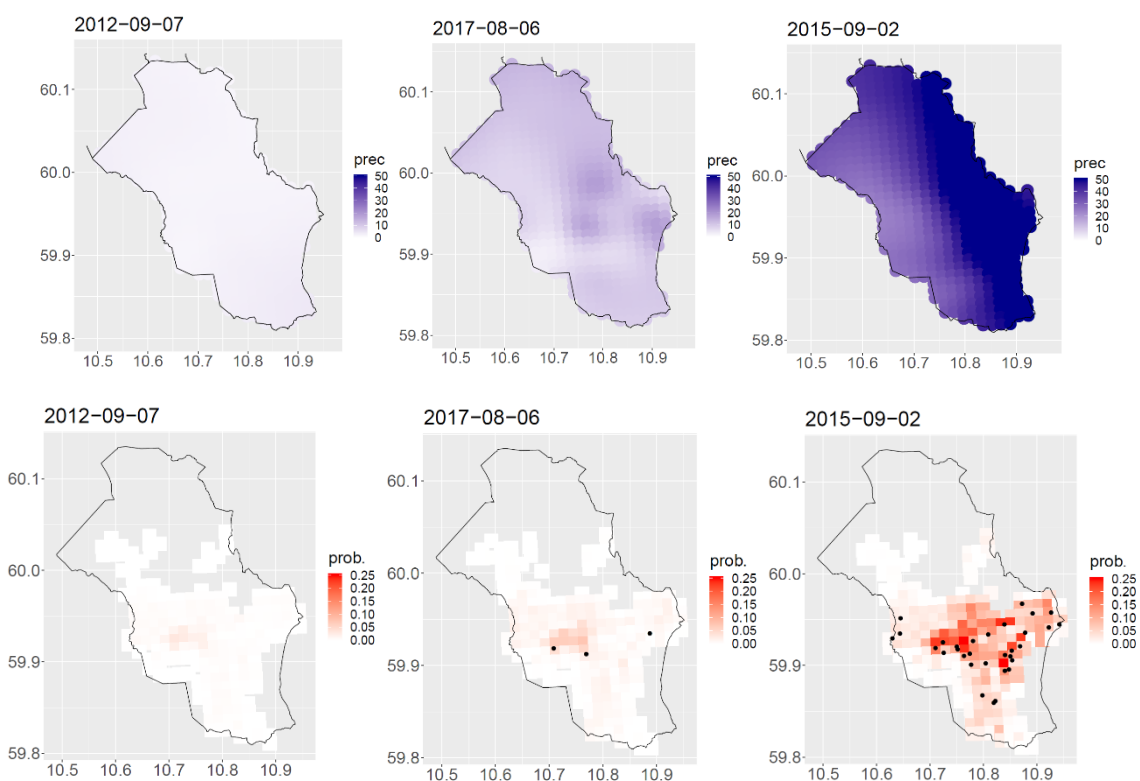
Basismodellene beskriver sammenhenger mellom skadesannsynlighet eller -størrelse og værvariablene regn og temperatur, samt bygningsspesifikke variabler som taktype eller hvorvidt bygningen har kjeller eller ei. I modelleringen av skadesannsynlighet spesifiseres for hvert døgn hvorvidt en bygning i porteføljen har hatt skade eller ikke. På den måten bidrar alle bygninger med informasjon, også de som aldri har registrert skade. For skadestørrelse derimot er det kun bygningsdøgnene med skade som inngår i modelleringen.

I de endelige modellene finner vi at regn og temperatur samme dag er viktige forklaringsvariabler for både skadesannsynligheten og -størrelsen. Det samme gjelder tariffsum, byggeår og variabelen som sier om en bygning har kjeller, mens bygningstype, taktype og hvorvidt bygningen er renovert kun har betydning for størrelsen på skaden. Nedbør i form av snø er ikke funnet relevant for de skadene vi har sett på her. Figur 2 illustrerer hvordan ulike regnmengder påvirker sannsynligheten for skade ifølge vår modell. Kartet er fra Oslo og viser predikert skadesannsynlighet for tre historiske nedbørsituasjoner. Faktiske skadehendelser registrert for de aktuelle datoene er vist som svarte prikker.

Ved prediksjon av framtidige skader fra klimamodelldata vil skadeanslagene være beheftet med usikkerhet. Denne usikkerheten kan tenkes sammensatt av tre komponenter. Det ene bidraget kommer fra modellfeilen som er knyttet til hvor mye skademodellen avviker fra sannheten for fenomenet den skal beskrive. Siden sannheten er ukjent, lar modellfeilen seg ikke tallfeste. For en valgt modell kommer i tillegg estimeringsusikkerheten, som oppstår som følge av at datasettet som brukes for å tilpasse skademodellen er begrenset. Estimeringsusikkerheten er koblet til koeffisientene til de ulike forklaringsvariablene i skademodellene og tallfestes som et biprodukt av modelltilpassingen. Til slutt kommer klimausikkerheten som følge av at prognosene for framtidig vær og klima i seg selv er prediksjoner med ulik grad av usikkerhet knyttet til seg.

Skadeprediksjoner

Sammen med vannskademodellene er historiske værdata fra tiårsperioden 2009 - 2018 brukt til å belyse den naturlige variasjonen i skadenivået, både fra år til år innenfor samme fylke og mellom ulike fylker. Resultatene av denne analysen viser at lengst nord, i Troms og Finnmark, er skadenivået svært stabilt gjennom hele tiårsperioden. Men for de fleste fylkene svinger skadenivået betydelig fra ett år til et annet og med enkelte ekstreme utslag i noen fylker. Det er også forskjellige år som gir de største utslagene i de ulike fylkene, og årsprofilen kan også variere innenfor ett og samme fylke avhengig av om man betrakter antall skader, gjennomsnittlig skadestørrelse eller total utbetaling. I flere fylker



Figur 2. Tre historiske nedbørsituasjoner i Oslo (øverst) med tilhørende predikert skadesansynlighet (nederst). Faktiske skadelokaliteter er markert i svarte prikker.

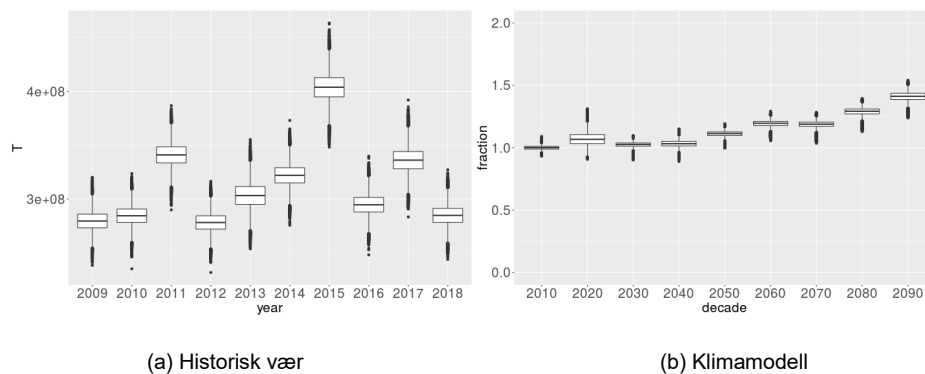
rundt Oslofjorden gjenkjennes 2015 som et verstingår, mens Agderfylkene ble spesielt hardt rammet i 2017.

Man kunne forvente en viss utjevningseffekt når man aggregerer risikoen til hele landet. Men også på landsbasis er det en betydelig år til år variasjon i skadenivået, jfr figur 3a. Dette indikerer at gode og dårlige år opptrer samtidig i et dominerende antall av fylkene. For eksempel bidrar de bygningstette områdene rundt Oslofjorden til at 2015 skiller seg ut med et ekstra høyt skadenivå også for landet sett under ett. En utjevning av skaderisikoen vil dermed måtte tas over tid snarere enn ved geografisk tilpasning av porteføljen.

Vannskademodellene er også brukt i kombinasjon med etterprosesserte klimadata fra den franske modellen CNRM-CERFACS til å produsere skadeprediksjoner for framtida. Prediksjonene er gitt med usikkerhet introdusert både fra tilpassing av de statistiske modellene, samt usikkerhet i klimadataene. Vi har etablert skadefordelingsfunksjoner for tiårene fram mot 2100 for hvert av risikomålene antall skader, gjennomsnittlig skadestørrelse og total utbetaling. Disse fordelingsfunksjonene gir en statistisk representasjon av skadenivået for ulike tiår. Det overordnede bildet for total utbetaling viser en økning over det meste av landet, spesielt i Nordland og Trøndelag, på Sørøst- og Sørvestlandet, samt i deler av Sogn og Fjordane. Kun en stripe av kommuner vest i Langfjella står igjen som relativt uberørt.

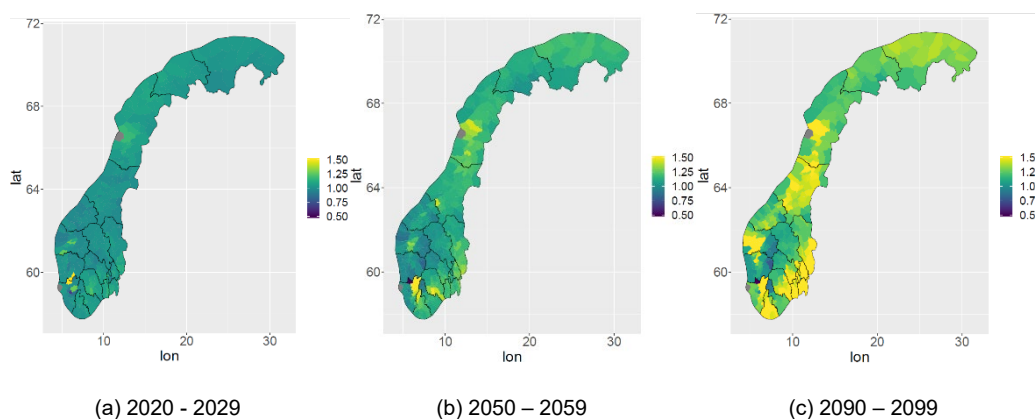
Mens noen fylker vil oppleve en jevn stigning gjennom hele prediksjonsperioden, får andre en relativt flat eller endog negativ utvikling fram til rundt 2050, for så å øke. I fylkene Hedmark, Buskerud, Vestfold, Telemark og Vest-Agder ventes en økning i total utbetaling på rundt 50% mot slutten av århundret sammenlignet med referanseperioden 2010 - 2019. For Østfold, Akershus og Sogn og

Fjordane viser prediksjonene av total utbetaling en økning på hele 70% i samme periode. Utviklingen på landsbasis når rundt 40% og er gjengitt i figur 3b.



Figur 3. Samleplott for Norge under ett (total utbetaling, i NOK): (a) Skadefordeling basert på historisk vær, (b) forholdstall for skadefordeling på ulike tidshorisonter mot referanseperioden 2010-2019.

Norgeskartene i figur 4 viser endring i forventet total utbetaling på kommunenivå for ulike tiår fram i tid. Verdiene angir endring i forhold til forventet utbetaling i referanseperioden 2010 - 2019.



Figur 4. Endring i forventet total utbetaling på kommunenivå for angitt tiår i forhold til referanseperioden 2010-2019. Klimamodelldata fra CNRM-CERFACS.

Det faktum at skadenivået i en del av fylkene er relativt stabilt fram mot 2050, gjør at forsikringsbransjen i utgangspunktet har noe tid på seg til å iverksette avbøtende og forebyggende tiltak. Vi vil imidlertid advare mot å la denne delen av resultatene fra det inneværende prosjektet bli en sovepute i tilpasningsarbeidet. Prediksjonene bygger på tre underliggende forutsetninger som alle har sine svakheter. i) Alle prediksjonene tar utgangspunkt i bygningene som var forsikret per 5. november 2019. Hvis porteføljen får en annen sammensetning framover, vil dette påvirke klimarisikoen. ii) Vannskademodellene beskriver sammenhenger som ble funnet mot værvariablene slik disse var registrert på hver enkelt bygningslokalitet i dataperioden 2009 - 2019. Dersom klimaendringene i framtida fører til helt andre vær-situasjoner, er det ingen garanti for at ekstrapolerte

skadeprediksjoner vil gjengi den reelle sammenhengen mellom skader og vær i disse situasjonene. iii) Til sist er det også stor usikkerhet knyttet til i hvilken grad den valgte klimamodellen CNRM-CERFACS gir en fullgod beskrivelse av været slik det vil arte seg i framtida. Det finnes ikke én beste modell for alle situasjoner og variabler, og vårt valg i hovedanalysen er gjort tilfeldig blant de modellene som generelt ga gode resultater på tvers av flere ulike evalueringskriterier landet sett under ett. Det kan likevel være at også denne modellen presterer relativt dårlig under gitte betingelser.

Prediksjonene i det inneværende prosjektet er utarbeidet på lands-, fylkes- og kommunenivå, men basismodellene gir rom for fritt å definere andre aggregeringsnivåer tilpasset den situasjonen man ønsker å belyse.

Sensitivitetsanalyse

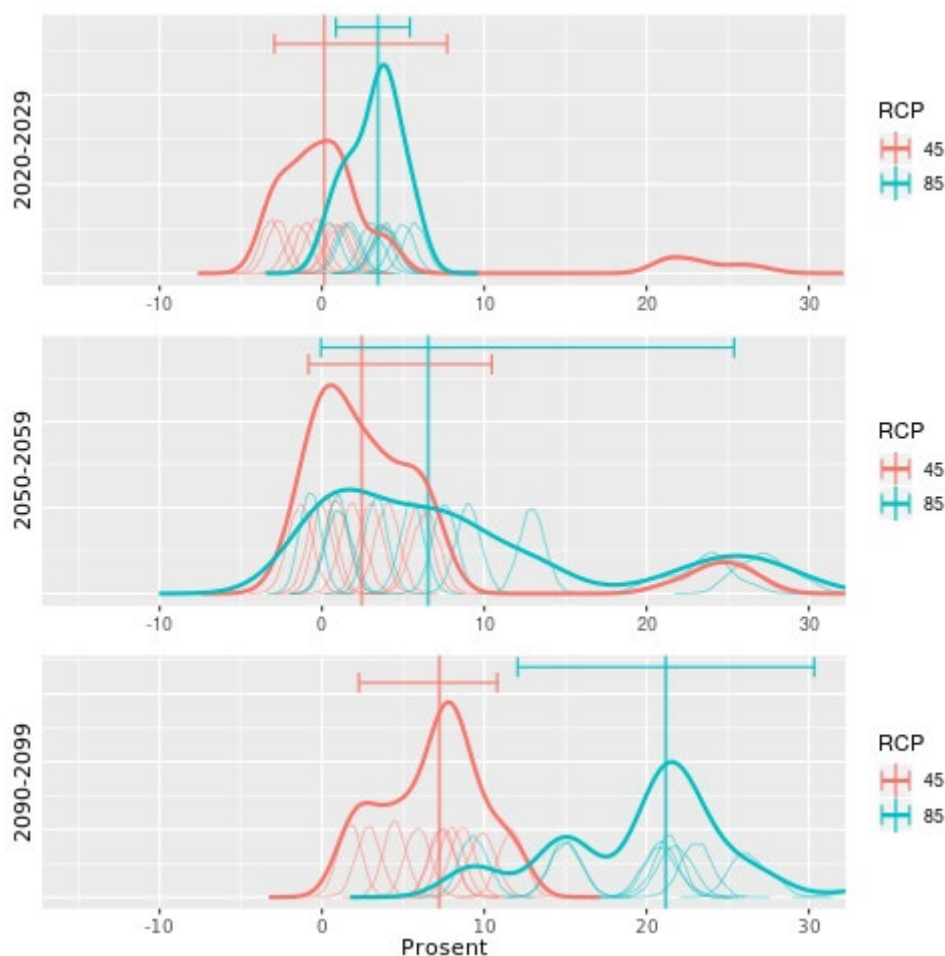
Usikkerheten rundt framtidig klimautvikling (punkt iii) over) er undersøkt nærmere gjennom en sensitivitetsanalyse over alle klimamodellene gitt i tabell 1 for utslippsscenarioene RCP4.5 (moderat) og RCP8.5 (høyt).

Global klimamodell	Regional klimamodell	Feilrettingsmetode
CNRM-CM5	CCLM4-8-17	DBS45-MESAN-1989-2010
EC-EARTH	RACMO22E	CDFT22s-MESAN-1989-2005
EC-EARTH	CCLM4-8-17	CDFT22s-MESAN-1989-2005
EC-EARTH	CCLM4-8-17	DBS45-MESAN-1989-2010
EC-EARTH	HIRHAM5	CDFT22s-MESAN-1989-2005
EC-EARTH	HIRHAM5	DBS45-MESAN-1989-2010
MPI-ESM-LR	CCLM4-8-17	CDFT22s-MESAN-1989-2005
MPI-ESM-LR	CCLM4-8-17	DBS45-MESAN-1989-2010
MPI-ESM-LR	RCA4	CDFT22s-MESAN-1989-2005
MPI-ESM-LR	RCA4	DBS45-MESAN-1989-2010

Tabell 1. Oversikt over EURO-CORDEX klimaframskrivninger brukt i denne rapporten. Tabellen angir global klimamodell, regional klimamodell og feilrettingsmetode for hver klimaframskrivning.

Generelt finner vi at det er betydelig variasjon i prediksjonene av antall skader fra ulike klimamodeller, selv innenfor samme fylke og tiår. Figur 5 viser predikerte sannsynlighetstettheter for endring i antall skader på landsbasis for hver av de ti klimamodellene i tabell 1 og fordelt på utslippsscenario og tiår.

Sensitivitetsanalysen viser en økning i antall skader under RCP8.5 på henholdsvis 1 -5%, 0 - 25% og 12 - 30% for tiårene 2020 - 2029, 2050 - 2059 og 2090 - 2099 på 80% signifikansnivå. Tilsvarende tall for RCP4.5 er -3 - 8%, -1 - 10% og 2 - 11%. Så selv om RCP8.5 angir en signifikant økning for alle tiårene, er usikkerheten stor. For RCP4.5 er det først mot slutten av århundret at klimamodellene slår fast at antall skader vil øke. På kommunenivå gir mindre geografiske enheter noe større variasjon i resultatene. Mot slutten av det inneværende århundret nærmer vi oss stedvis en økning på opp mot 50%, og da fortrinnsvis for RCP8.5.



Figur 5. Prediktive sannsynlighetstettheter for endring i antall skader på ulike tidshorisonter og for ulike utslippsscenarioer relativt til referanseperioden 2010 - 2019. Tetthetene er beregnet for hver av de ti klimamodellene i tabell 1 og aggregert over alle modellene innenfor hvert tiår. Inkludert er også median og konfidensintervall (80%) for de aggregerte tetthetene.

Gjennomgående er det slik at utslippsscenarioet RCP8.5 viser den sterkeste veksten i antall skader, selv om det finnes eksempler på klimamodeller som gir ekstreme skadeprediksjoner også for det moderate scenarioet RCP4.5. Men forskjellene mellom de to utslippsscenarioene er ikke signifikant på 80% nivå for de fleste tiårene og fylkene selv om det finnes unntak.

Hovedfunn

Hovedfunnene i prosjektet kan oppsummeres som følger:

- Nedbør som regn på skadedagen er den tydeligste værrelaterte forklaringsvariabelen for både skadesannsynlighet og størrelsen på skader. Økt regnmengde bidrar til økt sjanse for skade, samt at størrelsen på skaden øker.
- Blant de bygningsspesifikke variablene peker tariffsum og hvorvidt en bygning har kjeller eller ikke seg ut som viktige både for skadesannsynlighet og skadestørrelse. Både sannsynligheten for skade og størrelsen på skaden er større for en bygning med høy tariffsum enn for en med lav. Bygninger med kjeller er mer utsatt for skade enn de uten.

- Undersøkelser av naturlig variasjon i skadenivået viser at for de fleste fylkene svinger skadenivået betydelig fra ett år til et annet. Det er også forskjellige år som gir de største utslagene i de ulike fylkene. Stor år til år variasjon også på landsbasis indikerer at gode og dårlige år opptrer samtidig i et dominerende antall av fylkene slik at en utjevning av skaderisikoen vil måtte tas over tid snarere enn ved geografisk tilpasning av porteføljen.
- Skadeprediksjoner fra klimamodelldata fram mot år 2100 viser overordnet at total utbetaling vil øke over det meste av landet. Spesielt utsatt er Nordland og Trøndelag, Sørøst- og Sørvestlandet, samt deler av Sogn og Fjordane. Kun en stripe av kommuner vest i Langfjella står igjen som relativt uberørt.
- Mens noen fylker vil oppleve en jevn stigning gjennom hele prediksjonsperioden, får andre en relativt flat eller endog negativ utvikling fram til rundt 2050, for så å øke. I fylkene Hedmark, Buskerud, Vestfold, Telemark og Vest-Agder ventes en økning i total utbetaling på rundt 50% mot slutten av dette århundret sammenlignet med en referanseperiode fra 2010 - 2019. For Østfold, Akershus og Sogn og Fjordane viser prediksjonene av total utbetaling en økning på hele 70% i samme periode. For Norge under ett er skadetallene noenlunde stabile fram til 2050 før de begynner å øke mot et sluttnivå som ligger 40% høyere enn i referanseperioden.
- En sensitivitetsanalyse avdekker betydelig variasjon i prediksjonene av antall skader fra ulike klimamodeller, selv innenfor samme fylke og tiår. Prediksjonene fra et moderat og et høyt utslippsscenario er ikke signifikant forskjellige for de fleste fylker og tiår på 80% konfidensnivå, men det er likevel en klar utvikling mot større avstand og nesten signifikante avvik mellom resultatene fra de to scenarioene mot slutten av dette århundret.